แบบสรุปย่อการวิจัย

1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย/ผนงานวิจัย

1.1 ชื่อโครงการ

เทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ของเสียอุตสาหกรรม

Utilization Technology of Industrial Waste

1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย นางสาวธรพร บุศย์น้ำเพชร[1]

หัวหน้า โครงการย่อยที่ 1 นายนิพนธ์ ตันไพบูลกุลย์[1]

หัวหน้า โครงการย่อยที่ 2 นางสาวธรพร บุศย์น้ำเพชร[1]

นางสาวพนิดา พันธ์สมบัติ[1]

[1] คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

โทรศัพท์/โทรสาร 043-742135

1.3 งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2553 งบประมาณที่ได้รับ 296,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตั้งแต่ เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2553 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2554

2. ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ปัจจุบันมีการใช้อิฐบล็อกมวลเบา (Lightweight Concrete) ในอุตสาหกรรมก่อสร้างกันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะงานก่อสร้างอาคาร เนื่องจากอิฐบล็อกมวลเบามีคุณสมบัติแตกต่างจากคอนกรีตธรรมดาคือมีคุณสมบัติเด่นในด้านน้ำหนักเบาแต่สามารถรับแรงอัด แรงกดทับใกล้เคียงกันกับคอนกรีตธรรมดา ซึ่งนอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน กันเสียง และขนาดแต่ละก้อนเท่ากัน ทั้งนี้สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายและต่างกัน เช่น ลดขนาดโครงสร้าง ลดอุณหภูมิภายในอาคาร ใช้เวลาในงานก่อสร้างน้อย เนื่องจากน้ำหนักเบาและตัดง่าย ใช้ก่อผนังเป็นห้องเก็บเสียง เป็นต้น แต่อิฐบล็อกมวลเบาที่จำหน่ายในปัจจุบันมีราคาแพงเมื่อเปรียบเทียบกับอิฐมอญและคอนกรีตธรรมดา ถึงแม้โดยรวมแล้วการใช้อิฐบล็อกมวลเบาในงานก่อสร้างอาคารต่างๆ จะช่วยลดขนาดโครงสร้างของอาคาร ลงลดปริมาณการใช้เครื่องปรับอากาศ แต่เนื่องจากวัตถุดิบบางส่วนในการผลิตอิฐบล็อกมวลเบามีราคาค่อนข้างสูงประกอบกับโรงงานผู้ผลิตมีกำลังการผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด ซึ่งบางช่วงเวลาทำให้อิฐบล็อกมวลเบาขาดตลาดส่งผลเสียหายแก่แผนงานก่อสร้างได้ และสืบเนื่องจากการ

ขยายตัวทางเศรษฐกิจทำให้มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เพิ่มขึ้นมากมาย รวมถึงการขยายตัวของระบบสาธารณูปโภคต่างๆ เช่น การประปา การไฟฟ้า ที่เพิ่มมากขึ้นเพื่อรองรับการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม ผลพวงที่เกิดขึ้นคือปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียที่เกิดขึ้น และหากมีระบบการจำกัดที่ไม่ถูกวิธี ก็จะเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ ตามมา ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจที่จะนำของเสียจากกระบวนการผลิตมาเป็นวัตถุดิบสำหรับใช้ในกระบวนการผลิตอิฐมวลเบา ที่ราคาของวัตถุดิบบางส่วนยังมีราคาแพง โดยคณะผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำกากปูนขาวและเถ้าลอยจากโรงงานกระดาษ และตะกอนประปาจากกระบวนการผลิตน้ำประปา มาศึกษาเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอิฐมวลเบา เนื่องจากกากปูนขาวจะมีองค์ประกอบทางเคมีโดยส่วนใหญ่คือ แคลเซียมคาร์บอเนต และแคลเซียมออกไซด์ ส่วนเถ้าลอยและดินตะกอนประปาจะมีองค์ประกอบทางเคมี คือ ซิลิกาและอลูมินาสามารถเป็นวัสดุปอซโซลานได้ ซึ่งจากคุณสมบัติของปอซโซลานจะพบว่าไม่ได้มีคุณสมบัติเป็นซีเมนต์โดยตัวมันเองแต่เมื่อนำมาผสมเข้ากับน้ำและปูนขาว ซิลิกาและอลูมินาในวัสดุปอซโซลานจะทำปฏิกิริยากับแคลซียมไฮดรอกไซด์ได้แคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) และแคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต (C-Al-H) ที่มีคุณสมบัติในการยึดประสานทำให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตสูงขึ้น อีกทั้งช่วยลดช่องว่างภายในคอนกรีตเป็นผลให้อัตราการซึมของน้ำลดลงด้วย แผนงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำของเสียจากภาคอุตสาหกรรมมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตอิฐมวลเบา ได้แก่ กากปูนขาว และขี้เถ้าจากกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ ตะกอนดินจากกระบวนการผลิตน้ำประปา ซึ่งการจัดการของเสียโดยวิธีนี้นอกจากจะเป็นการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นแล้วยังเป็นการนำของเสียกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับของเสียนั้นๆ โดนนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้จริง ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจจะมีคุณสมบัติที่ดีไม่เท่ากับผลิตภัณฑ์ทั่วไปแต่สามารถช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดได้ในระดับหนึ่ง นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้สามารถเป็นทางเลือกที่ดีในการลดการใช้ทรัพยากรจากธรรมชาติได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งของกระบวนการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

3. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนางานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของเสียอุตสาหกรรมเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตอิฐมวลเบา
2. เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มมูลค่าของเสียและลดภาระค่าใช้จ่ายในการกำจัด รวมถึงการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นจากของเสียภาคอุตสาหกรรม

4. ระเบียบวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ ดำเนินการศึกษาทดลอง โดยศึกษาการใช้ของเสียจากอุตสาหกรรมกระดาษ คือ เถ้าลอยและกากปูนขาว มาเป็นวัสดุแทนที่ปูนซีเมนต์และปูนขาวในการผลิตอิฐมวลเบา และการใช้ตะกอนดินจากระบบการผลิตน้ำประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม มาใช้ในการผลิตอิฐมวลเบา โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัตถุดิบ โดยโครงการย่อยที่ 1 ศึกษาอัตราส่วนของ ทราย : ปูนซีเมนต์ : ปริมาณตะกอนประปา : ปูนขาว : ผงอลูมิเนียม ส่วนโครงการย่อยที่ 2 อัตราส่วนของ ทราย : ปูนซีเมนต์ : เถ้าลอย : กากปูนขาว : ผงอลูมิเนียม ที่อัตราส่วนต่างๆ ทำการขึ้นอิฐมวลเบาขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร บ่มอิฐมวลเบาตัวอย่างที่ได้โดยการห่อหุ้มด้วยพลาสติกเป็นระยะเวลา 7, 14 และ 28 วัน แล้วทำการทดสอบคุณสมบัติของก้อนตัวอย่าง ได้แก่ ค่าการรับกำลังอัด ค่าการดูดกลืนน้ำ ค่าความหนาแน่น ค่าการรั่วไหลของโลหะหนักตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม และตามมาตรฐาน US EPA วิเคราะห์ผลการทดลองและเปรียบเทียบกับมาตรฐานอิฐมวลเบาแต่ละพารามิเตอร์

5. ผลการวิจัย

ผลการศึกษา โครงการที่ 1 พบว่า การทำอิฐมวลเบาที่มีส่วนผสมของตะกอนประปา : ปูนขาว : ซีเมนต์ : ทราย : น้ำ : ผงอลูมิเนียม บ่มที่อุณหภูมิห้อง เพื่อทดลองค่าการรับกำลังอัด ค่าความหนาแน่น และค่าการดูดซึมน้ำ ของตัวอย่างที่อายุการบ่ม 7 และ 28 วัน จากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนของซีเมนต์ : ตะกอนประปา : ปูนขาว : ทราย : น้ำ : ผงอลูมิเนียม เท่ากับ 1.0 : 0.20 : 0.50 : 0.50 : 0.60 : 0.0030 มีค่าการรับกำลังอัดสูงที่สุดที่อายุการบ่ม 7 และ 28 วัน เท่ากับ 61 และ 65 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อบ่มที่อุณหภูมิห้อง ตามลำดับ โดยผ่านมาตรฐาน มอก 58-2530 ที่เป็นมาตรฐานคอนกรีตบล็อกมวลเบาไม่รับน้ำหนัก ค่าการดูดซึมน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกอัตราส่วนในทุกอายุบ่ม ส่วนค่าความหนาแน่นไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และการทดสอบการรั่วไหลของโลหะหนักด้วยวิธี Waste Extraction Test (WET) ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลและวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ปี 2548 และวิธี Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP) ตามมาตรฐานของ USEPA ในตัวอย่างที่อายุ 28 วัน พบว่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

สำหรับโครงการที่ 2 เป็นการศึกษาการใช้ประโยชน์จากของเสีย คือ เถ้าลอยและกากปูนขาว ซึ่งเป็นของเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษ มาใช้ในการผลิตอิฐมวลเบา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนของ ทราย ปูนซีเมนต์ เถ้าลอย กากปูนขาว ปริมาณผงอลูมิเนียมและอายุบ่มที่เหมาะสม และศึกษาคุณสมบัติของอิฐมวลเบาที่ได้ รวมถึงปริมาณโลหะหนักในเถ้าลอยและกากปูนขาวที่นำมาใช้ในการผลิตอิฐมวลเบา ผลการศึกษา พบว่า ที่อัตราส่วนของทราย : ปูนซีเมนต์ : เถ้าลอย :

กากปูนขาว ในอัตราส่วน 50 : 27 : 3 : 20 โดยน้ำหนัก ปริมาณผงอลูมิเนียม 1 % อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.50 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากค่ากำลังรับแรงอัดและค่าความหนาแน่นที่อายุบ่ม 28 วัน ซึ่งพบว่าให้ค่ากำลังรับแรงอัด 101.5 กก./ซม.^{2} ค่าความหนาแน่น 1,050 กก./ลบ.ม. ค่าการดูดซึมน้ำ 322 กก./ลบ.ม. ปริมาณทองแดง สังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียมและนิเกิลในเถ้าลอยและกากปูนขาว ผ่านเกณฑ์มาตรฐานปริมาณสูงสุดที่ยอมมีได้ของสารอันตรายที่ปนเปื้อนในสารละลายจากการทดสอบการถูกชะละลายตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) และผ่านเกณฑ์มาตรฐานปริมาณสูงสุดที่สารอันตรายที่ยอมให้มีได้ในน้ำสกัดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (พ.ศ. 2548) ดังนั้นจึงสามารถนำเถ้าลอยและกากปูนขาวไปใช้ในการผลิตอิฐมวลเบาได้

6. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1) ผลการศึกษาที่ได้จากทั้งสองโครงการ พบว่า การใช้ของเสียจากระบบสาธารณูปโภคและของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในชุมชนมาใช้ประโยชน์ในการผลิตอิฐมวลเบา มีแนวโน้มความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ประโยชน์ แต่ยังพบปัญหาในส่วนของค่าความหนาแน่นของก้อนอิฐมวลเบาที่ยังมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน แต่ถ้าหากนำไปใช้สำหรับงานก่อสร้างที่ไม่รับน้ำหนักมากก็สามารถใช้งานได้ เช่น งานผนัง กำแพงกั้นเสียง เป็นต้น และจะเป็นผลดีสำหรับชุมชนโดยรอบที่อยู่ใกล้กับโรงงานอุตสาหกรรมและระบบการผลิตน้ำประปา ที่จะนำของเสียจากระบบดังกล่าวมาเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิต และพัฒนาต่อเนื่องเป็นระบบเศรษฐกิจท้องถิ่นได้ต่อไป

2) ควรทำการศึกษาหาเทคนิคการลดค่าความหนาแน่นของก้อนอิฐมวลเบา ที่สามารถให้ค่ากำลังรับแรงอัดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เช่น เทคนิคการกระตุ้นด้วยความร้อน เทคนิคการกระตุ้นด้วยไอน้ำ เทคนิคการบ่มตัวอย่าง เป็นต้น

3) ควรทำการศึกษาสมบัติของอิฐมวลเบาด้านอื่นๆ เช่น ความสามารถในการดูดซับเสียงหรือการป้องกันเสียง ประสิทธิภาพการดูดซับความร้อน การป้องกันไฟ เป็นต้น

4) ควรศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของอิฐมวลเบาที่ได้เพื่อเพิ่มความแข็งแรง เช่น การใช้ fiber ผสม การศึกษาการเพิ่มฟองอากาศด้วยเทคนิคอื่นๆ เพื่อให้ฟองอากาศกระจายตัวทั่วทั้งก้อน เป็นต้น

7. การนำไปใช้ประโยชน์

สำหรับผลการวิจัยในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนางานวิจัยให้มีสเกลการผลิตให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อพัฒนาการนำของเสียจากระบบสาธารณูปโภคคือตะกอนประปาและของเสียจากภาคอุตสาหกรรมคือ เถ้าลอย และกากปูนขาว มาใช้ในการผลิตอิฐมวลเบาได้จริง

2. สามารถนำความรู้ด้านการผลิตอิฐมวลเบามาใช้ในด้านการเรียนการสอนให้กับนิสิต นักศึกษา รวมถึงประชาชนทั่วไป ให้สามารถผลิตอิฐมวลเบาได้ในระดับชุมชน

3. นำความรู้ที่ได้ไปถ่ายทอดให้กับชุมชนโดยรอบ และส่งเสริมความรู้ด้านการตลาดเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาไปเป็นธุรกิจท้องถิ่นต่อไป

****