



การศึกษาคุณสมบัติของแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์

The Study of properties of concrete pavement mixed with newspaper.

ธราดล แสงอ่วม¹ เอกสิทธิ์ เทียนมาศ² และปริญญา ประเสริฐสังข์³

Tharadon Sangoum¹, Aekasit Thianmas² and Prarinya Prasertsung³

¹นักศึกษาปริญญาตรี โพรแกรมนวัตกรรมเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

^{2,3}อาจารย์โพรแกรมนวัตกรรมเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณสมบัติของแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ โดยเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้เป็นเศษวัสดุที่เหลือใช้ในร้านของเก่า กำหนดอัตราส่วนต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.40 ใช้เศษกระดาษหนังสือพิมพ์ร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คือ ความหนาแน่น และการดูดซึมน้ำ ทดสอบคุณสมบัติเชิงกล ได้แก่ กำลังรับแรงดัดตามขวาง โดยจากผลการทดสอบ พบว่า เมื่อปริมาณของเศษกระดาษหนังสือพิมพ์เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ค่าความหนาแน่น และค่ากำลังต้านทานแรงดัดมีค่าต่ำลง ในขณะที่ค่าการดูดซึมน้ำจะมีค่าสูงขึ้น โดยแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ในอัตราส่วนร้อยละ 10 มีค่าการดูดซึมน้ำ และกำลังต้านทานแรงดัดตามขวางอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 378-2531 ในขณะที่อัตราส่วนอื่นไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน อย่างไรก็ตามแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ได้จะมีน้ำหนักที่เบากว่าแผ่นพื้นที่มีขายตามท้องตลาด และมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานจริง

คำสำคัญ : แผ่นพื้นทางเท้า / เศษกระดาษหนังสือพิมพ์ / กำลังต้านทานแรงดัดตามขวาง

Abstract

The study of properties of concrete pavement mixed with newspaper scraps is intended to study physical properties and the mechanical properties of the concrete pavement mixed with newspaper scraps. The scraps of newspaper used were leftover materials in an antique store. The ratio to cement was 0.40, using newspaper scraps of 0, 10, 20 and 30 percent of the cement weight. They were aimed to perform physical properties tests, namely density and water absorption, and tests for mechanical properties, namely transverse flexural strength. From the test results, it was found that when the amount of newspaper scraps was increased, it resulted in the density and the bending strength was lower while the water absorption value was higher. The concrete pavement mixed with newspaper scraps in a ratio of 10 percent had water absorption value and resistance to transverse bending was found within the standard of Industrial Product 378-2531. While other ratios did not meet the standard criteria. However, the resulting of the concrete pavement with newspaper scraps is lighter than commercially available flooring and is appropriate to be used for real purposes.

Key words: Concrete pavement / Newsprint / Transverse bending strength



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาใหญ่ของขยะประเภทหนึ่ง คือ ผลิตภัณฑ์ในรูปกระดาษที่ผลิตออกมาเป็นจำนวนมากและในจำนวนที่ผลิตออกมาอย่างมหาศาลนี้มีเพียงไม่ถึง 30% ที่ได้มีการนำกระดาษที่ใช้แล้วไปทำผลิตภัณฑ์ใหม่อีกครั้ง จำนวนที่เหลือจึงกลายเป็นขยะอยู่ในแหล่งทิ้งขยะ ในปีหนึ่ง ๆ ปรากฏว่าด้วยจำนวนนับล้าน ๆ ของใบปลิวโฆษณาทางไปรษณีย์ คุปอง ใบขอบริจาค แคตตาล็อกต่าง ๆ และหน้าโฆษณาในหน้าหนังสือพิมพ์ จะมีเพียงประมาณนับพันแผ่นเท่านั้นที่ได้ผ่านการอ่านและที่เหลือนอกจากนั้นได้กลายเป็นขยะในถังขยะโดยไม่ผ่านการอ่านเลย จึงเป็นการใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลืองที่สุด

แผ่นพื้นทางเท้าถือว่าเป็นวัสดุตกแต่งบ้านที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย เป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมในการนำมาประดับตกแต่งสวนทางเดิน ข้อดีของแผ่นพื้นทางเท้าคอนกรีต ช่วยลดความร้อนสะสมได้ดีกว่าการเทพื้นคอนกรีตไปตลอดช่วงทางเดิน เนื่องจากลักษณะการจัดวางบล็อกทางเดินนั้น จะมีช่องว่างระหว่างแผ่นซึ่งช่วยระบายอากาศร้อนออกได้ อีกทั้งยังช่วยลดความชื้นที่แผ่กระจายอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามด้วยน้ำหนักของแผ่นพื้นทางเท้าที่มีมากอาจทำให้ไม่สะดวกต่อการใช้งาน

ดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ที่เหลือใช้มาผสมกับปูนซีเมนต์ หินฝุ่น ทราย และน้ำเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปเป็นแผ่นพื้นทางเท้าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม รวมทั้งเพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดปัญหาขยะประเภทเศษกระดาษต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงกลของแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ตามมาตรฐาน มอก. 378-2531

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1, น้ำสะอาด, เศษกระดาษหนังสือพิมพ์, หินฝุ่น และทรายหยาบ



ภาพที่ 1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

2. การออกแบบส่วนผสม

ตัวอย่างแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีทั้งหมด 4 สัดส่วนผสม โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (w/c) เท่ากับ 0.40 ซึ่งไม่เกินค่าที่มาตรฐานกำหนด (0.55) (พร้อมพวงค์, 2556 ; เอกสิทธิ์ และสุรเชษฐ์, 2562) และใช้เศษกระดาษหนังสือพิมพ์ในอัตราส่วนร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 ตามลำดับ ทำการขึ้นรูปเป็นแผ่นพื้นทางเท้า ขนาด 30x30x3.00 เซนติเมตร เพื่อรอการทดสอบต่อไป



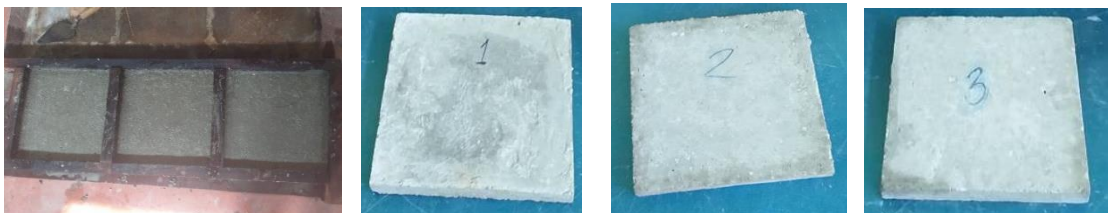
ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนผสมของแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์

ตัวอย่างทดสอบ	อัตราส่วนของเศษกระดาษ (ร้อยละ)	ปูนซีเมนต์ (กรัม)	น้ำหนักเศษกระดาษ (กรัม)	ทรายหยาบ (กรัม)	หินฟูน (กรัม)
STD	0	1,000	0	1,000	1,000
P-10	10	1,000	100	1,000	1,000
P-20	20	1,000	200	1,000	1,000
P-30	30	1,000	300	1,000	1,000

หมายเหตุ : STD หมายถึง แผ่นพื้นทางเท้าอ้างอิง (ไม่ผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์)
P-XX หมายถึง แผ่นพื้นทางเท้าที่ผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ในอัตราส่วน XX



ภาพที่ 2 กระบวนการแช่กระดาษหนังสือพิมพ์



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการขึ้นรูปตัวอย่างทดสอบ ขนาด 30x30x3.00 เซนติเมตร

3. วิธีการทดสอบสมบัติ

การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นคอนกรีตปูทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ ในครั้งนี้ ได้ทำการทดสอบการดูดซึมน้ำ และกำลังต้านทานแรงดัดตามขวาง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องคอนกรีตปูพื้น (มอก.378-2531) โดยมีรายละเอียดวิธีการทดสอบดังนี้

3.1 การดูดซึมน้ำ

การหาค่าการดูดซึมน้ำกระทำตามมาตรฐาน มอก. 378-2531 โดยเมื่อตัวอย่างแผ่นพื้นทางเท้ามีระยะเวลาบ่มครบ 14 วัน นำขึ้นตัวอย่างล้างทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่อาจติดอยู่ที่ผิวออก เช็ดด้วยผ้าให้ผิวแห้ง และนำไปชั่งน้ำหนักอิมน้ำ (M2) หลังจากนั้นนำตัวอย่างเข้าตู้อบที่มีอุณหภูมิ 65 ± 1 °C เป็นระยะเวลา 24



ชั่วโมง เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดจึงนำตัวอย่างออกจากตู้อบปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เสร็จแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก
อบแห้ง (M1)

$$\text{ร้อยละการดูดซึม} = \frac{M2-M1}{M1} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ M1 คือ น้ำหนักอบแห้ง (kg)
M2 คือ น้ำหนักอิมน้ำ (kg)

3.2 กำลังต้านทานแรงดัดตามขวาง

การทำกำลังต้านทานแรงดัดตามขวางกระทำตามมาตรฐาน มอก. 378-2531 ด้วยเครื่อง
ทดสอบ Universal Testing Machine โดยมีลักษณะการจัดวางชิ้นตัวอย่างและจุดรองรับดังภาพที่

$$f = \frac{3PL}{2bt^2} \quad (2)$$

เมื่อ f คือ กำลังต้านทานแรงดัดตามขวาง (ksc)
 P คือ แรงกดประลัย (kg)
 L คือ ระยะห่างระหว่างจุดรองรับ (cm)
 b คือ ความกว้างของแผ่นคอนกรีตปูทางเท้า (cm)
 t คือ ความหนาของแผ่นคอนกรีตปูทางเท้า (cm)



ภาพที่ 4 การทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดตามขวาง

สรุปผลการวิจัย

1. ลักษณะพื้นผิว

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ ภายหลังจากที่ทำการหล่อขึ้นรูปตามขนาดมาตรฐานที่กำหนด พบว่า ตัวอย่างทดสอบในแต่ละอัตราส่วนผสมจะมีลักษณะพื้นผิวที่แตกต่างกัน ตัวอย่างทดสอบที่ไม่ได้ผสมเศษกระดาษจะมีพื้นผิวที่เรียบ ในขณะที่ตัวอย่างทดสอบที่ผสมเศษกระดาษนั้นจะมีพื้นผิวที่ขรุขระไม่เรียบเนียน และมีความแตกต่างกันไปตามอัตราส่วนผสมมากหรือน้อยของเศษกระดาษ โดยตัวอย่างทดสอบที่ผสมเศษกระดาษมากก็จะมีพื้นผิวที่ขรุขระมากตามไปด้วย ดังตารางที่ 2

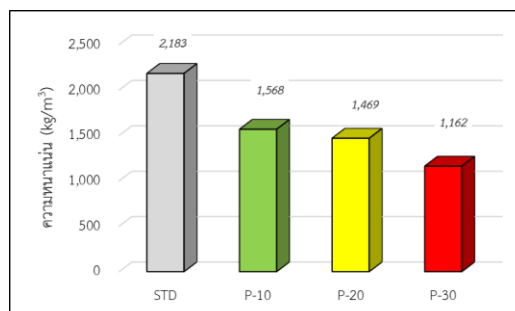


ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์

ชิ้นงาน	ลักษณะทางกายภาพ	ผลการทดสอบ
STD		<ul style="list-style-type: none"> - ผิวเรียบ - มีสีเทาเข้ม - มีความแข็ง - น้ำหนักมาก
P-10		<ul style="list-style-type: none"> - ผิวเรียบ - มีสีเทา - มีความแข็ง - น้ำหนักมาก
P-20		<ul style="list-style-type: none"> - ผิวขรุขระ - มีสีเทาอ่อน - มีความแข็งแรง - น้ำหนักเบา
P-30		<ul style="list-style-type: none"> - ผิวขรุขระ เนื้อสัมผัส ยุ่ย - มีสีเทาอ่อนออกขาว - มีความ - น้ำหนักเบามาก

2. ความหนาแน่น

สำหรับค่าความหนาแน่นของตัวอย่างทดสอบแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ สามารถหาได้จากการนำตัวอย่างทดสอบที่ได้ มาทำการวัดขนาด และชั่งน้ำหนัก เพื่อหาค่าความหนาแน่น จากภาพที่ 6 พบว่า ค่าความหนาแน่นของแผ่นพื้นทางเท้าจะมีค่าที่ลดลงตามปริมาณของเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ในส่วนผสมที่มากขึ้น ซึ่งตัวอย่างที่ไม่ผสมเศษกระดาษ (STD) จะมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ $2,183 \text{ kg/m}^3$ และเมื่อมีการเติมเศษกระดาษเข้าไปในส่วนผสมที่ปริมาณ 10%, 20% และ 30% โดยน้ำหนัก ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของตัวอย่างทดสอบจะมีค่าลดลงโดยมีค่าเท่ากับ 1,568 1,469 1,162 kg/m^3 ตามลำดับ จากผลการวิจัยข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่าความหนาแน่นของตัวอย่างทดสอบจะมีค่าลดลงสัมพันธ์กับปริมาณเศษกระดาษที่มีมากขึ้นในส่วนผสม



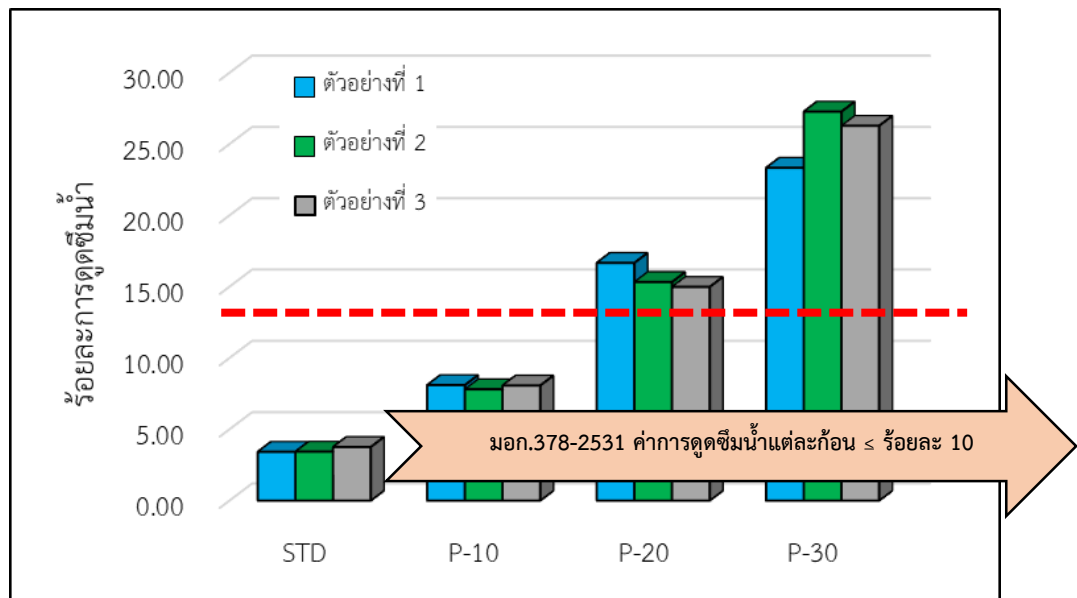
ภาพที่ 6 ความหนาแน่นของแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ในอัตราส่วนต่าง ๆ



3. ความสามารถในการดูดซึมน้ำ

ผลการทดสอบความสามารถในการดูดซึมน้ำของตัวอย่างทดสอบแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า ปริมาณเศษกระดาษที่มากขึ้น จะส่งผลในค่าการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า แผ่นพื้นทางเท้าที่ไม่ได้ผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ (STD) มีค่าการดูดซึมน้ำต่ำสุด

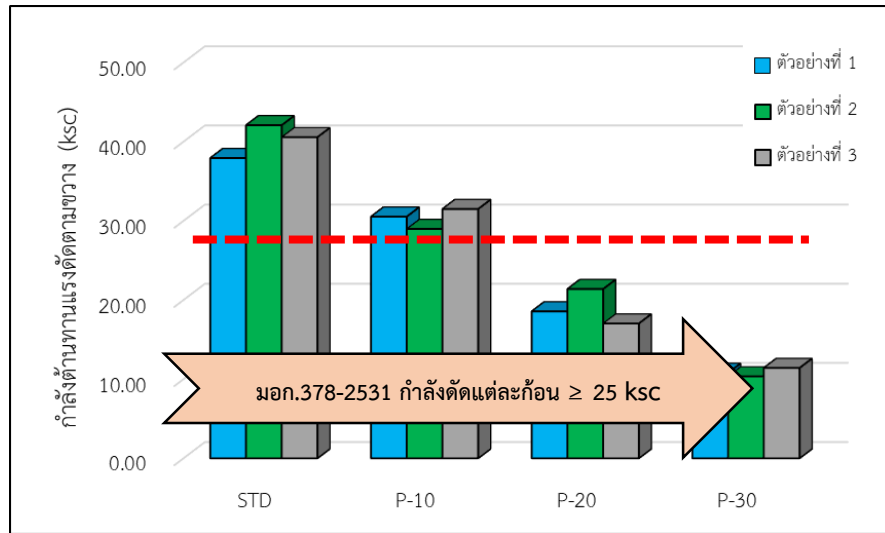
โดยเมื่อทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.378-2531 พบว่า ค่าการดูดซึมน้ำของตัวอย่างทดสอบ P-10 มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ในขณะที่ตัวอย่างทดสอบ P-20 และ P-30 จะมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานมาก (ค่าการดูดซึมน้ำ \leq ร้อยละ 10)



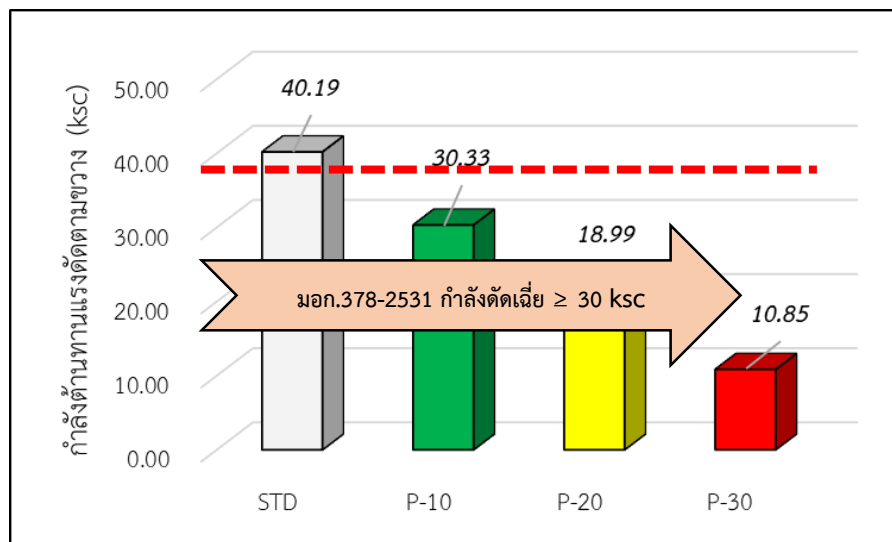
4. กำลังต้านทานแรงดัดตามขวาง

ผลการทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดตามขวาง พบว่า ปริมาณเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ค่ากำลังดัดที่ได้มีค่าต่ำลง เนื่องจากเยื่อกระดาษเป็นสารอินทรีย์ เมื่อนำมาผสมกับปูนซีเมนต์ซึ่งมีปฏิกิริยาไฮเดรชันทำให้เกิดการกัดกร่อนกระดาษในระยะยาว มีผลต่อพฤติกรรมและความสามารถในการต้านทานต่อแรงกระทำจึงส่งผลให้ค่ากำลังดัดมีค่าต่ำลง เมื่อทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก.378-2531 (พิจารณาเฉพาะตัวอย่างทดสอบที่ใส่เศษกระดาษหนังสือพิมพ์) พบว่า แผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ในอัตราส่วนร้อยละ 10 ทุกแผ่น มีค่ากำลังดัดตามขวางสูงกว่ามาตรฐาน (กำลังต้านทานแรงดัดตามขวางแต่ละก้อน \geq 25 ksc) ในขณะที่อัตราส่วนอื่นมีค่าต่ำกว่ามาก ดังภาพที่ 8

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำลังต้านทานแรงดัดตามขวางเฉลี่ย พบว่า แผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ในอัตราส่วนร้อยละ 10 มีค่ากำลังต้านทานแรงดัดตามขวางเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มอก. ซึ่งมีเท่ากับ 30.33 ksc (กำลังต้านทานแรงดัดตามขวางเฉลี่ย \geq 30 ksc) ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 8 กำลังด้านทานแรงตัดตามขวางแต่ละก่อนเปรียบเทียบกับมาตรฐาน



ภาพที่ 9 กำลังด้านทานแรงตัดตามขวางเฉลี่ยเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาคูณสมบัติของแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ พบว่า ปริมาณของเศษกระดาษหนังสือพิมพ์จะส่งผลต่อคุณสมบัติโดยรวมของแผ่นพื้นทางเท้าที่เตรียมได้ กล่าวคือ เมื่อปริมาณของเศษกระดาษหนังสือพิมพ์เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ค่าความหนาแน่น และค่ากำลังค่าต่ำลง ในขณะที่ค่าการดูดซึมน้ำจะมีค่าสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ (สมบูรณ์, 2548) ที่ศึกษาคอนกรีตมวลเบาผสมเศษกระดาษ และ (ก่องพงศ์ และขวัญใจ, 2559) ที่ศึกษาคูณภาพด้านกายภาพและเชิงกลของวัสดุตกแต่งประเภทปูนซีเมนต์ด้วยเศษกระดาษเหลือใช้

โดยแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ในอัตราส่วนร้อยละ 10 มีค่าการดูดซึมน้ำ และกำลังด้านทานแรงตัดตามขวางอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 378-2531 ในขณะที่อัตราส่วนอื่นไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน อย่างไรก็ตามแผ่นพื้นทางเท้าผสมเศษกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ได้จะมีน้ำหนักที่เบากว่าแผ่นพื้นที่มีขายตามท้องตลาดและมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานจริง



ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น เช่น กำลังการรับแรงอัด ลักษณะการวิบัติภายใต้แรงอัด หรือการศึกษาการยืดหยุ่นของตัวอย่างทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2532. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องคอนกรีตปูพื้น**. มอก. 378-2531. ราชกิจจานุเบกษา, เล่มที่ 106 (ตอนที่ 18), 1-14.

ก่อพงศ์ หงส์ศรี และขวัญใจ สมบุญ. (2559). **การปรับปรุงคุณภาพด้านกายภาพและเชิงกลของวัสดุตกแต่งประเภทปูนซีเมนต์ด้วยเศษกระดาษเหลือใช้**. วารสารผลงานวิชาการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 5 ฉบับที่ 5, หน้า 9-18.

พร้อมพงศ์ ฉลาดัญญกิจ. 2556. **คุณสมบัติของพื้นคอนกรีตทางเท้าเก้าชันอ้อย**. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนครเหนือ ฉบับพิเศษ ครั้งที่ 5, หน้า.480-488.

สมบูรณ์ คงสมศักดิ์ศิริ. (2548). **คอนกรีตมวลเบาผสมกระดาษ**. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา ปีที่ 18 ฉบับที่ 56, หน้า 8-13.

เอกสิทธิ์ เทียนมาศ และสุรเชษฐ์ ตุ่มมี. 2562. **การศึกษาสมบัติของแผ่นคอนกรีตปูพื้นทางเท้าผสมผงหินอ่อน**.

สัทธิง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สทวท.) ปีที่ 6 ฉบับที่ 1, หน้า 73-82.

เอสซีจี. **กระเบื้องปูพื้น เอสซีจี**. สืบค้นเมื่อ 18 พฤษภาคม 2562 (ออนไลน์) แหล่งที่มา :

<https://www.scgbuildingmaterials.com/th/Download/Catalog/กระเบื้องปูพื้น-เอสซีจี /scg-paving-tile-catalog.aspx>