บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่อง *การพัฒนาบัวสำเร็จรูปสำหรับประดับอาคารด้วยซีเมนต์มอนต้าผสมเถ้าแกลบ* นี้ต้องอาศัยการศึกษาทฤษฎีรวมถึงเอกสารผลงานวิจัยที่ได้มีผู้เคยศึกษาในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน และเพื่อให้งานวิจัยนี้ดำเนินไปได้ด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิผล ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษาทฤษฎีและผลงานวิจัยตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 เถ้าแกลบและคุณสมบัติของเถ้าแกลบ

2.2 ปูนซีเมนต์

2.3 การนำเถ้าแกลบมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์

ซึ่งการศึกษาเรื่องต่าง ๆ ข้างต้น จะช่วยให้มีความเข้าใจถึงรายละเอียดและคุณสมบัติของวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ประกอบกันเพื่อผลิตเป็นส่วนประกอบทางสถาปัตยกรรมหรือบัวสำเร็จรูปสำหรับประดับอาคารได้ รวมทั้งช่วยเป็นแนวทางในการสร้างกระบวนการวิจัยในบทต่อไป

2.1 เถ้าแกลบและคุณสมบัติของเถ้าแกลบ

เถ้าแกลบเป็นผลผลิตที่ได้จากการเผาแกลบสด (เปลือกข้าวที่เหลือจากการสีข้าว) สำหรับการเผาแกลบจะมีอยู่ 3 แบบ คือ 1) การเผาระบบเปิดโดยกองแกลบเป็นรูปกรวยแล้วเผา 2) การเผาภายในเตา 3) การเผาในกรวยที่ฉาบด้วยโคลน (ณัฐกานต์และดวงพร, 2544) ลักษณะทางกายภาพของเถ้าแกลบเป็นเหลี่ยมคล้ายปูนซีเมนต์ มีความหนาแน่นเท่ากับ 96-160 กก./ลบ.ม. มีขนาดความยาว 2.5-5.0 มม. ความแข็งเท่ากับ 5.5-6.5 Mohs Scale พื้นผิวจำเพาะของเท่ากับ 9,700 ตร.ซม./ก. และความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.2 องค์ประกอบหลักทางเคมีของเถ้าแกลบพบว่ามีซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) สูงถึงร้อยละ 89.9 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารปอซโซลาน (วัสดุประสาน) ได้ มีสารประกอบแคลเซียมออกไซด์ร้อยละ 0.5 มีน้ำหนักสูญเสียเนื่องจากการเผา (LOI) ที่อุณหภูมิ 900-1000 องศาเซลเซียสร้อยละ 4.7 และความเป็นด่างของเถ้าแกลบมีค่าเท่ากับ 8.84 (บุญมาก รุ่งเรือง, 2541)

เนื่องจากเถ้าแกลบมีคุณสมบัติเป็นวัสดุประสานได้เช่นเดียวกับปูนซีเมนต์ ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการนำเถ้าแกลบมาประยุกต์ใช้ร่วมกับปูนซีเมนต์เพื่อผลิตเป็นคอนกรีตซึ่งสามารถนำมาใช้ในวงการก่อสร้างได้ จึงมีงานวิจัยหลายชิ้นที่ศึกษาถึงคุณสมบัติของเถ้าแกลบเพื่อใช้เป็นวัสดุประสาน ซึ่งได้แสดงไว้ในหัวข้อ 2.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 2.1 เถ้าแกลบที่ได้จากการเผา (บุญมาก รุ่งเรือง, 2541)

ปฏิกิริยาปอซโซลาน

ในงานวิจัยของ บุญมาก รุ่งเรือง (2544) ได้อธิบายถึงปฏิกิริยาปอซโซลานว่า ขณะที่ปูนซีเมนต์รวมตัวกับน้ำทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ผลที่ได้นั้นจะเกิดเป็นซีเมนต์เจล (Cement Gel) ซึ่งประกอบเป็นแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (Calcium Silicate Hydrate) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า CSH หรือ Free Limes และ Calcium Hydroxide [$Ca(OH)_2$] ซึ่งในการก่อตัวและแข็งตัวของมอนต้าหรือคอนกรีตจะขึ้นอยู่กับ CSH ดังสมการ (2.1) และ (2.2)

$$2(3CaO.SiO_2) + 6H_2O \rightarrow 3CaO.2SiO_2.3H_2O + 3Ca(OH)_2 \quad .....(2.1)$$

$$2(2CaO.SiO_2) + 4H_2O \rightarrow 3CaO.2SiO_2.3H_2O + Ca(OH)_2 \quad .....(2.2)$$

CSH ทำหน้าที่เป็นวัสดุประสานให้ส่วนผสมของมอนต้าหรือคอนกรีตรวมตัวกัน ส่วน $Ca(OH)_2$ จะทำปฏิกิริยากับ SiO_2 ในเถ้าแกลบ เกิดแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต ดังสมการ 2.3

$$Ca(OH)_2 + SiO_2 + H_2O \rightarrow eCaO.fSiO_2.gH_2O \quad .....(2.3)$$

ทำให้ CSH มีมากขึ้นจึงช่วยเพิ่มคุณสมบัติของคอนกรีตให้ดีขึ้น คือ มีความทนทานต่อกรดมีการซึมผ่านของน้ำน้อยลง และทำให้กำลังอัดสูงขึ้น สำหรับค่า e, f, g ในสมการ 1.3 เป็นตัวแปรที่ขึ้นอยู่กับชนิดของแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต ซึ่งสารประกอบชนิดนี้มีคุณสมบัติในการยึดประสาน (สารปอซโซลาน) โดยปฏิกิริยาปอซโซลานจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และจะเกิดไปเรื่อย ๆ เป็นเวลานานตราบเท่าที่ยังมีความชื้นให้ทำปฏิกิริยา

ในงานวิจัยของณัฐกานต์ ตฤตียรัตน์ และดวงพร ธาตรี (2544) ได้ให้ความหมายของสารปอซโซลาน คือ สารประกอบซิลิกาหรืออะลูมินา ที่มีคุณสมบัติซีเมนต์น้อยหรือไม่มี แต่เมื่อทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่อุณหภูมิปกติและจะเกิดสารประกอบที่มีคุณสมบัติซีเมนต์ โดยเถ้าแกลบจัดเป็นสารปอซโซลาน CLASS N คือ วัตถุดิบ หรือเถ้าของสารปอซโซลานธรรมชาติ ที่มีคุณสมบัติตามข้อกำหนด ตามตารางที่ 2.1 และ 2.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 ข้อกำหนดทางเคมีของสารปอซโซลาน CLASS N ตามมาตรฐาน ASTM 618–97a

ข้อกำหนดทางเคมี	สารปอซโซลาน CLASS N
ผลรวมของปริมาณซิลิกาออกไซด์ อลูมินาออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ ($SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$) น้อยที่สุด(%)	70
ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) มากที่สุด(%)	4
ปริมาณความชื้นมากที่สุด(%)	3
น้ำหนักที่สูญหายเนื่องจากการเผา (LOI) มากที่สุด(%)	10
อัลคาไลน์ในรูปของโซเดียมไดออกไซด์ (Na_2O) มากที่สุด(%)	1.5

ตาราง 2.2 ข้อกำหนดทางกายภาพของสารปอซโซลาน CLASS N ตามมาตรฐาน ASTM 618–97a

ข้อกำหนดทางกายภาพ	สารปอซโซลาน CLASS N
ความละเอียด: ส่วนที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 325 หลังการร่อนเปียกมากที่สุด (%)	34
หาดัชนีกำลัง: โดยผสมกับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ 28 วัน เมื่อเทียบกับตัวควบคุมน้อยที่สุด(%)	75
ความต้องการน้ำ: เมื่อเทียบกับตัวควบคุมมากที่สุดร้อยละ	115
ความอยู่ตัว: การขยายตัวหรือหดตัวโดยวิธี Autoclave มากที่สุด(%)	0.8
การกำหนดความสม่ำเสมอ (Uniformity requirement) - ความหนาแน่นจากค่าเฉลี่ยมากที่สุด(%) - ส่วนที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 325 จากค่าเฉลี่ยมากที่สุด(%)	 5 5
Multiple Factor (ผลคูณระหว่าง%LOI กับ % ของปริมาณที่ค้างตะแกรงเบอร์ 325	-
Drying Shrinkage ของแท่งมอนต้าที่ 28 วัน ที่แตกต่างจากตัวควบคุมมากที่สุด(%)	0.03

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 ปูนซีเมนต์

สำหรับปูนซีเมนต์นั้น เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่จะกล่าวถึงคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ การแบ่งประเภทปูนซีเมนต์และการนำไปใช้ในงานก่อสร้างแบบต่าง ๆ และปูนซีเมนต์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปก็คือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่ง การนำไปใช้งานก็ต้องนำไปผสมกับวัสดุคละและน้ำเป็นหลัก โดยวัสดุคละหมายถึง ปูนขาว ทราย หินปูน หินดินดาน น้ำยาหรือสารเคมี เป็นต้น ประสิทธิภาพความแข็งแรงและความสามารถในการไหลขึ้นอยู่กับสัดส่วนกันผสมกันระหว่างปูนซีเมนต์+วัสดุคละ+น้ำ เป็นสำคัญ ในงานเขียนของ ดำเนิน คงพลับพลา (2548) ระบุว่าปูนซีเมนต์ไลม์มอนต้า (Cement Lime Mortar) มีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ : ปูนขาวอิ่มตัว : ทรายละเอียด = 1 : 1 : 3 ซึ่งปูนซีเมนต์หนึ่งส่วนจะใช้ทรายเพียงสามส่วน เมื่อความเข้มข้นของเนื้อปูนมากขึ้นก็จะช่วยให้ปูนยึดเกาะกันดีขึ้น แตกต่างจาก พิภพ สุนทรสมัย (2544) และพงศ์พัน วรสุนทรโรสถ (2546) ระบุว่าอัตราส่วนของปูนซีเมนต์ : ปูนขาวอิ่มตัว : ทรายละเอียด = 1 : 2 : 5 เป็นที่นิยมใช้มากกว่า

สำหรับงานบัวปูนปั้นหรืองานตกแต่งต่าง ๆ นั้น นิยมใช้ปูนซีเมนต์ซิลิกา (Silica Cement) หรือปูนซีเมนต์ผสม (Mixed Cement) และปูนซีเมนต์สำเร็จรูป (Ready-Mixed Cement) ซึ่งหมายถึงปูนปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่ง แต่บดผสมยิปซั่มอีกประมาณ 4% และเพิ่มวัสดุเฉื่อย เช่น หินปูน ทราย หรือดินดานอีกประมาณ 25-30% เพื่อให้ปูนแข็งตัวช้าลง ยืดและหดตัวน้อยลง ลดการแตกร้าว ปูนซีเมนต์สำเร็จรูป (Ready-Mixed Cement) มีข้อดีกว่าคือ เป็นปูนซีเมนต์ที่ผสมวัสดุคละเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้เพื่อตอบสนองความรวดเร็วในการใช้งาน ช่วยลดพื้นที่สำหรับการกองเก็บวัสดุ และลดปัญหาการสิ้นเปลือง (กวี หวังนิเวศน์กุล, 2547)

มีเอกสารที่กล่าวถึง “สารลดน้ำพิเศษ” (ปริญญา จินดาประเสริฐ, 2547) ที่ถูกนำมาใช้ในงานคอนกรีตเพื่อประโยชน์ คือ 1) เพิ่มความสามารถในการเทและทำคอนกรีตไหล 2) ทำคอนกรีตกำลังสูง 3) ทำคอนกรีตผสมเถ้าลอยปริมาณสูง หลักการสำคัญของสารลดน้ำพิเศษ คือ ช่วยให้คอนกรีตต้องการน้ำน้อยลงช่วยให้การไหลเทดีขึ้น แต่ยังคงสภาพกำลังอัดที่สูงไว้ได้ ตามมาตรฐาน ASTM C494 แบ่งสารลดน้ำพิเศษเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประเภท F สารลดน้ำพิเศษ (water reducing, high range admixture) และประเภท G สารลดน้ำพิเศษและการหน่วงตัว (water reducing, high range admixture and retarding admixture) สิ่งที่น่าสนใจคือสารลดน้ำพิเศษนี้อาจจะช่วยให้มอนต้าที่ผสมกับเถ้าแกลบมีการไหลเทที่ดีขึ้นโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณน้ำซึ่งจะช่วยให้มอนต้ามีกำลังอัดสูงขึ้น ซึ่งน่าจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาขั้นพัฒนาต่อไปได้

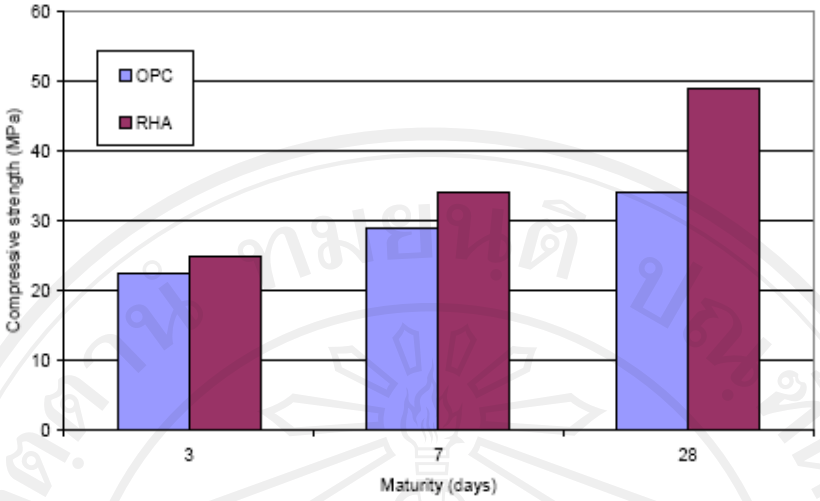
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเถ้าแกลบมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเถ้าแกลบมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์นั้น มีส่วนช่วยสนับสนุนความเป็นไปได้ที่จะนำส่วนผสมของเถ้าแกลบกับมอนต้าไปผลิตเป็นบัวสำเร็จรูปสำหรับประดับอาคาร ซึ่งเป็นสาระสำคัญของงานวิจัยนี้

ในงานวิจัยของณัฐกานต์ ตฤตียรัตน์ และดวงพร ธาตรี (2544) ระบุว่า เถ้าแกลบมีคุณสมบัติทางกายภาพ คือ มีอนุภาคที่เป็นเหลี่ยมคมมากกว่าปูนซีเมนต์ดังนั้นการไหลตัวของมอนต้าที่ผสมเถ้าแกลบจึงมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการไหลตัวของมอนต้าธรรมดา และพบว่าปูนซีเมนต์ที่ถูกแทนที่ด้วยเถ้าแกลบในปริมาณต่าง ๆ กันจะต้องเพิ่มปริมาณน้ำมากขึ้นเพื่อให้การไหลตัวของมอนต้าดีขึ้น และเมื่อนำลูกปูนมอนต้าไปทดสอบกำลังอัดพบว่าเมื่อเปอร์เซ็นต์การแทนที่ด้วยเถ้าแกลบเท่ากับ 20% มอนต้าจะมีกำลังอัดสูงสุด เช่นเดียวกับงานวิจัยของ บุญมาก รุ่งเรือง (2541) ที่มีการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเถ้าแกลบซึ่งพบว่ามีอนุภาคที่เป็นเหลี่ยมคมมากกว่าปูนซีเมนต์เช่นเดียวกัน การนำไปผสมกับปูนซีเมนต์จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณน้ำมากกว่าปกติเพื่อให้การไหลตัวดีขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าเถ้าแกลบมีคุณสมบัติที่เป็นวัสดุประสานหรือสารปอซโซลานได้ ซึ่งสามารถนำมาผสมทำคอนกรีตได้ แต่ใช้ได้เฉพาะงานคอนกรีตที่ไม่ได้รับน้ำหนักมาก เช่น งานคอนกรีตหยาบ งานทำท่อระบายน้ำ เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีการศึกษาการใช้เถ้าแกลบผสมกับสารที่ไม่ใช่สารปอซโซลานเพื่อผลิตเป็นคอนกรีตอีกด้วย เช่นงานวิจัยของชัย จาตุรพิทักษ์กุล (2550) ซึ่งได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของเถ้าแกลบ-เปลือกไม้บดละเอียดสำหรับนำมาใช้แทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน มีการทดลองโดยนำเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ที่ได้จากการเผามาบดละเอียดจนค้างบนตะแกรงเบอร์ 325 ร้อยละ 3.24, 8.08 และ 23.76 จากนั้นนำไปใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ที่ร้อยละ 20 โดยน้ำหนักวัสดุประสานเพื่อหล่อมอนต้าร์สำหรับทดสอบกำลังอัดที่อายุ 7, 28 และ 60 วัน ผลการศึกษาพบว่าดัชนีกำลังของมอนต้าร์ที่แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าแกลบ-เปลือกไม้บดละเอียดมีค่ามากกว่าร้อยละ 75 ของมอนต้าร์มาตรฐานที่อายุ 7 วัน หรือ 28 วัน จากผลการทดสอบจึงแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาเถ้าแกลบ-เปลือกไม้โดยการนำมาบดละเอียดทำให้มีคุณสมบัติเป็นวัสดุปอซโซลานได้ดีและสามารถนำไปใช้ในงานคอนกรีตได้ มีเอกสารที่อ้างถึงการเปรียบเทียบความสามารถในการต้านทานแรงอัด (Compressive Strength) ของคอนกรีตธรรมดา (OPC) กับคอนกรีตที่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบ (RHA) ร้อยละ 35 โดยปริมาตร แสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติการต้านทานแรงอัดของ OPC กับ RHA Cement (Bronzeoak Ltd, 2003)

จากกราฟแท่งข้างต้นจะสังเกตได้ว่าคอนกรีตที่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบ (RHA) ร้อยละ 35 โดยปริมาตรนั้นมีคุณสมบัติในการต้านทานแรงอัด (Compressive Strength) ได้ดีกว่าคอนกรีตธรรมดาที่ไม่ได้มีส่วนผสมของเถ้าแกลบ และยังมีแนวโน้มของผลต่างการต้านทานแรงอัดเพิ่มมากขึ้นในขณะที่คอนกรีตมีอายุมากขึ้นอีกด้วย (Bronzeoak Ltd, 2003) แต่ประเด็นสำคัญของงานวิจัยเรื่อง *การพัฒนาบัวสำเร็จรูปสำหรับประดับอาคารด้วยซีเมนต์มอนต้าผสมเถ้าแกลบ* นั้นไม่ได้มุ่งหวังให้บัวซีเมนต์มอนต้าผสมเถ้าแกลบมีกำลังอัดสูงแต่อย่างใด เนื่องจากบัวสำเร็จรูปประดับอาคารนั้นไม่ได้มีส่วนในการรับน้ำหนักโครงสร้างใด ๆ ทั้งสิ้น เพียงแต่รับน้ำหนักตัวเองเท่านั้น แต่กราฟแท่งข้างต้นมีส่วนช่วยสนับสนุนให้ได้ทราบว่าการทดแทนปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบนั้นสามารถทำได้ และหากผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสมแล้วจะมีส่วนช่วยเสริมประสิทธิภาพของคอนกรีตให้ดียิ่งขึ้น สามารถนำไปผลิตเป็นส่วนประกอบทางสถาปัตยกรรมได้

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นยังพบว่าเถ้าแกลบมีคุณสมบัติเป็นด่างมีความสามารถในการต้านทานกรดได้ โดยปิลันธนา แพงสกุล และเอนก จันทาเทพ (2546) ได้ทำการทดสอบโดยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เถ้าแกลบใช้เถ้าแกลบจาก จ.ลพบุรี โดยจะทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติด้านกำลังรับแรงอัด และกำลังรับแรงดึงในอัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์ : เถ้าแกลบ คิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับน้ำหนักปูนซีเมนต์ คือ 100:0, 95:5, 90:10, 85:15 และ 80:20 และบ่มในน้ำที่ผสมด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นในอัตราส่วนร้อยละ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เมื่อเทียบกับน้ำหนักน้ำ โดยทำการทดสอบอัตราส่วนละ 3 ตัวอย่าง ที่อายุการทดสอบ 7, 14, 28 และ 60 วัน ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 960 ตัวอย่าง ในการทดสอบกำลังรับแรงอัดตามมาตรฐาน ASTMC 39 พบว่า ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมเถ้าแกลบสามารถทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดซัลฟูริกได้ดีกว่าใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน โดย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อบ่มในน้ำที่ผสมกรดซัลฟูริกเข้มข้นที่อัตราส่วน 7.5% ที่อายุการทดสอบที่ 28 วันนั้น มอนต้าที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วนไม่สามารถที่จะนำมาทดสอบได้ แต่มอนต้าที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมเถ้าแกลบบด ในอัตราส่วนร้อยละ 20 ยังมีกำลังรับแรงอัดสูงสุดถึง 271 กก./ตร.ซม. มอนต้าที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมเถ้าแกลบแบบไม่บดจะสามารถทนทานต่อกรดซัลฟูริกได้ดีกว่าเถ้าแกลบบด แต่ความสามารถในการรับแรงอัดจะต่ำกว่า โดยมีค่ากำลังรับแรงอัดมากที่สุดคือ 132 กก./ตร.ซม. เมื่อบ่มในน้ำที่ผสมกรดซัลฟูริกเข้มข้นที่อัตราส่วน 7.5% ที่อายุการทดสอบที่ 60 วัน ขณะที่เถ้าแกลบบดไม่สามารถทดสอบได้ นอกจากนั้นผลการทดสอบกำลังรับแรงดึงก็มีผลสอดคล้องกับการทดสอบกำลังรับแรงอัด

บุรฉัตร ฉัตรวีระ และณรงค์ศักดิ์ มากุล ได้ทำการการศึกษาเรื่องของผลกระทบของเถ้าแกลบขาวบดละเอียดมากที่มีต่อคุณสมบัติทางกลของคอนกรีต พบว่าเมื่อมีการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ด้วยเถ้าแกลบขาวบดละเอียดในสัดส่วนร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน (w/c) เท่ากับ 0.6 และอัตราส่วนโดยปริมาตรเพสต์ต่อปริมาตรช่องว่างต่ำสุดของมวลรวมที่สภาวะอัดแน่นเท่ากับ 1.2, 1.4 และ 1.6 ตามลำดับ จากการทดสอบพบว่าหน่วยน้ำหนักในสภาพสดและค่าการยุบตัวเริ่มต้นของคอนกรีตผสมเถ้าแกลบขาวบดละเอียดมากมีค่าต่ำกว่าคอนกรีตปกติ ในขณะที่โมดูลัสยืดหยุ่นที่ 28 วัน และกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตซึ่งทำการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ด้วยเถ้าแกลบขาวบดละเอียดมากเท่ากับร้อยละ 20 และ 30 ที่อายุ 28 และ 60 วัน มีค่าสูงกว่าคอนกรีตปกติ นอกจากนั้นอุณหภูมิเพิ่มสูงสุดของคอนกรีตผสมเถ้าแกลบมีค่าต่ำกว่าคอนกรีตปกติและมีแนวโน้มลดลง เมื่ออัตราส่วนการแทนที่ของเถ้าแกลบขาวบดละเอียดในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เพิ่มขึ้น ซึ่งโดยภาพรวมแล้วการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยเถ้าแกลบขาวบดละเอียดนั้นส่งผลให้คอนกรีตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น แต่ในงานวิจัยของ Bronzeoak Ltd. (2003) พบว่าเถ้าแกลบขาวบดละเอียดนั้นไม่นิยมนำมาใช้งานจริงเนื่องจากอนุภาคที่เล็กมากสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ด้วยการสูดดมซึ่งจะส่งผลเสียต่อสุขภาพและสามารถนำไปสู่การเป็นโรคหลาย ๆ ชนิดได้

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้เอานำเถ้าแกลบมาผลิตเป็นคอนกรีตบล็อกจากเถ้าแกลบ โดยเป็นวัสดุก่อสร้างที่ทำจากเถ้าแกลบผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ โดยเถ้าแกลบที่ใช้เป็นวัสดุเหลือทิ้งหลังจากการใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง คอนกรีตบล็อกจากเถ้าแกลบที่ผลิตได้มีน้ำหนักเบากว่าวัสดุก่อสร้างที่ทำจากทราย หิน และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ นอกจากนี้ยังมีค่าต้านแรงอัดเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (มอก.58 – 2533) คือไม่น้อยกว่า 2.0 เมกกะพาสคัล คอนกรีตบล็อกน้ำหนักเบาที่ทำจากเถ้าแกลบสามารถใช้เป็นวัสดุก่อสร้างแทนคอนกรีตบล็อกในท้องตลาดได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีการผลิตคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าแกลบไม่บดทนกรด มีลักษณะเป็นคอนกรีตบล็อกที่ใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งใช้เถ้าแกลบเป็นวัสดุผสมแทนที่มวลรวม (หินฝุ่น) ทำให้คอนกรีตบล็อกที่ประดิษฐ์ได้มีน้ำหนักเบาและมีความคงทนต่อการกัดกร่อนของกรดไฮโดรคลอริก กรดไนตริก กรดอะซิติก และกรดซัลฟุริก เพื่อนำมา ทดแทนอิฐที่ใช้ในการก่อสร้าง เช่น อิฐมอญหรืออิฐมวลเบา เพื่อลดต้นทุนในการก่อสร้าง ทั้งค่าวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างและค่าแรงงาน โดยยังคงให้ความแข็งคงทนแก่โครงสร้างที่ก่อสร้าง และมีน้ำหนักเบาซึ่งเป็นผลงานของ รศ.ดร.บุรฉัตร ฉัตรวีระ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้สิทธิบัตรเลขที่ 104360 และจดเมื่อวันที่ 16 กันยายน พ.ศ.2548 โดยมีสำนักงานจัดการทรัพย์สิน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เป็นผู้ดำเนินการจดทะเบียนและปรึกษางานด้านทรัพย์สินทางปัญญา

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเบื้องต้น ทำให้ทราบว่าเถ้าแกลบเป็นวัสดุที่มีความน่าสนใจสำหรับงานวิจัยนี้ และน่าจะมีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์เพื่อนำไปผลิตเป็นบัวประดับอาคารสำเร็จรูปได้ โดยจะต้องมีการออกแบบกระบวนการวิจัย รวมถึงการทำทดลองเพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสม โดยสามารถนำส่วนผสมนั้นมาขึ้นรูปเป็นชิ้นงานได้ และมีความแข็งแรงเพียงพอต่อการนำไปใช้งานจริง ซึ่งจะได้กล่าวในบทต่อ ๆ ไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved