

สรุป

การศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ โดยแนวทางได้เริ่มจากการต้องการผิวทางที่สามารถรับน้ำบรรทุกได้ดี และเหมาะสมกับปริมาณการจราจรที่หนาแน่นประกอบกับการที่จะนำผิวทางดังกล่าวมาใช้งานในประเทศไทยที่มีปริมาณน้ำฝนที่ค่อนข้างสูง จึงต้องมีการศึกษาผลกระทบของน้ำต่อผิวทาง โดยสโตนแมสติกแอสฟัลต์เป็นทางเลือกหนึ่ง ที่คิดว่าเหมาะสมและจากการทดสอบในงานวิจัยพบว่า ผิวทางสโตนแมสติกแอสฟัลต์สามารถที่จะนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้วัสดุมวลตะกรันเตาหลอม โดยใช้ขนาดคละ SMA 12.5 mm ที่ออกแบบปรับปรุงใหม่ และทั้งหมดใช้วัสดุเชื่อมประสานโพลีเมอร์มอดิไฟด์แอสฟัลต์ (PMA) ดังจะสรุปต่อไปนี้

คุณสมบัติทางด้านวัสดุสโตนแมสติกแอสฟัลต์

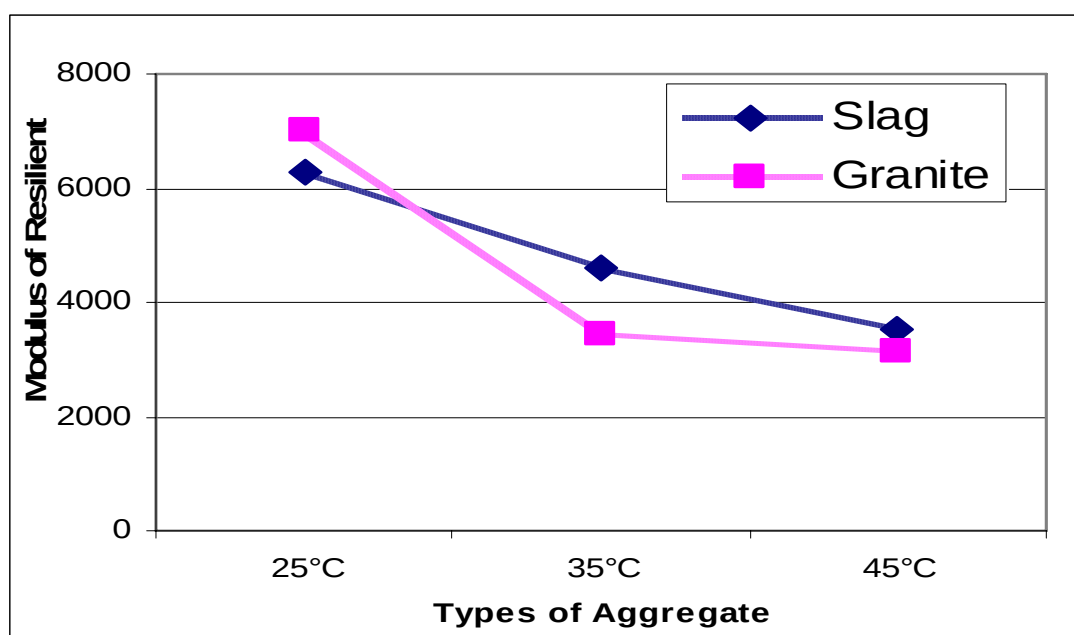
1. สโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ใช้วัสดุมวลรวมหินแกรนิต หรือ ตะกรันเตาหลอม ผลการทดสอบพบว่า คุณสมบัติของสโตนแมสติกแอสฟัลต์ ทางด้านความหนาแน่น (Density) จะมีความแตกต่างกันชัดเจนระหว่างหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม โดยตะกรันเตาหลอมจะหนาแน่นกว่าประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นค่า ปริมาตรช่องว่างระหว่างมวลรวม (VMA) ปริมาตรช่องว่างสำหรับบรรจุแอสฟัลต์ (VFB) และค่าการไหล (Flow) มีค่าใกล้เคียงกัน
2. ค่าเสถียรภาพ (Stability) ของสโตนแมสติกแอสฟัลต์ เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธีมาร์แชลล์ พบว่า มีค่าที่สูงกว่าเกณฑ์ค่า Stability ที่ออกแบบผิวทางที่มีปริมาณการจราจรสูง (High Traffic) ด้วยวิธีมาร์แชลล์ที่มีค่าต้องไม่ต่ำกว่า 1,800 Lbs. โดยเฉพาะวัสดุตะกรันเตาหลอมที่สูงกว่าเกณฑ์ดังกล่าวเกือบ 2.5 เท่า และวัสดุมวลรวมทั้ง 2 ชนิดก็มีค่าแตกต่างกัน โดยตะกรันเตาหลอมจะให้ค่าเสถียรภาพที่สูงกว่าหินแกรนิตในทุกขนาดคละของวัสดุมวลรวมที่ใช้ในการทดสอบ คือ 17.55 % , 21.72 % และ 29.92 % ตามลำดับ

และเมื่อทำการทดสอบด้วยวิธีมาร์แชลล์แล้ว ก็พบว่าขนาดคละที่ออกแบบปรับปรุงใหม่ขนาด 12.5 มม. นั้นให้ค่าเสถียร (Stability) ที่สูง และเพื่อเป็นการวิจัยที่ต่อเนื่องจึงต้องทำการทดสอบประสิทธิภาพของสโตนแมสติกแอสฟัลต์ดังกล่าวต่อไปในเรื่องต่างๆ ตามแนวทางที่ได้ศึกษาไว้ในการตรวจเอกสาร เช่น การต้านทานการเกิดรอยร้าว การต้านทานการเกิดร่องล้อ การเพิ่มค่าความปลอดภัยความฝืดผิวทาง

คุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของสโตนแมสติกแอสฟัลต์

1. ค่าความต้านทานต่อแรงดึง (Tensile Strength) นั้นจะเป็นตัวบอกถึงการต้านทานการเกิดรอยร้าวในผิวทาง หรือที่เรียกว่า Deflection Crack และจากการทดสอบพบว่าสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ผสมด้วยวัสดุมวลรวมตะกรันเตาหลอมมีค่าการต้านทานต่อแรงดึงที่สูงกว่าวัสดุมวลรวมหินแกรนิตประมาณ 10.92 เปอร์เซ็นต์

2. ค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) พบว่าสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ผสมด้วยวัสดุมวลรวมตะกรันเตาหลอมมีค่าโมดูลัสการคืนตัวที่ต่ำกว่าวัสดุมวลรวมหินแกรนิตในช่วงอุณหภูมิ 25 °C และเริ่มสูงขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 35 °C และ 45 °C ดังภาพที่ 21 นั้นหมายความว่า สโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่วัสดุมวลรวมตะกรันเตาหลอมจะมีการคืนตัวสูงวัสดุมวลรวมหินแกรนิต



ภาพที่ 21 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) ที่ใช้วัสดุมวลรวมหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม ณ อุณหภูมิที่ต่างกัน

3. ค่าความต้านทานการเปลี่ยนรูปถาวร (Permanent Deformation) พบว่ามีแรงกระทำในช่วงแรกวัสดุมวลรวมตะกรันเตาหลอมจะมีการเปลี่ยนค่อนข้างช้ากว่าหินแกรนิต แต่เมื่อแรงกระทำมากขึ้นวัสดุตะกรันเตาหลอมจะเกิดการเปลี่ยนรูปที่สูงกว่าหินแกรนิตเพียงเล็กน้อย

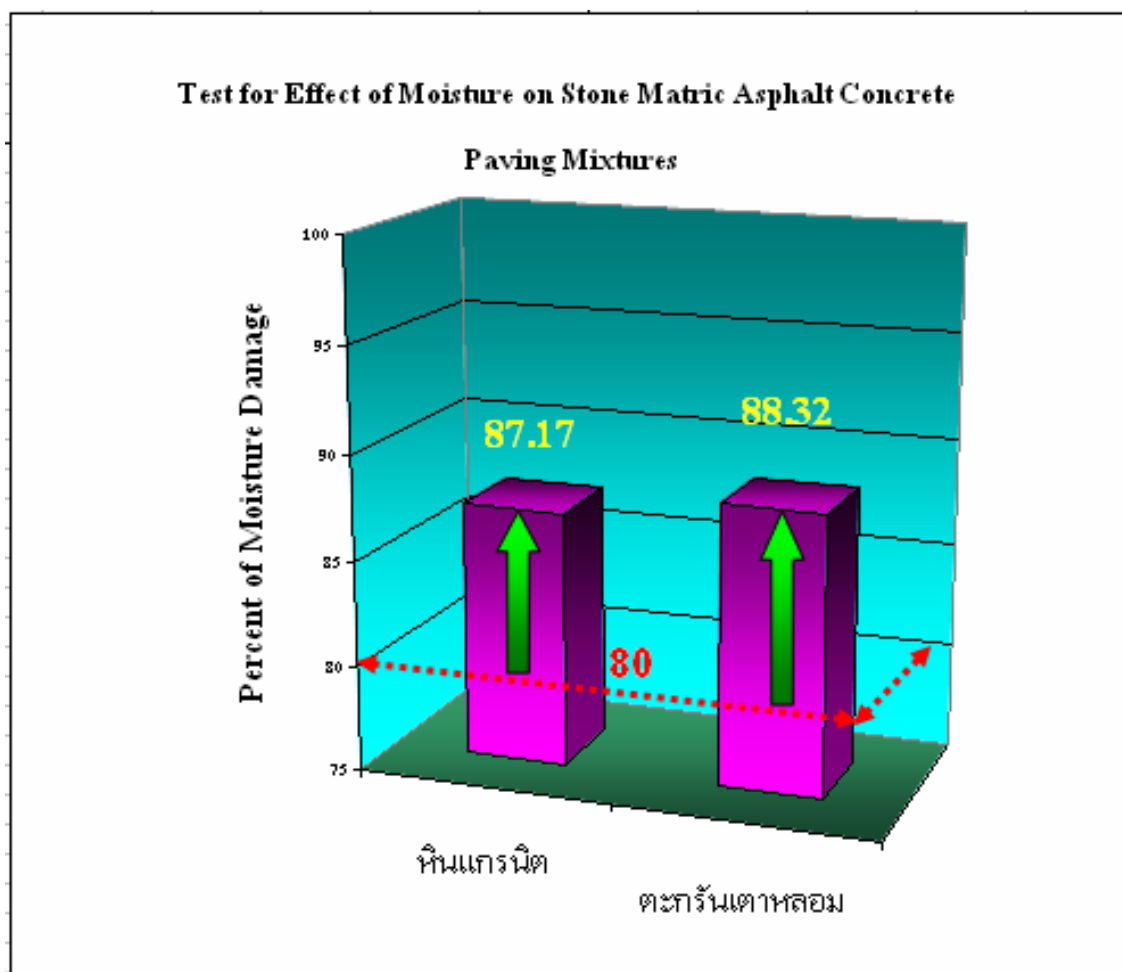
4. ค่าต้านทานแรงเสียดทาน (Skid Resistance) เพื่อเป็นการทดสอบด้านความปลอดภัยต่อความฝืดสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ทำการวิจัย หากมีการนำผิวดังกล่าวปูลาดบนพื้นถนนจะทำให้รู้ถึงค่าความฝืดผิวจราจรที่ขูดยานจะกระทำต่อผิวทางดังกล่าว จากการทดสอบพบว่าสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ผสมด้วยวัสดุมวลรวมตะกรันเตาหลอมมีค่าต้านทานแรงเสียดทานสูงกว่าวัสดุมวลรวมหินแกรนิตประมาณ 17.02 %

คุณสมบัติทางด้านผลกระทบของน้ำต่อสโตนแมสติกแอสฟัลต์

เมื่อพิจารณาค่าที่ได้จากการทดสอบแล้วเป็นที่เชื่อได้ว่าสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ใช้ในการวิจัยนี้สามารถที่จะต้านทานการเสียหายจากน้ำได้ต่างๆ เช่น การถูกแทนที่ของน้ำต่อวัสดุเชื่อมประสาน เนื่องจากการวิจัยได้ใช้วัสดุเชื่อมประสานชนิดโพลิเมอร์มอดิไฟด์แอสฟัลต์ (PMA) จึงเป็นส่วนช่วยในการต้านทานการเกิดผลกระทบของน้ำได้คืออีกส่วน

ค่าต้านทานน้ำ (Moisture Damage) ต่อสโตนแมสติกแอสฟัลต์ พบว่าสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ผสมด้วยวัสดุมวลรวมตะกรันเตาหลอมและวัสดุมวลรวมหินแกรนิต มีค่าใกล้เคียงกัน และสามารถต้านทานน้ำได้ตามทฤษฎีของ Lottman ที่กำหนดว่าต้องมีค่าการต้านทานผลกระทบของน้ำไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ดังภาพที่ 22

จากการทดสอบ สามารถที่จะสรุปได้ว่าสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ใช้วัสดุเชื่อมประสานโพลิเมอร์มอดิไฟด์แอสฟัลต์และใช้ขนาดคละที่ได้มาการออกแบบปรับปรุงใหม่ขนาด 12.5 มม. มีคุณสมบัติเด่นหลายประการไม่ว่าจะเป็นค่าเสถียรภาพ ค่าโมดูลัสการคืนตัว การต้านทานการเปลี่ยนรูปถาวร ค่าความฝืดผิวจราจรซึ่งเป็นค่าที่สามารถทำให้เกิดความปลอดภัยต่อขูดยานที่แล่นผ่านพื้นผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตดังกล่าว และที่สำคัญยังสามารถต้านทานผลกระทบของน้ำได้เป็นอย่างดี ดังตารางที่ 13



ภาพที่ 22 แผนภูมิผลการทดสอบผลกระทบจากน้ำที่กระทำต่อสโตนแมสติกแอสฟัลต์

แต่ในการเลือกใช้สโตนแมสติกแอสฟัลต์ ไม่ว่าจะวัสดุรวมหินแกรนิตหรือ วัสดุรวมตะกรันเตาหลอมนั้น ต้องขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานที่เหมาะสม ไม่ว่าจะเกี่ยวข้องกับต้นทุนการดำเนินงานของวัสดุรวม แหล่งวัตถุดิบตามภูมิภาคต่างๆ และราคาของโพลิเมอร์มอดิไฟด์แอสฟัลต์ หากคิดในแง่ของราคาวัสดุแอสฟัลต์คอนกรีตในงานวิจัยนี้จะมีราคาค่อนข้างสูงจากต้นทุนต่างๆ ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งจะให้ประโยชน์สูงสุดหากมีการศึกษาความเหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้กับผิวทางที่มีการรับรองปริมาณการจราจรสูง และในผิวทางที่มีน้ำหนักบรรทุกสูง

ตารางที่ 13 ตารางสรุปผลการทดสอบต่างๆ ในงานวิจัย

Type of Gradation	Density g/ml	Stability (Lbs.)	Type of Gradation	Tensile Strength (Mpa.)	Resilient Modulus (Mpa.)			Permanent Deformation (Acc %) at 45,000 Cycle of Repeat Load	Skid Resistance (BPN)	Moisture Damage (%)	Remark
					25°C	35°C	45°C				
แกรนิต 9.5	2.374	3,124									
แกรนิต 12.5	2.377	2,847	แกรนิต 12.5 D	0.238	7029	3437	3125	0.10	49.9	87.17	
แกรนิต 12.5 D	2.377	3,116									
ตะกรัน 9.5	2.706	3,993									
ตะกรัน 12.5	2.716	3,855	ตะกรัน 12.5 D	0.264	6272	4585	3539	0.12	55	88.32	
ตะกรัน 12.5 D	2.742	4,301									

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่สามารถควบคุมขนาดผลให้เป็นตามข้อกำหนดการออกแบบที่ผู้ศึกษานำมาวิจัยได้ อันเนื่องจากแหล่งวัตถุดิบของวัสดุมวลรวมทั้งหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอมนั้นมีอย่างจำกัด หากจะให้มีการทดสอบเปรียบเทียบขนาดผลการออกแบบทั้ง 3 แบบที่แน่นอนนั้นควรมีการหาแหล่งวัตถุดิบที่จะสามารถให้เป็นไปตามข้อกำหนด
2. วัสดุเชื่อมประสานชนิดโพลีเมอร์มอดิฟายด์ที่นำมาวิจัยในครั้งนี้เป็นการนำมาจากห้องปฏิบัติการที่ผู้วิจัยใช้งานอยู่ตามมาตรฐาน มอก. และได้้นำผลการทดสอบต่างๆ ที่ได้ผ่านการทดสอบมาแล้วมาใช้ยังไม่ได้ทดสอบถึงคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุเชื่อมประสานเพื่อให้เป็นตามข้อกำหนด
3. ควรมีการทดสอบคุณสมบัติอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น Polished Stone Value (PSV) และ Rutting โดยวิธี Wheel Tracking Test
4. หากจะให้เกิดผลการทดสอบที่สามารถเป็นข้อยืนยันถึงผลการทดสอบต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้ ควรมีการนำมาจัดทำแปลงทดสอบเพื่อติดตามเก็บข้อมูลภาคสนาม และนำมาวิเคราะห์ผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่แน่นอนต่อไป
5. หากต้องการนำผิวทางชนิดดังกล่าวในงานวิจัยนี้ไปใช้งานจริง ควรมีการศึกษาความเหมาะสมด้านราคาและแหล่งวัตถุดิบของตะกรันเตาหลอมในพื้นที่ที่จะใช้งานก่อนการนำเลือกไปใช้งาน