บทที่ 3
การกำหนดวัตถุประสงค์และการออกแบบกระบวนการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบกระบวนการวิจัย ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อสร้างกระบวนการหรือแนวทางในการทำการวิจัย โดยเฉพาะในเรื่องการทดลองต่าง ๆ ซึ่งแนวทางในการออกแบบกระบวนการวิจัยนั้นมีความจำเป็นต้องทราบถึงกรรมวิธีผลิตบัวประดับอาคารสำเร็จรูปจากโรงงานผลิตจริงเพื่อหาข้อมูลว่าควรจะทำการออกแบบกระบวนการวิจัยอย่างไร เพราะจะทำให้เราทราบถึงวัสดุที่ใช้ผลิต อัตราส่วนผสมที่อยู่ในปัจจุบัน กรรมวิธีการผลิตขั้นพื้นฐาน รวมไปถึงวิธีการติดตั้งใช้งานจริง อีกประเด็นหนึ่งคือการทำการทดลองเบื้องต้น ซึ่งจะเป็นการทดสอบเพื่อหากำลังของมอนต้ารูปทรงกระบอกเมื่อมีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบร้อยละ 35 โดยปริมาตร (อ้างอิงจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2) ซึ่งเกิดจากการแทนที่ด้วยเถ้าแกลบจากแหล่งที่ต่างกัน รวมถึงการเปรียบเทียบกับกำลังของมอนต้าที่ไม่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบ โดยมีการควบคุมความข้นเหลวของส่วนผสมให้คงที่ โดยการทดลองเบื้องต้นนี้จะมีส่วนช่วยให้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบเพื่อนำไปผลิตเป็นชิ้นงานจริง ซึ่งรายละเอียดทั้งหมดจะได้กล่าวตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 การสำรวจภาคสนามโรงงานผลิตบัวซีเมนต์มอนต้าสำเร็จรูป

3.2 การทดลองเบื้องต้นในการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบ

3.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.4 กระบวนการวิจัย

3.1 การสำรวจภาคสนามโรงงานผลิตบัวซีเมนต์มอนต้าสำเร็จรูป

จากสำรวจภาคสนามโรงงานผลิตบัวซีเมนต์มอนต้าสำเร็จรูปที่ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ทั้ง 7 แห่ง พบว่าทั้งหมดใช้วัตถุดิบ วัสดุอุปกรณ์ และกรรมวิธีการผลิตที่คล้ายกัน โดยอาจจะแตกต่างกันบ้างที่ส่วนผสมของวัตถุดิบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการที่จะลดต้นทุนของแต่ละโรงงานเป็นสำคัญ โดยพบว่าปูนซีเมนต์เป็นวัตถุดิบที่ส่งผลกับต้นทุนการผลิตมากที่สุด เพราะมีราคาสูงกว่าวัตถุดิบตัวอื่น ๆ โดยรายละเอียดของการสำรวจภาคสนามเป็นดังต่อไปนี้

<u>วัตถุดิบที่ใช้ผลิต</u>

- ปูนซีเมนต์ซิลิกา
- ทรายละเอียด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- น้ำสะอาด
- ลวดอัดแรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 มม.

<u>วัสดุอุปกรณ์ใช้ผลิต</u>

- โต๊ะสำหรับขึ้นรูป กว้าง 0.80 ม. ยาว 6.00 ม. สูง 0.80-1.00 ม.
- ถังเปลผสมปูน
- ถังใส่ปูน ทราย และน้ำ
- ตลับเมตรสำหรับวัดความยาวของชิ้นงานและลวดอัดแรง
- อุปกรณ์สำหรับใช้ดัดลวดอัดแรงให้ตรง
- กบไม้ ซึ่งประดิษฐ์ขึ้นเองซึ่งมีลวดลายของบัวแตกต่างกันออกไป
- จอบหรือพลั่วสำหรับตักและผสมปูน
- เหล็กโป๊ว สำหรับแซะเศษปูนแห้งออกแท่นวางชิ้นงาน
- ไม้กวาดสำหรับกวาดทำความสะอาดเศษปูนออกจากโต๊ะ
- น้ำมันเครื่องเก่าสำหรับทาโต๊ะขึ้นรูป เพื่อป้องกันชิ้นงานติดกับโต๊ะ
- อุปกรณ์ลูกหมูไฟฟ้าสำหรับตัดชิ้นงาน

<u>กรรมวิธีการผลิต</u>

ขั้นตอนที่ 1 นำปูนซีเมนต์ 8 ถัง : ทราย 12 ถัง : น้ำ 3-4 ถัง (สัดส่วนปูนซีเมนต์:ทราย = 2:3) ผสมให้เข้ากันในถังเปลสำหรับผสมปูน (ภาพ 3.1) การผสมนั้นเน้นที่ความข้นเหลวของมอนต้าเป็นสำคัญเพราะนอกจากจะต้องใช้สัดส่วนที่ทำให้มอนต้าแข็งแรงแล้วยังต้องคำนึงถึงการไหลขึ้นรูปซึ่งจะต้องทำได้สะดวก ไม่ข้นหรือเหลวจนเกินไปซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละคน

ภาพ 3.1 การผสมวัตถุดิบในถังเปล

ขั้นตอนที่ 2 ทาน้ำมันเครื่องเก่าบนผิวโต๊ะเพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นงานติดกับโต๊ะตอนแกะชิ้นงานออก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 3 หยอดทรายลงบนโต๊ะและใช้อุปกรณ์ขึ้นรูปหรือที่ชาวบ้านเรียกว่า “กบ” ทำการไสทรายบนโต๊ะเป็นทางยาว เพื่อให้ทรายทำหน้าที่เป็นฐานหล่อให้กับซีเมนต์มอนต้า โดยปกติจะหยอดทรายที่ความยาว 2.10 ม. ซึ่งเป็นความยาวทั่วไปที่ผลิตเพื่อจำหน่าย (ภาพ 3.2 และ 3.3)

ภาพ 3.2 การขึ้นรูปฐานทรายด้วยกบ

ภาพ 3.3 ฐานทรายยาว 2.10 ม.

ขั้นตอนที่ 4 นำมอนต้าที่ผสมแล้วมาหยอดทับบนทรายที่ทำหน้าที่เป็นฐานหล่อและใช้กบสำหรับขึ้นรูปไสไปตลอดความยาวของทรายที่ขึ้นรูปไว้ (ภาพ 3.4, 3.5 และ 3.6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 3.4 การหยอดมอนต้าบนฐานทราย

ภาพ 3.5 กบสำหรับขึ้นรูปบัว

ภาพ 3.6 การใช้กบไสมอนต้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 5 รอให้ชิ้นงานหมาดสักพักและหยอดมอนต้าลงไปพร้อมกับไสขึ้นรูปอีกครั้งเพื่อให้ชิ้นงานค่อย ๆ เต็มรูป (ภาพ 3.7, 3.8 และ 3.9)

ภาพ 3.7 การไสมอนต้ายาว 2.10 ม.

ภาพ 3.8 การหยอดมอนต้าเพิ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 3.9 การไสด้วยกบอีกครั้งเพื่อให้เต็มรูป

ขั้นตอนที่ 6 ตัดลวดอัดแรงให้ได้ความยาว 2.10 ม. ดัดลวดอัดแรงให้ตรงด้วยอุปกรณ์สำหรับดัด จากนั้นวางลงบนชิ้นงาน (ใช้ลวดอัดแรง 1 เส้นหรับชิ้นงานที่มีขนาดหน้าตัดเล็กและใช้ลวดอัดแรง 2 เส้นสำหรับชิ้นงานที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่) ดังภาพที่ 3.10 - 3.12

ภาพ 3.10 การตัดลวดอัดแรงยาว 2.10 ม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 3.11 การดัดลวดให้ตรง

ภาพ 3.12 การวางลวดบนบัวซีเมนต์มอนต้า

ขั้นตอนที่ 7 รอให้ชิ้นงานหมาดสักพักและหยอดมอนต้าลงไปพร้อมกับไสขึ้นรูปอีกครั้งเพื่อให้ชิ้นงานค่อย ๆ เต็มรูปมากขึ้น (ภาพ 3.13 และ 3.14)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 3.13 การหยอดมอนต้าเพิ่ม

ภาพ 3.14 การใช้กบไสให้เต็มรูปอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 8 รอให้ชิ้นงานหมาดพร้อมกับโรยผงปูนซีเมนต์ลงไปเล็กน้อยบริเวณผิวชิ้นงาน เพื่อให้ทำปฏิกิริยากับน้ำบนผิว ซึ่งจะช่วยให้ชิ้นงานแห้งหมาดเร็วขึ้น (ภาพ 3.15)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 3.15 การโรยผงปูนเพื่อให้ชิ้นงานหมาดเร็วขึ้น

ขั้นตอนที่ 9 ทำตามขึ้นตอนที่ 8 อีกครั้ง จนได้ชิ้นงานที่เต็มรูป

ขั้นตอนที่ 10 ผสมปูนซีเมนต์กับน้ำในอัตราส่วน 1 : 2 เพื่อให้ได้น้ำปูนเข้มข้นสำหรับทำหน้าที่เป็นผิวเคลือบเพื่อใช้ชิ้นงานมีผิวเรียบมากขึ้น โดยหยอดน้ำปูนและใช้กบไสไปตลอดแนวความยาวของชิ้นงาน (ภาพ 3.16)

ภาพ 3.16 การหยอดน้ำปูน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 11 ทิ้งชิ้นงานไว้บนโต๊ะเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ภาพ 3.17)

ภาพ 3.17 การทิ้งชิ้นงานไว้บนโต๊ะ 24 ชม.

ขั้นตอนที่ 12 ทำงานแกะชิ้นงานออกจากโต๊ะด้วยความระมัดระวังและด้วยวิธีที่ถูกต้องเพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นงานแตกหักเสียหาย ซึ่งมักจะเสียหายเนื่องจาก “การยก” ให้ทำการยกแบบตะแคงข้าง แล้วนำไปวางยังพื้นที่เก็บชิ้นงานกลางแจ้ง โดยการวางต้องวางลักษณะราบไปกับพื้นที่เรียบ จากนั้นรอให้ชิ้นงานแห้งสนิทอีก 12-24 ชั่วโมง จึงจะสามารถเคลื่อนย้ายขึ้นรถกระบะหรือรถบรรทุกพร้อมนำไปติดตั้งหน้างานได้ (ภาพ 3.18 – 3.21)

ภาพ 3.18 การแกะชิ้นงานออกจากโต๊ะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 3.19 การยกชิ้นงานแบบตะแคงข้าง

ภาพ 3.20 การวางชิ้นงานบนพื้นที่ราบเรียบ

ภาพ 3.21 การกองเก็บชิ้นงานที่แห้งสนิทแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 13 ความสะอาดโต๊ะ โดยใช้เหล็กโป๊วแซะปูนที่ติดค้างบนโต๊ะออกให้หมด ปัดกวาดเศษปูนออกจากโต๊ะด้วยไม้กวาดและเตรียมขึ้นรูปชิ้นงานใหม่ต่อไป

<u>ขั้นตอนการนำไปติดตั้งกับผนังอาคาร</u>

ขั้นตอนที่ 1 ใช้สว่านเจาะรูที่บัวให้ทะลุ ประมาณ 3-4 รู ตลอดความยาวเป็นระยะห่างเท่า ๆ กัน โดยใช้ดอกสว่านที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4-5 มม. การเจาะต้องระวังไม่ให้โดนลวดอัดแรงที่อยู่ภายในบัวซีเมนต์สำเร็จรูป (ภาพ 3.22)

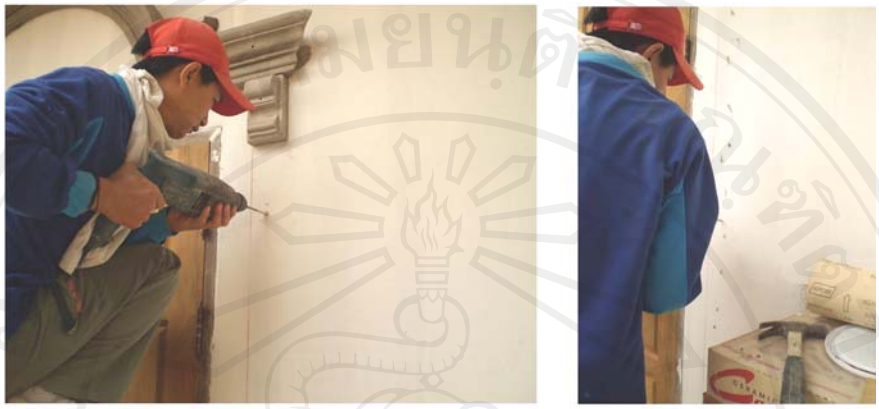
ภาพ 3.22 การเจาะรูที่บัวด้วยสว่าน

ขั้นตอนที่ 2 นำบัวที่เจาะรูแล้วไปทาบกับผนังอาคารบริเวณที่ต้องการจะติดตั้งแล้วใช้เหล็กเส้นกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. ซึ่งตัดไว้แล้วยาวประมาณ 2–3 นิ้ว ตอกเข้าไปในรูที่เจาะไว้บนบัวด้วยค้อนเพื่อทำการสร้างตำแหน่งที่ต้องการเจาะรูบนผนังทุกจุด (ภาพ 3.23)

ภาพ 3.23 การทาบบัวกับผนัง การใส่เหล็ก และการตอกเพื่อสร้างตำแหน่งการเจาะผนัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 3 ดึงเหล็กเส้นออกและนำบัวออกมาจากผนัง จากนั้นใช้สว่านเจาะรูบนผนังลึกเข้าไป 1-2 นิ้ว ตามตำแหน่งที่สร้างไว้ทุกจุด และใช้สว่านกระแทกผิวผนังปูนตามแนวที่ต้องการติดตั้งบัว ทั้งนี้เพื่อให้ผิวผนังปูนเกิดลักษณะขรุขระ จะทำให้ยึดติดกับมอนต้าได้ง่ายขึ้น (ภาพ 3.24)



ภาพ 3.24 การเจาะรูที่ผนังตามตำแหน่งที่สร้างไว้ และการใช้สว่านกระแทกผิวผนังปูน

ขั้นตอนที่ 4 ใช้มอนต้าที่ผสมไว้แล้ว โปะบริเวณด้านล่างของบัวตลอดแนวความยาวเพื่อทำหน้าที่เป็นกาวที่จะช่วยให้บัวยึดติดกับผนังอาคารได้ (ภาพ 3.25)

ภาพ 3.25 การโปะมอนต้าบริเวณด้านล่างของบัวตลอดแนว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนที่ 5 นำบัวที่โปะมอนต้าแล้วขึ้นไปติดตั้งกับผนังอาคารตามตำแหน่งที่ต้องการ จากนั้นใช้ค้อนตอกเหล็กเส้นที่ตัดไว้ตอนแรกตอกเข้าไปตามตำแหน่งรูบนบัวซึ่งจะตรงกันกับรูที่เจาะไว้บนผนัง ตอกเหล็กเข้าไปให้ลึกกว่าผิวบัวเล็กน้อย เพื่อป้องกันไม่ให้เหล็กโผล่ออกมา (ภาพ 3.26)

ภาพ 3.26 การติดตั้งบัว และการตอกเหล็กเข้าไปตามตำแหน่งที่เจาะไว้

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ปูนฉาบแต่งบริเวณรอยต่อ หรือรอยร้าวทุก ๆ จุด เป็นอันเสร็จสิ้นการติดตั้ง ส่วนการขัดผิวให้เรียบอีกครั้งนั้นจะเป็นหน้าที่ของช่างทาสี (ภาพ 3.27)

ภาพ 3.27 การฉาบแต่งรอยต่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามโรงงานผลิตบัวซีเมนต์มอนต้าสำเร็จรูปทำให้ทราบถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ผลิต อัตราส่วนผสม กรรมวิธีการผลิต รวมถึงวิธีการติดตั้งกับผนังอาคาร และประเด็นที่ต้องวิจัยก็คือ อัตราส่วนผสมของมอนต้าจะส่งผลต่อการขึ้นรูป และความแข็งแรง เนื่องจากอัตราส่วนผสมจะส่งผลต่อความข้น-เหลวของมอนต้าซึ่งจะต้องไม่ข้นหรือเหลวจนเกินไป ในขณะที่ต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะนำไปใช้งานได้ โดยมีน้ำเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อความข้น-เหลวของมอนต้า ซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทที่ 4

3.2 การทดลองเบื้องต้นในการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบเพื่อเปรียบเทียบกำลังอัด-กำลังดึงของมอนต้าที่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบจากแหล่งต่าง ๆ กัน

จากข้อมูลสำรวจพบว่าแหล่งที่มาของเถ้าแกลบนั้นมาจากโรงสีข้าวเป็นหลัก แต่ก็พบว่ามีเถ้าแกลบที่ได้จากโรงงานเผาอิฐมอญด้วย แต่เถ้าแลบจากโรงงานเผาอิฐมอญจะให้ปริมาณเถ้าแกลบค่อนข้างและเนื้อเถ้าแกลบที่เผาได้ไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอกัน มีทั้งเถ้าสีขาวและสีดำปะปนกัน ซึ่งต่างจากเถ้าแกลบที่ได้จากโรงสีข้าวจะมีปริมาณเถ้าแกลบมาก และมีเนื้อเถ้าสีดำสม่ำเสมอกัน

ภาพ 3.28 เถ้าแกลบที่ได้จากโรงงานเผาอิฐมอญ

ภาพ 3.29 เถ้าแกลบที่ได้จากโรงสีข้าว

แต่ถึงแม้ว่าโรงสีข้าวจะผลิตเถ้าแกลบได้ในปริมาณที่มากกว่าโรงงานเผาอิฐ รวมทั้งเนื้อเถ้าแกลบที่ได้ยังมีความสม่ำเสมอกันมากกว่า แต่เพื่อให้ได้แนวทางว่าควรจะนำเถ้าแกลบจากแหล่งใดไปทำการวิจัยอย่างจริงจัง ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบเพื่อเปรียบเทียบกำลังอัด-กำลังดึงของมอนต้าที่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบจากแหล่งต่าง ๆ กัน รวม 5 แหล่ง โดยแบ่งเป็นเถ้าแกลบที่ได้จากโรงงานเผาอิฐ 3 แหล่ง และเถ้าแกลบที่ได้จากโรงสีข้าวอีก 2 แหล่ง โดยทำการทดสอบกำลังอัด-กำลังดึงของมอนต้าที่เกิดจากการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบ 35% โดยปริมาตร ที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อายุ 3 วัน ซึ่งอ้างตามงานวิจัยของ Bronzeoak Ltd. (2003) ที่อ้างว่าคอนกรีตที่เกิดจากการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบที่ 35% โดยปริมาตร ให้กำลังอัดสูงกว่าคอนกรีตธรรมดา โดยการทดสอบกับมอนต้ารูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 ซม. สูง 10 ซม. ซึ่งผลการทดสอบเป็นดังต่อไปนี้

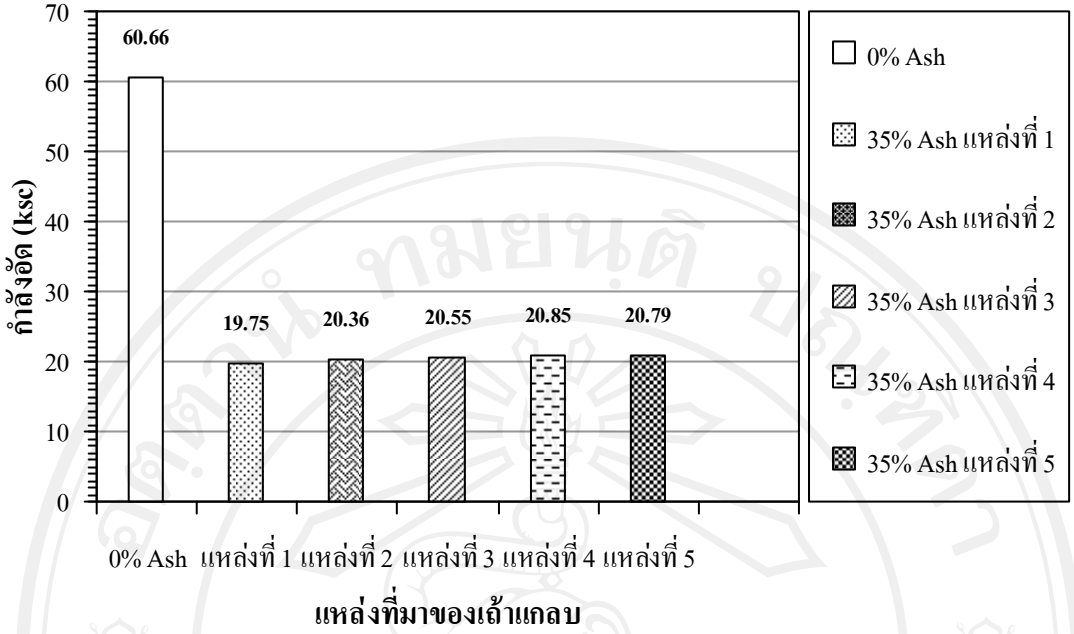
ตาราง 3.1 ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นและ Strength ของแท่งมอนต้าที่อายุ 3 วัน ของการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบจากแหล่งที่มาของเถ้าแกลบต่างกัน

แหล่งที่มาของเถ้าแกลบ	สัดส่วนการแทนที่ปูนซีเมนต์ (ร้อยละโดยปริมาตร)	สัดส่วนการแทนที่ปูนซีเมนต์ (ร้อยละโดยมวล)	ความหนาแน่นของแท่งมอนต้า (kg/m3)	กำลังอัด (ksc)	กำลังดึง (ksc)
-	0	13.46	1,899	60.66	5.74
1	35	13.46	1,617	19.75	2.80
2	35	13.46	1,603	20.36	2.87
3	35	13.46	1,624	20.55	2.97
4	35	13.46	1,610	20.85	3.00
5	35	13.46	1,603	20.79	2.99

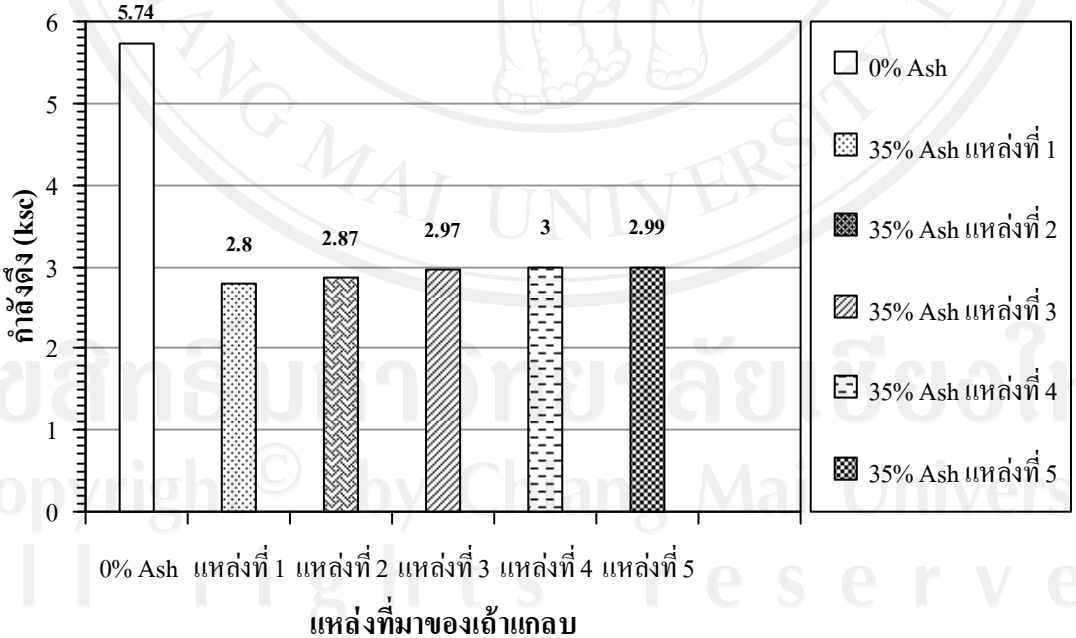
หมายเหตุ - แหล่งที่มาลำดับ 1-3 มาจากโรงงานเผาอิฐ ส่วนลำดับ 4-5 มาจากโรงสีข้าว
- เครื่องมือที่ใช้ทดสอบคือ Load Measuring Ring และ Hydraulic Press Hand Operate
- การทดสอบค่าการยุบตัวที่ 5 ซม. จากกรวยโลหะทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4” (ด้านล่าง) เส้นผ่านศูนย์กลาง 2” (ด้านบน) และมีความสูง 6”

จากตารางข้อมูลที่ได้นำมาแสดงเป็นกราฟแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังอัด-กำลังดึงของมอนต้าที่ผสมเถ้าแกลบจากแหล่งต่างกันดังแสดงในภาพที่ 3.30 และ 3.31

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 3.30 แสดงกำลังอัดของมอนต้าที่เกิดจากการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบจากแหล่งต่าง ๆ กัน ที่อายุ 3 วัน



ภาพ 3.31 แสดงกำลังดึงของมอนต้าที่เกิดจากการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบจากแหล่งต่าง ๆ กัน ที่อายุ 3 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากภาพที่ 3.30 และ 3.31 แสดงให้เห็นว่าการทดสอบมอนต้าด้วยการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบที่มาจากแหล่งต่างกันจะให้ค่ากำลังอัด-กำลังดึงต่างกัน แต่มีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยมอนต้าที่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบจากแหล่งที่ 4 ให้ค่ากำลังอัด-กำลังดึงสูงที่สุด ซึ่งเป็นเถ้าแกลบที่มาจากโรงสีข้าว และมอนต้าที่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบจากแหล่งที่ 1 ให้ค่ากำลังอัด-กำลังดึงสูงต่ำที่สุด ซึ่งเป็นเถ้าแกลบที่มาจากโรงงานเผาอิฐ ถึงแม้ว่ากำลังของมอนต้าจากการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบจากแหล่งต่าง ๆ จะให้ค่าที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่เถ้าแกลบที่ได้จากโรงสีข้าวน่าจะมีความเหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้มากที่สุด เพราะมีปริมาณมากพอต่อการนำไปใช้งานจริง ประเด็นที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่งคือ จากงานวิจัยของ Bronzeoak Ltd. (2003) ที่อ้างว่าคอนกรีตที่เกิดจากการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบที่ 35% โดยปริมาตร ให้กำลังอัดสูงกว่าคอนกรีตธรรมดา แต่ผลการทดสอบกับมอนต้ารูปทรงกระบอกให้ผลการทดสอบที่แตกต่างกัน คือ มอนต้าที่แทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบ 35% โดยปริมาตร มีค่ากำลังอัดต่ำกว่ามอนต้าธรรมดาประมาณ 3 เท่า และมีค่ากำลังดึงต่ำกว่ามอนต้าธรรมดาประมาณ 2 เท่า ซึ่งต่ำกว่ามาก ซึ่งอาจจะเกิดจากเนื้อเถ้าที่มีความละเอียดต่างกันหรือในงานวิจัยดังกล่าวอาจจะเป็นเถ้าที่ทำการบดละเอียดแล้ว ดังนั้นในการวิจัยในลำดับถัดไปจำเป็นต้องทำการทดสอบการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบในหลาย ๆ อัตราส่วน เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปผลิตเป็นบัวซีเมนต์มอนต้าสำเร็จรูป

3.3 วัตถุประสงค์และกระบวนการวิจัย

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 รวมทั้งการสำรวจข้อมูลโรงงานและการทดลองแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบในเบื้องต้น ทำให้พอทราบถึงความเป็นไปได้ที่จะนำเถ้าแกลบทดแทนปูนซีเมนต์เพื่อผลิตเป็นชิ้นส่วนประดับอาคารได้ โดยใช้ปูนซีเมนต์ที่มีความเหมาะสมที่จะสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นบัวประดับอาคารก็คือ ปูนซีเมนต์ซิลิกา แทนที่ด้วยเถ้าแกลบได้ในอัตราส่วนที่เหมาะสมเนื่องจากเถ้าแกลบมีคุณสมบัติเป็นวัสดุประสานได้ โดยแนวทางการศึกษาของงานวิจัยมีแนวทางที่แตกต่างกันออกไป แต่ก็มีแนวทางที่คล้ายกันคือการหาอัตราผสมของการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบเพื่อหาผลสรุปที่ดีที่สุดและสามารถนำไปใช้งานได้จริง ประเด็นที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งก็คือ การแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบจะมีความต้องการน้ำมากกว่าปกติเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการไหลที่ดีขึ้น ซึ่งก็สัมพันธ์กับการศึกษาเรื่องการพัฒนาบัวประดับอาคารสำเร็จรูปด้วยซีเมนต์มอนต้าผสมเถ้าแกลบเพราะเกี่ยวข้องกับความข้นเหลวของมอนต้าที่จะใช้ขึ้นรูปเป็นชิ้นงาน อีกประเด็นหนึ่งคือการนำเถ้าแกลบไปบดที่ความละเอียดต่างกันก็จะให้ผลการทดลองที่แตกต่างกัน โดยเถ้าแกลบที่บดละเอียดมากขึ้นก็จะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นเนื่องจากมีผิวสัมผัสมากขึ้น แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้งาน เพราะการใช้เครื่องบดนั้นจะกลายเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้น ส่วนเถ้าแกลบที่ไม่ผ่าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การบดนั้นก็สามารถนำใช้งานได้เช่นกันตัวอย่างเช่น การผลิตคอนกรีตบล็อคผสมเถ้าแกลบไม่บดทนกรด เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาเรื่องการพัฒนาบัวประดับอาคารสำเร็จรูปด้วยซีเมนต์มอนต้าผสมเถ้าแกลบในครั้งนี้จึงต้องพิจารณาถึงหลักการใช้วัสดุเถ้าแกลบที่ไม่ผ่านการบดเพราะมีเป้าหมายถึงการลดต้นทุนและสามารถผลิตได้ง่ายในระดับท้องถิ่นตามรูปแบบของโรงงานผลิตบัวสำเร็จรูปทั่ว ๆ ไป เพื่อลดค่าใช้จ่ายและง่ายต่อการเผยแพร่ ข้อมูลเพื่อนำไปผลิตเป็นชิ้นงานจริง และจากนั้นจึงต้องพิจารณาเรื่องอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปและมีความแข็งแรงเพียงพอต่อการนำไปใช้งานจริงและเป็นต้องเป็นอัตราส่วนที่ช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ในระดับหนึ่ง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการทดลองเพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตเป็นชิ้นงาน โดยส่วนผสมที่ได้ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. ผลิตได้ง่ายตามกระบวนการผลิตระดับท้องถิ่น
2. มีคุณสมบัติในการขึ้นรูปชิ้นงานได้ ซึ่งสัมพันธ์กับความข้น-เหลวของส่วนผสม
3. ชิ้นงานมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะนำไปใช้งานจริง ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสมวัตถุดิบและอายุของชิ้นงาน
4. ทำให้ชิ้นงานมีต้นทุนการผลิตต่ำลง

3.4 กระบวนการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 รวมถึงการสำรวจและการทดลองเบื้องต้น พบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะนำเถ้าแกลบผสมกับมอนต้าเพื่อผลิตเป็นบัวสำเร็จรูปสำหรับประดับอาคาร ซึ่งก็จะกลายเป็นส่วนประกอบทางสถาปัตยกรรมที่ช่วยลดการใช้ปูนซีเมนต์ลงและนำเถ้าแกลบไปสร้างมูลค่าได้ รวมถึงจะได้ชิ้นงานที่มีราคาถูกลงด้วย โดยกระบวนการวิจัยจำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติพื้นฐานดังนี้

1. คุณสมบัติในการขึ้นรูปชิ้นงาน ซึ่งสัมพันธ์กับความข้น-เหลวของส่วนผสม
2. ชิ้นงานมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะนำไปใช้งานจริง ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ
3. ชิ้นงานมีต้นทุนการผลิตต่ำลง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดแนวทางในการทดลองเพื่อให้งานวิจัยดำเนินไปอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อยดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.1 การหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของมอนต้าและเถ้าแกลบ

มีจุดประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของมอนต้าและเถ้าแกลบ ใช้วิธีการทดลองผสม (Trial Mix Method) ซึ่งจะดำเนินการการทดลองโดยแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน และหล่อเป็นมอนต้ารูปทรงกระบอก และทดสอบหาความหนาแน่น ความสามารถในการต้านทาน

แรงอัด-แรงดึง และ Strength ของมอนต้า ที่สัดส่วนและอายุต่าง ๆ กัน และนำไปเปรียบเทียบกับมอนต้าที่ไม่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบ เพื่อทำการหาอัตราส่วนผสมที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง สำหรับวัสดุที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้คือ

1. ปูนซีเมนต์ซิลิกา
2. ทรายละเอียดร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 16
3. เถ้าแกลบร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 16 เพื่อคัดขนาดและลดสิ่งเจือปน
4. น้ำสะอาด

งานวิจัยนี้จะใช้ตัวอย่างเถ้าแกลบจากโรงสีข้าวของสหกรณ์การเกษตรสันป่าตอง สาขาป่าจี้เพียงแห่งเดียวเท่านั้น เนื่องจากผลการทดลองเบื้องต้นในหัวข้อ 3.2 พบว่าไม่ให้ผลต่างกันมากนัก

3.4.2 ทดลองขึ้นรูปจริงและทดสอบการรับแรงดัด

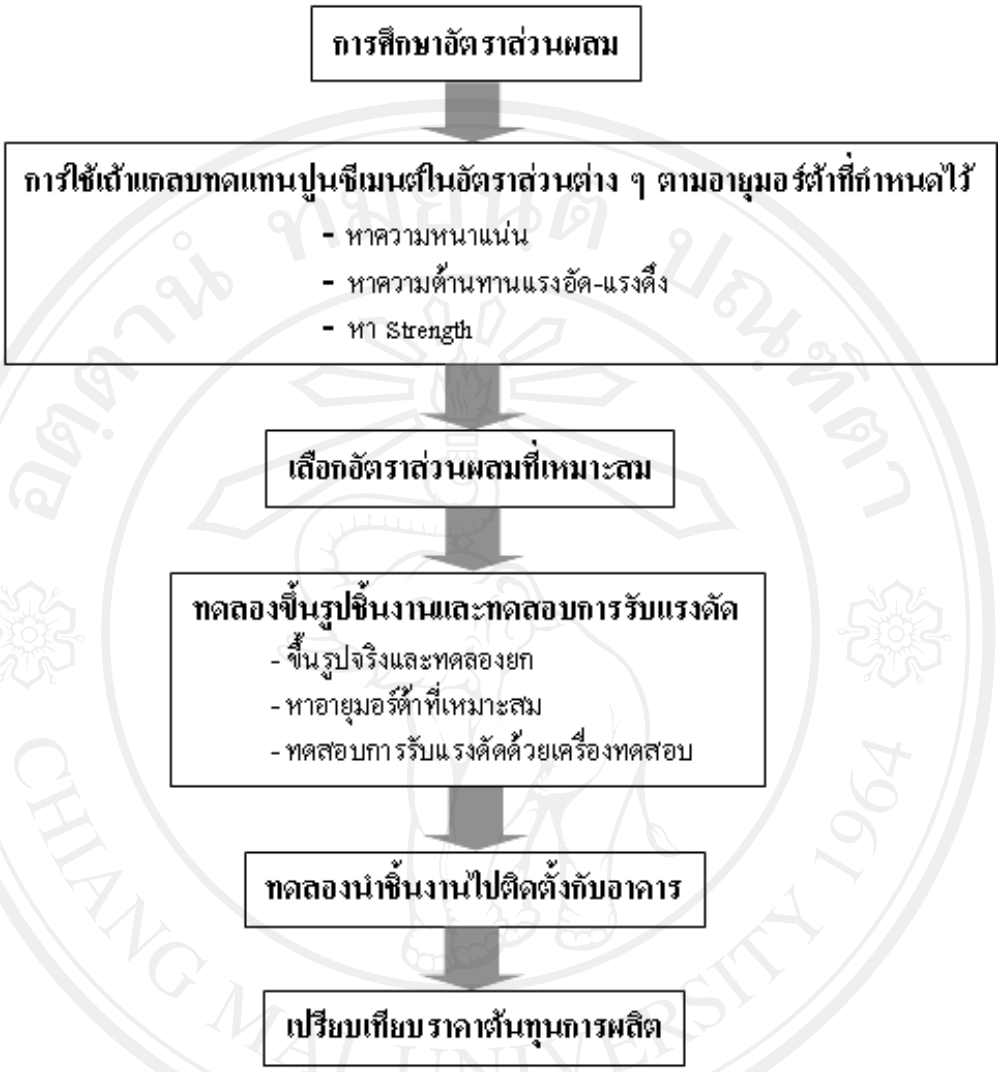
เป็นการนำอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.1 มาทำการทดลองขึ้นรูปจริงดังกล่าว การตามกรรมวิธีการผลิตขั้นพื้นฐาน (ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตามหัวข้อ 3.1) ทดลองยกออกจากแท่นโดยศึกษาวิธีการยกที่ถูกต้อง และทำการทดสอบหาความสามารถในการต้านทานแรงดัดเปรียบเทียบกับชิ้นงานที่ไม่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบ ตลอดจนการนำไปติดตั้งจริงกับผนังอาคาร

3.4.3 การวิเคราะห์ราคาต้นทุนการผลิต

มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตบัวสำเร็จรูปสำหรับประดับอาคารที่ได้จากงานวิจัยนี้ เปรียบเทียบกับบัวสำเร็จรูปแบบเดิมซึ่งไม่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบ

กระบวนการวิจัยข้างต้นนำมาแสดงเป็นภาพได้ดังภาพที่ 3.32

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 3.32 กระบวนการวิจัย

ส่วนในบทที่ 4 จะกล่าวถึงการทดลองหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของมอนต้าและเถ้าแกลบต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved