อิฐบล็อกทางเท้าจากยางมะตอยและถุงพลาสติก ตามมาตรฐานแอสฟัลต์ติกคอนกรีต โดยวิธี Marshall

Asphalt and Plastic Bag Pavement Blocks according to the Asphalt Concrete Standards by Marshall Method

กิติศักดิ์ กาญจนันท์[1] ไชยยา ขุนวิเศษ[2] อภิชา หนูพันธ์[3]
Kitisak Kanjanun[1] Chaiya Khunviset[2] Apicha Nupan[3]

[1] แผนกวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคสตูล จังหวัดสตูล 91000
Department of Building Construction, Satun Technical College, Satun 91000
[2] ภาควิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
Department of Building Construction, Hat Yai Technical College, Songkhla 90110
[3] ภาควิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
Department of Civil Technology, Hat Yai Technical College, Songkhla 90110
[2] Corresponding Author: E-mail kchaiya@htc.ac.th
Received: 1 November 2024; Revised: 30 November 2024; Accepted: 19 December 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างยางมะตอยและถุงพลาสติกที่มีผลต่อคุณภาพของอิฐบล็อกทางเท้าตามมาตรฐานแอสฟัลต์คอนกรีต โดยใช้วิธีการทดสอบ Marshall การศึกษานี้มุ่งเน้นการหาสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อทดแทนยางมะตอย 5% ด้วยการใช้ถุงพลาสติกในอัตราส่วน 3:1 และ 1:1 จากวัสดุมวลรวม 1,200 กรัม ซึ่งประกอบด้วยหินฝุ่น หินขนาด 3/8 นิ้ว หินขนาด 1/2 นิ้ว หินขนาด 3/4 นิ้ว และยางมะตอย หลังจากขึ้นรูปอิฐบล็อกตามมาตรฐานแล้วจึงนำมาทดสอบตามวิธี Marshall ผลการทดสอบพบว่าอิฐบล็อกที่ใช้อัตราส่วนยางมะตอยต่อถุงพลาสติกทั้งสองแบบ มีค่าปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Effective Asphalt) เท่ากับ 5 และค่าความถ่วงจำเพาะรวม (Bulk Specific Gravity) ร้อยละปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Percent Total Volume of Effective Asphalt) และค่าช่องว่างอากาศที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ (Voids filled with bitumen, V.F.B) พบว่าอิฐบล็อกที่มีอัตราส่วน 3:1 มีค่ามากกว่าและใกล้เคียงกับมาตรฐาน ในขณะที่อัตราส่วน 1:1 มีค่า Air Void และ Voids in Mineral Aggregate (V.M.A) น้อยกว่าและใกล้เคียงกับมาตรฐานมากกว่า ดังนั้น การเติมพลาสติกในปริมาณเล็กน้อยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณแอสฟัลต์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าพลาสติกสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมได้โดยไม่กระทบต่อคุณสมบัติทางกลหรือทางกายภาพของวัสดุ

คำสำคัญ : อิฐบล็อกทางเท้า ยางมะตอย ถุงพลาสติก

Abstract

The study on the ratio of asphalt and plastic bags affecting the quality of pavement blocks according to the asphalt concrete standard by Marshall method focused on finding the appropriate ratio for replacing 5% asphalt by using plastic bags in two ratios, i.e., 3:1 and 1:1 of 1,200 grams of aggregates consisting of different sizes of stone dust, i.e., 3/8” stone, 1/2" stone, 3/4” stone, and asphalt. After forming the pavement blocks based on the standard, they were then tested according to the Marshall method. It was found that the pavement blocks using both types of asphalt and plastic bag ratios had an effective asphalt volume of 5, a total specific gravity, a percentage of effective asphalt volume, and a value of air voids replaced by asphalt (voids filled with bitumen, V.F.B). The test showed that the pavement blocks with the ratio of 3:1 yielded higher values and were close to the standard while the ratio of 1:1 yielded lower values of air void and voids in mineral aggregates (V.M.A) and were closer to the standard. Thus, the study revealed that plastic bags can be used as mixtures without affecting the mechanical or physical properties of the materials.

Keywords : pavement bricks, asphalt, plastic bag

1. บทนำ

ปัญหาขยะพลาสติกและการจัดการขยะเป็นประเด็นสำคัญระดับโลกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชาชน ประเทศไทยเองก็เผชิญกับปัญหานี้อย่างหนัก โดยในปี พ.ศ. 2562 มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 28.71 ล้านตัน และมีขยะพลาสติกประมาณ 2 ล้านตันต่อปี [1] ซึ่งส่วนใหญ่เป็นถุงพลาสติกและบรรจุภัณฑ์อาหาร การจัดการขยะพลาสติกอย่างไม่เหมาะสมนำไปสู่ปัญหามลพิษทางทะเลและการปนเปื้อนในระบบนิเวศ ในขณะเดียวกัน การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในประเทศไทยมีความต้องการวัสดุก่อสร้างจำนวนมาก โดยเฉพาะในงานทางการนำขยะพลาสติกมาใช้ประโยชน์ในงานก่อสร้างจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาขยะพลาสติกและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การนำขยะพลาสติกมาใช้เป็นส่วนผสมในแอสฟัลต์คอนกรีต พบว่า สามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุได้ในระดับชุมชน [2] การพัฒนาอิฐบล็อกทางเท้าที่ใช้ถุงพลาสติกเป็นส่วนผสมจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการจัดการขยะพลาสติกและสร้างมูลค่าเพิ่ม โดยเฉพาะในพื้นที่ชุมชนเมืองที่มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างต่อเนื่อง ที่ศึกษาการนำขยะพลาสติกมาใช้ในการผลิตบล็อกประสาน ในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อลดส่วนผสมทำให้ว่าสามารถลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ได้ [3] การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างยางมะตอย และถุงพลาสติกเพื่อผลิตอิฐบล็อกทางเท้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐานแอสฟัลต์ติกคอนกรีต โดยใช้วิธี Marshall ในการทดสอบ ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับในการออกแบบส่วนผสมแอสฟัลต์คอนกรีต [4] ผลการศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ช่วยลดปัญหาขยะพลาสติกและสนับสนุนการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพในชุมชน นอกจากนี้ การนำถุงพลาสติกมาใช้ในการผลิตอิฐบล็อกทางเท้ายังสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ซึ่งเป็นโมเดลเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและลดของเสีย [5] การศึกษานี้จึงมีความสำคัญในการสนับสนุน

นโยบายการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทย โดยเฉพาะในด้านการจัดการขยะและการพัฒนาเมือง การทดลองในครั้งนี้จะใช้อัต และทางกลของอิฐบล็อกทางเท้า โดยจะทำการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบแอสฟัลต์ติกคอนกรีตด้วยวิธี Marshall [6] ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล ผลการศึกษาจะช่วยให้เข้าใจถึงความเป็นไปได้ในการนำถุงพลาสติกมาใช้ทดแทนวัสดุดั้งเดิมในการผลิตอิฐบล็อกทางเท้า และอาจนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต

การศึกษานี้ยังสอดคล้องกับโมเดลเศรษฐกิจ BCG (Bio-Circular-Green Economy) ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย [7] โดยมุ่งเน้นการสร้างสมดุลระหว่างการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม การนำขยะพลาสติกมาใช้ในการผลิตอิฐบล็อกทางเท้าสอดคล้องกับแนวคิด BCG ดังนี้

1) ด้านเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio Economy) : แม้ว่าพลาสติกไม่ใช่วัสดุชีวภาพโดยตรง แต่การนำมาใช้ซ้ำในรูปแบบใหม่เป็นการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานในการผลิตวัสดุใหม่

2) ด้านเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) : การนำขยะพลาสติกกลับมาใช้ประโยชน์เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับขยะ และลดปริมาณขยะที่ต้องกำจัด สอดคล้องกับหลักการ 3R (Reduce, Reuse, Recycle) [8]

3) ด้านเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) : การพัฒนาอิฐบล็อกทางเท้าที่ใช้พลาสติกรีไซเคิล เป็นส่วนผสมเป็นการสร้างนวัตกรรมสีเขียว ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน

นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) ขององค์การสหประชาชาติ โดยเฉพาะเป้าหมายที่ 11 เมือง และถิ่นฐานมนุษย์อย่างยั่งยืน และเป้าหมายที่ 12 การผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน [8] ซึ่งเน้นการจัดการของเสียและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้ การศึกษาอัตราส่วนผสมของยางมะตอยต่อถุงพลาสติกในการผลิตอิฐบล็อกทางเท้า จึงไม่เพียงแต่เป็นการแก้ปัญหาขยะพลาสติกเท่านั้น แต่ยังเป็นการสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจแบบ BCG และการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทยอีกด้วย ผลการศึกษานี้จะเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนานวัตกรรมวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และอาจนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของยางมะตอยต่อถุงพลาสติกที่มีผลต่อคุณภาพของอิฐบล็อกทางเท้าตามมาตรฐานทดลองแอสฟัลต์ติกคอนกรีต โดยวิธี Marshall

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

1) เตรียมวัสดุมวลรวมสำหรับทำอิฐบล็อกทางเท้าตามมาตรฐานทดลองแอสฟัลต์ติกคอนกรีต โดยวิธี Marshall ตามมาตรฐานการทดสอบของสำนักมาตรฐานและประเมินผล กรมทางหลวง (ทล.-ท.604/2517) ประกอบด้วย หินฝุ่น หิน 3/8 หิน 1/2 หิน 3/4 ภาพที่ 1 และยางมะตอย ภาพที่ 2 ส่วนผสมวัสดุ ดังตารางที่ 1 น้ำหนักมวลรวม 1,200 กรัม

ภาพที่ 1 วัสดุมวลรวมหินเบอร์ 3/8, 1/2, 3/4 และหินฝุ่น

ภาพที่ 2 ยางมะตอย เกรด AC 60/70

ตารางที่ 1 ส่วนผสมวัสดุมวลรวมตามมาตรฐานของกรมทางหลวง

วัสดุ	หินฝุ่น	หิน 3/8	หิน 1/2	หิน 3/4	ยางมะตอย	รวม
น้ำหนัก (กรัม)	492	240	192	216	60	1,200
ร้อยละ	41	20	16	18	5	100

2) ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างยางมะตอยและถุงพลาสติก เพื่อทดแทนยางมะตอย ในส่วนผสมวัสดุมวลรวมตามมาตรฐานของกรมทางหลวง (ร้อยละ 5) 2 อัตราส่วน ดังตารางที่ 2 โดยนำพลาสติกชนิดหูหิ้วที่ผ่านการใช้งานแล้ว ดังภาพที่ 3 จากนั้นนำมาหลอมด้วยการใช้ความร้อน

ตารางที่ 2 อัตราส่วนผสมของยางมะตอยต่อถุงพลาสติกที่ทดแทนเปอร์เซ็นต์ตามมาตรฐานของ กรมทางหลวง

ยางมะตอย (กรัม)	ร้อยละ	ถุงพลาสติก (กรัม)	ร้อยละ	อัตราส่วน	รวม (กรัม)
45	3.75	15	1.25	3:1	60
30	2.5	30	2.5	1:1	60

3) ขั้นตอนการทดลอง

1. ผสมยางมะตอยกับวัสดุมวลรวมคลุกผสมกันเติมถุงพลาสติกตามอัตราส่วนผสมให้เข้ากันและให้ความร้อนอุณหภูมิคงที่ 200 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 4

2. นำส่วนผสมที่หลอมเข้ากันดีแล้วใส่แบบมาตรฐานอิฐบล็อกทางเท้า (ภาพที่ 5) ทำการอัดแล้วปล่อยให้แข็งตัวเป็นเวลา 12 ชม. จะได้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกทางเท้า ดังภาพที่ 6

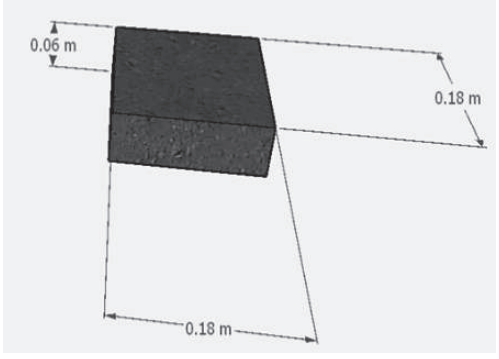
3. เก็บก้อนตัวอย่างให้อุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส

4. นำก้อนตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักและแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

5. นำก้อนตัวอย่างอิฐบล็อกทางเท้าที่ได้ ไปทดสอบคุณภาพตามมาตรฐานทดลองแอสฟัลต์ติก คอนกรีต โดยวิธี Marshall (ทล.-ท.604/2517)

ภาพที่ 3 ถุงพลาสติกชนิดหูหิ้วที่ผ่านการใช้งานแล้ว

ภาพที่ 4 คลุกส่วนผสมมวลรวมให้เข้ากัน



ภาพที่ 5 แบบมาตรฐานอิฐบล็อกทางเท้า

ภาพที่ 6 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกทางเท้า

4) คำนวณคุณภาพของอิฐบล็อกทางเท้าที่ได้จากการทดลอง

นำอิฐบล็อกทางเท้าทั้ง 3 อัตราส่วน มาทำการคำนวณคุณภาพตามมาตรฐานทดลองแอสฟัลต์ติกคอนกรีต โดยวิธี Marshall (ทล.-ท.604/2517) ดังนี้

1. ปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Effective Asphalt by Weight of Mix)
2. ความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่าง (Bulk Specific Gravity of Specimen)
3. ร้อยละปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Percent Total Volume of Effective Asphalt)
4. ร้อยละของมวลรวมในก้อนตัวอย่าง
5. ร้อยละช่องว่างอากาศในก้อนตัวอย่าง (Air Void)
6. ค่าช่องว่างระหว่างวัสดุมวลรวม (Voids in Mineral Aggregate, V.M.A)
7. ค่าช่องว่างอากาศส่วนที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ (Voids filled with bitumen, V.F.B)

5. ผลการวิจัย

ผลของอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของยางมะตอยต่อถุงพลาสติกที่มีผลต่อคุณภาพของอิฐบล็อกทางเท้าตามมาตรฐานทดลองแอสฟัลต์ติกคอนกรีต โดยวิธี Marshall (ทล.-ท.604/2517) จำนวน 2 อัตราส่วนทดสอบค่าปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Effective Asphalt by Weight of Mix) ความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่าง (Bulk Specific Gravity of Specimencimen) ร้อยละ ปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Percent Total Volume of Effective Asphalt) ร้อยละของมวลรวมในก้อนตัวอย่าง ร้อยละช่องว่างอากาศในก้อนตัวอย่าง (Air Void) ค่าช่องว่างระหว่าง วัสดุมวลรวม (Voids in Mineral Aggregate, V.M.A) ค่าช่องว่างอากาศส่วนที่ถูกแทนที่ด้วย แอสฟัลต์ (Voids filled with bitumen, V.F.B) ดังตารางที่ 3 และรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 คุณภาพของอิฐบล็อกทางเท้าจากอัตราส่วนระหว่างยางมะตอยต่อถุงพลาสติก ตามมาตรฐานทดลองแอสฟัลต์ติกคอนกรีต โดยวิธี Marshall (ทล.-ท.604/2517)

รายการคุณภาพ	ตัวอย่างมาตรฐาน	ยางมะตอยต่อถุงพลาสติก 3:1	ยางมะตอยต่อถุงพลาสติก 1:1
ปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Effective Asphalt by Weight of Mix)	5.00	5.00	5.00
ความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่าง (Marshall Density, gm/ml.)	2.424	2.410	2.322
ร้อยละปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Percent Total Volume of Effective Asphalt)	10.70	10.68	10.29
ร้อยละของมวลรวมในก้อนตัวอย่าง	85.50	85.04	81.94
ร้อยละช่องว่างอากาศในก้อนตัวอย่าง (Air Void, (%))	3.8	4.28	7.77
ค่าช่องว่างระหว่างวัสดุมวลรวม (Voids in Mineral Aggregate, V.M.A)	14.5	14.96	18.06
ค่าช่องว่างอากาศส่วนที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ (Voids filled with bitumen, V.F.B)	73.80	71.39	56.98

จากตารางที่ 3 แสดงคุณภาพของอิฐบล็อกทางเท้าจากอัตราส่วนระหว่างยางมะตอยต่อถุงพลาสติก ตามมาตรฐานทดลองแอสฟัลต์ติกคอนกรีต โดยวิธี Marshall (ทล.-ท.604/2517) ดังนี้

1) ค่าปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Effective Asphalt by Weight of Mix) มีค่าเท่ากับ 5 เท่ากันทั้ง 2 ตัวอย่าง

2) ความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่าง (Bulk Specific Gravity of Specimen)

อิฐบล็อกทางเท้าที่ทำจากอัตราส่วนระหว่างยางมะตอยกับถุงพลาสติก 3:1 มีค่าความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่าง เท่ากับ 2.410 มากกว่า อิฐบล็อกทางเท้าที่ทำจากอัตราส่วนระหว่างยางมะตอยกับถุงพลาสติก 1:1 และเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมากกว่า ดังกราฟ ในภาพที่ 7

3) ร้อยละปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล (Percent Total Volume of Effective Asphalt)

อิฐบล็อกทางเท้าที่ทำจากอัตราส่วนระหว่างยางมะตอยกับถุงพลาสติก 3:1 มีค่าร้อยละปริมาตรของแอสฟัลต์ประสิทธิผล เท่ากับ 10.68 มากกว่า อิฐบล็อกทางเท้า ที่ทำจากอัตราส่วนระหว่างยางมะตอยกับถุงพลาสติก 1:1 เท่ากับ 10.29 และเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับ ค่ามาตรฐานมากกว่า ดังกราฟ ในภาพที่ 8

4) ร้อยละของมวลรวมในก้อนตัวอย่าง

อิฐบล็อกทางเท้าที่ทำจากอัตราส่วนระหว่างยางมะตอยกับถุงพลาสติก 3:1 มีค่าร้อยละ ของมวลรวมในก้อนตัวอย่าง เท่ากับ 85.04 มากกว่า อิฐบล็อกทางเท้าที่ทำจากอัตราส่วน ระหว่างยางมะตอยกับถุงพลาสติก 1:1 เท่ากับ 81.94 และเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่า มาตรฐานมากกว่า ดังกราฟ ในภาพที่ 9

5) ร้อยละช่องว่างอากาศในก้อนตัวอย่าง

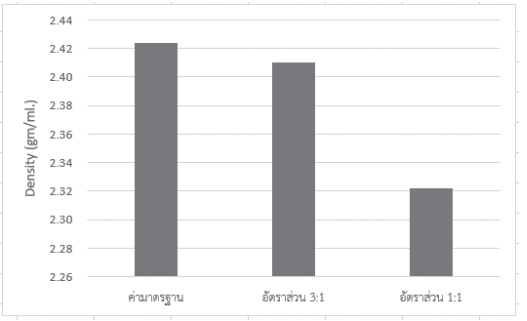
อิฐบล็อกทางเท้าที่ทำจากอัตราส่วนระหว่างยางมะตอยกับถุงพลาสติก 3:1 มีค่าร้อยละช่องว่างอากาศในก้อนตัวอย่างเท่ากับ 4.28 น้อยกว่า อิฐบล็อกทางเท้าที่ทำจากอัตราส่วน ระหว่างยางมะตอยกับถุงพลาสติก 1:1 เท่ากับ 7.77 และเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมากกว่า ดังกราฟ ในภาพที่ 10

6) ค่าช่องว่างระหว่างวัสดุมวลรวม (Voids in Mineral Aggregate, V.M.A)

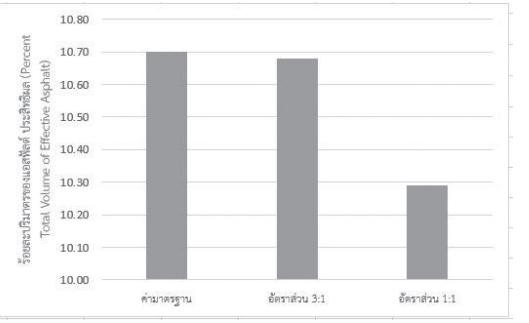
อิฐบล็อกทางเท้าที่ทำจากอัตราส่วนระหว่างยางมะตอยกับถุงพลาสติก 3:1 มีค่าช่องว่างระหว่างวัสดุมวลรวม เท่ากับ 14.96 น้อยกว่า อิฐบล็อกทางเท้าที่ทำจากอัตราส่วนระหว่างยางมะตอยกับถุงพลาสติก 1:1 เท่ากับ 18.06 และเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมากกว่า ดังกราฟ ในภาพที่ 11

7) ค่าช่องว่างอากาศส่วนที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ (Voids filled with bitumen, V.F.B)

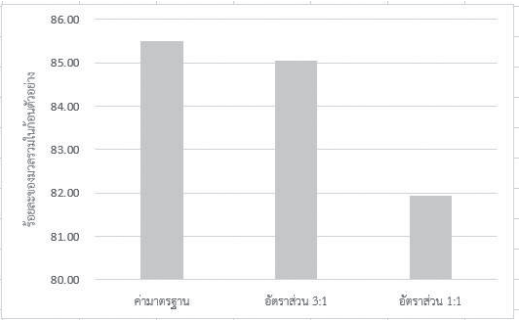
อิฐบล็อกทางเท้าที่ทำจากอัตราส่วนระหว่างยางมะตอยกับถุงพลาสติก 3:1 มีค่าช่องว่างอากาศส่วนที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ เท่ากับ 71.39 มากกว่า อิฐบล็อกทางเท้าที่ทำจาก อัตราส่วนระหว่างยางมะตอยกับถุงพลาสติก 1:1 เท่ากับ 56.98 และเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับ ค่ามาตรฐานมากกว่า ดังกราฟ ในภาพที่ 12



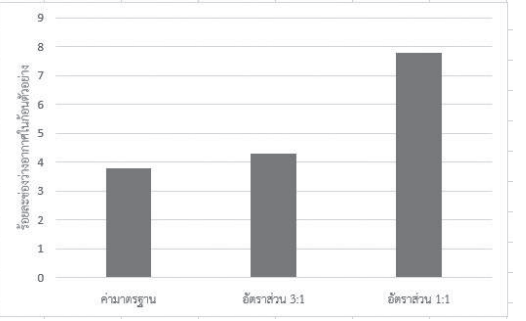
ภาพที่ 7 ความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่าง (Marshall Density , gm/ml.)



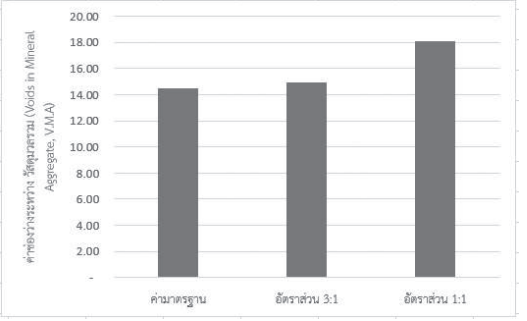
ภาพที่ 8 ร้อยละปริมาตรของแอสฟัลต์ ประสิทธิผล (Percent Total Volume of Effective Asphalt)



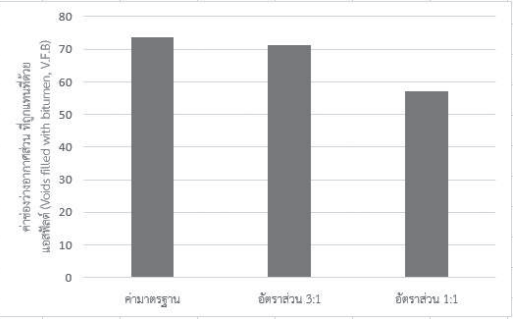
ภาพที่ 9 ร้อยละของมวลรวมในก้อนตัวอย่าง



ภาพที่ 10 ร้อยละช่องว่างอากาศในก้อนตัวอย่าง



ภาพที่ 11 ค่าช่องว่างระหว่าง วัสดุมวลรวม (Voids in Mineral Aggregate, V.M.A)



ภาพที่ 12 ค่าช่องว่างอากาศส่วนที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ (Voids filled with bitumen, V.F.B)

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาอัตราส่วนผสมของยางมะตอยต่อถุงพลาสติกที่มีผลต่อคุณภาพของอิฐบล็อกทางเท้า พบว่า การเติมถุงพลาสติกส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลในหลายด้าน ประการแรก การเติม ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณแอสฟัลต์ประสิทธิผล ซึ่งสอดคล้องกับ [6] ที่พบว่าการเติมพลาสติกในปริมาณน้อยไม่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณแอสฟัลต์ที่ใช้ในส่วนผสม นอกจากนี้ยังส่งผลให้ความถ่วงจำเพาะรวมของก้อนตัวอย่างลดลง โดยเฉพาะเมื่อเติมในปริมาณมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ [7] ที่พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนร้อยละการแทนที่ของมวลรวมหยาบรีไซเคิลและมวลรวมหยาบรีไซเคิลแบบย่อยซ้ำมากยิ่งขึ้น จะส่งผลให้ค่าความสามารถในการรับแรงอัดมีค่าลดลงตามอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบค่ากำลังรับแรงอัดระหว่างมวลรวมทั้งสองประเภท พบว่าคอนกรีตที่ผสมด้วยมวลรวมหยาบรีไซเคิลจะสามารถรับแรงอัดได้มากกว่าแบบย่อยซ้ำ อันเนื่องมาจากค่าความถ่วงจำเพาะรวมของแบบย่อยซ้ำนั้นมีค่าน้อยกว่า การเพิ่มปริมาณพลาสติกในแอสฟัลต์คอนกรีตส่งผลให้ช่องว่างอากาศในส่วนผสมเพิ่มขึ้น การเติมถุงพลาสติกในอัตราส่วน 3:1 (ยางมะตอยต่อถุงพลาสติก) ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าอัตราส่วน 1:1 และมีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐานมากกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับ [8] ที่พบว่า ช่องว่างที่ถูกแทนที่ด้วยแอสฟัลต์ดัชนีความแข็งแรง ความต้านทานต่อแรงดึงทางอ้อม ค่ามอดุลัสคืนตัว ความต้านทานต่อการเปลี่ยนรูปอย่างถาวรแบบพลวัต และความล้าจากแรงดึงทางอ้อม สมบัติดังกล่าวของแอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะพลาสติกพอลิเอทิลีนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยที่ ความต้านทานต่อแรงดึงทางอ้อม การเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างยางมะตอยและวัสดุผสมเพิ่มมีผลต่อคุณสมบัติทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์คอนกรีต แม้ว่าผลการทดลองจะแสดงให้เห็นว่าอิฐบล็อกทางเท้าที่เติมถุงพลาสติกยังมีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย แต่ก็แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำถุงพลาสติกมาใช้เป็นส่วนผสมในวัสดุก่อสร้าง โดยการวิจัยในครั้งนี้ยังเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการขยะพลาสติก และส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยการปรับปรุงอัตราส่วนและส่วนผสมอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลาสติกในกระบวนการผลิตและช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ในระยะยาวโดยพัฒนาเทคโนโลยีการรีไซเคิลพลาสติกและการประยุกต์ใช้งานพลาสติกในอุตสาหกรรมก่อสร้างอย่างยั่งยืน โดยควรได้รับสนับสนุนการร่วมมือจากทุกภาคส่วนเพื่อสร้างความร่วมมือและแลกเปลี่ยนความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบโจทย์ทั้งในแง่ของประสิทธิภาพและความยั่งยืน ตามแนวทาง BCG (Bio-Circular-Green Economy) การนำพลาสติกรีไซเคิลมาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างถือเป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) และลดการใช้ทรัพยากรใหม่การใช้วัสดุที่มีมูลค่าจากขยะพลาสติกในการผลิตอิฐบล็อกทางเท้าเป็นการสนับสนุนแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ BCG ที่เน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะในด้านการจัดการขยะ และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

1) การผสมพลาสติกไม่ส่งผลต่อปริมาณแอสฟัลต์ที่มีประสิทธิภาพ โดยผลการศึกษาพบว่า การเติมถุงพลาสติกในปริมาณเล็กน้อยไม่ได้ส่งผลกระทบต่อปริมาณแอสฟัลต์ในส่วนผสมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพลาสติกสามารถถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบโดยไม่ส่งผลเสียต่อคุณสมบัติทางกลหรือทางกายภาพของวัสดุ

2) การลดความหนาแน่นและเพิ่มช่องว่างอากาศในส่วนผสม เมื่อมีการเพิ่มพลาสติกเข้าไปในส่วนผสมของวัสดุก่อสร้าง จะส่งผลให้ความถ่วงจำเพาะของวัสดุลดลง และทำให้เกิดช่องว่างอากาศเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความหนาแน่นของพลาสติกต่ำกว่าวัสดุมวลรวม ทำให้การรวมตัวไม่สมบูรณ์ ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ

3) ความสำคัญของอัตราส่วนในการผสมคือการใช้อัตราส่วนการผสมพลาสติกที่เหมาะสม เช่น อัตราส่วน 3:1 (ยางมะตอยต่อพลาสติก) ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าและใกล้เคียงกับมาตรฐานมากกว่าการใช้อัตราส่วนที่ไม่เหมาะสม ซึ่งเน้นถึงความสำคัญในการเลือกอัตราส่วนที่ถูกต้องเพื่อปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ ควรศึกษาเพิ่มเติมปริมาณถุงพลาสติกพัฒนาถุงพลาสติกใช้แล้วชนิดอื่น ๆ เป็นส่วนผสมในการทำอิฐบล็อกทางเท้า

ข้อเสนอแนะ

1) ควรศึกษาวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ มาเป็นส่วนผสมในการทำอิฐบล็อกทางเท้า

2) ควรศึกษาอัตราส่วนระหว่างยางมะตอยต่อถุงพลาสติกให้ได้ผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกทางเท้ามีคุณภาพมาตรฐาน

8. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมควบคุมมลพิษ. (2563). *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2562*. กระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. https://www.pcd.go.th/publication/8013/

[2] ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1462 (พ.ศ. 2531) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบลอกประสานปูพื้น. (24 มีนาคม 2532). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 106 ตอนที่ 46 หน้า 4.

[3] เทอดเกียรติ ไชยลาภ. (2559). *การศึกษาคุณสมบัติแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้แอสฟัลต์ซีเมนต์ผสม ยางพาราโดยใช้สัดส่วนยางพาราที่แตกต่างกัน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/7988

[4] สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ. (2561). *มาตรฐานงานทาง*. กรมทางหลวง.

[5] นิรชร นกแก้วและดำรงค์ ป้าละกูล. (2017). สมบัติทางกายภาพของแอสฟัลต์คอนกรีตโดยวิธีมาร์แชลล์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, *24*(2), 128-138.

[6] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2564). *แผนปฏิบัติการด้านการขับเคลื่อน การพัฒนาประเทศไทยด้วยโมเดลเศรษฐกิจ BCG พ.ศ. 2564-2570*. https://www.bcg.in.th/bcg-action-plan/

[7] คณุตม์ สมบูรณ์ปัญญา, ภูษิต บุญยฤทธิ์, วงศกร สิมมา และชิษณุพงศ์ สุธัมมะ. (2563). การศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตโดยใช้คอนกรีตผสมมวลรวมรีไซเคิลแบบย่อยซ้ำ. ใน *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25* (หน้า 1213-1222).

[8] ประสพโชค ชื่นศิริ, และนิรชร นกแก้ว. (2565). สมบัติทางวิศวกรรมของแอสฟัลต์คอนกรีตผสมขยะพลาสติกพอลิเอทิลีน. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 32*(3), 724-734.

[9] จุริพัตร บุญชุ่ม และวัชรินทร์ วิทยกุล. (2544). การศึกษาคุณสมบัติของโมดิฟายด์แอสฟัลต์คอนกรีตที่ผสมด้วยรีไซเคิลโพลิเอทีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ. *วิศวกรรมสาร มก., 15*(45), 146-154.