การเพิ่มมูลค่าเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชน เพื่อแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดิน

เมษยา บุญสีลา[1*] พรหมมินทร์ ขจีฟ้า[2] พรไพลิน บุตะเคียน[3] รุ้งเพชร กืนรัมย์[4] และศตายุ ฤทธิ์เดช[5]
[1*,2,3,4,5] สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

*ผู้นิพนธ์ประสานงานบทความ อีเมล: kraijitahong@gmail.com
รับเมื่อ 5 สิงหาคม 2562 **แก้ไขเมื่อ** 17 ตุลาคม 2562 **ตอบรับเมื่อ** 9 ธันวาคม 2562

บทคัดย่อ

การศึกษาการเพิ่มมูลค่าเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชนเพื่อแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดิน มีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มมูลค่าเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชนเพื่อแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินและเพื่อศึกษาคุณสมบัติแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง โดยการออกแบบสูตรผสมคอนกรีต เป็น 4 สูตร ศึกษาคุณสมบัติและทดสอบมาตรฐานตามมาตรฐานอุตสาหกรรม พบว่า สูตรผสมทุกสูตรผ่านเกณฑ์การทดสอบ การทดสอบด้านมิติของผลิตภัณฑ์ พบว่า ค่าของการทดสอบมิติอยู่ในช่วงมาตรฐานที่ยอมรับได้ในทุกสูตร และการทดสอบค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต ของแผ่นตัวอย่าง ทั้ง 4 สูตร ผลปรากฏว่า สูตรที่ 3 ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ด้านค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต และด้านน้ำหนัก ซึ่งได้นำไปทดสอบการใช้งานปูทางเดินในสวนบริเวณบ้านสามารถรับน้ำหนักคนเดินได้และใช้ประโยชน์จริงเหมือนแผ่นคอนกรีตที่มีในท้องตลาดทั่วไป

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า เศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชนนั้นสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าและแปรรูปแผ่นคอนกรีตปูทางเดินสำหรับใช้ในครัวเรือนได้โดยไม่รับน้ำหนักมากนัก นอกจากนี้ยังเป็นการลดปริมาณขยะประเภทเศษคอนกรีตจากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชนและยังช่วยลดต้นทุนในการผลิตแผ่นคอนกรีตปูทางเดินเมื่อเทียบกับการใช้วัสดุที่ขายตามท้องตลาด

คำสำคัญ: แผ่นคอนกรีตปูทางเดิน การเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้
การใช้ประโยชน์เศษคอนกรีตจากการรื้อถอนงานก่อสร้าง

The Recycle Demolished Concrete from Community Construction Sites to be used as Processed Concrete Sheets for Pavement

Maysaya Boonseela[1*] Phrommin Kheefah[2] Pornpailin Butakhian[3]
Rungphet Geunram[4] and Satayu Ritdej[5]
[1*,2,3,4,5] Department of Industril Management Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Buriram Rajabhat University

*Corresponding author. E-mail: kraijitahong@gmail.com
Received: August 5, 2019; **Revised:** October 17, 2019; **Accepted:** December 9, 2019

Abstract

This is a study of ways to recycle demolished concrete from community construction sites to be used as processed concrete sheets for pavement. The aims were to add values to fragments of construction materials by transforming them into processed concrete sheets for pavement and then to study those processed concrete sheets produced from 4 formulas regarding their properties according to the industrial standards. The study found that all samples from four formulas passed the test criteria for their final dimension and hardened concrete properties. In addition, formula 3 passed the final dimension, hardened concrete properties, and weight. The sample processed concrete slabs were paved and tested in a household compound. The paving slabs were found useable and equal to commercial products in qualities.

The study found that concrete debris from demolished construction materials can be used as pavement sheets for general household uses so that community members can reduce outgoing solid rubbish and save cost in concrete sheets for pavement.

Keywords: Concrete paving slabs, Maximizing the value of residues,
Utilizing demolished concrete

1. บทนำ

ธุรกิจการก่อสร้างเป็นธุรกิจที่ใช้วัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างจำนวนมาก ทำให้ไม่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาเศษสิ่งก่อสร้างที่เกิดขึ้นได้ ปัจจุบันในประเทศไทยยังขาดการศึกษาวิธีการจัดการเศษสิ่งก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพ อันนำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายของผู้รับเหมา รวมไปถึงการลดปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม [1] เมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ผ่านมา พบว่าในภาพรวมจำนวนสิ่งก่อสร้างในปี 2554 เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.8 โดยเพิ่มขึ้นจาก 231,048 หน่วย ในปี 2553 เป็น 239,740 หน่วย ในปี 2554 เมื่อพิจารณาเป็นรายภาค พบว่าเกือบทุกภาคในประเทศมีจำนวนสิ่งก่อสร้างเพิ่มขึ้น [2]

วัสดุที่เหลือใช้จากการก่อสร้าง เป็นปัญหาที่มักเกิดขึ้นในชุมชนเมืองที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งได้มีการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัย สถานประกอบการธุรกิจและอุตสาหกรรม และโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ ได้แก่ ถนน ทางระบายน้ำ ระบบขนส่งมวลชน ขยะมูลฝอยจากการก่อสร้างมักไม่ได้รับการจัดการที่ถูกวิธีและเหมาะสม โดยจะถูกนำไปกองไว้ตามสถานที่สาธารณะ พื้นที่ว่างเปล่าตลอดจนเทลงแม่น้ำลำคลอง ทำให้เกิดสภาพที่ไม่น่าดูและลำน้ำตื้นเขินได้ องค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากการก่อสร้างประกอบด้วย เศษอิฐ หิน ดิน ทราย คอนกรีต โดยแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยเหล่านี้ ควรมีการคัดแยกวัสดุที่ยังสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้ก่อนโดยการคัดแยกขยะมูลฝอยอาจจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ใช้ในการคัดแยก อุปกรณ์บดขยะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่และเป็นวัสดุที่แข็ง เช่น เศษคาน คอนกรีต เศษหัวเสาเข็ม เป็นต้น และส่วนที่เหลือจึงนำไปกำจัดด้วยวิธีการที่เหมาะสม อาทิ การฝังกลบ [3]

ในปี พ.ศ.2556 จังหวัดบุรีรัมย์ มีประชากรทั้งสิ้น 921,161 คน แต่ใน พ.ศ.2560 จังหวัดบุรีรัมย์กลับมีประชากรเพิ่มขึ้นเป็น 1,573,869 คน เพิ่มขึ้นราว 500,000 คน ในระยะเวลา 4 ปี [4] ทำให้จังหวัดบุรีรัมย์มีการขยายตัวของชุมชนอย่างมากทั้งในเขตอำเภอเมืองและอำเภอต่างๆภายในจังหวัด จึงก่อให้เกิดสิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอาคารบ้านพักอาศัย อาคารพาณิชย์ รีสอร์ท รวมถึงโฮมสเตย์ [5] ซึ่งงานก่อสร้างจำต้องนำเอาวัสดุหลากหลายประเภทมาใช้ในงานก่อสร้าง จึงส่งผลให้มีปริมาณเศษวัสดุก่อสร้างเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และยังคงมีเศษวัสดุก่อสร้างที่เกิดจากการทุบรื้อถอนยังไม่ได้รับการทำลายที่ถูกวิธี โดยหนึ่งในนั้นก็คือ ปูนซีเมนต์ ที่เกิดจากการรื้อถอนรวมถึงการปลูกสร้างใหม่

แนวทางการจัดการเศษวัสดุก่อสร้างพบว่าแนวทางที่นำมาปฏิบัติแล้วเกิดประสิทธิภาพในการจัดการเศษวัสดุมากที่สุดคือ การคัดแยกเศษวัสดุเป็นหมวดหมู่ควบคุมจุดทิ้งและการนำเอาเศษสิ่งก่อสร้างกลับไปแปรรูปเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น การนำเศษคอนกรีตกลับมาใช้เป็นมวลหยาบสำหรับผลิตคอนกรีต (Secondary aggregate) การนำไม้มาใช้เป็นเชื้อเพลิง หรือการนำเศษเหล็กและเศษอลูมิเนียมไปใช้ในการหลอมเพื่อผลิตวัสดุขึ้นมาใหม่ [6]

จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาและหาแนวทางการนำวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขยะในชุมชน มาเพิ่มมูลค่าและใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่ามากที่สุด และยังเป็นการจัดการขยะในรูปแบบหนึ่งเพื่อไม่ให้ขยะเหล่านี้เป็นมลพิษกับสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อเพิ่มมูลค่าเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างในชุมชนเพื่อแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดิน

2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติแผ่นคอนกรีตปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลและสังเคราะห์ข้อมูลศึกษาแนวทางการแก้ไขและแนวทางการพัฒนาโดยการออกแบบการทดลอง ทดสอบคุณสมบัติและหาประสิทธิภาพของแผ่นคอนกรีตตัวอย่างโดยใช้เครื่องอัดทดสอบคอนกรีตและเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมและวิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์คอนกรีตปูทางเดินที่ขายในท้องตลาด

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนศึกษาข้อมูล

-ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

-เก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

-วิเคราะห์และสรุปแนวทางการดำเนินงานวิจัย

2. ออกแบบส่วนผสมเพื่อเพิ่มมูลค่าแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง

3. ดำเนินการทดลองการแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง

4. ทดสอบประสิทธิภาพการต้านทานกำลังอัดของชิ้นงานตัวอย่าง

-ทำการศึกษาความต้านทานกำลังอัดคอนกรีตของชิ้นงานตัวอย่างแต่ละสูตรผสม แล้วนำไปเปรียบเทียบค่าช่วงความแข็งแรงมาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง

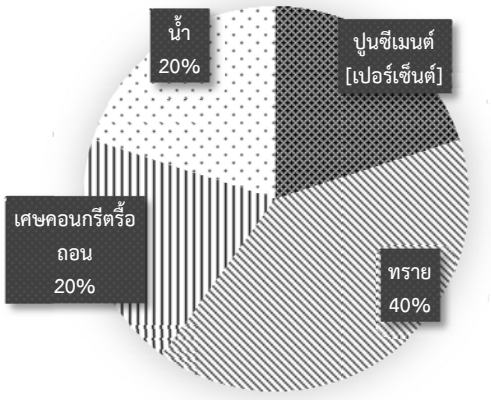
5. ทดสอบการใช้งานและสังเคราะห์การนำไปใช้ประโยชน์

3.2 พื้นที่ในการดำเนินงานวิจัย

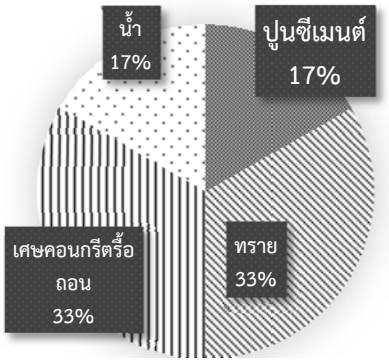
พื้นที่และกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาของงานวิจัย คือ ชาวบ้านและครัวเรือนในชุมชนตำบลบ้านยาง อำเภอเมืองบุรีรัมย์จังหวัดบุรีรัมย์

3.3 อัตราส่วนผสมแผ่นคอนกรีตจากงานรื้อถอนงานก่อสร้าง

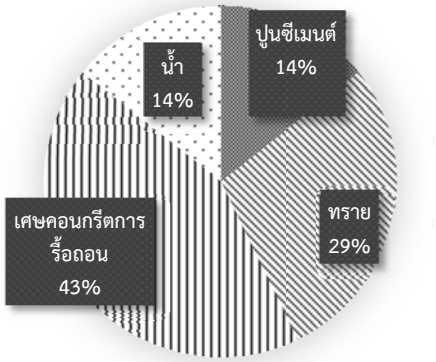
อัตราส่วนผสมคอนกรีตอ้างอิงส่วนผสมคอนกรีตมาตรฐาน SCG ทั้ง 4 สูตร [7] ซึ่งมีอัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์:ทราย:หิน:น้ำ เท่ากับ 1:2:1:1,1:2:2:1,1:2:3:1,และ 1:2:4:1 ในการศึกษานี้ได้ปรับปรุงสูตรผสมคอนกรีตเพื่อเพิ่มมูลค่าเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง สำหรับแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดิน แผ่นซีเมนต์สำหรับปูพื้นทางเดิน ดังนี้



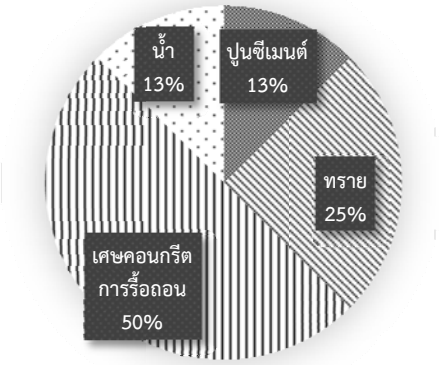
ภาพที่ 1 อัตราส่วนผสม สูตรที่ 1 (1:2:1:1)



ภาพที่ 2 อัตราส่วนผสม สูตรที่ 2 (1:2:2:1)



ภาพที่ 3 อัตราส่วนผสม สูตรที่3 (1:2:3:1)



ภาพที่ 4 อัตราส่วนผสม สูตรที่ 4 (1**:2:4:1)**

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเพื่อทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ และคุณสมบัติของชิ้นงานตัวอย่าง ได้แก่ เครื่องทดสอบค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต ซึ่งใช้ในการวัดค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีตโดยใช้คอนกรีตชิ้นงานตัวอย่างทดสอบรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 ซม.

3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองและการทดสอบนำค่าตัวเลขจากผลทดสอบคุณสมบัติของชิ้นงานตัวอย่างมาวิเคราะห์และเทียบค่ากับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแสดงผลในรูปของตารางอธิบาย

ประกอบและสรุปผล ส่วนการวิเคราะห์ผลการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการสังเกต การสัมภาษณ์และการถอดบทเรียน

3.6 การทดสอบผลิตภัณฑ์

3.6.1 การขึ้นรูปต้นแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ขนาด เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะในการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1.1 การขึ้นรูปต้นแบบตัวอย่างทดสอบขนาด กว้างxยาวxหนา เท่ากับ 30x30x4 ซม.

- เป็นตัวอย่างการขึ้นรูปสำหรับทดสอบลักษณะทั่วไปและการทดสอบมิติเช่น การทดสอบพื้นผิว การแตกร้าว และรูปทรงโดยใช้การทดสอบแบบ Visual Testing (ใช้สายตาในการตรวจสอบ) และการใช้เครื่องมือวัด ตามเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์มาตรฐาน

1.2 การขึ้นรูปต้นแบบตัวอย่างทดสอบลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 ซม.

- เป็นตัวอย่างการขึ้นรูปสำหรับทดสอบการนำไปใช้ในการทดสอบค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต เพื่อหาค่าความแข็งแรงของตัวอย่างทดสอบด้วยเครื่องทดสอบความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต

3.6.2 การทดสอบลักษณะทั่วไปเป็นหนึ่งในการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ คือ ลักษณะทั่วไปของตัวอย่างทดสอบ เช่น พื้นผิว การแตกร้าว รูปทรงโดยใช้การทดสอบแบบ ใช้สายตาในการตรวจสอบ (Visual Testing) ลักษณะภายนอกทั่วไป

ภาพที่ 5 การทดสอบลักษณะทั่วไปของตัวอย่างทดสอบ

3.6.3 การทดสอบมิติเป็นหนึ่งในการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ซึ่งว่าด้วยเรื่องของมิติที่สามารถมองเห็นได้ โดยมีการทดสอบย่อย 2 ประการ นั้นคือ ความกว้าง ความยาว รวมไปถึงความหนาของผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการทดสอบ โดยใช้ไม้บรรทัดในการทดสอบ (มอก.827-2531)

ภาพที่ 6 การทดสอบมิติของตัวอย่างทดสอบ

3.6.4 การทดสอบความต้านทานกำลังอัดคอนกรีตเป็นหนึ่งในการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์โดยที่การทดสอบจะมีการนำตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเข้าเครื่องทดสอบหาค่ากำลังอัดคอนกรีต โดยเครื่องทดสอบจะทำการกดตัวอย่างทดสอบจนแตก เพื่อวัดค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต (มถ .101-2550)

ภาพที่ 7 เครื่องทดสอบความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต

ภาพที่ 8 เครื่องชั่งน้ำหนักวัสดุทดสอบ

ภาพที่ 9 นำตัวอย่างทดสอบเข้าเครื่องทดสอบความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต

ภาพที่ 10 การตั้งค่ามาตรวัดสำหรับการทดสอบและการอ่านค่ากำลังอัด

4. สรุปผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบลักษณะทั่วไป ในการทดสอบการทดสอบลักษณะทั่วไป พบว่าสูตรผสมทุกสูตรผ่านเกณฑ์การทดสอบทั้งหมดโดยมีคะแนนอยู่ในช่วงเกณฑ์ดีเยี่ยม หรืออยู่ระหว่าง 25-23 คะแนน ข้อสังเกตเนื่องจากแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างทุกสูตรใช้ตัวเชื่อมประสานคือปูนซีเมนต์ชนิดเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด

4.2 ผลการทดสอบมิติของผลิตภัณฑ์ พบว่าการทดสอบมิติของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ในทุกสูตร โดยที่พื้นที่หน้าตัดอยู่ที่ 900 ตร.ซม ± 5 ตร.ซม. และค่าความหนาที่ 4 ซม. ± 0.4 ซม. ซึ่งประเมินผ่านทุกสูตร

4.3 ผลการทดสอบค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต ของชิ้นงานตัวอย่าง พบว่า สูตรผสมที่ 3 ผ่านเกณฑ์ประเมิน ทั้งในส่วนของ ค่าความต้านทานกำลังอัดคอนกรีต และในส่วนของน้ำหนักจึงประเมินให้สูตรที่ 3 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์

4.4 ผลการทดสอบการใช้งานจริง ในการทดสอบการใช้งานจริงโดยปูทางเดินบนพื้นดินหรือทรายที่เป็นพื้นเรียบเสมอกัน โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในชุมชนตำบลบ้านยางเป็นตัวแทนจากหลังคาเรือนจำนวน 20 หลังคาเรือน ซึ่งมีน้ำหนักที่แตกต่างกันพบว่า ผู้ใช้งานทั้งหมดมีความคิดเห็นว่า ไม่มีความรู้สึกแตกต่างกันระหว่างแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้าง กับแผ่นซีเมนต์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป และจากการสังเกตพบว่า แผ่นซีเมนต์ตัวอย่างนี้รับน้ำหนักได้ดีไม่มีความผิดปกติ

5. อภิปรายผล

การนำเศษคอนกรีตเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่อสร้างมาเพิ่มมูลค่าแปรรูปแผ่นซีเมนต์ปูทางเดิน เป็นอีกหนึ่งวิธีการจัดการขยะในชุมชน โดยการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าทำให้เศษคอนกรีตในชุมชนมีคุณค่ามากกว่าเศษขยะ นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณเศษคอนกรีตในชุมชนและเป็นจัดสภาพแวดล้อมดูสะอาดเรียบร้อยขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาทร ชูพลสัตย์ [8] ที่กล่าวว่าเศษคอนกรีตเก่านั้นสามารถนำมาใช้งานใหม่ได้หากได้ผ่านกระบวนการใด ๆ เพื่อสร้างหน้าที่การใช้งานใหม่หรือใกล้เคียงกับแบบเดิม

ด้านความคุ้มค่าในการแปรรูปและการผลิตแผ่นซีเมนต์ปูทางเดินจากคอนกรีตเศษวัสดุเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่องสร้างนั้นเมื่อเทียบกับการผลิตด้วยวัสดุใหม่หรือราคาต่อแผ่นที่ขายในท้องตลาดทั่วไป แผ่นซีเมนต์ที่ทำการวิจัยนี้มีต้นทุนการผลิตที่น้อยกว่าช่วยลดต้นทุนการผลิต เช่น สูตรที่ 4 แผ่นละ 1.17 บาท รองลงมาคือสูตรที่ 3 แผ่นละ 0.98 บาท สูตรผสมที่ 2 แผ่นละ 0.82 บาท และสูตรผสมที่ 1 แผ่นละ 0.51 บาท ซึ่งได้สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ วุฒิชัย กกคำแหง. [9] ที่กล่าวว่าการนำวัสดุเหลือทิ้งหรือของเสียจากกระบวนการใด ๆ นำกลับมาใช้งานจะสามารถทำให้ต้นทุนของผลิตภัณฑ์นั้นลดลงได้

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะการใช้งาน

- ควรใช้ปูทางเดิน ในพื้นที่ไม่มีรถยนต์วิ่งผ่าน
- เหมาะสำหรับใช้ปูพื้นในบริเวณบ้านจัดตกแต่งสวนย่อม หรือปูพื้นทางเดินสวนสาธารณะ

6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- ควรมีการศึกษาวิจัยต่อยอดหาสูตรผสมที่หลากหลายและสามารถลดต้นทุนได้สูงสุด
- ควรมีการศึกษาวิจัยต่อยอดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการต้านทานกำลังอัดคอนกรีตและด้านน้ำหนักของแผ่นซีเมนต์จากคอนกรีตเศษวัสดุเหลือใช้จากการรื้อถอนงานก่องสร้าง เพื่อนำไปใช้ในงานลักษณะอื่นๆได้ เป็นการแตกยอดผลิตภัณฑ์ เช่น งานพื้นถนน งานก่อผนัง เป็นต้น

- ควรมีการศึกษาวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์ในรูปแบบหรือรูปทรงอื่น ๆ ในเชิงสร้างสรรค์หรือนวัตกรรมที่อำนวยความสะดวกและตอบสนองผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

[1] จิรานุวัฒน์ จันทร์จร. “การศึกษาแนวทางการจัดการเศษสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย.” (ออนไลน์) 2545. (สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2561). จากhttps://www.researchgate.net.

[2] สำนักสถิติพยากรณ์สำนักงานสถิติแห่งชาติ. “ข้อมูลจำนวนประชากร.” (ออนไลน์) 2554. (สืบค้นเมื่อ 11 มีนาคม 2561).จาก http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/pubs/pubsfiles/ictDev54.pdf.

[3] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาและสิ่งแวดล้อม. “ปัญหาและการแก้ไขปัญหาสภาพแวดล้อมในสถานที่ก่อสร้าง.” (ออนไลน์) 2561. (สืบค้นเมื่อ 9 มีนาคม 2561). จาก http://infofile.pcd.go.th.

[4] สำนักงานจังหวัดบุรีรัมย์. “ประชากรในจังหวัดบุรีรมย์.(ออนไลน์) 2560.” สืบค้นเมื่อ 11 มีนาคม 2561). จาก file:///C:/Users/Kcom/Downloads/Documents/buriram-data.pdf.

[5] มหานครอีสานใต้. “การเติบโตของเมืองชุมทาง : กรณีวิเคราะห์อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์.” (ออนไลน์) 2561. (สืบค้นเมื่อ 17 มีนาคม 2561). จาก http://www.ipsr.mahidol.ac.th.

[6] วีระยุทธ์ สุขเพชร. “การศึกษาการจัดการเพื่อลดเศษวัสดุในโครงการก่อสร้างอาคารพักอาศัย กรณีศึกษาโครงการ สมูท เรสซิเดนท์.” คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม. 2561.

[7] บริษัท CPAC จำกัด. “อัตราส่วนผสมแผ่นซีเมนต์สำหรับปูพื้นทางเดิน.” หนังสือเรียนคอนกรีตเทคโนโลยี Concrete Technology, 2552, หน้า 70-71.

[8] อาทร ชูพลสัตย์ และ ณิชาภา มินาบูลย์. (2556) อ้างใน วุฒิชัย กกคำแหง และคณะ. “บล็อกประสานจากขยะคอนกรีต.” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, 2540.

[9] วุฒิชัย กกคำแหง และคณะ. “บล็อกประสานจากขยะคอนกรีต.” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, 2540.