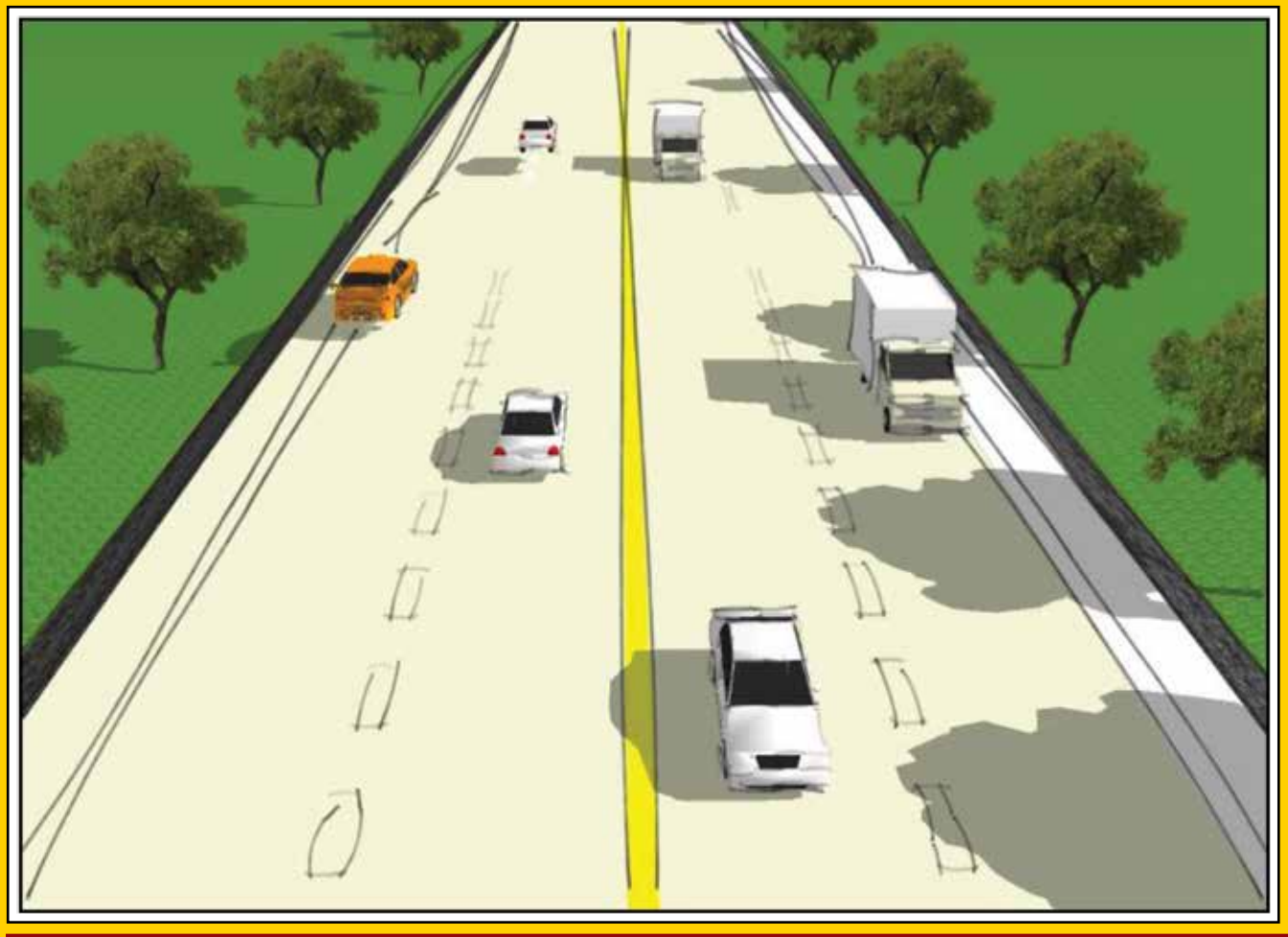
www.yotathai.com

# มาตรฐานงานทาง



กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย
พ.ศ. 2557

www.yotathai.com

# มาตรฐานงานทาง

กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย
พ.ศ. 2557

www.yotathai.com

# มาตรฐานงานทาง

| | |
|---|---|
| มยผ. 2101-57: | มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material) |
| มยผ. 2102-57: | มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase) |
| มยผ. 2103-57: | มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base) |
| มยผ. 2104-57: | มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material) |
| มยผ. 2105-57: | มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder) |
| มยผ. 2106-57: | มาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร |
| มยผ. 2107-57: | มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) |
| มยผ. 2109-57: | มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete) |
| มยผ. 2112-57: | มาตรฐานงานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing) |
| มยผ. 2113-57: | มาตรฐานงานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling) |
| มยผ. 2114-57: | มาตรฐานงานถมคันทาง (Embankment : Construction) |
| มยผ. 2115-57: | มาตรฐานงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation) |
| มยผ. 2116-57: | มาตรฐานงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase) |
| มยผ. 2117-57: | มาตรฐานงานชั้นพื้นทาง (Base) |
| มยผ. 2118-57: | มาตรฐานงานไหล่ทาง (Shoulder) |
| มยผ. 2121-57: | มาตรฐานงานไพรมโคท (Prime Coat) |
| มยผ. 2122-57: | มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat) |
| มยผ. 2131-57: | มาตรฐานงานผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete) |
| มยผ. 2132-57: | มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) |
| มยผ. 2135-57: | มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal) |
| มยผ. 2136-57: | มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal) |

**กรมโยธาธิการและผังเมือง**
**กระทรวงมหาดไทย**

www.yotathai.com

# มาตรฐานงานทาง

| | |
|---|---|
| มยผ. 2142-57: | มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal) |
| มยผ. 2143-57: | มาตรฐานงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล (Para Cape Seal) |
| มยผ. 2201-57: | มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) |
| มยผ. 2202-57: | มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) |
| มยผ. 2203-57: | มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าซี.บี.อาร์. (C.B.R.) |
| มยผ. 2204-57: | มาตรฐานการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test) |
| มยผ. 2205-57: | มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.) |
| มยผ. 2206-57: | มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.) |
| มยผ. 2207-57: | มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว (Shrinkage Factors) |
| มยผ. 2208-57: | มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) |
| มยผ. 2209-57: | มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง |
| มยผ. 2210-57: | มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน (Organic Impurities) |
| มยผ. 2211-57: | มาตรฐานการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump) |
| มยผ. 2217-57: | มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall) |
| มยผ. 2221-57: | มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index) |
| มยผ. 2222-57: | มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index) |
| มยผ. 2223-57: | มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) |
| มยผ. 2224-57: | มาตรฐานการทดสอบการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test |
| มยผ. 2225-57: | มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม |

**กรมโยธาธิการและผังเมือง**
**กระทรวงมหาดไทย**

www.yotathai.com

# คำนำ

จากสภาวะปัญหายางพาราที่มีราคาตกต่ำลงเป็นอย่างมาก รัฐบาลได้มีนโยบายให้หาแนวทางในการสร้างมูลค่าเพิ่ม ซึ่งแนวทางหนึ่งคือการนำยางพารามาใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้าง โดยมีหลายภาคส่วนที่เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการ

กรมโยธาธิการและผังเมืองในฐานะหน่วยงานภาครัฐที่มีภารกิจในการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐาน รวมทั้งการบูรณะและการบำรุงรักษา จึงควรให้การสนับสนุนนโยบายรัฐบาลและหาแนวทางในการกำหนดมาตรฐานการใช้ยางพาราผสมแอสฟัลต์ในการก่อสร้างผิวทาง งานฉาบผิวทางใหม่ หรือซ่อมบำรุงผิวทางเดิมที่เป็นภารกิจของกรมให้เป็นแนวทางเดียวกัน พร้อมทั้งได้นำมาตรฐานของกรมโยธาธิการ (เดิม) ในเรื่องที่เกี่ยวข้องในการก่อสร้างถนนมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมกับสภาวการณ์ในปัจจุบัน และนำมาประกอบกับมาตรฐานงานผิวทางแบบพาราเคพซีล โดยจัดทำเป็นมาตรฐานงานทางเพื่อให้หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ปฏิบัติต่อไป

กรมโยธาธิการและผังเมืองหวังเป็นอย่างยิ่งว่า “มาตรฐานงานทาง” เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างถนนหรือผู้สนใจทั่วไป รวมถึงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการนำข้อมูลและความรู้ที่ได้จากมาตรฐานดังกล่าว สำหรับใช้เป็นแนวทางในการก่อสร้างถนนให้มีความถูกต้องตามมาตรฐานสากลและปลอดภัยสูงสุดต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่ใช้ถนนต่อไป

(นายมณฑล สุดประเสริฐ)
อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

www.yotathai.com

# คณะทำงานเพื่อศึกษาและจัดทำมาตรฐานงานผิวทางแบบพาราเคพซีล

## ¤ ที่ปรึกษา

**นายมณฑล สุดประเสริฐ**
อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

**นายเชตวัน อนันตสมบูรณ์**
รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

**นายเกียรติศักดิ์ จันทรา**
รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง
รักษาการในตำแหน่ง
วิศวกรใหญ่ (วิศวกรโยธา)

**นายมเหศวร ภักดีคง**
รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

**นางสาวศิระภา วาระเลิศ**
รองอธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

## ¤ ประธานคณะทำงาน

**นายวีระพันธ์ อุปถัมภากุล**
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
ผู้อำนวยการกองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

## ¤ คณะทำงาน

**นายชวกิจ หิรัญญาภิรมย์**
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

**นายสมเกียรติ สิริพิทักษ์เดช**
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
สำนักวิศวกรรมการผังเมือง

**นายปรีชา แสงพิสิทธิ์**
วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
สำนักสนับสนุนและพัฒนาตามผังเมือง

**ดร.ทยากร จันทรางศุ**
วิศวกรโยธาชำนาญการ
สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร

**นายกฤตธี กลิ่นนุช**
วิศวกรโยธาปฏิบัติการ
สำนักจัดรูปที่ดินเพื่อพัฒนาพื้นที่

## ¤ คณะทำงานและเลขานุการ

**นายไกรสิทธิ์ โลมรัตน์**
วิศวกรโยธาชำนาญการ
กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

## ¤ คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

**นายทรงฤทธิ์ ธิยา**
พนักงานวิศวกรโยธา
กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ

www.yotathai.com

# สารบัญ


หน้า

**1. มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material) (มยผ. 2101 - 57)**

1. ขอบข่าย 1
2. นิยาม 1
3. มาตรฐานอ้างถึง 1
4. คุณสมบัติ 1
5. เอกสารอ้างอิง 2

**2. มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase) (มยผ. 2102 - 57)**

1. ขอบข่าย 3
2. นิยาม 3
3. มาตรฐานอ้างถึง 3
4. คุณสมบัติ 3
5. เอกสารอ้างอิง 4

**3. มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base) (มยผ. 2103 - 57)**

1. ขอบข่าย 5
2. นิยาม 5
3. มาตรฐานอ้างถึง 5
4. คุณสมบัติ 5
5. เอกสารอ้างอิง 6

**4. มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material) (มยผ. 2104 - 57)**

1. ขอบข่าย 7
2. นิยาม 7
3. มาตรฐานอ้างถึง 7
4. คุณสมบัติ 7
5. เอกสารอ้างอิง 8

www.yotathai.com

# สารบัญ (ต่อ)


**5. มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder) (มยผ. 2105 - 57)**

1. ขอบข่าย 9
2. นิยาม 9
3. มาตรฐานอ้างถึง 9
4. คุณสมบัติ 9
5. เอกสารอ้างอิง 10

**6. มาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร (มยผ. 2106 - 57)**

1. ขอบข่าย 11
2. นิยาม 11
3. มาตรฐานอ้างถึง 11
4. คุณสมบัติ 11
5. เอกสารอ้างอิง 12

**7. มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) (มยผ. 2107 - 57)**

1. ขอบข่าย 13
2. นิยาม 13
3. มาตรฐานอ้างถึง 13
4. คุณสมบัติ 13
5. เอกสารอ้างอิง 14

**8. มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete) (มยผ. 2109 - 57)**

1. ขอบข่าย 15
2. นิยาม 15
3. มาตรฐานอ้างถึง 15
4. คุณสมบัติ 15
5. เอกสารอ้างอิง 18

**9. มาตรฐานงานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing) (มยผ. 2112 - 57)**

1. ขอบข่าย 19
2. นิยาม 19
3. วิธีการก่อสร้าง 19
4. เอกสารอ้างอิง 19

www.yotathai.com

# สารบัญ (ต่อ)


**10. มาตรฐานงานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling) (มยผ. 2113 - 57)**

1. ขอบข่าย 21
2. นิยาม 21
3. มาตรฐานอ้างถึง 21
4. วัสดุ 21
5. วิธีการก่อสร้าง 21
6. เอกสารอ้างอิง 21

**11. มาตรฐานงานถมคันทาง (Embankment : Construction) (มยผ. 2114 - 57)**

1. ขอบข่าย 23
2. นิยาม 23
3. มาตรฐานอ้างถึง 23
4. วัสดุ 23
5. วิธีการก่อสร้าง 23
6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance) 26
7. เอกสารอ้างอิง 27

**12. มาตรฐานงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation) (มยผ. 2115 - 57)**

1. ขอบข่าย 29
2. นิยาม 29
3. มาตรฐานอ้างถึง 29
4. วัสดุ 29
5. วิธีการก่อสร้าง 30
6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance) 30
7. เอกสารอ้างอิง 30

**13. มาตรฐานงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase) (มยผ. 2116 - 57)**

1. ขอบข่าย 31
2. นิยาม 31
3. มาตรฐานอ้างถึง 31
4. วัสดุ 31
5. วิธีการก่อสร้าง 31
6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance) 32
7. เอกสารอ้างอิง 32

www.yotathai.com

# สารบัญ (ต่อ)

**14. มาตรฐานงานชั้นพื้นทาง (Base) (มยผ. 2117 - 57)**

1. ขอบข่าย 33
2. นิยาม 33
3. มาตรฐานอ้างถึง 33
4. วัสดุ 33
5. วิธีการก่อสร้าง 33
6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance) 34
7. เอกสารอ้างอิง 34

**15. มาตรฐานงานไหล่ทาง (Shoulder) (มยผ. 2118 - 57)**

1. ขอบข่าย 35
2. นิยาม 35
3. มาตรฐานอ้างถึง 35
4. วัสดุ 35
5. วิธีการก่อสร้าง 35
6. เอกสารอ้างอิง 35

**16. มาตรฐานงานไพรมโคท (Prime Coat) (มยผ. 2121 - 57)**

1. ขอบข่าย 37
2. นิยาม 37
3. มาตรฐานอ้างถึง 37
4. วัสดุ 37
5. วิธีการก่อสร้าง 39
6. ข้อควรระวัง 40
7. เอกสารอ้างอิง 41

**17. มาตรฐานแทคโคท (Tack Coat) (มยผ. 2122 - 57)**

1. ขอบข่าย 43
2. นิยาม 43
3. มาตรฐานอ้างถึง 43
4. วัสดุ 43
5. วิธีการก่อสร้าง 44
6. เอกสารอ้างอิง 44

www.yotathai.com

# สารบัญ (ต่อ)


**18. มาตรฐานงานผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete) (มยผ. 2131 - 57)**

1. ขอบข่าย 45
2. นิยาม 45
3. มาตรฐานอ้างถึง 45
4. วัสดุ 45
5. การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต 46
6. เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง 49
7. การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง 57
8. วิธีการก่อสร้าง 60
9. การตรวจสอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ 71
10. การอำนวยการและควบคุมการจราจรระหว่างการก่อสร้าง 73
11. เอกสารอ้างอิง 73

**19. มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) (มยผ. 2132 - 57)**

1. ขอบข่าย 75
2. นิยาม 75
3. มาตรฐานอ้างถึง 75
4. วัสดุ 75
5. เครื่องจักรและเครื่องมือ 77
6. ข้อกำหนดในการออกแบบกำหนดปริมาณการใช้วัสดุ 79
7. วิธีการก่อสร้าง 82
8. รายละเอียดเพิ่มเติม 85
9. ข้อควรระวัง 86
10 เอกสารอ้างอิง 87

**20. มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal) (มยผ. 2135 - 57)**

1. ขอบข่าย 89
2. นิยาม 89
3. มาตรฐานอ้างถึง 89
4. วัสดุ 89
5. ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ 90
6. การกองหินหรือทราย 90

www.yotathai.com

# สารบัญ (ต่อ)


7. ชนิดของสเลอรี่ซีล 91
8. การออกแบบส่วนผสมสเลอรี่ซีล 91
9. เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง 92
10. การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง 93
11. การก่อสร้าง 93
12. รายละเอียดเพิ่มเติม 94
13. ข้อควรระวัง 94
14. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับมาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล 94
15. เอกสารอ้างอิง 95

**21. มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal) (มยผ. 2136 - 57)**

1. ขอบข่าย 97
2. นิยาม 97
3. มาตรฐานอ้างถึง 97
4. ผิวทางชั้นแรก แบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) 97
5. ผิวทางชั้นที่สอง สเลอรี่ซีล (Slurry Seal) 99
6. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับผิวทางแบบเคพซีล 101
7. เอกสารอ้างอิง 102

**22. มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal) (มยผ. 2142 - 57)**

1. ขอบข่าย 103
2. นิยาม 103
3. มาตรฐานอ้างถึง 103
4. วัสดุ 103
5. ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้และอัตราการฉาบ 104
6. การกองหินหรือทราย 105
7. ชนิดของพาราสเลอรี่ซีล 105
8. ข้อกำหนดในการออกแบบส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล 105
9. เครื่องจักรและเครื่องมือ 107
10. การเตรียมการก่อสร้าง 108
11. การก่อสร้าง 108
12. การอำนวยการและการเปิดการจราจร 109

www.yotathai.com

# สารบัญ (ต่อ)


13. ข้อควรระวัง 110
14. เอกสารอ้างอิง 110

**23. มาตรฐานงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล (Para Cape Seal) (มยผ. 2143 - 57)**

1. ขอบข่าย 111
2. นิยาม 111
3. มาตรฐานอ้างถึง 111
4. ผิวทางชั้นแรก แบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) 111
5. ผิวทางชั้นที่สอง พาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal) 113
6. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับผิวทางแบบพาราเคพซีล 115
7. เอกสารอ้างอิง 116

**24. มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Teat) (มยผ. 2201 - 57)**

1. ขอบข่าย 117
2. นิยาม 117
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 117
4. การเตรียมตัวอย่าง 118
5. การทดสอบ 119
6. การคำนวณ 119
7. การรายงานผล 120
8. ข้อควรระวัง 120
9. เอกสารอ้างอิง 121

**25. มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) (มยผ. 2202 - 57)**

1. ขอบข่าย 125
2. นิยาม 125
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 125
4. การเตรียมตัวอย่าง 126
5. การทดสอบ 127
6. การคำนวณ 127
7. การรายงานผล 128

www.yotathai.com

# สารบัญ (ต่อ)


8. ข้อควรระวัง 128
9. เอกสารอ้างอิง 129

**26. มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าซี.บี.อาร์. (C.B.R.) (มยผ. 2203 - 57)**

1. ขอบข่าย 133
2. นิยาม 133
3. มาตรฐานอ้างถึง 133
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ 133
5. การเตรียมตัวอย่าง 134
6. การทดสอบ 134
7. การคำนวณ 136
8. การรายงานผล 137
9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ 137
10. ข้อควรระวัง 137
11. เอกสารอ้างอิง 138

**27. มาตรฐานการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test) (มยผ. 2204 - 57)**

1. ขอบข่าย 143
2. นิยาม 143
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 143
4. การทดสอบ 144
5. การคำนวณ 146
6. การรายงานผล 147
7. ข้อควรระวัง 147
8. เอกสารอ้างอิง 147

**28. มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.) (มยผ. 2205 - 57)**

1. ขอบข่าย 153
2. นิยาม 153
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 153
4. การเตรียมตัวอย่าง 154
5. การทดสอบ 154
6. การคำนวณ 155

www.yotathai.com

# สารบัญ (ต่อ)


7. การรายงานผล 156
8. ข้อควรระวัง 156
9. เอกสารอ้างอิง 156

**29. มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit: P.L.) (มยผ. 2206 - 57)**

1. ขอบข่าย 159
2. นิยาม 159
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 159
4. การเตรียมตัวอย่าง 159
5. การทดสอบ 159
6. การคำนวณ 161
7. การรายงานผล 161
8. ข้อควรระวัง 161
9. เอกสารอ้างอิง 162

**30. มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว (Shrinkage Factors) (มยผ. 2207 - 57)**

1. ขอบข่าย 165
2. นิยาม 165
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 165
4. การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ 166
5. การทดสอบ 166
6. การคำนวณ 167
7. การรายงานผล 168
8. เอกสารอ้างอิง 169

**31. มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) (มยผ. 2208 - 57)**

1. ขอบข่าย 171
2. นิยาม 171
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 171
4. การเตรียมตัวอย่าง 171
5. การทดสอบ 172
6. การคำนวณ 172
7. การรายงานผล 173
8. ข้อควรระวัง 173
9. เอกสารอ้างอิง 173

www.yotathai.com

# สารบัญ (ต่อ)

**32. มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง (มยผ. 2209 - 57)**

1. ขอบข่าย 177
2. นิยาม 177
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 177
4. การเตรียมตัวอย่าง 178
5. การทดสอบ 178
6. การคำนวณ 178
7. การรายงานผล 179
8. ข้อควรระวัง 179
9. เอกสารอ้างอิง 179

**33. มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน (Organic Impurities) (มยผ. 2210 - 57)**

1. ขอบข่าย 183
2. นิยาม 183
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 183
4. การเตรียมตัวอย่าง 184
5. การทดสอบ 184
6. การรายงานผล 184
7. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ 184
8. ข้อควรระวัง 184
9. เอกสารอ้างอิง 185

**34. มาตรฐานการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump) (มยผ. 2211 - 57)**

1. ขอบข่าย 187
2. นิยาม 187
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ 187
4. การเตรียมตัวอย่าง 187
5. การทดสอบ 188
6. การคำนวณ 188
7. การรายงานผล 189
8. เอกสารอ้างอิง 189

www.yotathai.com

# สารบัญ (ต่อ)

**35. มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall) (มยผ. 2217 - 57)**

1. ขอบข่าย 191
2. นิยาม 191
3. มาตรฐานอ้างถึง 191
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ 191
5. การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ 193
6. การทดสอบ 194
7. การคำนวณ 195
8. การรายงานผล 197
9. ข้อควรระวัง 197
10. เอกสารอ้างอิง 197

**36. มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index) (มยผ. 2221 - 57)**

1. ขอบข่าย 201
2. นิยาม 201
3. มาตรฐานอ้างถึง 201
4. เครื่องมือ 201
5. การเตรียมตัวอย่าง 201
6. การทดสอบ 202
7. การคำนวณ 202
8. การรายงานผล 202
9. ข้อควรระวัง 202
10. เอกสารอ้างอิง 203

**37. มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index) (มยผ. 2222 - 57)**

1. ขอบข่าย 207
2. นิยาม 207
3. มาตรฐานอ้างถึง 207
4. เครื่องมือ 207
5. การเตรียมตัวอย่าง 207
6. การทดสอบ 208
7. การคำนวณ 208
8. การรายงานผล 208

www.yotathai.com

# สารบัญ (ต่อ)


9. ข้อควรระวัง 208
10. เอกสารอ้างอิง 208

**38. มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) (มยผ. 2223 - 57)**

1. ขอบข่าย 211
2. นิยาม 211
3. เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ 211
4. การเตรียมตัวอย่าง 212
5. การทดสอบ 212
6. การคำนวณ 213
7. การรายงานผล 213
8. ข้อควรระวัง 213
9. เอกสารอ้างอิง 214

**39. มาตรฐานการทดสอบการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test (มยผ. 2224 - 57)**

1. ขอบข่าย 219
2. นิยาม 219
3. เครื่องมือ 219
4. การเตรียมตัวอย่าง 219
5. การทดสอบ 220
6. การคำนวณ 220
7. การรายงานผล 220
8. ข้อควรระวัง 220
9. เอกสารอ้างอิง 220

**40. มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม (มยผ. 2225 - 57)**

1. ขอบข่าย 223
2. นิยาม 223
3. เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ 223
4. การเตรียมตัวอย่าง 225
5. การทดสอบ 227
6. การคำนวณ 229
7. การรายงานผล 230
8. เอกสารอ้างอิง 231

www.yotathai.com

# มยผ. 2101 - 57

# มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

**2. นิยาม**

**"วัสดุถมคันทาง (Embankment Material)"** หมายถึง วัสดุที่ได้จากบ่อยืมข้างทาง ถนนเดิม หรือที่อื่นๆ แล้วนำมาใช้ก่อสร้างคันทาง

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**4. คุณสมบัติ**

**4.1** วัสดุถมคันทางประเภทวัสดุดินทั่วไป (Soil)

**4.1.1** เป็นวัสดุที่ปราศจากรากไม้ใบไม้หรือวัสดุอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารผุพังปนอยู่อันอาจจะทำให้เกิดการยุบตัวเสียหายในอนาคต

**4.1.2** มีค่า ซี.บี.อาร์.จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบมาตรฐาน (Standard Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

**4.1.3** มีค่าการพองตัว (Swelling) ไม่มากกว่าร้อยละ 4 ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

**4.1.4** มีคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

**4.2** วัสดุถมคันทางประเภทวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate)

**4.2.1** เป็นวัสดุที่ปราศจากรากไม้ใบไม้หรือวัสดุอินทรีย์ซึ่งเป็นสารผุพังปนอยู่อันอาจจะทำให้เกิดการยุบตัวเสียหายในอนาคต

**4.2.2** มีขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร

**4.2.3** มีส่วนละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ไม่เกินร้อยละ 35 โดยน้ำหนักเมื่อทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

www.yotathai.com

**4.2.4** มีค่า ซี.บี.อาร์. จากห้องทดลองไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าซี.บี.อาร์ (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

**4.2.5** มีค่าการพองตัวไม่มากกว่าร้อยละ 3 ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์ (C.B.R.)

**4.2.6** มีคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

**4.3** วัสดุถมคันทางประเภททราย (Sand)

**4.3.1** เป็นวัสดุที่มีค่าดัชนีความเป็นพลาสติกเป็นศูนย์ (NonPlasticity Index) ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) หน้าดิน (Top Soil) รากไม้ใบไม้หรือวัสดุอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารผุพังปนอยู่อันอาจจะทำให้เกิดการยุบตัวเสียหายในอนาคต

**4.3.2** มีขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

**4.3.3** มีส่วนละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) ไม่เกินร้อยละ 20 โดยน้ำหนักตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ

**4.3.4** มีค่า ซี.บี.อาร์ จากห้องทดลองไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

**4.3.5** มีคุณสมบัติอื่นๆ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

## 5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 201 - 2543: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

www.yotathai.com

# มยผ. 2102 - 57

# มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

**2. นิยาม**

**"วัสดุรองพื้นทาง (Subbase)"** หมายถึง วัสดุลูกรังหรือวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ซึ่งนำมาเสริมบนชั้นคันทางหรือใช้เป็นชั้นพื้นทางของถนนชนิดที่มีผิวจราจรเป็นลูกรัง

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

**3.4** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**3.5** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**4. คุณสมบัติ**

**4.1** เป็นวัสดุประกอบด้วยเม็ดแข็ง ทนทานและมีวัสดุเชื้อประสานที่ดีผสมอยู่

**4.2** ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้หรือวัชพืชอื่นๆ

**4.3** ขนาดวัสดุใหญ่สุดไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร

**4.4** ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

**4.5** ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 11 ตาม มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

**4.6** ค่า ซี.บี.อาร์. จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203-57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

www.yotathai.com

**4.7** ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 60 ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**4.8** มีมวลคละผ่านตะแกรง โดยทำการทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ดังตารางข้างล่างนี้

| **ขนาดและตะแกรงมาตรฐาน** | **น้ำหนักที่ผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **ชนิด ก.** | **ชนิด ข.** | **ชนิด ค.** | **ชนิด ง.** | **ชนิด จ.** |
| 2” | 100 | 100 | - | - | - |
| 1” | - | 75-95 | 100 | 100 | 100 |
| 3/8” | 30-65 | 40-75 | 50-85 | 60-100 | - |
| เบอร์ 4 | 25-55 | 30-60 | 35-65 | 50-85 | 55-100 |
| เบอร์ 10 | 15-40 | 20-45 | 25-50 | 40-70 | 40-100 |
| เบอร์ 40 | 8-20 | 15-30 | 15-30 | 25-45 | 20-50 |
| เบอร์ 200 | 2-8 | 5-20 | 5-15 | 5-20 | 6-20 |

## 5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 202 - 2531: มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

www.yotathai.com

# มยผ. 2103 - 57

# มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)

**2. นิยาม**

**"วัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)"** หมายถึง วัสดุซึ่งมีขนาดคละกันสม่ำเสมอจากใหญ่ไปหาเล็ก นำมาเสริมบนชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นคันทาง

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

**3.4** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**3.5** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**4. คุณสมบัติ**

**4.1** ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) วัสดุจำพวกเชล (Shale) รากไม้หรือวัชพืชอื่นๆ

**4.2** มีอัตราส่วนคละสม่ำเสมอประกอบด้วยส่วนหยาบและส่วนละเอียด

**4.3** ส่วนหยาบต้องเป็นหินโม่

**4.4** ส่วนละเอียดเป็นวัสดุชนิดเดียวกับส่วนหยาบ หากมีความจำเป็นต้องใช้วัสดุส่วนละเอียดชนิดอื่นเจือปนเพื่อปรับปรุงคุณภาพจะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

**4.5** ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่าร้อยละ 25 ตาม มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

**4.6** ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 6 ตาม มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

www.yotathai.com

**4.7** ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 40 ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**4.8** ค่า ซี.บี.อาร์. จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

**4.9** มีมวลคละผ่านตะแกรงดังตารางข้างล่างนี้ โดยทำการทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

| **ขนาดของตะแกรง มาตรฐาน** | **น้ำหนักที่ผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ** | | |
|---|---|---|---|
| | **ชนิด ก.** | **ชนิด ข.** | **ชนิด ค.** |
| 2 นิ้ว | 100 | 100 | - |
| 1 นิ้ว | - | 75-95 | 100 |
| 3/8 นิ้ว | 30-65 | 40-75 | 50-85 |
| เบอร์ 4 | 25-55 | 30-60 | 35-65 |
| เบอร์ 10 | 15-40 | 20-45 | 25-50 |
| เบอร์ 40 | 8-20 | 15-30 | 15-30 |
| เบอร์ 200 | 2-8 | 5-20 | 5-15 |

## 5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 203 - 2543: มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)

www.yotathai.com

# มยผ. 2104 - 57

# มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุคัดเลือก (Selected Material)

**2. นิยาม**

**"วัสดุคัดเลือก (Selected Material)"** หมายถึง วัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ซึ่งนำมาใช้เสริมระหว่างวัสดุคันทางและวัสดุรองพื้นทาง หรือตามตำแหน่งชั้นอื่นๆ ที่กำหนดไว้ในแบบ

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

**3.4** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**4. คุณสมบัติ**

**4.1 วัสดุคัดเลือกประเภท ก.** ต้องเป็นวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ที่ไม่ใช่ทราย

**4.1.1** ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้ หรือวัชพืชอื่นๆ

**4.1.2** ขนาดวัสดุใหญ่ที่สุดไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร

**4.1.3** ขนาดวัสดุผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่าร้อยละ 25 โดยน้ำหนักตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**4.1.4** ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่าร้อยละ 40 ตาม มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

**4.1.5** ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 20 ตาม มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

**4.1.6** ค่าการพองตัว (Swelling) ไม่มากกว่าร้อยละ 3 ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R)

**4.1.7** ค่า ซี.บี.อาร์. จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

www.yotathai.com

**4.2 วัสดุคัดเลือกประเภท ข.** ต้องเป็นวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ทราย หรือวัสดุอื่นใดที่ยอมให้ใช้ได้

**4.2.1** ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้ หรือวัชพืชอื่นๆ

**4.2.2** ขนาดวัสดุที่ใหญ่ที่สุดไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร

**4.2.3** ขนาดวัสดุผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่าร้อยละ 30 โดยน้ำหนักตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**4.2.4** ค่าการพองตัว (Swelling) ไม่มากกว่าร้อยละ 4 ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R)

**4.2.5** ถ้าเป็นทราย ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนักตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**4.2.6** ค่า ซี.บี.อาร์.จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 6 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

## 5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 204 - 2531: มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material)

www.yotathai.com

# มยผ. 2105 - 57

# มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)

**2. นิยาม**

**"วัสดุไหล่ทาง (Shoulder)"** หมายถึงวัสดุลูกรังหรือวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) หรือวัสดุที่มีส่วนผสมของวัสดุดังกล่าวแล้วประกอบเข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการก่อสร้างไหล่ทาง (Shoulder) ของถนน

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

**3.4** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**3.5** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**4. คุณสมบัติ**

**4.1** ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้ หรือวัชพืชอื่นๆ

**4.2** ขนาดวัสดุใหญ่สุดต้องไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร

**4.3** ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่า 2/3 ของขนาดผ่านตะแกรง เบอร์ 40 ตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**4.4** ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

**4.5** ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) อยู่ในระหว่าง 4 - 15 ตาม มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

**4.6** ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 60 ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

www.yotathai.com

**4.7** ค่า ซี.บี.อาร์. จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์ (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

**4.8** มีมวลคละผ่านตะแกรง โดยทำการทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ดังตารางข้างล่างนี้

| **ขนาดของตะแกรงมาตรฐาน** | **น้ำหนักที่ผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **ชนิด ก.** | **ชนิด ข.** | **ชนิด ค.** | **ชนิด ง.** | **ชนิด จ.** |
| 2” | 100 | 100 | - | - | - |
| 1” | - | 75-95 | 100 | 100 | 100 |
| 3/8” | 30-65 | 40-75 | 50-85 | 60-100 | - |
| เบอร์ 4 | 25-55 | 30-60 | 35-65 | 50-85 | 55-100 |
| เบอร์ 10 | 15-40 | 20-45 | 25-50 | 40-70 | 40-100 |
| เบอร์ 40 | 8-20 | 15-30 | 15-30 | 25-45 | 20-50 |
| เบอร์ 200 | 2-8 | 5-20 | 5-15 | 10-25 | 6-20 |

## 5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 205 - 2531: มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)

www.yotathai.com

# มยผ. 2106 - 57

# มาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร

**2. นิยาม**

**"วัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร"** หมายถึง วัสดุลูกรังหรือวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) ซึ่งนำมาเสริมบนชั้นรองพื้นทางเพื่อใช้เป็นผิวจราจร

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

**3.4** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**3.5** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**4. คุณสมบัติ**

**4.1** ปราศจากก้อนดินเหนียว (Clay Lump) Shale รากไม้ หรือวัชพืชอื่นๆ

**4.2** ขนาดวัสดุใหญ่สุดต้องไม่โตกว่า 5 เซนติเมตร

**4.3** ขนาดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่มากกว่า 2/3 ของขนาดผ่านตะแกรง เบอร์ 40 ตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**4.4** ค่าขีดเหลว (Liquid Limit) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยผ. 2205 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

**4.5** ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index) อยู่ในระหว่าง 4 - 11 ตาม มยผ. 2206 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

**4.6** ค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 60 ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

www.yotathai.com

**4.7** ค่า ซี.บี.อาร์. จากห้องทดลอง (Lab C.B.R.) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ที่ร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor Density) ตาม มยผ. 2203 - 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์ (C.B.R.) หรือไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

**4.8** มีมวลคละผ่านตะแกรง โดยทำการทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ดังตารางข้างล่างนี้

| **ขนาดของตะแกรงมาตรฐาน** | **น้ำหนักผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **ชนิด ก.** | **ชนิด ข.** | **ชนิด ค.** | **ชนิด ง.** |
| 2” | - | - | - | - |
| 1” | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3/8” | 50-85 | 60-100 | - | - |
| เบอร์ 4 | 35-65 | 50-85 | 55-100 | 70-100 |
| เบอร์ 10 | 25-50 | 40-70 | 40-100 | 55-100 |
| เบอร์ 40 | 15-30 | 25-45 | 20-50 | 30-70 |
| เบอร์ 200 | 8-15 | 8-25 | 8-20 | 8-25 |

## 5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 206 - 2531: มาตรฐานวัสดุลูกรังชนิดทำผิวจราจร

www.yotathai.com

# มยผ. 2107 - 57

# มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**2. นิยาม**

**"วัสดุมวลรวมทำผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)"** หมายถึง วัสดุหินย่อยซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

**3.4** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2224 - 57: มาตรฐานการทดสอบการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test

**3.5** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

**4. คุณสมบัติ**

**4.1** ต้องสะอาด ปราศจากฝุ่น ดิน หรือวัสดุไม่พึงประสงค์ใดๆ

**4.2** ต้องแข็ง คงทน และมีค่าของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**4.3** มีค่าของการหลุดออกของยางแอสฟัลต์ (ทดสอบโดยวิธี Plate Test) ไม่มากกว่าร้อยละ 20 ตาม มยผ. 2224 - 57: มาตรฐานการทดสอบการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test

**4.4** ต้องไม่มีขนาดยาว หรือแบนมากเกินไป และมีค่าดัชนีความแบน (Flakiness Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยผ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

**4.5** มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เมื่อทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม โดยใช้โซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบแล้ว ไม่มากกว่าร้อยละ 5 ตาม มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

www.yotathai.com

**4.6** มีมวลคละผ่านตะแกรงมาตรฐาน (แบบไม่ล้าง) โดยทำการทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ดังตารางข้างล่างนี้

| **ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร (นิ้ว)** | **น้ำหนักผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **25.0 มม.** | **19.0 มม.** | **12.5 มม.** | **9.5 มม.** | **4.75 มม.** | **2.36 มม.** | **1.18 มม.** |
| 19.0 (3/4”) | 100 | 90-100 | 0-30 | 0-8 | - | 0-2 | 0-0.5 |
| 12.5 (1/2”) | - | 100 | 90-100 | 0-30 | 0-4 | 0-2 | 0-0.5 |
| 9.5 (3/8”) | | | 100 | 90-100 | 0-30 | 0-8 | 0-2 |

## 5. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 207 - 2531: มาตรฐานวัสดุชนิดเม็ดสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

www.yotathai.com

# มยผ. 2109 - 57

# มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ ครอบคลุมถึงวัสดุมวลรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

**2. นิยาม**

**"วัสดุมวลหยาบ (Coarse Aggregates)"** หมายถึง วัสดุที่มีขนาดค้างตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ขึ้นไป ได้แก่ หินย่อย (Crushed Rock) หรือวัสดุอื่นใดที่กรมโยธาธิการและผังเมืองให้ใช้ได้ ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

**"วัสดุมวลละเอียด (Fine Aggregates)"** หมายถึง วัสดุที่มีขนาดผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ลงมา ได้แก่ วัสดุหินฝุ่น ทราย หรือวัสดุอื่นใดที่กรมโยธาธิการและผังเมืองให้ใช้ได้ ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

**"วัสดุผสมแทรก (Mineral Filler)"** หมายถึง วัสดุที่มีขนาดผ่านตะแกรงขนาด 0.600 มิลลิเมตร (เบอร์ 30) ลงมา ได้แก่ วัสดุหินฝุ่น ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ซิลิกาซีเมนต์ หรือวัสดุอื่นใดที่กรมโยธาธิการและผังเมืองให้ใช้ได้ ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่กำหนด

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2221 - 57: การทดสอบหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

**3.4** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

**3.5** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

**4. คุณสมบัติ**

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของวัสดุมวลรวมไว้เป็นอย่างอื่น วัสดุมวลรวมต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

www.yotathai.com

**4.1 วัสดุมวลหยาบ**

**4.1.1** ต้องเป็นวัสดุที่แข็งและมีความคงทน (Hard and Durable) สะอาด ปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ที่อาจทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณภาพด้อยลง

**4.1.2** มีค่าของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง ไม่มากกว่าร้อยละ 40

**4.1.3** มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ตาม มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม โดยใช้สารละลายโซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ น้ำหนักของวัสดุที่หายไป (Loss) ต้องไม่มากกว่าร้อยละ 9 หรือไม่มากกกว่าร้อยละ 18 เมื่อใช้แมกนีเซียมซัลเฟต

**4.1.4** มีค่าจำนวนส่วนร้อยละของยางแอสฟัลต์เคลือบผิวได้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95

**4.1.5** มีค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index) ตาม มยผ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 30

**4.1.6** มีค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index) ตาม มยผ. 2221 - 57: การทดสอบหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index) ไม่มากกว่าร้อยละ 30

**4.2 วัสดุมวลละเอียด**

**4.2.1** หินฝุ่นหรือทรายต้องสะอาด ปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ ปะปนอยู่ซึ่งอาจทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณภาพด้อยลง

**4.2.2** มีค่าสมมูลย์ของทราย(Sand Equivalent) ตาม มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

**4.2.3** มีค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ตาม มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม โดยใช้สารละลายโซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ น้ำหนักของหินฝุ่น หรือทรายที่หายไป (Loss) ต้องไม่มากกว่าร้อยละ 9 หรือไม่มากกว่าร้อยละ 18 เมื่อใช้แมกนีเซียมซัลเฟต

**4.3 วัสดุผสมแทรก**

ใช้ผสมเพิ่มในกรณีเมื่อผสมมวลหยาบกับมวลละเอียดเป็นมวลรวม แล้วส่วนละเอียดในมวลรวมยังมีไม่เพียงพอ หรือใช้ผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแอสฟัลต์คอนกรีต

**4.3.1** สะอาดปราศจากวัสดุอื่น เช่น วัชพืช ดินเหนียว เป็นต้น

**4.3.2** ต้องแห้ง และไม่จับกันเป็นก้อน

**4.3.3** มีขนาดคละผ่านตะแกรงมาตรฐานตามตารางที่ 1

www.yotathai.com

**ตารางที่ 1 ขนาดคละของวัสดุผสมแทรก**

| ขนาดของตะแกรงมาตรฐาน | ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล |
|---|---|
| เบอร์ 30 | 100 |
| เบอร์ 50 | 75-100 |
| เบอร์ 200 | 55-100 |

**4.4** วัสดุมวลหยาบ มวลละเอียด และวัสดุผสมแทรก เมื่อผสมกันแล้วต้องมีขนาดคละผ่านตะแกรงมาตรฐานตามตารางที่ **2**

**ตารางที่ 2 ขนาดคละของมวลรวมและชนิดของแอสฟัลต์คอนกรีต**

| ขนาดที่ใช้เรียก | มิลลิเมตร (นิ้ว) | 9.5 (3/8) | 12.5 (1/2) | 19.0 (3/4) | 25.0 (1) |
|---|---|---|---|---|---|
| สำหรับชั้นทาง | | Wearing Course | Wearing Course | Binder Course | Base Course |
| ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร | (นิ้ว) | ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล | | | |
| 37.5 | (1 1/2) | | | | 100 |
| 25.0 | (1) | | | 100 | 90 - 100 |
| 19.0 | (3/4) | | 100 | 90 - 100 | - |
| 12.5 | (1/2) | 100 | 80 - 100 | - | 56 - 80 |
| 9.5 | (3/8) | 90 - 100 | - | 56 - 80 | - |
| 4.75 | (เบอร์ 4) | 55 - 85 | 44 - 74 | 35 - 65 | 29 - 59 |
| 2.36 | (เบอร์ 8) | 32 - 67 | 28 - 58 | 23 - 49 | 19 - 45 |
| 1.18 | (เบอร์ 16) | - | - | - | - |
| 0.600 | (เบอร์ 30) | - | - | - | - |
| 0.300 | (เบอร์ 50) | 7 - 23 | 5 - 21 | 5 - 19 | 5 - 17 |
| 0.150 | (เบอร์ 100) | - | - | - | - |
| 0.075 | (เบอร์ 200) | 2 - 10 | 2 - 10 | 2 - 8 | 1 - 7 |

www.yotathai.com

## 5. เอกสารอ้างอิง

**5.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 209 - 2531: มาตรฐานวัสดุชนิดเม็ด (Aggregate) สำหรับผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต (Asphaltic Concrete)

**5.2** มาตรฐานกรมทางหลวงชนบท มทช. 209 - 2545: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete)

www.yotathai.com

# มยพ. 2112 - 57

# มาตรฐานงานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึง งานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing)

**2. นิยาม**

**“งานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing)”** หมายถึงการกำจัดต้นไม้ ตอไม้ พุ่มไม้ เศษไม้ ขยะ วัชพืช และสิ่งอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ ภายในเขตทาง

**3. วิธีการก่อสร้าง**

**3.1** การถางป่าให้ทำภายในบริเวณตลอดเขตทางและการขุดตอให้ทำภายในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างคันทาง คูข้างทาง บ่อยืม แหล่งวัสดุ และการขุดเพื่อการก่อสร้างงานโครงสร้าง

**3.2** บริเวณที่จะก่อสร้างคันทาง ให้ขุดตอรากไม้ออกต่ำกว่าระดับดินเดิมตามธรรมชาติไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ในกรณีที่คันทางสูงกว่าระดับดินเดิมมากกว่า 60 เซนติเมตร ให้ตัดต้นไม้และตอจนชิดใกล้ระดับดินเดิมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ส่วนการขุดเพื่อก่อสร้างงานโครงสร้างอื่นๆ ให้ขุดตอรากไม้ออกต่ำกว่าระดับต่ำสุดของแบบโครงสร้างไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร

**3.3** บริเวณบ่อยืมและแหล่งวัสดุ ให้เอาตอไม้ รากไม้และวัสดุอื่นๆ ที่ไม่ต้องการปะปนอยู่ออกจนเห็นว่าไม่มีสิ่งดังกล่าว ปนกับวัสดุที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง

**3.4** ต้นไม้ใหญ่ที่อยู่นอกคันทาง หรืออยู่นอกเชิงลาดดินตัดให้คงไว้ ในกรณีจำเป็นที่จะต้องตัดให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงาน สำหรับต้นไม้ที่คงไว้ กิ่งที่ยื่นเข้าไปในผิวจราจร และสูงจากระดับผิวจราจรไม่เกิน 6.00 เมตร ให้ตัดกิ่งออกให้เรียบร้อย และให้เหลือโคนกิ่งติดลำต้นยาวไม่เกิน 20เซนติเมตร

**3.5** วัสดุจากการถางป่า ขุดตอ ให้นำไปทิ้งตามบริเวณที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

**3.6** ตลอดระยะเวลาที่ถางป่า ขุดตอให้ทำด้วยความระมัดระวังในการตัดต้นไม้ ไม่ให้เกิดอันตรายและทำความเสียหายแก่ต้นไม้ที่คงไว้

**3.7** หลังจากการถางป่า ขุดตอ ให้ปาดเกลี่ย ปรับแต่ง และเก็บเศษวัสดุไปทิ้งนอกเขตทางให้เรียบร้อย

**4. เอกสารอ้างอิง**

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 218 - 2531: มาตรฐานงานถางป่า ขุดตอ (Clearing and Grubbing)

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยผ. 2113 - 57

# มาตรฐานงานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานการตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)

**2. นิยาม**

**"การตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)"** หมายถึง การเกลี่ยปรับระดับของพื้นถนนและไหล่ทางเดิมให้ได้ระดับ รวมทั้งเอาวัชพืช และสิ่งสกปรกออกให้หมด

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2104 - 57: มาตรฐานวัสดุคัดเลือก (Selected Material)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**4. วัสดุ**

วัสดุที่ใช้ในการตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิมต้องเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติตาม มยผ. 2104 – 57: มาตรฐานวัสดุคัดเลือกซึ่งได้ผ่านการทดสอบและรับรองให้ใช้ได้แล้ว

**5. วิธีการก่อสร้าง**

**5.1** ให้ใช้รถเกรด หรือเครื่องมืออื่นปรับเกลี่ยแต่งผิวหน้าของคันทางเดิมตลอดความกว้างของคันทางรวมทั้งไหล่ทางทั้งสองข้างด้วย

**5.2** ให้เก็บวัชพืช และสิ่งสกปรกบนคันทางเดิมออกให้หมด

**5.3** ตอนใดที่สูง ให้ปาดออกให้ได้ระดับและตอนใดเป็นหลุม บ่อ หรือแอ่ง ให้ทำการขุดแต่งแล้วใช้วัสดุคัดเลือกลงบนคันทางเกลี่ยเป็นชั้นๆ ให้สม่ำเสมอตลอดพื้นที่ พรมน้ำแล้วทำการบดอัดแน่นโดยให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Standard Proctor Density ตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**5.4** การตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิมเมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วผิวของคันทางเดิมต้องเรียบสม่ำเสมอได้ระดับสะอาดและไม่มีแอ่ง หลุม บ่อ

**6. เอกสารอ้างอิง**

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 219 - 2531: มาตรฐานงานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม (Reshaping and Leveling)

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยผ. 2114 - 57

# มาตรฐานงานถมคันทาง (Embankment : Construction)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานถมคันทาง (Embankment : Construction)

**2. นิยาม**

**"งานถมคันทาง (Embankment : Construction)"** หมายถึง การก่อสร้างถมคันทาง การถมขยายคันทาง รวมทั้งการกลบแต่งหลุมบ่อต่างๆ ด้วยวัสดุคันทางที่มีคุณภาพและถูกต้องตามข้อกำหนด จากแหล่งที่ได้รับการเห็นชอบแล้วมาถมเป็นคันทาง โดยการเกลี่ยแต่งและบดอัดให้ได้แนว ระดับ และรูปร่าง ตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**4. วัสดุ**

**4.1** กรณีแบบก่อสร้างไม่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้วัสดุถมคันทางประเภทดินทั่วไป ตาม มยผ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

**4.2** กรณีบริเวณก่อสร้างคันทางมีลักษณะเป็นหนองน้ำ คูน้ำ ที่มีเลนและซากวัสดุตกตะกอนอยู่ ให้ใช้วัสดุถมคันทางประเภทวัสดุมวลรวม หรือวัสดุถมคันทางประเภททราย ตาม มยผ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

**4.3** กรณีบริเวณก่อสร้างคันทางมีลักษณะเป็นดินอ่อน มีค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.) น้อยกว่าร้อยละ 2 มีเลนและซากวัสดุตกตะกอนอยู่ หรือแบบก่อสร้างระบุให้ใช้ทรายเป็นวัสดุถมคันทาง (Sand Embankment) ให้ใช้วัสดุถมคันทางประเภททรายตาม มยผ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง

**5. วิธีการก่อสร้าง**

**5.1** การถมคันทางด้วยวัสดุตามข้อ **4.1**

www.yotathai.com

**5.1.1** ก่อนถมดินคันทาง ถ้ามีหลุม แอ่ง หรือโพรงที่เกิดขึ้นจากการถางป่า ขุดตอ ต้องใช้วัสดุที่เหมาะสม กลบแล้วบดอัดให้แน่นสม่ำเสมอเสียก่อน

**5.1.2** การถมคันทาง จะต้องถมให้ได้แนว ระดับ และรูปร่างตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง

**5.1.3** ดินเดิมหรือลาดคันทางของถนนเดิม ซึ่งอยู่ต่ำกว่าระดับคันทางที่จะทำการก่อสร้างใหม่น้อยกว่า 1 เมตร ตามแบบก่อสร้าง หลังจากกำจัดสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ ออกหมดแล้ว หรือหลังจากการถางป่าและขุดตอแล้ว จะต้องทำการบดอัดดิน 15 เซนติเมตรสุดท้าย วัดจากระดับดินเดิมหรือผิวถนนเดิมลงไป ให้ได้ความแน่นแห้ง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) ตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**5.1.4** ก่อนการถมวัสดุชั้นแรกให้ราดน้ำชั้นดินเดิม หรือชั้นคันทางเดิมที่ได้เตรียมไว้แล้วให้เปียกชื้นอย่างสม่ำเสมอโดยตลอด วัสดุที่จะใช้ทำการถมและบดอัดในแต่ละชั้นต้องนำมาเกลี่ย คลุกเคล้าให้เข้ากันก่อน แล้วพรมน้ำตามจำนวนที่ต้องการ ใช้รถเกรด (Motor Grader) ปาดเกลี่ยให้วัสดุมีความชื้นสม่ำเสมอก่อนทำการบดอัดแน่น

**5.1.5** การถมคันทางให้ถมเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว มีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด ตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**5.1.6** ในกรณีที่จะขยายคันทางเดิม ให้ตัดลาดคันทางเดิมเป็นแบบขั้นบันได (Benching) จากปลายเชิงลาดถึงขอบไหล่ทาง มีความกว้างพอที่เครื่องมือบดอัดที่เหมาะสมลงไปทำงานได้ วัสดุที่ตัดนี้ให้เกลี่ยแผ่วัสดุอย่างสม่ำเสมอในแนวราบ โดยให้ดำเนินการก่อสร้างเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว มีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด ตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**5.1.7** วัสดุที่ใช้ทำคันทางที่อยู่ติดกับท่อ หรือคอสะพาน หรือบริเวณอื่นใดก็ตาม ที่ไม่สามารถบดอัดด้วยเครื่องจักรขนาดใหญ่ได้ทั่วถึง ให้ใช้เครื่องมือบดอัดขนาดเล็กทำการบดอัดได้ ทั้งนี้เครื่องมือและวิธีการบดอัดจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน และให้ดำเนินการก่อสร้างเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว มีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**5.1.8** ในกรณีที่แบบก่อสร้างไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ผิวทางเดิมที่ยังไม่มีผิวถาวรและต้องการจะถมคันทางให้สูงขึ้นอีกไม่เกิน 30 เซนติเมตร จากระดับเดิม จะต้องคราดไถผิวทางเดิมให้ลึกไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร แล้วทำการบดอัดรวมไปกับชั้นใหม่ ที่ถมด้วยวัสดุถมคันทางนั้น ความหนาของชั้นที่คราดไถรวมกับวัสดุใหม่จะต้องมีความหนาของแต่ละชั้นไม่เกิน 20 เซนติเมตร เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว

www.yotathai.com

**5.1.9** ในกรณีที่งานชั้นดินเดิมเป็นบริเวณ ไหล่เขา หรือทางลาด หรืองานดินตัด ก่อนทำการถมดินชั้นแรกในบริเวณดังกล่าว ให้ทำการคราดไถชั้นดินเดิมลึกไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตร เพื่อการยึดเกาะที่ดีระหว่างชั้นดินเดิมและวัสดุถมคันทาง

**5.1.10** เมื่อถมวัสดุจนเสร็จถึงชั้นสุดท้ายแล้ว ให้เกลี่ยวัสดุจนได้แนว ระดับ ความลาด ขนาดและรูปตัดตามที่แสดงในแบบก่อสร้าง บดทับจนได้ความแน่นตามข้อกำหนด ไม่มีหลุมบ่อ หรือวัสดุที่หลุมหลวมไม่แน่นอยู่บนผิว แล้วก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที

**5.2** การถมคันทางด้วยวัสดุตามข้อ **4.2**

**5.2.1** ให้ทำการถางป่า ขุดตอ และกำจัดวัสดุอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์ออกจากบริเวณที่จะก่อสร้างคันทาง

**5.2.2** ในบริเวณพื้นที่ที่จะก่อสร้างคันทางที่เป็น คูน้ำ ซึ่งมีเลนหรือวัสดุอื่นที่ไม่ต้องการตกตะกอนทับถมอยู่ จะต้องทำการกำจัดวัสดุดังกล่าวออกจากบริเวณที่จะเป็นฐานรองรับคันทาง (Working Platform) โดยสูบน้ำออก และใช้เครื่องจักรตักหรือปาดเลนออกให้มากที่สุด แล้วใช้วัสดุตามข้อ **4.2** ถมไล่เลน

**5.2.3** การถมวัสดุไล่เลนให้เริ่มถมจากแนวกึ่งกลางทางหรือจากเชิงลาดคันทางเดิมออกไปทางด้านข้างจนพ้นบริเวณที่ต้องการโดยไม่มีเลนเหลือตกค้าง อันอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่คันทางได้

**5.2.4** การถมวัสดุเพื่อทำเป็นฐานรองรับคันทางชั้นแรก โดยให้ถมวัสดุอยู่เหนือระดับน้ำไม่เกิน 20 เซนติเมตร แล้วทำการบดอัดให้ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด ตาม มยผ. 2202 - 57: วิธีการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**5.2.5** ในกรณีที่จะขยายคันทางเดิม เมื่อดำเนินงานตามข้อ **5.2.2** เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการก่อสร้างคันทางโดยตัดลาดคันทางเดิมออกไปเป็นแบบขั้นบันไดจากปลายเชิงลาดถึงขอบไหล่ทาง มีความกว้างพอที่เครื่องมือบดอัดที่เหมาะสมลงไปทำงานได้ แล้วถมวัสดุเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้วมีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**5.2.6** เมื่อถมวัสดุจนเสร็จถึงชั้นสุดท้ายแล้ว ให้เกลี่ยวัสดุจนได้แนว ระดับ ความลาด ขนาดและรูปตัดตามที่แสดงในแบบก่อสร้าง บดทับจนได้ความแน่นตามข้อกำหนด ไม่มีหลุมบ่อ หรือวัสดุที่หลุดหลวม ไม่แน่นอยู่บนผิว แล้วก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที

**5.2.7** ให้ทำการป้องกันลาดคันทาง (Slope Protection) เพื่อป้องกันน้ำเซาะด้วยวัสดุ และวิธีการที่เหมาะสมหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

**5.3** การถมคันทางด้วยวัสดุตามข้อ **4.3**

**5.3.1** ให้ทำการถางป่า ขุดตอ และกำจัดวัสดุอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์ออกจากบริเวณที่จะก่อสร้างคันทาง

**5.3.2** ในบริเวณพื้นที่ที่จะก่อสร้างคันทางที่เป็น คูน้ำ ซึ่งมีเลนหรือวัสดุอื่นที่ไม่ต้องการตกตะกอนทับถมอยู่ จะต้องทำการกำจัดวัสดุดังกล่าวออกจากบริเวณที่จะเป็นฐานรองรับคันทาง (Working Platform) โดยสูบน้ำออก และใช้เครื่องจักรตักหรือปาดเลนออกให้มากที่สุด แล้วใช้วัสดุตามข้อ **4.3** ถมไล่เลน

**5.3.3** การถมทรายไล่เลนให้เริ่มถมจากแนวกึ่งกลางทางหรือจากเชิงคันทางเดิมออกไปทางด้านข้างจนพ้นบริเวณที่ต้องการ โดยไม่มีเลนเหลือตกค้าง อันอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่คันทางได้

www.yotathai.com

**5.3.4** การถมทรายเพื่อทำเป็นฐานรองรับคันทางชั้นแรก โดยให้ถมวัสดุอยู่เหนือระดับน้ำไม่เกิน 20 เซนติเมตร แล้วทำการบดอัดให้ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด ตาม มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**5.3.5** ในกรณีที่ดินเดิมเป็นดินอ่อนที่มีอัตราการทรุดตัวสูง การดำเนินงานตามข้อ **4.3.4** ถ้าไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น จะต้องทิ้งฐานรองรับคันทาง ไว้อย่างน้อย 45 วัน ก่อนที่จะทำการบดอัดให้ได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยผ. 2202 - 57: วิธีการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**5.3.6** เมื่อได้ก่อสร้างถมคันทางจนเสร็จชั้นสุดท้ายแล้ว ถ้าไม่ต้องทิ้งไว้ในช่วงระยะเวลาถมทิ้งไว้ (Waiting Period) ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ให้เกลี่ยทรายจนได้แนว ระดับ ความลาด ขนาด และรูปตัดตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง บดอัดจนได้ความแน่นตามข้อกำหนด ให้ก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที ในกรณีที่ต้องทิ้งไว้ในช่วงระยะเวลาถมทิ้งไว้ ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เมื่อครบระยะเวลาถมทิ้งไว้ ให้ตรวจสอบระดับผิวชั้นทรายถมคันทางและทำการปรับระดับ เสริมด้วยทรายที่มีคุณภาพถูกต้องก่อสร้างขึ้นมาเป็นชั้นๆ ตามวิธีการข้างต้นจนเสร็จชั้นสุดท้าย เกลี่ยแต่งจนได้แนวระดับ ความลาด ขนาด และรูปตัด ตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง บดอัดจนได้ความแน่นตามข้อกำหนดและต้องก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปปิดทับทันที

**5.3.7** ในกรณีที่จะขยายคันทางเดิม เมื่อดำเนินงานตามข้อ **5.3.4** หรือ **5.3.5** เรียบร้อยแล้วให้ทำการก่อสร้างคันทางส่วนที่ขยายโดยทำการตัดเชิงลาดคันทางเดิมออกไปเป็นแบบขั้นบันได แล้วถมทรายเป็นชั้นๆ เมื่อทำการบดอัดแน่นตามมาตรฐานแล้ว มีความหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร และได้ความแน่นแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**5.3.8** ให้ทำการป้องกันลาดคันทาง เพื่อป้องกันน้ำเซาะตามที่กำหนดโดยเร็วที่สุด โดยปิดทับลาดคันทางด้วยดินเหนียวหนา 20 เซนติเมตร และปลูกหญ้าโดยชนิดปูแผ่นเต็มพื้นที่ลาดคันทาง หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

**5.3.9** เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างคันทางต้องเป็นเครื่องจักรที่มีขนาดเบา เช่น รถแทรคเตอร์ (Bull Dozer Tractor) ขนาด D-4 และห้ามบดอัด โดยใช้การสั่นสะเทือนเป็นอันขาด

**5.3.10** ในระหว่างก่อสร้างไม่ควรกองวัสดุ หรือจอดเครื่องจักร หรือจอดรถบรรทุกใดๆ บนคันทางส่วนที่ขยายใหม่

## 6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

**6.1** งานถมคันทางที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีรูปร่างตามแบบก่อสร้าง และต้องมีค่าระดับช่วง 3.00 เมตร ตามแนวขนาน และตั้งฉากกับศูนย์กลางทาง ต่างกันไม่เกิน 1 เซนติเมตร การตรวจสอบค่าระดับให้ทำทุกระยะ 25 เมตร

**6.2** ค่าระดับก่อสร้างของงานถมคันทาง ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เกิน 1.5 เซนติเมตร และต้องไม่สูงกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

www.yotathai.com

## 7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 220 - 2543: มาตรฐานงานถมคันทาง (Embankment : Construction)

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยผ. 2115 - 57

# มาตรฐานงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation)

**2. นิยาม**

**"ดินตัดคันทาง"** หมายถึง การขุดตัดวัสดุที่อยู่ในเขตทาง และนำวัสดุที่ไม่ต้องการซึ่งขุดตัดแล้วไปทิ้งในที่เหมาะสม งานตัดแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

**2.1** งานตัดชนิดที่ไม่ระบุประเภทของวัสดุ ซึ่งหมายถึง การขุดตัดวัสดุชนิดใดๆ ก็ได้ เพื่อการก่อสร้างคันทาง ตบแต่งคันทาง นำวัสดุที่ไม่ต้องการไปทิ้ง และเพื่อการวางอาคารระบายน้ำ

**2.2** งานตัดชนิดที่ระบุประเภทของวัสดุ ซึ่งหมายถึง การขุดตัดคันทางที่ระบุประเภทของวัสดุที่จะต้องขุดตัดโดยระบุตามชนิดและเครื่องจักรที่ใช้

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material)

**4. วัสดุ**

หมายถึง วัสดุที่จะต้องขุดตัดตามข้อ **2.1** และข้อ **2.2** ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**4.1** วัสดุที่ไม่ได้ระบุประเภท ให้หมายถึงวัสดุใดๆ ก็ได้ที่ต้องขุดตัด

**4.2** วัสดุที่ระบุประเภท ให้หมายถึงวัสดุที่จะขุดตัดต่อไปนี้

**4.2.1** ดินและวัสดุคันทางอื่นทั้งหมด ยกเว้นหินผุ และหินแข็ง

**4.2.2** หินผุและวัสดุคันทางอื่นทั้งหมด ยกเว้นดิน และหินแข็ง

**4.2.3** หินแข็งและวัสดุคันทางอื่นทั้งหมด ยกเว้นดิน และหินผุ

การขุดตัดวัสดุที่ระบุประเภท ให้ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ควบคุมงานว่าควรจะใช้เครื่องจักรชนิดใดเหมาะสม

**4.3** วัสดุที่ไม่เหมาะสมที่ต้องขุดตัดและนำไปทิ้ง ให้หมายถึงวัสดุดังต่อไปนี้

**4.3.1** ดินที่มีปริมาณอินทรีย์สารสูง หินที่เกิดจากการทับถมเน่าเปื่อยของซากพืชต่างๆ ซึ่งมีรากไม้ วัชพืชต่างๆ

**4.3.2** ดินอ่อน ดินร่วน ดินไม่มีเสถียรภาพของตัวเอง มีความชื้นสูงเมื่อเปียก และแห้งมากเกินไปเมื่อไม่มีความชื้น ซึ่งทั้งนี้จะต้องอยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงานว่าเป็นวัสดุที่ไม่เหมาะสมหรือไม่

www.yotathai.com

## 5. วิธีการก่อสร้าง

**5.1** การขุดตัดวัสดุที่อยู่ในเขตทาง ผู้ควบคุมงานพิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นวัสดุที่เหมาะสม ควรจะนำไปใช้ในงานถมคันทางได้ โดยให้ทำการทดสอบคุณสมบัติ ตาม มยผ. 2101 - 57: มาตรฐานวัสดุถมคันทาง (Embankment : Material) ก่อนนำไปใช้งาน

**5.2** สำหรับวัสดุที่ขุดตัดออกมาแล้ว ผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็นว่าเป็นวัสดุที่ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานก็ให้นำออกไปทิ้ง แล้วนำวัสดุที่เหมาะสมมาใส่แทน

**5.3** วัสดุที่พิจารณาแล้วเห็นว่า ในการขุดตัดจะเกิดความเสียหายต่อการก่อสร้าง ห้ามทำการขุดตัดโดยเด็ดขาด

**5.4** หากแบบก่อสร้างไม่ระบุเป็นอย่างอื่นงานดินตัดคันทางเดิม ระดับของคูระบายน้ำข้างทาง จะต้องอยู่ต่ำกว่าระดับก่อสร้างไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร

## 6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

**6.1** งานตัดคันทางก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีรูปร่างตามแบบก่อสร้าง และต้องมีค่าระดับช่วง 3.00 เมตร ตามแนวขนานและตั้งฉากกับแนวศูนย์กลางทาง ต่างกันไม่เกิน 1 เซนติเมตร การตรวจสอบค่าระดับให้ทำทุกระยะ 25 เมตร

**6.2** ค่าระดับก่อสร้างของงานดินตัดคันทาง ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง เกิน 1.5 เซนติเมตร และต้องไม่สูงกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

## 7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 221 - 2543: มาตรฐานงานดินตัดคันทาง (Roadway Excavation)

www.yotathai.com

# มยผ. 2116 - 57

# มาตรฐานงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)

**2. นิยาม**

**"งานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)"** หมายถึงการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางโดยถมและบดอัดวัสดุรองพื้นทาง ให้ได้รูปร่างและระดับตามแบบก่อสร้าง

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2102 - 57: มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**4. วัสดุ**

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตาม มยผ. 2102 – 57: มาตรฐานวัสดุรองพื้นทาง (Subbase)

**5. วิธีการก่อสร้าง**

**5.1** ในกรณีที่คันทางเป็นถนนเดิมที่มีผิวจราจรเป็นผิวรองพื้นทางหรือคันทาง

**5.1.1** ถนนเดิมซึ่งมีผิวจราจร เป็นผิวรองพื้นทางหรือคันทางที่ไม่ได้แนวและระดับ ต้องถมแต่งให้ได้แนวและระดับตามรูปแบบที่กำหนด

**5.1.2** ถนนเดิมซึ่งมีผิวจราจรเป็นชั้นรองพื้นทางหรือคันทางบริเวณใดซึ่งมีดินชั้นล่างอ่อน (SoftSpot) ต้องขุดออกแล้วนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ตรงตามมาตรฐานวัสดุคัดเลือก มาถมบดอัดเป็นชั้นๆ ให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Standard Proctor Densityตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**5.1.3** การเสริมบริเวณใดที่ทำให้ชั้นรองพื้นทางที่เสริมใหม่มีความหนาน้อยกว่า 10 เซนติเมตร ต้องขุดคุ้ยวัสดุชั้นรองพื้นทางเดิมช่วงนั้นออกไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร แล้วผสมคลุกเคล้ากับวัสดุชั้นรองพื้นทางใหม่ให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จึงจะทำการบดให้แน่นและได้ระดับตามแบบ

**5.2** วัสดุที่หลุดร่อนไม่คงทนหรือที่มีคุณภาพเลวบนถนนเดิม ซึ่งมีผิวจราจรเป็นชั้นรองพื้นทาง หรือบนคันทางใหม่ต้องกวาดออกให้หมด

www.yotathai.com

**5.3** หลุมบ่อต่างๆ บนถนนเดิมซึ่งมีผิวจราจรเป็นชั้นรองพื้นทางหรือบนคันทางใหม่ จะต้องกลบและบดอัดให้แน่นด้วยวัสดุที่มีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานวัสดุคัดเลือก

**5.4** เมื่อได้ตบแต่งถนนเดิมที่มีผิวจราจรเป็นชั้นรองพื้นทางหรือคันทางใหม่เรียบร้อยแล้วให้นำวัสดุรองพื้นทางที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด มาเกลี่ยแผ่บดอัดเป็นชั้นๆ ชั้นหนึ่งหนาไม่เกิน 20 เซนติเมตร และให้มีความแน่นแต่ละชั้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density ตาม มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**5.5** บริเวณใดหรือช่วงใด วัสดุรองพื้นทางที่เกลี่ยแผ่บดอัด มีมวลหยาบและมวลละเอียดแยกตัวจากกัน (Segregation) ให้แก้ไขโดยขุดคุ้ย (Scarify) ออกแล้วทำการผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันหรือรื้อออกใส่วัสดุรองพื้นทางที่มีส่วนผสมสม่ำเสมอแทน

**5.6** ในกรณีที่ใช้วัสดุมากกว่า 1 ชนิดมาผสมเป็นวัสดุรองพื้นทางบนที่ก่อสร้างวัสดุแต่ละชนิดนั้นจะต้องได้รับการคลุกเคล้าให้มีลักษณะสม่ำเสมอและต้องได้รับการตรวจสอบถูกต้องตรงตามมาตรฐานวัสดุรองพื้นทางเสียก่อน จึงจะทำการเกลี่ยแผ่บดอัดได้

**5.7** เมื่อทำการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีผิวหน้าเรียบแน่นสม่ำเสมอมีระดับถูกต้องตามแบบก่อสร้าง

## 6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

ระดับหลังชั้นรองพื้นทางที่บดอัดแน่นแล้วทุกจุด ยอมให้สูงหรือต่ำกว่าระดับตามแบบก่อสร้างได้ไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร หากช่วงใดตอนใดที่มีระดับผิดไปจากนี้ ให้ตัดส่วนที่เกินออกหรือขุดคุ้ย (Scarify) ออกหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร แล้วทำการบดอัดใหม่ให้แน่นและได้ระดับสม่ำเสมอตามแบบ

## 7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 222 - 2531: มาตรฐานงานชั้นรองพื้นทาง (Subbase)

www.yotathai.com

# มยผ. 2117 - 57

# มาตรฐานงานชั้นพื้นทาง (Base)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานชั้นพื้นทาง (Base)

**2. นิยาม**

**"งานชั้นพื้นทาง (Base)"** หมายถึง การก่อสร้างชั้นพื้นทางโดยการถมและบดอัดวัสดุพื้นทางให้ได้รูปร่างและระดับตามแบบก่อสร้าง

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2103 - 57: มาตรฐานวัสดุพื้นทางชนิดหินคลุก (Crushed Rock Soil Aggregate Type Base)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**4. วัสดุ**

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตาม มยผ. 2103 – 57: มาตรฐานวัสดุพื้นทาง (Base)

**5. วิธีการก่อสร้าง**

**5.1** ต้องตรวจสอบระดับและความเรียบร้อยต่างๆ ของชั้นรองพื้นทางหรือคันทางให้ถูกต้องก่อน

**5.2** ถ้าแบบกำหนดความหนาชั้นพื้นทางมากกว่า 15 เซนติเมตร ให้แบ่งทำเป็น 2 ชั้น หนาชั้นละเท่าๆ กัน โดยประมาณ

**5.3** นำวัสดุพื้นทางลงบนชั้นรองพื้นทางแล้วพ่นน้ำ (Spray) ผสมคลุกเคล้าโดยให้มีความชื้นสม่ำเสมอและใกล้เคียงกับ Optimum Moisture Content จึงเกลี่ยแผ่แล้วบดอัดทันทีด้วยรถบดล้อยางหรือเครื่องจักรกลบดอัดที่เหมาะสม ให้มีความแน่นสม่ำเสมอไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density ตาม มยผ.2202 - 57 : มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**5.4** ในระหว่างการบดอัดให้มีการเกลี่ยแต่งช่วยเพื่อให้ผิวหน้าเรียบ ปราศจากหลุมบ่อและวัสดุหลวมๆ และเพื่อให้ผิวหน้าราบเรียบแน่นสม่ำเสมอ ให้บดอัดตบแต่งชั้นสุดท้ายด้วยรถบดล้อเหล็ก

**5.5** บริเวณใดหรือช่วงใด พบว่าวัสดุพื้นทางเกิดการแยกตัว (Segregation) จากการเกลี่ยแผ่บดอัดจะต้องขุดคุ้ย (Scarify) ออกและผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันใหม่ หากมีความชื้นลดลงให้พ่นน้ำเพิ่มเติม หากวัสดุพื้นทางที่ขุดคุ้ยทำการผสมคลุกเคล้าใหม่นั้น ตรวจพบว่าคุณสมบัติไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดจะต้องขนวัสดุนั้นออกและนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ถูกต้องมาใส่แทน

www.yotathai.com

**5.6** ในระหว่างก่อสร้าง หากมีน้ำขังหรือเกิดมีฝนตกหรือมีน้ำในพื้นทางมากกว่าปริมาณที่กำหนดเพื่อการบดอัด จนเป็นเหตุให้ชั้นรองพื้นทางเสียหาย ต้องรื้อพื้นทางออกและทำการตบแต่งบดอัดชั้นรองพื้นทางใหม่ให้ถูกต้อง

**5.7** เมื่อทำการก่อสร้างพื้นทางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องมีหน้าเรียบสม่ำเสมอ มีระดับถูกต้องตามแบบก่อสร้าง

## 6. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Tolerance)

เมื่อวัดสอบด้วยไม้บรรทัดข้างตรง (Straight Edge) ยาว 3.00 เมตร กับผิวหน้าของพื้นทางในทิศทางขนานกับแนวศูนย์กลางทาง ระดับต่างกันต้องไม่เกิน 1.25 เซนติเมตร หากเกินกว่าที่กำหนดนี้ต้องปรับระดับโดยวิธีเสริมพื้นทางที่ต่ำและปาดพื้นทางที่สูงออก บดอัดให้แน่นแล้วเกลี่ยแต่งจนได้ระดับที่กำหนด

## 7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 223 - 2531: มาตรฐานงานชั้นพื้นทาง (Base)

www.yotathai.com

# มยผ. 2118 - 57

# มาตรฐานงานไหล่ทาง (Shoulder)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานไหล่ทาง (Shoulder)

**2. นิยาม**

**“งานไหล่ทาง (Shoulder)”** หมายถึง การก่อสร้างไหล่ทางหลังจากการก่อสร้างชั้นรองพื้นทางเสร็จแล้ว โดยทำการถมเสริมและบดอัดวัสดุไหล่ทางตามแนวบริเวณที่จะทำไหล่ทางบนขอบชั้นรองพื้นทางขึ้นมาจนได้ระดับตามรูปแบบก่อสร้าง

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2105 - 57: มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**4. วัสดุ**

วัสดุที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตาม มยผ. 2105 - 57: มาตรฐานวัสดุไหล่ทาง (Shoulder)

**5. วิธีการก่อสร้าง**

**5.1** วัสดุที่นำมาใช้จะต้องผสมน้ำและคลุกเคล้าจนเรียบร้อยแล้วจาก Stockpile โดยให้มีความชื้นสม่ำเสมอใกล้เคียงกับความชื้นที่ Optimum Moisture Content และนำมาเกลี่ยถมแต่งบดอัดทันที ถ้านำวัสดุที่จะใช้มาทำการผสมคลุกเคล้ากับน้ำบนชั้นรองพื้นทาง ส่วนที่จะทำไหล่ทางต้องกระทำด้วยความระมัดระวังต้องมิให้โครงสร้างทางส่วนอื่นเสียหาย หากเกิดเสียหายขึ้นจะต้องทำการแก้ไขส่วนนั้นๆ ให้ถูกต้องเรียบร้อย

**5.2** ให้นำวัสดุไหล่ทางที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดมาเกลี่ยแผ่บดอัดเป็นชั้นๆ หนาชั้นละไม่เกิน 15 เซนติเมตร และแต่ละชั้นให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 Modified Proctor Density ตาม มยผ. 2202 – 57 : มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**5.3** เมื่อก่อสร้างเสร็จแล้ว ต้องมีผิวหน้าเรียบและความแน่นสม่ำเสมอตลอดแนว โดยเฉพาะที่รอยต่อระหว่างพื้นทางกับไหล่ทาง

**5.4** ในกรณีฤดูฝนไม่ควรก่อสร้างไหล่ทางก่อนทำพื้นทาง เพราะจะทำให้ชั้นรองพื้นทางเสียหาย อันเนื่องมาจากน้ำขังบนชั้นรองพื้นทาง

**6. เอกสารอ้างอิง**

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 224 - 2531: มาตรฐานงานไหล่ทาง (Shoulder)

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยผ. 2121 - 57

# มาตรฐานงานไพรมโคท (Prime Coat)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานไพรมโคท (Prime Coat)

**2. นิยาม**

**"งาน Prime Coat"** หมายถึง การราดยางแอสฟัลต์ลงบนพื้นทางที่ได้ตบแต่งและเตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้วัสดุผิวหน้าของพื้นทางเกาะยึดได้ดีและช่วยป้องกันน้ำมิให้ไหลซึมเข้าไปในพื้นทางได้ด้วย

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1204 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Coarse Aggregates)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1205 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Fine Aggregates)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**3.4** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**3.5** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865: มาตรฐานคัตแบกแอสฟัลต์

**3.6** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

**4. วัสดุ**

**4.1** แอสฟัลต์เหลวที่จะนำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติผ่านการทดสอบตรงตามมาตรฐานแอสฟัลต์แต่ละประเภทและเกรด ดังนี้

**4.1.1** Cut Back Asphalt ได้แก่ MC.-30, MC.-70 ตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865: มาตรฐานคัตแบกแอสฟัลต์

**4.1.2** Asphalt Emulsions ได้แก่ CSS-1, CSS-1h ตาม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

www.yotathai.com

**ตารางอุณหภูมิของแอสฟัลต์ที่ใช้ราด**

| ชนิดของแอสฟัลต์ | อุณหภูมิ | |
|---|---|---|
| | °C | °F |
| MC.-30 | 30-90 | 85-190 |
| MC.-70 | 50-110 | 120-225 |
| CSS-1 | 20-70 | 70-160 |
| CSS-1h | 20-70 | 70-160 |

**4.1.3** ปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ใช้ประมาณ 0.8-1.4 ลิตรต่อตารางเมตร จำนวนยางที่ราดจะมีปริมาณเท่าไรขึ้นอยู่กับลักษณะผิวของพื้นทางให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงาน

**4.1.4 สูตรการคำนวณปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ใช้ทำPrime Coat**

ปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ใช้ทำ $\mathbf{Prime\ \ Coat} = \frac{P}{R}\left(1-\frac{\gamma}{G}\right)$ ลิตร/ตารางเมตร

เมื่อ $\boldsymbol{P}$ = ความลึกที่จะให้ยางแอสฟัลต์ซึมลงไปเป็นมิลลิเมตร

$\boldsymbol{R}$ = ค่าของ Residual Asphalt $\boldsymbol{P}$

$\gamma$ = ความแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) เป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ของวัสดุพื้นทาง Modified Proctor ตาม มยผ. 2202 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน(Modified Compaction Test)

$\boldsymbol{G}$ = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง) ของวัสดุพื้นทาง

- ค่า $\boldsymbol{P}$ ขึ้นอยู่กับความพรุน (Porosity) ของวัสดุพื้นทาง ชนิดและเกรดของยางแอสฟัลต์ที่ใช้ราด สำหรับค่า แนะนำให้ใช้เท่ากับ 4.5 มิลลิเมตร แทนค่าในสูตรข้างบนคำนวณอัตรายางแอสฟัลต์ที่จะใช้ราด และทดลองราดยางแอสฟัลต์ตามปริมาณที่คำนวณได้ ถ้าเห็นว่ามีปริมาณยางแอสฟัลต์มากหรือน้อยไปยังไม่พอเหมาะให้เปลี่ยนค่า $\boldsymbol{P}$ ใหม่หรือเปลี่ยนชนิดและเกรดของยางแอสฟัลต์ตามความเหมาะสมเพื่อให้ได้ค่าอัตรายางแอสฟัลต์เมื่อใช้ราดแล้วมีปริมาณที่พอเหมาะต่อไป

- ค่า $\boldsymbol{R}$ ให้ใช้ตามตาราง ดังนี้

| ชนิดและเกรดของยางแอสฟัลต์ | $\boldsymbol{R}$ |
|---|---|
| MC.–30 | 0.62 |
| MC.–70 | 0.73 |
| CSS-1 | 0.75 |
| CSS-1h | 0.75 |

- ค่า ให้คำนวณจากสูตร

$$G = \frac{P1+P2}{\frac{P1}{G1}+\frac{P2}{G2}}$$ หรือเท่ากับ $$\frac{100}{\frac{P1}{G1}+\frac{P2}{G2}}$$

www.yotathai.com

เมื่อ ***P1*** = คือส่วนของวัสดุพื้นทางที่ค้างอยู่บนตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) เป็นร้อยละตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

***P2*** = คือส่วนของวัสดุพื้นทางที่ผ่านตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) เป็นร้อยละตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

***G1*** = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของวัสดุพื้นทางชนิดหยาบซึ่งค้างอยู่บนตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ตาม มยผ. 1204 – 50: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมของมวลรวมหยาบ (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Coarse Aggregates)

***G2*** = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของวัสดุพื้นทางชนิดละเอียดซึ่งผ่านตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ตาม มยผ. 1205 – 50: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมของมวลรวมละเอียด (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Fine Aggregates)

**4.2** ทรายละเอียดถ้ามีความจำเป็นที่จะทับหน้า Prime Coat ทรายที่ใช้จะต้องมีส่วนละเอียดผ่านตะแกรง เบอร์ 4 ไม่มีหญ้าหรือวัสดุอื่นเจือปน และจะต้องได้รับการยินยอมอนุญาตให้สาดทรายได้จากผู้ควบคุมงานเสียก่อน

## 5. วิธีการก่อสร้าง

### 5.1 การทำ Prime Coat ด้วยยาง Cut Back

**5.1.1** พื้นทางที่จะ Prime Coat ผิวหน้าจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่นและหินที่หลุดหรือวัสดุอื่นใดโดยการกวาดและเป่าเศษวัสดุออกด้วยเครื่องจักร หรือวิธีอื่นที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

**5.1.2** ถ้าผิวหน้าของพื้นทางแห้งและมีฝุ่นเกาะให้พรมน้ำ (Spray) บางๆเล็กน้อยก่อนราดยาง (Prime)

**5.1.3** เครื่องพ่นยางและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการ Prime Coatต้องได้รับการตรวจสอบเพื่อควบคุมอัตราจำนวนยางที่ราดบนพื้นทางได้สม่ำเสมอ

**5.1.4** การราดยางควรราดให้เต็มความกว้างของถนน หากจำเป็นจะราดยางทีละครึ่งของความกว้างหรือทีละช่องทางวิ่งก็ได้

**5.1.5** พื้นบริเวณรอยต่อการราดยางต่อเนื่องแต่ละครั้งต้องมีอัตรายางสม่ำเสมอโดยเฉพาะรอยต่อตามขวางที่ราดโดยวิธีการใช้ท่อพ่นยาง (Spray Bar) ที่ติดกับรถวิ่งราดให้ใช้กระดาษแข็งหรือวัสดุที่ไม่ดูดซึมกว้างไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตร ปิดผิวยางที่ราดไปแล้ว

**5.1.6** หลังจากราดยางแล้วให้ทิ้งบ่ม (Curing) ยางไว้ 24-48 ชั่วโมง โดยไม่ให้ยวดยานวิ่งผ่านเข้าไปในบริเวณที่ราดไว้เป็นอันขาดหลังจากพ้นกำหนดเวลานี้แล้วถ้าจะอนุญาตให้ยวดยานวิ่งผ่านได้หากมียางส่วนเกินเหลือปรากฏอยู่ให้ใช้ทรายละเอียดสาดซับบางส่วนที่เกินให้แห้งได้

www.yotathai.com

ในกรณีที่จำเป็นจริงๆ เช่น ทางเข้าบ้านหรือทางแยกที่มียวดยานผ่าน การทำ Prime Coat ธรรมดาโดยทั่วไปในภาวะอากาศแจ่มใส ปราศจากฝน พื้นทางแห้งหรือวัสดุพื้นทางมีความชื้น (Moisture Content) ไม่เกินร้อยละ 5 ให้ใช้ยาง Cut Back และชนิดยาง Cut Back ที่จะใช้นั้นแล้วแต่ลักษณะของสภาพพื้นทาง ความแน่น เวลา และการจราจรของเส้นทางนั้นๆ ส่วนพื้นทางที่มีความชื้นสูง เปียก (ไม่แฉะ) สภาวะอากาศไม่ดี หรือมีลักษณะความจำเป็นเร่งด่วน อนุญาตให้ใช้ยาง Asphalt Emulsions ได้ แต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน

**5.2 การทำPrime Coat ด้วยยาง Asphalt Emulsions**

**5.2.1** พื้นทางที่จะPrime Coatผิวหน้าจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่นหรือหินที่หลุดหรือวัสดุอื่นใดและผู้ควบคุมงานตรวจสอบเห็นชอบแล้ว

**5.2.2** ถ้าผิวหน้าของพื้นทางแห้งต้องพรมน้ำให้เปียกชื้นเสียก่อน

**5.2.3** เครื่องพ่นยางและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการ Prime Coat ต้องได้รับการตรวจสอบ เพื่อควบคุมอัตราจำนวนยางที่ราดบนพื้นผิวทางได้สม่ำเสมอ

**5.2.4** เมื่อราดยาง (Prime) แล้วต้องทิ้งไว้จนกว่า Asphalt จะแยกตัวออกเสียก่อน จึงจะทำชั้นผิวทางได้ การแยกตัวของ Emulsified Asphalt คือส่วนผสมของน้ำที่อยู่ใน Emulsion ระเหยออกไป จะสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของ Emulsion ซึ่งปกติมีสีน้ำตาลเข้มเปลี่ยนเป็นสีดำ การแยกตัวนี้จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับชนิดของ Emulsions Asphalt ในอุณหภูมิธรรมดาจะใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

**5.2.5** เมื่อ Asphalt แยกตัวแล้ว ถ้ายังไม่สามารถทำผิวทางได้ทันที มีความจำเป็นต้องเปิดให้ยวดยานวิ่งบนชั้น Prime Coat ให้ใช้ทรายละเอียดสาดปิดหน้าได้

**5.2.6** ห้ามราดยาง (Prime Emulsion) ในขณะที่มีฝนตกเป็นอันขาด และเมื่อราดยาง (Prime) แล้วใหม่ๆ ก่อนที่ Emulsion จะแตกตัว ถ้ามีฝนตกมากน้ำฝนจะชะบางส่วนของ Emulsion บนผิวหน้าออกไปจะต้องทำการราด Emulsion เพิ่มเติมในส่วนนั้นใหม่

**6. ข้อควรระวัง**

**6.1** ยาง Cut Back Asphalt เป็นยางชนิดติดไฟได้ง่ายมาก ดังนั้นในขณะต้มยางหรือขณะทำการราดยางจะต้องระมัดระวังมิให้มีเปลวไฟจากภายนอกมาถูกยางได้

**6.2** ยาง Emulsified Asphalt เป็น Asphalt ที่แตกตัวเป็นอนุภาคเล็กๆ กระจายอยู่ในสารละลายซึ่งประกอบด้วยน้ำ อิมัลซิไฟอิงเอเจนต์ (Emulsifying Agent) และอื่นๆ ผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะง่ายต่อการแยกตัวจึงต้องระมัดระวัง ดังนี้

**6.2.1** การขนส่งต้องกระทำด้วยความระมัดระวังมิให้ถังบรรจุ Emulsion ได้รับการกระทบกระเทือนอย่างรุนแรงมาก เพราะอาจจะทำให้เกิดการแยกตัวขึ้น

**6.2.2** Emulsion ชนิดบรรจุถังถ้าเก็บไว้นานๆ จะต้องกลิ้งถังไปมาทุกด้านหลายๆ ครั้งเป็นประจำอย่างน้อยอาทิตย์ละครั้ง เพื่อให้ Emulsion มีลักษณะเหลวเป็นเนื้อเดียวกันทั่วทั้งถัง

**6.2.3** เมื่อเปิดถังบรรจุ Emulsion ออกใช้ ควรใช้ให้หมดถังหรือต้องปิดฝาให้แน่น มิฉะนั้นน้ำในส่วนผสม Emulsion จะระเหยทำให้ Asphalt เกิดการแยกตัวและหมดคุณภาพ

www.yotathai.com

**6.2.4** ทุกครั้งที่บรรจุ Emulsion ลงในรถราดยางหรือเครื่องพ่นยาง ควรใช้ให้หมดแล้วใช้น้ำสะอาดล้างให้สะอาด โดยเฉพาะที่ Spray bar เพราะถ้าไม่ล้างออกทันที Asphalt จะแยกตัวเกาะติดแน่น ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานของวันต่อไป และป้องกันการกัดกร่อนของกรดใน Emulsion

**6.2.5** Emulsion ต้องเหลวมีเนื้อเดียวกันและมีสีน้ำตาลเข้ม ถ้าหากมีลักษณะเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ให้ใช้ไม้พายกวนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จึงจะนำไปใช้ได้ ถ้าหากกวนผสมแล้ว Emulsion ไม่เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน แสดงว่า Emulsion นั้นเสื่อมคุณภาพ ห้ามนำไปใช้เป็นอันขาด

## 7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 225 - 2531: มาตรฐานงานไพรมโคท (Prime Coat)

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยพ. 2122 - 57

# มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานแทคโคท (Tack Coat)

**2. นิยาม**

**“แทคโคท (Tack Coat)”** หมายถึงการราดยางแอสฟัลต์ชนิดเหลว (Liquid Asphalt) บนไพรมโคทเดิมบนผิวทางเดิมและบนพื้นทางเดิมชนิดแอสฟัลต์คอนกรีตตามชนิดเกรด อุณหภูมิ ปริมาณเครื่องจักร และเครื่องมือที่กำหนดให้เพื่อทำหน้าที่ยึดเหนี่ยวชั้นผิวทางหรือชั้นพื้นทางชนิดแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังจะก่อสร้างใหม่

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

**3.2** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865: มาตรฐานคัตแบกแอสฟัลต์

**4. วัสดุ**

วัสดุที่ใช้แทคโคทต้องเป็นวัสดุยางแอสฟัลต์ชนิดเหลวที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานของวัสดุยางแอสฟัลต์ต่อไปนี้

**4.1** วัสดุยางคัตแบกแอสฟัลต์ชนิดบ่มเร็ว (Rapid Curing Cut-Back Asphalt) ซึ่งได้แก่ RC-70, RC-250 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865 : มาตรฐานคัตแบกแอสฟัลต์

**4.2** วัสดุยางแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชัน (Cationic Asphalt Emulsion) ซึ่งได้แก่ CRS-1, CRS-2 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน วัสดุในข้อ **4.1** และ **4.2** ดังกล่าว ต้องได้ผ่านการทดสอบคุณสมบัติ และรับรองให้ใช้ได้แล้ว

**4.3** อุณหภูมิของวัสดุยางแอสฟัลต์ดังกล่าวที่ใช้ราดทำแทคโคท ให้เป็นไปตามที่กำหนด ดังนี้

| ชนิดของยาง | อุณหภูมิที่ใช้ราด | |
|---|---|---|
| | °C | °F |
| RC-70 | 50–110 | 120–225 |
| RC–250 | 75 – 130 | 165 - 270 |
| CRS–1 | 50–85 | 125– 185 |
| CRS–2 | 50–85 | 125– 185 |

**4.4** ข้อควรปฏิบัติเกี่ยวกับวัสดุยาง Cationic Asphalt Emulsion

**4.4.1** ในกรณีที่ผสมยางแอสฟัลต์กับน้ำเข้าด้วยกันตามอัตราที่กำหนดให้เรียบร้อยแล้วให้นำไปใช้งานให้หมด ถ้าเหลือแล้วยางแอสฟัลต์เกิดแตกตัว จะนำมาใช้อีกไม่ได้

www.yotathai.com

**4.4.2** ข้อควรปฏิบัติอื่นนอกเหนือจากข้อ **4.4.1** ให้ปฏิบัติตามข้อควรปฏิบัติเกี่ยวกับยาง Cationic Asphalt Emulsion ในเรื่องไพรมโคท (Prime Coat) ทุกประการ

**4.4.3** ปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ใช้ราด ให้ใช้ตามที่กำหนด ดังนี้

**4.4.3.1** กรณีที่พื้นผิวเดิมเป็นไพรมโคท ใช้ RC-70 ในอัตรา 0.1-0.3 ลิตรต่อตารางเมตร หรือใช้ CRS-1 ผสมน้ำเท่าตัวในอัตรา 0.2-0.6 ลิตรต่อตารางเมตร

**4.4.3.2** กรณีที่พื้นผิวเดิมเป็นผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ หรือเป็นผิวจราจรแบบเพเนเตรชั่นแมคคาดัม ใช้ RC-250 ในอัตรา 0.1-0.3 ลิตรต่อตารางเมตร

**4.4.3.3** ในกรณีที่พื้นผิวเดิมเป็นผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต หรือเป็นพื้นทางแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตใช้ RC-70 ในอัตรา 0.1-0.3 ลิตรต่อตารางเมตร ใช้ CRS-2 ผสมน้ำเท่าตัวในอัตรา 0.2-0.6 ลิตรต่อตารางเมตร

## 5. วิธีการก่อสร้าง แบ่งเป็น 2 ตอน

### 5.1 การเตรียมพื้นผิวเดิม

**5.1.1** ถ้าพื้นผิวเดิมเป็นไพรมโคทที่ทำทิ้งไว้นาน เมื่อจะทำผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ผิวจะไม่ยึดติดกับไพรมโคทเดิม ทำให้การอุด ปะ หลุมบนผิวไพรมโคท (ถ้ามี) ด้วย Hot Mixed หรือ Premixed แล้วบดอัดแน่นให้เรียบร้อย แล้วใช้เครื่องกวาดฝุ่น กวาดฝุ่นออกจนหมดและไม่ทำให้ผิวไพรมโคทเดิมเสียหาย เสร็จแล้วใช้เครื่องเป่าลม ทำการเป่าฝุ่นออกให้หมด

**5.1.2** ถ้าพื้นผิวเดิมเป็นผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์หรือผิวจราจรแบบเพเนเตรชั่นแมคคาดัม ให้ใช้เครื่องกวาดฝุ่น กวาดฝุ่นและหินที่หลุดลอยออกจนหมด แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นออกให้หมด

**5.1.3** ถ้าพื้นผิวเดิมเป็นผิวจราจรแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตหรือเป็นพื้นทางแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ให้ใช้เครื่องกวาดฝุ่นหรือเครื่องเป่าลมกวาด หรือเป่าฝุ่นออกให้หมด

### 5.2 การราดยางแอสฟัลต์

**5.2.1** ใช้เครื่องราดยางแอสฟัลต์ซึ่งเตรียมพร้อมที่จะทำงาน ดำเนินการราดยางแอสฟัลต์ ตามชนิดเกรด อุณหภูมิ และอัตรา ที่กำหนดไว้ให้แล้วข้างต้น ถ้าพื้นที่ซึ่งจะทำแทคโคทมีปริมาณน้อย ให้ใช้เครื่องพ่นด้วยมือราดยางแอสฟัลต์ได้ แต่ถ้าไม่มีเครื่องพ่นด้วยมือ ให้ใช้ภาชนะใส่ยางแอสฟัลต์สลัดราดบางๆ ให้ทั่วพื้นที่ แล้วใช้รถบดล้อยางบดทับไปมาเพื่อที่จะให้ยางแอสฟัลต์กระจายบนพื้นที่โดยสม่ำเสมอ

**5.2.2** เมื่อราดยางแอสฟัลต์ทำแทคโคทแล้วให้ทิ้งไว้ประมาณ 10-18 ชั่วโมง เพื่อที่จะให้ Volatile Matter ใน Rapid Curing Cut-BackAsphalt ระเหยออกไปและน้ำใน Cationic Asphalt Emulsion ระเหยออกไปเช่นกัน จึงจะทำผิวชั้นต่อไปได้

**5.2.3** ให้ปิดการจราจรห้ามยวดยานผ่านหลังจากทำแทคโคทแล้ว จนกว่าจะทำการก่อสร้างผิวทางหรือพื้นทางแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตเสร็จ

## 6. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 227 - 2531: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

www.yotathai.com

# มยผ. 2131 - 57

# มาตรฐานงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

**2. นิยาม**

**"แอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)"** หมายถึง วัสดุที่ได้จากการผสมร้อนระหว่างมวลรวม (Aggregate) กับแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt Cement) ที่โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Mixing Plant) โดยการควบคุมอัตราส่วนผสมและอุณหภูมิตามที่กำหนด มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในงานก่อสร้าง งานบูรณะและบำรุงทาง โดยการปูหรือเกลี่ยแต่งและบดทับ บนชั้นทางใด ๆ ที่ได้เตรียมไว้และผ่านการตรวจสอบแล้ว ให้ถูกต้องตามแนว ระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2109 – 57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2122-57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2217-57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall)

**3.4** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 851: แอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับงานทาง

**3.5** The American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO T 195 – 67: Standard Method of Test for Determining Degree of Particle Coating of Bituminous-Aggregate Mixtures

**4. วัสดุ**

**4.1** แอสฟัลต์ ในกรณีที่ไม่ได้ระบุชนิดของแอสฟัลต์ไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60-70 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.851: แอสฟัลต์ซีเมนต์สำหรับงานทาง การใช้แอสฟัลต์อื่นๆ หรือแอสฟัลต์ที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยสารใดๆ นอกเหนือจากนี้ต้องมีคุณภาพเท่าหรือดีกว่า ทั้งนี้ต้องผ่านการทดสอบคุณภาพและพิจารณาความเหมาะสม รวมทั้งต้องได้รับอนุญาตให้ใช้ได้จากกรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นกรณีไป สำหรับปริมาณการใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์โดยประมาณ ให้เป็นไปตามตารางที่ **1**

**4.2** วัสดุมวลรวม ให้เป็นไปตาม มยผ. 2109 – 57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Aggregates for Asphalt Concrete)

www.yotathai.com

**5. การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต**

**5.1** ก่อนเริ่มงานไม่น้อยกว่า 30 วัน ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตต่อผู้ควบคุมงาน แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุที่จะใช้จากแหล่งที่ระบุในเอกสารการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตส่งให้กรมโยธาธิการและผังเมือง หรือหน่วยงานที่เชื่อถือได้ รวมทั้งส่งเอกสารการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตมาพร้อมกันเพื่อทำการตรวจสอบด้วย หรือผู้รับจ้างอาจร้องขอให้หน่วยงานที่เชื่อถือได้เป็นผู้ออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้ก็ได้ สำหรับค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

**5.2** คุณภาพทั่วไปของวัสดุที่จะใช้ทำแอสฟัลต์คอนกรีตให้เป็นไปตามข้อ 2 ส่วนขนาดคละและปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

**5.3** ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต ให้เป็นไปตามตารางที่ 2

**5.4** กรมโยธาธิการและผังเมือง จะเป็นผู้ตรวจสอบเอกสารการออกแบบ หรือทำการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต พร้อมทั้งพิจารณากำหนดสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน (Job Mix Formula) ซึ่งมีขอบเขตต่างๆ ตามตารางที่ 2 เพื่อใช้ควบคุมงานนั้นๆ กรณีที่กรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นควรให้กำหนดขอบเขตของสูตรส่วนผสมเฉพาะงานแตกต่างไปจากตารางที่ 2 ก็สามารถดำเนินการได้ตามความเหมาะสม

**5.5** ในการผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม ถ้ามวลรวมขนาดหนึ่งขนาดใด หรือปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ หรือคุณสมบัติอื่นใด คลาดเคลื่อนเกินกว่าขอบเขตที่กำหนดไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน จะถือว่าส่วนผสมของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้น มีคุณภาพไม่ถูกต้องตามที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข สำหรับค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

**5.6** ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ถ้าวัสดุที่ใช้ผสมแอสฟัลต์คอนกรีตมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วยสาเหตุใดๆ ก็ตาม การเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

**5.7** กรมโยธาธิการและผังเมืองอาจตรวจสอบ แก้ไข เปลี่ยนแปลง ปรับปรุง หรือกำหนดสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ตามความเหมาะสมตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน

**5.8** การทดสอบและตรวจสอบ การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตทุกครั้งหรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

www.yotathai.com

**ตารางที่ 1 ขนาดคละของมวลรวมและปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้**

| ขนาดที่ใช้เรียก | มิลลิเมตร (นิ้ว) | 9.5 (3/8) | 12.5 (1/2) | 19.0 (3/4) | 25.0 (1) |
|---|---|---|---|---|---|
| สำหรับชั้นทาง | | Wearing Course | Wearing Course | Binder Course | Base Course |
| ความหนา (มิลลิเมตร) | | 25-35 | 40-70 | 40-80 | 70-100 |
| ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร | (นิ้ว) | ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล | | | |
| 37.5 | (1 ½) | | | | 100 |
| 25.0 | (1) | | | 100 | 90-100 |
| 19.0 | (3/4) | | 100 | 90-100 | - |
| 12.5 | (1/2) | 100 | 80-100 | - | 56-80 |
| 9.5 | (3/8) | 90-100 | - | 56-80 | - |
| 4.75 | (เบอร์ 4) | 55-85 | 44-74 | 35-65 | 29-59 |
| 2.36 | (เบอร์ 8) | 32-67 | 28-58 | 23-49 | 19-45 |
| 1.18 | (เบอร์ 16) | - | - | - | - |
| 0.600 | (เบอร์ 30) | - | - | - | - |
| 0.300 | (เบอร์ 50) | 7-23 | 5-21 | 5-19 | 5-17 |
| 0.150 | (เบอร์ 100) | - | - | - | - |
| 0.075 | (เบอร์ 200) | 2-10 | 2-10 | 2-8 | 1-7 |
| ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ ร้อยละโดยมวลของมวลรวม | | 4.0-8.0 | 3.0-7.0 | 3.0-6.5 | 3.0-6.0 |

**หมายเหตุ** กรมโยธาธิการและผังเมือง อาจพิจารณาเปลี่ยนแปลงขนาดคละของมวลรวม และปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้แตกต่างจากตารางที่ 1 ก็ได้ ทั้งนี้แอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้ต้องมีคุณสมบัติและความแข็งแรงถูกต้องตามตารางที่ 2

www.yotathai.com

**ตารางที่ 2 ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต**

| รายการ | ชั้นทาง | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Wearing Course | Wearing Course | Binder Course | Base Course | Shoulder |
| Aggregate Size | 9.5 mm. | 12.5 mm. | 19.0 mm. | 25.0 mm. | |
| Blows | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| Stability Min. , N | 8,006 | 8,006 | 8,006 | 7,117 | 7,117 |
| Stability Min. , lb | 1,800 | 1,800 | 1,800 | 1,600 | 1,600 |
| Flow 0.25 mm. (0.01 in) | 8-16 | 8-16 | 8-16 | 8-16 | 8-16 |
| Percent Air Voids | 3-5 | 3-5 | 3-6 | 3-6 | 3-5 |
| Percent Voids in Mineral Aggregate (VMA) Min. | 15 | 14 | 13 | 12 | 14 |
| Stability / Flow Min., N/0.25 mm. | 712 | 712 | 712 | 645 | 645 |
| Stability / Flow Min., lb./0.01 in. | 160 | 160 | 160 | 145 | 145 |
| Percent Strength Index Min. | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |

**หมายเหตุ** **(1)** การทดสอบเพื่อออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้ดำเนินการตาม มยผ. 2217-57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall)

**(2)** การออกแบบไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต ตามข้อกำหนดในตารางที่ **2** ให้ใช้มวลรวมขนาด 12.5 มิลลิเมตร ยกเว้นกรณีที่แบบกำหนดให้ชั้น Binder Course เป็นไหล่ทางด้วย ให้ใช้ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตของชั้น Binder Course เป็นข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตของไหล่ทาง

**(3)** การทดสอบหาค่า Percent Strength Index ใช้วิธี Ontario Vacuum Immersion Marshall Test หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า การทดสอบรายการนี้กรมโยธาธิการและผังเมือง จะพิจารณาทำการทดสอบใหม่ได้ตามความเหมาะสมตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน

www.yotathai.com

**ตารางที่ 3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน**

| ผ่านตะแกรงขนาด | ร้อยละ |
|---|---|
| 2.36 มม. (เบอร์ 8) และขนาดใหญ่กว่า | ±5 |
| 1.18 มม. (เบอร์ 16) 0.600 มม. (เบอร์ 30) และ 0.300 มม. (เบอร์ 50) | ±4 |
| 0.150 มม. (เบอร์ 100) | ±3 |
| 0.075 มม. (เบอร์ 200) | ±2 |
| ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ | ±0.3 |

## 6. เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งาน จะต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและตรวจปรับ โดยผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ ในระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องบำรุงรักษาเครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิด ให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ

### 6.1 โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Mixing Plant)

ผู้รับจ้างควรมีโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ซึ่งตั้งอยู่ในสายทางที่ก่อสร้าง หากจำเป็นอาจตั้งอยู่นอกสายทางภายในระยะขนส่งเฉลี่ย 80 กิโลเมตร หรือใช้ระยะเวลาขนส่งไม่เกิน 2 ชั่วโมง หรือตามที่กรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้ตามที่กำหนด โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีตนี้ควรมีกำลังการผลิต (Rated Capacity) ไม่น้อยกว่า 60 ตันต่อชั่วโมง โดยจะเป็นแบบชุด (Batch Type) หรือแบบส่วนผสมต่อเนื่อง (Continuous Type) ก็ได้ และสามารถผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อป้อนเครื่องปู (Paver) ให้สามารถปูได้อย่างต่อเนื่อง และเป็นส่วนผสมที่มีคุณภาพสม่ำเสมอตรงตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน โดยมีอุณหภูมิถูกต้องตามข้อกำหนดด้วย

โรงงานผสมต้องมีห้องปฏิบัติการทดสอบให้อยู่ในบริเวณที่สามารถมองเห็นการทำงานของโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากห้องนั้นได้ และต้องจัดหาเครื่องมือทดสอบที่ได้มาตรฐานและมีสภาพดี และจะต้องอนุญาตให้ผู้ควบคุมงานใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพแอสฟัลต์คอนกรีตระหว่างการก่อสร้างได้

โรงงานผสมนี้จะต้องมีสภาพใช้งานได้ดีและอย่างน้อยต้องมีเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

**6.1.1** อุปกรณ์สำหรับการเตรียมแอสฟัลต์ (Equipment for Preparation of Asphalt)

โรงงานผสมต้องมีถังเก็บแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Storage Tank) ซึ่งมีอุปกรณ์ให้ความร้อนประเภทท่อเวียนไอน้ำร้อนหรือน้ำมันร้อน (Steam or Oil Coil) หรือประเภทใช้ไฟฟ้า (Electricity) หรือประเภทอื่นใดที่ไม่มีเปลวไฟสัมผัสกับถังเก็บแอสฟัลต์ซีเมนต์โดยตรง อุปกรณ์ทุกประเภทต้องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์ให้ได้ตรงตามข้อกำหนดและต้องมีระบบทำให้แอสฟัลต์ซีเมนต์ไหลเวียน (Circulation System) ที่เหมาะสมที่ทำให้แอสฟัลต์ซีเมนต์ไหลเวียนได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาขณะทำงาน พร้อมกันนี้ต้องมีอุปกรณ์ให้หรือรักษาความร้อนที่ระบบท่อ

www.yotathai.com

ไหลเวียน โดยอาจเป็นประเภทใช้ไอน้ำ (Steam Jacket) หรือน้ำมันร้อน (Hot Oil Jacket) หรือประเภทฉนวนรักษาความร้อน (Insulation) เพื่อรักษาอุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์ในท่อส่งแอสฟัลต์ มาตรวัดแอสฟัลต์ ท่อพ่นแอสฟัลต์ ถังบรรจุแอสฟัลต์ และอื่นๆ ให้มีอุณหภูมิตามที่กำหนด ปลายท่อไหลเวียนแอสฟัลต์ต้องอยู่ที่ใต้ระดับแอสฟัลต์ในถังเก็บแอสฟัลต์ขณะปั๊มแอสฟัลต์ทำงาน

**6.1.2** ยุ้งหินเย็น (Cold Bin) และเครื่องป้อนหินเย็น (Aggregate Feeder) โรงงานผสมต้องมียุ้งหินเย็นไม่น้อยกว่า4 ยุ้ง สำหรับแยกใส่วัสดุหินหรือวัสดุอื่นๆ แต่ละขนาดช่องเปิด ปากยุ้งจะต้องเป็นแบบปรับได้ ยุ้งหินเย็นต้องประกอบด้วยเครื่องป้อนหินเย็นแบบที่เหมาะสมสามารถป้อนหินเย็นได้อย่างสม่ำเสมอไปยังหม้อเผา (Dryer) ได้ถูกต้องตามอัตราส่วนที่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องป้อนหินเย็นสำหรับยุ้งมวลละเอียด เช่น หิน ฝุ่น หรือทราย จะต้องเป็นแบบสายพานยาวต่อเนื่อง หรือสายพานอื่นใดที่ให้ผลเทียบเท่า

**6.1.3** หม้อเผา (Dryer) โรงงานผสมต้องมีหม้อเผาอยู่ในสภาพดี มีประสิทธิภาพในการทำงานดี พอที่จะทำให้มวลรวมแห้งและมีอุณหภูมิตามที่กำหนด โดยต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิที่เหมาะสม เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิแบบแปรความร้อนเป็นค่าไฟฟ้า (Electric Pyrometer) ที่อ่านอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 2.5 องศาเซลเซียส ติดตั้งอยู่ที่ปากทางที่มวลรวมเคลื่อนตัวออกและจะต้องมีเครื่องบันทึกอุณหภูมิของมวลรวมที่วัดได้โดยอัตโนมัติ

**6.1.4** ชุดตะแกรงร่อน (Screening Unit) โรงงานผสมต้องมีชุดตะแกรงร่อนมวลรวมที่ผ่านมาจากหม้อเผาเพื่อแยกมวลรวมเป็นขนาดต่างๆ ตามที่ต้องการ โดยในชุดตะแกรงร่อนนี้ต้องประกอบด้วยตะแกรงคัด (Scalping Screen) สำหรับคัดมวลรวมก้อนโตเกินขนาดที่กำหนด (Oversize) ออกทิ้ง ตะแกรงทุกขนาดต้องอยู่ในสภาพดี เหล็กตะแกรงไม่ขาดหรือสึกหรอมากเกินไป อันจะทำให้มวลรวมที่ร่อนออกมาผิดขนาดไปจากที่ต้องการ

**6.1.5** ยุ้งหินร้อน (Hot Bin) โรงงานผสมต้องมียุ้งหินร้อนอย่างน้อย 4 ยุ้ง ทั้งนี้ไม่รวมยุ้งวัสดุผสมแทรก สำหรับเก็บมวลรวมร้อนที่ผ่านตะแกรงแยกขนาดแล้ว ยุ้งหินร้อนนี้ต้องมีผนังแข็งแรงไม่มีรอยรั่ว มีความสูงพอที่จะป้องกันไม่ให้มวลรวมไหลข้ามยุ้งไปปะปนกันได้ และต้องมีความจุมากพอที่จะป้อนมวลรวมร้อนให้กับห้องผสม (Pugmill Mixer) ได้อย่างสม่ำเสมอเมื่อโรงงานผสมทำการผสมเต็มกำลังผลิต ในแต่ละยุ้งต้องมีท่อสำหรับให้มวลรวมไหลออกไปข้างนอก เพื่อป้องกันไม่ให้ไปผสมกับมวลรวมที่อยู่ในยุ้งอื่นๆ ในกรณีที่มีมวลรวมในยุ้งนั้น ๆ มากเกินไป

**6.1.6** ยุ้งเก็บวัสดุผสมแทรก (Mineral Filler Storage Bin) โรงงานผสมต้องมียุ้งเก็บวัสดุผสมแทรกต่างหากพร้อมกับมีเครื่องชั่ง หรือเครื่องป้อนวัสดุผสมแทรก ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณวัสดุเข้าสู่ห้อง ผสมอย่างถูกต้องและสามารถปรับเทียบ (Calibrate) ได้

**6.1.7** เครื่องเก็บฝุ่น (Dust Collector) โรงงานผสมต้องมีเครื่องเก็บฝุ่น สำหรับเก็บวัสดุส่วนละเอียดหรือฝุ่นที่มีประสิทธิภาพดีและเหมาะสมที่สามารถเก็บฝุ่นกลับไปใช้ได้อย่างสม่ำเสมอหรือนำไปทิ้งได้ทั้งหมดหรือบางส่วน และเครื่องเก็บฝุ่นดังกล่าวต้องสามารถควบคุมฝุ่นไม่ให้มีฝุ่นเหลือออกสู่อากาศภายนอกมากจนทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม โรงงานผสมต้องมีเครื่องเก็บฝุ่นทั้งชุดหลัก (Primary) และ

www.yotathai.com

ชุดรอง (Secondary) ชุดหลักให้เป็นแบบแห้ง (Dry Type) และชุดรองเป็นแบบเปียก (Wet Type) หรือแบบอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพทัดเทียมกัน

**6.1.8** เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometric Equipment) โรงงานผสมต้องมีเทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้วหุ้มด้วยปลอกโลหะ (Armoured Thermometer) หรือแบบอื่นใด ซึ่งวัดอุณหภูมิได้ระหว่าง 90-200 องศาเซลเซียส ติดตั้งไว้ที่ท่อส่งแอสฟัลต์ที่ตำแหน่งที่เหมาะสมใกล้ทางออกของแอสฟัลต์ที่ห้องผสม นอกจากนี้จะต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิ เช่น เทอร์โมมิเตอร์แบบใช้ปรอทชนิดมีหน้าปัด (Dial Scale Mercury Activated Thermometer) เครื่องวัดอุณหภูมิแบบแปรความร้อนเป็นค่าไฟฟ้า (Electric Pyrometer) หรือแบบอื่นๆ ที่เหมาะสม ที่สถาบันที่เชื่อถือได้หรือกรมโยธาธิการและผังเมืองอนุญาตให้ใช้ได้ ติดตั้งที่ปลายทางออกของมวลรวม เพื่อใช้วัดอุณหภูมิของมวลรวมร้อนที่ออกจากหม้อเผา เครื่องวัดอุณหภูมิชนิดใดๆ ที่ใช้ต้องมีความสามารถแสดงอุณหภูมิได้อย่างถูกต้อง เมื่ออัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเร็วกว่า 5 องศาเซลเซียสต่อนาที

**6.1.9** ชุดอุปกรณ์ควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt Control Unit) โรงงานผสมต้องมีชุดอุปกรณ์ควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ ซึ่งอาจใช้วิธีชั่งน้ำหนักหรือวิธีวัดปริมาตรก็ได้ แต่ต้องสามารถควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน กรณีใช้วิธีชั่งน้ำหนัก เครื่องชั่งที่ใช้ต้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 ของน้ำหนักแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ต้องการใช้ผสม กรณีที่ใช้วิธีวัดปริมาตร มาตรที่ใช้วัดอัตราการไหลของแอสฟัลต์ซีเมนต์ ที่ปล่อยเข้าสู่ห้องผสมจะต้องเที่ยงตรง โดยยอมให้คลาดเคลื่อนจากปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ต้องการใช้เมื่อเทียบเป็นน้ำหนักไม่เกินร้อยละ 2

**6.1.10** ข้อกำหนดพิเศษสำหรับโรงงานผสมแบบชุด

**(1)** ถังชั่งมวลรวม (Weigh Box or Hopper) โรงงานผสมแบบชุดต้องมีอุปกรณ์สำหรับชั่งมวลรวมที่ปล่อยออกมาแต่ละยุ้งได้อย่างละเอียดถูกต้อง ถังชั่งน้ำหนักต้องแขวนอยู่กับเครื่องชั่ง และต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุมวลรวมได้เต็มชุด (Batch) โดยมวลรวมไม่ล้นถัง ถังชั่งน้ำหนักจะต้องวางบนฟัลครัม (Fulcrum) ซึ่งวางอยู่บนขอบใบมีด (Knife Edge) อย่างแน่นหนาอีกทีหนึ่งซึ่งขณะทำงานฟัลครัมและขอบใบมีดต้องไม่เคลื่อนตัวออกจากแนวเดิม ประตูยุ้งหินร้อนและถังชั่งน้ำหนักต้องแข็งแรงและไม่รั่ว

**(2)** ห้องผสม (Pugmill Mixer) ห้องผสมของโรงงานผสมแบบชุดนี้จะต้องเป็นชนิดมีเพลาผสมคู่ มีอุปกรณ์ให้ความร้อนห้องผสม และสามารถผลิตแอสฟัลต์ได้ส่วนผสมที่สม่ำเสมอ ประตูปล่อยส่วนผสมเมื่อปิดจะต้องปิดให้สนิทโดยไม่มีวัสดุรั่วไหล ต้องมีเครื่องตั้งเวลา และควบคุมเวลาการผสมเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะควบคุมไม่ให้ประตูห้องผสมเปิดจนกว่าจะได้เวลาตามที่กำหนดไว้ ภายในห้องผสมจะประกอบด้วยใบพาย (Paddle Tip) ที่มีจำนวนเพียงพอ จัดเรียงตัวกันอย่างเหมาะสม สามารถผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้อย่างถูกต้องสม่ำเสมอ ระยะห่างระหว่างปลายใบพายและผนังห้องผสมจะต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดมวลรวมก้อนโตสุด

**(3)** เครื่องชั่ง (Plant Scale) เครื่องชั่งต้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของมวลรวมสูงสุดที่ต้องการชั่ง หน้าปัดเครื่องชั่งต้องมีขนาดใหญ่พอ ซึ่งสามารถอ่านน้ำหนักได้ในระยะห่างอย่างน้อย 7 เมตร และต้องอยู่ในตำแหน่งที่พนักงานควบคุมเครื่องมองเห็นได้ชัดเจน หน้าปัด

www.yotathai.com

เครื่องชั่งมวลรวมจะต้องมีเข็มชี้น้ำหนักแต่ละยุ้ง สำหรับเครื่องชั่งต้องมีตุ้มน้ำหนักมาตรฐานหนักตุ้มละ 25 กิโลกรัม ไม่น้อยกว่า 10 ตุ้ม หรือมีจำนวนเพียงพอที่จะใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องชั่ง

**(4)** การควบคุมปริมาณมวลรวม และแอสฟัลต์ที่ใช้ผสมในแต่ละชุด จะต้องเป็นแบบอัตโนมัติ

**6.1.11** ข้อกำหนดพิเศษสำหรับโรงงานผสมแบบต่อเนื่อง

**(1)** ชุดอุปกรณ์ควบคุมมวลรวม (Gradation Control Unit) โรงงานผสมแบบนี้ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมปริมาณมวลรวมที่ไหลออกมาจากยุ้งหินร้อนแต่ละยุ้งได้อย่างถูกต้องแน่นอน ประกอบด้วยเครื่องป้อนหิน (Feeder) อยู่ภายใต้ยุ้งหินร้อน สำหรับการป้อนวัสดุผสมแทรกจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมปริมาณต่างหาก ติดตั้งในตำแหน่งที่ทำให้ควบคุมการป้อนวัสดุผสมแทรกลงในห้องผสมเพื่อผสมกับมวลรวมในจังหวะของการผสมแห้ง (Dry Mixing) ก่อนที่จะไปผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่จ่ายเข้ามาภายหลังในจังหวะของการผสมเปียก (Wet Mixing)

**(2)** จังหวะสัมพันธ์ของการควบคุมการป้อนมวลรวม และแอสฟัลต์ซีเมนต์ (Synchronization of Aggregate and Asphalt Cement Feed) โรงงานผสมแบบนี้ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมการป้อนมวลรวมแต่ละขนาดและแอสฟัลต์ซีเมนต์เข้าสู่ห้องผสมเป็นแบบขับเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน เพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่คงที่ตลอดเวลา

**(3)** ชุดห้องผสม (Pugmill Mixer Unit) ห้องผสมของโรงงานผสมแบบต่อเนื่องนี้ ต้องเป็นแบบทำงานต่อเนื่อง (Continuous Mixer) เป็นชนิดมีเพลาผสมคู่ มีอุปกรณ์ให้ความร้อนห้องผสม และสามารถผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตได้ส่วนผสมที่สม่ำเสมอใบพายจะต้องเป็นชนิดปรับมุมให้ไปในทางเดียวกันเพื่อให้ส่วนผสมเคลื่อนตัวได้เร็ว หรือให้กลับทางกัน เพื่อถ่วงเวลาให้ส่วนผสมเคลื่อนตัวช้าลงได้ และห้องผสมจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมระดับของส่วนผสมด้วยระยะห่างระหว่างปลายใบพายและผนังห้องผสมจะต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดมวลรวมก้อนโตสุด ที่ห้องผสมจะต้องมีแผ่นแสดงปริมาตรของห้องผสม เมื่อมีส่วนผสมบรรจุในห้องผสมที่ความสูงต่างๆ ติดตั้งไว้อย่างถาวร นอกจากนั้นจะต้องมีตารางแสดงอัตราการป้อนวัสดุมวลรวมต่อนาทีเมื่อโรงงานผสมทำงานในอัตราเร็วปกติ

การคำนวณเวลาในการผสม ให้กำหนดโดยใช้น้ำหนักตามสูตรดังนี้ คือ

$$\textbf{เวลาในการผสม (วินาที)} = \frac{A}{B}$$

เมื่อ $A$ = ปริมาณของส่วนผสมทั้งหมดในห้องผสม (Pugmill Dead Capacity) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

$B$ = ส่วนผสมที่ออกจากห้องผสม (Pugmill Output) มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อวินาที

**(4)** ยุ้งพักส่วนผสม (Discharge Hopper) โรงงานผสมแบบนี้ต้องประกอบด้วยยุ้งสำหรับพักส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ออกมาจากห้องผสม ยุ้งพักส่วนผสมนี้มีประตูเปิดที่ด้านล่างของยุ้งและจะปล่อยส่วนผสมได้เมื่อส่วนผสมเต็มยุ้งแล้ว

www.yotathai.com

(5) สัญญาณแจ้งปริมาณมวลรวมในยุ้งหินร้อน โรงงานผสมต้องมีสัญญาณซึ่งจะแจ้งให้ทราบว่าปริมาณมวลรวมในยุ้งหินร้อนยังมีปริมาณเพียงพอที่จะดำเนินการต่อไปได้หรือไม่ ถ้าปริมาณมวลรวมยุ้งใดขาดหรือน้อยไป สัญญาณดังกล่าวจะทำให้ผู้ควบคุมทราบทันทีผู้รับจ้างต้องหยุดการดำเนินการและทำการแก้ไข จนกว่าผู้ควบคุมจะเห็นสมควร จึงจะอนุญาตให้ดำเนินการต่อไปได้

**6.2 รถบรรทุก (Haul Truck)**

รถบรรทุกที่นำมาใช้จะต้องมีจำนวนพอเพียงกับกำลังผลิตของโรงงานผสม และความสามารถในการปูของเครื่องปู ทั้งนี้เพื่อให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องมากที่สุดในแต่ละวันที่ปฏิบัติงาน จำนวนรถบรรทุกที่ใช้ให้คำนวณให้เหมาะสมกับกำลังผลิตของโรงงานผสม ความจุของรถบรรทุก เวลาในการบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงรถบรรทุก ระยะทาง และระยะเวลาในการขนส่ง เวลาในการรอและการเทส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงในเครื่องปู ความสามารถในการปูของเครื่องปู และอื่น ๆ

กระบะรถบรรทุกจะต้องไม่รั่ว พื้นกระบะจะต้องเป็นแผ่นโลหะเรียบ ภายในกระบะจะต้องสะอาดปราศจากวัสดุที่ไม่พึงประสงค์อื่นๆ ตกค้างอยู่ ก่อนใช้ขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องพ่นหรือเคลือบภายในกระบะด้วยน้ำสบู่ น้ำปูนขาวหรือสารเคมีเคลือบชนิดใดๆ ที่มีน้ำหนักผสมไม่เกินร้อยละ 5 โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน ห้ามใช้น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล หรือน้ำมันประเภทเดียวกัน การพ่นหรือเคลือบภายในกระบะให้ทำเพียงบาง ๆ เท่านั้น และก่อนบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงกระบะให้ยกกระบะเทวัสดุหรือสารเคลือบที่อาจมีมากเกินความจำเป็นออกให้หมด ในการขนส่งจะต้องมีผ้าใบหรือแผ่นวัสดุอื่นใดที่ใช้ได้อย่างเหมาะสมคลุมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อรักษาอุณหภูมิและป้องกันน้ำฝนหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ด้วย

**6.3 เครื่องปู (Paver or Finisher)**

เครื่องปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองโดยจะเป็นชนิดล้อเหล็กตีนตะขาบหรือชนิดล้อยางที่มีคุณภาพเทียบเท่า มีกำลังมากพอและสามารถควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ได้อย่างสม่ำเสมอทั้งในขณะที่เคลื่อนไปพร้อมกับรถบรรทุกส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตและในขณะเคลื่อนตัวไปตามลำพัง เครื่องปูจะต้องสามารถปรับความเร็วการปูได้หลายอัตรา และปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้ความลาดถูกต้องตามแบบ

**6.3.1** ส่วนขับเคลื่อน (Tractor Unit) ประกอบด้วยเครื่องยนต์ต้นกำลังมีอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Governor) ให้คงที่ระหว่างทำงาน กระบะบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Hopper) จะต้องเป็นแบบข้างกระบะหุบได้ สายพานป้อนส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Slat Conveyor) เกลียวเกลี่ยจ่ายส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Auger หรือ Screw Conveyor) แยกเป็น 2 ข้าง ซ้ายและขวา ซึ่งสามารถแยกทำงานเป็นอิสระแก่กันได้ ประตูควบคุมการไหล (Flow Gate) ของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตสามารถปรับระดับความสูงของช่องประตูได้

**6.3.2** ส่วนเตารีด (Automatic Screed Unit) ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมความหนา (Thickness Control) อุปกรณ์ควบคุมความลาดเอียงที่ผิว (Crown Control) อุปกรณ์ให้ความร้อนแผ่นเตารีด (Screed Heater) แผ่นเตารีด (Screed Plate) และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็น ระบบการควบคุมความลาดชัน (Grade Control) และระดับแอสฟัลต์คอนกรีตควรเป็นแบบอัตโนมัติ โดยอาจเป็นแบบ

www.yotathai.com

**(1)** Erected Grade Line (2) Mobile String Line (3) Ski (4) Floating Beamหรือ (5) Joint-match-ing Shoe สำหรับแบบที่ (2) แบบที่ (3) และแบบที่ (4) ต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 9 เมตร แผ่นเตารีดจะต้อง มีความยาวไม่น้อยกว่า 2.4 เมตร และสามารถขยายได้ยาวไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร แผ่นเตารีดจะต้องตรงแนวและได้ระดับ ไม่บิดงอหรือสึกหรอมากเกินสมควร ไม่สึกเป็นหลุม มีระบบการอัดแอสฟัลต์คอนกรีตขั้นต้นเป็นแบบสั่นสะเทือน (Vibratory Screed) หรือแบบคานกระแทก (Tamper Bar) หรือเป็นทั้ง 2 แบบประกอบกัน ซึ่งสามารถปรับความถี่ของการสั่นสะเทือนหรือการกระแทกได้ตามต้องการ สำหรับแบบคานกระแทกจะต้องมีระยะห่างระหว่างแผ่นเตารีดกับคานกระแทก 0.25-0.50 มิลลิเมตร ผิวของคานกระแทกด้านล่างที่ใช้อัดแอสฟัลต์คอนกรีตต้องอยู่ในสภาพดี และไม่สึกหรอมากกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดความหนาของใหม่

### 6.4 รถเกลี่ยปรับระดับ (Motor Grader)

รถเกลี่ยปรับระดับนี้ถ้าจำเป็นต้องนำมาใช้งาน จะต้องเป็นชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง มีล้อยางผิวเรียบ มีใบมีดยาวไม่น้อยกว่า 3.6 เมตร และมีความยาวของช่วงเพลา (Wheel Base) ไม่น้อยกว่า 4.8 เมตร การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

### 6.5 เครื่องจักรบดทับ

เครื่องจักรบดทับทุกชนิดจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ต้องมีน้ำหนักและคุณสมบัติอื่นๆ ถูกต้องตามที่ได้ระบุไว้ในรายละเอียดที่กำหนด สำหรับเครื่องจักรบดทับแต่ละชนิด น้ำหนักในการบดทับของเครื่องจักรบดทับแต่ละชนิดจะต้องเหมาะสมกับชนิดและลักษณะของส่วนผสม ความหนาของชั้นที่ปู ขั้นตอนการบดทับและอื่นๆ เครื่องจักรบดทับต้องมีจำนวนเพียงพอที่จะอำนวยให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้โดยปกติไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก เพื่อให้ได้ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความแน่น ความเรียบและคุณสมบัติอื่นๆ ตามกำหนด การกำหนดน้ำหนักเครื่องจักรบดทับ น้ำหนักในการบดทับของเครื่องจักรแต่ละคัน ตลอดจนการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรบดทับจากจำนวนขั้นต่ำที่กำหนดไว้ ให้อยู่ใน**ดุลยพินิจ**ของผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรบดทับจะต้องประกอบด้วยเครื่องจักรชนิดต่างๆ ซึ่งต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้ใช้ได้จากผู้ควบคุมงานก่อน โดยมีจำนวนอย่างน้อยดังต่อไปนี้

**ก.** รถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ ไม่น้อยกว่า 1 คัน และรถบดสั่นสะเทือน 1 คัน หรือรถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ ไม่น้อยกว่า 2 คัน ในกรณีที่ไม่มีรถบดสั่นสะเทือน

**ข.** รถบดล้อยาง ไม่น้อยกว่า 3 คัน

รายละเอียดของเครื่องจักรชนิดต่างๆ เป็นดังนี้

**6.5.1** รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ (Steel-Tired Tandem Roller) ต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 8 ตัน และสามารถเพิ่มน้ำหนักได้จนมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 10 ตัน จะต้องมีน้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบดไม่น้อยกว่า 37.9 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร รถบดจะต้องอยู่ในสภาพดี สามารถขับเคลื่อนเดินหน้าและถอยหลังได้ การขับเคลื่อนไปข้างหน้า การหยุดและการถอยหลังจะต้องเรียบสม่ำเสมอ ล้อเหล็กทั้ง 2 ล้อจะต้องตรงตามแนว ที่ผิวล้อเหล็กจะต้องเรียบไม่เป็นร่อง (Groove) ลึก เป็นหลุม หรือเป็นรอยบุ๋ม (Pit) สลักยึดล้อ (KingPin) และลูกปืนล้อ (Wheel Bearing) ต้องไม่สึกหรอมากเกินไปจนทำให้ล้อหลวม

www.yotathai.com

ต้องมีถังน้ำ มีระบบฉีดน้ำ (Sprinkler System) มีอุปกรณ์คราดผิวล้อเหล็ก (Scraper) และแผ่นวัสดุสำหรับซึมซับน้ำและเกลี่ยกระจายน้ำ สำหรับเลี้ยงล้อรถบดที่ใช้ได้ดีและถูกต้องตามที่ต้องการ เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อขณะบดทับ

**6.5.2** รถบดล้อยาง (Pneumatic-Tired Roller) ต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 10 ตัน และสามารถเพิ่มน้ำหนักได้ มีล้อยางไม่น้อยกว่า 9 ล้อ ล้อรถบดต้องเป็นชนิดผิวหน้าเรียบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อ (Rim Diameter) ไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร มีผิวหน้าล้อยางกว้างไม่น้อยกว่า 225 มิลลิเมตร มีขนาดและจำนวนชั้นผ้าใบเท่ากันทุกล้อ ส่วนล้อและเพลาเคลื่อนตัวขึ้นลงได้อิสระอย่างน้อย 1 แถว มีแรงอัดที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อรถบดขณะบดอัดไม่มากกว่า 620 กิโลปาสกาล (90 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และต้องมีถังน้ำ มีระบบฉีดน้ำ มีอุปกรณ์คราดผิวล้อยาง และแผ่นวัสดุสำหรับซึมซับน้ำและเกลี่ยกระจายน้ำสำหรับเลี้ยงล้อรถบดที่ใช้ได้ดีและถูกต้องตามที่ต้องการ เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อขณะบดทับ รถบดล้อยางขณะใช้งานจะต้องมีความดันลมยางเท่ากันทุกล้อ โดยอนุญาตให้มีความดันลมยางแต่ละล้อแตกต่างกันได้ไม่เกิน 35 กิโลปาสกาล (5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

**6.5.3** รถบดสั่นสะเทือน (Vibratory Roller) ต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 4 ตัน สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาไม่เกิน 35 มิลลิเมตร และต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 6 ตัน สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาตั้งแต่ 40 มิลลิเมตรขึ้นไป โดยอาจเป็นแบบสั่นสะเทือนล้อเดียวหรือสองล้อก็ได้ ต้องมีความถี่การสั่นสะเทือน (frequency) ไม่น้อยกว่า 33 เฮิรตซ์ (2,000 รอบต่อนาที) และมีระยะเต้น (Amplitude) ระหว่าง 0.20-0.80 มิลลิเมตร มีน้ำหนักต่อความกว้างของรถบดไม่น้อยกว่า 22 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร รถบดจะต้องอยู่ในสภาพดี สามารถบดทับโดยการเดินหน้าและถอยหลังได้ การขับเคลื่อนไปข้างหน้า การหยุดและการถอยหลังจะต้องเรียบสม่ำเสมอ ล้อทั้ง 2 ล้อ จะต้องตรงแนว ที่ผิวล้อเหล็กจะต้องเรียบ ไม่ลึกเป็นหลุมหรือเป็นรอยบุ๋ม สลักล้อและลูกปืนล้อต้องไม่สึกหรอมากเกินไป จนทำให้ล้อหลวม ต้องมีถังน้ำ มีระบบฉีดน้ำ มีอุปกรณ์คราดผิวล้อ และแผ่นวัสดุสำหรับซึมซับน้ำและเกลี่ยกระจายน้ำเลี้ยงล้อรถบด เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อขณะบดทับ มีระบบการสั่นสะเทือนที่อยู่ในสภาพดี

## 6.6 เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor)

ต้องเป็นชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง มีถังบรรจุแอสฟัลต์ติดตั้งบนรถบรรทุกหรือรถพ่วงและประกอบด้วยอุปกรณ์ที่จำเป็นในการใช้งาน ดังนี้

**6.6.1** ไม้วัด (Dipstick) หรือเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ในถัง

**6.6.2** หัวเผาให้ความร้อนแอสฟัลต์ (Burner)

**6.6.3** เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแอสฟัลต์ (Thermometer)

**6.6.4** ปั๊มแอสฟัลต์ (Asphalt Pump)

**6.6.5** เครื่องต้นกำลังหรือเครื่องท้าย (Power Unit)

www.yotathai.com

**6.6.6** ท่อพ่นแอสฟัลต์ (Spray Bar) พร้อมหัวฉีด (Nozzle)

**6.6.7** ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือ (Hand Spray)

**6.6.8** ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ (Asphalt Tank)

เครื่องพ่นแอสฟัลต์ต้องมีระบบหมุนเวียน (Circulating System) มีปั๊มแอสฟัลต์ที่สามารถใช้ได้ดี ตั้งแต่กับแอสฟัลต์เหลวจนถึงแอสฟัลต์ซีเมนต์ และต้องทำงานได้ดังนี้

**(1)** ดูดแอสฟัลต์เข้าถังได้

**(2)** หมุนเวียนแอสฟัลต์ในท่อพ่นแอสฟัลต์ และในถังบรรจุแอสฟัลต์ได้

**(3)** พ่นแอสฟัลต์ผ่านทางท่อพ่นแอสฟัลต์ หรือผ่านท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือได้

**(4)** ดูดแอสฟัลต์จากถังบรรจุหรือท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือเข้าสู่ถังได้

**(5)** ปั๊มแอสฟัลต์จากถังบรรจุประจำรถพ่นแอสฟัลต์ไปยังถังเก็บแอสฟัลต์ภายนอกได้

**(6)** เครื่องต้นกำลังหรือเครื่องท้าย ต้องมีมาตรบอกความดัน หรืออื่นๆ

เครื่องปั๊มแอสฟัลต์ ต้องติดเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ที่ผ่านปั๊ม โดยวัดเป็นรอบหรือวัดเป็นความดัน หรืออื่นๆ ท่อพ่นแอสฟัลต์ อาจประกอบด้วยท่อหลายท่อนต่อกัน มีหัวฉีดติดตั้งโดยมีระยะห่างระหว่างหัวฉีดเท่าๆ กัน หัวฉีดปรับทำมุมกับท่อพ่นแอสฟัลต์ได้ และต้องมีอุปกรณ์ปิดเปิดได้ ท่อพ่นแอสฟัลต์ต้องเป็นแบบที่แอสฟัลต์หมุนเวียนผ่านได้ เมื่อใช้งานต้องมีความดันสม่ำเสมอตลอดความยาวของท่อและสามารถปรับความสูงและความกว้างในการพ่นแอสฟัลต์ได้

ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือที่เคลื่อนที่ได้อิสระ ต้องเป็นแบบใช้หัวฉีด ใช้พ่นแอสฟัลต์บนพื้นที่ที่รถพ่นแอสฟัลต์เข้าไปไม่ได้ อุปกรณ์วัดปริมาณการพ่นแอสฟัลต์ประกอบด้วยล้อวัดความเร็ว (ล้อที่ห้า) ต่อสายเชื่อมไปยังมาตรวัดความเร็วในเก๋งรถ มาตรวัดความเร็วนี้ต้องวัดความเร็วเป็นเมตรต่อนาที หรือฟุตต่อนาที พร้อมทั้งนี้มีตัวเลขบอกระยะทางรวมที่รถวิ่ง

ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ เป็นชนิดมีฉนวนหุ้มป้องกันความร้อน ภายในถังประกอบด้วยท่อนำความร้อนจากหัวเผา (หนึ่งหัวเผาหรือมากกว่า) มีแผ่นโลหะช่วยกระจายความร้อน มีท่อระบายแอสฟัลต์ ที่ถังต้องมีเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์เป็นแบบไม้วัด หรือเข็มวัดบอกปริมาณหรือทั้งสองชนิด มีเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิเป็นแบบหน้าปัด (Dial) หรือแบบแท่งแก้วหุ้มด้วยปลอกโลหะ (Armoured Thermometer) หรือทั้งสองชนิด ที่อ่านได้ละเอียดถึง 1 องศาเซลเซียส

อุปกรณ์สำหรับเครื่องพ่นแอสฟัลต์ต่างๆ เหล่านี้ ก่อนนำไปใช้งานต้องตรวจสอบให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี การตรวจสอบและตรวจปรับอุปกรณ์ต้องดำเนินการตามวิธีที่กำหนด ซึ่งแอสฟัลต์ที่พ่นออกมาจะต้องมีปริมาณสม่ำเสมอตลอดความกว้างและความยาวและเมื่อตรวจสอบโดยวิธีทดสอบหาปริมาณแอสฟัลต์ที่ราดตามขวางและตามยาว จะต้องถูกต้องตามข้อกำหนดกล่าวคือ ปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ราดตามขวางคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 17 และปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ราดตามยาวคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 15 ตามลำดับ

**6.7 เครื่องจักรและเครื่องมือทำความสะอาดพื้นที่ที่จะก่อสร้าง**

**6.7.1** รถบรรทุกน้ำ (Water Truck) ต้องอยู่ในสภาพดี มีท่อพ่นน้ำและอุปกรณ์ฉีดน้ำที่ใช้การได้ดี

**6.7.2** เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom) อาจเป็นแบบลาก แบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง หรือแบบติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) หรือรถอื่นใด แต่ต้องเป็นแบบไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล ขนไม้กวาดอาจทำ

www.yotathai.com

ด้วยไฟเบอร์ ลวดเหล็ก ไนล่อน หวาย หรือวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสมโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

**6.7.3** เครื่องเป่าลม (Blower) เป็นแบบติดตั้งที่รถไถนา หรือรถอื่นใด มีใบพัดขนาดใหญ่ ให้กำลังลมแรงและมีประสิทธิภาพพอเพียงที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

**6.8 เครื่องมือประกอบ**

**6.8.1** เครื่องมือบดทับแบบสั่นสะเทือนขนาดเล็ก (Small Vibratory Compactor) ต้องมีขนาดน้ำหนักเหมาะสมที่จะใช้บดทับแอสฟัลต์คอนกรีต บริเวณที่รถบดไม่สามารถเข้าไปดำเนินการได้ หรือใช้ในงานซ่อมขนาดเล็ก การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

**6.8.2** เครื่องมือกระทุ้งแอสฟัลต์คอนกรีต (Hand Tamper) ต้องเป็นแบบและมีขนาดน้ำหนักเหมาะสมที่จะใช้กระทุ้งอัดแอสฟัลต์คอนกรีต บริเวณที่เครื่องบดทับขนาดเล็กเข้าไปบดทับไม่ได้ หรือใช้งานซ่อมขนาดย่อย การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

**6.8.3** เครื่องมือตัดรอยต่อ อาจเป็นแบบติดกับรถบดล้อเหล็กหรือเป็นแบบรถเข็นขนาดเล็กหรือจะมีทั้ง 2 แบบก็ได้ หรือมีแบบอื่นๆ ซึ่งสามารถตัดแนวรอยต่อได้เรียบร้อย ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

**6.8.4** เครื่องมือเจาะตัวอย่าง อาจเป็นชนิดใช้เครื่องยนต์ หรือใช้ไฟฟ้าที่สามารถใช้เจาะตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ได้อย่างเรียบร้อย

**6.8.5** ไม้บรรทัดวัดความเรียบ (Straight Edge) ต้องเป็นไม้บรรทัดวัดความเรียบที่มีขนาดเหมาะสม มีความยาว 3.00 เมตร เครื่องจักร เครื่องมือ หรืออุปกรณ์อื่นใด นอกเหนือจากที่กำหนดไว้แล้วข้างต้น การนำมาใช้งานและการใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

## 7. การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

### 7.1 การเตรียมสถานที่ตั้งโรงงานผสมและกองวัสดุ

สถานที่ตั้งโรงงานผสมและกองวัสดุจะต้องเหมาะสม มีบริเวณกว้างพอที่จะดำเนินการได้โดยสะดวก นอกจากนั้น จะต้องจัดให้มีการระบายน้ำดี อันจะเป็นการป้องกันมิให้มีน้ำท่วมกองวัสดุได้ พื้นที่สำหรับกองวัสดุที่นำมาใช้งานจะต้องสะอาดปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ เช่น วัชพืช สิ่งสกปรกอื่นๆ ควรรองพื้นด้วยวัสดุหินหรือปูด้วยแผ่นวัสดุที่เหมาะสม สถานที่กองวัสดุจะต้องราบเรียบได้ระดับพอควร การกองวัสดุแต่ละขนาดจะต้องกองแยกไว้อย่างชัดเจน โดยการกองแยกให้ห่างกันตามสมควรหรือทำยุ้งกั้นไว้เพื่อป้องกันวัสดุที่จะใช้แต่ละชนิด แต่ละขนาดไม่ให้ปะปนกัน หรือปะปนกับวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆ การกองวัสดุต้องดำเนินการให้ถูกต้องเพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุเกิดการแยกตัวโดยการกองวัสดุเป็นชั้นๆ สูงชั้นละไม่เกินความสูงของกองวัสดุกองเดี่ยวๆ เมื่อเทจากรถบรรทุกเทท้ายคันหนึ่งๆ ถ้าจะกองวัสดุชั้นต่อไปจะต้องแต่งระดับยอดกองให้เสมอ และไม่ควรกองวัสดุสูงเป็นรูปกรวย

### 7.2 การเตรียมมวลรวมและวัสดุผสมแทรก

กองวัสดุที่ใช้ทุกชนิด จะต้องมีมาตรการป้องกันไม่ให้วัสดุเปียกน้ำฝน โดยการกองวัสดุในโรงที่มีหลังคาคลุมหรือคลุมด้วยผ้าใบหรือแผ่นวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสม หรือโดยวิธีอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน วัสดุที่ใช้ทุกชนิดเมื่อป้อนเข้าโรงงานผสม ต้องไม่มีความชื้นเกินกำหนด ตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตโรงงานผสมที่ใช้งานนั้นๆ ทั้งนี้เพื่อให้โรงงานผสมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

www.yotathai.com

มวลรวมที่ใช้แต่ละชนิดก่อนนำไปใช้งานจะต้องบรรจุอยู่ในยุ้งหินเย็นแยกกันแต่ละยุ้ง และการผสมมวลรวมแต่ละชนิดจะต้องดำเนินการโดยผ่านยุ้งหินเย็นเท่านั้น ห้ามนำมาผสมกันภายนอกยุ้งหินเย็น ในทุกกรณีวัสดุผสมแทรกหากนำมาใช้จะต้องแยกใส่ยุ้งวัสดุผสมแทรกโดยเฉพาะ การป้อนวัสดุผสมแทรกจะต้องแยกต่างหากโดยไม่ปะปนกับวัสดุอื่นๆ และจะต้องป้อนเข้าห้องผสมโดยตรง

**7.3 การเตรียมแอสฟัลต์ซีเมนต์**

แอสฟัลต์ซีเมนต์ในถังเก็บแอสฟัลต์ซีเมนต์ต้องมีอุณหภูมิไม่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เมื่อผสมกับมวลรวมที่โรงงานผสม จะต้องให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 159±8 องศาเซลเซียส หรือมีอุณหภูมิที่แอสฟัลต์ซีเมนต์มีความหนืด 170±20 เซนติสโตกส์ (Centistokes) หรือมีอุณหภูมิตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน การจ่ายแอสฟัลต์ซีเมนต์ไปยังห้องผสม จะต้องเป็นไปโดยต่อเนื่องและมีอุณหภูมิตามที่กำหนดสม่ำเสมอตลอดเวลา

**7.4 การเตรียมเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง**

เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดตามที่ระบุไว้ในข้อ **6** ที่นำมาใช้งานต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและหรือตรวจปรับตามรายการและวิธีการที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด และผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ก่อน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดต้องมีจำนวนพอเพียงที่จะอำนวยให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต ดำเนินไปโดยต่อเนื่องไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก และในระหว่างการก่อสร้างจะต้องบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอตลอดระยะเวลาทำงาน

**7.5 การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง**

**7.5.1** รองพื้นทาง พื้นทาง หรือไหล่ทาง จะต้องเรียบสม่ำเสมอ ได้ระดับและความลาดตามรูปแบบ ก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ กรณีรองพื้นทางหรือพื้นทางหรือไหล่ทางมีความเสียหายเป็นคลื่น เป็นหลุมบ่อมีจุดอ่อนตัว (Soft Spot) หรือไม่ถูกต้องตามรูปแบบ ให้แก้ไขให้ถูกต้องก่อนโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

**7.5.2** ผิวทางราดยางเดิม ที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับมีผิวหน้าไม่สม่ำเสมอหรือเป็นคลื่น และไม่มีการทำชั้นปรับระดับ ให้ปรับแต่งให้สม่ำเสมอ ถ้ามีหลุมบ่อ รอยแตก จุดอ่อนตัวหรือความเสียหายของชั้นทางใดๆ จะต้องตัด หรือขุดออก แล้วปะซ่อม หรือขุดซ่อมแล้วแต่กรณี แล้วบดทับให้แน่นและมีผิวหน้าที่เรียบสม่ำเสมอ โดยให้มีระดับและความลาดถูกต้องตามแบบ วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีคุณภาพดี ขนาดและปริมาณวัสดุที่ใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะความเสียหายและพื้นที่ที่จะซ่อม

**7.5.3** พื้นทางหรือไหล่ทางที่มีไพรมโคท (Prime Coat) หลุดหรือเสียหาย ต้องแก้ไขใหม่ให้เรียบร้อยตามวิธีการที่ผู้ควบคุมงานกำหนด แล้วทิ้งไว้จนครบกำหนดเวลาบ่มตัวของแอสฟัลต์ที่ใช้ซ่อมก่อน จึงทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับได้

**7.5.4** พื้นทางหรือไหล่ทางที่ทำไพรมโคททิ้งไว้ มีผิวหลุดเสียหายเป็นพื้นที่ต่อเนื่องมากเกินกว่าที่จะซ่อมตามข้อ **7.5.3** ให้ได้ผลดี ให้พิจารณาคราด (Scarify) พื้นทางหรือไหล่ทางนั้น แล้วบดทับใหม่ให้ได้ความแน่นตามที่กำหนด แล้วทำไพรมโคทใหม่ทิ้งไว้จนครบกำหนดเวลาบ่มตัวของแอสฟัลต์ที่ใช้ทำไพรมโคทก่อน จึงทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับได้

**7.5.5** พื้นทางหรือไหล่ทางที่ทำไพรมโคททิ้งไว้นาน โดยไม่ได้ทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตตามขั้นตอนการก่อสร้างปกติ แต่ไพรมโคทไม่หลุดเสียหายก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับอาจพิจารณาให้ทำ

www.yotathai.com

แทคโคท (Tack Coat) โดยให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat) ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

**7.5.6** ในงานเสริมผิวทาง (Overlay) ด้วยแอสฟัลต์คอนกรีตบนผิวทางเดิมซึ่งเกิดการยุบตัว (Sag and Depression) หรือเป็นแอ่งเฉพาะแห่ง แต่ไม่ใช่จุดอ่อนตัว ให้ดำเนินการดังนี้

**(1)** กรณียุบตัวหรือเป็นแอ่งลึกไม่เกิน 30 มิลลิเมตร อาจแยกปูเสริมเพื่อปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือแอ่งก่อน หรือจะปูรวมไปพร้อมกับการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตก็ได้ โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน แต่ทั้งนี้ความหนารวมที่ปูจะต้องไม่เกิน 80 มิลลิเมตร หากความหนารวมเกิน 80 มิลลิเมตร จะต้องแยกปูเสริมเพื่อปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งก่อน

**(2)** กรณียุบตัวหรือเป็นแอ่งลึกเกิน 50 มิลลิเมตร จะต้องแยกปูเสริมปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งก่อน โดยให้ปูเป็นชั้นๆ หนาไม่เกินชั้นละ 50 มิลลิเมตร

การแยกปูเสริมปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งด้วยแอสฟัลต์คอนกรีตนี้ให้บดทับด้วยรถบดล้อยางจนได้ความแน่นตามที่กำหนด แล้วจึงปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อไป

**7.5.7** รองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางราดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ ต้องสะอาดปราศจากฝุ่น วัสดุสกปรก หรือวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆ ปะปน

**7.5.8** การทำความสะอาดรองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิม ที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ โดยการกวาดฝุ่น วัสดุหลุดหลวม ทรายที่สาดทับไพรมโคท สำหรับพื้นทางหรือไหล่ทางออกจนหมดด้วยเครื่องกวาดฝุ่น ต้องปรับอัตราเร็วการหมุนและน้ำหนักกดที่กดลงบนรองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทางหรือผิวทางราดยางเดิมให้พอดี โดยไม่ทำให้รองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางเดิมเสียหาย เสร็จแล้วให้ใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกจนหมด

**7.5.9** กรณีที่มีคราบฝุ่นหรือวัสดุจับตัวแข็งอยู่ที่พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางราดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ ให้กำจัดคราบแข็งดังกล่าวออกโดยการใช้เครื่องมือใดๆ ที่เหมาะสมตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบ ขูดออก ล้างให้สะอาด ทิ้งไว้ให้แห้ง ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาด แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกให้หมด

**7.5.10** ผิวทางราดยางเดิมที่มีแอสฟัลต์เยิ้ม ก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ จะต้องแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนโดยการปาดแอสฟัลต์ที่เยิ้มออก หรือโดยวิธีการอื่นใดที่เหมาะสมที่ผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบ

**7.5.11** ผิวทางราดยางเดิมหรือชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใดๆ ที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ จะต้องทำแทคโคทก่อน โดยให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

**7.5.12** ขอบของโครงสร้างคอนกรีตใด ๆ หรือผิวหน้าตัดชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมที่ต่อเชื่อมกับแอสฟัลต์คอนกรีตที่จะก่อสร้างใหม่จะต้องทำแทคโคทก่อน โดยให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

**7.5.13** ผิวพื้นสะพานคอนกรีตที่จะต้องปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องขูดวัสดุยาแนวรอยแตกและรอยต่อส่วนเกินที่ติดอยู่ที่ผิวพื้นคอนกรีตให้หมด ล้างทำความสะอาดทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วใช้เครื่องเป่าลม เป่าฝุ่นออกให้หมด แล้วทำแทคโคทโดยดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

www.yotathai.com

## 8. วิธีการก่อสร้าง

### 8.1 การควบคุมการผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่โรงงานผสม

การดำเนินการควบคุมการผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่โรงงานผสม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**8.1.1** การควบคุมคุณภาพส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต มวลรวมและแอสฟัลต์ซีเมนต์ต้องมีคุณสมบัติตามข้อ **4** คุณภาพของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตต้องสม่ำเสมอตรงตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงานที่ได้กำหนดขึ้นสำหรับแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นๆ สูตรส่วนผสมเฉพาะงานอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามเหตุผลในข้อ **5.5** และข้อ **5.6**

**8.1.2** การควบคุมเวลาในการผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต โรงงานผสมต้องมีเครื่องตั้งเวลาและควบคุมเวลาแบบอัตโนมัติ ที่สามารถตั้งและปรับเวลาในการผสมแห้งและผสมเปียกได้ตามต้องการ สำหรับโรงงานผสมแบบชุด ระยะเวลาในการผสมแห้งและผสมเปียกควรใช้ประมาณ 15 วินาที และ30 วินาที ตามลำดับ

สำหรับโรงงานผสมแบบต่อเนื่อง ระยะเวลาในการผสมให้คำนวณจากสูตรตามข้อ **6.1.11 (3)** ในการผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตโดยโรงงานผสมทั้ง 2 แบบ ต้องได้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่สม่ำเสมอ ในกรณีที่ผสมกันตามเวลาที่กำหนดไว้แล้ว แต่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังผสมกันได้ไม่สม่ำเสมอตามต้องการ ก็ให้เพิ่มเวลาในการผสมขึ้นอีกก็ได้ แต่เวลาที่ใช้ในการผสมทั้งหมดต้องไม่เกิน 60 วินาที ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน การกำหนดเวลาในการผสมของโรงงานผสมใดๆ ให้กำหนดโดยการทดสอบหาปริมาณที่แอสฟัลต์เคลือบผิวมวลรวมตามวิธีการทดสอบ AASHTO T 195 “Determining Degree of Particle Coating of Bituminous Aggregate Mixtures” โดยให้ถือหลักเกณฑ์กำหนดตามตารางที่ **4**

**ตารางที่ 4 ปริมาณที่แอสฟัลต์เคลือบผิวมวลรวม**

| ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต | ปริมาณที่แอสฟัลต์เคลือบผิวมวลรวมร้อยละโดยพื้นที่ |
|---|---|
| พื้นทาง | ไม่น้อยกว่า 90 |
| ผิวทาง รองผิวทาง ไหล่ทาง ปรับระดับ | ไม่น้อยกว่า 95 |

**8.1.3** การควบคุมอุณหภูมิของวัสดุก่อนการผสมและอุณหภูมิของส่วนผสม แอสฟัลต์คอนกรีต

**(1)** มวลรวม ก่อนการผสมต้องให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 163±8 องศาเซลเซียส และมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก และขณะผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ จะต้องมีอุณหภูมิตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

**(2)** แอสฟัลต์ซีเมนต์ ขณะเก็บในถังเก็บรอใช้งานต้องมีอุณหภูมิไม่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เมื่อจะผสมกับมวลรวมต้องให้ความร้อนเพิ่มจนได้อุณหภูมิ 159±8 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิที่

www.yotathai.com

แอสฟัลต์มีความหนืด 170±20 เซนติสโตกส์ (Centistokes) หรืออุณหภูมิตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

**(3)** แอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเสร็จ ก่อนออกจากห้องผสมจะต้องมีอุณหภูมิระหว่าง 121-168 องศาเซลเซียส หรือตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน ถ้ามีอุณหภูมิแตกต่างไปกว่าที่กำหนดนี้ ห้ามนำส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตดังกล่าวไปใช้งาน

**(4)** ต้องมีการบันทึกอุณหภูมิของมวลรวมที่ผ่านหม้อเผา อุณหภูมิของแอสฟัลต์ซีเมนต์ขณะก่อนผสมกับมวลรวม และอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน โดยใช้เครื่องบันทึกอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ พร้อมที่จะให้ตรวจสอบได้ตลอดเวลา และผู้รับจ้างจะต้องส่งบันทึกรายการอุณหภูมิดังกล่าวประจำวันแก่ผู้ควบคุมงานทุกวันที่ปฏิบัติงาน

**(5)** การวัดอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่อยู่ในรถบรรทุก ต้องใช้เครื่องวัดอุณหภูมิที่อ่านอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็ว การวัดอุณหภูมิให้วัดผ่านรูที่เจาะไว้ข้างกระบะรถบรรทุกทั้ง 2 ด้าน ที่ประมาณกึ่งกลางความยาวของกระบะ และสูงจากพื้นกระบะประมาณ 150 มิลลิเมตร การวัดอุณหภูมิให้วัดจากรถบรรทุกทุกคันแล้วจดบันทึกอุณหภูมิไว้

## 8.2 การขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

การขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากโรงงานผสมไปยังสถานที่ก่อสร้าง ต้องใช้รถบรรทุกที่เตรียมไว้แล้วโดยถูกต้องตามข้อ **6.2** ในการขนส่งจะต้องมีผ้าใบ หรือแผ่นวัสดุอื่นใดที่ใช้ได้อย่างเหมาะสมคลุมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อรักษาอุณหภูมิและป้องกันน้ำฝนหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ

## 8.3 การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องใช้เครื่องปูที่ถูกต้องตามที่กำหนดในข้อ **6.3** โดยต้องผ่านการตรวจสอบ ตรวจปรับ และอนุญาตให้ใช้ได้แล้วจากผู้ควบคุมงาน การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องคำนวณความเร็วของเครื่องปูให้เหมาะสมกับกำลังผลิตของโรงงานผสม และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ การปูจะต้องดำเนินการไปโดยต่อเนื่องมากที่สุดด้วยความเร็วการปูที่สม่ำเสมอ ปริมาณส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ออกจากเตารีดของเครื่องปูจะต้องมีปริมาณสม่ำเสมอตลอดความกว้างของพื้นที่ที่ปู โดยขณะปูควรป้อนส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากกระบะบรรจุผ่านไปยังเกลียวเกลี่ยจ่ายทั้ง 2 ข้าง จนถึงส่วนเตารีดโดยสม่ำเสมอมีระดับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตคงที่และในการปฏิบัตินี้ให้เป็นไปโดยต่อเนื่องมากที่สุด ในส่วนของเตารีดอัตราเร็วการกระแทกของคานกระแทกและจำนวนรอบการสั่นสะเทือนของเตารีดแบบสั่นสะเทือนตลอดจนระยะเต้นจะต้องคงที่และใช้ให้เหมาะสมกับชนิดลักษณะของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ความหนาของชั้นทาง และอื่นๆ ในการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตผิวหน้าของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตขณะยังไม่ได้บดทับ จะต้องมีลักษณะผิวหน้าที่มีความเรียบความแน่นสม่ำเสมอทั้งทางด้านตามขวางและตามยาวโดยไม่มีรอยฉีก (Tearing) รอยเคลื่อนตัวเป็นแอ่ง (Shoving) การแยกตัวของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตหรือลักษณะความเสียหายอื่นๆ ขณะปูหากปรากฏว่ามีความเสียหายใดๆ เกิดขึ้นให้รีบแก้ไขในทันที ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีลักษณะจับตัวเป็นก้อนแข็ง ห้ามนำมาใช้

**8.3.1** สภาพผิวชั้นทางก่อนการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้องแห้ง ห้ามปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตขณะฝนตกหรือเมื่อผิวชั้นทางที่จะปูเปียกชื้น

**8.3.2** อุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตขณะปู ไม่ควรคลาดเคลื่อนไปจากอุณหภูมิเมื่อออกจากโรงงานผสมที่กำหนดให้โดยผู้ควบคุมงานเกินกว่า 14 องศาเซลเซียส แต่ทั้งนี้จะต้องไม่ต่ำกว่า 120 องศา

www.yotathai.com

เซลเซียส การตรวจวัดอุณหภูมิแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูแล้วบนถนน จะต้องดำเนินการเป็นระยะๆ ตลอดเวลาของการปู หากปรากฏว่าอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตไม่ถูกต้องตามที่กำหนดให้ตรวจสอบหาสาเหตุและแก้ไขโดยทันที

**8.3.3** การวางแนวก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต ก่อนการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทุกชั้น จะต้องวางแนวขอบชั้นทางที่จะปูก่อน โดยการใช้เชือกขึงวางแนวและยึดติดกับพื้นที่ที่จะปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้แน่น หรือวิธีการกำหนดแนวอื่นใดที่เหมาะสมตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อจะปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรแรกของชั้นทางแต่ละชั้น ทั้งนี้ เพื่อให้ได้ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ตรงแนวเรียบร้อยตามแบบ การดำเนินการนี้ไม่รวมถึงการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตติดกับคันหิน (Curb) และร่องระบายน้ำ (Gutter) หรือส่วนของโครงสร้างใดๆ ที่มีแนวถูกต้องตามแบบอยู่แล้ว

**8.3.4** ลำดับการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นจะต้องดำเนินการปูช่องจราจรหลักหรือทางตรงก่อน ส่วนช่องจราจรหรือบริเวณอื่นๆ เช่น ทางแยก ทางเชื่อม ส่วนขยาย หรือบริเวณย่อยอื่นๆ ให้ดำเนินการภายหลัง

**8.3.5** การก่อสร้างรอยต่อตามขวาง รอยต่อตามขวาง หมายถึง แนวก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตตามขวางที่ปลายแปลงก่อสร้างที่สิ้นสุดการก่อสร้างประจำวัน การก่อสร้างรอยต่อตามขวางอาจดำเนินการได้ 2 วิธี คือ

**(1)** การใช้ไม้แบบ โดยใช้ไม้แบบที่มีความหนาเท่ากับความหนาของชั้นทางที่ปู วางที่จุดสิ้นสุดของการปูแต่ละแปลงให้ตั้งฉากกับแนวการปู เมื่อปูแอสฟัลต์คอนกรีตถึงไม้แบบนี้ให้ปูเลยไปเป็นทางลาดที่มีความยาวเพียงพอที่จะไม่ทำให้ยวดยานสะดุดเมื่อแล่นผ่านและอาจอนุญาตให้ใช้ทรายรองพื้นส่วนลาดได้เพื่อความสะดวกในการลอกแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนที่เป็นทางลาดออก โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

**(2)** การใช้กระดาษแข็งสำเร็จรูปหรือแผ่นวัสดุสำเร็จรูปใดๆ ที่ใช้สำหรับทำรอยต่อตามขวางโดยเฉพาะ ซึ่งใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์และผู้ควบคุมงานเห็นชอบ โดยนำมาวางที่จุดสิ้นสุดของการปูแต่ละแปลงให้ตั้งฉากกับแนวการปู แล้วปูแอสฟัลต์คอนกรีตทับเป็นทางลาดที่มีความยาวเพียงพอที่จะไม่ทำให้ยวดยานสะดุดเมื่อแล่นผ่าน

เมื่อจะปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อจากรอยต่อตามขวางนั้น ก็ให้ยกไม้แบบแผ่นกระดาษแข็งหรือแผ่นวัสดุสำเร็จรูปนั้น รวมทั้งชั้นทางส่วนที่ปูเป็นทางลาดออกไป ตรวจสอบระดับด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบ หากระดับหรือความหนาของชั้นทางส่วนใดไม่ถูกต้องตามแบบ ให้ตัดชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนนั้นออกไปจนถึงชั้นทางส่วนที่มีระดับและความหนาถูกต้องตามแบบด้วยเครื่องตัดรอยต่อแอสฟัลต์คอนกรีตให้ได้แนวตรงและตั้งฉากโดยเรียบร้อย ก่อนที่จะปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อไป ให้ทารอยต่อตามขวางนั้นด้วยแอสฟัลต์บางๆ เพื่อให้รอยต่อเชื่อมกับชั้นทางที่จะปูใหม่ได้ดี การทารอยต่อด้วยแอสฟัลต์นี้ให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

ในกรณีที่การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตหยุดชะงักด้วยเหตุใดก็ตาม ในระหว่างการก่อสร้างประจำวัน จนทำให้อุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณหน้าเตารีดลดลงต่ำ

www.yotathai.com

กว่าที่กำหนด ก็ให้ทำรอยต่อตามขวางที่บริเวณนั้นด้วย โดยให้ตัดรอยต่อถึงบริเวณที่มีความหนาตามแบบและได้บดทับเรียบร้อยแล้ว โดยตัดให้ตั้งฉากพร้อมกับตักส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนที่ตัดออกทิ้งไป ให้ทารอยต่อตามขวางนั้นด้วยแอสฟัลต์บางๆ เพื่อให้รอยต่อต่อเชื่อมกับชั้นทางที่จะปูใหม่ได้ดี การทารอยต่อด้วยแอสฟัลต์ให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat) การปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อเชื่อมกับรอยต่อตามขวางในครั้งใดๆ เมื่อเริ่มปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตไปได้กระบะแรก ให้ใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบตรวจสอบระดับที่รอยต่อ หากไม่ได้ระดับตามที่กำหนด ให้ดำเนินการแก้ไขโดยด่วนขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูใหม่นั้นยังร้อนอยู่

ในการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตแต่ละช่องจราจร รอยต่อตามขวางของการก่อสร้างชั้นทางที่ช่องจราจรข้างเคียงต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกัน โดยต้องก่อสร้างให้มีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 5 เมตร ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดเป็นจุดอ่อนทำให้เกิดความเสียหายภายหลังได้

ในกรณีที่ปูแอสฟัลต์คอนกรีตหลายชั้น รอยต่อตามขวางของแต่ละชั้นจะต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 5 เมตร และจะต้องห่างจากรอยต่อตามขวางของช่องจราจรข้างเคียงไม่น้อยกว่า 5 เมตร ด้วย

**8.3.6** การก่อสร้างรอยต่อตามยาวในการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตประกบชั้นทางช่องจราจรข้างเคียงที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้วนั้น อาจทำได้ 2 วิธี คือ

**(1)** การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้เหลื่อมเข้าไปในชั้นทางช่องจราจรข้างเคียงที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว 25-50 มิลลิเมตร แล้วดันส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนที่เหลื่อมเข้าไปนี้ให้ชนแนวรอยต่อ โดยให้สูงกว่าระดับที่ด้านนอกถัดไปให้มากพอที่เมื่อบดทับแล้ว รถบดจะไปอัดส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตตรงรอยต่อนั้นแน่นและเรียบได้ระดับสม่ำเสมอกับผิวชั้นทางที่ก่อสร้างประกบนั้น

**(2)** การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้เหลื่อมเข้าไปในชั้นทางช่องจราจรข้างเคียงที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว 25-50 มิลลิเมตร คัดเม็ดวัสดุก้อนโตบริเวณที่เหลื่อมกันตรงรอยต่อนั้นออกทิ้งไป ซึ่งเมื่อบดทับจะได้รอยต่อตามยาวที่แน่น ไม่ขรุขระและเรียบได้ระดับสม่ำเสมอกับผิวทางที่ก่อสร้างประกบนั้น

ก่อนจะปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ประกบกับชั้นทางช่องจราจรที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว ให้ตัดแต่งรอยต่อตามยาวนั้นด้วยเครื่องมือตัดรอยต่อตามที่ระบุไว้ในข้อ **6.8.3** โดยตัดให้ตั้งฉากกับชั้นทางที่ปูทับ และรอยต่อนั้นจะต้องตรงแนวเรียบร้อยคม ไม่ฉีกขาด เสร็จแล้วให้ทารอยต่อนั้นด้วยแอสฟัลต์บางๆ เพื่อให้รอยต่อเชื่อมกันได้ดีกับชั้นทางที่ประกบ การทารอยต่อด้วยแอสฟัลต์นี้ ให้ดำเนินการตาม มยผ. 2122 - 57: มาตรฐานงานแทคโคท (Tack Coat)

ในการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตหลายชั้น แต่ละชั้นให้ก่อสร้างให้มีรอยต่อตามยาวเหลื่อมกันไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร ถ้าเป็นชั้นทาง 2 ช่องจราจร รอยต่อตามยาวของชั้นทางชั้นบนสุดให้อยู่ในแนวขอบช่องจราจรตามแบบ

www.yotathai.com

การปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตหลายช่องจราจรพร้อมกัน โดยใช้เครื่องปูหลายเครื่อง การปูชั้นทางโดยเครื่องปูที่ตามหลัง ให้ปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเหลื่อมเข้าไปในชั้นทางที่กำลังปูโดยเครื่องปูเครื่องหน้า 25-50 มิลลิเมตร ในกรณีเช่นนี้ไม่จำเป็นต้องตัดรอยต่อตามยาว และไม่ต้องทำแทคโคท

**8.3.7** การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในทางโค้ง ให้ปูช่องจราจรด้านโค้งในก่อนไปตามลำดับจนถึงโค้งนอก แต่ถ้าก่อสร้างในฤดูฝนจะต้องดำเนินการก่อสร้างให้เสร็จเต็มโค้งโดยเร็วที่สุด เพื่อป้องกันน้ำขังบนชั้นทาง

**8.3.8** การตรวจวัดความหนาของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต ให้ตรวจวัดความหนาของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูแล้วแต่ยังไม่ได้บดทับเป็นระยะๆ ช่วงละไม่เกิน 8 เมตร โดยให้ตรวจวัดความหนาตลอดความกว้างของชั้นทาง หากปรากฏว่าความหนาของชั้นทางคลาดเคลื่อนไปจากความหนาที่กำหนด ให้แก้ไขโดยทันทีขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังมีอุณหภูมิตามที่กำหนด กรณีที่มีความหนาน้อยกว่าที่กำหนด ให้คราดผิวแล้วนำส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีคุณภาพถูกต้องมาปูเสริม เกลี่ยให้ได้ระดับสม่ำเสมอแล้วตรวจสอบระดับให้ถูกต้อง

**8.3.9** การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยรถเกลี่ยปรับระดับ การปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณที่เครื่องปูไม่สามารถเข้าไปดำเนินการได้หรือไม่เหมาะสมที่จะเข้าไปดำเนินการ อาจพิจารณาให้ใช้รถเกลี่ยปรับระดับที่ถูกต้องตามที่ระบุไว้ในข้อ **6.4** ดำเนินการได้ แล้วตรวจสอบด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบให้ได้ระดับถูกต้อง ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

**8.3.10** การปูด้วยแรงคน กรณีที่เป็นพื้นที่จำกัด หรือพื้นที่ที่ต้องการปรับระดับพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง และอื่นๆ ที่เครื่องปูและรถเกลี่ยปรับระดับเข้าไปดำเนินการไม่ได้ ไม่เหมาะสม หรือไม่สะดวกที่จะเข้าไปดำเนินการ อาจพิจารณาใช้คนปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในบริเวณดังกล่าวได้ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน ในการใช้คนดำเนินการนี้ ให้ใช้พลั่วตักส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตไปกองเรียงกันบนพื้นที่ที่ต้องการปู แต่ละกองเป็นกองเดี่ยวๆ ห้ามกองทับกันเป็นกองสูง เกลี่ยแต่งให้เรียบสม่ำเสมอ แล้วตรวจสอบด้วยไม้บรรทัดวัดความเรียบให้ได้ระดับถูกต้อง

**8.3.11** การตรวจสอบความเรียบในการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้ดำเนินการตรวจสอบภายหลังจากการบดทับเที่ยวแรก โดยใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบวางทาบไปบนผิวหน้าชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต หากต้องเสริมแต่งปรับระดับใหม่ ให้ดำเนินการขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังมีอุณหภูมิตามที่กำหนด

## 8.4 การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตนั้น จะต้องใช้เครื่องจักรบดทับที่ถูกต้องตามที่กำหนดในข้อ **6.5** และจะต้องมีจำนวนเพียงพอที่จะอำนวยให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้โดยปกติ ไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก เครื่องจักรบดทับต่างๆ ดังกล่าวก่อนนำไปใช้งานจะต้องผ่านการตรวจสอบ ตรวจปรับ ให้เหมาะสมตามรายการและวิธีการตามที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด และอนุญาตให้ใช้ได้จากผู้ควบคุมงาน

การบดทับจะต้องกระทำทันทีหลังจากการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต และเริ่มบดทับขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังร้อนอยู่ โดยมีอุณหภูมิระหว่าง 120-150 องศาเซลเซียส เมื่อบดทับแล้วจะต้องได้ชั้นทางแอสฟัลต์

www.yotathai.com

คอนกรีตที่มีความแน่น ความเรียบสม่ำเสมอ ได้ระดับและความลาดตามแบบ ไม่มีรอยแตก รอยเคลื่อนตัวเป็นแอ่ง รอยคลื่น รอยล้อรถบด หรือความเสียหายของผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตอื่นๆ

**8.4.1** หลักการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทั่วๆ ไป ในกรณีที่ข้อกำหนดไม่ได้ระบุวิธีการบดทับเป็นอย่างอื่น การบดทับให้พิจารณาดำเนินการตามหลักการบดทับดังนี้ ในเบื้องต้นให้บดทับรอยต่อต่างๆ ก่อนโดยทันที ต่อจากนั้นก็ให้บดทับขั้นต้น (Initial or Breakdown Rolling) โดยให้รถบดทับตามหลังเครื่องปูให้ใกล้ชิดเครื่องปูมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ และในการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับต้องไม่มีรอยแตก ไม่มีส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อรถบด ต่อไปเป็นการบดทับขั้นกลาง (Intermediate Rolling) โดยให้บดทับตามติดการบดทับในขั้นต้นให้ใกล้ชิดที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้ และต้องดำเนินการขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังมีอุณหภูมิเหมาะสมที่จะทำให้ได้ความแน่นตามที่กำหนด ต่อจากนั้นเป็นการบดทับขั้นสุดท้าย (Finish Rolling) ซึ่งจะต้องดำเนินการขณะที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังมีอุณหภูมิที่รถบดจะสามารถลบรอยล้อรถบดทับที่ผ่านมาได้เรียบร้อย

ในการบดทับจะต้องเริ่มบดทับที่ขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านต่ำหรือด้านขอบนอกก่อน แล้วจึงค่อยๆ บดทับเหลื่อมเข้าไปสู้ด้านเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน เว้นแต่การบดทับช่วงการยกโค้งซึ่งจะต้องบดทับทางด้านต่ำก่อน แล้วจึงบดทับเหลื่อมไปทางด้านสูง การบดทับแต่ละเที่ยวให้บดทับขนานไปกับเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน และให้แนวบดทับเหลื่อมกัน (Overlap) ประมาณ 150 มิลลิเมตร แต่ถ้าบดทับแล้วเกิดเป็นคลื่นตามขวางหรือส่วนผสมเคลื่อนตัวเป็นแอ่งก็ให้เปลี่ยนเป็นบดทับเหลื่อมกันครึ่งหนึ่งของความกว้างของล้อรถบด การหยุดรถบดแต่ละเที่ยวของการบดทับ ต้องไม่หยุดที่แนวเดียวกับรอยหยุดของรถบดเที่ยวก่อน แต่ควรหยุดรถบดให้เหลื่อมกันเป็นระยะห่างพอสมควร

ในระหว่างการบดทับ หากมีส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อรถบด ควรใช้น้ำหรือสาร สำหรับเคลือบล้อรถบดใดๆ ที่เหมาะสมที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ พ่นล้อรถบดบางๆ เพียงเพื่อเคลือบผิวหน้าล้อรถบดให้เปียกชื้น เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อรถบด หากหมดความจำเป็นแล้วให้เลิกใช้ การบดทับรถบดจะต้องวิ่งด้วยความเร็วต่ำและสม่ำเสมอโดยใช้ล้อขับ (Drive Wheel) นำหน้าให้ใกล้ชิดเครื่องปูมากที่สุด หากมีการเปลี่ยนความเร็วรถขณะบดทับ จะต้องค่อยๆ เปลี่ยนความเร็วทีละน้อย ในช่องทางการบดทับช่องทางใดๆ การบดทับเดินหน้าและถอยหลังให้อยู่ในแนวช่องทางการบดทับเดียวกัน ก่อนเดินหน้าและถอยหลังรถบดจะต้องหยุดนิ่งก่อน ถ้าเป็นรถบดสั่นสะเทือนจะต้องหยุดการสั่นสะเทือนก่อนด้วย การเปลี่ยนแนวช่องทางบดทับจะต้องค่อยๆ เปลี่ยน โดยให้เปลี่ยนบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณที่ได้บดทับและเย็นตัวแล้ว ห้ามเปลี่ยนบนผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับหรือที่ยังร้อนอยู่ การบดทับช่องทางบดทับถัดไปจะต้องขนานกับช่องทางเดิม การจอดรถบดขณะบดทับหรือบดทับเสร็จแล้ว ให้จอดบนผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณที่เย็นตัวแล้ว ห้ามจอดบนผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ยังร้อนอยู่ ถ้าในการบดทับทำให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเกิดการเคลื่อนตัวออกไปต้องแก้ไขโดยด่วน โดยการคราดส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณดังกล่าวให้หลวม แล้วนำส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีคุณภาพและอุณหภูมิถูกต้องมาเพิ่ม พร้อมกับแต่งระดับให้สม่ำเสมอได้ระดับถูกต้องแล้วจึงบดทับใหม่

**8.4.2** ความเร็วของรถบดในการบดทับ ในการบดทับโดยทั่วๆ ไป รถบดจะต้องวิ่งด้วยความเร็วต่ำและสม่ำเสมอความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการบดทับขึ้นอยู่กับชนิดของรถบด อุณหภูมิ ชนิด ลักษณะและ

www.yotathai.com

ความหนาของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ขั้นตอนการบดทับ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ความเร็วสูงสุดในการบดทับ สำหรับรถบดล้อเหล็กแบบไม่สั่นสะเทือน รถบดล้อเหล็กแบบสั่นสะเทือนซึ่งบดทับโดยไม่สั่นสะเทือน และรถบดล้อยาง ในการบดทับขั้นตอนต่างๆ ควรจะเป็นไปตามตารางที่ **5**

**ตารางที่ 5 ความเร็วของรถบดในการบดทับ**

| ชนิดของรถบด | ความเร็วของการบดในการบดทับ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | การบดทับขั้นต้น | | การบดทับขั้นกลาง | | การบดทับขั้นสุดท้าย | |
| | กม./ชม. | ไมล์/ชม. | กม./ชม. | ไมล์/ชม. | กม./ชม. | ไมล์/ชม. |
| รถบดล้อเหล็กชนิด 2 ล้อ | 3 | 2 | 5 | 3 | 5* | 3* |
| รถบดล้อยาง | 5 | 3 | 5 | 3 | 8 | 5 |
| รถบดสั่นสะเทือน** | 4-5 | 2.5-3 | 4-5 | 2.5-3 | - | - |

**หมายเหตุ** * รวมถึงรถบดสั่นสะเทือนบดทับโดยไม่สั่นสะเทือน

** ดูตารางที่ **6** ประกอบ

ความเร็วสูงสุดของการบดทับสำหรับรถบดสั่นสะเทือนที่มีความถี่ในการสั่นสะเทือนใดๆ ขึ้นอยู่กับระยะกระแทกของล้อรถบด (Impact Spacing) ซึ่งตามปกติระยะการกระแทกของล้อรถบดจะน้อยกว่าความหนาของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดทับแล้ว ในการบดทับระยะกระแทกของล้อรถบดไม่ควรน้อยกว่า 10 ครั้ง ต่อระยะทาง 300 มิลลิเมตร (หรือ 33 ครั้งต่อระยะทาง 1 เมตร) ที่รถบดเคลื่อนตัวไป สำหรับความเร็วที่เหมาะสมในการบดทับของรถบดสั่นสะเทือนที่ความถี่การสั่นสะเทือนใดๆ ที่ใช้และระยะกระแทกของล้อรถ บดที่กำหนด ควรจะเป็นไปตามตารางที่ **6**

**8.4.3** การทำแปลงทดลองเพื่อกำหนดรูปแบบของการบดทับ ก่อนเริ่มการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อให้ใช้เครื่องจักรบดทับที่มีอยู่ได้ถูกต้องเหมาะสมต่องานและเกิดประโยชน์สูงสุด ควรทำแปลงทดลองในสนามยาวประมาณ 100-150 เมตร เพื่อกำหนดรูปแบบของการบดทับ (Pattern of Rolling) ที่เหมาะสมกับชนิด จำนวน สภาพเครื่องจักรที่นำมาใช้งาน โดยเมื่อบดทับเสร็จแล้วจะต้องได้ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความเรียบ ความแน่นสม่ำเสมอ ได้ระดับความลาดตามแบบ และมีคุณสมบัติอื่นๆ ถูกต้องตามที่กำหนด การทำแปลงทดลองบดทับนี้ให้ดำเนินการแก้ไข ปรับการใช้งานหรือเพิ่มจำนวนเครื่องจักรบดทับได้แล้วแต่กรณี จนกว่าจะสามารถบดทับได้ถูกต้องตามที่กำหนด และผู้ควบคุมงานเห็นชอบแล้ว จึงนำไปใช้เป็นบรรทัดฐานในการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในงานนั้นๆ ต่อไป ในระหว่างการก่อสร้างหากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกี่ยวกับส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต หรือเครื่องจักรบดทับที่ใช้งานและอื่นๆ ผู้ควบคุมงานอาจพิจารณาให้ปรับปรุงแก้ไขหรือทำแปลงทดลองในสนามเพื่อทดลองหาความเหมาะสมใหม่ก็ได้ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

www.yotathai.com

การกำหนดรูปแบบการบดทับที่เหมาะสมสำหรับเครื่องจักรบดทับชุดใดที่ใช้งานนั้น ให้ผู้รับจ้างดำเนินการทดลองบดทับ เพื่อกำหนดขนาดพื้นที่บดทับที่สัมพันธ์กับกำลังผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตของโรงงานผสม อัตราการปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต และเพื่อทราบจำนวนเที่ยวการบดทับเต็มผิวหน้าชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต (Coverage) จำนวนเที่ยวการบดทับซ้ำที่ช่องทางบดทับแต่ละช่อง (Pass) ความเร็วของรถบดแต่ละชนิดในการบดทับและอื่นๆ

**ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว ความถี่ และจำนวนครั้งการกระแทก (ช่วงที่ควรใช้อยู่ในกรอบเส้นทึบ)**

| ความถี่การสั่นสะเทือน เฮิรตซ์ (รอบต่อนาที) | | จำนวนครั้งการกระแทกต่อระยะ 1 เมตร (จำนวนครั้งการกระแทกต่อระยะ 1 ฟุต) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 (1,800) | | 45.0 | 33.8 | 27.0 | 22.5 | 19.3 |
| | | (13.6) | (10.2) | (8.2) | (6.8) | (5.8) |
| 33 (2,000) | | 50.0 | 37.5 | 30.0 | 25.0 | 21.4 |
| | | (15.2) | (11.4) | (9.1) | (7.6) | (6.5) |
| 37 (2,200) | | 55.0 | 41.3 | 33.0 | 27.5 | 23.6 |
| | | (16.7) | (12.5) | (10.0) | (8.3) | (7.1) |
| 40 (2,400) | | 60.0 | 45.0 | 36.0 | 30.0 | 25.7 |
| | | (18.2) | (13.6) | (10.9) | (9.1) | (7.8) |
| 43 (2,600) | | 65.0 | 48.8 | 39.0 | 32.5 | 27.9 |
| | | (19.7) | (14.8) | (11.8) | (9.8) | (8.4) |
| 47 (2,800) | | 70.0 | 52.5 | 42.0 | 35.0 | 30.0 |
| | | (21.2) | (15.9) | (12.7) | (10.6) | (9.1) |
| 50 (3,000) | | 75.0 | 56.3 | 45.0 | 37.5 | 32.1 |
| | | (22.7) | (17.0) | (13.0) | (11.4) | (9.7) |
| ความเร็วรถบด | กม./ชม | 2.4 | 3.2 | 4.0 | 4.8 | 5.6 |
| | ไมล์/ชม | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 |
| | ม./นาที | 40.0 | 53.3 | 66.7 | 80.0 | 93.3 |
| | ฟุต/นาที | 132 | 176 | 220 | 264 | 308 |

**8.4.4** ลำดับขั้นตอนการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต

**(1)** เมื่อปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรแรก หรือเต็มผิวจราจรในคราวเดียว การบดทับจะต้องดำเนินการตามลำดับดังนี้

www.yotathai.com

**ก.** บดทับรอยต่อตามขวาง

**ข.** บดทับขอบผิวชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านนอก

**ค.** บดทับขั้นต้น

**ง.** บดทับขั้นกลาง

**จ.** บดทับขั้นสุดท้าย

**(2)** เมื่อปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตหลายช่องจราจรพร้อมกัน หรือปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ประกบกับช่องจราจรเดิมที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว หรือประกบกับแนวโครงสร้างใดที่มีอยู่แล้ว การบดทับจะต้องดำเนินการตามลำดับดังนี้

**ก.** บดทับรอยต่อตามขวาง

**ข.** บดทับรอยต่อตามยาว

**ค.** บดทับขอบผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านนอก

**ง.** บดทับขั้นต้น

**จ.** บดทับขั้นกลาง

**ฉ.** บดทับขั้นสุดท้าย

**8.4.5** การบดทับรอยต่อตามขวาง ให้ใช้รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ หรือ รถบดสั่นสะเทือน แต่ให้บดทับโดยไม่สั่นสะเทือน

สำหรับการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรแรก ก่อนการบดทับรอยต่อตามขวางควรใช้แผ่นไม้ที่มีความเหมาะสม วางรองชิดขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณรอยต่อตามขวางทั้ง 2 ด้าน เพื่อรองรับล้อรถบดเวลาบดทับเลยขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตออกไป เป็นการป้องกันมิให้ขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปลายรอยต่อตามขวางเสียหายเสร็จ แล้วจึงบดทับรอยต่อตามขวาง โดยในการบดทับเที่ยวแรกให้รถบดวิ่งบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว และให้ล้อรถบดเหลื่อมเข้าไปในบริเวณชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูใหม่ประมาณ 150 มิลลิเมตร ใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบตรวจสอบความเรียบของรอยต่อ หากไม่ถูกต้องให้แก้ไขให้เรียบร้อยทันที และในการบดทับเที่ยวต่อๆ ไป ให้แนวบดทับค่อยๆ เลื่อนเข้าไปในบริเวณชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูใหม่เที่ยวละ 150-200 มิลลิเมตร จนในที่สุดล้อรถบดจะเข้าไปบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ปูใหม่ทั้งหมด

สำหรับการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรประกบกับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตช่องจราจรที่ได้ก่อสร้างเรียบร้อยแล้ว การบดทับในครั้งแรกให้บดทับบริเวณปลายรอยต่อตามขวางด้านที่บรรจบกับรอยต่อตามยาว โดยให้บดทับขนานไปตามรอยต่อตามยาวเป็นระยะประมาณ 0.5-1 เมตร แล้วใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบตรวจสอบความเรียบของรอยต่อ หากไม่ถูกต้องให้แก้ไขให้เรียบร้อยทันที ต่อจากนั้นให้เริ่มบดทับรอยต่อตามขวาง ก่อนบดทับควรใช้แผ่นไม้ที่มีความเหมาะสมวางรองชิดขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณรอยต่อตามขวางด้านนอก เสร็จแล้วให้บดทับรอยต่อตามขวาง โดยให้ดำเนินการตามวิธีการบดทับดังกล่าวข้างต้น

**8.4.6** การบดทับรอยต่อตามยาว รอยต่อตามยาวแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

www.yotathai.com

**(1)** รอยต่อเย็นหรือรอยต่อเก่า (Cold Joint) หมายถึง รอยต่อตามยาวระหว่างช่องจราจรที่ได้ก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต และบดทับเรียบร้อยแล้ว กับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใหม่ที่ก่อสร้างประกบกัน

ในการบดทับรอยต่อตามยาว เมื่อใช้รถบดล้อเหล็กชนิดไม่สั่นสะเทือน การบดทับเที่ยวแรกให้ล้อรถบดส่วนใหญ่อยู่บนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว โดยให้ล้อรถบดเหลื่อมเข้าไปบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างใหม่ 100-150 มิลลิเมตร และในการบดทับเที่ยวต่อๆ ไป ให้ล้อรถบดค่อยๆ เลื่อนแนวบดทับเหลื่อมเข้าไปบนชั้นทางที่ก่อสร้างใหม่เพิ่มขึ้นจนกระทั่งล้อรถบดทั้งหมดจะอยู่บนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างใหม่ ในกรณีใช้รถบดสั่นสะเทือนบดทับ การบดทับจะต้องให้ล้อรถบดส่วนใหญ่อยู่บนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่สร้างใหม่โดยให้ล้อรถบดเหลื่อมเข้าไปบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างแล้ว 100-150 มิลลิเมตร และให้ดำเนินการบดทับซ้ำตามแนวบดทับดังกล่าว จนกระทั่งได้รอยต่อตามยาวที่เรียบร้อยและได้ความแน่นตามที่กำหนด

**(2)** รอยต่อร้อนหรือรอยต่อใหม่ (Hot Joint) หมายถึงรอยต่อตามยาวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตระหว่างช่องจราจร 2 ช่อง ที่ก่อสร้างพร้อมกัน โดยการปูด้วยเครื่องปู 2 ชุด

ในการบดทับรอยต่อตามยาวแบบนี้ให้ใช้รถบดล้อเหล็กเข้าบดทับพื้นที่บริเวณรอยต่อทั้ง 2 ข้างของรอยต่อตามยาว กว้างประมาณ 400 มิลลิเมตร ที่เว้นไว้ในการบดทับขั้นต้น การบดทับให้แนวรอยต่อตามยาวอยู่กึ่งกลางความกว้างของล้อรถบด โดยให้บดทับจนกว่าจะได้รอยต่อตามยาวที่เรียบร้อยและได้ความแน่นตามที่กำหนด

**8.4.7** การบดทับขั้นต้น (Initial or Breakdown Rolling) ภายหลังจากที่ได้บดทับรอยต่อต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ดำเนินการบดทับขั้นต้นเมื่อส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 120 องศาเซลเซียส การบดทับให้ใช้ได้ทั้งรถบดล้อเหล็กแบบไม่สั่นสะเทือนหรือรถบดสั่นสะเทือน เครื่องจักรบดทับที่ใช้ต้องถูกต้องตามข้อ **6.5** โดยน้ำหนักรถบด น้ำหนักบดทับ น้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบด ความถี่การสั่นสะเทือนระยะเต้นของล้อรถบด ความเร็วของรถบด และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ จะต้องพิจารณาใช้ให้เหมาะสมกับชนิด ลักษณะ ความคงตัว อุณหภูมิ ความหนาของชั้นทางที่ปู และสภาพของชั้นทางที่อยู่ภายใต้ที่จะก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ การบดทับให้เริ่มบดทับจากขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านต่ำ หรือขอบชั้นทางด้านนอก ไปหาขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตด้านสูงหรือขอบชั้นทางด้านใน

การบดทับโดยใช้รถบดสั่นสะเทือน ควรใช้ความถี่การสั่นสะเทือน และระยะเต้นของล้อรถบดให้เหมาะสม ความถี่การสั่นสะเทือนควรอยู่ระหว่าง 33-50 เฮิรตซ์ (2,000-3,000 รอบต่อนาที) และระยะเต้นของล้อรถบดควรอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 มิลลิเมตร สำหรับการบดทับชั้นผิวทางหรือผิวไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต ควรใช้ค่าความถี่การสั่นสะเทือนด้านสูง และใช้ค่าระยะเต้นด้านต่ำ แต่ถ้าเป็นชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ใช่ชั้นผิวทางและมีความหนามากกว่า 50 มิลลิเมตร อาจใช้ค่าความถี่การสั่นสะเทือนด้านต่ำ และใช้ค่าระยะเต้นด้านสูงได้ อย่างไรก็ตามการใช้ค่าความถี่การสั่นสะเทือนและค่าระยะเต้นของล้อรถบดในการบดทับให้พิจารณาจากผลการทำแปลงทดลองตามข้อ **8.4.3**

www.yotathai.com

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาน้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ต้องพิจารณาความเหมาะสมเป็นพิเศษ หากใช้รถบดล้อเหล็ก ไม่ควรบดทับโดยการสั่นสะเทือน หากจะใช้รถบดบดทับโดยการสั่นสะเทือนก็ให้ใช้ค่าระยะเต้นของล้อรถบดด้านค่าต่ำ โดยเมื่อบดทับแล้วจะต้องไม่เกิดความเสียหายของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต เช่น เกิดการยุบตัว ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาระหว่าง 25-50 มิลลิเมตร หากใช้รถบดสั่นสะเทือนบดทับ ควรใช้ค่าความถี่การสั่นสะเทือนด้านสูง และใช้ค่าระยะเต้นของล้อรถบดด้านต่ำ

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนามากกว่า 50 มิลลิเมตร ด้วยรถบดสั่นสะเทือน สำหรับการบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ใช่ชั้นผิวทาง อาจใช้ค่าระยะเต้นของล้อรถบดด้านสูงได้ แต่สำหรับชั้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต ควรจะใช้ค่าความถี่การสั่นสะเทือนด้านสูง และใช้ค่าระยะเต้นของล้อรถบดด้านต่ำ

การบดทับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนามากกว่า 50 มิลลิเมตร และไม่มีแนวสิ่งก่อสร้าง เช่น คันหิน หรือชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างแล้วช่วยอัดด้านข้างไว้ หากบดทับตามวิธีการปกติแล้วปรากฏว่ามีการเคลื่อนตัวของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตด้านข้างให้เปลี่ยนวิธีการบดทับใหม่ โดยให้ร่นแนวบดทับเที่ยวแรกเข้าไปให้ห่างจากขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตประมาณ 300 มิลลิเมตร หลังจากนั้นให้บดทับต่อไปตามปกติ เสร็จแล้วจึงกลับมาบดทับขอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตส่วนที่เว้นไว้นั้นในเที่ยวสุดท้ายของการบดทับเต็มหน้าเที่ยวแรกต่อไป

การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต 2 ช่องจราจรพร้อมกัน การบดทับในขั้นต้นนี้ให้ดำเนินการพร้อมกันทั้ง 2 ช่องจราจร โดยให้เว้นระยะของแนวบดทับให้ห่างจากรอยต่อร้อนหรือรอยต่อใหม่ของแต่ละช่องจราจร ไว้ข้างละประมาณ 200 มิลลิเมตร พื้นที่แนวรอยต่อดังกล่าวนี้ให้ดำเนินการบดทับตามข้อ **8.4.6 (2)** ต่อเนื่องกันไป

**8.4.8** การบดทับขั้นกลาง (Intermediate Rolling) ให้เริ่มดำเนินการบดอัดเมื่อชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียส การบดทับขั้นกลางควรดำเนินการตามรูปแบบการบดทับขั้นต้น โดยให้บดทับตามหลักการบดทับขั้นต้นให้ใกล้ชิดที่สุด และให้บดทับโดยต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้ความแน่นตามที่กำหนดและสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลงที่ก่อสร้าง

การบดทับขั้นกลางตามปกติให้ใช้รถบดล้อยางเป็นหลัก โดยเฉพาะชั้นผิวทางและผิวไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต ให้ปรับน้ำหนักรถบด และความดันลมยาง เพื่อให้ได้แรงอัดที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อรถบดที่เหมาะสมกับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับ

สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตอื่นๆ หรือชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนามากกว่า 50 มิลลิเมตร ที่ไม่ใช่ชั้นผิวทางและผิวไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต อาจพิจารณาให้ใช้รถบดล้อเหล็ก รถบดสั่นสะเทือนบดทับร่วมกับรถบดล้อยางด้วยได้ตามความเหมาะสม โดยน้ำหนักรถบด น้ำหนักบดทับ น้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบด ความถี่การสั่นสะเทือน ระยะเต้นของล้อรถบด และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ จะต้องพิจารณาใช้ให้เหมาะสมกับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

www.yotathai.com

**8.4.9** การบดทับขั้นสุดท้าย (Finish Rolling) มีจุดประสงค์เพื่อลบรอยล้อรถบดที่ผิวหน้าและทำให้ผิวหน้าเรียบสม่ำเสมอเท่านั้น ทั้งนี้ให้เริ่มดำเนินการเมื่อชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตมีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 66 องศาเซลเซียส โดยให้ใช้รถบดล้อเหล็กแบบไม่สั่นสะเทือนหรือใช้รถบดสั่นสะเทือนแต่บดทับโดยไม่สั่นสะเทือนเท่านั้น รถบดต้องมีน้ำหนัก น้ำหนักบดทับ น้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบด และปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เหมาะสมกับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่กำลังบดทับ

**8.4.10** การบดทับพื้นที่พิเศษ

**(1)** การบดทับบนพื้นที่ลาดชันสูง (Steep Grade) สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างบนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง หรือในทางโค้งที่มีการยกโค้งสูง การบดทับโดยรถบดล้อเหล็กแบบไม่สั่นสะเทือน ให้ใช้ล้อตาม (Tiller Wheel) เดินหน้า โดยให้บดทับตามหลังเครื่องปู โดยใกล้ชิดที่สุด ไม่ว่าเครื่องปูจะปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตขึ้นทางลาดชันหรือปูลงตามทางลาดชันก็ตาม ในการบดทับโดยใช้รถบดสั่นสะเทือนนั้น การบดทับในเที่ยวแรกให้บดทับโดยไม่สั่นสะเทือน แต่หลังจากที่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตของชั้นทางมีความคงตัว (Stability) สูงขึ้นมากพอที่จะบดทับโดยการสั่นสะเทือนได้ ก็ให้บดทับต่อไปโดยการสั่นสะเทือน โดยให้ใช้ค่าระยะเต้นของล้อรถบดด้านต่ำ

**(2)** การบดทับบนพื้นที่ที่รถบดเข้าไปดำเนินการไม่ได้ (Inaccessible Area) สำหรับพื้นที่ที่ก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่รถบดเข้าไปดำเนินการไม่ได้ เช่น บริเวณที่ชิดกับคันหินและร่องระบายน้ำ สะพาน ขอบบ่อพัก และสิ่งกีดขวางอื่นๆ จะต้องใช้เครื่องจักรหรือเครื่องมือบดทับขนาดเล็กที่ถูกต้องตามข้อ **6.8.1** และหรือข้อ **6.8.2** การนำมาใช้และการใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้คุมงาน

**(3)** การบดทับทแยงมุม ในขั้นแรกให้ดำเนินการบดทับในแนวทแยงมุมก่อน ต่อจากนั้นจึงบดทับขนานกับขอบทางโค้ง

**ก.** การบดทับทแยงมุม ในขั้นแรกให้ดำเนินการบดทับในแนวทแยงมุมก่อน ต่อจากนั้นจึงบดทับขนานกับขอบทางโค้ง

**ข.** การบดทับขนาน ในขั้นแรกให้ดำเนินการบดทับในแนวขนาน โดยตั้งฉากกับแนวเส้นแบ่งกึ่งกลางทางแยกก่อน ต่อจากนั้นจึงบดทับขนานกับขอบทางโค้ง

## 9. การตรวจสอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จแล้ว

หลักเกณฑ์ในการตรวจสอบชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว มีดังต่อไปนี้

### 9.1 ลักษณะผิว (Surface Texture)

ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องได้ระดับและความลาดตามแบบ มีลักษณะผิวและลักษณะการบดทับที่สม่ำเสมอ ไม่ปรากฏความเสียหาย เช่น แอสฟัลต์คอนกรีตที่ผิวหน้าหลุด (Pull) รอยฉีก (Torn) ผิวหน้าหลวมหรือแยกตัว (Segregation) เป็นคลื่น (Ripple) หรือความเสียหายอื่นๆ หากตรวจสอบแล้วปรากฏความเสียหายดังกล่าว จะต้องดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องเรียบร้อยตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

www.yotathai.com

**9.2 ความเรียบที่ผิว (Surface Tolerance)**

เมื่อใช้ไม้บรรทัดวัดความเรียบตามข้อ **6.8.5** วางทาบบนผิวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในแนวตั้งฉากและในแนวขนานกับแนวเส้นแบ่งกึ่งกลางถนน ระดับผิวของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตภายใต้ไม้บรรทัดวัดความเรียบจะแตกต่างจากระดับของไม้บรรทัดวัดความเรียบได้ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร และ 3 มิลลิเมตร ตามลำดับ

**9.3 ความแน่น (Density)**

การตรวจสอบรับรองความแน่นของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้จากการเปรียบเทียบค่าความแน่นของตัวอย่างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตกับค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องปฏิบัติการตาม มยผ. 2217.-.57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall) โดยคำนวณเป็นค่าความแน่นร้อยละของค่าความแน่นของตัวอย่างที่บดอัดในห้องปฏิบัติการ ตามรายละเอียดดังนี้

**9.3.1** การจัดเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตในห้องปฏิบัติการ ให้เก็บตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากรถบรรทุกที่โรงงานผสมก่อนส่งออกไปยังสถานที่ก่อสร้างโดยการสุ่มตัวอย่างจากรถบรรทุกจากการผลิตส่วนผสมฟัลต์คอนกรีตประจำวันเป็นระยะๆ แล้วนำไปดำเนินการในห้องปฏิบัติการ โดยให้ได้ก้อนตัวอย่างอย่างน้อย 8 ก้อนตัวอย่างในแต่ละวันที่ปฏิบัติงาน ทดสอบหาค่าความแน่น แล้วนำค่าความแน่นที่ทดสอบได้จากก้อนตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย เป็นความแน่นในห้องปฏิบัติการประจำวัน สำหรับใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบเป็นค่าความแน่นร้อยละของตัวอย่างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม

การเก็บตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตให้ดำเนินการตามรายละเอียดและวิธีการที่กำหนด การทดสอบหาค่าความแน่นให้ดำเนินการตาม มยผ. 2217-57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall) ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในห้องปฏิบัติการ จะต้องตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน และมีอุณหภูมิในขณะบดอัดก้อนตัวอย่างตรงตามที่กำหนด สำหรับตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ดำเนินการในห้องปฏิบัติการนั้นอนุญาตให้นำเข้าอบในเตาอบเพื่อรักษาอุณหภูมิไว้ได้นานไม่เกิน 30 นาที ในระหว่างดำเนินการถ้าอุณหภูมิของตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิการบดอัดที่กำหนด ให้นำตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตดังกล่าวนั้นทิ้งไป ห้ามนำไปอบเพื่อนำมาใช้บดอัดทำก้อนตัวอย่างทดสอบอีกต่อไป

**9.3.2** การจัดเตรียมก้อนตัวอย่างของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม ให้เจาะก้อนตัวอย่างตัวแทนของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามที่ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ด้วยเครื่องเจาะตัวอย่างที่ถูกต้องตามข้อ **6.8.4** โดยให้เจาะเก็บก้อนตัวอย่างไม่น้อยกว่าจำนวน 1 ก้อนตัวอย่างทุกๆ ระยะทางประมาณ 250 เมตรต่อช่องจราจร หรือทุกๆ ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่นำมาใช้งานประมาณ 100 ตัน แล้วนำไปทดสอบหาค่าความแน่นตาม มยผ. 2217.-.57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall)

สำหรับชั้นผิวทางชั้นรองผิวทาง และชั้นปรับระดับแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ค่าความแน่นของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ของค่าความแน่นเฉลี่ยของก้อนตัวอย่างจากห้องปฏิบัติการที่ใช้เปรียบเทียบประจำวัน

www.yotathai.com

สำหรับชั้นพื้นทาง และผิวไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต ค่าความแน่นของชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตในสนามจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 97 และ 96 ของค่าความแน่นของก้อนตัวอย่างจากห้องปฏิบัติการที่ใช้เปรียบเทียบประจำวันตามลำดับ

## 10. การอำนวยการและควบคุมการจราจรระหว่างการก่อสร้าง

ในระหว่างการก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องจัดและควบคุมการจราจรไม่ให้ผ่านชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างใหม่ จนกว่าชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตจะเย็นตัวลงมากพอ โดยเมื่อเปิดให้การจราจรผ่านแล้วจะไม่ทำให้เกิดร่องรอยบนชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นโดยจะต้องติดตั้งป้ายจราจร พร้อมอุปกรณ์ควบคุมการจราจรอื่นๆ ที่จำเป็นตามที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด พร้อมจัดบุคลากรเพื่ออำนวยการจราจรให้ผ่านพื้นที่ก่อสร้างได้โดยสะดวกปลอดภัย และไม่ทำให้ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่ก่อสร้างใหม่นั้นเสียหาย ระยะเวลาในการปิดและเปิดการจราจรให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

## 11. เอกสารอ้างอิง


**11.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 230 - 2531: มาตรฐานงานผิวทางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต (Asphaltic Concrete )

**11.2** มาตรฐานกรมทางหลวงชนบท มทช. 230 - 2545: มาตรฐานงานแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

**11.3** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ม. 408/2532: แอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete or Hot Mix Asphalt)

**11.4** AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS : ASTM. STANDARD D-1559

**11.5** THE ASPHALT INSTITUTE “MIX DESIGN METHODS FOR ASPHALT CONCRETE AND THE HOT-MIX TYPES” MANUAL SERIES NO.2 (MS-2)

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยผ. 2132 - 57

# มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**2. นิยาม**

**“งานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)”** หมายถึง การก่อสร้างผิวหรือผิวไหล่ทางด้วยการลาดแอสฟัลต์และเกลี่ยวัสดุหินย่อยปิดทับ โดยจะก่อสร้างเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้นบนชั้นพื้นทางที่ได้ลาดแอสฟัลต์ไพรมโคท (Prime Coat) แล้วหรือบนพื้นที่อื่นใดที่ได้เตรียมไว้แล้ว

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ.2107 - 57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**3.2** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

**3.3** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอก. 851: แอสฟัลต์ซีเมนต์ สำหรับงานทาง

**3.4** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865: มาตรฐานคัทแบคแอสฟัลต์

**4. วัสดุ**

**4.1 วัสดุยางแอสฟัลต์** ที่ใช้ต้องเป็นประเภทและชนิด ดังต่อไปนี้อย่างใดอย่างหนึ่ง

**4.1.1** แอสฟัลต์ซีเมนต์ (Asphalt Cement) AC 60-70, AC 80-100 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาตรฐาน มอก. 851:แอสฟัลต์ซีเมนต์ สำหรับงานทาง

**4.1.2** คัทแบคแอสฟัลต์ชนิดบ่มเร็ว (Rapid Curing Cut Back Asphalt) RC-800, RC-3000 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 865: มาตรฐานคัทแบคแอสฟัลต์

**4.1.3** แคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่น (Cationic Asphalt Emulsion) CRS-1,CRS-2 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิก แอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน
อุณหภูมิที่ใช้ลาดแอสฟัลต์ชนิดต่างๆ ดังกล่าวมาแล้วให้เป็นไปตามตารางที่ **1**

**4.1.4** แอสฟัลต์ชนิดอื่นๆ หรือแอสฟัลต์ที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยสารใดๆ นอกเหนือจากนี้ต้องมีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าทั้งนี้ต้องผ่านการทดสอบคุณภาพและต้องได้รับอนุญาตให้ใช้ได้จากกรมโยธาธิการและผังเมืองเป็นกรณีไป

**4.1.5** กรณีที่ทางมีความลาดชันมากหรือมีปัญหาแอสฟัลต์ไหลก่อนลงหินย่อย ผู้ควบคุมงานอาจห้ามใช้แอสฟัลต์อิมัลชั่นหรือคัทแบคแอสฟัลต์ชนิดนั้นๆ

**4.1.6** กรณีที่มีปริมาณการจราจรมาก หรือไม่สามารถปิดการจราจรได้นาน ผู้ควบคุมงานอาจกำหนดให้ใช้เฉพาะแอสฟัลต์ซีเมนต์เท่านั้น

www.yotathai.com

**4.1.7** กรณีที่อุณหภูมิของผิวทางต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ห้ามใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ หากมีความจำเป็นต้องใช้จะต้องใช้น้ำมัน (Cutter) ผสม และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน ปริมาณของน้ำมันที่ใช้ให้เป็นไปตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนด แต่ไม่มากกว่าค่าที่แสดงไว้ในตารางที่ 2

**ตารางที่ 1 ช่วงอุณหภูมิของแอสฟัลต์ที่ใช้ลาด**

| ชนิดแอสฟัลต์ | ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ลาด | |
|---|---|---|
| | °C | °F |
| AC 60-70 | 145-175 | 295-345 |
| AC 80-100 | 140-175 | 285-345 |
| RC 3000 | 120-160 | 250-310 |
| RC 800 | 100-120 | 210-250 |
| CRS-1 | 40-65 | 100-150 |
| CRS-2 | 50-85 | 125-185 |

**ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำมัน (Cutter) ที่ใช้**

| หินย่อย<br>ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร ( นิ้ว ) | ปริมาณน้ำมันที่ใช้ผสม<br>ร้อยละโดยปริมาตรของแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ 15 °C |
|---|---|
| 19.0 (3/4 ) | ไม่เกิน 2 |
| 12.5 (1/2 ) | ไม่เกิน 4 |
| 9.5 (3/8 ) | ไม่เกิน 4 |

การผสมน้ำมันลงในแอสฟัลต์ซีเมนต์นั้น ในการปฏิบัติการในสนามต้องให้ความร้อนแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่อุณหภูมิระหว่าง 160-185 องศาเซลเซียส จากนั้นใช้เครื่องสูบ (Pump) สูบน้ำมันจากถังเก็บน้ำมันไปใส่ในถังบรรจุแอสฟัลต์ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์ตามปริมาณที่ได้คำนวณไว้ แล้วให้เวียนส่วนผสมแอสฟัลต์ซีเมนต์กับน้ำมัน ในถังบรรจุแอสฟัลต์ประมาณ 20 นาทีจึงนำไปลาดได้

ในระหว่างที่สูบน้ำมันเติมลงในถังบรรจุแอสฟัลต์ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์เพื่อผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์นั้น ต้องระมัดระวังไม่ให้มีประกายไฟเกิดขึ้น เช่น การจุดไฟ การสูบบุหรี่ หรือการใช้เตาฟู่ ภายในรัศมี 15 เมตร จากเครื่องพ่นแอสฟัลต์ เพราะระหว่างการผสมนี้จะมีไอระเหยของน้ำมันและแอสฟัลต์ซีเมนต์ซึ่งติดไฟได้ง่ายเกิดขึ้น นอกจากนั้นจะต้องระมัดระวัง ไม่ให้มีการติดเครื่องยนต์ที่มีการสันดาปภายในบริเวณดังกล่าว ซึ่งจะทำให้เกิดประกายไฟที่สามารถจุดไอระเหยน้ำมันให้ลุกเป็นไฟได้

## 4.2 หินย่อย

หินย่อยให้เป็นไปตาม มยผ. 2107-57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

www.yotathai.com

**4.3 สารเคลือบผิวหินย่อย (Pre-Coating Material)**

สารที่ใช้เคลือบผิวหินย่อย อาจเป็นน้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซล ซึ่งเป็นเกรดที่ใช้กันทั่วไป หรือสารอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองให้ใช้ได้

**4.4 สารผสมแอสฟัลต์ (Additive)**

สารผสมแอสฟัลต์ที่นำมาใช้ต้องเป็นชนิดที่กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบแล้วและอนุญาตให้ใช้ได้

**4.5 การเลือกใช้ขนาดของหินย่อย**

**4.5.1** ผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)

- ให้ใช้ขนาด 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

**4.5.2** ผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์สองชั้น (Double Surface Treatment)

- ชั้นที่หนึ่ง ให้ใช้ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- ชั้นที่สอง ให้ใช้ขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

**4.5.3** ผิวไหล่ทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว

- ให้ใช้ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือ 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

**4.5.4** ผิวไหล่ทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์สองชั้น

- ชั้นที่หนึ่ง ให้ใช้ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- ชั้นที่สอง ให้ใช้ขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

## 5. เครื่องจักรและเครื่องมือ

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งาน จะต้องมีสภาพใช้งานได้ดีโดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและหรือตรวจปรับ และผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ ในระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องบำรุงรักษาเครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดให้อยู่ในสภาพดีเสมอ

**5.1 เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributor)**

ต้องเป็นชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองโดยมีถังบรรจุแอสฟัลต์ติดตั้งบนรถบรรทุกหรือรถพ่วงและประกอบด้วยอุปกรณ์ที่จำเป็นในการใช้งานดังนี้

**5.1.1** ไม้วัด (Dipstick) หรือเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ในถัง

**5.1.2** หัวเผาให้ความร้อนแอสฟัลต์ (Burner)

**5.1.3** เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแอสฟัลต์ (Thermometer)

**5.1.4** ปั๊มแอสฟัลต์ (Asphalt Pump)

**5.1.5** เครื่องต้นกำลัง หรือเครื่องท้าย (Power Unit)

**5.1.6** ท่อพ่นแอสฟัลต์ (Spray Bar) พร้อมหัวฉีด (Nozzle)

**5.1.7** ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบถือ (Hand Spray)

**5.1.8** อุปกรณ์วัดปริมาณการพ่นแอสฟัลต์ (Bitumeter)

**5.1.9** ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ (Asphalt Tank)

เครื่องพ่นแอสฟัลต์ต้องมีระบบหมุนเวียน (Circulating System) โดยมีปั๊มแอสฟัลต์ที่สามารถใช้ได้ดีตั้งแต่แอสฟัลต์เหลวจนถึงแอสฟัลต์ซีเมนต์ และต้องทำงานได้ดังนี้

- ดูดแอสฟัลต์ที่เตรียมไว้แล้วเข้าถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถได้
- หมุนเวียนแอสฟัลต์ในท่อพ่นแอสฟัลต์และในถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถได้

www.yotathai.com

- พ่นแอสฟัลต์ผ่านทางท่อพ่นแอสฟัลต์และท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือได้
- ดูดแอสฟัลต์จากท่อพ่นแอสฟัลต์และท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือกลับเข้าสู่ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถได้
- ดูดแอสฟัลต์จากถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถไปยังถังเก็บแอสฟัลต์ภายนอกได้
- เครื่องต้นกำลัง หรือเครื่องท้าย ต้องมีมาตรบอกความดัน หรืออื่นๆ

เครื่องปั๊มแอสฟัลต์ต้องติดเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ที่ผ่านปั๊มโดยวัดเป็นรอบ หรือวัดเป็นความดันหรืออื่นๆ ท่อพ่นแอสฟัลต์อาจประกอบด้วยท่อหลายท่อนต่อกัน มีหัวฉีดติดตั้งโดยมีระยะห่างระหว่างหัวฉีดเท่ากัน หัวฉีดปรับทำมุมกับท่อพ่นแอสฟัลต์ได้และต้องมีอุปกรณ์ปิดเปิดได้ ท่อพ่นแอสฟัลต์ต้องเป็นแบบที่แอสฟัลต์หมุนเวียนผ่านได้ เมื่อใช้งานต้องมีความดันสม่ำเสมอตลอดความยาวของท่อและต้องปรับความสูงต่ำได้ การพ่นแอสฟัลต์สามารถปรับให้พ่นแอสฟัลต์ที่มีความกว้างต่างๆ กันได้

ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือ ต้องเป็นแบบใช้หัวฉีดเคลื่อนตัวได้อิสระใช้พ่นแอสฟัลต์บนพื้นที่รถพ่นแอสฟัลต์เข้าไปไม่ได้

อุปกรณ์วัดปริมาณการพ่นแอสฟัลต์ประกอบด้วยล้อสำหรับวัดความเร็วต่อสายเชื่อมไปยังมาตรวัดความเร็วในเก๋งรถมาตรวัดความเร็วนี้ต้องบอกความเร็วเป็นเมตรต่อนาทีหรือฟุตต่อนาที พร้อมทั้งมีตัวเลขบอกระยะทางรวมที่รถวิ่ง

ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ เป็นชนิดมีฉนวนหุ้มป้องกันความร้อนภายใน ถังประกอบด้วยท่อนำความร้อนจากหัวเผา (หนึ่งหัวเผาหรือมากกว่า) มีแผ่นโลหะช่วยกระจายความร้อนมีท่อระบายแอสฟัลต์ ที่ถังต้องมีเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์เป็นแบบไม้วัด หรือเข็มวัดบอกปริมาณหรือทั้งสองชนิดมีเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิเป็นแบบหน้าปัด (Dial) หรือแบบแท่งแก้วหุ้มด้วยโลหะ (Armoured Thermometer) หรือทั้งสองชนิดที่อ่านได้ละเอียดถึง 1 องศาเซลเซียส

**5.2 เครื่องโรยหิน (Aggregate Spreader)**

ต้องเป็นแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง (Self Propelled) และต้องประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญ ดังนี้

**5.2.1** เครื่องยนต์ขับเคลื่อน

**5.2.2** กระบะบรรจุหิน

**5.2.3** สายพานลำเลียงหิน เป็นชนิดที่มีประตูปรับปริมาณการไหลของหินได้

**5.2.4** เครื่องขับเคลื่อนสายพานลำเลียงหิน ซึ่งสามารถปรับความเร็วสายพานได้

**5.2.5** ยุ้งโรยหิน (Spread Hopper) ที่ปากยุ้งด้านล่างปรับความกว้างได้ เพื่อให้สามารถปรับปริมาณและความสม่ำเสมอในการโรยหินได้อย่างถูกต้อง เครื่องโรยหินต้องมีความสามารถโรยหินได้แต่ละครั้งไม่น้อยกว่าความกว้างของแอสฟัลต์ที่ได้พ่นไว้แล้ว เครื่องโรยหินนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนใช้งาน และห้ามเทหินจากรถบรรทุกลงบนแอสฟัลต์ที่ลาดไว้แล้วโดยตรง

**5.3 เครื่องเคลือบผิวหินย่อย**

ควรมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้คือ อุปกรณ์สำหรับป้อนหินตะแกรงร่อนหินที่สามารถคัดก้อนใหญ่หรือเล็กเกินไปและฝุ่นออกได้ หัวฉีดสำหรับพ่นสารที่ใช้เคลือบผิวถังกวน หรืออุปกรณ์อื่นใดที่สามารถทำให้หินย่อยได้รับการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ สายพานลำเลียงและอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น

**5.4 เครื่องล้างหินย่อย**

ควรมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ คือ อุปกรณ์สำหรับป้อนหินตะแกรงร่อนหินที่สามารถคัดก้อนใหญ่หรือเล็กเกินไปและฝุ่นออกได้ หัวฉีดน้ำที่สามารถล้างหินให้สะอาดได้ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น ทั้งนี้อาจนำเครื่องเคลือบผิว

www.yotathai.com

หินย่อยมาใช้แทนก็ได้ โดยต้องเปลี่ยนใช้หัวฉีดน้ำที่เหมาะสมและหรือใช้ฉีดน้ำจากภายนอกช่วย โดยต้องสามารถล้างหินได้สะอาด ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

**5.5 เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom)**

อาจเป็นแบบลากแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองหรือแบบติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) แต่ต้องเป็นแบบไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล ขนไม้กวาดอาจทำด้วยไฟเบอร์ ลวดเหล็กไนล่อนหวาย หรือวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสมโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่จะก่อสร้างสะอาดหรือกำจัดหินส่วนเกินออกก่อนการเปิดการจราจร

**5.6 เครื่องเกลี่ยหินชนิดลาก (Drag Broom)**

ต้องสามารถเกลี่ยหินย่อย ที่ได้โรยจากเครื่องโรยหินแล้วให้สม่ำเสมอและกระจายออกไปโดยไม่ทำให้หินย่อยส่วนที่เริ่มจับตัวกับแอสฟัลต์แล้วหลุดออก

**5.7 เครื่องเป่าลม (Blower)**

เป็นแบบติดตั้งท้ายรถไถนา มีใบพัดขนาดใหญ่ ให้กำลังลมแรงและมีประสิทธิภาพพอเพียงที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

**5.8 รถบดล้อยาง (Pneumatic Tired Roller)**

ต้องเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตนเอง (Self Propelled) มีจำนวนล้อไม่น้อยกว่า 9 ล้อ น้ำหนักไม่ต่ำกว่า 6 ตัน ซึ่งเมื่อเพิ่มน้ำหนักแล้ว มีน้ำหนักไม่เกิน 12 ตัน ล้อยางต้องเป็นชนิดผิวหน้ายางเรียบ มีขนาดและจำนวนชั้นผ้าใบเท่ากันทุกล้อ การเพิ่มน้ำหนักรถและความดันลมของล้อยางต้องให้ถูกต้องตามลักษณะงานที่ผู้ควบคุมงานกำหนด ความดันลมของยางควรอยู่ระหว่าง 345-830 กิโลปาสกาล (50-120 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของยาง ชนิดและน้ำหนักรถ

**5.9 รถตัก (Loader)**

ต้องมีรถตักสำหรับตักหินย่อยจากกองรวมขึ้นรถบรรทุก หรืออุปกรณ์ลำเลียงหินย่อยอื่นๆ เพื่อขนส่งไปใช้ที่หน้างานได้ตลอดเวลา

**5.10 รถกระบะเทท้าย (Dump Truck)**

ต้องเป็นแบบที่สามารถเชื่อมต่อเครื่องโรยหินที่ด้านท้ายรถได้อย่างเรียบร้อย และใช้งานได้อย่างถูกต้อง

## 6. ข้อกำหนดในการออกแบบกำหนดปริมาณการใช้วัสดุ

**6.1** ปริมาณของหินย่อย และปริมาณการใช้แอสฟัลต์ โดยประมาณให้เป็นไปตาม ตารางที่ **3**

**ตารางที่ 3 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ**

| ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร (นิ้ว) | 19.0 (3/4) | 12.5 (1/2) | 9.5 (3/8) |
|---|---|---|---|
| หินย่อย กิโลกรัมต่อตารางเมตร | 16-22 | 12-18 | 7-11 |
| แอสฟัลต์ ที่อุณหภูมิ 15 °C | | | |
| แอสฟัลต์ซีเมนต์ ลิตรต่อตารางเมตร | 0.8-2.1 | 0.6-1.5 | 0.4-1.0 |
| คัทแบคแอสฟัลต์ ลิตรต่อตารางเมตร | 1.0-2.6 | 0.7-1.9 | 0.4-1.2 |
| แอสฟัลต์อิมัลชั่น ลิตรต่อตารางเมตร | 1.2-3.3 | 0.9-2.3 | 0.5-1.5 |

www.yotathai.com

**6.2** ปริมาณของวัสดุตามตารางที่ **3** นี้ เป็นเพียงการแนะนำเท่านั้น ในการทำการก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ทุกครั้ง ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างหินย่อยและแอสฟัลต์ชนิดที่ใช้ให้กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบและออกแบบ กำหนดปริมาณการใช้วัสดุต่อตารางเมตร ในกรณีที่ใช้คัทแบกแอสฟัลต์หรือแอสฟัลต์ซีเมนต์ ต้องส่งตัวอย่างสารเคลือบผิวหินย่อยและสารผสมแอสฟัลต์มาด้วย

**6.3** สำหรับผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์สองชั้น อาจจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงปริมาณของแอสฟัลต์ที่ออกแบบไว้ตามความเหมาะสม กล่าวคือปริมาณแอสฟัลต์ลาดชั้นที่หนึ่งอาจลดปริมาณลงและปริมาณที่ลดลงนี้ให้นำไปเพิ่มในการลาดชั้นที่สอง

**6.4** หากมีการเปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากแหล่งวัสดุหรือหินย่อยที่ใช้มีขนาดเปลี่ยนแปลงไปโดยมีความหนาเฉลี่ย (Average Least Dimension) ต่างไปจากที่กำหนดไว้ในการออกแบบ 0.3 มิลลิเมตรขึ้นไป หรือผู้รับจ้างขอเปลี่ยนประเภทและชนิดของแอสฟัลต์ที่ใช้ ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างหินย่อยและแอสฟัลต์ที่เปลี่ยนแปลง ให้กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบและออกแบบกำหนดปริมาณการใช้ต่อตารางเมตรใหม่ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

**6.5** การทดสอบและการตรวจสอบการออกแบบกำหนดปริมาณการใช้วัสดุที่ทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ทุกครั้งหรือทุกสัญญาจ้าง ค่าใช้จ่ายในการนี้ ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

**6.6** ในการออกแบบผิวเซอร์เฟซทรีตเมนต์ ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้จะกำหนดไว้ เป็นมาตรฐานที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ในการทำผิวเมื่อจะลาดแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิต่างๆ ตามตารางที่ **1** จะต้องคำนวณแอสฟัลต์เป็นปริมาตรที่อุณหภูมิที่ใช้ลาดโดยใช้ตารางที่ **4** สำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์และคัทแบคแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่มีความถ่วงจำเพาะที่ 15 องศาเซลเซียสตั้งแต่ 0.966 ถึง 1.076 และตามตารางที่ **5** สำหรับแอสฟัลต์อิมัลชั่น การคำนวณปริมาตรของแอสฟัลต์ที่ใช้ลาดที่อุณหภูมิต่างๆ คำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ปริมาตรหรืออัตราการลาดแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิที่ใช้ลาด} = \frac{\text{ปริมาตรหรืออัตราการลาดแอสฟัลต์ที่อุณหภูมิ 15 °C}}{\text{ค่าปรับปริมาตรที่อุณหภูมิที่ใช้ลาด}}$$

**ตารางที่ 4 ค่าปรับปริมาตรแอสฟัลต์ซีเมนต์และคัทแบคแอสฟัลต์ตามอุณหภูมิต่าง ๆ**

| อุณหภูมิ °C | ค่าปรับปริมาตร | อุณหภูมิ °C | ค่าปรับปริมาตร | อุณหภูมิ °C | ค่าปรับปริมาตร |
|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 1.000 | 81 | 0.959 | 147 | 0.920 |
| 18 | 0.998 | 84 | 0.957 | 150 | 0.918 |
| 21 | 0.996 | 87 | 0.956 | 153 | 0.916 |
| 24 | 0.994 | 90 | 0.954 | 156 | 0.914 |
| 27 | 0.993 | 93 | 0.952 | 159 | 0.913 |
| 30 | 0.991 | 96 | 0.950 | 162 | 0.911 |
| 33 | 0.989 | 99 | 0.948 | 165 | 0.909 |
| 36 | 0.987 | 102 | 0.946 | 168 | 0.907 |
| 39 | 0.985 | 105 | 0.945 | 171 | 0.905 |

www.yotathai.com

| อุณหภูมิ °C | ค่าปรับปริมาตร | อุณหภูมิ °C | ค่าปรับปริมาตร | อุณหภูมิ °C | ค่าปรับปริมาตร |
|---|---|---|---|---|---|
| 42 | 0.983 | 108 | 0.943 | 174 | 0.904 |
| 45 | 0.981 | 111 | 0.941 | 177 | 0.902 |
| 48 | 0.979 | 114 | 0.939 | 180 | 0.900 |
| 51 | 0.978 | 117 | 0.937 | 183 | 0.899 |
| 54 | 0.976 | 120 | 0.936 | 186 | 0.897 |
| 57 | 0.974 | 123 | 0.934 | 189 | 0.895 |
| 60 | 0.972 | 126 | 0.932 | 192 | 0.893 |
| 63 | 0.970 | 129 | 0.930 | 195 | 0.892 |
| 66 | 0.968 | 132 | 0.928 | 198 | 0.890 |
| 69 | 0.967 | 135 | 0.927 | 201 | 0.888 |
| 72 | 0.965 | 138 | 0.925 | 204 | 0.886 |
| 75 | 0.963 | 141 | 0.923 | | |
| 78 | 0.961 | 144 | 0.921 | | |

**ตารางที่ 5 ค่าปรับปริมาตรแอสฟัลต์อิมัลชั่น ตามอุณหภูมิต่าง ๆ**

| อุณหภูมิ °C | ค่าปรับปริมาตร | อุณหภูมิ °C | ค่าปรับปริมาตร | อุณหภูมิ °C | ค่าปรับปริมาตร |
|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 1.000 | 51 | 0.984 | 87 | 0.969 |
| 18 | 0.999 | 54 | 0.983 | 90 | 0.967 |
| 21 | 0.997 | 57 | 0.981 | 93 | 0.966 |
| 24 | 0.996 | 60 | 0.980 | 96 | 0.965 |
| 27 | 0.995 | 63 | 0.979 | 99 | 0.964 |
| 30 | 0.993 | 66 | 0.978 | 102 | 0.962 |
| 33 | 0.992 | 69 | 0.976 | 105 | 0.961 |
| 36 | 0.991 | 72 | 0.975 | 108 | 0.960 |
| 39 | 0.989 | 75 | 0.974 | 111 | 0.959 |
| 42 | 0.988 | 78 | 0.972 | 114 | 0.957 |
| 45 | 0.987 | 81 | 0.971 | 117 | 0.956 |
| 48 | 0.985 | 84 | 0.970 | 120 | 0.955 |

www.yotathai.com

## 7 วิธีการก่อสร้าง

### 7.1 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

**7.1.1** การเตรียมวัสดุ

ให้แยกกองหินย่อยแต่ละขนาดไว้โดยไม่ปะปนกันและต้องไม่ให้มีวัสดุที่ไม่พึงประสงค์อื่นใดมาปะปนบริเวณที่เตรียมไว้ กองวัสดุจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน โดยปราศจากสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ

**7.1.2** การตรวจสอบ ตรวจปรับเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์

**7.1.2.1** เครื่องพ่นแอสฟัลต์ก่อนนำเครื่องพ่นแอสฟัลต์ไปใช้งาน จะต้องตรวจสอบและตรวจปรับอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีเพื่อให้สามารถลาดแอสฟัลต์ได้ปริมาณที่ถูกต้องและสม่ำเสมอ

**7.1.2.2** เครื่องโรยหินก่อนจะนำไปใช้งาน ต้องตรวจสอบให้ถูกต้อง และตรวจปรับให้สามารถโรยหินย่อยได้ตามปริมาณที่กำหนดและสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ที่โรยหินย่อยนั้น

**7.1.2.3** รถบดล้อยางก่อนจะนำไปใช้ ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องน้ำหนักรถและความดันลมยางให้ผู้ควบคุมงานกำหนดให้เหมาะสมกับงานก่อสร้าง

**7.1.2.4** รถกระบะเทท้ายก่อนจะนำไปใช้งาน ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องและจะต้องมีจำนวนพอเพียงที่จะขนส่งหินย่อยไปใช้ในการก่อสร้างได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่ทำให้การโรยหินย่อยหยุดชะงักเมื่อได้ลาดแอสฟัลต์ไปแล้ว

**7.1.2.5** เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ นอกเหนือจากที่ได้กำหนดไว้แล้ว หากจำเป็นต้องนำมาใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน โดยจะต้องตรวจสอบและตรวจปรับให้ถูกต้องก่อนนำไปใช้งาน

**7.1.3** การเตรียมพื้นทาง หรือผิวทางเดิม

**7.1.3.1** กรณีพื้นทางหรือผิวทางเดิมที่จะทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ไม่สม่ำเสมอหรือเป็นคลื่นให้ปรับแต่งให้สม่ำเสมอ ถ้ามีหลุมบ่อจะต้องตัดหรือขุดออกแล้วซ่อมแบบสกินแพตชิ่ง (Skin Patching) หรือแบบดีพแพตชิ่ง (Deep Patching) แล้วแต่กรณี บดอัดให้แน่น มีผิวที่เรียบสม่ำเสมอ วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีคุณภาพดี ขนาดและปริมาณวัสดุที่ใช้ต้องเหมาะสมกับลักษณะความเสียหายและพื้นที่ที่จะซ่อม

**7.1.3.2** กรณีพื้นทางที่ทำไพรมโคท (Prime Coat) หลุดหรือเสียหายต้องซ่อมแซมใหม่ให้เรียบร้อยตามวิธีการที่ผู้ควบคุมงานกำหนด แล้วทิ้งไว้จนครบกำหนดที่ต้องบ่มตัวของแอสฟัลต์ที่ใช้ซ่อมเสียก่อนจึงทำผิวทางได้

**7.1.3.3** กรณีพื้นทางที่ทำไพรมโคททิ้งไว้นานมีผิวหลุดเสียหายเป็นพื้นที่ต่อเนื่องหรือมากเกินกว่าที่จะซ่อมตามข้อ **7.1.3.2** ให้ได้ผลดี ให้คราด (Scarify) พื้นทางออกแล้วบดทับใหม่ให้ได้ตามมาตรฐานกำหนด ทำไพรมโคทใหม่ทิ้งไพรมโคทไว้จนครบกำหนดที่ต้องบ่มตัวเสียก่อนจึงทำผิวทางได้

**7.1.3.4** กรณีผิวทางเดิมมีแอสฟัลต์เยิ้ม ก่อนทำผิวทางจะต้องแก้ไขให้เรียบร้อยเสียก่อนโดยการปาดออกหรือโดยวิธีการอื่นใดที่เหมาะสมที่ผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบแล้ว

**7.1.3.5** ขอบพื้นทาง พื้นทางหรือผิวทางเดิมที่จะทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ต้องสะอาดปราศจากฝุ่นและวัสดุสกปรกอื่นๆ ปะปน

www.yotathai.com

**7.1.3.6** การทำความสะอาดพื้นทางหรือผิวทางเดิมที่จะทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ โดยการกวาดฝุ่นวัสดุหลุดหลวม ทรายที่สาดทับไพรมโคทออกให้หมดด้วยเครื่องกวาดฝุ่นต้องปรับอัตราเร็วการหมุนและน้ำหนักกดที่กดลงบนพื้นทางเดิมให้พอดี โดยไม่ทำให้พื้นทางหรือผิวทางเดิมเสียหาย เสร็จแล้วให้ใช้เครื่องเป่าลม เป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกจนหมด

**7.1.3.7** กรณีที่คราบฝุ่นหรือวัสดุจับตัวแข็งที่พื้นทาง หรือผิวทางเดิมที่จะทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ ให้กำจัดคราบแข็งดังกล่าวออกเสียก่อน โดยการใช้เครื่องมือใดๆ ที่เหมาะสมตามที่ผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบแล้วขูดออกแล้วล้างให้สะอาดทิ้งไว้ให้แห้ง ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาดและใช้เครื่องเป่าลม เป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกให้หมด

**7.1.4** การเคลือบผิวหรือการล้างหินย่อย

**7.1.4.1** ในกรณีที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์หรือคัทแบคแอสฟัลต์ การเคลือบผิวหินย่อยให้ปฏิบัติดังนี้

**(1)** หินย่อย ต้องไม่มีความชื้นมากเกินไปจนทำให้เคลือบผิวได้ไม่ทั่วถึง ถ้าหินมีความชื้นมากเกินไป ผู้ควบคุมงานอาจใช้สารผสมแอสฟัลต์ซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองได้ตรวจสอบและอนุญาตแล้วลงในสารเคลือบผิวหินย่อยด้วยปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 โดยปริมาตรของสารเคลือบที่ใช้ทำให้เคลือบผิวได้ทั่วถึง

**(2)** การเคลือบผิวให้ทำการเคลือบผิวหินย่อยโดยใช้เครื่องเคลือบผิวหินย่อยปริมาณ 4-10 ลิตรต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและการดูดซึมของวัสดุหินย่อยและชนิดของสารที่ใช้เคลือบผิว

**(3)** เครื่องเคลือบผิวหินย่อย จะร่อนคัดขนาดของหินย่อยแยกเอาฝุ่นและขนาดที่ไม่ต้องการออกแล้วนำส่วนที่เหลือมาเคลือบผิวให้ทั่วถึง ด้วยการใช้หัวฉีดพ่นสารเคลือบผิวลงบนหินย่อย การเคลือบผิวต้องเคลือบบางๆ ไม่ให้มีสารเคลือบผิวเยิ้ม

**(4)** เมื่อเคลือบผิวหินย่อยเสร็จแล้วควรนำไปใช้งานทันที หากเก็บไว้นานจนสารเคลือบผิวแห้งต้องเคลือบผิวใหม่ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

**7.1.4.2** ในกรณีที่ใช้แอสฟัลต์อิมัลชั่นไม่ต้องเคลือบผิว แต่ต้องล้างหินย่อยให้สะอาดโดยใช้เครื่องล้างหินย่อยตามข้อ **5.4** หรือวิธีการอื่นใดที่เหมาะสม ซึ่งผู้ควบคุมงานเห็นชอบแล้วให้รีบนำไปใช้โดยเร็ว หากปล่อยทิ้งไว้จนแห้งหรือสกปรกต้องล้างใหม่

**7.1.5** การใช้สารผสมแอสฟัลต์

สารผสมแอสฟัลต์ อาจใช้ผสมกับสารเคลือบผิวหินย่อยหรือผสมกับแอสฟัลต์โดยตรงก็ได้ แล้วแต่ชนิดและความเหมาะสมโดยให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ถ้าผสมสารผสมแอสฟัลต์ลงในแอสฟัลต์โดยตรง ควรผสมก่อนใช้งานเล็กน้อยแล้วทำให้แอสฟัลต์ในถังบรรจุแอสฟัลต์ประจำรถพ่นแอสฟัลต์ไหลเวียนผสมเข้ากันดี โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที แล้วจึงนำไปใช้งานทันที ห้ามต้มแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์แล้วที่ช่วงอุณหภูมิสำหรับพ่นแอสฟัลต์ทิ้งไว้นานเพราะสารผสมแอสฟัลต์อาจเสื่อมคุณภาพได้ภายในไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น

หากจำเป็นจะต้องนำแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์ และต้มที่อุณหภูมิที่ใช้ลาดทิ้งไว้เกินกว่า 3 ชั่วโมงมาใช้ใหม่ ต้องดำเนินการตามข้อแนะนำของผู้ผลิตสารผสมแอสฟัลต์ โดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

www.yotathai.com

## 7.2 การก่อสร้าง

เมื่อได้ตรวจสอบ ตรวจปรับเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ และเตรียมพื้นที่ที่จะก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยตามข้อ **7.1.2** และ **7.1.3** แล้ว ให้ดำเนินการก่อสร้างดังต่อไปนี้

**7.2.1** การก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟชทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) คือการลาดแอสฟัลต์ 1 ครั้ง และโรยหินย่อยทับหน้า 1 ครั้ง แล้วบดทับให้แน่นโดยดำเนินการดังต่อไปนี้

**7.2.1.1** ใช้เครื่องพ่นแอสฟัลต์ ลาดแอสฟัลต์ตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ในตารางที่ **1**

**7.2.1.2** เมื่อลาดแอสฟัลต์แล้วให้โรยหินย่อยปิดทับแอสฟัลต์ทันทีตามปริมาณที่กำหนด ถ้าในพื้นที่บางส่วนไม่มีหินย่อยปิดทับหน้าหรือหินย่อยไม่เรียงก้อนสม่ำเสมอ ให้ใช้คนตักสาดหรือเกลี่ยช่วยทันที จนหินย่อยเรียงก้อนติดกันแน่นสม่ำเสมอ

**7.2.1.3** ในกรณีที่ลาดแอสฟัลต์ครั้งละครึ่งความกว้างของถนนในการลาดแอสฟัลต์ครึ่งถนนแรก การโรยหินย่อยให้โรยเว้นไว้ 100 หรือ 150 มิลลิเมตร เข้ามาจากขอบด้านในของแอสฟัลต์ที่ลาดเพื่อแอสฟัลต์จากการลาดแอสฟัลต์ในอีกครึ่งถนนที่เหลือเข้ามาซ้อนทับบนพื้นที่ที่เว้นไว้นี้ ทั้งนี้เพื่อจะได้ปริมาณแอสฟัลต์ที่ถูกต้อง และสม่ำเสมอทั่วพื้นที่

ในกรณีที่ใช้หัวฉีดชนิดพิเศษ ที่ริมท่อพ่นแอสฟัลต์ด้านนอกสุดซึ่งหัวฉีดชนิดพิเศษนี้จะทำให้มีปริมาณแอสฟัลต์ที่พ่นออกมาสม่ำเสมอเท่ากับปริมาณแอสฟัลต์ด้านในแล้ว ก็ให้โรยหินย่อยเต็มความกว้างของพื้นที่ที่ลาดแอสฟัลต์ได้ แต่ทั้งนี้หัวฉีดชนิดพิเศษที่นำมาใช้เมื่อตรวจสอบความสม่ำเสมอของการลาดแอสฟัลต์ตามขวางและตามยาวถนนแล้วจะคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 17 และร้อยละ 15 ตามลำดับและผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้เสียก่อน

**7.2.1.4** ขณะที่กำลังโรยหินย่อยปิดทับแอสฟัลต์ ให้ใช้รถบดล้อยางบดทับตามให้เต็มผิวหน้าทันทีประมาณ 2-3 เที่ยว

**7.2.1.5** รถบดล้อยางที่ใช้ต้องมีจำนวนอย่างน้อย 2 คัน และหากในเวลา 1 ชั่วโมง ทำผิวทางได้เกิน 500 เมตร สำหรับ 1 ช่องจราจรแล้ว จะต้องเพิ่มรถบดล้อยางอีกไม่น้อยกว่า 1 คัน จำนวนรถบดล้อยางที่เพิ่มให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

**7.2.1.6** หลังจากที่รถบดล้อยางบดทับเต็มหน้าผิวทางประมาณ 2-3 เที่ยวแล้ว ให้ใช้เครื่องเกลี่ยหินเกลี่ยหินย่อยที่เหลือค้างซ้อนกันอยู่ให้กระจายลงส่วนที่ขาด จนหินย่อยปิดทับผิวหน้าแอสฟัลต์สม่ำเสมอ และต้องไม่ให้มีหินย่อยที่ติดแอสฟัลต์อยู่แล้วหลุดออกการเกลี่ยนี้ให้เกลี่ยเต็มหน้าประมาณ 2 เที่ยว

**7.2.1.7** ให้ใช้รถบดล้อยางบดทับต่อไปอีก จนกระทั่งหินย่อยฝังตัวลงไปในเนื้อแอสฟัลต์เป็นอย่างดี มีลักษณะผิวสม่ำเสมอ และแอสฟัลต์แข็งตัว หรือแตกตัวเรียบร้อยแล้ว

**7.2.1.8** ในบางกรณีที่จำเป็นอาจใช้รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ ชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองขนาด 4-6 ตัน บดทับเป็นครั้งสุดท้ายได้ โดยบดทับเต็มหน้าไม่เกิน 2 เที่ยว และต้องไม่ทำให้หินย่อยแตก ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

**7.2.1.9** ให้ปิดการจราจรไว้ให้นานที่สุดเท่าที่จะทำได้ หากสามารถเบี่ยงการจราจรไม่ให้ผ่านพื้นที่ที่ก่อสร้างผิวทางได้ แต่ถ้าไม่สามารถปิดการจราจรได้ก็ให้ควบคุมความเร็วของการจราจรที่ผ่านไม่ให้เกิน 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

www.yotathai.com

**7.2.1.10** หลังจากแอสฟัลต์ยึดหินย่อยแน่น และแห้งดีแล้ว ให้ใช้เครื่องกวาดฝุ่นหรือเครื่องมืออื่นใดที่เหมาะสม กำจัดหินย่อยที่อาจหลงเหลืออยู่บนผิวทางออกให้หมด โดยไม่ทำให้หินย่อยที่ติดแน่นแล้วหลุดออก

**7.2.2** การก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์สองชั้น (Double Surface Treatment) คือการลาดแอสฟัลต์แล้วโรยหินย่อยแล้วบดทับให้แน่นสลับกันไปโดยดำเนินการก่อสร้างเป็นสองชั้นดังต่อไปนี้

**7.2.2.1** สำหรับการลาดแอสฟัลต์ครั้งที่หนึ่ง และการโรยหินย่อยชั้นที่หนึ่ง ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับการทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียวตามข้อ **7.2.1**

**7.2.2.2** ภายหลังจากการลาดแอสฟัลต์ครั้งที่หนึ่ง และโรยหินย่อยชั้นที่หนึ่ง พร้อมทั้งบดทับแน่นเรียบร้อยแล้ว ให้ปล่อยทิ้งไว้จนกว่าแอสฟัลต์ยึดหินย่อยแน่น ก่อนที่จะก่อสร้างชั้นต่อไป ระยะเวลาที่ปล่อยทิ้งไว้ควรเป็น ดังนี้

**7.2.2.2.1** สำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์ ควรปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 2 ชั่วโมง

**7.2.2.2.2** สำหรับแอสฟัลต์อิมัลชั่น ควรปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 10 ชั่วโมง

**7.2.2.2.3** สำหรับคัทแบคแอสฟัลต์ ควรปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 18 ชั่วโมง

ทั้งนี้หมายถึง ภาวะอากาศปกติ เพื่อให้น้ำมันหรือน้ำแล้วแต่ชนิดของแอสฟัลต์ระเหยออกไปเกือบหมด แต่ถ้ามีฝนตกหรือสภาวะอากาศที่มีความชื้นมาก อาจต้องทิ้งไว้เป็นนานกว่าที่ได้กำหนดไว้ข้างต้นก็ได้ โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

**7.2.2.3** ก่อนที่ลาดแอสฟัลต์ครั้งที่สอง ให้ทำความสะอาดผิวทางชั้นที่หนึ่งด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม เช่น ใช้เครื่องกวาดฝุ่น กวาดหินย่อยที่หลุดหลวม หรือค้างอยู่บนผิวทางชั้นที่หนึ่งออก แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกให้หมด ในกรณีที่มีสิ่งสกปรกเกาะติดแน่นให้ล้างออกให้หมด แล้วจึงลาดแอสฟัลต์ตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ตามตารางที่ **1** ในอัตราที่กำหนดให้

**7.2.2.4** ในบางกรณี โดยดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานอาจพิจารณาให้ทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์เพียงชั้นที่หนึ่งก่อน แล้วเปิดการจราจรไว้เป็นระยะเวลาหนึ่งที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงสภาพพื้นที่ที่ก่อสร้าง สภาวะอากาศสภาพลักษณะและปริมาณการจราจรเป็นต้น เพื่อให้ผิวทางชั้นที่หนึ่งปรับตัวเสียก่อนแล้วจึงทำผิวชั้นที่สองโดยก่อนที่จะทำผิวชั้นที่สอง ให้ทำความสะอาดผิวชั้นที่หนึ่งพร้อมทั้งให้ดำเนินการตามข้อ **7.2.2.3** ต่อไปด้วย

**7.2.2.5** ทันทีที่ลาดแอสฟัลต์ครั้งที่สอง ให้โรยหินย่อยตามปริมาณที่ถูกต้องซึ่งได้เตรียมไว้แล้วปิดทับแอสฟัลต์ทันที ขั้นตอนการก่อสร้างให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับการก่อสร้างผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว ตามข้อ **7.2.1**

## 8. รายละเอียดเพิ่มเติม

**8.1** การทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ จะต้องพิจารณาสภาพดินฟ้าอากาศให้เหมาะสม ห้ามลาดแอสฟัลต์ในขณะที่มีลมพัดแรงหรือในขณะที่มีเค้าว่าฝนจะตกหรือระหว่างฝนตก ถ้าผิวหน้าของพื้นที่ที่จะลาดแอสฟัลต์เปียกห้ามลาดแอสฟัลต์ซีเมนต์หรือคัทแบคแอสฟัลต์

www.yotathai.com

8.2 ความยาวของแปลงที่จะลาดแอสฟัลต์ ควรกำหนดให้เหมาะสมกับชนิดของแอสฟัลต์ที่ใช้ ปริมาณการจราจร สภาวะอากาศ เครื่องจักร และหินย่อยที่ได้เตรียมไว้

8.3 ก่อนเริ่มลาดแอสฟัลต์ ให้จอดเครื่องพ่นแอสฟัลต์ห่างจากจุดเริ่มต้นแปลงที่จะลาดแอสฟัลต์พอประมาณ เพื่อให้เครื่องพ่นแอสฟัลต์ทำความเร็วของการลาดแอสฟัลต์ได้ตามที่กำหนดไว้

8.4 ที่จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการลาดแอสฟัลต์แต่ละแปลง ให้ใช้กระดาษหนาหรือวัสดุทึบใดๆ กว้างอย่างน้อย 500 มิลลิเมตร วางยาวตลอดความกว้างของการลาดแอสฟัลต์ เพื่อป้องกันไม่ให้ลาดแอสฟัลต์ซ้ำ โดยต้องเริ่มและหยุดลาดแอสฟัลต์แปลงนั้นบนกระดาษ หรือวัสดุทึบดังกล่าว เพื่อให้ได้รอยต่อการลาดแอสฟัลต์ที่เรียบร้อย ไม่มีแอสฟัลต์เลอะล้ำไปในแปลงที่ได้ลาดแอสฟัลต์ไว้แล้ว

8.5 การลาดแอสฟัลต์ ไม่ควรลาดจนหมดถัง ควรเหลือแอสฟัลต์ในถังไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของความจุของถัง ทั้งนี้เพราะแอสฟัลต์ที่ออกจากเครื่องสูบแอสฟัลต์จะมีปริมาณลดลง ทำให้อัตราแอสฟัลต์ที่พ่นออกมาผิดไปจากที่กำหนดไว้

8.6 ความสูงของท่อพ่นแอสฟัลต์ ก่อนและหลังจากการลาดแอสฟัลต์ในแปลงใดๆ ไม่ควรมีความแตกต่างเกิน 12.5 มิลลิเมตร

8.7 การลาดแอสฟัลต์ ควรวิ่งส่วนทิศทางลมเพื่อให้ควันหรือละอองแอสฟัลต์ออกไปทางด้านท้ายของเครื่องพ่นแอสฟัลต์

8.8 ในการทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์สองชั้น ควรลาดแอสฟัลต์ชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สองให้สวนทางกัน ทั้งนี้เพื่อเป็นการเฉลี่ยปริมาณแอสฟัลต์ให้สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง

8.9 เมื่อทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์เสร็จแล้ว ห้ามเปิดการจราจรจนกว่าแอสฟัลต์จะยึดหินย่อยแน่นดีแล้ว แต่ถ้ามีความจำเป็นต้องเปิดการจราจร ให้จำกัดความเร็วของการจราจรไม่ให้เกิน 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

8.10 เมื่อทำผิวแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรเปิดการจราจรขณะที่ผิวทางมีอุณหภูมิต่ำ เช่นตอนเย็นหรือค่ำ ห้ามเปิดการจราจรในขณะที่ฝนตก

## 9. ข้อควรระวัง

9.1 ในการใช้คัทแบคแอสฟัลต์ เนื่องจากคัทแบคแอสฟัลต์นั้นติดไฟได้ง่าย การปฏิบัติงานจะต้องระมัดระวัง มิให้เปลวไฟมาถูกได้ ทั้งในขณะต้มหรือขณะลาดคัทแบคแอสฟัลต์

9.2 การขนส่งแอสฟัลต์อิมัลชั่นแบบบรรจุถัง (Drum) โดยเฉพาะการขนขึ้นและขนลง ต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชั่นได้รับการกระทบกระเทือนรุนแรง เพราะอาจจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชั่นแตกตัวได้

9.3 การใช้แอสฟัลต์อิมัลชั่นแบบบรรจุถัง ก่อนถ่ายเทแอสฟัลต์อิมัลชั่นลงในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ควรกลิ้งถังไปมาหรือกวนให้เข้ากันเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชั่นมีลักษณะเดียวกันทั่วถัง หากใช้ไม่หมดถังควรปิดฝาให้แน่นเพื่อป้องกันน้ำในแอสฟัลต์อิมัลชั่นระเหยออกไป ทำให้แอสฟัลต์อิมัลชั่นแตกตัวและหมดคุณภาพการเป็นแอสฟัลต์อิมัลชั่นได้

9.4 หลังการลาดแอสฟัลต์ประจำวัน ควรดูดแอสฟัลต์ในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ออกให้หมดแล้วล้างเครื่องพ่นแอสฟัลต์ โดยเฉพาะที่ท่อพ่นแอสฟัลต์ การล้างควรใช้น้ำมันก๊าดหรือสารทำละลายใดๆ สูบผ่านท่อต่างๆ ของเครื่องพ่นแอสฟัลต์ เพื่อล้างส่วนที่ตกค้างอยู่ออกให้หมด ทั้งนี้เพื่อป้องกันแอสฟัลต์เกาะติดแน่น ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานต่อไป และช่วยป้องกันไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์ในเครื่องพ่นแอสฟัลต์ถูกกรดในแอสฟัลต์อิมัลชั่นบางชนิดกัดทะลุเสียหายได้

www.yotathai.com

**9.5** ในการผสมน้ำมัน (Cutter) กับแอสฟัลต์ให้ดำเนินการตามรายละเอียดในข้อ **4.1.7** โดยเคร่งครัดเพื่อป้องกันอันตรายจากการลุกไหม้

## 10. เอกสารอ้างอิง

**10.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 226-2539: มาตรฐานงานผิวจาราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**10.2** มาตรฐานกรมทางหลวงทล-ม 401/2533: มาตรฐานผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยผ. 2135 - 57

# มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

**2. นิยาม**

**"มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)"** หมายถึง การฉาบผิวทางเดิมหรือทำผิวทางบนพื้นทางที่ได้ทำการไพรมโคท (Prime Coat) ไว้แล้วด้วยส่วนผสมของมวลรวมที่มีขนาดคละกันดี (Well Graded) กับแอสฟัลต์อิมัลชันและน้ำ รวมทั้งวัสดุชนิดละเอียด (Mineral Filler) เช่น ปูนซีเมนต์หรือปูนขาว และอาจใช้สารผสมเพิ่มเพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวเร็วขึ้นหรือช้าลง การทำสเลอรี่ซีลมีจุดประสงค์เพื่อบำรุงรักษาผิวทางเดิมหรือเป็นผิวไหล่ทางได้ด้วย

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

**3.4** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371 - 2530: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

**4. วัสดุ**

วัสดุที่ใช้ทำสเลอรี่ซีล ประกอบด้วย

**4.1** วัสดุแอสฟัลต์อิมัลชันซึ่งได้แก่ CSS-1 หรือ CSS-1h ต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371-2530: แคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชันสำหรับถนนหรือแอสฟัลต์อิมัลชันชนิดอื่นซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบแล้ว

**4.2** วัสดุสารผสมเพิ่ม (Additive) เพื่อทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวเร็วขึ้นหรือช้าลง หรือใช้เพื่อให้แอสฟัลต์เคลือบมวลรวมดียิ่งขึ้น ปริมาณที่จะใช้ต้องพอเหมาะเพื่อสามารถเปิดการจราจรได้ภายในเวลาที่ต้องการ วัสดุสารผสมเพิ่มนี้จะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้แล้วแต่การออกแบบ ซึ่งจะต้องได้รับการเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมือง

**4.3** น้ำต้องใสสะอาดและปราศจากสิ่งเจือปนที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อวัสดุผสมสเลอรี่ซีล

**4.4** มวลรวม (Aggregate) ต้องเป็นหินโม่ ถ้าจำเป็นอาจใช้หินโม่ผสมทราย แต่จะใช้ทรายได้ไม่เกินร้อยละ 50 ของน้ำหนักมวลรวมทั้งหมด และทรายนั้นจะต้องมีค่าดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 1.25 มวลรวมนี้ต้องแข็ง คงทนสะอาด

www.yotathai.com

ปราศจากดินหรือวัสดุไม่พึงประสงค์อย่างอื่น ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้

**4.4.1** หินโม่หรือทรายจะต้องมีค่าสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ตาม มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

**4.4.2** หินโม่ ต้องมีค่าจำนวนส่วนร้อยละของความสึกหรอ (Percentage of Wear) ไม่มากกว่าร้อยละ 35 ตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง (Grade D)

**4.4.3** มวลรวมที่จะนำไปผสมทำสเลอรี่ซีลต้องให้กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจคุณภาพและอนุมัติให้ใช้ได้ก่อน

**4.4.4** มวลรวมต้องมีขนาดคละตามตารางที่ **1**

**4.5** วัสดุชนิดละเอียด (Mineral Filler) เป็นส่วนหนึ่งของส่วนผสมมวลรวมต้องใช้ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น และจะใช้เมื่อต้องการปรับปรุงความข้นเหลว(Workability) ของสเลอรี่ซีลหรือขนาดคละ (Gradation) ของมวลรวม เช่น ปูนซีเมนต์ ปูนขาว

**5. ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ**

ขนาดคละของมวลรวม โดยทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบต้องเป็นไปตามตารางที่ **1**

**6. การกองหินหรือทราย**

การกองหินหรือทราย ให้กองไว้อย่างเป็นระเบียบ ต้องไม่เป็นบริเวณที่มีน้ำขัง ถ้าหากมีการผสมต้องทำการผสมกันให้ได้ส่วนคละอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอก่อนนำไปใช้ผสมเป็นสเลอรี่ซีล

**ตารางที่ 1 ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ**

| **ชนิดของสเลอรี่ซีล** | **1** | **2** | **3** | **4** |
|---|---|---|---|---|
| **ขนาดของตะแกรงร่อน ; มม.** | **ผ่านตะแกรงร่อน ; ร้อยละ** | | | |
| 12.5 (1/2 นิ้ว) | - | - | - | 100 |
| 9.5 (3/8 นิ้ว) | - | 100 | 100 | 85-100 |
| 4.75 (เบอร์ 4) | 100 | 90-100 | 70-90 | 60-87 |
| 2.36 (เบอร์ 8) | 90-100 | 65-90 | 45-70 | 40-60 |
| 1.18 (เบอร์ 16) | 65-90 | 45-70 | 28-50 | 28-45 |
| 0.600 (เบอร์ 30) | 40-60 | 30-50 | 19-34 | 19-34 |
| 0.300 (เบอร์ 50) | 25-42 | 18-30 | 12-25 | 14-25 |
| 0.150 (เบอร์ 100) | 15-30 | 10-21 | 7-18 | 8-17 |
| 0.075 (เบอร์ 200) | 10-20 | 5-15 | 5-15 | 4-8 |
| ปริมาณคงค้าง (Residue) ของแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของหินแห้ง | 10.0-16.0 | 7.5-13.5 | 6.5-12.0 | 5.5-7.5 |
| อัตราการปู/ฉาบเป็นน้ำหนักของหินแห้ง (กก./ตร.ม.) | 3.0-5.5 | 5.5-10.0 | 10.0-16.0 | 16.0-25.0 |

www.yotathai.com

## 7. ชนิดของสเลอรี่ซีล

**7.1** มาตรฐานนี้ครอบคลุมสเลอรี่ซีล 4 ชนิด ดังแสดงไว้ในตารางที่ **1** ซึ่งแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ขนาดของมวลรวม และอัตราการใช้วัสดุ การจะกำหนดให้ฉาบผิวแบบสเลอรี่ซีลชนิดใดขึ้นอยู่กับสภาพผิวทางเดิม สิ่งแวดล้อมและวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ซึ่งจะระบุในแบบก่อสร้าง

**7.2** การฉาบผิวแบบสเลอรี่ซีลจะต้องเลือกชนิดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับความต้องการซึ่งแบ่งได้ ดังนี้

**7.2.1 ชนิดที่ 1** เป็นสเลอรี่ซีลชนิดที่มีความสามารถในการแทรกซึมรอยแตกได้ดี มีความยืดหยุ่นสูงเหมาะที่จะใช้งาน ดังต่อไปนี้

**(1)** ยารอยแตก

**(2)** ปูเป็นผิวทางชั่วคราวเพื่อรอการก่อสร้างชั้นอื่นต่อไป

**(3)** ปูเป็นผิวทางที่รับปริมาณการจราจรน้อย ความเร็วต่ำ และพื้นทางระบายน้ำได้ดี

**7.2.2 ชนิดที่ 2** เป็นสเลอรี่ซีลชนิดที่มีส่วนละเอียดมากพอที่จะซึมลงไปในรอยแตกได้ เหมาะที่จะใช้งาน ดังต่อไปนี้

**(1)** ฉาบผิวทางเดิมที่ขรุขระปานกลาง เช่น ผิวเซอร์เฟสทรีตเมนต์ หรือเพนนิเตรชั่นแมคคาดัม

**(2)** ปูเป็นผิวทาง เพื่อฉาบป้องกันน้ำซึมลงในพื้นทาง

**(3)** ใช้แทนผิวทางชนิดเซอร์เฟสทรีตเมนต์ ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)

**7.2.3 ชนิดที่ 3** เป็นสเลอรี่ซีลชนิดที่มีผิวค่อนข้างหยาบ สามารถอุดรอยที่หินผิวเดิมหลุดได้ดี ปรับระดับผิวเดิมได้เล็กน้อย เหมาะสำหรับใช้งาน ดังต่อไปนี้

**(1)** ฉาบผิวเดิมที่มีความขรุขระมาก

**(2)** ฉาบเป็นชั้นแรก หรือชั้นที่สอง ในการฉาบผิวแบบสเลอรี่ซีล หลายชั้น

**(3)** ใช้ฉาบผิวเพื่อแก้ ความลาดชันด้านตัดขวาง (Crown Slope) ที่ผิดไปเล็กน้อย

**(4)** ฉาบผิวทางที่ผิวทางเดิมหลุด (Raveling)

**7.2.4 ชนิดที่ 4** เป็นสเลอรี่ซีลชนิดที่มีผิวหน้าหยาบ สามารถอุดรอยที่หินผิวเดิมหลุดได้ดี ปรับระดับผิวเดิมได้ดี เหมาะสำหรับใช้งาน ดังต่อไปนี้

**(1)** ฉาบบนผิวทางเดิมที่เป็นแอสฟัลต์คอนกรีต

**(2)** ใช้แทนผิวแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ สองชั้น (Double Surface Treatment)

## 8. การออกแบบส่วนผสมสเลอรี่ซีล

**8.1** ก่อนจะเริ่มงาน ให้ผู้รับจ้างเสนอรายการผลการออกแบบส่วนผสมของผู้รับจ้าง และวัสดุที่ใช้จะต้องเป็นวัสดุชนิดและแหล่งเดียวกันกับที่เสนอขอใช้งาน ซึ่งจะต้องมอบให้ผู้ควบคุมงานนำส่งให้กรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง การออกแบบส่วนผสมนี้ ผู้รับจ้างจะต้องใช้วิธีของ The Asphalt Institute Manual Series No. 19 โดยวิธีหาค่า C.K.E. (Centrifuge Kerosene Equivalent Test) และตามมาตรฐาน ASTM Designation: D 3910 - 80 a. Volume 0403 “Standard Practices for Design, Testing, and construction of Slurry Seal” ฉบับปัจจุบันหรือวิธีอื่นใดที่ได้รับการเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมือง

**8.2** คุณภาพของวัสดุที่จะใช้ผสม จะต้องผ่านการทดสอบและรับรองคุณภาพให้ใช้ได้ ในการออกแบบส่วนผสมนั้นจะต้องให้เหมาะสมกับสภาพและปริมาณการจราจร สภาวะอากาศ การบ่ม และการใช้งาน

www.yotathai.com

**8.3** คุณสมบัติของสเลอรี่ซีลต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

**8.3.1** ต้องไม่ข้นหรือเหลวมากเกินไป มีค่าการไหล (Flow) อยู่ระหว่าง 20-30 มม.

**8.3.2** ต้องมีระยะเริ่มก่อตัว (Initial Set) ไม่เกิน 12 ชั่วโมง

**8.3.3** เวลาในการใช้บ่ม (Cure Time) ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

**8.3.4** ค่าเว็ตแทรคอะเบรชั่นลอส (Wet Track Abrasion Loss) ไม่มากกว่า 800 กรัมต่อ ตร.ม.

**8.3.5** เวลาที่เปิดให้การจราจรผ่านได้ (Traffic Time) กำหนดให้เหมาะสมกับสภาพความจำเป็นในสนาม (รายละเอียดเพิ่มเติมข้อ **12**)

**8.4** ระหว่างทำการฉาบหรือปูสเลอรี่ซีล ถ้าผู้ควบคุมงานเห็นว่าส่วนผสมสเลอรี่ซีลที่ออกแบบไว้ไม่เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงในสนาม ให้ออกแบบส่วนผสมใหม่โดยดำเนินการตามข้อ **8.1**, **8.2** และ **8.3**

## 9. เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องมือและเครื่องจักรต่างๆ ที่จะนำมาใช้จะต้องได้รับการดูแลและรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีตลอดระยะเวลาของการดำเนินงาน หากอุปกรณ์ เครื่องมือหรือเครื่องจักรใดชำรุด ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขก่อนนำไปใช้งาน

**9.1** เครื่องจักรผสมสเลอรี่ซีล (Slurry Seal Machine) ต้องเป็นเครื่องที่ขับเคลื่อนด้วยตนเอง ติดตั้งบนรถบรรทุก ประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

**9.1.1** ถังใส่มวลรวม (Aggregate Bin)

**9.1.2** ถังใส่วัสดุผสมแทรก (Filler Bin)

**9.1.3** ถังใส่น้ำและยางแอสฟัลต์อิมัลชัน

**9.1.4** ถังใส่สารผสมเพิ่ม

**9.1.5** สายพานลำเลียงมวลรวมและสารผสมแทรกไปยังเครื่องผสม

**9.1.6** เครื่องปั๊มแอสฟัลต์อิมัลชันและน้ำ

**9.1.7** เครื่องผสม

**9.1.8** เครื่องฉาบ

สำหรับเครื่องปั๊มแอสฟัลต์และเครื่องลำเลียงมวลรวมจะต้องมีมาตรแสดงปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำสเลอรี่ซีล

**9.2** เครื่องผสม เครื่องผสมจะต้องเป็นเครื่องชนิดที่ผลิตส่วนผสมของสเลอรี่ซีลได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอนและต้องสามารถลำเลียงหิน น้ำและแอสฟัลต์อิมัลชันลงสู่ถังผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องและสามารถถ่ายวัสดุผสมที่เข้ากันอย่างดีแล้วลงสู่เครื่องฉาบได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน ทันทีที่จะลำเลียงหินลงสู่เครื่องผสม ต้องทำให้หินเปียกเสียก่อน เครื่องผสมจะต้องมีเครื่องลำเลียงวัสดุชนิดละเอียด และอุปกรณ์วัดปริมาณที่สามารถลำเลียงวัสดุชนิดละเอียดในอัตราส่วนที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ลงในถังผสมในตำแหน่งเดียวกับหินที่กำลังถูกลำเลียงลงสู่ถังผสม เครื่องผสมจะต้องติดตั้งเครื่องฉีดน้ำให้เป็นฝอยหรือละออง อยู่นำหน้าเครื่องฉาบที่สามารถฉีดน้ำทำให้ผิวทางเปียกได้อย่างทั่วถึง

**9.3** เครื่องฉาบ (Spreader) เครื่องฉาบติดตั้งอยู่ด้านท้ายของเครื่องผสม จะต้องสามารถปรับอัตราการปูได้ตามที่กำหนดในมาตรฐาน ปรับความกว้างได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร ฉาบได้เรียบและสม่ำเสมอ

**9.4** เครื่องกวาดฝุ่น ต้องเป็นแบบไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล อาจใช้ร่วมกับเครื่องเป่าฝุ่น และไม้กวาดมือ ซึ่งสามารถทำความสะอาดผิวทาง และรอยแตกได้

**9.5** อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นในการดำเนินงาน เช่น เครื่องฉาบด้วยมือ พลั่ว

www.yotathai.com

**9.6** เครื่องจักรที่ใช้บดทับ ต้องเป็นรถบดล้อยางหนักประมาณ 5 ตัน ยางเรียบ ความดันลมยางประมาณ 345 กิโลปาสกาล (3.5 กก. ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

**10. การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง**

ก่อนทำการก่อสร้างให้เจ้าหน้าที่ ที่รับผิดชอบดำเนินการ ดังนี้

**10.1** พิจารณาตรวจสอบพื้นที่ที่จะก่อสร้าง และแก้ไขความบกพร่องต่างๆ ก่อนฉาบผิว เช่น ถ้าผิวเดิมมีความเสียหายไม่แข็งแรงพอ เป็นแห่งๆ ให้ทำดีพแพตชิ่ง (Deep Patching) ถ้าระดับไม่ดี ให้ทำสกินแพตชิ่ง (Skin Patching)

**10.2** ประชาสัมพันธ์ให้ผู้ที่ใช้ทางช่องที่จะทำการฉาบผิวทราบ และขอความร่วมมือ ถ้าปริมาณการจราจรสูงอาจต้องติดต่อเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร ไปคอยช่วยควบคุมการจราจรในบริเวณที่จะทำการฉาบผิว

**10.3** ตรวจสอบเครื่องวัดปริมาณวัสดุต่าง ๆ (Calibrate) ก่อนเริ่มทำงานเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวัสดุที่เปิดลงในถังผสม โดยอ่านจากเครื่องหรือคู่มือการใช้เครื่อง กับวัสดุที่ปล่อยลงไปจริง

**10.4** ตรวจสอบอุปกรณ์ เครื่องมือและเครื่องจักร ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะนำออกใช้งาน และผลิตส่วนผสมสเลอรี่ซีลได้ตามที่ออกแบบไว้

**10.5** ดำเนินการให้ผู้รับจ้างใช้เครื่องกวาดฝุ่น กวาดวัสดุ เช่น หินที่หลุด ดินที่เกาะติดผิวออกให้หมด จนผิวทางสะอาด อาจจะใช้การล้าง ถ้าผู้ควบคุมงานเห็นว่า เครื่องกวาดกวาดออกไม่หมด ในกรณีที่ผิวเดิมมีรอยแตกขนาดกว้างที่เห็นว่าถ้าใช้น้ำล้างแล้ว น้ำจะแทรกในรอยแตก ห้ามใช้น้ำล้าง

**10.6** จะต้องพิจารณาสภาพของดินฟ้าอากาศให้เหมาะสม ห้ามทำการฉาบผิวในระหว่างฝนตก และอุณหภูมิบรรยากาศต้องไม่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

**11. การก่อสร้าง**

**11.1** วัสดุต่างๆ ที่จะนำมาผสมเป็นสเลอรี่ซีล ต้องเป็นวัสดุที่ผ่านการทดสอบ และคุณภาพใช้ได้แล้ว

**11.2** ข้อกำหนดในการก่อสร้างทั่วไป

**11.2.1** ในกรณีที่ผิวทางเดิมเป็นผิวแห้ง มีหินโผล่โดยไม่มีแอสฟัลต์เหลืออยู่หรือทางเดิมเป็นผิวคอนกรีตต้องทำให้ผิวทางเปียกอย่างสม่ำเสมอด้วยเครื่องฉีดน้ำเป็นฝอยหรือละอองทันทีก่อนฉาบผิว

**11.2.2** ส่วนผสมของสเลอรี่ซีล เมื่อฉาบบนผิวทางแล้ว ต้องมีส่วนผสมคงที่ตามต้องการ

**11.2.3** วัสดุที่ผสมแล้วต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอในเครื่องฉาบ และต้องมีปริมาณมากพอตลอดเวลาเพื่อให้การฉาบได้เต็มความกว้างที่ต้องการ

**11.2.4** วัสดุที่ผสมแล้วต้องไม่เป็นกอง ไม่เป็นก้อน หรือมีหินที่ไม่ถูกผสมกับแอสฟัลต์อิมัลชัน ต้องไม่มีการแยกตัวระหว่างแอสฟัลต์อิมัลชันและส่วนละเอียดออกจากหินหยาบ ต้องไม่มีหินหยาบตกอยู่ส่วนล่างของวัสดุผสม ถ้ามีกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นจะต้องตักวัสดุผสมนี้ออกจากผิวทาง

**11.2.5** ผิวสเลอรี่ซีลต้องไม่มีรอยขีด ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อย ผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ใช้ตะแกรงร่อนมวลรวมก่อนนำมาผสม

**11.3** ข้อกำหนดของรอยต่อ รอยต่อตามยาวหรือตามขวาง ต้องไม่เป็นสันนูนสูงเกินไปหรือมองเห็นชัดเจน ดูไม่เรียบร้อย ถ้าเกิดกรณีดังกล่าวเช่นนี้ และจำเป็นต้องใช้กระสอบลากหรือเครื่องลากชนิดอื่น ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน

www.yotathai.com

**11.4** ข้อกำหนดของการฉาบด้วยมือ ในกรณีเครื่องฉาบทำการฉาบไม่ได้ เพราะสถานที่จำกัด การฉาบด้วยมือต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

## 12. รายละเอียดเพิ่มเติม

**12.1** การบ่ม

**12.1.1** ให้บ่มสเลอรี่ซีลไว้ระยะเวลาหนึ่ง ก่อนเปิดให้การจราจรผ่าน ถ้ามีความจำเป็นอาจใช้ทรายหรือหินฝุ่นสาดเพื่อให้รถยนต์ผ่านได้ เช่น ทางแยก ทางเชื่อม

**12.1.2** ให้ตรวจสอบการแตกตัวของแอสฟัลต์อิมัลชันในสเลอรี่ซีล โดยดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำ และปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนผิวสเลอรี่ซีล ถ้าไม่มีน้ำเหลือปรากฏ ให้เปิดการจราจรได้ โดยปกติไม่ควรเกิน 3 ชั่วโมง ระยะเวลาในการบ่มจะกำหนดโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง

**12.2** การบดทับ

**12.2.1** การก่อสร้างสเลอรี่ซีล ช**นิดที่ 1 ชนิดที่ 2** และ**ชนิดที่ 3** ไม่จำเป็นต้องบดทับ สำหรับลานจอดรถและทางวิ่ง ทางขับของสนามบินต้องทำการบดทับ

**12.2.2** การฉาบผิวชนิดที่ 4 ต้องบดทับ ขณะที่แอสฟัลต์กำลังแข็งตัว (ขณะบ่ม) โดยใช้รถบดล้อยาง หนักประมาณ 5 ตันความดันลมยางประมาณ 345 กิโลปาสกาลบดทับเต็มผิวหน้าไม่น้อยกว่า 5 เที่ยวด้วยความเร็ว 5-8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

## 13. ข้อควรระวัง

**13.1** การขนส่งแอสฟัลต์อิมัลชัน ในกรณีเป็นถัง (Drum) โดยเฉพาะการขนขึ้นและลง ต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันได้รับการกระทบกระเทือนรุนแรงมาก เพราะอาจจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันแตกตัวได้

**13.2** ก่อนใช้แอสฟัลต์อิมัลชันที่บรรจุถัง ตั้งเก็บรอไว้นานๆ ควรกลิ้งถังไปมาอย่างน้อยด้านละ 5 ครั้ง ก่อนบรรจุลงในเครื่องผสมสเลอรี่ซีล ทั้งนี้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชันมีลักษณะเดียวกันทั่วถึง

**13.3** ทุกครั้งที่ทำการผสมสเลอรี่ซีลเสร็จแล้ว ควรล้างเครื่องผสมให้สะอาด มิฉะนั้นจะมีแอสฟัลต์เกาะติดแน่นในเครื่อง ทำให้ไม่สะดวกในการทำงานวันต่อไป

**13.4** เมื่อเปิดถังบรรจุแอสฟัลต์อิมัลชันออกใช้ ควรใช้ให้หมดถังหรือต้องปิดฝาอย่างดี มิฉะนั้นน้ำในถังจะระเหยได้ ซึ่งจะทำให้แอสฟัลต์อิมัลชันหมดสภาพเป็นแอสฟัลต์อิมัลชันได้

## 14. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับมาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล

**14.1** ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสมแก่ผู้ควบคุมงาน แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุส่วนผสมที่จะใช้ในการผสมส่งกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อตรวจสอบพร้อมกับเอกสารการออกแบบส่วนผสมด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

**14.2** เมื่อกรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบเอกสารการออกแบบและวัสดุส่วนผสม และกำหนดค่าผลการทดสอบที่เหมาะสมให้แล้ว กรมโยธาธิการและผังเมืองจะออกสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน (Job Mix Formula) ให้ใช้สำหรับควบคุมงานต่อไป

www.yotathai.com

**14.3** การทำสเลอรี่ซีลในสนาม ถ้าวัสดุมวลรวมหรือวัสดุผสมแอสฟัลต์ ผิดพลาดจากข้อกำหนด จะถือว่าส่วนผสมที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้นไม่ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงหรือแก้ไขใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

**14.4** หากวัสดุส่วนผสมมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากวัสดุมวลรวมก็ดี หรือเนื่องจากเหตุอื่นใดก็ดี ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลงสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ทั้งนี้ในการเปลี่ยนแปลงทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

**14.5** การทดสอบและตรวจสอบการออกแบบ การฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล ทุกครั้งหรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด

## 15. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 232 - 2539: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยผ. 2136 - 57

# มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal)

**2. นิยาม**

**"งานผิวจราจรแบบเคพซีล"** หมายถึง การก่อสร้างผิวทางสองชั้น ประกอบด้วยผิวทางชั้นแรกเป็นผิวทางแบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment ) แล้วปูทับด้วยสเลอรี่ซีล (Slurry Seal) ลงบนผิวทาง หรือผิวไหล่ทางดังกล่าวอีกหนึ่งหรือสองชั้น ผิวทางชนิดนี้ใช้ทำเป็นผิวไหล่ทางได้ด้วย

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2107 – 57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2132 – 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

**3.4** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 – 57 : มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**3.5** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371 - 2530: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

**4. ผิวทางชั้นแรก แบบเซอร์เฟสทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)**

**4.1 วัสดุ**

**4.1.1** แอสฟัลต์ให้เป็นไปตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) ข้อ **4.1.3** และต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371 - 2530: แคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนนหรือแอสฟัลต์อิมัลชั่นชนิดอื่น ซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบแล้ว

**4.1.2** หินย่อย ให้เป็นไปตาม มยผ. 2107 - 57: มาตรฐานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**4.2 การกองวัสดุ**

**4.2.1** ให้แยกกองหินย่อยแต่ละขนาดไว้ โดยไม่ปะปนกัน

**4.2.2** ถ้าบริเวณที่กองหินย่อยไม่เรียบร้อย อันอาจจะทำให้มีวัสดุอื่นไม่พึงประสงค์มาปะปน ผู้ควบคุมงานอาจไม่อนุญาตให้ใช้หินย่อยที่มีวัสดุอื่นปะปนนั้นได้

**4.2.3** บริเวณที่กองหินย่อย ต้องมีการระบายน้ำที่ดี อันเป็นการป้องกันมิให้น้ำท่วมกองหินย่อยได้

www.yotathai.com

**4.3 ขนาดของหินย่อย**

ขนาดของหินย่อยของผิวทางชั้นแรก โดยทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ให้เป็นไปตามตารางที่ **1**

**ตารางที่ 1 ขนาดของหินย่อย**

| ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร | น้ำหนักผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **25.0 มม.** | **19.0 มม.** | **12.5 มม.** | **9.5 มม.** | **4.75 มม.** | **2.36 มม.** | **1.18 มม.** |
| 19.0 (3/4 นิ้ว) | 100 | 90-100 | 0-30 | 0-8 | - | 0-2 | 0-0.5 |
| 12.5 (1/2 นิ้ว) | - | 100 | 90-100 | 0-30 | 0-4 | 0-2 | 0-0.5 |

**4.4 การเลือกใช้ขนาดของหินย่อย** สำหรับผิวทางชั้นแรกให้ใช้ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือ 12.5 มิลลิเมตร (1/2นิ้ว) และต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตาม มยผ. 2107 – 57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**4.5 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ** หินย่อย และแอสฟัลต์โดยประมาณให้ใช้ตามตารางที่ **2** ส่วนปริมาณวัสดุที่ใช้จริงให้เป็นไปตามการออกแบบตามวิธีการของกรมโยธาธิการและผังเมือง

ปริมาณแอสฟัลต์ที่ออกแบบในชั้นนี้ได้จากค่า **A.L.D. (Average Least Dimension)** ของหินย่อย

**ตารางที่ 2 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ**

| ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร | 19.0 (3/4 นิ้ว) | 12.5 (1/2 นิ้ว) |
|---|---|---|
| หินย่อยกิโลกรัมต่อตารางเมตร | 16-22 | 12-18 |
| แอสฟัลต์อิมัลชั่นลิตรต่อตารางเมตร | 1.1-2.3 | 0.8-1.6 |

**4.6 การล้างหินย่อย**

การล้างหินย่อย หินย่อยไม่ต้องเคลือบผิว แต่ต้องล้างให้สะอาดแล้วรีบนำไปใช้โดยเร็ว หากปล่อยทิ้งไว้จนแห้งหรือสกปรกต้องล้างใหม่

**4.7 การใช้สารผสมแอสฟัลต์**

สารผสมแอสฟัลต์ อาจใช้ผสมกับสารเคลือบหินย่อยหรือผสมกับแอสฟัลต์โดยตรงก็ได้ แล้วแต่ชนิดและความเหมาะสม โดยให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ถ้าผสมสารผสมแอสฟัลต์ลงในแอสฟัลต์โดยตรง ควรผสมก่อนใช้งานเล็กน้อย แล้วทำให้แอสฟัลต์ในถังบรรจุแอสฟัลต์ประจำรถพ่นแอสฟัลต์ไหลเวียนให้ผสมเข้ากันดีเสียก่อน โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที แล้วจึงนำไปใช้งานทันที ห้ามต้มแอสฟัลต์ที่ผสมสารแอสฟัลต์แล้วที่ช่วงอุณหภูมิสำหรับพ่นแอสฟัลต์ทิ้งไว้ เพราะสารผสมแอสฟัลต์อาจเสื่อมคุณภาพได้ภายในไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น

หากจำเป็นที่จะต้องนำแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์ และต้มที่อุณหภูมิที่ใช้ลาดทิ้งไว้เกินกว่า 3 ชั่วโมงมาใช้ใหม่ ต้องดำเนินการตามข้อเสนอแนะนำของผู้ผลิตสารผสมแอสฟัลต์ โดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

www.yotathai.com

**4.8 เครื่องจักรและเครื่องมือ**

เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) เครื่องโรยหินจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง

**4.9 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง**

การเตรียมการก่อนการก่อสร้างให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**4.10 วิธีการก่อสร้าง**

วิธีการก่อสร้างให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**4.11 รายละเอียดเพิ่มเติม**

รายละเอียดเพิ่มเติมให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**4.12 ข้อควรระวัง**

ข้อควรระวังให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**5. ผิวทางชั้นที่สอง สเลอรี่ซีล (Slurry Seal)**

**5.1 วัสดุ**

วัสดุที่ใช้ให้เป็นไปตาม มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

**5.2 ขนาดของหินย่อย ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ**

ขนาดของหินย่อย โดยทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบให้เป็นไปตาม ตารางที่ **3**

**ตารางที่ 3 ขนาดของหิน ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ**

| **ชนิดของสเลอรีซีล** | **2** | **3** |
|---|---|---|
| **ขนาดของตะแกรงร่อน ; มม.** | **ผ่านตะแกรงร่อน ; ร้อยละ** | |
| 9.5 (3/8 นิ้ว) | 100 | 100 |
| 4.75 (เบอร์ 4) | 90-100 | 70-90 |
| 2.36 (เบอร์ 8) | 65-90 | 45-70 |
| 1.18 (เบอร์ 16) | 45-70 | 28-50 |
| 0.600 (เบอร์ 30) | 30-50 | 19-34 |
| 0.300 (เบอร์ 50) | 18-30 | 12-25 |
| 0.150 (เบอร์ 100) | 10-21 | 7-18 |
| 0.075 (เบอร์ 200) | 5-15 | 5-15 |
| Residue ของแอสฟัลต์ ; ร้อยละโดยน้ำหนักของหินแห้ง | 7.5-13.5 | 6.5-12.0 |
| อัตราการปู/ฉาบเป็นน้ำหนักของส่วนผสมสเลอรี่ ; กก./ตร.ม. | 6.1-9.3 | 9.3-14.6 |

www.yotathai.com

**5.3 การกองหินย่อย หรือทราย**

การกองหินย่อย หรือทราย ให้เป็นไปตาม มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

**5.4 ชนิดของสเลอรี่ซีล**

สำหรับงานผิวจราจรแบบเคพซีล ให้ใช้สเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 2** หรือ **ชนิดที่ 3** เท่านั้น

**5.4.1** สเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 2** ใช้ฉาบผิวทางชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยขนาด 12.5 มิลลิเมตร (1/2นิ้ว) ตามตารางที่ 1 โดยฉาบครั้งเดียวให้มีปริมาณส่วนผสมสเลอรี่ซีลตามตารางที่ **3**

**5.4.2** สเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 3** ใช้ฉาบผิวทางชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อย ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4นิ้ว) ตามตารางที่ **1** โดยแบ่งการฉาบเป็น 2 ครั้ง ให้มีปริมาณส่วนผสมสเลอรี่ซีลรวมทั้งหมด ตามตารางที่ **3**

**5.5 การออกแบบส่วนผสมสเลอรี่ซีล**

การออกแบบส่วนผสมสเลอรี่ซีล ให้เป็นไปตาม มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

**5.6 เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง**

**5.6.1** เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง ให้เป็นไปตาม มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

**5.6.2** เครื่องจักรที่ใช้บดทับต้องเป็นรถบดล้อยางชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง มีน้ำหนักประมาณ 10 ตัน แบบล้อยางผิวหน้าเรียบความดันลมยางประมาณ 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

**5.7 การเตรียมการก่อสร้าง**

การเตรียมการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

**5.8 วิธีการก่อสร้าง**

**5.8.1** ลาดยางแอสฟัลต์อิมัลชัน ชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ที่ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 ลงบนผิวทางชั้นแรกด้วยอัตราไม่น้อยกว่า 0.6 ลิตรต่อตารางเมตร โดยวิธีฟ็อกสเปรย์ (Fog Spray) หลังจากนั้นจึงดำเนินการฉาบผิวสเลอรี่ซีลต่อไป

**5.8.2** ดำเนินการฉาบผิวสเลอรีซีลทับบนผิวทางชั้นแรก สำหรับผิวทางชั้นแรกที่ก่อสร้างใหม่ การฉาบสเลอรี่ซีลทับควรดำเนินการภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 4 วัน และไม่มากกว่า 4 สัปดาห์ ฉะนั้นการลาดแอสฟัลต์อิมัลชันตามข้อ **5.8.1** ควรดำเนินการภายในระยะเวลาที่เหมาะสมก่อนฉาบผิวสเลอรี่ซีล

**5.8.3** ก่อนที่จะฉาบผิวสเลอรี่ซีล ให้ทำความสะอาดผิวทางที่จะฉาบสเลอรี่ซีลทับ ด้วยเครื่องกวาดฝุ่นและถ้าจำเป็นให้ใช้น้ำล้าง เพื่อกำจัดวัสดุที่หลุดหลวม สิ่งสกปรกต่างๆ ออกให้หมด

**5.8.4** ก่อนฉาบผิวสเลอรี่ซีล ถ้าผิวทางที่จะฉาบทับนั้นแห้ง ให้พ่นน้ำลงไปเพียงบางๆ พอเปียกชื้นเท่านั้น อย่าให้มีน้ำขังบนผิวทางที่จะฉาบทับ

**5.8.5** ส่วนผสมสเลอรี่ซีล เมื่อฉาบบนผิวทางแล้ว ต้องมีส่วนผสมคงที่ตามที่ต้องการ

**5.8.6** วัสดุที่ผสมแล้วต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอในเครื่องฉาบและต้องมีปริมาณมากพอตลอดเวลาเพื่อให้ฉาบได้เต็มความกว้างที่ต้องการ

www.yotathai.com

**5.8.7** วัสดุที่ผสมแล้วต้องไม่เป็นกอง ไม่เป็นก้อน หรือมีหินที่ไม่ถูกผสมกับแอสฟัลต์อิมัลชัน ต้องไม่มีการแยกตัวระหว่างแอสฟัลต์อิมัลชันกับส่วนละเอียดออกจากหินหยาบ ต้องไม่มีหินหยาบตกอยู่ส่วนล่างของวัสดุผสม ถ้ามีกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นจะต้องตักวัสดุผสมนี้ออกจากผิวทาง

**5.8.8** ต้องไม่มีรอยขีดปรากฏให้เห็นบนผิวที่ฉาบสเลอรี่ซีลเรียบร้อยแล้ว ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อย ผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ใช้ตะแกรงร่อนมวลรวม ก่อนนำมาผสม

**5.8.9** ข้อกำหนดของรอยต่อ รอยต่อตามยาวควรจัดให้อยู่ตรงแนวเส้นแบ่งช่องจราจรและรอยต่อต้องไม่เป็นสันนูนเกินไป หรือมองเห็นชัดเจนดูไม่เรียบร้อย ถ้าเกิดกรณีดังกล่าวเช่นนี้ และจำเป็นต้องใช้กระสอบลากหรือเครื่องลากชนิดอื่น ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

**5.8.10** ข้อกำหนดของการฉาบด้วยมือ ในกรณีเครื่องฉาบทำการฉาบไม่ได้เพราะสถานที่จำกัด การฉาบด้วยมือต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

**5.8.11** ในการฉาบผิวสเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 2** ตามข้อ **5.4.1** หรือการฉาบผิวสเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 3** ครั้งที่ 1 ตามข้อ **5.4.2** ให้บดทับด้วยรถบดล้อยางชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ตามข้อ **5.6.2** เต็มผิวหน้าไม่น้อยกว่า 5 เที่ยวโดยเริ่มบดได้เมื่อไม่มีส่วนผสมสเลอรี่ซีลติดล้อรถบด แต่ต้องไม่ข้ามวันสำหรับการฉาบผิวสเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 3** ครั้งที่ 2 นั้นให้ดำเนินการฉาบผิวให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ต้องไม่นานเกิน 4 สัปดาห์หลังจากฉาบผิวครั้งที่ 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว การฉาบผิวครั้งที่ 2 นี้ปกติไม่ต้องบดทับ

### 5.9 รายละเอียดเพิ่มเติม

การบ่มให้บ่มผิวสเลอรี่ซีลไว้ระยะเวลาหนึ่ง ก่อนเปิดให้การจราจรผ่าน จนกว่าผิวสเลอรี่ซีลจะแตกตัวโดยสมบูรณ์แล้ว จึงเปิดให้การจราจรผ่านบริเวณที่มีความจำเป็นต้องให้การจราจรผ่านได้ก่อน เช่น ทางแยกทางเชื่อม ก็อาจใช้ทรายหรือหินฝุ่นสาดทับไว้

ให้ตรวจสอบการแตกตัวของแอสฟัลต์อิมัลชั่นในสเลอรี่ซีล โดยการดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำ และปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนสเลอรี่ซีล ถ้าไม่มีน้ำเหลือปรากฏให้เปิดการจราจรได้ โดยปกติไม่ควรเกิน 3 ชั่วโมง ระยะเวลาการบ่มให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

### 5.10 ข้อควรระวัง

ข้อควรระวังให้เป็นตาม มยผ. 2132 – 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) และมยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal)

## 6. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับผิวทางแบบเคพซีล

**6.1** ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอรายงานการออกแบบส่วนผสมผิวแบบเคพซีลของผู้รับจ้างเองที่ใช้วัสดุชนิดและแหล่งเดียวกันกับที่เสนอขอใช้งานแก่ผู้ควบคุมงาน แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุส่วนผสมที่จะใช้ในการผสมส่งกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อตรวจสอบพร้อมเอกสารการออกแบบส่วนผสมด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

**6.2** เมื่อกรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบเอกสารการออกแบบและวัสดุส่วนผสมและกำหนดค่าผลการทดสอบที่เหมาะสมให้แล้ว กรมโยธาธิการและผังเมืองจะออกสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน ให้ใช้สำหรับควบคุมงานต่อไป

www.yotathai.com

**6.3** ในการทำผิวแบบเคพซีลในสนาม ถ้าวัสดุที่ใช้ผิดพลาดไปจากข้อกำหนด จะถือว่าส่วนผสมที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้นไม่ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุง หรือแก้ไขใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

**6.4** หากวัสดุส่วนผสมมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหตุอื่นใดก็ตาม ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลงสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงทุกครั้งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

**6.5** การทดสอบและการตรวจสอบการออกแบบผิวแบบเคพซีลทุกครั้ง หรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด

## 7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 233 - 2539: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล(Cape Seal)

www.yotathai.com

# มยผ. 2142 - 57

# มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

**2. นิยาม**

**"พาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)"** หมายถึง การฉาบผิวทางชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยพาราแอสฟัลต์อิมัลชั่น (Para Asphalt Emulsion) มวลรวม (Aggregate) วัสดุผสมแทรก (Mineral Filler) และสารผสมเพิ่ม (Additive) มีลักษณะแข็งแรง ช่วยให้ผิวทางมีความคงทนสูง ลักษณะผิวหน้าไม่ลื่น ทนต่อการแปรเปลี่ยนของดินฟ้าอากาศและป้องกันน้ำซึม ในการก่อสร้างสามารถเปิดการจราจรได้รวดเร็ว จึงเหมาะสำหรับพื้นที่ก่อสร้างทั่วไปและย่านชุมชน โดยใช้สำหรับฉาบผิวทางและผิวไหล่ทาง แบ่งออกเป็น 3 ชนิด มีลักษณะแตกต่างกันตามที่กำหนดในตารางที่ **1** ซึ่งจะแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณเนื้อยางที่ใช้และอัตราการใช้วัสดุ การที่กำหนดให้ฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีลชนิดใดขึ้นอยู่กับสภาพผิวทางเดิม ปริมาณการจราจรและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน การฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีลจะต้องเลือกชนิดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมตามความต้องการ

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57 : ทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอสำหรับงานทาง (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบค่าสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

**3.4** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

**3.5** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards: ASTM D 3910 - 11: Standard Practices for Design, Testing, and Construction of Slurry Seal

**4. วัสดุ**

วัสดุที่ใช้ทำชั้นพาราสเลอรี่ซีลประกอบด้วย

**4.1** แอสฟัลต์ คือพาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นที่เป็น Polymer Modified Asphalt Emulsion ผลิตขึ้นมาจากแอสฟัลต์อิมัลชั่นชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ผสมกับยางธรรมชาติ (Nature Rubber) โดยมีคุณภาพตาม มอก. 2157: มอดิฟายด์แอสฟัลต์อิมิชัลสำหรับงานทาง

**4.2** สารผสมเพิ่ม (Additives) ใช้เพื่อทำให้แอสฟัลต์อิมัลชั่นแตกตัวเร็วขึ้นหรือช้าลง หรือใช้เพื่อให้แอสฟัลต์อิมัลชั่นเคลือบมวลรวมได้ดียิ่งขึ้น ปริมาณที่ใช้ต้องพอเหมาะเพื่อให้สามารถเปิดการจราจรได้ภายในเวลาที่ต้องการ

www.yotathai.com

สารผสมเพิ่มนี้จะใช้หรือไม่ก็ได้แล้วแต่การออกแบบ ซึ่งจะต้องได้รับการเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

**4.3** น้ำ ต้องเป็นน้ำสะอาด ปราศจากสารที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีลและต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนนำมาใช้งาน

**4.4** มวลรวม (Aggregate) ต้องเป็นหินโม่ซึ่งแข็ง คงทน สะอาด ปราศจากดินหรือวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นใด อาจมีวัสดุผสมแทรกด้วยก็ได้

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น มวลรวมต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

**4.4.1** มีค่า Sand Equivalent เมื่อทดสอบตาม มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60

**4.4.2** มีค่าความสึกหรอ เมื่อทดสอบตาม มยผ. 2209 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) ไม่มากกว่าร้อยละ 35

**4.4.3** มีค่าส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เมื่อทดสอบตาม มยผ. 2225 - 57: วิธีการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม โดยใช้โซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ ไม่มากกว่าร้อยละ 9

**4.5** วัสดุผสมแทรก (Mineral Filler) วัสดุผสมแทรก เช่นปูนซีเมนต์ ปูนขาว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของมวลรวมต้องใช้ในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น จะใช้เมื่อต้องการปรับปรุงความสะดวกในการทำงาน (Workability) หรือปรับปรุงขนาดคละ (Gradation)

## 5. ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้และอัตราการฉาบ

ขนาดคละของมวลรวม เมื่อทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: ทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้และอัตราการฉาบต้องเป็นไปตามตารางที่ **1**

**ตารางที่ 1 ขนาดคละของมวลรวม ปริมาณเนื้อยางแอสฟัลต์ และอัตราการฉาบพาราสเลอรี่ซีล**

| ผ่านตะแกรงขนาด | ชนิดของพาราสเลอรี่ซีล | | |
|---|---|---|---|
| | ชนิดที่ 1 | ชนิดที่ 2 | ชนิดที่ 3 |
| | ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละโดยมวล | | |
| 9.5 มม. (3/8 นิ้ว) | - | 100 | 100 |
| 4.75 มม. (เบอร์ 4) | 100 | 90 - 100 | 70 - 90 |
| 2.36 มม. (เบอร์ 8) | 90 - 100 | 65 - 90 | 45 - 70 |
| 1.18 มม. (เบอร์ 16) | 65 - 90 | 45 - 70 | 28 - 50 |
| 0.600 มม. (เบอร์ 30) | 40 - 65 | 30 - 50 | 19 - 34 |
| 0.300 มม. (เบอร์ 50) | 25 - 42 | 18 - 30 | 12 - 25 |
| 0.150 มม. (เบอร์ 100) | 15 - 30 | 10 - 21 | 7 - 18 |
| 0.075 มม. (เบอร์ 200) | 10 - 20 | 5 - 15 | 5 - 15 |
| Residue ของแอสฟัลต์ ร้อยละโดยมวลรวมแห้ง | 10.0 - 16.0 | 7.5 - 13.5 | 6.5 - 12.0 |
| อัตราการฉาบ เป็นน้ำหนักของหินแห้ง กก./ตร.ม. | 3.0 - 5.5 | 5.5 - 10.0 | 10.0 - 16.0 |

www.yotathai.com

**6. การกองหินหรือทราย**

การกองหินหรือทราย ให้กองไว้อย่างเป็นระเบียบ ต้องไม่เป็นบริเวณที่มีน้ำขัง ถ้าหากมีการผสมต้องทำการผสมกันให้ได้ส่วนคละอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอก่อนนำไปใช้ผสมเป็นพาราสเลอรี่ซีล

**7. ชนิดของพาราสเลอรี่ซีล**

**7.1** มาตรฐานนี้ครอบคลุมพาราสเลอรี่ซีล 3 ชนิด ดังแสดงไว้ในตารางที่ **1** ซึ่งแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานขนาดของมวลรวมและอัตราการใช้วัสดุ การจะกำหนดให้ฉาบผิวแบบพาราสเลอรี่ซีลชนิดใดขึ้นอยู่กับสภาพผิวทางเดิม สิ่งแวดล้อมและวัตถุประสงค์ของการใช้งานซึ่งจะระบุในแบบก่อสร้าง

**7.2** การฉาบผิวแบบพาราสเลอรี่ซีล จะต้องเลือกชนิดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับความต้องการ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

**7.2.1 พาราสเลอรี่ซีลชนิดที่ 1** เป็นชนิดที่สามารถแทรกซึมรอยแตกได้ดี ใช้สำหรับฉาบผิวทาง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

**(1)** ยารอยแตก

**(2)** ฉาบเป็นผิวทาง กรณีต้องการปรับปรุง Texture ของผิวทางเดิมเล็กน้อย

**(3)** ฉาบป้องกันการเกิด Oxidation หรือ Weathering บนผิวทางเดิม

**7.2.2 พาราสเลอรี่ซีลชนิดที่ 2** เป็นชนิดที่มีผิวหน้าหยาบกว่า**ชนิดที่ 1** ใช้สำหรับฉาบผิวทาง หรือผิวไหล่ทาง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

**(1)** เพิ่ม Skid Resistance ของผิวทางเดิม

**(2)** ให้ผิวทางระบายน้ำออกไปได้รวดเร็ว

**(3)** ฉาบป้องกันการเกิด Oxidation หรือ Weathering บนผิวทางเดิม

**7.2.3 พาราสเลอรี่ซีลชนิดที่ 3** เป็นชนิดที่มีผิวหน้าหยาบที่สุด ใช้สำหรับฉาบผิวทาง หรือผิวไหล่ทาง โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

**(1)** เพิ่ม Skid Resistance ของผิวทางเดิม

**(2)** ให้ผิวทางระบายน้ำออกไปได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

**(3)** ฉาบป้องกันการเกิด Oxidation หรือ Weathering บนผิวทางเดิม

**(4)** ฉาบปรับระดับได้เล็กน้อย

**(5)** ปรับแก้ Crown Slope ได้เล็กน้อย

**(6)** ฉาบปิดผิวทางเดิมที่หลุด (Raveling)

**8. ข้อกำหนดในการออกแบบส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล**

**8.1** การออกแบบส่วนผสมนี้ ให้ใช้วิธีตามThe Asphalt Institute Manual Series No.19 โดยวิธีหาค่า C.K.E.และตามมาตรฐาน ASTM D 3910 (Standard Practice for Design, Testing, and Construction of Slurry Seal) หรือใช้มาตรฐานและวิธีทดสอบของ International Slurry Association (ISSA) หรือวิธีอื่นใดที่กรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบ ซึ่งก่อนเริ่มงานให้ผู้รับจ้างทำการออกแบบส่วนผสม แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุพร้อมเอกสารการออกแบบจากผู้รับจ้าง ส่งให้กรมโยธาธิการและผังเมืองทำการตรวจสอบ โดยผู้รับจ้างต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

www.yotathai.com

**8.2** คุณภาพของวัสดุที่จะใช้ออกแบบจะต้องผ่านการทดสอบคุณภาพให้ใช้ได้แล้ว การออกแบบส่วนผสมจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน

**8.3** ส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

**8.3.1** เวลาในการผสม (Mixing Time) ที่ 25 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 120 วินาที

**8.3.2** ค่า Flow อยู่ระหว่าง 10-20 มิลลิเมตร

**8.3.3** Initial Setting Time ไม่มากกว่า 30 นาที

**8.3.4** เวลาในการบ่ม (Curing Time) ไม่มากกว่า 2 ชั่วโมง

**8.3.5** ค่า Wet track Abrasion Loss ไม่มากกว่า 500 กรัมต่อตารางเมตร

**8.3.6** ค่า Hubbard Field Stability ที่ 25 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 11.8 กิโลนิวตันหรือ 1,200 กิโลกรัมแรง)

**8.4** กรมโยธาธิการและผังเมืองอาจพิจารณาเปลี่ยนแปลงขนาดคละของมวลรวมปริมาณเนื้อยางแอสฟัลต์และอัตราการฉาบแตกต่างไปจากตารางที่ **1** ก็ได้ตามความเหมาะสม แต่คุณสมบัติของส่วนผสมต้องถูกต้องตามข้อ **8.3**

**8.5** หากวัสดุผสมมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมวลรวมหรือเหตุอื่นใด ผู้รับจ้างต้องออกแบบส่วนผสมใหม่ ตามข้อ **8.1**

**8.6** ระหว่างการฉาบพาราสเลอรี่ซีล ถ้าผู้ควบคุมงานเห็นว่าส่วนผสมของพาราสเลอรี่ซีลที่ออกแบบไว้ไม่เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงในสนาม มวลรวมหรือวัสดุผสมแอสฟัลต์ผิดพลาดจากข้อกำหนด ให้ถือว่าส่วนผสมที่ออกแบบไว้ไม่ได้ตามคุณภาพที่ต้องการ ผู้รับจ้างต้องทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วทำการออกแบบส่วนผสมใหม่ โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

**8.7** เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ Tolerant Limit สำหรับสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน ให้เป็นไปตามตารางที่ **2**

**ตารางที่ 2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ Tolerant Limit สำหรับสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน**

| ผ่านตะแกรงขนาด | ร้อยละ |
|---|---|
| 2.36 มม. (เบอร์ 8) และใหญ่กว่า | ±5 |
| 1.18 มม. (เบอร์ 16) 0.600 มม. (เบอร์ 30) และ 0.300 มม. (เบอร์ 50) | ±4 |
| 0.150 มม. (เบอร์ 100) | ±3 |
| 0.075 มม. (เบอร์ 200) | ±2 |
| Residue ของแอสฟัลต์ โดยมวลของมวลรวมแห้ง | ±0.5 |

**หมายเหตุ** กรณีที่กรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นควรให้กำหนดขอบเขตของสูตรส่วนผสมเฉพาะงานแตกต่างไปจากตารางที่ **2** ก็สามารถดำเนินการได้ตามความเหมาะสม

**8.8** การทดสอบและการตรวจสอบการออกแบบการฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีลทุกครั้ง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด

www.yotathai.com

**9. เครื่องจักรและเครื่องมือ**

เครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆ ที่จะนำมาใช้จะต้องได้รับการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดี ตลอดระยะเวลาของการดำเนินงาน หากอุปกรณ์เครื่องจักรหรือเครื่องมือนั้นไม่สามารถทำงานได้ผลตามต้องการ ผู้รับจ้างจะต้องแก้ไขให้ดีก่อนนำไปใช้งาน

**9.1 เครื่องจักรพาราสเลอรี่ซีล**

เครื่องจักรพาราสเลอรี่ซีลต้องเป็นเครื่องจักรที่ขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ประกอบด้วย

- เครื่องผสม (Mixer)
- เครื่องฉีดน้ำ
- เครื่องฉาบ (Spreader)
- เครื่องปั๊มพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน น้ำและสารผสมเพิ่ม
- สายพานลำเลียงมวลรวมและวัสดุผสมแทรกไปยังเครื่องผสม
- ถังใส่มวลรวม (Aggregate Bin)
- ถังใส่วัสดุผสมแทรก (Filler Bin)
- ถังใส่น้ำและใส่พาราแอสฟัลต์อิมัลชัน
- ถังใส่สารผสมเพิ่ม (AdditiveTank)
- อุปกรณ์ควบคุมอัตราส่วนผสมของวัสดุ

ส่วนประกอบของเครื่องจักรดังกล่าวข้างต้นสำหรับรายงานซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมีรายละเอียดดังนี้

**9.1.1** เครื่องผสม ต้องเป็นเครื่องชนิดที่ผลิตส่วนผสมของพาราสเลอรี่ซีลได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน มีเครื่องลำเลียงวัสดุต่างๆ พร้อมมาตรวัดปริมาณ สามารถลำเลียงมวลรวม วัสดุผสมแทรก น้ำ พาราแอสฟัลต์อิมัลชั่น และสารผสมเพิ่ม ลงสู่ถังผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง มวลรวมและวัสดุผสมแทรกถูกลำเลียงลงสู่ถังผสมในตำแหน่งเดียวกัน เครื่องผสมสามารถลำเลียงวัสดุที่ผสมเข้ากันอย่างดีแล้วลงเครื่องฉาบได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน

**9.1.2** เครื่องฉีดน้ำ ติดตั้งอยู่หน้าเครื่องฉาบ เช่น Fog Spray Bar สามารถฉีดน้ำให้เป็นฝอยหรือละอองใช้สำหรับฉีดน้ำให้ผิวทางเปียกได้อย่างทั่วถึง

**9.1.3** เครื่องฉาบติดอยู่ทางด้านท้ายของเครื่องผสม ต้องสามารถปรับอัตราการฉาบได้ตามที่กำหนดปรับความกว้างได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่องจราจร ฉาบได้เรียบและสม่ำเสมอ

**9.1.4** เครื่องปั๊มแอสฟัลต์อิมัลชัน น้ำและสารผสมเพิ่ม ต้องมีมาตรวัดปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำพาราสเลอรี่ซีล

**9.1.5** สายพานลำเลียงมวลรวมและวัสดุผสมแทรกไปยังเครื่องผสม ต้องมีมาตรวัดปริมาณและสามารถอ่านมาตรได้ตลอดเวลาในการทำพาราสเลอรี่ซีล

**9.2 เครื่องกวาดฝุ่น**เป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองหรือแบบลากที่ติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) หรือรถอื่นใด ซึ่งเป็นชนิดไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล ขนไม้กวาดอาจทำด้วยไฟเบอร์ ลวดเหล็ก ไนล่อน หวาย หรือวัสดุอื่นใดที่เหมาะสม ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้พื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างสะอาด อาจใช้ร่วมกับเครื่องเป่าฝุ่นและไม้กวาดมือซึ่งสามารถทำความสะอาดผิวทางและรอยแตกได้

**9.3 เครื่องเป่าลม (Blower)** เป็นแบบติดตั้งที่รถไถนาหรือรถอื่นใด มีใบพัดขนาดใหญ่ให้กำลังลมแรง และมีประสิทธิภาพพอเพียงที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

www.yotathai.com

**9.4 เครื่องจักรบดทับ** ต้องเป็นรถบดล้อยางแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง มีน้ำหนักประมาณ 5 ตัน ล้อยางต้องเป็นชนิดผิวหน้ายางเรียบ มีขนาดและจำนวนชั้นผ้าใบเท่ากันทุกล้อ ความดันลมยางประมาณ 345 กิโลปาลคาล (50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

**9.5 อุปกรณ์อื่นๆ** ที่จำเป็นในการดำเนินงาน เช่น เครื่องฉาบด้วยมือ พลั่ว

## 10. การเตรียมการก่อสร้าง

ก่อนการทำการก่อสร้างให้ดำเนินการดังนี้

**10.1** ให้กองมวลรวมให้เป็นระเบียบ โดยกองในบริเวณที่น้ำไม่ขังหรือบริเวณที่จะไม่ทำให้มวลรวมมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไป ก่อนนำมวลรวมไปใช้งานจะต้องได้รับการตรวจสอบและได้รับการอนุญาตจากผู้ควบคุมงานก่อน

**10.2** กรณีผิวทางเดิมเป็นผิวทางแอสฟัลต์ ให้ทำการตรวจสอบพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างและแก้ไข ความบกพร่องต่างๆ ก่อนฉาบผิว เช่น ถ้าผิวเดิมบางจุดมีความเสียหายหรือระดับไม่ดี ให้ทำ Deep Patching หรือ Skin Patching แล้วแต่กรณี

**10.3** กรณีผิวทางเดิมเป็นผิวทางคอนกรีต ให้ทำการตรวจสอบรอยต่อและรอยแตกต่างๆ แล้วทำการแก้ไขซ่อมแซมตามความเหมาะสม ทำความสะอาดให้เรียบร้อยแล้วทำการ Tack Coat ก่อนทำการฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีล

**10.4** ตรวจสอบอุปกรณ์ เครื่องจักรและเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะนำออกใช้งานและผลิตส่วนผสมพาราสเลอรี่ได้ตามที่ออกแบบไว้

**10.5** ให้ทำการตรวจสอบและตรวจปรับมาตรวัดต่าง ๆ เพื่อให้ใช้วัสดุได้ตามอัตราส่วนที่ต้องการ

**10.6** ในกรณีที่จำเป็นต้องกวาดฝุ่น ให้ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาดวัสดุที่ไม่พึงประสงค์ออกจากผิวทางจนสะอาดถ้าจำเป็นให้ใช้น้ำล้างด้วย

**10.7** ต้องพิจารณาสภาวะอากาศให้เหมาะสม ห้ามทำการฉาบผิวในระหว่างฝนตกและอุณหภูมิของอากาศขณะฉาบต้องไม่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

## 11. การก่อสร้าง

วัสดุต่างๆ ที่จะนำมาผสมเป็นพาราสเลอรี่ซีลต้องเป็นวัสดุที่ผ่านการทดสอบและมีคุณภาพใช้ได้แล้ว

### 11.1 ข้อกำหนดทั่วไปในการก่อสร้าง

**11.1.1** กรณีที่ผิวทางเดิมเป็นผิวทางแอสฟัลต์ที่มีผิวแห้ง ต้องทำให้เปียกสม่ำเสมอด้วยเครื่องฉีดน้ำเป็นฝอยหรือเป็นละอองทันทีก่อนทำการฉาบผิว

**11.1.2** กรณีที่ผิวทางเดิมเป็นผิวคอนกรีต ให้ทำการ tack coat ด้วยแอสฟัลต์อิมัลชันชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ในอัตรา 0.1 – 0.3 ลิตรต่อตารางเมตรหรือจะผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 แล้ว tack coat ในอัตรา 0.2-0.6 ลิตรต่อตารางเมตร ก่อนทำการฉาบผิว

**11.1.3** พาราแอสฟัลต์อิมัลชันในส่วนผสมต้องไม่แตกตัวในเครื่องฉาบก่อนที่จะฉาบ

www.yotathai.com

**11.1.4** พาราสเลอรี่ซีลที่ผสมแล้วต้องสามารถกระจายได้อย่างสม่ำเสมอในเครื่องฉาบ ต้องมีปริมาณมากพอตลอดเวลาเพื่อให้การฉาบ ฉาบได้เต็มความกว้างตามต้องการ

**11.2 การฉาบ**

**11.2.1** ส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีลเมื่อฉาบบนผิวทางแล้วต้องมีส่วนผสมคงที่ถูกต้องตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

**11.2.2** ส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีลต้องไม่จับกันเป็นก้อนหรือแตกตัวในเครื่องฉาบ ไม่มีมวลรวมใดที่ไม่ถูกเคลือบด้วยพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน ไม่เกิดการแยกตัวระหว่างพาราแอสฟัลต์อิมัลชันและมวลรวมละเอียดออกจากมวลหยาบหรือมีมวลหยาบตกลงสู่ส่วนล่างของวัสดุผสม ถ้ามีกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นจะต้องตักวัสดุผสมนี้ออกไปจากผิวทาง

**11.2.3** ต้องไม่มีรอยครูดซึ่งอาจเกิดจากหินก้อนใหญ่เกินไปปรากฏให้เห็นบนผิวทางที่ฉาบเรียบร้อยแล้ว ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อย ผู้ควบคุมงานอาจให้ใช้ตะแกรงร่อนมวลรวมก่อนนำมาผสม

**11.2.4** กรณีที่ไม่สามารถใช้เครื่องฉาบทำการฉาบได้เนื่องจากสถานที่จำกัด การฉาบด้วยมือต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

**11.3 รอยต่อตามยาวหรือตามขวาง** ต้องไม่เป็นสันนูนหรือมองเห็นชัดเจนว่าไม่เรียบร้อย ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อยโดยวิธีที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

**11.4 การบดทับ**

**11.4.1** **พาราสเลอรี่ซีลชนิดที่ 1** และ**ชนิดที่ 2** ไม่ต้องทำการบดทับ

**11.4.2** **พาราสเลอรี่ซีลชนิดที่ 3** อาจจะทำการบดทับหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน หากต้องทำการบดทับ ให้บดทับขณะที่ส่วนผสมกำลังแข็งตัว (ขณะบ่ม) โดยใช้รถบดล้อยางตามข้อ **9.4** บดทับด้วยความเร็วประมาณ 6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จำนวนไม่น้อยกว่า 5 เที่ยว

**11.5 การบ่ม** เมื่อฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีลเสร็จแล้ว ต้องปล่อยให้บ่มตัวระยะเวลาหนึ่งก่อนเปิดการจราจร การบ่มตัวจะนานเท่าไรให้ตรวจสอบการแตกตัวของพาราแอสฟัลต์อิมัลชันในส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล โดยดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำและปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถจะทำการตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนผิวพาราสเลอรี่ซีล ถ้าไม่มีน้ำปรากฏบนผิวและผิวนั้นเป็นสีดำแล้วก็สามารถเปิดการจราจรได้ โดยปกติจะใช้เวลาบ่มไม่เกิน 2 ชั่วโมง ระหว่างการบ่มตัวถ้าจำเป็นต้องเปิดให้การจราจรผ่าน อาจใช้หินฝุ่นหรือทรายสาดปิดเพื่อให้รถยนต์ผ่านก็ได้

## 12. การอำนวยการและการเปิดการจราจร

ผู้รับจ้างจะต้องอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในระหว่างการก่อสร้าง โดยจัดหาติดตั้งอุปกรณ์ป้ายเครื่องหมายและสัญญาณจราจรเตือนล่วงหน้าเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ ระยะเวลาที่จะเปิดการจราจรควรพิจารณาตามความจำเป็นในสนาม ควรเปิดการจราจรได้เมื่อบ่มตัวครบ 2 ชั่วโมงแล้ว ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดระยะเวลาในการเปิดการจราจรตามความเหมาะสม

www.yotathai.com

## 13. ข้อควรระวัง

**13.1** การขนส่งพาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นในกรณีที่เป็นถังบรรจุ (drum) โดยเฉพาะการขนขึ้นหรือลง ต้องระมัดระวังไม่ให้ถังบรรจุพาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นได้รับการกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง เพราะอาจทำให้พาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นแตกตัวได้

**13.2** ก่อนใช้พาราแอสฟัลต์อิมัลชันที่บรรจุถังเก็บไว้เป็นเวลานาน ควรกลิ้งถังไปมาอย่างน้อยด้านละ 5 ครั้ง ก่อนบรรจุลงในเครื่องผสมพาราสเลอรี่ซีล ทั้งนี้เพื่อให้พาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นมีลักษณะเดียวกันอย่างทั่วถึง

**13.3** ทุกครั้งที่ทำการผสมพาราสเลอรี่ซีลเสร็จแล้ว ควรล้างเครื่องผสมให้สะอาด มิฉะนั้นจะมีแอสฟัลต์เกาะติดในเครื่อง ทำให้ไม่สะดวกในการทำงานในครั้งต่อไป

**13.4** เมื่อเปิดถังบรรจุพาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นออกใช้ ควรใช้ให้หมดถังหรือต้องปิดฝาอย่างดี มิฉะนั้นจะทำให้น้ำในถังระเหยได้ ซึ่งจะทำให้พาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นเสื่อมสภาพ

## 14. เอกสารอ้างอิง

**14.1** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ม. 415/2546: วิธีการฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

**14.2** มาตรฐานกรมทางหลวงชนบท มทช. 243 – 2555: งานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

www.yotathai.com

# มยผ. 2143 - 57

# มาตรฐานงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล (Para Cape Seal)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล (Para Cape Seal)

**2. นิยาม**

**"พาราเคพซีล (Para Cape Seal)"** หมายถึง การก่อสร้างผิวทางสองชั้น ประกอบด้วยผิวทางชั้นแรกเป็นผิวทางแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment) แล้วปูทับด้วยพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal) ลงบนผิวทางหรือผิวไหล่ทางดังกล่าวอีกหนึ่งหรือสองชั้น ผิวทางชนิดนี้ใช้ทำเป็นผิวไหล่ทางได้ด้วย

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2107 - 57 : มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2132 - 57 : มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2136 - 57 มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal)

**3.4** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2142 - 57 : มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

**3.5** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57 : มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**3.6** มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: มาตรฐานแคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน

**4. ผิวทางชั้นแรก แบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ชั้นเดียว (Single Surface Treatment)**

**4.1 วัสดุ**

**4.1.1** แอสฟัลต์ ให้เป็นไปตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) ตามข้อ **4.1.3** และต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 371: แคตอิออนิกแอสฟัลต์อิมัลชั่นสำหรับถนน หรือแอสฟัลต์อิมัลชั่นชนิดอื่น ซึ่งกรมโยธาธิการและผังเมืองเห็นชอบแล้ว

**4.1.2** หินย่อย ให้เป็นไปตาม มยผ. 2107 - 57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**4.2 การกองวัสดุ**

**(1)** ให้แยกกองหินย่อยแต่ละขนาดไว้ โดยไม่ปะปนกัน

**(2)** ถ้าบริเวณที่กองหินย่อยไม่เรียบร้อย อันอาจจะทำให้มีวัสดุอื่นไม่พึงประสงค์มาปะปน ผู้ควบคุมงานอาจไม่อนุญาตให้ใช้หินย่อยที่มีวัสดุอื่นปะปนนั้นได้

**(3)** บริเวณที่กองหินย่อย ต้องมีการระบายน้ำที่ดี อันเป็นการป้องกันมิให้น้ำท่วมกองหินย่อยได้

www.yotathai.com

**4.3 ขนาดของหินย่อย**

ขนาดของหินย่อยของผิวทางชั้นแรก เมื่อทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ให้เป็นไปตามตารางที่ **1**

**ตารางที่ 1 ขนาดของหินย่อย**

| ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร | น้ำหนักผ่านตะแกรงเป็นร้อยละ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 25.0 มม. | 19.0 มม. | 12.5 มม. | 9.5 มม. | 4.75 มม. | 2.36 มม. | 1.18 มม. |
| 19.0 (3/4 นิ้ว) | 100 | 90-100 | 0-30 | 0-8 | - | 0-2 | 0-0.5 |
| 12.5 (1/2 นิ้ว) | - | 100 | 90-100 | 0-30 | 0-4 | 0-2 | 0-0.5 |

**4.4 การเลือกใช้ขนาดของหินย่อย** สำหรับผิวทางชั้นแรกให้ใช้ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) หรือ 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) และต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตาม มยผ. 2107 - 57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**4.5 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ** หินย่อย และแอสฟัลต์โดยประมาณให้ใช้ตามตารางที่ **2** ส่วนปริมาณวัสดุที่ใช้จริงให้เป็นไปตามการออกแบบตามวิธีการของกรมโยธาธิการและผังเมือง

ปริมาณแอสฟัลต์ที่ออกแบบในชั้นนี้ได้จากค่า **A.L.D. (Average Least Dimension)** ของหินย่อย

**ตารางที่ 2 ปริมาณวัสดุที่ใช้โดยประมาณ**

| ขนาดที่ใช้เรียก มิลลิเมตร | 19.0 (3/4 นิ้ว) | 12.5 (1/2 นิ้ว) |
|---|---|---|
| หินย่อย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร) | 16-22 | 12-18 |
| แอสฟัลต์อิมัลชั่น (ลิตรต่อตารางเมตร) | 1.1-2.3 | 0.8-1.6 |

**4.6 การล้างหินย่อย**

การล้างหินย่อย หินย่อยไม่ต้องเคลือบผิว แต่ต้องล้างให้สะอาดแล้วรีบนำไปใช้โดยเร็ว หากปล่อยทิ้งไว้จนแห้งหรือสกปรกต้องล้างใหม่

**4.7 การใช้สารผสมแอสฟัลต์**

สารผสมแอสฟัลต์ อาจใช้ผสมกับสารเคลือบหินย่อยหรือผสมกับแอสฟัลต์โดยตรงก็ได้ แล้วแต่ชนิดและความเหมาะสม โดยให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ถ้าผสมสารผสมแอสฟัลต์ลงในแอสฟัลต์โดยตรง ควรผสมก่อนใช้งานเล็กน้อย แล้วทำให้แอสฟัลต์ในถังบรรจุแอสฟัลต์ประจำรถพ่นแอสฟัลต์ไหลเวียนให้ผสมเข้ากันดีเสียก่อน โดยใช้เวลาประมาณ 20 นาที แล้วจึงนำไปใช้งานทันที ห้ามต้มแอสฟัลต์ที่ผสมสารแอสฟัลต์แล้วที่ช่วงอุณหภูมิสำหรับพ่นแอสฟัลต์ทิ้งไว้ เพราะสารผสมแอสฟัลต์อาจเสื่อมคุณภาพได้ภายในไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น

หากจำเป็นที่จะต้องนำแอสฟัลต์ที่ผสมสารผสมแอสฟัลต์และต้มที่อุณหภูมิที่ใช้ลาดทิ้งไว้เกินกว่า 3 ชั่วโมงมาใช้ใหม่ ต้องดำเนินการตามข้อเสนอแนะนำของผู้ผลิตสารผสมแอสฟัลต์ โดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

www.yotathai.com

**4.8 เครื่องจักรและเครื่องมือ**

เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) เครื่องโรยหินจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง

**4.9 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง**

การเตรียมการก่อนการก่อสร้างให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**4.10 วิธีการก่อสร้าง**

วิธีการก่อสร้างให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**4.11 รายละเอียดเพิ่มเติม**

รายละเอียดเพิ่มเติมให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**4.12 ข้อควรระวัง**

ข้อควรระวังให้เป็นตาม มยผ. 2132 - 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment)

**5. ผิวทางชั้นที่สอง พาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)**

**5.1 วัสดุ**

วัสดุที่ใช้ให้เป็นไปตาม มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

**5.2 ขนาดของหินย่อย ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ**

ขนาดของหินย่อย เมื่อทดสอบตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis) ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบให้เป็นไปตาม ตารางที่ **3**

**ตารางที่ 3 ขนาดของหิน ปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ และอัตราการฉาบ**

| **ชนิดของพาราสเลอรี่ซีล** | **2** | **3** |
|---|---|---|
| **ขนาดของตะแกรงร่อน ; มม.** | **ผ่านตะแกรงร่อน ; ร้อยละ** | |
| 9.5 (3/8 นิ้ว) | 100 | 100 |
| 4.75 (เบอร์ 4) | 90-100 | 70-90 |
| 2.36 (เบอร์ 8) | 65-90 | 45-70 |
| 1.18 (เบอร์ 16) | 45-70 | 28-50 |
| 0.600 (เบอร์ 30) | 30-50 | 19-34 |
| 0.300 (เบอร์ 50) | 18-30 | 12-25 |
| 0.150 (เบอร์ 100) | 10-21 | 7-18 |
| 0.075 (เบอร์ 200) | 5-15 | 5-15 |
| Residue ของแอสฟัลต์ ; ร้อยละโดยน้ำหนักของหินแห้ง | 7.5-13.5 | 6.5-12.0 |
| อัตราการปู/ฉาบเป็นน้ำหนักของส่วนผสมสเลอรี่ ; กก./ตร.ม. | 6.1-9.3 | 9.3-14.6 |

www.yotathai.com

**5.3 การกองหินย่อย หรือทราย**

การกองหินย่อย หรือทราย ให้เป็นไปตาม มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

**5.4 ชนิดของพาราสเลอรี่ซีล**

สำหรับงานผิวจราจรแบบพาราเคพซีล ให้ใช้พาราสเลอรี่ซีล ชนิดที่ 2 หรือ ชนิดที่ 3 เท่านั้น

**5.4.1 พาราสเลอรี่ซีล ชนิดที่ 2** ใช้ฉาบผิวทางชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อยขนาด 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ตามตารางที่ 1 โดยฉาบครั้งเดียวให้มีปริมาณส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล ตามตารางที่ **3**

**5.4.2 พาราสเลอรี่ซีล ชนิดที่ 3** ใช้ฉาบผิวทางชั้นแรกที่ใช้หินย่อยหรือกรวดย่อย ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ตามตารางที่ **1** โดยแบ่งการฉาบเป็น 2 ครั้ง ให้มีปริมาณส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีลรวมทั้งหมดตามตารางที่ **3**

**5.5 การออกแบบส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล**

การออกแบบส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีลให้เป็นไปตาม มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

**5.6 เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง**

**5.6.1** เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

**5.6.2** เครื่องจักรที่ใช้ในบดทับ ต้องเป็นรถบดล้อยางชนิดขับเคลื่อนด้วยตัวเอง มีน้ำหนักประมาณ 10 ตัน แบบล้อยางผิวหน้าเรียบ ความดันลมยางประมาณ 3.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

**5.7 การเตรียมการก่อสร้าง**

การเตรียมการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

**5.8 วิธีการก่อสร้าง**

**5.8.1** ลาดยางแอสฟัลต์อิมัลชัน ชนิด CSS-1 หรือ CSS-1h ที่ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 ลงบนผิวทางชั้นแรกด้วยอัตราไม่น้อยกว่า 0.6 ลิตรต่อตารางเมตร โดยวิธีฟ็อกสเปรย์ (Fog Spray) หลังจากนั้นจึงดำเนินการฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีลต่อไป

**5.8.2** ดำเนินการฉาบผิวพาราสเลอรีซีลทับบนผิวทางชั้นแรก สำหรับผิวทางชั้นแรกที่ก่อสร้างใหม่ การฉาบพาราสเลอรี่ซีลทับควรดำเนินการภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 4 วัน และไม่มากกว่า 4 สัปดาห์ ฉะนั้นการลาดแอสฟัลต์อิมัลชันตามข้อ **5.8.1** ควรดำเนินการภายในระยะเวลาที่เหมาะสมก่อนฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีล

**5.8.3** ก่อนที่จะฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีล ให้ทำความสะอาดผิวทางที่จะฉาบพาราสเลอรี่ซีลทับ ด้วยเครื่องกวาดฝุ่นและถ้าจำเป็นให้ใช้น้ำล้าง เพื่อกำจัดวัสดุที่หลุดหลวม สิ่งสกปรกต่างๆ ออกให้หมด

**5.8.4** ก่อนฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีล ถ้าผิวทางที่จะฉาบทับนั้นแห้ง ให้พ่นน้ำลงไปเพียงบางๆ พอเปียกชื้นเท่านั้น อย่าให้มีน้ำขังบนผิวทางที่จะฉาบทับ

**5.8.5** ส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีล เมื่อฉาบบนผิวทางแล้ว ต้องมีส่วนผสมคงที่ตามที่ต้องการ

www.yotathai.com

**5.8.6** วัสดุที่ผสมแล้วต้องกระจายอย่างสม่ำเสมอในเครื่องฉาบและต้องมีปริมาณมากพอตลอดเวลาเพื่อให้ฉาบได้เต็มความกว้างที่ต้องการ

**5.8.7** วัสดุที่ผสมแล้วต้องไม่เป็นกอง ไม่เป็นก้อน หรือมีหินที่ไม่ถูกผสมกับพาราแอสฟัลต์อิมัลชัน ต้องไม่มีการแยกตัวระหว่างพาราแอสฟัลต์อิมัลชันกับส่วนละเอียดออกจากหินหยาบ ต้องไม่มีหินหยาบตกอยู่ส่วนล่างของวัสดุผสม ถ้ามีกรณีดังกล่าวเกิดขึ้นจะต้องตักวัสดุผสมนี้ออกจากผิวทาง

**5.8.8** ต้องไม่มีรอยขีดปรากฏให้เห็นบนผิวที่ฉาบพาราสเลอรี่ซีลเรียบร้อยแล้ว ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ ต้องทำการตกแต่งและแก้ไขให้เรียบร้อย ผู้ควบคุมงานอาจสั่งให้ใช้ตะแกรงร่อนมวลรวม ก่อนนำมาผสม

**5.8.9** ข้อกำหนดของรอยต่อ รอยต่อตามยาวควรจัดให้อยู่ตรงแนวเส้นแบ่งช่องจราจรและรอยต่อต้องไม่เป็นสันนูนเกินไป หรือมองเห็นชัดเจนดูไม่เรียบร้อย ถ้าเกิดกรณีดังกล่าวเช่นนี้ และจำเป็นต้องใช้กระสอบลากหรือเครื่องลากชนิดอื่น ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

**5.8.10** ข้อกำหนดของการฉาบด้วยมือ ในกรณีเครื่องฉาบทำการฉาบไม่ได้เพราะสถานที่จำกัด การฉาบด้วยมือต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน

**5.8.11** ในการฉาบผิว**พาราสเลอรี่ซีล ชนิดที่ 2** ตามข้อ **5.4.1** หรือการฉาบผิวพาราสเลอรี่ซีล **ชนิดที่ 3** ครั้งที่ 1 ตามข้อ **5.4.2** ให้บดทับด้วยรถบดล้อยางชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองตามข้อ **5.6.2** เต็มผิวหน้าไม่น้อยกว่า 5 เที่ยว โดยเริ่มบดได้เมื่อไม่มีส่วนผสมพาราสเลอรี่ซีลติดล้อรถบด แต่ต้องไม่ข้ามวัน สำหรับการฉาบผิว**พาราสเลอรี่ซีล ชนิดที่ 3** ครั้งที่ 2 นั้น ให้ดำเนินการฉาบผิวให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ต้องไม่นานเกิน 4 สัปดาห์ หลังจากฉาบผิวครั้งที่ 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว การฉาบผิวครั้งที่ 2 นี้ปกติไม่ต้องบดทับ

**5.9 รายละเอียดเพิ่มเติม**

การบ่มให้บ่มผิวพาราสเลอรี่ซีลไว้ระยะเวลาหนึ่ง ก่อนเปิดให้การจราจรผ่าน จนกว่าผิวพาราสเลอรี่ซีลจะแตกตัวโดยสมบูรณ์แล้ว จึงเปิดให้การจราจรผ่านบริเวณที่มีความจำเป็นต้องให้การจราจรผ่านได้ก่อน เช่น ทางแยก ทางเชื่อม ก็อาจใช้ทรายหรือหินฝุ่นสาดทับไว้

ให้ตรวจสอบการแตกตัวของพาราแอสฟัลต์อิมัลชั่นในพาราสเลอรี่ซีล โดยการดูการเปลี่ยนสีของส่วนผสมจากสีน้ำตาลเป็นสีดำ และปราศจากน้ำในส่วนผสม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้กระดาษซับน้ำบนพาราสเลอรี่ซีล ถ้าไม่มีน้ำเหลือปรากฏให้เปิดการจราจรได้ โดยปกติไม่ควรเกิน 2 ชั่วโมง ระยะเวลาการบ่มให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงาน

**5.10 ข้อควรระวัง**

ข้อควรระวังให้เป็นตาม มยผ. 2132 – 57: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเซอร์เฟซทรีตเมนต์ (Surface Treatment) มยผ. 2135 - 57: มาตรฐานการฉาบผิวทางแบบสเลอรี่ซีล (Slurry Seal) และ มยผ. 2142 - 57: มาตรฐานงานฉาบผิวทางแบบพาราสเลอรี่ซีล (Para Slurry Seal)

**6. ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับผิวทางแบบพาราเคพซีล**

**6.1** ก่อนเริ่มงาน ผู้รับจ้างต้องเสนอรายงานการออกแบบส่วนผสมผิวแบบพาราเคพซีลของผู้รับจ้างเองที่ใช้วัสดุชนิดและแหล่งเดียวกันกับที่เสนอขอใช้งานแก่ผู้ควบคุมงาน แล้วให้ผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุส่วนผสมที่จะใช้ในการผสมส่งกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อตรวจสอบพร้อมเอกสารการออกแบบส่วนผสมด้วย โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด

www.yotathai.com

**6.2** เมื่อกรมโยธาธิการและผังเมืองตรวจสอบเอกสารการออกแบบและวัสดุส่วนผสมและกำหนดค่าผลการทดสอบที่เหมาะสมให้แล้ว กรมโยธาธิการและผังเมืองจะออกสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน ให้ใช้สำหรับควบคุมงานต่อไป

**6.3** ในการทำผิวแบบพาราเคพซีลในสนาม ถ้าวัสดุที่ใช้ผิดพลาดไปจากข้อกำหนด จะถือว่าส่วนผสมที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้นไม่ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุง หรือแก้ไขใหม่ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

**6.4** หากวัสดุส่วนผสมมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเหตุอื่นใดก็ตาม ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนแปลงสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงทุกครั้งจะต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมโยธาธิการและผังเมืองก่อน

**6.5** การทดสอบและการตรวจสอบการออกแบบผิวแบบพาราเคพซีลทุกครั้ง หรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมโยธาธิการและผังเมืองกำหนด

## 7. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ. 233 - 2539: มาตรฐานงานผิวจราจรแบบเคพซีล (Cape Seal)

www.yotathai.com

# มยพ. 2201 - 57

# มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างความแน่นของดินกับปริมาณน้ำที่ใช้ในการบดอัดในแบบที่กำหนดขนาดไว้ด้วยตุ้มเหล็กหนัก 2.5 กก. (5.5 ปอนด์) ระยะปล่อยตุ้มตกกระทบสูง 305 มม. (12 นิ้ว)

วิธีทดสอบมี 4 วิธี ต่างๆ กันดังนี้

**วิธี ก.** ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีพร๊อกเตอร์แบบมาตรฐาน (Standard Proctor)

**วิธี ข.** ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีแอสโต ที 99 (AASHTO T 99)

**วิธี ค.** ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีพร๊อกเตอร์แบบมาตรฐาน (Standard Proctor)

**วิธี ง.** ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีแอสโต ที 99 (AASHTO T 99)

การใช้วิธีทดสอบวิธีใด ให้เป็นไปตามรายการที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ถ้าไม่ได้ระบุวิธีการทดสอบให้ใช้**วิธี ก.**

**2. นิยาม**

**“ความแน่นของดิน”** หมายความว่า ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของดินกับปริมาตรของดิน

**3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย**

**3.1 แบบ (Mold)** ทำด้วยโลหะแข็งและเหนียว มีลักษณะทรงกระบอกกลวง ผนังแข็งแรงมี 2 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 102 มม. และ 152 มม. มีปลอกที่สามารถถอดได้สูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว) เพื่อให้สามารถบดอัดดินให้สูงและมีปริมาตรตามต้องการ แบบและปลอกต้องยึดกันได้อย่างมั่นคงกับฐานแบบซึ่งสามารถถอดได้ ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน ดูรูปที่ 1 และ 2

**3.1.1** แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) สูง 116.43±0.127 มม. (4.584±0.005 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในแบบ 101.6±0.406 มม. (4.000±0.016 นิ้ว) โดยมีขนาดความจุ 0.000943±0.000008 ลบ.ม. (0.0333±0.0003 ลบ.ฟ.) และมีปลอกขนาดเดียวกันสูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว)

**3.1.2** แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) สูง 116.43±0.127 มม. (4.584±0.005 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในแบบ 152.4±0.6604 มม. (6.000±0.026 นิ้ว) โดยมีขนาดความจุ 0.002124±0.000021 ลบ.ม.(0.07500±0.00075 ลบ.ฟ.) และมีปลอกขนาดเดียวกันสูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว)

www.yotathai.com

**3.2 ตุ้ม (Rammer)** ทำด้วยโลหะทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8±0.127 มม. (2.000±0.005 นิ้ว) น้ำหนักรวมทั้งด้ามถือ 2.495±0.009 กก. (5.50±0.02 ปอนด์) มีปลอกบังคับให้ยกได้สูง 304.8±1.524 มม.(12.000±0.06 นิ้ว) เหนือระดับดินที่บดอัดโดยตุ้มตกลงกระทบได้อย่างอิสระ ปลอกบังคับต้องมีรูระบายอากาศอย่างน้อย 4 รู มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9.5 มม. (3/8 นิ้ว) ทำมุมกัน 90 องศา และห่างจากปลายปลอกทั้งสองข้างประมาณ 19 มม. (3/4 นิ้ว)

**3.3 เครื่องดันตัวอย่างออกจากแบบ (Sample Extruder)** ประกอบด้วยแม่แรง (Jack) ก้านโยกแม่แรง โครงเหล็กจับแบบขณะดันตัวอย่างออกจากแบบ ใช้ดันตัวอย่างที่บดอัดในแบบแล้วออกจากแบบ หรืออาจใช้เครื่องมืออย่างอื่น ที่สามารถขุดแคะตัวอย่างดินออกจากแบบก็ได้

**3.4 เครื่องชั่ง (Balance and Scale)** สามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 11.5 กก.และอ่านละเอียดได้ถึง 5 กรัม 1 เครื่อง และสามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 1,000 กรัม อ่านละเอียดได้ถึง 0.01 กรัม อีก 1 เครื่อง

**3.5 ตู้อบ (Oven)** สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) สำหรับอบดินชื้นให้แห้ง

**3.6 เหล็กปาดดิน (Straight Edge)** ทำด้วยเหล็กชุบแข็ง มีขอบเรียบยาวไม่น้อยกว่า 254 มม.(10 นิ้ว) มีขอบที่ลบมุมด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งเรียบตรงตลอดความยาวของเหล็กปาดดิน โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 0.1 (0.01 นิ้วต่อความยาว 10 นิ้ว) ในช่วงที่ใช้ปาดแต่งผิวดินในแบบ

**3.7 ตะแกรงร่อนดิน (Sieve)** ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 203 มม. (8 นิ้ว) สูง 50.8 มม. (2 นิ้ว) มี 2 ขนาด คือ 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) และ 4.75 มม. (เบอร์ 4)

**3.8 เครื่องผสมดิน (Mixing Tool)** เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคลุกผสมดินให้เข้ากัน ได้แก่ ถาดใส่ดิน ช้อนตักดิน พลั่ว เกรียง ถ้วยตวงวัดปริมาตรน้ำ เป็นต้น หรืออาจเป็นเครื่องผสมดินที่ทำงานด้วยเครื่องจักร ซึ่งสามารถคลุกเคล้าผสมตัวอย่างดินให้เข้ากับน้ำที่ผสมเพิ่มลงไปในตัวอย่างดินทีละน้อยๆ ได้

**3.9 ตลับบรรจุดิน (Container)** ทำด้วยโลหะมีฝาปิดป้องกันความชื้นระเหยออกไปก่อนชั่งน้ำหนัก หรือระหว่างการชั่งน้ำหนักเพื่อหาความชื้นในดิน

## 4. การเตรียมตัวอย่าง

**4.1** ถ้าตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบชื้น ให้ผึ่งให้แห้งจนสามารถใช้เกรียงบดให้ร่วนได้ หรือใช้ตู้อบอบดินให้แห้งก็ได้ แต่ต้องใช้อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส (140 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตก

**4.2** ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างเม็ดใหญ่ที่สุดโตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ให้ใช้ตะแกรงขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ร่อนเอาดินที่ค้างบนตะแกรงนี้ออก แล้วแทนด้วยดินที่ร่อนผ่านตะแกรงนี้แล้วค้างบนตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) จำนวนน้ำหนักเท่ากัน ใส่ลงแทนแล้วคลุกเคล้ากันให้ทั่วทำการแบ่งสี่ (Quartering) หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

**4.3** ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างเม็ดใหญ่ที่สุดไม่โตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ให้แบ่งตัวอย่างตามวิธีในข้อ 4.2

**4.4** ในกรณีที่จะทำการทดสอบตาม**วิธี ค.** หรือ **ง.** ให้ใช้ตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) เท่านั้น ส่วนที่ค้างบนตะแกรงนี้ให้ทิ้งไป

**4.5** ให้เตรียมตัวอย่างหนักประมาณ 6,000 กรัม สำหรับการทดสอบ**วิธี ข.**และ **ง.**ต่อการทดสอบ 1 ครั้งและหนักประมาณ 3,000 กรัม สำหรับการทดสอบ**วิธี ก.** และ **ค.** ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง การเตรียมตัวอย่างต้องเตรียมให้พอทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 4 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง

www.yotathai.com

## 5. การทดสอบ

### 5.1 การทดสอบวิธี ก.

**5.1.1** นำดินตัวอย่างมาพรมน้ำให้ทั่วเพื่อให้ดินชื้น โดยเมื่อคลุกผสมกันแล้วจะมีความชื้นต่ำกว่าปริมาณความชื้นที่ให้ความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) ประมาณร้อยละ 4

**5.1.2** ใส่ดินที่ผสมน้ำแล้ว ลงในแบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) ซึ่งมีปลอก (Collar) สวมอยู่เรียบร้อยแล้ว โดยประมาณว่าเมื่อบดอัดแล้วจะเหลือดินสูง 1/3 ของความสูงของแบบ แล้วบดอัดโดยตุ้มยกสูง 305 มม. (12 นิ้ว) จำนวน 25 ครั้ง ให้ทั่วผิวของดินในแบบ

**5.1.3** ทำตามวิธีในข้อ **5.1.2** ซ้ำอีก 2 ครั้ง จนดินที่ถูกบดอัดแน่นในแบบมีความสูงกว่าแบบประมาณ 10 มม.

**5.1.4** ถอดปลอกออก ใช้เหล็กปาดดินปาดแต่งหน้าดินในแบบให้เรียบเท่ากับระดับขอบบนของแบบ ถ้าดินก้อนใหญ่หลุดออก ให้เติมดินตัวอย่างลงไปแทนแล้วบดให้แน่นพอควร แต่งจนเรียบแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก เมื่อหักน้ำหนักของแบบออก จะได้น้ำหนักของดินชื้น ต้องอ่านเครื่องชั่งละเอียดถึง 5 กรัม

**5.1.5** แกะดินออกจากแบบแล้วผ่าตามแนวตั้งผ่านจุดศูนย์กลางของแท่งตัวอย่างดิน เก็บดินจากที่ผ่าประมาณ 300 กรัม ใส่ตลับบรรจุดินชั่งน้ำหนักทันที อ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

**5.1.6** นำดินในตลับบรรจุดินไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) อย่างน้อย 12 ชั่วโมง แล้วชั่งหาน้ำหนักอ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

**5.1.7** บดดินตัวอย่างที่แกะออกจากแบบที่เหลือให้ร่วน แล้วคลุกผสมกับดินในตอนแรกให้เข้ากัน พรมน้ำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ถึง 2

**5.1.8** ดำเนินการตามข้อ **5.1.2** ถึง **5.1.7** โดยเพิ่มน้ำทุกครั้งจนกว่าน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบลดลง หรือไม่เปลี่ยนแปลง หรืออาจลดน้ำที่ผสมลงเมื่อพบว่าการเพิ่มน้ำแล้วน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบลดลง

**5.2** การทดสอบวิธี ข. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ก.** แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 3 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

**5.3** การทดสอบวิธี ค. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ก.** แต่ใช้ตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) บดอัด 3 ชั้นๆ ละ 25 ครั้ง

**5.4** การทดสอบวิธี ง. ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ค.** แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 3 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

## 6. การคำนวณ

### 6.1 คำนวณหาค่าความชื้นในดินเป็นร้อยละ

$$W = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

เมื่อ $W$ = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

$W1$ = น้ำหนักของดินชื้น หน่วยเป็นกรัม

$W2$ = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

www.yotathai.com

**6.2 คำนวณหาค่าความแน่นชื้น (Wet Density)**

$$\gamma_W = \frac{A}{V}$$

เมื่อ $\gamma_W$ = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
$A$ = น้ำหนักดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นกรัม
$V$ = ปริมาตรของแบบ ซึ่งเท่ากับปริมาตรของดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

**6.3 คำนวณหาค่าความแน่นแห้ง (Dry Density)**

$$\gamma_d = \frac{\gamma_W}{1+\frac{W}{100}}$$

เมื่อ $\gamma_d$ = ความแน่นแห้งของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
$\gamma_W$ = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
$W$ = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

**7. การรายงานผล**

**7.1** นำค่าความชื้นในดิน ($W$) และค่าความแน่นแห้งของดิน ($\gamma_d$) ในแต่ละครั้งของการทดสอบมากำหนดจุดลงในกระดาษกราฟโดยให้ค่าความชื้นในดินอยู่ในแกนนอนและค่าความแน่นแห้งของดินอยู่ในแกนตั้ง

**7.2** เขียนเส้นกราฟให้ผ่านจุดที่กำหนดไว้ หรือใกล้เคียงให้มากที่สุด จะได้เส้นกราฟลักษณะเป็นเส้นโค้งรูประฆังคว่ำ (ParabolaCurve) จุดสูงที่สุดของเส้นโค้ง คือค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดินนั้น ตามกรรมวิธีบดอัดที่ใช้ทดสอบนี้

**7.3** ที่จุดค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดิน เมื่อลากเส้นตรงขนานกับแกนตั้งลงมาตัดแกนนอน จะได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด

**7.4** ให้รายงานค่าความแน่นแห้งสูงสุด หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด เป็นร้อยละ

**7.5** ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2201-57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**8. ข้อควรระวัง**

**8.1** การประมาณปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินที่เกาะติดเป็นก้อน (Cohesive Soil) ควรเผื่อให้ต่ำและสูงกว่าจำนวนน้ำที่ทำให้ได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ดินพวกดินทราย (Cohesionless Soil) ควรผสมน้ำตั้งแต่น้อยที่สุดคือ เริ่มจากดินผึ่งแห้งจนกระทั่งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

**8.2** ในการบดอัดดินให้วางแบบบนพื้นที่มั่นคงแข็งแรง ราบเรียบขณะทำการบดอัดแบบต้องไม่กระดอนไปมา

**8.3** ควรเตรียมตัวอย่างให้เพียงพอ โดยให้มีตัวอย่างทดสอบทางด้านแห้งกว่า (Dry Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง และให้มีตัวอย่างทดสอบพอทดสอบทางด้านชื้นกว่า (Wet Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) 1 ตัวอย่าง

www.yotathai.com

**8.4** ดินชนิดที่มีปริมาณดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากผึ่งให้แห้งแล้วให้บดด้วยค้อนยางหรือใช้เครื่องบดจนได้ตัวอย่างที่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

**8.5** ปริมาตรของแบบให้ทำการวัดและคำนวณ เพื่อให้ได้ปริมาตรที่แท้จริงของแต่ละแบบห้ามใช้ปริมาตรที่แสดงไว้โดยประมาณในรูป

**8.6** แบบที่ใช้งานแล้ว ต้องคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 50 ของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

## 9. เอกสารอ้างอิง

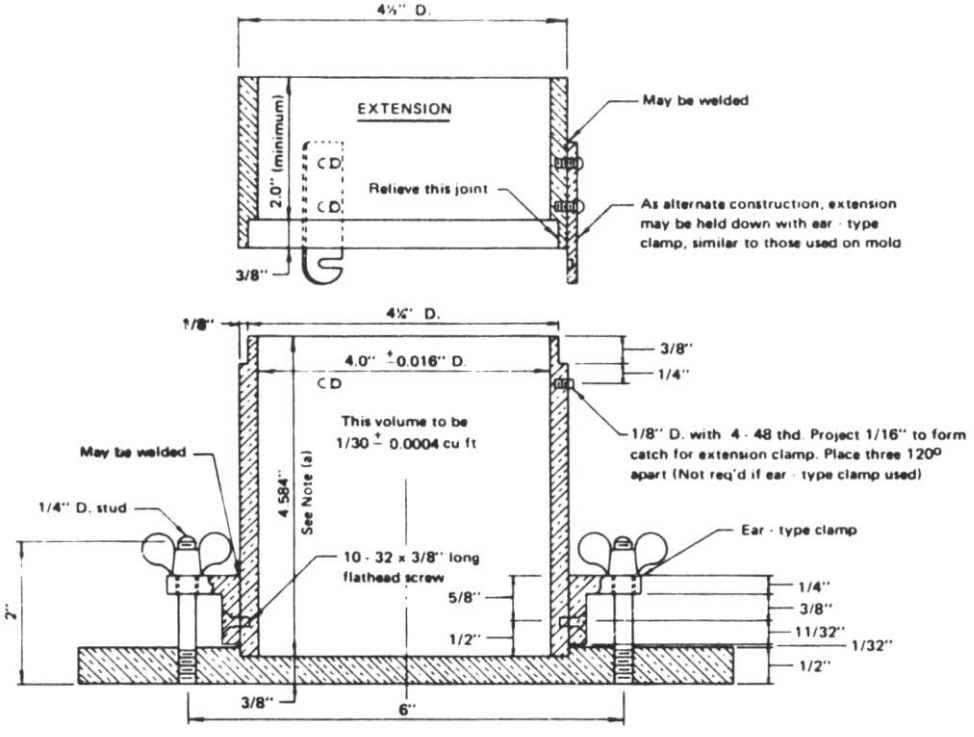
**9.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.1-2532: วิธีการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**9.2** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 107/2517: วิธีการทดลอง Compaction Test แบบมาตรฐาน

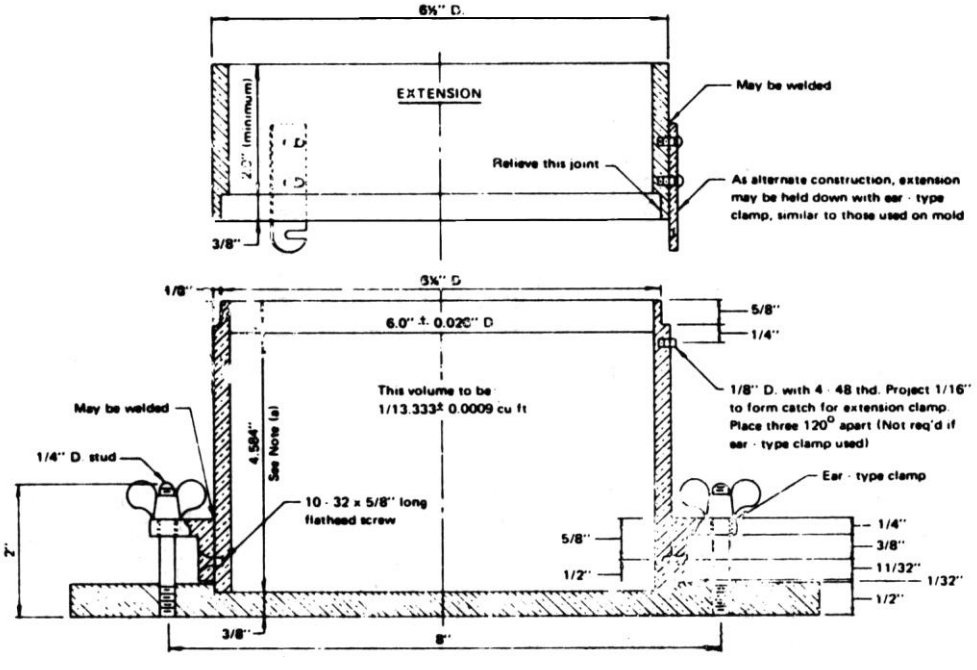
**9.3** Standard Method of Test for The Moisture-Density Relations of SoilUsing A 5.5 lb = (2.5 kg) Rammer And A 12 - in. (305 mm.) Drop; AASHTO Designation: T 99-74

**9.4** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 698 - 00: Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft$^3$ or 600 kN-m/m$^3$)

www.yotathai.com




**รูปที่ 1 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว**



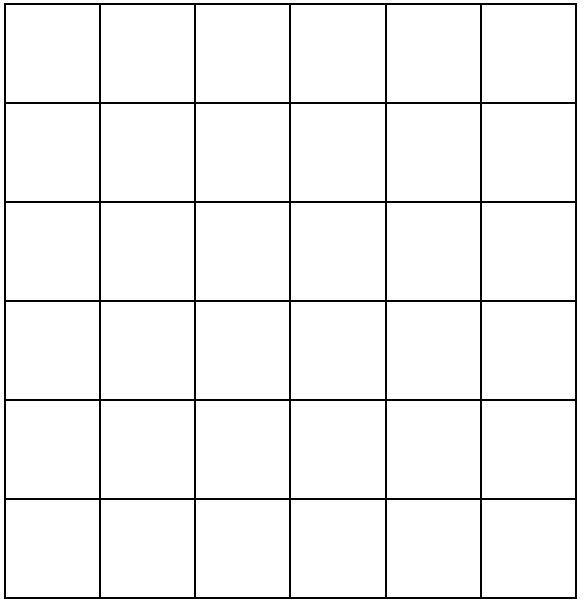

**รูปที่ 2 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว**

| โครงการ..... | บฟ.มยผ. 2201 - 57 | ทะเบียนทดสอบ..... | |
|---|---|---|---|
| ..... | | ผู้ทดสอบ | |
| สถานที่ก่อสร้าง..... | (หน่วยที่ทำการทดสอบ) | | |
| ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง..... | การทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน | ผู้ตรวจสอบ | |
| ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... | ปริมาตรแบบ..... ซม.$^3$ ☐ Std. AASHTO | | |
| ทดสอบวันที่.....แผ่นที่..... | น้ำหนักแบบ..... กก. ☐ Std. Proctor | อนุมัติ | |

| ความแน่น | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ครั้งที่ | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| น.น.แบบ + ดินที่ถูกบดอัด | (กรัม) | | | | | |
| น.น.แบบ | (กรัม) | | | | | |
| น.น.ดินที่ถูกบดอัด | (กรัม) | | | | | |
| ความแน่นชื้น | (กรัม/ซม.$^3$) | | | | | |
| ความแน่นแห้ง | (กรัม/ซม. | | | | | |
| ปริมาณความชื้น | | | | | | |
| ตลับบรรจุหมายเลข | | | | | | |
| น.น.ตลับ + ดินชื้น | (กรัม) | | | | | |
| น.น.ตลับ + ดินอบแห้ง | (กรัม) | | | | | |
| น.น.น้ำ | (กรัม) | | | | | |
| น.น.ตลับ | (กรัม) | | | | | |
| น.น.ดินอบแห้ง | (กรัม) | | | | | |
| ความชื้นในดิน | (ร้อยละ) | | | | | |
| หมายเหตุ | | | | | | |

ความแน่นแห้งสูงสุด ..... (กรัม/ซม.$^3$)

ความชื้นที่ความแน่นสูงสุด ..... (ร้อยละ)






www.yotathai.com

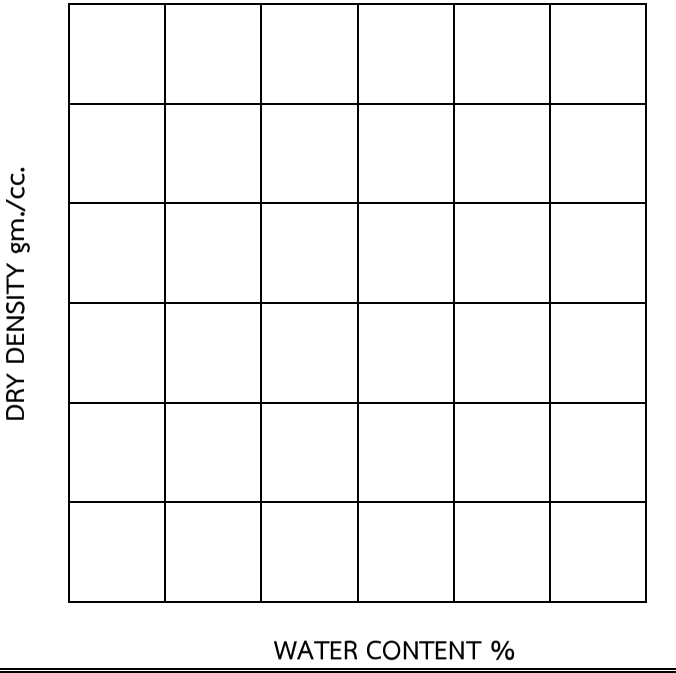
| โครงการ..... | บฟ.มยผ. 2201 - 57 | ทะเบียนทดสอบ..... | |
|---|---|---|---|
| ..... | | ผู้ทดสอบ | |
| สถานที่ก่อสร้าง..... | (หน่วยที่ทำการทดสอบ) | | |
| ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง..... | การทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน | ผู้ตรวจสอบ | |
| ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... | ปริมาตรแบบ..... ซม.$^3$ ☐ Std. AASHTO | | |
| ทดสอบวันที่.....แผ่นที่..... | น้ำหนักแบบ..... กก. ☐ Std. Proctor | อนุมัติ | |

| DENSITY | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DETERMINATION No. | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| WT. MOLD+COMPACTEDSOIL | gm. | | | | | |
| WT. MOLD | gm. | | | | | |
| WT. SOIL | gm. | | | | | |
| WETDENSITY | gm./cc. | | | | | |
| DRYDENSITY | gm./cc. | | | | | |
| WATERCONTENT | | | | | | |
| CONTAINER No. | | | | | | |
| WT. CONTAINER + WETSOIL | gm. | | | | | |
| WT. CONTAINER + DRYSOIL | gm. | | | | | |
| WT. WATER | gm. | | | | | |
| WT. CONTAINER | gm. | | | | | |
| WT. DRYSOIL | gm. | | | | | |
| WATERCONTENT | % | | | | | |

REMARKS:

MAXIMUM DRY DENSITY = ..... gm./cc.

OPT. MOISTURE CONTENT = ..... %




www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยพ. 2202 - 57

# มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างความแน่นของดิน กับปริมาณน้ำที่ใช้ในการบดอัดในแบบที่กำหนดขนาดไว้ด้วยตุ้มเหล็กหนัก 4.54 กก.(10 ปอนด์) ระยะปล่อยตุ้มตกกระทบสูง 457 มม. (18 นิ้ว) วิธีทดสอบมี 4 วิธี ต่างๆ กันดังนี้

**วิธี ก.** ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีพร๊อกเตอร์แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor)

**วิธี ข.** ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ตามวิธีแอสโต ที 180 (AASHTO T 180)

**วิธี ค.** ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีพร๊อกเตอร์แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Proctor)

**วิธี ง.** ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) และดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ตามวิธีแอสโต ที 180 (AASHTO T 180)

การใช้วิธีทดสอบวิธีใดให้เป็นไปตามรายการที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง ถ้าไม่ได้ระบุวิธีการทดสอบให้ใช้**วิธี ก.**

**2. นิยาม**

**“ความแน่นของดิน”** หมายความว่า ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของดินกับปริมาตรของดิน

**3. เครื่องมือและอุปกรณ์** ประกอบด้วย

**3.1 แบบ (Mold)** ทำด้วยโลหะมีลักษณะทรงกระบอกกลวง ผนังแข็งแรงมี 2 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 102 มม. และ 152 มม. มีปลอกที่สามารถถอดได้สูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว) เพื่อให้สามารถบดอัดดินให้สูงและมีปริมาตรตามต้องการ แบบและปลอกต้องยึดกันได้อย่างมั่นคงกับฐานแบบซึ่งสามารถถอดได้ ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกันดูรูปที่ 1 และ 2

**3.1.1** แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม.(4 นิ้ว) สูง 116.43±0.127 มม. (4.584±0.005 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในแบบ 101.6±0.406 มม. (4.000±0.016 นิ้ว) โดยมีขนาดความจุ 0.000943±0.000008 ลบ.ม. (0.0333±0.0003 ลบ.ฟ.) และมีปลอกขนาดเดียวกันสูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว)

**3.1.2** แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) สูง 116.43±0.127 มม. (4.584±0.005นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในแบบ 152.4±0.6604 มม. (6.000±0.026 นิ้ว) โดยมีความจุ 0.002124±0.000021 ลบ.ม. (0.07500±0.00075 ลบ.ฟ.) และมีปลอกขนาดเดียวกันสูง 60 มม. (2 3/8 นิ้ว)

www.yotathai.com

**3.2 ตุ้ม (Rammer)** ทำด้วยโลหะทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8±0.127 มม. (2.000±0.005 นิ้ว) น้ำหนักรวมทั้งด้ามถือ 4.5359±0.0081 กก. (10.00±0.02 ปอนด์) มีปลอกบังคับให้ยกได้สูง 457.2±1.524 มม. (18.00±0.06 นิ้ว) เหนือระดับดินที่บดอัดโดยตุ้มตกลงกระทบได้อย่างอิสระ ปลอกบังคับต้องมีรูระบายอากาศอย่างน้อย 4 รู มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9.5 มม. (3/8 นิ้ว) ทำมุมกัน 90 องศา และห่างจากปลายปลอกทั้งสองข้างประมาณ 19 มม. (3/4 นิ้ว)

**3.3 เครื่องดันตัวอย่างออกจากแบบ (Sample Extruder)** ประกอบด้วยแม่แรง (Jack) ก้านโยกแม่แรง โครงเหล็กจับแบบขณะดันตัวอย่างออกจากแบบ ใช้ดันตัวอย่างที่บดอัดในแบบแล้วออกจากแบบ หรืออาจใช้เครื่องมืออย่างอื่น ที่สามารถขุดแคะตัวอย่างดินออกจากแบบก็ได้

**3.4 เครื่องชั่ง (Balance and Scale)** สามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 11.5 กก.และอ่านละเอียดได้ถึง 5 กรัม 1 เครื่อง และสามารถชั่งน้ำหนักได้อย่างน้อย 1,000 กรัม อ่านละเอียดได้ถึง 0.01 กรัม อีก 1 เครื่อง

**3.5 ตู้อบ (Oven)** สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) สำหรับอบดินชื้นให้แห้ง

**3.6 เหล็กปาดดิน (Straight Edge)** ทำด้วยเหล็กชุบแข็ง (Hardened Steel) มีขอบเรียบยาวไม่น้อยกว่า 254 มม. (10 นิ้ว) มีขอบที่ลบมุมด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งเรียบตรงตลอดความยาวของเหล็กปาดดิน โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 0.1 (0.01 นิ้วต่อความยาว 10 นิ้ว) ในช่วงที่ใช้ปาดแต่งผิวดินในแบบ

**3.7 ตะแกรงร่อนดิน (Sieve)** ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 203 มม. (8 นิ้ว) สูง 50.8 มม. (2 นิ้ว) มี 2 ขนาด คือ 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) และ 4.75 มม. (เบอร์ 4)

**3.8 เครื่องผสมดิน (Mixing Tool)** เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคลุกผสมดินให้เข้ากัน ได้แก่ ถาดใส่ดิน ช้อนตักดิน พลั่วเกรียง ถ้วยตวงวัดปริมาตรน้ำ เป็นต้น หรืออาจเป็นเครื่องผสมดินที่ทำงานด้วยเครื่องจักร ซึ่งสามารถคลุกเคล้าผสมตัวอย่างดินให้เข้ากับน้ำที่ผสมเพิ่มลงไปในตัวอย่างดินทีละน้อยๆ ได้

**3.9 ตลับบรรจุดิน (Container)** ทำด้วยโลหะมีฝาปิดป้องกันความชื้นระเหยออกไปก่อนชั่งน้ำหนัก หรือระหว่างการชั่งน้ำหนักเพื่อหาความชื้นในดิน

## 4. การเตรียมตัวอย่าง

**4.1** ถ้าตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบชื้นให้ผึ่งให้แห้งจนสามารถใช้เกรียงบดให้ร่วนได้ หรือใช้ตู้อบอบดินให้แห้งก็ได้ แต่ต้องใช้อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส (140 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตก

**4.2** ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างก้อนใหญ่ที่สุดโตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ร่อนเอาดินที่ค้างบนตะแกรงนี้ออกแล้วแทนด้วยดินที่ร่อนผ่านตะแกรงนี้แล้วค้างบนตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) จำนวนหนักเท่ากันใส่ลงแทน แล้วคลุกเคล้ากันให้ทั่วทำการแบ่งสี่ (Quartering) หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

**4.3** ในกรณีที่ขนาดของตัวอย่างก้อนใหญ่ที่สุดไม่โตกว่า 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ให้แบ่งตัวอย่างตามวิธีในข้อ 4.2

**4.4** ในกรณีที่จะทำการทดสอบตาม **วิธี ค. หรือ ง.** ให้ใช้ตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) เท่านั้น ส่วนที่ค้างบนตะแกรงนี้ให้ทิ้งไป

**4.5** ให้เตรียมตัวอย่างหนักประมาณ 6,000 กรัม (14 ปอนด์) สำหรับการทดสอบ **วิธี ข.** และ **ง.** ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง และหนักประมาณ 3,000 กรัม (7 ปอนด์) สำหรับการทดสอบ **วิธี ก.** และ **ค.** ต่อการทดสอบ 1 ครั้ง การเตรียมตัวอย่างต้องเตรียมให้พอทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 4 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง

www.yotathai.com

## 5. การทดสอบ

### 5.1 การทดสอบวิธี ก.

**5.1.1** นำตัวอย่างดินที่เตรียมมาพรมน้ำให้ทั่วเพื่อให้ดินชื้นโดยเมื่อคลุกผสมกันแล้ว จะมีความชื้นต่ำกว่าปริมาณความชื้นที่ให้ความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) ประมาณร้อยละ 4

**5.1.2** ใส่ดินที่ผสมน้ำแล้ว ลงในแบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 102 มม. (4 นิ้ว) ซึ่งมีปลอก (Collar) สวมอยู่เรียบร้อยแล้ว โดยประมาณว่าเมื่อบดอัดแล้วจะเหลือดินสูง 1/5 ของความสูงของแบบ แล้วบดอัดโดยตุ้มยกสูง 457 มม. (18 นิ้ว) จำนวน 25 ครั้ง ให้ทั่วผิวของดินในแบบ

**5.1.3** ทำตามวิธีในข้อ **5.1.2** ซ้ำอีก 4 ครั้ง จนดินที่ถูกบดอัดแน่นในแบบมีความสูงกว่าแบบประมาณ 10 มม.

**5.1.4** ถอดปลอกออก ใช้เหล็กปาดดินปาดแต่งหน้าดินในแบบให้เรียบเท่ากับระดับขอบบนของแบบ ถ้าดินก้อนใหญ่หลุดออกให้เติมดินตัวอย่างลงไปแทนแล้วบดให้แน่นพอควรจนเรียบแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก เมื่อหักน้ำหนักของแบบออก จะได้น้ำหนักของดินชื้น ต้องอ่านเครื่องชั่งละเอียดถึง 5 กรัม

**5.1.5** แกะดินออกจากแบบ แล้วผ่าตามแนวตั้งผ่านจุดศูนย์กลางของแท่งตัวอย่างดิน เก็บดินจากที่ผ่าประมาณ 300 กรัม ใส่ตลับบรรจุดินชั่งน้ำหนักทันที อ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

**5.1.6** นำดินในตลับบรรจุดินไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) อย่างน้อย 12 ชั่วโมง แล้วชั่งหาน้ำหนักอ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

**5.1.7** บดดินตัวอย่างที่แกะออกจากแบบที่เหลือให้ร่วนแล้วคลุกผสมกับดินในตอนแรกให้เข้ากัน พรมน้ำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ถึง 2

**5.1.8** ดำเนินการตามข้อ **5.1.2** ถึง **5.1.7** โดยเพิ่มน้ำทุกครั้งจนกว่าน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบลดลง หรือไม่เปลี่ยนแปลง หรืออาจลดน้ำที่ผสมลงเมื่อพบว่าการเพิ่มน้ำแล้วน้ำหนักดินที่บดอัดในแบบกลับลดลง

**5.2 การทดสอบวิธี ข.** ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ก.** แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 5 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

**5.3 การทดสอบวิธี ค.** ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ก.** แต่ใช้ตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) บดอัด 5 ชั้นๆ ละ 25 ครั้ง

**5.4 การทดสอบวิธี ง.** ดำเนินวิธีการทดสอบเช่นเดียวกับ**วิธี ค.** แต่ใช้แบบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว) บดอัด 5 ชั้นๆ ละ 56 ครั้ง

## 6. การคำนวณ

### 6.1 คำนวณหาค่าความชื้นในดินเป็นร้อยละ

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$$

เมื่อ $W$ = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

$W_1$ = น้ำหนักของดินชื้น หน่วยเป็นกรัม

$W_2$ = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

www.yotathai.com

**6.2 คำนวณหาค่าความแน่นชื้น (WET DENSITY)**

$$\gamma_w = \frac{A}{V}$$

เมื่อ $\gamma_w$ = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
$A$ = น้ำหนักดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นกรัม
$V$ = ปริมาตรของแบบ ซึ่งเท่ากับปริมาตรของดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

**6.3 คำนวณหาค่าความแน่นแห้ง (DRY DENSITY)**

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1+\frac{W}{100}}$$

เมื่อ $\gamma_d$ = ความแน่นแห้งของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
$\gamma_w$ = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
$W$ = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

**7. การรายงานผล**

**7.1** นำค่าความชื้นในดิน **($W$)** และค่าความแน่นแห้งของดิน **($\gamma_d$)** ในแต่ละครั้งของการทดสอบมากำหนดจุดลงในกระดาษกราฟโดยให้ค่าความชื้นในดินอยู่ในแกนนอนและค่าความแน่นแห้งของดินอยู่ในแกนตั้ง

**7.2** เขียนเส้นกราฟให้ผ่านจุดที่กำหนดไว้ หรือใกล้เคียงให้มากที่สุด จะได้เส้นกราฟลักษณะเป็นเส้นโค้ง รูประฆังคว่ำ (Parabola Curve) จุดสูงที่สุดของเส้นโค้งคือค่าความแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) ของดินนั้นตามกรรมวิธีบดอัดที่ใช้ทดสอบนี้

**7.3** ที่จุดค่าความแน่นแห้งสูงสุดของดิน เมื่อลากเส้นตรงขนานกับแกนตั้งลงมาตัดแกนนอน จะได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด

**7.4** ให้รายงานค่าความแน่นแห้งสูงสุด หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) เป็นร้อยละ

**7.5** ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ.มยผ. 2202–57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**8. ข้อควรระวัง**

**8.1** การประมาณปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินที่เกาะติดกันเป็นก้อน (Cohesive Soil) ควรเผื่อให้ต่ำและสูงกว่าจำนวนน้ำที่ทำให้ได้ค่าความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ดินพวกดินทราย (Cohesionless Soil) ควรผสมน้ำตั้งแต่น้อยที่สุด คือเริ่มจากดินผึ่งแห้งจนกระทั่งมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

**8.2** ในการบดอัดดินให้วางแบบบนพื้นที่มั่นคงแข็งแรง ราบเรียบ ขณะทำการบดอัดแบบต้องไม่กระดอนไปมา

**8.3** ควรเตรียมตัวอย่างให้เพียงพอ โดยให้มีตัวอย่างทดสอบทางด้านแห้งกว่า (Dry Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) ไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง และให้มีตัวอย่างทดสอบพอทดสอบทางด้านชื้นกว่า (Wet Side) ความชื้นที่ทำให้ดินบดอัดได้แน่นสูงสุด (OMC) 1 ตัวอย่าง

www.yotathai.com

**8.4** ดินชนิดที่มีปริมาณดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากผึ่งให้แห้งแล้วให้บดด้วยค้อนยาง หรือใช้เครื่องบดจนได้ตัวอย่างที่สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

**8.5** ปริมาตรของแบบ ให้ทำการวัดและคำนวณ เพื่อให้ได้ปริมาตรที่แท้จริงของแต่ละแบบ ห้ามใช้ปริมาตรที่แสดงไว้โดยประมาณในรูป

**8.6** แบบที่ใช้งานแล้ว ต้องคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 50 ของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

## 9. เอกสารอ้างอิง

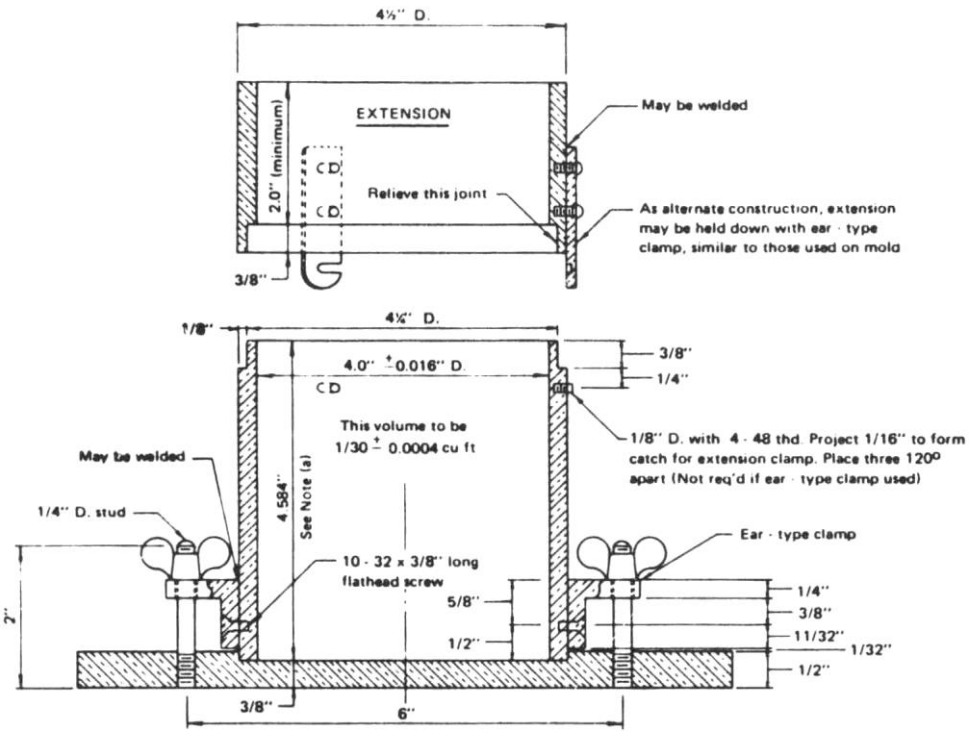
**9.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.2 -2532: วิธีการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**9.2** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 108/2517: วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน

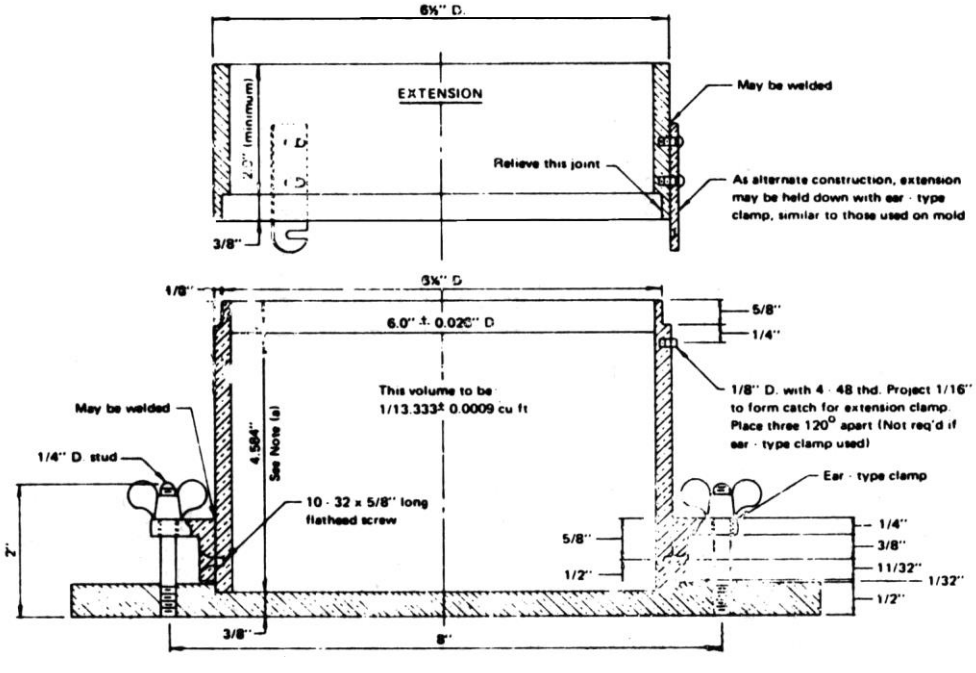
**9.3** Standard Method of Test for The Moisture–Density Relations of Soil Using A 10 lb = (4.54 kg) Rammer And A 18 in. (457 mm.) Drop; AASHTO Designation: T 180-74

**9.4** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 1557 - 02: Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft$^3$ or 2,700 kN-m/m3)

www.yotathai.com




**รูปที่ 1 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว**




**รูปที่ 2 แบบ (Mold) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว**

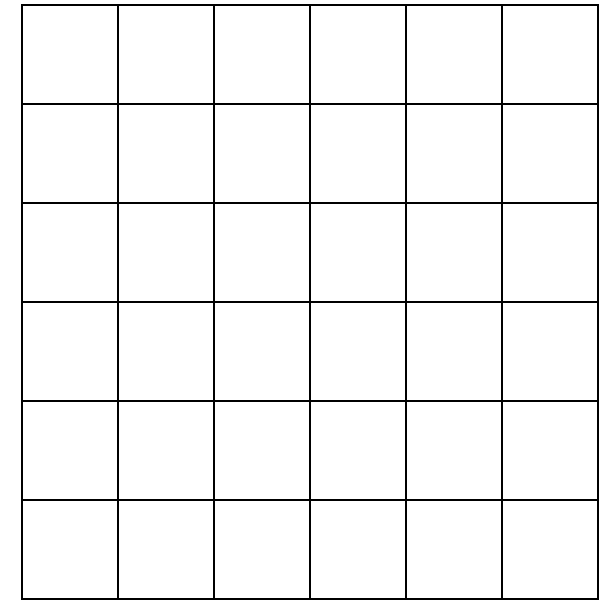
| โครงการ.....<br>.....<br>สถานที่ก่อสร้าง.....<br>ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง.....<br>ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่.....<br>ทดสอบวันที่.....แผ่นที่..... | บฟ.มยผ. 2202 - 57<br>(หน่วยที่ทำการทดสอบ)<br>การทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน<br>ปริมาตรแบบ..... ซม.$^3$ ☐ Mod. AASHTO<br>น้ำหนักแบบ..... กก. ☐ Mod. Proctor | ทะเบียนทดสอบ.....<br>ผู้ทดสอบ<br>ผู้ตรวจสอบ<br>อนุมัติ |
|---|---|---|

| ความแน่น | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ครั้งที่ | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| น.น.แบบ + ดินที่ถูกบดอัด | (กรัม) | | | | | |
| น.น.แบบ | (กรัม) | | | | | |
| น.น.ดินที่ถูกบดอัด | (กรัม) | | | | | |
| ความแน่นชื้น | (กรัม/ซม.$^3$) | | | | | |
| ความแน่นแห้ง | (กรัม/ซม.$^3$) | | | | | |
| **ปริมาณความชื้น** | | | | | | |
| ตลับบรรจุหมายเลข | | | | | | |
| น.น.ตลับ + ดินชื้น | (กรัม) | | | | | |
| น.น.ตลับ + ดินอบแห้ง | (กรัม) | | | | | |
| น.น.น้ำ | (กรัม) | | | | | |
| น.น.ตลับ | (กรัม) | | | | | |
| น.น.ดินอบแห้ง | (กรัม) | | | | | |
| ความชื้นในดิน | (ร้อยละ) | | | | | |

**หมายเหตุ**

ความแน่นแห้งสูงสุด ..... (กรัม/ซม.$^3$)

ความชื้นที่ความแน่นสูงสุด ..... (ร้อยละ)





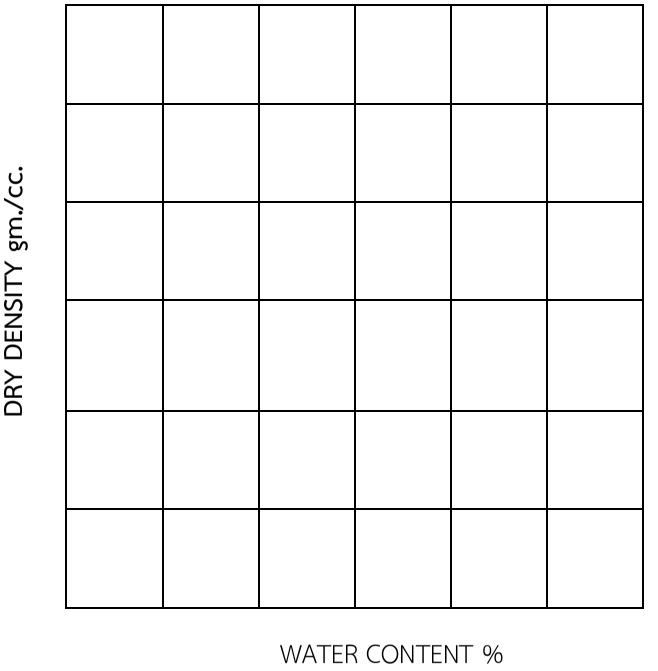

www.yotathai.com

| โครงการ..... | บฟ.มยผ. 2202 - 57 | ทะเบียนทดสอบ..... | |
|---|---|---|---|
| ..... | | ผู้ทดสอบ | |
| สถานที่ก่อสร้าง..... | (หน่วยที่ทำการทดสอบ) | | |
| ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง..... | การทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน | ผู้ตรวจสอบ | |
| ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... | ปริมาตรแบบ..... ซม.$^3$ ☐ Mod. AASHTO | | |
| ทดสอบวันที่.....แผ่นที่..... | น้ำหนักแบบ..... กก. ☐ Mod. Proctor | อนุมัติ | |

| DENSITY | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| DETERMINATION No. | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| WT. MOLD+COMPACTED SOIL | gm. | | | | | |
| WT. MOLD | gm. | | | | | |
| WT. SOIL | gm. | | | | | |
| WET DENSITY | gm./cc. | | | | | |
| DRY DENSITY | gm./cc. | | | | | |
| WATER CONTENT | | | | | | |
| CONTAINER No. | | | | | | |
| WT. CONTAINER + WET SOIL | gm. | | | | | |
| WT. CONTAINER + DRY SOIL | gm. | | | | | |
| WT. WATER | gm. | | | | | |
| WT. CONTAINER | gm. | | | | | |
| WT. DRY SOIL | gm. | | | | | |
| WATER CONTENT | % | | | | | |
| REMARKS: | | | | | | |

MAXIMUM DRY DENSITY = ..... gm./cc.

OPT. MOISTURE CONTENT = ..... %




www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยผ. 2203 - 57

# มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าเปรียบเทียบค่าความสามารถในการรับน้ำหนัก (Bearing Value) กับวัสดุหินมาตรฐานเพื่อทดสอบวัสดุมวลรวมดิน (Soil Aggregate) หินคลุกหรือวัสดุอื่นใด เมื่อทำการบดอัดวัสดุนั้นโดยใช้ตุ้มบดอัดในแบบ (Mold) เมื่อมีความชื้นที่ความแน่นแห้งสูงสุด (Optimum Moisture Content) หรือปริมาณอื่นใด เพื่อนำมาใช้ออกแบบโครงสร้างของถนน และเพื่อใช้ควบคุมงาน เมื่อบดอัดให้ได้ความแน่นและความชื้นตามต้องการ

การทดสอบ ซี.บี.อาร์. อาจทำได้ 2 วิธี คือ

**วิธี ก.** การทดสอบแบบแช่น้ำ (Soaked)

**วิธี ข.** การทดสอบแบบไม่แช่น้ำ (Unsoaked)

ถ้าไม่ระบุวิธีใดให้ใช้**วิธี ก.**

**2. นิยาม**

**"มวลรวมดิน หินคลุก หรือวัสดุอื่นใด"** หมายถึง วัสดุตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบที่มีขนาดเม็ดเล็กกว่า 19.0 มิลลิเมตร

**"วัสดุหินมาตรฐาน"** หมายถึง วัสดุหินคลุกบดอัดแน่นที่นำมาทดสอบหากำลังรับน้ำหนัก เพื่อกำหนดเป็นค่าหน่วยน้ำหนักมาตรฐาน สำหรับเปรียบเทียบค่าความสามารถในการรับน้ำหนัก

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2202 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**4. เครื่องมือและอุปกรณ์** ประกอบด้วย

**4.1** Loading Device แบบ Hydraulic Jack หรือ Screw Jack มีอุปกรณ์วัดแรงได้ไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลกรัม (ประมาณ 10,000 ปอนด์)

**4.2** แบบ สำหรับเตรียมตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 152.4±0.66 มม. (6.0±0.026 นิ้ว) สูง 177.8±0.66 มม. (7.0±0.016 นิ้ว) พร้อมปลอก (Collar) สูงโดยประมาณ 50.8 มม. (2.0 นิ้ว) และฐานแบบ (Base Plate) สำหรับยึดแบบและปลอก

**4.3** แท่งโลหะรอง (Spacer Disc) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 134.9 (5 5/16 นิ้ว) มีความสูงขนาดต่างๆ

**4.4** ตุ้ม หนัก 4,537กรัม (10 ปอนด์) และ 2,495 กรัม (5.5 ปอนด์)

www.yotathai.com

**4.5** เครื่องวัดการพองตัว ประกอบด้วย
- แผ่นวัดการพองตัว (Swell Plate )
- สามขา (Tripod) สำหรับติดมาตรวัด (Dial Gauge) วัดได้ 25 มม. ซึ่งวัดได้ละเอียด 0.01 มม. เพื่อวัดอัตราการพองตัวของดินเมื่อแช่น้ำ

**4.6** โลหะถ่วงน้ำหนัก (Surcharge Weight) เป็นเหล็กทรงกระบอกแบนเส้นผ่านศูนย์กลาง 149.2 มม. (5 7/8 นิ้ว) มีรูกลวง เพื่อให้ท่อนกด (Piston) ลอดไปได้ หนักแผ่นละ 2,268 กรัม (5 ปอนด์)

**4.7** ท่อนกด ทำด้วยโลหะทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 49.5 มม. (1.95 นิ้ว) มีเนื้อที่หน้าตัด 1,935.5 ตร.มม. (3 ตร.นิ้ว) ยาวไม่น้อยกว่า 102 มม. (4 นิ้ว)

**4.8** เครื่องดันตัวอย่าง เป็นเครื่องดันดินออกจากแบบภายหลัง เมื่อทดสอบเสร็จแล้ว

**4.9** เครื่องชั่งแบบบาล๊านซ์ (Balance) มีขีดความสามารถชั่งได้อย่างน้อย 20 กก. ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กิโลกรัม

**4.10** เครื่องชั่งแบบสเกล (Scale) หรือแบบบาล๊านซ์ มีขีดความสามารถชั่งได้อย่างน้อย 1,000 กรัม ชั่งได้ ละเอียดถึง 0.01 กรัม

**4.11** ตู้อบ (Oven) ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิได้คงที่ได้ที่ 110±5 องศาเซลเซียส

**4.12** เหล็กปาด มีความยาวไม่น้อยกว่า 300 มม. และไม่ยาวเกินไปหนาประมาณ 3.0 มม.(0.12 นิ้ว)

**4.13** เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง

**4.14** ตะแกรงร่อนดิน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 203 มม. (8 นิ้ว) สูง 50.8 มม. (2 นิ้ว) มีขนาด ดังนี้
1. ขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว)
2. ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4)

**4.15** เครื่องผสม เป็นเครื่องมือจำเป็นต่างๆ ที่ใช้ผสมตัวอย่างกับน้ำ เช่น ถาด ช้อน พลั่ว เกรียง ค้อนยาง ถ้วยตวงวัดปริมาตรน้ำ

**4.16** ตลับบรรจุดิน สำหรับใส่ตัวอย่างดินเพื่ออบหาจำนวนน้ำในดิน

**4.17** นาฬิกาจับเวลา

**4.18** วัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ กระดาษกรองอย่างหยาบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152 มม. (6 นิ้ว)

**5. การเตรียมตัวอย่าง** ตัวอย่างได้แก่ ดิน หินคลุก หรือวัสดุมวลรวมดินหรือวัสดุอื่นใดที่ต้องการทดสอบ ให้เตรียมตัวอย่าง ดังนี้

**5.1** วัสดุตัวอย่าง ก่อนจะนำมาทดสอบจะต้องปล่อยทิ้งให้แห้ง (Air Dry) ในห้องปฏิบัติการ ทำการแบ่งสี่ (Quartering) แล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4 นิ้ว ส่วนที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 3/4 นิ้วให้ทิ้งไปและชดเชยด้วยดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 3/4นิ้ว แต่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 4 ด้วยจำนวนน้ำหนักเท่ากัน

**5.2** หาปริมาณความชื้นที่ความแน่นสูงสุด โดยวิธีการทดสอบความแน่นสูงสุดตาม มยผ. 2201 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือ มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

**5.3** ชั่งตัวอย่างที่เตรียมไว้จากข้อ **5.1** ประมาณ 6,000 กรัม สำหรับการทดสอบ 1 ตัวอย่าง

**5.4** ปริมาณตัวอย่างตามข้อ **5.3** ให้เตรียมไว้ 3 ตัวอย่าง ในการทดสอบแต่ละครั้ง

**6. การทดสอบ**

สำหรับตัวอย่างดินที่ไม่ต้องมีการแช่น้ำ (Unsoaked C.B.R. Test)

**6.1** ชั่งดินที่เตรียมไว้ประมาณ 6 กก. (12 ปอนด์) และนำดินตัวอย่างประมาณ 100 กรัม เพื่อนำไปหาความชื้นในดินตัวอย่าง (Initial Water Content)

www.yotathai.com

**6.2** เตรียมแบบไว้ 3 ชุด ชั่งหาน้ำหนักแบบ (ไม่รวมฐานแบบ)

**6.3** เติมน้ำเข้าไปในตัวอย่างที่เตรียมไว้ จนได้ปริมาณน้ำในดินที่ความแน่นสูงสุดตาม มยผ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือตาม มยผ. 2202 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) แล้วคลุกเคล้าตัวอย่างจนเข้ากันดี

**6.4** ประกอบแบบเข้ากับฐานแบบและแท่งโลหะรอง ใช้กระดาษกรองปูทับบนแท่งโลหะรอง เพื่อป้องกันไม่ให้เกาะติดกับแผ่นเหล็ก

**6.5** กระทุ้งดินอัดแน่นในแบบ จำนวน 3 ชั้น หรือ 5 ชั้น ตามวิธีการทดสอบความแน่นที่ปริมาณความชื้นที่ความแน่นแห้งสูงสุดตาม มยผ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือตาม มยผ. 2202 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) (เตรียมตัวอย่างดิน 3 ตัวอย่าง โดยทำการบดอัดแต่ละชั้นด้วยตุ้ม จำนวน 12 ครั้งต่อชั้น สำหรับตัวอย่างที่ 1, จำนวน 25 ครั้งต่อชั้น สำหรับตัวอย่างที่ 2 และจำนวน 56 ครั้งต่อชั้นสำหรับตัวอย่างที่ 3)

**6.6** หลังจากบดอัดจนครบจำนวนชั้น และจำนวนครั้งแล้ว ถอดปลอกออก ใช้เหล็กปาดปาดดินส่วนที่สูงเกินขอบแบบพร้อมกับซ่อมแต่งผิวบนของดินตัวอย่างให้เรียบเสมอกับปากแบบ

**6.7** ถอดฐานแบบและแท่งโลหะรองออก นำแบบและดินไปชั่งหาน้ำหนัก เพื่อจะนำไปหาความแน่นชื้น (Wet Density)

**6.8** เอากระดาษกรองวางบนฐานแบบ เพื่อป้องกันไม่ให้ดินเกาะแบบ ติดแผ่นเหล็กประกอบแบบที่มีดินอัดแน่นนี้เข้ากับฐานแบบ โดยให้ปากแบบด้านที่มีดินเสมอปากวางบนฐานแบบ และส่วนที่มีช่องว่างอยู่ด้านบน สำหรับการทดสอบแบบไม่แช่น้ำ ให้ทดสอบตาม ข้อ **6.9** ถึง **6.12**

**6.9** วางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก (Surcharge) จำนวน 2 ชิ้น สำหรับวัสดุพื้นทาง, วัสดุรองพื้นทาง, วัสดุคัดเลือก และจำนวน 3 ชิ้น สำหรับวัสดุคันทางทับบนดินตัวอย่างในแบบ

**6.10** นำแบบเข้าเครื่องกดทดสอบ ซึ่งมีท่อนกดขนาดพื้นที่หน้าตัด 1,935.5 ตร.มม. (3 ตร.นิ้ว) ประกอบติดอยู่ จัดให้ผิวหน้าของดินในแบบ แตะสัมผัสกับท่อนกดดังกล่าว จัดเข็มของมาตรวัด ที่จะใช้วัดค่าการจมตัว (Penetration) ให้อยู่ที่จุดศูนย์

**6.11** กดท่อนกดในอัตรา 0.05 นิ้วต่อนาที พร้อมกับอ่านค่าน้ำหนักที่ตรงกับค่าการจมตัว 0, 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.125, 0.150, 0.175, 0.200, 0.250, 0.300, 0.350, 0.400, 0.450 และ 0.500 นิ้ว

**6.12** เสร็จแล้วถอดแบบออกจากเครื่องกดทดสอบ เก็บตัวอย่างดินตรงกลางตามแนวตั้งประมาณ 100 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 4.75 มม.หรือประมาณ 300 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 19.0 มม. แล้วนำไปหาความชื้น สำหรับการทดสอบแบบแช่น้ำให้ทำการทดสอบตาม ข้อ **6.13** ถึง **6.19** เพิ่มเติม

**6.13** วางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก จำนวน 2 ชิ้น สำหรับวัสดุพื้นทาง.วัสดุรองพื้นทาง, วัสดุคัดเลือก และจำนวน 3 ชิ้น สำหรับวัสดุคันทางลงบนดินตัวอย่าง ใส่แผ่นวัดการพองตัว สำหรับวัดอัตราการบวมของดิน ซึ่งมีด้ามขัดเกลียวขึ้นลงได้ติดอยู่กลางแผ่น ก่อนวางแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนักลงบนดินตัวอย่าง จะต้องเอากระดาษรองวางคั่นใต้แผ่นนี้เสียก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้ดินติดแน่นกับแผ่นเหล็กหลังจากแช่น้ำแล้ว

**6.14** แช่แบบที่เตรียมไว้ในข้อ **6.13** ในภาชนะที่เตรียมไว้ ให้น้ำท่วมแผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนักประมาณ 1 นิ้ว ใช้มาตรวัดอ่านได้ละเอียด 0.001 นิ้ว ยึดติดกับสามขา แล้ววางบนปากแบบ จัดให้ปลายของมาตรวัดแตะสัมผัสกับก้านของแผ่น วัดการพองตัว เพื่อวัดหาค่าการพองตัวของดินต่อไป

**6.15** จดค่าการขยายตัวจากมาตรวัดทุกวัน จนครบ 4 วัน (ถ้าหากค่าการพองตัวคงที่ อาจหยุดอ่านได้ หลังจากแช่น้ำแล้ว 48 ชั่วโมง)

www.yotathai.com

**6.16** ยกแบบออกจากน้ำและตะแคงแบบ เพื่อรินน้ำทิ้งและปล่อยทิ้งไว้ ประมาณ 15 นาที เพื่อให้น้ำไหลออกจากแบบ

**6.17** นำแบบพร้อมดินไปชั่งหาน้ำหนัก

**6.18** ทำการทดสอบตามวิธี ข้อ **6.10** ถึง **6.11**

**6.19** เสร็จแล้วถอดแบบออกจากเครื่องกดทดสอบ เก็บตัวอย่างดินตรงกลางตามแนวตั้งประมาณ 100 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 4.75 มม.หรือประมาณ 300 กรัม สำหรับขนาดเม็ดใหญ่สุด 19.0 มม. แล้วนำไปหาความชื้น

**6.20** เขียนกราฟระหว่างน้ำหนักกด และค่าการจมตัว (Stress VS Penetration) เพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์.ต่อไป สำหรับในการเขียนกราฟระหว่างน้ำหนักกด และค่าการจมตัว เพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. จำเป็นจะต้องทำการแก้เส้นกราฟโดยเลื่อนจุดศูนย์ของค่าการจมตัว ในกรณีที่เส้นกราฟหงายเพื่อให้ได้ค่า ซี.บี.อาร์. ที่แท้จริง

**6.21** เมื่อได้ค่า ซี.บี.อาร์.ของแต่ละตัวอย่างแล้วเขียนเส้นกราฟ ระหว่างค่า ซี.บี.อาร์. และค่าความหนาแน่นแห้ง (Dry Density) เพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. เป็นร้อยละของการบดอัดที่ต้องการต่อไป

## 7. การคำนวณ

### 7.1 คำนวณหาค่าความชื้นในดินเป็นร้อยละ

$$W = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

เมื่อ $W$ = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

$W_1$ = น้ำหนักของดินชื้น หน่วยเป็นกรัม

$W_2$ = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

### 7.2 คำนวณหาค่าความแน่นชื้น (Wet Density)

$$\gamma_w = \frac{A}{V}$$

เมื่อ $\gamma_w$ = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็น กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

$A$ = น้ำหนักดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นกรัม

$V$ = ปริมาตรของแบบ ซึ่งเท่ากับปริมาตรของดินชื้นที่บดอัดในแบบ หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

### 7.3 คำนวณหาค่าความแน่นแห้ง (Dry Density)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1 + \frac{W}{100}}$$

เมื่อ $\gamma_d$ = ความแน่นแห้งของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

$\gamma_w$ = ความแน่นชื้นของดิน หน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

$W$ = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

### 7.4 คำนวณหาค่าการพองตัว (Swelling)

$$\text{ค่าการพองตัวร้อยละ} = \frac{\text{ค่าการพองตัว (มม.)}}{\text{ความสูงของแท่งตัวอย่าง}}$$

**ค่าการพองตัว (มม.) = ผลต่างระหว่างการอ่านค่าที่มาตรวัดครั้งแรกและครั้งสุดท้าย**

www.yotathai.com

**7.5 คำนวณหาค่า ซี.บี.อาร์.**

ในการคำนวณหาค่า ซี.บี.อาร์. ให้ถือน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Load) ดังนี้

| ค่าการจมตัว มิลลิเมตร | น้ำหนักมาตรฐาน (Standard Load) กิโลกรัม | ค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Unit Load) กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร |
|---|---|---|
| 2.54 (0.1”) | 1,360.8 (3,000 lb) | 70.3 (1,000 lb/in$^2$) |
| 5.08 (0.2”) | 2,041.2 (4,500 lb) | 105.46 (1,500 lb/in$^2$) |
| 7.62 (0.3”) | 2,585.5 (5,700 lb) | 133.59 (1,900 lb/in$^2$) |
| 10.16 (0.4”) | 3,129.8 (6,900 lb) | 161.71 (2,300 lb/in$^2$) |
| 12.70 (0.5”) | 3,538.0 (7,800 lb) | 182.81 (2,600 lb/in$^2$) |

**หมายเหตุ** พื้นที่หน้าตัดของท่อนกด 1,935.5 ตร.มม. (3 ตร.นิ้ว) คำนวณค่า ซี.บี.อาร์.จากสูตร

$$\text{ซี.บี.อาร์. ร้อยละ} = 100 \times \frac{x}{y}$$

เมื่อ $x$ = ค่าน้ำหนักที่อ่านได้ต่อหน่วยพื้นที่ของท่อนกด (สำหรับค่าการจมตัวที่ 2.54 มม. หรือ 0.1 นิ้ว และที่เพิ่มขึ้นอีกทุกๆ 2.54 มม.)

$y$ = ค่าน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Unit Load) กก./ตร.ซม.(จากตารางข้างต้น)

**8. การรายงานผล**

ในการทำการทดสอบ ซี.บี.อาร์. ให้รายงาน ดังนี้

**8.1** ค่า ซี.บี.อาร์.ที่ความแน่นร้อยละ ของความแน่นแห้งสูงสุด (แบบสูงกว่ามาตรฐานหรือแบบมาตรฐาน) ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

**8.2** ค่าความแน่นแห้ง ที่ให้ค่า ซี.บี.อาร์.ตามข้อ **8.1** ใช้ทศนิยม 3 ตำแหน่ง

**8.3** ค่าการพองตัว ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

**8.4** ค่าอื่นๆ

**8.5** ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ.มยผ. 2203 – 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

**9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้**

เกณฑ์การตัดสินให้เป็นไปตามมาตรฐานงานทาง และไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

**10. ข้อควรระวัง**

**10.1** สำหรับดินจำพวกดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากตากแห้งแล้วให้ทุบด้วยค้อนยาง จนได้ตัวอย่างผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

**10.2** ในการใช้ตุ้มทำการบดอัด ให้วางแบบบนพื้นที่มั่นคง แข็งแรง ราบเรียบ เช่น พื้นคอนกรีต ไม่ให้แบบกระดกหรือกระดอนขึ้นขณะทำการบดอัด

**10.3** ในการทดสอบหาค่าการจมตัวโดยใช้เครื่องกดทดสอบแบบวงแหวน (Proving Ring) เป็นตัวอ่านน้ำหนัก และใช้มาตรวัดค่าการจมตัวติดที่โครง (Frame) ของเครื่องกดทดสอบ ต้องทำการแก้ค่าการจมตัว เนื่องจากการ

www.yotathai.com

หดตัวของวงแหวน (Proving Ring) โดยหักค่าการหดตัวของวงแหวนออกจากค่าการจมตัว กรณีที่ติดมาตรวัดค่าการจมตัว (Penetration Dial) ที่ท่อนกดไม่ต้องปฏิบัติตามความในข้อนี้

**10.4** ในการเขียนกราฟระหว่างค่าน้ำหนักมาตรฐานและค่าการจมตัว จำเป็นจะต้องแก้จุดศูนย์ สำหรับเส้นกราฟที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งหงายขึ้น เนื่องจากความไม่ราบเรียบหรือเกิดจากการอ่อนยุ่ยที่ผิวหน้าของตัวอย่างเนื่องจากการแช่น้ำ ให้ทำการแก้โดยลากเส้นตรงให้สัมผัสกับเส้นที่ชันที่สุดของส่วนโค้งของเส้นกราฟไปตัดกับแกนตามแนวราบ คือเส้นที่ลากผ่านค่าน้ำหนักมาตรฐานเท่ากับศูนย์ ต่อจากนั้นให้เลื่อนค่าศูนย์ของค่าการจมตัวไปที่จุดที่ตัด แล้วจึงหาค่า ซี.บี.อาร์. ที่ปรับค่า (Corrected C.B.R. Value) ต่อไป

**10.5** ค่า ซี.บี.อาร์.ที่ได้จากการปรับค่าหรือที่ได้จริงจากการอ่านค่าน้ำหนักมาตรฐาน (True Load Value) ซึ่งคำนวณจากค่าการจมตัวที่ 2.54 มม. (0.1 นิ้ว) และที่ค่าการจมตัว 5.08 มม. (0.2 นิ้ว) เป็นค่า ซี.บี.อาร์.ที่ใช้รายงาน โดยปกติค่าซี.บี.อาร์. ที่มีค่าการจมตัว 2.54 มม. จะต้องมีค่าสูงกว่าค่า ซี.บี.อาร์. ที่มีค่าการจมตัว 5.08 มม. ถ้าหากไม่เป็นดังนั้น คือค่า ซี.บี.อาร์. ที่ 5.08 มม. สูงกว่าที่ 2.54 มม. ให้ทำการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบใหม่ทั้งหมด แต่ถ้าค่า ซี.บี.อาร์. ที่ได้ยังคงสูงกว่าอีก ให้ใช้ค่า ซี.บี.อาร์. ที่ 5.08 มม.

**10.6** ในการทำตัวอย่างเพื่อทดสอบ ในกรณีที่ต้องการบดอัดมากหรือน้อยกว่าที่ต้องการตามวิธีการทดสอบนี้ อาจจะเพิ่มการบดอัดเป็นชั้นละ 75 ครั้ง หรือลดการบดอัดเป็นชั้นละ 8 ครั้ง เพื่อให้ได้ตัวอย่างมากขึ้นในการนำมาเขียนเส้นกราฟ ตามข้อ **6.21** ก็ได้ (หรือตามตัวอย่างการเขียนเส้นกราฟ (มยผ. 2203-57) ก็ได้)

**10.7** ตุ้มที่ใช้ทำการบดอัดเพื่อเตรียมตัวอย่างเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. มี 2 ขนาด (ตามข้อ **4.4**) ในการเตรียมตัวอย่าง ซี.บี.อาร์. โดยวิธีการทดสอบความแน่นแบบมาตรฐานให้ใช้ตุ้มขนาดเล็ก ส่วนการเตรียมตัวอย่าง ซี.บี.อาร์. ตามวิธีการทดสอบความแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐานให้ใช้ตุ้มขนาดใหญ่

## 11. เอกสารอ้างอิง


**11.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.3 - 2532: วิธีการทดสอบเพื่อหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)

**11.2** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 109/2517: วิธีการทดลองเพื่อหาค่า C.B.R.

**11.3** Standard Method of Test for Thee California Bearing Ratio; AASHTO Designation: T 193-72

**11.4** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 1883 - 99: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory - Compacted Soil

www.yotathai.com

| โครงการ ..... | บฟ.มยผ. 2203 - 57 | ทะเบียนทดสอบ..... | |
|---|---|---|---|
| ..... | (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) | ผู้ทดสอบ | |
| สถานที่ก่อสร้าง ..... | **การทดสอบหาค่า ซี.บี.อาร์. (C.B.R.)** | | |
| ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง ..... | แบบหมายเลข..... | ผู้ตรวจสอบ | |
| ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... | น้ำหนักแบบ..... กก. | | |
| ทดสอบวันที่.....แผ่นที่..... | ปริมาตรแบบ..... ลบ.ซม. | อนุมัติ | |

| ความแน่นของวัสดุ | | ก่อนแช่น้ำ | หลังแช่น้ำ |
|---|---|---|---|
| น้ำหนักแบบ + วัสดุ | กรัม | | |
| น้ำหนักแบบ | กรัม | | |
| น้ำหนักวัสดุ | กรัม | | |
| ความแน่นชื้น | กรัม/ลบ.ซม. | | |
| ความแน่นแห้ง | กรัม/ลบ.ซม. | | |

| ปริมาณความชื้น | | บน | กลาง | ล่าง | |
|---|---|---|---|---|---|
| ตลับหมายเลข | | | | | |
| น้ำหนักตลับ + วัสดุชื้น | กรัม | | | | |
| น้ำหนักตลับ + วัสดุแห้ง | กรัม | | | | |
| น้ำหนักน้ำ | กรัม | | | | |
| น้ำหนักตลับ | กรัม | | | | |
| น้ำหนักวัสดุแห้ง | กรัม | | | | |
| ความชื้นในวัสดุ | % | | | | |
| ความชื้นในวัสดุเฉลี่ย | % | | | | |

การทดสอบหาค่าการจมตัว (PENETRATION TEST) แผ่นเหล็กถ่วงน้ำหนัก (Surcharge).....แผ่น.....กก. Proving Ring Us..... พื้นที่หน้าตัดท่อนกด = 19.355 ซม.$^2$ กดด้วยความเร็ว 1.27 มม./นาที

| วันที่ | เวลา | ค่าที่อ่าน (มม.) | การพองตัว (มม.) | การพองตัว (%) | จำนวนวัน | (1) Pene. (มม.) | (2) Dial Reading (มม.) | (3)=(1)-(2) Corr.Pene. (กก.) | Load Reading From (กก.) | Bearing Value (กก./ซม.$^2$) | C.B.R. ( % ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 0.63 | | | | | |
| | | | | | | 1.27 | | | | | |
| | | | | | | 1.90 | | | | | |
| | | | | | | 2.54 | | | | | |
| | | | | | | 3.17 | | | | | |
| | | | | | | 3.81 | | | | | |
| | | | | | | 4.44 | | | | | |
| | | | | | | 5.08 | | | | | |
| | | | | | | 6.35 | | | | | |
| | | | | | | 7.62 | | | | | |
| | | | | | | 8.89 | | | | | |
| | | | | | | 10.16 | | | | | |
| | | | | | | 11.43 | | | | | |
| | | | | | | 12.70 | | | | | |

| | |
|---|---|
| ความชื้นที่ความแน่นสูงสุด | % |
| ความชื้นของวัสดุ | % |
| ปริมาณน้ำที่เพิ่มเข้าไป | ลบ.ซม. |
| น้ำหนักวัสดุที่ร่อนผ่านตะแกรง | กรัม |
| น้ำหนักวัสดุที่ค้างบนตะแกรง | กรัม |
| ผลรวมของน้ำหนักวัสดุแห้ง | กรัม |
| ผลรวมของน้ำหนักที่เพิ่มเข้าไป | กรัม |

www.yotathai.com

# CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) TEST

MATERIAL SOURCE

MOLD NO. WT. gm. NO. OF LAYERS FACTOR

NO. OF BLOWS VOL cc. WT. OF HAMMER gm. DROP cm.

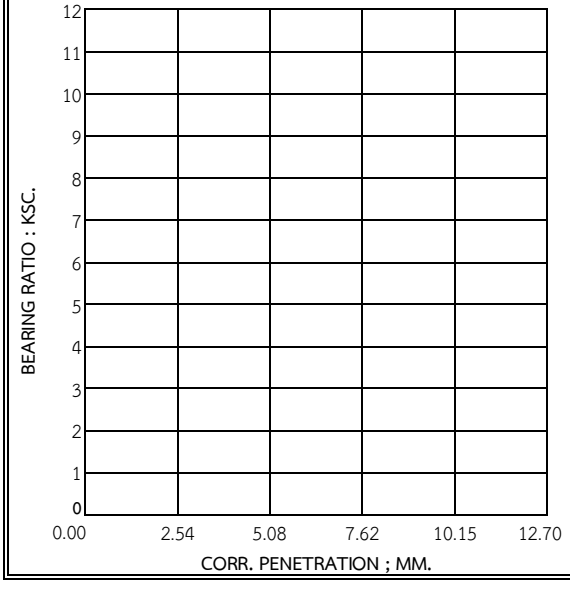
| DENSITY | | SOAKING BEFORE | SOAKING AFTER |
|---|---|---|---|
| WT. OF MOLD + SOIL | gm. | | |
| WT. OF MOLD | gm. | | |
| WT. OF SOIL | gm. | | |
| WET DENSITY | gm./cc. | | |
| DRY DENSITY | gm./cc. | | |

| WATERCONTENT | | TOP | MIDDLE | BOTTOM | |
|---|---|---|---|---|---|
| CAN No. | | | | | |
| WT. OF CAN + WET SOIL | gm. | | | | |
| WT. OF CAN + DRY SOIL | gm. | | | | |
| WT. OF WATER | gm. | | | | |
| WT. OF CAN | gm. | | | | |
| WT. OF DRY SOIL | gm. | | | | |
| WATER CONTENT | % | | | | |
| AVERAGE WATER CONTENT | % | | | | |

PENETRATION TEST SURCHARGE pcs. = Kg. PROVING RING No.

PISTOLAREA = $cm.^2$ FACTOR =

| DATE | TIME | RDG. ( mm.) | SWELL ( mm.) | SWELL ( % ) | DAYS | PENE. ( mm.) | DIAL RDG. ( mm.) | LOAD RDG. ( Kg.) | BEARING VALUE ( Ksc.) | C.B.R. ( % ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 0.63 | | | | |
| | | | | | | 1.27 | | | | |
| | | | | | | 1.90 | | | | |
| | | | | | | 2.54 | | | | |
| | | | | | | 3.17 | | | | |
| | | | | | | 3.81 | | | | |
| | | | | | | 4.44 | | | | |
| | | | | | | 5.08 | | | | |
| | | | | | | 6.35 | | | | |
| | | | | | | 7.62 | | | | |
| | | | | | | 8.89 | | | | |
| | | | | | | 10.16 | | | | |
| | | | | | | 11.43 | | | | |
| | | | | | | 12.70 | | | | |




OPTIMUM MOISTURE CONTENT = %

ORIGINAL MOISTURE CONTENT = %

REMARKS :

www.yotathai.com

# ตัวอย่างการเขียนเส้นกราฟ (บฟ. มยผ. 2203 – 57)

## SUMMARY OF RESULTS

Type and No. of test ..... C-443 ..... (G-22) .....

Type of material ..... Weathering Rock ..... To be used for Subbase Layer .....

Source ..... บ่อสุรวิทย์ อ.พุแค จ.สระบุรี ..... Stock pile No. .....

Location of sampling ..... km. 43+150-43+295 Frontage Rd., RT. .....

Tested by ..... อวยพร, ขันฤทธิ์ ..... Dated ..... 3/5/43 .....

| Materials | | Passing | | | | | | | L.L. | P.L. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 50.0 | 25.0 | 19.0 | 9.5 | # 10 | # 40 | # 200 | | |
| A | A-2-4 | 100.0 | 91.5 | 86.7 | 60.9 | 30.0 | 20.8 | 16.9 | 28.8 | 8.3 |
| B | Grade "B" | | | #4 = | 41.0 | | | | | |
| Mixed A : B = | | | | | | | | | | |

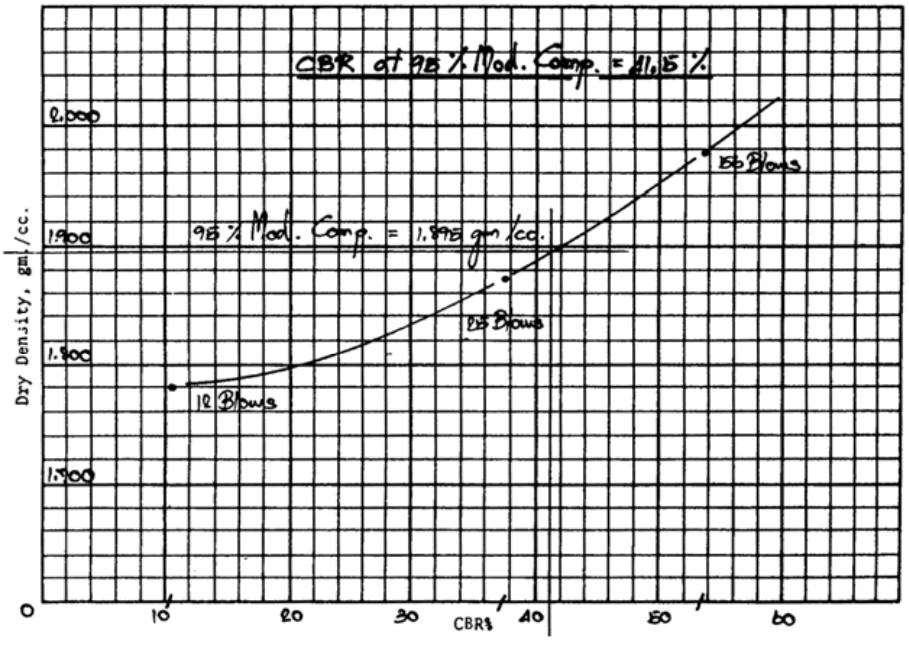
| Blow | Density gm/cc. | CBR% | Swell% |
|---|---|---|---|
| 8 | - | - | - |
| 12 | 1.780 | 10.6 | 0.17 |
| 25 | 1.874 | 37.5 | 0.14 |
| 56 | 1.979 | 53.6 | 0.10 |
| 75 | - | - | - |

100% ..... Mod ..... Comp. (มยผ. 2202 – 57) = 1.995 ..... gm./cc.

95% ..... Mod ..... Comp. (มยผ. 2202 – 57) = 1.895 ..... gm./cc.

O.M.C. = ..... 7.5 ..... % water content of (molding) CBR = ..... 7.2 ..... %

Required CBR ..... ≥25.0 ..... % Raise percent compaction ..... - ..... %



www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยพ. 2204 - 57

# มาตรฐานการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางที่บดอัดในสนาม (In Place Density) ของวัสดุที่มีเม็ดไม่โตกว่า 50.8 มม. (2 นิ้ว) โดยใช้ทรายแทนที่เพื่อหาปริมาตร

**2. นิยาม**

**"ทราย"** หมายถึง ทรายออตตาวาที่เม็ดมีรูปร่างกลมขนาดเท่ากัน ทำให้มวลทรายที่ทดสอบมีความหนาแน่นเท่ากันโดยตลอด และปราศจากการแยกตัวของเม็ดทรายที่มีสาเหตุมาจากขนาดเม็ดทรายแตกต่างกัน

**3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย**

**3.1** ชุดเครื่องมือทดสอบความแน่น (Density Apparatus) แสดงในรูปที่ **1** ประกอบด้วย

**3.1.1** ขวด (Jar) ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกโปร่งใส ปริมาตรจุประมาณ 4 ลิตร ตัวขวดมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 160 มม. ปากขวดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มม. และมีเกลียวสำหรับต่อกับกรวย

**3.1.2** กรวย (Metal Funnel) ทำด้วยโลหะสูงประมาณ 210 มม. ตรงกลางมีลิ้น (Valve) สำหรับปิดเปิดรูทรงกระบอก (Orifice) เส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7 มม. (1/2 นิ้ว) ยาว 28.6 มม.(1 1/8 นิ้ว) ปากกรวยบานออก มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 165.1 มม. (6 1/2 นิ้ว) เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 171.5 มม. (6 3/4 นิ้ว) สูง 136.5 มม. (5 3/8 นิ้ว) ปลายอีกข้างหนึ่งมีเกลียว สำหรับต่อกับขวด ขณะทำการทดสอบ รอยต่อระหว่างขวดและกรวยต้องสนิท ในกรณีที่มีช่องว่างหรือเคลื่อนตัวได้ ต้องใส่แหวนยางหรือปะเก็น (Gasket) รองลิ้นจะต้องมีที่บังคับให้หยุดเมื่อเปิด หรือ ปิดจนสุดรูทรงกระบอกแล้ว

**3.1.3** แผ่นฐาน (Base Plate) ทำด้วยโลหะขนาด 305 มม. x 305 มม. (12 นิ้ว x 12 นิ้ว) ตรงกลางมีรูกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 165.1 มม. (เท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของปากกรวย) มีช่องกว้างประมาณ 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) สำหรับวางปากกรวยให้สนิท ขอบของแผ่นฐานยกสูงขึ้น เพื่อความสะดวกในการเก็บดินตัวอย่าง

**หมายเหตุ** ชุดเครื่องทดสอบความแน่นนี้ ใช้กับดินตัวอย่างประมาณ 2,800 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร (0.01 ลบ.ฟ.) อาจดัดแปลงชุดเครื่องมือให้เล็กลงหรือใหญ่ขึ้นได้แล้วแต่ความเหมาะสมในการใช้งานแต่ละชนิด

**3.2** ทราย ใช้ทรายออตตาวา (Ottawa Sand) หรือเตรียมจากทรายที่มีในท้องที่หรือวัสดุอื่นใดที่คล้ายทราย ต้องสะอาด แห้ง ไหลได้อย่างอิสระ (Free Flowing) ปราศจากเชื้อประสาน แข็ง กลม ไม่มีรอยแตก ไม่มีเหลี่ยมมุม ขนาดผ่านตะแกรงขนาด 0.85 มม. (เบอร์ 20) และค้างบนตะแกรงขนาด 0.425 มม. (เบอร์ 40) และมีความแน่นแบบบัลค์ (Bulk Density) เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกินร้อยละ 1

**3.3** เครื่องชั่ง ที่สามารถชั่งได้หนักถึง 10 กก. อ่านได้ละเอียดถึง 1.0 กรัม

**3.4** เครื่องชั่งที่สามารถชั่งได้หนักถึง 500 กรัม อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

www.yotathai.com

**3.5** อุปกรณ์ทำให้ดินแห้ง ได้แก่ เตาน้ำมันก๊าด เตาแก๊ส กระทะคั่วดิน เป็นต้น หรืออาจใช้ตู้อบไฟฟ้า ตู้อบน้ำมันก๊าด ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้ดินตัวอย่างแห้ง สำหรับหาปริมาณความชื้นในดินได้

**3.6** อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น ช้อนตักดิน ตลับบรรจุดิน พร้อมฝาปิด ภาชนะสำหรับใส่ดิน เกรียง สิ่วค้อน อีเตอร์ จอบ พลั่ว แปรงขน แปรงลวด เหล็กปาด ตะแกรงขนาด 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) ขนาด 2.00 มม. (เบอร์ 10) และขนาด 0.075 มม. (เบอร์ 200) และเทอร์โมมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิของน้ำ เป็นต้น

## 4. การทดสอบ

**4.1** วิธีหาปริมาตรขวด พร้อมกรวย จนถึงรูลิ้นที่ปิด ดำเนินการ ดังนี้

**4.1.1** ชั่งน้ำหนักขวดเปล่าพร้อมกรวย

**4.1.2** ตั้งขวดเปล่าพร้อมกรวยบนพื้นที่มั่นคง เมื่อได้ระดับแล้วเปิดลิ้นไว้

**4.1.3** ใส่น้ำกลั่นลงในกรวย จนกระทั่งระดับน้ำขึ้นท่วมกรวย และไม่มีฟองอากาศค้างอยู่ในขวด แล้วจึงปิดลิ้นให้สนิท และเทน้ำที่ล้นข้างบนออกให้หมด

**4.1.4** ถ้าน้ำซึมออกตามบริเวณเกลียวปากขวด ให้ใช้ขี้ผึ้งหรือเทปป้องกันน้ำซึม

**4.1.5** เช็ดน้ำที่ติดกรวย หรือข้างขวดให้แห้งแล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักเมื่อน้ำเต็มขวด เมื่อนำน้ำหนักในข้อ **4.1.1** มาหักออกจะได้น้ำหนักน้ำเมื่อเต็มขวด ในกรณีที่ทำข้อ **4.1.4** ด้วยให้นำน้ำหนักวัสดุในข้อ **4.1.4** มาหักออกด้วย

**4.1.6** วัดอุณหภูมิของน้ำในขวด

**4.1.7** ให้ทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของน้ำเต็มขวด โดยแต่ละครั้งมีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 3 กรัม และอุณหภูมิของน้ำ เพื่อนำไปหาค่าความแน่นของน้ำตามตารางที่ **1**

**4.1.8** คำนวณหาปริมาตรของขวด

**ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความแน่นของน้ำ**

| อุณหภูมิ | | ปริมาตรของน้ำ ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนัก |
|---|---|---|
| องศาเซลเซียส | องศาฟาเรนไฮต์ | ลบ.ซม./กรัม (T) |
| 12 | 53.6 | 1.00048 |
| 14 | 57.2 | 1.00073 |
| 16 | 60.8 | 1.00103 |
| 18 | 64.4 | 1.00138 |
| 20 | 68.0 | 1.00177 |
| 22 | 71.6 | 1.00221 |
| 24 | 75.2 | 1.00268 |
| 26 | 78.8 | 1.00320 |
| 28 | 82.4 | 1.00375 |
| 30 | 86.0 | 1.00435 |
| 32 | 89.6 | 1.00497 |

**หมายเหตุ** ให้ทำเครื่องหมายไว้ด้วยว่าเกลียวของขวดและกรวยเคลื่อนตัวหรือไม่ เกลียวต้องไม่ขยับในขณะทดสอบ เพื่อให้ปริมาตรของขวดมีค่าคงที่ตลอดเวลาที่ทดสอบ

www.yotathai.com

**4.2** วิธีตรวจสอบความแน่นแบบบัลค์ของทราย (Bulk Densityof Sand) ดำเนินการดังนี้

**4.2.1** วางขวดเปล่าที่ประกอบเข้ากับกรวย ซึ่งได้ทำความสะอาดและชั่งเรียบร้อยแล้ว หงายลงบนพื้นที่ราบมั่นคงและได้ระดับ ปิดลิ้นให้สนิทแล้วเททรายใส่ในกรวยจนเต็ม

**4.2.2** เปิดลิ้นให้ทรายไหลลงในขวด คอยเติมทรายในกรวย ไม่ให้น้อยกว่าครึ่งของกรวยอยู่ตลอดเวลา ต้องระวังไม่ให้ขวดและกรวยกระเทือน ซึ่งจะทำให้ค่าความแน่นของทรายผิดได้ เมื่อทรายเต็มขวดโดยหยุดไหลแล้ว ให้ปิดลิ้นเททรายที่เหลือในกรวยทิ้ง

**4.2.3** ชั่งน้ำหนักขวดพร้อมกรวยและทรายที่บรรจุอยู่เต็มขวด หักออกด้วยน้ำหนักในข้อ **4.1.1** จะได้น้ำหนักของทรายเต็มขวด

**4.2.4** ให้ทำการทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของทรายเต็มขวด

**4.3** วิธีหาน้ำหนักของทรายที่บรรจุเต็มกรวย ดำเนินการ ดังนี้

**4.3.1** ดำเนินการตามข้อ **4.2.1** และข้อ **4.2.2** แล้วชั่งน้ำหนักขวด พร้อมกรวยและทรายที่บรรจุอยู่เต็มขวด

**4.3.2** คว่ำกรวยลงบนแผ่นฐาน ให้ปากกรวยตรงกับร่องของแผ่นฐาน โดยแผ่นฐานต้องวางอยู่บนพื้นที่ราบเรียบ สะอาดและตรึงสนิทกับพื้น

**4.3.3** เปิดลิ้นให้ทรายไหลจนเต็มกรวยโดยไม่ให้ขวดทรายกระเทือน เมื่อทรายหยุดไหลแล้วจึงปิดลิ้น

**4.3.4** นำขวดทรายที่เหลือไปชั่งน้ำหนัก นำมาหักออกจากน้ำหนักที่หาได้ในข้อ **4.3.1** จะได้น้ำหนักของทรายที่บรรจุเต็มกรวย

**4.3.5** ให้ทำการทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของทรายที่บรรจุเต็มกรวย

**4.4** วิธีหาค่าความแน่นของดินในสนาม ดำเนินการดังนี้

**4.4.1** ปรับแต่งพื้นผิวบริเวณที่จะทดสอบให้ราบเรียบ สะอาด

**4.4.2** วางแผ่นฐานลงบนพื้นที่จะทดสอบแล้วตรึงแผ่นฐานให้แน่น

**4.4.3** เจาะดินตรงรูกลางแผ่นฐานเป็นรูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ารูกลางของแผ่นฐาน โดยเจาะเป็นแนวดิ่ง ตลอดชั้นวัสดุที่ทดสอบหรือลึกประมาณ 10-15 ซม. แล้วแต่ชนิดของงาน แต่งหลุมให้เรียบร้อย เพื่อให้ทรายไหลลงแทนที่ได้สะดวก

**4.4.4** นำดินที่เจาะขึ้นมาทั้งหมดไปชั่งหาน้ำหนัก จะได้น้ำหนักของดินชื้น และภาชนะใส่ดิน เมื่อหักน้ำหนักภาชนะที่ใส่ดินออกแล้ว จะเหลือน้ำหนักรวมของดินชื้น

**4.4.5** คลุกดินที่เก็บจากหลุมในภาชนะใส่ดินให้ทั่ว แล้วเก็บใส่ตลับบรรจุดินอย่างน้อย 100 กรัม ปิดฝาตลับแล้วนำไปชั่งและอบให้แห้ง คำนวณหาปริมาณน้ำที่ผสมอยู่ในดินเป็นร้อยละของน้ำหนักดินที่อบแห้ง

**4.4.6** คว่ำขวดที่บรรจุทรายอยู่เต็มพร้อมกรวยตามวิธีข้อ **4.3.1** และ **4.3.2** ซึ่งชั่งน้ำหนักไว้แล้วลงบนร่องของแผ่นฐาน เปิดลิ้นให้ทรายไหลลงจนเต็มหลุม โดยไม่ให้ขวดทรายกระเทือน เมื่อทรายหยุดไหลแล้วจึงปิดลิ้น นำขวดทรายที่เหลือไปชั่งน้ำหนัก เก็บทรายสะอาดเพื่อใช้งานต่อไป ส่วนทรายที่ชื้นหรือสกปรกให้นำไปทำความสะอาด นำน้ำหนักในตอนหลังหักออกจากน้ำหนักที่ชั่งได้ก่อนคว่ำกรวย จะได้น้ำหนักของทรายที่ไหลออกไปจากขวด

**4.4.7** นำน้ำหนักที่ได้ในข้อ **4.3** ไปหักออกจากน้ำหนักของทรายที่ไหลออกไปจากขวดในข้อ **4.4.6** แล้ว จะได้น้ำหนักทรายที่แทนที่ดินในหลุม

www.yotathai.com

## 5. การคำนวณ

### 5.1 ความแน่นแบบบัลค์ของทราย

5.1.1 หาปริมาตรของขวด

$$L = MT$$

เมื่อ $L$ = ปริมาตรของขวด (ลบ.ซม.)

$M$ = น้ำหนักของน้ำเต็มขวด (กรัม)

$T$ = ปริมาตรของน้ำซึ่งหนัก 1 กรัม ที่อุณหภูมิทดสอบ (ตารางที่ 1) (ลบ.ซม./กรัม)

5.1.2 ความแน่นแบบบัลค์ของทราย

$$\gamma_s = \frac{M_1}{L}$$

เมื่อ $\gamma_S$ = ความแน่นแบบบัลค์ของทราย (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

$M_1$ = น้ำหนักของทรายเต็มขวด (กรัม)

$L$ = ปริมาตรของขวด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

### 5.2 ความชื้นในดินเป็นร้อยละ

$$W = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

เมื่อ $W$ = ความชื้นในดินเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักดินอบแห้ง

$W_1$ = น้ำหนักของดินชื้น (กรัม)

$W_2$ = น้ำหนักของดินอบแห้ง (กรัม)

### 5.3 หาปริมาตรของหลุม

$$V = \frac{M_2}{\gamma_s}$$

เมื่อ $V$ = ปริมาตรของหลุม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

$M_2$ = น้ำหนักทรายที่แทนที่ดินในหลุม (กรัม)

$\gamma_S$ = ความแน่นแบบบัลค์ของทราย (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

### 5.4 ความแน่นชื้นของดินที่ขุดออกจากหลุม

$$\gamma_w = \frac{P}{V}$$

เมื่อ $\gamma_w$ = ความแน่นชื้นของดินที่ขุดออกจากหลุม (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

$P$ = น้ำหนักรวมของดินชื้นที่ขุดออกจากหลุม (กรัม)

$V$ = ปริมาตรของหลุม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

### 5.5 ความแน่นแห้งของดินที่ขุดออกจากหลุม

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1 + \frac{W}{100}}$$

เมื่อ $\gamma_d$ = ความแน่นแห้งของดินที่ขุดออกจากหลุม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

$\gamma_w$ = ความแน่นชื้นของดินที่ขุดออกจากหลุม (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

www.yotathai.com

**5.6 ร้อยละของการบดอัด**

$$P_C = \frac{\gamma_d}{\gamma_m} \times 100$$

เมื่อ $P_C$ = ร้อยละของการบดอัด

$\gamma_d$ = ความแน่นแห้งของดินที่จุดออกจากหลุม (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

$\gamma_m$ = ความแน่นแห้งสูงสุดของดินตัวอย่างชนิดเดียวกับดินที่ขุดออกจากหลุม (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) ตามวิธีทดสอบ มยผ. 2201 – 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) หรือ มยผ. 2202 - 57: มาตรฐานการทดสอบความแน่น แบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

## 6. การรายงานผล

**6.1** ให้รายงานชื่อโครงการ สายทาง ชั้นของวัสดุ ชนิดของวัสดุ รายนามเจ้าหน้าที่ที่ทดสอบ วันเวลาที่ทดสอบความแน่นของทรายที่หาได้ ตำแหน่งที่ทดสอบ ความหนาของชั้นต่างๆ ตามสัญญา และความหนาจริงในการก่อสร้างและรายละเอียดอื่นๆ

**6.2** ค่าความแน่นของดินให้ใส่ทศนิยม 3 ตำแหน่ง และร้อยละของการบดอัดให้ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

**6.3** ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ.มยผ. 2204 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test)

## 7. ข้อควรระวัง

**7.1** แผ่นฐานที่วางบนพื้นทดสอบต้องตรึงให้แน่น

**7.2** พื้นผิวที่ทดสอบควรราบเรียบได้ระดับ สะอาด

**7.3** ขณะทดสอบต้องไม่ให้ขวดทรายกระเทือน

**7.4** หาค่าความแน่นแบบบัลค์ของทราย อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

**7.5** ทรายที่ใช้ทดสอบต้องสะอาดและแห้ง

**7.6** ต้องปิดลิ้นก่อนคว่ำขวดทรายทุกครั้ง

**7.7** ในขณะขนย้ายเครื่องมือให้อุ้มตัวขวดโดยตรง ห้ามหิ้วที่กรวยเพราะตรงบริเวณลิ้นไม่แข็งแรงอาจขาดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีทรายบรรจุอยู่เต็มขวด

## 8. เอกสารอ้างอิง

**8.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.4-2532: วิธีการทดสอบหาค่าความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม (Field Density Test)

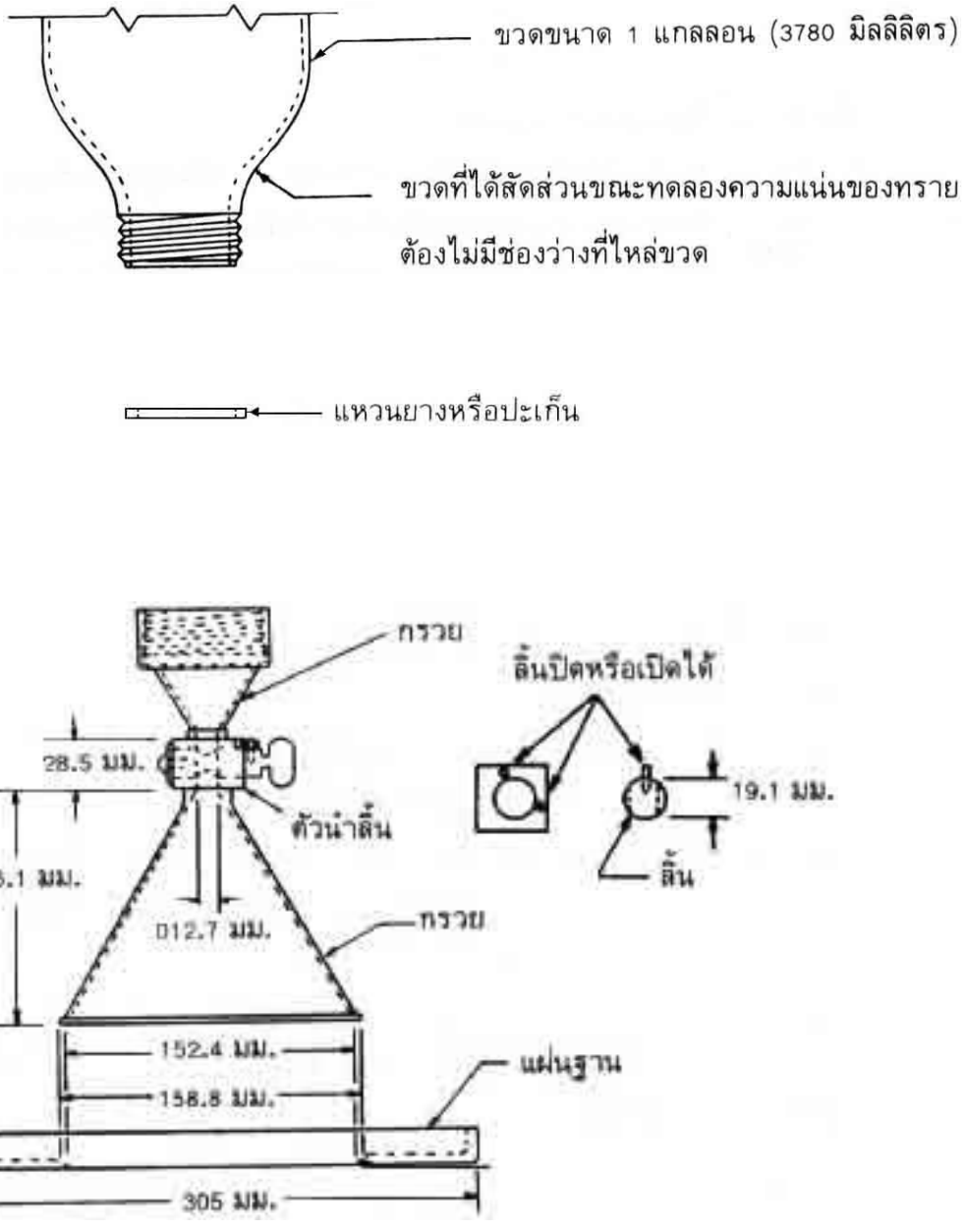
**8.2** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล-ท. 603/2517 วิธีทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนาม โดยใช้ทราย (Sand Cone)

www.yotathai.com

**8.3** Standard Method of Test for Density of Soil In-Place by The Sand-Cone Method; AASHTO Designation: T 191-61 (1974)

**8.4** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 1556 - 00: Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method

www.yotathai.com




**รูปที่ 1 ชุดเครื่องมือทดสอบความแน่น (Density Apparatus)**

www.yotathai.com

| โครงการ..... ..... สถานที่ก่อร้าง..... ผู้รับจ้าง ..... ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่.....แผ่นที่..... | บฟ.มยผ. 2204 - 57 (หน่วยที่ทำการทดสอบ) การทดสอบความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม ความแน่นของทราย ..... กรัม/ซม.$^3$ ☐ Std. น้ำหนักทรายในกรวย ..... กรัม ☐ Mod. ความแน่นที่ต้องการ..... ร้อยละ | ทะเบียนทดสอบ..... ผู้ทดสอบ / ผู้ตรวจสอบ / อนุมัติ |
|---|---|---|

| ตำแหน่ง | ตัวอย่าง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุดทดสอบ | | | | | | | | |
| | ความหนา ซม. | | | | | | | | |
| น.น.ขวดแก้ว + กรวย + ทราย (กรัม) | | | | | | | | | |
| น.น.ขวดแก้ว + กรวย + ทรายที่เหลือ (กรัม) | | | | | | | | | |
| น.น.ทรายในหลุม+กรวย (กรัม) | | | | | | | | | |
| น.น.ทรายในหลุม (กรัม) | | | | | | | | | |
| ปริมาตรหลุมที่ขุด (ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| น.น.ภาชนะ + วัสดุชื้น (กรัม) | | | | | | | | | |
| น.น.ภาชนะ (กรัม) | | | | | | | | | |
| น.น.วัสดุชื้น (กรัม) | | | | | | | | | |
| ความแน่นของวัสดุชื้น (กรัม/ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| ตลับหมายเลข | | | | | | | | | |
| น.น.วัสดุชื้น + ตลับ (กรัม) | | | | | | | | | |
| น.น.วัสดุแห้ง + ตลับ (กรัม) | | | | | | | | | |
| น.น.น้ำ (กรัม) | | | | | | | | | |
| น.น.ตลับ (กรัม) | | | | | | | | | |
| น.น.วัสดุแห้ง (กรัม) | | | | | | | | | |
| ความชื้นในวัสดุ (ร้อยละ) | | | | | | | | | |
| ความแน่นของวัสดุแห้ง (กรัม/ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| ความแน่นสูงสุด (กรัม/ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| ค่าร้อยละของการบดอัดวัสดุ (ร้อยละ) | | | | | | | | | |
| ผลการทดสอบ | | | | | | | | | |

www.yotathai.com

| โครงการ..... ..... สถานที่ก่อร้าง..... ผู้รับจ้าง ..... ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่.....แผ่นที่..... | บฟ.มยผ. 2204 - 57 (หน่วยที่ทำการทดสอบ) การทดสอบความแน่นของวัสดุงานทางในสนาม ความแน่นของทราย ..... กรัม/ซม.$^3$ ☐ Std. น้ำหนักทรายในกรวย ..... กรัม ☐ Mod. ความแน่นที่ต้องการ..... ร้อยละ | ทะเบียนทดสอบ..... ผู้ทดสอบ / ผู้ตรวจสอบ / อนุมัติ |
|---|---|---|

| STATION | SAMPLE | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DISTANCE | m. | | | | | | | | |
| | OFFSET | m. | | | | | | | | |
| WT. OF CONTAINER + SAND | | gm. | | | | | | | | |
| WT. OF CONTAINER + SAND REMAINING | | gm. | | | | | | | | |
| WT. OFSAND IN HOLE + FUNNEL | | gm. | | | | | | | | |
| WT. OF SAND IN HOLE | | gm. | | | | | | | | |
| VOLUME OF SAND | | cc. | | | | | | | | |
| WT. OF CONTAINER + WETSAMPLE | | gm. | | | | | | | | |
| WT. OF CONTAINER | | gm. | | | | | | | | |
| WT. OF WET SAMPLE | | gm. | | | | | | | | |
| WET DENSITY | | gm./cc. | | | | | | | | |
| CAN NO. | | | | | | | | | | |
| WT. OF WET SAMPLE + CAN | | gm. | | | | | | | | |
| WT. OF DRY SAMPLE + CAN | | gm. | | | | | | | | |
| WT. OF WATER | | gm. | | | | | | | | |
| WT. OF CAN | | gm. | | | | | | | | |
| WT. OF DRY SAMPLE | | gm. | | | | | | | | |
| WATER CONTENT | | % | | | | | | | | |
| DRY DENSITY | | gm./cc. | | | | | | | | |
| MAXIMUM DRY DENSITY | | gm./cc. | | | | | | | | |
| PERCENT OF COMPACTION | | % | | | | | | | | |
| RESULTS | | | | | | | | | | |
| REMARKS | | | | | | | | | | |

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยพ. 2205 - 57

# มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าขีดเหลวของดิน

**2. นิยาม**

**"ขีดเหลวของดิน"** คือ ปริมาณน้ำเป็นร้อยละที่ผสมอยู่ในดิน ซึ่งพอเหมาะที่ทำให้ดินเปลี่ยนจากภาวะพลาสติก (Plastic) มาเป็นภาวะเหลว (Liquid) โดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักของเนื้อดินนั้นเมื่ออบแห้ง

**3. เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบด้วย**

**3.1** ถ้วยกระเบื้องเคลือบหรือถ้วยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 115 มม. (4 1/2 นิ้ว)

**3.2** ใบพายกวนดิน (Spatula) ทำด้วยแผ่นโลหะบางไร้สนิม มีปลายมนขนาดยาวประมาณ 75 มม.(3 นิ้ว) กว้าง 19 มม. (3/4 นิ้ว)

**3.3** เครื่องมือทดสอบ แบ่งเป็น 2 ชนิด

**3.3.1** เครื่องมือทดสอบที่ทำงานด้วยมือ ประกอบด้วยถ้วยทองเหลืองและที่ยกถ้วย สร้างอย่างถูกต้องตามแบบและขนาดตาม**รูปที่ 1 (ก)**

**3.3.2** เครื่องมือทดสอบที่ทำงานด้วยเครื่องกล เป็นเครื่องมือที่ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีความสูงในการยกถ้วยทองเหลืองและอัตราการตกกระทบพื้น ตามข้อกำหนดของการทดสอบนี้ ขนาดของถ้วยทองเหลืองและขนาดของส่วนที่สำคัญของเครื่อง ต้องสอดคล้องกับที่แสดงไว้ตาม**รูปที่ 1 (ก)** และผลการทดสอบด้วยเครื่องมือทดสอบที่ทำงานด้วยเครื่องกลนี้ ต้องเหมือนกับผลการทดสอบที่ทดสอบโดยใช้เครื่องมือทดสอบที่ทำงานด้วยมือ

**3.4** เครื่องมือปาดร่องดิน (Grooving Tool) ต้องมีขนาดในส่วนที่สำคัญตาม**รูปที่ 1 (ข)**

**3.5** เครื่องวัดระยะ (Gage) ถ้าติดอยู่กับเครื่องมือปาดร่องดินต้องมีขนาดในส่วนที่สำคัญตาม**รูปที่ 1 (ข)** ถ้าแยกส่วนกับเครื่องมือปาดร่องดินจะต้องมีลักษณะเป็นแท่งทำด้วยโลหะหนา 10.00±0.02 มม. (0.394±0.001 นิ้ว) และยาวประมาณ 50.8 มม. (2 นิ้ว)

**3.6** ตลับบรรจุดิน (Container) ต้องมีขนาดพอเหมาะทำด้วยโลหะมีฝาปิด เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นขณะก่อนชั่งและระหว่างชั่งหาน้ำหนัก

**3.7** เครื่องชั่ง ต้องสามารถชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

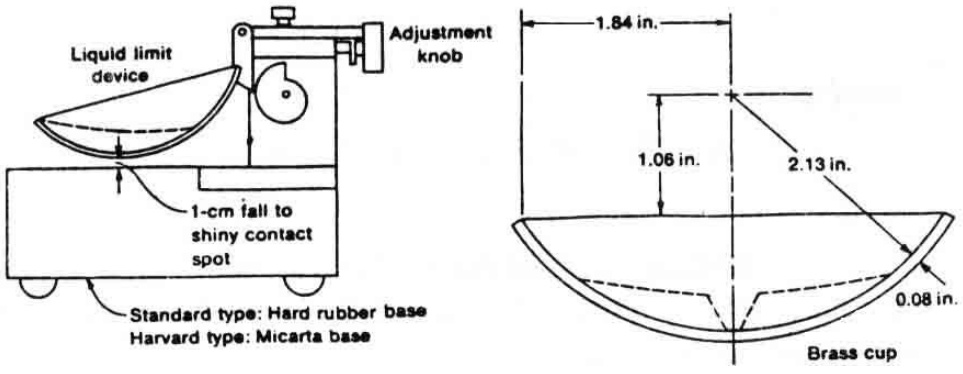
**3.8** ตู้อบ ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) ตลอดเวลาที่ทำการอบดิน

**3.9** ถ้วยตวงน้ำ สำหรับตวงน้ำ เพื่อผสมลงในดิน

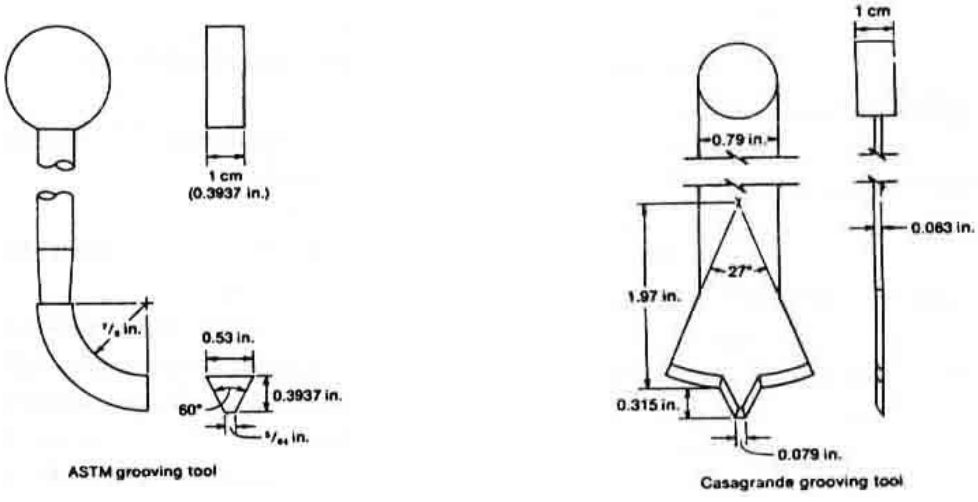
**3.10** เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter) ใช้สำหรับแบ่งตัวอย่างดินเพื่อนำมาทดสอบ

**3.11** ตะแกรงร่อนขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) และขนาด 0.425 มม. (เบอร์ 40)

www.yotathai.com




**รูปที่ 1 (ก) เครื่องมือทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว**




**รูปที่ 1 (ข) เครื่องมือปาดร่องดิน**

## 4. การเตรียมตัวอย่าง

**4.1** ผึ่งตัวอย่างดินให้แห้งหรืออบให้แห้งโดยใช้อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส คลุกเคล้ากันให้ทั่วแล้วแบ่งออกเป็นสี่ส่วน (Quartering) หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่างแบ่งดินให้ได้ตัวอย่าง ซึ่งสามารถร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ได้ประมาณ 300 กรัม

**4.2** ถ้าตัวอย่างดินจับกันเป็นก้อน ให้ใช้ค้อนยางทุบเบาๆ พอให้เม็ดดินหลุดออกจากกัน โดยไม่ให้เม็ดดินแตก

**4.3** เอาดินที่ได้มาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ส่วนที่ค้างบนตะแกรงให้ทิ้งไปและเอาดินส่วนที่ร่อนผ่านมาร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 อีกครั้งหนึ่งโดยใช้เวลาร่อนไม่น้อยกว่า 5 นาที

**4.4** ดินที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 40 ให้ทิ้งไป ส่วนดินที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 คือ ดินที่จะนำไปใช้ทดสอบต่อไป

## 5. การทดสอบ

ก่อนทำการทดสอบทุกครั้งให้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ทดสอบทั้งหมดว่าอยู่ในสภาพที่ดี มีขนาดถูกต้องตรงตามข้อกำหนด ตาม**รูปที่ 1** เสียก่อน และตรวจดูถ้วยทองเหลืองของเครื่องทดสอบขีดจำกัดเหลวว่ายกได้สูง 1 ซม. แล้วสามารถตกระทบพื้นได้อย่างอิสระหรือไม่ ถ้าไม่ได้ให้ปรับให้ถูกต้อง

www.yotathai.com

**5.1** เอาดินที่เตรียมไว้ประมาณ 100 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบเติมน้ำกลั่นที่ปราศจากสารใดๆ เจือปนประมาณ 15 ถึง 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงผสมและกวนให้เนื้อดินและน้ำผสมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้ใบพายกวนดินนวดและเคล้าไปมา เติมน้ำอีกครั้งละ 1-3 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วกวนจนดินและน้ำเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที ห้ามใช้ถ้วยทองเหลืองของเครื่องทดสอบขีดเหลวเป็นที่ผสมดินกับน้ำ

**5.2** เมื่อผสมน้ำ กวนดินจนเหนียวพอประมาณเคาะได้ 40 ครั้ง ให้ใช้แผ่นกระจกปิดปากถ้วยไว้ แล้วทิ้งไว้รประมาณ 50-60 นาที เพื่อให้ดินชุ่มน้ำตลอดทั่วถึงกัน

**5.3** แบ่งดินส่วนหนึ่ง จำนวนพอควร ใส่ลงในถ้วยทองเหลืองของเครื่องมือทดสอบขีดเหลว บริเวณเหนือก้นถ้วยทองเหลืองที่อยู่บนฐาน ใช้พายกวนดินปาดแต่งให้ได้ระดับ และไม่ให้มีฟองอากาศในเนื้อดิน และให้เนื้อดินที่ก้นถ้วยทองเหลืองหนาประมาณ 1 ซม. พยายามปาดแต่งให้น้อยที่สุด ดินส่วนที่เหลือตักออกใส่ถ้วยกระเบื้องเคลือบอย่างเดิม

**5.4** จับถ้วยทองเหลืองให้แน่น แล้วใช้เครื่องมือปาดร่องดิน ปาดดินให้เป็นร่องตามแนวเส้นผ่านศูนย์กลางของถ้วยทองเหลือง โดยลากตัดไปมาจนร่องที่ได้สะอาดและเหลี่ยมมุมคม ขนาดของร่องต้องถูกต้อง เพื่อไม่ให้ร่องดินฉีกขาดหรือดินในถ้วยทองเหลืองเลื่อนไถล ให้ค่อย ๆ ลากเครื่องมือปาดร่องดินไปมาโดยเพิ่มความลึกลงในเนื้อดินทีละน้อย แต่ต้องไม่ปาดไปมาเกิน 6 ครั้ง โดยครั้งสุดท้ายเครื่องมือปาดร่องดินจะขูดผิวของก้นถ้วยทองเหลืองพอดี

**5.5** หมุนเคาะถ้วยทองเหลืองด้วยอัตราเร็ว 2 ครั้งต่อวินาที จนดินสองข้างของร่องเลื่อนมาชนกันที่ก้นถ้วยทองเหลืองยาวประมาณ 12.7 มม. (0.5 นิ้ว) บันทึกจำนวนครั้งที่เคาะไว้ การทดสอบในข้อ 5.3 ถึง 5.5 นี้ต้องใช้เวลาไม่เกิน 3 นาที

**5.6** ให้เก็บตัวอย่างดินตรงที่เลื่อนมาชนกันตลอดแนวความกว้างของดินที่ตั้งฉากกับร่องดิน ใส่ลงตลับบรรจุดินนำไปชั่งทันที บันทึกน้ำหนักไว้ อบดินในตลับจนแห้งด้วยอุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วนำไปชั่งบันทึกน้ำหนักที่ชั่งไว้ น้ำหนักที่หายไปคือน้ำหนักของน้ำที่ระเหยออกไป การชั่งน้ำหนักดินในข้อนี้ต้องอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

**5.7** เอาดินที่เหลือในถ้วยทองเหลืองใส่กลับลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ แล้วเติมน้ำผสมลงไปกวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนถ้วยทองเหลืองและเครื่องมือปาดร่องดิน ให้ล้างและเช็ดให้แห้ง

**5.8** ทำการทดสอบตามข้อ **5.3** ถึงข้อ **5.7** ทั้งสิ้น 4 ครั้ง ด้วยการเพิ่มน้ำลงในดิน เพื่อให้เหลวมากขึ้นในการทดสอบครั้งถัดไป โดยให้การหมุนเคาะถ้วยทองเหลืองในการทดสอบแต่ละครั้งในอัตรา 35-40, 25-35, 20-30, 15-25 ครั้ง คือ ให้เคาะต่างกันประมาณ 5-7 ครั้ง ถ้าหมุนเคาะน้อยกว่า 15 ครั้ง หรือมากกว่า 40 ครั้ง ถือว่าการทดสอบนั้นใช้ไม่ได้

**5.9** ในกรณีที่ผสมดินเหลวไป ให้เกลี่ยดินออกเป็นชั้นบางๆ แล้วผึ่งลมไว้ชั่วครู่จนดินแห้งตามต้องการ อย่าทิ้งไว้ให้แห้งจนแข็ง ห้ามใช้วิธีเอาดินแห้งผสมเพิ่มลงไปในดินเหลว

## 6. การคำนวณ

คำนวณปริมาณน้ำที่ผสมอยู่ในดินเป็นร้อยละของน้ำหนักต่อน้ำหนักดินอบแห้ง ดังนี้

$$\text{ความชื้นเป็นร้อยละ} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำ}}{\text{น้ำหนักของดินอบแห้ง}} \times 100$$

www.yotathai.com

## 7. การรายงานผล

**7.1** เขียนโฟลว์เคิฟ (Flow Curve) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในเนื้อดินและจำนวนครั้งของการหมุนเคาะในการทดสอบลงบนกระดาษกราฟกึ่งลอการิทึม (Semi-Logarithmic Graph) โดยให้แกนตั้งแสดงค่าความชื้นในเนื้อดินเป็นร้อยละและจำนวนครั้งที่เคาะอยู่บนแกนนอน ซึ่งเป็นมาตราลอการิทึม (Logarithmic) โฟลว์เคิฟควรเป็นเส้นตรงที่ลากผ่านหรือใกล้จุดที่ได้บนกระดาษกราฟ มากจุดที่สุด

**7.2** ค่าขีดเหลว คือ ความชื้นเป็นร้อยละ (Percentage of Moisture) ตรงจุดที่โฟลว์เคิฟมีจำนวนครั้งที่หมุนเคาะเท่ากับ 25 ครั้ง

**7.3** ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ.มยผ. 2205 – 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.) โดยใช้ทศนิยมจำนวน 2 ตำแหน่ง

## 8. ข้อควรระวัง

**8.1** ในดินบางชนิดที่มีค่า **“ดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index : P.I.)”** ต่ำ การเลื่อนตัวของดินมาชนกันในถ้วยทองเหลืองขณะทดสอบ อาจมีลักษณะชนกันเฉยๆ ไม่เชื่อมเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถใช้ใบพายกวนดินเขี่ยให้แยกออกจากกันได้ ต้องเพิ่มน้ำลงผสมในเนื้อดิน แล้วทำการทดสอบใหม่

**8.2** การเตรียมตัวอย่างดิน ก่อนการร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 40 ต้องบดให้เม็ดดินหลุดออกจากกันให้หมดโดยไม่ทำให้เม็ดดินแตกและไม่อบตัวอย่างดินเกินอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

**8.3** เมื่อสิ้นสุดการเคาะดินแต่ละการทดสอบ ให้รีบเก็บตัวอย่างดินแล้วชั่งเพื่อหาความชื้นทันที เพราะน้ำในดินจะระเหยทำให้ผลการทดสอบคลาดเคลื่อนได้

**8.4** ห้ามผสมดินในถ้วยทองเหลืองของเครื่องมือทดสอบขีดเหลว ให้ผสมในถ้วยกระเบื้องเคลือบเท่านั้น

**8.5** ในขณะทำการทดสอบให้วางเครื่องทดสอบบนพื้นที่มั่นคงแข็งแรง และจับยึดเครื่องมือทดสอบไม่ให้เคลื่อนที่ขณะหมุนเคาะถ้วยทองเหลือง

**8.6** น้ำที่ใช้ผสมดินทดสอบ ต้องบริสุทธิ์ สะอาดปราศจากสารใดๆ ที่สามารถทำให้ผลการทดสอบคลาดเคลื่อน

## 9. เอกสารอ้างอิง

**9.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.5-2532: วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

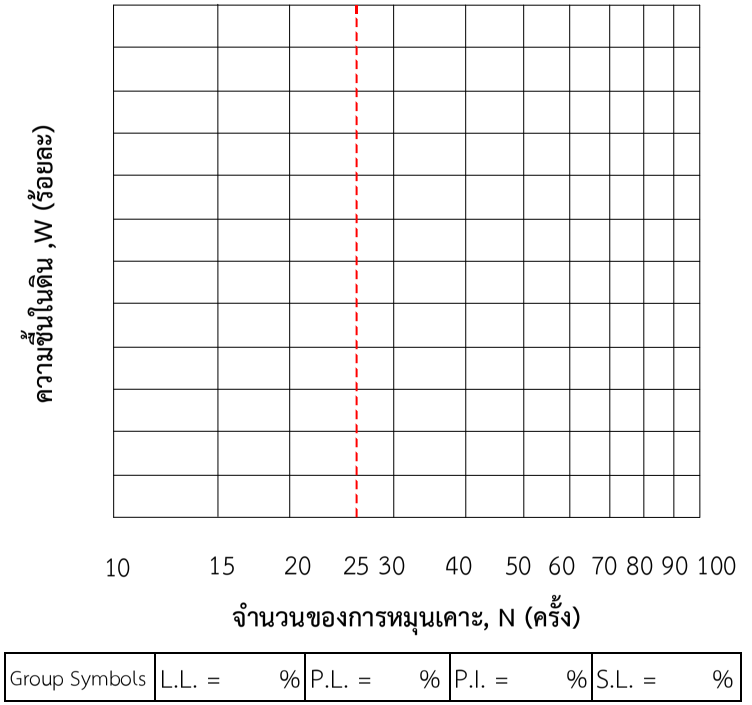
**9.2** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 102/2515: วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (LL) ของดิน

**9.3** Standard Method of Test for Determining The Liquid Limit of Soils; AASHTO Designation: T 89-76

**9.4** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 4318 - 00: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

| โครงการ.....<br>.....<br>สถานที่ก่อสร้าง.....<br>ผู้รับจ้าง.....<br>ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....<br>วันที่ทดสอบ.....แผ่นที่..... | **บฟ.มยผ. 2205 - 57**<br>(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)<br>การทดสอบหาค่าแอตเตอร์เบิร์กและค่าขีดหดตัว<br>ลักษณะดิน.....หลุมที่.....<br>ความลึก.....เมตร ค่าความถ่วงจำเพาะ, Gs..... | ทะเบียนทดสอบ.....<br>ผู้ทดสอบ<br>ผู้ตรวจสอบ<br>อนุมัติ |
|---|---|---|

| การทดสอบ | | ค่าขีดเหลว ( Liquid Limit ) | | | ค่าขีดพลาสติค ( Plastic Limit ) | | | ค่าขีดหดตัว (Shrinkage Limit) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ครั้งที่ | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| ตลับบรรจุดินหมายเลข | | | | | | | | | | |
| จำนวนของการหมุนเคาะ | (ครั้ง) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักดินชื้น + ตลับ | (กรัม) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักอบแห้ง + ตลับ | (กรัม) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักน้ำ | (กรัม) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักตลับบรรจุดิน | (กรัม) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักดินอบแห้ง, $W_S$ | (กรัม) | | | | | | | | | |
| ความชื้นในดิน, W | ร้อยละ | | | | | | | | | |
| ปริมาตรของดินชื้น, V | ( ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| ปริมาตรดินอบแห้ง, $V_O$ | ( ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| การหดตัวเชิงปริมาณ | | | | | | | | | | |
| (Shrinkage Vol) $V_O$ - V | ( ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| ค่าขีดหดตัว, SL | ( ซม.$^3$) | | | | | | | | | |




| Group Symbols | L.L. = % | P.L. = % | P.I. = % | S.L. = % |
|---|---|---|---|---|



www.yotathai.com

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยผ. 2206 - 57

# มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าขีดพลาสติกของดิน

**2. นิยาม**

**"ขีดพลาสติกของดิน"** หมายถึง ปริมาณน้ำจำนวนน้อยที่สุด ที่วัดโดยกรรมวิธีทดสอบที่จะกล่าวต่อไป ซึ่งยังคงทำให้ดินมีสภาพเป็นพลาสติก โดยมีค่าเป็นร้อยละของน้ำต่อน้ำหนักดินอบแห้ง

**"ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plasticity Index : P.I.) ของดิน"** หมายถึง ปริมาณน้ำในดินช่วงหนึ่ง ซึ่งดินนั้นยังคงสภาพเป็นพลาสติก มีค่าเป็นผลต่างระหว่างค่าขีดเหลวกับขีดพลาสติกของดินนั้น

**3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย**

**3.1** ถ้วยกระเบื้องเคลือบหรือถ้วยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน สำหรับใส่ดินกวนผสมกับน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 115 มม. (4 1/2 นิ้ว)

**3.2** ใบพายกวนดิน (Spatula) ทำด้วยแผ่นโลหะบางไร้สนิม มีปลายมนขนาดยาวประมาณ 75 มม. (3 นิ้ว) กว้าง 19 มม. (3/4นิ้ว)

**3.3** พื้นผิวเรียบสำหรับคลึงดิน อาจใช้แผ่นกระจกเรียบหรือแผ่นวัสดุพื้นผิวเรียบไม่ดูดซึมน้ำในขณะคลึงตัวอย่างดิน

**3.4** ตลับบรรจุดินต้องมีขนาดพอเหมาะทำด้วยโลหะมีฝาปิด เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นขณะก่อนชั่งและระหว่างชั่งหาน้ำหนัก

**3.5** เครื่องชั่ง ต้องสามารถชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

**3.6** ตู้อบ ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110±5 องศาเซลเซียล (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) ตลอดเวลาที่ทำการอบดิน

**3.7** ตะแกรงร่อนดินขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) และขนาด 0.425 มม. (เบอร์ 40)

**4. การเตรียมตัวอย่าง**

ดำเนินการตามวิธีการเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลวตาม บฟ.มยผ. 2205 – 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดเหลว (Liquid Limit : L.L.)

**5. การทดสอบ**

**5.1** เอาดินตัวอย่างที่เตรียมไว้ประมาณ 20 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบเติมน้ำกลั่นลงแล้วกวนให้ทั่วจนเป็นเนื้อเดียวกันและเหนียวพอที่จะปั้นเป็นก้อนได้ แบ่งดินนั้นมาประมาณ 8 กรัม คลึงให้เป็นรูปลักษณะแท่งกลมยาวหรือเส้นยาว (Ellipsoidal Shape)

www.yotathai.com

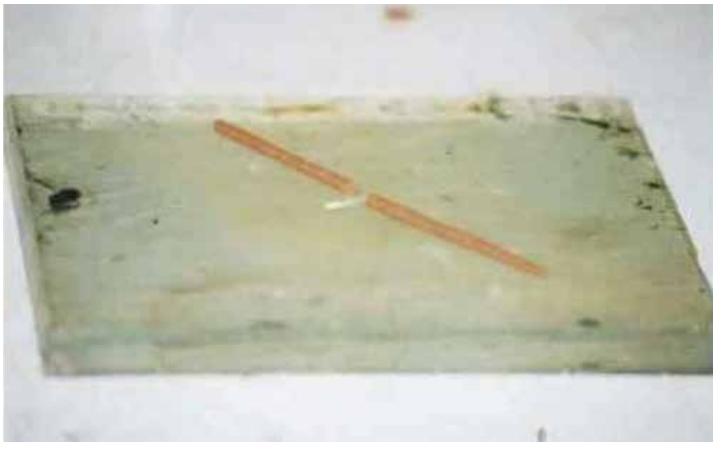
**5.2** นวดและคลึงดินรูปลักษณะแท่งกลมยาวนั้น บนผิวพื้นเรียบสำหรับคลึงดินที่วางราบอยู่ด้วยนิ้วมือ ให้กดดินด้วยแรงพอสมควรจนดินมีลักษณะเป็นเส้นยาวและมีเส้นผ่านศูนย์กลางสม่ำเสมอกันตลอดเส้นด้วยอัตราการคลึงไปมาระหว่าง 80-90 เที่ยวต่อนาที โดยถือว่าการคลึงไปและกลับเป็นหนึ่งเที่ยว

**5.3** เมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางของดินที่คลึงมีขนาด 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) แล้วตัวอย่างดินยังไม่แตก ให้ตัดดินนี้ออกเป็น 6 ถึง 8 ส่วน บีบนวดเข้าด้วยกันด้วยนิ้วมือจนดินเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน คลึงให้เป็นรูปลักษณะแท่งกลมยาว แล้วทำตามข้อ **5.2** ซ้ำใหม่ ดูรูปที่ **1** การคลึงดินเพื่อหาขีดพลาสติก

**รูปที่ 1 การคลึงดินเพื่อหาขีดพลาสติก**

**5.4** เมื่อคลึงจนดินมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) แล้วดินแตกร้าวออก ไม่สามารถคลึงให้เป็นเส้นต่อเนื่องกันได้ ให้รวบรวมตัวอย่างดินที่แตกทั้งหมดใส่ลงตลับบรรจุดินปิดฝาทันที แล้วนำไปชั่งบันทึกน้ำหนักไว้แล้วเอาไปอบที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) จนแห้ง นำไปชั่งใหม่บันทึกน้ำหนักดินแห้งไว้ น้ำหนักที่หายไปคือน้ำหนักของน้ำที่อยู่ในดิน การชั่งน้ำหนักให้อ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม

**5.5** การแตกของดินในข้อ **5.4** มีหลายลักษณะแล้วแต่ชนิดของดิน อาจแตกร่วนเป็นก้อนเล็กๆ อาจลอกออกเป็นชั้นๆ จากปลายทั้งสองข้างเข้าหาส่วนกลางจนแตกออกเป็นชิ้นเล็กๆ เป็นต้น ตามรูปที่ **2** ตัวอย่างดินแท่งกลมยาว



**รูปที่ 2 ตัวอย่างดินแท่งกลมยาว**

www.yotathai.com

**5.6** สำหรับดินเหนียวมากๆ (Heavy Clay Soil) ต้องใช้แรงกดในการคลึงมาก โดยเฉพาะเมื่อใกล้จะแตก แต่เมื่อคลึงจนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) แล้วดินเหนียวยังไม่แตกให้ลดแรงกดหรืออัตราความเร็วของการคลึงลง หรือลดทั้งสองอย่าง แล้วคลึงต่อไปโดยไม่ทำให้เส้นดินชิ้นเล็กลง จนในที่สุดดินเหนียวจะขาดออกเป็นท่อนๆ ยาวประมาณ 6.4 มม. ถึง 9.5 มม. (1/4 นิ้ว ถึง 3/8 นิ้ว)

**5.7** สำหรับดินเหนียวที่อ่อนมาก (Very Soft Clay) ให้คลึงเป็นรูปไข่ยาวในตอนเริ่มการทดสอบให้มีขนาดใกล้เคียงเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) ได้ เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างดิน

**5.8** ในกรณีที่คลึงดินจนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้เคียง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) หรือใหญ่กว่าเล็กน้อยแล้วดินนั้นแตก ถ้าดินนั้นเคยคลึงให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 3.2 มม. (1/8 นิ้ว) ได้มาก่อน ให้ถือว่าดินนั้นแตกที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว)

**5.9** ในการคลึงให้ดินเป็นเส้น ให้คลึงด้วยแรงกดและอัตราความเร็วสม่ำเสมอคงที่ ห้ามเร่งเพื่อให้ดินแตกเมื่อมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.2 มม. (1/8 นิ้ว)

**5.10** ต้องทำการทดสอบอย่างน้อยตัวอย่างละ 2 ครั้ง และผลต่างของผลที่ได้จะต้องต่างกันไม่เกินร้อยละ 2

## 6. การคำนวณ

คำนวณค่าขีดพลาสติก เป็นร้อยละของน้ำที่ผสมอยู่ในดินที่อบแห้ง ดังนี้

$$\text{ขีดพลาสติก (ความชื้นเป็นร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำ}}{\text{น้ำหนักของดินอบแห้ง}} \times 100$$

ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก เป็นผลต่างระหว่างขีดเหลวกับขีดพลาสติกของดินนั้น คำนวณ ดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (P.I.)} = \text{ค่าขีดเหลว (L.L.)} - \text{ขีดพลาสติก (P.L.)}$$

## 7. การรายงานผล

ให้รายงานเป็นค่าขีดพลาสติก และค่าดัชนีความเป็นพลาสติก นอกจากดินมีสภาพต่อไปนี้

**7.1** ให้รายงานค่าดัชนีความเป็นพลาสติกเป็นนอน-พลาสติก (Non-Plastic) เมื่อไม่สามารถวัดค่าขีดเหลว หรือขีดพลาสติก

**7.2** เมื่อค่าขีดพลาสติกเท่ากับหรือมากกว่าค่าขีดเหลว ให้รายงานค่าดัชนีความเป็นพลาสติกเป็นนอน-พลาสติก

**7.3** ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2206 – 57: มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาสติก (Plastic Limit : P.L.) โดยใช้ทศนิยมจำนวน 2 ตำแหน่ง

## 8. ข้อควรระวัง

**8.1** ในการคลึงให้ดินเป็นรูปลักษณะแท่งกลมยาว ให้คลึงด้วยแรงกดและอัตราเร็วสม่ำเสมอและคงที่ ห้ามเร่งเพื่อให้ดินแตก

**8.2** เมื่อคลึงดินแตกแล้ว ให้รีบชั่งหาน้ำหนักทันที ก่อนที่น้ำจะระเหยหายไป

**8.3** ดินที่มีค่าดัชนีความเป็นพลาสติกต่ำ ให้แต่งดินเป็นแท่งยาวก่อนคลึงและน้ำหนักนิ้วที่กดขณะคลึงต้องเบา และให้คอยซับน้ำที่เยิ้มออกจากตัวอย่างดินมาติดแผ่นผิวเรียบ

**8.4** ตัวอย่างดินที่มีทรายปนมากอาจเป็นพวกนอน-พลาสติกให้ทดลองหาค่าขีดพลาสติกก่อนเพื่อประหยัดเวลา

www.yotathai.com

## 9. เอกสารอ้างอิง

**9.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.6-2532: วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าขีดพลาติก (Plastic Limit : P.L.)

**9.2** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 103/2515: วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit (PL) ของดินและ Plastic Index (PI) ของดิน

**9.3** Standard Method for Determining The Plastic Limit And Plasticity Index of Soils; AASHTO Designation: T 90-70

**9.4** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 4318 - 00: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

โครงการ.....

.....

สถานที่ก่อสร้าง.....

ผู้รับจ้าง.....

ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่.....

วันที่ทดสอบ.....แผ่นที่.....

**บฟ.มยผ. 2206 - 57**

(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)

การทดสอบหาค่าแอตเตอร์เบิร์กและค่าขีดหดตัว

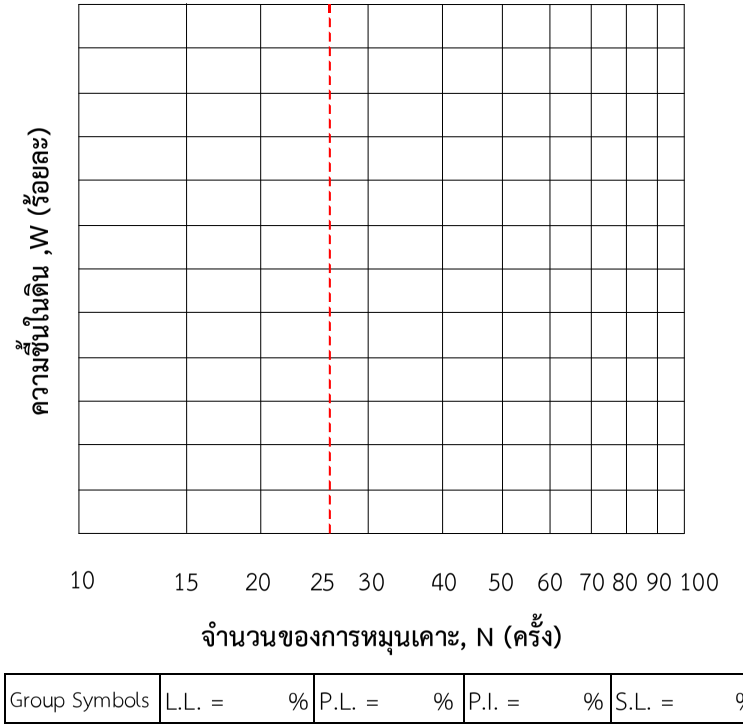
ลักษณะดิน.....หลุมที่.....

ความลึก.....เมตร ค่าความถ่วงจำเพาะ, Gs.....

ทะเบียนทดสอบ.....

| | |
|---|---|
| ผู้ทดสอบ | |
| | |
| ผู้ตรวจสอบ | |
| | |
| อนุมัติ | |
| | |

| การทดสอบ | ค่าขีดเหลว ( Liquid Limit ) | | | ค่าขีดพลาสติก ( Plastic Limit ) | | | ค่าขีดหดตัว (Shrinkage Limit) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ครั้งที่ | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| ตลับบรรจุดินหมายเลข | | | | | | | | | |
| จำนวนของการหมุนเคาะ (ครั้ง) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักดินชื้น + ตลับ (กรัม) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักอบแห้ง + ตลับ (กรัม) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักน้ำ (กรัม) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักตลับบรรจุดิน (กรัม) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักดินอบแห้ง, $W_S$ (กรัม) | | | | | | | | | |
| ความชื้นในดิน, W ร้อยละ | | | | | | | | | |
| ปริมาตรของดินชื้น, V ( ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| ปริมาตรดินอบแห้ง, $V_O$ ( ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| การหดตัวเชิงปริมาณ (Shrinkage Vol) $V_O$ - V ( ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| ค่าขีดหดตัว, SL ( ซม.$^3$) | | | | | | | | | |




| Group Symbols | L.L. = % | P.L. = % | P.I. = % | S.L. = % |
|---|---|---|---|---|



www.yotathai.com

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยพ. 2207 - 57

# มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว (Shrinkage Factors)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาคุณสมบัติต่างๆ ของดิน ดังนี้

**1.1** ค่าขีดหดตัว (Shrinkage Limit)

**1.2** ค่าอัตราส่วนการหดตัว (Shrinkage Ratio)

**1.3** ค่าการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร (Volumetric Change)

**1.4** ค่าการหดตัวเชิงเส้น (Linear Shrinkage)

**2. นิยาม**

**"ค่าขีดหดตัว"** หมายถึง จำนวนความชื้น (Water Content) มากที่สุดที่ผสมในดิน ซึ่งเมื่อความชื้นดังกล่าวลดลงแล้ว ไม่ทำให้ปริมาตรรวมของมวลดินลดลงตามด้วย

**"ค่าอัตราส่วนการหดตัว"** หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของดินที่เปลี่ยนแปลง และความชื้นในดินที่เปลี่ยนแปลง โดยค่าทั้งสองต้องสอดคล้องกันเหนือค่าขีดหดตัว

**"ค่าการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร"** หมายถึง ค่าปริมาตรของมวลดินที่ลดลง เมื่อความชื้นลดลงจากร้อยละของความชื้นที่หาได้จนถึงขีดหดตัว

**"ค่าการหดตัวเชิงเส้น"** หมายถึง ค่าการหดตัวของมิติใดมิติหนึ่งของมวลดิน เมื่อความชื้นในดินนั้นลดลงจากร้อยละของความชื้นที่หาได้จนถึงค่าขีดหดตัว

**3. เครื่องมือและอุปกรณ์** ประกอบด้วย

**3.1** ถ้วยกระเบื้องเคลือบ

**3.1.1** ถ้วยกระเบื้องเคลือบสำหรับผสมดินหรือถ้วยในลักษณะเดียวกันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 115 มม. (4 1/2นิ้ว)

**3.1.2** ถ้วยกระเบื้องเคลือบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 150 มม. (6 นิ้ว)

**3.2** ใบพายกวนดิน (Spatula) ใบพายกวนดินหรือใบมีดบาง มีใบพายหรือใบมีดยาว 75 มม. (3 นิ้ว) กว้าง 19 มม. (3/4 นิ้ว)

**3.3** ภาชนะกระเบื้องเคลือบหรือโลหะเคลือบ (Shrinkage Dish) มีฐานราบและเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 45 มม. (1 3/4 นิ้ว) สูงประมาณ 12.7 มม. (1/2 นิ้ว)

**3.4** เหล็กปาด (Straight Edge) ทำด้วยเหล็กยาวประมาณ 100 มม. (4 นิ้ว)

**3.5** ถ้วยแก้ว (Glass Cup) เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 50.8 มม. (2 นิ้ว) สูง 25 มม. (1 นิ้ว) ขอบปากถ้วยแก้วราบเรียบและขนานกับฐาน

**3.6** แผ่นแก้วใส (Transparent Plate) มีขาโลหะ 3 ขา สำหรับกดตัวอย่างดินให้จมลงในปรอท

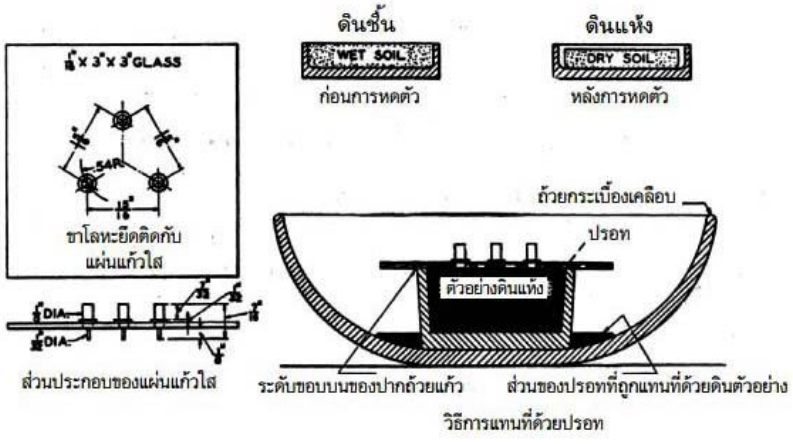
**3.7** กระบอกตวง (Glass Graduate) ขนาดความจุ 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร และอ่านได้ละเอียดถึง 0.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร

www.yotathai.com

**3.8** เครื่องชั่ง (Balance) สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

**3.9** ปรอท (Mercury) จำนวนมากพอที่จะใส่ในถ้วยแก้ว (ข้อ **3.5**) ได้เต็มจนล้น

**3.10** ตู้อบ (Oven) สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ ที่ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) เพื่ออบดินให้แห้งได้




Metric Equivalents

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| in | 1/32 | 1/16 | 1/ 8 | 7/ 32 | 7/16 | 15/16 | 3 |
| mm. | 0.8 | 1.6 | 3.2 | 5.6 | 11.1 | 23.8 | 76.2 |

**รูปที่ 1 เครื่องมือสำหรับหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว**

## 4. การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ

เตรียมโดยนำตัวอย่างดินมาร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 0.425 มม. (เบอร์ 40) คลุกเคล้ากันให้ทั่ว แล้วแบ่งดินประมาณ 30 กรัม มาใช้ทดสอบ

## 5. การทดสอบ

**5.1** ผสมตัวอย่างดินในถ้วยกระเบื้องเคลือบ สำหรับผสมดินด้วยน้ำให้ทั่วถึงด้วยปริมาณน้ำที่เพียงพอที่จะแทนที่ช่องว่าง (Void) ระหว่างเม็ดดินทั้งหมดได้และเหลวพอที่จะบรรจุลงในภาชนะกระเบื้องเคลือบ โดยปราศจากฟองอากาศ จำนวนน้ำที่ต้องผสมดินร่วนเพื่อให้เหลวตามต้องการนั้น จะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่าขีดเหลว (Liquidl Limit) และจำนวนน้ำที่ต้องใส่ผสมกับดินเหนียว เพื่อให้เหลวตามต้องการอาจมากกว่าค่าขีดเหลวถึงร้อยละ 10

**5.2** ทาด้านในของภาชนะกระเบื้องเคลือบ ด้วยขี้ผึ้งหรือน้ำมันหล่อลื่นเพียงบางๆ เพื่อป้องกันมิให้ดินติดภาชนะ ใส่ดินที่ผสมน้ำแล้วประมาณ 1/3 ของปริมาตรของภาชนะลงกลางภาชนะและค่อยๆ เคาะภาชนะบนพื้นที่ราบเรียบรองด้วยกระดาษซับหลาย ๆ ชั้นหรือวัสดุที่คล้ายกันจนดินไหลไปชนด้านข้างของภาชนะ ใส่ดินจำนวนเท่าๆ กับครั้งแรกลงในภาชนะอีก และเคาะจนดินแน่นและฟองอากาศลอยขึ้นมาบนผิวจนหมดแล้วเติมดินจำนวนมากกว่าคราวก่อนเล็กน้อยลงในภาชนะและเคาะจนดินเต็ม และล้นขอบภาชนะเล็กน้อยปาดดินที่ล้นออกด้วยเหล็กปาดและเช็ดดินที่ติดอยู่ข้างๆ ภาชนะออกให้หมด

www.yotathai.com

**5.3** ชั่งภาชนะที่มีดินบรรจุอยู่เต็มทันทีและบันทึกไว้ เป็นค่าน้ำหนักของภาชนะและดินชื้น ปล่อยให้ตัวอย่างดินในภาชนะแห้งที่อุณหภูมิของห้องทดสอบ จนกระทั่งสีของตัวอย่างดินจางลงแล้วอบในตู้อบด้วยอุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) จนแห้ง แล้วชั่งและบันทึกไว้เป็นน้ำหนักของภาชนะและดินแห้ง หาน้ำหนักของภาชนะเปล่าและบันทึกไว้ สำหรับปริมาตรของภาชนะหาได้โดยใส่ปรอทลงในภาชนะจนล้น แล้วเอาปรอทส่วนที่เกินออกโดยกดแผ่นกระจกเรียบบนปากภาชนะจนสนิท วัดปริมาตรปรอทที่อยู่ในภาชนะโดยเทลงในกระบอกตวงบันทึกปริมาตรภาชนะไว้ซึ่งเป็นปริมาตรของตัวอย่างดินชื้น ($V$)

**5.4** หาปริมาตรของดินอบแห้งได้โดยให้ดินอบแห้งแทนที่ปรอทในถ้วยแก้วที่บรรจุปรอทอยู่เต็ม (ดูรูปที่ **1** ) ดังนี้ ใส่ปรอทในถ้วยแก้วจนเต็มล้น และให้เอาปรอทส่วนเกินออกโดยการกดแผ่นแก้วใสที่มีขาโลหะ 3 ขา อยู่ด้านบนปากถ้วยแก้วให้สนิท และเช็ดปรอทที่ติดข้างถ้วยแก้วออกให้หมด วางถ้วยแก้วที่บรรจุปรอทเต็มนี้ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ แล้ววางตัวอย่างดินอบแห้งบนผิวปรอท และกดให้ตัวอย่างดินจมลงในปรอทด้วยความระมัดระวังด้วยแผ่นแก้วใสที่มีขาโลหะ 3 ขา จนกระทั่งแผ่นแก้วใสกดสนิทขอบปากแก้ว ระวังอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ใต้ตัวอย่างดิน หาปริมาตรของปรอทที่ถูกแทนที่ด้วยตัวอย่างดิน โดยใช้กระบอกตวงปรอทที่ล้นออกมาแล้วบันทึกปริมาตรไว้ ซึ่งเป็นปริมาตรของดินอบแห้ง ($Vo$)

## 6. การคำนวณ

**6.1 คำนวณหาจำนวนความชื้น (Water Content)** ขณะใส่ดินลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ เป็นร้อยละของน้ำหนักดินอบแห้ง ได้จากสูตร

$$w = \frac{W - Wo}{Wo} \times 100$$

เมื่อ $w$ = จำนวนความชื้นเป็นร้อยละขณะใส่ดินลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบ

$W$ = น้ำหนักของดินชื้น หาได้โดยหักน้ำหนักภาชนะกระเบื้องเคลือบออกจากน้ำหนักภาชนะและดินที่บรรจุอยู่เต็มภาชนะ หน่วยเป็นกรัม

$Wo$ = น้ำหนักของดินแห้ง หาได้โดยหักน้ำหนักภาชนะกระเบื้องเคลือบออกจากน้ำหนักภาชนะและดินชื้นอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

**6.2 คำนวณหาค่าขีดหดตัว** : ได้จากสูตร

$$S = w\left\{\frac{(V - Vo)}{Wo}\gamma_{water} \times 100\right\}$$

เมื่อ $S$ = ขีดหดตัว

$w$ = จำนวนความชื้นเป็นร้อยละ จากข้อ **6.1**

$V$ = ปริมาตรของดินชื้น หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

$Vo$ = ปริมาตรของดินแห้ง หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

$\gamma_{water}$ = น้ำหนักของน้ำต่อหน่วยปริมาตร หน่วยเป็นกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

$Wo$ = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม

www.yotathai.com

**6.3 คำนวนหาค่าอัตราส่วนการหดตัว : $(R)$** ได้จากสูตร

$$R = \frac{Wo}{Vo \times \gamma_{water}}$$

เมื่อ $R$ = อัตราส่วนการหดตัว
$Wo$ = น้ำหนักของดินอบแห้ง หน่วยเป็นกรัม
$Vo$ = ปริมาตรของดินแห้ง หน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร
$\gamma_{water}$ = น้ำหนักของน้ำต่อหน่วยปริมาตร หน่วยเป็นกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

**6.4 คำนวนหาค่าการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร : $(Vc)$**

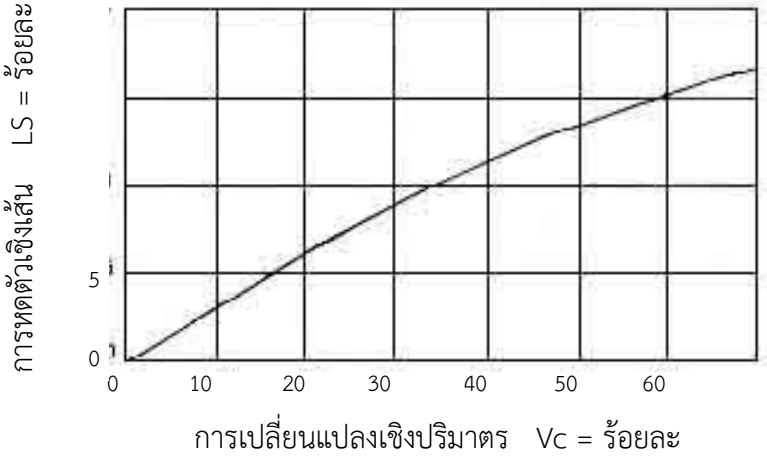
$$Vc = (w - S)R$$

เมื่อ $Vc$ = การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร
$w$ = จำนวนความแน่นชื้นเป็นร้อยละของดินในสภาพใดสภาพหนึ่ง
$S$ = ค่าขีดจำกัดการหดตัว
$R$ = อัตราส่วนการหดตัว

**6.5 คำนวนหาค่าการหดตัวเชิงเส้น : $(LS)$** ได้จากสูตร

$$LS = 100\left[1 - \sqrt[3]{\frac{100}{Vc + 100}}\right]$$

หรือหาได้จากเส้นกราฟ ในรูปที่ 2




**รูปที่ 2 เส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Vc และ LS**

**7. การรายงานผล**

ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2207 - 57 : มาตรฐานการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว (Shrinkage Factors)

www.yotathai.com

## 8. เอกสารอ้างอิง

**8.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.7-2532: วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การหดตัว (Shrinkage Factors)

**8.2** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 104/2515: วิธีการทดลองหาค่า Shrinkage Factors

**8.3** Standard Method for Determining The Shrinkage Factors of Soil; AASHTO Designation: T 92-68

**8.4** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 427 - 04: Test Method for Shrinkage Factors of Soils by the Mercury Method.

โครงการ.....

.....

สถานที่ก่อสร้าง.....

ผู้รับจ้าง.....

ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....

วันที่ทดสอบ.....แผ่นที่.....

## บฟ.มยผ. 2207 - 57

(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)

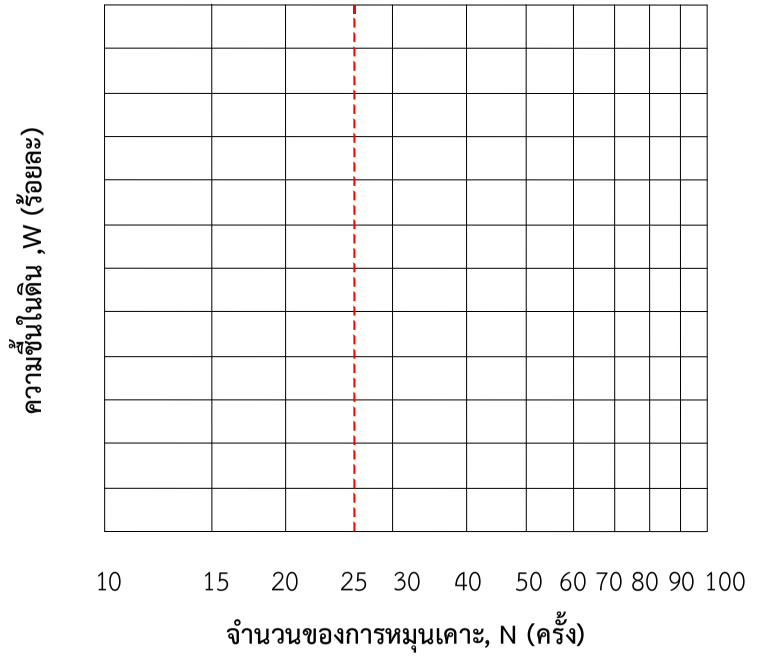
การทดสอบหาค่าแอตเตอร์เบิร์กและค่าขีดหดตัว

ลักษณะดิน..... หลุมที่.....

ความลึก.....เมตร ค่าความถ่วงจำเพาะ, Gs.....

| ทะเบียนทดสอบ..... | |
|---|---|
| ผู้ทดสอบ | |
| ผู้ตรวจสอบ | |
| อนุมัติ | |

| การทดสอบ | ค่าขีดเหลว ( Liquid Limit ) | | | ค่าขีดพลาสติค ( Plastic Limit ) | | | ค่าขีดหดตัว (Shrinkage Limit) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ครั้งที่ | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| ตลับบรรจุดินหมายเลข | | | | | | | | | |
| จำนวนของการหมุนเคาะ (ครั้ง) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักดินชื้น + ตลับ (กรัม) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักอบแห้ง + ตลับ (กรัม) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักน้ำ (กรัม) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักตลับบรรจุดิน (กรัม) | | | | | | | | | |
| น้ำหนักดินอบแห้ง, $W_S$ (กรัม) | | | | | | | | | |
| ความชื้นในดิน, W ร้อยละ | | | | | | | | | |
| ปริมาตรของดินชื้น, V ( ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| ปริมาตรดินอบแห้ง, $V_O$ ( ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| การหดตัวเชิงปริมาณ | | | | | | | | | |
| (Shrinkage Vol) $V_O$ - V ( ซม.$^3$) | | | | | | | | | |
| ค่าขีดหดตัว, SL ( ซม.$^3$) | | | | | | | | | |




| Group Symbols | L.L. = % | P.L. = % | P.I. = % | S.L. = % |
|---|---|---|---|---|

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยพ. 2208 - 57

# มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบเพื่อหาการกระจายของขนาดเม็ดดิน (Particle Size Distribution) ทั้งชนิดเม็ดละเอียดและหยาบ โดยให้ผ่านตะแกรงจากขนาดใหญ่ จนถึงขนาดเล็กที่มีขนาดช่องผ่าน 0.075 มม. (เบอร์ 200) แล้วเปรียบเทียบน้ำหนักที่ผ่านหรือค้างตะแกรงขนาดต่างๆ กับน้ำหนักทั้งหมดของตัวอย่าง

**2. นิยาม**

**"การกระจายของขนาดเม็ดดิน"** หมายถึง การที่มวลดินประกอบด้วยเม็ดดินหลายขนาดต่างๆ กัน เช่น ตั้งแต่ 10 ซม. ลงมาจนกระทั่ง 0.0002 มม. ซึ่งคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของมวลดินจะขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดดิน การกระจายของขนาดเม็ดดิน แสดงด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเม็ดดินในลอการิทึม (Logarithm) อยู่บนแกนนอน และร้อยละโดยน้ำหนักของเม็ดที่มีขนาดเล็กกว่าที่ระบุ (Percent Finer) อยู่บนแกนตั้ง ซึ่งเรียกว่า กราฟการกระจายของขนาดเม็ดดิน (Grain Size Distribution Curve)

**3. เครื่องมือและอุปกรณ์ ประกอบด้วย**

**3.1** ตะแกรงร่อนดิน (Sieve) ช่องผ่านต้องเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส ขนาดช่องผ่านต่างๆ ได้ขนาดตามต้องการ พร้อมเครื่องมือเขย่าตะแกรง

**3.2** เครื่องชั่งแบบบาล้านซ์ (Balance) จะต้องสามารถชั่งได้ละเอียดถึงร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักตัวอย่าง

**3.3** ตู้อบ (Oven) ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์)

**3.4** เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

**3.5** แปรงทำความสะอาดตะแกรงชนิดลวดทองเหลือง และแปรงขน หรือแปรงพลาสติก

**3.5** ภาชนะสำหรับใช้แช่ และล้างตัวอย่างดิน ด้วยมือหรือด้วยชนิดใช้เครื่องเขย่า

**4. การเตรียมตัวอย่าง**

**4.1** การเตรียมตัวอย่างโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง

นำตัวอย่างมาคลุกให้เข้ากัน และแยกตัวอย่างโดยใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่างในขณะที่ตัวอย่างมีความชื้น เพื่อลดการแยกตัว ถ้าตัวอย่างไม่มีส่วนละเอียดอาจจะแบ่งขณะที่ตัวอย่างแห้งอยู่ก็ได้ ถ้ามีส่วนละเอียดจับเป็นก้อนใหญ่หรือมีส่วนละเอียดจับกันเองเป็นก้อน ต้องทำให้ส่วนละเอียดหลุดออกจากก้อนใหญ่ โดยให้ทุบแยกดินออกเป็นเม็ดอิสระด้วยค้อนยาง แต่ต้องระวังอย่าให้แรงมากจนเม็ดดินแตก

**4.2** การเตรียมตัวอย่างโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง

นำตัวอย่างที่มีส่วนละเอียดจับกันเป็นก้อนไปแยกออกจากกันโดยใช้ค้อนยางทุบแล้วนำตัวอย่างไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) เพื่อหาน้ำหนักตัวอย่างแห้ง นำตัวอย่างใส่ภาชนะ

www.yotathai.com

สำหรับใช้ล้างตัวอย่าง โดยใช้น้ำยาล้างส่วนละเอียด ซึ่งเตรียมได้จากการละลายผลึกโซเดียมเฮคซะเมตตาฟอสเฟต ซึ่งทำให้เป็นกลางด้วยโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium Hexameta Phosphate Buffered with Sodium Carbonate) 45.7 กรัม ละลายในน้ำ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนผสมกันให้ทั่วตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 4 ชม. แล้วนำไปเขย่าประมาณ 10 นาที ขณะเขย่าระวังอย่าให้น้ำกระฉอกออกจากภาชนะ เทตัวอย่างดินในภาชนะลงบนตะแกรงเบอร์ 200 ถ้าหากมีตัวอย่างขนาดใหญ่ปนอยู่มาก ควรใช้ตะแกรงที่มีขนาดใหญ่กว่าเบอร์ 200 ซ้อนไว้ข้างบน แล้วใช้น้ำล้างจนกว่าไม่มีวัสดุผ่านตะแกรงเบอร์ 200 อีก เทตัวอย่างลงในภาชนะแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์)

## 5. การทดสอบ

**5.1** นำตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างตามข้อ **4.1** หรือ **4.2** แล้วแต่จะต้องการทดสอบแบบใดมาโดยประมาณให้ได้ตัวอย่างเมื่อแห้งแล้วตามตารางที่ **1**

**ตารางที่ 1**

| ขนาดตะแกรง | น้ำหนักตัวอย่างไม่น้อยกว่า (กก.) |
|---|---|
| 4.75 มม (เบอร์ 4) | 0.5 |
| 9.5 มม. (3/8 นิ้ว) | 1.0 |
| 12.5 มม. (1/2 นิ้ว) | 2.0 |
| 19.0 มม. (3/4 นิ้ว) | 5.0 |
| 25.0 มม. (1 นิ้ว) | 10.0 |
| 37.5 มม. (1 1/2 นิ้ว) | 15.0 |
| 50.8 มม. (2 นิ้ว) | 20.0 |
| 63.0 มม. (2 1/2 นิ้ว) | 25.0 |
| 75.0 มม. (3 นิ้ว) | 30.0 |
| 90.0 มม. (3 1/2 นิ้ว) | 35.0 |

**5.2** นำตัวอย่างไปเขย่าในตะแกรงขนาดต่างๆ ตามต้องการ การเขย่านี้ต้องให้ตะแกรงเคลื่อนที่ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง รวมทั้งมีแรงกระแทกขณะเขย่าด้วย เขย่านานจนกระทั่งตัวอย่างผ่านตะแกรงแต่ละชนิดใน 1 นาที ไม่เกินร้อยละ 1 ของตัวอย่างในตะแกรงนั้น หรือใช้เวลาเขย่านานทั้งหมดประมาณ 15 นาที เมื่อเขย่าเสร็จแล้ว ถ้ามีตัวอย่างก้อนใหญ่กว่าตะแกรง ขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ต้องไม่มีก้อนตัวอย่างซ้อนกันในตะแกรง และตัวอย่างที่มีเม็ดเล็กกว่าตะแกรงขนาด 4.75 มม. (เบอร์ 4) ต้องมีตัวอย่างค้างบนตะแกรงแต่ละขนาดไม่เกิน 6 กรัม ต่อ 1,000 ตร.มม. หรือไม่เกิน 200 กรัม สำหรับตะแกรงเส้นผ่านศูนย์กลาง 203 มม. (8 นิ้ว) นำตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาดของตะแกรงไปชั่ง

## 6. การคำนวณ

**6.1** หาน้ำหนักที่ค้าง (Weight Retained) บนตะแกรงแต่ละขนาด โดยชั่งน้ำหนักของตัวอย่างดินที่ค้างบนแต่ละตะแกรงและน้ำหนักที่หายไป เมื่อเอาน้ำหนักของตัวอย่างในทุกตะแกรงรวมกันแล้ว หักออกจากน้ำหนัก

www.yotathai.com

ตัวอย่างอบแห้งทั้งหมดซึ่งใช้ทดสอบ จะได้น้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 รวมกับน้ำหนักที่ค้างบนถาดรอง (Pan)

**6.2** หาน้ำหนักที่ผ่าน (Weight Passing) ตะแกรงแต่ละขนาด โดยคิดจากบรรทัดล่างของช่องน้ำหนักที่ค้างขึ้นไป (ดูแบบฟอร์ม) ให้เอาน้ำหนักของตัวอย่างที่ค้างบนถาดรองเป็นน้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 และให้เอาน้ำหนักของตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงถัดขึ้นไปรวมกับน้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เป็นน้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงถัดขึ้นไป ให้ดำเนินการดังที่กล่าวมาแล้วนี้ไปเรื่อยๆ จนถึงน้ำหนักตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงในบรรทัดบนสุด ซึ่งจะได้เท่ากับน้ำหนักของตัวอย่างแห้งทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ

**6.3** คำนวณหาร้อยละผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก (Percentage Passing) ได้ดังนี้

$$\textbf{ร้อยละผ่านตะแกรงโดยน้ำหนัก} = \frac{\textbf{น้ำหนักของตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงแต่ละขนาด}}{\textbf{น้ำหนักของตัวอย่างแห้งทั้งหมดที่ใช้ทดสอบ}} \times 100$$

## 7. การรายงานผล

ให้รายงานค่าร้อยละผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ โดยน้ำหนักด้วยทศนิยม 1 ตำแหน่ง ตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2208.1 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

## 8. ข้อควรระวัง

**8.1** การแบ่งตัวอย่างด้วยเครื่องแบ่งตัวอย่าง ต้องใช้เครื่องมือขนาดช่องกว้างประมาณ 1 1/2 เท่าของก้อนโตที่สุด

**8.2** ตรวจดูตะแกรงบ่อยๆ ถ้าชำรุดต้องซ่อมก่อนใช้ โดยเฉพาะเบอร์ 200

**8.3** ห้ามใส่ตัวอย่างลงในตะแกรงขณะที่ยังร้อนอยู่

**8.4** การทุบตัวอย่างดินต้องไม่แรงมากจนทำให้เม็ดดินแตก

**8.5** การเขย่าอย่าเขย่านานจนตัวอย่างกระแทกแตกเป็นผง

## 9. เอกสารอ้างอิง


**9.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.8-2532: วิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**9.2** Standard Method of Test for Amount of Material Finer Than 0.075 mm. Sieve In Aggregate : AASHTO Designation : T 11-78

**9.3** Standard Method of Test for Sieve Analysis of Fine And Coarse Aggregates : AASHTO Designation: T 27-78

**9.4** Standard Method of Test for Sieve Analysis of Mineral Filler : AASHTO Designation : T 37-77

**9.5** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 421 - 02: Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constants.

**9.6** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 422 - 02: Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.

www.yotathai.com

| โครงการ.....<br>.....<br>สถานที่ก่อสร้าง.....<br>.....<br>ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง.....<br>ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่....<br>ทดสอบวันที่..... แผ่นที่..... | **บฟ. มยผ. 2208.1 - 57**<br>**(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)**<br>**การทดสอบหาขนาดเม็ดวัสดุ**<br>หลุมเจาะหมายเลข.....<br>ความลึก.....เมตร<br>ปริมาตรแบบ.....ลบ.ซม. | **ทะเบียนทดสอบ**..... | |
|---|---|---|---|
| | | ผู้ทดสอบ | |
| | | ผู้ตรวจสอบ | |
| | | อนุมัติ | |

| ตะแกรง หมายเลข | น้ำหนัก ตะแกรง (กรัม) | น้ำหนัก ตะแกรง + ดิน (กรัม) | น้ำหนักดิน ที่ค้างบน ตะแกรง (กรัม) | นน.ร้อยละของ ดินที่ค้างบน ตะแกรง (กรัม) | นน.ร้อยละของ ดินที่ค้าง สะสม | นน.ร้อยละของ ดินที่มีขนาด เล็กกว่า |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

www.yotathai.com

โครงการ.....

.....

สถานที่ก่อสร้าง.....

ผู้รับจ้าง.....

ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่.....

ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....

**บฟ.มยผ. 2208.2 - 57**

(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)

**การทดสอบหาขนาดเม็ดวัสดุ**

แหล่งวัสดุ.....

ชั้นคุณภาพ.....

| ทะเบียนทดสอบ..... | | |
|---|---|---|
| **ผู้ทดสอบ** | | |
| **ผู้ตรวจสอบ** | | |
| **อนุมัติ** | | |

การทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน

สีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบ

( ) สีอ่อนกว่าสีมาตรฐาน

( ) สีใกล้เคียงสีมาตรฐาน

( ) สีแก่กว่าสีมาตรฐาน

สรุปผลการทดสอบ

( ) เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้

( ) ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยพ. 2209 - 57

# มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าความสึกหรอของหินย่อย กรวดย่อย กรวด วัสดุลูกรัง หรือมวลรวมดิน (Soil Aggregates) และวัสดุชนิดเม็ดหยาบ

**2. นิยาม**

**"วัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregate)"** หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างชั้นทางต่างๆ ของถนนที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 4.75 มิลลิเมตร ขึ้นไป

**3. เครื่องมือและอุปกรณ์** ประกอบด้วย

**3.1** เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ มีลักษณะขนาดตามรูปที่ 1 ประกอบด้วยทรงกระบอกเหล็กปิดหัวและท้าย มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 711±5 มม. (28±0.2 นิ้ว) ความยาวภายใน 508±5 มม. (20±0.2 นิ้ว) ทรงกระบอกนี้ติดอยู่กับเพลาและหมุนรอบแกนได้ในแนวราบ มีช่องสำหรับใส่วัสดุพร้อมฝาเหล็กปิด ฝาเหล็กเมื่อปิดแล้วต้องมีลักษณะผิวเหมือนกับผิวด้านในของทรงกระบอกเหล็กและเสมอกัน ซึ่งไม่ทำให้ลูกเหล็กทรงกลม (Abrasive Charge) สะดุดเวลากลิ้งผ่านรอยต่อ มีแผ่นเหล็กขวางสูง 89±2 มม. (3.5±0.1 นิ้ว) ยาว 508±2 มม. (20±0.2 นิ้ว) ติดแน่นตามยาวด้านในทรงกระบอกเหล็ก ระยะจากแผ่นเหล็กขวางถึงช่องสำหรับใส่วัสดุไม่น้อยกว่า 1,270 มม. (50 นิ้ว) วัดตามความยาวเส้นรอบวงภายนอกทรงกระบอกเหล็ก

**หมายเหตุ** แผ่นเหล็กขวางควรมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ติดอยู่กับผนังของทรงกระบอกเหล็ก หรืออาจใช้เหล็กฉากแทน โดยติดที่ริมฝาเหล็กช่องใส่วัสดุ ให้ด้านนอกของเหล็กฉากหันไปตามทิศทางที่หมุน

**3.2** ตะแกรง สำหรับหาขนาดของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ ใช้ตะแกรงมีช่องผ่านเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 75.0 มม. (3 นิ้ว), 63.0 มม. (2 1/2 นิ้ว), 50.8 มม. (2 นิ้ว), 37.5 มม. (1 1/2 นิ้ว) 25.0 มม. (1 นิ้ว), 19.0 มม. (3/4 นิ้ว), 12.5 มม. (1/2 นิ้ว), 9.5 มม. (3/8 นิ้ว), 6.4 มม. (1/4 นิ้ว), 4.75 มม. (เบอร์ 4), 2.36 มม. (เบอร์ 8), 1.70 มม. (เบอร์ 12)

**3.3** ลูกเหล็กทรงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 46.8 มม. (1 27/32 นิ้ว) แต่ละลูกหนักระหว่าง 390-445 กรัม จำนวนลูกเหล็กทรงกลมขึ้นอยู่กับชั้นของตัวอย่าง ซึ่งกำหนดไว้ในตารางที่ **1**

**ตารางที่ 1** จำนวนลูกเหล็กทรงกลม ที่ใช้ในการทดสอบแต่ละชั้น (Grading)

| ชั้น | ลูกเหล็กทรงกลม (ลูก) | น้ำหนักรวม (กรัม) |
|---|---|---|
| A | 12 | 5,000±25 |
| B | 11 | 4,584±25 |
| C | 8 | 3,330±25 |
| D | 6 | 2,500±25 |
| E | 12 | 5,000±25 |
| F | 12 | 5,000±25 |
| G | 12 | 5,000±25 |

www.yotathai.com

**3.4** เครื่องชั่งต้องสามารถชั่งได้ 15 กิโลกรัม ความละเอียดอ่านได้ถึง 1 กรัม

## 4. การเตรียมตัวอย่าง

**4.1** ถ้าตัวอย่างไม่มีดินเหนียวปน เช่น กรวดปนทราย หินโม่ ให้ตากตัวอย่างจนแห้ง หรืออบจนแห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วทำตามข้อ **4.3**

**4.2** ถ้าตัวอย่างมีดินเหนียวปนหรือมีส่วนละเอียดติดแน่นกับก้อนตัวอย่าง ให้นำตัวอย่างไปล้างน้ำเอาส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 8 ออกทิ้ง แล้วนำส่วนที่ค้างตะแกรงเบอร์ 8 มาอบจนแห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) แล้วทำตามข้อ **4.3**

**4.3** นำตัวอย่างไปแยกขนาดตามชั้นในตารางที่ **2** ถ้าเข้าได้หลายชั้น ให้เลือกใช้ตัวที่ใกล้เคียงกับขนาดที่ต้องการใช้งานมากที่สุด

## 5. การทดสอบ

นำตัวอย่างที่เตรียมไว้จากข้อ **4.3** และลูกเหล็กทรงกลม ตามจำนวนลูกในข้อ **3.3** ใส่เข้าไปในเครื่องทดสอบหาความสึกหรอ หมุนเครื่องด้วยความเร็วที่ 30-33 รอบต่อนาที ให้ได้จำนวนรอบตามตารางที่ **2** เมื่อหมุนได้ครบตามกำหนดแล้วให้เอาตัวอย่างออกจากเครื่อง เทตัวอย่างลงบนตะแกรงเบอร์ 12 ล้างตัวอย่างด้วยน้ำ ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 12 ให้ทิ้งไป นำส่วนที่ค้างตะแกรงเบอร์ 12 มาอบที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) จนได้น้ำหนักคงที่จึงชั่งหาน้ำหนักตัวอย่างที่เหลือ

**ตารางที่ 2**

| ขนาดตะแกรง (มม.) | | น้ำหนัก (กรัม) และ ชั้นของตัวอย่าง | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ผ่าน | ค้าง | A | B | C | D | E | F | G |
| 75.0 | 63.0 | | | | | 2,500±50 | | |
| 63.0 | 50.8 | | | | | 2,500±50 | | |
| 50.8 | 37.5 | | | | | 5,000±50 | 5,000±50 | |
| 37.5 | 25.0 | 1,250±25 | | | | | 5,000±25 | |
| 25.0 | 19.0 | 1,250±25 | | | | | | 5,000±25 |
| 19.0 | 12.5 | 1,250±10 | 2,500±10 | | | | | 5,000±25 |
| 12.5 | 9.5 | 1,250±10 | 2,500±10 | | | | | |
| 9.5 | 6.3 | | | 2,500±10 | | | | |
| 6.3 | 4.75 (#4) | | | 2,500±10 | | | | |
| 4.75 (#4) | 2.36 (#8) | | | | 5,000±10 | | | |
| น้ำหนักตัวอย่างรวม | | 5,000±10 | 5,000±10 | 5,000±10 | 5,000±10 | 10,000±100 | 10,000±75 | 10,000±50 |
| จำนวนรอบ | | 500 | | | | 1,000 | | |

## 6. การคำนวณ

$$\text{ความสึกหรอเป็นร้อยละ} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

เมื่อ $W_1$ = น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ทดสอบ

$W_2$ = น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 12

www.yotathai.com

**7. การรายงานผล**

ให้รายงานผลค่าความสึกหรอเป็นร้อยละ ด้วยทศนิยม 1 ตำแหน่ง ตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2209 – 57:มาตรฐานการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion) สำหรับงานทาง

**8. ข้อควรระวัง**

**8.1** ให้ทำการชั่ง ลูกเหล็กทรงกลม แต่ละลูกอย่างน้อย 1 ครั้ง ทุกๆ 6 เดือน เพื่อตรวจสอบให้เป็นไปตามข้อ **3.3**

**8.2** ในกรณีที่แผ่นเหล็กขวางเป็นเหล็กฉากติดริมแผ่นเหล็กปิดช่องใส่วัสดุ การติดต้องให้ด้านนอกของเหล็กฉากหันไปในทิศทางที่เครื่องหมุน

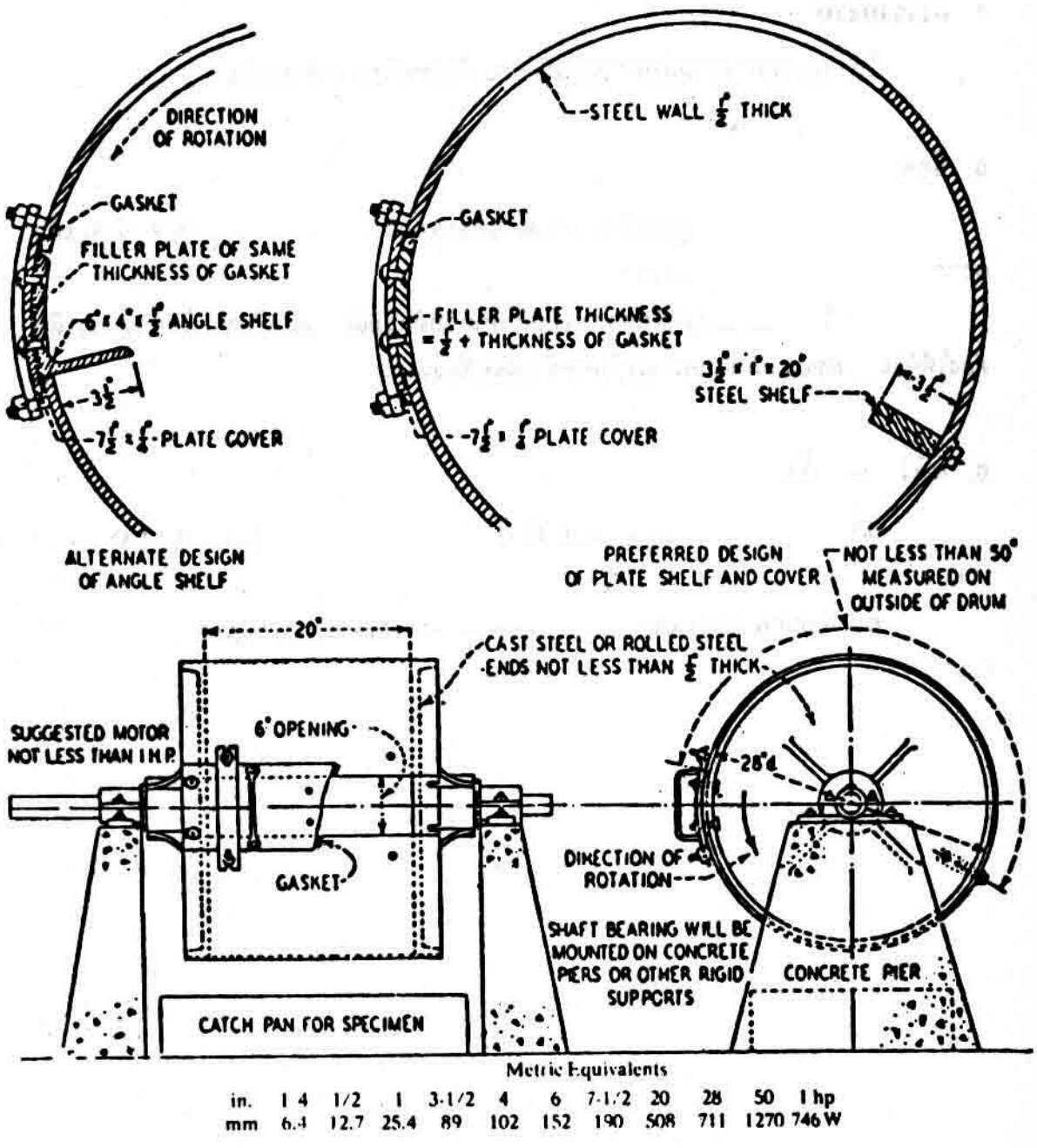
**9. เอกสารอ้างอิง**

**9.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.9 - 2532: วิธีการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates) โดยใช้เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (Los Angeles Abrasion)

**9.2** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM C 131 - 03: Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

**9.3** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM C 535 - 03: Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

www.yotathai.com




**รูปที่ 1 : เครื่องมือทดสอบหาความสึกหรอ (แบบลอสแองเจอลีส)**

www.yotathai.com

| โครงการ.....<br>.....<br>สถานที่ก่อสร้าง.....<br>.....<br>ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง.....<br>ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่....<br>ทดสอบวันที่.....แผ่นที่..... | **บฟ. มยผ. 2209 - 57**<br>**(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)**<br>**การทดสอบหาค่าการสึกหรอของวัสดุเม็ดหยาบ** | **ทะเบียนทดสอบ.....** | |
|---|---|---|---|
| | | **ผู้ทดสอบ** | |
| | | **ผู้ตรวจสอบ** | |
| | | **อนุมัติ** | |

จำนวนของลูกเหล็กทรงกลม.....
น้ำหนักของลูกเหล็กทรงกลม.....กรัม
ความเร็วของการหมุนเครื่อง.....รอบ/นาที

แหล่งวัสดุ.....
ชั้นคุณภาพ.....

| ขนาดตะแกรง (มม.) | | น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม) | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|
| ผ่าน | ค้าง | 1 | 2 | 3 | |
| | | | | | |

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยพ. 2210 - 57

# มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน (Organic Impurities)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาปริมาณสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารผุพังที่ปะปนอยู่ในวัสดุชนิดเม็ดละเอียด (Fine Aggregates) โดยประมาณ เพื่อพิจารณาว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานหรือไม่

**2. นิยาม**

**"วัสดุชนิดเม็ดละเอียด (Fine Aggregate)"** หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างชั้นทางต่างๆ ของถนนที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 0.075 มิลลิเมตร ถึง 4.75 มิลลิเมตร

**3. เครื่องมือและอุปกรณ์** ประกอบด้วย

**3.1** ขวดแก้วใส (Glass Bottle) ขนาดประมาณ 360 ลูกบาศก์เซนติเมตร (12 ออนซ์) มีขีดแสดงความจุเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรหรือจะใช้ขีดเครื่องหมายที่ขวดแก้วแทนก็ได้

**3.2** วัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ

**3.2.1** สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) เข้มข้นร้อยละ 3 เตรียมได้โดยชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 กรัม ผสมกับน้ำสะอาดจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

**3.2.2** แถบสีมาตรฐาน โดยกำหนดมาตรฐาน ดังนี้

| สีมาตรฐานของการ์ดเนอร์ (Gardner) หมายเลข | สีของสารอินทรีย์ หมายเลข |
|---|---|
| 5 | 1 |
| 8 | 2 |
| 11 | 3 (มาตรฐาน) |
| 14 | 4 |
| 16 | 5 |

**3.2.3** ถ้าไม่มีแถบสีมาตรฐาน จะเตรียมสารละลายเพื่อทำเป็นสีมาตรฐานแทนได้ ดังนี้

ให้เตรียมสารละลายชนิดแรก คือ นำโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เข้มข้นร้อยละ 3 แล้วนำมาผสมกับสารละลายชนิดหลัง คือกรดเทนนิค (Tannic Acid) ที่เข้มข้นผสมในสารละลายของแอลกอฮอล์กับน้ำ (มีแอลกอฮอล์ร้อยละ10) โดยเอากรดเทนนิค 2 ส่วน ผสมกับสารละลายแอลกอฮอล์กับน้ำดังกล่าว 98 ส่วน โดยปริมาตร ซึ่งมีอัตราส่วนดังนี้ สารละลายชนิดแรกปริมาณ 97.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกับสารละลายชนิดหลังประมาณ 2.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อให้ได้ปริมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เขย่าให้เข้ากันแล้วใส่ไว้ในขวดขนาด 360 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ประมาณ 12 ออนซ์) ให้เตรียมสารละลาย

www.yotathai.com

มาตรฐานดังกล่าวนี้ เวลาเดียวกับที่เริ่มทำการทดสอบ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป สารละลายนี้จะแสดงสีมาตรฐานเมื่อมีอายุ 24 ± 1/2 ชั่วโมง นับจากเริ่มผสม ถ้าต่ำกว่ากำหนดนี้ห้ามใช้

**4. การเตรียมตัวอย่าง**

นำตัวอย่างมาคลุกเคล้าให้เข้ากันในขณะที่ตัวอย่างมีความชื้นเพื่อลดการแยกตัว และแยกตัวอย่างโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่างให้ได้ตัวอย่างที่จะนำไปไว้ทดสอบประมาณ 250 กรัม

**5. การทดสอบ**

**5.1** เทวัสดุที่เตรียมไว้ลงในขวดแก้วทดสอบจนได้ปริมาตร 133 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ประมาณ 4 1/2 ออนซ์)

**5.2** เติมสารละลายที่เตรียมไว้ตามข้อ **3.2.1** ลงในขวดแก้วทดลองจนได้ปริมาตรเป็น 207 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ประมาณ 7 ออนซ์)

**5.3** เอาจุกอุดปากขวดแล้วเขย่าแรงๆ จนเห็นว่าไม่มีฟองอากาศเหลืออยู่ ตรวจดูอีกครั้ง ถ้าระดับสารละลายมีปริมาตรไม่ถึง 207 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้เติมสารละลายเพิ่มอีก จนได้ปริมาตร 207 ลูกบาศก์เซนติเมตร บันทึกวันและเวลา

**5.4** ตั้งขวดทดสอบทิ้งไว้นิ่ง ๆ ห้ามจับหรือเคลื่อนย้ายจนครบ 24 ชั่วโมง

**5.5** เมื่อครบ 24 ชั่วโมง แล้วให้เปรียบเทียบกับแถบสีมาตรฐานตามข้อ **3.2.2** หรือกับสารละลายมาตรฐานตามข้อ **3.2.3**

**6. การรายงานผล**

**6.1** ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2208.2 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน (Organic Impurities)

**6.2** ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบอ่อนกว่าสีของแถบสีมาตรฐานเบอร์ 3 หรืออ่อนกว่าสีของสารละลายมาตรฐานให้รายงานว่า “สีอ่อนกว่าสีมาตรฐาน” ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบแก่กว่าสีของแถบสีมาตรฐานเบอร์ 3 หรือแก่กว่าสีของสารละลายมาตรฐานให้รายงานว่า “สีแก่กว่าสีมาตรฐาน”

**6.3** ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบใกล้เคียงสีของแถบสีมาตรฐานเบอร์ 3 หรือใกล้เคียงสีของสารละลายมาตรฐานให้รายงานว่า “สีใกล้เคียงสีมาตรฐาน”

**7. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้**

ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบ มีสีอ่อนกว่าสีของแถบสีมาตรฐาน เบอร์ 3 หรือมีสีเหมือนกับสีของแถบสีมาตรฐาน เบอร์ 3 ถือว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้ ถ้าสีแก่กว่าสีของแถบสีมาตรฐาน เบอร์ 3 ถือว่าไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

**8. ข้อควรระวัง**

**8.1** เมื่อตั้งขวดทิ้งไว้แล้ว ห้ามกระทบกระเทือน และเมื่อเวลาเปรียบเทียบสี ห้ามกระทบกระเทือนเช่นเดียวกัน เพราะจะทำให้ผงละเอียดลอยตัวขึ้นมา ซึ่งจะทำให้ได้สีไม่ถูกต้อง บางครั้งสีที่ได้จะใกล้เคียงมาตรฐานมาก พยายามเทียบให้ได้ว่าแก่กว่าหรืออ่อนกว่า

**8.2** สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นสารที่มีพิษทำให้เกิดการไหม้ที่ผิวหนังและเยื่ออ่อนต่างๆ เช่น ตา ปาก จมูก ถ้าถูกต้องให้รีบล้างบริเวณนั้นด้วยน้ำสะอาดและทาด้วยน้ำส้มสายชู

www.yotathai.com

## 9. เอกสารอ้างอิง

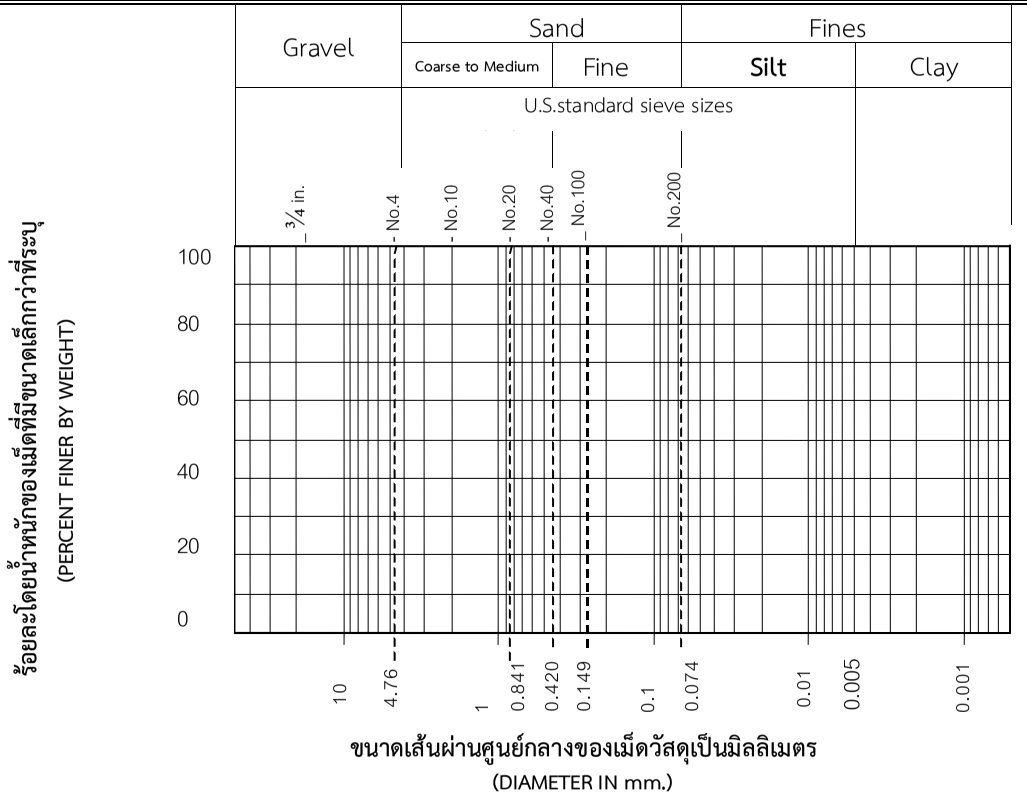
**9.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.10-2532: วิธีการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน (Organic Impurities)

**9.2** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล-ท. 201/2515 วิธีทดลองหา Organic Impurities ในทรายสำหรับคอนกรีต

**9.3** Standard Method of Test for Organic Impurities in Sands for Concrete ; AASHTO Designation : T 21-78

**9.4** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM C 40 - 04: Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete

| โครงการ..... | บฟ.มยผ. 2208.2 - 57 | ทะเบียนทดสอบ..... | |
|---|---|---|---|
| ..... | | ผู้ทดสอบ | |
| สถานที่ก่อสร้าง..... | (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) | | |
| ผู้รับจ้าง..... | การทดสอบหาขนาดเม็ดวัสดุ | ผู้ตรวจสอบ | |
| ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่..... | | | |
| ทดสอบวันที่..... แผ่นที่..... | แหล่งวัสดุ..... | อนุมัติ | |
| | ชั้นคุณภาพ..... | | |




การทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน

สีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบ

( ) สีอ่อนกว่าสีมาตรฐาน

( ) สีใกล้เคียงสีมาตรฐาน

( ) สีแก่กว่าสีมาตรฐาน

สรุปผลการทดสอบ

( ) เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้

( ) ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยพ. 2211 - 57

# มาตรฐานการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบหาค่าของก้อนดินเหนียว และวัสดุร่วน (Friable) ที่ปะปนในวัสดุชนิดเม็ด (Aggregates)

**2. นิยาม**

**"ดินเหนียว (Clay)"** หมายถึง ดินซึ่งประกอบด้วยอนุภาคขนาดละเอียด สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) และมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค

**"วัสดุชนิดเม็ดละเอียด (Fine Aggregates)"** หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างชั้นทางต่างๆ ของถนนที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 0.075 มิลลิเมตร ถึง 4.75 มิลลิเมตร

**"วัสดุชนิดเม็ดหยาบ (Coarse Aggregates)"** หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างชั้นทางต่างๆ ของถนนที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 4.75 มิลลิเมตร ขึ้นไป

**3. เครื่องมือและอุปกรณ์** ประกอบด้วย

**3.1** เครื่องชั่ง ต้องสามารถชั่งได้ละเอียดถึงร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักของตัวอย่าง

**3.2** ภาชนะบรรจุ เป็นภาชนะที่ไม่เป็นสนิม และขนาดกว้าง

**3.3** ตะแกรงมาตรฐาน

**3.4** ตู้อบ ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิ ที่ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์)

**4. การเตรียมตัวอย่าง**

**4.1** ตัวอย่างต้องอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องศาฟาเรนไฮต์) จนน้ำหนักคงที่

**4.2** ตัวอย่างของวัสดุชนิดเม็ดละเอียดที่มีขนาดใหญ่กว่าตะแกรงขนาด 1.18 มิลลิเมตร (เบอร์ 16) ควรหนักไม่น้อยกว่า 25 กรัม

**4.3** ตัวอย่างของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ ควรมีขนาดกระจายตาม ตารางที่ **1** และมีน้ำหนักของวัสดุชนิดเม็ด ไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ **1**

**ตารางที่ 1**

| ขนาดของเม็ด (Particle) ตัวอย่างที่นำมาทดสอบ | น้ำหนักของตัวอย่าง กรัม |
|---|---|
| 4.75 - 9.5 มม. (เบอร์ 4 - 3/8 นิ้ว) | 1,000 |
| 9.5 - 19.0 มม. (3/8 - 3/4 นิ้ว) | 2,000 |
| 19.0 – 37.5 มม. (3/4 - 1 1/2 นิ้ว) | 3,000 |
| มากกว่า 37.5 มม. (1 1/2 นิ้ว) | 5,000 |

www.yotathai.com

**4.4** ในกรณีที่ตัวอย่างมีทั้งวัสดุชนิดเม็ดละเอียดและหยาบ ให้ร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 4 ถ้าค้างตะแกรงเบอร์ 4 เป็นวัสดุชนิดเม็ดหยาบ และถ้าผ่านตะแกรงเบอร์ 4 เป็นวัสดุชนิดเม็ดละเอียด จากนั้นนำตัวอย่างไปทำตามข้อ **5.1** และ **5.2** ต่อไป

## 5. การทดสอบ

**5.1** นำตัวอย่างมาแผ่กระจายในภาชนะให้บาง เทน้ำให้ท่วมตัวอย่างแช่ไว้เป็นเวลา 24 ชม.จากนั้นใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ค่อยๆ บีบหรือกลิ้งบนนิ้วมือเพื่อทำให้เม็ดของตัวอย่างหลุดออกจากกัน อย่าใช้เล็บหรือวัสดุแข็งอื่นๆ จากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรง ดังตารางที่ **2** โดยวิธีล้าง

**ตารางที่ 2**

| ขนาดของเม็ดตัวอย่างที่นำมาทดสอบ | ขนาดของตะแกรง สำหรับส่วนแยกเป็นเม็ดดินเหนียว และเม็ดวัสดุร่วน |
|---|---|
| 1.18 มม. (เบอร์ 16) | 0.85 มม. (เบอร์ 20) |
| 4.75 - 9.5 มม. (เบอร์ 4 - 3/8 นิ้ว) | 2.36 มม. (เบอร์ 8) |
| 9.5 - 19.0 มม. (3/8 - 3/4 นิ้ว) | 4.75 มม. (เบอร์ 4) |
| 19.0 - 37.5 มม. (3/4 – 1 1/2 นิ้ว) | 4.75 มม. (เบอร์ 4) |
| มากกว่า 37.5 มม. (1 1/2 นิ้ว) | 4.75 มม. (เบอร์ 4) |

**5.2** นำตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงแต่ละตะแกรงไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส (230±9 องฟาเรนไฮต์) แล้วนำไปชั่งน้ำหนักให้ละเอียดร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักตัวอย่าง (ก่อนนำไปอบควรนำวัสดุชนิดเม็ดออกจากตะแกรงให้หมดเสียก่อน โดยการล้าง แล้วจึงไปอบให้แห้ง)

## 6. การคำนวณ

**6.1** ในการหาค่าร้อยละของก้อนดินเหนียวและ วัสดุร่วนที่อยู่ในวัสดุเม็ดละเอียดหรือในวัสดุชนิดเม็ดหยาบ หาได้ดังต่อไปนี้ โดยใช้สูตรของ ก้อนดินเหนียว และวัสดุร่วน ในวัสดุชนิดเม็ดละเอียดหรือในวัสดุชนิดเม็ดหยาบ คือ

$$P = \frac{(W - R)}{W} \times 100$$

เมื่อ $P$ = ค่าร้อยละของก้อนดินเหนียวและวัสดุร่วนของวัสดุชนิดเม็ด

$R$ = น้ำหนักของวัสดุชนิดเม็ดที่เหลือค้างจากข้อ **5.2**

$W$ = น้ำหนักของวัสดุชนิดเม็ดที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 16 จากข้อ **4.2** และ **4.3**

**6.2** ในกรณีของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ หลังจากการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุแล้ว ถ้าตัวอย่างในตะแกรงมีน้ำหนักน้อยกว่าร้อยละ 5 เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักในข้อ **5.1** ไม่จำเป็นต้องนำมาทดสอบ ให้เอาค่าร้อยละของส่วนที่เป็นเม็ดดินเหนียวและวัสดุร่วนของตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่าหรือเล็กกว่ามาใช้แทนได้

www.yotathai.com

**7. การรายงานผล**

ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2211 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump)

**8. เอกสารอ้างอิง**

**8.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 501.11-2532: วิธีการทดสอบหาก้อนดินเหนียว (Clay Lump)

**8.2** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 142 - 97: Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates

www.yotathai.com

| โครงการ.....<br>.....<br>สถานที่ก่อสร้าง.....<br>.....<br>ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง.....<br>ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่...<br>ทดสอบวันที่..... แผ่นที่..... | บฟ. มยผ. 2211 - 57<br>(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)<br>การทดสอบหาก้อนดินเหนียว | ทะเบียนทดสอบ..... | |
|---|---|---|---|
| | | ผู้ทดสอบ | |
| | | ผู้ตรวจสอบ | |
| | | อนุมัติ | |

ชนิดของตัวอย่าง.....

ขนาดของตัวอย่าง.....มม. ถึง.....มม.

น้ำหนักแห้ง (W) = .....กรัม

ขนาดของตะแกรง สำหรับร่อนดินเหนียวและวัสดุร่วน = .....มม.

น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรง (R) = .....กรัม

**ร้อยละของก้อนดินเหนียวและวัสดุร่วน** $P = \frac{(W-R)}{W} \times 100$

$P$ **(ร้อยละ) =** .....

www.yotathai.com

# มยผ. 2217 - 57

# มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการหาคุณภาพของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้เป็นผิวทางหรือพื้นทางแบบ แอสฟัลต์คอนกรีต

**2. นิยาม**

**"แอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)"** หมายถึง ส่วนผสมของวัสดุยางแอสฟัลต์กับวัสดุชนิดเม็ด (Aggregate) ที่ใช้ทำผิวจราจร โดยมีมาตรฐานตาม มยผ. 2109-57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

**3.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1204 - 50: การทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Coarse Aggregates)

**3.2** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1205 - 50: การทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Fine Aggregates)

**3.3** มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2109 - 57: มาตรฐานงานวัสดุมวลรวมสำหรับผิวจราจรแบบแอสฟัลต์คอนกรีต

**4. เครื่องมือและอุปกรณ์** ประกอบด้วย

**4.1** กะละมังเคลือบหรือภาชนะโลหะที่มีขอบสูงประมาณ 7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างขอบประมาณ 25 เซนติเมตร ใช้สำหรับใส่วัสดุมวลรวม

**4.2** ภาชนะโลหะมีขอบสูงประมาณ 15 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของขอบประมาณ 30 เซนติเมตร สำหรับใช้ผสมวัสดุมวลรวมกับวัสดุยางแอสฟัลต์

**4.3** เตาอบที่สามารถให้อุณหภูมิสูงถึง 250 องศาเซลเซียส ใช้สำหรับอบวัสดุมวลรวม

**4.4** เตาแบบ Hot Plate ที่สามารถให้อุณหภูมิได้สูงถึง 200 องศาเซลเซียส ใช้สำหรับให้ความร้อนยางแอสฟัลต์และเครื่องมือที่ใช้ในการบดทับ

**4.5** หม้อโลหะสำหรับใส่ยางแอสฟัลต์ เพื่อให้ความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 เซนติเมตร

**4.6** เกรียงใช้ผสมวัสดุมวลรวมกับยางแอสฟัลต์

**4.7** เทอร์โมมิเตอร์ชนิดมีก้านเป็นโลหะ สามารถวัดอุณหภูมิได้ถึง 250 องศาเซลเซียส

**4.8** เครื่องชั่ง สามารถชั่งน้ำหนักได้ 5 กิโลกรัม มีความละเอียด 1 กรัม ใช้สำหรับวัสดุมวลรวมและยางแอสฟัลต์

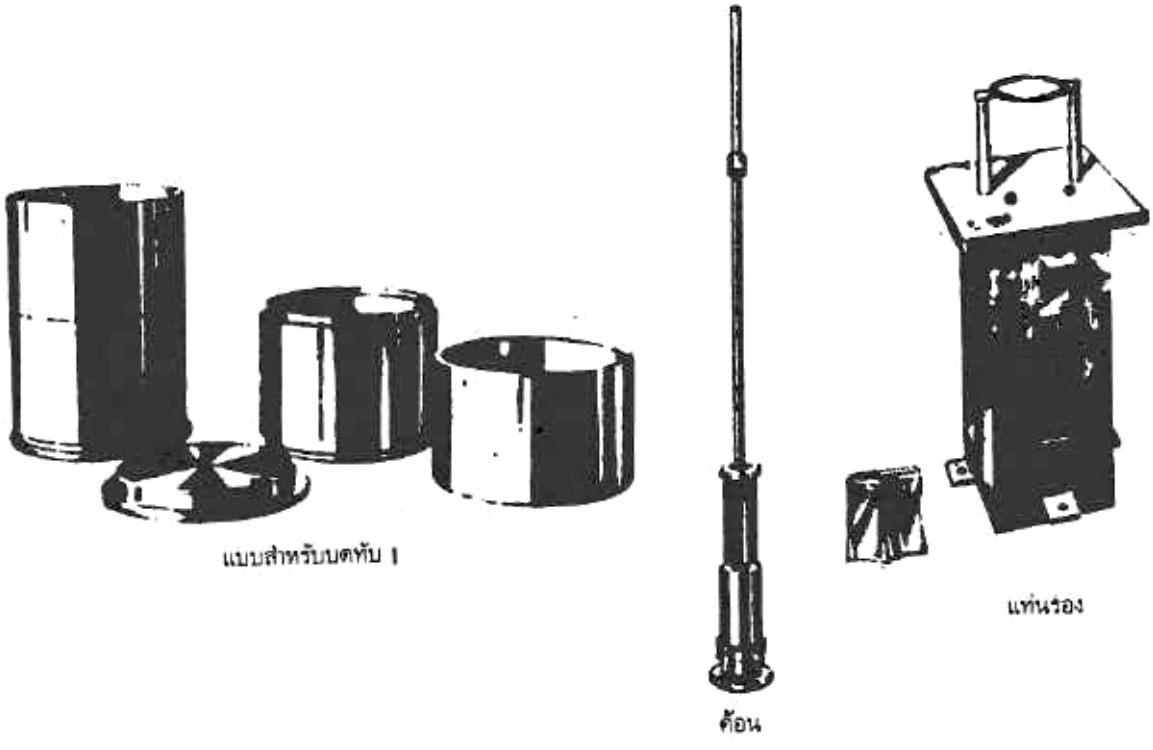
www.yotathai.com

**4.9** เครื่องชั่ง สามารถชั่งน้ำหนักได้ 2 กิโลกรัม มีความละเอียด 0.1 กรัม ใช้สำหรับวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดทับแล้ว

**4.10** อ่างต้มน้ำ (Boiling Water Batch) มีตะแกรงลวดสำหรับวางวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่บดทับแล้ว สามารถควบคุมอุณหภูมิตามที่ต้องการได้

**4.11** แท่นรอง (Compaction Pedestal) ประกอบด้วยฐานไม้ขนาดประมาณ 20x20x45 เซนติเมตร (8x8x18 นิ้ว) มีแผ่นโลหะขนาดประมาณ 30x30x2.5 เซนติเมตร (12x12x1 นิ้ว) ติดอยู่ที่ขอบบนของฐานไม้ ฐานไม้ควรเป็นไม้ที่มีความแน่นแห้งประมาณ 0.65-0.80 กรัมต่อมิลลิลิตร (42-48 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต) แผ่นเหล็กจะต้องยึดแน่นกับฐานไม้ ดังรูปที่ 1

**4.12** แบบสำหรับบดทับ (Compaction Mold) ประกอบด้วยแผ่นฐาน (Base Plate) แบบ (Mold) และปลอก (Collar Extension Mold) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 10.16 เซนติเมตร (4 นิ้ว) สูง 7.62 เซนติเมตร (3 นิ้ว) ดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1 แบบสำหรับบดทับ ค้อน และแท่นรอง**

**4.13** ค้อน (Compaction Hammer) ประกอบด้วยแผ่นเหล็กกลมหนา 1.27 เซนติเมตร (0.5 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.842 เซนติเมตร (3.875 นิ้ว) ติดกับก้านเหล็ก ซึ่งมีแท่งเหล็กหนัก 4,536 กรัม (10 ปอนด์) เลื่อนขึ้นลงได้อิสระ สำหรับทิ้งน้ำหนักลงบนแผ่นเหล็กกลม ในขณะบดอัด ระยะตกกระทบของแท่งน้ำหนักเท่ากับ 45.72 เซนติเมตร (18 นิ้ว) ดังรูปที่ **1**

**4.14** ที่จับแบบ (Mold Holder) ใช้สำหรับบังคับให้แบบบดทับอยู่กับที่ ดังรูปที่ **1**

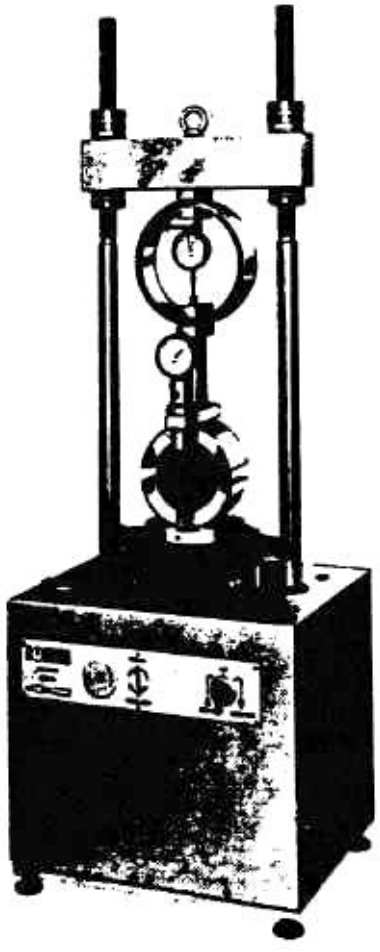
**4.15** เครื่องดันตัวอย่าง (Sample Extruder)

**4.16** ถุงมือกันความร้อน ใช้สำหรับหยิบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ร้อน

**4.17** ถุงมือชนิดหนังหรือยาง สำหรับหยิบตัวอย่างที่แช่ในน้ำ

www.yotathai.com

**4.18** เครื่องทดสอบมาร์แชลล์ (Marshall Testing Machine) ใช้สำหรับทดสอบหาค่าเสถียรภาพ (Stability) เป็นเครื่องกดที่สามารถรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่า 3,000 กิโลกรัม (6,000ปอนด์) เป็นแบบฉุดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า อัตราเร็วของมอเตอร์ที่หมุนฉุดต้องทำให้ฐานหรือท่อนกดเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 5 เซนติเมตรต่อนาที (2 นิ้วต่อนาที) เครื่องกดนี้จะต้องมี Proving Ring อ่านค่าแรงกด หรือแรงกดอื่นใดที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า ดังรูปที่ **2**



**รูปที่ 2 เครื่องทดสอบมาร์แชลล์**

**4.19** แบบทดสอบเสถียรภาพ (Stability Mold) ใช้สำหรับใส่ตัวอย่างทดสอบหาค่าเสถียรภาพ ดังรูปที่ 2

**4.20** เครื่องวัดการไหล (Flow Meter) ใช้สำหรับทดสอบหาค่าการไหลของตัวอย่างระหว่างกด อ่านค่าได้เป็น 0.25 มิลลิเมตร (0.01 นิ้ว) ดังรูปที่ **2**

**5. การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ** ดำเนินการดังนี้

**5.1** ทดสอบหาขนาดวัสดุชนิดเม็ดหยาบ โดยวิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง ตาม มยผ. 2208 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**5.2** ทดสอบหาขนาดวัสดุชนิดเม็ดละเอียด โดยวิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง ตาม มยผ. 2208 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

www.yotathai.com

**5.3** ทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของวัสดุมวลหยาบ โดยวิธีการทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของวัสดุมวลหยาบ ตาม มยผ. 1204-50: การทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Coarse Aggregates)

**5.4** ทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุมวลละเอียด โดยวิธีการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะวัสดุมวลละเอียดตาม มยผ. 1205-50: การทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Fine Aggregates)

**5.5** หาอัตราส่วนผสมของวัสดุมวลรวม เมื่อรวมกันแล้วได้ขนาดตามที่ต้องการ

**5.6** นำวัสดุมวลรวม ตามอัตราส่วนที่หาได้จากข้อ 5.5 หนัก 1,200 กรัม เมื่อบดทับแล้วตัวอย่างจะหนาประมาณ 6.35 เซนติเมตร หรือประมาณ **2.5** นิ้ว ใส่ในกะละมังเคลือบนำไปอบในเตาอบให้ได้อุณหภูมิสูงถึง 163±8 องศาเซลเซียส

**5.7** นำแบบสำหรับบดทับและค้อนไปวางบนแผ่นให้ความร้อน ที่มีอุณหภูมิระหว่าง 90 ถึง 150 องศาเซลเซียส

**5.8** นำวัสดุยางแอสฟัลต์ที่จะใช้ผสมไปให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิที่ทำให้ยางแอสฟัลต์ มีค่าความหนืด (Viscosity) 170 ± 20 เซ็นติสโตกส์ (สำหรับยางแอสฟัลต์ AC. 60-70 ต้องให้ความร้อนถึง 159 ± 8 องศาเซลเซียส)

## 6. การทดสอบ

**6.1** นำกะละมังใส่ตัวอย่างวัสดุมวลรวมจากข้อ **5.6** ออกจากเตาอบแล้วเทลงในภาชนะโลหะสำหรับผสมวัสดุชนิดเม็ดกับยางแอสฟัลต์ ใช้เกรียงผสมให้วัสดุมวลรวมแต่ละขนาดคละกันให้ทั่ว ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงถึง 145±5 องศาเซลเซียส (เมื่อใช้ยางแอสฟัลต์ AC. 60-70) ใช้เกรียงเกลี่ยตรงกลางวัสดุให้เป็นแอ่ง แล้วเทแอสฟัลต์ที่เตรียมไว้ใน ข้อ **5.8** ตามปริมาณที่ต้องการลงในแอ่งตัวอย่างดังกล่าว

**6.2** นำภาชนะโลหะที่ได้จากข้อ **6.1** ขึ้นตั้งบนแผ่นให้ความร้อน ใช้เกรียงผสมวัสดุมวลรวมและยางแอสฟัลต์ให้เข้ากันโดยเร็วที่สุดโดยปกติประมาณ 1 นาที พยายามให้ยางแอสฟัลต์เคลือบวัสดุทุกเม็ด

**6.3** นำแบบสำหรับบดทับจาก ข้อ **5.7** มาประกอบเข้าที่

**6.4** เทตัวอย่างวัสดุผสมลงในแบบที่ประกอบแล้ว ใช้เกรียงแซะรอบๆ ตัวอย่างด้านในแบบประมาณ 15 ครั้ง และแซะเข้าไปในตัวอย่างอีก 10 ครั้ง ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิของตัวอย่างลดลง (สำหรับยางแอสฟัลต์ AC. 60-70 ให้ทิ้งตัวอย่างไว้จนอุณหภูมิลดลงถึง 140±5 องศาเซลเซียส)

**6.5** วางค้อนลงบนตัวอย่างในแบบ ทำการบดทับตัวอย่างโดยการยกน้ำหนักและปล่อยให้น้ำหนักตกลงบนแผ่นเหล็กจำนวนครั้งขึ้นอยู่กับการออกแบบซึ่งแบ่งออกเป็น

**6.5.1** แอสฟัลต์คอนกรีตสำหรับถนนที่มีการจราจรน้อย (Light Traffic) และปานกลาง (Medium Traffic) ให้ใช้การปล่อยน้ำหนักมาตรฐาน 50 ครั้ง

**6.5.2** แอสฟัลต์คอนกรีต สำหรับถนนที่มีการจราจรหนาแน่น (Heavy Traffic) และคับคั่ง (Very Heavy Traffic) ให้ใช้การปล่อยน้ำหนักมาตรฐาน 75 ครั้ง

**6.6** เมื่อครบจำนวนการบดทับแล้ว ทำการกลับตัวอย่างโดยการกลับแบบ เอาด้านล่างขึ้นด้านบน แล้วทำการบดทับเช่นเดียวกับ ข้อ **6.5**

www.yotathai.com

**6.7** ทิ้งตัวอย่างที่บดทับเรียบร้อยแล้วไว้ในแบบ จนกระทั่งอุณหภูมิของตัวอย่างลดลงต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส จึงนำตัวอย่างออกจากแบบ โดยการใช้เครื่องดันตัวอย่าง ทิ้งตัวอย่างไว้ในบรรยากาศปกติ ไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง จึงนำไปทำการทดสอบขั้นต่อไป

**6.8** ในปริมาณของการผสมโดยใช้ยางแอสฟัลต์เปอร์เซ็นต์อันหนึ่งอันใด ให้เตรียมตัวอย่างอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง สำหรับการออกแบบให้ใช้ตัวอย่างแต่ละเปอร์เซ็นต์ของยางแอสฟัลต์ อย่างน้อย 5 ค่า และแต่ละค่าต่างกัน ร้อยละ 0.5

**6.9** ทำการทดลองหาความแน่นของตัวอย่างโดยวิธี

**6.9.1** นำตัวอย่างไปชั่งหาน้ำหนักในอากาศ (d) และ

**6.9.2** นำตัวอย่างไปแช่ในน้ำธรรมดาประมาณ 5 นาที นำตัวอย่างขึ้นเช็ดผิวให้แห้ง ชั่งหาน้ำหนักในอากาศ **($d_1$)** และ

**6.9.3** นำตัวอย่างจาก ข้อ **6.9.2** ไปชั่งหาน้ำหนักในน้ำ **($e$)**

**6.10** ทำการทดสอบหาค่า เสถียรภาพ และการไหล

**6.10.1** นำตัวอย่างที่เสร็จจากการทดสอบแล้วตามข้อ **6.9** ไปแช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 60±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ในอ่างต้มน้ำ

**6.10.2** เมื่อนำตัวอย่างต้มน้ำครบ 30 นาที แล้วนำตัวอย่างขึ้นเช็ดให้แห้ง แล้วนำไปใส่ในแบบทดสอบเสถียรภาพ เพื่อไปกดหาค่าเสถียรภาพและค่าการไหล

**6.10.3** นำแบบทดสอบเสถียรภาพที่ได้จากข้อ **6.10.2** ไปวางบนเครื่องทดสอบมาร์แชลล์ ให้แบบทดสอบเสถียรภาพอยู่ใต้กระบอกกด (Piston) ซึ่งติดกับ Proving Ring สำหรับอ่านน้ำหนักกด

**6.10.4** เดินเครื่องให้แบบทดสอบเสถียรภาพ เคลื่อนไปสัมผัสกับกระบอกกดจนกระทั่งเข็มของ Dial Guage ที่ติดกับ Proving Ring ขยับตัว หยุดเครื่องแล้ว ทำการตั้งเข็มของ Dial Guage ให้อยู่ ณ เลข 0

**6.10.5** นำเครื่องวัดการไหล ไปวางบนแกนที่ใช้สำหรับทดสอบหาค่าการไหล ซึ่งติดกับแบบทดสอบเสถียรภาพ ตั้งเข็ม Dial Guage ของเครื่องวัดการไหล ให้อยู่ ณ เลข 0 ใช้มือจับเครื่องวัดการไหล ให้นิ่งอยู่กับที่

**6.10.6** เดินเครื่องทดสอบหาค่าเสถียรภาพ โดยอ่านค่าน้ำหนักสูงสุดที่กดจาก Proving Ring เป็นค่าที่อ่านได้ (Measured) ซึ่งต้องปรับค่า (Adjust) สำหรับตัวอย่างมาตรฐานที่หนา 6.35 เซนติเมตร (2.5 นิ้ว) ตามตารางที่ **1**

**6.10.7** ขณะที่ทำการทดสอบหาค่า เสถียรภาพ เข็ม Dial Guage ของเครื่องวัดการไหลจะเคลื่อนที่ อ่านค่าการไหลจาก Dial Guage ที่น้ำหนักกดสูงสุด

## 7. การคำนวณ

คำนวณหาค่าความถ่วงจำเพาะรวม (Bulk Specific Gravity), ***V.M.A.*** (Voids in Mineral Aggregate), ช่องว่างอากาศ (Air Void), และช่องว่างที่บรรจุบิทูเมน (Voids Filled with Bitumen) ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

www.yotathai.com

**7.1 คำนวณหาปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Effective Asphalt by Weight of Mix)**

สูตร $$b_1 = b - \frac{[x\ (100 - b)]}{100}$$

เมื่อ $b_1$ = แอสฟัลต์ประสิทธิผล (เป็นร้อยละ)
$b$ = ร้อยละ แอสฟัลต์โดยน้ำหนักของส่วนผสม
$x$ = แอสฟัลต์ที่ถูกดูดซึมโดยมวลรวม
( 1 กรัมของแอสฟัลต์ /100 กรัมของมวลรวม)

**7.2 คำนวณหาความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่าง (Bulk Specific Gravity of Specimen)**

สูตร $$g = \frac{d}{(d_1 - e)}$$

เมื่อ $g$ = ความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่าง
$d$ = น้ำหนักของก้อนตัวอย่างชั่งในอากาศ (กรัม)
$d_1$ = น้ำหนักของก้อนตัวอย่างสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (กรัม)
$e$ = น้ำหนักของก้อนตัวอย่างสภาพอิ่มตัวชั่งในน้ำ (กรัม)

**7.3 คำนวณหาร้อยละปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Percent Total Volume of Effective Asphalt)**

สูตร $$i = \frac{(b_1 g)}{G_{ac}}$$

เมื่อ $i$ = ปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล (เป็นร้อยละ)
$G_{ac}$ = ความถ่วงจำเพาะรวมของแอสฟัลต์

**7.4 คำนวณหาร้อยละของมวลรวมในก้อนตัวอย่าง**

สูตร $$j = \frac{(100 - b)}{G_{ag}} g$$

เมื่อ $j$ = ร้อยละของมวลรวมในก้อนตัวอย่าง
$G_{ag}$ = ความถ่วงจำเพาะรวมของมวลรวม

**7.5 คำนวณหาค่าร้อยละช่องว่างอากาศในก้อนตัวอย่าง**

สูตร $$Air\ Voids = 100 - i - j$$

www.yotathai.com

**7.6 คำนวณหา (Voids in Mineral Aggregate)**

สูตร $V.M.A. = 100 - j$

**7.7 คำนวณหา (Voids Filled with Bitumen)**

สูตร $V.F.B. = 100\left(\frac{i}{j}\right)$

**7.8** นำค่าต่าง ๆ ที่คำนวณได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ดังนี้

**7.8.1** ความสัมพันธ์ระหว่าง เสถียรภาพกับร้อยละแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

**7.8.2** ความสัมพันธ์ระหว่าง การไหลกับร้อยละแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

**7.8.3** ความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นของส่วนผสมกับร้อยละแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

**7.8.4** ความสัมพันธ์ระหว่าง ร้อยละ ช่องว่างอากาศกับร้อยละแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

**7.8.5** ความสัมพันธ์ระหว่าง ร้อยละ $V.M.A.$ กับร้อยละแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

**7.8.6** ความสัมพันธ์ระหว่าง ร้อยละ $V.F.B.$ กับร้อยละแอสฟัลต์โดยน้ำหนักของมวลรวม

## 8. การรายงานผล

ให้รายงานตามแบบฟอร์มใน มยผ. 2217 – 57: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall) และ Curve แสดงความสัมพันธ์ ตามข้อ **7.8**

## 9. ข้อควรระวัง

**9.1** อุณหภูมิของวัสดุผสมตาม ข้อ **6.8** ที่ถูกต้องมีดังนี้

**9.1.1** ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าให้เพิ่มความร้อนให้ได้ตามที่กำหนด (145±5 องศาเซลเซียส เมื่อใช้ยางแอสฟัลต์ AC. 60-70)

**9.1.2** ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าให้ทิ้งไว้ให้ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด (145±5 องศาเซลเซียส เมื่อใช้ยางแอสฟัลต์ AC. 60-70)

**9.2** เวลาที่ทำการทดสอบตามข้อ **6.10** ต้องไม่เกิน 40 นาที เพื่อกันมิให้อุณหภูมิของตัวอย่างต่ำกว่าที่ต้องการ

## 10. หนังสืออ้างอิง

**10.1** มาตรฐานกรมโยธาธิการ มยธ.(ท) 607 - 2533: มาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall)

**10.2** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 1559 - 89: Test Method for Resistance of Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus

**10.3** The Asphalt Institute “Mix Design Methods for Asphalt Concrete and The Hot - Mix Types” Manual Series No. 2 (MS-2)

www.yotathai.com

ตารางที่ 1 Stability Correlation Ratios

| ปริมาตรของตัวอย่าง (c.c.) | ความหนาของตัวอย่าง (ประมาณ) (cm.) | (Correlation Ratios) |
|---|---|---|
| 200 – 213 | 2.54 | 5.56 |
| 214 – 225 | 2.70 | 5.00 |
| 226 – 237 | 2.85 | 4.55 |
| 238 – 250 | 3.01 | 4.17 |
| 251 – 264 | 3.18 | 3.85 |
| 265 – 276 | 3.33 | 3.57 |
| 277 – 283 | 3.49 | 3.33 |
| 290 – 301 | 3.65 | 3.03 |
| 302 – 316 | 3.81 | 2.78 |
| 317 - 328 | 3.97 | 2.50 |
| 329 – 340 | 4.13 | 2.27 |
| 341 – 353 | 4.29 | 2.08 |
| 354 – 367 | 4.45 | 1.92 |
| 368 – 379 | 4.60 | 1.79 |
| 380 - 392 | 4.76 | 1.67 |
| 393 – 405 | 4.92 | 1.56 |
| 406 – 420 | 5.08 | 1.47 |
| 421 – 431 | 5.24 | 1.39 |
| 432 – 443 | 5.40 | 1.32 |
| 444 – 456 | 5.56 | 1.25 |
| 457 – 470 | 5.71 | 1.19 |
| 471 – 482 | 5.87 | 1.14 |
| 483 – 495 | 6.03 | 1.09 |
| 496 – 508 | 6.19 | 1.04 |
| 509 - 522 | 6.35 | 1.00* |
| 523 – 535 | 6.51 | 0.96 |
| 536 – 546 | 6.67 | 0.93 |
| 547 – 559 | 6.83 | 0.89 |
| 560 – 573 | 6.98 | 0.86 |
| 574 - 585 | 7.14 | 0.83 |
| 586 – 598 | 7.30 | 0.81 |
| 599 – 610 | 7.46 | 0.78 |
| 611 - 625 | 7.62 | 0.76 |

**หมายเหตุ** 1. ค่า Stability ที่อ่านได้ตามข้อ **6.10** คูณด้วย Correlation Ratios สำหรับความหนาหรือปริมาตรของตัวอย่าง คือ ค่าที่ได้แก้ไขสำหรับตัวอย่างมาตรฐานหนา 6.35 เซนติเมตร (2 1/2 นิ้ว)

2. ความเกี่ยวข้องระหว่างความหนาและปริมาตรตามตารางข้างบนนี้ ใช้สำหรับตัวอย่างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.16 เซนติเมตร (4 นิ้ว)

www.yotathai.com

| โครงการ<br>.....<br>สถานที่ก่อสร้าง.....<br>ผู้รับจ้าง.....<br>ผู้นำส่ง.....<br>ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....<br>ทดสอบวันที่.....แผ่นที่..... | บฟ. มยผ 2217 - 57<br>(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)<br>**การทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีต**<br>**โดยวิธีมาร์แชลล์**<br>ชั้นคุณภาพ..... | ทะเบียนทดสอบ<br>.....<br>ผู้ทดสอบ<br>ผู้ตรวจสอบ<br>ผู้รับรอง |
|---|---|---|

| % AC. Spec. No. | % AC. Spec. No. | | Spec Hgt. cm. | Weight – grams | | | Bulk Vol. cc. | Density | | Volume-% Total | | | Voids-% | | | Unit Wgt. gm/cc. | Stability-Lbs. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | In air | Sat.. Sur. Dry | In water | | Bulk | Max. Theor. | AC. | Agg. | Void | Agg. | Filled | Total | | Meas. | Adjust | Flow 1/10 mm. |
| a | B | $b_1$ | c | d | $d_1$ | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | O | p | q | r |
| % AC. by Wgt. Of Agg. | % AC. by Wgt. of Mix. | % Eff. by Wgt. Of Mix. | | | | | $d_1$-e | d/f | | $\frac{(b_1-g)}{G_{ac.}}$ | $\frac{(100-b)g}{G_{ag.}}$ | 100-i-j | 100-j | i/j | 100-(100g/h) | G | | * | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

* ดูตารางที่ **1**

$$\% \ Effective \ A.C. = b - \frac{[x(100-b)]}{100}$$

Where $x$ = Bitumen Absorption. 1 kg. Of AC./100 kg. Of Agg.

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยผ. 2221 - 57

# มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการหาค่าดรรชนีความยาวของวัสดุเม็ดหยาบ มาตรฐานการทดสอบนี้ได้ปรับปรุงมาจาก BS.812: 1967)

**2. นิยาม**

**"ค่าดรรชนีความยาวของวัสดุ"** หมายถึง มวลของวัสดุที่มีความยาวของส่วนยาวมากกว่า 1.8 เท่าของขนาดเฉลี่ยของวัสดุนั้นคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุที่นำมาทดสอบ

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**4. เครื่องมือ**

เครื่องมือทดสอบประกอบด้วย

**4.1** ช่องวัดความยาว (Length Guage) ประกอบด้วยช่องขนาดต่างๆ หลายขนาด แต่ละช่องมีตัวเลขกำกับอยู่ 2 ตัว ตัวเลขมาก หมายถึงส่วนของตะแกรงที่วัสดุนั้นผ่าน ตัวเลขน้อย เป็นส่วนของตะแกรงที่วัสดุนั้นๆ ค้างอยู่ ตามรูปที่ 1

**4.2** เครื่องเขย่าตะแกรงพร้อมด้วยตะแกรงขนาดต่างๆ ให้เป็นไปตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**4.3** ภาชนะสำหรับใส่วัสดุ

**4.4** เครื่องแบ่งตัวอย่าง

**4.5** เครื่องชั่งชนิดอ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

**5. การเตรียมตัวอย่าง**

**5.1** นำตัวอย่างวัสดุเม็ดหยาบทั้งหมดมาคลุกเคล้ากันให้ทั่ว แล้วทำการแบ่งโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่าง

**5.2** ถ้าวัสดุเม็ดหยาบชื้นหรือเปียก ให้นำไปอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนแห้งแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นก่อนทำการทดสอบ

www.yotathai.com

**5.3** ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบเป็นวัสดุชนิดขนาดเดี่ยว (Single Size) ให้เตรียมตัวอย่างไว้ไม่น้อยกว่า 200 ก้อน

**5.4** ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบมีอยู่หลายขนาดปนกัน ให้ทำการร่อนด้วยเครื่องเขย่าผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ตามต้องการ โดยใช้เวลาประมาณ 15 นาที ปริมาณของวัสดุเม็ดหยาบที่ใช้ร่อนผ่านตะแกรงต่างๆ ให้ใช้ตามตารางที่ **1** ของวิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้างตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**5.5** นำวัสดุเม็ดหยาบขนาดต่างๆ ที่ร่อนแล้วไปชั่ง แล้วแยกเก็บไว้เพื่อทำการทดสอบ สำหรับวัสดุที่ผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ให้ทิ้งไป

## 6. การทดสอบ

**6.1** นำตัวอย่างที่ค้างบนแต่ละตะแกรง ตามข้อ **5** มาทดลองลอดผ่านช่องวัดความยาว โดยใช้ส่วนที่ยาวที่สุดลอดผ่านตรงช่องที่มีตัวเลขเท่ากับตะแกรงที่ค้างนั้นทีละก้อน ให้ทำทุกๆ ขนาดของวัสดุ

**6.2** นำส่วนที่ค้างและส่วนที่ผ่านช่องวัดความยาวของวัสดุแต่ละขนาดไปชั่ง แล้วบันทึกไว้

## 7. การคำนวณ

คำนวณหาดรรชนีความยาวได้จากสูตร

$$\text{ดรรชนีความยาว } (EI) \qquad \frac{\text{มวลรวมของตัวอย่างทุกขนาดที่ค้างช่องวัดความยาว} \times 100}{\text{มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ผ่านและส่วนที่ค้างทั้งหมด}}$$

$$\left(\frac{Y}{X+Y}\right)\times 100$$

เมื่อ $X$ = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ลอดช่องวัดความยาวทุกช่อง มีหน่วยเป็นกรัม

$Y$ = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ค้างช่องวัดความยาวทุกช่อง มีหน่วยเป็นกรัม

## 8. การรายงานผล

ให้รายงานค่าร้อยละของดรรชนีความยาวเป็นเลขจำนวนเต็ม ตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2221 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index)

## 9. ข้อควรระวัง

**9.1** การทดลองสอดวัสดุผ่านช่องวัดความยาว ห้ามไม่ให้ใช้แรงดันเพื่อบังคับให้วัสดุผ่านช่อง

**9.2** การทดลองลอดวัสดุผ่านช่องวัดความยาวทุกครั้ง ต้องให้แกนตามความยาวของวัสดุขนานกับด้านยาวของช่อง ห้ามไม่ให้เอียงวัสดุเพื่อลอดผ่านช่อง

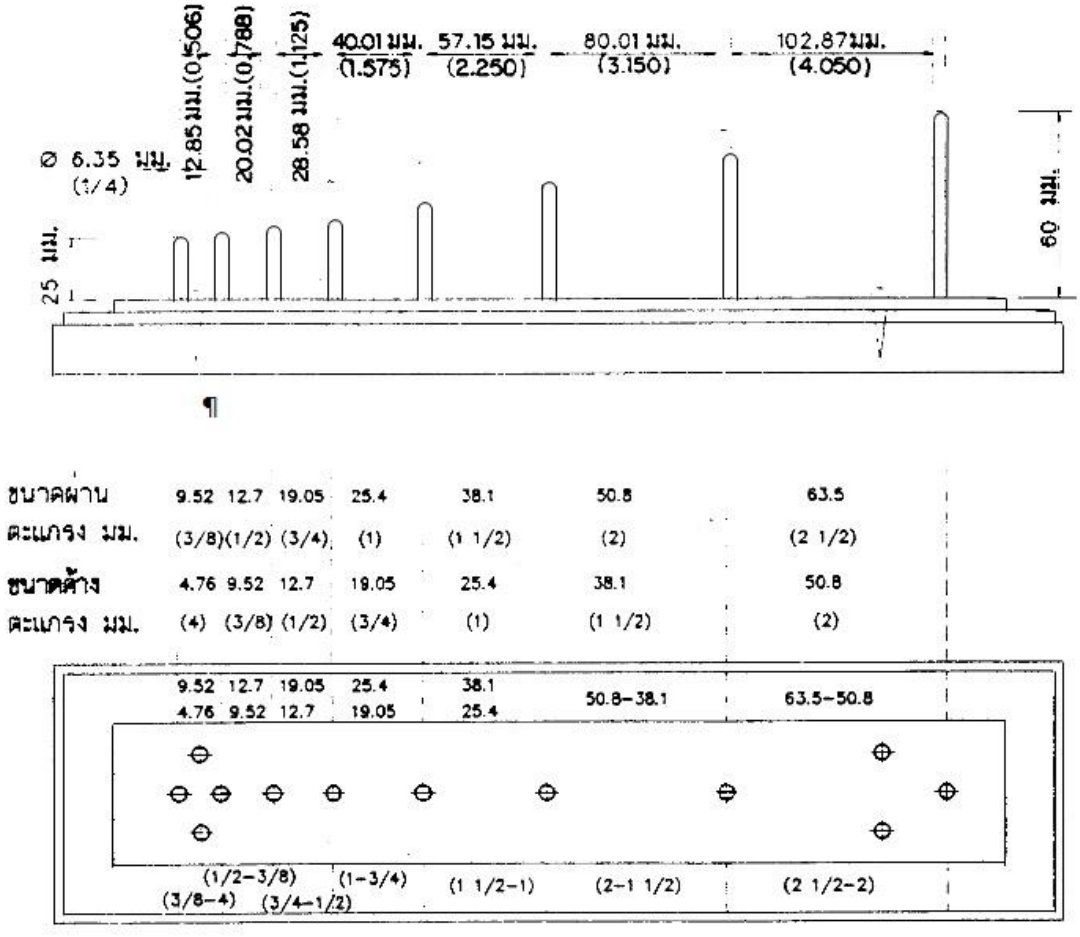
www.yotathai.com

## 10. เอกสารอ้างอิง

**10.1** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 211/2528: วิธีการทดลองการค่าดรรชนีความยาว (Elongation Index) (เทียบเท่า BS 812: 1967)

**10.2** British Standard Institution. Method for Sampling and Testing of Mineral Aggregates, Sands & Fillers , British Standard 812: 1967

www.yotathai.com




**รูปที่ 1 เครื่องมือวัดความยาว (Length Guage)**

www.yotathai.com



อันดับการทดลองที่..... หนังสือที่ .....
เจ้าของตัวอย่าง..... วันที่รับหนังสือ.....
ทางสาย..... วันที่รับตัวอย่าง.....
วันที่ทดลอง..... เจ้าหน้าที่ทดลอง.....

## ดรรชนีความยาว (Elongation Index)

ชนิดของวัสดุ.....
แหล่ง.....

| Sieve Size U.S. Standard Square Opening (mm.) | Gauge length (mm.) | Mass Passing (gm.) | Mass Retained (gm.) | Total Mass X+Y (gm.) | Elongation Index % |
|---|---|---|---|---|---|
| 63.5 - 50.8 (2 1/2”-2”) | 102.87 (4.050”) | | | | |
| 50.8 - 38.1 (2”-1 1/2”) | 80.01 (3.150”) | | | | |
| 38.1 - 25.4 (1 1/2”-1”) | 57.15 (2.250”) | | | | |
| 25.4 - 19.05 (1”-3/4”) | 40.01 (1.575”) | | | | |
| 19.05 - 12.7 (3/4”-1/2”) | 28.58 (1.125”) | | | | |
| 12.7 - 9.52 (1/2”- 3/8”) | 20.02 (0.788”) | | | | |
| 9.52 - 4.76 (3/8”-#4) | 12.85 (0.506”) | | | | |
| | | | | | |

$$(EI) = \left(\frac{\text{Total Mass Retained}}{\text{Total Mass}}\right)\times 100$$

$$= \left(\frac{Y}{X+Y}\right)\times 100$$

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยผ. 2222 - 57

# มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการหาค่าดรรชนีความแบนของวัสดุเม็ดหยาบ (Coarse Aggregate) โดยปรับปรุงมาจาก BS. 812: 1967

**2. นิยาม**

**"ค่าดรรชนีความแบนของวัสดุ"** หมายความว่า มวลของวัสดุที่มีความหนาของด้านแบนน้อยกว่า 3/5 เท่าของขนาดเฉลี่ยของวัสดุนั้น คิดเป็นร้อยละ เมื่อเทียบกับมวลของวัสดุที่นำมาทดสอบ

**3. มาตรฐานอ้างถึง**

มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 2208 – 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**4. เครื่องมือ**

**4.1** ช่องวัดความหนา (Thickness Gauge or Slot Sieve) ประกอบด้วยช่องขนาดต่างๆ หลายขนาด แต่ละช่องมีตัวเลขกำกับอยู่ 2 ตัว ตัวเลขมากหมายถึงส่วนของตะแกรงที่วัสดุนั้นผ่านส่วนตัวเลขน้อยเป็นส่วนของตะแกรงที่วัสดุนั้นๆ ค้างอยู่ ดังรูปที่ **1** หรือรูปที่ **2**

**4.2** เครื่องเขย่าตะแกรงพร้อมด้วยตะแกรงขนาดต่างๆ ให้เป็นไปตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

**4.3** ภาชนะสำหรับใส่วัสดุ

**4.4** เครื่องแบ่งตัวอย่าง

**4.5** เครื่องชั่งชนิดอ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

**5. การเตรียมตัวอย่าง**

**5.1** นำตัวอย่างวัสดุเม็ดหยาบทั้งหมดมาคลุกเคล้ากันให้ทั่ว แล้วทำการแบ่งโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่าง

**5.2** ถ้าวัสดุเม็ดหยาบชื้นหรือเปียก ให้นำไปอบที่อุณหภูมิ 110±5 ซ. จนแห้ง แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นก่อนทำการทดสอบ

**5.3** ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบเป็นวัสดุชนิดขนาดเดี่ยว (Single Size) ให้เตรียมตัวอย่างไว้ไม่น้อยกว่า 200 ก้อน

**5.4** ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบมีอยู่หลายขนาดปนกัน ให้ทำการร่อนด้วยเครื่องเขย่าผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ตามต้องการ โดยใช้เวลาประมาณ 15 นาที ปริมาณของวัสดุเม็ดหยาบที่ใช้ร่อนผ่านตะแกรงต่างๆ ของวิธีการทดสอบหาขนาดเม็ดวัสดุ โดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง ตาม มยผ. 2208 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ (Sieve Analysis)

www.yotathai.com

**5.5** นำวัสดุเม็ดหยาบขนาดต่างๆ ที่ร่อนแล้วไปชั่ง แล้วแยกเก็บไว้เพื่อทำการทดสอบ สำหรับวัสดุที่ผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ให้ทิ้งไป

**6. การทดสอบ**

**6.1** นำตัวอย่างที่ค้างบนแต่ละตะแกรงตามข้อ **4** มาทดลองลอดผ่านช่องวัดความหนา โดยใช้ส่วนที่แบนที่สุดลอดผ่านตรงช่องที่มีตัวเลขเท่ากับตะแกรงที่ค้างนั้นทีละก้อน ให้ทำทุกๆ ขนาดของวัสดุ

**6.2** นำส่วนที่ค้างและส่วนที่ผ่านช่องวัดความหนาของวัสดุแต่ละขนาดไปชั่ง แล้วบันทึกไว้

**7. การคำนวณ**

คำนวณหาดรรชนีความแบนได้จากสูตร

$$\text{ดรรชนีความแบน } (FI) = \frac{\text{มวลของตัวอย่างทุกขนาดที่ลอดผ่านช่องวัดความหนา}}{\text{มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ผ่านและส่วนที่ค้างทั้งหมด}} \times 100$$

$$= \frac{X}{X+Y} \times 100$$

เมื่อ $X$ = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ลอดผ่านช่องวัดความหนาทุกช่องมีหน่วยเป็นกรัม

$Y$ = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ค้างช่องวัดความหนาทุกช่องมีหน่วยเป็นกรัม

**8. การรายงานผล**

ให้รายงานค่าร้อยละของดรรชนีความแบนเป็นเลขจำนวนเต็ม ตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2222 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

**9. ข้อควรระวัง**

การทดสอบวัสดุผ่านช่องวัดความหนา ห้ามไม่ให้กดวัสดุเพื่อบังคับให้วัสดุผ่านช่อง

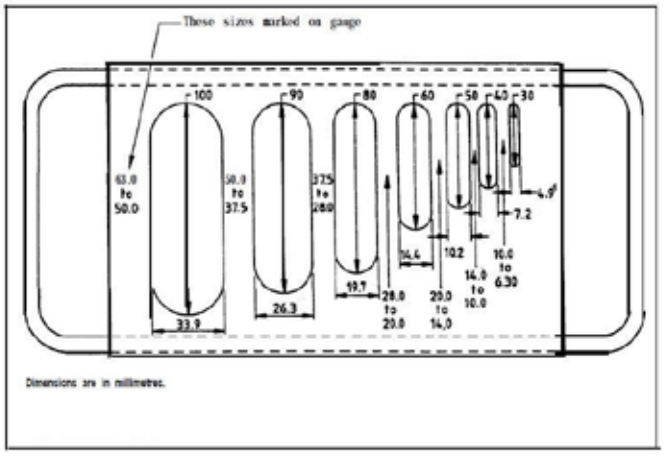
**10. เอกสารอ้างอิง**

**10.1** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 210/2518: วิธีการทดลองหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

**10.2** British Standards Institute. Methods for Sampling and Testing of Mineral Aggregates, Sand & Fillers., British Standard 812: 1967

**10.3** Norman W. Mcleod (1969). The Annual Meeting, Association of Asphalt Paving Technologists, Los Angeles California, Fed 10-12, 1969. A General Method of Design for Seal Coats and Surface Treatments

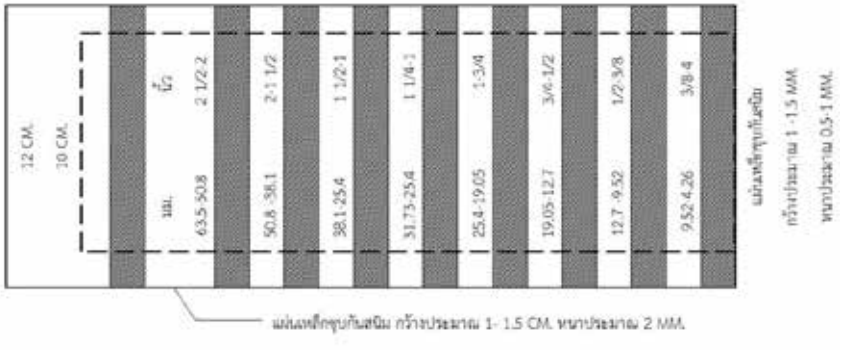
www.yotathai.com




**หมายเหตุ** ขนาดของช่องดูตามตารางที่ 1

**รูปที่ 1 เครื่องมือวัดความหนา ชนิดที่ 1**

(THICKNESS GAUGE OR SLOT SIEVE)




**หมายเหตุ** ขนาดของช่องดูตามตารางที่ 1

| ขนาดของวัสดุ | | | | ขนาดช่องเครื่องมือวัดความหนา | |
|---|---|---|---|---|---|
| ผ่าน | | ค้าง | | มม. | นิ้ว |
| มม. | นิ้ว | มม. | นิ้ว | - | - |
| 63.5 | (2 1/2) | 50 | (2) | 34.29 | 1.350 |
| 50.80 | (2) | 38.10 | (1 1/2) | 26.67 | 1.050 |
| 38.10 | (1 1/2) | 25.40 | (1) | 19.05 | 0.750 |
| 31.75 | (1 1/4) | 25.40 | (1) | 17.15 | 0.675 |
| 25.40 | (1) | 19.05 | (3/4) | 13.34 | 0.525 |
| 19.05 | (3/4) | 12.70 | (1/2) | 9.53 | 0.375 |
| 12.70 | (1/2) | 9.52 | (3/8) | 6.68 | 0.263 |
| 9.52 | (3/8) | 4.76 | 4 | 4.29 | 0.169 |

ความกว้างของช่องเท่ากับ 0.6 เท่า
ของขนาดเฉลี่ยของตะแกรง

**รูปที่ 2 เครื่องมือวัดความหนา ชนิดที่ 2**

(THICKNESS GAUGE OR SLOT SIEVE)

www.yotathai.com

# บฟ. มยผ. 2222 - 57

อันดับการทดสอบที่ ..... หนังสือที่ .....

เจ้าของตัวอย่าง ..... วันที่รับหนังสือ .....

ทางสาย .....

วันที่ทดสอบ ..... วันที่รับตัวอย่าง ..... เจ้าหน้าที่ทดสอบ .....

## ดรรชนีความแบน (Flakiness Index)

ชนิดของวัสดุ .....

แหล่ง ..... กม. .....

| Sieve Size U.S Standard Square Opening (mm.) | Width of Slot sieve (mm.) | Mass Retained X (gm.) | Mass Passing Y (gm.) | Total Mass X+Y (gm.) | Flakiness Index % |
|---|---|---|---|---|---|
| 63.5-50.8 (2 1/2" - 2") | 34.29 (1.350") | | | | |
| 50.8-38.1 (2" - 1 1/2") | 26.67 (1.050") | | | | |
| 38.1-25.4 (1 1/2" - 1") | 19.05 (0.750") | | | | |
| 25.4-19.05 (1" - 3/4") | 13.34 (0.525") | | | | |
| 19.05-12.7 (3/4" - 1/2") | 9.53 (0.375") | | | | |
| 12.7-9.52 (1/2" - 3/8") | 6.68 (0.263") | | | | |
| 9.52-4.76 (3/8" - #4) | 4.29 (0.169") | | | | |
| Total | | | | | |

$$\text{ดรรชนีความแบน } (FI) = \frac{\text{มวลของตัวอย่างทุกขนาดที่ลอดผ่านช่องวัดความหนา}}{\text{มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ผ่านและส่วนที่ค้างทั้งหมด}} \times 100$$

$$= \frac{X}{X+Y} \times 100$$

www.yotathai.com

# มยพ. 2223 - 57

# มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent) โดยปรับปรุงจากมาตรฐาน AASHO T 176 - 70

**2. นิยาม**

**"ค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)"** หมายความว่า ค่าสัดส่วนระหว่างฝุ่นหรือวัสดุประเภทเหมือนดินเหนียวกับวัสดุเม็ดหยาบพวกกรวดหรือทราย

**3. เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ**

**3.1 เครื่องมือ**

**3.1.1** เครื่องมือทดสอบประกอบด้วยกระบอกตวงพลาสติกซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 31.75 มิลลิเมตร (1 1/4 นิ้ว) สูง 431.80 มิลลิเมตร (17 นิ้ว) และมีขีดวัด 318 มิลลิเมตร (15 นิ้ว) แบ่งเป็น 15 ส่วน ส่วนละ 25.4 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) แต่ละส่วนแบ่งออกเป็น 10 ช่อง

**3.1.2** Irrigator Tube (ดูรูปที่ **1**)

**3.1.3** Weighted Foot Assembly ซึ่งประกอบด้วย Sand Reading Indicator ติดอยู่กับแกนห่างจากตัว Foot 254 มิลลิเมตร (10 นิ้ว) ดูรูปที่ **1**

**3.1.4** Siphon Assembly ประกอบด้วยขวดกลมซึ่งบรรจุสารละลาย Calcium Chloride 3.80 ลิตร (1 แกลลอน) ให้ขวดกลมวางสูงจากโต๊ะที่ทำการทดสอบ Sand Equivalent 914±25 มิลลิเมตร (3 ฟุต±1 นิ้ว)

**3.1.5** กระป๋องตวง ( Measuring Can) ขนาด 85±5 มิลลิเมตร ( 3 ออนซ์)

**3.1.6** กรวยปากกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลางตรงปากกรวยขนาดประมาณ 100 มิลลิเมตร

**3.1.7** นาฬิกาจับเวลา

**3.1.8** เครื่องเขย่ากล (Mechanical Shaker) มีประสิทธิภาพได้ 175±2 รอบต่อนาทีและระยะทางเขย่าเท่ากับ 203±1 มิลลิเมตร (8±0.004 นิ้ว) หรืออาจใช้เครื่องเขย่ามือ (Manual Shaker) ก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ **2** และ **3** ตามลำดับ

**3.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ**

**3.2.1** Stock Solution สารละลาย Calcium Chloride เตรียมได้จาก Anhydrous Calcium Chloride 454 กรัม , USP Glycerine 2,050 กรัม และ Formaldehyde 47 กรัม ละลาย Calcium Chloride ในน้ำกลั่น 1,900 มิลลิลิตร (1/2แกลลอน) แล้วนำไปกรองผ่านกระดาษกรองแบบ Rapid Filtering

www.yotathai.com

Filter Paper หรือ Whatman No.12 เติม Glycerine และ Formaldehyde ในสารละลาย ผสมกันจนเข้ากันดี เติมน้ำกลั่นลงไปอีกจนได้สารละลาย 3.80 ลิตร (1 แกลลอน)

**3.2.2** Working Solution เตรียมได้จากการนำเอกสารละลายในข้อ **3.2.1** มาเต็มกระป๋องตวง (85±5 มิลลิลิตร) เติมน้ำกลั่นให้ได้สารละลาย 3.80 ลิตร (1 แกลลอน)

## 4. การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างตากแห้ง (Air-Dry Sample) ที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (4.76 มิลลิลิตร) มา 1 กระป๋องตวง (85±5 มิลลิลิตร) โดยวิธี Quartering หรือใช้ Riffle Splitter อย่างใดอย่างหนึ่ง ควรเคาะกระป๋องกับพื้นแข็งๆ เพื่อให้ได้ตัวอย่างบรรจุในกระป๋องมากที่สุด ใช้ที่ปาดดินปาดวัสดุที่ขอบบนของกระป๋องตวงให้ตัวอย่างเต็มกระป๋องตวง

## 5. การทดสอบ

**5.1** เติมสารละลายที่เตรียมจากข้อ **3.2.2** ลงไปในกระบอกตวงพลาสติกให้สูง 4±0.1 ส่วน (4±0.1 นิ้ว) โดยผ่าน Irrigator Tube วางกรวยปากกลมบนปากกระบอกตวง แล้วเทตัวอย่างจากกระป๋องตวงลงไปในกระบอกตวง ไล่ฟองอากาศโดยใช้ก้นกระบอกตวงกระแทกกับฝ่ามือจนตัวอย่างเปียกโดยทั่วถึงกัน

**5.2** ปล่อยให้วัสดุตัวอย่างแช่ทิ้งไว้โดยไม่ถูกรบกวนเป็นเวลา 10±1 นาที แล้วอุดกระบอกตวงด้วยจุกยางพลิกกระบองตวงคว่ำไปมาพร้อมทั้งเขย่า เพื่อป้องกันมิให้วัสดุตกค้างอยู่ที่ก้นกระบอกตวง

**5.3** การเขย่ากระบอกตวงสามารถทำได้ 3 วิธี ด้วยกัน คือ

**(1)** เขย่าด้วยเครื่องเขย่ากล โดยวางกระบอกตวงพลาสติกซึ่งอุดด้วยจุกยางอยู่ในแนวราบ และอยู่ในลักษณะติดแน่นกับเครื่องเขย่า ตั้งเวลาให้เครื่องเขย่ากลนี้เขย่าเป็นเวลา 45±1 วินาที

**(2)** เครื่องเขย่ามือ โดยยึดกระบอกตวงพลาสติกซึ่งอุดด้วยจุกยางเข้ากับเครื่องโดยใช้สปริงยึด 3 ตัว ตั้งเครื่องนับครั้งเขย่าให้เริ่มที่ศูนย์ ดันเหล็กโยกกระบอกตวงไปในแนวนอนด้านข้าง จนกระทั่งปลายเข็มชี้ที่เครื่องหมายกำหนดระยะทางการเขย่าซึ่งติดอยู่บนกระดาษด้านหลังเครื่องโยกแล้วจึงปล่อยมือให้เหล็กโยกเขย่ากระบอกตวงโดยอิสระ และอาจใช้ปลายนิ้วมือโยกช่วย เพื่อให้การเขย่าเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและเคลื่อนที่ในแนวด้านข้างตามระยะที่กำหนดไว้ การเขย่าที่ถูกต้องสมบูรณ์คือ การโยกที่เมื่อครบรอบครั้งหนึ่งๆ แล้ว ปลายเข็มจะอยู่ภายในขีดความกว้างของเครื่องหมายกำหนดระยะทาง ให้เขย่าเช่นนี้ 100 รอบ

**(3)** ใช้มือเขย่า โดยจับกระบอกตวงด้วยฝ่ามือทั้งสองข้างในแนวราบ ให้ระยะทางเขย่าในแนวราบนี้ยาว 228±25 มิลลิเมตร (9±1 นิ้ว) และให้เขย่า 90 รอบ ในเวลาประมาณ 30 วินาที ดังแสดงในรูปที่ **3** (การนับจำนวนรอบให้นับจากจุดเริ่มต้นเขย่าไปแล้วกลับมาที่จุดเริ่มต้นอีกเป็น 1 รอบ)

**5.4** หลังจากเขย่าโดยวิธีการตามข้อ **5.3** แล้ว นำกระบอกตวงพลาสติกตั้งบนโต๊ะเอาจุกออก หย่อนปลาย Irrigator Tube ลงไปในกระบอกตวง เปิดให้สารละลายในขวดผ่านออกไปล้างวัสดุที่ติดอยู่ข้างๆ กระบอกตวงนั้น จากขอบบนลงไปค่อยๆ หมุนและดัน Irrigator Tube ผ่านชั้นวัสดุเม็ดหยาบลงไปจนถึงก้นกระบอก วัสดุเม็ดละเอียดจะลอยตัวขึ้นมาเป็นของผสมอยู่เหนือพวกเม็ดหยาบ เมื่อของผสมมีระดับอยู่ที่ขีด 15 ส่วน (15 นิ้ว)

www.yotathai.com

ค่อยๆ ยก Irrigator Tube ขึ้น แต่ยังปล่อยให้สารละลายไหลออกเรื่อยๆ จนเมื่อยก Irrigator Tube ออกจากกระบอกตวง ระดับของผสมในกระบอกตวงต้องอยู่ที่ระดับขีดที่ 15 ส่วน (15นิ้ว)

**5.5** ปล่อยกระบอกตวงทิ้งไว้โดยไม่ให้ถูกรบกวนอีก 20 นาที นับเวลาหลังจากเอา Irrigator Tube ออก จะเห็นดินเหนียวลอยอยู่โดยแยกเป็นชั้นอย่างชัดเจน อ่านค่าระดับชั้นบนสุดของดินเหนียวบนกระบอกตวงเป็นค่า “Clay Reading” ถ้าในระยะเวลา 20 นาที ดินเหนียวยังตกตะกอนไม่หมด โดยยังไม่เห็นเป็นชั้นแยกกันอย่างชัดเจนให้ยืดเวลาออกไปแต่ไม่ควรเกิน 30 นาที ถ้าเวลามากกว่า 30 นาที ยังไม่มีการแยกเห็นได้ชัดเจน ให้ทำการทดสอบใหม่ โดยใช้อีก 3 ตัวอย่าง และใช้ค่า “Clay Reading” ของตัวอย่างที่ใช้ระยะเวลาตกตะกอนที่สั้นที่สุด

**5.6** หาค่า “Sand Reading” ได้จากการนำเอา Weighted Foot Assembly ค่อยๆ หย่อนลงในกระบอกตวงไปวางบนวัสดุหยาบหรือทราย อ่านค่าบนกระบอกตวงระดับบนสุดของ Indicator แล้วลบด้วย 10 จะได้ค่า “Sand Reading”

**5.7** ค่าของ “Clay Reading” และ “Sand Reading” ให้ใช้ทศนิยมเพียง 1 ตำแหน่งเท่านั้น ในกรณีที่อ่านทศนิยมได้มากกว่า 1 ตำแหน่ง ให้ปัดไปในด้านมากจนเหลือทศนิยม 1 ตำแหน่ง เช่น อ่านได้ 3.22 ให้ใช้ 3.3 เป็นต้น

## 6. การคำนวณ

ค่า Sand Equivalent (**S.E.**) หาได้จากสูตร

$$\mathbf{S.E.} = \frac{\textbf{Sand Reading}}{\textbf{Clay Reading}} \times 100$$

ถ้าค่า **S.E.** ไม่เป็นเลขจำนวนเต็มให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็มทั้งหมด เช่น ค่า **S.E.** ได้เท่ากับ 41.25 ให้ใช้ค่า **S.E.** เป็น 42 เป็นต้น

## 7. การรายงานผล

ให้รายงานผลในแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2223 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความสมมูลย์ของทราย (Sand Equivalent)

## 8. ข้อควรระวัง

**8.1** สถานที่ใช้ในการทดลองต้องเป็นที่ซึ่งปราศจากการสั่นสะเทือน ซึ่งจะทำให้อัตราการตกตะกอนผิดไป

**8.2** ไม่ควรวางกระบอกตวงพลาสติกในแสงแดด

**8.3** ระวังมิให้ทรายหรือดินไปอุดตันที่ปลายของ Irrigator Tube

www.yotathai.com

## 9. เอกสารอ้างอิง

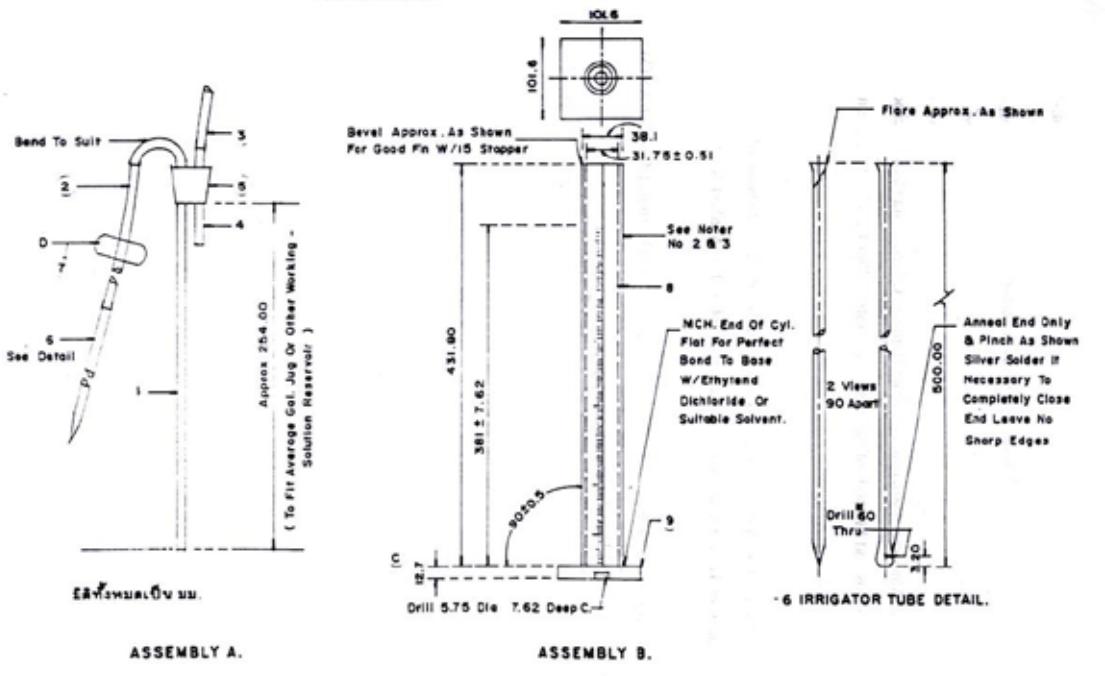
**9.1** มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 203/2518: วิธีการทดลองหาค่า Sand Equivalent

**9.2** The American Association of State Highway Official. Standard Specifications for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing, Part II , AASHO Designation: T 176 - 70

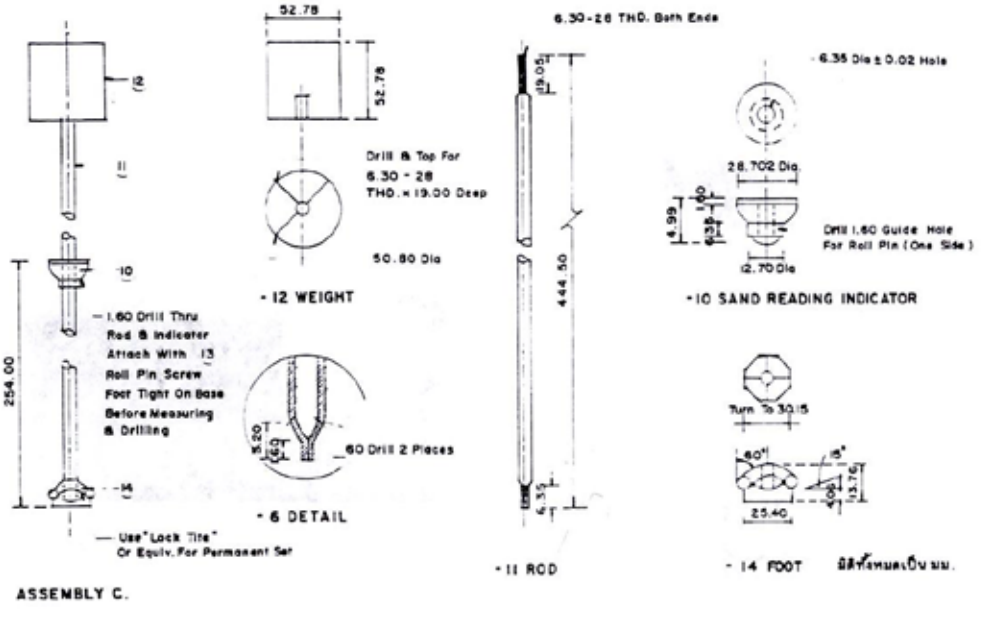
**9.3** State of California, Department of Public Works, Division of Highways. Materials Manual of Testing and Control Procedures, Vol. I Test Method No. Calif. 217 - B.

**9.4** The American Society for Testing and Materials, ASTM Standards, ASTM D 2419 - 71: Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate

www.yotathai.com

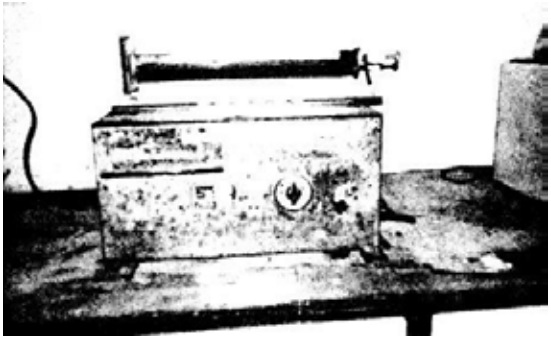



รูปที่ 1 ชุดเครื่องมือทดสอบหาค่า Sand Equivalent (1)




รูปที่ 1 ชุดเครื่องมือทดสอบหาค่า Sand Equivalent (2)

www.yotathai.com



รูปที่ 2 Mechanical Shaker

รูปที่ 3 Manual Shaker

www.yotathai.com



อันดับการทดสอบที่ ..... หนังสือที่ .....
เจ้าของตัวอย่าง ..... วันที่รับหนังสือ .....
ทางสาย .....
วันที่ทดสอบ ..... วันที่รับตัวอย่าง ..... เจ้าหน้าที่ทดสอบ .....

## Plastic Fine in Graded Aggregates

## Sand Equivalent Test

| Sample No. | Source | Sand Reading | Clay Reading | $S.E. = \frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$ | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ผลการทดสอบนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่กองวิเคราะห์และวิจัยและทดสอบได้รับเท่านั้น

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยพ. 2224 - 57

# มาตรฐานการทดสอบการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงการทดสอบเพื่อหาค่าร้อยละของการหลุดออกระหว่างแอสฟัลต์กับวัสดุ Aggregate ซึ่งได้ปรับปรุงมาจากวิธีการทดสอบของ The Dept. of Main Roads, N.S.W. ประเทศออสเตรเลีย

**2. นิยาม**

**"การหลุดออก (Stripping)"** หมายความว่า ค่าสัดส่วนระหว่างปริมาณแอสฟัลต์ที่เคลือบและไม่เคลือบอยู่บนผิวหน้าของวัสดุ Aggregate ก้อนหนึ่ง

**3. เครื่องมือ**

**3.1** ถาดสังกะสีหรือฝากระป๋องที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร ขอบสูงประมาณ 1 เซนติเมตร จำนวน 2 ถาด

**3.2** เตาอบ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 60° ซ.

**3.3** อ่างน้ำชนิด Thermostatic water bath สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 50° ซ.

**3.4** เทอร์โมมิเตอร์ ขนาด 0–110° ซ. จำนวน 2 อัน

**3.5** คีมปากจิ้งจก

**4. การเตรียมตัวอย่าง**

**4.1** เลือกวัสดุ Aggregate ขนาดประมาณ 12.7–25.4 มิลลิเมตร (ห้ามทำการร่อน) ที่มีผิวหน้าใดหน้าหนึ่งเรียบและความหนาพอที่คีมจะจับถึงได้มา 50 ก้อน

**4.2** ให้ความร้อนแอสฟัลต์ ตามอุณหภูมิของแอสฟัลต์แต่ละชนิดที่ใช้ทำการก่อสร้าง ตามตารางต่อไปนี้

**ตารางอุณหภูมิของแอสฟัลต์ที่ใช้ทำการก่อสร้าง**

| ชนิดของแอสฟัลต์ | อุณหภูมิที่ใช้ทำการก่อสร้าง (° ซ.) |
|---|---|
| RC - 3000 | 120–160 |
| RC - 800 | 100-120 |
| RC - 250 | 80-110 |
| CRS - 1 | 45-75 |
| CRS - 2 | 60-80 |
| AC 60 - 70 | 140-175 |
| AC 80 - 100 | 140-175 |
| AC 120 - 150 | 140-175 |

www.yotathai.com

**5. การทดสอบ**

**5.1** เทแอสฟัลต์ที่ได้เตรียมไว้แล้วตามข้อ **4.** ลงในถาดทั้งสอง โดยให้แอสฟัลต์มีความหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร หรือใช้น้ำหนักแอสฟัลต์ประมารถาดละ 25 กรัม แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิปกติ

**5.2** นำวัสดุ Aggregate ตามข้อ 4. กดด้านที่เรียบลงบนผิวแอสฟัลต์เบาๆ ให้ผิวหน้าจมในแอสฟัลต์ ถาดละ 25 ก้อน แล้วเอาเข้าอบที่อุณหภูมิ 60° ซ. สำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์ใช้เวลา 24 ชั่วโมง สำหรับ Cutback Asphalt และ Emulsified Asphalt ใช้เวลา 48 ชั่วโมง

**5.3** หลังจากอบแล้ว ให้นำลงไปแช่น้ำในอ่างที่อุณหภูมิ 50° ซ. เป็นเวลา 4 วัน แล้วเอาไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 25 - 30° ซ. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

**5.4** นำเอาถาดขึ้นจากน้ำ แล้วดึงเอาวัสดุ Aggregate ออก โดยใช้คีมคีบขึ้นทีละก้อนพยายามดึงด้วยแรงที่เท่าๆ กัน

**5.5** พิจารณาวัสดุ Aggregate ที่ได้ดึงออกมา และให้คะแนนแต่ละก้อน ดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ก.** ผิวหน้าของวัสดุ Aggregate | ก้อนใดที่ไม่มีแอสฟัลต์เคลือบอยู่เลย | ให้ 1.00 | คะแนน |
| **ข.** ผิวหน้าของวัสดุ Aggregate | ก้อนใดที่มีแอสฟัลต์เคลือบอยู่น้อยกว่าครึ่งหน้า | ให้ 0.75 | คะแนน |
| **ค.** ผิวหน้าของวัสดุ Aggregate | ก้อนใดที่มีแอสฟัลต์เคลือบอยู่ครึ่งหน้า | ให้ 0.50 | คะแนน |
| **ง.** ผิวหน้าของวัสดุ Aggregate | ก้อนใดที่มีแอสฟัลต์เคลือบอยู่มากกว่าครึ่งหน้า | ให้ 0.25 | คะแนน |
| **จ.** ผิวหน้าของวัสดุ Aggregate | ก้อนใดที่มีแอสฟัลต์เคลือบเต็มหน้า | ให้ 0 | คะแนน |

**6. การคำนวณ**

$$\textbf{ค่าร้อยละการหลุดออก} = \frac{\textbf{ผลบวกของคะแนนทั้งหมด (ตามข้อ 5.5)}}{\textbf{จำนวนก้อนวัสดุ Aggregate ทั้งหมด}} \times 100\ \%$$

แล้วนำค่าของทั้งสองถาดมาเฉลี่ยเป็นค่าร้อยละการหลุดออกของวัสดุ Aggregate นั้น

**7. การรายงานผล**

ให้รายงานตามแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2224 - 57: มาตรฐานการทดสอบการหลุดลอก (Stripping) โดยวิธี Plate Test

**8. ข้อควรระวัง**

ในการเลือกวัสดุ Aggregate ห้ามทำการร่อน เพื่อป้องกันมิให้ฝุ่นที่จับก้อนวัสดุอยู่เดิมหลุดออก

**9. เอกสารอ้างอิง**

มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 605/2518: วิธีการทดลองการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test

www.yotathai.com

**บฟ. มยผ. 2224 - 57**

**กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ**

**กรมโยธาธิการและผังเมือง**

**อันดับการทดสอบที่** ..... **หนังสือที่** .....

**เจ้าของตัวอย่าง** ..... **วันที่รับหนังสือ** .....

**ทางสาย** ..... **วันที่รับตัวอย่าง** .....

**เจ้าหน้าที่ทดสอบ** ..... **วันที่ทดลอง** .....

## การหลุดออกโดยใช้ Plate Test

| ถาดที่ 1 (ใช้ AC. 60 - 70) | | | ถาดที่ 2 (ใช้ AC. 60 - 70) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| หมายเลข | คะแนน | หมายเหตุ | หมายเลข | คะแนน | หมายเหตุ |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ร้อยละการหลุดออก ถาดที่ 1 =

ถาดที่ 2 =

ค่าเฉลี่ย =

ผลการทดสอบนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุได้รับเท่านั้น

www.yotathai.com

www.yotathai.com

# มยพ. 2225 - 57

# มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

**1. ขอบข่าย**

มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงวิธีการทดสอบเพื่อหาค่าความคงทนของมวลรวมในสารละลายอิ่มตัวโซเดียมซัลเฟตหรือแมกนีเซียมซัลเฟต เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการช่วยพิจารณาค่าความคงทนของมวลรวมที่ถูกกระทำในสภาพดินฟ้าอากาศ โดยเฉพาะมวลรวมที่ได้จากแหล่งที่มีข้อมูลในการทนต่อกระบวนการถูกทำลายทางธรรมชาติมีไม่เพียงพอ

**2. นิยาม**

**“ค่าความคงทน (Soundness)”** หมายความว่า ค่าความต้านทานต่อการแตกแยกของมวลรวมในสารละลายอิ่มตัวโซเดียมซัลเฟตหรือแมกนีเซียมซัลเฟต โดยในการกำหนดค่าคงทนจะต้องระบุชนิดของสารละลายและจำนวนรอบของการทดสอบอย่างชัดเจน

**3. เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ**

**3.1 เครื่องมือ**

**3.1.1** ตะแกรง ช่องผ่านเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดช่องผ่านของตะแกรงจะต้องสอดคล้องกับ ASTM E 11 หรือเทียบเท่า โดยมีขนาดต่างๆ ตามตารางที่ **1**

**ตารางที่ 1**

| **ขนาดตะแกรงที่ใช้ มิลลิเมตร** | |
|---|---|
| **มวลรวมเม็ดละเอียด** | **มวลรวมเม็ดหยาบ** |
| 0.150 (เบอร์ 100) | 8.0 (5/16”) |
| 0.30 (เบอร์ 50) | 9.5 (3/8”) |
| 0.60 (เบอร์ 30) | 12.5 (1/2”) |
| 1.18 (เบอร์ 16) | 16.0 (5/8”) |
| 2.36 (เบอร์ 8) | 19.0 (3/4”) |
| 4.00 (เบอร์ 5) | 25.0 (1”) |
| 4.75 (เบอร์ 4) | 31.5 (1 1/4”) |
| | 37.5 (1 1/4”) |
| | 50 (2”) |
| | 63 (2 1/2”) |
| | ขนาดโตกว่านี้ให้ใช้ตะแกรงที่มีขนาดใหญ่ขึ้นทีละ 1/2นิ้ว |

www.yotathai.com

**3.1.2** ภาชนะบรรจุสำหรับใส่ตัวอย่างมวลรวมแช่ลงในสารละลาย จะต้องมีรูพรุนเพียงพอเพื่อที่จะให้สารละลายไหลเข้าได้สะดวก และสามารถระบายออกได้โดยที่ไม่ทำให้มวลรวมสูญหาย ภาชนะบรรจุตัวอย่างอาจใช้ตะกร้าที่ทำจากลวดตาข่าย หรือตะแกรงที่มีช่องเปิดที่เหมาะสมได้

**3.1.3** เครื่องควบคุมอุณหภูมิ ใช้ควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างให้อยู่ในช่วงที่กำหนด ตลอดเวลาที่แช่อยู่ในสารละลายโซเดียมซัลเฟต หรือแมกนีเซียมซัลเฟต

**3.1.4** ตาชั่ง

(1) สำหรับมวลรวมเม็ดละเอียด ตาชั่งต้องชั่งได้ไม่น้อยกว่า 500 กรัม และชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

(2) สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบ ตาชั่งต้องชั่งได้ไม่น้อยกว่า 5,000 กรัม และชั่งได้ละเอียดถึง 1.0 กรัม

**3.1.5** เตาอบต้องสามารถให้ความร้อนได้อย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส และอัตราการระเหยที่ช่วงอุณหภูมิดังกล่าว จะต้องไม่น้อยกว่า 25 กรัมต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งตลอดช่วงเวลานี้ประตูของเตาอบจะต้องปิดสนิท อัตราการระเหยดังกล่าวสามารถหาได้จากการระเหยของน้ำที่บรรจุในถ้วยทนความร้อนทรงเตี้ย (Griffin Low-Form Beakers) ขนาด 1 ลิตร จำนวนของน้ำ 500 กรัม อุณหภูมิ 21±2 องศาเซลเซียส แล้วนำถ้วยแก้วที่บรรจุน้ำวางไว้ทุกมุมและตรงกลางของทุกชั้นของเตาอบให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิคงที่ที่ 110±5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ติดต่อกัน ค่าการระเหยหาได้จากค่าเฉลี่ยของน้ำที่หายไปในทุกจุด และขณะทดสอบหาค่าระเหยนี้ ภายในเตาอบจะต้องมีเฉพาะถ้วยแก้วบรรจุน้ำอยู่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น

**3.1.6** เครื่องมือวัดความถ่วงจำเพาะ ต้องเป็นเครื่องมือที่เหมาะสม ทำจากแก้วอย่างดี เช่น ไฮโดรมิเตอร์ มีความเที่ยงตรงแม่นยำ สามารถอ่านค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลายได้ละเอียดถึง 0.001

## 3.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดสอบ

**3.2.1** เตรียมสารละลายที่ใช้ในการทดสอบโซเดียมซัลเฟต หรือ แมกนีเซียมซัลเฟต อย่างหนึ่งอย่างใดตามข้อ **3.2.2** หรือ **3.2.3** ให้มีปริมาตรอย่างน้อย 5 เท่า ของปริมาณของตัวอย่างที่จะนำมาแช่ในการทดสอบแต่ละครั้ง

**3.2.2** สารละลายโซเดียมซัลเฟต เตรียมสารละลายอิ่มตัวได้จากการละลายเกลือโซเดียมซัลเฟตเกรด USP หรือเทียบเท่า ในน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส เพิ่มจำนวนของเกลือผง ($Na_2SO_4$) หรือเกลือผลึก ($Na_2SO_4.10H_2O$) ให้เพียงพอ จนแน่ใจว่าสารละลายไม่เพียงแต่จะอิ่มตัวเท่านั้น แต่จะต้องตกผลึกส่วนเกินให้เห็นด้วย เมื่อพร้อมที่จะใช้ในการทดสอบ คนให้เข้ากันขณะผสมเกลือลงไป และจะต้องหมั่นคนอยู่เสมอจนกว่าจะใช้งาน เพื่อป้องกันการระเหยและสิ่งสกปรกตกลงไป ให้ปิดฝาภาชนะบรรจุไว้ ทำสารละลายให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 21±1 องศาเซลเซียส คนอีกครั้งหนึ่ง แล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ก่อนจะนำไปใช้ทดสอบ หากมีผลึกเกลือปรากฏให้เห็นก่อนการใช้ในแต่ละครั้ง ต้องทำผลึกเกลือให้แตกคนให้ทั่วแล้ว จึงตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลาย ขณะใช้งานสารละลายจะต้องมีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.151-1.174 สารละลายที่มีสีผิดไปจากเดิมให้นำทิ้งไป หรืออาจกรองแล้วตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะใหม่ก่อนนำมาใช้

www.yotathai.com

สำหรับสารละลายโซเดียมซัลเฟต ถ้าใช้เกลือผง ($Na_2SO_4$) 215 กรัม หรือเกลือผลึก ($Na_2SO_4 .10H_2O$) 700 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร แล้วจะอิ่มตัวที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าสารละลายนี้อิ่มตัว แต่ก็อาจจะยังไม่คงตัวเต็มที่ดังกล่าว คือ ยิ่งถ้าต้องการให้มีการตกผลึกส่วนเกินให้เห็นด้วยแล้ว ก็ควรเพิ่มการใช้เกลือผงไม่น้อยกว่า 350 กรัม หรือเพิ่มเกลือผลึกเป็นไม่น้อยกว่า 750 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร

โดยทั่วไปเกลือโซเดียมซัลเฟตชนิดผงที่มีอยู่ในท้องตลาด ซึ่งพอจะอนุโลมเรียกเป็นเกลือผง ($Na_2SO_4$) ได้นั้น สามารถใช้ทำสารละลายได้ดีที่สุด ทั้งยังประหยัดกว่าเกลือผงแท้จริงอีกด้วย ส่วนเกลือผลึก ($Na_2 SO_4 10H_2O$) นั้น เมื่อผสมกับน้ำ จะทำให้สารละลายที่ได้เย็นตัวลงเร็วกว่าปกติ ทำให้การผสมให้เข้ากันเป็นไปได้ค่อนข้างยาก

**3.2.3** สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต เตรียมสารละลายอิ่มตัวได้จากการละลายเกลือแมกนีเซียมเกรด USP หรือ เทียบเท่าในน้ำที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เพิ่มจำนวนของเกลือผง ($Mg SO_4$) หรือเกลือผลึก ($Mg SO_4.7H_2O$) ให้เพียงพอ จนแน่ใจว่าสารละลายไม่เพียงแต่จะอิ่มตัวเท่านั้น แต่จะต้องตกผลึกส่วนเกินให้เห็นด้วย เมื่อพร้อมที่จะใช้ในการทดสอบ คนให้เข้ากันขณะผสมเกลือลงไป และจะต้องหมั่นคนอยู่เสมอจนกว่าจะใช้งาน เพื่อป้องกันการระเหยและสิ่งสกปรกตกลงไปให้ปิดฝาภาชนะบรรจุไว้ ทำสารละลายให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 21±1 องศาเซลเซียส คนอีกครั้งหนึ่งแล้วทิ้งไว้อุณหภูมินี้เป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ก่อนจะนำไปใช้ทดสอบ หากมีผลึกเกลือปรากฏให้เห็นก่อนการใช้ในแต่ละครั้ง ต้องทำผลึกเกลือให้แตก คนให้ทั่วแล้วจึงตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลาย ขณะใช้งานสารละลายจะต้องมีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.295-1.308 สารละลายที่มีสีผิดปกติไปจากเดิม ให้นำทิ้งไป หรืออาจกรองแล้วตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะใหม่ก่อนนำมาใช้

สำหรับสารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต ถ้าใช้เกลือผง ($Mg SO_4$) 350 กรัม หรือเกลือผลึก ($M_g SO_4.7H2O$) 1,230 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร แล้ว จะอิ่มตัวที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าสารละลายนี้จะอิ่มตัว แต่ก็อาจจะยังไม่คงตัวเต็มที่นัก ซึ่งเกลือผงจะให้สารละลายที่คงตัวเต็มที่ดีกว่าเกลือผลึก กล่าวคือ ยิ่งถ้าต้องการให้มีการตกผลึกส่วนเกินให้เห็นด้วยแล้ว ก็ควรเพิ่มเกลือผลึกไม่น้อยกว่า 1400 กรัม ผสมกับน้ำ 1 ลิตร

## 4. การเตรียมตัวอย่าง

**4.1** มวลรวมเม็ดละเอียด สำหรับมวลรวมเม็ดละเอียดที่จะนำมาใช้ในการทดสอบจะต้องผ่านตะแกรงขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8นิ้ว) ทั้งหมด นำมวลรวมเม็ดละเอียดดังกล่าวมาร่อนผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ตามตารางที่ 2 จากผลการทดสอบการแบ่งขนาดส่วนของมวลรวมเม็ดละเอียดที่จะนำมาใช้ในการทดสอบหาค่าความคงทนจะต้องมีปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป และมวลที่ใช้ในการทดสอบแต่ละช่วงขนาดตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 จะต้องไม่น้อยกว่า 100 กรัม

www.yotathai.com

**ตารางที่ 2 ขนาดตะแกรงและมวลของมวลรวมเม็ดละเอียดที่ใช้ในการทดสอบ**

| ขนาดตะแกรง (มิลลิเมตร) | | มวล (กรัม) |
|---|---|---|
| ผ่าน | ค้าง | |
| 0.60 (เบอร์ 30) | 0.30 (เบอร์ 50) | 100 |
| 1.18 (เบอร์ 16) | 0.60 (เบอร์ 30) | 100 |
| 2.36 (เบอร์ 8) | 1.18 (เบอร์ 16) | 100 |
| 4.75 (เบอร์ 4) | 2.36 (เบอร์ 8) | 100 |
| 9.5 (3/8) | 4.75 (เบอร์ 4) | 100 |

**4.2** มวลรวมเม็ดหยาบ สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบที่จะนำมาใช้ในการทดสอบ จะต้องร่อนเอาส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ออกให้หมด นำมวลเม็ดหยาบดังกล่าวมาร่อนผ่านตะแกรงต่างๆ ตามตารางที่ 3 จากผลการทดสอบการแบ่งขนาดของมวลรวมเม็ดหยาบที่จะนำมาใช้ในการทดสอบหาค่าความคงทนจะต้องมีปริมาณในแต่ละช่วงขนาดที่ใช้ในการทดสอบตั้งแต่ร้อยละ 5 ขึ้นไป และมวลที่ใช้ในการทดสอบแต่ละช่วงขนาดตามตารางที่ **3**

**4.3** มวลรวมที่จะใช้ทดสอบประกอบด้วยมวลเม็ดละเอียดและมวลรวมเม็ดหยาบ โดยที่มีส่วนค้างตะแกรงขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8นิ้ว) มากกว่าร้อยละ 10 โดยมวล และมีส่วนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) มากกวาร้อยละ 10 โดยมวล แล้วให้แบ่งตัวอย่างออกเป็นส่วนละเอียดที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4 ) และทดสอบตามวิธีการทดสอบมวลรวมเม็ดหยาบกับส่วนที่ค้างตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ตามลำดับ การรายงานผลให้แยกรายงานค่าส่วนที่ไม่คงทนของส่วนละเอียดและส่วนหยาบ และรายงานร้อยละของส่วนละเอียดและส่วนหยาบที่มีอยู่ในมวลรวมทั้งหมดด้วย

**ตารางที่ 3 มวลของมวลรวมเม็ดหยาบที่ใช้ในการทดสอบ**

| ขนาดที่ใช้ทดสอบ (มิลลิเมตร) | ขนาดตะแกรง (มิลลิเมตร) | | มวล (กรัม) |
|---|---|---|---|
| | ผ่าน | ค้าง | |
| 9.5 (3/8) - 4.75 (เบอร์ 4) | 9.5 (3/8”) | 4.75 (เบอร์ 4) | 300±5 |
| 19.0 (3/4”) - 9.5 (3/8”) ประกอบด้วย | <br>12.5 (1/2”)<br>19.0 (3/4”) | <br>9.5 (3/8”)<br>12.5 (1/2”) | 1,000±10<br>330±5<br>670±10 |
| 37.5 (1 1/2”) - 19.0 (3/4”) ประกอบด้วย | 25.0 (1”)<br>37.5 (1 1/2”) | 19.0 (3/4”)<br>25.0 (1”) | 1,500±50<br>500±30<br>1,000±50 |
| 63 (2 1/2”) – 37.5 (1 1/2”) ประกอบด้วย | 50 (2”)<br>63 (2 1/2”) | 37.5 (1 1/2”)<br>50 (2”) | 5,000±30<br>2,000±200<br>3,000±300 |
| ขนาดที่โตกว่านี้ให้แบ่งเป็นช่วง ช่วงละ 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และใช้มวลในแต่ละช่วง | | | 7,000±1,000 |

www.yotathai.com

**หมายเหตุ** **(1)** ในกรณีของขนาดที่ใช้ทดสอบ ประกอบด้วยมวลรวมเม็ดหยาบ 2 ช่วง แต่ละมวลของช่วงหนึ่งช่วงใดขาดหายไปบ้าง โดยมวลไม่เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ **3** ไม่ควรเอามวลของอีกขนาดหนึ่งมาทดแทนกัน โดยดำเนินการขอตัวอย่างเพิ่มจนได้มวลตามที่กำหนด

**(2)** ในกรณีของขนาดที่ใช้ทดสอบอยู่ในช่วงที่ตารางที่ **3** กำหนดว่า ประกอบด้วยมวลรวมรวมเม็ดหยาบ 2 ช่วงแล้ว แต่ขนาดของช่วงหนึ่งช่วงใดขาดหายไปหมด เช่น ในกรณีของวัสดุ Single Size อาจใช้มวลของขนาดที่มีอยู่มาทำการทดสอบแทนอนุโลม

## 5. การทดสอบ

### 5.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อการทดสอบ

**5.1.1** สำหรับมวลรวมละเอียด ให้ล้างตัวอย่างบนตะแกรงขนาด 0.30 มิลลิเมตร (เบอร์ 50) อบจนมวลคงที่ที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส แยกขนาดของวัสดุ โดยใช้ตะแกรงขนาดต่างๆ ตามตารางที่ **2** เลือกตัวอย่างให้มีมวลเกินกว่า 100 กรัม บนแต่ละชั้นของตะแกรงไว้ทำการทดสอบ (โดยทั่วไปเตรียมไว้ประมาณ 110 กรัม) อย่านำวัสดุที่ติดค้างระหว่างช่องตะแกรงมาทดสอบ ชั่งมวลของแต่ละตัวอย่างแยกจากกันให้ได้ตัวอย่างละ 150±5 กรัม แยกบรรจุในภาชนะตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้ใช้ในการทดสอบต่อไป

**5.1.2** สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบ ให้ล้างตัวอย่างแล้วอบจนมีมวลคงที่ที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส แยกขนาดของวัสดุโดยใช้ตะแกรงขนาดต่างๆ ตามตารางที่ **3** แยกชั่งมวลของตัวอย่างที่ค้างอยู่บนแต่ละชั้นของตะแกรงให้ได้มวลตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ **3** และถ้าขนาดที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยมวลรวม 2 ช่วงแล้ว ให้รวมมวลกันให้ได้ตามที่กำหนดไว้ จดบันทึกมวลที่ในการทดสอบและมวลของส่วนประกอบแต่ละขนาดด้วย สำหรับตัวอย่างของวัสดุที่มีขนาดโตกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) จะต้องนับจำนวนก้อนในแต่ละขนาดที่ใช้ในแต่ละขนาดที่ใช้ทดสอบและจดบันทึกไว้ด้วย

### 5.2 การทดสอบ

**5.2.1** แช่ตัวอย่างลงในสารละลายโซเดียมซัลเฟตหรือแมกนีเซียมซัลเฟตเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 18 ชั่วโมง สารละลายจะต้องท่วมตัวอย่างอย่างน้อย 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ปิดฝาภาชนะบรรจุตัวอย่างที่กำลังทดสอบ เพื่อลดการระเหยของสารละลายและป้องกันสิ่งแปลกปลอมอื่นตกลงไปในสารละลาย และตลอดระยะเวลาที่แช่ตัวอย่างทดสอบจะต้องรักษาและควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่อุณหภูมิ 21±1 องศาเซลเซียส

สำหรับมวลรวมที่มีมวลเบามาก เมื่อแช่ตัวอย่างลงในสารละลายขณะทำการทดสอบ อาจใช้ตะแกรงที่มีน้ำหนักเหมาะสมปิดทับเพื่อให้ตัวอย่างจมในสารละลาย

**5.2.2** หลังจากแช่จนได้กำหนดเวลาแล้ว ให้นำตัวอย่างมวลรวมออกจากสารละลาย ปล่อยทิ้งไว้อีก 15±5 นาที เพื่อให้สารละลายที่อาจมีติดค้างอยู่ตามเม็ดตัวอย่างไหลออกหมด แล้วนำไปเข้าเตาอบซึ่งได้ทำให้มีความร้อนที่อุณหภูมิคงที่ที่ 110±5 องศาเซลเซียสอยู่ก่อนแล้ว อบตัวอย่างที่อุณหภูมินั้นจนตัวอย่างมีมวลคงที่

www.yotathai.com

สำหรับระยะเวลาในการอบจนมวลคงที่นั้น ให้ใช้เวลาที่ได้จากการทดสอบ โดยเอาตัวอย่างบรรจุจนเต็มเตาอบที่มีอุณหภูมิคงที่ 110±5 องศาเซลเซียส แล้วทำการตรวจสอบมวลที่หายไปของตัวอย่างโดยนำออกมาชั่งทั้งที่ยังร้อนอยู่ หลังจากอบไปแล้วทุกช่วง 2-4 ชั่วโมง ทำการตรวจสอบหลายๆ ครั้งจนแน่ใจว่าได้มวลที่คงที่แล้ว เวลาที่ใช้ในการอบขึ้นอยู่กับสภาพของตัวอย่างและตำแหน่งที่วาง ซึ่งควรจะเป็นไปตามข้อ **3.1.5** การพิจารณาว่ามวลคงที่ก็ต่อเมื่อมวลมีการเปลี่ยนแปลงไปไม่เกินร้อยละ 0.1 ในช่วง 4 ชั่วโมง ของการอบ และเมื่อตัวอย่างมีมวลคงที่แล้วให้ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วดำเนินตามข้อ **5.2.1**

**หมายเหตุ** เวลาที่ใช้ในการอบเพื่อให้มวลของตัวอย่างที่จะต้องพิจารณาหลายๆ ด้าน ประสิทธิภาพของการอบจะลดลงเรื่อยๆ ตามจำนวนรอบในการทดสอบ ทั้งนี้เนื่องจากเกลือที่ติดที่ผิวของตัวอย่าง และอาจจะเนื่องมาจากการเพิ่มพื้นที่ผิวที่แตกของตัวอย่าง ขนาดที่แตกต่างกันของเม็ดตัวอย่าง ก็ทำให้เวลาในการแห้งของตัวอย่างต่างกันไป ตัวอย่างเม็ดเล็กจะแห้งช้ากว่าเนื่องจากพื้นที่ผิวที่มากกว่าและช่องว่างระหว่างเม็ดมีจำกัดกว่า แต่ผลต่างๆ เหล่านี้ อาจเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากรูปร่างและขนาดของภาชนะบรรจุ

**5.2.3** ให้ทำการทดสอบซ้ำโดยการแช่แล้วนำไปอบให้แห้งตามข้อ **5.2.1** และ **5.2.2** จนกระทั่งครบ 5 รอบ หรือตามรอบที่ระบุไว้ในข้อกำหนดของการใช้งานวัสดุนั้นๆ

ในกรณีที่ทำการทดสอบคร่อมวันหยุด ให้ทิ้งตัวอย่างที่อบแห้งและมีมวลคงที่แล้วที่อุณหภูมิห้องและให้เริ่มทำการทดสอบต่อไปในวันเปิดทำการ

**5.2.4** หลังจากการทดสอบรอบสุดท้ายเสร็จสิ้นและทิ้งตัวอย่างจนเย็นลงที่อุณหภูมิห้องแล้ว ให้ล้างด้วยน้ำจนปราศจากสารละลายโซเดียมซัลเฟต หรือแมกนีเซียมซัลเฟต ซึ่งจะทดสอบให้เห็นได้ว่าสะอาดจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากน้ำที่ล้างผสมแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$) วิธีการล้างให้ล้างตัวอย่างในภาชนะด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 43±6 องศาเซลเซียส ให้น้ำไหลเข้าตอนล่างของภาชนะและปล่อยให้น้ำล้นผ่านตัวอย่างจนสะอาด (โดยทั่วไปประมาณ 15 นาที) ในระหว่างการล้างตัวอย่างจะต้องไม่ถูกกระแทก หรือ เสียดสีกันจนเกิดการแตกขึ้น

**5.2.5** หลังจากล้างตัวอย่างจนสะอาดแล้ว ให้นำตัวอย่างไปอบจนมีมวลคงที่ที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรง สำหรับมวลรวมเม็ดละเอียดให้ใช้ตะแกรงที่มวลรวมค้างตามตารางที่ **2** ร่อน สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบให้ใช้ตะแกรงตามตารางที่ **4** ร่อน

วิธีการและช่วงเวลาของการร่อนมวลรวมเม็ดละเอียด พยายามให้ใกล้เคียงกับที่ใช้ในตอนร่อนเตรียมตัวอย่างทดสอบ สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบให้ทำการร่อนด้วยมือ ความแรงของการร่อนให้พอแน่ใจว่าตัวอย่างก้อนที่เล็กกว่าสามารถผ่านตะแกรงได้ โดยไม่มีการกระทำอื่นใดมาเสริมให้ผ่านตะแกรงหรือทำให้เกิดการแตก

www.yotathai.com

ชั่งมวลของตัวอย่างที่ค้างอยู่บนแต่ละชั้นของตะแกรง บันทึก เปรียบเทียบกับมวลที่ชั่งไว้ก่อนแช่ในสารละลาย ค่าที่แตกต่างกัน คือ ค่าของส่วนที่ไม่คงทนที่เกิดขึ้นจากการทดสอบ ให้รายงานเป็นร้อยละเมื่อเปรียบเทียบกับมวลก่อนการทดสอบ

**ตารางที่ 4 ขนาดของตะแกรงที่ใช้ร่อนหาส่วนที่ไม่คงทนของมวลรวมเม็ดหยาบ**

| ขนาดที่ใช้ทดสอบ<br>มิลลิเมตร | ขนาดตะแกรงที่ใช้ร่อน<br>มิลลิเมตร |
|---|---|
| 63 (2 1/2") – 37.5 (1 1/2") | 31.5 (1 1/4") |
| 37.5 (1 1/2") – 19.0 (3/4") | 16.0 (5/8") |
| 19.0 (3/4") – 9.5 (3/8") | 8.0 (5/16") |
| 9.5 (3/8") – 4.75 (เบอร์ 4) | 4.0 (เบอร์ 5) |

## 6. การคำนวณ

### 6.1 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Examination)

**6.1.1** คำนวณหามวลที่หายไปหลังจากการทดสอบ คือ การหาค่าของส่วนที่ไม่คงทน (Actual Loss) จากแบบฟอร์มที่ บฟ.มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness) ได้ดังนี้

$$Actual\ Loss\ (4) = Mass\ of\ Test\ Fraction\ Before\ Test\ (2) - Mass\ of\ Test\ Fraction\ After\ Test\ (3)$$

**6.1.2** คำนวณหา Actual Percentage Loss

$$Actual\ \%\ Loss\ (5) = \frac{Actual\ Loss\ (4)}{Mass\ of\ test\ Fraction\ Before\ Test\ (2)} \times 100$$

**6.1.3** คำนวณหา Weighted Percentage Loss

$$Weighted\ \%\ Loss\ (6) = \frac{Actual\ \%Loss\ (5) \times \%\ Retained\ of\ Original\ Sample\ (1)}{100}$$

**6.1.4** คำนวณหา Total Percentage Loss

$$Total\ \%\ Loss = \text{ผลบวกของ } Weighted\ \%\ Loss\ (6)$$

### 6.2 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Examination)

**6.2.1** ให้นับตัวอย่างก้อนที่โตกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ตามวิธีต่อไปนี้

www.yotathai.com

**(1)** ให้แยกชิ้นส่วนของตัวอย่างเป็นกลุ่มตามสภาพการแตกที่เกิดขึ้น สภาพการแตกของตัวอย่างจากการทดสอบตามวิธีนี้ โดยทั่วไปพอจะแยกได้เป็น แตกแยก (Disintegration) หรือแยกออกจากกัน (Splitting) ยุ่ยสลายเป็นชิ้นเล็กๆ (Crumbling) เกิดรอยร้าว (Cracking) หลุดเป็นแผ่นๆ (Flaking)

ขณะที่มีการตรวจสอบตัวอย่างก้อนที่โตกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) อยู่นั้น อาจจะต้องมีการตรวจสอบก้อนที่ขนาดเล็กกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ลงมาบ้าง ทั้งนี้เพื่อจะได้รู้ถึงสภาพการแตกแยกที่อาจจะมีเพิ่มขึ้น

**(2)** นับชิ้นส่วนที่ถูกแยกออกในแต่ละกลุ่มมีการแตกเกิดขึ้น

**(3)** ร้อยละความไม่คงทนของแต่ละกลุ่มหาได้ดังนี้

$$\text{ร้อยละความไม่คงทนของแต่ละกลุ่ม} = \frac{\text{จำนวนก้อนที่เปลี่ยนสภาพในแต่ละกลุ่ม}}{\text{จำนวนก้อนทั้งหมดก่อนการมทดสอบ}} \times 100$$

## 7. การรายงานผล

**7.1** รายงานค่าส่วนที่คงทน (Total Percentage of Loss) เป็นร้อยละ โดยใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่งในแบบฟอร์มที่ บฟ. มยผ. 2225 - 57: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความคงทน (Soundness)

**7.2** ค่าเฉลี่ย (Weighted Average) ซึ่งหาได้จากค่าร้อยละของส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ของแต่ละขนาด ขึ้นอยู่กับขนาดคละ (Gradation) ของตัวอย่างที่นำมาทดสอบ หรืออาจกล่าวได้ว่าขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของขนาดคละของวัสดุจากแต่ละขนาดของตัวอย่างที่ได้รับยกเว้น กรณีต่อไปนี้

**7.2.1** สำหรับมวลเม็ดละเอียด (ซึ่งมีขนาดโตกว่าตะแกรงขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) น้อยกว่าร้อยละ 10 ) ให้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ขนาดที่เล็กกว่าตะแกรงขนาด 0.30 มิลลิเมตร (เบอร์ 50) มีส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เท่ากับร้อยละศูนย์ (0%) และขนาดที่โตกว่าตะแกรงขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8นิ้ว) มีส่วนที่ไม่คงทนเท่ากับขนาดที่ค้างตะแกรงขนาดเล็กกว่าขนาดถัดไปในรายงานผลการทดสอบ และต้องมีค่าผลการทดสอบด้วย

**7.2.2** สำหรับมวลรวมเม็ดหยาบ (ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) น้อยกว่าร้อยละ 10) ให้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่า ขนาดที่เล็กกว่าตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) มีส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เท่ากับขนาดที่ค้างตะแกรงขนาดโตกว่าขนาดถัดไปในรายงานผลการทดสอบ และจะต้องมีค่าผลการทดสอบด้วย

**7.2.3** สำหรับมวลรวมที่ประกอบด้วย มวลรวมเม็ดหยาบและเม็ดละเอียด ให้แยกทดสอบเป็น 2 ชนิด ตามข้อ 4.3 ให้แยกคำนวณค่าเฉลี่ยของส่วนที่ไม่คงทน (Weighted Percentage Loss) สำหรับส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) โดยให้ทำขนาดคละของส่วนละเอียดเป็น ร้อยละ 100 ก่อน การรายงานผลการทดสอบให้รายงานแยกจากกัน โดยรายงานร้อยละของวัสดุส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์4) และส่วนที่ค้างตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) จริงๆ มาด้วย

www.yotathai.com

**7.2.4** สำหรับการคำนวณค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้ตามข้อ **4.1** และ **4.2** ถ้ามีขนาดที่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของตัวอย่าง ซึ่งไม่ได้นำไปทดสอบ ให้ถือว่ามีส่วนที่ไม่คงทน (Loss) เท่ากับค่าเฉลี่ยของส่วนที่ไม่คงทนของขนาดที่โตกว่าขนาดถัดไปและขนาดที่เล็กกว่าขนาดถัดไป แต่ถ้าหากมีขนาดหนึ่งขนาดใดขาดหายไป ก็ให้ถือเอาค่าของขนาดถัดไปอันหนึ่งอันใด ไม่ว่าโตหรือเล็กกว่าที่มีค่าผลการทดสอบมาใช้เป็นส่วนที่ไม่คงทน

**7.3** ในกรณีของก้อนที่มีขนาดโตกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3.4 นิ้ว) ก่อนการทดสอบให้รายงานจำนวนก้อนก่อนการทดสอบและจำนวนก้อนที่แตกตามสภาพต่างๆ หลังการทดสอบด้วย

## 8. เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานกรมทางหลวง ทล.-ท. 213/2531: วิธีการทดลองหาค่าความคงทน (Soundness) ของมวลรวม

www.yotathai.com

| โครงการ .....<br>.....<br>สถานที่ก่อสร้าง .....<br>.....<br>ผู้รับจ้างหรือผู้นำส่ง .....<br>ชนิดตัวอย่าง .....ทดสอบครั้งที่.....<br>ทดสอบวันที่ ..... แผ่นที่ ..... | **แบบ บฟ.มยผ. 2225- 57**<br>(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)<br>**การทดสอบหาค่าคงทน (Soundness) ของมวลรวม** | ทะเบียนทดสอบ..... | |
|---|---|---|---|
| | | ผู้ทดสอบ | |
| | | ผู้ตรวจสอบ | |
| | | อนุมัติ | |

1. Quantitative Examination ☐ Coarse Aggregate ☐ Fine Aggregate

Plus 4.75 mm. (#4).....% Minus 4.75 mm. (#4).....%

| SIEVE | | %Retained of Original Sample | Mass of Test Fraction | | Actual Loss | | Weighted Loss |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Before Test | After Test | (4)=(2)-(3) | (5)=(4)/(2)x100 | (6)=(1)x(5)/100 |
| | | (1) | (2) | (3) | | | |
| mm. | in. | % | gm. | gm. | gm. | % | % |
| 63.0-37.5 | 2 1/2” - 1 1/2” | | | | | | |
| 37.5-19.0 | 1 1/2” – 3/4” | | | | | | |
| 19.0-9.5 | 3/4” – 3/8” | | | | | | |
| 9.5-4.75 | 3/8” – #4 | | | | | | |
| **Minus 4.75** | **Minus #4** | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | **Total % Loss** | |

2. Quantitative Examination of Aggregate Larger than 19.0 mm. (3/4”)

| SIEVE | | Particles Exhibiting of Distress | | | | | | | | Total No of Particles Before test |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Splitting | | Crumbing | | Cracking | | Flaking | | |
| mm. | in. | No | % | No | % | No | % | No | % | |
| 37.5 – 19.0 | 1 1/2” – 3/4” | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

3. Solution ☐ Sodium Sulfate ☐ Magnesium Sulfate

☐ Freshly Prepared ☐ Previously Used

4. Number of Cycles .....Cycles

REMARKS : .....

.....

www.yotathai.com

**กองวิเคราะห์วิจัยและทดสอบวัสดุ**
**กรมโยธาธิการและผังเมือง**
ถนนพระรามที่ 6 แขวงสามเสนใน
เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทร 0-2299-4423 โทรสาร 0-2299-4430