วารสารวิชาการ
อุตสาหกรรมศึกษา

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2555 (51 - 57)

การพัฒนาอิฐมวลเบาโดยใช้กระดาษเหลือใช้

ณัฐพัชร สืบบัวแก้ว, สมศักดิ์ มีเสถียร, ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาราชภัฏจันทรเกษม

39/1 ถ.รัชดาภิเษก แขวงจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Light Brick Development By Using Used Paper

Nattapat Suebbuakaew, Somsak Mesathien, Threraphon Thephasadin Na Ayuthya

Department of Industrial Technology, Faculty of Education, Chandrakasem Rajabhat University

39/1 Rachada road, Chankasem, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยมีดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ 2) เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ และ 3) เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเป็นอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ จำนวน 5 อัตราส่วน ตามอัตราส่วนน้ำหนักกับปริมาตรและทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานอิฐมวลเบา ผลการวิจัย พบว่า การทดสอบอิฐมวลเบาโดยใช้ด้วยกระดาษเหลือใช้ สรุปผลการทดสอบทั้ง 5 อัตราส่วน พบว่าทั้ง 5 อัตราส่วนผสมไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอิฐมวลเบา แต่อัตราส่วนที่ 5 ใช้กระดาษ 50 ลิตร ไม่มีทรายเป็นส่วนผสม ปูนซีเมนต์ 30 ลิตร ยิบซั่ม 9 ลิตร ปูนขาว 9 ลิตร และ ผงอลูมิเนียม 2 ลิตร มีค่าความหนาแน่น ค่าความชื้น และค่าความต้านแรงตึงกับผิวหน้า เทียบเท่ามาตรฐานอิฐมวลเบา ส่วนค่าความดูดซึมน้ำสูงกว่ามาตรฐานอิฐมวลเบา ซึ่งอาจนำไปใช้กับการก่อสร้างผนังภายในอาคารได้ ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 1) การทำวิจัยควรหลีกเลี่ยงการใช้กระดาษเหลือใช้ทำอิฐมวลเบาที่รับแรงเพราะกระดาษนั้นดูดความชื้น 2) ควรสนับสนุนการวิจัยที่ใช้กระดาษเหลือใช้ทำวัสดุอื่น ๆ 3) กระทรวงอุตสาหกรรมควรสนับสนุนการวิจัยที่ใช้วัสดุเหลือใช้อื่น ๆในการสร้างมูลค่าเพิ่ม

คำสำคัญ *การพัฒนา อิฐมวลเบา กระดาษเหลือใช้*

Abstract

The objectives of this research were 1) Develop the light brick using the used paper. 2) To test the physical qualification and mechanical qualification of the light brick using the used paper. 3) To compare the physical qualification and mechanical qualification of the light brick using the used paper. The researcher developed the light brick using the used paper in to 5 ratios and compare with the light brick standard. The research found that: The test of the light brick using the used paper found that all 5 ratios were not pass the standard requirement, only the 5th ratio

were composed of 50 liters of used paper not put sand 30 liters of cement 9 liters of gypsum 9 liters of white cement and 2 liters of aluminum, pass the standard on tested the density humidity and surface pressure but for the water absolved not pass the standard. But anyway its can use for interior construction. The recommendation of this research are; 1) Next researcher should not use the used paper as a composite to make light brick because it was humidity. 2) Should encourage to research on the light brick. by use the other material. 3) The ministry of industry should encourage to research by using other used material for more value.

Keyword: *Development, Light brick, Used paper*

ภูมิหลัง

ปัจจุบันผู้คนส่วนใหญ่หันมาสนใจเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติในหลาย ๆ ด้าน เช่น เอาใจใส่ในการประหยัดพลังงาน น้ำ ไฟฟ้า ซึ่งรวมไปถึงในเรื่องของการสร้างบ้านที่อยู่อาศัย การคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างเพื่อทำให้บ้านนั้นมีความน่าอยู่น่าอาศัย และมีความคิดว่าจะทำอย่างไรเพื่อทำให้บ้านเกิดมีความร่มรื่นร่มเย็นโดยไม่ต้องพึ่งแอร์หรือให้น้อยที่สุด ฉะนั้นจึงมีการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างจำพวกอิฐที่นำมาทำบ้าน

การทำอิฐสำหรับก่อสร้างของไทยได้ทำกันมานานแล้ว โดยส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมครอบครัวในแถบชนบท ซึ่งมีขนาดเล็ก และอิฐที่ผลิตส่วนใหญ่เป็นอิฐมอญ ต่อมาได้มีการตั้งโรงงานใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยมากขึ้น โดยอิฐที่ทำการผลิตมีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้นได้ แก่ อิฐบล็อก อิฐเบาหรืออิฐมวลเบา อิฐโฟม อิฐแก้ว และกระจก โดยเฉพาะการผลิตอิฐเบาหรืออิฐมวลเบาในปัจจุบันนับได้ว่าเป็นนวัตกรรมวัสดุก่อสร้างแบบใหม่สำหรับวงการก่อสร้างของไทย ซึ่งได้รับความนิยมอย่างสูง และเป็นทางเลือกใหม่แก่วงการก่อสร้าง เนื่องจากอิฐมวลเบามีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างจากอิฐชนิดอื่น ๆ คือ สามารถนำไปใช้สร้างบ้านได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ประหยัดแรงงานและลดต้นทุนในการดำเนินการก่อสร้างรวมทั้งสามารถช่วยประหยัดพลังงานป้องกันความร้อนได้ดีมีความคงทนและมีอายุการใช้งานนานกว่า 50 ปีและทั้งนี้ยังนิยมใช้ในงาน ก่อสร้างตึกสูงประเภทอื่น ๆ เช่น อาคารสำนักงาน และบ้านพักอาศัย เป็นต้น

ตลาดอิฐมวลเบาของไทยส่วนใหญ่เป็นการจำหน่ายภายในประเทศเกือบทั้งหมด โดยผ่านช่องทางการจำหน่ายขายตรงให้กับลูกค้าที่ซื้อสินค้าไปใช้ในงานโครงการของตนเอง และผ่านตัวแทนจำหน่าย ได้แก่ ร้านวัสดุก่อสร้าง ซึ่งเป็นผู้ประกอบการธุรกิจการค้าส่งและค้าปลีกอุปกรณ์ก่อสร้าง โดยผู้ผลิตอิฐมวลเบาที่คนไทยรู้จักกันดี คือ คิวคอน (Q-CON) ซึ่งคิวคอนนั้นถือได้ว่าเป็นผู้ผลิตอิฐมวลเบารายแรกของไทย และเป็นผู้พยายามที่จะสร้างนวัตกรรมอิฐมวลเบาให้เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายทั่วทั้งประเทศให้ได้ ส่วนด้านตลาดส่งออกอิฐมวลเบาของไทยมีการส่งออกค่อนข้างน้อยประมาณไม่เกิน 10% ของกำลังการผลิตทั้งหมด โดยส่งออกไปยังประเทศเพื่อนบ้าน เช่น พม่า ลาว และเขมร เป็นต้น ซึ่งในอนาคตอาจจะมีการขยายการส่งออกมากขึ้น

แนวโน้มในภาพรวมของตลาดอิฐมวลเบาในปี พ.ศ. 2548 จะมีแนวโน้มการเติบโตที่ดีขึ้น เนื่องจากกำลังการผลิตอิฐมวลเบาของไทยไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาดที่มีมากกว่า 10 ล้านตารางเมตร ประกอบกับยังมีความต้องการจากโครงการอาคารสูง และงานปรับปรุงซ่อมแซมอาคารที่จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นโอกาสสำหรับผู้ผลิตที่อยู่ในอุตสาหกรรมอิฐมวลเบา ที่จะขยายการผลิตและขยายฐานลูกค้าออกไปได้กว้างขวางขึ้น ให้รองรับกับความต้องการที่มีมากขึ้น ตลอดจนมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความแตกต่างเพื่อสร้างจุดขายให้มากขึ้น เช่น สามารถเก็บเสียงได้ หรือประหยัดพลังงานได้มากขึ้น ดูดกลืนหรือสะท้อนความร้อนได้ดี เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการผลิตอิฐมวลเบาถึงแม้ว่าแนวโน้มจะมีการขยายการเติบโตของตลาดมากขึ้นแต่ ยังคงจำกัดอยู่ในวงผู้ผลิตที่เป็นธุรกิจขนาดใหญ่เท่านั้นซึ่งมีเงินลงทุนสูง ดังนั้นผู้ผลิต เอส เอ็ม อี ที่สนใจเข้าสู่อุตสาหกรรมการผลิตอิฐมวลเบาสามารถขอรับการสนับสนุนทางด้านเงินทุนจากเอส เอ็ม อี แบงก์ได้ เพื่อที่ไทยจะได้มีวัสดุก่อสร้างที่มีคุณภาพช่วยประหยัดพลังงานได้ตามนโยบายของรัฐบาล

ในปัจจุบันการนำวัสดุเหลือใช้หรือวัสดุที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่นั้นนับว่ามีความสำคัญ มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรีไซเคิล กระดาษเหลือใช้รวมถึงกระดาษหนังสือพิมพ์ที่มีจำนวนมากในปัจจุบัน สามารถนำมาแปรรูปได้หลายแบบและสามารถนำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆจำนวนมาก จากข้อมูลเบื้องต้นพบว่าในปีหนึ่ง ๆ มีจำนวนกระดาษเหลือใช้หรือที่ใช้แล้วไม่น้อยกว่า 10 ล้านตัน ซึ่งเป็นจำนวนมาก (ข้อมูลกรมโรงงานอุตสาหกรรม) ในอุตสาหกรรมการแปรรูปกระดาษมีจำนวนมาก เช่น การแปรรูปในลักษณะของกระดาษในรูปแบบต่าง เป็นกล่องบรรจุภัณฑ์ หรือวัสดุห่อหุ้ม ดังนี้เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.2541).

ผู้วิจัยซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับกระดาษที่เหลือใช้ โดยเฉพาะกระดาษหนังสือพิมพ์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเป็นส่วนผสมของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ และสอดคล้องกับการพัฒนางานก่อสร้างไทยซึ่งยังต้องการวัสดุในการก่อสร้างอีกมาก และต้องมีคุณภาพและราคาที่เหมาะ สม ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงการพัฒนาอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ เพื่อเป็นประโยชน์ในอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยในการพัฒนาประเทศและลดจำนวนกระดาษเหลือใช้ให้น้อยลง

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้
2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้
3. เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติ ของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้กับมาตรฐานอิฐมวลเบา

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นนวัตกรรมวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ ที่ใช้สำหรับวงการก่อสร้างของไทยโดยสามารถใช้แทนอิฐมวลเบาอิฐมอญ หรือ อิฐบล็อก
2. เป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมอิฐมวลเบาให้มีความหลากหลาย และเหมาะสมกับการนำไปใช้งานในแต่ละประเภท
3. อิฐมวลเบาที่พัฒนาขึ้นจากกระดาษเหลือใช้นั้นสามารถลดต้นทุนในการดำเนินการก่อสร้างและงานที่ต้องใช้อิฐมาเป็นส่วนประกอบได้

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดผลิตภัณฑ์โดยนำเอากระดาษเหลือใช้ (กระดาษหนังสือพิมพ์) มาผสมตามสัดส่วนกับทราย และทำการผลิตเป็นอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ให้มีขนาดเท่าหรือเทียบเท่ากับมาตรฐานอิฐมวลเบา

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ คือ

ตัวแปรต้น คือ อัตราส่วนของอิฐมวลเบาที่พัฒนาด้วยกระดาษเหลือใช้มาผสมตามสัดส่วนกับปูนทราย

2.ตัวแปรตาม คือ มาตรฐานคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของอิฐมวลเบา (มาตรฐานการผลิตอุตสาหกรรม. 2541).

สมมติฐานในการวิจัย

อิฐมวลเบาที่พัฒนาด้วยกระดาษเหลือใช้มาผสมตามสัดส่วนกับปูนทรายมีคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของอิฐมวลเบาเทียบเท่ากับมาตรฐานอิฐมวลเบา

สรุปผลการวิจัย

ในการพัฒนาอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การพัฒนาอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้

การพัฒนาอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ โดยมีการกำหนดสัดส่วนในการผสมที่ใช้ในการผลิตอิฐมวลเบา ซึ่งมีสัดส่วนมาตรฐานอิฐมวลเบาดังนี้ ไม่ใส่กระดาษ ใส่ทราย 50 ลิตร ปูนซีเมนต์ 30 ลิตร ยิบซั่ม 9 ลิตร ปูนขาว 9 ลิตร และ ผงอลูมิเนียม 2 ลิตร ผู้วิจัยได้ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง ดังนี้ ในครั้งที่ 1 ใส่กระดาษ 10 ลิตร ทราย 40 ลิตร ปูนซิเมนต์ ยิปซั่ม ปูนขาว และผงอลูมิเนียม คงอัตราส่วนผสมเดิมตามมาตรฐานอิฐมวลเบา ในครั้งที่ 2 การทดลองมีกระดาษเพิ่มเป็น 20 ลิตร ลดลงเป็นทราย 30 ลิตร ส่วนผสมอื่น ๆ ดงเดิม ในครั้งที่ 3 ของการทดลองใช้กระดาษ 30 ลิตร ทราย 20 ลิตร และส่วนผสมอื่น ๆ ดงเดิม ครั้งที่ 4 ใส่กระดาษเพิ่มเป็น 40 ลิตร ทราย 10 ลิตร ส่วนผสมอื่น ๆ ดงเดิม และในครั้งที่ 5 ใส่กระดาษ 50 ลิตร ไม่ใส่ทรายเป็นส่วนผสม และส่วนผสมอื่น ๆคงเดิม ผลที่ได้คือได้อิฐมวลเบาตามส่วนผสมที่ทำการผลิตทั้ง 5 แบบ มีขนาดความสูง ความยาว ความกว้างใกล้เคียงกัน โดยในอัตราส่วนผสมที่ 1 มีขนาดความสูง 7.5 เซนติเมตร ความยาว 60.4 เซนติเมตร และความกว้างที่ 20.7 เซนติเมตร และน้ำหนัก 13.2 กิโลกรัม อัตราส่วนผสมที่ 2 มีความสูง 7.3 เซนติเมตร ความยาว 60.2 เซนติเมตร และความกว้าง 20.3 เซนติเมตร และน้ำหนัก 10.0 กิโลกรัม ในส่วนผสมที่ 3 มีความสูง 7.7 เซนติเมตร ความยาว 60.4 เซนติเมตร ความกว้าง 20.6 เซนติเมตร และน้ำหนัก 11.6 กิโลกรัม อัตราส่วนผสมที่ 4 ความสูง 7.7 เซนติเมตร ความยาว 60.3 เซนติเมตร ความกว้าง 20.8 เซนติเมตร และน้ำหนัก 14.2 กิโลกรัม และในอัตราส่วนผสมที่ 5 สุดท้ายมีความสูง 8.0 เซนติเมตร ความยาว 60.2 เซนติเมตร ความกว้าง 21.0 เซนติเมตร และน้ำหนัก 8.5 กิโลกรัม ส่วนอิฐมวลเบามาตรฐานนั้นมีขนาดความสูง 7.5 เซนติเมตร ความยาว 60.0 เซนติเมตร ความกว้าง 20.0 เซนติเมตรและน้ำหนัก 7.5 กิโลกรัม

2. ผลทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้

2.1 การทดสอบความหนาแน่น ของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ ตามอัตราส่วนน้ำหนัก (กิโลกรัม) กับปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร) นั้นสรุปผลการทดสอบทั้ง 5 แบบ ได้ว่าอัตราส่วนผสมที่ 5 มีความหนาแน่นที่ 0.0883 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2.2. การทดสอบความชื้น ของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ โดยอิฐมวลเบาทั้ง 5 แบบไปวางไว้ในที่โล่งแจ้งระหว่างเวลา 06.00 – 18.00 น. จากนั้นนำมาชั่งครั้งที่ 1 และวางไว้ในที่เดิมระหว่างเวลา 18.00 – 06.00 น. นำมาชั่งครั้งที่ 2 นั้นสรุปผลการทดสอบในอัตราส่วนผสมที่ 5 มีผลการทดสอบการดูดซึมน้ำในช่วงเวลา 5 นาที เท่ากับ 8.0 กิโลกรัม ผลการทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักเท่ากับ -1.0 กิโลกรัม และในช่วงเวลา 10 นาที เท่ากับ 9.3 กิโลกรัม ผลการทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักเท่ากับ -1.8 กิโลกรัม

2.3 การทดสอบการดูดซึมน้ำ ของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ ด้วยการทดสอบโดยการรดน้ำลงไปที่อิฐมวลเบาในช่วงเวลาต่าง ๆ หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักตามช่วงเวลาทั้ง 5 แบบ สรุปผลการทดสอบได้ว่าในอัตราส่วนผสมที่ 5 มีผลการทดสอบการดูดซึมน้ำในช่วงเวลา 5 นาที เท่ากับ 8.0 กิโลกรัม ผลการทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักเท่ากับ -1.0 กิโลกรัม และในช่วงเวลา 10 นาที เท่ากับ 9.3 กิโลกรัม ผลการทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักเท่ากับ -1.8 กิโลกรัม

2.4 การทดสอบความต้านแรงตึงกับผิวหน้า (ความลึกของผิว) ของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ โดยเข้าเครื่องกด ลงบนด้านความสูง การกดด้วยแรงที่สม่ำเสมอทั้ง 5 แบบผลการทดสอบ ในอัตราส่วนผสมที่ 5 ผลการทดสอบแรงกด 1 กิโลกรัม มีความต้านแรงตึงของผิวหน้าเท่ากับ 1.00 มิลลิเมตร และผลการทดสอบแรงกดที่ 3 กิโลกรัม มีความต้านแรงตึงของผิวหน้าเท่ากับ 1.20 มิลลิเมตร ทำให้เกิดผลต่างของการทดสอบความลึกของผิว

ระหว่างแรงกดที่ 1 กิโลกรัมกับ 3 กิโลกรัม มีความต้านแรงตึงของผิวหน้าเท่ากับ -0.20 มิลลิเมตร

3. ผลการเปรียบเทียบมาตรฐานอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้กับมาตรฐานอิฐมวลเบา สรุปได้ดังนี้ ด้านความหนาแน่น ในอัตราส่วนผสมที่ 5 ใช้กระดาษ 50 ลิตร ไม่มีทรายเป็นส่วนผสม ปูนซีเมนต์ 30 ลิตร ยิบซั่ม 9 ลิตร ปูนขาว 9 ลิตร และ ผงอลูมิเนียม 2 ลิตร มีค่าความหนาแน่นที่ 0.0883 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรมีค่าเท่ากับมาตรฐาน ด้านความชื้นในอัตราส่วนผสมที่ 5 มีค่าความชื้นเท่ากับมาตรฐานอิฐมวลเบา ในอัตราส่วนผสมที่ 3 นั้นมีผลการดูดซึมน้ำใกล้เคียงกับมาตรฐานอิฐมวลเบา และอัตราส่วนผสมที่ 5 มีผลการทดสอบความต้านแรงตึงของผิวหน้ามีค่าเทียบเท่ามาตรฐานอิฐมวลเบา

สรุปได้ว่าอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ตามอัตราส่วนผสมที่ 5 มีค่าจากผลการทดสอบค่าความหนาแน่น ค่าความชื้น และค่าความต้านแรงตึงกับผิวหน้า เทียบเท่ากับมาตรฐาน จึงมีความเหมาะสมในการใช้งานมากที่สุด

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. การพัฒนาอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ โดยมีการกำหนดสัดส่วนในการผสมที่ใช้ในการผลิตอิฐมวลเบา ซึ่งมีสัดส่วนมาตรฐานอิฐมวลเบาดังนี้ ไม่ใส่กระดาษ ใส่ทราย 50 ลิตร ปูนซีเมนต์ 30 ลิตร ยิบซั่ม 9 ลิตร ปูนขาว 9 ลิตร และ ผงอลูมิเนียม 2 ลิตร ผู้วิจัยได้ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง ดังนี้ ในครั้งที่ 1 ใส่กระดาษ 10 ลิตร ทราย 40 ลิตร ปูนซิเมนต์ ยิปซั่ม ปูนขาว และผงอลูมิเนียม คงอัตราส่วนผสมเดิมตามมาตรฐานอิฐมวลเบา ในครั้งที่ 2 การทดลองมีกระดาษเพิ่มเป็น 20 ลิตร ลดลงเป็นทราย 30 ลิตร ส่วนผสมอื่น ๆ ดงเดิม ในครั้งที่ 3 ของการทดลองใช้กระดาษ 30 ลิตร ทราย 20 ลิตร และส่วนผสมอื่น ๆ ดงเดิม ครั้งที่ 4 ใส่กระดาษเพิ่มเป็น 40 ลิตร ทราย 10 ลิตร ส่วนผสมอื่น ๆ ดงเดิม และในครั้งที่ 5 ใส่กระดาษ 50 ลิตร ไม่ใส่ทรายเป็นส่วนผสม และส่วนผสมอื่น ๆคงเดิม ผลที่ได้คือได้อิฐมวลเบาตามส่วนผสมที่ทำการผลิตทั้ง 5 แบบ มีขนาดความสูง ความยาว ความกว้างใกล้เคียงกัน โดยในอัตราส่วนผสมที่ 1 มีขนาดความสูง 7.5 เซนติเมตร ความยาว 60.4 เซนติเมตร และความกว้างที่ 20.7 เซนติเมตร และน้ำหนัก 13.2 กิโลกรัม อัตราส่วนผสมที่ 2 มีความสูง 7.3 เซนติเมตร ความยาว 60.2 เซนติเมตร และความกว้าง 20.3 เซนติเมตร และน้ำหนัก 10.0 กิโลกรัม ในส่วนผสมที่ 3 มีความสูง 7.7 เซนติเมตร ความยาว 60.4 เซนติเมตร ความกว้าง 20.6 เซนติเมตร และน้ำหนัก 11.6 กิโลกรัม อัตราส่วนผสมที่ 4 ความสูง 7.7 เซนติเมตร กว้างยาว 60.3 เซนติเมตร ความกว้าง 20.8 เซนติเมตร และน้ำหนัก 14.2 กิโลกรัม และในอัตราส่วนผสมที่ 5 สุดท้ายมีความสูง 8.0 เซนติเมตร ความยาว 60.2 เซนติเมตร ความกว้าง 21.0 เซนติเมตร และน้ำหนัก 8.5 กิโลกรัม ส่วนอิฐมวลเบามาตรฐานนั้นมีขนาดความสูง 7.5 เซนติเมตร ความยาว 60.0 เซนติเมตร ความกว้าง 20.0 เซนติเมตรและน้ำหนัก 7.5 กิโลกรัม ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้กำหนดแบบและขนาดของอิฐตามแบบมาตรฐานที่กำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก 58-2533) จึงได้ขนาดตามเกณฑ์มาตรฐาน

2. ผลทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ ที่พบว่า อิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ มีความหนาแน่น ของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ ตามอัตราส่วนน้ำหนัก (กิโลกรัม) กับปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร) นั้นสรุปผลการทดสอบทั้ง 5 แบบ ได้ว่าอัตราส่วนผสมที่ 5 มีความหนาแน่นที่ 0.0883 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความชื้น ของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ โดยอิฐมวลเบาทั้ง 5 แบบไปวางไว้ในที่โล่งแจ้งระหว่างเวลา 06.00 – 18.00 น. จากนั้นนำมาชั่งครั้งที่ 1 และวางไว้ในที่เดิมระหว่างเวลา 18.00 – 06.00 น. นำมาชั่งครั้งที่ 2 นั้นสรุปผลการทดสอบในอัตราส่วนผสมที่ 5 มีผลการทดสอบการดูดซึมน้ำในช่วงเวลา 5 นาที เท่ากับ 8.0 กิโลกรัม ผลการทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักเท่ากับ -1.0 กิโลกรัม และในช่วงเวลา 10 นาที เท่ากับ 9.3 กิโลกรัม ผลการทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักเท่ากับ -1.8 กิโลกรัม มีการดูดซึมน้ำ ของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษ

เหลือใช้ ด้วยการทดสอบโดยการรดน้ำลงไปที่อิฐมวลเบาในช่วงเวลาต่าง ๆ หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักตามช่วงเวลาทั้ง 5 แบบ สรุปผลการทดสอบได้ว่าในอัตราส่วนผสมที่ 5 มีผลการทดสอบการดูดซึมน้ำในช่วงเวลา 5 นาที เท่ากับ 8.0 กิโลกรัม ผลการทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักเท่ากับ -1.0 กิโลกรัม และในช่วงเวลา 10 นาที เท่ากับ 9.3 กิโลกรัม ผลการทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักเท่ากับ -1.8 กิโลกรัม และมีความต้านแรงตึงกับผิวหน้า (ความลึกของผิว) ของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ โดยเข้าเครื่องกดลงบนด้านความสูง การกดด้วยแรงที่สม่ำเสมอทั้ง 5 แบบผลการทดสอบ ในอัตราส่วนผสมที่ 5 ผลการทดสอบแรงกด 1 กิโลกรัม มีความต้านแรงตึงของผิวหน้าเท่ากับ 1.00 มิลลิเมตร และผลการทดสอบแรงกดที่ 3 กิโลกรัม มีความต้านแรงตึงของผิวหน้าเท่ากับ 1.20 มิลลิเมตร ทำให้เกิดผลต่างของการทดสอบความลึกของผิวระหว่างแรงกดที่ 1 กิโลกรัมกับ 3 กิโลกรัม มีความต้านแรงตึงของผิวหน้าเท่ากับ -0.20 มิลลิเมตร ที่เป็นเช่นนั้นเพราะกระดาษเป็นวัสดุที่เก็บความชื้นได้มาก และเมื่อผสมแล้วอิฐมวลเบาจะมีลักษณะรูพรุน ทั้งนี้เป็นเพราะคุณสมบัติของกระดาษจะเป็นวัสดุที่ไม่หนาแน่นทำให้เกิดรูพรุนและดูดซับความชื้น สอดคล้องกับงานวิจัยของศิวกร สุขลังการ (2546) ที่ทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุผสมสำหรับคอนกรีตบล็อกมวลเบาชนิดไม่รับน้ำหนัก ที่มีส่วนผสมจากกากตระกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ ปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย และเถ้าแกลบ ผลการศึกษาไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก-2517 คือคอนกรีตบล็อกมวลเบาชนิดไม่รับน้ำหนักเกิดรูพรุน และดูดซับความชื้นมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชระ เพิ่มชาติ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้เถ้าลอยแกลบและผง CaCO3 ในการผลิตอิฐมวลเบาแบบไม่อบไอน้ำ ผลการวิจัยพบว่าการใช้เถ้าลอยแกลบและผง CaCO3 เป็นส่วนผสมในอิฐมวลเบาได้ มีผลทำให้ค่าความแข็งแรงของอิฐมวลเบามีค่าสูงขึ้น จากการที่ผู้วิจัยได้นำอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้มีน้ำหนัก 7.5 กิโลกรัมต่อก้อน มาทำการทดสอบเทียบกับอิฐมวลเบาของคิวคอนมีน้ำหนัก 7.5 กิโลกรัม ปรากฏว่าผลด้านความแข็งแรงไม่แตกต่างกัน ดังนั้นรัฐบาลควรสนับสนุนให้มีการผลิตอิฐมวลเบาจากวัสดุเหลือใช้ให้มากขึ้น ควรสนับสนุนการวิจัยในการทำอิฐมวลเบาให้มีความหลากหลาย กระทรวงอุตสาหกรรมควรสนับสนุนเพื่อเป็นทางเลือกให้กับอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

ข้อเสนอแนะ

1. การทำวิจัยควรหลีกเลี่ยงการใช้กระดาษเหลือใช้ทำอิฐมวลเบาที่รับแรงเพราะกระดาษนั้นดูดความชื้น
2. ควรสนับสนุนการวิจัยที่ใช้กระดาษเหลือใช้ทำวัสดุอื่น ๆ
3. กระทรวงอุตสาหกรรมควรสนับสนุนการวิจัยที่ใช้วัสดุเหลือใช้อื่น ๆในการสร้างมูลค่าเพิ่ม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.(2541). **แผนการศึกษา แนวทางในการรับมลพิษโดยการพัฒนาของเสียหรือวัสดุเหลือใช้นำกลับมาใช้ใหม่**.

กฤษณะ เจริญคลังและ มานูญ บุญมา. (2548). **การใช้ประโยชน์จากขี้เถ้าลอยสำหรับผลิต อิฐมวลเบา**. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มาตรฐานการผลิตอุตสาหกรรม. (2541). **ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบามีฟองอากาศ-อบไอน้ำ**.สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุสาหกรรม

วัชระ เพิ่มชาติ. (2551). โครงการวิจัย **“การใช้เถ้าลอยแกลบและผง $CaCO_3$ ในการผลิตอิฐมวลเบาแบบไม่อบไอน้ำ**. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศิวกร สุขลังการ (2546) การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุผสม สำหรับคอนกรีตมวลเบาชนิดไม่รับน้ำหนักที่มีส่วนผสมจากกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษ ปูนซิเมนต์ปอร์ตแลน ทรายและเถ้าแกลบ.ปริญญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.