ภาคผนวก ก
มาตรฐานแอสฟัลต์คอนกรีต
(Asphalt Concrete of Hot-Mix Asphalt)

แอสฟัลต์คอนกรีต คือ วัสดุผสมที่ได้จากการผสมร้อนระหว่างมวลรวม (Aggregate) กับแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่โรงงานผสม (Asphalt Concrete Mixing Plant) โดยการควบคุมอัตราส่วนผสมและอุณหภูมิตามที่กำหนด มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในงานก่อสร้าง งานบูรณะ และงานบำรุงทาง โดยการปูหรือเกลี่ยแต่งและบดทับบนชั้นทางใด ๆ ที่ได้เตรียมไว้และผ่านการตรวจสอบแล้ว ให้ถูกต้องตามแนว ระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

1. <u>วัสดุ</u>

วัสดุที่จะนำมาใช้ทำแอสฟัลต์คอนกรีตประกอบด้วย มวลรวม และแอสฟัลต์ซีเมนต์

1.1 มวลรวม

มวลรวมประกอบด้วยมวลหยาบ (Coarse Aggregate) และมวลละเอียด (Fine Aggregate) กรณีที่มวลละเอียดมีส่วนละเอียดไม่พอ หรือต้องการปรับปรุงคุณภาพและความแข็งแรงของแอสฟัลต์คอนกรีต อาจเพิ่มวัสดุผสมแทรก (Mineral Filler) ด้วยก็ได้

ขนาดคละ (Gradation) ของมวลรวมให้เป็นไปตามตารางที่ 1

1.1.1 มวลหยาบ หมายถึง ส่วนที่ค้างตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) เป็นหินย่อย (Crushed Rock) หรือวัสดุอื่นใดที่กรมทางหลวงอนุมัติให้ใช้ได้ ต้องเป็นวัสดุที่แข็งและคงทน (Hard and Durable) สะอาด ปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ใด ๆ ที่อาจทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณภาพด้อยลง

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของมวลหยาบไว้เป็นอย่างอื่น มวลหยาบต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

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	25-30	40-70		40-80
	70-100			
ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร (นิ้ว)	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละ โดยมวล			
37.5 (1 ½)				
25.0 (1)	100			
19.0 (3/4)			1 0 0	
12.5 (1/2)	90-100			
9.5 (3/8)		100		90-100
4.75 (เบอร์ 4)	-			
2.36 (เบอร์ 8)	100	80-100		-
1.18 (เบอร์ 16)	56-80			
0.600(เบอร์ 30)	90-100	-		56-80
0.300(เบอร์ 50)	-			
0.150(เบอร์ 100)	55-85	44-74		35-65
0.075(เบอร์ 200)	29-59			
	32-67	28-58		23-49
	19-45			
	-	-		-
	-			
	-	-		-
	-			
	7-23	5- 21		5-19
	5-17			

	- - 2-10 1-7	- 2-10	- 2-8
ปริมาณแอสฟัลต์ ร้อยละโดยมวลของมวลรวม	4.0-8.0 3.0-6.0	3.0-7.0	3.0-6.5

หมายเหตุ กรมทางหลวงอาจพิจารณาเปลี่ยนแปลงขนาดคละของมวลรวม และปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ แตกต่างจากตารางที่ 1 ก็ได้ ทั้งนี้แอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้ต้องมีคุณสมบัติและความแข็งแรงถูกต้องตามตารางที่ 3

(1) เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.ท. 202/2515 "วิธีการทดลองหาความสึกหรอของ Coarse Aggregate โดยใช้เครื่อง Los Angeles Abrasion" ความสึกหรอต้องไม่เกินร้อยละ 40

(2) เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.ท. 213/2531 "วิธีการทดลองหาความคงทน (Soundness) ของมวลรวม" โดยใช้โซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ ส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ต้องไม่เกินร้อยละ 9

มวลหยาบจากแหล่งเดิมที่หลักฐานแสดงผลทดลองหาความคงทนว่าใช้ได้ อาจจะยกเว้นไม่ต้องทดลองอีกก็ได้ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของกรมทางหลวง

(3) เมื่อทดลองตามวิธีการทดลอง AASHTO T182-84 "Coating and Stripping of Bitumen-Aggregate mixtures" ผิวของมวลหยาบต้องมีแอสฟัลต์เคลือบไม่น้อยกว่า ร้อยละ 95

1.1.2 มวลระเอียด หมายถึง ส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) เป็นหินฝุ่นหรือทรายที่สะอาด ปราศจากสิ่งสกปรกหรือวัสดุอันไม่พึงประสงค์ใด ๆ ปะปนอยู่ ซึ่งอาจทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณภาพด้อยลง ในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติของมวลละเอียดไว้เป็นอย่างอื่น มวลละเอียดต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(1) เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.ท. 203/2515 "วิธีการทดลองหาค่า Sand Equivalent" ต้องมีค่า Sand Equivalent ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

(2) เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.ท. 213/2513 "วิธีการทดลองหาความคงทน(Soundness) ของมวลรวม" โดยใช้โซเดียมซัลเฟต จำนวน 5 รอบ ส่วนที่ไม่คงทน (Loss) ต้องไม่เกินร้อยละ 9

มวลละเอียดจากแหล่งเดิมที่มีหลักฐานแสดงผลทดลองหาความคงทนว่าใช้ได้อาจจะยกเว้นไม่ต้องทดลองอีกก็ได้ ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของกรมทางหลวง

1.1.3 วัสดุผสมแทรก ใช้ผสมเพิ่มในกรณีเมื่อผสมมวลหยาบกับมวลละเอียดเป็นมวลรวมแล้ว ส่วนละเอียดในมวลรวมยังมีไม่พอ หรือใช้ผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแอสฟัลต์คอนกรีต วัสดุผสมแทรกอาจเป็น Stone Dust, Portland Cement, Silica Cement, Hydrated Lime หรือวัสดุอื่นใดที่กรมทางหลวงอนุมัติให้ใช้ได้

วัสดุผสมแทรกต้องแห้ง ไม่จับกันเป็นก้อน เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.ท. 205/2517 "วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง" ต้องมีขนาดคละตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขนาดคละของวัสดุผสมแทรก

ขนาดตะแกรง มิลลิเมตร	ปริมาณผ่านตะแกรง ร้อยละ โดยมวล
0.600 (เบอร์ 30)	100
0.300 (เบอร์ 50)	75 – 100
0.075 (เบอร์ 200)	55 - 100

ในกรณีที่กรมทางหลวงเห็นว่าวัสดุที่มีขนาดคละแตกต่างไปจากตารางที่ 2 แต่เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุผสมแทรกแล้ว จะทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณภาพดีขึ้น ก็อาจอนุมัติให้ใช้วัสดุนั้นเป็นวัสดุผสมแทรกได้

1.2 แอสฟัลต์

ในกรณีที่ไม่ได้ระบุชนิดของแอสฟัลต์ไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ AC 60 – 70 ตามข้อกำหนดที่ ทล.-ก. 401/2531 "Specification for Asphalt Cement"

การใช้แอสฟัลต์อื่น ๆ หรือแอสฟัลต์ที่ปรับปรุงคุณสมบัติด้วยสารใด ๆ นอกเหนือจากนี้ต้องมีคุณภาพเท่าหรือดีกว่า ทั้งนี้ต้องผ่านการทดสอบคุณภาพและพิจารณาความเหมาะสม รวมทั้งต้องได้รับอนุญาตให้ใช้ได้จากกรมทางหลวงเป็นกรณีไป

ปริมาณการใช้แอสฟัลต์โดยประมาณ ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

2. การใช้งาน

แอสฟัลต์คอนกรีตตามมาตรฐานนี้ ใช้ในงานดังต่อไปนี้

2.1 งานบำรุงทาง

2.1.1 งานซ่อมผิวทาง (Patching) เพื่อปะซ่อม (Skin Patching) ขุดซ่อม (Deep Patching)

2.12 งานปรับระดับ (Leveling) เพื่อปรับผิวถนนเดิมให้ได้ระดับตามที่ต้องการ

2.1.3 งานเสริมผิว (Overlay) เพื่อเสริมความแข็งแรงของผิวทางเดิม หรือเพิ่มความฝืดให้กับผิวทางเดิม

2.2 งานก่อสร้างทางและงานบูรณะก่อสร้างทาง

2.2.1 งานชั้นพื้นฐาน (Base Course) โดยปูแอสฟัลต์คอนกรีตบนชั้นรองพื้นทาง (Subbase) หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว

2.2.2 งานชั้นรองผิวทาง (Binier Course) โดยปูแอสฟัลต์คอนกรีตบนชั้นรองผิวทาง ชั้นพื้นทาง หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว

2.2.3 งานชั้นผิวทาง (Wearing Course) โดยปูแอสฟัลต์คอนกรีตบนชั้นรองผิวทาง ชั้นพื้นทาง หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว

2.2.4 งานไหล่ทาง (Shoulder) ที่มีผิวไหล่ทางเป็นแอสฟัลต์คอนกรีต โดยปูแอสฟัลต์คอนกรีตบนไหล่ทางหรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว

3. การออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

3.1 ก่อนเริ่มงานให้ผู้รับจ้างเสนอเอกสารการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตแก่นายช่างผู้ควบคุมงาน แล้วให้นายช่างผู้ควบคุมงานเก็บตัวอย่างวัสดุที่จะใช้ในการผสมทำแอสฟัลต์คอนกรีต ส่งกรมทางหลวง รวมทั้งส่งเอกสารการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตมาพร้อมกันเพื่อตรวจสอบด้วย

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบแบบส่วนผสม และผลความเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นรวมทั้งการปฏิบัติงานในสนามต้องสามารถดำเนินการให้เป็นไปตามแบบส่วนผสมด้วย

ค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

3.2 คุณภาพทั่วไปของวัสดุที่จะใช้ทำแอสฟัลต์คอนกรีตให้เป็นไปตามข้อ 1 ส่วนขนาดคละและปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

3.3 ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตให้เป็นไปตามตารางที่ 3

3.4 กรมทางหลวงโดยสำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง หรือส่วนราชการในกรมทางหลวงที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทางมอบหมายให้ จะเป็นผู้ตรวจสอบเอกสารการออกแบบ พร้อมทั้งพิจารณากำหนดสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน (Job Mix Formula) ซึ่งมีขอบเขตต่าง ๆ ตามตารางที่ 4 ให้ เพื่อใช้ควบคุมงานนั้น ๆ

กรณีที่กรมทางหลวงเห็นควรให้กำหนดสูตรส่วนผสม เฉพาะงานแตกต่างไปจากตารางที่ 4 ก็สามารถดำเนินการได้ตามความเหมาะสม

3.5 ในการผสมแอสฟัลต์คอนกรีตในสนาม ถ้ามวลรวมขนาดหนึ่งขนาดใด หรือปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ หรือคุณสมบัติอื่นใด คลาดเคลื่อนเกินกว่าขอบเขตที่กำหนดไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน จะถือว่าส่วนผสมของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมไว้ในแต่ละครั้งนั้น มีคุณภาพไม่ถูกต้องตามที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข

ค่าใช้จ่ายในการนี้ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

3.6 ผู้รับจ้างอาจขอเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานใหม่ได้ ถ้าวัสดุที่ใช้ผสมทำแอสฟัลต์คอนกรีตเกิดการเปลี่ยนแปลงไปด้วยสาเหตุใด ๆ ก็ตาม การเปลี่ยนสูตรส่วนผสมเฉพาะงานทุกครั้งต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวงก่อน

กรมทางหลวงโดยสำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง หรือส่วนราชการในกรมทางหลวงที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทางมอบหมายให้ อาจตรวจสอบ แก้ไข เปลี่ยนแปลง ปรับปรุง หรือกำหนดสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

ตารางที่ 3 ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต

รายการ	ชั้นทาง				
	Wearing Course ขนาด 9.5 มม.	Wearing Course ขนาด 12.5 มม.	Binder Course	Base Course	Shoulder
lows N	75	75	75	75	50
Stability (IB)	8006 (1800)	8006 (1800)	8006 (1800)	7117 (1600)	7117 (1600)
Flown 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 (lb/0.01 in)	712 (160)	712 (160)	712 (160)	645 (145)	645 (145)
Percent Strength Index Min	75	75	75	75	75

หมายเหตุ

1) การทดลองเพื่อออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ให้ดำเนินการตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.604/2517 "วิธีการทดลองแอสฟัลต์คอนกรีต โดยวิธี Marshall"

2) การออกแบบไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีตตามข้อกำหนดในตารางที่ 3 ให้ใช้มวลรวมขนาด 12.5 มิลลิเมตร ยกเว้นกรณีที่แบบกำหนดให้ชั้น Binder Course เป็นทางไหล่ทางด้วย ให้ใช้ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตของชั้น Binder Course เป็นข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตไหล่ทาง

3) การทดลองหาค่า Percent Strength Index ใช้วิธี Ontario Vacuum Immersion Marshall Test หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า การทดลองรายการนี้กรมทางหลวงจะพิจารณาทำการทดลองตามความเหมาะสม

ตารางที่ 4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

ผ่านตะแกรงขนาด	เปอร์เซ็นต์
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
ปริมาณแอสฟัลต์	=0.3

3.7 การทดลองและตรวจสอบการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตทุกครั้งหรือทุกสัญญาจ้าง ผู้รับจ้างต้องชำระค่าธรรมเนียมตามอัตราที่กรมทางหลวงกำหนด

4. <u>เครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ในการก่อสร้าง</u>

เครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดที่จะนำมาใช้งาน จะต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบและหรือตรวจปรับ และนายช่างผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ ในระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องบำรุงรักษาเครื่องจักรและเครื่องมือทุกชนิดให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอ

4.1 โรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete Mixing Plan)

ผู้รับจ้างต้องมีโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีตซึ่งตั้งอยู่ในสายทางที่ก่อสร้าง หากจำเป็นอาจตั้งอยู่นอกสายทางภายในระยะขนส่งเฉลี่ย 80 กิโลเมตร หรือตามที่กรมทางหลวงเห็นชอบ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้ตามที่กำหนดโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีกำลังผลิต (Rated Capacity) ขนาด 60 – 80 ตัน ต่อชั่วโมง จำนวน 1 เครื่อง หรือขนาด 40 – 60 ตัน ต่อชั่วโมง จำนวน 2 เครื่อง โดยจะเป็นแบบชุด (Batch Type) หรือแบบผสมต่อเนื่อง (Continuous Type) ก็ได้ แต่ต้องสามารถผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อป้อนเครื่องปู (Paver) ให้สามารถปูได้อย่างต่อเนื่อง และเป็นส่วนผสมที่มีคุณภาพสม่ำเสมอตรงตามสูตรส่วนสมเฉพาะงาน โดยมีอุณหภูมิถูกต้องตามข้อกำหนดด้วย

โรงงานผสมนี้จะต้องมีสภาพใช้งานได้ดีและอย่างน้อยต้องมีเครื่องอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1.1 อุปกรณ์สำหรับการเตรียมแอสฟัลต์ (Equipment for Preparation of Asphalt) โรงงานผสมต้องมีถังเก็บแอสฟัลต์ (Storage Tank) ซึ่งมีอุปกรณ์ให้ความร้อนประเภทท่อเวียนไอน้ำร้อน หรือน้ำมันร้อน (Steam or Oil Coil) หรือประเภทใช้ไฟฟ้า (Electricity) หรือประเภทอื่นใดที่ไม่มีเปลวไฟสัมผัสกับถังเก็บแอสฟัลต์โดยตรง อุปกรณ์ทุกประเภทต้องสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีเครื่องควบคุมให้อุณหภูมิของแอสฟัลต์ได้ตรงตามข้อกำหนด และต้องมีระบบทำให้แอสฟัลต์ไหลเวียน (Circulating System) ที่เหมาะสม ที่ทำให้แอสฟัลต์ไหลเวียนได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาขณะทำงาน พร้อมกันนี้ต้องมีอุปกรณ์ให้หรือรักษาความร้อนที่ระบบท่อไหลเวียน โดยอาจเป็นประเภทใช้ไอน้ำร้อน (Steam Jacket) หรือน้ำมันร้อน (Hot Oil Jacket) หรือประเภทฉนวนรักษาความร้อน (Insulation) เพื่อรักษาอุณหภูมิของแอสฟัลต์ในท่อส่งแอสฟัลต์ มาตรวัดแอสฟัลต์ ท่อพ่นแอสฟัลต์ ถังบรรจุแอสฟัลต์ และอื่น ๆ ให้มีอุณหภูมิตามที่กำหนด ปลายท่อไหลเวียนแอสฟัลต์ต้องอยู่ที่ใต้ระดับแอสฟัลต์ในถังเก็บแอสฟัลต์ขณะปั๊มแอสฟัลต์ทำงาน

4.1.2 ยุ้งหินเย็น (Cold Bin) และเครื่องป้อนหินเย็น (Aggregate Feeder) โรงงานผสมต้องมียุ้งหินเย็นไม่น้อยกว่า 4 ยุ้ง สำหรับแยกใส่วัสดุหินหรือวัสดุอื่น ๆ แต่ละขนาด ช่องเปิดปากยุ้งจะต้องเป็นแบบปรับได้ ยุ้งหินเย็นต้องประกอบด้วยเครื่องป้อนหินเย็นแบบที่เหมาะสม สามารถป้อนหินเย็นได้อย่างสม่ำเสมอไปยังหม้อเผา (Dryer) ได้ถูกต้องตามอัตราส่วนที่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องป้อนหินเย็นสำหรับยุ้งมวลละเอียด เช่น หินฝุ่น หรือทราย จะต้องเป็นแบบสายพานยางต่อเนื่อง หรือสายพานอื่นใดที่ได้ผลเทียบเท่า

4.1.3 หม้อเผา (Dryer) โรงงานผสมต้องมีหม้อเผาที่อยู่ในสภาพดี มีประสิทธิภาพในการทำงานดีพอที่จะทำให้มวลรวมแห้งและมีอุณหภูมิตามที่กำหนด โดยต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิที่เหมาะสม เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิแบบแปรความร้อนเป็นค่าไฟฟ้า (Electric Pyrometer) ที่อ่านอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 2.5 องศาเซลเซียส ติดตั้งอยู่ที่ปากทางที่มวลรวมเคลื่อนตัวออก และจะต้องมีเครื่องบันทึกอุณหภูมิของมวลรวมที่วัดได้โดยอัตโนมัติ

4.1.4 ชุดตะแกรงร่อน (Screening Unit) โรงงานผสมต้องมีชุดตะแกรงร่อนมวลที่ผ่านมาจากหม้อเผา เพื่อแยกมวลรวมเป็นขนาดต่าง ๆ ตามที่ต้องการ โดยในชุดตะแกรงร่อนนี้ต้องประกอบด้วยตะแกรงคัด (Scalping Screen) สำหรับคัดมวลรวมก้อนโตเกินขนาดที่กำหนด (Oversize) ออกทิ้ง ตะแกรงทุกขนาดต้องอยู่ในสภาพดี เหล็กตะแกรงไม่ขาดหรือสึกหรอมากเกินไปอันจะทำให้มวลรวมที่ร่อนออกมาผิดขนาดไปจากที่ต้องการ

4.1.5 ยุ้งหินร้อน (Hot Bin) โรงงานผสมต้องมียุ้งหินร้อนอย่างน้อย 4 ยุ้ง ทั้งนี้ไม่รวมยุ้งวัสดุผสมแทรก สำหรับเก็บมวลรวมร้อนที่ผ่านตะแกรงแยกขนาดแล้ว ยุ้งหินร้อนนี้ต้องมีผนังแข็งแรงไม่มีรอยรั่ว มีความสูงพอที่จะป้องกันไม่ให้มวลรวมไหลข้ามยุ้งไปปะปนกันได้ และต้องมีความจุมากพอที่จะป้อนมวลรวมร้อนให้กับห้องผสม (Pugmil Mixer) ได้อย่างสม่ำเสมอ เมื่อโรงงานผสมทำการผสมเต็มกำลังผลิต ในแต่ละยุ้งต้องมีท่อสำหรับให้มวลรวมไหลออกไปข้างนอกเพื่อป้องกันไม่ให้ไปผสมกับมวลรวมที่อยู่ในยุ้งอื่น ๆ ในกรณีที่มีมวลรวมในยุ้งนั้น ๆ มากเกินไป

4.1.6 ยุ้งเก็บวัสดุผสมแทรก (Mineral Filler Storage Bin) โรงงานผสมต้องมียุ้งเก็บวัสดุผสมแทรกต่างหาก พร้อมกับมีเครื่องชั่ง หรือเครื่องป้อนวัสดุผสมแทรกซึ่งสามารถควบคุมปริมาณวัสดุเข้าสู่ห้องผสมอย่างถูกต้อง และสามารถปรับเทียบ (Calibrate) ได้

4.1.7 เครื่องเก็บฝุ่น (Dust Collector) โรงงานผสมต้องมีเครื่องเก็บฝุ่น สำหรับเก็บวัสดุส่วนละเอียดหรือฝุ่น ที่มีประสิทธิภาพดีและเหมาะสมที่สามารถเก็บฝุ่นกลับไปใช้ได้อย่างสม่ำเสมอ หรือนำไปทิ้งได้ทั้งหมด หรือบางส่วน และเครื่องเก็บฝุ่นดังกล่าวต้องสามารถควบคุมฝุ่นไม่ให้ฝุ่นเหลือออกไปสู่อากาศภายนอกมากจนทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

โรงงานผสมต้องมีเครื่องเก็บฝุ่นทั้งชุดหลัก (Primary) และชุดรอง (Secondary) ชุดหลักให้เป็นแบบแห้ง (Dry Type) และชุดรองเป็นแบบเปียก (Wet Type) หรือแบบอื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพทัดเทียมกัน

4.1.8 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometric Equipment) โรงงานผสมต้องมีเทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้วหุ้มด้วยปลอกโลหะ (Armcured thermometer) หรือแบบอื่นใดซึ่งวัดอุณหภูมิได้ระหว่าง 90 – 200 องศาเซลเซียส ติดตั้งไว้ที่ท่อส่งแอสฟัลต์ ที่ตำแหน่งที่เหมาะสมใกล้

ทางออกของแอสฟัลต์ที่ห้องผสม นอกจากนี้จะต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ แบบใช้ปรอทชนิดมีหน้าปัทม์ (Dial Scale Mercury Activated Thermometer) เครื่องวัดอุณหภูมิแบบแปรความร้อนเป็นค่าไฟฟ้า (Electric Pyrometer) หรือแบบอื่น ๆ ที่เหมาะสมที่กรมทางหลวงอนุญาตให้ใช้ได้ ติดตั้งที่ปลายทางออกของมวลรวม เพื่อใช้วัดอุณหภูมิของมวลรวมร้อนที่ออกจากหม้อเผาเครื่องวัดอุณหภูมิชนิดอื่น ๆ ที่เหมาะสมที่กรมทางหลวงอนุญาตให้ใช้ได้ ติดตั้งที่ปลายทางออกของมวลรวม เพื่อใช้วัดอุณหภูมิของมวลร้อนที่ออกจากหม้อเผาเครื่องวัดอุณหภูมิชนิดอื่น ๆ ที่ใช้ต้องมีความสามารถแสดงอุณหภูมิได้อย่างถูกต้อง เมื่อมีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเร็วกว่า 5 องศาเซลเซียสต่อนาที

4.1.9 ชุดอุปกรณ์ควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ (Asphalt Control Unit) โรงงานผสมต้องมีชุดอุปกรณ์ควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ ซึ่งอาจใช้วิธีชั่งน้ำหนักหรือวิธีวัดปริมาตรก็ได้ แต่ต้องสามารถควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

กรณีใช้วิธีชั่งน้ำหนัก เครื่องชั่งที่ใช้ต้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 ของน้ำหนักแอสฟัลต์ที่ต้องการใช้ผสม กรณีที่ใช้วิธีวัดปริมาตร มาตรที่ใช้วัดอัตราการไหลของแอสฟัลต์ที่ปล่อยเข้าสู่ห้องผสมจะต้องเที่ยงตรง โดยยอมให้คลาดเคลื่อนจากปริมารณแอสฟัลต์ที่ต้องการใช้เมื่อเทียบเป็นน้ำหนักไม่เกินร้อยละ 2

4.1.10 ข้อกำหนดพิเศษสำหรับโรงงานผสมแบบชุด

4.1.10.1 ถังชั่งมวลรวม (Weith Box or Hopper) โรงงานผสมแบบชุดต้องมีอุปกรณ์สำหรับชั่งมวลรวมที่ปล่อยออกมาแต่ละยุ้งได้อย่างละเอียดถูกต้อง ถ้าชั่งน้ำหนักต้องแขวนอยู่กับเครื่องชั่ง และต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุมวลรวมได้เต็มชุด (Batch) โดยมวลรวมไม่ล้นถัง ถังชั่งน้ำหนักจะต้องวางบนฟัลครัม (Fulcrum) ซึ่งวางอยู่บนขอบใบมีด (Knife Edge) อย่างแน่นหนาอีกทีหนึ่ง ซึ่งเมื่อขณะทำงาน ฟัลครัมและขอบใบมีดต้องไม่เคลื่อนตัวออกจากแนวเดิมประตูยุ้งหินร้อนและถังชั่งน้ำหนักต้องแข็งแรงและไม่รั่ว

4.1.10.2 หม้อเผา (Dryer) โรงงานผสมต้องมีหม้อเผาที่อยู่ในสภาพดี มีประสิทธิภาพในการทำงานดีพอที่จะทำให้มวลรวมแห้งและมีอุณหภูมิตามที่กำหนด โดยต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิที่เหมาะสม เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิแบบแปรความร้อนเป็นค่าไฟฟ้า (Electric Pyrometer) ที่อ่านอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 2.5 องศาเซลเซียส ติดตั้งอยู่ที่ปากทางที่มวลรวมเคลื่อนตัวออก และจะต้องมีเครื่องบันทึกอุณหภูมิของมวลรวมที่วัดได้โดยอัตโนมัติ

4.1.10.3 ชุดตะแกรงร่อน (Screening Unit) โรงงานผสมต้องมีชุดตะแกรงร่อนมวลรวมที่ผ่านมาจากหม้อเผา เพื่อแยกมวลรวมเป็นขนาดต่าง ๆ ตามที่ต้องการ โดย

ในชุดตะแกรงร่อนนี้ต้องประกอบด้วยตะแกรงคัด (Scalping Screen) สำหรับคัดมวลรวมก้อนโตเกินขนาดที่กำหนด (Oversize) ออกทิ้ง ตะแกรงทุกขนาดต้องอยู่ในสภาพดี เหล็กตะแกรงไม่ขาดหรือสึกหรอมากเกินไปอันจะทำให้มวลรวมที่ร่อนออกมาผิดขนาดไปจากที่ต้องการ

4.1.10.4 ยุ้งหินร้อน (Hot Bin) โรงงานผสมต้องมียุ้งหินร้อนอย่างน้อย 4 ยุ้ง ทั้งนี้ไม่รวมยุ้งวัสดุผสมแทรก สำหรับเก็บมวลรวมร้อนที่ผ่านตะแกรงแยกขนาดแล้ว ยุ้งหินร้อนนี้ต้องมีผนังแข็งแรงไม่มีรอยรั่ว มีความสูงพอที่จะป้องกันไม่ให้มวยรวมไหลข้ามยุ้งไปปะปนกันได้ และต้องมีความจุมากพอที่จะป้อนมวลรวมร้อนให้กับห้องผสม (Pugmill Mixer) ได้อย่างสม่ำเสมอเมื่อโรงงานผสมทำการผสมเต็มกำลังผลิต ในแต่ละยุ้งต้องมีท่อสำหรับให้มวลรวมไหลออกไปข้างนอก เพื่อป้องกันไม่ให้ไปผสมกับมวลรวมที่อยู่ในยุ้งอื่น ๆ ในกรณีที่มีมวลรวมในยุ้งนั้น ๆ มากเกินไป

4.1.10.5 ยุ้งเก็บวัสดุผสมแทรก (Mineral Filler Storage Bin) โรงงานผสมต้องมียุ้งเก็บวัสดุผสมแทรกต่างหาก พร้อมกับมีเครื่องชั่ง หรือเครื่องป้อนวัสดุผสมแทรกซึ่งสามารถควบคุมปริมาณวัสดุเข้าสู่ห้องผสมอย่างถูกต้อง และสามารถปรับเทียบ (Calibrate) ได้

4.1.10.6 เครื่องเก็บฝุ่น (Dust Collector) โรงงานผสมต้องมีเครื่องเก็บฝุ่น สำหรับเก็บวัสดุส่วนละเอียดหรือฝุ่น ที่มีประสิทธิภาพดีและเหมาะสมที่สามารถเก็บฝุ่นกลับไปใช้ได้อย่างสม่ำเสมอหรือนำไปทิ้งได้ทั้งหมด หรือบางส่วน และเครื่องเก็บฝุ่นดังกล่าวต้องสามารถควบคุมฝุ่น ไม่ให้มีฝุ่นเหลือออกไปสู่อากาศภายนอกมากจนทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

โรงงานผสมต้องมีเครื่องเก็บฝุ่นทั้งชุดหลัก (Primary) และชุดรอง (Secondary) ชุดหลักให้เป็นแบบแห้ง (Dry Type) และชุดรองเป็นแบบเปียก (Wet Type) หรือแบบอื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพทัดเทียมกัน

4.1.10.7 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometric Equipment) โรงงานผสมต้องมีเทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้วหุ้มด้วยปลอกโลหะ (Armcured thermometer) หรือแบบอื่นใดซึ่งวัดอุณหภูมิได้ระหว่าง 90 – 200 องศาเซลเซียส ติดตั้งไว้ที่ท่อส่งแอสฟัลต์ ที่ตำแหน่งที่เหมาะสมใกล้ทางออกของแอสฟัลต์ที่ห้องผสม นอกจากนี้จะต้องมีเครื่องวัดอุณหภูมิ เช่น เทอร์โมมิเตอร์แบบใช้ปรอทชนิดมีหน้าปัทม์ (Dial Scale Mercury Activated Thermometer) เครื่องวัดอุณหภูมิแบบแปรความร้อนเป็นค่าไฟฟ้า (Electric Pyrometer) หรือแบบอื่น ๆ ที่เหมาะสมที่กรมทางหลวงอนุญาตให้ใช้ได้ ติดตั้งที่ปลายทางออกของมวลรวม เพื่อใช้วัดอุณหภูมิของมวลรวมร้อนที่ออกจากหม้อเผาเครื่องวัดอุณหภูมิชนิดใด ๆ ที่ต้องมีความสามารถแสดงได้อย่างถูกต้อง

4.1.10.8 ชุดอุปกรณ์ควบคุมปริมาณ (Asphalt Control Unit) โรงงานผสมต้องมีชุดอุปกรณ์ควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ ซึ่งอาจใช้วิธีชั่งน้ำหนักหรือวิธีวัดปริมาตรก็ได้ แต่ต้องสามารถควบคุมปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน

กรณีใช้วิธีชั่งน้ำหนัก เครื่องชั่งที่ใช้ต้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 ของน้ำหนักแอสฟัลต์ที่ต้องการใช้ผสม กรณีที่ใช้วิธีวัดปริมาตร มาตรที่ใช้วัดอัตราการไหลของบแอสฟัลต์ที่ปล่อยเข้าสู่ห้องผสมจะต้องเที่ยงตรง โดยยอมให้คลาดเคลื่อนจากปริมาณแอสฟัลต์ที่ต้องการใช้เมื่อเทียบเป็นน้ำหนักไม่เกินร้อยละ 2

4.1.10.9 ข้อกำหนดพิเศษสำหรับโรงงานผสมแบบชุด

1. ถังชั่งมวลรวม (Weith Box or Hopper) โรงงานผสมแบบชุดต้องมีอุปกรณ์สำหรับชั่งมวลรวมที่ปล่อยออกมาแต่ละยุ้งได้อย่างละเอียดถูกต้อง ถ้าชั่งน้ำหนักต้องแขวนอยู่กับเครื่องชั่ว และต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุมวลรวมได้เต็มชุด (Batch) โดยมวลรวมไม่ล้นถัง ถังชั่งน้ำหนักจะต้องวางบนฟัลครัม (Fulcrum) ซึ่งวางบนขอบใบมีด (Knife Edge) อย่างแน่นหนาอีกทีหนึ่ง ซึ่งเมื่อขณะทำงาน ฟัลครัมและขอบใบมีดต้องไม่เคลื่อนตัวออกจากแนวเดิมประตูยุ้งหินร้อนและถังชั่งน้ำหนักต้องแข็งแรงและไม่รั่ว

2. ห้องผสม (Pugmill mixer) ห้องผสมของโรงงานผสมแบบชุดนี้จะต้องเป็นชนิดมีเพลาผสมคู่ มีอุปกรณ์ให้ความร้อนห้องผสม และสามารถผลิตแอสฟัลต์ได้ส่วนผสมที่สม่ำเสมอ ประตูปล่อยส่วนผสมเมื่อปิดจะต้องปิดสนิทโดยไม่มีวัสดุรั่วไหล ต้องมีเครื่องตั้งเวลาและควบคุมเวลาการผสมเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะควบคุมไม่ให้ประตูห้องผสมเปิดจนกว่าจะได้เวลาตามที่กำหนดไว้

ภายในห้องผสมประกอบด้วยใบพาย (Paddle Tip) จำนวนเพียงพอจัดเรียงตัวกันอย่างเหมาะสม ที่จะผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้อย่างถูกต้องสม่ำเสมอ ระยะห่างระหว่างใบพายและผนังห้องผสมจะต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดมวลรวมก้อนโตสุด

3. เครื่องชั่ง (Plant Scale) เครื่องชั่งต้องมีความละเอียด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของมวลรวมสูงสุดที่ต้องการชั่ง หน้าปัทม์เครื่องชั่งต้องมีขนาดใหญ่พอ ซึ่งสามารถอ่านน้ำหนักได้ในระยะห่างอย่างน้อย 7

เมตร และต้องอยู่ในตำแหน่งที่พนักงานคุมเครื่องมองเห็นได้ชัดเจน หน้าปัทม์เครื่องชั่งมวลรวมจะต้องมีเข็มชี้น้ำหนักแต่ละยุ้ง สำหรับเครื่องชั่งต้องมีตุ้มน้ำหนักมาตรฐานหนักตุ้มละ 25 กิโลกรัม ไม่น้อยกว่า 10 ตุ้ม หรือมีจำนวนเพียงพอที่จะใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องชั่ง

4. การควบคุมปริมาณมมวลรวมและแอสฟัลต์ที่ใช้ผสมในแต่ละชุดจะต้องเป็นแบบอัตโนมัติ

4.1.11 ข้อกำหนดพิเศษสำหรับโรงผสมแบบต่อเนื่อง

(1) ชุดอุปกรณ์ควบคุมมวลรวม (Gradation control Unit) โรงงานผสมแบบนี้ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมปริมาณมวลรวมที่ไหลออกมาจากยุ้งหินร้อนแต่ละยุ้ง ได้อย่างถูกต้องแน่นอน ประกอบด้วยเครื่องป้อนหิน (Feeder) อยู่ภายใต้ยุ้งหินร้อน สำหรับการป้อนวัสดุผสมแทรกจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมปริมาณต่างหาก ติดตั้งในตำแหน่งที่ทำให้ควบคุมการป้อนวัสดุผสมแทรกลงในห้องผสมเพื่อผสมกับมวลรวมในจังหวะของการผสมแห้ง (Dry Mixing) ก่อนที่จะนำไปผสมกับแอสฟัลต์ที่จ่ายเข้ามาภายหลังในจังหวะของการผสมเปียก (Wet Mixing)

(2)จังหวะสัมพันธ์ของการควบคุมการป้อนมลรวมของแอสฟัลต์ (Synchronizion of Aggregate and Asphalt Feed) โรงงานผสมแบบนี้ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมการป้อนมวลรวมแต่ละขนาดและแอสฟัลต์เข้าสู่ห้องผสม เป็นแบบขับเคลื่อนที่สัมพันธ์กันเพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่คงที่ตลอดเวลา

(3) ชุดห้องผสม (Fugmill Mixer Unit) ห้องผสมของโรงงานผสมแบบต่อเนื่องนี้ต้องเป็นแบบทำงานต่อเนื่อง (Continuous Mixer) เป็นชนิดมีเพลาผสมคู่ มีอุปกรณ์ให้ความร้อนห้องผสม และสามารถผลิตแอสฟัลต์คอนกรีตได้ส่วนผสมที่สม่ำเสมอ ใบพายจะต้องเป็นชนิดปรับมุมให้ไปในทางเดียวกันเพื่อให้ส่วนผสมเคลื่อนตัวได้เร็ว หรือให้กลับทางกันเพื่อถ่วงเวลาให้ส่วนผสมเคลื่อนตัวช้าลงได้ และห้องผสมจะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมระดับของส่วนผสมด้วย ระยะห่างระหว่างปลายใบพายและผนังห้องผสมจะต้องน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดมวลรวมก้อนโตสุด ที่ห้องผสมจะต้องมีแผ่นแสดงปริมาตรของห้องผสม เมื่อมีส่วนผสมบรรจุในห้องผสมที่มีความสูงต่างๆ ติดตั้งไว้อย่างถาวร นอกจากนั้นจะต้องมีตารางแสดงอัตราการป้อนวัสดุมวลรวมต่อนาที เมื่อโรงงานผสมทำงานในอัตราเร็วปกติ

การคำนวณเวลาในการผสม ให้กำหนดโดยใช้น้ำหนักตามสูตรดังนี้

$$\text{เวลาในการผสม (วินาที)} = A/B$$

เมื่อ A=ปริมาณของส่วนผสมทั้งหมดในห้องผสม (Pugmill Dead Capacity) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม
B=ส่วนผสมที่ออกจากห้องผสม (Pugmill Output) มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อวินาที

(4) ยุ้งพักส่วนผสม (Discharge Hopper) โรงงานผสมแบบนี้ต้องประกอบด้วยยุ้งสำหรับพักส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ออกมาจากห้องผสม ยุ้งพักส่วนผสมนี้มีประตูเปิดที่ด้านล่างของยุ้งและจะปล่อยส่วนผสมได้เมื่อส่วนผสมเต็มยุ้งแล้ว

(5) สัญญาณแจ้งปริมาณมวลรวมในยุ้งหินร้อน โรงงานผสมต้องมีสัญญาณ ซึ่งจะแจ้งให้ทราบว่าปริมาณมวลรวมในยุ้งหินร้อน ยังมีปริมาณเพียงพอที่จะดำเนินการต่อไปได้หรือไม่ ถ้าปริมาณมวลรวมยุ้งใดขาดหรือน้อยไป สัญญาณดังกล่าวจะทำให้ผู้ควบคุมงานทราบทันที ผู้รับจ้างต้องหยุดการดำเนินการและทำการแก้ไขจนกว่าผู้ควบคุมงานจะเห็นสมควร จึงจะอนุญาตให้ดำเนินการต่อไปได้

4.2 รถบรรทุก (Haul Truck)

รถบรรทุกที่นำมาใช้จะต้องมีจำนวนพอเพียงกับกำลังผลิตของโรงงานผสม และความสามารถในการปูของเครื่องปู ทั้งนี้เพื่อให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องมากที่สุดในแต่ละวันที่ปฏิบัติงาน จำนวนรถบรรทุกที่ให้การคำนวณให้เหมาะสมกับกำลังผลิตของโรงงานผสม ความจุของรถบรรทุก เวลาในการบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงรถบรรทุก ระยะทางและเวลาในการขนส่ง เวลาในการรอและการเทส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงในเครื่องปู ความสามารถในการปูของเครื่องปู และอื่นๆ

กระบะจะต้องสะอาดปราศจากวัตถุที่ไม่พึงประสงค์อื่นๆ ตกค้างอยู่ ก่อนใช้ขนส่งส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องพ่นหรือเคลือบภายในกระบะด้วยน้ำสบู่ น้ำปูนขาว หรือสารเคมีเคลือบชนิดใดๆที่มีน้ำมันผสมไม่เกินร้อยละ 5 โดยได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน ห้ามใช้น้ำกระบะรถบรรทุกจะต้องไม่รั่ว พื้นกระบะจะต้องเป็นแผ่นโลหะเรียบ ภายในมันเบนซิน น้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซล หรือน้ำมันประเภทเดียวกัน การพ่นหรือเคลือบภายในกระบะให้ทำบางเท่านั้น และก่อนบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตลงกระบะ ให้ยกกระบะเทวัสดุหรือสารเคลือบที่อาจมีมากเกินความจำเป็นออกให้หมด ในการขนส่งจะต้องมีผ้าใบหรือวัสดุอื่นใด ที่ใช้ได้อย่างเหมาะสมคลุมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อรักษาอุณหภูมิและป้องกันน้ำฝนหรือสิ่งสกปรกอื่นๆด้วย

4.3 เครื่องปู (Paver or Finisher)

เครื่องปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง โดยจะเป็นชนิดล้อเหล็กตีนตะขาบ หรือชนิดล้อยางที่มีคุณภาพเทียบเท่า มีกำลังมากพอและสามารถควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ได้อย่างสม่ำเสมอ ทั้งในขณะที่เคลื่อนตัวไปพร้อมกับรถบรรทุกส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตและในขณะเคลื่อนตัวไปตามลำพัง เครื่องปูจะต้องสามารถปรับความเร็วการปูได้หลายอัตรา และปูส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตได้ความลาดผิวทาง และได้ระดับถูกต้องตามรูปแบบอย่างเรียบร้อยโดยมีลักษณะผิวเรียบสม่ำเสมอ

4.3.1 ส่วนขับเคลื่อน (Tractor Unit) ประกอบด้วยเครื่องยนต์ต้นกำลังมีอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบเครื่องยนต์ (Govemor) ให้คงที่ระหว่างทำงาน กระบะบรรจุส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Hopper) จะต้องเป็นแบบข้างกระบะหุบได้ สายพานป้อนส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Slat Conveyor) เกลียวเกลี่ยจ่ายส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต (Auger หรือ Screw Conveyor) แยกเป็น 2 ข้างซ้ายและขวา ซึ่งสามารถแยกทำงานเป็นอิสระต่อกันได้ ประตูควบคุมการไหล (Flow Gate) ของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตสามารถปรับระดับความสูงของช่องประตูได้

4.3.2 ส่วนเตารีด (Automatic Screed Controls) ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมความหนา (Thickness Control) อุปกรณ์ควบคุมความลาดเอียงที่ผิว (Crown Control) อุปกรณ์ให้ความร้อนแผ่นเตารีด (Screed Heater) แผ่นเตารีด (Screed Plate) และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็น ระบบการควบคุมการลาดชัน (Grade Control) และระดับแอสฟัลต์คอนกรีตควรเป็นแบบอัตโนมัติ โดยอาจเป็นแบบ (1) Erected Grade Line (2) Mobile String Line (3) Ski (4) ต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 9 เมตร แผ่นเตารีดจะต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร แผ่นเตารีดจะต้องตรงแนวและได้ระดับ ไม่บิดงอหรือสึกหรอมากเกินสมควร ไม่สึกเป็นหลุม มีระบบการอัดแอสฟัลต์คอนกรีตขั้นต้นเป็นแบบสั่นสะเทือน (Vibratory Screed) หรือแบบคานกระแทก (Tamper Bar) หรือเป็นทั้ง 2 แบบประกอบกัน ซึ่งสามารถปรับความถี่ของการสั่นสะเทือนหรือการกระแทกได้ตามต้องการ สำหรับแบบคานกระแทกจะต้องมีระยะห่างระหว่างแผ่นเตารีดกับคานกระแทก 0.25-0.50 มิลลิเมตร ผิวของคานกระแทกด้านล่างที่ใช้อัดแอสฟัลต์คอนกรีตต้องอยู่ในสภาพดี และไม่สึกหรอมากกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดความหนาของของใหม่

4.4 รถเกลี่ยปรับระดับ (Motor Grader)

รถเกลี่ยปรับระดับนี้ถ้าจำเป็นต้องนำมาใช้งาน จะต้องเป็นชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองมีล้อยางผิวเรียบ มีใบมีดยาวไม่น้อยกว่า 3.6 เมตร และมีความยาวของช่วงเพลา (Wheel Base) ไม่น้อยกว่า 4.8 เมตร การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

4.5 เครื่องจักรบดทับ

เครื่องจักรบดทับทุกชนิดจะต้องเป็นแบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง ต้องมีน้ำหนักและคุณสมบัติอื่นๆ ถูกต้องตามที่ได้ระบุไว้ในรายละเอียดสำหรับเครื่องจักรบดทับแต่ละชนิดน้ำหนักในการบดทับของดเครื่องจักรบดทับแต่ละชนิดจะต้องเหมาะสมกับชนิดและลักษณะของส่วนผสม ความหนาของชั้นปู ขั้นตอนการบดทับ และอื่นๆ เครื่องจักรบดทับต้องมีจำนวนเพียงพอที่จะอำนวยให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปได้โดยปกติไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก เพื่อให้ได้ชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความแน่น ความเรียบและคุณสมบัติอื่นๆตามที่กำหนด การกำหนดน้ำหนักเครื่องจักรบดทับ น้ำหนักในการบดทับเครื่องจักรแต่ละคัน ตลอดจนการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรบดทับจากจำนวนขั้นต่ำที่กำหนดไว้ ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน เครื่องจักรบดทับจะต้องประกอบด้วยเครื่องจักรชนิดต่างๆ ซึ่งต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้ใช้ได้จากนายช่างผู้คุมงานก่อนโดยมีจำนวนอย่างน้อยดังนี้

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

ข. รถบดล้อยางไม่น้อยกว่า 3 คัน

รายละเอียดของเครื่องจักรชนิดต่างๆเป็นดังนี้

4.5.1 รถบดล้อเหล็ก 2 ล้อ (Steel-Tired Tandem Roller) ต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 8 ตัน และสามารถเพิ่มน้ำหนักได้จนมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 10 ตัน จะต้องมีน้ำหนักต่อความกว้างของล้อรถบดไม่น้อยกว่า 37.9 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร รถบดจะต้องอยู่ในสภาพดี สามารถขับเคลื่อนเดินหน้าและถอยหลังได้ การขับเคลื่อนไปข้างหน้า การหยุด และการถอยหลังจะต้องเรียบสม่ำเสมอ ล้อเหล็กทั้ง 2 ล้อจะต้องตรงแนว ที่ผิวล้อเหล็กจะต้องเรียบไม่เป็นร่อง (Groove) สึกเป็นหลุมหรือเป็นรอยบุ๋ม (Pit) สลักยึดล้อ (King Pin) และลูกปืนล้อ (Wheel Bearing) ต้องไม่สึกหรอมากเกินไปจนทำให้ล้อหลวม ต้องมีถังน้ำ มีระบบฉีดน้ำ (Spinkler System) มีอุปกรณ์คราดผิวล้อเหล็ก (Scraper) และแผ่นวัสดุสำหรับซึมซับน้ำและเกลี่ยกระจาย

น้ำสำหรับเลี้ยงล้อบดที่ใช้การได้ดีและถูกต้องตามที่ต้องการ เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อขณะบดทับ

4.5.2 รถบดล้อยาง (Pneumatic-tired Roller) ต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 10 ตัน และสามารถเพิ่มน้ำหนักได้ มีล้อยางไม่น้อยกว่า 9 ล้อ ล้อรถบดจะต้องเป็นชนิดผิวหน้าเรียบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขอบล้อ (Rim Diameter) ไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร มีผิวหน้าล้อกว้างไม่น้อยกว่า 225 มิลลิเมตร มีขนาดและจำนวนชั้นผ้าใบเท่ากันทุกล้อ ส่วนล้อและเพลาเคลื่อนตัวขึ้นลงได้อย่างอิสระอย่างน้อย 1 แถว มีแรงอัดที่ผิวหน้าสัมผัสของล้อรถบดขณะบดอัด ไม่มากกว่า 620 กิโลพาสคัล (90 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และต้องมีถังน้ำ มีระบบฉีดน้ำ มีอุปกรณ์คราดผิวล้อยางและแผ่นวัสดุสำหรับซึมซับน้ำและเกลี่ยกระจายน้ำสำหรับเลี้ยงล้อรถบดที่ใช้การได้ดีและถูกต้องตามต้องการ เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อขณะบดทับ รถบดล้อยางขณะใช้งานจะต้องมีความดันลมยางเท่ากันทุกล้อ โดยอนุญาตให้มีความดันลมยางแต่ล้อแตกต่างกันได้ไม่เกิน 35 กิโลพาสคัล (5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

4.5.3 รถบดสั่นสะเทือน (Vibratory Roller) ต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 4 ตัน สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาไม่เกิน 35 มิลลิเมตร และต้องมีขนาดน้ำหนักไม่น้อยกว่า 6 ตัน สำหรับชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีความหนาตั้งแต่ 40 มิลลิเมตรขึ้นไป โดยอาจเป็นแบบสั่นสะเทือนล้อเดี่ยวหรือ 2 ล้อก็ได้ ต้องมีความถี่การสั่นสะเทือน (Frequency) ไม่น้อยกว่า 33 เฮิรตซ์ (2,000 รอบต่อนาที) และมีระยะเต้น (Amplitude) ระหว่าง 0.20-0.80 มิลลิเมตร มีน้ำหนักต่อความกว้างของล้อบดไม่น้อยกว่า 22 กิโลกรัมต่อเซนติเมตร รถบดจะต้องอยู่ในสภาพดีสามารถบดทับโดยการเดินหน้าและถอยหลังได้ การขับเคลื่อนไปข้างหน้า การหยุด และการถอยหลังจะต้องเรียบสม่ำเสมอ ล้อทั้ง 2 ล้อ จะต้องตรงแนว ที่ผิวล้อเหล็กจะต้องเรียบ ไม่สึกเป็นหลุมหรือเป็นรอยบุ๋ม สลักล้อและลูกปืนต้องไม่สึกหรอมากเกินไป จนทำให้ล้อหลวม ต้องมีถังน้ำ มีระบบฉีดน้ำ มีอุปกรณ์คราดผิวล้อและแผ่นวัสดุสำหรับซึมซับน้ำและเกลี่ยกระจายน้ำเลี้ยงล้อบดเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตติดล้อขณะบดทับ มีระบบการสั่นสะเทือนที่อยู่ในสภาพดี

4.6 เครื่องพ่นแอสฟัลต์ (Asphalt Distributer)

ต้องเป็นชนิดขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง มีถังบรรจุแอสฟัลต์ติดตั้งบนรถบรรทุกหรือรถพ่วง และประกอบด้วยอุปกรณ์ที่จำเป็นในการมช้งาน ดังนี้

4.6.1 ไม้วัด (Dipstick) หรือเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ในถัง

4.6.2 หัวเผาให้ความร้อนแอสฟัลต์ (Burner)

4.6.3 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแอสฟัลต์ (Thermometer)

4.6.4 ปั๊มแอสฟัลต์ (Aspalt Pump)

4.6.5 เครื่องต้นกำลังหรือเครื่องท้าย (Power Unit)

4.6.6 ท่อพ่นแอสฟัลต์ (Spray Bar) พร้อมหัวฉีด (Nozzle)

4.6.7 ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือ (Hand Spray)

4.6.8 อุปกรณ์วัดปริมาณการพ่นแอสฟัลต์ (Bitumeter)

4.6.9 ถังบรรจุแอสฟัลต์บนรถ (Asphalt Tank)

เครื่องพ่นแอสฟัลต์ต้องมีระบบหมุนเวียน (Circulating System) มีปั๊มแอสฟัลต์ที่สามารถใช้ได้ดีตั้งแต่กับแอสฟัลต์ซีเมนต์ และต้องทำงานได้ดังนี้

- ดูดแอสฟัลต์เข้าถังได้
- หมุนเวียนแอสฟัลต์ในท่อพ่นแอสฟัลต์ และในถังบรรจุแอสฟัลต์ได้
- พ่นแอสฟัลต์ผ่านทางท่อพ่นแอสฟัลต์หรือผ่านท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือได้
- ดูดแอสฟัลต์จากถังบรรจุหรือท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือเข้าสู่ถังได้
- ปั๊มแอสฟัลต์จากถังบรรจุประจำรถพ่นแอสฟัลต์ไปยังถังเก็บแอสฟัล์ภายนอกได้
- เครื่องต้นกำลังหรือเครื่องท้าย ต้องมีมาตรบอกความดัน หรืออื่นๆ

เครื่องปั๊มแอสฟัลต์ ต้องติดเครื่องวัดปริมาณแอสฟัลต์ที่ผ่านปั๊มโดยวัดเป็นรอบหรือวัดเป็นความดัน หรืออื่นๆ

ท่อพ่นแอสฟัลต์ อาจประกอบด้วยท่อหลายท่อนต่อกัน มีหัวฉีดติดตั้งโดยมีระยะห่างระหว่างหัวฉีดเท่าๆกัน หัวฉีดปรับทำมุมกับท่อพ่นแอสฟัลต์ได้ และต้องมีอุปกรณ์ปิดเปิดได้ ท่อพ่นแอสฟัลต์ต้องเป็นแบบที่แอสฟัลต์หมุนเวียนผ่านได้ เมื่อใช้งานต้องมีความดันสม่ำเสมอตลอดความยาวท่อ และสามารถปรบความสูงและความกว้างในการพ่นแอสฟัลต์ได้

ท่อพ่นแอสฟัลต์แบบมือถือที่เคลื่อนที่ได้อิสระ ต้องเป็นแบบใช้หัวฉีด ใช้พ่นแอสฟัลต์บนพื้นที่ที่รถพ่นแอสฟัลต์เข้าไปไม่ได้

อุปกรณ์วัดปริมาณการพ่นแอสฟัลต์ ประกอบด้วยล้อวัดความเร็ว (ล้อที่ห้า) ต่อสายเชื่อมไปยังมาตรวัดความเร็วในเก๋งรถ มาตรวัดความเร็วนี้ต้องบอกความเร็วเป็นเมตรต่อนาที หรือฟุตต่อนาที พร้อมทั้งมีตัวเลขบอกระยะทางรวมที่รถวิ่ง

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

อุปกรณ์สำหรับเครื่องพ่นแอสฟัลต์ต่างๆเหล่านี้ ก่อนนำไปใช้งานต้องตรวจสอบให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี การตรวจสอบและการตรวจปรับอุปกรณ์ต้องดำเนินการตามวิธีที่กำหนด ซึ่งแอสฟัลต์ที่พ่นออกมาจะต้องมีปริมาณสม่ำเสมอตลอดความกว้างและความยาว เมื่อตรวจสอบโดยวิธีทดลองหาปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดตามขวางและตามยาว ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.401/2515 "วิธีการทดลองหาปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ลาดตามขวางถนนจากเครื่อง Distributor" และตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.402/2515 "วิธีการทดลองหาปริมาณยางแอสฟัลต์ที่ลาดตามยาวถนนจากเครื่อง Distributor" แล้ว จะต้องถูกต้องตามข้อกำหนด กล่าวคือ ปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดตามขวางคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 17 และปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดตามยาวคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 15 ตามลำดับ

4.7 เครื่องจักรและเครื่องมือทำความสะอาดพื้นที่ที่จะก่อสร้าง

4.7.1 รถบรรทุกน้ำ (Water Truck) ต้องอยู่ในสภาพดี มีท่อพ่นน้ำและอุปกรณ์ฉีดน้ำที่ใช้การได้ดี

4.7.2 เครื่องกวาดฝุ่น (Rotary Broom) อาจเป็นแบบลาก แบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองหรือแบบติดตั้งที่รถไถนา (Farm Tractor) หรือรถอื่นใด แต่ต้องเป็นแบบไม้กวาดหมุนโดยเครื่องกล ขนไม้กวาดอาจทำด้วยไฟเบอร์ ลวดเหล็ก ไนล่อน หวาย หรือวัสดุอื่นๆที่เหมาะสมโดยความเห็นชอบของนายช่างผู้ควบคุมงาน ทั้งนี้ต้องมีประสิทธิภาพพอที่จะให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

4.7.3 เครื่องเป่าลม (Blower) เป็นแบบติดตั้งที่รถไถนาหรือรถอื่นใด มีใบพัดขนาดใหญ่ ให้กำลังลมแรงและมีประสิทธิภาพพอเพียงที่จะทำให้พื้นที่ที่จะก่อสร้างสะอาด

4.8 เครื่องมือประกอบ

4.8.1 เครื่องมือบดทับแบบสั่นสะเทือนขนาดเล็ก (small Vibratory Compactor) ต้องมีขนาดน้ำหนักเหมาะสมที่จะใช้บดทับแอสฟัลต์คอนกรีตที่รถบดไม่สามารถเข้าไปดำเนินการได้ หรือใช้ในงานซ่อมขนาดเล็ก การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

4.8.2 เครื่องมือกระทุ้งแอสฟัลต์คอนกรีต (Hand Tamper) ต้องเป็นแบบและมีขนาดน้ำหนักเหมาะสมที่จะใช้กระทุ้งอัดแอสฟัลต์คอนกรีตบริเวณที่เครื่องบดทับขนาดเล็กเข้าไปบดทับไม่ได้หรือใช้งานซ่อมขนาดย่อย การใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

4.8.3 เครื่องมือตัดรอยต่อ อาจเป็นแบบติดกับรถบดล้อเหล็กหรือเป็นแบบรถเข็นขนาดเล็ก หรือจะมีทั้ง 2 แบบก็ได้ หรือมีแบบอื่นๆซึ่งสามารถตัดแนวรอยต่อได้เรียบร้อย ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

4.8.4 เครื่องมือเจาะตัวอย่าง อาจเป็นชนิดใช้เครื่องยนต์หรือใช้ไฟฟ้าที่สามารถใช้เจาะตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตรได้อย่างเรียบร้อย

4.8.5 ไม้บรรทัดวัดความเรียบ (Straightedge) ต้องเป็นไม้บรรทัดวัดความเรียบที่มีขนาดเหมาะสม มีความยาว 3.00 เมตร

เครื่องจักร เครื่องมือ หรืออุปกรณ์อื่นใด นอกเหนือจากที่กำหนดไว้แล้วข้างต้น การนำมาใช้งานและการใช้งานให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

4.9 เครื่องมือทดลองและห้องปฏิบัติการทดลอง

4.9.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาเครื่องมือทดลองที่ได้มาตรฐานและมีคุณภาพดี เพื่อให้ผู้ควบคุมงานใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพแอสฟัลต์คอนกรีตระหว่างการก่อสร้าง

4.9.2 ผู้รับจ้างต้องจัดสร้างห้องปฏิบัติการทดลอง ให้อยู่ในบริเวณที่สามารถมองเห็นการทำงานของโรงงานผสมแอสฟัลต์คอนกรีตจากห้องนั้นได้ ห้องปฏิบัติการทดลองต้องมีขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 20 ตารางเมตร หรือตามแบบที่กรมทางหลวงกำหนด พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่จำเป็นตามที่กำหนด เพื่อให้ผู้ควบคุมงานใช้เป็นสถานที่ตรวจสอบคุณภาพแอสฟัลต์คอนกรีตระหว่างการก่อสร้าง

5. <u>การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง</u>

5.1 การเตรียมสถานที่ตั้งโรงงานผสมและกองวัสดุ

สถานที่ตั้งโรงงานผสมและกองวัสดุจะต้องเหมาะสม มีบริเวณกว้างพอที่จะดำเนินการได้สะดวก นอกจากนั้นจะต้องจัดให้มีการระบายน้ำที่ดี อันจะเป็นการป้องกันมิให้มีน้ำท่วมกองวัสดุได้ พื้นที่สำหรับกองวัสดุที่นำมาใช้งานจะต้องสะอาดปราศจากวัสดุไม่พึงประสงค์ เช่น วัชพืช สิ่งสกปรกอื่นๆ ควรรองพื้นด้วยวัสดุหินหรือปูด้วยแผ่นวัสดุที่เหมาะสม สถานที่กองวัสดุจะต้องราบเรียบได้ระดับพอควร การกองวัสดุแต่ละขนาด จะต้องกองแยกไว้อย่างชัดเจน โดยการกองแยกให้

ห่างกันตามสมควร หรือทำยุ้งกั้นไว้เพื่อป้องกันวัสดุที่จะใช้แต่ละชนิด แต่ละขนาด ไม่ให้ปะปนกัน หรือปะปนกับวัสดุที่ไม่พึงประสงค์อื่นๆ การกองวัสดุต้องดำเนินการให้ถูกต้องเพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุเกิดการแยกตัว โดยการกองวัสดุเป็นชั้นๆ สูงชั้นละไม่เกินความสูงของกองวัสดุกองเดี่ยวๆ เมื่อเทจากรถบรรทุกเทท้ายคันหนึ่งๆ ถ้าจะกองวัสดุชั้นต่อไปจะต้องแต่งระดับยอดกองให้เสมอ และไม่ควรกองวัสดุสูงเป็นรูปกรวย

5.2 การเตรียมมวลรวมและวัสดุผสมแรก

กองวัสดุที่ใช้ทุกชนิด จะต้องมีมาตรการป้องกันไม่ให้วัสดุเปียกน้ำฝน โดยการกองวัสดุในโรงที่มีหลังคาคลุม หรือคลุมด้วยผ้าใบ หรือแผ่นวัสดุอื่นๆที่เหมาะสม หรือโดยวิธีอื่นใดที่ได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน

วัสดุที่ใช้ทุกชนิดเมื่อป้อนเข้าโรงงานผสม ต้องไม่มีความชื้นเกินกำหนดตามข้อแนะนำของบริษัทผผลิตโรงงานผสมที่ใช้งานนั้นๆ ทั้งนี้เพื่อให้โรงงานผสมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มวลรวมที่ใช้แต่ละชนิด ก่อนนำไปใช้งานจะต้องบรรจุในยุ้งหินเย็นแยกกันแต่ละยุ้ง และการผสมมวลรวมแต่ละชนิดจะต้องดำเนินการโดยผ่านยุ้งหินเย็นเท่านั้น ห้ามนำมาผสมกันภายนอกยุ้งหินเย็นในทุกกรณี

วัสดุผสมแทรก หากนำมาใช้จะต้องแยกใส่ยุ้งวัสดุผสมแทรกโดยเฉพาะ การป้อนวัสดุผสมแทรกจะต้องแยกต่างหากโดยไม่ปะปนกับวัสดุอื่นๆ และจะต้องป้อนห้องผสมโดยตรง

5.3 การเตรียมแอสฟัลต์

แอสฟัลต์ซีเมนต์ในถังเก็บแอสฟัลต์ต้องมีอุณหภูมิไม่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส (212 องศาฟาเรนไฮต์) เมื่อผสมกับมวลรวมที่โรงงานผสมจะต้องให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 159±8 องศาเซลเซียส (318±15 องศาฟาเรนไฮต์) หรือมีอุณหภูมิที่แอสฟัลต์มีความหนืด 170-200 เซนติสโตกส์ (Centistokes) หรือมีอุณหภูมิตรงตามที่ระบุไว้ในสูตรส่วนผสมเฉพาะงาน การจ่ายแอสฟัลต์ซีเมนต์ไปยังห้องผสม จะต้องเป็นไปโดยต่อเนื่องและมีอุณหภูมิที่กำหนดสม่ำเสมอตลอดเวลา

5.4 การเตรียมเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง

เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ระบุไว้ในข้อ 4 ที่นำมาใช้งานต้องมีสภาพใช้งานได้ดี โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบหรือตรวจปรับ ตามรายการและวิธีการที่กรมทางหลวงกำหนด และ

นายช่างผู้ควบคุมงานอนุญาตให้ใช้ได้ก่อน เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ทุกชนิดต้องมีจำนวนเพียงพอที่จะอำนวยให้การก่อสร้างชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตดำเนินไปต่อเนื่องไม่ติดขัดหรือหยุดชะงัก และในระหว่างการก่อสร้างจะต้องบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอตลอดระยะเวลาทำงาน

5.5 การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง

5.5.1 รองพื้นทาง พื้นทาง หรือไหล่ทาง จะต้องเรียบสม่ำเสมอ ได้ระดับและได้ความลาดตามรูปแบบก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ กรณีที่รองพื้นทาง หรือพื้นทางหรือไหล่ทาง มีความเสียหายเป็นคลื่น เป็นหลุมบ่อ มีจุดอ่อนตัว หรือไม่ถูกต้องตามรูปแบบ ให้แก้ไขให้ถูกต้องก่อน โดยได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงาน

5.5.2 ผิวทางลาดยางเดิม ที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับมีผิวหน้าไม่เรียบสม่ำเสมอหรือเป็นคลื่น และไม่มีการทำชั้นปรับระดับ ให้ปรับแต่งให้สม่ำเสมอ ถ้ามีหลุมบ่อ รอยแตก จุดอ่อนตัว หรือความเสียหายของชั้นทางใดๆ จะต้องตัดหรือขุดออก แล้วปะซ่อมหรือขุดซ่อมแล้วแต่กรณี แล้วบดทับให้แน่นและมีผิวหน้าที่เรียบสม่ำเสมอ โดยให้มีระดับและความลาดถูกต้องตามแบบ วัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีคุณภาพดี ขนาดและปริมาณวัสดุที่ใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะความเสียหายและพื้นที่ที่จะซ่อม

5.5.3 พื้นทางหรือไหล่ทางที่มี Prime Coat หลุดหรือเสียหายเป็นพื้นที่ต่อเนื่องมากเกินกว่าที่จะซ่อมตามข้อ 5.5.3 ให้ได้ผลดี ให้พิจารณาคราด (Scarify) พื้นทางหรือไหล่ทางนั้น แล้วบดทับใหม่ให้ได้ความแน่นตามกำหนด แล้วทำ Prime Coat ใหม่ ทิ้งไว้จนครบกำหนดเวลาบ่มตัวของแอสฟัลต์ที่ใช้ทำ Prime Coat ก่อน จึงทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับได้

5.5.5 พื้นทางหรือไหล่ทางที่ทำ Prime Coat ทิ้งไว้นานโดยไม่ได้ทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตตามขั้นตอนการก่อสร้างปกติ แต่ Prime Coat ไม่หลุดเสียหาย ก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับอาจพิจารณาให้ทำ Tack Coat โดยให้ดำเนินการตามมาตรฐานที่ ทล.-ม.403/2531 "การลาดแอสฟัลต์ Tack Coat" ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

5.5.6 ในงานเสริมผิวทาง (Overlay) ด้วยแอสฟัลต์คอนกรีตบนผิวทางเดิมซึ่งเกิดการยุบตัว (Sag and Depression) หรือเป็นแอ่งเฉพาะแห่ง แต่ไม่ใช่จุดอ่อนตัว (Soft Spot) ให้ดำเนินการดังนี้

(1) กรณียุบตัวเป็นแอ่งลึกไม่เกิน 30 มิลลิเมตร อาจแยกปูเสริมเพื่อปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งก่อน หรือจะปูรวมไปพร้อมกับการปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตก็ได้

โดยให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน แต่ทั้งนี้ความหนารวมที่ปูจะต้องไม่เกิน 80 มิลลิเมตร หากความหนารวมเกิน 80 มิลลิเมตร จะต้องแยกปูเสริมเพื่อปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งก่อน

(2) กรณียุบตัวหรือเป็นแอ่งลึกเกิน 50 มิลลิเมตร จะต้องแยกปูเสริมปรับระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งก่อน โดยให้ปูเป็นชั้นหนาๆไม่เกิน 50 มิลลิเมตร

การแยกปูเสริมปรับบระดับเฉพาะส่วนที่ยุบตัวหรือเป็นแอ่งด้วยแอสฟัลต์คอนกรีตนี้ให้บดทับด้วยรถบดล้อยางจนได้ความแน่นตามที่กำหนด แล้วจึงปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตต่อไป

5.5.7 รองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ ต้องสะอาดปราศจากฝุ่น วัสดุสกปรก หรือวัสดุไม่พึงประสงค์อื่นๆปะปน

5.5.8 การทำความสะอาดรองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ โดยการกวาดฝุ่น วัสดุหลุดหลวม ทรายที่สาดทับ Prime Coat สำหรับพื้นทางหรือไหล่ทางออกจนหมดด้วยเครื่องกวาดฝุ่น ต้องปรับอัตราเร็วการหมุนและน้ำหนักกดที่กดลงบนรองพื้นทาง พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิมให้พอดี โดยไม่ทำให้รองพื้น พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางเดิมเสียหาย เสร็จแล้วให้ใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลวมออกจนหมด

5.5.9 กรณีที่มีคราบฝุ่นหรือวัสดุจับตัวแข็งอยู่ที่พื้นทาง ไหล่ทาง หรือผิวทางลาดยางเดิมที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ ให้จำกัดคราบแข็งดังกล่าวออกโดยการใช้เครื่องมือใดๆที่เหมาะสมตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบ ขูดออก ล้างให้สะอาด ทิ้งไว้ให้แห้ง ใช้เครื่องกวาดฝุ่นกวาด แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นหรือวัสดุที่หลุดหลวมออกให้หมด

5.5.10 ผิวทางลาดยางเดิมที่มีแอสฟัลต์เยิ้ม ก่อนทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับจะต้องแก้ไขให้เรียบร้อยก่อน โดยการปาดแอสฟัลต์ที่เยิ้มออก หรือโดยวิธีการอื่นใดที่เหมาะสมตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานกำหนดหรือเห็นชอบ

5.5.11 ผิวทางลาดยางเดิมหรือชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตใดๆ ที่จะทำชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตทับ จะต้องทำ Tack Coat โดยให้ดำเนินการตามมาตรฐานที่ ทล.-ม.403/2531 "การลาดแอสฟัลต์ Tack Coat"

5.5.12 ขอบโครงสร้างคอนกรีตใดๆ หรือผิวหน้าตัดชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีตเดิมที่ต่อเชื่อมกับแอสฟัลต์คอนกรีตที่จะก่อสร้างใหม่จะต้องทำ Tack Coat ก่อน โดยให้ดำเนินการตามมาตรฐานที่ ทล.-ม.403/2531 "การลาดแอสฟัลต์ Tack Coat"

5.5.13 ผิวพื้นสะพานคอนกรีตที่จะต้องปูชั้นทางแอสฟัลต์คอนกรีต จะต้องขูดวัสดุยาแนวรอยแตกและรอยต่อส่วนเกินที่ติดอยู่ที่ผิวพื้นคอนกรีตออกให้หมด ล้างทำความสะอาด ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วใช้เครื่องเป่าลมเป่าฝุ่นออกให้หมด แล้วทำ Tack Coat โดยให้ดำเนินการตามมาตรฐานที่ ทล.-ม.403/2531 "การลาดแอสฟัลต์ Tack Coat"

6. การก่อสร้าง

6.1 การควบคุมการผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่โรงงานผสม

การดำเนินการควบคุมการผลิตส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่โรงงานผสม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1.1 การควบคุมคุณภาพส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต มวลรวมและแอสฟัลต์ซีเมนต์ต้องมีคุณสมบัติตามข้อ 1 คุณภาพส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตต้องสม่ำเสมอ ตรงตามสูตรส่วนผสมเฉพาะงานที่ได้กำหนดขึ้นสำหรับแอสฟัลต์คอนกรีตนั้นๆ

สูตรส่วนผสมเฉพาะงานอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามเหตุผลในข้อ 3.5 และข้อ 3.6

6.1.2 การควบคุมเวลาในการผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต โรงงานผสมต้องมีเครื่องตั้งเวลาและควบคุมเวลาแบบอัตโนมัติ ที่สามารถตั้งปรับเวลาในการผสมแห้งและผสมเปียกได้ตามต้องการ

สำหรับโรงงานผสมแบบชุด ระยะเวลาในการผสมแห้งและผสมเปียกควรใช้ประมาณ 15 วินาที และ 30 วินาที ตามลำดับ

สำหรับโรงงานผสมแบบต่อเนื่อง ระยะเวลาในการผสมให้คำนวณจากสูตรตามข้อ 4.1.11

ในการผสมส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตโดยโรงงานผสมทั้ง 2 แบบ ต้องได้ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่สม่ำเสมอ ในกรณีที่ผสมกันตามเวลาที่กำหนดไว้แล้ว แต่ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตยังผสมกันได้ไม่สม่ำเสมอตามที่ต้องการ ก็ให้เพิ่มเวลาในการผสมขึ้นอีกก็ได้แต่เวลาที่ใช้ในการผสมทั้งหมดต้องไม่เกิน 60 วินาที ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

การกำหนดเวลาในการผสมของโรงงานผสมใดๆให้กำหนดโดยการทดลองหาปริมาณที่แอสฟัลต์เคลือบผิวมวลรวม ตามวิธีการทดลอง AASHTO T 195-67 "Determining Degree of Particle Coating of Bituminous – Aggregate Mixtures" โดยให้ถือหลักเกณฑ์กำหนดตามตารางที่ 5

ภาคผนวก ข
การทดลองมาตรฐานกลมทางหลวง
วิธีการทดลองเพื่อหาค่า CBR
(เทียบเท่า AASHTO T 193)

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลอง CBR วิธีนี้ เป็นวิธีการทดลองที่กำหนดขึ้น เพื่อหาค่าเปรียบเทียบ Bearing Value ของวัสดุตัวอย่างกับวัสดุหินมาตรฐาน เมื่อทำการบดทับตัวอย่างนั้น โดยใช้ค้อนบดทับในแบบ (Mold) ที่ Optimum Moisture Content หรือปริมาณน้ำในดินใด ๆ เพื่อนำมาใช้ออกแบบโครงสร้างของถนนและใช้ควบคุมงาน ในการบดทับให้ได้ความแน่นและความชื้นตามต้องการ

การทดลอง CBR อาจทำได้ 2 วิธีคือ

วิธี ก. การทดลองแบบแช่น้ำ (Soaked)

วิธี ข. การทดลองแบบไม่แช่น้ำ (Unsoaked)

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือทดลองประกอบด้วย

2.1.1 เครื่องกด (Loading Machine) เป็นเครื่องมือทดลองเพื่อหาค่า CBR ต้องมีขีดความสามารถรับแรงกดไม่น้อยกว่า 5,000 กิโลกรัม (ประมาณ 10,000 ปอนด์, 50 กิโลนิวตัน) เครื่องกดนี้อาจจะเป็นเครื่องแบบใช้มือหมุน (กรณีใช้เฟือง) หรือใช้ปั๊ม (กรณีใช้ Hydraulic) หรือแบบฉุดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าก็ได้ ในกรณีฉุดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า อัตราเร็วของมอเตอร์ที่หมุนฉุดต้องทำให้ฐานหรือท่อนกด (Piston) เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 1.27 มิลลิเมตร (0.05 นิ้ว) ต่อนาที เครื่องกดนี้ประกอบด้วย Jack ซึ่งดันหรือหมุนให้ฐานเลื่อนขึ้นหรือเลื่อนลง โดยมีเครื่องวัดการเลื่อนขึ้นหรือลงด้วย Dial Guage มีอัตราเร็ว 1.27 มิลลิเมตร (0.05 นิ้ว) ต่อนาที เพื่อใช้ดันให้ท่อนกดจมลงในตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วในแบบ เครื่องกดนี้จะต้องมี Proving Ring อ่านแรงกด (กรณีใช้เฟืองเป็นตัวดันขึ้นหรือดันลง) หรือหน้าปัดอ่านแรงกด (กรณีใช้ Hydraulic เป็นตัวดันขึ้นหรือดันลง) ได้ละเอียดถึง 2 กิโลกรัม (20 นิวตัน) หรือน้อยกว่านั้น (ดังรูป)

2.1.2 แบบ (Mold) ทำด้วยโลหะแข็งและเหนียว ลักษณะทรงกระบอกกลวงมีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 152.4 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) สูง 177.8 มิลลิเมตร (7 นิ้ว) และจะต้องมีปลอก (Collar) ขนาดเดียวกันสูง 50.8 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) มีฐานเจาะรูพรุน ในการทดลองต้องใช้แท่งโลหะรอง (Space Disc) ตามข้อ 1.2.3 รองด้านล่าง เพื่อให้ได้ตัวอย่างสูง 116.4 มิลลิเมตร (4.584 นิ้ว) หรือ อาจใช้แบบขนาดสูงเท่าใดก็ได้ เมื่อใช้แท่งโลหะรองแล้ว ได้ความสูงของตัวอย่างในแบเท่ากับ 116.4 มิลลิเมตร (4.584 นิ้ว) ดังรูป

2.1.3 แท่งโลหะรอง (Space Disc) เป็นโลหะรูปทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150.8 มิลลิเมตร (5 15/16 นิ้ว) มีความสูงขนาดต่าง ๆ ซึ่งเมื่อใช้กับแบบตามข้อ 2.1.2 แล้วจะเหลือตัวอย่างสูงเท่ากับ 116.4 มิลลิเมตร (4.584 นิ้ว) ดังรูป

2.1.4 ค้อน (Hammer) ทำด้วยโลหะมี 2 แบบ ดังนี้

(1) เป็นรูปทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) มวลรวมทั้งด้ามถือ 4,537 กรัม (10 ปอนด์) ต้องมีปลอกทำไว้อย่างเหมาะสมเป็นตัวบังคับให้ระยะตกเท่ากับ 457.2 มิลลิเมตร (18 นิ้ว) เหนือระดับดินที่ต้องการบดทับจะต้องมีรูระบายอากาศอย่างน้อย 4 รู แต่ละรูมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9.5 มิลลิเมตร เจาะห่างจากปลายของปลอกทั้งสองข้างประมาณ 19.0 มิลลิเมตร (ใช้สำหรับการหาค่า BCR ที่ความแน่น "สูงกว่ามาตรฐาน" ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท 108/2517

(2) เป็นรูปทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.8 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) มีมวลรวมทั้งด้ามถือ 2,495 กรัม (5.5 ปอนด์) ต้องมีปลอกทำไว้อย่างเหมาะสม เป็นตัวบังคับให้ระยะตกเท่ากับ 304.8 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) เหนือระดับดินที่ต้องการบดทับ จะต้องมีรูระบายอากาศอย่างน้อย 4 รู แต่ละรูมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9.5 มิลลิเมตร เจาะห่างจากปลายของปลอกทั้งสองข้างประมาณ 19.0 มิลลิเมตร ใช้สำหรับการหาค่า CBR ที่ความแน่น "มาตรฐาน" ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 107/2517

2.1.5 เครื่องวัดการขยายตัว (Expansion Measuring Apparatus) ประกอบด้วย

(1) แผ่นวัดการขยายตัว (Swell Plate) ทำด้วยโลหะมีก้านที่สามารถจะจัดให้สูงหรือต่ำได้ และมีรูพรุน (ดังรูป)

(2) สามขา (Tripod) สำหรับวัดการขยายตัว มีลักษณะเป็นรูปสามขา ติดด้วย Dial Gauge วัดได้ละเอียด 0.01 มิลลิเมตร วัดได้ 25 มิลลิเมตร (หรือจะใช้ Dial Gauge วัดได้ละเอียด 0.001 นิ้ว วัดได้ 1 นิ้ว แทนก็ได้) เพื่อวัดการขยายตัว (ดังรูป)

2.1.6 แผ่นถ่วงน้ำหนัก (Surcharge Weight) เป็นเหล็กทรงกระบอกแบน เส้นผ่านศูนย์กลาง 149.2 มิลลิเมตร (5 7/8 นิ้ว) มีรูกลวงเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 54.0 มิลลิเมตร (2 1/8 นิ้ว) เพื่อให้ท่อนกดสอดผ่านไปได้ โดยมีมวลเท่ากับ 2,268 กรัม (5 ปอนด์) ดังรูป

แผ่นถ่วงน้ำหนักนี้อาจเป็นแบบผ่าครึ่งเป็นสองซีก หรือผ่าเป็นร่องก็ได้

2.1.7 ท่อนกด (Penetration Piston) ทำด้วยโลหะทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 49.5 มิลลิเมตร (1.95 นิ้ว) มีพื้นที่หน้าตัด 1,935.5 ตารางมิลลิเมตร (3 ตารางนิ้ว) ยาวไม่น้อยกว่า 101.6 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ดังรูป

2.1.8 เครื่องดันตัวอย่าง (Sample Extruder) เป็นเครื่องดันดินออกจากแบบภายหลังเมื่อทดลองเสร็จแล้ว จะมีหรือไม่มีก็ได้ ประกอบด้วยตัว Jack ทำหน้าที่เป็นตัวดันและโครงเหล็กทำหน้าที่เป็นตัวจับแบบ ในกรณีที่ไม่มีใช้ ให้ใช้สิ่วหรือเครื่องมืออย่างอื่นแคะตัวอย่างออกจากแบบ

2.1.9 ตาชั่งแบบ Balance มีขีดความสามารถชั่งได้ไม่น้อยกว่า 16 กิโลกรัม ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กิโลกรัม สำหรับชั่งตัวอย่างทดลอง

2.1.10 ตาชั่งแบบ Scale หรือแบบ Balance มีขีดความสามารถชั่งได้ 1,000 กรัม ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม สำหรับหาปริมาณน้ำในดิน

2.1.11 เตาอบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110± 5°ซ. สำหรับอบดินตัวอย่าง

2.1.12 เหล็กปาด (Straight Edge) เป็นเหล็กคล้ายไม้บรรทัด หนาและแข็งเพียงพอในการตัดแต่งตัวอย่างที่ส่วนบนของแบบ มีความยาวไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร แต่ไม่ยาวเกินไปจนเกะกะ และหนาประมาณ 3.0 มิลลิเมตร

2.1.13 เครื่องแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)

2.1.14 ตะแกรงร่อนดินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 203.2 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) สูง 50.8 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) มีขนาดดังนี้

(1) ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)

(2) ขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4)

2.1.15 เครื่องผสม เป็นอุปกรณ์จำเป็นต่าง ๆ ที่ใช้ผสมตัวอย่างกับน้ำได้แก่ ถาด, ช้อน, พลั่ว, เกรียง, ค้อนยาง, ถ้วยตวงวัดปริมาตรน้ำ หรือจะใช้เครื่องผสมแบบ Mechanical Mixer ก็ได้

2.1.16 กระป๋องอบดินสำหรับใส่ตัวอย่างดิน เพื่ออบหาปริมาณน้ำในดิน

2.1.17 นาฬิกาจับเวลา

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

2.2.1 กระดาษกรองอย่างหยาบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152.4 มิลลิเมตร (6 นิ้ว)

2.2.2 น้ำสะอาด

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์ม ที่ ว.2 – 11 สำหรับการทดลองหาค่า CBR

ที่ ว.2 – 15 สำหรับ Plot Curve CBR

ที่ ว.2 – 15 ก. สำหรับการ Plot Curve หาค่า CBR

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างได้แก่ ดิน หินคลุก หรือ Soil Aggregate หรือวัสดุอื่นใดที่ต้องการทดลองให้ดำเนินการดังนี้

2.4.1 ถ้าขนาดของตัวอย่างก้อนที่ใหญ่ที่สุด มีขนาดใหญ่กว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ให้เตรียมตัวอย่างดังต่อไปนี้

(1) นำตัวอย่างมาทำให้แห้งโดยวิธีตากแห้ง และทำ Quartering หรือใช้เครื่องแบ่งตัวอย่าง เมื่อแห้งพอเหมาะแล้ว (มีปริมาณน้ำในดินประมาณ 2 – 3 %) นำมาร่อนผ่านตะแกรงแบ่งเป็น 3 ขนาด คือ

- ขนาดใหญ่กว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)
- ขนาดระหว่าง 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ถึงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4)
- ขนาดเล็กกว่า 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4)

(2) ทำการชั่งหามวลของแต่ละขนาด ที่เตรียมไว้จากข้อ 2.4.1 (1) ก็จะทราบว่ามวลของตัวอย่างแต่ละขนาดมีอยู่ขนาดละเท่าใด

(3) ตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่า 19.0 มิลลิเมตร ให้ทิ้งไป

(4) แทนที่ตัวอย่างในข้อ 2.4.1 (3) ด้วยตัวอย่างที่มีขนาดระหว่าง 19.0 มิลลิเมตร ถึงขนาด 4.75 มิลลิเมตร ด้วยมวลที่เท่ากัน ตัวอย่าง เช่น มีขนาดใหญ่กว่า 19.0 มิลลิเมตร อยู่

2,650 กรัม ก็ให้ใช้ตัวอย่างขนาดระหว่าง 19.0 มิลลิเมตร ถึงขนาด 4.75 มิลลิเมตร เพิ่มเข้าไปอีก 2,650 กรัม ที่เหลือจะเป็นขนาดที่เล็กกว่า 19.0 มิลลิเมตร ตามที่มีจริงดังนี้

สมมุติ ตัวอย่างทั้งหมดมีมวล 9,000 กรัม

มีขนาดใหญ่กว่า 19.0 มิลลิเมตร เท่ากับ 2,650 กรัม

มีขนาดระหว่าง 19.0 มิลลิเมตร ถึงขนาด 4.75 มิลลิเมตร เท่ากับ 4,850 กรัม

มีขนาดเล็กกว่า 4.75 มิลลิเมตร เท่ากับ 1,500 กรัม

จากวิธีการเตรียมตัวอย่างที่กล่าวมาแล้ว จะได้มวลของตัวอย่างที่เตรียมไว้ คือ

มีขนาดระหว่าง 19.0 มิลลิเมตร ถึงขนาด 4.75 มิลลิเมตร เท่ากับ 2,650 + 4,850 = 7,500 กรัม

มีขนาดเล็กกว่า 4.75 มิลลิเมตร เท่ากับ 1,500 กรัม

(5) คลุกตัวอย่างที่ได้จากข้อ 2.4.1 (4) ให้เข้ากัน

2.4.2 ถ้าขนาดของตัวอย่างก้อนที่ใหญ่ที่สุด มีขนาดเล็กกว่า 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ให้นำตัวอย่างมาทำให้แห้งโดยวิธีตากแห้ง (มีปริมาณน้ำในดินประมาณ 2 – 3 %) และทำ Quartering หรือใช้เครื่องแบ่งตัวอย่างแล้วคลุกตัวอย่างให้เข้ากัน

2.4.3 ถ้าต้องการทดลอง โดยใช้ตัวอย่างผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ให้นำตัวอย่งมาทำให้แห้งโดยวิธีตากแห้งแล้วใช้ค้อนยางทุบให้ก้อนหลุดจากกันและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) คลุกตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงให้เข้ากัน

2.4.4 ชั่งตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 2.4.1 หรือ 2.4.2 หรือ 2.4.3 แล้วแต่กรณีให้มีมวลประมาณ 6,000 กรัม สำหรับการทดลอง 1 ตัวอย่าง

2.4.5 ปริมาณตัวอย่างตามข้อ 2.4.4 ให้เตรียมไว้ 3 ตัวอย่าง ในการทดลองแต่ละครั้ง

2.5 การทดลอง

2.5.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อการทดลอง

(1) นำตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วจากข้อ 2.4 มาคลุกเคล้าจนเข้ากันดี

(2) โดยวิธีการทดลอง Compaction Test ตามการทดลองที่ ทล.-ท. 107/2517 หรือ ทล.-ท. 108/2517 จะทราบปริมาณน้ำในดินที่ความแน่นสูงสุด (Optimum Moisture Content) ให้ใช้ปริมาณน้ำในดินดังนี้

- ดูแบบฟอร์มที่ ว. 2 – 05 ในการทดลองที่ ทล.-ท. 107/2517 หรือ ทล.-ท. 108/2517 เปรียบเทียบปริมาณน้ำในดินของตัวอย่างกับปริมาณน้ำในดินที่คำนวณได้จากการอบตัวอย่าง จะทราบปริมาณน้ำในดินที่มีอยู่ในตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของผลการทดลองดังกล่าว เป็นค่าปริมาณน้ำในดินที่มีอยู่ในตัวอย่าง เพิ่มน้ำเข้าไปในตัวอย่างที่เตรียมไว้ จนได้ปริมาณน้ำในดินที่ความแน่นสูงสุด

- กรณีที่คาดว่าปริมาณน้ำในดินของตัวอย่างที่เตรียมไว้เพื่อทำการทดลอง CBR อาจจะไม่เท่ากับที่ทำ Compaction Test ให้หาปริมาณน้ำในดินที่มีอยู่จริง โดยการอบหรือคั่วให้แห้งก็จะทราบปริมาณน้ำในดินที่มีอยู่ในตัวอย่าง ให้เพิ่มน้ำจนได้ปริมาณน้ำในดินที่ความแน่นสูงสุด

(3) เติมน้ำตามที่คำนวณได้จากข้อ 2.5.1 (2)

(4) คลุกเคล้าตัวอย่างที่เติมน้ำแล้ว หรือนำเข้าเครื่องผสมจนเข้ากันดี

(5) นำแท่งโลหะรองใส่ลงในแบบ ซึ่งสวมปลอกเรียบร้อยแล้วและใส่กระดาษกรองลงบนแผ่นโลหะรอง

(6) แบ่งตัวอย่างในลงในแบบ โดยประมาณให้ตัวอย่างแต่ละชั้นเมื่อบดทับแล้วมีความสูงประมาณ 1 ใน 5 ของ 127.0 มิลลิเมตร (5 นิ้ว)

(7) ทำการบดทับโดยใช้ค้อน ตามข้อ 2.1.4 (1) หรือ 2.1.4 (2) แล้วแต่กรณี จำนวน 12 ครั้ง โดยเฉลี่ยการบดทับให้สม่ำเสมอเต็มหน้าที่บดทับ

(8) ดำเนินการบดทับจนได้ตัวอย่างที่ทำการบดทับแล้วเป็นชั้น ๆ จำนวน 5 ชั้น มีความสูงประมาณ 127.0 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) หรือสูงกว่าประมาร 10.0 มิลลิเมตร

(9) ถอดปลอก (Collar) ออก ใช้เหล็กปาดแต่งหน้าให้เรียบเท่าระดับตอนบนของแบบ (เหลือความสูงเท่ากับ 116.4 มิลลิเมตร) กรณีมีหลุมบนหน้าให้เติมตัวอย่างใช้เหล็กปาดวางทับแล้วใช้ค้อนยางทุบจนกระทั่งเหล็กปาดยุบลงถึงขอบแบบ

(10) คลายสกรูที่ยึดระหว่างแผ่นฐาน (Base Plate) และแบบ ยกแบบพร้อมตัวอย่างที่บดทับแล้วออก นำแท่งโลหะรองออกจากแผ่นฐาน วางกระดาษกรองแผ่นใหม่ลงบนแผ่นฐานพลิกแบบโดยให้ด้านล่างของแบบอยู่ด้านบน นำเข้าประกอบกับแผ่นฐานขันสกรูและใส่ปลอกเข้าที่ ก็จะได้ตัวอย่าที่เตรียมไว้ สำหรับทำการทดลองเพื่อหาค่า CBR ต่อไป (กรณีต้องการทดลองตาม "วิธี ข. ดังกล่าวในขอบข่าย ไม่ต้องใส่กระดาษกรองรองใต้แบบ)

(11) ทำการเตรียมตัวอย่างอีก 2 ตัวอย่าง โดยทำการบดทับแต่ละชั้นด้วยค้อนจำนวน 25 ครั้ง และ 56 ครั้ง ตามวิธีการข้างต้นในข้อ 2.5.1 ก็จะได้ตัวอย่างทั้งสิ้น 3 ตัวอย่าง โดยมีค่าการบดทับเท่ากับ 12 ครั้ง, 25 ครั้ง และ 56 ครั้ง ต่อชั้น

2.5.2 การหาความแน่นในการบดทับและปริมาณน้ำในดิน

(1) นำตัวอย่างพร้อมแบบที่เตรียมไว้จากข้อ 2.5.1 (11) ไปชั่งจะได้มวลของตัวอย่างและมวลของแบบ หักมวลของแบบออกก็ได้จะมวลของตัวอย่างเปียก (A)

(2) ในขณะเดียวกับที่ทำการบดทับตัวอย่างในแบบ ตามข้อ 2.5.1 ให้นำตัวอย่างใส่กระป๋องอบตัวอย่าง เพื่อนำไปทดลองหาปริมาณน้ำในดินด้วย มวลของตัวอย่างที่นำไปหาปริมาณน้ำในดินใช้ดังนี้

- ขนาดก้อนใหญ่สุด 19.0 มิลลิเมตร ใช้ประมาณ 300 กรัม
- ขนาดก้อนใหญ่สุด 4.75 มิลลิเมตร ใช้ประมาณ 100 กรัม

(3) คำนวณหาค่าความแน่นเปียก ρt (Wet Density) และค่าความแน่นแห้ง ρd (Dry Density) เมื่อทราบปริมาณน้ำในดิน, w (Moisture Content) โดยใช้สูตรตามข้อ 3.1, 3.2 และ 3.3

2.5.3 การหาค่าการขยายตัว (Swell)

(1) นำแผ่นวัดการขยายตัว (Swell Plate) พร้อมแผ่นถ่วงน้ำหนักจำนวน 2 อัน สำหรับวัสดุพื้นทาง (Base) วัสดุรองพื้นทาง (Subbase) และวัสดุคัดเลือก (Selected Materials) และ 3 อัน สำหรับวัสดุ Subgrade วางลงบนตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วตามข้อ 2.5.1 (10) ให้แนบสนิทกับ ตัวอย่าง โดยขยับไปมา แล้วนำลงแช่ในน้ำให้ท่วมตัวอย่างให้หมด วางก้านสามขา (Tripod) ลงบนปลอกของแบบจัดให้ก้านของ Dial Gauge อยู่กึ่งกลางบนก้านของแผ่นวัดการขยายตัว จด Initial Reading ที่อ่านได้จาก Dial Gauge แช่น้ำทิ้งไว้ บันทึกวันและเวลาที่อ่าน Reading บน Dial Gauge และอ่าน Reading บน Dial Gauge ทุก ๆ วัน เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การขยายตัว (Swell) ในการอ่าน Reading บน Dial Gauge แต่ละครั้ง ถ้าจำเป็นต้องตั้งสามขาใหม่ ให้พยายามตั้งให้ขาของ สามขาและแกนของ Dial Gauge อยู่ที่เดิมเช่นเดียวกับการอ่าน Initial Reading โดยทำเครื่องหมายไว้บนปลอก

(2) เมื่อครบกำหนด 4 วัน ถึงแม้ว่าการขยายตัวยังเพิ่มอยู่เรื่อย ๆ เช่น ดินเหนียว หรืออาจจะเร็วกว่า 4 วัน เมื่อปรากฏว่าไม่มีการขยายตัว เช่น ทราย (เมื่ออ่านค่าการขยายตัวแต่ละวันแล้ว) ให้นำตัวอย่างขึ้นจากน้ำ ยกแผ่นวัดการขยายตัวพร้อมแผ่นถ่วงน้ำหนักออกตะแคงแบบให้ น้ำไหลออกประมาณ 15 นาที ระวังอย่าให้ผิวหน้าของตัวอย่างเสียหาย โดยเฉพาะวัสดุจำพวก

Granular Material เสร็จแล้วทำการชั่งหามวล เมื่อหักมวลของแบบออกก็จะทราบมวลของตัวอย่างภายหลังแช่น้ำแล้ว นำตัวอย่างเตรียมไว้เพื่อทดลอง Penetration Test ต่อไปโดยทันที

2.5.4 การทดลอง Penetration Test เพื่อหาค่า CBR

(1) ถ้าต้องการทดลองโดย "วิธี ข." วิธีไม่แช่น้ำ (Unsoaked) ไม่ต้องดำเนินการหาค่าการขยายตัว (Swell) ตามข้อ 2.5.3 ให้นำตัวอย่างภายหลังจากการชั่งหามวลตามข้อ 2.5.2 มาทดลอง Penetration Test ได้ทันที

(2) นำตัวอย่างตามข้อ 2.5.3 (2) หรือ 2.5.4 (1) แล้วแต่กรณีมาใส่แผ่นถ่วงน้ำหนักจำนวน 2 อัน สำหรับวัสดุพื้นทาง (Base) วัสดุรองพื้นทาง (Subbase) และวัสดุคัดเลือก (Selected Material) และ 3 อัน สำหรับวัสดุ Subgrade ลงบนตัวอย่าง

(3) นำตัวอย่างขึ้นตั้งบนที่ตั้งของเครื่องกด ตั้งในท่อนกดอยู่ตรงพอดีกับกึ่งกลางของรูของแผ่นถ่วงน้ำหนัก

(4) หมุนเครื่องหรือเดินเครื่องหรือปั๊ม แล้วแต่ลักษณะของเครื่องกดให้แผ่นฐานเคลื่อนขึ้นหรือท่อนกดเคลื่อนลง จนท่อนกดสัมผัสกับผิวหน้าของตัวอย่าง มีแรงกดประมาณ 4 กิโลกรัม (40 นิวตัน) ตั้งหน้าปัดของ Proving Ring หรือหน้าปัดของเครื่องวัดแรงให้เป็นศูนย์ พร้อมทั้งตั้งหน้าปัดของ Dial Gauge ที่วัด Penetration ให้เป็นศูนย์ด้วย การที่ให้มีแรงกดประมาณ 4 กิโลกรัม (40 นิวตัน) เพื่อให้แน่ใจว่าท่อนกดได้สัมผัสผิวของตัวอย่าง และไม่นำมาคิดในการหา Stress vs. Penetration

(5) เพิ่มแรงลงบนท่อนกด ตามวิธีการของเครื่องกดนั้น ๆ ด้วยอัตราเร็วที่สม่ำเสมอเท่ากับ 1.27 มิลลิเมตร (0.05 นิ้ว) ต่อนาที โดยการอ่าน Penetration Dial Gauge เทียบกับนาฬิกาจับเวลา

(6) ทำการบันทึกแรงกด เมื่อ Penetration อ่านได้ที่

- 0.63 มิลลิเมตร (0.025 นิ้ว)
- 1.27 มิลลิเมตร (0.050 นิ้ว)
- 1.90 มิลลิเมตร (0.075 นิ้ว)
- 2.54 มิลลิเมตร (0.100 นิ้ว)
- 3.17 มิลลิเมตร (0.125 นิ้ว)
- 3.81 มิลลิเมตร (0.150 นิ้ว)
- 4.44 มิลลิเมตร (0.175 นิ้ว)
- 5.08 มิลลิเมตร (0.200 นิ้ว)

- 6.35 มิลลิเมตร (0.250 นิ้ว)
- 7.62 มิลลิเมตร (0.300 นิ้ว)
- 8.89 มิลลิเมตร (0.350 นิ้ว)
- 10.16 มิลลิเมตร (0.400 นิ้ว)
- 11.43 มิลลิเมตร (0.450 นิ้ว)
- 12.70 มิลลิเมตร (0.500 นิ้ว)

เสร็จแล้วคลายแรงที่กดออก นำตัวอย่างพร้อมแบบออกจากแท่นของเครื่องกดยก แผ่นถ่วงน้ำหนักออก

(7) นำตัวอย่างบริเวณที่ถูกท่อนกด ๆ ลงไปเป็นรูไปหาปริมาณน้ำในดิน ปริมาณตัวอย่างให้ใช้ตามข้อ 2.5.2 (2)

(8) ดำเนินการทดลอง Penetration Test ของตัวอย่างที่เตรียมไว้อีก 2 ตัวอย่าง โดยวิธีเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

(9) เขียน Curve ระหว่างแรงกด และระยะที่ท่อนกดจมลงในตัวอย่าง (Stress vs. Penetration) เพื่อหาค่า CBR ต่อไป

(10) เมื่อได้ค่า CBR ของแต่ละตัวอย่างแล้ว เขียน Curve ระหว่างค่า CBR กับค่าความแน่นแห้ง (Dry Density) เพื่อหาค่า CBR ที่เปอร์เซ็นต์ของการบดทับที่ต้องการต่อไป

<u>หมายเหตุ</u> ในการเขียน Curve ของ Stress vs. Penetration เพื่อหาค่า CBR จำเป็นต้องทำการแก้ Curve โดยเลื่อนจุดศูนย์ของ Penetration ในกรณีที่ Curve หงายเพื่อให้ได้ค่า CBR ที่แท้จริง

3. <u>การคำนวณ</u>

3.1 คำนวณหาปริมาณน้ำในดินเป็นร้อยละ

$$\omega = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \times 100$$

เมื่อ ω = ปริมาณน้ำในดินเป็นร้อยละคิดเทียบกับมวลของดินอบแห้ง

M_1 = มวลของดินเปียก มีหน่วยเป็นกรัม

M_2 = มวลของดินอบแห้ง มีหน่วยเป็นกรัม

3.2 คำนวณหาค่าความแน่นเปียก (Wet Density)

$$\rho t = \frac{A}{V}$$

เมื่อ ρt = ความแน่นเปียก มีหน่วยเป็นกรัมต่อมิลลิลิตร

A = มวลของดินเปียกที่บดทับในแบบ มีหน่วยเป็นกรัม

V = ปริมาตรของดินเปียกที่บดทับในแบบ หรือปริมาณของแบบ มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

3.3 คำนวณหาค่าความแน่นแห้ง (Dry Density)

$$\rho d = \frac{\rho t}{1+\frac{w}{100}}$$

ρd = ความแน่นแห้ง มีหน่วยเป็นกรัมต่อมิลลิลิตร

ρt = ความแน่นเปียก มีหน่วยเป็นกรมต่อมิลลิลิตร

w = ปริมาณน้ำในดิน มีหน่วยเป็นร้อยละ

3.4 คำนวณหาค่าการขยายตัว (Swell)

$$\text{Swell} = \frac{S}{H} \times 100$$

เมื่อ S = ผลต่างระหว่างการอ่าน Reading ครั้งแรกและครั้งสุดท้ายของ Dial Gauge ที่วัด Swell มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

H = ความสูงเริ่มต้น (Initial Height) ของตัวอย่างก่อนแช่น้ำ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

3.5 คำนวณหาค่า CBR

ในการคำนวณหาค่า CBR ให้ถือแรงมาตรฐาน (Standard Load) ดังนี้

Penetration (mm.)	Standard Load (kg.)	Standard Unit Load (Y) (kg./cm.)
2.54 (0.1")	1 360.8 (3 000 lb)	70.3 (1 000 lb/in)
5.08 (0.5")	2 041.2 (4 500 lb)	105.46 (1 500 lb/in)
7.62 (0.3")	3 585.5 (5 700 lb)	133.59 (1 900 lb/in)
10.16 (0.4")	4 129.8 (6 900 lb)	161.71 (2 300 lb/in)
12.70 (0.5")	5 538.0 (7 800 lb)	182.81 (2 600 lb/in)

หมายเหตุ 1. ถ้าต้องการแปลงหน่วยเป็น SI ให้ดูภาคผนวก

2. พื้นที่หน้าตัดของท่อนกด = 1,935.5 ตารางมิลลิเมตร (3 ตารางนิ้ว) คำนวณค่า CBR

เป็นร้อยละจากสูตร

$$CBR = \frac{X}{Y} \times 100$$

เมื่อ X = ค่าแรงกดที่อ่านได้ต่อหน่วยพื้นที่ของท่อนกด (สำหรับ Penetration ที่ 2.54 มิลลิเมตร หรือ 0.1 นิ้ว และที่เพิ่มขึ้นอีกทุก ๆ 2.54 มิลลิเมตร)

Y = ค่าหน่วยแรงมาตรฐาน (Standard Unit Load) กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (จากตารางข้างบนนี้)

4. การรายงาน

ในการทำการทดลอง CBR ให้รายงานดังนี้

4.1 ค่า CBR ที่ความแน่น X% ของความแน่นแห้งสูงสุด (แบบสูงกว่ามาตรฐานหรือแบบมาตรฐาน) ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

4.2 ค่าความแน่นแห้งที่ให้ค่า CBR ตามข้อ 4.1 ใช้ทศนิยม 3 ตำแหน่ง

4.3 ค่าการขยายตัว (Swell) ใช้ทศนิยม 1 ตำแหน่ง

4.4 และค่าอื่น ๆ ตามแบบฟอร์มที่ ว.2 – 15 ก.

5. ข้อควรระวัง

5.1 สำหรับดินจำพวกดินเหนียวมาก (Heavy Clay) หลังจากตากแห้งแล้ว ให้ทุบด้วยค้อนยางหรือนำเข้าเครื่องบด จนได้ตัวอย่างผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ให้มากที่สุดเท่าที่มากได้

5.2 ในการใช้ค้อนทำการบดทับให้วางแบบบนพื้นที่มั่นคง แข็งแรง ราบเรียบ เช่น พื้นคอนกรีต เพื่อไม่ให้แบบกระดกหรือกระดอนขึ้น ขณะทำการบดทับ

5.3 ปริมาตรของแบบ (V) หลังจากหักปริมาตรของโลหะรองออกแล้ว ให้ทำการวัดและคำนวณเพื่อให้ได้ปริมาตรที่แท้จริงของแต่ละแบบไป ห้ามใช้ปริมาตรโดยประมาณ หรือจากที่แสดงไว้ในข้อ 2.1.2

5.4 ปริมาณของน้ำที่ใช้ผสม เพื่อเตรียมตัวอย่างทำ CBR ถ้าต้องการใช้คำต่าง ๆ นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในวิธีการทดลอง วิธีนี้ย่อมทำได้สำหรับงานวิจัยหรืองานอื่นใด แต่ถ้าไม่แสดงไว้ว่าต้องการใช้ปริมาณน้ำเท่าใดแล้ว ให้ใช้ปริมาณน้ำตามข้อ 2.5.1 (2) เสมอไป

5.5 ในการทดลอง Penetration Test โดยใช้ Proving Ring เป็นตัวอ่านแรงและใช้ Penetration Dial Gauge ติดที่ Frame ของเครื่องกดต้องทำการแก้ค่า Penetration เนื่องจากการหดตัวของ Proving Ring โดยหักค่าการหดตัวของ Proving Ring ออกจากค่า Penetration ตามตัวอย่างที่แสดงไว้ในแบบฟอร์มที่ ว.2 – 11 กรณีที่ติด Penetration Dial Gauge ที่ท่อนกด ไม่ต้องปฏิบัติตามความในข้อนี้

5.6 เมื่อทำการทดลอง Penetration เสร็จเรียบร้อยแล้ว ในการ Plot Gurve ระหว่าง Unit Load และค่า Penetration จำเป็นจะต้องแก้จุดศูนย์สำหรับ Curve ที่หงายขึ้น เนื่องจากความไม่ราบเรียบ หรือเกิดจากการอ่อนยุ่ยที่ผิวหน้าของตัวอย่าง เนื่องจากการแช่น้ำ ให้ทำการแก้โดยลากเส้นตรงให้สัมผัสกับเส้นที่ชันที่สุดของ Curve ไปตัดกับแกนตามแนวราบ คือ เส้นที่ลากผ่าน Unit Load เท่ากับศูนย์ ต่อจากนั้นให้เลื่อนค่าศูนย์ของ Penetration ไปที่จุดตัด แล้วจึงดำเนินการหาค่า CBR ต่อไปเรียกว่า Corrected CBR Value

5.7 ค่า CBR ที่ได้จาก Corrected Load Value หรือจาก True Load Value (Curve ถูกต้อง ไม่ต้องแก้ Curve) คำนวณจาก Penetration 2.54 มิลลิเมตร (0.1 นิ้ว) และที่ Penetration 5.08 มิลลิเมตร (0.2 นิ้ว) เป็นค่า CBR ที่ใช้รายงาน

โดยปกติค่า CBR ที่ Penetration 2.54 มิลลิเมตร จะต้องมีค่าสูงกว่าค่า CBR ที่ Penetration 5.08 มิลลิเมตร ถ้าหากไม่เป็นดังนั้นคือค่า CBR ที่ 5.08 มิลลิเมตร สูงกว่าที่ 2.54

มิลลิเมตร ให้ทำการเตรียมตัวอย่างทดลองใหม่ทั้งหมด แต่ถ้ายังสูงกว่าอยู่อีกให้ใช้ค่า CBR ที่ 5.08 มิลลิเมตร

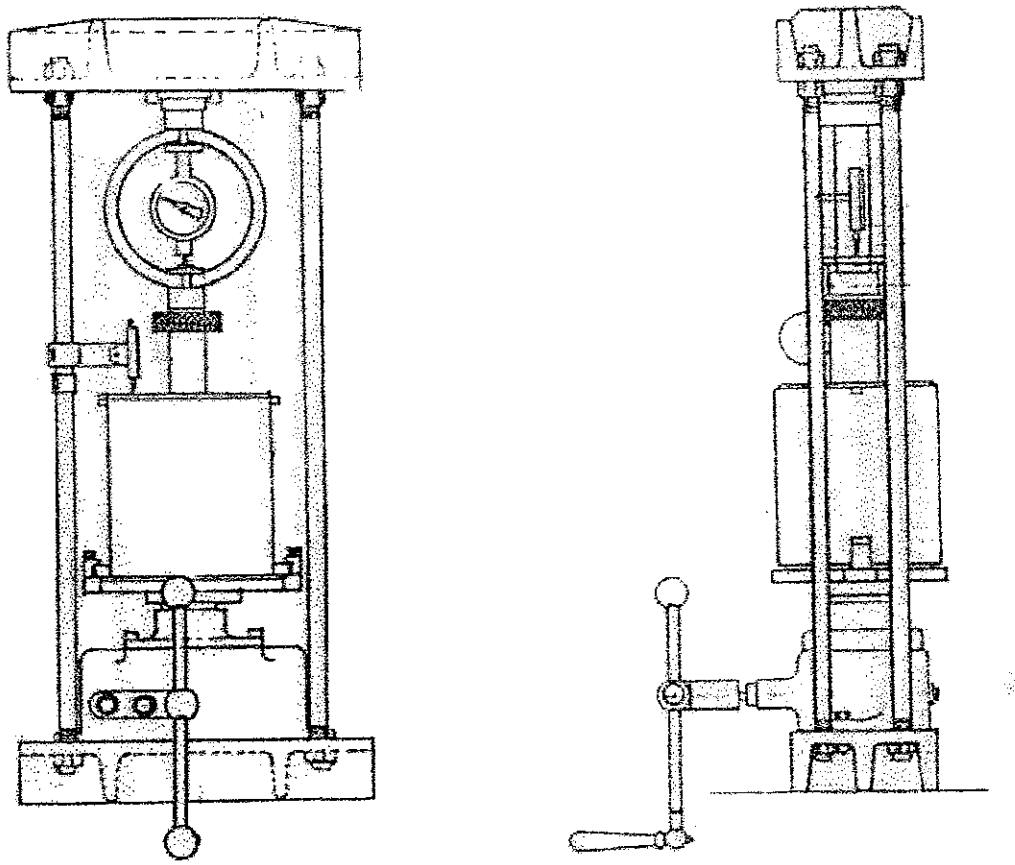
5.8 ในการทำตัวอย่างเพื่อทดลอง ในกรณีที่ต้องการบดทับมากกว่าหรือน้อยกว่า ที่ต้องการตามวิธีทดลองนี้ อาจจะเพิ่มการบดทับเป็นชั้นละ 75 ครั้ง หรือลดการบดทับเป็นชั้นละ 8 ครั้ง เพื่อให้ได้ตัวอย่างมากขึ้นในการนำมาเขียน Curve ตามข้อ 2.5.4 (10) ก็ได้ (ในแบบฟอร์มที่ ว.2 – 15 ก. ก็ได้ เตรียมช่องเพื่อลงรายการไว้ด้วยแล้ว)

5.9 ค้อนที่ใช้ทำการบดทับเพื่อเตรียมตัวอย่างเพื่อหาค่า CBR มี 2 ขนาด คือ ตามข้อ 2.1.4 (1) และข้อ 2.1.4 (2) ในการเตรียมตัวอย่าง CBR ตามวิธีการทดลอง Compaction Test ที่ ทล.-ท.107/2517 ให้ใช้ค้อนขนาดเล็ก (ข้อ 2.1.4 (1)) ส่วนการเตรียมตัวอย่าง CBR ตามวิธีการทดลอง Compaction Test ที่ ทล.-ท. 108/2517 ให้ใช้ค้อนขนาดใหญ่ (ข้อ 2.1.4 (2))

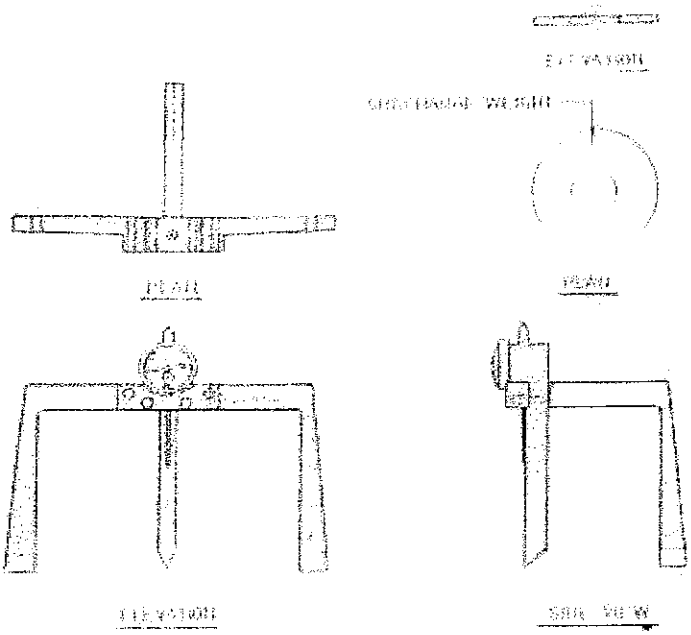
6. หนังสืออ้างอิง

6.1 The American Association of State Highway Officials. Specifications for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing. AASHTO Designation : T 193

6.2 The Asphalt Institute. Soils Manual for Design of Asphalt Pavement Structures, Manual Series No. 10, (MS-10)



LABORATORY LOADING MACHINE


PLAN
PLAN
ELEVATION
SIDE VIEW

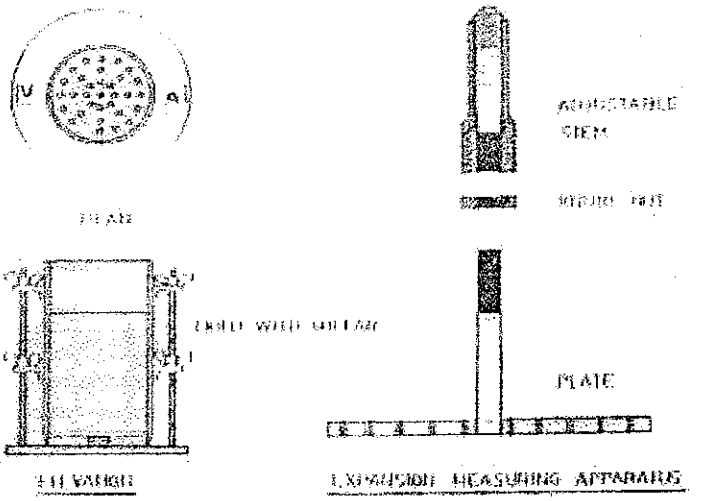
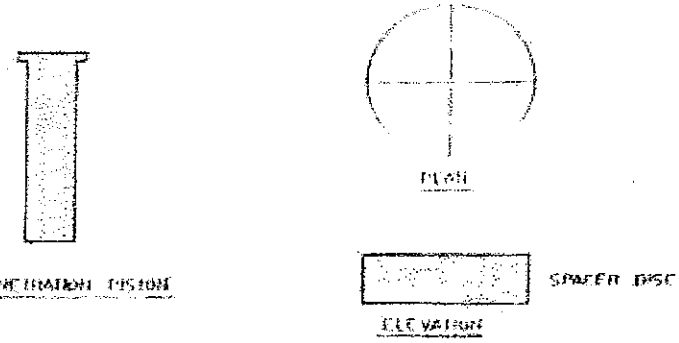


PLATE
ADJUSTABLE STEM
PLATE
PLATE
ELEVATION
EXPANSION MEASURING APPARATUS


PENETRATION PISTON
PLAN
SPACER DISC
ELEVATION

CALIFORNIA BEARING RATIO TEST

Sample Subbase Layer km. [illegible] Frontage Rd. Rt. [illegible]

Mold No. [illegible] Weight [illegible] Kg. Volume [illegible] cu. Factor 0.3195 lb/Div.=22 lb

DENSITY

		Before Soaking	After Soaking
Wt. Mold + Soil	Kg.	12.456	13.412
Wt. Mold	Kg.	8.178	8.850
Wt. Soil	Kg.	4.278	4.562
Wet Density	gm./cc.	2.038	2.052
Dry Density	gm./cc.	1.760	1.767

No. Blows 10

No. Layers 5

Wt. Hammer [illegible] Kg.

Drop [illegible] cm.

WATER CONTENT

Can No.		26	45	33	5
Wt. Can+Wet Soil	gm.	300.8	312.0	312.2	345.0
Wt. Can+Dry Soil	gm.	282.7	294.2	293.7	320.5
Wt. Water	gm.	17.8	17.7	18.2	25.5
Wt. Can	gm.	41.6	42.1	42.0	41.7
Wt. Dry Soil	gm.	241.1	252.2	251.7	241.6
Water content	%	7.4	7.0	7.3	10.3
Average Water content	%	-	7.2	-	-

PENETRATION TEST Surcharge [illegible] lbs. [illegible] kg. Proving Ring No. 209387

Piston area = [illegible] sq. in. ([illegible] sq. cm.) Diameter [illegible] mm. (3.25 in.dia.)

Date	Time	Reading (psi)	Load (psi)	Load (lb)	Dial	Pene (mm.)	Dial Reading (Div.) (1)	Cor. Pene (mm.) (3)=(1)-(2)	Load (Kg.) Proving Ring (4)	Bearing Value Kg/cm.²	Bearing Ratio (From Curve)
28/4/43	10.30	1.40			0	0.00	7				
29	"	1.47	2.11	9.14	1	0.25	18				
30	"	1.48	2.12	9.16	2	0.50	25				
1/5/43	"	1.50	4.66	9.17	3	0.75	28				
2	"	1.25	4.50	9.17	4	1.00	45				
(a) Optimum Moist.					7.5	%	52			Dial Gage Plate	
(b) Original Moist.					0.7	%	62				
(c) Water to be added (1)-(b)					6.8	%	70				
(d) Dia. soil passing # 4					2400	gm.					
(e) Dia. soil retained # 4					3540	gm.					
(f) Total dry soil (d)+(e)					5940	gm.					
(g) Total dry soil (a)+ [illegible]					5951	gm.					
(h) Total water to be added [illegible]					[illegible]	gm.					

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนาทางหลวง

งานทางหลวง

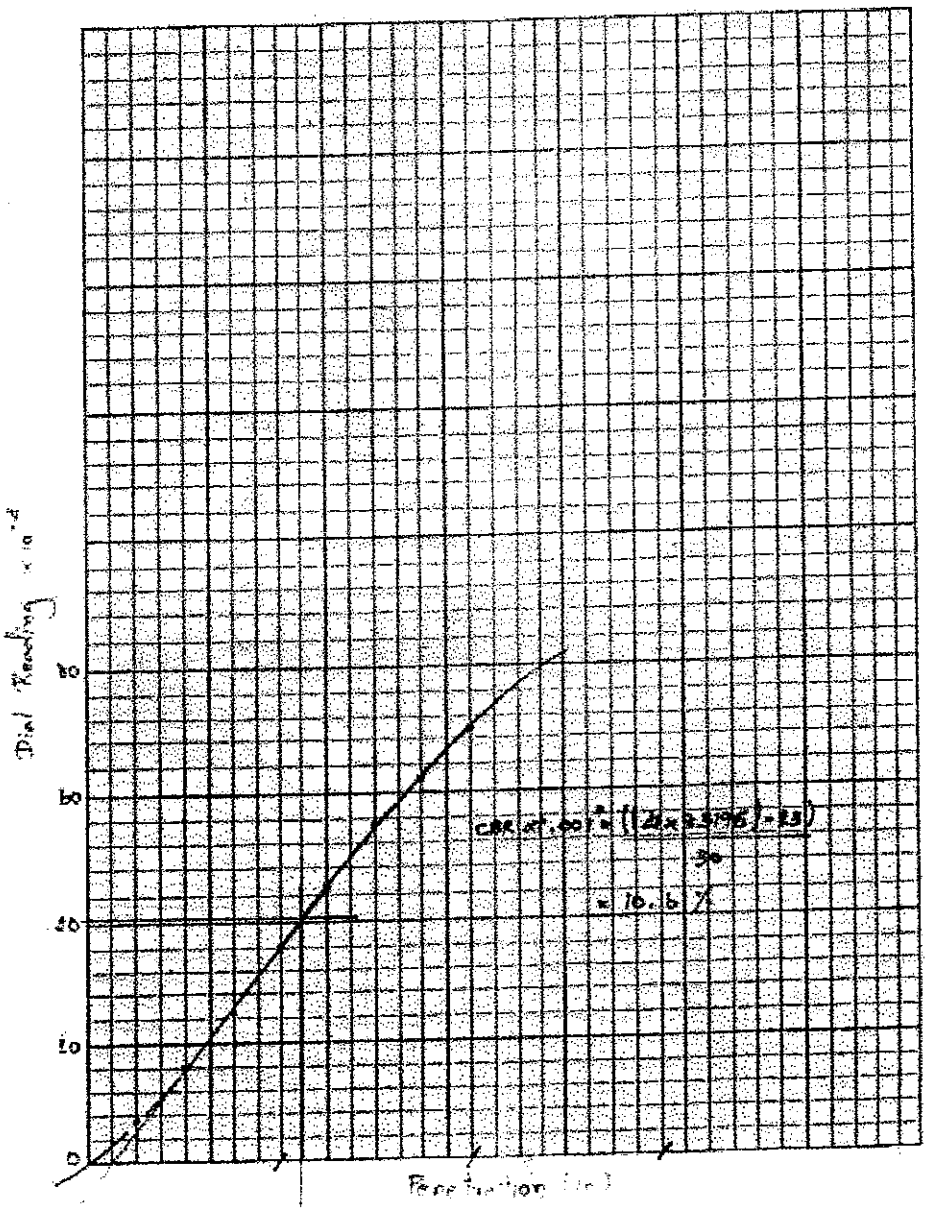
Test No. C-443

Type of test CBR. at 12 Blows

Date 2/5/43

Source Subbase Layer Km. 43+150-43+295 Frontage Rd. RT.

Plotted by ชัยยุทธ์



SUMMARY OF RESULTS

Type and No. of test: CBR (G-37)

Type of material: Weathering Rock. To be used for: Subbase Layer

Source: [illegible] Stock pile No.

Location of sampling: Km. 431+50 - 431+70 Frontage Rd. x RT

Tested by: [illegible] Dated: [illegible]

Materials	Passing							L.L.	P.I.
	50.0	25.0	19.0	5.0	# 10	# 40	# 200		
A A-2-4	100.0	91.5	86.7	60.9	30.0	20.8	15.9	28.6	6.3
B Grade "B"			44.1	41.0					
Mixed A : B=									

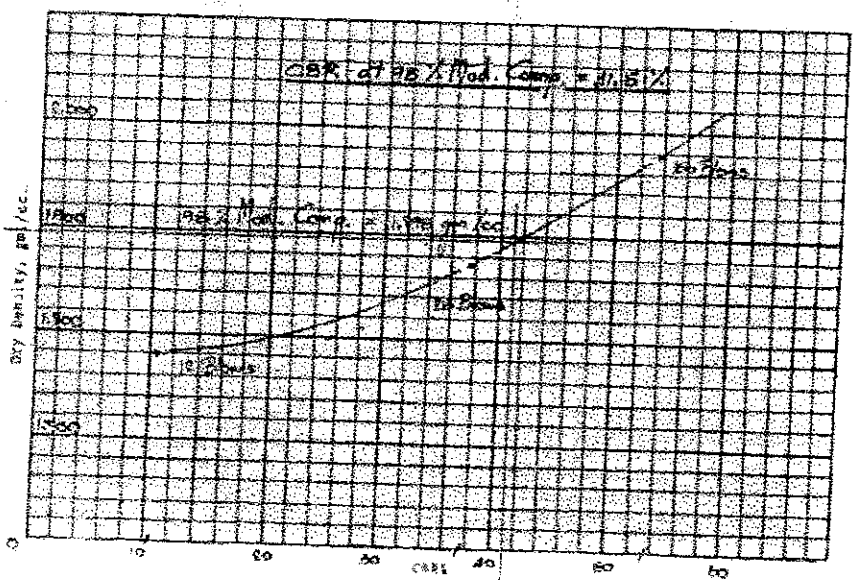
Blow	Density gm/cc	CBR%	Swelling
8	-	-	-
12	1.792	10.6	0.17
25	1.874	17.5	0.14
56	1.979	23.0	0.10
75	-	-	-

100% Mod. Comp. (ma.-n. 108/2517) = 1.995 gm./cc.

95% Mod. Comp. (ma.-n. 108/2547) = 1.895 gm./cc.

O.M.C = 7.5 % water content of (molding) CBR = 7.2 %

Required CBR ≥15.0 % Rate percent compaction %



วิธีการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ (เทียบเท่า AASHTO T 85 - 70)

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้ได้ปรับปรุงมาจาก AASHO T 80 – 70 และ Calif.206-C เป็นการหาความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ.) ของวัสดุขนาดเม็ดโตกว่าเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) แบบ Bulk (Bulk Specific Gravity) แบบ Apparent (Apparent Specific Gravity) และการหาปริมาณของน้ำที่ซึมเข้าไปในเนื้อวัสดุ (Water Absorption)

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือทดลองประกอบด้วย

2.1.1 เครื่องชั่ง เป็นเครื่องชั่งแบบ Balance สามารถชั่งได้อย่างน้อย 5,000 กรัม และต้องอ่านได้ละเอียดถึง 0.5 กรัม

2.1.2 ตะกร้าลวดตาข่าย (Wire Mesh Basket) เป็นตะแกรงมีช่องขนาด 2.00 – 3.00 มิลลิเมตร ตะกร้าต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุวัสดุ 5,000 กรัม ได้ คือ มีขนาดประมาณ 200 มิลลิเมตร × 200 มิลลิเมตร × 120 มิลลิเมตร หรือจะทำเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 200 มิลลิเมตร และสูงประมาณ 300 มิลลิเมตร มีขนาดบรรจุประมาณ 4,000 – 7,000 มิลลิเมตร หรืออาจจะใช้แบบที่เป็นสาแหรกแทนก็ได้

2.1.3 ถัง (Container) เป็นถังใส่น้ำสี่เหลี่ยมลูกบาศก์หรือทรงกระบอกก็ได้ แต่ต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะอาตะกร้าลวดตาข่าย หรือสาแหรกใส่เพื่อทำการชั่งในน้ำได้ และต้องอยู่ตอนบนเพื่อรักษาระดับน้ำให้คงที่อยู่ตลอดเวลา

2.1.4 ชามอ่าง เป็นภาชนะใหญ่พอที่จะแช่วัสดุประมาณ 5,000 กรัม โดยให้วัสดุจมในน้ำหมดทุกก้อน

2.1.5 ผ้าซับน้ำ มีขนาดใหญ่พอกับปริมาณของตัวอย่างที่ใช้

2.1.6 เตาอบ สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110±5 องศาเซลเซียส

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์ม ที่ ว.3 – 07

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างวัสดุทั้งหมดมาทำการแบ่งโดยวิธี Quartering หรือใช้เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter) นำตัวอย่างที่แบ่งแล้วมาร่อนตะแกรงเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) แล้วนำส่วนที่ค้างตะแกรงหนักประมาณ 5,000 กรัม มาทดลอง

2.5 การทดลอง

2.5.1 นำวัสดุที่เตรียมได้จากข้อ 2.4 มาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 °ซ ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงนำไปแช่ลงในน้ำเป็นเวลานาน 15±4 ชั่วโมง

2.5.2 เอาวัสดุขึ้นจากน้ำ วางบนผ้าซับน้ำแล้วคลึง เช็ดวัสดุด้วยผ้าซับน้ำ สำหรับวัสดุที่มีขนาดใหญ่ จะใช้ผ้าเช็ดทีละก้อนก็ได้ จนกระทั่งชั้นบาง ๆ ของน้ำ (Visible Film) ที่เคลือบผิววัสดุออกหมดแล้วรีบทำการชั่งวัสดุทันที ถึงแม้จะเห็นว่าผิววัสดุยังชื้น (Damp) อยู่ก็ตาม การชั่งให้ชั่งละเอียดถึง 0.5 กรัม มวลที่ได้เป็นมวลของวัสดุ Saturated Surface Dry ในอากาศ (B)

2.5.3 นำวัสดุจากข้อ 2.5.2 ไปชั่งในน้ำโดยใช้ตะกร้าลวดตาข่ายหรือสาแหรก มวลที่ได้เป็นมวลวัสดุในน้ำ (C)

2.5.4 นำวัสดุไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 °ซ แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 1 – 3 ชั่วโมง แล้วชั่งหามวล มวลที่ได้เป็นมวลวัสดุอบแห้งในอากาศ (A)

3. <u>การคำนวณ</u>

ค่า ถ.พ. ต่าง ๆ หาได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{3.1 Bulk Specific Gravity (Oven – Dry Basis)} = \frac{A}{B-C}$$

$$\text{3.2 Bulk Specific Gravity (Saturated Surface – Dry Basis)} = \frac{B}{B-C}$$

$$\text{3.3 Apparent Specific Gravity} = \frac{A}{A-C}$$

3.4 Water Absorption $= \frac{B - A}{A} \times 100$

เมื่อ A = มวลของวัสดุอบแห้งในอากาศ มีหน่วยเป็นกรัม

B = มวลของวัสดุ Saturated Surface Dry มีหน่วยเป็นกรัม

C = มวลของวัสดุในน้ำ มีหน่วยเป็นกรัม

การคำนวณค่า ถ.พ. ให้ใช้ทศนิยม 3 ตำแหน่ง และค่าAbsorption ให้ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

4. การรายงาน

ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มในข้อ 2.3

5. ข้อควรระวัง

5.1 การทำการทดลองต้องทำให้รวดเร็ว เพื่อป้องกันเรื่องการระเหยของน้ำในการหามวลของวัสดุ Saturated Surface – Dry

5.2 การชั่งในน้ำ ถ้ามีฟองอากาศเกาะอยู่ตามผิววัสดุ ให้เขย่าตะกร้าลวดตาข่าย ขณะที่ทำการจุ่มตะกร้าลงในน้ำ

5.3 ระวังวัสดุเม็ดเล็ก ๆ ซึ่งอาจจะติดอยู่กับช่องตะกร้าลวดตาข่าย ระหว่างการชั่งหามวลของวัสดุในน้ำ

6. หนังสืออ้างอิง

6.1 The American Association of State Highway Officials. Standard Specifications for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing, Part II, AASHO Designation T 85–70

6.2 State of California, Department of Public Works, Division of Highways. Material Manual of Testing and Control Procedures, Vol. I, Test Method No. Calif. 206 – C

* * * * *

สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทาง

กรมทางหลวง

อันดับการทดลองที่.....

เจ้าของตัวอย่าง.....

หนังสือที่.....วันที่รับหนังสือ.....

ทางสาย.....

เจ้าหน้าที่ทดลอง.....วันที่รับตัวอย่าง.....วันที่ทดลอง.....

Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.

Material.....

Source.....Sample No..... of .....

Weight of Sample in oven – dry condition (A) = ... gms.

Weight of Sample in saturated surface-dry condition (B) = ... gms.

Weight of Saturated Sample immersed in water (C) =..... gms.

Bulk specific gravity = $\frac{A}{B-C}$ = _____

Apparent Specific gravity = $\frac{A}{A-C}$ = _____

Absorption (%) = $\frac{B-A}{A} \times 100$ = _____

NO.	A	B	C	GB	GA	Abs%
1						
2						
3						
TOTAL						

ผลการทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่สำนักวิเคราะห์วิจัยและพัฒนางานทางได้รับเท่านั้น

ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงิน.....บาท

วิธีการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมน้ำ ของวัสดุ Aggregate ชนิดเม็ดละเอียด (เทียบเท่า AASHTO T 84)

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้ได้ปรับปรุงมาจาก AASHO T 84 เป็นการหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุ Aggregate ชนิดเม็ดละเอียดขนาดเล็กกว่าเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) และการหาปริมาณน้ำที่ซึมเข้าไปในเนื้อวัสดุ

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือทดลองประกอบด้วย

2.1.1 เครื่องชั่ง เป็นแบบ Balance หรือ Scale ก็ได้ ที่สามารถชั่งได้ไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม ซึ่งต้องมีความไว (Sensitivity) 0.1 กรัม เมื่อชั่งมวลในช่วงที่ใช้การทดลองต้องได้ความละเอียด ไม่เกิน 0.1 เปอร์เซ็นต์ของมวลที่ใช้ เมื่อทดลองชั่งมวลที่แตกต่างกัน 100 กรัม ในช่วงใด ๆ ก็ตาม ความละเอียดของมวลที่ทดลองได้จะต้องแตกต่างไม่เกิน 0.1 กรัม

2.1.2 Pycnometer เป็นขวดแก้วแบบ Flask หรืออย่างอื่นที่เหมาะสม ซึ่งสามารถใส่วัสดุละเอียดเข้าไปทดลองได้ง่าย และวัดปริมาตรได้ไม่แตกต่างเกิน ±0.1 มิลลิเมตร ความจุของขวดถึงขีดที่บอกปริมาตร ต้องมีขนาดอย่างน้อยเป็น 2 เท่าของปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ทดลอง เช่น Flask ขนาด 500 มิลลิลิตร ก็มีขนาดพอเหมาะที่จะใช้กับตัวอย่างปริมาตรไม่เกิน 250 มิลลิลิตร (หนักประมาณ 500 กรัม)

2.1.3 แบบ เป็นแบบโลหะรูปกรวยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตอนบน 38 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) เส้นผ่านศูนย์กลางด้านล่าง 89 มิลลิเมตร (3.5 นิ้ว) และมีความสูง 74 มิลลิเมตร (2.9 นิ้ว) ความหนาของแบบโลหะต้องหนาอย่างน้อยประมาณ 0.9 มิลลิเมตร (20 Gage)

2.1.4 โลหะกระทุ้ง เป็นโลหะหนัก 340±15 กรัม (12±1/2 ออนซ์) ผิวหน้าด้านที่ใช้กระทุ้งเป็นรูปวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 25±3 มิลลิเมตร (1±1/8 นิ้ว)

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว.3 – 13

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

2.4.1 ทำการแบ่งตัวอย่างทั้งหมดโดยแบ่งสี่หรือใช้ที่แบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter) นำตัวอย่างที่แบ่งแล้วประมาณ 1,000 กรัม ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 °ซ แล้วปล่อยให้เย็นพออามือจับได้

2.4.2 นำตัวอย่างไปแช่ในน้ำเป็นเวลาประมาณ 15±4 ชั่วโมง

2.4.3 นำตัวอย่างขึ้นจากน้ำมาแผ่กระจายบนภาชนะผิวราบเรียบ แล้วค่อย ๆ เกลี่ยไปมา เพื่อให้ตัวอย่างค่อย ๆ แห้ง

2.4.4 ทำตามข้อ 2.4.3 ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งตัวอย่างวัสดุเกือบจะอยู่ในสภาพที่เคลื่อนไหวได้ง่าย (Free Flowing Condition)

2.4.5 นำตัวอย่างใส่ลงในแบบอย่างหลวม ๆ จนเต็ม ซึ่งแบบนี้ตั้งอยู่บนผิวที่ไม่มีการดูดซึม โดยเอาด้านที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าอยู่ด้านล่าง

2.4.6 ทำการกระทุ้งตัวอย่างเบา ๆ 25 ครั้งด้วยโลหะกระทุ้ง แล้วค่อย ๆ ยกแบบขึ้นตรง ๆ

ถ้าตัวอย่างยังคงมีรูปลักษณะตามแบบ แสดงว่ายังคงมีน้ำที่ผิววัสดุอยู่ ให้ทำการตามข้อ 2.4.3 ถึง 2.4.6 ซ้ำใหม่ จนกระทั่งเมื่อยกแบบออก (ตามข้อ 2.4.6) ตัวอย่างวัสดุเริ่มทะลาย แสดงว่า ตัวอย่างวัสดุที่กำลังเตรียมอยู่นี้อยู่ในสภาวะ Saturated Surface-dry

หมายเหตุ

(1) การหา ถ.พ. และการดูดซึมน้ำของวัสดุ ถ้านำไปใช้ในงานผสมซีเมนต์คอนกรีต ซึ่งใช้วัสดุ Aggregate ในสภาพที่เปียก ไม่จำเป็นต้องอบให้แห้งตามข้อ 2.4.1 และถ้าวัสดุถูกเก็บให้เปียกชื้นอยู่ตลอดเวลา ไม่จำเป็นต้องนำไปแช่น้ำตามข้อ 2.4.2 แต่ค่าของ Saturated Surface-dry และค่าดูดซึมของวัสดุที่ไม่ได้อบให้แห้งก่อนแช่น้ำ อาจมีค่าสูงกว่าวัสดุที่ทำการตามข้อ 2.4.1

(2) ตามข้อ 2.4.6 ถ้าปรากฏว่าครั้งแรกที่เริ่มทำเมื่อยกแบบออก ตัวอย่างวัสดุก็เริ่มทะลาย แล้วแสดงว่าตัวอย่างนี้แห้งเกินกว่าสภาพ Saturated Surface-dry ให้ทำการพรมน้ำลงไปอีกเล็กน้อย คลุกให้ทั่ง และทิ้งไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดเป็นเวลาประมาณ 30 นาที จึงค่อยเริ่มทำการตามข้อ 2.4.3 ถึง 2.4.6 ต่อไปใหม่

2.5 การทดลอง

2.5.1 นำตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้แล้วตามข้อ 2.4 หนัก 500 กรัม ใส่ลงใน Pycnometer แล้วเติมน้ำลงไปจนได้ปริมาตรประมาณ 450 มิลลิลิตร ทำการไล่ฟองอากาศจนหมดโดยการเขย่าและหมุนขวด Pycnometer กลับไปกลับมา เติมน้ำลงไปจนถึงขีดที่บอกปริมาตร

ทำการหามวลทั้งหมดของขวด ตัวอย่างวัสดุและน้ำ โดยการชั่ง (เป็น C) หรือใช้สูตรตามหมายเหตุข้อ 2 และบันทึกมวลนี้และมวลอื่น ๆ ให้ได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

หมายเหตุ

(1) มวลตัวอย่างตามข้อ 2.5.1 อาจจะใช้ไม่ถึง 500 กรัมก็ได้ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 50 กรัม และสูตรตามหมายเหตุข้อ (2) ข้อ 3.1 และข้อ 3.3 ต้องแก้เลข 500 ให้เป็นไปตามมวลที่ใช้

(2) การหาปริมาตรของน้ำที่ใส่ลงไปในขวด Pycnometer อาจทำการหาปริมาตรโดยการใช้ Buret ที่มีความละเอียด 0.5 มิลลิลิตร และมวลของขวด Pycnometer + มวลของวัสดุ + มวลน้ำ (เป็น C) สามารถหาได้จากสูตร

$$C = t\ V_a + 500 + m$$

เมื่อ C = มวลของ Pycnometer + มวลของวัสดุ + มวลของน้ำมีหน่วยเป็นกรัม

t = ถ.พ. ของน้ำที่อุณหภูมิที่ทำการทดลอง (ดูตารางที่ 1)

V_a = ปริมาตรของน้ำที่ใส่เข้าไปในขวด มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

m = มวลของ Pycnometer มีหน่วยเป็นกรัม

2.5.2 นำตัวอย่างวัสดุออกจาก Pycnometer ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±0.15 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 20 °ซ แล้ว มวลของขวด + มวลของน้ำ (เป็น B) หาได้จากสูตร

$$B = t.V + m$$

เมื่อ B = มวลของขวด + มวลของน้ำ มีหน่วยเป็นกรัม

t = ถ.พ.ของน้ำที่อุณหภูมิที่ทำการทดลอง (ดูตารางที่ 1)

v = ปริมาตรภายในของขวด มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร(ที่อุณหภูมิ 20°ซ)

m = มวลของ Pycnometer มีหน่วยเป็นกรัม

3. การคำนวณ

3.1 คำนวณหา ถ.พ. แบบ Bulk ตามสูตรดังนี้

3.1.1 Bulk sp.gr. (Oven Dry Basis) $= \dfrac{A}{B + 500 - C}$

3.1.2 Bulk sp.gr. (Saturated Surface-dry Basis) $= \dfrac{500}{B + 500 - C}$

3.2 คำนวณหา ถ.พ. แบบ Apparent ตามสูตรดังนี้

$$\text{Apparent sp.gr.} = \frac{A}{B+A-C}$$

3.3 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของน้ำที่วัสดุดูดซึม ตามสูตรดังนี้

$$\text{Absorption} = \frac{500 - A}{A} \times 100$$

เมื่อ A = มวลของวัสดุอบแห้งในอากาศ มีหน่วยเป็นกรัม

B = มวลของ Pycnometer + มวลของน้ำ มีหน่วยเป็นกรัม

C = มวลของ Pycnometer + มวลของวัสดุ + มวลของน้ำ มีหน่วยเป็นกรัม

การคำนวณมีหน่วยค่าของ ถ.พ. ให้ใช้ทศนิยม 3 ตำแหน่ง และค่า Absorption ให้ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

4. การรายงาน

ให้รายงานตามแบบฟอร์มในข้อ 2 – 3

5. ข้อควรระวัง

-

6. หนังสืออ้างอิง

The American Associtation of State Highway Officials. Standard Specifictions for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing, Part II, AASHO Designation T-84.

* * * * * *

ตารางที่ 1

ความถ่วงจำเพาะของน้ำ (t)

(SPECIFIC GRAVITY OF WATER)

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.999	0.999
10	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.998	0.998	0.998
20	0.998	0.998	0.997	0.997	0.997	0.997	0.996	0.946	0.996	0.996
30	0.995	0.995	0.995	0.994	0.994	0.994	0.993	0.993	0.993	0.992
40	0.992	0.991	0.991	0.991	0.990	0.990	0.989	0.989	0.989	0.988
50	0.988	0.987	0.987	0.986	0.886	0.985	0.985	0.984	0.984	0.983
60	0.983	0.982	0.982	0.981	0.981	0.980	0.980	0.979	0.978	0.978
70	0.977	0.977	0.976	0.976	0.975	0.974	0.974	0.973	0.973	0.972
80	0.971	0.971	0.970	0.969	0.969	0.968	0.968	0.967	0.966	0.966
90	0.965	0.964	0.964	0.963	0.962	0.961	0.968	0.960	0.959	0.959

กองวิเคราะห์และวิจัย
กรมทางหลวง

อันดับการทดลองที่.....หนังสือที่.....

เจ้าของตัวอย่าง.....วันที่รับหนังสือ.....

ทางสาย.....วันที่รับตัวอย่าง.....

เจ้าหน้าที่ทดลอง.....วันที่ทดลอง.....

Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.

Material.....

Source.....Sample No.....

Mass of oven-dry sample in air (A).....gms.

Mass of pycnometer filled with water (B) ..... gms.

Mass of pycnometer with sample and water to calibration mark (C) ..... gms.

Bulk specific gravity (oven – dry basis) $= \frac{A}{B + 500 - C}$ =.....

Bulk Specific gravity (saturated surface – dry basis) $= \frac{500}{B + 500 - C}$ =.....

Apparent Specific gravity $= \frac{A}{B + A - C}$ =.....

Absorption (%) $= \frac{500 - A}{A} \times 100$ =.....

Remark :

ผลการทดลองนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่กองวิเคราะห์และวิจัยได้รับเท่านั้น

ค่าธรรมเนียมการทดลองเป็นเงิน.....

วิธีการทดลองหาค่าดรรชนีความแบน (Flakiness Index)
(เทียบเท่า BS 812 : 1967)

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้เป็นวิธีการหาค่าดรรชนีความแบนของวัสดุเม็ดหยาบ(Coarse Aggregate) โดยหามวลของวัสดุที่มีความหนาของด้านแบนน้อยกว่า 3/5 เท่าของขนาดเฉลี่ยของวัสดุนั้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับมวลของวัสดุที่นำมาทดลอง วิธีการทดลองนี้ได้ปรับปรุงมาจาก BS.812

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือทดลองประกอบด้วย

2.1.1 ช่องวัดความหนา (Thickness Gauge or Slot Sieve) ประกอบด้วยช่องขนาดต่าง ๆ หลายขนาด แต่ละช่องมีตัวเลขกำกับอยู่ 2 ตัว ตัวเลขมากหมายถึงส่วนของตะแกรงที่วัสดุนั้นผ่าน ส่วนตัวเลขน้อยเป็นส่วนของตะแกรงที่วัสดุนั้น ๆ ค้างอยู่ ดังรูปที่ 1 หรือรูปที่ 2

2.1.2 เครื่องเขย่าตะแกรงพร้อมด้วยตะแกรงขนาดต่าง ๆ (ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.204/2516)

2.1.3 ภาชนะสำหรับใส่วัสดุ

2.1.4 เครื่องแบ่งตัวอย่าง

2.1.5 เครื่องชั่งชนิดอ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

-

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว.3 – 14

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

2.4.1 นำตัวอย่างวัสดุเม็ดหยาบทั้งหมดมาคลุกเคล้ากันให้ทั่ว แล้วทำการแบ่งโดยใช้เครื่องแบ่งตัวอย่าง

2.4.2 ถ้าวัสดุเม็ดหยาบชื้นหรือเปียก ให้นำไปอบที่อุณหภูมิ 110±5 °ซ จนแห้ง แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นก่อนทำการทดลอง

2.4.3 ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบเป็นวัสดุชนิดขนาดเดี่ยว (Single Size) ให้เตรียมตัวอย่างไว้ไม่น้อยกว่า 200 ก้อน

2.4.4 ในกรณีที่วัสดุเม็ดหยาบมีอยู่หลายขนาดปนกัน ให้ทำการร่อนด้วยเครื่องเขย่าผ่านตะแกรงขนาดต่าง ๆ ตามต้องการ โดยใช้เวลาประมาณ 15 นาที ปริมาณของวัสดุเม็ดหยาบที่ใช้ร่อนผ่านตะแกรงต่าง ๆ ให้ใช้ตามตารางที่ 1 ของวิธีการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง (การทดลองที่ ทล.-ท. 204/2516)

2.4.5 นำวัสดุเม็ดหยาบขนาดต่าง ๆ ที่ร่อนแล้วไปชั่ง แล้วแยกเก็บไว้เพื่อทำการทดลองสำหรับวัสดุที่ผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) ให้ทิ้งไป

2.5 การทดลอง

2.5.1 นำตัวอย่างที่ค้างบนแต่ละตะแกรงตามข้อ 2.4 มาทดลองลอดผ่านช่องวัดความหนา โดยใช้ส่วนที่แบนที่สุดลอดผ่านตรงช่องที่มีตัวเลขเท่ากับตะแกรงที่ค้างนั้นทีละก้อน ให้ทำ ทุก ๆ ขนาดของวัสดุ

2.5.2 นำส่วนที่ค้างและส่วนที่ผ่านช่องวัดความหนาของวัสดุแต่ละขนาดไปชั่งแล้วบันทึกไว้

3. <u>การคำนวณ</u>

คำนวณหาดรรชนีความแบนได้จากสูตร

$$\text{ดรรชนีความแบน (FI)} = \frac{\text{มวลของตัวอย่างทุกขนาดที่ลอดผ่านช่องวัดความหนา}}{\text{มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ผ่านและส่วนที่ค้างทั้งหมด}} \times 100$$

$$= \frac{X}{X+Y} \times 100$$

เมื่อ X = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ลอดผ่านช่องวัดความหนาทุกช่องมีหน่วยเป็นกรัม

Y = มวลรวมของตัวอย่างส่วนที่ค้างช่องวัดความหนาทุกช่องมีหน่วยเป็นกรัม

4. การรายงาน

ให้รายงานค่าของเปอร์เซ็นต์ดรรชนีความแบนเป็นเลขจำนวนเต็ม ตามแบบฟอร์มใน ข้อ 2.3

5. ข้อควรระวัง

การทดลองลอดวัสดุผ่านช่องวัดความหนา ห้ามไม่ให้กดวัสดุเพื่อบังคับให้วัสดุผ่านช่อง

6. หนังสืออ้างอิง

6.1 British Standards Institute. Methods for Sampling and Testing of Mineral Aggregates, Sand & Fillers., British Standard 812 : 1967

6.2 Norman W. Mcleod (1969). The Annual Meeting, Association of Asphalt Paving Technologists, Los Angeles Clifornia, Feb 10 – 12, 1969. A General Method of Design for Seal Coats and Surface Treatments.

* * * * * *

กองวิเคราะห์และวิจัย
กรมทางหลวง

อันดับการทดลองที่.....หนังสือที่.....

เจ้าของตัวอย่าง.....วันที่รับหนังสือ.....

ทางสาย.....

วันที่.....วันที่รับตัวอย่าง.....เจ้าหน้าที่ทดลอง.....

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 (21/2 ″– 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					

$$\text{ดัชนีความแบน (FI)} = \frac{\text{Total mass passing slot sieve (gm.)}}{\text{Total mass (gm.)}} \times 100$$

$$= \frac{X}{X+Y} \times 100$$

วิธีการทดลองหาปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดตามขวางถนนจากเครื่อง Distributor (เทียบเท่า Calif 339 – A)

1. ขอบข่าย

วิธีทดลองนี้ได้ปรับปรุงจาก Tentative Test Method No. Calif. 339 – A January I, 1960 อธิบายถึงวิธีการตรวจสอบความสม่ำเสมอของปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดถนนจากเครื่อง Distributor ตามความกว้างของถนน (Road Tray Test for Transverse Distribution)

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.1 กรัม

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

2.2.1 กระดาษหนาสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 500 มิลลิเมตร ยาว 4 เมตร 1 แผ่น

2.2.2 กระดาษวาดเขียนสี่เหลี่ยมขนาด 300 มิลลิเมตร × 100 มิลลิเมตร จำนวน 70 แผ่น พร้อมหมายเลขกำกับ

2.2.3 วัสดุที่ดูดซึมในที่นี้ให้ใช้ผ้า

2.3 แบบฟอร์ม

ให้ใช้แบบฟอร์ม ว. 8-13

2.4 การทดลอง

2.4.1 เจาะกระดาษในข้อ 2.2.1 ให้เป็นร่อง 2 ร่อง ตามแนวยาวของกระดาษ โดยให้ร่องทั้งสองร่องห่างกัน 200 มิลลิเมตร และขนานกันโดยตลอด ตามรูปที่ 1

2.4.2 นำกระดาษวาดเขียนตามข้อ 2.2.2 ชั่งหาน้ำหนักประมาณ 10 แผ่น แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นน้ำหนักของแผ่นกระดาษแต่ละแผ่น (Wt.of paper)

2.4.3 เมื่อทราบน้ำหนักของแผ่นกระดาษแล้วให้นำแผ่นกระดาษวางซ้อนกันในแต่ละแผ่นเหลือพื้นที่ 300 × 50 มิลลิเมตร การวางซ้อนกันให้ใช้หมุดกลัด หรือใช้เครื่องเย็บกระดาษ

2.4.4 นำกระดาษที่เตรียมไว้ในข้อ 2.4.3 สอดผ่านร่องสองร่องของกระดาษที่เตรียมไว้ตามข้อ 2.4.1 ดังนั้นพื้นที่ของกระดาษที่วางเรียงซ้อนกันมีพื้นที่ ๆ จะรับแอสฟัลต์ที่ลาดจากเครื่อง Distributor = 50 มิลลิเมตร × 200 เมตร

2.4.5 ตัดผ้าให้ได้ขนาด 50 มิลลิเมตร × 200 มิลลิเมตร จำนวน 70 ชิ้น

2.4.6 ชั่งน้ำหนักของผ้าแต่ละชิ้นประมาณ 10 ชิ้น นำมาเฉลี่ยเป็นน้ำหนักของผ้าแต่ละชิ้น (Wt. of cotton pad)

2.4.7 ทากระดาษที่เตรียมไว้ในข้อ 2.4.4 ด้วยกาว แล้วนำผ้าที่ตัดเตรียมไว้ในข้อ 2.4.5 แต่ละชิ้นปิดทับลงบนกระดาษที่ทากาวนั้นแต่ละแผ่น

2.4.8 นำกระดาษและผ้าที่เตรียมจากข้อ 2.4.7 ไปวางบนถนนตามความกว้างของถนนและตั้งฉากกับ Centre line ของถนน ตามรูปที่ 1

2.4.9 ให้รถ Distributor ที่เตรียมไว้สำหรับแอสฟัลต์เข้าลาดแอสฟัลต์ตามอัตราที่ได้ตั้งไว้

2.4.10 เมื่อรถ Distributor ลาดแอสฟัลต์ผ่านไปให้รีบถอดกระดาษที่มีผ้าติดพร้อมทั้งแอสฟัลต์บนผิวหน้าของผ้า ไปชั่งหาน้ำหนักทุก ๆ แผ่น (Wt. of paper + cotton pad + Asphalt)

2.4.11 โดยการทราบน้ำหนักของแอสฟัลต์และพื้นที่ของผ้า ก็สามารถคำนวณหาปริมาณของแอสฟัลต์ที่ลาดได้

2.4.12 รายการคำนวณดูได้จากตัวอย่างที่แนบมาพร้อมนี้

3. <u>การคำนวณ</u>

$$\text{Average rate of Spread} = \frac{\text{Wt. of asphalt}}{\text{area of each paper}} \text{ gm./mm}^2$$

$$\text{\% Variation} = \frac{\text{Wt. of Aspt. - Average wt. of Aspt.}}{\text{Average wt. of asphalt}} \times 100$$

4. รายงาน

4.1 รายงานปริมาณแอสฟัลต์ที่ต้องการให้ลาดบนถนน เป็นแกลลอนต่อตารางเมตรหรือลิตรต่อตารางเมตร

4.2 รายงานปริมาณแอสฟัลต์ที่ตรวจสอบได้โดยการทดลองข้างต้น เป็นแกลลอนต่อตารางเมตรหรือลิตรต่อตารางเมตร

4.3 รายงานเปอร์เซ็นต์ของ Variation ที่คำนวณได้แต่ละค่า

5. ข้อควรระวัง

ให้รีบชั่งน้ำหนักของแผ่นกระดาษภายหลังที่รถ Distributor ได้ลาดแอสฟัลต์ผ่านไปแล้ว โดยเฉพาะในขณะที่อากาศร้อนจัด เพราะสารละลายพวกน้ำมัน (สำหรับแอสฟัลต์พวก Cut back) และน้ำ (สำหรับแอสฟัลต์พวก Emulsified Asphalt) จะระเหยไปทำให้ไม่ได้น้ำหนักที่ถูกต้อง

6. หนังสืออ้างอิง

Asphalt Surface Treatment and Asphalt Penetration Macadam ของ The Asphalt Institute. Ms 13

วิธีการทดลองหาปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดตามยาวถนนจากเครื่อง Distributor (เทียบเท่า Calif. 339 – A)

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้ได้ปรับปรุงจาก Tentative Test Method No. Calif. 399 – A January 1, 1960 อธิบายถึงวิธีการตรวจสอบความสม่ำเสมอของปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดถนนจากเครื่อง Distributor ตามความยาวของถนน (Road Tray Test for Longitudinal Distribution)

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องชั่งที่มีความละเอียด 0.1 กรัม

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง

2.2.1 สังกะสีแผ่นเรียบหรือกระดาษแข็งสี่เหลี่ยมขนาด 200 × 200 มิลลิเมตร จำนวน 11 แผ่น

2.2.2 วัสดุที่ดูดซึมได้ในที่นี้ให้ใช้ผ้า

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว. 8 – 12

2.4 การทดลอง

2.4.1 ตัดผ้าให้ได้ขนาด 200 มิลลิเมตร × 200 มิลลิเมตร จำนวน 11 ชิ้น

2.4.2ทากาวลงบนผิวหน้าของสังกะสีหรือกระดาษแข็งที่ได้เตรียมไว้ตามข้อ 2.2.1

2.4.3 นำผ้าที่ตัดไว้ในข้อ 2.4.1 ติดทับหน้าสังกะสีหรือกระดาษแข็งที่ทากาวไว้

2.4.4 นำสังกะสีหรือกระดาษแข็งพร้อมกับผ้าที่ติดไว้ใน 2.4.3 ไปชั่งหาน้ำหนักและจุดไว้ทุก ๆ แผ่น น้ำหนักที่ได้ คือ น้ำหนักของ Tray (Wt. of Tray)

2.4.5 เมื่อชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้วให้นำไปวางบนถนนที่จะลาดแอสฟัลต์โดยวางตรงกลางระหว่างของถนนกับ Centre line ของถนน แต่ละแผ่นวางห่างกันในระยะ 4 เมตร ไปตามทางยาวของถนน (Longitudinal) ตามรูปที่ 1

2.4.6 ให้รถ Distributor ที่เตรียมไว้สำหรับลาดแอสฟัลต์ เข้าลาดแอสฟัลต์ตามอัตราที่ได้ตั้งไว้

2.4.7 เมื่อรถ Distributor ลาดแอสฟัลต์ผ่านไป ให้รีบนำแผ่นสังกะสีที่ถูกลาดแอสฟัลต์ไปชั่งหาน้ำหนัก คือ (Wt. of Tray + asphalt)

2.4.8 โดยการทราบน้ำหนักของแอสฟัลต์ และพื้นที่ของแผ่นสังกะสี (Tray) ก็สามารถคำนวณหาปริมาณแอสฟัลต์ที่ลาดได้

2.4.9 รายการคำนวณดูได้จากตัวอย่างที่แนบมา

3. การคำนวณ

$$\text{Average rate of Spread} = \frac{\text{Wt. of Asphalt}}{\text{Area of tray}} \text{ gm./mm}^2$$

$$\text{\% Variation} = \frac{\text{Average rate of spread - rate of spread each tray}}{\text{Average rate of spread}} \times 100$$

4. รายงาน

4.1 รายงานปริมาณแอสฟัลต์ที่ต้องการให้ลาดบนถนน เป็นแกลลอนต่อตารางเมตร หรือลิตรต่อตารางเมตร

4.2 รายงานปริมาณแอสฟัลต์ที่ตรวจสอบได้โดยการทดลองข้างต้นเป็นแกลลอนต่อตารางเมตรหรือลิตรต่อตารางเมตร

4.3 รายงานเปอร์เซ็นต์ของ Variation ที่คำนวณได้แต่ละค่า

5.ข้อควรระวัง

5.1 เวลาจดน้ำหนักของสังกะสีหรือกระดาษแข็ง (Tray) ระวังอย่าให้เกิดสับสนขึ้น

5.2 ให้รีบชั่งน้ำหนักของแผ่นสังกะสีภายหลังที่รถ Distributor ได้ลาดแอสฟัลต์ผ่านไปแล้วโดยเฉพาะในขณะที่อากาศร้อนจัดเพราะสารละลายพวกน้ำมัน (สำหรับแอสฟัลต์พวก Cut Back) และน้ำ (สำหรับแอสฟัลต์พวก Emulsified Asphalt) ระเหยไปทำไม่ได้น้ำหนักที่ถูกต้อง

6.หนังสืออ้างอิง

Asphalt Surface Treatment and Asphalt Penetration Macadam ของ The Asphalt Institute. Ms 13

วิธีการทดลองแอสฟัลต์ติกคอนกรีต โดยวิธีMarshall
(เทียบเท่า ASTM. D – 1559)

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้เพื่อหาคุณภาพของวัสดุแอสฟัลต์ติกคอนกรีตที่ใช้เป็นผิวทางหรือพื้นทางแบบแอสฟัลต์ติกคอนกรีต

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือที่ทำการทดลองประกอบด้วย

2.1.1 กะละมังเคลือบ หรือภาชนะโลหะที่มีขอบสูงประมาณ 7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างขอบประมาณ 25 เซนติเมตร สำหรับใส่วัสดุ Aggregate

2.1.2 ภาชนะโลหะมีขอบสูงประมาณ 15 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของขอบประมาณ 30 เซนติเมตร สำหรับใช้ผสมวัสดุ Aggregate กับแอสฟัลต์

2.1.3 เตาอบที่สามารถให้อุณหภูมิสูงถึง 250°ซ. สำหรับอบ Aggregate

2.1.4 เตาแบบ Hot plate ที่สามารถให้อุณหภูมิได้สูงถึง 200°ซ สำหรับให้ความร้อนแอสฟัลต์และเครื่องมือที่ใช้ในการบดทับ

2.1.5 หม้อโลหะสำหรับใส่แอสฟัลต์เพื่อให้ความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 เซนติเมตร

2.1.6 เกรียงใช้ผสมวัสดุ Aggregate กับยางแอสฟัลต์

2.1.7 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดมีก้านเป็นโลหะ สามารถวัดอุณหภูมิได้ถึง 250°ซ

2.1.8 เครื่องชั่งสามารถชั่งน้ำหนักได้ถึง 5 กิโลกรัม มีความละเอียดถึง 1 กรัม สำหรับชั่งวัสดุ Aggregate และยางแอสฟัลต์

2.1.9 เครื่องชั่งสามารถชั่งน้ำหนักได้ถึง 2 กิโลกรัม มีความละเอียดถึง 0.1 กรัม สำหรับชั่งวัสดุแอสฟัลต์ติกคอนกรีตที่บดทับแล้ว

2.1.10 อ่างต้มน้ำ (Boiling water bath) มีตะแกรงลวดสำหรับวางวัสดุแอสฟัลต์ติกคอนกรีตที่บดทับแล้ว สามารถควบคุมอุณหภูมิตามต้องการได้

2.1.11 แท่นรอง (Compaction Pedestal) ประกอบด้วยฐานไม้ขนาดประมาณ 20 × 20 × 45 เซนติเมตร (8 × 8 × 18 นิ้ว) มีแผ่นโลหะขนาดประมาณ 30 × 30 × 2.5 เซนติเมตร (12 × 12 × 1 นิ้ว) ติดอยู่ที่ขอบบนของฐานไม้ ฐานไม้ควรเป็นไม้ที่มีความแน่นแห้ง 0.65 – 0.80 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร (ประมาณ 42 – 48 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต) แผ่นเหล็กจะต้องยึดแน่นกับฐานไม้ ดังรูปที่ 1

2.1.12 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

2.1.13 ค้อน (Compaction hammer) ประกอบด้วยแผ่นเหล็กกลมหนา 1.27 เซนติเมตร (0.5 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.842 เซนติเมตร (3.875 นิ้ว) ติดกับก้านเหล็กซึ่งมีแท่งเหล็กหนัก 5.45 กิโลกรัม (10 ปอนด์) สำหรับทิ้งน้ำหนักลงบนแผ่นเหล็กกลม ในขณะทำการบดทับให้มีระยะตกของแท่งเหล็กเท่ากับ 45.72 เซนติเมตร (18 นิ้ว) ดังรูปที่ 1

2.1.14 ที่จับแบบ (Mold holder) ใช้บังคับให้แบบสำหรับบดทับอยู่กับที่ในขณะทำการบดทับ ดังรูปที่ 1

2.1.15 เครื่องดันตัวอย่าง (Sample extruder)

2.1.16 ถุงมือกันความร้อนชนิดใยหิน (Asbestos)

2.1.17 ถุงมือกันความร้อนชนิดหนังหรือยาง สำหรับหยิบตัวอย่างที่แช่ในน้ำ

2.1.18 เครื่องทดลอง Marshall (Marshall Testing Machine) ใช้สำหรับทดสอบหาค่า Stability เป็นเครื่องกดที่สามารถรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่า 3,000 กิโลกรัม (6,000 ปอนด์) เป็นแบบอุดด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า อัตราเร็วของมอเตอร์ที่หมุนอุดต้องทำให้ฐานหรือท่อนกดเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 เซนติเมตรต่อนาที (ประมาณ 2 นิ้วต่อนาที) เครื่องกดนี้จะต้องมี Proving ring อ่านค่าแรงกดหรือเครื่องกดอื่นใดที่มีคุณสมบัติเท่า ดังรูปที่ 2

2.1.19 แบบทดลอง Stability (Stability mold) สำหรับใส่ตัวอย่างทดลองหาค่า Stability ดังรูปที่ 2

2.1.20 เครื่องวัด Flow (Flow meter) สำหรับทดลองหาค่า Flow ของตัวอย่าง ระหว่างกดอ่านค่าได้เป็น 1/10 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง –

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว. 8 – 03

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

นำวัสดุ Aggregate มาดำเนินการดังนี้

2.4.1 ทดลองหาขนาดวัสดุชนิดเม็ดหยาบโดย "วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบไม่ล้าง" ตามการทดลองที่ ทล. – ท. 204/2516

2.4.2 ทดลองหาขนาดวัสดุชนิดเม็ดละเอียดโดย "วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดวัสดุโดยผ่านตะแกรงแบบล้าง" ตามการทดลองที่ ทล. – ท.205/2517

2.4.3 ทดลองหาความถ่วงจำเพาะของวัสดุเม็ดหยาบโดย "วิธีการทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุชนิดเม็ดหยาบ" ตามการทดลองที่ ทล. – ท.207/2517

2.4.4 ทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของวัสดุเม็ดละเอียดโดย "วิธีการทดลองหาค่าความ ถ่วงจำเพาะของวัสดุชนิดเม็ดละเอียด" ตามการทดลองที่ ทล. – ท.208/2518

2.4.5 หาอัตราส่วนผสมของวัสดุ Aggregate เมื่อรวมกันแล้วได้ขนาดตามที่ต้องการ (Blending)

2.4.6 นำวัสดุ Aggregate ตามอัตราส่วนที่หาได้จากข้อ 2.4.5 หนัก 1,200 กรัม (เมื่อบดทับแล้วตัวอย่างจะหนาประมาณ 6.35 เซนติเมตร (2.5 นิ้ว)) ใส่ในกะละมังเคลือบไปอบในเตาอบให้ได้อุณหภูมิสูงถึง 160 $\pm$ 5°ซ.

2.4.7 นำแบบสำหรับบดทับและค้อนไปวางบน Hot plate ที่มีอุณหภูมิระหว่าง 90 - 150°ซ.

2.4.8 นำวัสดุแอสฟัลต์ที่จะใช้ผสมไปให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิที่ทำให้แอสฟัลต์มีค่า Viscosity เท่ากับ 85$\pm$10 second saybolt furol (สำหรับแอสฟัลต์ AC.80 – 100 ต้องให้ความร้อนถึง 145$\pm$5°ซ.)

2.5 การทดลอง

2.5.1 นำกะละมังใส่ตัวอย่างวัสดุ Aggregate จากข้อ 2.4.6 ออกจากเตาอบ แล้วเทวัสดุลงในภาชนะโลหะสำหรับผสมวัสดุ Aggregate กับแอสฟัลต์ ใช้เกรียงผสมให้วัสดุ Aggregate แต่ละขนาดคละกันให้ทั่วทิ้งไว้ให้อุณหภูมิของ Aggregate ลดลงถึง 145$\pm$5°ซ.

2.5.2 นำภาชนะโลหะที่ได้จากข้อ 2.5.1 ขึ้นตั้งบน Hot plate ใช้เกรียงผสมวัสดุ Aggregate และแอสฟัลต์ให้เข้ากันโดยเร็วที่สุด โดยปกติประมาณ 1 นาที พยายามให้แอสฟัลต์เคลือบวัสดุทุกเม็ด

2.5.3 นำแบบสำหรับบดทับจากข้อ 2.4.7 มาประกอบเข้าที่

2.5.4 เทตัวอย่างวัสดุผสมลงในแบบที่ประกอบแล้ว ใช้เกรียงแซะรอบ ๆ ตัวอย่างข้างในแบบประมาณ 15 ครั้ง และแซะเข้าในตัวอย่างอีก 10 ครั้ง ทิ้งไว้ในอุณหภูมิของตัวอย่างลดลงที่อุณหภูมิเมื่อแอสฟัลต์มี Viscosity เท่ากับ 140±15 Second Saybolt Furol (สำหรับแอสฟัลต์ Ac. 80 – 100 ให้ทิ้งตัวอย่างไว้จนอุณหภูมิลดลงถึง 140±5°ซ.

2.5.5 วางค้อนลงบนตัวอย่างในแบบ ทำการบดทับตัวอย่างโดยการยกน้ำหนักและปล่อยให้น้ำหนักลดลงบนแผ่นเหล็ก จำนวนครั้งขึ้นอยู่กับการออกแบบซึ่งแบ่งออกเป็น

ก. แอสฟัลต์ติกคอนกรีต สำหรับถนนที่มีการจราจรชั้น light traffic และ medium traffic จำนวนครั้งใช้ 50 ครั้ง

ข. แอสฟัลต์ติกคอนกรีต สำหรับถนนที่มีการจราจรชั้น Heavy traffic และ Very heavy traffic จำนวนครั้งใช้ 75 ครั้ง

2.5.6 เมื่อครบจำนวนการบดทับแล้ว ทำการกลับตัวอย่างโดยการกลับแบบเอาด้านล่างขึ้นด้านบน แล้วทำการบดทับเช่นเดียวกับข้อ 2.5.5

2.5.7 ทิ้งตัวอย่างที่บดทับเรียบร้อยแล้วไว้ในแบบ จนกระทั่งอุณหภูมิของตัวอย่างลดลงมากกว่า 60°ซ. จึงนำตัวอย่างออกจากแบบ โดยการใช้เครื่องดันตัวอย่าง ทิ้งตัวอย่างไว้ในอากาศธรรมดาไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง จึงนำไปทดลองขั้นต่อไป

2.5.8 ในปริมาณของการผสมโดยใช้แอสฟัลต์เปอร์เซ็นต์อันหนึ่งอันใด ให้เตรียมตัวอย่างอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง สำหรับการออกแบบให้ใช้ตัวอย่างแต่ละเปอร์เซ็นต์ของแอสฟัลต์อย่างน้อย 5 ค่า และค่าต่างกัน 0.5 %

2.5.9 ทำการทดลองหาความแน่นของตัวอย่างโดย

ก. นำตัวอย่างไปชั่งหาน้ำหนักในอากาศ (d)

ข. นำตัวอย่างไปแช่ในน้ำธรรมดาประมาณ 5 นาที แล้วนำตัวอย่างขึ้น เช็ดตัวอย่างให้ผิวแห้ง ชั่งหาน้ำหนักในอากาศ (d_1)

ค. นำตัวอย่างจากข้อ ข. ไปชั่งหาน้ำหนักในน้ำ (e)

2.5.10 ทำการทดลองหาค่า Stability และ Flow

ก. นำตัวอย่างที่เสร็จจากการทดลองตามข้อ 2.5.9 แล้วไปแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 60±1°ซ. เป็นเวลา 30 นาที ในอ่างต้มน้ำ

ข. เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างขึ้นจากอ่างต้มน้ำ เช็ดให้ผิวตัวอย่างแห้งแล้วนำไปใส่ในแบบทดลอง Stability เพื่อไปกดหาค่า Stability และค่า Flow

ค. นำแบบทดลอง Stability ที่ได้จากข้อ ข. ไปวางบนเครื่องทดลอง Marshall ให้แบบทดลอง Stability อยู่ใต้ท่อนกด (Piston) ซึ่งติดกับ Proving ring สำหรับอ่านน้ำหนักกด

ง. เดินเครื่องให้แบบทดลอง Stability เคลื่อนไปสัมผัสกับท่อนกดจนกระทั่งเข็มของ dial gauge ที่ติดกับ proving ring ขยับตัว หยุดเครื่องทำการตั้งเข็มของ dial gauge ที่เลข 0

จ. นำเครื่องวัด Flow ไปวางบนแกนที่ใช้สำหรับทดลองหาค่า Flow ซึ่งติดกับแบบทดลอง Stability ตั้งเข็ม dial gauge ของเครื่องวัด Flow ให้อยู่ที่เลข 0 ใช้มือจับเครื่องวัด Flow ให้นิ่งอยู่กับที่

ฉ. เดินเครื่องให้กดเพื่อทดลองหาค่า Stability โดยอ่านค่าน้ำหนักสูงสุดที่กดจาก Proving ring เป็นค่าที่อ่านได้ (measured) ซึ่งต้องแก้ไข (adjust) สำหรับตัวอย่างมาตรฐานที่หนา 6.35 เซนติเมตร (2.5 นิ้ว) ตามตารางที่ 1

ช. ขณะที่ทำการทดลองหาค่า Stability เข็ม Dial gauge ของเครื่องวัด Flow จะเคลื่อนที่ อ่านค่า Flow จาก Dial gauge ที่น้ำหนักกดสูงสุด

3. <u>การคำนวณ</u>

คำนวณหาค่า Bulk Specific gravity, V.M.A. (Voids in mineral aggregate) Air Void และ V.F.B. (Voids filled with bitumen) ดังนี้

3.1 คำนวณหา Effective asphalt cement by weight of mix (b)

$$\text{สูตร } b1 = b - \frac{x\,(100 - b)}{100}$$

เมื่อ b = % asphalt cement by weight of mix

x = asphalt lost by absorption

(1 kg. of AC/100 kg. of Agg.)

3.2 คำนวณหา Bulk Specific Gravity of Specimen (g)

$$\text{สูตร } g = \frac{d}{d - e}$$

เมื่อ d = weight of specimen in air (gm)

d_1 = weight of specimen at saturated surface dry condition (gm.)

e = weight of saturated Specimen immersed in water

3.3 คำนวณหา Percent total volume of effective asphalt cement ในตัวอย่างที่บดทับแล้ว (l)

สูตร $i = \frac{b_1 g}{G_{ag}}$

เมื่อ G_{ag} = Bulk Specific Gravity of Asphalt Cement

3.4 คำนวณหา Percent total value of aggregate ในตัวอย่างที่บดทับแล้ว (j)

สูตร $j = \frac{(100 - b)}{G_{ac}} g$

เมื่อ G_{ac} = Bulk Specifig Gravity of Blended Agg.

3.5 คำนวณหา Percent air voids ในตัวอย่างที่บดทับแล้ว

สูตร Air Voids = $100 - i - j$

3.6 คำนวณหา V.M.A. (Voids in mineral aggregate)

สูตร V.M.A. = $100 - j$

3.7 คำนวณหา V.F.B. (Voids filled with bitumen)

สูตร V.F.B. = $100 \frac{i}{j}$

3.8 นำค่าต่าง ๆ ที่คำนวณได้ไปเขียน curves แสดงความสัมพันธ์ดังนี้

3.8.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Stability กับ % Asphalt Cement by weight of aggregate

3.8.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Flow กับ % Asphalt cement by weight of aggregate

3.8.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Unit weight of total mix กับ % Asphalt Cement by weight of aggregate

3.8.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง % Air Voids กับ % Asphalt Cement by weight of aggregate

3.8.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง % V.M.A. กับ % Asphalt cement by weight of aggregate

3.8.6 ความสัมพันธ์ % V.F.B. กับ % Asphalt cement by weight of aggregate

4. การรายงาน

ให้รายงานตามแบบฟอร์ม ว. 8 – 03 และ curve แสดงความสัมพันธ์ตามข้อ 3.8

5. ข้อควรระวัง

5.1 อุณหภูมิของวัสดุผสมตามข้อ 2.5.8 ต้องถูกต้องดังนี้

5.1.1 ถ้าต่ำกว่าให้เพิ่มความร้อนให้ได้ตามที่กำหนด

5.1.2 ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าให้ทิ้งไว้ให้ได้อุณหภูมิตามที่กำหนด

5.2 เวลาที่ทำการทดลองตามข้อ 2.5.10 ต้องไม่เกิน 40 วินาที เพื่อกันมิให้อุณหภูมิของ ตัวอย่างต่ำกว่าที่ต้องการ

6. หนังสืออ้างอิง

6.1 American Society of Testing Materials ASTM. Standard D-1559

6.2 The Asphalt Institute "Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot – Mix Types" Manual Series No. 2 (MS-2)

วิธีการทดลองการหลุดออก (Stripping) โดยวิธี Plate Test

1. ขอบข่าย

วิธีการทดลองนี้ เป็นการทดลองเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การหลุดออกระหว่างแอสฟัลต์กับวัสดุ Aggregate ซึ่งได้ปรับปรุงมาจากวิธีการทดลองของ The Dept. of Main Roads, N.S.W. ประเทศออสเตรเลีย

2. วิธีทำ

2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือที่ทำการทดลองประกอบด้วย

2.1.1 ถาดสังกะสีหรือฝากระป๋อง ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร ขอบสูงประมาณ 1 เซนติเมตร จำนวน 2 ถาด

2.1.2 เตาอบ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 60°ซ.

2.1.3 อ่างน้ำชนิด Thermostatic water bath สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 50°ซ.

2.1.4 เทอร์โมมิเตอร์ ขนาด 0 – 110°ซ. จำนวน 2 อัน

2.1.5 คีมปากจิ้งจอก

2.2 วัสดุที่ใช้ประกอบการทดลอง –

2.3 แบบฟอร์ม

ใช้แบบฟอร์มที่ ว.7 – 01

2.4 การเตรียมตัวอย่าง

2.4.1 เลือกวัสดุ Aggregate ขนาดประมาณ 12.7 – 25.4 มิลลิเมตร (ห้ามทำการร่อน) ที่มีผิวหน้าใดหน้าหนึ่งเรียบ และความหนาพอที่คีมจะจับถึงได้มา 50 ก้อน

2.4.2 ให้ความร้อนแอสฟัลต์ ตามอุณหภูมิของแอสฟัลต์แต่ละชนิดที่ใช้ทำการก่อสร้างตามตารางต่อไปนี้

ตารางอุณหภูมิของแอสฟัลต์ที่ใช้ทำการก่อสร้าง

ชนิดของแอสฟัลต์	อุณหภูมิที่ใช้ทำการก่อสร้าง (°ซ.๗
RC – 3000	120 – 160
RC – 800	100 – 120
RC – 250	80 – 110
RC – 5	130 – 150
RC – 4	115 – 130
RC – 3	105 – 115
RC – 2	80 –105
RC – 3K	60 – 80
RC – 2K	45 – 70
AC (120 – 150 pe n.)	140 – 175
AC (80 – 100 pe .)	140 – 175

2.5 การทดลอง

2.5.1 เทแอสฟัลต์ที่ได้เตรียมไว้แล้ว ตามข้อ 2.4 ลงในถาดทั้งสอง โดยให้แอสฟัลต์มีความหนาประมาณ 1 – มิลลิเมตร หรือใช้น้ำหนักแอสฟัลต์ประมาณถาดละ 25 กรัม แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิปก

2.5.2 นำวัสดุ Aggregate ตามข้อ 2.4 กดด้านที่เรียบลงบนผิวแอสฟัลต์เบา ๆ ให้ผิวหน้าจมในแอสฟัลต์ ถาดละ 25 ก้อน แล้วเอาเข้าอบที่อุณหภูมิ 60°ซ. สำหรับแอสฟัลต์ซีเมนต์ใช้เวลา 24 ชั่วโมง สำหรับ Cutback Asphalt และ Emulsified Asphalt ใช้เวลา 48 ชั่วโมง

2.5.3 หลังจากบแล้ว ให้นำลงไปแช่น้ำในอ่างที่อุณหภูมิ 50°ซ. เป็นเวลา 4 วัน แล้วเอาไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 25 - 30°ซ. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.5.4 นำเอาถาดขึ้นจากน้ำแล้วดึงเอาวัสดุ Aggregate ออกโดยใช้คีมคีบขึ้นทีละก้อน พยายามดึงด้วยแรงที่เท่า ๆ กัน

2.5.5 พิจารณาวัสดุ Aggregate ที่ได้ดึงออกมา และให้คะแนนแต่ละก้อน ดังนี้

ก. ผิวหน้าของวัสดุ Aggregate ก้อนใดที่ไม่มีแอสฟัลต์เคลือบอยู่เลยให้ 1 คะแนน

ข. ผิวหน้าของวัสดุ Aggregate ก้อนใดมีแอสฟัลต์เคลือบอยู่น้อยกว่าครึ่งหน้าให้ พ คะแนน

ค. ผิวหน้าของวัสดุ Aggregate ก้อนใดที่มีแอสฟัลต์เคลือบอยู่ครึ่งหน้าให้ ฝ คะแนน

ง. ผิวหน้าของวัสดุ Aggregate ก้อนใดที่มีแอสฟัลต์เคลือบอยู่มากกว่าครึ่งหน้าให้ ผ คะแนน

จ. ผิวหน้าของวัสดุ Aggregate ก้อนใดมีแอสฟัลต์เคลือบเต็มหน้าให้ 0 คะแนน

3. การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหลุดออก} = \frac{\text{ผลบวกของคะแนนทั้งหมด (ตามข้อ 2.5.5)} \times 100\%}{\text{จำนวนก้อนวัสดุ Aggregate ทั้งหมด}}$$

แล้วนำค่าของทั้งสองถาดมาเฉลี่ยเป็นเปอร์เซ็นต์การหลุดลอกของวัสดุ Aggregate นั้น

4. การรายงาน

ให้รายงานตามแบบฟอร์มในข้อ 2.3

5. ข้อควรระวัง

ในการเลือกวัสดุ Aggregate ห้ามทำการร่อน เพื่อป้องกันมิให้ฝุ่นที่จับก้อนวัสดุอยู่เดิมหลุดออก