บทที่ 3
วิธีการในการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติของผิวทางแบบสโตนแมสติกแอสฟัลต์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อสะท้อนถึงคุณสมบัติเบื้องต้นต่อวัสดุวิศวกรรมการทางที่จะนำมาใช้ในการปูผิวจราจร ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้คัดเลือกวัสดุมวลรวม 2 ชนิดด้วยกันคือ หินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม ส่วนวัสดุแอสฟัลต์ซีเมนต์นั้นใช้เป็นโพลิเมอร์โมดิฟายส์แอสฟัลต์ (PMA) ที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป

การหาปริมาณที่เหมาะสมของวัสดุเชื่อมประสานประเภทโมดิฟายแอสฟัลต์ตที่ใช้ในการเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตจากการบดอัดด้วยวิธีมาร์แซล เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตสำหรับทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งาน (Performance) จากการบดอัดด้วยเครื่อง Gyratory Compactor ตามข้อกำหนดของขนาดคละของวัสดุมวลรวมสำหรับชั้นผิวทางที่ออกแบบด้วยวิธีสโตนแมสติกแอสฟัลต์ โดยใช้ขนาดคละวัสดุมวลรวม 3 ขนาดคือขนาดคละวัสดุมวลรวมจาก National Center for Asphalt Technologyจากโครงการ NCHRP Project 9-8 ที่มีขนาดใหญ่สุดของวัสดุมวลรวมเท่ากับ 12.5 และ 9.5 มิลลิเมตรและขนาดคละที่ออกแบบสัดส่วนเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพใช้งาน

สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานของวัสดุสโตนแมสติกแอสฟัลต์นั้น ค่าที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบ ได้แก่ ความต้านทานการเปลี่ยนรูปถาวร (Permanent deformation) ความต้านทานการหลุดลอก (Stripping test) และความต้านทานแรงเสียดทาน (Skid Resistance) ซึ่งรายละเอียดขั้นตอนการศึกษาต่างๆ จะกล่าวในลำดับต่อไป

นอกจากนี้ ในการศึกษา ยังได้เปรียบเทียบประเภทของวัสดุมวลรวมระหว่างหินแกรนิตกับตะกรันเตาหลอม (Furnace Slag) โดยจะนำผลของปริมาณวัสดุเชื่อมประสานที่เหมาะสมแต่ละชนิดที่ได้จากการทดสอบที่ใช้หินแกรนิต และตะกรันเตาหลอมเป็นวัสดุมวลรวมมาใช้เป็นข้อมูลในการผสมทำสโตนแมสติกแอสฟัลต์ เพื่อเปรียบเทียบค่าความต้านทานการเปลี่ยนรูปถาวร ความต้านทานการหลุดลอก และความต้านทานแรงเสียดทาน เมื่อใช้วัสดุเชื่อมประสานชนิดโพลิเมอร์โมดิฟายส์แอสฟัลต์

3.1 วิธีการดำเนินการศึกษา

ในการศึกษานี้ จะทำการทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยใช้วัสดุมวลรวม 2 ชนิดคือ หินแกรนิต และตะกรันเตาหลอม

3.1.1 การทดสอบสโตนแมสติกแอสฟัลต์

การทดสอบสโตนแมสติกแอสฟัลต์ จะทำการ การทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีตโดยใช้วัสดุมวลรวมหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม โดยใช้ขนาดคละแบบสโตนแมสติกแอสฟัลต์ ขนาด 12.5 มิลลิเมตรของ NCHRP Project ขนาด 9.5 มิลลิเมตร NCHRP Project โดยวิธีบดอัดแบบมาร์แชล และวิธีของซูเปอร์เพฟ

ขั้นตอนการทดสอบสโตนแมสติกแอสฟัลต์

1. ทำการทดสอบมาร์แชล (Marshall Test) เพื่อหาปริมาณของวัสดุเชื่อมประสานที่เหมาะสม
2. ทำการวิเคราะห์เพื่อเลือกปริมาณของวัสดุเชื่อมประสานที่เหมาะสมในการผสมแอสฟัลต์คอนกรีต พร้อมศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของก้อนตัวอย่าง
3. ทำการทดสอบความต้านทานการเปลี่ยนรูปถาวร (Permanent deformation) ด้วยวิธี Dynamic Creep Test เพื่อหาความต้านทานการยุบตัว (Rutting Resistance) โดยการเตรียมตัวอย่างโดยการบดอัดด้วยเครื่อง Gyratory Compactor
4. ทำการทดสอบค่าความต้านทานแรงเสียดทาน (Skid Resistance) ด้วยวิธี Pendulum Test โดยการเตรียมตัวอย่างโดยการบดอัดด้วยวิธีมาร์แชล
5. ทำการทดสอบความต้านทานการหลุดลอก (Stripping Test) ด้วยวิธีการทดลองหาค่าดัชนีความแข็งแรง(Strength Index) โดยการเตรียมตัวอย่างโดยการบดอัดด้วยวิธีมาร์แชล
6. วิเคราะห์และเปรียบเทียบคุณสมบัติในการใช้งานต่างๆ ของสโตนแมสติกแอสฟัลต์ระหว่างวัสดุมวลรวมที่เป็น หินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม

คุณสมบัติของวัสดุโพลิเมอร์โมดิฟายส์แอสฟัลต์ที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้

วัสดุแอสฟัลท์ซีเมนต์ เป็นชนิด 60-70 Penetration Grade ที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพโดยการผสมกับโพลิเมอร์ หรือวัสดุอื่นที่เหมาะสม สำหรับทำผิวทางชนิดแอสฟัลท์คอนกรีต ที่มีจำหน่ายอยู่ในประเทศไทย และผ่านข้อกำหนดและมีคุณสมบัติดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของวัสดุโพลิเมอร์โมดิฟายส์แอสฟัลต์

ลำดับที่	คุณลักษณะโพลิเมอร์โมดิฟายด์แอสฟัลท์ซีเมนต์	หน่วย	เกณฑ์ที่กำหนด
1	เพนิเทรชัน ที่อุณหภูมิ 25 °C น้ำหนักกด 100 กรัม เวลา 5 วินาที 0.1 มิลลิเมตร	-	55 ถึง 70
2	จุดอ่อนตัวไม่น้อยกว่า	°C	70
3	การยืดดึง ที่อุณหภูมิ 13 °C อัตราเร็วของเครื่องดึง 5 เซนติเมตร ต่อนาที ไม่น้อยกว่า	cm	55
4	ความยืดหยุ่นกลับ (elastic recovery) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียล ระยะ 10 เซนติเมตร ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	%	70
5	ความเหนียวและเทเนซิตี (Toughness/Tenacity) ที่อุณหภูมิ 25 °C ความเหนียว ไม่น้อยกว่า เทเนซิตี ไม่น้อยกว่า	gm/cm	 170 100
6	ความหนืด บรู๊คฟิลด์ อัตราเฉือน 18.6 วินาที$^{-1}$ แกน (spindle) 21 ที่อุณหภูมิ 135 °C ไม่เกิน ที่อุณหภูมิ 165 °C ไม่เกิน	cps	 3000 1000
7	เสถียรภาพต่อการเก็บที่ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 163 °C ค่าความแตกต่างของจุดอ่อนตัว ระหว่างบนและล่างของหลอดทดสอบไม่เกิน	% (m/m)	 2
8	ความหนาแน่นสัมพันธ์ที่อุณหภูมิ 25 °C	gm/cm^3	1.00 ถึง 1.05
9	จุดวาบไฟ ไม่น้อยกว่า	°C	220
10	การละลายในทอลูอีน ไม่น้อยกว่า	% (m/m)	99.0
11	ความต้านแรงเฉือนไดนามิก จี*/ซายน์ δ (dynamic shear G*/sin δ) 76 °C ที่ 10 เรเดียนต่อนาที ไม่น้อยกว่า	kPa	1.0
	กากที่เหลือจากการอบ		
12	น้ำหนักที่สูญเสียไปเมื่อให้ความร้อน ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.5	
13	เพนิเทรชัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียล น้ำหนัก 100 กรัม เวลา 5 วินาที 0.1 มิลลิเมตร ร้อยละ ของเพนิเทรชันเดิม ไม่น้อยกว่า	70	
14	จุดอ่อนตัวแตกต่างจากเดิม องศาเซลเซียล	-4 ถึง +6	
15	การยืดดึง ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียล อัตราเร็วของเครื่องดึง 5 เซนติเมตร ต่อนาที เซนติเมตร ไม่น้อยกว่า	40	
16	ความยืดหยุ่นกลับ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียล ร้อยละ ไม่น้อยกว่า	60	

3.2 การเตรียมและทดสอบคุณสมบัติของวัสดุมวลรวม

ทั้งวัสดุมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด จะได้รับการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ดังที่ระบุไว้ในตารางที่ 3.2 และตารางที่ 3.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.2 การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุมวลรวมหยาบ

คุณสมบัติ	วิธีทดสอบ
ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) และค่าการดูดซึม (Absorption)	ASTM C127
ค่าความสึกหรอ (Los Angeles abrasion)	ASTM C131 หรือ ทล.-ท.202/2515
ค่าความคงทน (Soundness)	AASHTO T104 หรือ ทล.-ท.213/2531
แอสฟัลต์ที่เคลือบผิว (Coating)	AASHTO T182
ค่าดัชนีความแบน (Flakiness Index : FI)	ทล.-ท.210/2518
ค่าดัชนีความยาว (Elongation Index : EI)	ทล.-ท.211/2518

ตารางที่ 3.3 การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุมวลรวมละเอียด

คุณสมบัติ	วิธีทดสอบ
ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) และค่าการดูดซึม (Absorption)	ASTM C128
ค่าสมมูลของทราย (Sand equivalent)	AASHTO T176 หรือ ทล.-ท.203/2515
ค่าความคงทน (Soundness)	AASHTO T104 หรือ ทล.-ท.213/2531

3.3 ขนาดคละของวัสดุมวลรวม

ขนาดคละ (Gradation) ของวัสดุมวลรวมที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นไปตามขนาดคละสำหรับชั้นผิวทางแบบสโตนแมสติกแอสฟัลต์ โดยใช้ขนาดคละวัสดุมวลรวม 2 ขนาดคือขนาดคละวัสดุมวลรวมของ National Center for Asphalt Technology โครงการ NCHRP Project 9-8 ที่มีขนาดใหญ่สุดของวัสดุมวลรวมเท่ากับ 12.5 และ 9.5 มิลลิเมตร โดยมีขนาดคละดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงขนาดคละของวัสดุมวลรวมที่ใช้ในการทดลอง

ขนาดที่เรียกใช้ มม. (นิ้ว)		12.5 mm	9.5 mm
		NCHRP Project	NCHRP Project
ขนาดตะแกรง		ปริมาณผ่านตะแกรง	
มม.	นิ้ว	ร้อยละโดยมวล	
19	3/4	100	-
12.5	1/2	90-100	100
9.5	3/8	26-78	90-100
4.75	# 4	20-28	26-60
2.36	# 8	16-24	20-28
1.18	#16	13-21	13-21
0.6	#30	12-18	12-18
0.3	# 50	12-15	12-15
0.15	#100	-	-
0.075	# 200	8-10	8-10
0.02	Pan	-	-
ปริมาณวัสดุเชื่อมประสานร้อยละของมวลรวม		4-8	4-8

3.4 การเตรียมตัวอย่างวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต

การเตรียมตัวอย่างสโตนแมสติกแอสฟัลต์จะทำการผสมวัสดุเชื่อมประสานกับวัสดุมวลรวมที่มีขนาดคละทั้ง 2 แบบดังที่ได้แสดงไว้ข้างต้น โดยทำการออกแบบส่วนผสมเพื่อหาปริมาณวัสดุเชื่อมประสานที่เหมาะสมที่สุด ในการเตรียมตัวอย่างสโตนแมสติกแอสฟัลต์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างสโตนแมสติกแอสฟัลต์ด้วยวิธีมาร์แชล

ในการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการบดอัดก้อนตัวอย่างด้วยวิธีมาร์แชล ในระดับการบดอัดที่ 75 ครั้งต่อด้าน ตามเกณฑ์เทียบเท่าที่ปริมาณการจราจรสูง (Heavy traffic criteria) นั้น จะทำให้วัสดุมวลรวมเกิดการแตกได้ ฉะนั้นในการศึกษานี้จึงลดจำนวนการบดอัดลงเหลือ 50 ครั้งต่อด้าน ตามเกณฑ์เปรียบเทียบของสโตนแมสติกแอสฟัลต์ เพื่อนำไปใช้ทำการทดสอบคุณสมบัติต่อไป

และจากการศึกษานี้ จะใช้ มาตรฐานวิธีทดสอบ ทล.-ท. 604/2517 ของกรมทางหลวง โดยใช้แบบหล่อ (Mold) ขนาด 4 นิ้ว หรือ 101.6 มิลลิเมตร เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม (Optimum binder content) ที่ค่าร้อยละช่องว่างของอากาศ (% Air void) เท่ากับ 4 % โดยใช้ปริมาณวัสดุเชื่อมประสานคือ 4.5, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0 และ 7.5% แต่ละเปอร์เซ็นต์ใช้ 3 ก้อนตัวอย่าง รวมทั้งพิจารณาสมบัติต่าง ๆ ของก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต ได้แก่

- ค่า Unit weight
- ค่า Marshall stability
- ค่า Marshall flow
- ค่า % VFA
- ค่า % VMA

การบดอัดและทดสอบคุณสมบัติตามวิธีมาร์แชลนั้น ใช้เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม (Optimum binder content) และพิจารณาว่าวัสดุเชื่อมประสานดังกล่าวเมื่อนำไปเป็นส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตแล้ว สามารถผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดสำหรับนำไปใช้งานจริงได้ในประเทศไทย ซึ่งในปัจจุบันยังคงใช้วิธีมาร์แชลนี้สำหรับการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต หลังจากได้อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของวัสดุเชื่อมประสานแล้ว จะใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตสำหรับทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งาน (Performance) จากการบดอัดด้วยเครื่อง Gyratory compactor ต่อไป

3.4.2 การเตรียมตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตด้วยเครื่อง Gyratory compactor

หลังจากที่ทำการทดสอบ Marshall แล้วจะเลือกค่าที่ครอบคลุมปริมาณที่เหมาะสมของวัสดุเชื่อมประสาน (Optimum binder content) ทุกชนิด 3 ค่า สำหรับสโตนแมสติกแอสฟัลต์ และบดอัดส่วนผสมด้วยเครื่อง Gyratory compactor เพื่อให้ได้ร้อยละช่องว่างของอากาศ (% Air void) เท่ากับ 4 % โดยใช้แบบหล่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว หรือ 101.6 มิลลิเมตร หลังจากนั้นทำการทดสอบเพื่อหาค่าความต้านทานการเปลี่ยนรูปถาวรของวัสดุสโตนแมสติกแอสฟัลต์ ซึ่งจะหาความเหมาะสมของผิวทางสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่จะนำมาใช้ในการปูผิวจราจร

3.5 การทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานของวัสดุวัสดุสโตนแมสติกแอสฟัลต์

หลังจากเตรียมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตตามหัวข้อที่ผ่านมา ในขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งาน (Performance) ของวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีต ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine (UTM) โดยจะทดสอบศึกษาเพื่อเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ดังนี้

3.5.1 การทดสอบหาค่าความต้านทานการเปลี่ยนรูปถาวร

การทดสอบนี้ เป็นการทดสอบคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อศึกษาความสามารถในการต้านทานการเปลี่ยนรูปร่างถาวร (Permanent deformation) โดยใช้การทดสอบแบบ Repeated uniaxial loading strain test (Dynamic creep test) ตามมาตรฐานการทดสอบของประเทศออสเตรเลีย AS 2891.12.1-1995 "Determination of the Permanent Compressive Strain Characteristics of Asphalt : Dynamic Creep Test" ซึ่งเป็นการทดสอบโดยการป้อนน้ำหนักตามแนวแกน (Axial load) ในลักษณะกระทำซ้ำต่อก้อนตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

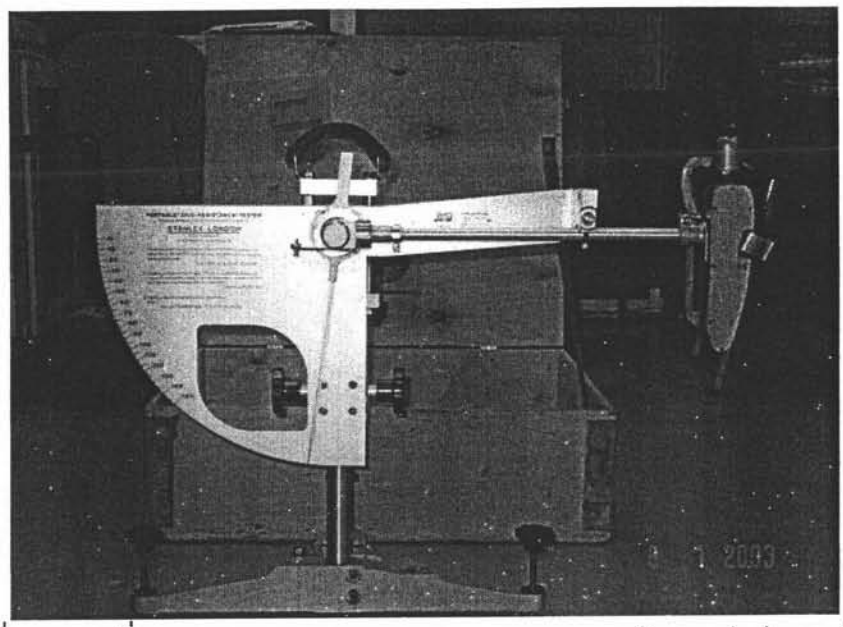
การทดสอบจะทำการป้อนน้ำหนักในรูปแบบ Square wave แบบกระทำซ้ำขนาด 200 kPa ด้วยความถี่ 0.5 รอบต่อวินาที แบ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการกดน้ำหนักลงบนก้อนตัวอย่าง 0.5 วินาที และช่วงเวลาพัก 1.5 วินาที

ก่อนที่จะนำก้อนตัวอย่างเข้าห้องควบคุมอุณหภูมิ จะต้องทาผิวหน้าก้อนตัวอย่างด้วย Silicone heat transfer compound ทั้ง 2 ด้าน เพื่อลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างก้อนตัวอย่างกับชุดทดสอบ ซึ่งมาตรฐาน AS แนะนำให้ใช้ปริมาณ 1 กรัม สำหรับก้อนตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร และ 2.25 กรัม สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร

ค่าการเปลี่ยนรูปตามแนวแกนหรือค่าการยุบตัวในการทดสอบจะถูกวัดโดย Linear Variable Differential Transducers (LVDT's) 2 ชุด ที่ติดตั้งอยู่ด้านบนของก้อนตัวอย่าง เพื่อวัดการยุบตัวในทิศทางเดียวกับน้ำหนักที่กระทำ ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบจะแสดงอยู่ในรูปของค่าความเครียดสะสม (Accumulated strain) ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละรอบของการป้อนน้ำหนัก การทดสอบจะดำเนินไปจนกระทั่งค่าความเครียดสะสม มีค่าเท่ากับ 10,000 micro strain หรือ มีการยุบตัวคิดเป็น 1 % ของความหนาก้อนตัวอย่าง ในกรณีที่ค่าการยุบตัวเกิดขึ้นน้อยมาก จะหยุดการทดสอบที่ 40,000 รอบการป้อนน้ำหนัก

3.5.2 การทดสอบหาความต้านทานแรงเสียดทาน

ความต้านทานแรงเสียดทานของพื้นผิว (Skid Resistance) คือ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างล้อรถกับพื้นผิวถนน ซึ่งมีความสำคัญมากต่อความปลอดภัยในการขับขี่ ในหลายกรณีของการเกิดอุบัติเหตุ เป็นผลเนื่องมาจากแรงเสียดทานระหว่างล้อรถและพื้นผิวถนน เช่น อุบัติเหตุเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ฝนตก อุบัติเหตุที่เกิดจากการเสื่อมสภาพของยางล้อรถ เป็นต้น จากความพยายามที่จะหาวิธีการที่เพิ่มแรงเสียดทานของผิวถนนทำให้ The Transport and Road Research Laboratory (TRRL) แห่งสหราชอาณาจักร จึงได้ประดิษฐ์คิดค้นเครื่องทดสอบเพื่อวัดค่าแรงเสียดทานที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ เพื่อให้สามารถทดสอบได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม นั่นคือ Pendulum Skid Tester เครื่องมือดังกล่าวเป็นการจำลองเพื่อหาค่าแรงเสียดทานของพื้นผิวถนนเมื่อมียานพาหนะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมงแล่นผ่าน โดยค่าที่ได้จะเป็นตัวเลขที่สามารถบ่งบอกถึงค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของพื้นผิวถนน



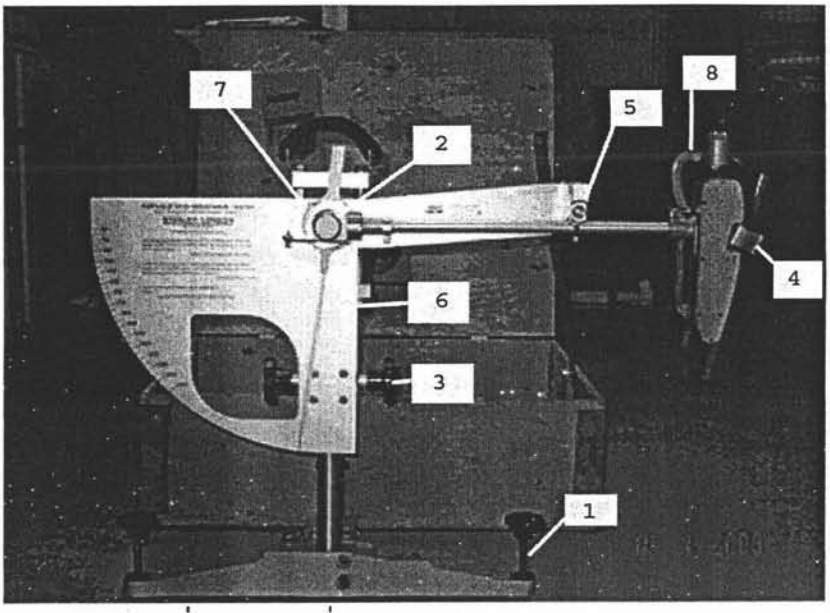
รูปที่ 3.1 เครื่อง British Pendulum Tester ของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย

วิธีการทดสอบความต้านทานแรงเสียดทานด้วยเครื่อง British Pendulum Tester

การทดสอบความต้านทานแรงเสียดทาน จะใช้เครื่อง British Pendulum Tester หาค่า BPU วิธีการดังต่อไปนี้

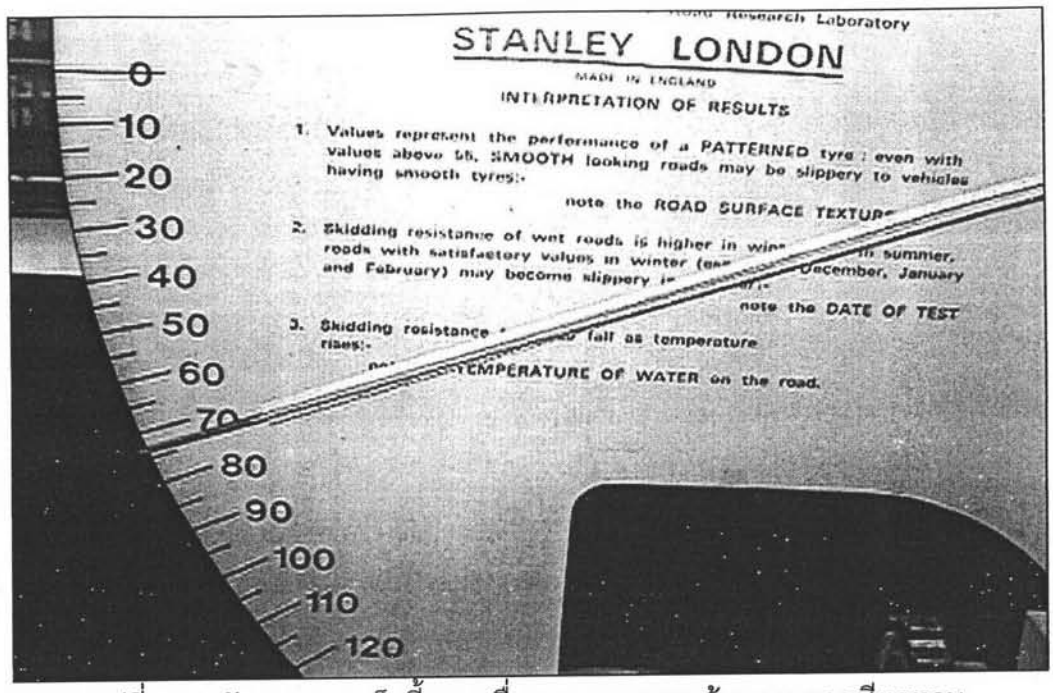
1. ทำการติดตั้งเครื่อง British Pendulum Tester บนพื้นผิวที่จะทำการทดสอบโดยจะต้องปรับระดับลูกน้ำด้วยการหมุนสกรู (1) ที่ขาตั้งทั้งสาม
2. จากนั้นทำการปรับค่าเครื่อง British Pendulum Tester ให้มีค่า ศูนย์ เมื่อมีการปล่อยแกนที่มียางอยู่ที่ปลาย โดยไม่มีแรงต้านทานการเสียดทาน
3. หมุนปุ่มยึด[2] ให้คลายออก จากนั้นหมุนปุ่มปรับความสูงของตุ้มทดสอบ[3] ให้ตุ้มทดสอบ [4] ลอยพ้นจากพื้นถนน หมุนปุ่มยึดให้แน่นยึดตุ้มน้ำหนักให้อยู่ในแนวระดับ จากนั้นกดปุ่มยึดตุ่มน้ำหนัก[5] เพื่อปล่อยให้ตุ้มน้ำหนักแกว่งอย่างอิสระ อ่านค่าเข็มชี้[6] ว่าอ่านค่าได้ศูนย์หรือไม่ ถ้าอ่านค่าได้ไม่เท่ากับศูนย์ให้ปรับแก้เครื่องมือ โดยหมุนแหวนปรับความฝืด[7] ทำซ้ำจนกว่าจะอ่านค่าได้ศูนย์

** ข้อควรระวัง หลังจากตุ้มน้ำหนักแกว่งกลับลงมาให้จับไว้ เพื่อไม่ให้เข็มชี้เลื่อนจากค่าเดิม*



รูปที่ 3.2 เครื่อง British Pendulum Tester

4. ปล่อยตุ้มน้ำหนักให้อยู่ในแนวดิ่ง นำ spacer ไปใส่ไว้ใต้ lifting handle[8] จากนั้นหมุนปุ่มยึดให้คลายออก แล้วค่อยๆ หมุนปุ่มปรับความสูงของตุ้มทดสอบลงอย่างช้าๆ จนกระทั่ง ตุ้มทดสอบแตะกับผิวถนน หมุนปุ่มยึดให้แน่น จากนั้นนำ spacer ออก
5. ตรวจสอบว่าระยะสัมผัสของตุ้มน้ำหนักมีระยะ 125 -127 มิลลิเมตรหรือไม่ โดยการยก lifting handle แล้วจับตุ้มน้ำหนักไปด้านหนึ่ง ปล่อยให้ตุ้มน้ำหนักสัมผัสผิวทดสอบเบาๆ ทำเครื่องหมายจุดสัมผัสไว้ จากนั้นยก lifting handle แล้วจับตุ้มน้ำหนักไปอีกด้านหนึ่ง ปล่อยให้ตุ้มน้ำหนักสัมผัสผิวทดสอบเบาๆ ทำเครื่องหมายจุดสัมผัสแล้วยึดตุ้มน้ำหนักให้กลับมาอยู่ในแนวระดับ
6. วัดระยะระหว่างจุดสองจุดที่ทำเครื่องหมายไว้
7. ถ้าระยะสัมผัสไม่อยู่ในช่วง 125-127 มิลลิเมตร ทำซ้ำข้อ 5-6 แต่ไม่ต้องใส่ spacer
8. ยึดตุ้มน้ำหนักให้อยู่ในแนวระดับ กดปุ่มยึดตุ้มน้ำหนัก เพื่อปล่อยให้ตุ้มน้ำหนักแกว่งลงไปสัมผัสผิวทดสอบ อ่านค่าเข็มชี้ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ทำการบันทึกค่า



รูปที่ 3.3 ลักษณะของเข็มชี้ของเครื่องทดสอบความต้านทานแรงเสียดทาน

9. ทำซ้ำข้อ 8 จำนวน 3 ครั้ง บันทึกค่า โดยค่าที่ได้ต้องแตกต่างกันไม่เกิน 3 จากนั้นหาค่าเฉลี่ย
10. ถ้าค่าที่ได้มีความแตกต่างกันมากกว่า 3 ให้ทำซ้ำข้อ 8 จนได้ค่าที่คงที่ 3 ครั้ง บันทึกค่า
11. ยึดตุ้มน้ำหนักให้อยู่ในแนวระดับ จากนั้นเทน้ำลงพื้นผิวที่จะทำการทดสอบให้เปียก
12. กดปุ่มยึดตุ้มน้ำหนัก เพื่อปล่อยให้ตุ้มน้ำหนักแกว่งลงไปสัมผัสผิวทดสอบ อ่านค่าเข็มชี้ บันทึกค่า
13. ทำซ้ำข้อ 11-12 จำนวน 3 ครั้ง บันทึกค่า โดยค่าที่ได้ต้องแตกต่างกันไม่เกิน 3 จากนั้นหาค่าเฉลี่ย
14. ถ้าค่าที่ได้มีความแตกต่างกันมากกว่า 3 ให้ทำซ้ำข้อ 11-12 จนได้ค่าที่คงที่ 3 ครั้ง บันทึกค่า

3.5.3 การทดสอบการหลุดลอก (Stripping test)

ในการศึกษานี้ จะทำการทดสอบการหลุดลอก (Stripping test) ของส่วนผสมสโตนแมสติกแอสฟัลต์ โดยการคำนวณหาค่าดัชนีความแข็งแรง (Strength Index) เป็นร้อยละระหว่างค่า Mashall Stability ของก้อนตัวอย่างที่แช่ในสารละลายเกลือแกง (Soaked Sample) เปรียบเทียบกับก้อนตัวอย่างที่ไม่ได้แช่ในสารละลายเกลือแกง (Unsoaked Sample)

ขั้นตอนการเตรียมก้อนตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดสอบ

3.5.3.1 เตรียมก้อนตัวอย่างจำนวน 6 ก้อนตัวอย่างสำหรับการบดอัดด้วยวิธีมาร์แชล เพื่อใช้ในการทดสอบแบบไม่ผ่านกระบวนการเกิดความชื้นกับก้อนตัวอย่างจำนวน 3 ก้อนตัวอย่างและ อีก 3 ก้อนตัวอย่างนำไปผ่านกระบวนการเกิดความชื้น

3.5.3.2 ในการบดอัดนั้นให้ใช้แบบสำหรับบดอัดก้อนตัวอย่างขนาด 4 นิ้วสำหรับมาร์แชล

3.5.3.3 ในการบดอัดก้อนตัวอย่างทั้งวิธีมาร์แชล ให้ใช้เตรียมวัสดุเหมือนการหาคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตที่กล่าวมาแล้วในขั้นตอนการวิเคราะห์คุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีต

ภายหลังจากการบดอัดแล้วจะได้ก้อนตัวอย่างทั้งหมด 6 ก้อนตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ก้อนตัวอย่างที่บดอัดด้วยวิธีมาร์แชล 3 ก้อนตัวอย่าง นำไปแช่สารละลายเกลือแกงความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร โดยดูดอากาศออกให้อยู่ในสภาพสุญญากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาแช่ในสารละลายเกลือแกงความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 60 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างมาแช่น้ำที่อุณหภูมิ 25 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบหาค่า Stability และ Flow เรียกตัวอย่างกลุ่มนี้ว่าตัวอย่างกลุ่มนี้ว่าตัวอย่างที่แช่ในสารละลายเกลือแกง

กลุ่มที่ 2 นำก้อนตัวอย่างที่บดอัดด้วยวิธีมาร์แชล 3 ก้อนตัวอย่าง แช่น้ำที่อุณหภูมิ 25 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบหาค่า Stability และ Flow เรียกตัวอย่างกลุ่มนี้ว่าตัวอย่างกลุ่มนี้ว่าตัวอย่างที่ไม่ได้แช่ในสารละลายเกลือแกง

การคำนวณค่า Strength Index ดังนี้

$$\text{Strength Index} = \frac{\text{Stability of Soaked Sample}}{\text{Stability of Unsoaked Sample}} \times 100$$

โดยผลการทดสอบความต้านทานการหลุดลอกที่ได้นั้นต้องไม่น้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์