



การศึกษาคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตผสมด้วยเศษถุงพลาสติกเหลือใช้

A study of property of asphalt concrete mixture with waste plastic bag

ธเนศ เสถียรนาม^{*1)} วิชดา เสถียรนาม¹⁾ พงษ์พันธ์ แทนเกษม²⁾ กิตติศักดิ์ ครองบุญ¹⁾ ธนกฤต ธรรมรักษาเจริญ¹⁾ และ ศราวุฒิ คีรีวงษ์¹⁾

Thaned Satiennam^{*1)} Wichuda Satiennam¹⁾ Pongpan Tankasem²⁾ Kittisak Krongboon¹⁾
Tanakit Tamraksajaroen¹⁾ and Sarawut Keereewong¹⁾

¹⁾ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

¹⁾Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002

²⁾ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น 40000

²⁾Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, North Eastern University, Khon Kaen, Thailand, 40000

Received September 2012

Accepted January 2013

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมด้วยเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ การทดลองจะแบ่งก่อนตัวอย่าง ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มก่อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต กำหนดค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ (4%, 5%, 6%, 8% โดยมวลของมวลรวม) 2) กลุ่มก่อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้เพิ่ม (4%, 6%, 8% โดยมวลของมวลรวม) รวมก่อนตัวอย่างทั้งหมด 39 ก่อน โดยก่อนตัวอย่างถูกเตรียมและทดลองเพื่อหาคุณสมบัติต่างๆ โดยวิธี Marshall และตามมาตรฐานกรมทางหลวง ผลการศึกษาพบว่า เมื่อนำเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ผสมกับแอสฟัลต์คอนกรีต ทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมีกำลังรับน้ำหนักมากขึ้น (Stability) มีความหนาแน่นน้อยลง (Density) และเป็นการเพิ่มปริมาตรของแอสฟัลต์คอนกรีต แต่มีช่องว่างอากาศ (Air voids) มากขึ้น ดังนั้น สามารถนำเศษถุงพลาสติกเหลือใช้มาผสมกับแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อก่อสร้างอุปกรณ์ควบคุมการจราจรบนผิวทางที่ต้องการกำลังรับน้ำหนักได้มากแต่ไม่ต้องการความคงทนมากนัก เช่น ลูกเนินชะลอความเร็ว ซึ่งการนำเศษถุงพลาสติกเหลือใช้มาผสมเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง รวมทั้งเป็นการนำวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อไป

คำสำคัญ : แอสฟัลต์คอนกรีต เศษถุงพลาสติกเหลือใช้ วิธีมาร์แชลล์

*Corresponding author. Tel.: +66-4320-2847 ; fax: +66-4320-2847

Email address: sthaned@kku.ac.th

Abstract

The objective of this research is to study the property of the asphalt concrete mixture with used plastic bag. The laboratory test was performed by categorizing the mixing samplers into 2 groups; 1) asphalt concrete with various asphalt cement volumes (4%, 5%, 6%, 8% by mass of aggregate) and 2) asphalt concrete mixture with the waste plastic bag contents (4%, 6%, 8% by mass of mix). The total of mixing samplers was 39 samplers. The mixing samplers were prepared and tested in accordance with the Marshall method and the standard of Department of Highways. The study results show that the asphalt concrete mixing with waste plastic bag provided higher stability, lower density, and more volume but excessively higher air voids. It can be applied to construct the on-road surface traffic device that does not require high durability. It can save construction cost and the waste plastic bag can be reused.

Keywords : Asphalt concrete, Waste plastic bag, Marshall method

1. บทนำ

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาวัสดุก่อสร้างถนน เพื่อเป็นวัสดุทางเลือกมาทดแทนวัสดุก่อสร้างเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันซึ่งร่อยหรอลงไป และรวมทั้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของถนน ลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างถนน และลดปัญหามลพิษในการก่อสร้างถนน เช่น การศึกษานำยางธรรมชาติผสมกับยางแอสฟัลต์เป็นสารผสมเพิ่ม [1] การศึกษานำยางพาราแผ่นรมควันมาปรับปรุงคุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีต [2] การศึกษานำหินแกรนิตผสมในแอสฟัลต์คอนกรีต [3] และงานวิจัยที่ศึกษานำวัสดุใช้แล้วหรือเหลือใช้กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เช่น การศึกษานำยางรถยนต์เก่ามาผสมกับแอสฟัลต์ซีเมนต์ [4-7] การศึกษานำหลังค้ายางมะตอยผสมไฟเบอร์กลาสเก่ามาผสมกับแอสฟัลต์คอนกรีต [8] การศึกษานำโพลีเอทิลีนรีไซเคิลผสมในคอนกรีตแอสฟัลต์ [9] การศึกษาการใช้ผ้าใบไทรคอร์ดเก่าในแอสฟัลต์คอนกรีต [10] การศึกษานำเก้าอี้เหล็กในแท่นมวลรวมละเอียดในแอสฟัลต์คอนกรีต [11] การศึกษาผสมเศษหินคลุกกับซีเมนต์เพื่อใช้ในผิวทางแบบยืดหยุ่น [12] การศึกษาปรับปรุงคุณสมบัติการดินขาวเพื่อใช้เป็นวัสดุชั้นทาง [13]

เป็นต้น แต่ยังไม่มียานวิจัยที่ศึกษาการนำเศษถุงพลาสติกเหลือใช้มาผสมในแอสฟัลต์คอนกรีต

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้นในการนำเศษถุงพลาสติกเหลือใช้มาผสมในแอสฟัลต์คอนกรีต เพื่อทำหน้าที่ช่วยยางแอสฟัลต์ยึดเกาะวัสดุมวลรวม และเป็นการลดการใช้ยางแอสฟัลต์รวมทั้งเป็นการนำเศษถุงพลาสติกเหลือใช้มาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาคูสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้เพิ่ม การทดลองแบ่งกลุ่มตัวอย่างส่วนผสมออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มตัวอย่างส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้เพิ่ม เพื่อหาปริมาณยางแอสฟัลต์ที่เหมาะสมที่สุด และใช้เป็นค่ามาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบ
2. กลุ่มตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้เพิ่ม

โดยก่อนตัวอย่างทั้งหมด ถูกเตรียมและทดลองเพื่อหาคุณสมบัติต่างๆ โดยวิธีมาร์แชลล์ (Marshall Method) [14] ตามมาตรฐานของกรมทางหลวง [15] ผลการทดลองของก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ ถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองของก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้เพิ่ม

2.1 อัตราส่วนผสม

2.1.1 มวลรวม (Aggregate)

งานวิจัยนี้ใช้อัตราส่วนผสมมวลรวมที่ออกแบบโดยกรมทางหลวง [15] เพื่อให้ได้ขนาดคละตามมาตรฐานที่กรมทางหลวงกำหนดไว้ดังนี้ หินฝุ่น = 44 %, หิน 3/8 นิ้ว = 24 %, หิน 1/2 นิ้ว = 15 % และหิน 3/4 นิ้ว = 17 %

2.1.2 ยางแอสฟัลต์ (Asphalt cement)

งานวิจัยนี้ใช้ยางเกรด 60-70 และใช้ผสมแอสฟัลต์คอนกรีตตามปริมาณที่มาตรฐานตามที่กรมทางหลวงกำหนด [15] โดยการทดลองกำหนดค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ %AC = 4%, 5%, 6%, 8% โดยมวลของมวลรวม (Mass of aggregate) เพื่อหาค่าอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด

2.1.3 ถุงพลาสติกเหลือใช้ (Waste plastic bag)

งานวิจัยนี้ใช้เศษถุงพลาสติกเหลือใช้ทั่วไป ซึ่งเป็นพลาสติกชนิด LDPE (Low density poly ethylene) โดยตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ (ประมาณ 1-2 ตารางเซนติเมตร) โดยกำหนดปริมาณพลาสติกเป็นส่วนผสมเพิ่มคิดเป็น %PL = 4%, 6%, 8% โดยมวลของส่วนผสมทั้งหมด

2.2 การเตรียมตัวอย่างทดลอง

2.2.1 จำนวนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต

จากการกำหนดค่าปริมาณยางแอสฟัลต์ (%AC = 4%, 5%, 6%, 8% โดยมวลของมวลรวม) แต่ละค่าปริมาณยางใช้ทำก้อนตัวอย่าง 3 ก้อน รวมได้ก้อนตัวอย่างเป็น 12 ก้อน

2.2.2 จำนวนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตผสม

เพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้

จากการกำหนดปริมาณเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ (%PL = 4%, 6%, 8%) และปริมาณยางแอสฟัลต์ (%AC = 4%, 6%, 8% โดยมวลของส่วนผสมทั้งหมด) ส่วนผสมที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด 9 ส่วนผสม โดยแต่ละส่วนผสมจะผสมทำก้อนตัวอย่าง 3 ก้อน รวมได้ก้อนตัวอย่างเป็น 27 ก้อน

ดังนั้น เตรียมก้อนตัวอย่างทั้งหมดรวม 39 ก้อน

2.2.3 อุณหภูมิผสม

การผสมส่วนผสมต้องให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิตามที่กำหนด การผสมแอสฟัลต์คอนกรีตใช้อุณหภูมิประมาณ 150 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐานของกรมทางหลวง [15]

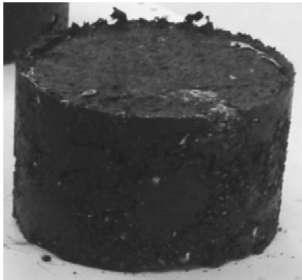
แต่สำหรับการผสมแอสฟัลต์คอนกรีตผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ เริ่มจากผสมแอสฟัลต์คอนกรีตที่อุณหภูมิประมาณ 150 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นปรับอุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 115 องศาเซลเซียส แล้วจึงโรยเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ลงบนส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีตเพื่อผสมเป็นส่วนผสมสุดท้ายแสดงดังรูปที่ 1 เพื่อเป็นการป้องกันเศษถุงพลาสติกติดไฟลุกไหม้ เนื่องจากเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ที่นำมาผสมมีอุณหภูมิหลอมเหลวที่ประมาณ 120 องศาเซลเซียส ถ้าผสมที่อุณหภูมิมาตรฐานจะทำให้พลาสติกติดไฟลุกไหม้ได้



รูปที่ 1 การผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ในแอสฟัลต์คอนกรีต

2.2.4 การบดอัดก้อนตัวอย่าง

เมื่อส่วนผสมถูกผสมจนเข้ากันแล้ว ถูกเทลงในแบบหล่อและบดอัดด้านละ 75 ครั้ง ตามมาตรฐานของกรมทางหลวง [15] ก้อนตัวอย่างหลังจากบดอัดเสร็จสิ้นและถูกดันออกจากแบบหล่อแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ก้อนตัวอย่างหลังจากดันออกจากแบบหล่อ

เมื่อขยายภาพของก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตผสมเพิ่มเศษงูพลาสติกเหลือใช้ พบว่าเศษงูพลาสติกเหลือใช้หลอมละลาย แต่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกับยางแอสฟัลต์ เข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างยางแอสฟัลต์และมวลรวมแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพขยายแสดงเศษงูพลาสติกแทรกตัวอยู่ระหว่างยางแอสฟัลต์และมวลรวม

2.3 การทดสอบก้อนตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ทดสอบคุณสมบัติของก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธี Marshall [14] และตามมาตรฐานของกรมทางหลวง [15] โดยค่าการทดสอบที่ได้ทั้งหมดรวมทั้ง Density (g/ml), Stability (lb), Flow (0.01 in),

Air Voids (%), Voids in Mineral Aggregate or VMA (%), และ Stability/Flow (lb/0.01 in) ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีตตามมาตรฐานของกรมทางหลวง [15] แสดงดังตารางที่ 1 โดยกำหนดให้ออกแบบสำหรับชั้นทางประเภท Wearing Course 9.5 มม. ซึ่งเป็นชั้นทางที่ต้องการแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุด

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดในการออกแบบแอสฟัลต์คอนกรีต

รายการ	ชั้นทางประเภท
	Wearing Course 9.5 มม.
Blows	75
Stability	1,800 lb
Flow	8 – 16 (0.01 in)
Air Voids	3 – 5 %
Min. VMA	15 %
Min. Stability/Flow	160 (lb/0.01 in)

แหล่งที่มา: กรมทางหลวง

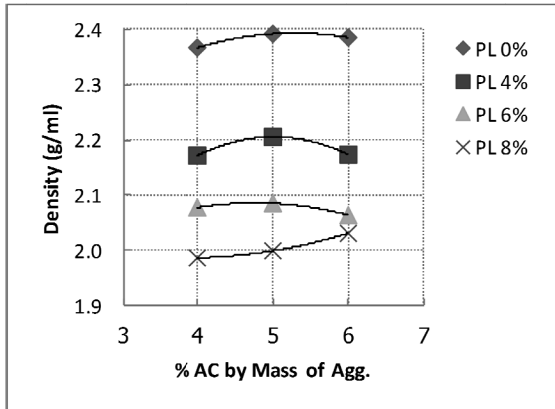
3. ผลการวิจัยและการอภิปราย

ผลการทดสอบก้อนตัวอย่างและการอภิปรายผลการเปรียบเทียบค่าการทดสอบของก้อนตัวอย่าง 2 กลุ่มแสดงตามแต่ละค่าการทดสอบดังนี้

3.1 ผลการทดสอบค่า Density

ผลการทดสอบค่า Density ของกลุ่มก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเพิ่มเศษงูพลาสติกเหลือใช้และแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเพิ่มเศษงูพลาสติกเหลือใช้แสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งพบว่า ก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตผสมเพิ่มเศษงูพลาสติกเหลือใช้ (%PL = 4%, 6%, และ 8%) มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นน้อยกว่าก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเพิ่มเศษงูพลาสติกเหลือใช้ (%PL = 0%) และค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของก้อนตัวอย่างจะยิ่งน้อยลงเมื่อผสมเศษงูพลาสติกเหลือใช้มากขึ้นเนื่องจากชั้นเศษงูพลาสติกเหลือใช้มีน้ำหนักน้อยกว่า

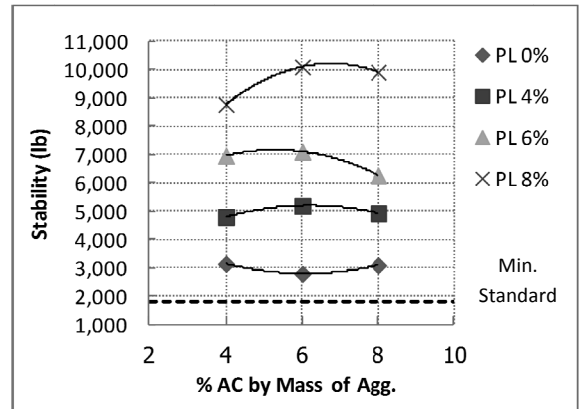
ยางแอสฟัลต์ และทำหน้าที่แทรกอยู่ระหว่างยางแอสฟัลต์ และก้อนมวลรวมทำให้มีช่องว่างอากาศในก้อนตัวอย่างมากขึ้น ส่งผลก้อนตัวอย่างเบาขึ้นและมีปริมาตรมากขึ้นด้วย



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบค่า Density

3.2 ผลการทดสอบค่า Stability

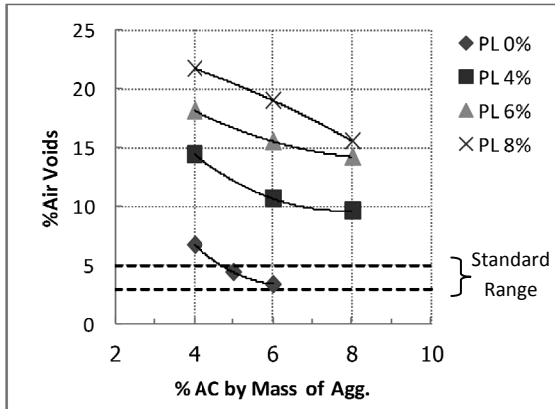
ผลการทดสอบค่า Stability ของกลุ่มก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ และแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ แสดงดังรูปที่ 5 ซึ่งพบว่า ก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตทั้งหมดทั้งผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ (%PL = 4%, 6%, และ 8%) และไม่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ (%PL = 0%) มีค่าเฉลี่ย Stability สูงกว่า 1,800 ปอนด์ (Min. standard) ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่กรมทางหลวงกำหนดไว้ แต่ก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ มีค่าเฉลี่ย Stability สูงกว่าก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ โดยค่าเฉลี่ย Stability จะยิ่งมากขึ้นเมื่อผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้เพิ่มขึ้น เนื่องจากพลาสติกที่แทรกอยู่ในส่วนผสมที่มากขึ้นอาจช่วยต้านทานการเสียรูปของก้อนตัวอย่างเนื่องจากแรงดึง ทำให้ได้ค่า Stability ที่มากขึ้น



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบค่า Stability

3.3 ผลการทดสอบค่า %Air voids

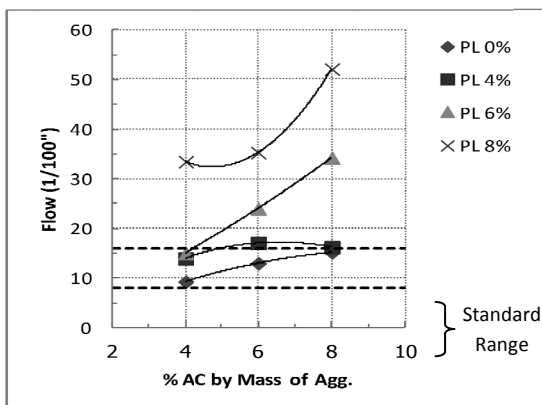
ผลการทดสอบค่า %Air voids ของกลุ่มก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ และแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ แสดงดังรูปที่ 6 ก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ (%PL = 0%) ที่ผสมปริมาณยางแอสฟัลต์ %AC = 5%, 6% โดยมีมวลของมวลรวม มีค่า %Air voids อยู่ในช่วง 3 - 5% ตามที่มาตรฐานกรมทางหลวงกำหนด แต่ก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ (%PL = 4%, 6% และ 8%) มีค่าเฉลี่ย %Air voids สูงกว่าค่ามาตรฐาน และค่า %Air voids จะมากขึ้นเมื่อผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้เพิ่มขึ้น เนื่องจากเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ที่ผสมเพิ่ม (ซึ่งไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับยางแอสฟัลต์) เข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างยางแอสฟัลต์และมวลรวมทำให้มีช่องว่างอากาศในก้อนตัวอย่างมากขึ้น และอุณหภูมิผสมก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต (115 องศาเซลเซียส) ต่ำกว่าค่ามาตรฐานทั่วไป (159±8 องศาเซลเซียส) ทำให้มีช่องว่างอากาศมากขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับค่า Density คือ เมื่อค่า %Air voids ของก้อนตัวอย่างมากขึ้น ค่า Density จะลดลง



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบค่า %Air Voids

3.4 ผลการทดสอบค่า Flow

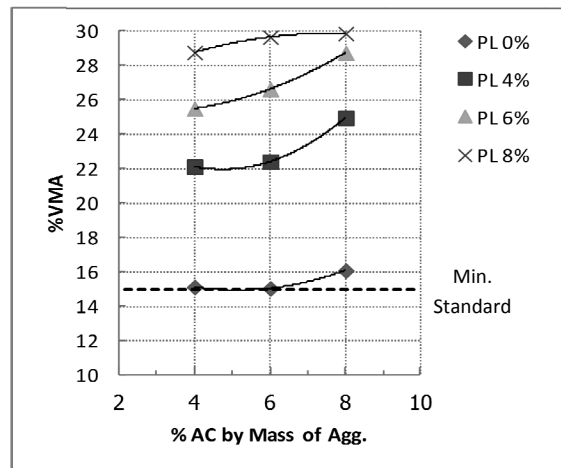
ผลการทดสอบค่า Flow ของกลุ่มก้อนตัวอย่าง แอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ และแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ แสดงดังรูปที่ 7 ก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสม เศษถุงพลาสติกเหลือใช้ (%PL = 0%) มีค่าเฉลี่ย Flow อยู่ในช่วง 8 – 16 (0.01 นิ้ว) ตามที่มาตรฐานกรมทางหลวง กำหนด แต่ก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตผสมเพิ่มเศษ ถุงพลาสติกเหลือใช้ มีค่าเฉลี่ย Flow สูงกว่าค่ามาตรฐาน และค่า Flow จะมากขึ้นเมื่อผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ เพิ่มขึ้น เนื่องจากเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ผสมเพิ่ม ซึ่งไม่ ละลายเป็นเนื้อเดียวกับยางแอสฟัลต์) เข้าไปแทรกตัวอยู่ ระหว่างยางแอสฟัลต์และมวลรวมมีการยึดตัวได้มากกว่า ยางแอสฟัลต์เมื่อมีแรงดึงมากกระทำ



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบค่า Flow

3.5 ผลการทดสอบค่า %VMA

ผลการทดสอบค่า %VMA ของกลุ่มก้อนตัวอย่าง แอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ และแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ แสดงดังรูปที่ 8 ก้อนตัวอย่างทั้งหมดทั้งก้อนแอสฟัลต์ คอนกรีตที่ไม่ผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ (%PL = 0%) และก้อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตผสมเพิ่มเศษ ถุงพลาสติกเหลือใช้ (%PL = 4%, 6%, และ 8%) มีค่า %VMA สูงกว่า 15 % (Min. standard) ซึ่งเป็นค่า มาตรฐานที่กรมทางหลวงกำหนดไว้ และค่า %VMA จะ มากขึ้นเมื่อผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้มากขึ้น เนื่องจาก พลาสติกที่ผสมเพิ่มมากขึ้น (ซึ่งไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับ ยางแอสฟัลต์) เข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างยางแอสฟัลต์ และมวลรวมมากขึ้น ซึ่งทำให้ปริมาตรของยางแอสฟัลต์ และเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ที่แทรกอยู่ระหว่างมวลรวม มากขึ้น ส่งผลให้คอนกรีตแอสฟัลต์มีความคงทนและมี อายุในการใช้งานที่นานขึ้น

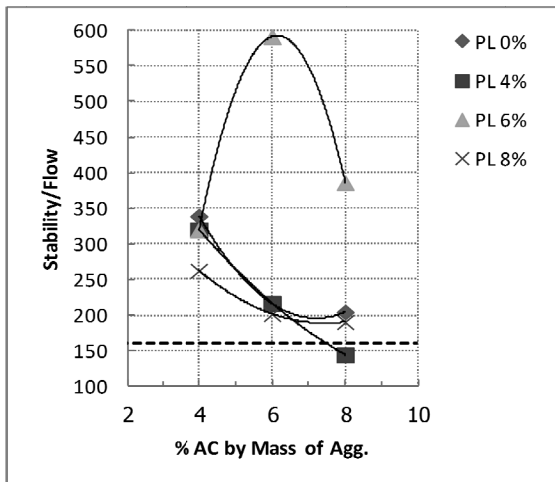


รูปที่ 8 การเปรียบเทียบค่า %VMA

3.6 ผลการคำนวณค่า Stability/Flow

ผลการคำนวณค่า Stability/Flow ของกลุ่มก้อน ตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติก เหลือใช้ และแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติก

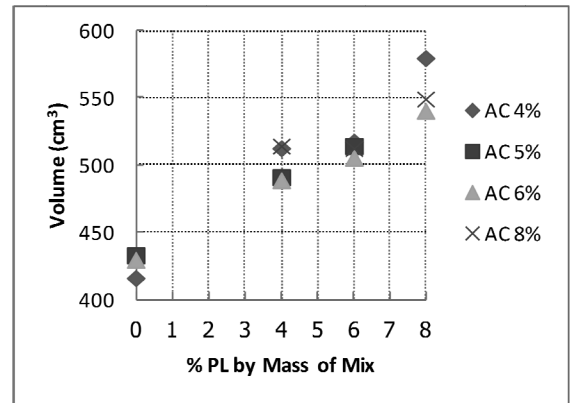
เหลือใช้ แสดงดังรูปที่ 9 ก่อนตัวอย่างเกือบทั้งหมดทั้ง ก่อนแอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ (%PL = 0%) และก่อนตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตผสม เศษถุงพลาสติกเหลือใช้ (%PL = 4%, 6%, และ 8%) มีค่า Stability/Flow สูงกว่า 160 ปอนด์/0.01 นิ้ว (Min. standard) ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่กรมทางหลวงกำหนดไว้



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบค่า Stability/Flow

3.7 ผลการคำนวณค่า Volume

ผลการคำนวณค่า Volume ของกลุ่มก่อนตัวอย่าง แอสฟัลต์คอนกรีตที่ไม่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ และแอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมเพิ่มเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ แสดงดังรูปที่ 10 เมื่อผสมเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ใน แอสฟัลต์คอนกรีตในปริมาณ 4%-8% โดยมวลของ ส่วนผสมทั้งหมดสามารถเพิ่มปริมาตรของแอสฟัลต์ คอนกรีตได้ 15%-30% เนื่องจาก ชิ้นส่วนถุงพลาสติกที่ ผสมเพิ่มมากขึ้น (หลอมละลายแต่ไม่ผสมเป็นเนื้อ เดียวกับยางแอสฟัลต์) เข้าไปแทรกตัวอยู่ระหว่างยาง แอสฟัลต์และมวลรวมมากขึ้น ทำให้แอสฟัลต์คอนกรีตมี ปริมาตรมากขึ้น



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบค่า Volume

4. สรุปและประเด็นวิจัยต่อเนื่อง

จากการศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้น เมื่อนำเศษ ถุงพลาสติกเหลือใช้ผสมกับแอสฟัลต์คอนกรีตพบว่า แอสฟัลต์คอนกรีตมีคุณสมบัติที่ดีขึ้นดังนี้ คือ มีกำลังรับ น้ำหนักมาก (Stability) ขึ้น มีความหนาแน่น (Density) น้อยลง และเป็นการเพิ่มปริมาตรของแอสฟัลต์คอนกรีต แต่มีคุณสมบัติที่ด้อยลง คือ มีช่องว่างอากาศ (Air voids) มากขึ้นทำให้น้ำและอากาศสามารถแทรกเข้าไปในเนื้อ ของแอสฟัลต์คอนกรีตได้มากขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้ความ คงทน (Durability) ของแอสฟัลต์คอนกรีตลดลง ดังนั้น เศษถุงพลาสติกเหลือใช้สามารถนำมาผสมในแอสฟัลต์ คอนกรีตในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อก่อสร้างอุปกรณ์ ควบคุมการจราจรบนผิวทางซึ่งไม่ต้องความคงทนมาก เช่น ลูกเนินชะลอความเร็ว (Speed hump) ซึ่งเป็นการ ประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง รวมทั้งเป็นการนำเศษ ถุงพลาสติกเหลือใช้มาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อไป แต่ไม่ควร นำมาใช้ก่อสร้างชั้นผิวจราจรแบบแอสฟัลต์

ในอนาคต คณะวิจัยจะดำเนินการวิจัยต่อเนื่องเพื่อหา ปริมาณเศษถุงพลาสติกเหลือใช้ที่เหมาะสมเพื่อผสมเพิ่ม ในแอสฟัลต์คอนกรีตที่มีคุณสมบัติผ่านมาตรฐานกรมทาง หลวง เพื่อนำไปใช้ก่อสร้างชั้นผิวทางของถนนได้ รวมทั้ง หาวิธีการผสมหรือสารผสมเพิ่มที่สามารถลดปริมาตรของ ช่องว่างอากาศในคอนกรีตแอสฟัลต์ลง

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักทางหลวงที่ 5 ศูนย์
สร้างทางขอนแก่น กรมทางหลวง ที่ให้คำแนะนำและ
ความอนุเคราะห์ให้ใช้เครื่องมือทดสอบแอสฟัลต์คอนกรีต
แบบวิธี Marshall

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Tantiworawit N. Properties of asphalt concrete mixtures with and without natural rubber as additives [Thesis]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2003. (In Thai).
- [2] Petcharat S, Kongsuwan S, Chukaruwong P, Amornrat J, Poonsri N, Siriyos P. A feasibility study of asphalt concrete mixture with rib smoke sheet. Proceedings of the 2nd National Transport Conference; 26 November 2004; The Twin Towers Hotel, Bangkok: 2004. (In Thai).
- [3] Juntarachot K, Sonwong P. Permanent deformation resistance and other engineering properties of asphalt concrete mixtures using granite aggregates. KU Eng J. 2009; 67: 68-80. (In Thai).
- [4] Kunthawethep C, Witayakul W. Improvement of asphalt concrete surface by adding used tire rubber in asphalt cement pen. 60/70. In: Proceedings of 34th Kasetsart University Annual Conference; Bangkok, Thailand; 1996, p. 142-146. (In Thai).
- [5] Poonsawat T. A comparative study of property of normal asphalt and asphalt mixtures with recycled tire rubber using wet and dry Process [bachelor project assignment report]. Bangkok: Kasetsart University; 2001. (In Thai).
- [6] Suttalak C, Penchan Y. A study of asphalt cement mixture with recycled tire rubber [Bachelor project assignment report]. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2009. (In Thai).
- [7] Cao W. Study on properties of recycled tire rubber modified asphalt mixtures using dry process. Constr Build Mater. 2007; 21: 1011-1015.
- [8] Abdulshafi O, Kedzierski B, Fitch M, Muhktar H. Evaluation of the benefits of adding waste fiberglass roofing shingles to hot-mix asphalt. Final Report. Alexandria, VA: National Technical Information Service (USA); 1997. Report No.: FHWA/OH-97/006.
- [9] Boonchum J, Witayakul W. An investigation in properties of modified asphalt concrete with recycled low density polyethylene. KU Eng J. 2002; 45: 146-154. (In Thai).
- [10] Puengdaeng N. Study of using waste tire cord fabric in asphalt concrete. Proceedings of 44th Kasetsart University Annual Conference; Bangkok, Thailand; 2006, p. 266-275. (In Thai).
- [11] Puengdaeng N, Witayakul W. A study of using lignite bottom ash to replace fine aggregate in asphalt concrete. KU Eng J. 2002; 48: 115-129. (In Thai).
- [12] Puengdaeng N, Witayakul W. A study of using lignite bottom ash to replace fine aggregate in asphalt concrete. KU Eng J. 2002; 48: 115-129. (In Thai).

- [13] Boonsung A. Stabilization industrial waste of kaolin for road material. KKU Eng J. 2012; 39(1): 47-57. (In Thai).
- [14] Puengdaeng N. Highway Materials Testing, 1st ed. Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan) Publishing; 2007. (In Thai).
- [15] Department Of Highways (DOH). Asphalt concrete (Standard No. DH-S 408/253), Department of Highways, Thailand; 1989. (In Thai).