

## บทที่ 4

### บทสรุป

#### สรุปผลโครงการ

สำหรับแผนงานเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ของเสียอุตสาหกรรมนี้ จะประกอบด้วยโครงการย่อย 2 โครงการ คือ

1. การทำอิฐมวลเบาด้วยซีเมนต์ ตะกอนประปาและปูนขาว  
Lightweight Cement from Cement Water Supply Sludge and Hydrate Lime
2. การใช้กากปูนขาวและเถ้าลอยเป็นส่วนผสมในการทำอิฐมวลเบาโดยการกระตุ้นทางเคมี  
Utilization of Lime mud and Fly ash for Lightweight Cement Production by Chemical

#### Activation

โดยทั้งสองโครงการ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำของเสียจากระบบสาธารณสุขปภคและของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในชุมชนมาใช้ประโยชน์ในการผลิตอิฐมวลเบา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของของเสียที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมสำหรับการผลิตอิฐมวลเบา ซึ่งจากการศึกษา สามารถสรุปได้ ดังนี้

#### โครงการที่ 1

จากการศึกษาการทำคอนกรีตมวลเบาโดยใช้วัสดุเหลือทิ้ง คือ ตะกอนประปา ผสมรวมกับปูนขาวชนิด Hydrated lime ซีเมนต์ ทราย และใช้ผงอลูมิเนียมเป็นสารเพิ่มฟองอากาศ สามารถสรุปได้ว่า

อัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดระหว่าง ซีเมนต์ ทราย น้ำ ตะกอนประปา ปูนขาว และผงอลูมิเนียม คือ 1.0, 0.50 , 0.60 , 0.20 , 0.50 และ 0.0030 โดยน้ำหนัก เนื่องจากให้ค่าการรับกำลังอัดสูงสุด แต่ทั้งนี้ต้องมีการปรับปรุงคุณสมบัติด้านความหนาแน่นให้มีค่าลดลงต่อไป

#### โครงการที่ 2

จากการศึกษาการผลิตอิฐมวลเบาจากกากปูนขาวและเถ้าลอยอุตสาหกรรมกระดาษ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) จากการศึกษ ปริมาณโลหะหนักในเถ้าลอยและกากปูนขาว ได้แก่ ทองแดง สังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียมและนิเกิล พบว่า ผ่านเกณฑ์มาตรฐานปริมาณสูงสุดที่ยอมมีได้ของสารอันตรายที่ปนเปื้อนในสารละลายจากการทดสอบการถูกชะละลายตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) และผ่านเกณฑ์มาตรฐานปริมาณสูงสุดที่สารอันตรายที่ยอมให้มีได้ในน้ำสกัด

ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (พ.ศ. 2548) ดังนั้น ในขั้นตอนต่อไปจึงไม่ต้องการทดสอบการชะละลายโลหะหนักด้วยวิธี TCLP จากก้อนตัวอย่างอีกครั้ง

2) อัตราส่วนของ ทราช : ปูนซีเมนต์ : เถ้าลอย : กากปูนขาว : พงอูมิเนียม ที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการทดลองในครั้งนี้ คือ 50 : 27 : 3 : 20 : 1 โดยน้ำหนัก ที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วัน อัตราส่วน น้ำต่อวัสดุประสาน 0.50 โดยให้ค่ากำลังรับแรงอัดเท่ากับ 101.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ ตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541 ที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 100 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ( $10.0 \text{ N/mm}^2$ ) และให้ค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1,050 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใกล้เคียงเกณฑ์มาตรฐานคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ ตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541 ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งยังต้องทำการศึกษาค้นคว้าเทคนิคเพื่อลดค่าความหนาแน่นของก้อนอิฐมวลเบาให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานต่อไป ส่วนค่าการดูดซึมน้ำ พบว่ามีค่าเท่ากับ 322 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ-อบไอน้ำ ตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541 ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 500 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

3) จากการศึกษาระยะเวลาการบ่ม 7, 14 และ 28 วัน พบว่า เมื่อระยะเวลาการบ่มมากขึ้น ค่ากำลังรับแรงอัดโดยส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งการที่ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่ได้จากการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่ม ก็เนื่องมาจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของก้อนตัวอย่างจะเกิดได้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้นเมื่อระยะเวลาการบ่มมากขึ้น ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า ระยะเวลาการบ่มที่ 28 วัน จะให้ค่ากำลังอัดสูงที่สุด

### ปัญหาและอุปสรรค ข้อจำกัด

ผลการศึกษาที่ได้จากทั้งสองโครงการ พบว่า การใช้ของเสียจากระบบสาธารณสุขปภกและของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในชุมชนมาใช้ประโยชน์ในการผลิตอิฐมวลเบา มีแนวโน้มความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ แต่ยังพบปัญหาในส่วนของค่าความหนาแน่นของก้อนอิฐมวลเบา ที่ยังมีค่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งต้องทำการศึกษาค้นคว้าเทคนิคเพื่อลดค่าความหนาแน่นให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่ยังคงให้ค่ากำลังรับแรงอัดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเหมือนเดิม

### การนำไปใช้ประโยชน์

สำหรับผลการวิจัยในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนางานวิจัยให้มีสเกลการผลิตให้มีขยายใหญ่ขึ้น เพื่อพัฒนาการนำของเสียจากระบบสาหร่ายรูปโกลคือตะกอนประปาและของเสียจากภาคอุตสาหกรรมคือ เถ้าลอย และกากปูนขาว มาใช้ในการผลิตอิฐมวลเบาได้จริง
2. สามารถนำความรู้ด้านการผลิตอิฐมวลเบามาใช้ในการเรียนการสอนให้กับนิสิต นักศึกษา รวมถึงประชาชนทั่วไป ให้สามารถผลิตอิฐมวลเบาได้ในระดับชุมชน

### ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยในขั้นต่อไป

1. ควรทำการศึกษาหาเทคนิคการลดค่าความหนาแน่นของก้อนอิฐมวลเบา ที่สามารถให้ค่ากำลังรับแรงอัดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เช่น เทคนิคการกระตุ้นด้วยความร้อน เทคนิคการกระตุ้นด้วยไอน้ำ เทคนิคการบ่มตัวอย่าง เป็นต้น
2. ควรทำการศึกษาสมบัติของอิฐมวลเบาด้านอื่นๆ เช่น ความสามารถในการดูดซับเสียงหรือการป้องกันเสียง ประสิทธิภาพการดูดซับความร้อน การป้องกันไฟ เป็นต้น
3. ควรศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของอิฐมวลเบาที่ได้เพื่อเพิ่มความแข็งแรง เช่น การใช้ fiber ผสม การศึกษาการเพิ่มฟองอากาศด้วยเทคนิคอื่นๆ เพื่อให้ฟองอากาศกระจายตัวทั่วทั้งก้อน เป็นต้น