การพัฒนาและผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ

Development and cement sheet reinforced with natural fiber

นางสาวเบญจมาศ บัวหลวง

นางสาวจันท์ทิมา แสงเงิน

นางสาววิจิตรา แสงสุวรรณ์

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ. 2558

การพัฒนาและผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ

Development and cement sheet reinforced with natural fiber

นางสาวเบญจมาศ บัวหลวง

นางสาวจันท์ทิมา แสงเงิน

นางสาววิจิตรา แสงสุวรรณ์

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชพระนคร

ชื่อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาและผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ
ชื่อ นามสกุล	เบญจมาศ บัวหลวง
	จันท์ทิมา แสงเงิน
	วิจิตรา แสงสุวรรณ์
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วรินธร บุญยะโรจน์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(นายมาโนช หลักฐานดี)

.....กรรมการ
(นางสาววรนุช ดีละมัน)

.....กรรมการและที่ปรึกษา
(ดร. วรินธร บุญยะโรจน์)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาและผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ
ชื่อ นามสกุล เบญจมาศ บัวหลวง
จันท์ทิมา แสงเงิน
วิจิตรา แสงสุวรรณ์
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาและผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ โดยการนำเส้นใยธรรมชาติจากใบยางพาราและหญ้าชันกาดไปผสมกับปูนซีเมนต์ มาอัดขึ้นรูปเป็นก้อนชิ้นงานในแม่แบบ ขนาด 5 x 5 x 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร อัตราส่วนของเส้นใยต่อปูนซีเมนต์ที่ใช้เท่ากับ 1:9 2:8 และ 3:7 ตามลำดับ จากการศึกษาวิจัยที่ใช้เส้นใยทั้ง 2 ชนิด คือ เส้นใยจากใบยางพารา และ เส้นใยจากหญ้าชันกาด โดยจากการศึกษาพบว่า แผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาดที่อัตราส่วน 1:9 ให้ผลการวิเคราะห์ที่ดีที่สุด นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าหนาแน่นของตัวอย่างแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาดที่อัตราส่วน 1:9 มีค่าเท่ากับ 2.07 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าการหดตัวทางยาวเท่ากับร้อยละ 0.02 ค่าการดูดกลืนน้ำเท่ากับ ร้อยละ 0.10 และค่าความต้านแรงอัดเท่ากับ 64.25 กิโลนิวตัน หรือเท่ากับ 0.23 เมกะพลาสคัล ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ตาม มอก.58-2530 จากการศึกษาพบว่าค่าที่ได้จากการทดลองบางค่ามีคุณสมบัติต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติให้แข็งแรงมากขึ้นควรเพิ่มวัสดุที่ช่วยเสริมความแข็งแรงเพื่อช่วยในการยึดเกาะของเส้นใย เช่น วัสดุเสริมแรงประเภทซิลิกา เป็นต้น

Independent Study Title Development and cement sheet reinforced with natural fiber

Authors Benjamad Buwlung
Jantima Saengngoen
Wichittra Sangsuwan

Thesis Title Bachelor of Science
Program Environmental Science and Natural Resources
Faculty Science and Technology
Academic Year 2015

Abstract

This research project has developed and produced natural fiber-reinforced cement tiles by incorporating natural fibers from para rubber leaves and torpedo grass and mixing them with cement and then compressed into a mold with dimensions of cube was 5 cm x 5 cm x 5 cm. The ratio of fiber and cement were 1:9, 2:8, and 3:7 respectively. This study used both types of natural fibers including para rubber leaves, and torpedo grass. This research found that torpedo grass mixed with cement in a ratio of 1:9 provided high quality of reinforced cement. The density of this sample was found 2.07 g/cm^3. Moreover, the dry shrinkage value, and water absorption were 0.02%, 0.10%, respectively. The compressive strength was 64.25 kN or 0.23 MPa. In comparison with the standards of non-load bearing concrete blocks according to TIS 58-2530, the result shown that some experimental data are lower than criteria standard. Furthermore, the adhesives (i.e. silica) are very important for the quality of natural fiber-reinforced cement.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงด้วยดี โดยได้รับความกรุณาจาก ดร.วรินธร บุญยะโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ อาจารย์มาโนช หลักฐานดี ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์และอาจารย์วรนุช ดีละมัน กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำแนวทางในการดำเนินงานวิจัยตลอดจนแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างดี จนทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ ในภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยราชมงคลพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์ผู้วิจัยในการใช้เครื่องมือ ตลอดระยะเวลาในการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้เป็นอย่างดี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2559 ภายใต้โครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้การอบรมเลี้ยงดู ให้การสนับสนุนในการศึกษามาโดยตลอด ขอบคุณพี่ๆน้องๆทุกท่าน ที่ได้ช่วยเหลือผู้วิจัยในด้านต่างๆ ตลอดจนกำลังใจที่มีให้เสมอในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

เบญจมาศ บัวหลวง
จันท์ทิมา แสงเงิน
วิจิตรา แสงสุวรรณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์โครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ยางพารา	4
2.2 หญ้าชันกาด	9
2.3 โครงสร้างโมเลกุลของส้นใยธรรมชาติ	10
2.4 ปูนซีเมนต์	11
2.5 แผ่นเส้นใยซีเมนต์	14
2.6 ประเภทของบล็อกปูพื้น	15
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	24
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	25
3.3 วิธีการวิเคราะห์	25
3.4 สรุปขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	32

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง
4.1 ผลการทดสอบค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใย 33
4.2 ผลการทดสอบค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใย 36
4.3 ผลการทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใย 40
4.4 ผลการทดสอบค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใย 43
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการทดลอง 47
5.2 ข้อเสนอแนะ 48
เอกสารอ้างอิง 49
ภาคผนวก 51
ภาคผนวก ก ภาพประกอบการทดสอบ 52
ภาคผนวก ข ตัวอย่างชิ้นงานแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ 56
ภาคผนวก ค พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 59
คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก.58-2530
ประวัติผู้ทำวิจัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 อัตราส่วนที่ใช้ในการขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ 27

4.1 ค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา 33

4.2 ค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด 35

4.3 ค่าความชื้นตามมาตรฐาน มอก.58-2530 36

4.4 ค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา 37

4.5 ค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด 38

4.6 ค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา 40

4.7 ค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด 41

4.8 ค่าความต้านแรงอัดตามมาตรฐาน มอก.58-2530 43

4.9 ค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา 43

4.10 ค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด 44

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะของต้นยางพารา	4
2.2 ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาจากยางพารา	5
2.3 โครงสร้างของหญ้า	9
3.1 บล็อกที่ใช้ในการขึ้นรูป	25
3.2 ใบยางพาราที่ผ่านการตากแห้ง	26
3.3 หญ้าชันกาดที่ผ่านการตากแห้ง	26
3.4 ตัดให้ขนาดเล็กลงสำหรับการปั่น	26
3.5 ลดขนาดเส้นใยโดยการปั่น	26
3.6 ใบยางพาราที่ผ่านการปั่น	26
3.7 หญ้าชันกาดที่ผ่านการปั่น	26
3.8 ชิ้นงานตัวอย่าง แสดงอัตราส่วน 1:4	27
3.9 อัตราส่วนที่คลุกเคล้าจนเข้ากัน	28
3.10 นำวัสดุที่คลุกเคล้าแล้วมาขึ้นรูป	28
3.11 ชิ้นงานตัวอย่างที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว	28
3.12 อบตัวอย่างให้แห้งด้วยตู้อบ	29
3.13 วัดความยาวด้วยเวอร์เนีย	30
3.14 ขั้นตอนการแช่ตัวอย่างเพื่อทดลองการดูดซึมน้ำ	31
3.15 เครื่องทดสอบแรงอัด (เครื่อง Automax5 model 50-C5652)	31
3.16 แผนผังกระบวนการดำเนินงานวิจัย	32
4.1 ค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา	34
4.2 ค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด	35
4.3 ค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา	37
4.4 ค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด	39
4.5 ค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา	40
4.6 ค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด	42
4.7 ค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา	44
4.8 ค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด	45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาโครงงาน

ในอดีตอิฐมอญเป็นวัสดุประเภทหนึ่งที่ใช้ในการก่อสร้างผนังตึก อาคาร บ้านเรือน และใช้เป็นวัสดุตกแต่ง โดยเป็นวัสดุที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมาเป็นระยะเวลานาน เพราะวัสดุหลักๆ ที่ใช้ในการผลิต คือ ดินเหนียวผสมแกลบ เนื่องจากเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายตามท้องถิ่น จึงทำให้มีผู้ผลิตเป็นจำนวนมาก ครอบคลุมหลายพื้นที่ของประเทศไทย แต่ปัจจุบันได้มีการพัฒนาวัสดุสำหรับใช้ในการก่อสร้างชนิดใหม่ๆ ขึ้นอย่างหลากหลาย เช่น อิฐบล็อกที่มีขนาดใหญ่กว่าอิฐมอญ ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างรวดเร็วกว่า และราคาถูกกว่าอิฐมอญ จึงทำให้เป็นที่นิยมในการนำอิฐบล็อกมาใช้ในงานก่อสร้างมากขึ้นเรื่อยๆ และแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

จากความนิยมในการใช้อิฐมอญก่อสร้างบ้านเรือนลดน้อยลง จึงมีการดัดแปลงนำมาใช้ในการตกแต่งสวนและสนามหญ้า เนื่องจากลักษณะโดยทั่วไปของอิฐมอญมีความคงทนแข็งแรง สวยงาม และดูแลรักษาง่าย ข้อดีหลักๆ เป็นวัสดุที่กักเก็บความชื้นได้ดี จึงทำให้สวนดูร่มรื่น เย็นสบาย แต่ก็ยังมีผลเสียเพราะว่าอิฐมอญสามารถดูดซึมน้ำได้ในปริมาณที่มาก และทำให้เกิดตะใคร่ส่งผลให้พื้นมีความลื่น อาจทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้ จากผลเสียจึงมีการดัดแปลงมาเป็นแผ่นทางเดินที่ใช้ซีเมนต์เป็นส่วนผสม ทำให้เนื้อผิวสัมผัสมีความหยาบ จึงสามารถลดความลื่นของพื้นได้ แผ่นทางเดินโดยทั่วไปในปัจจุบันตามท้องตลาดมี 2 ชนิด คือ แผ่นทางเดินจากธรรมชาติและแผ่นทางเดินจากซีเมนต์ ซึ่งปูนซีเมนต์โดยทั่วไปมีแร่ใยหินปะปนอยู่ในส่วนผสมของปูนซีเมนต์ แร่ใยหินเป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกาย เพียงแค่สูดดมเข้าไปในระยะเวลานานๆ อาจเกิดการสะสมในร่างกาย จนส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจในที่สุด

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงทำการพัฒนาและผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ เส้นใยจากใบยางพารา และเส้นใยจากหญ้าชันกาด ซึ่งเป็นพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นของประเทศไทย นอกจากนี้ยางพารายังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลาย การนำใบยางพารามาใช้ประโยชน์จึงเป็นอีกแนวทางที่ช่วยในการลดปัญหาขยะที่เกิดขึ้นจากภาคเกษตรกรรม นอกจากนี้ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการทดลองยังปราศจากส่วนผสมของแร่ใยหิน ซึ่งช่วยลดอันตรายที่อาจ

ส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้อีกทาง สำหรับปูนที่ใช้ในงานครั้งนี้ทางคณะผู้วิจัยเลือกใช้ปูนซีเมนต์สูตรไฮบริด ซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มาลองปรับใช้ในการผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติเพื่อทดสอบคุณสมบัติที่สามารถบ่งบอกคุณภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

1.2.1 เพื่อผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ

1.2.2 เพื่อศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณสมบัติของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติที่ผลิตได้ในความต้านแรงอัดและลดการดูดกลืนน้ำ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ศึกษาการผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ โดยใช้วัสดุดังนี้ ปูนซีเมนต์ เส้นใยจากใบยางพารา และเส้นใยจากหญ้าซันกาด

1.3.2 การขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติขนาดทดสอบ กว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร และสูง 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1.3.3 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ โดยมีการทดสอบค่าต่างๆ ดังนี้

- ทดสอบค่าความหนาแน่น
- ทดสอบหาค่าการหดตัวทางยาว
- ทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำ
- ทดสอบค่าความต้านแรงอัด

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแผ่นซีเมนต์ประเภทต่างๆ

1.4.2 เตรียมวัสดุอุปกรณ์ สำหรับการผลิตแผ่นซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติ

1.4.3 ทำการบดและผสมวัตถุดิบให้เข้ากัน

1.4.4 ปรับอัตราส่วนความเหมาะสมและดำเนินการอัดเป็นก้อน

1.4.5 ทดสอบคุณสมบัติของแผ่นซีเมนต์ผสมเส้นใยธรรมชาติที่ผลิตได้

1.4.6 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

1.4.7 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ผลิตภัณฑ์แผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติที่สามารถประยุกต์ใช้ในการตกแต่งสวนและสนามหญ้า

1.5.2 ได้รู้เกี่ยวกับวิธีการผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

1.5.3 เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติให้มีความต้านแรงอัดและลดการดูดกลืนน้ำได้

1.6 นิยามศัพท์

1.6.1 ปูนซีเมนต์ ตราช้าง สูตรไฮบริด หมายถึง ปูนที่ใช้สำหรับงานทั่วไป สูตรพิเศษ ตาม มอก. 2594-2556 เพื่อสิ่งแวดล้อม

1.6.2 เส้นใยใบยางพารา (para rubber leaves) หมายถึง เส้นใยที่ได้จากใบยางพารา

1.6.3 เส้นใยหญ้าชันกาด (torpedo grass) หมายถึง เส้นใยที่ได้จากหญ้าชันกาด

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ยางพารา

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

รูปที่ 2.1 ลักษณะของต้นยางพารา

วงศ์ (Family): Euphorbiacea

จีนัส (Genus): Hevea

สปีชีส์ (Species): brasiliensis

ชื่อสามัญ (Common name): para rubber

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name): *Hevea brasiliensis Mull-Arg.*

2.1.1.1 ราก มีระบบรากแก้ว (tap root system) เมื่อยางอายุ 3 ปี รากแก้วจะหยั่งลงดินมีความยาวประมาณ 2.5 เมตร มีรากแขนงที่แผ่ไปทางด้านข้าง ยาว 7-10 เมตร

2.1.1.2 ลำต้น เป็นพวกไม้ยืนต้น ถ้าปลูกจากเมล็ดจะมีลักษณะเป็นรูปกรวย แต่ถ้าปลูกโดยใช้ต้นติดตาจะมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ความสูง 30-40 เมตร ต้นอ่อนเจริญเร็วมากทำให้เกิดช่วงปล้องยาว เมื่ออายุน้อยเปลือกสีเขียว แต่เมื่ออายุมากขึ้นสีของเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเทาอ่อน เทาดำ หรือน้ำตาล เปลือกของลำต้นยางพาราแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ

- cork เป็นส่วนที่เป็นเปลือกแข็งชั้นนอกสุด
- hard bark เป็นชั้นถัดเข้ามา ประกอบด้วย parenchyma cell และ disorganized sieve tube มีท่อน้ำยาง (latex vessel) ที่มีอายุมากกระจัดกระจายอย่างไม่ต่อเนื่อง

- soft bark เป็นส่วนในสุดของเปลือกติดกับเนื้อเยื่อ cambium ประกอบด้วยparenchyma cell และ sieve tube มีท่อน้ำยางซึ่งเวียนขึ้นจากซ้ายไปขวาทำมุม 30-35 องศา กับแนวดิ่ง ดังนั้นในการกรีดเพื่อเอาน้ำยาง จึงต้องกรีดลงจากซ้ายไปขวา เพื่อตัดท่อน้ำยางให้ได้จำนวนมากที่สุด

- เปลือกของลำต้นที่ให้น้ำยางคือ hard bark และ soft bark มีความหนารวมกัน 10-11 มิลลิเมตร น้ำยางที่ได้เป็น cytoplasm ที่อยู่ในท่อ หลังจากกรีดแล้วเปลือกจะเจริญได้เหมือนเดิมโดยใช้เวลา 7-8 ปี

2.1.1.3 ใบ เกิดเวียนเป็นเกลียว เป็นกลุ่มและท่อกลุ่มเรียกว่า ฉัตรใบ (leaf storey) ใบเป็นใบประกอบ มีลักษณะเป็นใบย่อย 3 ใบ มีต่อมน้ำหวานที่โคนก้านใบ แต่ละใบรูปร่างแบบ ovate หรือ elliptical ยางพาราจะผลัดใบในช่วงต้นฤดูแล้ง ในภาคใต้จะผลัดใบในเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม ส่วนภาคตะวันออกจะผลัดใบในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน

2.1.1.4 ช่อดอกและดอก ยางพารามีช่อดอกเกิดตามปลายกิ่ง เป็นแบบ panicle มีกิ่งแขนงมาก ช่อดอกเกิดขึ้นพร้อมกับใบใหม่ที่ผลัดหลังจากผลัดใบ มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันแต่อยู่บนช่อเดียวกัน

2.1.1.5 ผลและเมล็ด ผลเป็นแบบ capsule โดยทั่วไปมี 3 เมล็ด เมื่อแก่ผลจะแตกออก เกิดเสียงดัง เปลือกหุ้มเมล็ดจะมีลาย เมล็ดมีทั้งส่วนของเอนโดสเปิร์มและใบเลี้ยง ใบเลี้ยงมีโปรตีนประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำมันสูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ (สำนักงานพัฒนางานวิจัยการเกษตร, มปป.)

2.1.2 ประโยชน์ของยางพารา

รูปที่ 2.2 ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาจากยางพารา

ประเทศไทยมีความได้เปรียบด้านอุตสาหกรรมยาง เนื่องจากเป็นประเทศผู้ผลิตยางอันดับหนึ่งของโลกจึงมีโอกาสและความเป็นไปได้ในการพัฒนาประเทศให้เป็นศูนย์กลางการผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปเบื้องต้นให้มีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้ใช้ได้ รวมทั้งพัฒนาการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ยางในชั้นปลาย ทั้งนี้หน่วยงานภาครัฐได้สนับสนุนให้มีการใช้ยางธรรมชาติในประเทศเพิ่มมากขึ้น โดยให้มีการเพิ่มการผลิตยางที่มีศักยภาพ พัฒนาผลิตภัณฑ์ยาง สร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อเพิ่ม

ปริมาณการใช้ยางให้มากขึ้นโดยมีเป้าหมายเพิ่มการใช้ยางภายในประเทศเป็นร้อยละ 20 จากเดิมที่มีการใช้เพียงร้อยละ 11 ของผลผลิตทั้งหมด หรือประมาณ 3.2–3.4 แสนตันต่อปี ทั้งนี้ ในปี 2553 คาดว่าจะมีการใช้ยางพาราในอุตสาหกรรมในประเทศประมาณ 0.373 ล้านตัน โดยจะเพิ่มขึ้นจากปี 2552 ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากประเทศผู้ใช้ยางส่วนใหญ่ เช่น จีน ญี่ปุ่น มีการขยายฐานการผลิตในไทยมากขึ้น การใช้ยางพาราในอุตสาหกรรมภายในประเทศประกอบด้วย

2.1.2.1 ยางยานพาหนะ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าการส่งออกสูงสุดของประเทศในปี 2552 มีมูลค่าการส่งออก 68,726.08 ล้านบาทได้แก่ ล้อรถยนต์ ล้อเครื่องบิน ล้อรถจักรยายนต์ ล้อรถจักรยาน และล้อรถอื่นๆ ทั้งยางนอกและยางใน รวมถึงยางอะไหล่รถยนต์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ยางในกลุ่มนี้มีปริมาณการใช้ยางธรรมชาติเป็นวัตถุดิบเกือบร้อยละ 50 โดยใช้ประมาณ ปีละ 158,883 ตัน

2.1.2.2 ยางยืดและยางรัดของ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยางธรรมชาติจำนวนมากในส่วนผสมยางยืดใช้ใน อุตสาหกรรมตัดเย็บเสื้อผ้าต่างๆ ส่วนยางรัดของก็ใช้ทั่วไปในชีวิตประจำวันใช้ยางธรรมชาติในการผลิตถึงปีละ 90,561 ตัน หรือร้อยละ 28.2

2.1.2.3 ถุงมือยางทางการแพทย์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าส่งออกรองจากยางยานพาหนะ ปี 2553 มีมูลค่าการส่งออก 2,274.9 ล้านบาท ถุงมือยางที่ผลิตในประเทศไทยประกอบด้วย ถุงมือตรวจโรค และถุงมือผ่าตัด สำหรับวัตถุดิบยางธรรมชาติที่ใช้ในการผลิตถุงมือยางเป็นน้ำยางข้น มีปริมาณการใช้ยางธรรมชาติปีละ 57,120 ตัน ต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ17.80 ของปริมาณการใช้ยางทั้งหมด

2.1.2.4 รองเท้าและอุปกรณ์กีฬา รองเท้ายางและพื้นรองเท้าที่ทำจากยางธรรมชาติรวมทั้งอุปกรณ์กีฬาบางชนิด มีส่วนผสมที่เป็นยางธรรมชาติและผลิตในประเทศไทยปีหนึ่งจำนวนไม่น้อย ในปี 2549 ใช้ยางธรรมชาติในการผลิตประมาณ 8,492 ตัน

2.1.2.5 สายพานลำเลียง ใช้งานในการลำเลียงของหนักชนิดต่างๆ มีขนาดตั้งแต่ 2-3 นิ้ว ไปจนถึง 1.5 เมตร ผลิตภัณฑ์ยางกลุ่มนี้มีการนำเข้ามากกว่าการส่งออก โดยในปี 2549 มีมูลค่าการส่งออก 1,057 ล้านบาท และนำเข้า 1,620 ล้านบาท ในการผลิตสายพานใช้ยางปีละประมาณ 1,318 ตัน เป็นยางแผ่นรมควันชั้น 1,3,5 และยางแท่ง STR XL, 20

2.1.2.6 ผลิตภัณฑ์ฟองน้ำ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากน้ำยางข้น ปี 2549 มีปริมาณการใช้ยางธรรมชาติ 364 ตัน ส่วนใหญ่ผลิตเพื่อใช้ภายในประเทศ มีโรงงานผลิต 12 โรง

2.1.2.7 สื่อการเรียนการสอน อุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะทางด้านการแพทย์ จะใช้วัสดุจำพวกยางและนำเข้าจากต่างประเทศ ให้ความรู้สึกในการปฏิบัติงานเหมือนของจริง ยางพาราสามารถนำไปใช้ผลิตสื่อการสอน การฝึกปฏิบัติงานได้เป็นอย่างเช่นกันโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากยางฟองน้ำ เช่น โมเดลร่างกายมนุษย์, สัตว์ แขนเทียมสำหรับฝึกทางการแพทย์ เป็นต้น

2.1.2.8 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างและวิศวกรรม

(1) ยางรองคอสะพาน (Elastomeric Bearings for Bridges) หรือแผ่นยางรองคอสะพาน (Rubber Bridge Bearigs) แบ่งตามชนิดของยางที่ใช้ผลิตเป็น 2 ประเภท คือ ยางรองคอสะพาน ทำจากยางสังเคราะห์ Polychloroprene, (CR) or Neoprene และทำจากยางธรรมชาติ (Natural Rubber, NR) ซึ่งทั้ง 2 ประเภท มีทั้งแบบแผ่นยางล้วน (Plain) และแบบที่มีวัสดุเสริมแรง (Laminated) สำหรับการเลือกใช้ยางตามประเภท ชนิด และแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับการกำหนดมาตรฐานของผู้ออกแบบหรือของผู้ก่อสร้าง

(2) แผ่นยางกันน้ำซึม (Water Stop) ทำหน้าที่เปรียบเสมือนปะเก็นของงานคอนกรีต ใช้ป้องกันการขยายตัว หรือ หดตัวของคอนกรีต เพื่อไม่ให้น้ำรั่วซึมหรือผ่านได้ในงาก่อสร้างทั่วไป เช่น คอนกรีต คานสะพาน อาคารชั้นใต้ดิน ดาดฟ้า เป็นต้น รวมทั้งงานก่อสร้างที่โครงสร้างต้องสัมผัสกับน้ำตลอดเวลา เช่น แท้งค์น้ำ บ่อบำบัดน้ำเสีย สระว่ายน้ำ คลองส่งน้ำ เขื่อนและฝาย เป็นต้น

(3) ยางกันชนหรือกันกระแทก (Rubber of Rubber Bumper) สามารถใช้เป็นเครื่องป้องกันการเฉี่ยวหรือการกระแทกของเรือ หรือรถเมื่อเข้าจอดเทียบท่า ใช้วัตถุดิบผลิตได้ทั้งยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

(4) ยางคั่นรอยต่อระหว่างคอนกรีต (Rubber Hose for Joint of Rubber Sealant) มีลักษณะเป็นท่อยางขนาดเล็กมีรูกลางตลอดความยาว ใช้อุดรอยต่อด้านล่างของคอนกรีตของสะพาน หรือรอยต่อระหว่างคานสะพานกันตอม่อของสะพานก่อนการหยอดยางมะตอย วัตถุดิบที่ใช้ผลิตทั้งจากยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ แต่มักมีการกำหนดให้ใช้ยางสังเคราะห์

(5) บล็อกยางปูพื้น (Rubber Block) ใช้ปูพื้นแทนอิฐบล็อกคอนกรีต บล็อกยางมีข้อได้เปรียบบล็อกคอนกรีตคือเบากว่า ผิวมีสปริง ยืดหยุ่นได้เวลาลื่นล้มจึงไม่บาดเจ็บมากและไม่เป็นแผล ส่วนใหญ่มักผลิตจากยางธรรมชาติผสมกับยางรีเคลมธรรมชาติหรือสังเคราะห์ ปัจจุบันยังไม่ค่อยนิยมใช้ยางบล็อกปูพื้นเพราะราคาค่อนข้างสูงกว่าบล็อกคอนกรีต

(6) แผ่นยางปูอ่างเก็บน้ำ (Rubber Water Confine) เป็นผลิตภัณฑ์ยางที่สามารถใช้ยางธรรมชาติปูรองสระ เพื่อเก็บกักน้ำบนผิวดินที่เก็บน้ำไม่ได้ เช่น ดินปนทราย ดินลูกรัง โดยมีสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้พัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ปี 2529 และสามารถพัฒนาได้กว้างขวาง ได้แก่ ใช้เก็บกักน้ำสำหรับเกษตรกร ใช้งานในสนามกอล์ฟและรีสอร์ท ใช้ในงานชลประทาน บ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ โดยทั่วไปวัตถุดิบที่ใช้ในการปูสระกักเก็บน้ำสามารถใช้เป็นยางธรรมชาติ หรือยางสังเคราะห์ หรือ พลาสติกหรือผ้าใบเคลือบยาง

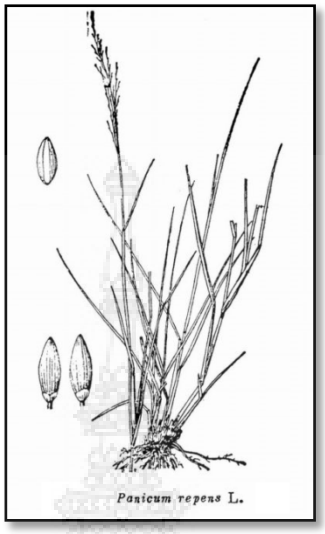
(7) ฝายยาง (Rubber Dam) หรือเขื่อนยาง โดยทั่วไปจะนิยมผลิตจากมายางสังเคราะห์แต่ผู้ผลิตให้ความเห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะใช้วิธีการเคลือบชั้นนอกของตัวฝายยางด้วยยางสังเคราะห์ และภายในใช้ยางธรรมชาติแต่ความเป็นไปได้นี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ใช้ อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังไม่ค่อยเป็นที่สนใจของผู้ผลิตภายในประเทศ เพราะมีผู้ใช้จำกัดเพียงกรมชลประทานและมีราคาสูง แต่ข้อดีของฝายยางธรรมชาติ คือสามารถปรับระดับความสูงของฝายได้ตามความเหมาะสมของระดับน้ำ ซึ่งสามารถลดแรงกระแทกจากน้ำหลากและช่วยระบายน้ำ ป้องกันน้ำท่วมล้นตลิ่ง อีกทั้งยังไม่ก่อให้เกิดน้ำล้นหน้าฝาย ป้องกันตะกอนทราย ตกตะกอนหน้าฝายได้ นอกจากนี้ในฝายที่อยู่บริเวณปากแม่น้ำจะสามารถป้องกันน้ำเค็มรุกล้ำเข้ามาในพื้นที่เพาะปลูกและพื้นที่อยู่อาศัยอีก ทั้งฝายยางยังทนทานต่อการกัดกร่อนของน้ำเค็มได้ดีกว่าบานประตูระบายน้ำที่ทำด้วยเหล็ก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้ศึกษาสูตรผลิตแผ่นฝายยางโดยการใช้ยางธรรมชาติผสมยางสังเคราะห์ EPEM และทดลองติดตั้งฝายยางเมื่อปี 2537

(8) แผ่นยางปูพื้น (Rubber Floor Mat) ส่วนใหญ่ผลิตจากยางธรรมชาติ ใช้ปูพื้นหรือทางเดินบนอาคารโรงงาน สำนักงาน สนามบินใช้ได้ทั้งพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดเอียง เพื่อป้องกันการลื่น และลดเสียงที่เกิดจากการเดิน หรือการกระแทก

(9) การใช้ยางพาราผสมยางมะตอยสำหรับทำผิวถนน ปัจจุบันการคมนาคมขนส่งมีความสำคัญและมีการขยายตัวมาก โดยเฉพาะถนนถือเป็นปัจจัยหลักของการคมนาคมแลถนนแต่มักจะประสบปัญหาในเรื่องเกิดการชำรุดเสียหายเร็วกว่าปกติ การปรับปรุงสมบัติของยางมะตอยให้ใช้ในงานทางให้ดีขึ้นจะช่วยให้ถนนมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น โดยใช้ยางพาราผสมยางมะตอยในอัตราร้อยละ 5 ทำให้ยางมะตอยมีความแข็งมากขึ้นมีความอ่อนตัวและยืดหยุ่นมากขึ้น ดังนั้นถนนที่ราดยางมะตอยผสมกับยางพาราจะมีความแข็งแรงและทนทานมากขึ้น และมีการเกิดร่องล้อน้อยกว่าการใช้ยางมะตอยปกติ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม บำรุงรักษาและเป็นการเพิ่มปริมาณการใช้ยางภายในประเทศให้มากขึ้นด้วย (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, มปป.)

2.2 หญ้าชันกาด

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหญ้า
ที่มา : http://www.zhiwutong.com

ชื่อทั่วไป : หญ้าชันกาด
ชื่ออื่น : แขมมัน, หญ้าขิง, หญ้าชันอากาศ, หญ้าอ้อน้อย, Torpedo grass
ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Panicum repens Linn.*
ชื่อวงศ์ : Poaceae (Gramineae)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ไม้ล้มลุกอายุหลายปี มีเหง้าใต้ดิน มีขน ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปแถบกว้าง 2-8 มิลลิเมตร ยาว 4-15 เซนติเมตร ขอบใบสากเล็กน้อย อาจมีขนที่โคนใบ ดอกช่อแยกแขนงยาว 3-19 เซนติเมตร ช่อดอกย่อย กว้าง 1.0-1.3 มิลลิเมตร ยาว 2.6-3.0 มิลลิเมตร รูปขอบขนานแกมวงรีถึงรูปใบหอกแกมวงรี บางครั้งอาจมีสีม่วง ปลายแหลมกาบช่อย่อยแผ่นล่าง รูปไข่ยาว 0.6-0.8 มิลลิเมตร ปลายตัดถึงกลมกว้าง กาบช่อย่อยแผ่นบนยาวเท่าๆกับช่อดอกย่อย ดอกย่อยล่างๆ เป็นดอกตัวผู้ กาบล่างและกาบบนยาวเท่าๆกัน ดอกย่อยบนๆรูปวงรี กว้าง 0.8-1.1 มิลลิเมตร ยาว 1.7-2.2 มิลลิเมตร สีขาวผิวเกลี้ยงเป็นมัน ปลายแหลมอับเรณูสีส้ม ยาว 1.4-1.7 มิลลิเมตร ลำต้นตั้งตรงหรือเป็นข้องอที่โคน ไม่แตกแขนง ปล้องรูป ทรงกระบอกกลวง ข้อเกลี้ยง ลิ้นใบเป็นเยื่อ มีความยาว 0.4 -1.0 มิลลิเมตร

ดอก ออกเป็นช่อ (panicle) มีขนาดความยาว 7-18 เซนติเมตร ประกอบด้วย ช่อดอกย่อย (spikelet) เป็นจำนวนมาก ช่อดอกย่อย ประกอบด้วยกาบ 2 อัน กาบล่าง (lower lemma) ยาว 2.5-3 มิลลิเมตร บาง และมีสีม่วงอยู่ด้านบน มีลายเส้น 6-9 เส้น ปลายแหลม ช่อดอกย่อยจะมีดอก

ย่อย 2 ดอก ดอกแรกจะเป็นดอกตัวผู้ ประกอบด้วยกาบนอก (lemma) ซึ่งคล้ายกับกาบบน แต่สั้นกว่าเล็กน้อยมีลายเส้น 7-9 เส้น กาบใน (palea) บางใส มีลายเส้น 2 เส้น ส่วนของกลีบดอกที่ลดรูปไป 2 อัน มีขนาดเล็ก เกสรตัวผู้ 3 อัน อับละอองเรณูสีเหลืองส้ม เกสรตัวเมียมีท่อรังไข่ 2 อันที่ปลายมีขนสีม่วงปกคลุม

2.2.2 ประโยชน์ของหญ้าชันกาด

2.2.2.1 ราก : ทำให้ประจำเดือนมาปกติ ละลายก้อนนิ่ว ขับปัสสาวะ

2.2.2.2 หัว : ตัดฝ้า รักษาโรคตา แก้โรคกาฬเลือด แก้ไข้กาฬ แก้ตับทรุด แก้ธาตุพิการ บำรุงธาตุ บำรุงกำลัง แก้หนองใน รักษาไตพิการ แก้อาการบวมน้ำ โรคไตและโรคหัวใจ รักษากระเพาะปัสสาวะพิการ แก้ทางเดินปัสสาวะพิการ ขับปัสสาวะพิการ แก้นิ่ว

2.2.2.3 เหง้า : รักษาประจำเดือนมาไม่ปกติ ขับปัสสาวะ แก้พิษร้อน แก้ตาฟาง แก้ไข้พิษ แก้ไข้กาฬ

2.2.2.4 ไม่ระบุส่วนที่ใช้ : แก้งูกัด แก้ประจำเดือนมาไม่ปกติ แก้ปัสสาวะพิการ แก้พิษไข้ แก้พิษกาฬ แก้ไตพิการหรือกระเพาะปัสสาวะพิการ รักษาโรคตา แก้ทางเดินปัสสาวะพิการ ขับปัสสาวะ แก้นิ่ว (ไทยเกษตรศาสตร์, 2556)

2.3 โครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ

เส้นใยธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เส้นใยจากพืชหรือเส้นใยเซลลูโลส เส้นใยจากสัตว์หรือเส้นใยโปรตีน เส้นใยแร่ โลหะ เส้นใยเซลลูโลสเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งเกิดจากเซลลูโลสยึดเกาะกันด้วยพันธะเคมีเป็นโมเลกุลใหญ่มีสูตรเป็น $(C_6H_{10}O_5)_x$ โครงสร้างเคมีของเซลลูโลสมีความสำคัญต่อคุณสมบัติของเส้นใย กล่าวคือในโมเลกุลเซลลูโลสจะเกิดหน่วยโมเลกุลซ้ำ (Repeat units) ยึดจับกันเป็นสายยาว หน่วยโมเลกุลซ้ำ คือ เซลล์โลไบโอส (Cellobiose) เกิดจากบีต้า กลูโคส 2 โมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะ C-O-C ในโมเลกุลเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) อยู่มากมายจะทำหน้าที่ดึงดูดน้ำหรือเกิดปฏิกิริยาจับกับหมู่ธาตุอื่นๆ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเซลลูโลสมีความเป็นระเบียบ (Crystalline) ค่อนข้างมากคือ 85-98% และระหว่างสายโมเลกุลจะมีการยึดจับกันเป็นพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) เป็นระยะๆ ซึ่งมีผลทำให้เส้นใยเซลลูโลสมีความเหนียวแข็งแรงค่อนข้างสูง จากข้อมูลคุณสมบัติทางโครงสร้างโมเลกุลของเส้นใยธรรมชาติ จะเห็นว่าสามารถนำมาเป็นส่วนประกอบของคอนกรีตได้ ดังนั้นแนวความคิดในการนำเส้นใยธรรมชาติมาผสมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักจึงมีความเป็นไปได้อย่างยิ่งและสมควรนำมาทำการศึกษาวิจัยอย่างจริงจัง เพื่อจะได้มีวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ที่มีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีและมีราคาถูกกว่าวัสดุฉนวนชนิดอื่นที่มีจำหน่ายในท้องตลาดต่อไป (ผกามาศ ชูสิทธิ์ และ ภาณุเดช ขัดเงางาม, 2556)

2.4 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบสำคัญสำหรับงานก่อสร้างแทบทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นที่พักอาศัย การสร้างบ้านใหม่ อาคารพาณิชย์ รวมไปจนถึงห้างสรรพสินค้าและอาคารสูง ในอดีตประเทศเรามีการนำเข้าปูนซีเมนต์จากต่างประเทศทั้งหมด แต่ด้วยพระปรีชาญาณแห่งองค์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 6) ที่เล็งเห็นความสำคัญของปูนซีเมนต์ จึงทรงมีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้จัดตั้งบริษัทปูนซีเมนต์ไทยขึ้นในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2456 เพื่อทดแทนการนำเข้าปูนซีเมนต์จากต่างประเทศ และทำให้เรามีปูนซีเมนต์ที่สามารถผลิตขึ้นเองได้ในประเทศมาจนทุกวันนี้

จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ มีการนำปูนซีเมนต์มาใช้งานตั้งแต่สมัยอียิปต์ กรีก และโรมัน ในปี พ.ศ. 2367 ช่างปูนชาวอังกฤษ “Joseph Aspdin” ได้ประดิษฐ์คิดค้นปูนซีเมนต์ขึ้น ชื่อว่า “ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland Cement)” ที่ยังคงใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

ปูนซีเมนต์สามารถแบ่งออกเป็นหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็น ซีเมนต์เพสต์ (Cement Paste) คือ ส่วนผสมของปูนซีเมนต์กับน้ำ และอาจมีสารผสมเพิ่มหรือน้ำยาผสมคอนกรีตด้วย สามารถเรียกอีกอย่างว่า “น้ำปูน” มักใช้ในงานซ่อมแซมรอยแตกร้าว (Grouting), มอร์ตาร์ (Mortar) คือ ส่วนผสมของซีเมนต์เพสต์กับทราย หรือ “ปูนทราย” ใช้สำหรับงานก่ออิฐ ฉาบปูน ปูกระเบื้อง รวมไปถึงงานตกแต่ง, คอนกรีต (Concrete) คือ ส่วนผสมของมอร์ตาร์ กับ หินหรือกรวด และอาจมีสารผสมเพิ่มหรือน้ำยาผสมคอนกรีตด้วย ใช้สำหรับงานหล่อโครงสร้างและผลิตภัณฑ์คอนกรีต เช่น เสาไฟฟ้า เสาเข็ม ท่อ เสา คาน แผ่นพื้น รวมถึงสิ่งก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นบ้าน อาคาร ถนน สะพาน

2.4.1 ปูนซีเมนต์สามารถจำแนกตามประเภทการใช้งานได้ ดังนี้

2.4.1.1 ปูนซีเมนต์สำหรับงานโครงสร้าง

สำหรับงานก่อสร้างบ้านใหม่หรืออาคารโดยทั่วไปจะใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา แต่หากมีการเร่งงานก่อสร้าง หรือมีความจำเป็นต้องซ่อมคอนกรีตโครงสร้างบ้านจะใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ให้กำลังอัดสูง สำหรับบ้านหรืออาคารที่ปลูกสร้างใกล้ทะเลควรใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทนซัลเฟตสูง เพื่อไม่ให้เกลือซัลเฟตทำลายเนื้อคอนกรีต ส่วนงานโครงสร้างที่ต้องสัมผัสกับดิน/น้ำหรืองานโครงสร้างที่มีความหนามาก เช่น ตอม่อขนาดใหญ่ ฐานรากขนาดใหญ่ หรือกำแพงกันดินที่มีความหนามากๆ ควรใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง ส่วนงานโครงสร้างคอนกรีตขนาดใหญ่ หรือคอนกรีตหลา (Mass Concrete) เช่น งานโครงสร้างเขื่อน ควรใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดการแตกร้าวขึ้นเนื่องจากความร้อนในการทำปฏิกิริยาของคอนกรีต

2.4.1.2 ปูนซีเมนต์สำหรับงานก่อ งานฉาบ

งานก่อจะนิยมใช้ปูนซีเมนต์ผสม (Mixed Cement) ซึ่งมีคุณสมบัติเหนียวลื่น ยึดเกาะอิฐและผนังได้ดี แห้งตัวพอเหมาะ ไม่ยืดหดตัวมาก ส่วนงานฉาบนั้นจะใช้ปูนซีเมนต์ Masonry (Masonry

Cement) เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีความเรียบเนียนสูง เนื้อละเอียด เหนียวลื่น ยึดเกาะได้ดี ฉาบง่าย อุ้มน้ำได้ดีจึงช่วยลดการดูดซึมน้ำของผนังอิฐ และลดการแตกร้าว

2.4.1.3. ปูนซีเมนต์สำหรับงานพิเศษ

เป็นการพัฒนาปูนซีเมนต์ให้มีคุณสมบัติพิเศษเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานในแต่ละประเภท งานตกแต่งบ้าน ตกแต่งพื้นผิว เช่น การทำหินขัด หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “เทอร์ราซโซ” (Terrazzo และ Finazzo) รวมถึงงานกรวดล้าง/หินล้าง/ทรายล้าง ซึ่งจะใช้ปูนซีเมนต์ขาวปอร์ตแลนด์ เนื่องด้วยคุณสมบัติของเนื้อปูนที่แน่น ละเอียด มีสีขาวบริสุทธิ์ มีความแข็งแกร่งและกำลังยึดเกาะสูง ส่วนงานยาแนวและงานปูวัสดุปูพื้นต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นกระเบื้องเซรามิค หินแกรนิต หินอ่อน หินกาบ รวมถึงงานที่ต้องการความสวยงาม เช่น งานฉาบ (Plastering) จะใช้ปูนซีเมนต์ขาวผสม เนื่องจากปูนชนิดนี้มีความเหนียว นุ่ม ยึดเกาะได้ดี ยืดหดตัวน้อย รวมทั้งความขาวบริสุทธิ์ของเนื้อปูน เมื่อผสมกับสีฝุ่นจึงมีความสวยงามและคงทน นอกจากนี้สำหรับงานขุดเจาะบ่อน้ำมันและก๊าซธรรมชาติจะใช้ปูนซีเมนต์ขุดเจาะน้ำมัน เนื่องจากทนต่อซัลเฟต ด่าง และเกลือ และสามารถใช้งานได้ในสภาวะที่มีความกดดันและอุณหภูมิสูง และแข็งตัวได้รวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด

จะเห็นได้ว่าปูนซีเมนต์เป็นวัสดุที่มีบทบาทสำคัญ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นงานสร้างลวดลายและแต่งผิวสัมผัสเพื่อความสวยงาม รวมไปถึงงานโครงสร้างและสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ ประเภทของปูนซีเมนต์ก็มีความแตกต่าง และมีคุณสมบัติเฉพาะในการใช้งานเช่นกันดังนั้น จึงควรเลือกใช้ปูนซีเมนต์ให้ถูกต้องตามความเหมาะสม เพื่อให้สามารถใช้งานได้ยืนยาวเต็มประสิทธิภาพตลอดอายุการใช้งาน

2.4.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์แบ่งออกได้เป็น 4 องค์ประกอบใหญ่คือ

2.4.2.1 วัตถุดิบเนื้อปูน มีปริมาณมากถึง 80% ในส่วนผสมก่อนการเผาคือวัตถุดิบที่ประกอบด้วยแร่แคลไซต์เป็นส่วนใหญ่สำหรับโรงงานปูนซีเมนต์ในประเทศไทยใช้หินปูนเป็นวัตถุดิบเนื้อปูน

2.4.2.2 วัตถุดิบเนื้อดิน มีปริมาณประมาณ 15-18% ของส่วนผสมก่อนการเผาและมีส่วนประกอบหลักเป็นซิลิกา อะลูมินาและมีสนิมเหล็กปนอยู่เล็กน้อย วัตถุดิบในกลุ่มนี้ ได้แก่ หิน-ดินดานหรือดินเหนียว

2.4.2.3 วัตถุดิบปรับคุณภาพคือวัตถุดิบที่มีองค์ประกอบของเนื้อปูน อะลูมินา ซิลิกา หรือสนิมเหล็กสูง ใช้เติมส่วนผสมของวัตถุดิบหลักสองตัวแรกในกรณีที่วัตถุดิบทั้งสอง มีองค์ประกอบไม่เป็นไปตามข้อกำหนด เช่น มีอะลูมินาต่ำเกินไป ต้องเติมตัวปรับคุณภาพที่เป็นแร่บอกไซต์หรือถ้าเหล็กต่ำก็เติมแร่เหล็กหรือเศษเหล็กลงไป เพื่อให้ส่วนผสมมีองค์ประกอบ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.4.2.4 สารเติมแต่ง คือ วัตถุดิบที่เติมลงในปูนเม็ดภายหลังจากการเผา เพื่อปรับคุณสมบัติ เช่น แร่ยิปซัม เพื่อถ่วงเวลาแข็งตัวของปูนให้ช้าลงเมื่อมีการผสมน้ำลงไปเพื่อใช้งาน

ปริมาณของยิปซัมที่ใช้จะอยู่ในช่วง 3-5 % โดยน้ำหนักของปูนเม็ดในบางกรณีการเติมสารเติมแต่งลงไปก็เพียงเพื่อเพิ่มเนื้อปูน เช่น การเติมหินปูนบดสามารถทำได้โดยไม่มีผลกระทบกับคุณภาพของปูนซีเมนต์

2.4.3 ประเภทตามคุณสมบัติของปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ผลิตภายในประเทศไทยเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์รหัส ซี-150 ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากที่สุดในปัจจุบันปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์รหัส ซี-150 สามารถจำแนกออกได้เป็น 5 ประเภทย่อยตามคุณสมบัติและลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

2.4.3.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาหรือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง

เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แบบพื้นฐานที่ใช้กับงานก่อสร้างทั่วไป เช่น ใช้ทำคานคอนกรีต เสาอาคารทั่วไป ถนน สะพาน ฯลฯ ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่พบเห็นในท้องตลาด ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราช้าง ตราเพชร (เม็ดเดียว) ตราพญานาคเศียรเดียวสีเขียว ตราทีพีไอ (สีแดง)

2.4.3.2 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลงหรือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทสอง

เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่มีความทนทานต่อซัลเฟตปานกลาง ใช้กับงานโครงสร้างขนาดใหญ่ในบริเวณที่โดนน้ำเค็มในระดับไม่สูงนัก เช่น งานตอม่อสะพานเทียบเรือ เขื่อน เป็นต้น ปูนซีเมนต์ชนิดนี้ที่พบเห็นในท้องตลาด ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเจ็ดเศียร

2.4.3.3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดแข็งตัวเร็วหรือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทสาม

เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่มีเนื้อปูนละเอียดเป็นพิเศษ มีผลทำให้ปูนแข็งตัวและรับแรงได้เร็วกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทอื่น มักใช้กับงานที่ต้องการความเร่งด่วนหรือต้องการถอดรื้อแบบเร็วกว่าปกติ เช่น งานทำเสาเข็ม พื้นสำเร็จรูป เป็นต้น ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่พบเห็นในท้องตลาด ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราเอราวัณ ตราสามเพชร ตราพญานาคเศียรเดียวสีแดง ตราทีพีไอ (สีดำ)

2.4.3.4 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่ทำให้เกิดความร้อนต่ำหรือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทสี่

เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ไม่ค่อยใช้กันแพร่หลายนัก มักใช้กับงานเฉพาะด้านที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษ เช่น การทำเขื่อนกั้นน้ำ ซึ่งต้องควบคุมความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำในช่วงที่ปูนกำลังแข็งตัวไม่ให้มีมากจนเกินไป เพราะอาจก่อให้เกิดการแตกร้าวหรือเสียหายต่อตัวเขื่อนได้ จึงต้องใช้ปูนซีเมนต์ชนิดเกิดความร้อนต่ำ

2.4.3.5 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดต้านทานซัลเฟตได้สูงหรือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทห้า

เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่มีความต้านทานต่อซัลเฟตสูงเหมาะสำหรับใช้กับงานก่อสร้างในบริเวณที่มีซัลเฟตสูง เช่น งานตอม่อหรือเสาในบริเวณที่อยู่ใกล้ชายทะเล ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ที่พบเห็นในท้องตลาด ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราปลาฉลาม ตราช้างพื้น สีฟ้า ตราทีพีไอ (สีฟ้า)

นอกจากนี้ยังมีปูนซีเมนต์ผสมหรือปูนซีเมนต์ซิลิกาซึ่งได้จากการนำเอาทรายหรือหินปูนบดละเอียดผสมเข้ากับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดธรรมดาในอัตราส่วนประมาณ 1:4 บรรจุขายเป็นปูน อีกประเภทหนึ่งซึ่งมีคุณภาพและราคาต่ำกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา มีคุณสมบัติแข็งตัวช้า จึงเหมาะสำหรับงานปูนก่อ ปูนฉาบ ปูนตกแต่ง และงานคอนกรีตที่ไม่ต้องรับแรงมากอย่างไรก็ตาม ปูนซีเมนต์ชนิดนี้ก็ยังคงมีผู้นำมาใช้กับงานโครงสร้างทั่วไป เช่น การทำเสาและคาน เนื่องจากมีราคาถูก แต่ก็สามารถใช้ได้กับโครงสร้างขนาดเล็กเท่านั้น ปูนซีเมนต์ชนิดนี้ที่พบเห็นในท้องตลาด ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราเสือ ตรางูเห่า ตรานกอินทรี และตราทีพีไอ (สีเขียว)

นอกจากปูนซีเมนต์ชนิดต่างๆ ที่ได้กล่าวถึงไปแล้วข้างต้น ยังมีปูนซีเมนต์อีกชนิดหนึ่งที่พบเห็นในงานก่อสร้างอยู่เสมอได้แก่ปูนซีเมนต์ขาวซึ่งก็คือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดหนึ่ง เพียงแต่มีลักษณะ เป็นสีขาวและมีคุณสมบัติในการแข็งตัวค่อนข้างช้า เน้นการใช้สอยในแง่ของการตกแต่งมากกว่าการใช้ ทำเสาหรือคานเพื่อรับน้ำหนัก มักใช้ในงานเกี่ยวกับการทำหินขัด ทรายล้าง งานติดตั้งสุขภัณฑ์และ งานยาแนวรอยต่อของกระเบื้อง หรือใช้ในงานที่ต้องการผสมสีต่างๆ เพื่อความสวยงาม ปูนซีเมนต์ ชนิดนี้ที่พบเห็นในท้องตลาด ได้แก่ ปูนซีเมนต์ขาวตราช้างเผือก ปูนซีเมนต์ขาวตราเสือ (PSP Cement thai, 2556)

2.5 แผ่นเส้นใยซีเมนต์

แผ่นวัสดุที่ทำมาจากเส้นใยจากธรรมชาติผสมกับซีเมนต์ แล้วขึ้นรูปเป็นแผ่นผนังและแผ่นหลังคา เนื่องจากเส้นจากธรรมชาติมีค่าการนำความร้อนต่ำ ดังนั้นเมื่อนำมาทำเป็นส่วนผสมในวัสดุก่อสร้างจึงมีคุณสมบัติต้านทานความร้อนเพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนส่งผ่านเข้าในบ้าน นอกจากนี้เส้นใยธรรมชาติยังมีค่าแรงดึงเพียงพอต่อการเสริมแรงจึงทำให้แผ่น วัสดุก่อสร้างที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติทนต่อแรงดัดและไม่เปราะ (บริสุทธิ์ จันทรวงศ์ไพศาล, 2553)

2.5.1 แผ่นทางเดิน

แผ่นทางเดินที่นิยมกันในท้องตลาดนั้นแบ่งเป็น 2 หมวดใหญ่ๆ ด้วยกัน คือแผ่นทางเดินจากธรรมชาติและแผ่นทางเดินซีเมนต์ ดีไซน์หลากหลายให้ความรู้สึกที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับคุณสมบัติของแต่ละวัสดุที่มีความต่างไม่แพ้กัน

2.5.1.1 แผ่นทางเดินจากธรรมชาติ ได้แก่ แผ่นศิลาแลง หินภูเขาเมืองกาญจน์ หินทราย ไม้หมอน ซึ่งแผ่นทางเดินจากธรรมชาติเหล่านี้มักจะอยู่ในงานดีไซน์สวนแบบทรอปิคัล สวนป่าดิบชื้น ด้วยคุณสมบัติที่สามารถกักเก็บความชื้นได้นาน ทำให้พื้นที่สวนมีความชุ่มชื่นร่มเย็นด้วย

2.5.1.2 แผ่นทางเดินสำเร็จรูป ได้แก่ แผ่นทางเดินซีเมนต์และแผ่นหินสังเคราะห์ ซึ่งวัสดุเหล่านี้ผ่านกระบวนการขึ้นรูปด้วยระบบอุตสาหกรรม สัดส่วนจึงเป็นขนาดมาตรฐานหลากหลายขนาด ตั้งแต่ 20 x 20 และ 40 x 40 เซนติเมตรขึ้นไป ขนาดที่พอดีนี้ทำให้สามารถคำนวณจำนวนที่ต้องใช้ได้อย่างแม่นยำ ง่ายต่อการจัดวาง รวมทั้งความคงทนแข็งแรง

ปัจจุบันแผ่นทางเดินสำเร็จรูปเป็นที่นิยมนำมาใช้เป็นอย่างมาก ด้วยการผลิตที่รวดเร็วและมีจำหน่ายอยู่ทั่วไป ทั้งในรูปแบบสวนวินเทจ และสวนโมเดิร์น รวมทั้งสามารถสร้างลวดลายต่างๆ ลงบนแผ่นทางเดินได้ด้วย (SCG, 2558)

2.6 ประเภทของบล็อกปูพื้น

2.6.1 บล็อกปูพื้นตัวหนอน หรือบล็อกปูถนน

หรือที่เราเรียกกันว่าตัวหนอนแต่เดิมมีแค่สีเทากับสีแดง ปัจจุบันมีหลายสีสันและรูปทรงให้เลือกมากมายยิ่งขึ้น และมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยออกแบบลวดลายต่างๆให้เราสามารถมองเห็นภาพจริงได้ก่อนลงมือปูพื้น เพื่อให้เราสามารถเลือกได้ว่าลายไหนที่เหมาะกับพื้นของบ้านเรา

ส่วนเรื่องลูกเล่นเรื่องความสวยงามนั้นบล็อกปูพื้นสามารถเติมลูกเล่นสร้างลวดลายได้มากมาย ไม่ว่าเป็นการวางแบบสลับสีสันหรือจะใช้สีเป็นตัวแบ่งสัดส่วนพื้นที่ใช้งานก็ดูเข้าท่าไม่น้อย ถ้าเราอยากมีลวดลายสวยๆที่ไม่ซ้ำใครควรปรึกษาทีมงานออกแบบและติดตั้งที่เป็นมืออาชีพจะดีกว่า แค่นี้คุณก็จะได้ลวดลายของพื้นที่สวยงามตรงใจได้ไม่ยาก

2.6.2 บล็อกปูพื้นตราช้าง รุ่นบล็อกพรุน (พอรัสบล็อก)

สำหรับพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำท่วม น้ำขังบนพื้นบ่อยๆ บล็อกปูพื้นพอรัสบล็อกจะมีระบบพื้นระบายน้ำที่สามารถช่วยแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ คุณสมบัติเด่นที่ช่วยลดปัญหาน้ำท่วมขัง เพราะตัวก้อนมีความพรุน จึงสามารถระบายน้ำได้เร็วด้วยอัตราการไหลผ่านของน้ำที่มากกว่า 15 ลิตร/นาที/ตร.ม รับน้ำหนักได้ดีโดยผลิตจากเครื่องจักรที่ได้มาตรฐานสามารถรับน้ำหนักได้ประมาณ 200-250 ksc.

การดูแลรักษาก็ง่ายเพียงใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงฉีดทำความสะอาดเมื่อมีสิ่งสกปรกอุดตันบริเวณผิวหน้าบล็อก บล็อกปูพื้นพอรัสบล็อกยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพราะสามารถระบายน้ำลงพื้นดินชั้นล่างได้เร็วกว่า จึงช่วยให้รากต้นไม้สามารถดูดซับน้ำได้มากขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ทำให้พื้นสะสมความร้อนน้อยกว่าด้วย เนื่องจากตัวก้อนมีช่องว่างอากาศมากกว่าจึงเก็บความร้อนน้อยกว่าเมื่อแสงแดดส่องกระทบ

2.6.3 บล็อกปูพื้นสนามหญ้า Turf Stone

บล็อกปูพื้นที่สร้างความสวยที่เข้ากันได้ดีกับความแกร่งทนทาน ด้วยการผสมผสานสีเขียวสดใสของธรรมชาติ และความแข็งแกร่งของบล็อกปูพื้นเข้าด้วยกัน โดยตัวบล็อกปูพื้นจะมีช่องว่างสำหรับปลูกหญ้าเพิ่มความเขียวสดใสให้กับทุกพื้นที่ เช่น พื้นที่ภายนอกอาคาร สนามหญ้า และลานจอดรถ โดยมีคุณสมบัติเด่นดังนี้

2.6.3.1 ทนทาน แข็งแรง ผลิตจากคอนกรีตที่ได้มาตรฐาน ทั้งส่วนผสมและคุณภาพวัตถุดิบผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ทันสมัย เครื่องจักรมีกำลังอัดสูงคอนกรีตจึงอัดแน่นเป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้แข็งแรงทนทานรับน้ำหนักได้เทียบเท่ากับพื้นคอนกรีต

2.6.3.2 สะดวกต่อการติดตั้ง ติดตั้งง่าย สะดวกรวดเร็ว ประหยัดเวลาและสามารถใช้งานได้ทันทีที่ติดตั้งเสร็จ

2.6.3.3 ง่ายต่อการดูแลรักษาบำรุงรักษาง่าย สามารถทำการซ่อมแซมเฉพาะจุดได้ และยังสามารถนำกลับมาใช้งานได้ใหม่อีกครั้ง ในกรณีที่ต้องการปรับปรุงพื้นที่

2.6.4 บล็อกปูพื้นอิฐ

เป็นต้นแบบบล็อกปูพื้นถนนที่มั่นคง สวยงาม สามารถดีไซน์ให้มีความกลมกลืนกับธรรมชาติมากที่สุด และโดดเด่นด้วยคุณสมบัติของความแข็งแรง ทนทาน ตลอดจนมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน เหมาะสำหรับงานปูพื้นถนนและทางเท้าสาธารณะทั่วไป และยังสามารถสร้างลวดลายได้ด้วยตัวเอง เพื่อให้สวยงามในแบบตัวเองไม่ซ้ำแบบใคร และที่สำคัญยังเข้ากับสวนสวยสไตล์ที่เราต้องการได้เป็นอย่างดีด้วยอิฐบล็อกปูพื้น มีประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักได้ดี จึงทำให้เหมาะกับทุกพื้นที่มุมโปรดภายนอกอาคาร เช่น ทางดิน ระเบียง ลานจอดรถ และลานเอนกประสงค์ ซึ่งนอกจากนั้นยังทำให้เหมาะสำหรับทุกพื้นที่ภายนอกอาคารและภายในอาคาร ตกแต่งได้ทุกที่ตามความต้องการ

2.6.5 บล็อกปูพื้นคอนกรีต

บล็อกปูพื้นคอนกรีตเป็นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปที่ใช้ในการปูถนน ทางเดิน หรือพื้นโรงรถ มีลักษณะเป็นก้อนคอนกรีตหนามีรูปทรงและสีสันต่างๆ เวลาปูพื้นสามารถนำบล็อกปูพื้นคอนกรีตที่มีรูปทรงและสีสันต่างๆมาเรียงสลับหรือเรียงต่อกันให้เป็นลวดลายสลับสีสวยงามได้ โดยแต่ละก้อนจะวางเข้ามุมกันอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย และการวางสามารถวางบนพื้นดินหรือพื้นทรายที่มีการปรับระดับและอัดแน่นแล้ว โดยไม่จำเป็นต้องเทพื้นคอนกรีตรองรับข้างใต้ สามารถใช้งานในลักษณะเดียวกันกับพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดเทหล่อกับที่แล้ว

บล็อกปูพื้นคอนกรีตมีข้อดีคือให้ความสวยงามโดยมีสีสันและและลวดลายที่แปลกตา ง่ายและสะดวกเพียงแต่ปรับพื้นและวางบล็อกปูพื้นคอนกรีตลงไปเท่านั้น สามารถเปลี่ยนแปลงลวดลายได้เมื่อใช้ไปนานปีซ่อมแซมได้สะดวกเมื่อเกิดการชำรุด ส่วนข้อเสียคือไม่มีความคงรูปเมื่อใช้งานไปสักระยะหนึ่งผิวพื้นจะมีลักษณะ เป็นคลื่นไม่ได้ระดับ เนื่องจากน้ำหนักที่กดทับในแต่ละจุดจะไม่เท่ากันยิ่ง

ถ้ามีการปรับพื้นด้านล่างไม่ดีในตอนแรกอาจมีลักษณะเป็นหลุมเป็นบ่อ บล็อกปูพื้นคอนกรีตมักจะให้ประโยชน์ในแง่ความสวยงามมากกว่า แต่จะต้องคอยติดตามดูแลรักษาในภายหลัง ขณะที่การทำพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กแบบหล่ออยู่กับที่จะให้ความคงทนแข็งแรงและการใช้สอยที่สะดวกสบายมากกว่า (กิตติ, 2556)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาณุ คะนอง (2551) ได้ศึกษาการนำแกลบสดซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตอิฐบล็อกมวลเบา โดยการเตรียมแกลบด้วยวิธีการขัดผิวแกลบ พบว่าขนบริเวณผิวแกลบจะมีปริมาณลดลงหรือหมดไป และเมื่อนำแกลบไปบำบัดผิวด้วยการแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะทำให้ผิวแกลบมีความอ่อนนุ่มมากขึ้น และทำให้ขนบริเวณผิวแกลบสลายได้บางส่วน จากนั้นจึงศึกษาอิทธิพลของชนิดวัสดุผสมและปริมาณแกลบ พบว่าอิฐบล็อกที่ไม่ใส่แกลบจะมีค่ามวลเฉลี่ยและค่าความต้านการอัดเฉลี่ยที่มากที่สุด รองลงมาคืออิฐบล็อกที่ใส่แกลบปริมาณ 50% และ 75% ตามลำดับ ศึกษาอิทธิพลของชนิดแกลบ พบว่าอิฐบล็อกที่ใส่แกลบขัดผิว จะมีค่าความต้านการอัดเฉลี่ยมากกว่าอิฐบล็อกที่ใส่แกลบไม่ขัดผิว ศึกษาอิทธิพลของเวลาการบ่ม พบว่าอิฐบล็อกที่มีอายุการบ่ม 28 วัน จะมีค่าความต้านการอัดเฉลี่ยที่มากที่สุด เลือกอิฐบล็อกที่แทนที่วัสดุผสมด้วยแกลบขัดผิวในปริมาณ 75% ซึ่งเป็นแกลบที่บำบัดผิวด้วยการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.6% เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มาศึกษาอิทธิพลของการแปรปริมาณปูนซีเมนต์ พบว่าการเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์จาก 15% เป็น 20% ทำให้ค่ามวลเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 5.9% และค่าความต้านการอัดเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 20% เมื่อศึกษาอิทธิพลของการผสมน้ำยาประสานคอนกรีต พบว่าอิฐบล็อกที่ผสมน้ำยาประสานคอนกรีต จะมีค่าความต้านการอัดเฉลี่ยมากกว่าอิฐบล็อกที่ไม่ผสมน้ำยาประสานคอนกรีตเท่ากับ 13.3% เมื่อเปรียบเทียบสมบัติของอิฐบล็อกจากแกลบที่เตรียมได้กับอิฐบล็อกที่ไม่ผสมแกลบ พบว่าค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรเฉลี่ยของอิฐบล็อกจากแกลบจะมีค่าเท่ากับ 0.89 g/cm^3 ซึ่งลดลง 55.9% ในขณะที่ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยของอิฐบล็อกจากแกลบ มีค่าเท่ากับ 385.53 kg/m^3 ซึ่งเพิ่มขึ้น 78.8% และเปอร์เซ็นต์การหดตัวเฉลี่ยของอิฐบล็อกจากแกลบ มีค่าเท่ากับ 0.0502% ซึ่งเพิ่มขึ้น 100.8% ถึงแม้ว่าอิฐบล็อกที่ผสมแกลบขัดผิวที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.6% เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ที่เตรียมได้จะมีค่าความต้านการอัดเฉลี่ยต่ำกว่าอิฐบล็อกมวลเบาสำหรับงานก่อ (Masonry concrete) ซึ่งมีค่าความต้านการอัดต่ำสุดเท่ากับ 100 kg/cm^2 แต่ยังคงผ่านเกณฑ์มาตรฐานค่าความต้านการอัดต่ำสุดของอิฐบล็อกมวลเบาสำหรับงานฉนวนความร้อน (Insulating concrete) ซึ่งเท่ากับ 10 kg/cm^2 และค่ามวลต่อปริมาตรที่น้อยกว่า 800 kg/m^3 ตามมาตรฐาน ACI.DESIGNATION:213R-87 อิฐบล็อกมวลเบาผสมแกลบ จึงน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่

สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อ สร้างสำหรับงานฉนวนความร้อนและงานก่อสร้างที่ไม่ต้องการรับน้ำหนักสูงได้

อนุชนันท์ คงคูณ (2555) ได้ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตอิฐมวลเบาชนิดไม่เผา เพื่อลดระยะเวลาในการ บ่มอิฐ โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการทำอิฐมวลเบาใช้ดินเบาไดอะตอมไมต์จากจังหวัดลำปาง เป็นวัตถุ ดิบหลักและใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ชนิดที่ 1 เป็นสารเชื่อมประสาน การผลิตอิฐมวลเบาต้องบ่มชื้นเป็นเวลามากกว่า 10 วัน ในการพัฒนาความแข็งแรงและต้องใช้พลังงานสูงเพื่อแคลไซน์ดินเบาไดอะตอมไมต์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการปรับปรุงให้ดินเบาไดอะตอมไมต์มีความไวต่อปฏิกิริยาปอซโซลานิกกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์และปูนซีเมนต์มากขึ้น โดยศึกษาผลของปริมาณของแคลเซียมไฮดรอกไซด์และปูนซีเมนต์ อุณหภูมิการแคลไซน์ดินเบาไดอะตอมไมต์ การใช้ดินเบาไดอะตอมไมต์ไม่แคลไซน์ ขนาดของดินเบาไดอะตอมไมต์ ชนิดและปริมาณของสารกระตุ้นการใช้สารผสมเพิ่ม การใช้เศษแก้วและการใช้ดินเกาลินที่มีต่อความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิกของดินเบาไดอะตอมไมต์ทั้งในระบบแคลเซียม ไฮดรอกไซด์และระบบปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ โดยใช้สมบัติเชิงกายภาพ เชิงกล เชิงความร้อนและโครงสร้างจุลภาคเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของอิฐมวลเบาในระบบแคลเซียมไฮดรอกไซด์ พบว่าปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมสาหรับการใช้ดินเบาไดอะตอมไมต์ไม่ผ่านและผ่านการแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส คือ 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยการเติมสารกระตุ้นชนิดโซเดียมซัลเฟต 5 เปอร์เซ็นต์ ในดินเบาไดอะตอมไมต์ที่ผ่านการแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ผ่านการบ่มชื้น 5 วัน ทำให้ได้อิฐมวลเบามีความหนาแน่นสูงสุด 1.23 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และค่าความแข็งแรงสูงสุด 12.1 เมกะพาสคัลตามลำดับ โดยมีสมบัติเชิงกลด้อยกว่าอิฐที่ใช้เวลาบ่มที่ 10 วัน เพียงเล็กน้อย โดยมีค่าการนำความร้อน 0.117 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน การใช้ดินเบาไดอะตอมไมต์ที่ไม่คัดขนาดและขนาดเล็กทาให้อิฐมวลเบาเกิดการขยายตัวสูงจึงเกิดรอยร้าวที่ผิว โดยจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่พบเฟสหลัก คือแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรตและแคลเซียมอะลูมินัมซิลิเกตไฮเดรตซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาปอซโซลานิก ซึ่งทำให้อิฐมวลเบามีความหนาแน่นและความแข็งแรงสูง ซึ่งอิฐมวลเบาที่ได้จากการใช้ดินเบาไดอะตอมไมต์ที่ผ่านการแคลไซน์จะมีความหนาแน่นและความแข็งแรงสูงกว่าการใช้ดินที่ไม่ผ่านการแคลไซน์ เนื่องจากดินเบาไดอะตอมไมต์ที่ผ่านการแคลไซน์จะมีความไวต่อปฏิกิริยาปอซโซลานิก โดยการเติมเศษแก้วและดินเกาลินได้อิฐมวลเบาที่มีความแข็งแรงและความหนาแน่นลดลง ในส่วนของระบบปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์พบว่าผลการทดลองมีแนวโน้มเดียวกับระบบแคลเซียมไฮดรอกไซด์ แต่อิฐมวลเบาที่ได้จะมีค่าความหนาแน่นและความแข็งแรงสูงกว่าระบบแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เพราะเกิดทั้งปฏิกิริยาไฮเดรชันและปฏิกิริยาปอซโซลานิก โดยการใช้ดินเบาไดอะตอมไมต์ผ่านการแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียสที่ค้างตะแกรง 80 เมช ผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ทำให้เกิดแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 30 เปอร์เซ็นต์ แล้วเติมสารผสมเพิ่ม

2 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดระยะเวลาการบ่มชื้นเหลือเพียง 1 วัน ซึ่งได้ความหนาแน่น 1.68 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความแข็งแรงจากแรงอัด 13.2 เมกะพาสคัล มีสมบัติเชิงกลเทียบเท่ากับการบ่มที่ระยะ 10 วันและค่าการนำความร้อน 0.135 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน โดยการเติมเศษแก้วและดินเกาลินได้อิฐมวลเบาที่มีความแข็งแรงและความหนาแน่นลดลง เฟสหลักที่พบ คือ แคลเซียม ซิลิเกต ไฮเดรต และแคลเซียมอะลูมินัมซิลิเกตไฮเดรต

ณัฐพัชร สืบบัวแก้ว (2554) ได้ศึกษาการทดสอบอิฐมวลเบาโดยใช้กระดาษเหลือใช้ เพื่อพัฒนาอิฐมวลเบาโดยใช้กระดาษเหลือใช้ เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของอิฐมวลเบาโดยใช้กระดาษเหลือใช้ และเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของอิฐมวลเบาโดยใช้กระดาษเหลือใช้ ผู้วิจัยได้พัฒนาอิฐมวลเบาโดยใช้วัสดุเป็นส่วนประกอบด้วย กระดาษหนังสือพิมพ์รายวัน ทรายละเอียด ยิปซัม ปูนขาว ปูนซีเมนต์และผงอลูมิเนียม จำนวน 5 อัตราส่วนผสมตามอัตราส่วนน้ำหนักกับปริมาตรและทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของอิฐมวลเบา ผลการวิจัยการทดสอบอิฐมวลเบาโดยใช้กระดาษเหลือใช้ สามารถสรุปผลการทดสอบทั้ง 5 อัตราส่วนผสมไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของขนาดอิฐมวลเบาแต่อิฐมวลเบาตามอัตราส่วนผสมที่ 5 โดยการใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ย่อยแล้ว 50 ลิตร ไม่มีทรายเป็นส่วนผสม ปูนซีเมนต์ 30 ลิตร ยิบซัม 9 ลิตร ปูนขาว 9 ลิตร และเศษผงอลูมิเนียมจากอัตราส่วนทั้งหมดนี้ 2 ลิตร สามารถทำการผลิตอิฐมวลเบาตามขนาดมาตรฐานได้จำนวน 10 ก้อน มีค่าความหนาแน่น ค่าความชื้น และค่าความต้านแรงตึงกับผิวหน้าเทียบเท่ามาตรฐานอิฐมวลเบาส่วนค่าความดูดซึมน้ำสูงกว่ามาตรฐานอิฐมวลเบา ซึ่งอาจนำไปใช้กับการก่อสร้างผนังภายในอาคารได้

สมเกียรติ ฉิมสร (2553) ได้ศึกษาเศษทรายดำจากโรงงานอุตสาหกรรมหล่อโลหะเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตและเป็นปัญหาอย่างหนึ่งที่โรงงานประสบอยู่เกี่ยวกับการกำจัดของเสียต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดเป็นจำนวนมาก เศษทรายดำเกิดจากทรายที่ใช้ทำแบบหล่อ โดยมีองค์ประกอบหลักคือ ซิลิกา (SiO_2) ดังนั้นจากองค์ประกอบจึงน่าจะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำบล็อกประสานได้การศึกษาอัตราส่วนผสมในการทำอิฐบล็อกประสานจากเศษทรายดำ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างปูนซีเมนต์กับเศษทรายดำโดยน้ำหนักในการทำอิฐบล็อกประสานที่ได้ค่าความต้านทานแรงอัดตามมาตรฐาน 70 กก./ตร.ซม. โดยใช้อัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักปูนซีเมนต์ต่อเศษทรายดำ เท่ากับ 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, 1:12 และ 1:14 ปริมาณน้ำ เท่ากับ 12 % ของน้ำหนัก ส่วนผสมรวมระหว่างปูนซีเมนต์กับเศษทรายดำและอายุการบ่มเท่ากับ 28 วัน จากนั้นนำไปทดสอบค่าความต้านทานแรงอัดจากการทดลองพร้อมวิเคราะห์ผลสามารถสรุปผลวิจัยที่ระดับนัยสำคัญ α=0.05 พบว่า อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างปูนซีเมนต์กับเศษทรายดำ โดยน้ำหนักในการทำอิฐบล็อกประสานดีที่สุด มีอัตราส่วนผสม 1:4 ให้ค่าความต้านทานแรงอัดเกินมาตรฐาน 70 กก./ตร.ซม. เหมาะสำหรับชนิดรับน้ำหนักและอัตราส่วนผสม 1:12 เหมาะสำหรับชนิดไม่รับน้ำหนัก

ดังนั้นเศษทรายดำสามารถนำมาทำอิฐบล็อกประสานได้จึงเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้งและเป็นการประหยัดทรัพยากรธรรมชาติที่นำมาใช้ทำอิฐบล็อกประสาน

ประชุม คำพุฒ และกิตติพงษ์ สุวีโร (2553) ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเถ้าแกลบทีไม่เสริมแผ่นยางพาราและเสริมแผ่นยางพารา โดยทำการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนขั้นตอนที่ 1 การทดสอบสมบัติของคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเถ้าแกลบโดยใช้อัตราส่วนเถ้าแกลบต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ H/C=0.63, H/C=1.23, H/C=1.83, H/C=2.43 และ H/C=3.03 ตามลำดับ โดยจะทำการขึ้นรูปตัวอย่างคอนกรีตบล็อกที่ใช้ในการทดลองด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิกขนาด 190 x 390 x 70 มิลลิลิตร เพื่อเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสม จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดของก้อนตัวอย่างคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเถ้าแกลบ คือ อัตราส่วนเถ้าแกลบต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ H/C=1.83 และขั้นตอนที่ 2 นำอัตราส่วนที่เหมาะสมในขั้นตอนที่ 1 (H/C=1.83) มาทำการทดสอบเปรียบเทียบสมบัติต่างๆระหว่างคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเถ้าแกลบปกติและคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางพารา โดยการทดสอบความหนาแน่น, การดูดซึมน้ำ, การเปลี่ยนแปลงความยาวและความต้านทานแรงอัดตามมาตรฐาน มอก.58-2530 ว่าด้วยเรื่อง “คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก” พบว่าคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางพารามีค่าความหนาแน่น ค่าการดูดซึมน้ำและความต้านทานแรงอัดใกล้เคียงกับคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ไม่เสริมแผ่นยางพารา การเปลี่ยนแปลงความยาวของบล็อกมวลเบาผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางพารามีค่าน้อยกว่าและสามารถลดอุณหภูมิภายในห้องทดสอบได้ต่ำกว่าคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ไม่เสริมแผ่นยางพาราอยู่ประมาณ 1 องศาเซลเซียส

สุวัฒชัย ปลื้มฤทัย (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.58-2533 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการลดการนำความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารโดยการนำผักตบชวาบดละเอียดมาผสมกับส่วนผสมของคอนกรีตบล็อกในสัดส่วนต่างๆ โดยแบ่งส่วนผสมออกเป็น 16 สูตร และกำหนดให้ส่วนผสมต้นแบบคือ ปูน:ทราย:หินฝุ่น 1:3:5 โดยน้ำหนักทำการอัดขึ้นรูปในเบื้องต้นเป็นรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 10 x 10 x 10 ซม. เพื่อเปรียบเทียบหาสูตรที่มีความต้านแรงอัดผ่าน มอก.58-2533 และคัดเลือกนำไปผลิตรูปทรงจริงขนาด 70 x 190 x 390 มม. 12 สูตร ทำการทดสอบคุณสมบัติเปรียบเทียบหาสูตรที่มีคุณสมบัติค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำที่สุดและมีคุณสมบัติในด้านความต้านแรงอัดและปริมาณความชื้นผ่านมาตรฐาน มอก.58-2533 โดยพบว่าคอนกรีตบล็อกสูตร D3 มีอัตราส่วนผสมระหว่าง ปูน:ทราย:หิน:ผักตบ=1:3:4.925:0.075 ให้มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k Value) ต่ำที่สุด 0.111 W/m.k. ผลการตรวจสอบความต้านแรงอัดและปริมาณความชื้นพบว่ามีความต้านแรงอัด 3.06 เมกะพาสคัล มีค่าปริมาณความชื้นโดยการหดตัวทางยาวร้อยละ 0.05 และการดูดกลืนน้ำร้อยละ 11.3 เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรมตาม มอก.58-2533 พบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งในด้านความต้านแรงอัดและปริมาณความชื้นจัดอยู่ใน

คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักประเภทที่ 1 คือ ประเภทควบคุมความชื้น มีค่าน้ำหนักต่อก้อน 6.04 กิโลกรัม

จากผลการทดสอบการป้องกันความร้อนเมื่อนำเมื่อนำคอนกรีตบล็อกสูตร D3 ไปก่อผนังกล่องทดลองเพื่อทดสอบความสามรถในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารเปรียบเทียบกับคอนกรีตบล็อกที่มีขายในเชิงพาณิชย์ พบว่าอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองโดยเฉลี่ย 31.74 องศาเซลเซียสต่ำกว่าคอนกรีตบล็อกยี่ห้อที่ 1 และ 2 ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองเฉลี่ย 35.09 องศาเซลเซียส และ 32.47 องศาเซลเซียส ตามลำดับและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าราคาจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป

อาบีดีน ดะแซสาเมาะ และคณะ (2554) ได้ศึกษาอิฐบล็อกประสานเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายสะดวกในการใช้งานสามารถนำไปใช้งานได้หลายรูปแบบ งานวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าไม้ยางพาราแทนที่ดินเพื่อผลิตเป็นอิฐบล็อกประสานวัสดุผสมที่ใช้ในการผลิตได้แก่ ดินลูกรัง เถ้าไม้ ยางพารา ทราย และปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ จากการทดลองสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลพบว่า เมื่อเพิ่มอัตราส่วนเถ้าไม้ยางพาราส่งผลให้มีค่าความหนาแน่นลดลง แต่อัตราการดูดซึมน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่ากำลังอัดจากผลการทดสอบพบว่าค่ากำลังอัดจะลดลงเมื่ออัตราส่วนของเถ้าไม้ยางพาราเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาตามมาตรฐาน มอก.57-2533 และ มอก. 58-2533 พบว่าอิฐที่มีอัตราส่วนของดินลูกรัง:เถ้าไม้ยางพารา:ทราย:ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เท่ากับ 3:2:1:1 มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานเป็นอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักหรือใช้งานเพื่อการประดับตกแต่ง

ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ จตุพร ตั้งศิริสกุล ได้ศึกษาผลกระทบของวัสดุทางการเกษตร ได้แก่ แกลบ และขุยมะพร้าว ที่มีคุณสมบัติต่างๆของก้อนดินดิบ ได้แก่ กำลังแรงอัด การหดตัวและการเป็นฉนวนกันความร้อน โดยใช้ดินเหนียว 2 ชนิดจากแหล่งที่แตกต่างกันมาผลิตก้อนอิฐดินดิบและใช้วัสดุทางการเกษตรดังกล่าวแทนที่ดินเหนียวในส่วนผสมของก้อนอิฐดินดิบในอัตราส่วนร้อยละ 1, 2, 3, 6 และ 9 โดยน้ำหนัก เพื่อเปรียบเทียบกับก้อนอิฐดินดิบควบคุมซึ่งไม่มีส่วนผสมของวัสดุอื่น โดยก้อนอิฐที่ขึ้นรูปเสร็จแล้วนำมาทำให้แห้งด้วย 2 วิธีการ คือการตากแดดเป็นเวลา 7 วัน และการอบหลังจากตากแดดแล้วเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากผลการทดสอบพบว่า แกลบ และขุยมะพร้าว สามารถเพิ่มกำลังแรงอัดและลดการหดตัวของก้อนอิฐดินดิบ แต่ในส่วนผสมที่มีแกลบแทนที่เกินกว่าร้อยละ 3 นั้นส่งผลให้กำลังรับแรงอัดมีเพิ่มมากขึ้น ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของดินเหนียวพบว่าดินเหนียวชนิดที่ 2 มีปริมาณทรายมากกว่า ซึ่งส่งผลให้ค่ากำลังแรงอัดสูงกว่าและการหดตัวต่ำกว่าก้อนอิฐที่ทำจากดินเหนียวชนิดที่ 1 และในด้านการนำความร้อนของก้อนอิฐพบว่าการแทนที่ดินเหนียวด้วยแกลบในส่วนผสมของก้อนอิฐดินดิบ ทำให้ค่าการนำความร้อนของก้อนอิฐต่ำลงเมื่อเทียบกับก้อนอิฐควบคุม แต่การแทนที่ดินเหนียวด้วยขุยมะพร้าวในส่วนผสมของก้อนอิฐดินดิบ ทำให้ค่าการนำความร้อนของ

ก้อนอิฐเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก้อนอิฐควบคุม เมื่อพิจารณาสัดส่วนผสมที่เหมาะสมทั้งในด้านคุณสมบัติเชิงกลและเป็นฉนวนกันความร้อนพบว่าก้อนอิฐที่ทำจากดินเหนียวชนิดที่ 2 ซึ่งผสมแกลบร้อยละ 3 มีค่ากำลังแรงอัดเท่ากับ 24.9 กก./ตร.ซม. ค่าการหดตัวเท่ากับร้อยละ 10.5 และค่านำความร้อนเท่ากับ 0.7 วัตต์/เมตรเคลวิน และก้อนอิฐที่ทำจากดินเหนียวชนิดที่ 2 ซึ่งผสมขุยมะพร้าวร้อยละ 9 มีค่ากำลังแรงอัดเท่ากับ 29.2 กก./ตร.ซม. ค่าการหดตัวเท่ากับร้อยละ 6.2 และค่านำความร้อนเท่ากับ 0.9 วัตต์/เมตรเคลวิน ผลงานวิจัยนี้บ่งชี้ว่าการใช้วัสดุทางธรรมชาติ ได้แก่ แกลบและขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสมในการผลิตก้อนอิฐส่งผลในการเพิ่มความสามารถในด้านคุณสมบัติเชิงกลและเป็นฉนวนกันความร้อนของก้อนอิฐซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของบ้านดินและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาในการก่อสร้างให้เป็นสถาปัตยกรรมทางเลือกที่มีมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางขึ้น

นราธิป ทับทัน (2555) ได้ศึกษาการลดน้ำของก้อนอิฐดินโดยการปรับปรุงสัดส่วนและส่วนผสมของวัสดุในการผลิตสำหรับประยุกต์ใช้ผนังดินกับโครงสร้างเสาและคานคอนกรีตซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของอาคารทั่วไปได้ ทดสอบและทดลองโดยการผลิตอิฐดินต้นแบบจากดินเหนียวผสมกับวัสดุเส้นใย 5 ชนิด โดยใช้ส่วนผสมและสัดส่วนที่แตกต่างกันจำนวน 24 สูตร เพื่อเปรียบเทียบสมบัติหรือลักษณะการคงรูป การหดตัวและคำนวณน้ำหนักเฉลี่ยผลการวิจัยสามารถพัฒนาสูตรในการผลิตอิฐดินน้ำหนักเบาได้จำนวน 3 สูตร ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยระหว่าง 2.20–3.82 กิโลกรัมต่อก้อน มีอัตราการหดตัวร้อยละ 0.2-2.6 ซึ่งสรุปได้ว่าสูตรการผลิตอิฐดินน้ำหนักเบาที่พัฒนานี้มีความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ก่อสร้างผนังดินกับอาคารโครงสร้างเสาและคานทั่วไปได้ ช่วยเพิ่มศักยภาพในการใช้วัสดุผนังดินจากชนบทเข้าสู่อาคารในเมืองและสร้างทางเลือกให้กับผู้ที่มีรายได้น้อยหรือผู้ที่มีความสนใจในแนวทางสถาปัตยกรรมยั่งยืนได้

ศราวิน ปัญจะผลินกุล (2548) ได้ทำการศึกษาการควบคุมการแตกร้าวจากการหดตัวของคอนกรีตขณะก่อตัวด้วยเส้นใยธรรมชาติจากพืชเปรียบเทียบผลกับการใส่เส้นใยโพลีโพรพีลีนและศึกษาความเป็นไปได้ในการเพื่อเพิ่มความสามารถในการรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ต้าร์ การศึกษานี้ได้แบ่งออกเป็นสามส่วนหลักๆคือ ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติพื้นฐานทั่วไปของเส้นใย ส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมการแตกร้าวจากการหดตัวของคอนกรีตขณะก่อตัวด้วยการเสริมเส้นใยในสภาวะที่เกิดการแตกร้าวที่รุนแรง โดยทำการทดลองในที่ควบคุมทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ เส้นใยแต่ละชนิดใช้ในปริมาตรร้อยละ 0.05-0.25 ส่วนที่ 3 เป็นการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกลของคอนกรีตและซีเมนต์มอร์ต้าเสริมเส้นใย ซึ่งประกอบด้วย (ก) ศึกษาเกี่ยวกับกำลังอัดของคอนกรีตเสริมเส้นใยในปริมาตรร้อยละ 0.05–0.25 (ข) ศึกษาเกี่ยวกับกำลังอัดของซีเมนต์มอร์ต้าเสริมเส้นใยในช่วงปริมาตรร้อยละ 2.0 (ค) ศึกษาเกี่ยวกับกำลังดัดของซีเมนต์มอร์ต้าเสริมเส้นใยในปริมาตรร้อยละ 2.0 จากผลการทดลองพบว่าการใส่เส้นใยธรรมชาติจากพืชในปริมาตรร้อยละ0.25 สามารถลดการแตกร้าวได้เทียบเท่าเส้นใยโพลีโพรพีลีนและยังลดได้มากกว่าร้อยละ 80 เทียบกับ

คอนกรีตล้วน ในขณะที่กำลังอัดของคอนกรีตลดลงประมาณร้อยละ 4-5 ผลการทดสอบกำลังอัดของซีเมนต์มอร์ต้าที่ใส่เส้นใยในปริมาตรร้อยละ 2.0 พบว่าลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 40 ส่วนการทดสอบกำลังดัด พบว่าการใช้เส้นใยมีผลต่อค่ากำลังดัดแตกร้าวในขณะที่ค่าพลังงานความเครียดที่คำนวณจากพื้นที่ใต้กราฟนั้นเพิ่มขึ้นเมื่อใช้เส้นใยพืชและเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้เส้นใยสังเคราะห์โพลีโพรพีลีน

ผกามาศ ชูสิทธิ์ และ ภาณุเดช ขัดเงางาม (2556) เพื่อศึกษาการใช้กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด เป็นแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์ความหนาแน่นสูงโดยใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์:ทรายละเอียด:กากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด:น้ำ เท่ากับ 1:0.2:0.05:0.3 อัตราส่วนกากมะพร้าวและเส้นใยต้นข้าวโพด มีทั้งหมด 5 อัตราส่วน ผลิตโดยเทลงแบบหล่อในอุณหภูมิปกติ จากผลการทดสอบพบว่าอัตราส่วน CN75 (กากมะพร้าว:เส้นใยต้นข้าวโพด เท่ากับ 0.0125:0.0375) เป็นอัตราส่วนที่ผ่านมาตรฐาน มอก.878–2537 เรื่อง “แผ่นชิ้นไม้อัดซีเมนต์” ความหนาแน่นสูง มีสมบัติทางกายภาพสมบัติทางกลและสภาพนำความร้อนที่ดี

บุศรินทร์ อินทรกำแหง ณ ราชสีมา (2550) ได้พัฒนาแผ่นซีเมนต์เยื่อกระดาษผสมเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ของแผ่นซีเมนต์ เพื่อช่วยเพิ่มกำลังในการรับแรงดัดงอโดยนำกระดาษที่ใช้แล้วมาแช่น้ำเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำมาย่อยให้ได้เยื่อกระดาษนำไปผสมกับซีเมนต์และเส้นใย ทำการอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นขนาด 20 x 30 x 15 เซนติเมตร ด้วยเครื่องอัดแล้วจึงตัดให้เป็นแผ่นตัวอย่างขนาด 10 x 30 x 15 เซนติเมตร สำหรับการศึกษาพฤติกรรมการรับแรงดัดงอ ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยชนิดของเส้นใย ได้แก่ เส้นใยปอแก้ว ป่านศรนารายณ์และโพลีโพพีลีน กำหนดความยาวของเส้นใย ได้แก่ 2.5, 5 และ 7.5 เซนติเมตร และปริมาณของเส้นใย ได้แก่ ร้อยละ 0.5, 1, 1.5 และ 2 โดยปริมาตรอัตราส่วนน้ำหนักเยื่อกระดาษ:ปูนซีเมนต์ ได้แก่ 1:0.5, 1:1 และ 1:1.5 และแรงอัดในการขึ้นรูป ได้แก่ 30 และ 50 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จากการศึกษาวิจัยที่ใช้เส้นใยทั้ง 3 ชนิด คือ ป่านศรนารายณ์ ปอแก้วและโพลีโพพีลีน ที่ทำการศึกษามาเส้นใยป่านศรนารายณ์ให้ผลดีที่สุด ความยาวของเส้นใยที่ดีที่สุด จากการศึกษาวิจัยผลปรากฏว่าไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนถึงทิศทางของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเส้นใยกับค่าโมดูลัสการแตกร้าวและค่าพลังงานสะสม ปริมาณของเส้นใยที่ดีที่สุด จากการศึกษาวิจัยผลปรากฏว่าในแผ่นตัวอย่างที่เส้นใยมีความยาวตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไป จะมีการพันกันของเส้นใยทำให้เกิดการกระจุกตัวของเส้นใย จึงส่งผลทำให้การกระจายตัวของเส้นใยไม่สม่ำเสมอ ปริมาณกระดาษที่ดีที่สุดจากการศึกษาวิจัยผลปรากฏว่าอัตราส่วนกระดาษต่อซีเมนต์ที่ดีที่สุดคือ 1:1 แรงอัดที่ดีที่สุด จากการศึกษาวิจัยผลปรากฏว่าแรงดันในการขึ้นรูป 50 Ksc. ให้ผลดีที่สุด ผลการศึกษาพฤติกรรมการรับแรงดัดงอของแผ่นซีเมนต์เยื่อกระดาษสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยด้าน ชนิด ความยาว ปริมาณเส้นใย ปริมาณกระดาษและแรงดันในการขึ้นรูป ล้วนมีผลต่อกำลังรับแรงดัดงอของแผ่นซีเมนต์เยื่อกระดาษผสมเส้นใย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

สำหรับวิธีการทดลองเพื่อการพัฒนาและผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ มีขั้นตอนการดำเนินงาน วัสดุ/อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินงานดังนี้

3.1 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์

3.1.1.1 เครื่องอัดขึ้นรูป

3.1.1.2 แม่พิมพ์สำหรับขึ้นรูป ขนาด 5 x 5 x 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.1.1.3 กะละมัง

3.1.1.4 เครื่องชั่ง

3.1.1.5 ถาดอลูมิเนียม

3.1.1.6 บีกเกอร์

3.1.1.7 เครื่องปั่น

3.1.1.8 ตู้อบ Oven ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ Memment รุ่น Beschickung-loading Model 100-800

3.1.1.9 ถุงมือยาง

3.1.1.10 แลป

3.1.1.11 ทัพพี

3.1.1.12 เวอร์เนีย

3.1.1.13 เครื่องทดสอบแรงอัด Automax5 model 50-C5652

3.1.2 วัสดุและสารเคมี

3.1.2.1 วัสดุที่ใช้ในการอัด วัสดุทางการเกษตร คือ เส้นใยจากใบยางพาราและเส้นใยจากหญ้าชันกาด

3.1.2.2 ปูนซีเมนต์ สูตรไฮบริด

รูปที่ 3.1 บล็อกที่ใช้ในการขึ้นรูป

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 ขั้นเตรียมการงานวิจัย

3.2.1.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2.1.2 กำหนดแนวความคิด

3.2.1.3 นำเส้นใยจากใบยาง เส้นใยจากหญ้าชันกาดและตัวประสานมาทำการทดลองขึ้นรูป

3.2.1.4 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1.5 กำหนดส่วนผสมและอัตราส่วนที่แน่นอนการขึ้นรูปชิ้นงาน

3.2.1.6 ขึ้นรูปวัสดุตัวอย่างตามอัตราสวนที่กำหนด

3.2.1.7 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล

3.3 วิธีการวิเคราะห์

3.3.1 การเตรียมวัสดุ

3.3.1.1 นำใบยางพาราจากพื้นที่ ชุมชนหนองหัดไท อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มาลดขนาดโดยการปั่น เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นซีเมนต์ผสมเศษใบยางพารา แสดงตามรูปที่ 3.2, 3.4, 3.5 และรูปที่ 3.6

3.3.1.2 ทำการเก็บตัวอย่างหญ้าชันกาดจากพื้นที่ ชุมชนสวนผัก ซอย 9 เขตตลิ่งชัน แขวงตลิ่งชัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร นำมาลดขนาดโดยการตากปั่น เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตซีเมนต์ผสมหญ้าชันกาด แสดงตามรูปที่ 3.3, 3.4, 3.5 และรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.2 ใบยางพาราที่ผ่านการตากแห้ง

รูปที่ 3.3 หญ้าซันกาดที่ผ่านการตากแห้ง

รูปที่ 3.4 ตัดให้ขนาดเล็กลงสำหรับการปั่น

รูปที่ 3.5 ลดขนาดเส้นใยโดยการปั่น

รูปที่ 3.6 ใบยางพาราที่ผ่านการปั่น

รูปที่ 3.7 หญ้าซันกาดที่ผ่านการปั่น

3.3.2 การอัดขึ้นรูปแผ่นซีเมนต์เบื้องต้น

ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการที่ทำการศึกษาอัตราส่วนผสมของวัสดุที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูป โดยเบื้องต้นคณะผู้วิจัยได้กำหนดอัตราซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากงานวิจัยเรื่องการเตรียมอิฐบล็อกมวลเบาจากแกลบขัดผิว (ภาณุ, 2551) โดยกำหนดอัตราส่วนระหว่างปูนต่อวัสดุผสม คือ 1:4 และ 1:5 ผลที่ได้จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าตัวอย่างที่ผ่านการขึ้นรูปเส้นใยไม่เกาะตัวกันเป็นก้อน ทำให้ไม่มี

ความแข็งแรงมากพอที่จะนำไปทดสอบคุณสมบัติในด้านต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ได้ แสดงดังรูป 3.8 ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงทำการกำหนดอัตราส่วนขึ้นเองตามความเหมาะสม เพื่อนำตัวอย่างที่ได้จากการขึ้นรูปไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล โดยอัตราส่วนที่ใช้ในการขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นซีเมนต์ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

รูปที่ 3.8 ชิ้นงานตัวอย่าง แสดงอัตราส่วน 1:4

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนที่ใช้ในการขึ้นรูปตัวอย่างแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ

สูตร	เส้นใย (อัตราส่วน)		ปูนซีเมนต์	น้ำ
	ใบยางพารา	หญ้าชันกาด	(อัตราส่วน)	(มิลลิลิตร)
A1	1	-	9	1,100
A2	2	-	8	1,100
A3	3	-	7	1,100
B1	-	1	9	1,000
B2	-	2	8	1,100
B3	-	3	7	1,100

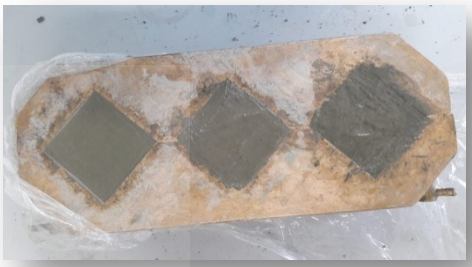
*** หมายเหตุ** เส้นใยใบยางพารา กำหนดให้อัตราส่วน 1 มีค่าเท่ากับ 60 กรัม
เส้นใยหญ้าชันกาด กำหนดให้อัตราส่วน 1 มีค่าเท่ากับ 20 กรัม
ปูนซีเมนต์ กำหนดให้อัตราส่วน 1 มีค่าเท่ากับ 320 กรัม

3.3.3 การขึ้นรูปตัวอย่าวัสดุทดสอบ

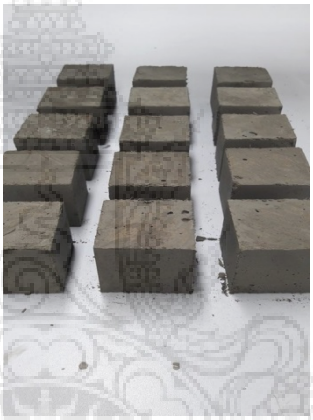
นำวัสดุตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้มาผสมรวมกันและคลุกเคล้าให้ส่วนผสมต่างๆ เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียว ทำการอัดขึ้นรูป โดยใช้แม่พิมพ์ขนาด 5 x 5 x 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทิ้งตัวอย่างที่ผ่าน

การขึ้นรูปไว้ในอุณหภูมิห้องจนตัวอย่างแห้ง แล้วจึงนำตัวอย่างไปบ่ม ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ คือ 7 14 21 และ 28 วัน หลังจากนั้นนำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกล

รูปที่ 3.9 อัตราส่วนที่คลุกเคล้าจนเข้ากัน



รูปที่ **3.10** นำวัสดุที่คลุกเคล้าแล้วมาขึ้นรูป



รูปที่ 3.11 ชิ้นงานตัวอย่างที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว

3.3.4 การทดสอบและการประเมิน

3.3.4.1 การทดสอบหาค่าความหนาแน่น

(1) ชั่งน้ำหนักของชิ้นทดสอบ บันทึกไว้เป็นค่ามวลของชิ้นทดสอบ

(2) วัดขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นทดสอบ แล้วนำค่ามาคำนวณเป็นปริมาตรของชิ้นทดสอบ (ปริมาตร = กว้าง x ยาว x หนา)

นำค่าที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาความหนาแน่นด้วยสูตร

$$D = \frac{m}{V}$$

โดย D : ความหนาแน่น

m : มวลของวัตถุ

V : ปริมาตรของวัตถุ

3.3.4.2 การทดสอบหาค่าการหดตัวทางยาว

(1) หลังจากบ่มตัวอย่างตามระยะเวลาที่กำหนดแล้วนำมาทดสอบค่าการหดตัวทางยาว โดยการอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 105±5 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 3.12 แล้วตั้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

(2) ทำการชั่งหามวลและวัดความยาวของตัวอย่างบล็อก หลังจากนั้นนำตัวอย่างแช่ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 25±5 องศาเซลเซียส โดยผิวของตัวอย่างที่นำมาทดสอบต้องอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำ 3 เซนติเมตร เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นจึงเก็บตัวอย่างไว้ในอุณหภูมิห้อง

รูปที่ 3.12 อบตัวอย่างให้แห้งด้วยตู้อบ

(3) ชั่งหามวลและความยาวของตัวอย่างทุกๆวัน จนมีค่ามวลและความยาวต่ำกว่าค่าที่วัดได้ในครั้งแรก หลังจากนั้นจึงวัดมวลและความยาวของตัวอย่างทุกๆ 3 วัน จนตัวอย่างมีความยาวเข้าสู่สภาพสมดุลหรือคงที่

สามารถคำนวณค่าการหดตัวทางยาวจากสมการ

$$\text{การหดตัวทางยาว} = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100$$

โดยที่ L1 : ความยาวของตัวอย่างในการวัดครั้งแรก

L2 : ความยาวของตัวอย่างในสภาพสมดุล

รูปที่ 3.13 วัดความยาวด้วยเวอร์เนีย

3.3.4.3 การทดสอบหาค่าการดูดกลืนน้ำ

(1) หลังจากบ่มตัวอย่างตามระยะเวลาที่กำหนดแล้วนำตัวอย่างมาทดสอบค่าดูดซึมน้ำโดยการ อบตัวอย่างทดสอบที่อุณหภูมิ 105±5 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ในเย็นในอุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง ทำการวัดมวลและปริมาตรของตัวอย่าง

(2) หลังจากนั้นทำการแช่ตัวอย่างในน้ำให้ท่วมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างขึ้นจากน้ำใช้ผ้าชุ่มน้ำเช็ดที่ผิวตัวอย่างและทำการชั่งตัวอย่างอีกครั้งภายในเวลาไม่เกิน 3 นาที โดยมาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก.58-2530 กำหนดค่าดูดกลืนน้ำของตัวอย่างจะต้องไม่เกินร้อยละ 30 เมื่อเปรียบกับค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปี 2558 ที่มีค่าร้อยละ 73 ซึ่งอยู่ในช่วงร้อยละ 50 ถึง 75 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558)

สามารถคำนวณค่าดูดกลืนน้ำจากสมการ

$$\text{ค่าดูดกลืนน้ำ} = \frac{W_d - W_s}{W_s} \quad kg/m^3$$

โดยที่ W_d = น้ำหนักของอิฐหลังแช่น้ำ

W_s = น้ำหนักของอิฐก่อนแช่น้ำ

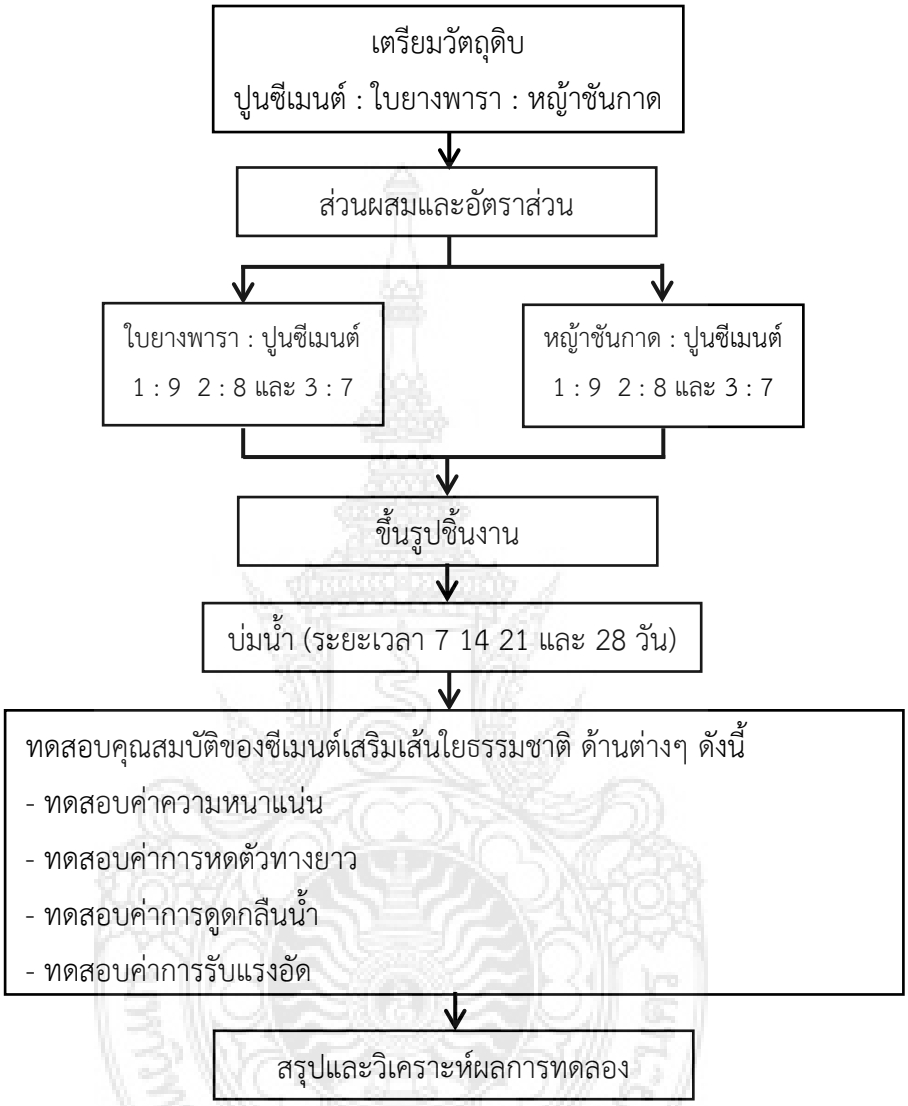
รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการแช่ตัวอย่างเพื่อทดลองการดูดกลืนน้ำ

3.3.4.4 ทดสอบค่าความต้านแรงอัด

หลังจากบ่มตัวอย่างตามระยะเวลาที่กำหนดแล้วนำตัวอย่างมาทดสอบค่าความต้านแรงอัด โดยการนำไปทดสอบด้วยเครื่อง Automax5 model 50-C5652 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ตาม มอก.58-2530 น้ำหนักตัวอย่างต่อก้อนจะต้องไม่ต่ำกว่า 2.0 เมกะพลาสคัล

รูปที่ 3.15 เครื่องทดสอบแรงอัด (เครื่อง Automax5 model 50-C5652)

3.4 สรุปขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



รูปที่ 3.16 แผนผังกระบวนการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

ผลการทดสอบคุณสมบัติของซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ

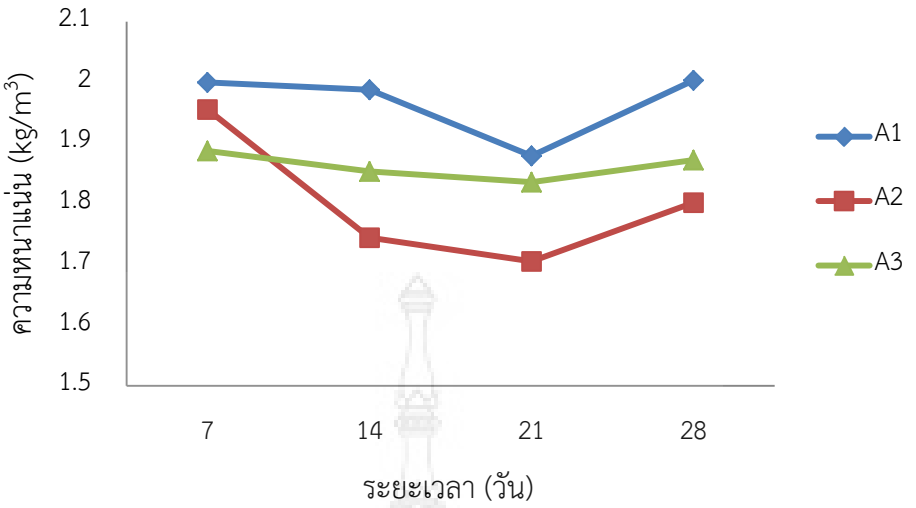
จากการดำเนินการทดสอบตัวอย่างของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใย เพื่อการเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดไปขึ้นรูปตัวอย่างของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใย โดยการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้ ทดสอบค่าความหนาแน่น ค่าการหดตัวทางยาว ค่าการดูดกลืนน้ำและค่าความต้านแรงอัด ตาม มอก. 58-2530 คอนกรีตไม่รับน้ำหนักผลการทดลองมีดังนี้

4.1 ผลการทดสอบค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใย

4.1.1 ค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา

ตารางที่ 4.1 ค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา

สูตร	จำนวนวัน	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ค่าความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
A1	7	245	122.51	2.00
	14	243.5	122.50	1.99
	21	232.5	123.75	1.88
	28	240.5	120.05	2.00
A2	7	223	114.05	1.96
	14	205	117.65	1.74
	21	211	123.75	1.71
	28	212	117.65	1.80
A3	7	230	121.89	1.89
	14	222.5	120.07	1.85
	21	226	123.13	1.84
	28	227	121.28	1.87



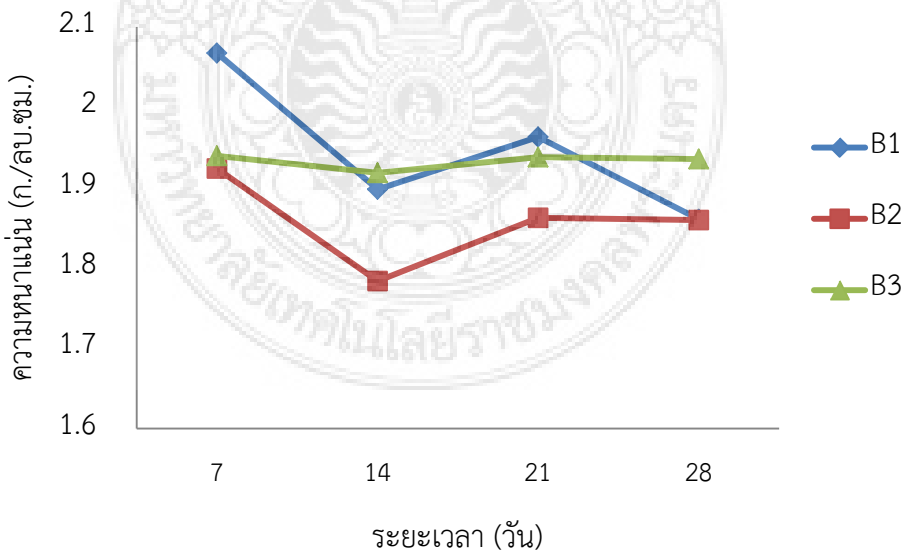
รูปที่ 4.1 กราฟค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา

จากการทดลองค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา พบว่าค่าความหนาแน่นมีค่าอยู่ในช่วง 1.71-2.00 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยค่าที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 1:9 พบว่ามีค่าความหนาแน่นสูงสุด ที่ระยะเวลาบ่ม 28 วัน เนื่องจากค่าความหนาแน่นแปรผันตามปริมาณเส้นใยจากใบยางพารา คือเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยจากใบยางพารามากขึ้นตามอัตราส่วนที่ทำการทดสอบ จะเห็นได้ว่าความหนาแน่นของก้อนตัวอย่างจะลดน้อยลงตามลำดับ

4.1.2 ค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด

ตารางที่ 4.2 ค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด

สูตร	จำนวนวัน	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ค่าความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
B1	7	252	121.92	2.07
	14	232.5	122.5	1.90
	21	245.5	124.38	1.97
	28	231.5	124.38	1.86
B2	7	224	116.45	1.92
	14	218.2	122.5	1.78
	21	230.5	123.75	1.86
	28	225.5	121.28	1.86
B3	7	240	123.75	1.94
	14	235	122.5	1.92
	21	235	121.28	1.94
	28	239.5	123.75	1.94



รูปที่ 4.2 กราฟค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด

จากการทดลองค่าความหนาแน่นของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด พบว่าค่าความหนาแน่นมีค่าอยู่ในช่วง 1.86-2.07 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยค่าที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 1:9 พบว่ามีค่าความหนาแน่นสูงสุด ที่ระยะเวลาการบ่ม 28 วัน เนื่องจากค่าความหนาแน่นแปรผันตามปริมาณเส้นใยจากหญ้าชันกาด คือเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยจากหญ้าชันกาดมากขึ้นตามอัตราส่วนที่ทำการทดสอบ จะเห็นได้ว่าความหนาแน่นของก้อนตัวอย่างจะลดน้อยลงตามลำดับ

4.2 ผลการทดสอบค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใย

ค่าความชื้น (ตามมาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก.58-2530)

ตารางที่ 4.3 ค่าความชื้นตามมาตรฐาน มอก.58-2530

การหดตัวทางยาว	ความชื้น สูงสุด ร้อยละของการดูดกลืนน้ำทั้งหมด (เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน)		
	ความชื้นสัมพัทธ์รายปีเฉลี่ยร้อยละ		
ร้อยละ	น้อยกว่า 50	50 ถึง 75	มากกว่า 75
0.03 และน้อยกว่า	35	40	45
มากกว่า 0.03 ถึง 0.045	30	35	40
มากกว่า 0.045	25	30	35

ที่มา : พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก.58-2530

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาและผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ ซึ่งทำการทดลองในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร มีค่าความสัมพัทธ์รายปี 2558 เฉลี่ยร้อยละ 73 พบว่าความชื้นสัมพัทธ์รายปีอยู่ในช่วงร้อยละ 50 ถึง 75 สามารถพิจารณาคุณสมบัติการหดตัวทางยาวควบคู่กับค่าการดูดกลืนน้ำ ได้ดังต่อไปนี้

(1) ถ้าค่าการหดตัวทางยาวมีค่าเท่ากับ 0.03 หรือน้อยกว่า จะต้องมีค่าการดูดกลืนน้ำไม่เกินร้อยละ 40

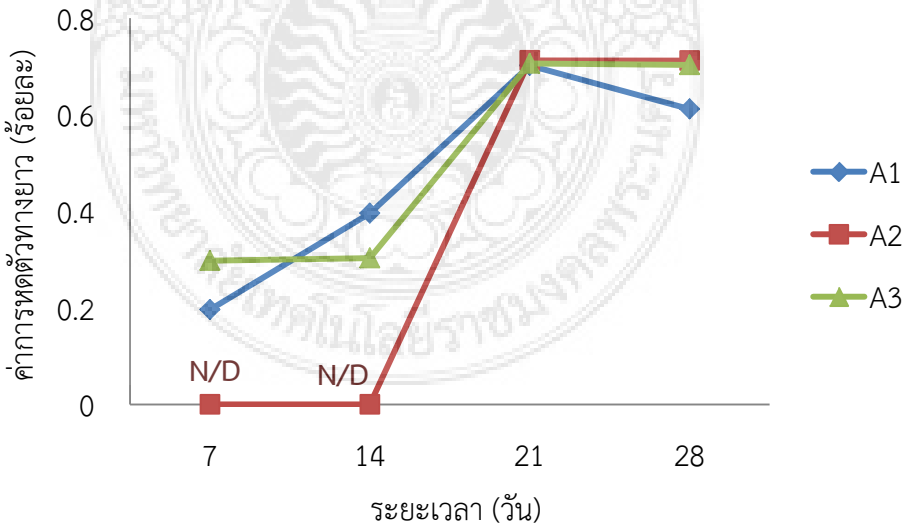
(2) ถ้าค่าการหดตัวทางยาวมีค่ามากกว่า 0.03 ถึง 0.0045 จะต้องมีค่าการดูดกลืนน้ำไม่เกินร้อยละ 35

(3) ถ้าค่าการหดตัวทางความยาวมีค่ามากกว่า 0.0045 จะต้องมีค่าการดูดกลืนน้ำไม่เกินร้อยละ 30

4.2.1 ค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา

ตารางที่ 4.4 ค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา

สูตร	จำนวนวัน	ความยาววัดครั้งแรก (เซนติเมตร)	ความยาวสภาพสมดุล (เซนติเมตร)	การหดตัวทางยาว (ร้อยละ)
A1	7	5.11	5.10	0.20
	14	5.08	5.06	0.40
	21	5.03	4.99	0.70
	28	4.94	4.91	0.61
A2	7	N/D	N/D	N/D
	14	N/D	N/D	N/D
	21	4.95	4.92	0.71
	28	4.95	4.92	0.71
A3	7	5.05	5.04	0.30
	14	4.97	4.96	0.30
	21	4.99	4.96	0.71
	28	5.02	4.98	0.70



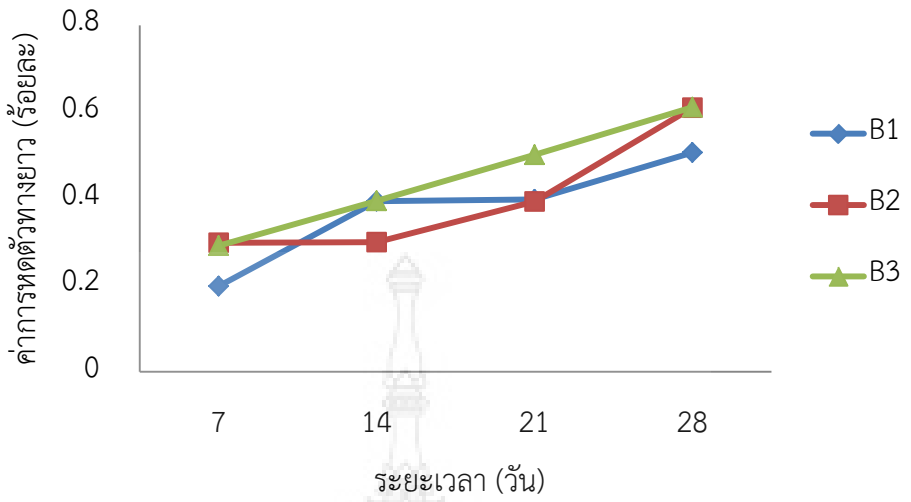
รูปที่ 4.3 กราฟค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา

จากการทดลองค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา พบว่าค่าการหดตัวทางยาวมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.20-0.71 โดยค่าที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 1:9 พบว่ามีค่าการหดตัวทางยาวน้อยที่สุด ที่ระยะเวลาบ่มน้ำ 7 วัน เนื่องจากค่าการหดตัวทางยาวแปรผันตามปริมาณเส้นใยจากใบยางพารา คือเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยจากใบยางพารามากขึ้นตามอัตราส่วนที่ทำการทดสอบจะเห็นได้ค่าการหดตัวทางยาวของก้อนตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วค่าการหดตัวทางยาวอยู่ในช่วงค่าร้อยละมากกว่า 0.045 เพราะฉะนั้นค่าการดูดกลืนน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 30

4.2.2 ค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด

ตารางที่ 4.5 ค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด

สูตร	จำนวนวัน	ความยาววัดครั้งแรก (เซนติเมตร)	ความยาวสภาพสมดุล (เซนติเมตร)	การเปลี่ยนแปลงความยาว (ร้อยละ)
B1	7	5.07	5.06	0.20
	14	5.10	5.08	0.39
	21	5.05	5.03	0.40
	28	4.96	4.94	0.51
B2	7	5.05	5.04	0.30
	14	5.03	5.02	0.30
	21	5.10	5.08	0.39
	28	4.95	4.92	0.61
B3	7	5.17	5.15	0.30
	14	5.09	5.07	0.39
	21	5.01	4.98	0.50
	28	4.94	4.91	0.61



รูปที่ 4.4 กราฟค่าการหดตัวทางยาวแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด

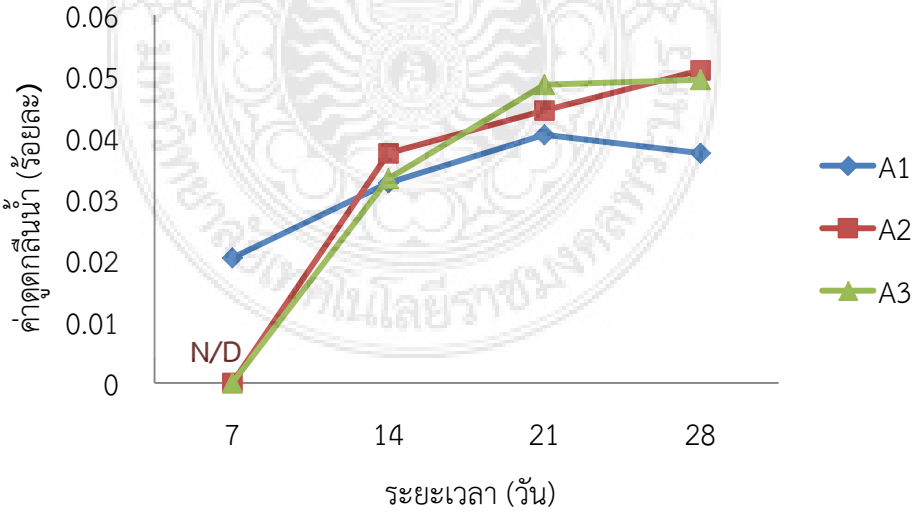
จากการทดลองค่าการหดตัวทางยาวของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด พบว่าค่าการหดตัวทางยาวมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.20-0.61 โดยค่าที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 1:9 พบว่ามีค่าการหดตัวทางยาวน้อยที่สุด ที่ระยะเวลาบ่มน้ำ 7 วัน เนื่องจากค่าการหดตัวทางยาวแปรผันตามปริมาณเส้นใยจากหญ้าชันกาด คือเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยจากหญ้าชันกาดมากขึ้นตามอัตราส่วนที่ทำการทดสอบจะเห็นได้ค่าการหดตัวทางยาวของก้อนตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วค่าการหดตัวทางยาวอยู่ในช่วงค่าร้อยละมากกว่า 0.045 เพราะฉะนั้นค่าการดูดกลืนน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 30

4.3 ผลการทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใย

4.3.1 ค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา

ตารางที่ 4.6 ค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา

สูตร	จำนวนวัน	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักเปียก (กรัม)	ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ค่าการดูดกลืนน้ำ (ร้อยละ)
A1	7	249	246.5	122.51	0.02
	14	260.5	256.5	122.5	0.03
	21	239	234	123.05	0.04
	28	246.5	242	120.05	0.03
A2	7	N/D	N/D	N/D	N/D
	14	209.5	206	117.65	0.04
	21	218	212.5	123.75	0.04
	28	220.5	214.5	117.65	0.05
A3	7	N/D	N/D	N/D	N/D
	14	228.5	224.5	120.07	0.03
	21	234.5	228.5	123.12	0.05
	28	234.5	228.5	121.28	0.05



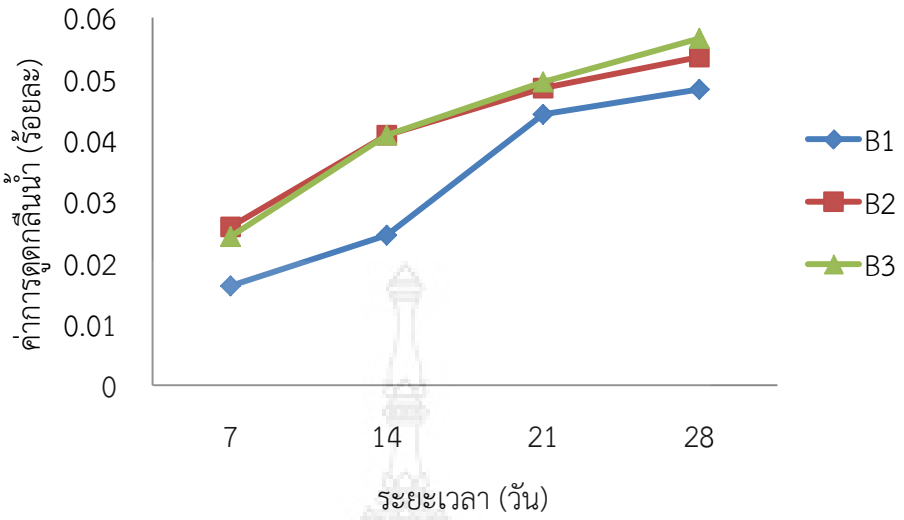
รูปที่ 4.5 กราฟค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา

จากการทดลองค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา พบว่าค่าการดูดกลืนน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.05 ร้อยละ โดยค่าที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 1:9 พบว่ามีค่าการดูดกลืนน้ำน้อยที่สุด ที่ระยะเวลาบ่มน้ำ 7 วัน เนื่องจากค่าการดูดกลืนน้ำแปรผันตามปริมาณเส้นใยจากใบยางพารา คือเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยจากใบยางพารามากขึ้นตามอัตราส่วนที่ทำการทดสอบ จะเห็นได้ว่าค่าการดูดกลืนน้ำของก้อนตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักตาม มอก.58-2530 กำหนดไว้ว่าค่าการดูดกลืนน้ำมีความสัมพันธ์กับค่าความชื้นสัมพัทธ์รายปีเฉลี่ย ซึ่งอยู่ในช่วงร้อยละ 50 ถึง 75 จากค่าการหดตัวทางยาวอยู่ในช่วงร้อยละมากกว่า 0.045 ดังนั้นค่าการดูดกลืนน้ำจะต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 30 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วสรุปได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

4.3.2 ค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าซันกาด

ตารางที่ 4.7 ค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าซันกาด

สูตร	จำนวนวัน	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนักเปียก (กรัม)	ปริมาตร (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ค่าการดูดกลืนน้ำ (ร้อยละ)
B1	7	255	253	121.92	0.01
	14	237.5	234.5	122.5	0.02
	21	253	247.5	124.38	0.04
	28	240.5	234.5	124.38	0.05
B2	7	227.5	224.55	116.45	0.03
	14	223.5	218.5	122.5	0.04
	21	238	232	123.75	0.05
	28	233.5	227	121.28	0.05
B3	7	245.5	242.5	123.75	0.02
	14	241.5	236.5	122.5	0.04
	21	242.5	236.5	121.28	0.05
	28	247.5	240.5	123.75	0.06



รูปที่ 4.6 กราฟค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด

จากการทดลองค่าการดูดกลืนน้ำของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด พบว่าค่าการดูดกลืนน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.06 ร้อยละ โดยค่าที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 1:9 พบว่ามีค่าการดูดกลืนน้ำที่น้อยที่สุด ระยะเวลาบ่มน้ำ 7 วัน เนื่องจากค่าการดูดกลืนน้ำแปรผันตามปริมาณเส้นใยจากหญ้าชันกาด คือเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยจากหญ้าชันกาดมากขึ้นตามอัตราส่วนที่ทำการทดสอบ จะเห็นได้ว่าค่าการดูดกลืนน้ำของก้อนตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับความมาตรฐานของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักตาม มอก.58-2530 กำหนดไว้ว่าค่าการดูดกลืนน้ำมีความสัมพันธ์กับค่าความชื้นสัมพัทธ์รายปีเฉลี่ย ซึ่งอยู่ในช่วงร้อยละ 50 ถึง 75 จากค่าการหดตัวทางยาวอยู่ในช่วงร้อยละมากกว่า 0.045 ดังนั้นค่าการดูดกลืนน้ำจะต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 30 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วสรุปได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

4.4 ผลการทดสอบค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใย

ค่าความต้านแรงอัด (ตามมาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก.58-2530)

ตารางที่ 4.8 ค่าความต้านแรงอัดตามมาตรฐาน มอก.58-2530

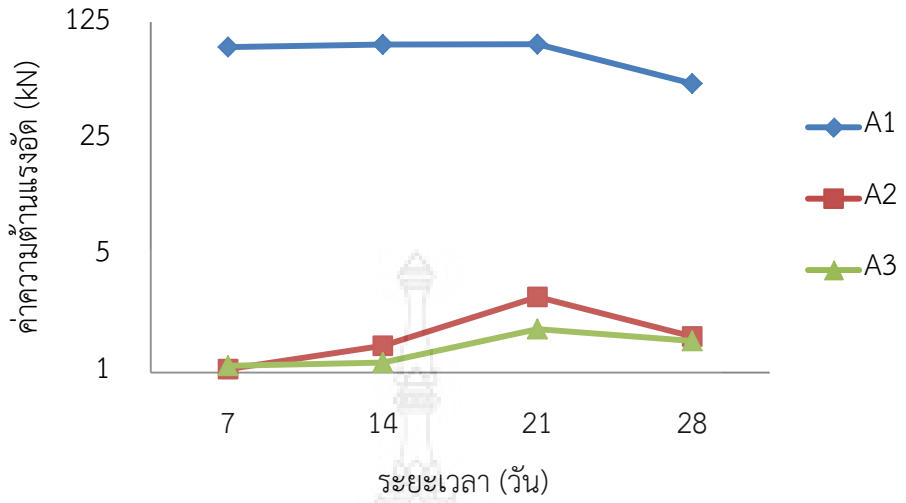
ความต้านแรงอัด ต่ำสุด เมกะพลาสคัล (เฉลี่ยจากพื้นที่รวม)	
เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกต่อก้อน
2.5	2.0

ที่มา : พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก.58-2530

4.4.1 ค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา

ตารางที่ 4.9 ค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา

สูตร	จำนวนวัน	น้ำหนัก (กรัม)	ค่าความต้านแรงอัด	
			กิโลนิวตัน	เมกะพลาสคัล
A1	7	245	90.55	0.36
	14	243.5	93.68	0.37
	21	232.5	94.20	0.38
	28	240.5	54.65	0.22
A2	7	223	1.05	0.004
	14	205	1.45	0.006
	21	211	2.85	0.011
	28	212	1.65	0.007
A3	7	230	1.1	0.004
	14	222.5	1.15	0.005
	21	226	1.83	0.007
	28	227	1.55	0.006



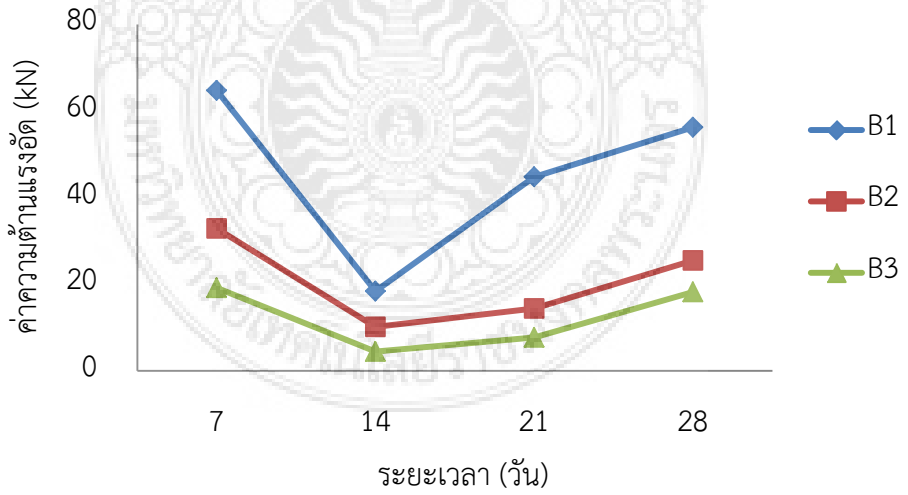
รูปที่ 4.7 กราฟค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา

จากการทดลองค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพารา พบว่าค่าความต้านแรงอัดมีค่าอยู่ในช่วง 1.05-94.20 กิโลนิวตัน หรืออยู่ในช่วง 0.004-0.38 เมกะพลาสคัล โดยค่าที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 1:9 พบว่ามีค่าความต้านแรงอัดสูงสุด ที่ระยะเวลาบ่มน้ำ 21 วัน เนื่องจากค่าความต้านแรงอัดแปรผันตามปริมาณเส้นใยจากใบยางพารา คือเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยจากใบยางพารามากขึ้นตามอัตราส่วนที่ทำการทดสอบ จะเห็นได้ว่าความแข็งแรงของก้อนตัวอย่างจะลดน้อยลง จึงทำให้การรับแรงอัดได้น้อยลงตามไปด้วย และเมื่อเปรียบเทียบกับความมาตรฐานของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักตาม มอก.58-2530 กำหนดไว้ว่าค่าความต้านแรงอัด เฉลี่ยจากพื้นที่รวมคอนกรีตบล็อกแต่ละก้อนต้องมีค่าความต้านแรงอัดต่อก้อนไม่ต่ำกว่า 2.0 เมกะพลาสคัล สรุปได้ว่าจากการพัฒนาและผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากใบยางพาราคุณสมบัติต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

4.4.2 ค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด

ตารางที่ 4.10 ค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด

สูตร	จำนวนวัน	น้ำหนัก (กรัม)	ค่าความต้านแรงอัด	
			กิโลนิวตัน	เมกะพลาสคัล
B1	7	252	64.75	0.26
	14	232.5	18.4	0.07
	21	245.5	44.8	0.18
	28	231.5	56.25	0.23
B2	7	224	32.88	0.13
	14	218.5	10.14	0.04
	21	2.30.5	14.4	0.06
	28	225.5	25.4	0.10
B3	7	240	19.15	0.08
	14	235	4.45	0.02
	21	235	7.7	0.03
	28	239.5	18.19	0.07



รูปที่ 4.8 กราฟค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด

จากการทดลองค่าความต้านแรงอัดของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาด พบว่าค่าความต้านแรงอัดมีค่าอยู่ในช่วง 7.7-64.75 กิโลนิวตัน หรืออยู่ในช่วง 0.02-0.26 เมกะพลาสคัล โดยค่าที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 1:9 พบว่ามีค่าความต้านแรงอัดสูงสุด ที่ระยะเวลาบ่มน้ำ 21 วัน เนื่องจากค่าความต้านแรงอัดแปรผันตามปริมาณเส้นใยจากหญ้าชันกาด คือเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยจากหญ้าชันกาดมากขึ้นตามอัตราส่วนที่ทำการทดสอบ จะเห็นได้ว่าความแข็งแรงของก้อนตัวอย่างจะลดน้อยลง จึงทำให้การรับแรงอัดได้น้อยลงตามไปด้วย และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักตาม มอก.58-2530 กำหนดไว้ว่าค่าความต้านแรงอัด เฉลี่ยจากพื้นที่รวมคอนกรีตบล็อกแต่ละก้อนต้องมีค่าความต้านแรงอัดต่อก้อนไม่ต่ำกว่า 2.0 เมกะพลาสคัล สรุปได้ว่าจากการพัฒนาและผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยจากหญ้าชันกาดคุณสมบัติต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ จากเส้นใยยางพาราและเส้นใยหญ้าชันกาด สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ค่าความหนาแน่น

จากผลการทดลองการผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติจากอัตราส่วน 1:9 2:8 และ 3:7 พบว่าอัตราส่วนที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วน 1:9 ซึ่งเส้นใยที่นำมาทำการทดลองทั้ง 2 ชนิด ปรากฏว่าเส้นใยที่ได้มาจากหญ้าชันกาดมีความหนาแน่นมากกว่าเส้นใยที่ได้มาจากใบยางพารา มีความหนาแน่นเท่ากับ 2.07 ในระยะเวลาการบ่ม 28 วัน

5.1.2 ค่าการหดตัวทางยาว

จากผลการทดลองการผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติจากอัตราส่วน 1:9 2:8 และ 3:7 พบว่าอัตราส่วนที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วน 1:9 ซึ่งเส้นใยที่นำมาทำการทดลองทั้ง 2 ชนิด ปรากฏว่าเส้นใยที่ได้มาจากหญ้าชันกาดมีค่าการหดตัวทางยาวน้อยกว่าเส้นใยที่ได้มาจากใบยางพารา มีค่าการหดตัวทางยาวเท่ากับร้อยละ 0.20 ในระยะเวลาการบ่ม 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก จากค่าความชื้นสัมพัทธ์รายปีที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 73 พบว่ามีค่าการหดตัวทางยาวอยู่ในช่วงมากกว่าร้อยละ 0.0045 ซึ่งเมื่อเปรียบจากตารางค่าความชื้น (ตามมาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก.58-2530 กำหนดไว้) ค่าของการดูดกลืนน้ำจะต้องไม่เกินร้อยละ 30

5.1.3 ค่าการดูดกลืนน้ำ

จากผลการทดลองการผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติจากอัตราส่วน 1:9 2:8 และ 3:7 พบว่าอัตราส่วนที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วน 1:9 ซึ่งเส้นใยที่นำมาทำการทดลองทั้ง 2 ชนิด ปรากฏว่าเส้นใยที่ได้มาจากหญ้าชันกาดมีค่าการดูดกลืนน้ำน้อยกกว่าเส้นใยที่ได้มาจากใบยางพารา มีค่าการดูดกลืนน้ำเท่ากับร้อยละ 0.10 ในระยะเวลาการบ่ม 7 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก.58-2530 จากค่าความชื้นสัมพัทธ์รายปีที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 73 ซึ่งจะต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 30 สามารถสรุปได้ว่าค่าการดูดกลืนน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่กล่าวไว้ข้างต้น

5.1.4 ค่าความต้านแรงอัด

จากผลการทดลองการผลิตแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติจากอัตราส่วน 1:9 2:8 และ 3:7 พบว่าอัตราส่วนที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วน 1:9 ซึ่งเส้นใยที่นำมาทำการทดลองทั้ง 2 ชนิด ปรากฏว่าเส้น

ใยที่ได้มาจากใบยางพารามีค่าความต้านแรงอัดมากกว่าเส้นใยที่ได้มาจากชันกาด มีค่าความต้านแรงอัดเท่ากับ 94.20 กิโลนิวตัน หรือเท่ากับ 0.38 เมกะพลาสคัล ที่ระยะเวลาการบ่ม 21 วัน ปรากฏว่าต่างจากคุณสมบัติด้านอื่นๆ ที่เส้นใยจากหญ้าชันกาดมีคุณสมบัติดีกว่าเส้นใยจากยางพารา ทั้งนี้เมื่อสังเกตจากสภาพสมดุลของงานปูนซีเมนต์ที่ระยะการบ่ม 28 วัน พบว่าความต้านแรงอัดของเส้นใยทั้ง 2 ชนิด ที่ทำการทดสอบเส้นใยจากหญ้าชันกาดมีค่าสูงกว่าเส้นใยจากใบยางพารา ซึ่งมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 64.25 กิโลนิวตัน หรือ 0.23 เมกะพลาสคัล เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก.58-2530 พบว่าค่าความต้านแรงอัดต่อก้อนต่ำกว่า 2.0 เมกะพลาสคัล ตามที่กำหนดไว้

จากผลการสรุปพบว่าผลการทดลองทางคุณสมบัติด้านต่างๆ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ตาม มอก.58-2530 ค่าที่ทำการทดลองบางตัวมีคุณสมบัติต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ทั้งนี้หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติให้แข็งแรงมากขึ้นควรเพิ่มวัสดุเสริมแรง เช่น ซิลิกา เพื่อช่วยในการยึดเกาะของเส้นใย

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อนำไปปรับปรุงการทำวิจัยในครั้งต่อไป เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา

5.2.1 ควรเพิ่มวัสดุเสริมแรง เช่น ซิลิกาเพื่อช่วยในการยึดเกาะของเส้นใยธรรมชาติ

5.2.2 ควรเพิ่มชนิดของเส้นใยให้มากขึ้นหรือมีการเลือกใช้เส้นใยที่มีความเหนียวกว่าใบยางพาราและหญ้าชันกาด

5.2.3 ควรศึกษาชนิดและปริมาณสารยึดติด เพื่อช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่แผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ

5.2.4 การวิจัยครั้งต่อไปการทดลองอาจมีการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบและขนาดรูปทรงของแม่พิมพ์ เพื่อใช้เป็นทางเลือกในการใช้งานต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ณัฐพัชร สืบบัวแก้ว. 2554. **การพัฒนาอิฐมวลเบาโดยใช้กระดาษเหลือใช้**. สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. คณะครุศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

นราธิป ทับทัน. 2555. **การพัฒนาอิฐดินน้ำหนักเบาจากวัสดุเส้นใยธรรมชาติเพื่อสร้างวัสดุทางเลือกผนังอาคาร**. สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม. คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, กรุงเทพมหานคร

บุศรินทร์ อินทรกำแหง ณ ราชสีมา. 2550. **การพัฒนาแผ่นซีเมนต์เยื่อกระดาษผสมเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์**. สาขาวิศวกรรมโยธา (ภาควิชาครุศาสตร์โยธา) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ประชุม คำพุฒ และกิตติพงษ์ สุวีโร. 2553. **การศึกษาคอนกรีตมวลเบาผสมเถ้าแกลบเสริมแผ่นยางธรรมชาติ**. (ภาควิชาวิศวกรรมโยธา) คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี

ผกามาศ ชูสิทธิ์ และภาณุเดช ขัดเงางาม. 2556. **การพัฒนาแผ่นใยไม้อัดซีเมนต์จากการประยุกต์เส้นใยธรรมชาติจากกากมะพร้าวและต้นข้าวโพด**. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ภาณุ คะนอง. 2551. **การเตรียมอิฐบล็อกมวลเบาจากแกลบขัดผิว**. สาขาเคมีประยุกต์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี

ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และจตุพร ตั้งศิริสกุล. 2550. **ผลของวัสดุทางธรรมชาติที่มีต่อคุณสมบัติของก้อนอิฐดินดิบสำหรับการก่อสร้างบ้านดิน**. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สมเกียรติ ฉิมสร. 2553. **การศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการทำอิฐบล็อกประสานจากเศษทรายดำ**. สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุวัฒชัย ปลื้มฤทัย. 2555. **การพัฒนาคอนกรีตบล็อกจากผักตบชวา**. สาขาสถาปัตยกรรม. (ภาควิชาสถาปัตยกรรม). มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศราวิน ปัญจะผลินกุล. 2548. **การศึกษาวัสดุซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติจากพืช**. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

อนุชนันท์ คงคูณ. 2555. **การปรับปรุงกระบวนการผลิตอิฐมวลเบาชนิดไม่เผา**. สาขาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อาบีดีน ดะแซสาเมาะ และคณะ. 2554. **อิฐบล็อกประสานที่มีส่วนผสมของเถ้าไม้ยางพารา**. คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2558. **ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปี 2558**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.tmd.go.th/province.php, 19 มิถุนายน 2559.

กิตติ. 2556. **ประเภทของบล็อกปูพื้น**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.homecenter-thai.com/index.php?mode=bricklaying_worm, 24 พฤษภาคม 2559.

บริสุทธิ์ จันทรวงศ์ไพศาล. 2553. **Posts Tagged "แผ่นเส้นใยซีเมนต์"**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.tistr.or.th/tistrblog/, 24 พฤษภาคม 2559.

พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. **มาตรฐานคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.fio.co.th/p/tisi_fio/fulltext/TIS58-2533.pdf, 16 มีนาคม 2559.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. มปป. **ลักษณะทางพฤษศาสตร์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/para/controller/index.php. 20 พฤษภาคม 2559.

ไทยเกษตรศาสตร์. 2556. **หญ้าขันกาด**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thaikasetsart.com, 20 พฤษภาคม 2559.

PSP Cement thai. 2556. **ปูนซีเมนต์ตราช้าง งานโครงสร้าง สูตรไฮบริด**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.pspcement.com/cement/cement-hybrid, 20 พฤษภาคม 2559.

SCG. 2558. **5 ข้อควรรู้จัดสวนหน้าบ้านสวยด้วยแผ่นทางเดิน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.scgbuildingmaterials.com, 24 พฤษภาคม 2559.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ภาพประกอบการทดสอบ

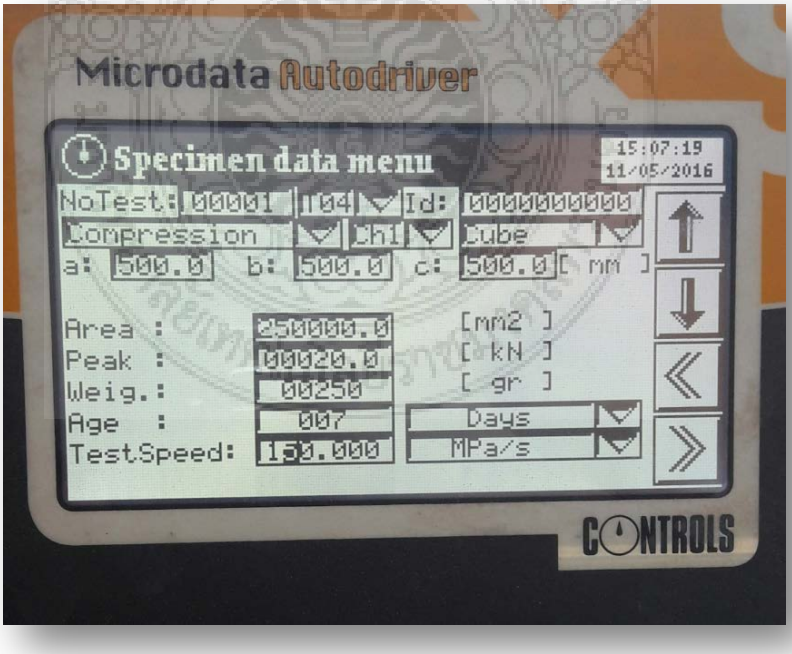
ภาคผนวก ข ตัวอย่างชิ้นงานแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ

ภาคผนวก ค พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก.58-2530

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบการทดสอบ

ภาคผนวกที่ ก1 การทดสอบความต้านแรงอัด



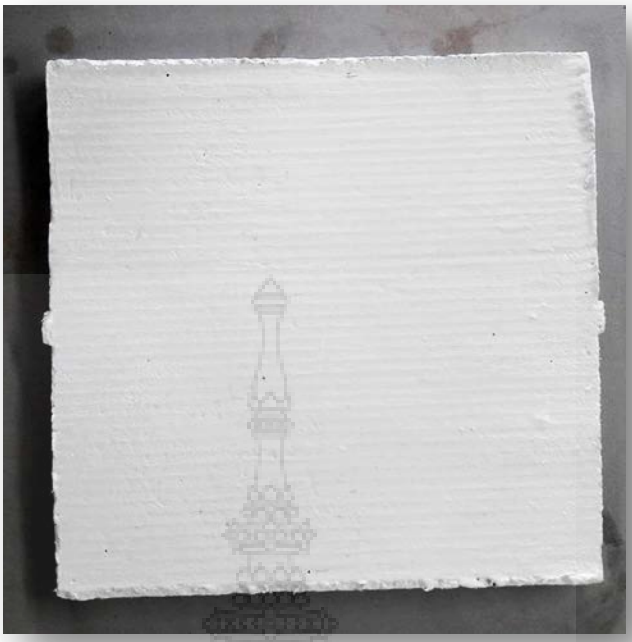
ภาคผนวกที่ ก2 การตั้งค่าต่างๆ ในการทดสอบความต้านแรงอัด

ภาคผนวกที่ ก3 ชิ้นงานตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบความต้านแรงอัดแล้ว

ภาคผนวกที่ ก4 ชิ้นงานตัวอย่างที่ทำการทดสอบค่าดูดกลืนน้ำแล้วเกิดการ ERROR

ภาคผนวกที่ ก5 ชิ้นงานตัวอย่างที่ทำการทดสอบค่าหดตัวทางยาวแล้วเกิดการ ERROR

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างชิ้นงานแผ่นซีเมนต์เสริมเส้นใยธรรมชาติ



ภาคผนวกที่ ข1 ตัวอย่างชิ้นงาน ขนาด 14 x 14

ภาคผนวกที่ ข2 ตัวอย่างชิ้นงาน 40 x 40

ภาคผนวกที่ ข3 กระถางต้นไม้ตกแต่งสวนจากซีเมนต์เสริมเส้นใย

ภาคผนวก ค

พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก.58-2530

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 1619 (พ.ศ. 2533)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (แก้ไขครั้งที่ 1)

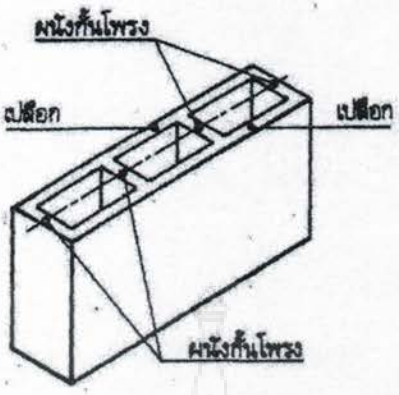
โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขเพิ่มเติมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก.58-2530

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศแก้ไขเพิ่มเติมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก.58-2530 ท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1295 (พ.ศ. 2530) ลงวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2530 ดังต่อไปนี้

1. ให้แก้หมายเลขมาตรฐานเลขที่ "มอก.58-2530" เป็น "มอก.58-2533"
2. ให้ยกเลิกความในข้อ 1.1 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

   "1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภทและสัญลักษณ์ ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน วัสดุ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินและการทดสอบคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก"
3. ให้ยกเลิกความในข้อ 2.3 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

   "2.3 เปลือก (face-shell) หมายถึง ผนังของคอนกรีตบล็อก ซึ่งเชื่อมต่อด้วยผนังกั้นโพรง ดังแสดงในรูปที่ 1"
4. ให้เพิ่มรูปต่อไปนี้เป็นรูปที่ 1



รูปที่ 1 เปลือกของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก
(ข้อ 2.3)

5. ให้ยกเลิกความในข้อ 3. และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"3. ประเภทและสัญลักษณ์

3.1 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1.1 ประเภท 1 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่ควบคุมความชื้น ใช้สัญลักษณ์ 1

3.1.2 ประเภท 2 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่ไม่ควบคุมความชื้น ใช้สัญลักษณ์ 2"

6. ให้แก้ความจาก "รูปที่ 1" เป็น "รูปที่ 2" ทุกแห่ง

7. ให้ยกเลิกความในข้อ 6.2 และข้อ 6.3 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"6.2 ความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก
ทั้งค่าเฉลี่ยและค่าแต่ละก้อนต้องเป็นไปตามตารางที่ 2
การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก.109

6.3 ปริมาณความชื้น (เฉพาะคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักประเภท 1)
ต้องเป็นไปตามตารางที่ 3"

8. ให้ยกเลิกชื่อตารางที่ 3 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน
"ตารางที่ 3 ความชื้น (เฉพาะคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักประเภท 1)"

9. ให้ยกเลิกความในหมายเหตุ [1)] ท้ายตารางที่ 3 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน
"หมายเหตุ[1)] ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบการหดแห้งของคอนกรีตบล็อก (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม ASTM C 426)"

10. ให้ยกเลิกความใน (1) ของข้อ 7.1 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน
"(1) สัญลักษณ์แสดงประเภท"

11. ให้ยกเลิกความในข้อ 8.2 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"8.2 การชักตัวอย่างเพื่อการทดสอบ ให้กระทำ ณ สถานที่ผลิต และต้องให้เวลาสำหรับการทดสอบจนครบทุกรายการอย่างน้อย 10 วัน"

12. ให้ยกเลิกความในข้อ 8.3.1 และข้อ 8.3.2 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"8.3.1 การชักตัวอย่าง

ให้เป็นไปตาม มอก.109 โดยคัดตัวอย่างที่บกพร่องเนื่องจากการขนส่งออกเสียก่อน แล้วจึงชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันมาทำเป็นตัวอย่างทดสอบ

8.3.2 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4. และข้อ 6. ทุกข้อ จึงจะถือว่าคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ในกรณีที่มีตัวอย่างใดไม่เป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 6.1 ข้อ 6.2 หรือข้อ 6.3 รายการใดรายการหนึ่ง ให้ชักตัวอย่างจากรุ่นเดียวกันจำนวน 2 เท่าของชุดตัวอย่าง มาทดสอบซ้ำในรายการนั้น ผลการทดสอบซ้ำ ตัวอย่างทุกชุดต้องเป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 6.1 ข้อ 6.2 หรือข้อ 6.3 แล้วแต่กรณี จึงจะถือว่าคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ยกเว้นรายการความต้านแรงอัด ตัวอย่างต้องมีความต้านแรงอัดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 ของเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 2 จึงจะยอมให้ทดสอบซ้ำในรายการความต้านแรงอัดได้"

ทั้งนี้ ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 270 วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

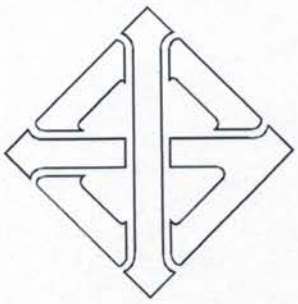
ประกาศ ณ วันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2533

พลตำรวจเอก ประมาณ อดิเรกสาร

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 107 ตอนที่ 119

วันที่ 10 กรกฎาคม พุทธศักราช 2533



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 58–2530

คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

STANDARD FOR HOLLOW NON–LOAD–BEARING CONCRETE MASONRY UNITS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม UDC 691.327– 478 : 69.022.324/.324 ISBN 974–8111–71–7

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

มอก. 58 – 2530

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 105 ตอนที่ 8
วันที่ 14 มกราคม พุทธศักราช 2531

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 55
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง

ประธานกรรมการ

นายวรรณะ มณี	ผู้แทนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

รองประธานกรรมการ

นายพงศ์พัน วรสุนทโรสถ	ผู้แทนสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

กรรมการ

พลตรีทวี วิเชียรโรจน์	ผู้แทนกระทรวงกลาโหม
นายปราโมทย์ วสิกชาติ	ผู้แทนกระทรวงศึกษาธิการ
นายธีระพันธ์ ทองประวัติ	ผู้แทนกรมโยธาธิการ
นายกิตติรัตน์ สร้อยคีรี	
นายอารีย์ วงศ์บุญมี	ผู้แทนกรมวิทยาศาสตร์บริการ
นายชวลิต นิตยะ	ผู้แทนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายวิเชียร เต็งอำนวย	ผู้แทนคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายวิศาล เชาวน์ชูเวชช	ผู้แทนกรุงเทพมหานคร
นายเรืองศักดิ์ กันตะบุตร	ผู้แทนสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์
นายพูนศักดิ์ จารุจินดา	ผู้แทนสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย
นายวิชัย สุวรรณสุขโรจน์	ผู้แทนสมาคมอุตสาหกรรมไทย
ม.ร.ว. ศุภนิวัทธ์ เกษมสันต์	ผู้แทนบริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด
นายวิชัย ภูษิตวิทย์	ผู้แทนบริษัท ไม้อัดไทย จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นายกิตติ อยู่สินธุ์	ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก นี้ ได้ประกาศใช้เป็นครั้งแรกตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก.58-2516 ในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่ม 91 ตอนที่ 12 วันที่ 26 มกราคม พุทธศักราช 2517 ต่อมาสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเห็นควรแก้ไขมาตรฐานเนื่องจากมาตรฐานเดิมไม่กำหนดขนาด แต่กำหนดเฉพาะเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของขนาด ทำให้เป็นปัญหาทางปฏิบัติในการพิจารณาออกใบอนุญาตให้แสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เนื่องจากโรงงานผู้ผลิตทำแบบหล่อที่มีขนาดต่าง ๆ กันจำนวนมาก และทำให้เกิดการแก้ไขขนาดในคำขออนุญาตแสดงเครื่องหมายมาตรฐาน เพื่อปรับขนาดดังกล่าวให้สามารถผ่านเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่กำหนดในมาตรฐาน การขอแก้ไขดังกล่าว จะทำเมื่อทราบผลการทดสอบจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แล้ว

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

ASTM C 129-80	Standard specification for hollow non load-bearing concrete masonry units

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 1295 (พ.ศ. 2530)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก.58-2516

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 63 (พ.ศ. 2516) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ลงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2516 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก.58-2530 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2531 เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ. 2530

ประมวล สภาวสุ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภท ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน วัสดุ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 คอนกรีตบล็อก (hollow concrete block or hollow concrete masonry unit) หมายถึง ก้อนคอนกรีตทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ และวัสดุผสมที่เหมาะสมชนิดต่าง ๆ และจะมีสารอื่นผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้ สำหรับก่อผนังหรือกำแพง มีรูหรือโพรงขนาดใหญ่ทะลุตลอดก้อน และมีพื้นที่หน้าตัดสุทธิที่ระนาบขนานกับผิวธารน้อยกว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดรวมที่ระนาบเดียวกัน

2.2 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (hollow non-load-bearing concrete masonry unit) หมายถึง คอนกรีตบล็อกใช้สำหรับผนังที่ออกแบบไม่รับน้ำหนักบรรทุกใด ๆ นอกจากน้ำหนักตัวเอง

2.3 เปลือก (face-shell) หมายถึง ผนังด้านนอกของคอนกรีตบล็อก

3. ประเภท

3.1 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักตามมาตรฐานนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

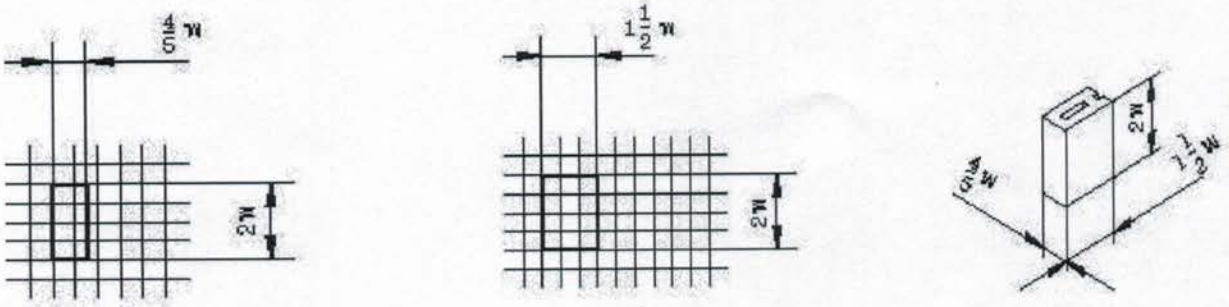
3.1.1 ประเภทควบคุมความชื้น

3.1.2 ประเภทไม่ควบคุมความชื้น

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

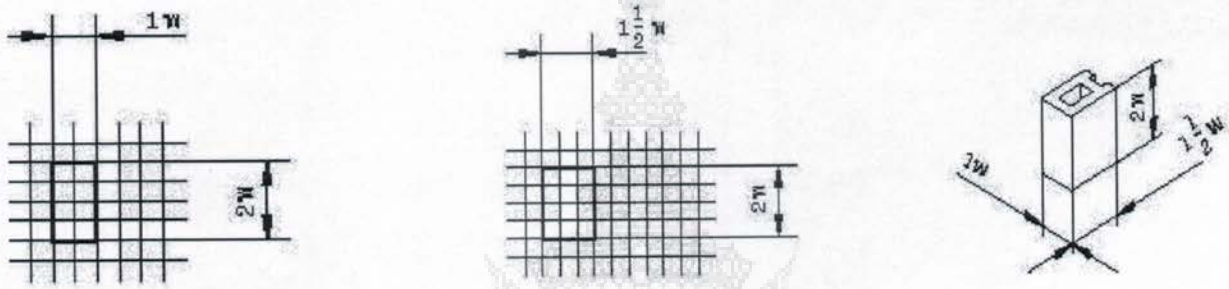
4.1 ความหนาของเปลือกต้องไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร

4.2 ขนาดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก
ให้มีขนาดดังแสดงในรูปที่ 1 และตารางที่ 1 โดยจะคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน $\pm$ 2 มิลลิเมตร



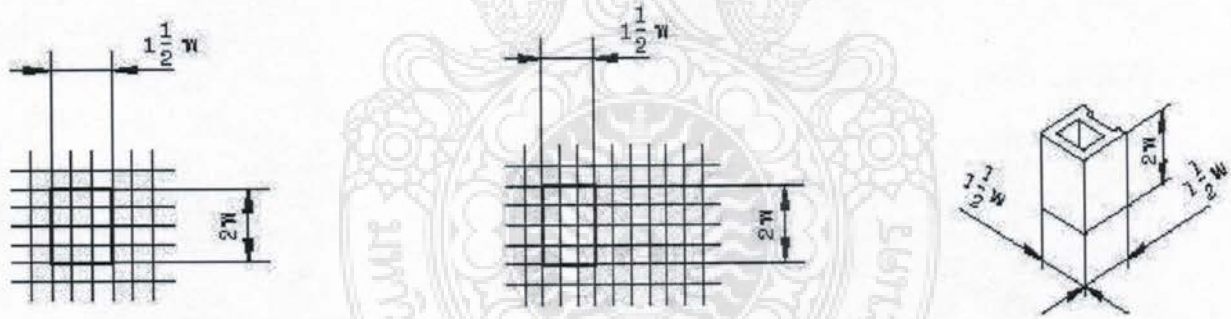
มิติพิกัด $^{4}/_{5} \times 2 \times 1\,^{1}/_{2}$

ขนาดที่ทำ 70 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 140 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $1 \times 2 \times 1\,^{1}/_{2}$

ขนาดที่ทำ 90 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 140 มิลลิเมตร

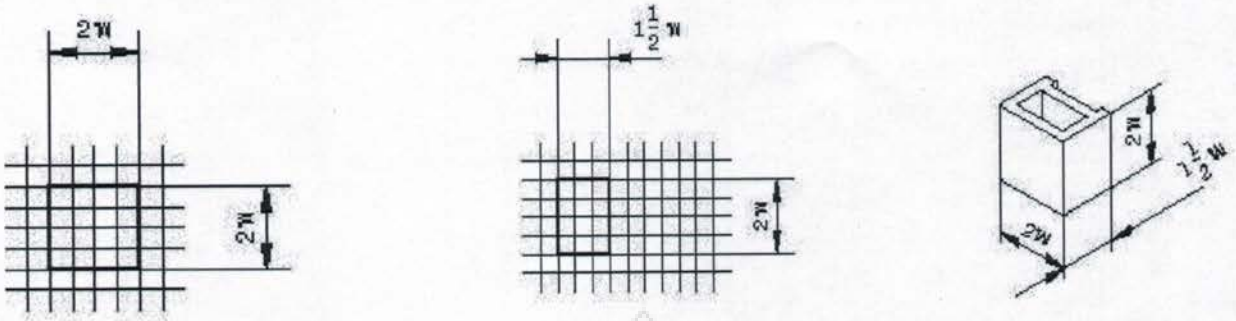


มิติพิกัด $1^{1}/_{2} \times 2 \times 1^{1}/_{2}$

ขนาดที่ทำ 140 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 140 มิลลิเมตร

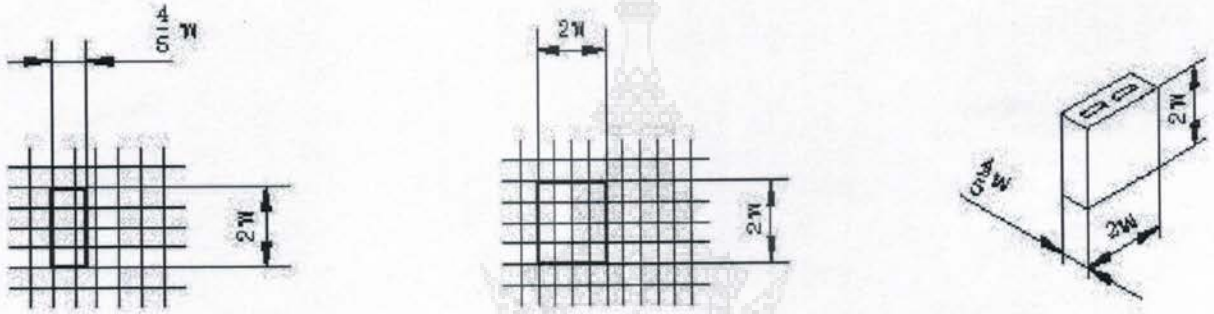
รูปที่ 1 ขนาดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

(ข้อ 4.2)



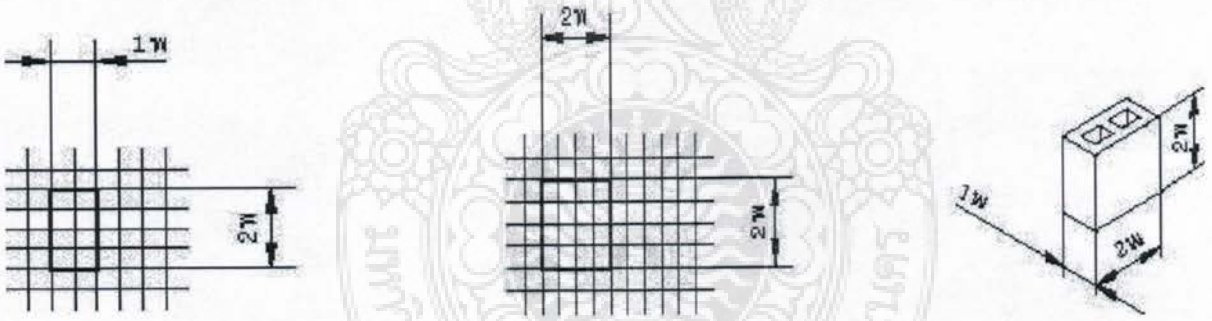
มิติพิกัด $2 \times 2 \times 1\ ^{1}/_{2}$

ขนาดที่ทำ 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 140 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $^{4}/_{5} \times 2 \times 2$

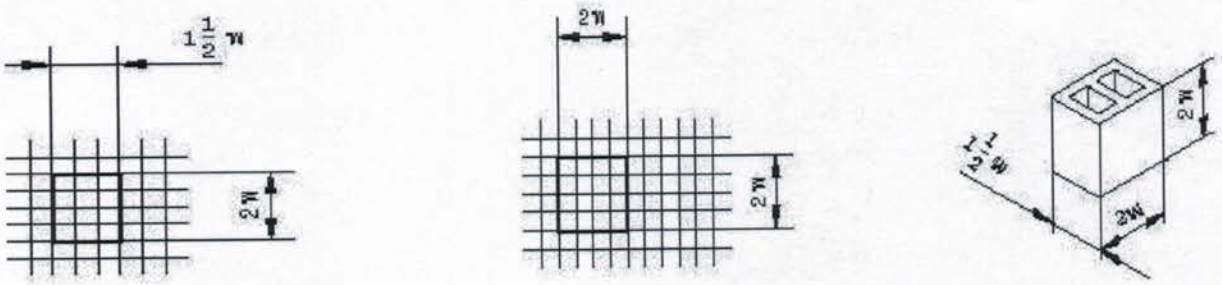
ขนาดที่ทำ 70 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $1 \times 2 \times 2$

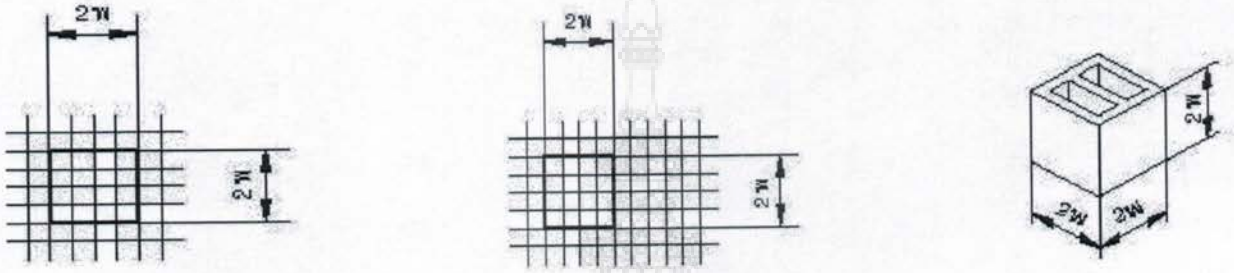
ขนาดที่ทำ 90 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร

รูปที่ 1 ขนาดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (ต่อ)



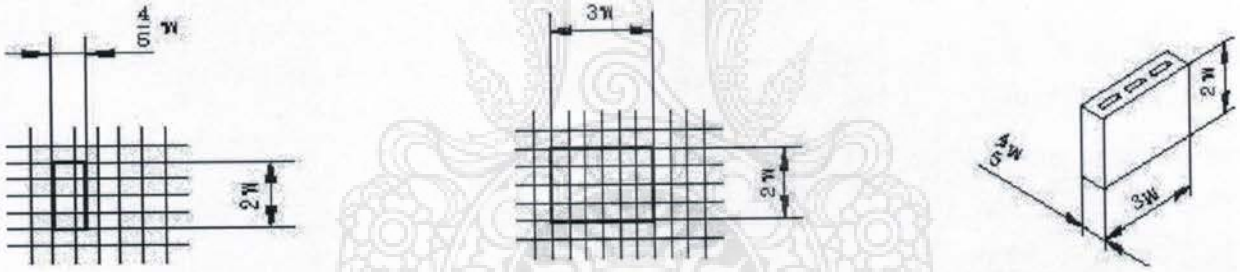
มิติพิกัด $1^{1}/_{2} \times 2 \times 2$

ขนาดที่ทำ 140 มิลลิเมตร ×× 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $2 \times 2 \times 2$

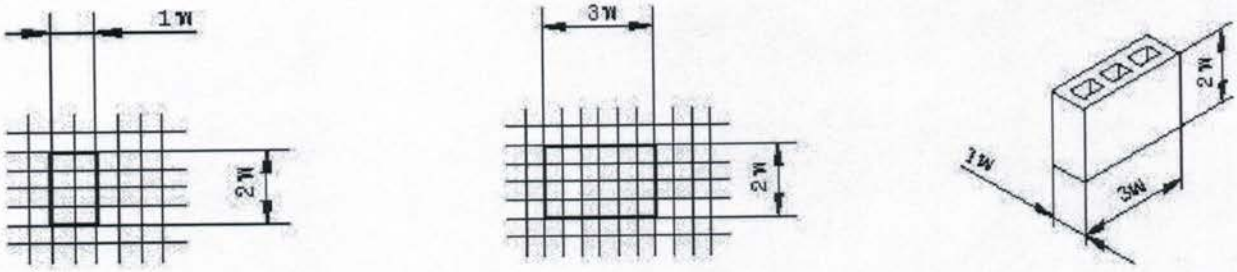
ขนาดที่ทำ 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $^{4}/_{5} \times 2 \times 3$

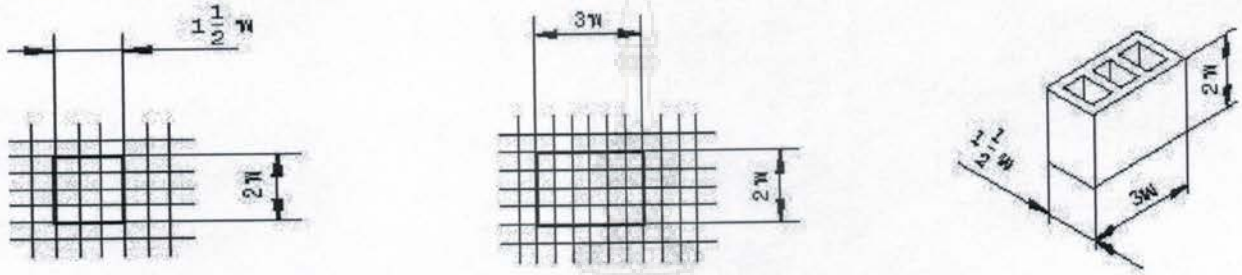
ขนาดที่ทำ 70 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 290 มิลลิเมตร

รูปที่ 1 ขนาดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (ต่อ)



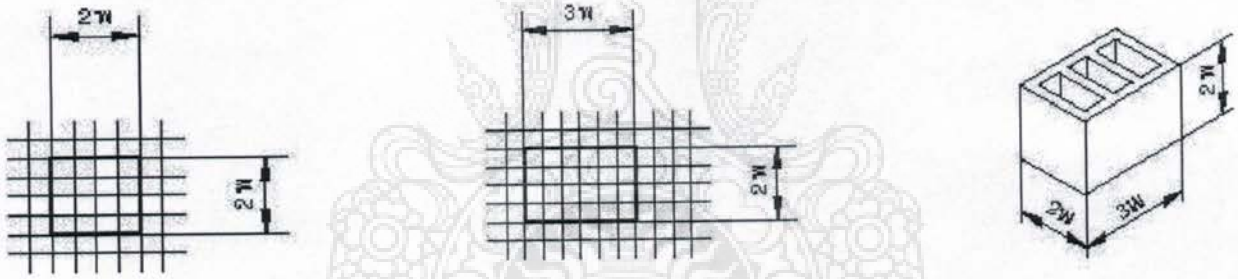
มิติพิกัด 1 × 2 × 3

ขนาดที่ทำ 90 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 290 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $1\ ^{1}/_{2} \times 2 \times 3$

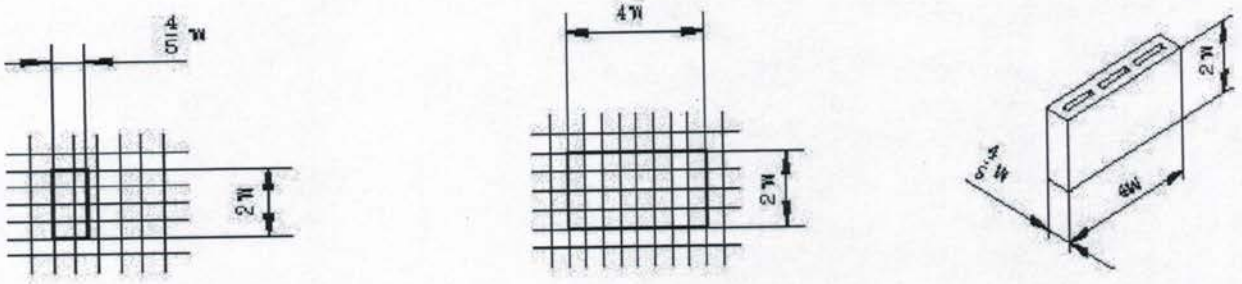
ขนาดที่ทำ 140 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 290 มิลลิเมตร



มิติพิกัด 2 × 2 × 3

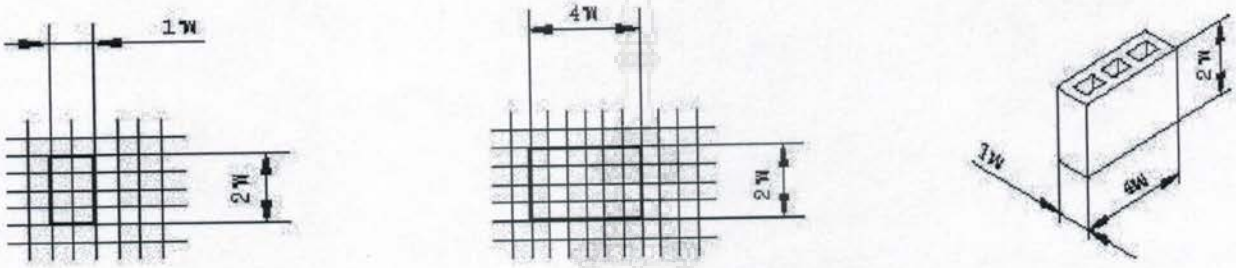
ขนาดที่ทำ 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 290 มิลลิเมตร

รูปที่ 1 ขนาดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (ต่อ)



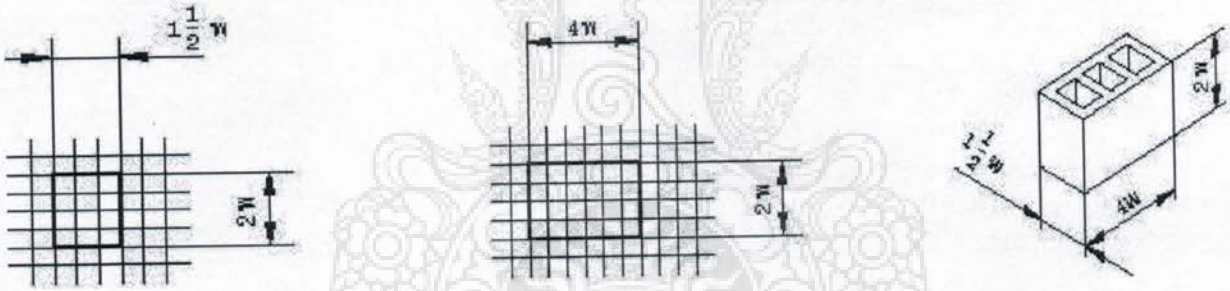
มิติพิกัด $^4/_5 \times 2 \times 4$

ขนาดที่ทำ 70 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 390 มิลลิเมตร



มิติพิกัด 1 × 2 × 4

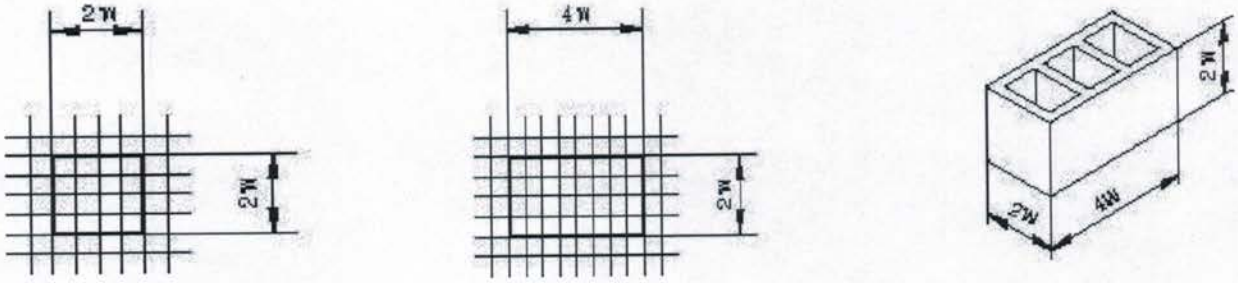
ขนาดที่ทำ 90 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 390 มิลลิเมตร



มิติพิกัด $1^1/_2 \times 2 \times 4$

ขนาดที่ทำ 140 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 390 มิลลิเมตร

รูปที่ 1 ขนาดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (ต่อ)



มิติพิกัด 2 × 2 × 4

ขนาดที่ทำ 190 มิลลิเมตร × 190 มิลลิเมตร × 390 มิลลิเมตร

รูปที่ 1 ขนาดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก (ต่อ)

ตารางที่ 1 ขนาดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

(ข้อ 4.2)

มิติพิกัด หนา × สูง × ยาว พ	ขนาดที่ทำ หนา × สูง × ยาว มิลลิเมตร × มิลลิเมตร × มิลลิเมตร
$^{4}/_{5} \times 2 \times 1^{1}/_{2}$	70 × 190 × 140
$1 \times 2 \times 1^{1}/_{2}$	90 × 190 × 140
$1^{1}/_{2} \times 2 \times 1^{1}/_{2}$	140 × 190 × 140
$2 \times 2 \times 1^{1}/_{2}$	190 × 190 × 140
$^{4}/_{5} \times 2 \times 2$	70 × 190 × 190
$1 \times 2 \times 2$	90 × 190 × 190
$1^{1}/_{2} \times 2 \times 2$	140 × 190 × 190
$2 \times 2 \times 2$	190 × 190 × 190
$^{4}/_{5} \times 2 \times 3$	70 × 190 × 290
$1 \times 2 \times 3$	90 × 190 × 290
$1^{1}/_{2} \times 2 \times 3$	140 × 190 × 290
$2 \times 2 \times 3$	190 × 190 × 290
$^{4}/_{5} \times 2 \times 4$	70 × 190 × 390
$1 \times 2 \times 4$	90 × 190 × 390
$1^{1}/_{2} \times 2 \times 4$	140 × 190 × 390
$2 \times 2 \times 4$	190 × 190 × 390

หมายเหตุ ขนาดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักที่กำหนดนี้ เป็นขนาดที่ออกแบบ เพื่อให้เป็นไปตามระบบการประสานทางพิกัดในการก่อสร้างอาคาร ซึ่งได้กำหนดหน่วยพิกัดมูลฐาน พ ให้เท่ากับ 100 มิลลิเมตร และกำหนดความหนาของปูนก่อในรอยต่อมาตรฐานเท่ากับ 10 มิลลิเมตร

5. วัสดุ

5.1 ปูนซีเมนต์ ให้ใช้อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

5.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ มาตรฐานเลขที่ มอก.15 เล่ม 1

5.1.2 ปูนซีเมนต์ผสม

ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ผสม มาตรฐานเลขที่ มอก.80

5.2 มวลผสมคอนกรีต

ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มวลผสมคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก.566 ยกเว้นเกณฑ์กำหนดการคัดขนาดมวลผสมคอนกรีต

5.3 ส่วนผสมอื่น ๆ

ตัวทำฟองอากาศ สี สารกันน้ำ ฯลฯ ที่นำมาใช้ ควรเป็นสารที่เหมาะสมสำหรับใช้กับคอนกรีต และควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

6.1.1 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักทุกก้อน ต้องแข็งแรง ปราศจากรอยแตกร้าว หรือส่วนเสียอื่นใดอันเป็นอุปสรรคต่อการก่อคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักอย่างถูกต้องหรือทำให้สิ่งก่อสร้างเสียกำลังหรือความคงทนถาวร รอยร้าวเล็กน้อยที่มักเกิดขึ้นในกรรมวิธีผลิตตามปกติหรือรอยปริเล็กน้อยเนื่องจากวิธีการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งอย่างธรรมดา จะต้องไม่เป็นสาเหตุอ้างในการไม่ยอมรับ

6.1.2 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ซึ่งต้องการฉาบปูนหรือแต่งปูนต้องมีผิวหน้าหยาบพอควรแก่การจับยึดของปูนฉาบหรือปูนแต่งได้อย่างดี

6.1.3 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก ซึ่งต้องการก่อแบบผิวเผย ด้านผิวเผยจะต้องไม่มีรอยบิ่น รอยร้าว หรือตำหนิอื่น ๆ ถ้าในการสั่งคราวหนึ่งมีก้อนซึ่งมีรอยบิ่นเล็กน้อยที่ยาวมากกว่า 25 มิลลิเมตร เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 5 จะต้องไม่ถือเป็นสาเหตุในการไม่ยอมรับ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 ความต้านแรงอัดของคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก

เมื่อส่งถึงที่ก่อสร้าง ทั้งค่าเฉลี่ยและค่าแต่ละก้อน ต้องเป็นไปตามตารางที่ 2

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก.109

ตารางที่ 2 ความต้านแรงอัด

(ข้อ 6.2)

ความต้านแรงอัด ต่ำสุด เมกะพลาสคัล (เฉลี่ยจากพื้นที่รวม)	
เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน
2.5	2.0

6.3 ปริมาณความชื้น (เฉพาะคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักประเภทควบคุมความชื้น) เมื่อส่งถึงที่ก่อสร้าง ต้องเป็นไปตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความชื้น (เฉพาะคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักประเภทควบคุมความชื้น)

(ข้อ 6.3)

การหดตัวทางยาว [1] ร้อยละ	ความชื้น สูงสุด ร้อยละของการดูดกลืนน้ำทั้งหมด (เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน)		
	ความชื้นสัมพัทธ์รายปีเฉลี่ย ร้อยละ [2]		
	น้อยกว่า 50	50 ถึง 75	มากกว่า 75
0.03 และน้อยกว่า	35	40	45
มากกว่า 0.03 ถึง 0.045	30	35	40
มากกว่า 0.045	25	30	35

หมายเหตุ [1] *ทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบการหดแห้งของคอนกรีตบล็อก (ในกรณีที่ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม ASTM C 426) และทดสอบก่อนกำหนดจำหน่าย ไม่เกิน 12 เดือน*

[2] *อาศัยสถิติตามประกาศของกรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับสถานีที่ใกล้แหล่งผลิตมากที่สุด*

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักทุกก้อน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษรหรือเครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ประเภท

(2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักประเภทและขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างเพื่อการทดสอบ ให้กระทำ ณ สถานที่ผลิต และต้องให้เวลาอย่างน้อย 10 วัน เพื่อทดสอบให้เสร็จ

8.3 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

8.3.1 การชักตัวอย่าง

ให้เป็นไปตาม มอก.109

8.3.2 เกณฑ์ตัดสิน

ในกรณีที่ทดสอบแล้วไม่ผ่าน อาจคัดบางส่วนออก แล้วเลือกชักตัวอย่างใหม่จากส่วนที่เหลือเพื่อทดสอบใหม่ ถ้าตัวอย่างใหม่จากชุดที่สองนี้ทดสอบแล้วไม่ผ่านอีก ให้ถือว่าคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักทั้งรุ่นไม่เป็นไปตามมาตรฐานนี้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวเบญจมาศ บัวหลวง

วัน เดือน ปีเกิด : 21 เมษายน 2536

ภูมิลำเนา : อำเภอ บางสะพาน จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา : จบจากโรงเรียนบางสะพาน ปี พ.ศ. 2548

ระดับมัธยมศึกษา : จบจากโรงเรียนอรุณวิทยา ปี พ.ศ. 2554

ระดับปริญญาตรี : ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในปี พ.ศ. 2555 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ : 17/1 หมู่ 2 ต.แม่รำพึง อ.บางสะพาน จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77140

เบอร์โทรศัพท์ : 080-2462582

ที่อยู่อิเล็กทรอนิกส์ : benjamad.buwlung@hotmail.com

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล : นางสาวจันท์ทิมา แสงเงิน

วัน เดือน ปีเกิด : 20 พฤศจิกายน 2536

ภูมิลำเนา : อำเภอ หาดใหญ่ จังหวัด สงขลา

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา : จบจากโรงเรียนเทศบาล 3 (วัดพุทธภูมิ) ปี พ.ศ. 2548

ระดับมัธยมศึกษา : จบจากโรงเรียนสตรียะลา ปี พ.ศ. 2554

ระดับปริญญาตรี : ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในปี พ.ศ. 2555 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ : 1391/319 หมู่ที่ 5 ต.ควนลัง อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

เบอร์โทรศัพท์ : 087-0621929

ที่อยู่อิเล็กทรอนิกส์ : mew_skay5949@hotmail.com

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล : นางสาววิจิตรา แสงสุวรรณ์

วัน เดือน ปีเกิด : 26 ธันวาคม 2536

ภูมิลำเนา : อำเภอ พนมสารคาม จังหวัด ฉะเชิงเทรา

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา : จบจากโรงเรียนดาราสมุทร ฉะเชิงเทรา ปี พ.ศ. 2548

ระดับมัธยมศึกษา : จบจากโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย ฉะเชิงเทรา ปี พ.ศ. 2554

ระดับปริญญาตรี : ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ในปี พ.ศ. 2555 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ : 42 หมู่ที่ 11 ต.เขาหินซ้อน อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา 24120

เบอร์โทรศัพท์ : 082-27143919

ที่อยู่อิเล็กทรอนิกส์ : Wichittra2612@hotmail.com