

บทที่ 3 วิธีการทดลอง

3.1 การออกแบบอัตราส่วนผสม (Mix Proportion)

3.1.1 เก็บตัวอย่างวัสดุมวลรวมหินปูน จากโรงโม่หิน 2 แหล่งคือ แหล่งที่ 1 โครงการสะพานเลี้ยวเมืองสมุทรสงคราม ตัวย้อยคือ SK และแหล่งที่ 2 โครงการแยกทางหลวงหมายเลข 35 - สมุทรสาคร (เอกชัย ตอน 1) ตัวย้อยคือ SS จากย้งหินร้อนที่ได้จากการทำงานของโรงงานผสม (Plant) ทั้ง 4 ย้ง (4 Bins) มาหาขนาดคละ (Gradation) ดังตารางที่ 3.1 และทดสอบหาคุณสมบัติของวัสดุมวลรวมจากย้งหินร้อน (Hot Bin) ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ค่าความดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ค่า Sand Equivalent ค่าดัชนีความแบน (Flakiness Index) ค่าดัชนีความยาว (Elongation Index) ค่าความสึกหรอโดยวิธี Los Angeles Abrasion ค่าความคงทน (Soundness) โดยใช้สารละลายโซเดียมซัลเฟตจำนวน 5 รอบ ดังตารางผนวก ก

ตารางที่ 3.1 ผลการทดลองการหาขนาดคละของวัสดุมวลรวมแหล่งที่ 1 โครงการสะพานเลี้ยวเมืองสมุทรสงคราม (SK) และโครงการแยกทางหลวงหมายเลข 35 – สมุทรสาคร (เอกชัย ตอน 1) (SS)

SIEVE SIZES	โครงการสะพานเลี้ยวเมืองสมุทรสงคราม (SK)				SIEVE SIZES	โครงการแยกทางหลวงหมายเลข 35 – สมุทรสาคร (เอกชัย ตอน 1) (SS)			
	% PASSING					% PASSING			
	BIN 1	BIN 2	BIN 3	BIN 4		BIN 1	BIN 2	BIN 3	BIN 4
1"					1"				
3/4"			100	100	3/4"			100	100
1/2"			86.1	13.8	1/2"			80.8	5.7
3/8"		100	14.1	1.6	3/8"		100	21.5	1.0
#4	100	30.8	1.3	0.5	#4	100	34.9	0.5	0.1
#8	73.4	2.1	0.6		#8	84.1	1.9	0.2	
#16	46.6	0.9			#16	66.7	0.3		
#30	31.3				#30	48.9			
#50	21.5				#50	32.8			
#100	15.2				#100	18.6			
#200	10.0				#200	11.6			

3.1.2 กำหนดขนาดคละของวัสดุมวลรวมตามมาตรฐานของกรมทางหลวงที่ ทล.ม.-408/2532 ที่มีผลต่อคุณสมบัติแอสฟัลต์คอนกรีต ดังตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.1 ศึกษาคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ (Mashall Test) ตามมาตรฐานการทดสอบที่ ทล.ท.-604/2517 และใช้เกณฑ์กำหนดสำหรับชั้น Wearing Course ขนาด 12.5 มิลลิเมตร ดังตารางที่ 3.3 ซึ่งใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ เกรด 60-70 ซึ่งเป็นวัสดุประสาน

ตารางที่ 3.2 ขนาดคละของมวลรวมและปริมาณแอสฟัลต์ซีเมนต์ที่ใช้

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

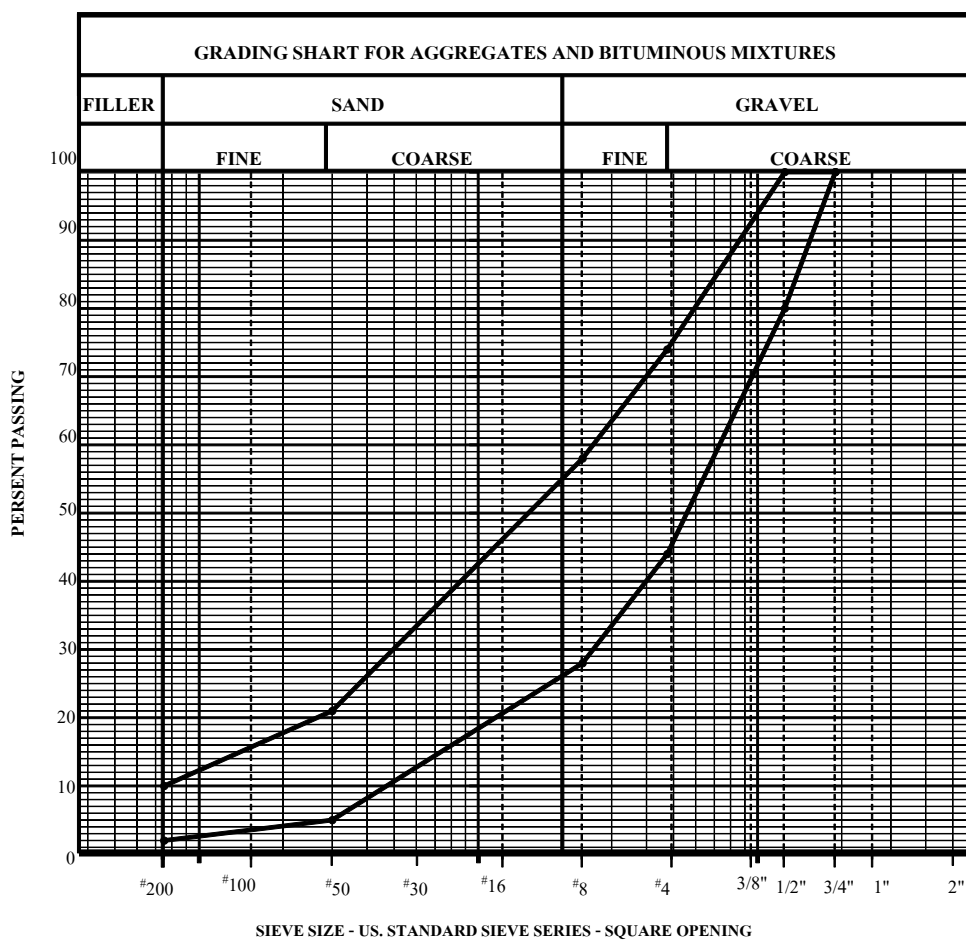
หมายเหตุ กรมทางหลวงอาจพิจารณาเปลี่ยนแปลงขนาดคละของมวลรวมและปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้แตกต่างจากตารางที่ 1 ก็ได้ ทั้งนี้แอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้ต้องมีคุณสมบัติและความแข็งแรงถูกต้องตามตารางที่ 3

สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ

อันดับการทดลองที่ AC. - _____ ชั้น WEARING COURSE

ทางสาย _____

เจ้าหน้าที่ทดลอง _____ วันที่ทดลอง _____



รูปที่ 3.1 Fuller Curve ชั้น Wearing Course

ตารางที่ 3.3 ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตตามมาตรฐานที่ ทล.-ม. 408/2532

รายการ	ชั้นทาง
--------	---------

	Wearing Course ขนาด 9.5 มิลลิเมตร	Wearing Course ขนาด 12.5 มิลลิเมตร	Binder Course	Base Course	Shoulder
Blows	75	75	75	75	75
Stability N (lb)	8006 (1800)	8006 (1800)	8006 (1800)	7117 (1800)	7117 (1600)
Flow 0.25 mm (0.01 in.)	8 - 16	8 - 16	8 - 16	8 - 16	8 - 16
Percent Air Voids	3 - 5	3 - 5	3 - 6	3 - 6	3 - 5
Percent Voids in Mineral Aggregate (VMA) Min	15	14	13	12	14
Stability/Flow Min N/0.25 mm (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”

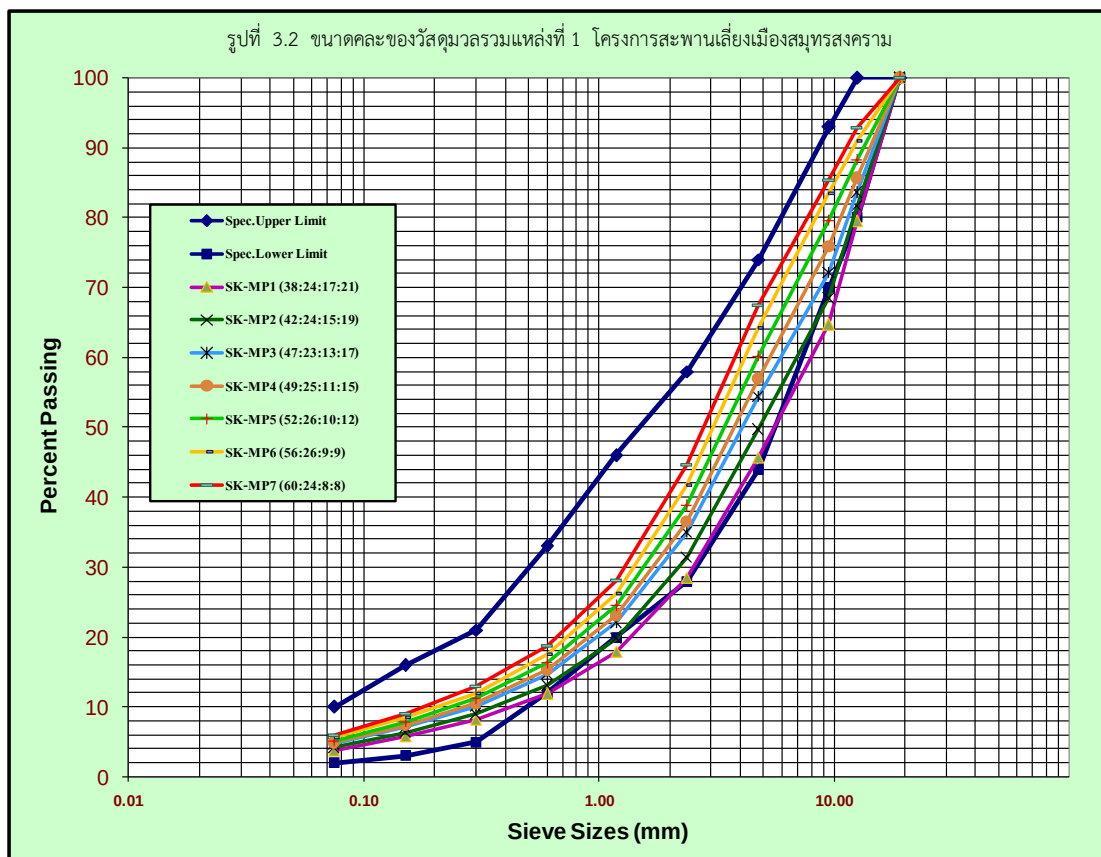
(2) การออกแบบไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีตตามข้อกำหนดในตารางที่ 3 ให้ใช้มวลรวมขนาด 12.5 มิลลิเมตร ยกเว้นกรณีที่กำหนดให้ชั้น Binder Course เป็นไหล่ทางด้วย ให้ใช้ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตของชั้น Binder Course เป็นข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตไหล่ทาง

3.1.3 กำหนดอัตราส่วนผสม (Mix Proportion) เพื่อให้วัสดุมวลรวมผสม (Combined Gradation) อยู่ในเกณฑ์กำหนดสำหรับชั้น Wearing Course ขนาด 12.5 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานการทดสอบที่ ทล.ม.-408/2532 โดยกำหนดขนาดคละของวัสดุมวลรวมจำนวน 7 อัตราส่วนผสมต่อวัสดุมวลรวม 1 แหล่ง ดังนี้

- แหล่งที่ 1 โครงการสะพานเลี้ยวเมืองสมุทรสงคราม ด้วยชื่อ SK สัญลักษณ์ของขนาดคละของวัสดุมวลรวมจำนวน 7 อัตราส่วนผสมคือ SK-MP1, SK-MP2, SK-MP3, SK-MP4, SK-MP5, SK-MP6 และ SK-MP7 ดังตารางที่ 3.4 และรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.4 ผลการกำหนดขนาดคละของวัสดุมวลรวมจำนวน 7 อัตราส่วนผสมของวัสดุมวลรวมแหล่งที่ 1 โครงการสะพานเลี้ยวเมืองสมุทรสงคราม (SK)

SIEVE SIZES		โครงการสะพานเลี้ยวเมืองสมุทรสงคราม (SK)							
		COMBINED (% PASSING)							DESIRED
		SK-MP1	SK-MP2	SK-MP3	SK-MP4	SK-MP5	SK-MP6	SK-MP7	
1"									
3/4"		100	100	100	100	100	100	100	100
1/2"		79.5	81.6	83.6	85.6	88.3	91.0	92.0	80 - 100
3/8"		64.7	68.4	72.1	75.8	79.6	83.4	85.3	-
#4		45.7	49.7	54.4	56.9	60.2	64.2	67.5	44 - 74
#8		28.5	31.4	35.0	36.5	38.8	41.7	44.6	28 - 58
#16		17.9	19.8	22.1	23.1	24.5	26.3	28.2	-
#30		11.9	13.1	14.7	15.3	16.3	17.5	18.8	-
#50		8.2	9.0	10.1	10.5	11.2	12.0	12.9	5 - 21
#100		5.8	6.4	7.1	7.4	7.9	8.5	9.1	-
#200		3.8	4.2	4.7	4.9	5.2	5.6	6.0	2 - 10
MIX PROPORTION	BIN 1	38	42	47	49	52	56	60	
	BIN 2	24	24	23	25	26	26	24	
	BIN 3	17	15	13	11	10	9	8	
	BIN 4	21	19	17	15	12	9	8	



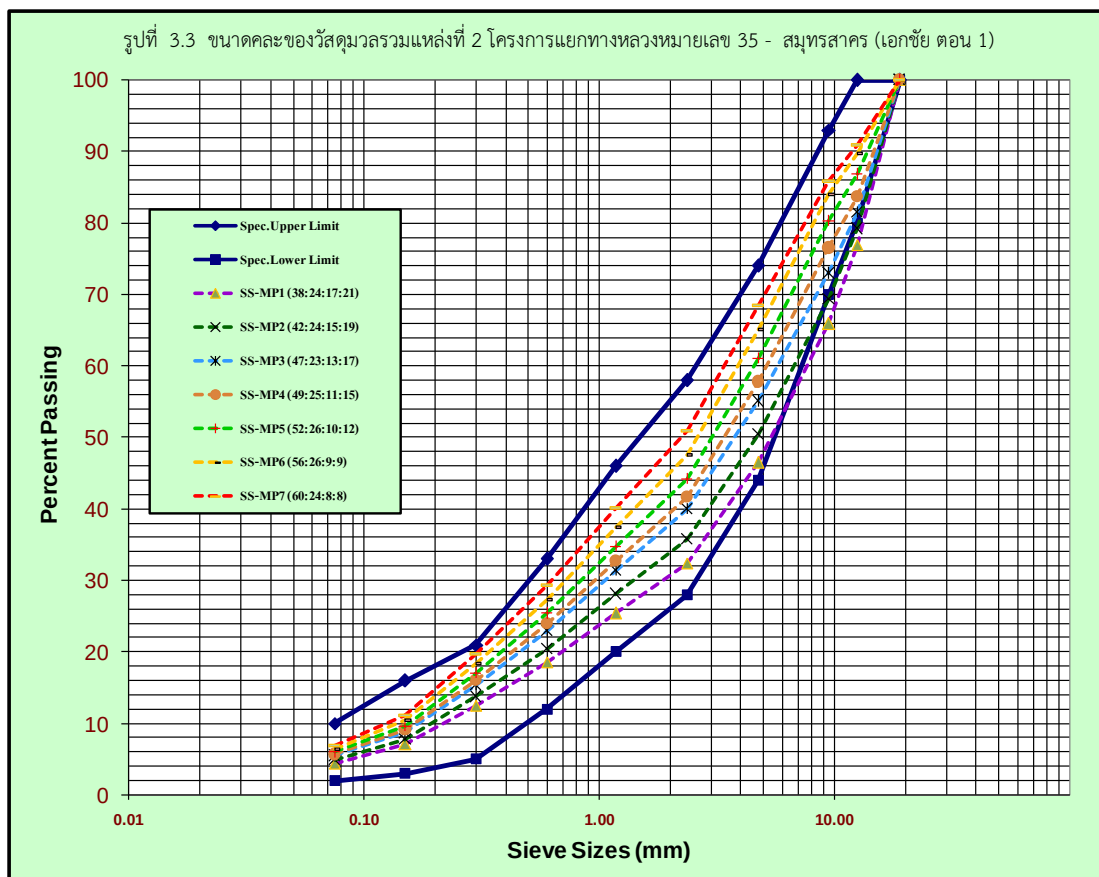
รูปที่ 3.2 ขนาดคละของวัสดุรวมแหล่งที่ 1 โครงการสะพานเลี้ยวเมืองสมุทรสงคราม (SK)

จากรูปที่ 3.2 นี้ จะเห็นว่า ขนาดคละของวัสดุรวมแหล่งที่ 1 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดสำหรับชั้น Wearing Course ขนาด 12.5 มิลลิเมตร เมื่อพิจารณาที่ตารางใด ๆ ก็ตามของวัสดุรวมที่มีขนาดคละทั้ง 7 อัตราส่วนผสม จะมีวัสดุรวมของการเรียงขนาดคละมีส่วนหยابมากที่สุดเรียงลำดับไปหาส่วนละเอียดมากที่สุดเช่นเดียวกัน การเรียงลำดับของอัตราส่วนผสมตามขนาดคละดังกล่าวคือ SK-MP1, SK-MP2, SK-MP3, SK-MP4, SK-MP5, SK-MP6 และ SK-MP7

- แหล่งที่ 2 โครงการแยกทางหลวงหมายเลข 35 – สมุทรสาคร (เอกชัย ตอน 1) ตัวย่อคือ SS สัญลักษณ์ของขนาดคละของวัสดุรวมจำนวน 7 อัตราส่วนผสมคือ SS-MP1, SS-MP2, SS-MP3, SS-MP4, SS-MP5, SS-MP6 และ SS-MP7 ดังตารางที่ 3.5 และรูปที่ 3.3

ตารางที่ 3.5 ผลการกำหนดขนาดคละของวัสดุมวลรวมจำนวน 7 อัตราส่วนผสมของวัสดุมวลรวม
แหล่งที่ 2 โครงการแยกทางหลวงหมายเลข 35 - สมุทรสาคร (เอกชัย ตอน 1) (SS)

SIEVE SIZES		โครงการแยกทางหลวงหมายเลข 35 - สมุทรสาคร (เอกชัย ตอน 1) (SS)							
		COMBINED (% PASSING)							DESIRED
		SS-MP1	SS-MP2	SS-MP3	SS-MP4	SS-MP5	SS-MP6	SS-MP7	
1"									
3/4"		100	100	100	100	100	100	100	100
1/2"		76.9	79.2	81.5	83.7	86.8	89.8	90.9	80 - 100
3/8"		65.9	69.4	73.0	76.5	80.3	84.0	85.8	-
#4		46.5	50.5	55.1	57.8	61.1	65.1	68.4	44 - 74
#8		32.4	35.8	40.0	41.7	44.2	47.6	50.9	28 - 58
#16		25.4	28.1	31.4	32.8	34.8	37.4	40.1	-
#30		18.6	20.5	23.0	24.0	25.4	27.4	29.3	-
#50		12.5	13.8	15.4	16.1	17.1	18.4	19.7	5 - 21
#100		7.1	7.8	8.7	9.1	9.7	10.4	11.2	-
#200		4.4	4.9	5.5	5.7	6.0	6.5	7.0	2 - 10
MIX PROPORTION	BIN 1	38	42	47	49	52	56	60	
	BIN 2	24	24	23	25	26	26	24	
	BIN 3	17	15	13	11	10	9	8	
	BIN 4	21	19	17	15	12	9	8	



รูปที่ 3.3 ขนาดคละของวัสดุรวมแหล่งที่ 2 โครงการแยกทางหลวงหมายเลข 35 - สมุทรสาคร (เอกชัย ตอน 1) (SS)

จากรูปที่ 3.3 นี้ จะเห็นว่า ขนาดคละของวัสดุรวมแหล่งที่ 2 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดสำหรับชั้น Wearing Course ขนาด 12.5 มิลลิเมตร เมื่อพิจารณาที่ตะแกรงใด ๆ ก็ตามของวัสดุรวมที่มีขนาดคละทั้ง 7 อัตราส่วนผสม จะมีวัสดุรวมของการเรียงขนาดคละมีส่วนหยาบมากที่สุดเรียงลำดับไปหาส่วนละเอียดมากที่สุดเช่นเดียวกัน การเรียงลำดับของอัตราส่วนผสมตามขนาดคละดังกล่าวคือ SS-MP1, SS-MP2, SS-MP3, SS-MP4, SS-MP5, SS-MP6 และ SS-MP7

3.2 การทดสอบคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์

3.2.1 การเตรียมก้อนตัวอย่างตามวิธีมาร์แชล (Marshall Method Test) จากขนาดคละของวัสดุรวมจำนวน 7 อัตราส่วนผสม ที่กำหนดไว้ของวัสดุรวมทั้ง 2 แหล่งและใช้ปริมาณแอสฟัลต์เท่ากับร้อยละ 5 โดยมวลของวัสดุรวม เตรียมตัวอย่างอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง

3.2.2 ทำการบดทับก้อนตัวอย่างที่ได้จากการผสมส่วนผสมโดยบดอัดด้านละ 75 ครั้ง ที่อุณหภูมิส่วนผสม 150°C เมื่อก้อนตัวอย่างเย็นลงแล้ว จึงดันก้อนตัวอย่างออกจากแบบ (Mold) แล้วนำมาหาค่าความหนาแน่น (Density) และนำไปทดสอบค่าเสถียรภาพ (Stability) และค่าการไหล (Flow) แล้ววิเคราะห์คุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตคือ Void Analysis, Stability และ Flow ที่ได้ในแต่ละขนาดคละของวัสดุรวมจำนวน 7 อัตราส่วนผสมของวัสดุรวมทั้ง 2 แหล่ง

3.2.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ได้ทั้ง 4 ค่า ได้แก่ ความหนาแน่น (Density) ช่องว่างอากาศ (Air Voids) เสถียรภาพ (Stability) และค่าการไหล (Flow) ตามขนาดคละที่แตกต่างกันของวัสดุรวมทั้ง 2 แหล่ง

3.3 การทดสอบร่องล้อของผิวทางแอสฟัลต์ (Pavement Rutting Tester)

3.3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

- 1) วัสดุรวมชนิดหินปูนแยกแต่ละ Bin ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วัสดุหินแยกแต่ละ Bin

- 2) ตู้อบควบคุมอุณหภูมิ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ตู้อบให้ความร้อนหิน

3) เครื่องชั่งน้ำหนัก ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 เครื่องชั่งน้ำหนัก

4) เครื่องผสมแอสฟัลต์คอนกรีต ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 เครื่องผสมแอสฟัลต์คอนกรีต

5) แม่พิมพ์ ที่มีมิติภายใน $500 \times 180 \times 50$ มิลลิเมตร มิติทั้งหมดต้องมีความคลาดเคลื่อน ± 2 มิลลิเมตร สามารถรองรับสภาวะการทดสอบได้โดยไม่ทำให้ผิดรูปไป ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แม่พิมพ์ใช้เตรียมตัวอย่างก่อนทดสอบ

6) เครื่องเตรียมก้อนตัวอย่าง Plate Compactor ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 เครื่อง Plate Compactor

7) เครื่องทดสอบ Pavement Rutting Tester ดังรูปที่ 3.10



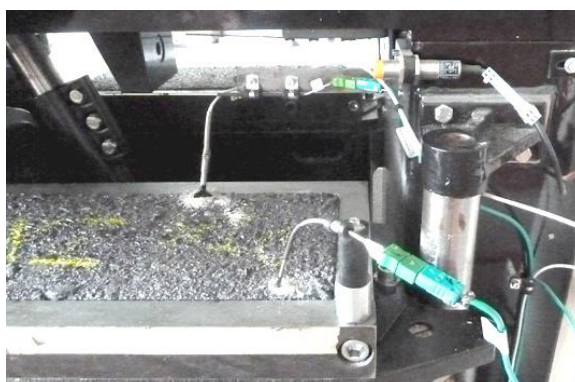
รูปที่ 3.10 เครื่อง Pavement Rutting Tester

- วงล้อแบบไม่มีดอกยาง หน้ากว้าง 80 ± 5 มิลลิเมตร ความดันลมล้อที่ใช้ที่ 600 ± 30 kPa ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 วงล้อแบบไม่มีดอกยาง

- เครื่องตรวจสอบอุณหภูมิ จะมีทั้งวัดอุณหภูมิในเนื้อก้อนตัวอย่างและอุณหภูมิภายในห้องเครื่องมือทดสอบ ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 เครื่องตรวจสอบอุณหภูมิ

- ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องทดสอบ
 - ชุดควบคุม กำหนดจำนวนรอบการทดสอบ ใช้ในการกำหนดจำนวนรอบให้ล้อเคลื่อนที่เพื่อให้ Load กับก้อนตัวอย่างทดสอบ ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ชุดควบคุมกำหนดจำนวนรอบ

- ส่วนปรับแรงดันไฮดรอลิกดันแผ่นรองก้อนตัวอย่างทดสอบเพื่อให้
เกิดแรงดันกระทำระหว่างล้อกับก้อนตัวอย่าง โดยจะแยกออกเป็นด้านซ้ายและขวา ดังรูปที่ 3.14



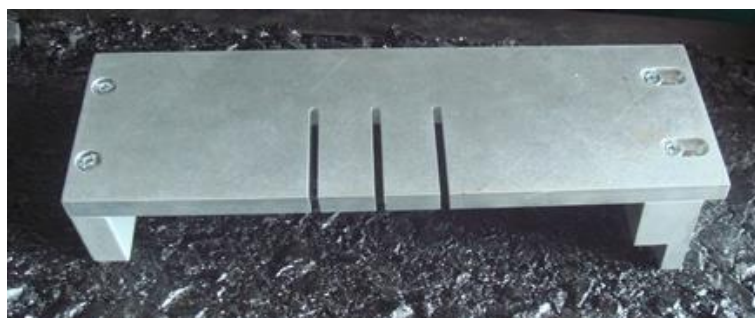
รูปที่ 3.14 ชุดปรับแรงดันไฮดรอลิก

- จอแสดงอุณหภูมิในเครื่องทดลอง ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 จอแสดงอุณหภูมิในเครื่องทดลอง

- 8) แท่นวัดค่าความหนา ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แท่นวัดความหนา

9) เครื่องวัดความลึก ใช้เพื่อวัดการผิดรูปเฉพาะที่ ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 เครื่องวัดความหนา

3.3.2 การเตรียมก้อนตัวอย่างตามวิธีเครื่องบดอัดเตรียมตัวอย่าง (Plate Compactor)
จำนวน 2 ก้อนตัวอย่าง ต่ออัตราส่วนผสม (Mix Proportion)

1) เตรียมวัสดุหินแต่ละ Bin โดยน้ำหนักตามสัดส่วนที่กำหนด

● วิธีการคำนวณหาน้ำหนักหินแต่ละ Bin ยกตัวอย่างของโครงการสะพานเลี้ยวเมืองสมุทรสงคราม จำนวน 7 อัตราส่วนผสม คือ SK-MP1, SK-MP2, SK-MP3, SK-MP4, SK-MP5, SK-MP6 และ SK-MP7

ตัวอย่างรายการคำนวณของ SK-MP1

$$\text{ปริมาตรแม่พิมพ์} = 50 \times 18 \times 5 = 4500 \text{ cm}^3$$

$$\text{ความหนาแน่นแอสฟัลต์คอนกรีต} = 2.475 \text{ gm/cm}^3$$

$$\text{ความหนาแน่นที่ใช้สนาม (98\% Compaction)} = 2.475 \times 98\% = 2.426 \text{ gm/cm}^3$$

$$\therefore \text{น้ำหนักแอสฟัลต์คอนกรีต} = 2.426 \times 4500 = 10,917 \text{ gm}$$

$$\therefore \text{น้ำหนักหิน} = \frac{10,917 \times 100}{105} = 10,397.1 \text{ gm}$$

$$\therefore \text{น้ำหนักยาง} = \frac{10,397.1 \times 5}{100} = 519.9 \text{ gm}$$

● Proportion SK-MP1

$$\text{อัตราส่วน Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 : Bin 4} = 38 : 24 : 17 : 21$$

$$\text{ความหนาแน่นแอสฟัลต์คอนกรีต} = 2.475 \text{ gm/cm}^3$$

$$\text{น้ำหนักหิน Bin1 : Bin2 : Bin3 : Bin4} = 3950.9 : 2495.3 : 1767.5 : 2183.4 \text{ gm}$$

● Proportion SK-MP2

$$\text{อัตราส่วน Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 : Bin 4} = 42 : 24 : 15 : 19$$

$$\text{ความหนาแน่นแอสฟัลต์คอนกรีต} = 2.468 \text{ gm/cm}^3$$

น้ำหนักหิน Bin1 : Bin2 : Bin3 : Bin4 = 4354.2 : 2488.1 : 1555.1 : 1969.7 gm

- Proportion SK-MP3

อัตราส่วน Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 : Bin 4 = 47 : 23 : 13 : 17

ความหนาแน่นแอสฟัลต์คอนกรีต = 2.461 gm/cm³

น้ำหนักหิน Bin1 : Bin2 : Bin3 : Bin4 = 4858.4 : 2377.5 : 1343.8 : 1757.3 gm

- Proportion SK-MP4

อัตราส่วน Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 : Bin 4 = 49 : 25 : 11 : 15

ความหนาแน่นแอสฟัลต์คอนกรีต = 2.442 gm/cm³

น้ำหนักหิน Bin1 : Bin2 : Bin3 : Bin4 = 5025.3 : 2563.9 : 1128.1 : 1538.4 gm

- Proportion SK-MP5

อัตราส่วน Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 : Bin 4 = 52 : 26 : 10 : 12

ความหนาแน่นแอสฟัลต์คอนกรีต = 2.453 gm/cm³

น้ำหนักหิน Bin1 : Bin2 : Bin3 : Bin4 = 5357.5 : 2678.8 : 1030.3 : 1236.3 gm

- Proportion SK-MP6

อัตราส่วน Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 : Bin 4 = 56 : 26 : 9 : 9

ความหนาแน่นแอสฟัลต์คอนกรีต = 2.443 gm/cm³

น้ำหนักหิน Bin1 : Bin2 : Bin3 : Bin4 = 5745.6 : 2667.6 : 923.4 : 923.4 gm

- Proportion SK-MP7

อัตราส่วน Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 : Bin 4 = 60 : 24 : 8 : 8

ความหนาแน่นแอสฟัลต์คอนกรีต = 2.427 gm/cm³

น้ำหนักหิน Bin1 : Bin2 : Bin3 : Bin4 = 6114.8 : 2445.9 : 815.3 : 815.3 gm

2) ทำการประกอบแม่พิมพ์กลับเข้าไปในเครื่อง เพื่อทำการวัดหาค่าความลึกของแม่พิมพ์เปล่า ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 การติดตั้งแม่พิมพ์เปล่าพร้อมการวัดค่าความลึก

3) นำวัสดุรวมในแต่ละ Proportion อบให้ความร้อน

4) ทำการผสมวัสดุรวมกับยางแอสฟัลต์ด้วยเครื่องผสม ใช้เวลาผสมประมาณ 60 วินาที เมื่อครบแล้ว เทแอสฟัลต์คอนกรีตลงภาชนะ พร้อมทำการวัดอุณหภูมิก่อนนำเข้าเครื่อง Plate Compactor ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การผสมแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยเครื่องผสม

4) นำวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเสร็จ เมื่อได้อุณหภูมิที่ต้องการ (150 °C) เทลงในแบบที่เตรียมไว้ในเครื่อง Plate Compactor ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การนำแอสฟัลต์คอนกรีตใส่เครื่อง Plate Compactor

5) ทำการบดทับก้อนตัวอย่างทดสอบตามวิธีการเตรียมก้อนตัวอย่างด้วยเครื่อง Plate Compactor จนได้ความแน่นที่ต้องการ จากนั้นนำก้อนตัวอย่างออกวางให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ปล่อยให้ 7 วัน ก่อนทำการทดสอบการเกิดร่อนล้อ ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 ก้อนตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมด้วยเครื่อง Plate Compactor

3.3.3 ทดสอบหาค่าการเกิดร่อนล้อ

1) นำก้อนตัวอย่างที่เตรียมไว้มาประกอบเข้าในเครื่องทดสอบการเกิดร่อนล้อ ดังรูปที่

3.22



รูปที่ 3.22 ตำแหน่งที่วางก้อนตัวอย่างทดสอบ

2) ตรวจแรงดันลมยางให้ได้ที่ 600 kPa เมื่อเรียบร้อยแล้วให้ทำการปิดประตูเครื่องเตรียมทำการทดสอบ Cool Run เพื่อปรับหน้าเรียบให้กับก้อนตัวอย่าง ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 การเติมลมยางและปิดประตูเครื่อง

3) ปรับแรงดันไฮดรอลิกเพื่อดันแผ่นรองก้อนตัวอย่างขึ้นให้ได้แรงดันที่กำหนด (จากการ Calibrate กำหนดให้ค่าแรงดันด้านซ้ายของเครื่องเท่ากับ 4.76 Bar และด้านขวาเท่ากับ 4.77 Bar) ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 การปรับค่าแรงดันไฮดรอลิกเพื่อดันแผ่นรองก้อนตัวอย่าง

4) ตั้งค่าจำนวนรอบที่ 1,000 รอบ เพื่อทำการปรับหน้าเรียบ (Cool Run) จากนั้นเริ่มการทดสอบโดยกดปุ่ม Run ดังรูปที่ 3.25 และเครื่องกำลังวิ่ง Cool Run ดังรูปที่ 3.26

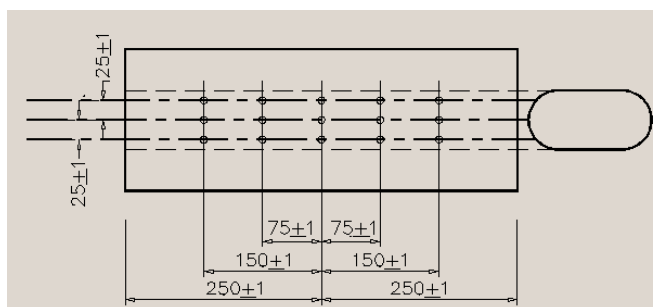


รูปที่ 3.25 การตั้งค่าจำนวนรอบและปุ่มการทำงาน (Run)

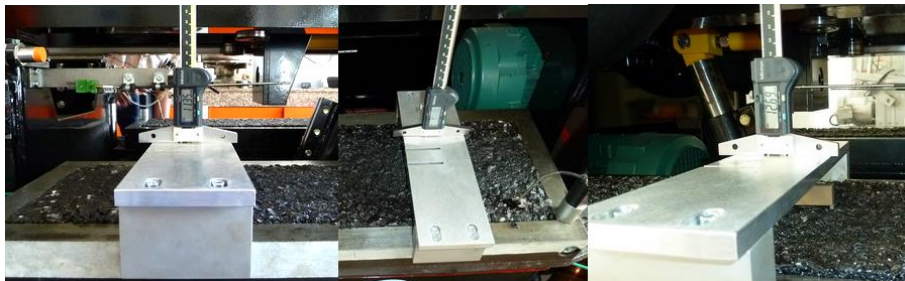


รูปที่ 3.26 เครื่องกำลังวิ่ง Cool Run

5) เมื่อครบ 1,000 รอบแล้ว ทำการวัดค่าความลึกที่เกิดขึ้น โดยกำหนดตำแหน่งวัดทั้งหมด 15 จุด พร้อมบันทึกค่า ดังรูปที่ 3.27 และ 3.28



รูปที่ 3.27 ตำแหน่งของจุดวัดค่าทั้งหมด 15 จุด



รูปที่ 3.28 การวัดค่าความลึก

6) เจาะก้อนตัวอย่างเพื่อติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิในก้อนตัวอย่าง ก้อนตัวอย่าง ด้านซ้าย 2 จุด และก้อนตัวอย่างด้านขวา 1 จุด ใช้สว่านในการเจาะให้ได้รูขนาดพอดีกับอุปกรณ์ เมื่อติดตั้งเสร็จให้นำแอสฟัลต์เหลวหยอดอุดระหว่างรูและอุปกรณ์วัดอุณหภูมิเพื่อให้เกิดการถ่ายเท อุณหภูมิจากเนื้อก้อนตัวอย่างได้ดีขึ้น ดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 การเจาะก้อนตัวอย่างเพื่อติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและการหยอดยาง

7) เปิด Heater เพื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 12 - 18 ชั่วโมง เมื่อเปิด Heater แล้วจะใช้เวลาประมาณ 1 - 1.5 ชั่วโมง เพื่อให้ความร้อนในเครื่องได้ 60°C ในการทำการทดลองต้องคำนวณเวลาที่จะเริ่มเปิด Heater เพื่อจะได้ทำการทดลองอย่างต่อเนื่อง ในครั้งนี้ ผู้ทดลองจะทำการเปิด Heater ในเวลาประมาณ 16.00 น. จะได้อุณหภูมิ 60°C ที่เวลาประมาณ 17.00 น. และจะได้เวลา 15 ชั่วโมง ในเวลา 8.00 น. ของวันรุ่งขึ้น พร้อมทำการทดลองวิ่งทดสอบ ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 การตั้งค่าและการเปิด Heater ให้ความร้อน

8) เมื่อครบเวลาที่ให้ความร้อนคือ 12 - 16 ชั่วโมง ให้ปฏิบัติซ้ำเหมือนข้อ 2) ถึงข้อ 3) แล้วกำหนดรอบทำการทดสอบที่ 1,000, 2,000 และสุดท้าย 7,000 รอบ ทุกครั้งที่ทำการทดสอบเสร็จแต่ละรอบให้ทำการวัดค่าความลึกทั้ง 15 จุด ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 จำนวนรอบครั้งสุดท้ายที่ 7,000 รอบ

9) นำก้อนตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบแล้วที่จำนวนรอบ 1,000, 2,000 และ 7,000 รอบ ดังรูปที่ 3.32 แสดงถึงการเกิดร่องล้อที่มากขึ้นตามลำดับของจำนวนรอบ



(ก) 1,000 รอบ

รูปที่ 3.32 ลักษณะร่องล้อของก้อนตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบ 1,000, 2,000 และ 7,000 รอบ



(ข) 2,000 รอบ



(ค) 7,000 รอบ

รูปที่ 3.32 ลักษณะร่องล้อของก้อนตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบ 1,000, 2,000 และ 7,000 รอบ
(ต่อ)