

บทที่ 4

วิเคราะห์ผลการศึกษา

4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุมวลรวม

4.1.1 การทดสอบคุณสมบัติวัสดุมวลรวมหินแกรนิตขนาด 3/8 (9.5 mm) พบว่า คุณสมบัติของวัสดุมวลรวมผ่านตามเกณฑ์กำหนด และการเรียงขนาดของวัสดุมวลรวมเป็นไปตามตารางที่ ก1 และ ก2 และได้อัตราส่วนผสมของมวลคละคือ Filler : Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 = 8 : 21 : 65 : 6 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดขนาดคละของ SMA NCHRP Project ยกเว้น ผ่านตะแกรงขนาด 3/8 ดังรูปที่ 4.1

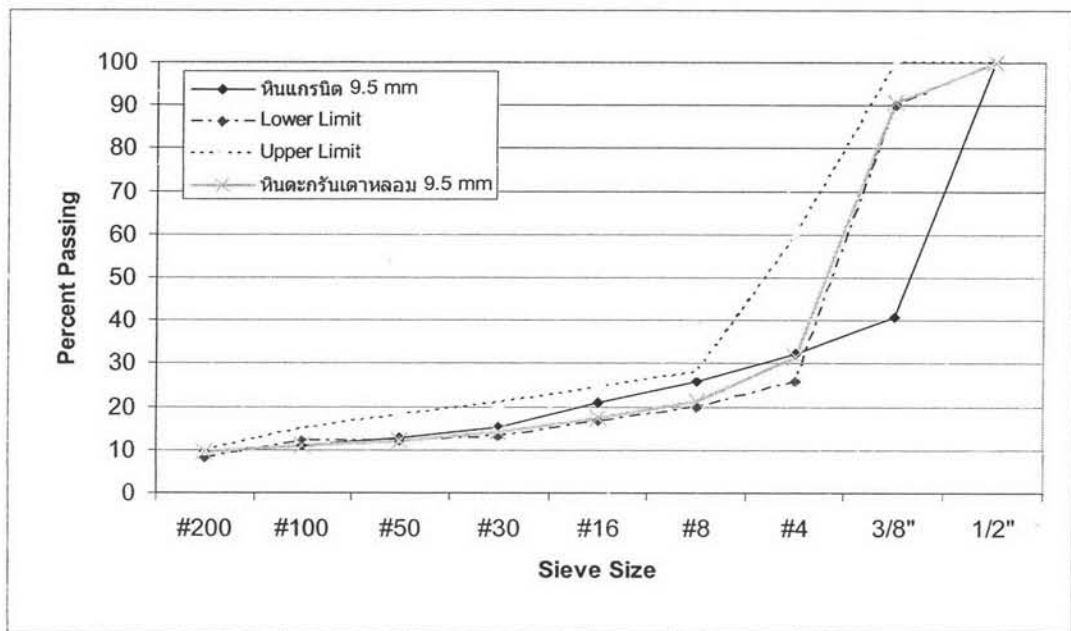
4.1.2 การทดสอบคุณสมบัติวัสดุมวลรวมหินแกรนิตขนาด 1/2 (12.5 mm) พบว่า คุณสมบัติของวัสดุมวลรวมผ่านตามเกณฑ์กำหนด และการเรียงขนาดของวัสดุมวลรวมเป็นไปตามตารางที่ ก5 และ ก6 และได้อัตราส่วนผสมของมวลคละคือ Filler : Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 : Bin 4 = 8 : 17 : 55 : 15 : 5 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดขนาดคละของ SMA NCHRP Project ยกเว้นผ่านตะแกรงขนาด 1/2 ดังรูปที่ 4.2

4.1.3 จากการการทดลองปรับส่วนผสมของขนาดคละวัสดุมวลรวมหินแกรนิตขนาด 1/2 (12.5 mm) แล้วพบว่าจากวัสดุมวลรวมที่มีอยู่ไม่สามารถออกแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ NCHRP Project จึงได้ออกแบบขนาดคละใหม่เพื่อนำมาทดสอบคุณสมบัติของวัสดุมวลรวม และการเรียงขนาดของวัสดุมวลรวมเป็นไปตามตารางที่ ก9 และ ก10 และได้อัตราส่วนผสมของมวลคละคือ Filler : Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 : Bin 4 = 8 : 18 : 51 : 17 : 6 ดังรูปที่ 4.3

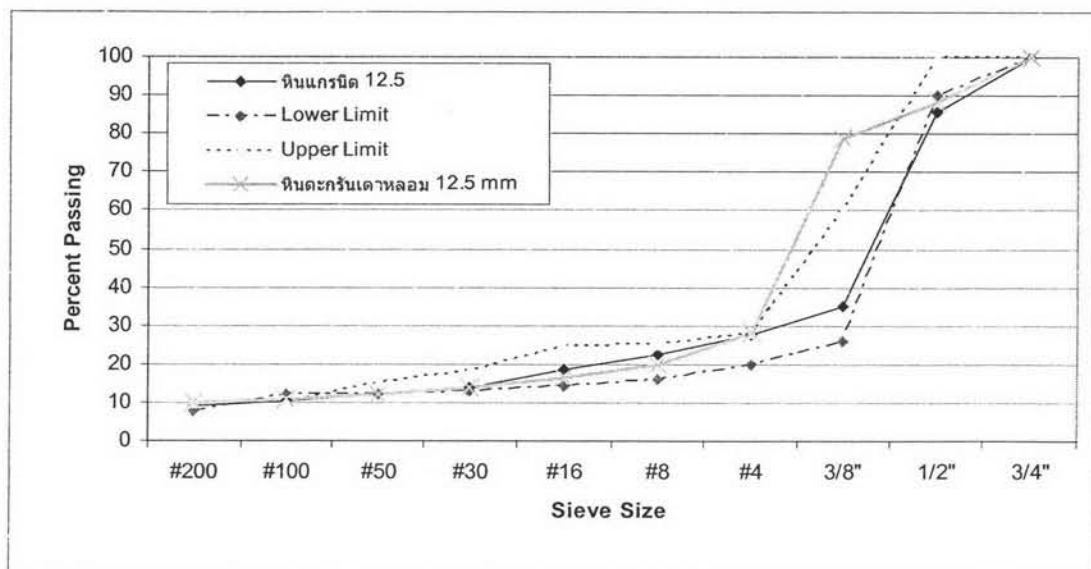
4.1.4 การทดสอบคุณสมบัติวัสดุมวลรวมตะกรันเตาหลอมขนาด 3/8 (9.5 mm) พบว่า คุณสมบัติของวัสดุมวลรวมผ่านตามเกณฑ์กำหนด และการเรียงขนาดของวัสดุมวลรวมเป็นไปตามตารางที่ ก13 และ ก14 และได้อัตราส่วนผสมของมวลคละคือ Filler : Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 = 10 : 17 : 69 : 4 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดขนาดคละของ SMA NCHRP Project ดังรูปที่ 4.1

4.1.5 การทดสอบคุณสมบัติวัสดุมวลรวมตะกรันเตาหลอมขนาด 1/2 (12.5 mm) พบว่า คุณสมบัติของวัสดุมวลรวมผ่านตามเกณฑ์กำหนด และการเรียงขนาดของวัสดุมวลรวมเป็นไปตามตารางที่ ก17 และ ก18 และได้อัตราส่วนผสมของมวลคละคือ Filler : Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 : Bin 4 = 10 : 15 : 54 : 14 : 7 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดขนาดคละของ SMA NCHRP Project ยกเว้นผ่านตะแกรงขนาด 3/8 ดังรูปที่ 4.2

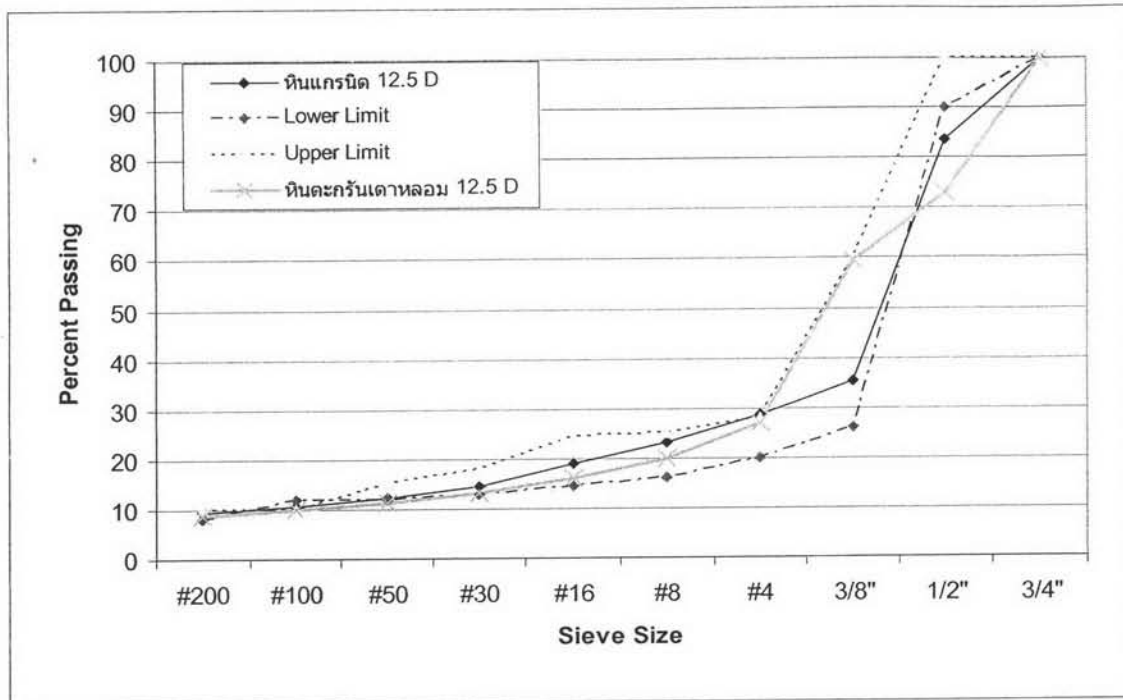
4.1.6 จากการทดลองปรับส่วนผสมของขนาดคละวัสดุรวมตะกรันเตาหลอมขนาด 1/2 (12.5 mm) แล้วพบว่าจากวัสดุรวมที่มีอยู่ไม่สามารถออกแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ NCHRP Project จึงได้ออกแบบขนาดคละใหม่เพื่อนำมาทดสอบคุณสมบัติของวัสดุรวมและการเรียงขนาดของวัสดุรวมเป็นไปตามตารางที่ ก21 และ ก22 และได้อัตราส่วนผสมของมวลคละคือ Filler : Bin 1 : Bin 2 : Bin 3 : Bin 4 = 9 : 17 : 26 : 23 : 25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดขนาดคละของ SMA ที่ทำการออกแบบขนาดคละใหม่ ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.1 แผนภูมิการเรียงขนาดคละของ SMA NCHRP Project ขนาด 3/8 (9.5 mm)



รูปที่ 4.2 แผนภูมิการเรียงขนาดคละของ SMA NCHRP Project ขนาด 1/2 (12.5 mm)



รูปที่ 4.3 แผนภูมิการเรียงขนาดคละของ SMA ที่ทำการออกแบบขนาดคละใหม่ ขนาด 1/2 "

4.2 ผลการออกแบบส่วนผสมสโตนแมสติกแอสฟัลต์ โดยวิธีมาร์แชล

การทดสอบด้วยวิธีมาร์แชล สำหรับสโตนแมสติกแอสฟัลต์เป็นการทดสอบเพื่อหาปริมาณของวัสดุเชื่อมประสานที่เหมาะสม (Optimum binder content) ที่จะทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีความสามารถในการรับแรงได้มากที่สุด โดยที่ค่าร้อยละช่องว่างของอากาศ (% Air void) เท่ากับ 4 % และทำการหาผลการทดสอบหาค่าต่างๆ โดยการเปรียบเทียบระหว่างวัสดุผสมรวม 2 ชนิด คือ หินแกรนิต และ ตะกั่วเทาหลอม บนพื้นฐานของการออกแบบขนาดคละ 3 แบบ

4.2.1 สโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ออกแบบด้วยขนาดคละของ SMA NCHRP Project ขนาด 3/8

4.2.1.1 Density ที่ใช้วัสดุผสมรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุผสมรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกั่วเทาหลอม จะให้ค่า Density ที่แตกต่างกัน คือ 2.367 และ 2.698 กรัม/มิลลิลิตร

4.2.1.2 VMA ที่ใช้วัสดุผสมรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุผสมรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกั่วเทาหลอม จะให้ค่า VMA ที่ใกล้เคียงกัน คือ 16.05 และ 17.11 % ตามลำดับ

4.2.1.3 VFB ที่ใช้วัสดุมวลรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุมวลรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า VFB ที่ใกล้เคียงกัน คือ 73.87 และ 75.89 % ตามลำดับ

4.2.1.4 Stability ที่ใช้วัสดุมวลรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุมวลรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า Stability ที่แตกต่างกัน คือ 2,990 และ 3,515 Lbs.

4.2.1.5 Flow ที่ใช้วัสดุมวลรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุมวลรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า Flow ที่ใกล้เคียงกัน คือ 22 และ 25

4.2.2 สโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ออกแบบด้วยขนาดคละของ SMA NCHRP Project ขนาด 1/2

4.2.2.1 Density ที่ใช้วัสดุมวลรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุมวลรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า Density ที่แตกต่างกัน คือ 2.375 และ 2.704 กรัม/มิลลิลิตร

4.2.2.2 VMA ที่ใช้วัสดุมวลรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุมวลรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า VMA ที่ใกล้เคียงกัน คือ 15.75 และ 17.29 % ตามลำดับ

4.2.2.3 VFB ที่ใช้วัสดุมวลรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุมวลรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า VFB ที่ใกล้เคียงกัน คือ 75.80 และ 75.50 % ตามลำดับ

4.2.2.4 Stability ที่ใช้วัสดุมวลรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุมวลรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า Stability ที่แตกต่างกัน คือ 2,812 และ 3,423 Lbs.

4.2.2.5 Flow ที่ใช้วัสดุมวลรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุมวลรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า Flow ที่แตกต่างกัน คือ 19 และ 25

4.2.3 สโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ออกแบบด้วยขนาดคละของ SMA NCHRP Project ขนาด 1/2 ที่ทำการออกแบบขนาดคละใหม่

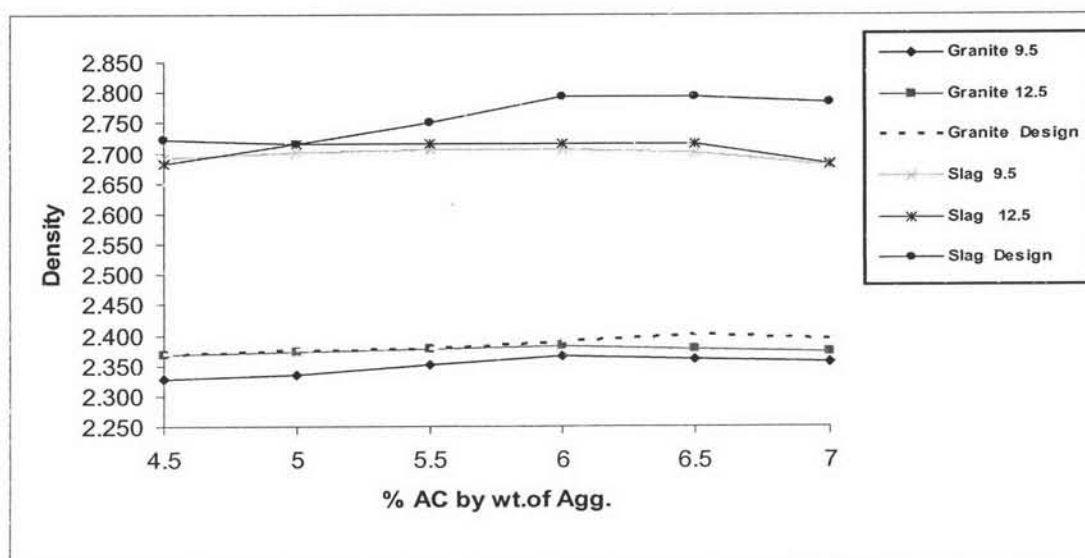
4.2.3.1 Density ที่ใช้วัสดุรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า Density ที่แตกต่างกัน คือ 2.385 และ 2.734 กรัม/มิลลิเมตร

4.2.3.2 VMA ที่ใช้วัสดุรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า VMA ที่ใกล้เคียงกัน คือ 15.48 และ 16.90 % ตามลำดับ

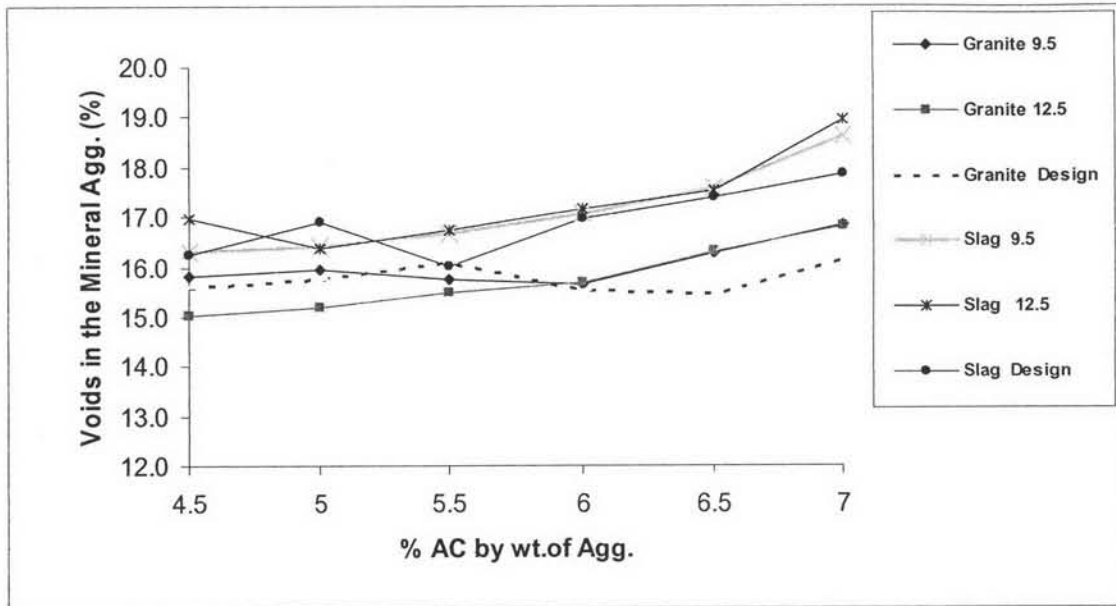
4.2.3.3 VFB ที่ใช้วัสดุรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า VFB ที่ใกล้เคียงกัน คือ 78.30 และ 78.25 % ตามลำดับ

4.2.3.4 Stability ที่ใช้วัสดุรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า Stability ที่แตกต่างกัน คือ 3,008 และ 3,908 Lbs.

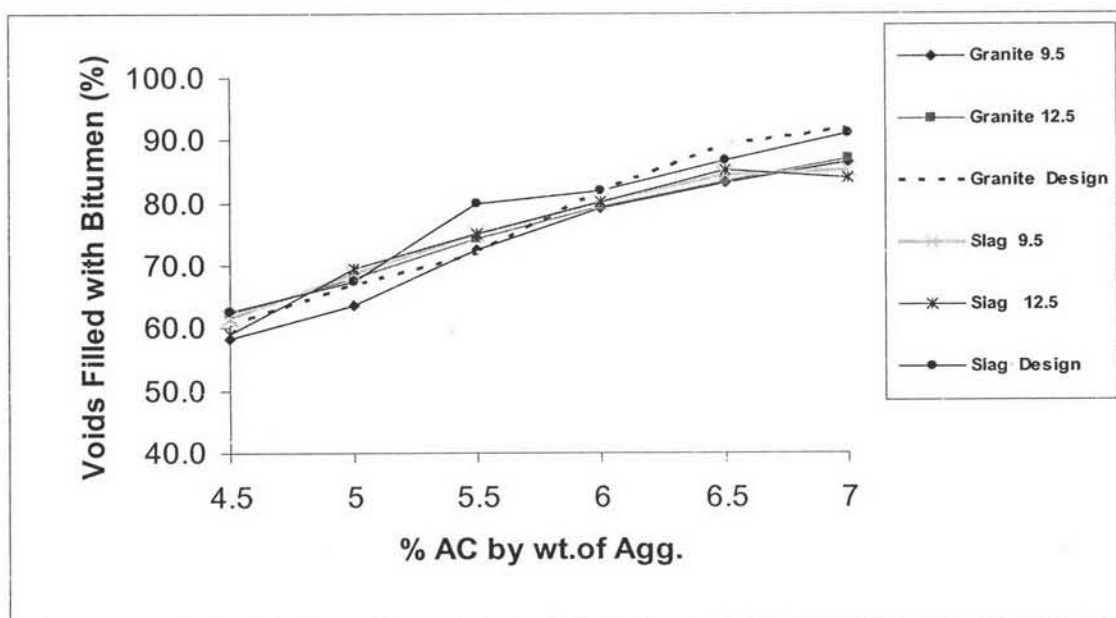
4.2.3.5 Flow ที่ใช้วัสดุรวมที่มีขนาดคละเดียวกัน เมื่อใช้วัสดุรวมต่างชนิดกัน คือ หินแกรนิต และ ตะกรันเตาหลอม จะให้ค่า Flow ที่ใกล้เคียงกัน คือ 20 และ 20



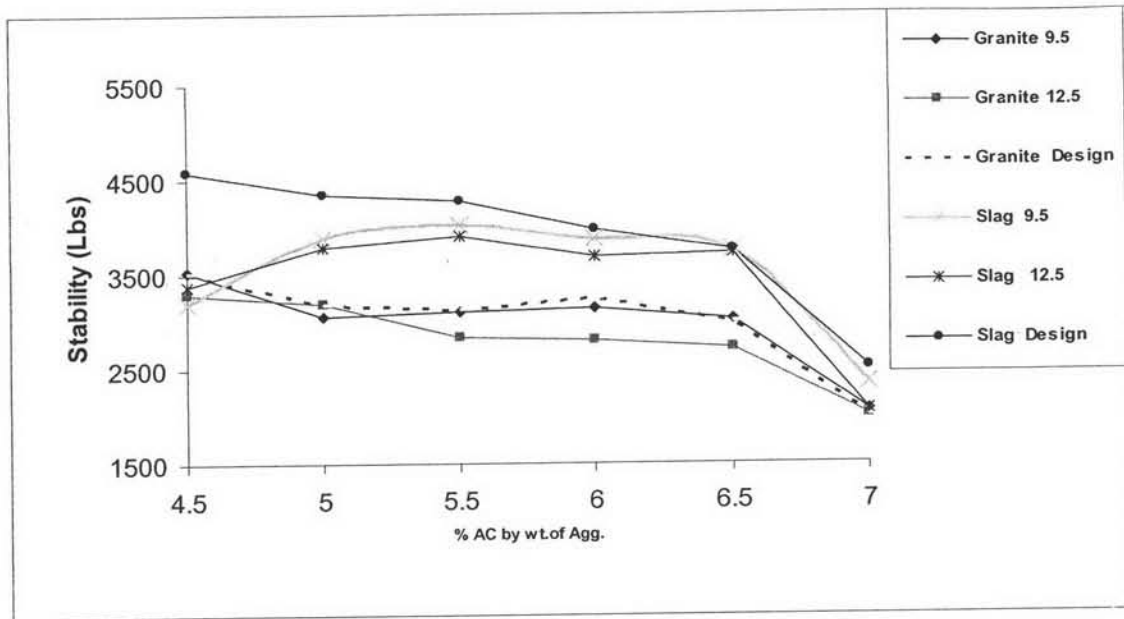
รูปที่ 4.4 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า Density ของ SMA ที่ใช้วัสดุรวมหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม เมื่อใช้ขนาดคละทั้ง 3 ชนิด



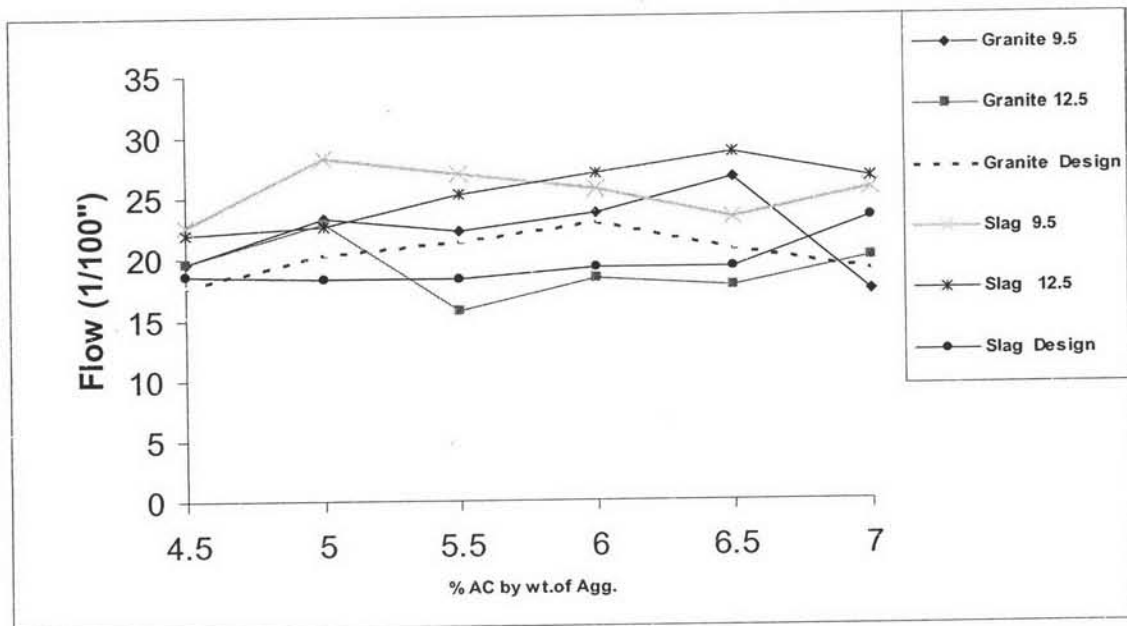
รูปที่ 4.5 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า VMA ของ SMA ที่ใช้วัสดุมวลรวมหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม เมื่อใช้ขนาดคละทั้ง 3 ชนิด



รูปที่ 4.6 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า VFB ของ SMA ที่ใช้วัสดุมวลรวมหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม เมื่อใช้ขนาดคละทั้ง 3 ชนิด



รูปที่ 4.7 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า Stability ของ SMA ที่ใช้วัสดุรวมหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม เมื่อใช้ขนาดคละทั้ง 3 ชนิด



รูปที่ 4.8 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า Flow ของ SMA ที่ใช้วัสดุรวมหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม เมื่อใช้ขนาดคละทั้ง 3 ชนิด

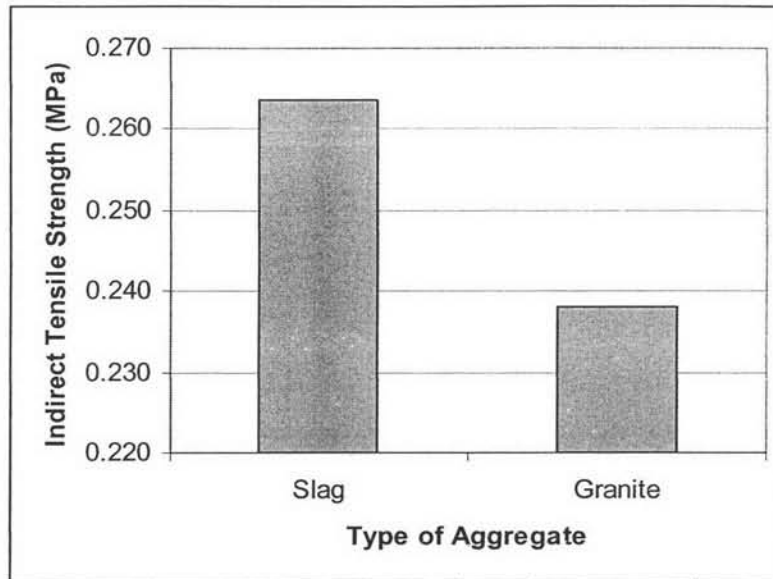
4.3. ผลการทดสอบคุณสมบัติของสโตนแมสติกแอสฟัลต์

เมื่อได้ปริมาณที่เหมาะสมของวัสดุเชื่อมประสาน (Optimum binder content) ที่ได้จากการทดสอบมาร์แชล ดังนั้นจึงใช้ค่าปริมาณวัสดุเชื่อมประสานมาทำการบดอัดด้วยเครื่อง Gyrotory compactor เพื่อให้ได้ร้อยละช่องว่างของอากาศ (% Air void) เท่ากับ 4 % โดยทั่วไปทั้งนี้การบดอัดตัวอย่างด้วยเครื่อง Gyrotory compactor จะช่วยให้ได้ก้อนตัวอย่างที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอ ทำให้สามารถเตรียมก้อนตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้ทุกก้อน เพื่อใช้ในการทดสอบคุณสมบัติของสโตนแมสติกแอสฟัลต์ต่อไป

4.3.1 การทดสอบวัสดุโดยวิธีแรงดึงทางอ้อม (Indirect Tensile Test)

การทดสอบ Indirect Tensile Strength เป็นการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้แรงกดกระทำตามแนวเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวตั้งต่อก้อนวัสดุทดสอบ ซึ่งแรงกดที่กระทำกับก้อนวัสดุจะทำให้เกิดการยุบตัวในแนวตั้งและแยกออกจากกันตามระนาบของเส้นผ่านศูนย์กลาง การแยกจากกันในลักษณะนี้ คล้ายกับการเกิดแรงดึงในก้อนตัวอย่าง ส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีค่า Tensile Strength สูง เมื่อนำมาใช้ทำผิวทางจะมีค่าความสามารถในการรับแรงดึง ที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกจากการจราจร ได้สูงกว่า ส่วนผสมที่มีค่า Tensile Strength ต่ำกว่า

ผลการทดสอบ Indirect Tensile Strength ของ SMA ที่ใช้วัสดุผสมรวมหินแกรนิต และตะกรันเตาหลอม พบว่ามีค่า Tensile Strength คือ 0.238 และ 0.264 MPa ตามลำดับ



รูปที่ 4.9 แผนภูมิเปรียบเทียบค่า Indirect Tensile Strength ของสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ใช้วัสดุมวลรวมหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม

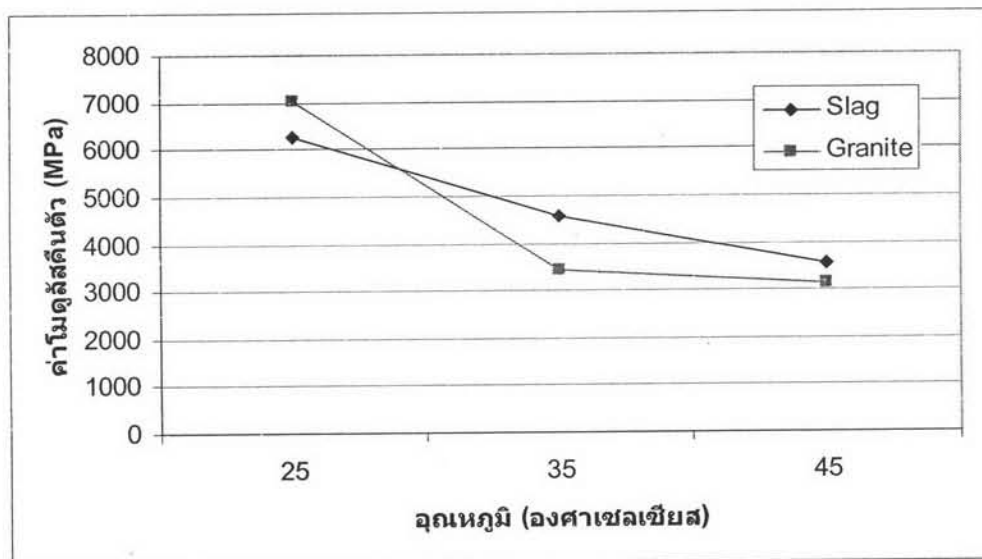
4.3.2 การทดสอบค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus)

ค่าโมดูลัสคืนตัวมีความสำคัญในการหาพฤติกรรมของวัสดุงานทาง เนื่องจากเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความอ่อนไหวในการตอบสนองต่อน้ำหนักที่กระทำต่อวัสดุ การทดสอบค่าโมดูลัสคืนตัวของ สโตนแมสติกแอสฟัลต์ ที่ใช้วัสดุมวลรวมหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม การทดสอบนี้กระทำที่อุณหภูมิ 25°C 35°C และ 45°C โดยแต่ละอุณหภูมิก้อนตัวอย่างจะได้รับการป้อนน้ำหนักเท่ากับ 20% 15% และ 10% ของค่าความต้านทานต่อแรงดึงทางอ้อมที่อุณหภูมิ 25 °C ของแต่ละส่วนผสมตามลำดับ การวัดค่าโมดูลัสคืนตัวจะทำการทดสอบให้น้ำหนักกระทำซ้ำจนกระทั่งค่าการคืนตัวค่อนข้างคงที่ จึงจัดเป็นค่าโมดูลัสคืนตัวที่ต้องการ

ผลการทดสอบโมดูลัสคืนตัว และการคืนตัวของสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ใช้วัสดุมวลรวมหินแกรนิต และ สโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ใช้วัสดุมวลรวมตะกรันเตาหลอม เมื่อใช้วัสดุเชื่อมประสานชนิด PMA ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.10 พบว่าสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ผสมด้วยวัสดุมวลรวมตะกรันเตาหลอมค่าโมดูลัสการคืนตัวที่ต่ำกว่าวัสดุมวลรวมหินแกรนิตในช่วงอุณหภูมิ 25 °C และเริ่มสูงขึ้นในช่วงอุณหภูมิ 35 °C และ 45 °C

ตารางที่ 4.1 ผลทดสอบค่าโมดูลัสคืนตัวของสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ใช้วัสดุมวลรวมหินปูนและ ตะกรันเตาหลอม

Type of Aggregate	25°C	35°C	45°C
	Resilient Modulus (MPa)	Resilient Modulus (MPa)	Resilient Modulus (MPa)
Slag	6271.8	4585.1	3538.5
Granite	7028.5	3436.8	3125.4



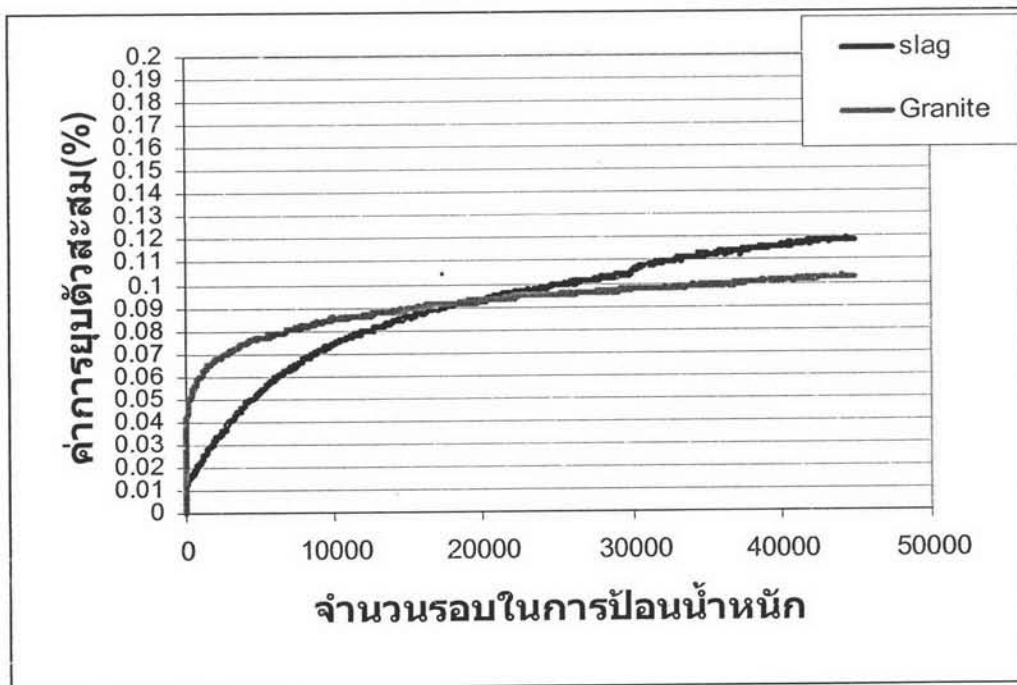
รูปที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบค่าโมดูลัสคืนตัว (Resilient Modulus) ที่ใช้วัสดุมวลรวมหินแกรนิต และตะกรันเตาหลอม

4.3.3 ค่าความต้านทานการเปลี่ยนรูปถาวร (Permanent Deformation)

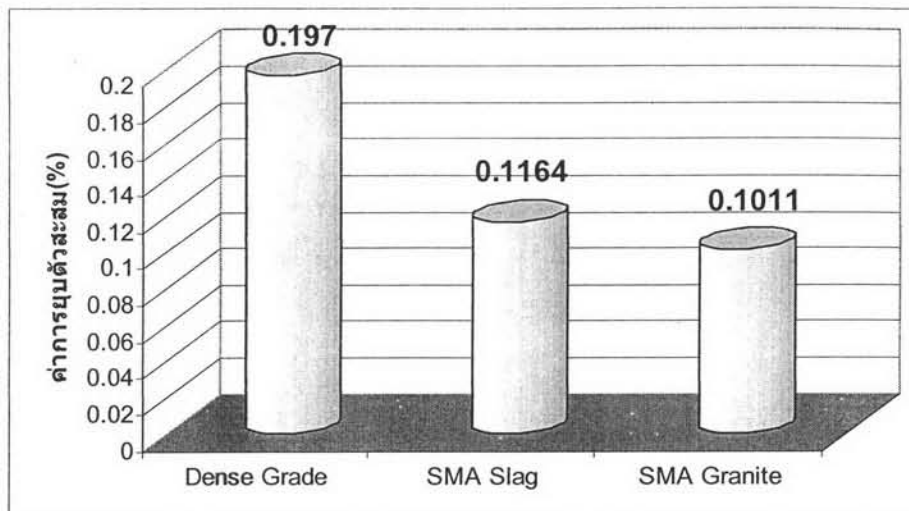
เป็นการศึกษาถึงสมรรถนะในการต้านทานการยุบตัวของส่วนผสมสโตนแมสติกแอสฟัลต์ โดยใช้การทดสอบแบบ Dynamic Creep Test การทดสอบจะทำการป้อนน้ำหนักตามแนวแกนในลักษณะกระทำซ้ำขนาด 200 kPa ด้วยความถี่ 0.5 รอบต่อวินาที แบ่งเป็นช่วงเวลาในการป้อนน้ำหนัก 0.5 วินาที และช่วงเวลาพัก 1.5 วินาที ในสภาพอุณหภูมิที่ 50°C สมรรถนะของ

ส่วนผสมจะพิจารณาจากค่าความเครียดสะสม (Accumulated Strain) หรือค่าการยุบตัวสะสมในแต่ละจำนวนครั้งที่ป้อนน้ำหนัก (Number of Pulses)

จากการทดสอบเพื่อศึกษาความสามารถของการต้านทานการเปลี่ยนรูปถาวรของสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ใช้วัสดุมวลรวมหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอมที่ใช้ขนาดคละขนาด 12.5 mm. ที่ทำการออกแบบใหม่อย่างละ 1 ตัวอย่างมาศึกษาพบว่า หากพิจารณาจำนวนรอบในการรับน้ำหนักแบบกระทำซ้ำตามแนวแกนของก้อนตัวอย่างทดสอบ ที่ทำให้ก้อนตัวอย่างทดสอบเกิดความเครียดสะสม (Accumulate strain) จากรูปที่ 4.11 ช่วงแรกวัสดุมวลรวมตะกรันเตาหลอมจะมีค่าการยุบตัวสะสมน้อยกว่าหินแกรนิต แต่เมื่อจำนวนรอบในการรับน้ำหนักมากขึ้นวัสดุตะกรันเตาหลอมมีค่าการยุบตัวสะสมที่มากกว่า และจากรูปที่ 4.12 พิจารณาค่าการยุบตัวสะสมที่ 40,000 รอบ เปรียบเทียบค่าการยุบตัวของสโตนแมสติกแอสฟัลต์และผิวทางแบบแน่น พบว่าค่าการยุบตัวสะสมของผิวทางแบบแน่นจะมีค่าสูงกว่าสโตนแมสติกแอสฟัลต์ แสดงให้เห็นว่าสโตนแมสติกแอสฟัลต์มีแนวโน้มในการเกิดความเสียหายน้อยกว่า



รูปที่ 4.11 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนรูปถาวร (Permanent Deformation) ที่ใช้วัสดุมวลรวมหินแกรนิตและตะกรันเตาหลอม



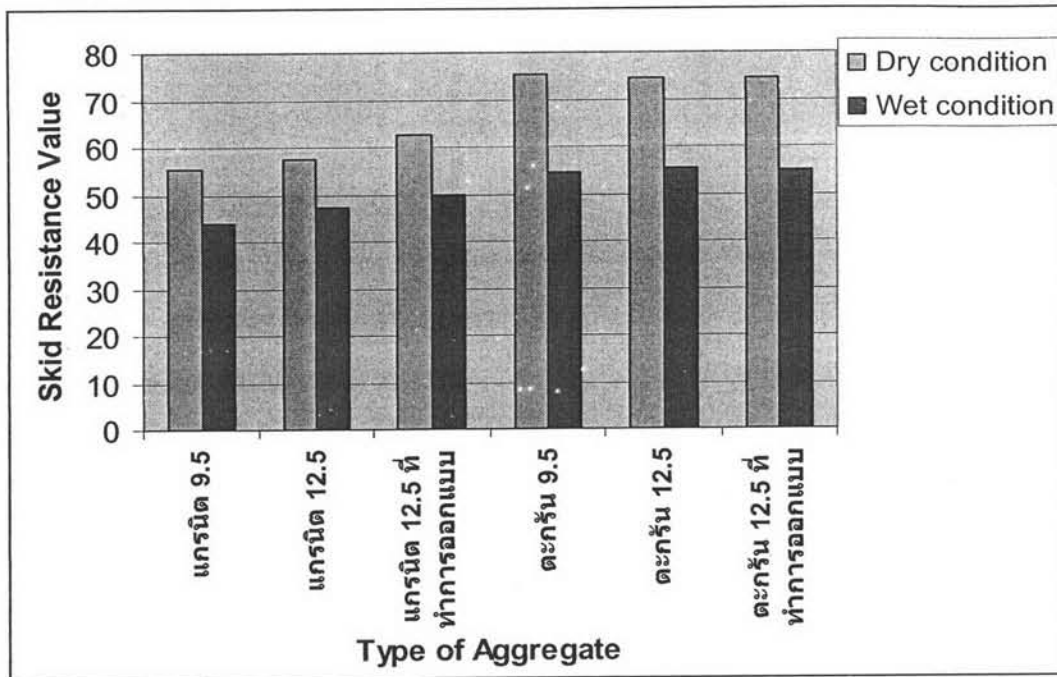
รูปที่ 4.12 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าการยุบตัวสะสม

ที่มา: ค่าการยุบตัวสะสมของ Dense Grade จากวิทยานิพนธ์เรื่องการประยุกต์เทคนิคโฟมแอสฟัลต์มาใช้ในการนำวัสดุชั้นทางเก่ากลับมาใช้งานใหม่ในประเทศไทย โดย นายวรภัทร เกตุนุติ

4.3.3 การทดสอบทดสอบหาความต้านทานแรงเสียดทาน (Skid Resistance)

ความต้านทานแรงเสียดทานของพื้นผิว (Skid Resistance) มีความสำคัญมากต่อความปลอดภัยในการขับขี่ นั่นคือ ผิวจราจรที่มีความต้านทานแรงเสียดทานสูงก็จะมีความปลอดภัยในการขับขี่มากกว่าผิวจราจรที่มีความต้านทานแรงเสียดทานต่ำ

จากรูปที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าค่าความต้านทานแรงเสียดทานของสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ใช้หินแกรนิตและตะกรันเตาหลอมเป็นวัสดุผสมรวม ซึ่งได้ทำการทดสอบกับขนาดคละทั้ง 3 ชนิดพบว่าวัสดุผสมรวมตะกรันเตาหลอมมีค่าความต้านทานแรงเสียดทานมากกว่าหินแกรนิตทั้งในสภาวะแห้งและเปียก



รูปที่ 4.13 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าความต้านทานแรงเสียดทาน (Skid Resistance)

4.3.4 การทดสอบการหลุดลอก (Stripping test)

ในการศึกษานี้ จะทำการทดสอบการหลุดลอก (Stripping test) ของส่วนผสมสโตนแมสติกแอสฟัลต์ โดยวิธีการหาค่าดัชนีความแข็งแรง (Strength Index) โดยทั่วไปค่าดัชนีความแข็งแรง ควรมีค่ามากกว่า 75% จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าค่าดัชนีความแข็งแรงของส่วนผสมสโตนแมสติกแอสฟัลต์ที่ใช้วัสดุผสมรวมทั้ง 2 ชนิด มีค่ามากกว่า 75% ทั้งสิ้น

ตารางที่ 4.2 ผลทดสอบการหลุดลอก

ประเภทของวัสดุผสมรวม	ประเภทขนาดคละ การออกแบบ	Strength Index
หินแกรนิต	SMA NCHRP Project 9.5 mm	92.7
	SMA NCHRP Project 12.5 mm	86.3
	SMA ที่ออกแบบใหม่ 12.5 mm	96.0
ตะกรันเตาหลอม	SMA NCHRP Project 9.5 mm	80.2
	SMA NCHRP Project 12.5 mm	91.3
	SMA ที่ออกแบบใหม่ 12.5 mm	91.4