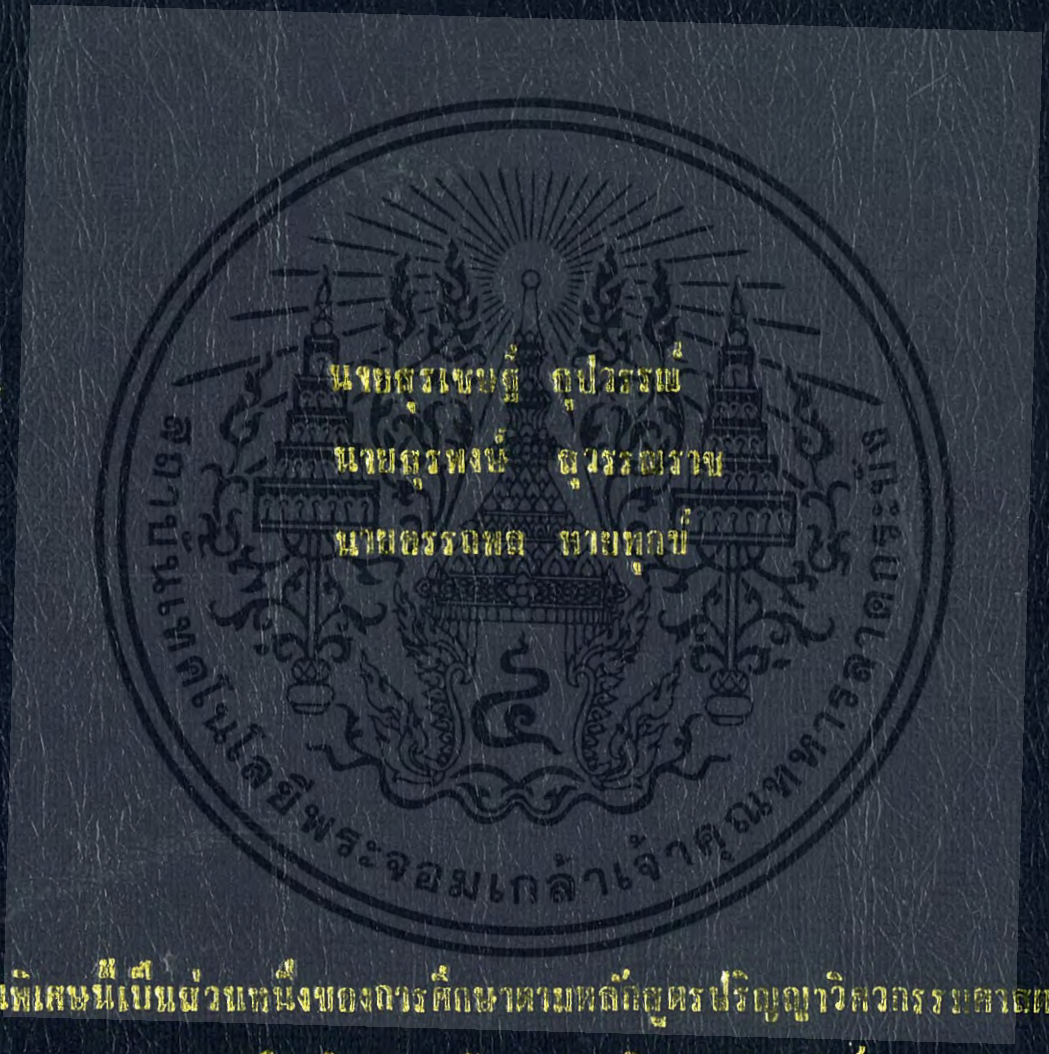
คอนกรีตมวลเบาผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน
CELLULAR LIGETWEIGHT CONCRETE MIXED PALM OIL FUEL ASH

นายธุรพนฐ์ ถุปวรรษ์
นายธุรพงษ์ ธุวรรธราช
นายธรรศพล ชายทุกข์



โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อิฐมวลเบาผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน

CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE MIXED PALM OIL FUEL ASH

นาย สุรเชษฐ์ อุปวรรณ์
นาย สุรพงษ์ สุวรรณราช
นาย อรรถพล หายทุกข์

วิทย.
ส 548ป
2556
b19295
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 135454
วัน,เดือน,ปี.....
.b 12665216
.i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE MIXED PALM OIL FUEL ASH

MR.SURACHET OUPPAWAN
MR.SURAPHONG SUWANNARACH
MR.ATTAPHON HUYTOOK

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMEMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTR OF THCHNOLOGY LADKRABANG
2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ	อิฐมวลเบาผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE MIXED PALM OIL FUEL ASH	
นักศึกษา	นาย สุรเชษฐ์ อุปวรรณ์	รหัสประจำตัว 53011775
	นาย สุรพงษ์ สุวรรณราช	รหัสประจำตัว 53011778
	นาย อรรถพล หายทุกข์	รหัสประจำตัว 53011890
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร	
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2556	

คณะกรรมการสอบหัวข้อโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
รศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร	
ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์	
ผศ.นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันที่ 25 มีนาคม 2557 เวลา 09.00 – 12.00 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร CCA ห้อง 301

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ สุพจน์ ศรีนิล)

ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ 31 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	อิฐมวลเบาผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน	
	CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE MIXED PALM OIL FUEL ASH	
นักศึกษา	นาย สุรเชษฐ์ อุปวรรณ์	รหัสประจำตัว 53011775
	นาย สุรพงษ์ สุวรรณราช	รหัสประจำตัว 53011778
	นาย อรรถพล หายทุกข์	รหัสประจำตัว 53011890
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร	
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2556	

บทคัดย่อ

ปัจจุบันอิฐมวลเบาได้ถูกนำมาใช้ในการก่อสร้างมากขึ้น เพื่อลดน้ำหนักบรรทุกของอาคาร อีกทั้งยังช่วยลดเวลาในการทำงานได้ เถ้าปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรเป็นวัสดุเหลือใช้ซึ่งยังไม่ได้มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นนอกจากการถมที่ จากการศึกษาพบว่าเถ้าปาล์มมีคุณสมบัติเป็นวัสดุปอซโซลาน สามารถใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ได้บางส่วน ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเถ้าปาล์มมาใช้ในส่วนผสมของอิฐมวลเบา เพื่อทดแทนปริมาณซีเมนต์บางส่วน เพื่อเป็นการลดต้นทุนของอิฐมวลเบา และเป็นการกำจัดวัสดุเหลือใช้จากปาล์มน้ำมัน โดยหาอัตราส่วนในการใช้เถ้าชีวมวล (เถ้าปาล์มน้ำมัน) แทนที่ปูนซีเมนต์เพื่อใช้ผลิตอิฐมวลเบาที่เหมาะสมตามมาตราฐาน มอก. 1505-2541 ด้วยระบบ Cellular Light Weight Concrete, CLC ซึ่งใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ โดยเถ้าปาล์มน้ำมันที่นำมาเป็นส่วนผสมได้จากการเผาเป็นเชื้อเพลิงในงานอุตสาหกรรมและนำมาบดให้มีความละเอียด แล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 275 ผ่าน 100% ใช้อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำต่อวัสดุประสาน(W/B) = 0.50, 0.70 และ 0.90 ตามลำดับ และใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยปริมาณ = 0%, 20%, 35% และ 50% ตามลำดับ ทดสอบวัสดุตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541 จากผลการทดสอบกำอัดพบว่าที่อายุคอนกรีต 14 วัน ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน(W/B) = 0.7 และใช้เถ้าปาล์มน้ำมัน = 35% เป็นอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด โดยมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยสูงสุด 26.32 กก./ตร.ซม. มีอัตราการดูดกลืนน้ำร้อยละ 27.09 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร 779.297 กก./ลบ.ม. การเปลี่ยนแปลงความยาวเมื่อเข้าสู่สมดุลน้อยกว่าร้อยละ 0.003 ใน 3 วัน ผ่านข้อกำหนด ตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TITLE	CELLULAR LIGHTWEIGHT CONCRETE MIXED PALM OIL FUEL ASH
NAME	Mr.SURACHET OUPPAWAN ID. 53011775
	Mr.SURAPHONG SUWANNARACH ID. 53011778
	Mr.ATTAPHON HUYTOOK ID. 53011890
ADVISOR	ASSOC.PROF.LAEMTHONG LAOKHONGTHAVORN
DEGREE	BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING
YEAR	2013

ABSTRACT

Currently Cellular Lightweight Concrete has been used a lot more in Construction to reduce the total weight of the structures and also to save the construction time. Palm seedash is a residual from agriculture procedure and has never use for other purposesthan landfill. According to the study, palm seedash consists of pozzolanic materials and can replace some of the cement. The purpose of this study is to find the feasibility of replacing cement with palm seedash to produce cellular lightweight concrete to reduce the cost and to eliminate the residual from palm seed ash. The study was done by finding the ratio of the amount of palm oil fuel ash replacing cement to produce the proper cellular light weight concrete. The palm seed ash from the fuel burning in industry has been used for this study and has to mash until it pass the sieve No. 275 for 100%. The ratio between water and binder (W/B) was 0.50, 0.70 and 0.90 and the cement replacement percentage of palm seed ash was 0%, 20%, 35% and 50%. Then samples were tested by the Thai Industrial Standards TIS 1505-2541. According to the result, the ratio of W/B 0.7 with the cement replacement percentage of palm seed ash at 35% is the most proper mixture. Its concrete compressive strength at 14 dayscurin is 26.32 kg/cm^2, the water absorption rate is 27.09% and the density is 779.297 kg/m^3. The strain rate is lower than 0.003 percent in 3 day which conforms with TIS 1505-2541.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้คงไม่สำเร็จได้หากไม่ได้รับความช่วยเหลือและร่วมมือจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึง เพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จเสร็จลงได้คือ รศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ที่ให้ความเอาใจใส่แนะนำและให้ความช่วยเหลือเสมอมา อีกทั้งนายมานิตย์ บุปผาชาติ, นายสมบัติ เนตรสว่าง และนายธีรเดช คำวิไล เจ้าหน้าที่วิจัยประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธาที่ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกตลอดมา บริษัท ไฮบริดเอ็นเนอร์จี จำกัดและบริษัท สหโรจน์เท็กไทล์1991 จำกัด ที่สนับสนุนวัตถุดิบ(เถ้าปาล์มน้ำมัน) ซึ่งต้องขอขอบพระคุณอย่างยิ่ง

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา ครูบาอาจารย์ อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณท่านไว้ ณ โอกาสนี้

นาย สุรเชษฐ์ อุปวรรณ์
นาย สุรพงษ์ สุวรรณราช
นาย อรรถพล หายทุกข์
คณะผู้จัดทำโครงงานพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
ปกใน	I
ปกในภาษาอังกฤษ	II
ใบรับรองโครงงานพิเศษ	III
บทคัดย่อภาษาไทย	IV
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	V
กิตติกรรมประกาศ	VI
สารบัญ	VII
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูป	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่ผ่านมา	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.3 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 ขั้นตอนการศึกษาและดำเนินงานวิจัย	12
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา	12
3.2 การเตรียมวัสดุ	17
3.3 วิธีการทดลอง	17
3.4 ขั้นตอนการทำก้อนตัวอย่าง	19
3.5 เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ	22
3.6 คุณลักษณะที่ต้องการ	26
บทที่ 4 ผลการทดลอง	27
4.1 ผลการทดสอบค่าความหนาแน่นแห้ง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

4.2 กำลังรับแรงอัด 28

4.3 อัตราการดูดกลืนน้ำ 37

4.4 อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว 41

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 42

5.1 สรุปผลการศึกษา 42

5.2 ข้อเสนอแนะ 42

ภาคผนวก 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

			หน้า
ตารางที่	2.1	องค์ประกอบเคมีของเถ้า	5
ตารางที่	2.2	ประเภทและคุณสมบัติของเถ้าลอย	6
ตารางที่	2.3	ชั้นคุณภาพและชนิดของคอนกรีตมวลเบา	8
ตารางที่	2.4	ความแตกต่างระหว่างอิฐมวลเบา G2 และ G4	9
ตารางที่	2.5	ขนาดคอนกรีตมวลเบา	10
ตารางที่	4.1	ความหนาแน่นของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5)	27
ตารางที่	4.2	ความหนาแน่นของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7)	27
ตารางที่	4.3	ความหนาแน่นของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9)	27
ตารางที่	4.4	ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 0%	28
ตารางที่	4.5	ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 20%	29
ตารางที่	4.6	ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 35%	29
ตารางที่	4.7	ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 50%	29
ตารางที่	4.8	ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 0%	31
ตารางที่	4.9	ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 20%	31
ตารางที่	4.10	ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 35%	31
ตารางที่	4.11	ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 50%	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

			หน้า
ตารางที่	4.12	ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 0%	33
ตารางที่	4.13	ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 20%	34
ตารางที่	4.14	ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 35%	34
ตารางที่	4.15	ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 50%	34
ตารางที่	4.16	อัตราการดูดกลืนน้ำของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5)	37
ตารางที่	4.17	อัตราการดูดกลืนน้ำของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7)	38
ตารางที่	4.18	อัตราการดูดกลืนน้ำของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9)	39
ตารางที่	4.19	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงเมื่อความยาวเข้าสู่สมดุล	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

			หน้า
รูปที่	2.1	ตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา	8
รูปที่	3.1	Los AngelesMachine	12
รูปที่	3.2	เครื่องทดสอบกำลังอัด	12
รูปที่	3.3	เครื่องผสมคอนกรีต	13
รูปที่	3.4	เครื่องมือวัด ชนิดละเอียด เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ Vernier Calipers	13
รูปที่	3.5	เครื่องชั่งน้ำหนัก	13
รูปที่	3.6	แบบหล่อคอนกรีตขนาด 10 x 10 x 10 เซนติเมตร	14
รูปที่	3.7	ตะแกรงมาตรฐาน	14
รูปที่	3.8	เครื่องฉีดสารเคมีพร้อมหัวฉีด	14
รูปที่	3.9	เครื่องปั๊มลม	15
รูปที่	3.10	ตู้อบ	15
รูปที่	3.11	ไฮโกรมิเตอร์แบบดิจิตอล	15
รูปที่	3.12	เครื่องวัดอัตราการหดตัว	16
รูปที่	3.13	เถ้าปาล์มน้ำมัน	16
รูปที่	3.14	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1	16
รูปที่	3.15	การหาความหนาแน่นของโฟมโปรตีน	17
รูปที่	3.16	การหาความหนาแน่นขณะที่วัสดุยังสดอยู่	18
รูปที่	3.17	ผสมปูน ทราย เถ้าปาล์มน้ำมัน และน้ำ	19
รูปที่	3.18	หาความหนาแน่นของโฟม	19
รูปที่	3.19	การฉีดโฟม	20
รูปที่	3.20	หาความหนาแน่นของส่วนผสมขณะที่สดอยู่	20
รูปที่	3.21	เทส่วนผสมลงแบบ 10 x 10 x 10 เซนติเมตร	21
รูปที่	3.22	เทส่วนผสมลงแบบขนาด 4 x 4 x 16 เซนติเมตร	21
รูปที่	3.23	ห่อลูกปูนตัวอย่างด้วยพลาสติก	21
รูปที่	3.24	ตำแหน่งวัดความกว้างและความยาว	22
รูปที่	3.25	ตำแหน่งวัดความหนา	22
รูปที่	3.26	การวัดความได้ฉาก	23
รูปที่	4.1	ความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นกับเปอร์เซ็นต์เถ้าที่ W/B = 0.5, 0.7 และ 0.9	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่	4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด ต่อ เปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ W/B = 0.5	30
รูปที่	4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น ต่อ เปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ที่ W/B = 0.5	30
รูปที่	4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด ต่อ เปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ W/B = 0.7	32
รูปที่	4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น ต่อ เปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ W/B = 0.7	33
รูปที่	4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น ต่อ เปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ W/B = 0.9	35
รูปที่	4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น ต่อ เปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ W/B = 0.9	35
รูปที่	4.8	เปรียบเทียบ ความสัมพันธ์ระหว่าง กำลังรับแรงอัด ต่อ เปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ W/B = 0.5, 0.7 และ 0.9	36
รูปที่	4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด ต่อ ความหนาแน่น	37
รูปที่	4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดกลืนน้ำกับเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน (W/B) = 0.5	38
รูปที่	4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดกลืนน้ำกับเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน (W/B) = 0.7	39
รูปที่	4.12	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดกลืนน้ำกับเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน (W/B) = 0.9	40
รูปที่	4.13	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดกลืนน้ำกับเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน (W/B) = 0.5, 0.7 และ 0.9	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันการก่อสร้างต้องการความรวดเร็ว สะดวกสบาย และมีต้นทุนต่ำ ซึ่งการก่อสร้างองค์อาคาร มีการใช้อิฐก่อเป็นจำนวนมาก โดยส่วนใหญ่จะเป็นอิฐมวลเบา เพื่อลดน้ำหนัก อีกทั้งยังใช้เวลาในการก่ออิฐน้อยกว่า หากสามารถลดต้นทุนในการผลิตอิฐมวลเบาลงได้ก็จะมีส่วนช่วยในการลดต้นทุนของงานก่อสร้างลงได้

จากการศึกษางานวิจัยเถ้าแกลบ - เปลือกไม้และเถ้าปาล์มน้ำมันในงานคอนกรีต ของ รศ.ดร.ชัย จาตุรพิทักษ์กุลและรศ.ดร.ไกรวุติ เกียรติโกมล (2549). เถ้าชีวมวลจัดอยู่ในกลุ่มของวัสดุปอซโซลาน ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยา กับ $Ca(OH)_2$ ที่เหลือจากปฏิกิริยา ไฮเดรชัน จะมีคุณสมบัติในการเชื่อมประสาน อีกทั้งเถ้าชีวมวลเป็นวัสดุที่เหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานไฟฟ้า จึงมีความคิดว่าหากนำเถ้าชีวมวลนำมาแทนที่ปริมาณซีเมนต์บางส่วนในปริมาณที่เหมาะสม จะทำให้ปริมาณต้นทุนในการผลิตอิฐมวลเบาต่ำลง ซึ่งส่งผลทำให้ ต้นทุนในการก่อสร้างต่ำลง และยังเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม มาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกทางหนึ่งด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนในการใช้เถ้าชีวมวล (เถ้าปาล์มน้ำมัน) แทนที่ปูนซีเมนต์โดยใช้ผลิตอิฐมวลเบาที่เหมาะสมตามมาตราฐาน มอก. 1505 - 2541

2) เพื่อนำวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

หาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของเถ้าชีวมวล เพื่อใช้ในการผลิตคอนกรีตมวลเบาว่ามีคุณสมบัติด้านต่างๆ เป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับคอนกรีตมวลเบาที่มีขายตามท้องตลาดโดยทั่วไป เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านต่างๆ เช่น น้ำหนักเฉลี่ยของวัสดุ การยืดหดตัว กำลังรับแรงอัดการดูดกลืนน้ำ ตามมาตรฐาน มอก. โดยปูนซีเมนต์ที่ใช้เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนซีเมนต์ประเภทที่ 1 เถ้าชีวมวลปาล์มน้ำมัน ซึ่งหาได้ในแถบภาคกลางหรือภาคใต้ของประเทศ ใช้มาตรฐานของอิฐมวลเบาตาม มอก. 1505-2541 มีความหนาแน่น 800-1200 กก./ลบ.ม. และค่ารับแรงอัด ไม่น้อยกว่า 50 กก./ตร.ซม. มีขนาดตามมาตรฐาน กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร และมีความหนา 10.0 เซนติเมตร ความละเอียดของเถ้า ชีวมวลที่จะใช้ผ่านตะแกรงเบอร์ 275

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบถึงขั้นตอนและกระบวนการผลิตของอิฐมวลเบาผสมเถ้าชีวมวล
2) ทราบถึงคุณสมบัติทั้งทางชีวภาพและทางกลของอิฐมวลเบาผสมเถ้าชีวมวล
3) ทราบถึงอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่จะใช้เถ้าชีวมวลมาทำอิฐมวลเบา
4) ลดภาวะโลกร้อนการกำจัดวัสดุเหลือใช้
5) ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ในเชิงพานิชได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่ผ่านมา

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้กล่าวถึงความเป็นมาของคอนกรีตมวลเบา ความหมายคอนกรีตมวลเบา ประเภทของคอนกรีตมวลเบา วัสดุปอซโซลาน ปฏิกิริยาปอซโลลาน องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุปอซโซลาน คุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบา ขนาดเกณฑ์คลาดเคลื่อน แรงตามแนวแกนและแรงเค้นตั้งฉาก ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การริเริ่มคิดค้นการผลิตคอนกรีตมวลเบา เกิดขึ้นจากแนวคิดที่ว่าด้วยการนำวัสดุที่มีอยู่มาพัฒนาให้เป็นวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ ที่มีความสามารถในการทำงานได้ดีกว่าเดิม เช่น มีความแข็งแกร่ง น้ำหนักเบา, ใช้งานง่ายและสะดวก AYLSWORTH ได้คิดค้นโดยการเพิ่มฟองอากาศในเนื้อวัสดุ ทำน้ำหนักเบาโดยใช้ผงโลหะ ในปี ค.ศ. 1881(พ.ศ. 2424) ประเทศสวีเดน MICHACLIS ได้คิดค้นวัสดุก่อสร้างชนิดแรกที่ใช้ก่อผนัง บ่มด้วยไอน้ำโดยมีส่วนผสม ของทรายกับปูนขาวเป็นวัตถุดิบหลักในปี ค.ศ. 1914(พ.ศ. 2457) ประเทศอังกฤษ (Metallic Powder) เป็นตัวทำปฏิกิริยาเคมีในปี ค.ศ. 1923 (พ.ศ. 2466) ประเทศอังกฤษ ERIKSSON ได้นำการพัฒนาโดยรวมวิธีการอบไอน้ำและเพิ่มฟองอากาศเข้าด้วยกันในเนื้อ วัสดุ ซึ่งเป็นผลทำให้ได้วัสดุก่อผนังที่มีความเบาและมีความแข็งแกร่งสูง ซึ่งดีกว่าอิฐก่อผนังชนิดอื่นในโลก การผลิตคอนกรีตมวลเบาได้ถือกำนิดเกิดขึ้นและมีการพัฒนามาจนถึง ปี 1929 (พ.ศ. 2472) ในปี ค.ศ. 1929(พ.ศ. 2472) ประเทศเยอรมัน ในช่วงสงครามโลกได้นำการพัฒนากระบวนการผลิตในรูปของเครื่องจักร ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อผลิตคอนกรีตมวลเบาสำหรับซ่อมแซมบ้านเรือน, อาคารสำนักงาน ในปี ค.ศ. 1995(พ.ศ. 2538) ประเทศไทยมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีการก่อสร้างเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะ ธุรกิจประเภทอสังหาริมทรัพย์ที่เป็นธุรกิจที่ทำกำไรให้กับ นักลงทุนเป็นอย่างมาก แต่ทว่างานก่อสร้างในเมืองไทยยังมีปัญหาด้านอิฐก่อผนังที่ยังมีวิธีการผลิตและควบคุมมาตรฐานที่ยังไม่ดีเพียงพอ ซึ่งผู้ประกอบการรายใหญ่ในขณะนั้นได้ค้นพบการแก้ปัญหาในงานก่อสร้างและลดความล่าช้าในการทำโครงการ สามารถส่งมอบโครงการได้ตรงตามกำหนดเวลา ด้วยการซื้อลิขสิทธิ์ การผลิตและเครื่องจักรจากประเทศเยอรมนีจาก 2 ผู้ผลิตชั้นนำของโลกคือ HEBLE YTONG และ WEHEAHAN โรงงานผลิตสินค้าออกสู่ตลาดในปี 2539-2540 ตามลำดับ ในปี ค.ศ. 2002(พ.ศ. 2545) ประเทศไทยมีความนิยมในตัวคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำอย่างมาก จนมีผู้คิดค้นวัสดุทดแทน (CLC) หรือเทียบเท่า แต่ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร รวมถึงมาตรฐานการผลิตที่ถูกต้อง และการแก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

คอนกรีตมวลเบา คือ คอนกรีตที่มีความหนาแน่นหรือหน่วยน้ำหนักน้อยกว่าคอนกรีตทั่วไปโดย คอนกรีตมวลเบาที่นิยมใช้สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทหลักๆ ดังนี้

2.2.1 คอนกรีตที่มีส่วนผสมของวัสดุที่มีน้ำหนักเบา (Lightweight Aggregate Concrete) ได้แก่การใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาทดแทนหินเพื่อลดน้ำหนักของคอนกรีตลง หินเบาจะมีลักษณะที่เป็นรูพรุนมีฟองอากาศอยู่ในตัวจำนวนมากจึงมีน้ำหนักเบา คอนกรีตมวลเบาที่ได้จากวิธีนี้จะมีน้ำหนักประมาณ 1000-1600 กก./ลบ.ม. แต่ก็มีผลเสีย คือมีราคาค่อนข้างแพงกว่าคอนกรีตธรรมดา ทำให้คอนกรีตมวลเบาประเภทนี้ไม่เป็นที่นิยม

2.2.2 คอนกรีตที่มีฟองอากาศ (Foam and Aerated Concrete) โดยทำให้เนื้อคอนกรีตพรุนด้วยการเพิ่มฟองอากาศในเนื้อคอนกรีตจากปฏิกิริยาเคมี เป็นวิธีที่ต้องอาศัยเครื่องมือ, อุปกรณ์และกรรมวิธีทางเคมี ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น 2 ชนิดดังนี้

1) วิธีการทำคอนกรีตภายใต้แรงดันสูงและอบไอน้ำ (Autoclaved Aerated Concrete) หรือ AAC. ซึ่งแบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้เป็น 2 ประเภท

- ประเภทที่ 1 Lime Base ใช้ปูนขาวซึ่งควบคุมคุณภาพได้ยาก มาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต คุณภาพคอนกรีตที่ได้ไม่ค่อยสม่ำเสมอ มีการดูดกลืนน้ำมากกว่า

- ประเภทที่ 2 Cement Base ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต เป็นระบบที่นอกจากจะช่วยให้คอนกรีตมีคุณภาพได้มาตรฐานสม่ำเสมอแล้วยังช่วยให้เกิดการตกผลึก (Calcium Silicate) ในเนื้อคอนกรีตให้คอนกรีตมีความแข็งแกร่ง ทนทาน กว่าการผลิตในระบบอื่นมาก โดยส่วนผสมประกอบด้วย ปูนปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1 ปูนขาว (Lime) ทราย ยิบซั่มและสารผสมเพิ่มเพื่อการขยายตัว (Expansion Agent) โดยทั่วไปใช้ผงอลูมิเนียมในปริมาณ 0.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ปฏิกิริยาเคมีของผงอลูมิเนียมกับด่างจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ก่อให้เกิดฟองก๊าซไฮโดรเจนในขณะที่มอร์ต้าร์ยังสด หรือใช้ผงสังกะสีหรืออลูมิเนียมอัลลอย ส่วนผสมจะขยายตัวฟูขึ้น ภายหลังการก่อตัวเริ่มต้น จึงนำคอนกรีตไปบ่มภายใต้ไอน้ำแรงดันสูง (High-Pressured-Steam) ที่เรียกว่า “ออโตเคลฟ” (Autoclave) อุณหภูมิ 180 องศา ถึง 210 องศาเซลเซียสเพื่อเร่งการแข็งตัวก่อนนำไปใช้งาน

2) วิธีการทำในสภาวะแวดล้อมและความดันบรรยากาศทั่วไป (Cellular Light Weight Concrete) หรือมีชื่อย่อ ว่า CLC. เป็นกระบวนการลดแรงตึงผิว (Surfactant) โดยทั่วไปนิยมใช้โปรตีนจากสัตว์ซึ่งผ่านกระบวนการย่อยสลายทางเคมี (Protein Hydrolyzed) เป็นพื้นฐาน หรือได้จากสารสังเคราะห์อื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่ากัน ผลิตโดยใช้ส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย น้ำ และผสมฟองอากาศที่เป็นเม็ดกลมขนาดเล็กมาก ซึ่งมีเสถียรภาพสูงจนคอนกรีตหรือมอร์ต้าก่อตัวจนแข็งโดยฟองอากาศไม่แตกอาจใช้สารลดน้ำ หรือ สารหน่วง หรือ สารเร่งการแข็งตัว เพื่อความเหมาะสมตามสภาวะการใช้งาน หรือ ตามที่วิศวกรหรือผู้เชี่ยวชาญออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุปอซโซลานคือวัสดุที่มีซิลิกา หรือซิลิกาและอลูมินาเป็นองค์ประกอบหลัก โดยทั่วไปแล้ววัสดุปอซโซลานจะไม่มีคุณสมบัติเชื่อมประสาน แต่ถ้าวัสดุปอซโซลานมีความละเอียดมากและมีความชื้นที่เพียงพอ จะสามารถทำปฏิกิริยากับแคลเซียมออกไซด์ที่อุณหภูมิปกติทำให้ได้สารประกอบที่มีคุณสมบัติเชื่อมประสาน

ปฏิกิริยาปอซโซลานของเถ้าลอยเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในคอนกรีตที่มีเถ้าลอยเป็นส่วนผสมจะมีปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (Hydration) ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และน้ำทำให้ได้สารประกอบแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต ($3CaO.2SiO_2.3H_2O$) แคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต ($3CaO.2Al_2O_3.3H_2O$) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) หลังจากนั้นสารปอซโซลานในที่นี้คือเถ้าลอยซึ่งมีส่วนผสมของซิลิกาออกไซด์และอลูมินาออกไซด์ลงในส่วนผสมของคอนกรีตจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่เหลือจากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์เกิดปฏิกิริยา Pozzolanic ได้สารแคลเซียมซิลิเกต ($2CaO.SiO_2$) และไตรแคลเซียมซิลิเกต ($3CaO.SiO_2$) เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะได้ผลิตผลเช่นเดียวกับปฏิกิริยาไอเดรชั่นของซีเมนต์แต่ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นในคอนกรีตที่มีเถ้าลอยเป็นส่วนผสมที่เกิดขึ้นจะช้ากว่า ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของซีเมนต์ ปฏิกิริยาระหว่าง $Ca(OH)_2$ กับเถ้าลอย (Pozzolanic reaction)

$$3Ca(OH)_2+2SiO_2 \longrightarrow 3CaO.2SiO_2.3H_2O \qquad (2.1)$$

$$3Ca(OH)_2+2Al2O_3 \longrightarrow 3CaO.2Al2O_3.3H_2O \qquad (2.2)$$

อย่างไรก็ตามกลไกการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นจะซับซ้อนกว่าที่นำสารปอซโซลานทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์โดยตรง มีรายงานว่าเถ้าลอยจะหน่วงปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของไตรแคลเซียมอลูมิเนตซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในช่วงแรกแต่จะหน่วงแค่ไหนขึ้นอยู่กับปริมาณซัลเฟตปริมาณอัลคาไลน์ และปริมาณแคลเซียมในเถ้าลอย

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้า

Chemical Composition	เถ้าแกลบ	เถ้าแกลบ-เปลือกไม้	เถ้าปาล์มน้ำมัน	
	(%)	(%)	จ.ชุมพร	จ.กระบี่
Silicon Dioxide (SiO_2)	91.6	74.8	57.7	65.3
Aluminium Oxide (Al_2O_3)	0.4	0.2	4.5	2.5
Iron Oxide (Fe_2O_3)	0.6	0.8	3.3	1.9
Calcium Oxide (CaO)	0.8	5.9	6.5	6.4
Magnesium Oxide (MgO)	0.2	0.5	4.2	3.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้า (ต่อ)

Chemical Composition	เถ้าแกลบ (%)	เถ้าแกลบ-เปลือกไม้ (%)	เถ้าปาล์มน้ำมัน	
			จ.ชุมพร	จ.กระบี่
Sodium Oxide (Na_2O)	-	0.1	0.5	0.3
Potassium Oxide (K_2O)	3.0	2.0	8.2	5.7
Sulfur Trioxide (SO_3)	2.2	0.4	0.2	0.4
Loss On Ignition (LOI)	3.4	11.2	10.5	10.0

ที่มา : เถ้าชานอ้อยและเถ้าปาล์มน้ำมัน (อรรคเดช ฤกษ์พิบูลย์)

ตารางที่ 2.2 ประเภทและคุณลักษณะของเถ้าลอย

Chemical		F	C	N
$SiO_2 + Al2O_3 + Fe_2O_3$	min %	70	50	70
Sulfur trioxide (SO_3)	max %	5	5	4
Moisture Content	max %	3	3	3
Loss on ignition (LOI)	max %	6	6	10
Physical				
Finess : Amount retained when wet-sieved on 45 μm (No. 325)	max %	34	34	34
Strength activity index:				
With Portland cement, at 7 days	min %	75	75	75
With Portland cement, at 28 days	min %	75	75	75
Water requirement	max %	105	105	115
Soundness : Autoclave expansion or contraction	max %	0.8	0.8	0.8
Uniformity requirements:				
Density Max. Var.	max %	5	5	5
Percent retained on 45 mm (No. 325)	max %	5	5	5

ที่มา : ASTM C618-12

องค์ประกอบทางเคมีของเถ้าปาล์มน้ำมันตรงกับข้อกำหนดวัสดุปอซโซลาน Class N แม้ว่าเถ้าปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุปอซโซลานสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบามีดังต่อไปนี้

1) คุณสมบัติทางกายภาพ คอนกรีตมวลเบา หนา 10 เซนติเมตร เมื่อรวมน้ำหนักวัสดุรวมปูนฉาบจะหนัก 120 กิโลกรัม ในขณะที่อิฐมอญก่อ 2 ชั้น (เว้นช่องว่างตรงกลาง) จะหนัก 180 กิโลกรัม ซึ่งน้ำหนักของการก่ออิฐมอญจะมากกว่าทำให้ต้องเตรียมโครงสร้างเผื่อการรับน้ำหนักในส่วนนี้ด้วย ทำให้ต้นทุนโครงสร้างเพิ่มขึ้น

2) การกันความร้อนหากเป็นกรณีปกติ “คอนกรีตมวลเบา” จะมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำกว่าอิฐมอญประมาณ 8-11 เท่า แต่การก่อผนังภายนอกจะต้องมีความหนา 10 เซนติเมตร และผนังภายในหนา 7 เซนติเมตร ขึ้นไป จึงจะสามารถกันความร้อนได้ดี

3) การกันเสียงคอนกรีตมวลเบาจะกันเสียงได้ดีกว่าอิฐมอญประมาณ 20% ลดการสะท้อนของเสียงได้ดีกว่าเนื่องจากโครงสร้างของอิฐมวลเบามีฟองอากาศเป็นจำนวนมากอยู่ภายในทำให้ดูดซับเสียงได้ดี จึงเหมาะสำหรับห้องหรืออาคารที่ต้องการความเงียบ เช่น โรงภาพยนตร์หรือห้องประชุม

4) การกันไฟคอนกรีตมวลเบา ทนไฟที่ 1,100 องศาเซลเซียส ได้นานกว่า 4 ชั่วโมงซึ่งนานกว่าอิฐมอญ 2-4 เท่า ทำให้จะช่วยจำกัดความเสียหายในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ได้

5) น้ำหนักเบาและรับแรงกดได้ดีน้ำหนักเบากว่าอิฐมอญ 2-3 เท่าและเบากว่าคอนกรีต 4-5 เท่า ส่งผลให้ประหยัดค่าก่อสร้างโครงสร้างอาคาร และเสาเข็มลงได้อย่างมาก แต่อาคารยังคงมีความแข็งแรงเท่าเดิมจากโครงสร้างของคอนกรีตมวลเบาที่ประกอบไปด้วยฟองอากาศจำนวนมากทำให้มีน้ำหนักเบาและสามารถรับแรงกดได้ดี ซึ่งจากคุณสมบัติข้อนี้ทำให้ผู้ใช้สามารถประหยัดต้นทุนในการก่อสร้างได้มาก ยกตัวอย่างเช่น ไม่ต้องลงเสาเข็มลึกมากเนื่องจากโครงสร้างเบาและสามารถก่อสร้างโดยใช้โครงสร้างที่เล็กลง ทำให้ประหยัดการใช้เหล็กและมีพื้นที่ใช้สอยภายในมากขึ้น

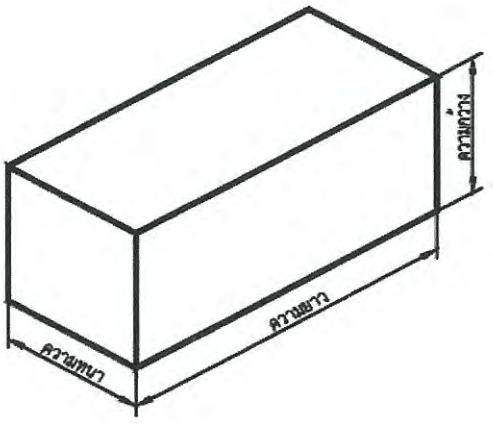
6) ประหยัดพลังงานเนื่องจากสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าอิฐมอญแล้วยังใช้เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดเล็กลงได้ ช่วยประหยัดค่าไฟได้มาก กันความร้อนได้ดีกว่าอิฐมอญถึง 4-8 เท่า จึงช่วยลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอก สู่ภายในอาคารได้เป็นอย่างดี ช่วยลดค่าไฟฟ้าได้ถึง 30%

7) ใช้งานง่าย และรวดเร็ว เนื่องจากการผลิตที่ได้มาตรฐานทำให้สินค้าที่ออกมาเท่ากันทุกก้อน ทำให้การก่อสร้างโดยใช้คอนกรีตมวลเบาจะใช้เวลาในการก่อและเกิดการสูญเสียน้อยกว่าโดยเฉลี่ยแล้วภายใน 1 วัน การก่อผนังโดยใช้คอนกรีตมวลเบาจะได้พื้นที่ 25 ตารางเมตร สามารถตัด แต่ง เลื่อย ไส เจาะ ฝังท่อระบบได้โดยใช้เครื่องมือเฉพาะที่ใช้งานง่าย และหาซื้อได้ทั่วไป

8) มิติเที่ยงตรง ขนาดมิติเที่ยงตรง แน่นอน ได้ชิ้นงานที่เรียบ สวยงาม มีหลายขนาดให้เลือก ประหยัดวัสดุ และ แรงงานในการก่อ ฉาบ

9) อายุการใช้งานยาวนาน เท่าโครงสร้างคอนกรีต (50 ปี) เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้แก่ ปูนซีเมนต์ ทราย ปูนขาว ยิปซั่ม สารกระจายฟองอากาศ จึงมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า อิฐมอญซึ่งส่วนผสมส่วนใหญ่ คือ ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา

ชั้นคุณภาพและชนิด

คอนกรีตมวลเบาแบ่งตามกำลังรับแรงอัดออกเป็น 4 ชั้นคุณภาพ และแบ่งตามความหนาแน่นเชิงปริมาตรออกเป็น 7 ชั้นคุณภาพโดยชั้นคุณภาพและชนิดของคอนกรีตมวลเบามีความสัมพันธ์กันตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ชั้นคุณภาพและชนิดของคอนกรีตมวลเบา

ชั้นคุณภาพ	กำลังรับแรงอัด(นิวตันต่อตารางมิลิเมตร)		ชนิด	ความหนาแน่นเชิงปริมาตรเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร)
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด		
2	2.5	2.0	0.4	0.31 ถึง 0.41
			0.5	0.41 ถึง 0.50
4	5.0	4.0	0.6	0.51 ถึง 0.60
			0.7	0.61 ถึง 0.70
			0.8	0.71 ถึง 0.80
6	7.5	6.0	0.7	0.61 ถึง 0.70
			0.8	0.71 ถึง 0.80
8	10.0	8.0	0.8	0.71 ถึง 0.80
			0.9	0.81 ถึง 0.90
			1.0	0.91 ถึง 1.00

ที่มา : มอก. 1505-2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ความแตกต่างระหว่างอิฐมวลเบา G2 และ G4

คุณสมบัติ	Class 2 (G2)	Class 4 (G4)
ความหนาแน่นแห้ง (Dry Density) (kg/m^3)	500	700
น้ำหนักผนังความหนา 7.5 ซม.(ไม่รวมฉาบ) น้ำหนักผนังความหนา 7.5 ซม.(รวมฉาบ)	45 90	60 105
ค่ากำลังรับแรงอัด (Compressive Strength) (ksc.)	มากกว่า 30	มากกว่า 45
อัตราการกันไฟ (Fire Rating) มีความหนา 10 ซม.(ชั่วโมง)	4	4
อัตราการกันเสียง (STC Rating) (dB)	42	43
อัตราการดูดกลืนน้ำ (Water Absorption) (%)	35	38
ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity) (W/ mK)	0.124	0.178

ความหนาแน่นแห้ง (Dry Density) อิฐมวลเบาชั้นคุณภาพ G2 เบากว่า G4 ราว 40% เพราะมีฉนวนฟองอากาศมากกว่า ทำให้น้ำหนักของผนังอิฐมวลเบาชั้นคุณภาพ G2 จะมีน้ำหนักน้อยกว่า G4 จึงทำให้ประหยัดโครงสร้างอาคารได้มากกว่า

ค่ากำลังรับแรงอัด (Compressive Strength) อิฐมวลเบาชั้นคุณภาพ G4 จะมีความแข็งแรงกว่าชั้น G2 ราว 30% แต่อิฐมวลเบาชั้นคุณภาพ G2 ซึ่ง G2 ผ่าน มอก. 1505-2541 ซึ่ง แข็งแรงมากเกินพอ ในการก่อสร้างอาคารทั่วไป

อัตราการกันไฟ (Fire Rating) มีความหนา 10 ซม.(ชั่วโมง) และอัตราการกันเสียง (STC Rating)(dB) อิฐมวลเบาชั้นคุณภาพ G2 และ G4 ทนไฟได้ไม่แตกต่างกัน

อัตราการดูดกลืนน้ำ (Water Absorption)(%) อิฐมวลเบาชั้นคุณภาพ G2 จะดูดกลืนน้ำน้อยกว่า G4 เพราะมีฉนวนฟองอากาศมากกว่า

ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

ขนาดของคอนกรีตมวลเบาที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานนี้ ออกแบบเพื่อให้เป็นไปตามระบบการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร ซึ่งได้กำหนดหน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) ให้เท่ากับ 100 มิลิเมตร ขนาดของคอนกรีตมวลเบาเป็นไปตามตารางที่ 2.5 โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน $\pm$ 2 มิลลิเมตร ในกรณีทีร่องและลิ้นให้เพิ่มได้อีกมิติละ 9 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ขนาดคอนกรีตมวลเบา

ความกว้าง (มม.)	ความยาว (มม.)	ความหนา (มม.)
200	600	75
300		90
400		100
		125
		150
		175
		200
		250

ที่มา : มอก. 1505-2541

2.3 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุรพันธ์ สุคันธปรีย์ (2545) ศึกษาอิฐคอนกรีตที่มีเถ้าแกลบ-เปลือกไม้และเถ้าปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสมโดยใช้เถ้าปาล์มน้ำมันนำมาบดจนค้างบนตะแกรงเบอร์ 325 ร้อยละ 0 ถึง 5 และร้อยละ 25 ถึง 30 นำไปแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ร้อยละ 10, 20 และ 30 ผลการทดสอบพบว่ากำลังอัดของมอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันก่อนบดมีกำลังอัดที่ไม่สูงมากนักเพราะมีขนาดอนุภาคที่ใหญ่ และมีรูพรุนสูง จึงไม่เหมาะที่จะนำมาเป็นวัสดุปอซโซลาน ส่วนมอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่บดจนละเอียดค้างบนตะแกรงเบอร์ 325 ร้อยละ 29.2 และ 4.3 พบว่ามีกำลังอัดที่อายุ 7 และ 28 วันสูงกว่าร้อยละ 75 ของมอร์ต้าร์มาตรฐานและมีแนวโน้มของกำลังอัดสูงขึ้นเรื่อยๆ

ชัย จาตุรพิทักษ์กุล และ ไกรวุฒิ เกียรติโกมล (2549) ศึกษาเถ้าแกลบ-เปลือกไม้ และเถ้าปาล์มน้ำมันในงานคอนกรีตพบว่า เถ้าแกลบ-เปลือกไม้และเถ้าปาล์มน้ำมันจัดเป็นวัสดุปอซโซลาน Class N เถ้าปาล์มสามารถทำให้มอร์ต้าร์มีกำลังอัดสูงขึ้นและมีค่าสูงเทียบเท่ากับมอร์ต้าร์มาตรฐานที่อายุ 90 วันขึ้นไป เมื่อใช้แทนปูนซีเมนต์ไม่เกินร้อยละ 10 และ 20 สำหรับเถ้าปาล์มน้ำมันบดละเอียดและบดละเอียดมาก ตามลำดับ และมีค่ากำลังอัดสูงกว่าคอนกรีตควบคุมที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนประเภทที่ 1 ตั้งแต่อายุ 7 วันขึ้นไป โดยการบดละเอียดปานกลาง(ค้างตะแกรงเบอร์ 325 ร้อยละ15-20 บดละเอียดมาก (ค้างตะแกรงเบอร์ 325 ไม่เกินร้อยละ5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฤษณะ เจริญคลัง และมานูญ บุญมา (2548) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากขี้เถ้าลอยสำหรับผลิตอิฐมวลเบาพบว่าอัตราส่วนเถ้าลอยของทั้งถ่านหินและแกลบที่ร้อยละ 12.5 โดยน้ำหนักจะให้ความแข็งแรงที่สูงสุด โดยอิฐมวลเบาที่ผสมเถ้าลอยถ่านหินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 150 ไมโครเมตร จะให้ค่าความแข็งแรงที่ 81 กก./ตร.ซม. ในขณะที่อิฐมวลเบาที่ผสมเถ้าลอยถ่านหินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150-300 ไมโครเมตร และเถ้าลอยแกลบ จะให้ความแข็งแรงที่ 50 และ 31 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ อิฐที่ผสมเถ้ามีค่าลดลงตามอัตราส่วนเถ้าลอยที่เพิ่มขึ้น และอิฐที่ผสมเถ้าลอยแกลบจะให้ค่าการนำความร้อนต่ำกว่าเถ้าลอยถ่านหิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการศึกษาและดำเนินงานวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่สำคัญที่ใช้ในกรวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1) เครื่องบด (Los AngelesMachine) เครื่องทดสอบหาความสึกกร่อน มีลักษณะเป็นทรงกระบอกเหล็กปิดหัวและท้าย ทรงกระบอกเหล็กจะยึดติดอยู่กับเพลาที่สามารถหมุนรอบแกนในแนวราบได้โดยมีช่องสำหรับใส่วัสดุพร้อมฝาเหล็กซึ่งเมื่อปิดฝาแล้วต้องมีลักษณะผิวด้านในเหมือนกับผิวของทรงกระบอกและเสมอกันและไม่ทำให้ลูกบดเหล็กทรงกลม (Abrasive Charge) สะดุดเวลากลิ้งผ่านรอยต่อโดยจะนำเครื่อง Los AngelesMachine มาใช้ในการบดเถ้าปาล์มน้ำมัน

รูปที่ 3.1 Los AngelesMachine

2) เครื่องทดสอบกำลังอัดขนาดแรงกดของเครื่องทดสอบมีขนาด 2000 กิโลนิวตัน ใช้สำหรับทดสอบความแข็งแรงของตัวอย่างลูกปูน (Compressive strength)

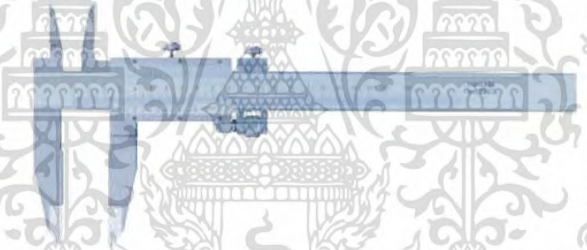
รูปที่ 3.2 เครื่องทดสอบกำลังอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เครื่องผสมคอนกรีต (เครื่องโม่ปูน) ซึ่งเป็นเครื่องผสมปูนขนาดเล็กสามารถทำการเคลื่อนย้ายได้โดยใช้ล้อ ใช้สำหรับผสมส่วนผสมในการทดสอบให้เข้ากัน ใช้มอเตอร์ขนาด 3 กิโลวัตต์

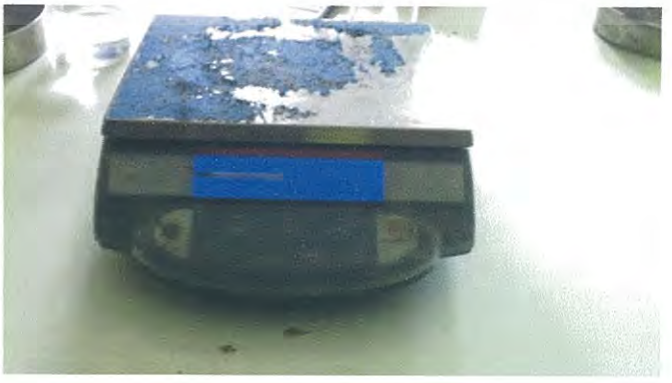
รูปที่ 3.3 เครื่องผสมคอนกรีต

4) เครื่องมือวัด ชนิดละเอียด (เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ Vernier Calipers) เป็นเครื่องวัดความยาวอย่างละเอียดที่ใช้หลักของเวอร์เนียร์สเกล โดยการแบ่งสเกลตามแนวยาวคล้ายไม้บรรทัด



รูปที่ 3.4 เครื่องมือวัด ชนิดละเอียด เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ Vernier Calipers

5) เครื่องชั่งน้ำหนัก เป็นเครื่องชั่งที่มีความละเอียดในหน่วย กรัม เพื่อวัดค่าน้ำหนักในการทดสอบ



รูปที่ 3.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) แบบหล่อคอนกรีตขนาด 10×10×10 เซนติเมตร ลักษณะลูกบาศก์มีขนาด 10×10×10 เซนติเมตร ซึ่งสามารถถอด-ประกอบโดยการขันน็อต ใช้สำหรับหล่อส่วนผสมของก้อนตัวอย่างอิฐมวลเบาผสมเถ้าลอยถ่านหิน และนำไปทดสอบค่าความแข็งแรง

รูปที่ 3.6 แบบหล่อคอนกรีตขนาด 10×10×10 เซนติเมตร

7) ตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 275 (ขนาดช่องว่าง 53 ไมโครเมตร) โดยตะแกรงช่องผ่านเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีขนาดช่องผ่าน 53 ไมโครเมตร พร้อมเครื่องมือเขย่าตะแกรง โดยตัวตะแกรงจะต้องสามารถป้องกันไม่ให้ตัวอย่างมวลรวมที่ทดสอบสูญหายจากตะแกรง

รูปที่ 3.7 ตะแกรงมาตรฐาน

8) เครื่องฉีดสารเคมีพร้อมหัวฉีดจะใช้สำหรับฉีดสารเคมีซึ่งมีลักษณะคล้ายโฟม เพื่อให้เป็นส่วนผสมหนึ่งของการผลิตอิฐมวลเบา ซึ่งจะใช้แรงดันในระบบที่ 5.5-7 บาร์

รูปที่3.8 เครื่องฉีดสารเคมีพร้อมหัวฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) เครื่องปั๊มลม ใช้ปั๊มลมจ่ายให้กับเครื่องฉีดสารเคมีพร้อมหัวฉีด เพื่อปั๊มเก็บลมไว้ในถังอัดความดัน

รูปที่ 3.9 เครื่องปั๊มลม

10) ตู้อบ ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 105 องศาเซลเซียส ±5 องศาเซลเซียส

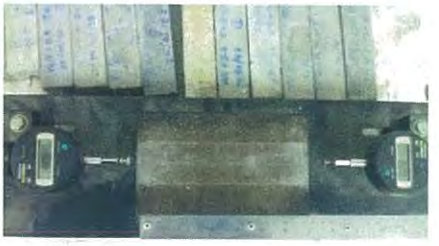
รูปที่ 3.10 ตู้อบ

11) ไฮโกรมิเตอร์แบบดิจิตอลเป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับวัดความชื้นอากาศ

รูปที่ 3.11 ไฮโกรมิเตอร์แบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12) เครื่องวัดอัตราการหดตัว (Autogeneous Shrinkage) ติดตั้ง Gauge plug 2 ตัวที่ด้านหัวและด้านท้าย ของตัวอย่างเพื่อใช้เป็นจุดในการวัดความยืดหดตัว



รูปที่ 3.12 เครื่องวัดอัตราการหดตัว

3.1.2 วัสดุและส่วนผสมในการทำอิฐมวลเบา

1) เถ้าปาล์มน้ำมัน (ร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 275) ได้จากการเผาไหม้เพื่อนำความร้อนไปใช้ที่ Boiler

รูปที่ 3.13 เถ้าปาล์มน้ำมัน

2) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1

รูปที่ 3.14 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3) ทรายละเอียด (ตามมาตรฐานร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 30 ค้างเบอร์ 100)

4) โฟมโปรตีน เคมี

5) น้ำประปา

3.2 การเตรียมวัสดุ

3.2.1 การเตรียมตัวอย่างเถ้าปาล์มน้ำมันเถ้าปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยนำกากปาล์มที่เหลือจากกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มมาเผาเป็นเชื้อเพลิงให้เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 800-1000 องศาเซลเซียส นำเถ้าปาล์มน้ำมันที่ได้จากโรงงานมาร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 30 เพื่อแยกสิ่งเจือปนที่มีอนุภาคใหญ่เนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ออก จากนั้นนำเถ้าปาล์มน้ำมันที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 30 มาบดให้มีอนุภาคที่ละเอียด ผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 275

3.2.2 การเตรียมตัวอย่างทรายนำทรายแม่น้ำมาร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 30 และค้างบนตะแกรงเบอร์ 100 และทำให้ทรายอยู่ในสภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การหาความหนาแน่นของโฟมโปรตีนโฟมที่ใช้ต้องมีความหนาแน่น 40-60 กก./ลบ.ม. ซึ่งทำให้อนุภาคของฟองอากาศมีขนาดที่พอดีเมื่อผสมกับปูนซีเมนต์ หาความหนาแน่นโดยการใช้แก้วที่รู้ปริมาตรที่แน่นอนและชั่งน้ำหนักแก้วเปล่าไว้ จากนั้นฉีดโฟมตัวอย่างเข้าไปในแก้วจนเต็มพอดี ใช้ไม้ที่มีความเรียบตรงปาดที่ปากแก้ว แล้วนำแก้วมาชั่งหาน้ำหนัก เมื่อได้น้ำหนักแก้วที่มีโฟมบรรจุอยู่เต็ม นำค่าที่ได้มาใช้สูตรคำนวณ

$$D = \frac{\left(\text{น้ำหนักแก้วบรรจุโฟม} - \text{น้ำหนักแก้วเปล่า}\right) \text{กก.}}{\text{ปริมาตรแก้ว ลบ.ม.}} \qquad (3.1)$$

เมื่อได้ความหนาแน่น (D) ที่ต้องการ จึงนำไปผสมกับปูนซีเมนต์

รูปที่ 3.15 การหาความหนาแน่นของโฟมโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

135454

3.3.2 การหาอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน (W/B) และ อัตราส่วนการใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ โดยการผสมวัสดุประสาน(ปูนซีเมนต์ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน) ต่อ ทราย ในอัตราส่วน 1 : 1 โดยน้ำหนัก ใช้อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุสาน(W/B)ที่ 0.5, 0.7, และ 0.9 และในแต่ละอัตราส่วน W/B จะใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ในอัตราส่วน 0, 0.2, 0.35 และ0.5 ผสมโฟม โปรตีนเคมี ที่มีความหนาแน่น 40-60 กก./ลบ.ม. การทดลองในขั้นตอนที่ 3.3.1 แล้วทำการหล่อเป็นลูกปูนซีเมนต์ขนาด10×10×10 เซนติเมตร ในแต่ละส่วนผสมจำนวนตัวอย่างละ 6 ก้อน ถอดแบบหล่อภายหลัง 24 ชั่วโมง นับตั้งแต่หล่อลูกปูนเสร็จ เมื่อถอดแบบหล่อแล้วบ่มด้วยการห่อด้วยพลาสติกใสที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน เมื่อครบ 14 วัน แล้วนำลูกปูนทั้งหมดมาทดสอบหากำลังรับแรงอัด เลือกใช้ลูกปูนที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน (W/B) และ อัตราส่วนการใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่มีกำลังรับแรงอัดสูงสุด เพื่อมาทำเป็นอิฐมวลเบา

3.3.3 การหาความหนาแน่นของอิฐมวลเบาในขณะที่ยังสดในขณะที่ทำการผสมส่วนผสมต่างๆ เข้าด้วยกัน จะต้องทำการหาความหนาแน่นของอิฐมวลเบาที่ยังสดอยู่เพื่อกำหนดความหนาแน่นในตอนที่แห้งมีค่าน้ำหนักอยู่ที่ 800–1000 กก./ลบ.ม. ทำได้โดยการหาความหนาแน่นโดยการใช้แก้วที่รู้ปริมาตรที่แน่นอนและชั่งน้ำหนักแก้วเปล่าไว้ จากนั้นบรรจุอิฐมวลเบาที่ยังสดอยู่เข้าไปในแก้วจนเต็มพอดี ใช้ไม้ที่มีความเรียบตรงปาดที่ปากแก้ว แล้วนำแก้วมาชั่งหาน้ำหนัก เมื่อได้น้ำหนักแก้วที่มีอิฐมวลเบาสดบรรจุอยู่เต็ม นำค่าที่ได้มาใช้สูตรคำนวณ

$$D = \frac{\left(\text{น้ำหนักแก้วบรรจุคอนกรีตสด} - \text{น้ำหนักแก้วเปล่า}\right) \text{กก.}}{\text{ปริมาตรแก้ว ลบ.ม.}} \qquad (3.2)$$

เมื่อได้ความหนาแน่น (D) ที่ต้องการ จึงนำส่วนผสมทั้งหมดเทเข้าไปในแบบหล่อ

รูปที่ 3.16 การหาความหนาแน่นขณะที่วัสดุยังสดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการทำก้อนตัวอย่าง

3.4.1 เตรียมอุปกรณ์ โดยติดตั้งเครื่องโม่ผสมปูนพร้อมทั้งลองเปิดเครื่องโม่ว่าใช้งานได้ดี ทราย เป็นทรายอิ่มตัวผิวแห้ง ทำการชั่งปูน ทราย เถ้าปาล์มน้ำมัน และน้ำ ตามอัตราส่วนน้ำยาโฟมผสมน้ำ ตามอัตราส่วนที่ระบุและผสมลงในถังความดันที่ต่อกับปืนฉีดโฟม เตรียมแบบ

3.4.2 เปิดเครื่องโม่ผสมปูน นำปูนซีเมนต์ที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันตามสัดส่วนและทรายเทลงในโม่ผสมปูน ปล่อยไว้ประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้ส่วนผสมเข้ากันจากนั้นจึงนำน้ำเทใส่ในโม่ผสมให้เข้ากัน

รูปที่ 3.17 ผสมปูน ทราย เถ้าปาล์มน้ำมัน และน้ำ

3.4.3 ในขณะที่เดินเครื่องโม่ผสมปูน จะทำการหาความหนาแน่นของโฟมโปรตีนโดยการเดินเครื่องอัดความดันที่ต่อกับปืนฉีดโฟม เปิดวาล์วที่ปืนฉีดโฟมให้โฟมไหลออกมาระยะหนึ่งก่อนแล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างโฟมให้ได้ความหนาแน่นของโฟมประมาณ 40-60 กก./ลบ.ม.

รูปที่ 3.18 หาความหนาแน่นของโฟม

3.4.4 เมื่อทำการทดสอบจนได้ได้ความหนาแน่นของโฟมที่ 40-60 กก./ลบ.ม. จึงฉีดโฟมลงในมอร์ต้าที่ทำการผสม อยู่ในเครื่องโม่ผสมปูน ต่อจากนั้นทำการผสมให้โฟมเข้ากับมอร์ต้าจนเป็นเนื้อเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.19 การฉีดโฟม

3.4.5 เมื่อส่วนผสมเข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำตัวอย่างของส่วนผสมไปหาความหนาแน่นในขณะที่ส่วนผสมยังสดอยู่โดยการนำส่วนผสมใส่ในภาชนะที่รู้ปริมาตรและทำการคำนวณ

รูปที่ 3.20 หาความหนาแน่นของส่วนผสมขณะที่สดอยู่

3.4.6 เมื่อได้น้ำหนักมอร์ต้าที่ผสมกับโฟมตามที่ได้คำนวณไว้แล้ว นำส่วนผสมที่ได้ไปเทลงในแบบหล่อลูกปูนขนาด 10×10×10 เซนติเมตร จำนวน 6 แบบหล่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.21 เทส่วนผสมลงแบบ 10×10×10 เซนติเมตร

3.4.7 อีกทั้งนำส่วนผสมไปเทลงในแบบหล่อลูกปูนที่มีขนาด 4×4×16 เซนติเมตร จำนวน 2 แบบหล่อ แล้วทำการปาดหน้าให้เรียบสม่ำเสมอ

รูปที่ 3.22 เทส่วนผสมลงแบบขนาด 4×4×16 เซนติเมตร

3.4.8 ทิ้งส่วนผสมไว้ในแบบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจึงนำตัวอย่างออกจากแบบ และทำการห่อด้วยพลาสติกใส

รูปที่ 3.23 ห่อลูกปูนตัวอย่างด้วยพลาสติก

3.4.9 ทำการทดลองซ้ำจากข้อ 3.4.2. ถึง 3.4.8. จนครบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 เครื่องมือที่ใช้และวิธีทดสอบ

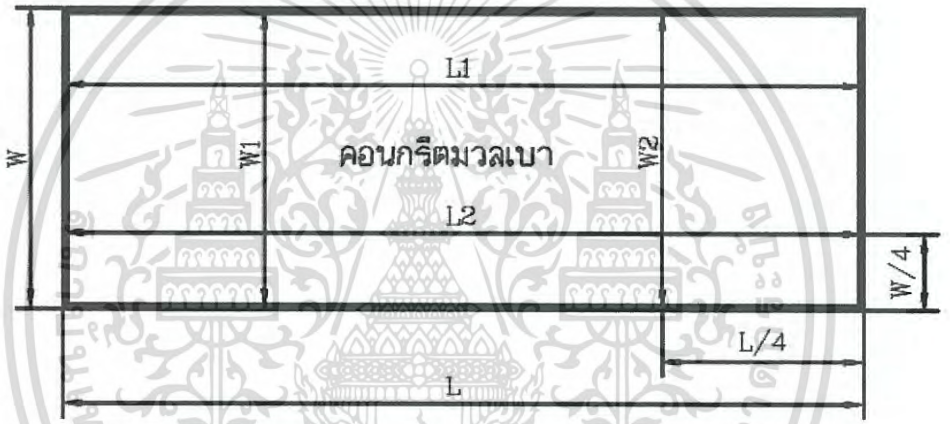
3.4.1 ขนาด

1) เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องมือที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร (ตลับเมตร)
- เวอร์เนียร์ที่วัดได้ถึง 200 มิลลิเมตร (เวอร์เนียร์)
- เหล็กฉากที่มีความยาวแต่ละด้านไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

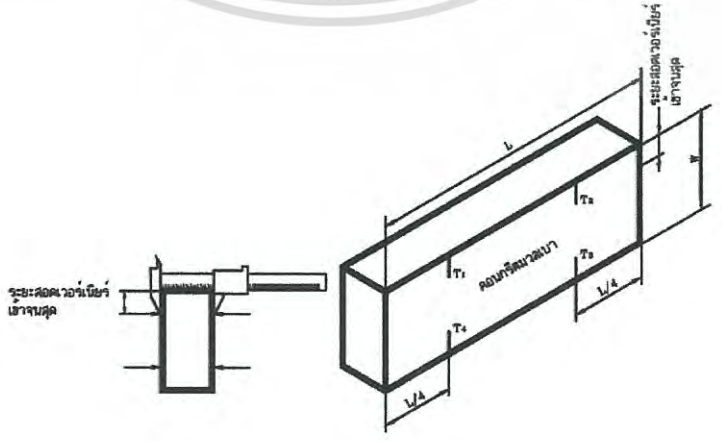
2) วิธีทดสอบ

นำก้อนอิฐมวลเบาที่ได้จากข้อ 3.3.3 มาทำวัดการทางด้านความกว้าง ความยาวและความหนา โดยทางด้านความกว้างและความยาวของตัวอย่าง ใช้เครื่องมือวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร โดยวัดที่ตำแหน่งห่างจากขอบเป็นระยะหนึ่งในสี่ของด้านนั้นๆ ดังรูป



รูปที่ 3.24 ตำแหน่งวัดความกว้างและความยาว

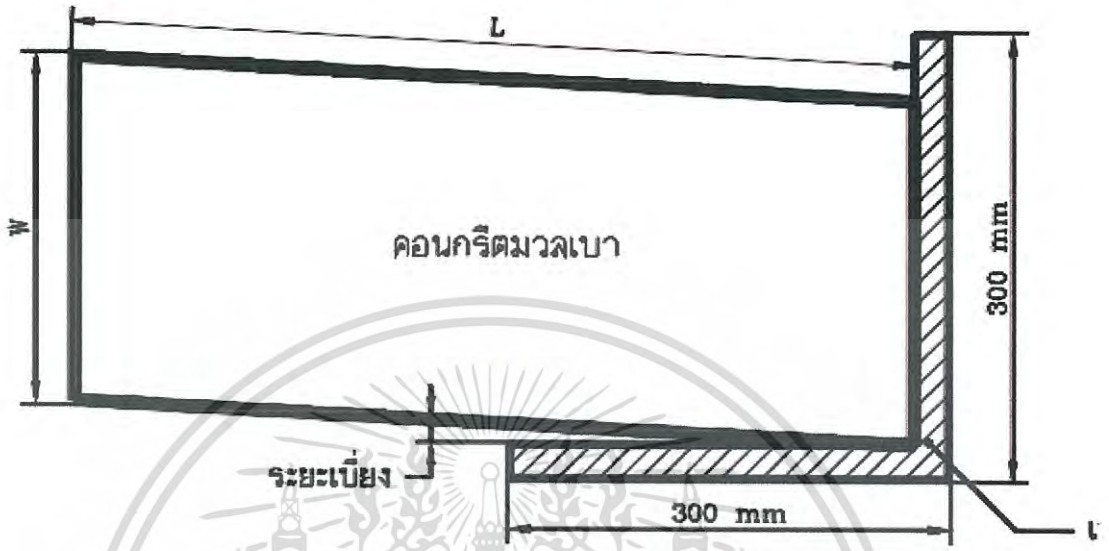
ส่วนความหนาใช้เวอร์เนียร์ที่วัดได้ถึง 200 มิลลิเมตร วัดจากตำแหน่งขอบเข้ามาหนึ่งในสี่ของความยาว โดยสอดเวอร์เนียร์เข้าจนสุด ดังรูป



รูปที่ 3.25 ตำแหน่งวัดความหนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และวัดความได้ฉากของอิฐมวลเบาโดยทาบเหล็กฉากที่ด้านสั้นของตัวอย่าง จากนั้นวัดความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นที่ระยะประมาณ 300 มิลลิเมตร จากมุมของเหล็กฉาก ดังรูป



รูปที่ 3.26 การวัดความได้ฉาก

และบันทึกขนาดของชิ้นทดสอบแต่ละค่าและค่าเฉลี่ย

3.5.2 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

1) เตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างที่มีขนาด 100 x 100 x 100 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์คลาดเคลื่อน ± 1 มิลลิเมตร

2) เครื่องมือที่ใช้

- เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร
- เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 กรัม
- ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 105 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส

3) วิธีการทดสอบ

นำตัวอย่างมวลเบาขนาด 10×10×10 เซนติเมตร ที่ได้จากข้อ 3.3.2 และข้อ 3.3.3 ของแต่ละส่วนผสมตัวอย่างละ 3 ก้อนนำมาอบในตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 105 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจึงนำก้อนตัวอย่างมวลเบาออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง จากนั้นทำการวัดมิติ วัดมวลของชิ้นทดสอบ และทำการคำนวณหาความหนาแน่นเชิงปริมาตร ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ความหนาแน่นในสภาพแห้ง} = \frac{\text{มวลของชิ้นทดสอบหลังอบในตู้อบ}}{\text{ปริมาตรของชิ้นทดสอบ}} \quad (3.3)$$

และบันทึกความหนาแน่นเชิงปริมาตรของชิ้นทดสอบแต่ละค่าและค่าเฉลี่ย

3.4.3 ความต้านทานแรงอัด

1) เตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างมวลเบาขนาด 10×10×10 เซนติเมตร ที่ได้จากข้อ 3.3.2 และข้อ 3.3.3 ของแต่ละส่วนผสมตัวอย่างละ 3 ก้อน โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ±1 มิลลิเมตร

2) เครื่องมือ

- เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร
- เครื่องกดที่อ่านได้ละเอียดถึง 100 นิวตันและสามารถคบคุมอัตราเพิ่มแรงอัดได้ระหว่าง 0.05 ถึง 0.20 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรต่อวินาที

3) วิธีการทดสอบ

นำตัวอย่างมวลเบาขนาด 10×10×10 เซนติเมตร ที่ได้จากข้อ 3.3.2 และข้อ 3.3.3 ของแต่ละส่วนผสมตัวอย่างละ 3 ก้อน มาเข้าเครื่องกดโดยใช้วิธีที่ระบุใน มอก.109-2517 ในแนวตั้งฉากกับด้านยาวของชิ้นส่วนตัวอย่างจนได้ค่าแรงอัดสูงสุดเมื่อชิ้นทดสอบเสียหาย คำนวณความต้านแรงอัดของชิ้นส่วนทดสอบ ดังสมการ

$$P = \frac{P\ (\text{ที่ได้จากการปรับแก้เครื่อง})}{A} \quad (3.4)$$

และบันทึกค่าความต้านทานแรงอัดของชิ้นทดสอบแต่ละค่าและค่าเฉลี่ย

3.4.4 อัตราการดูดกลืนน้ำ

1) เตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างมวลเบาขนาด 10×10×10 เซนติเมตร ที่ได้จากข้อ 3.3.2 และข้อ 3.3.3 ของแต่ละส่วนผสมตัวอย่างละ 3 ก้อนโดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ±1 มิลลิเมตร

2) เครื่องมือ

- เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร
- เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 กรัม
- ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 105 องศาเซลเซียส ±5 องศาเซลเซียส

3) วิธีการทดสอบ

นำตัวอย่างมวลเบาขนาด 10×10×10 เซนติเมตร ที่ได้จากข้อ 3.3.2 และข้อ 3.3.3 ของแต่ละส่วนผสมตัวอย่างละ 3 ก้อน นำมาอบในตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 105 องศาเซลเซียส ±5 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจึงนำก้อนตัวอย่างมวลเบาออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง จากนั้นวัดมิติ วัดมวลของแต่ละก้อน หลังจากวัดเสร็จจึงนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแช่ในน้ำสะอาดให้ท่วมเป็นเวลา 24 ชั่งโมง แล้วยกออก ใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดที่ผิวทีละก้อนแล้วชั่งน้ำหนักใหม่ให้เสร็จภายใน 3 นาที น้ำหนักที่ชั่งได้นี้ถือเป็นน้ำหนักคอนกรีตมวลเบาที่ดูดกลืนน้ำ คำนวณเปอร์เซ็นต์อัตราการดูดกลืนน้ำดังสมการ

$$\%\ Adsorption = \frac{Ws-Wd}{Wd} \times 100 \qquad (3.5)$$

เมื่อ Ws = น้ำหนักอิ่มตัวของตัวอย่าง (กิโลกรัม)

Wd = น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง (กิโลกรัม)

3.5.5 อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว

1) เตรียมตัวอย่าง

เตรียมวัสดุขนาด 40×40×160 มิลลิเมตร ในอัตราส่วนตามข้อ 3.3.2 โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ±1 มิลลิเมตร

2) เครื่องมือ

- เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร
- เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 กรัม
- อ่างน้ำที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 25 องศาเซลเซียส ±2 องศาเซลเซียส
- ห้องหรือภาชนะปิดที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 25 องศาเซลเซียส ±2 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 43 ± ร้อยละ 2 ได้
- ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 105 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส

3) วิธีการทดสอบ

นำชิ้นทดสอบเข้าตู้อบเป็นเวลาไม่น้อยว่า 24 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็น ชั่งมวลและวัดความยาวของชิ้นทดสอบถือเป็นมวลในสภาพแห้ง คำนวณหาค่ามวลที่ปริมาตรความชื้นร้อยละ 40 หลังจากการคำนวณเสร็จแล้ว นำชิ้นทดสอบไปแช่ในอ่างน้ำที่เตรียมไว้ โดยผิวบนของชิ้นทดสอบอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำไม่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร เป็นเวลา 3 วัน เมื่อครบ 3 วัน ให้นำชิ้นทดสอบขึ้นจากน้ำแล้วนำไปเก็บรักษาที่ห้องหรือภาชนะปิดที่เตรียมไว้ และทำการวัดความยาวทุกวันจนมวลของชิ้นทดสอบมีค่าต่ำกว่าค่ามวลที่ปริมาตรความชื้นร้อยละ 40 ตามที่ได้คำนวณไว้แล้ว เมื่อได้ความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 40 ให้ทำการวัดความยาวและชั่งมวลของชิ้นทดสอบทุก 3 วัน จนความยาวเข้าสู่สภาวะสมดุล โดยชิ้นทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงความยาวน้อยกว่าร้อยละ 0.003 ต่อ 3 วัน เมื่อชิ้นทดสอบเข้าสู่สภาวะสมดุลแล้ว สามารถคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวจากสูตร

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวร้อยละ}(R) = \frac{l1-l2}{l1} \mathbf{x}\ \mathbf{100} \qquad (3.5)$$

เมื่อ $l1$ คือ ความยาวของชิ้นทดสอบที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40 เป็นมิลลิเมตร

$l2$ คือ ความยาวของชิ้นทดสอบเมื่อเข้าสู่สภาพสมดุล เป็นมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และบันทึกผลของอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวโดยการทดสอบทั้งหมด

3.6 คุณลักษณะที่ต้องการ

3.6.1 ลักษณะทั่วไป ต้องไม่แตกร้าว ไม่บิดเบี้ยว ไม่แอ่นตัว และไม่มีตำหนิใด ที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน

3.6.2 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร เมื่อทดสอบตามข้อ 3.4.2 คอนกรีตมวลเบาต้องมีความหนาแน่นเชิงปริมาตรเฉลี่ยตามตารางที่ 2.3 โดยอิฐมวลเบาแต่ละก้อนจะมีค่าแตกต่างจากที่กำหนดได้ไม่เกิน $\pm$ 0.05 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

3.6.3 อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว เมื่อทดสอบตามข้อ 3.4.5 อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวต้องไม่เกินร้อยละ 0.05

3.6.4 ความต้านทานแรงอัด เมื่อทดสอบตามข้อ 3.4.3 คอนกรีตมวลเบาต้องมีความต้านทานแรงอัดตามตารางที่ 2.3

3.6.5 อัตราการดูดกลืนน้ำ เมื่อทดสอบตามข้อ 3.4.4 อัตราการดูดกลืนน้ำต้องไม่เกิน 500 กก./ลบ.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบค่าความหนาแน่นแห้ง

ตารางที่ 4.1 ความหนาแน่นของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5)

W/B	เถ้า (%)	น้ำหนักแห้ง (กก.)			น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กก.)	ปริมาตร ($ม.^3$)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	หมายเหตุ
0.5	0	0.778	0.790	0.785	0.784	0.001	775.408	-
	20	0.717	0.736	0.779	0.744	0.001	732.323	-
	35	0.885	0.867	0.890	0.881	0.001	867.530	-
	50	0.930	0.884	0.866	0.893	0.001	876.014	-

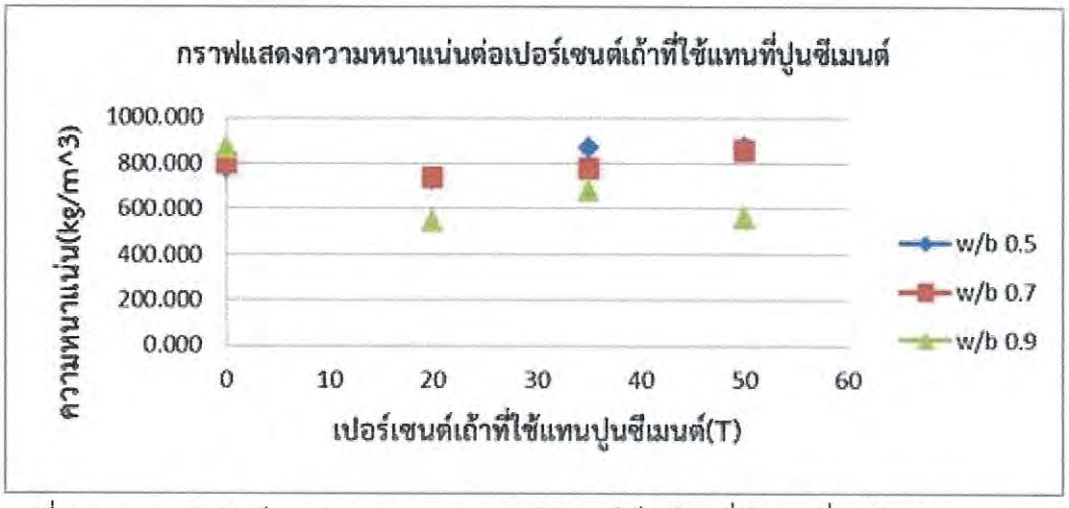
ตารางที่ 4.2 ความหนาแน่นของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7)

W/B	เถ้า (%)	น้ำหนักแห้ง (กก.)			น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กก.)	ปริมาตร ($ม.^3$)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	หมายเหตุ
0.7	0	0.807	0.791	0.789	0.796	0.001	798.047	-
	20	0.751	0.743	0.738	0.744	0.001	737.943	-
	35	0.750	0.811	0.765	0.775	0.001	779.297	-
	50	0.859	0.851	0.888	0.866	0.001	855.123	-

ตารางที่ 4.3 ความหนาแน่นของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9)

W/B	เถ้า (%)	น้ำหนักแห้ง (กก.)			น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กก)	ปริมาตร ($ม.^3$)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	หมายเหตุ
0.9	0	0.824	0.760	0.864	0.816	0.001	868.453	แยกชั้น
	20	0.534	0.517	0.581	0.544	0.001	546.577	-
	35	0.657	0.726	0.634	0.672	0.001	683.090	-
	50	0.575	0.555	0.563	0.564	0.001	563.089	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นต่อเปอร์เซ็นต์เถ้าที่ใช้แทนที่ปูนซีเมนต์

จากรูปที่ 4.1 พบว่า ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5, 0.7 และ 0.9 (W/B = 0.5, 0.7 และ 0.9) ใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ร้อยละ 20 ทำให้ได้อิฐมวลเบา ที่มีความหนาแน่นแห้งต่ำสุด ในทุกๆ อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน

4.2 กำลังรับแรงอัด

ตารางที่ 4.4 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 0%

%การผสมเถ้าปาล์ม	ก้อนตัวอย่าง	ขนาด			ปริมาตร ($ซม.^3$)	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	กำลังรับแรงอัด ($กก/ซม.^2$)
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)				
0%	1	10.020	10.080	10.050	1,015.07	0.871	858.07	29.10
	2	9.966	10.050	10.054	1,006.99	0.868	861.97	27.58
	3	9.982	10.022	10.020	1,002.40	0.875	827.91	33.93
	เฉลี่ย						864.32	30.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 20%

%การผสมเถ้าปาล์ม	ก้อนตัวอย่าง	ขนาด			ปริมาตร ($ซม.^3$)	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	กำลังรับแรงอัด ($กก/ซม.^2$)
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)				
20%	1	10.210	10.06	10.036	1,030.62	0.844	826.69	20.56
	2	9.982	10.04	10.050	1,006.20	0.848	828.86	17.56
	3	9.998	10.072	10.020	1,009.01	0.859	824.57	18.03
	เฉลี่ย						826.71	18.72

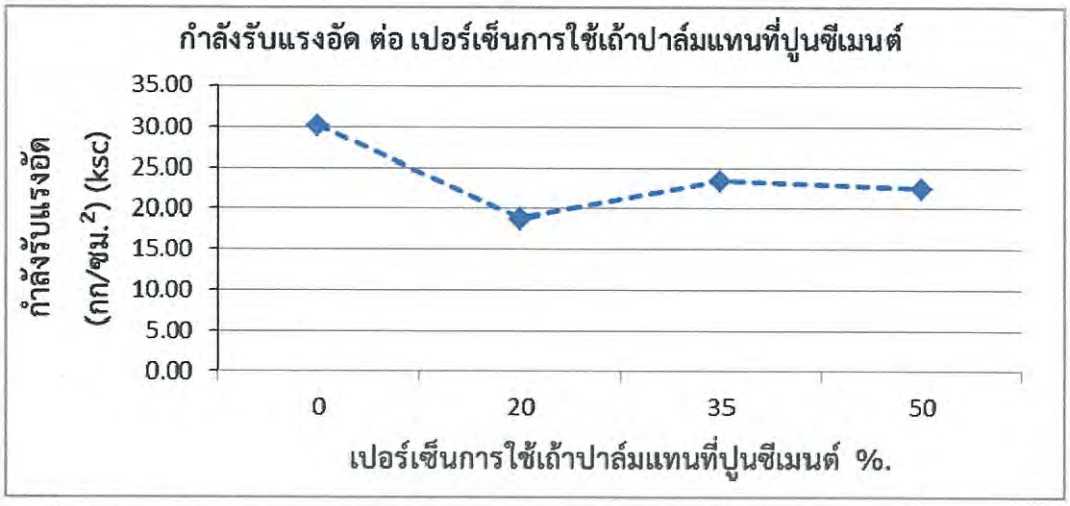
ตารางที่ 4.6 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 35%

%การผสมเถ้าปาล์ม	ก้อนตัวอย่าง	ขนาด			ปริมาตร ($ซม.^3$)	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	กำลังรับแรงอัด ($กก/ซม.^2$)
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)				
35%	1	9.936	10.000	9.998	993.40	0.953	959.33	25.16
	2	10.112	10.014	10.002	1,012.82	0.979	966.61	23.19
	3	10.002	10.024	10.002	1,002.80	0.942	939.37	21.97
	เฉลี่ย						955.10	23.44

ตารางที่ 4.7 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 50%

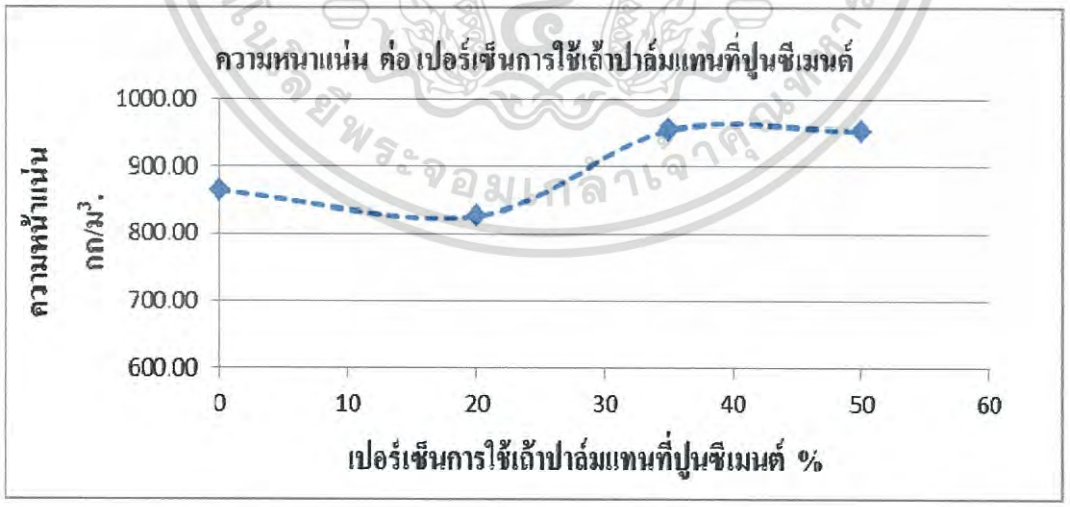
%การผสมเถ้าปาล์ม	ก้อนตัวอย่าง	ขนาด			ปริมาตร ($ซม.^3$)	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	กำลังรับแรงอัด ($กก/ซม.^2$)
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)				
50%	1	9.944	10.002	10.002	994.80	0.932	936.87	20.17
	2	9.990	9.982	10.002	997.40	0.960	962.50	23.77
	3	9.998	10.000	10.002	1,000.00	0.963	963.00	23.38
	เฉลี่ย						954.13	22.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดต่อเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5)

จากรูปที่ 4.2 พบว่า ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5) และใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก อิฐมวลเบาที่ได้จะให้กำลังรับแรงอัดต่ำที่สุดที่ 18.72 กก./ตร.ซม. และร้อยละ 0 หรือไม่ผสมเถ้าจะให้ค่ากำลังรับแรงอัดต่ำสูงสุด คือ 30.20 กก./ตร.ซม. และพบว่าเมื่อใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ร้อยละ 35 จะให้กำลังรับแรงอัดต่ำที่สุด 23.44 กก./ตร.ซม. ซึ่งมีกำลังรับแรงอัดต่ำกว่าใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ร้อยละ 20 และ 50 แต่ยังน้อยกว่าอิฐมวลเบาที่ไม่ผสมเถ้าเลย



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นต่อเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5)

จากรูปที่ 4.3 พบว่า ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5) และใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก จะมีค่าความหนาแน่นต่ำที่สุดที่ 826.71 กก./ลบ.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และที่ร้อยละ 35 โดยน้ำหนักจะให้ค่าความหนาแน่นสูงที่สุดที่ 955.10 กก./ลบ.ม. ซึ่งสูงกว่าอัตราส่วนของการผสมเถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ที่ร้อยละ 50 และที่ไม่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 4.8 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 0%

%การผสมเถ้าปาล์ม	ก้อนตัวอย่าง	ขนาด			ปริมาตร ($ซม.^3$)	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	กำลังรับแรงอัด ($กก/ซม.^2$)
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)				
0%	1	9.962	10.050	10.042	995.29	0.896	900.24	36.29
	2	9.984	10.050	10.050	1,007.41	0.906	899.34	33.48
	3	9.928	10.080	10.040	1,004.75	0.833	829.07	32.30
	เฉลี่ย						876.21	34.02

ตารางที่ 4.9 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 20%

%การผสมเถ้าปาล์ม	ก้อนตัวอย่าง	ขนาด			ปริมาตร ($ซม.^3$)	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	กำลังรับแรงอัด ($กก/ซม.^2$)
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)				
20%	1	10.004	10.022	10.056	1008.22	0.844	837.12	20.14
	2	9.970	10.036	10.050	1005.59	0.848	843.28	22.70
	3	9.922	10.050	10.002	997.36	0.859	861.27	21.02
	เฉลี่ย						847.23	17.72

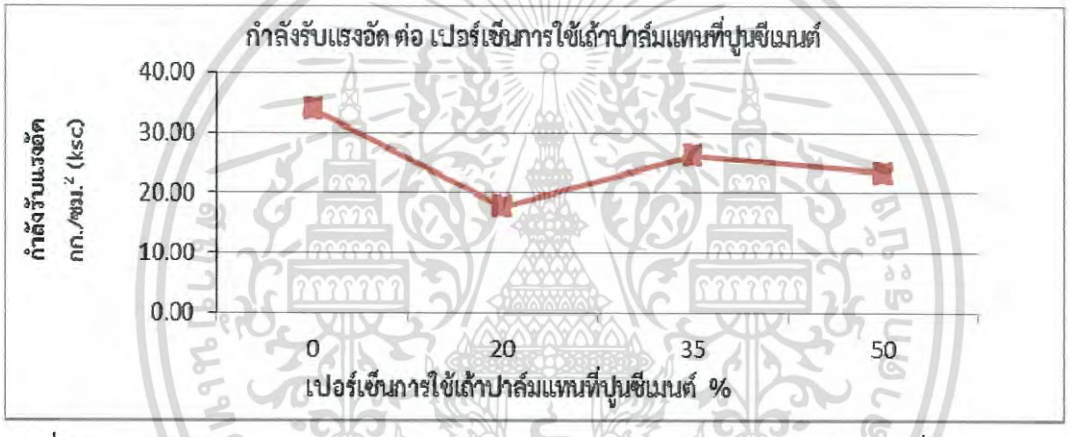
ตารางที่ 4.10 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 35%

%การผสมเถ้าปาล์ม	ก้อนตัวอย่าง	ขนาด			ปริมาตร ($ซม.^3$)	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	กำลังรับแรงอัด ($กก/ซม.^2$)
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)				
35%	1	9.960	10.026	10.022	1000.79	0.959	958.25	26.58
	2	10.020	10.010	10.012	1004.21	0.951	947.02	24.79
	3	10.022	10.030	10.020	1007.22	0.958	951.14	27.58
	เฉลี่ย						952.12	26.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 50%

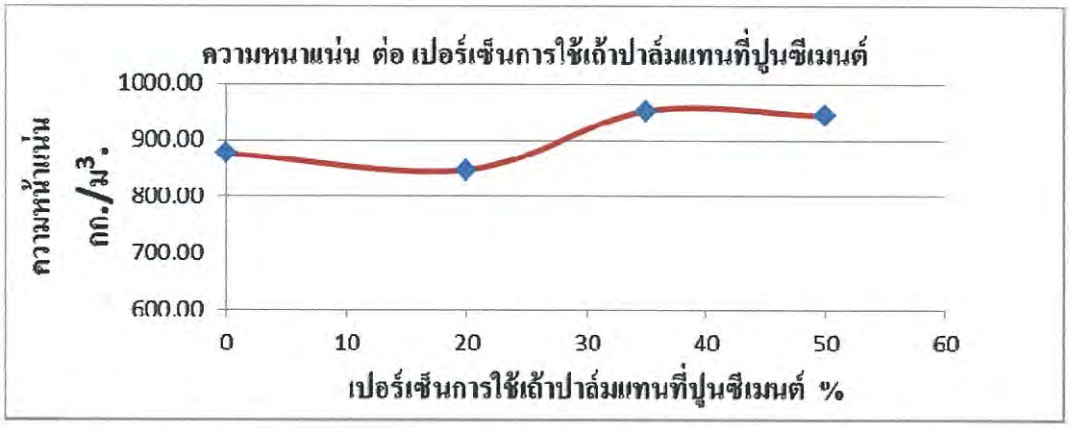
%การผสมเถ้าปาล์ม	ก้อนตัวอย่าง	ขนาด			ปริมาตร (ซม.^{3})	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น (กก/ม.^{3})	กำลังรับแรงอัด (กก/ซม.^{2})
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)				
50%	1	9.940	10.040	10.148	1012.75	0.929	917.31	23.83
	2	10.020	10.040	10.090	1015.06	0.951	936.89	22.03
	3	10.042	10.020	10.010	1007.21	0.985	977.94	24.73
	เฉลี่ย						944.05	23.53



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด ต่อเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7)

จากรูปที่ 4.4 พบว่า ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) และใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก อิฐมวลเบาที่ได้จะให้ค่ากำลังรับแรงอัดต่ำที่สุดที่ 17.72 กก./ตร.ซม. และร้อยละ 0 หรือไม่ผสมเถ้าจะให้ค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุด คือ 34.02 กก./ตร.ซม. และพบว่าเมื่อใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ร้อยละ 35 จะให้กำลังรับแรงอัด 26.32 กก./ตร.ซม. ซึ่งมีกำลังรับแรงอัดมากกว่าใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ร้อยละ 20 และ 50 แต่ยังน้อยกว่าอิฐมวลเบาที่ไม่ผสมเถ้าเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น ต่อเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7)

จากรูปที่ 4.5 พบว่า ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) และใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก จะมีค่าความหนาแน่นต่ำที่สุด ที่ 847.23 กก./ลบ.ม. และที่ร้อยละ 35 โดยน้ำหนักจะให้ค่าความหนาแน่นสูงที่สุด ที่ 952.12 กก./ลบ.ม. ซึ่งสูงกว่าผสมที่ร้อยละ 50 และที่ไม่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 4.12 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 0%

%การผสมเถ้าปาล์ม	ก้อนตัวอย่าง	ขนาด			ปริมาตร ($ซม.^3$)	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	กำลังรับแรงอัด ($กก/ซม.^2$)
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)				
0%	1	9.200	10.022	10.036	925.34	0.902	947.77	45.77
	2	9.286	10.032	10.050	936.23	1.023	1092.68	47.06
	3	9.400	10.030	10.020	944.71	0.926	980.20	46.16
	เฉลี่ย						10015.88	46.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 20%

%การผสมเถ้าปาล์ม	ก้อนตัวอย่าง	ขนาด			ปริมาตร ($ซม.^3$)	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	กำลังรับแรงอัด ($กก/ซม.^2$)
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)				
20%	1	9.740	10.038	10.020	979.66	0.617	629.81	7.38
	2	9.900	10.000	10.010	990.99	0.700	706.36	10.63
	3	9.622	10.042	10.052	971.27	0.667	868.73	12.20
	เฉลี่ย						674.30	10.07

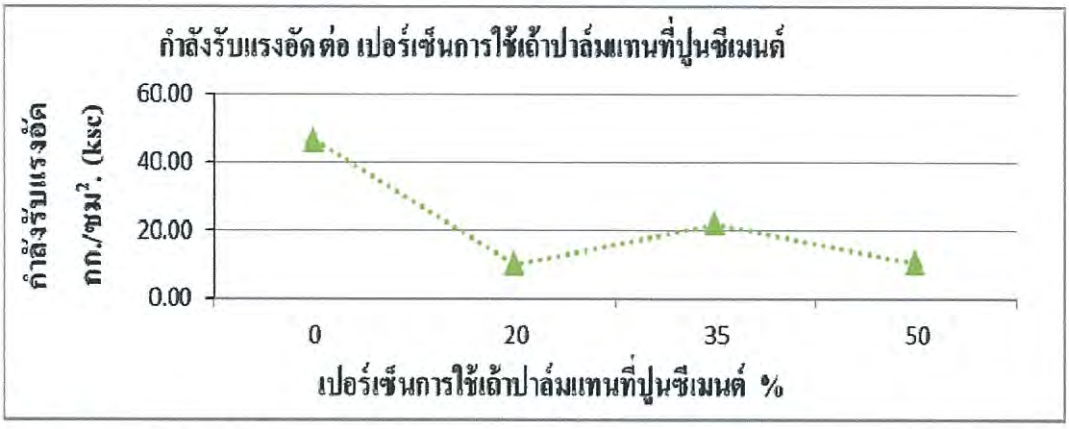
ตารางที่ 4.14 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 35%

%การผสมเถ้าปาล์ม	ก้อนตัวอย่าง	ขนาด			ปริมาตร ($ซม.^3$)	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	กำลังรับแรงอัด ($กก/ซม.^2$)
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)				
35%	1	9.710	9.990	10.002	970.22	0.914	942.05	23.96
	2	9.574	10.002	9.982	955.87	0.861	900.75	21.10
	3	9.62	10.004	10.002	962.58	0.865	898.63	20.69
	เฉลี่ย						913.81	21.91

ตารางที่ 4.15 ค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) กรณีผสมเถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ 50%

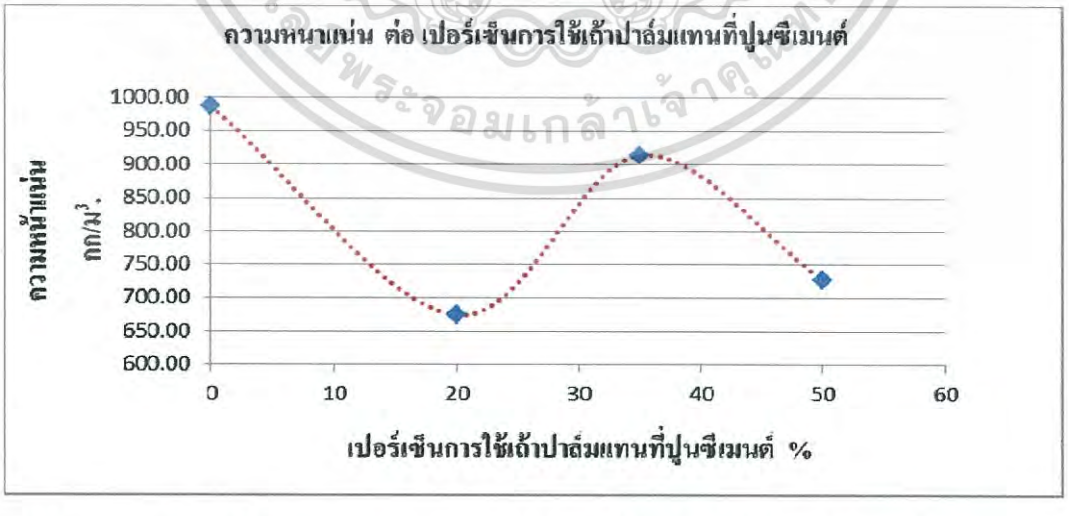
%การผสมเถ้าปาล์ม	ก้อนตัวอย่าง	ขนาด			ปริมาตร ($ซม.^3$)	น้ำหนัก (กก.)	ความหนาแน่น ($กก/ม.^3$)	กำลังรับแรงอัด ($กก/ซม.^2$)
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	สูง (ซม.)				
50%	1	9.920	10.010	10.040	996.96	0.739	741.25	9.36
	2	10.038	10.050	10.028	1011.64	0.732	723.57	12.38
	3	10.062	10.030	10.032	1012.45	0.728	719.96	9.49
	เฉลี่ย						727.96	10.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด ต่อเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9)

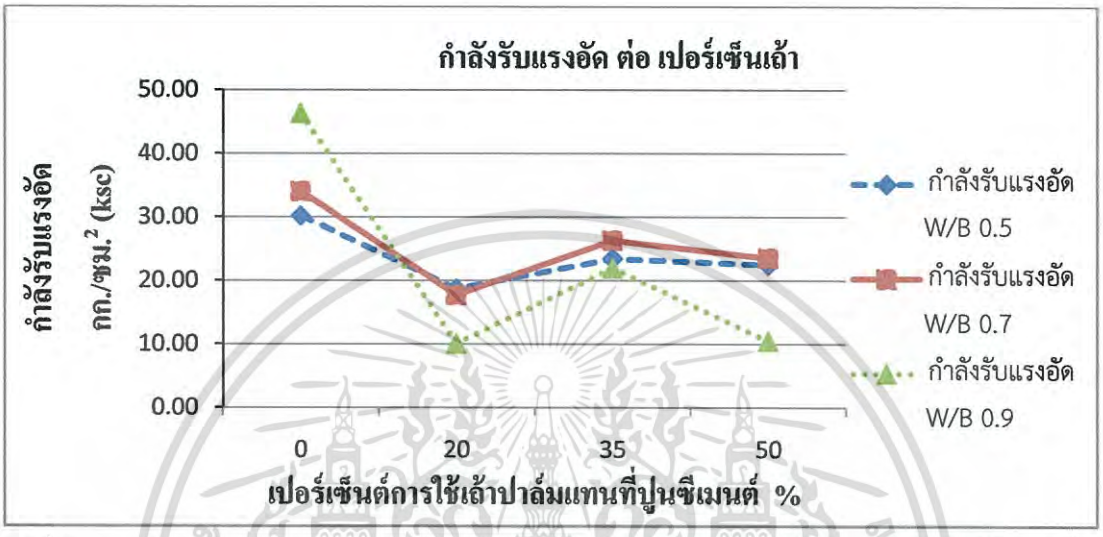
จากรูปที่ 4.6 พบว่า ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) และใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก อิฐมวลเบาที่ได้จะให้ค่ากำลังรับแรงอัดต่ำที่สุดที่ 10.07 กก./ตร.ซม. และร้อยละ 0 หรือไม่ผสมเถ้าจะให้ค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุด คือ 46.33 กก./ตร.ซม. แต่ก้อนตัวอย่างจะมีลักษณะแยกชั้นกันระหว่างปูนซีเมนต์และโฟมฟองอากาศเมื่อแข็งตัวแล้วโดยที่ โฟมจะอยู่ที่ชั้นบนและชั้นล่างมีลักษณะคล้ายมอร์ต้า และพบว่าเมื่อใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ร้อยละ 35 จะให้กำลังรับแรงอัด 21.91 กก./ตร.ซม. ซึ่งมีกำลังรับแรงอัดมากกว่าใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ร้อยละ 20 และ 50 แต่ยังน้อยกว่าอิฐมวลเบาที่ไม่ผสมเถ้าเลย



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น ต่อเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

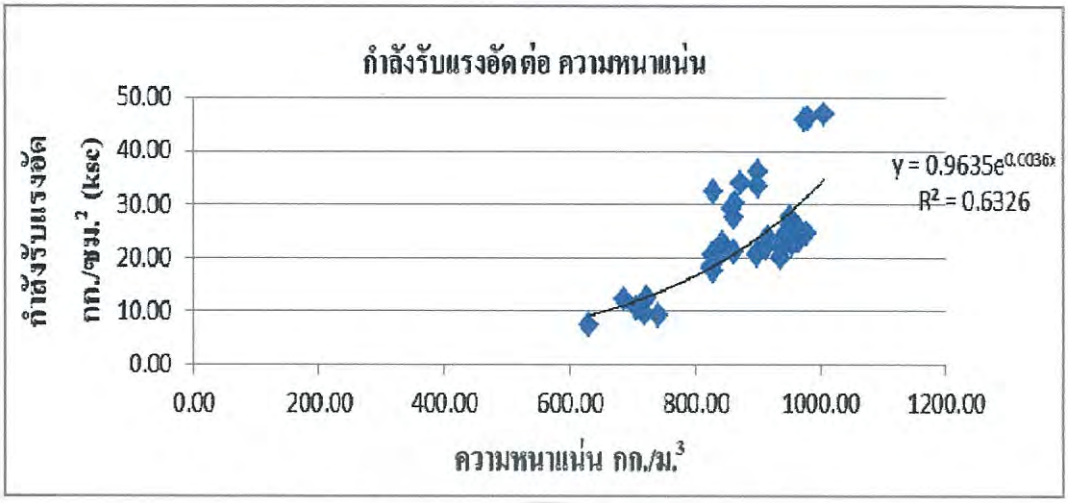
จากรูปที่ 4.7 พบว่า ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) และใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก จะมีค่าความหนาแน่นต่ำที่สุด ที่ 674.30 กก./ลบ.ม. และที่ร้อยละ 35 โดยน้ำหนักจะให้ค่าความหนาแน่นสูงที่สุด ที่ 913.81 กก./ลบ.ม. ซึ่งสูงกว่าผสมที่ร้อยละ 50 และที่ไม่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน



รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบ ความสัมพันธ์ระหว่าง กำลังรับแรงอัด ต่อเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ W/B = 0.5, 0.7, 0.9

จากรูปที่ 4.8 เป็นการนำค่า ความสัมพันธ์ระหว่าง กำลังรับแรงอัด กับเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่ W/B = 0.5, 0.7, 0.9 มาเปรียบเทียบกัน พบว่า ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) และใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ ปูนซีเมนต์ ร้อยละ 35 ให้กำลังรับแรงอัดสูงที่สุด ที่ 26.32 กก./ตร.ซม. และที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) และใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ ปูนซีเมนต์ ร้อยละ 20 ให้กำลังรับแรงอัดต่ำที่สุด ที่ 10.07 กก./ตร.ซม. แต่ ค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดของอิฐมวลเบาที่ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันมีค่าน้อยกว่าอิฐมวลเบาที่ไม่ได้ผสมเถ้าปาล์มน้ำมันที่ระยะเวลา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด ต่อ ความหนาแน่น

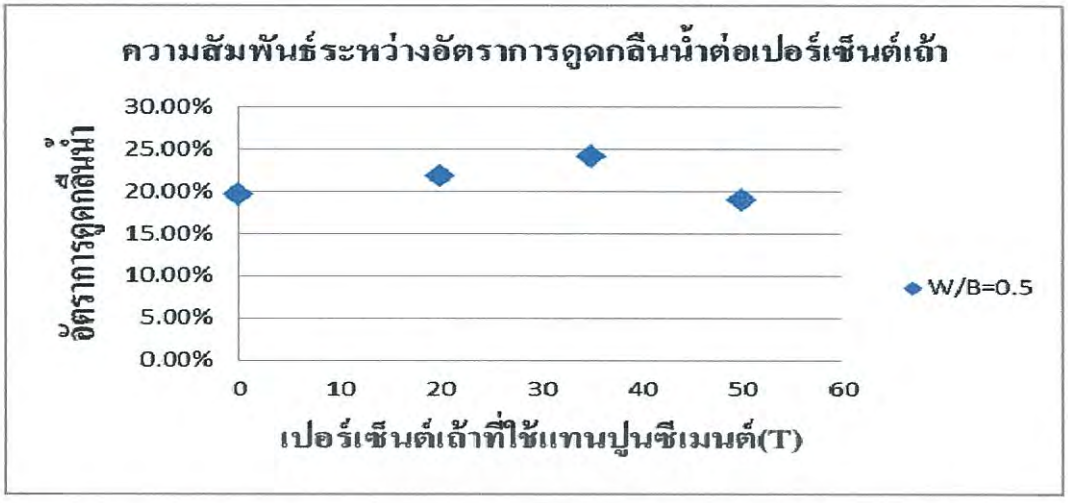
จากรูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัด ต่อ ความหนาแน่นพบว่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมวลเบาจะมีค่ามากขึ้นเมื่อมีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากอิฐมวลเบาที่มีความหนาแน่นมากจะมีช่องว่างหรือรูพรุนที่เกิดจากฟองอากาศน้อย ทำให้สามารถรับแรงอัดได้มากขึ้น จากการทดสอบเห็นได้ว่าตัวอย่างที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) ใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ ปูนซีเมนต์ ร้อยละ 35 มีค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุด ที่ 26.32 กก./ตร.ซม. มีความหนาแน่น 952.12 กก./ลบ.ม. ซึ่งมากกว่า ตัวอย่างที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) ใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ ปูนซีเมนต์ ร้อยละ 20 มีค่ากำลังรับแรงอัดต่ำสุด ที่ 10.07 กก./ตร.ซม. มีความหนาแน่น 674.30 กก./ลบ.ม.

4.3 อัตราการดูดกลืนน้ำ

ตารางที่ 4.16 อัตราการดูดกลืนน้ำของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5)

W/B	เถ้า (%)	น้ำหนักแห้ง(กก.)			น้ำหนักแห้งเฉลี่ย(กก.)	น้ำหนักเปียก(กก.)			น้ำหนักเปียกเฉลี่ย(กก.)	อัตราดูดกลืนเฉลี่ย
0.5	0	0.778	0.790	0.785	0.784	0.932	0.945	0.938	0.938	19.63%
	20	0.717	0.736	0.779	0.744	0.898	0.888	0.933	0.906	21.82%
	35	0.885	0.867	0.890	0.881	1.099	1.085	1.095	1.093	24.11%
	50	0.930	0.884	0.866	0.893	1.116	1.035	1.039	1.063	19.03%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



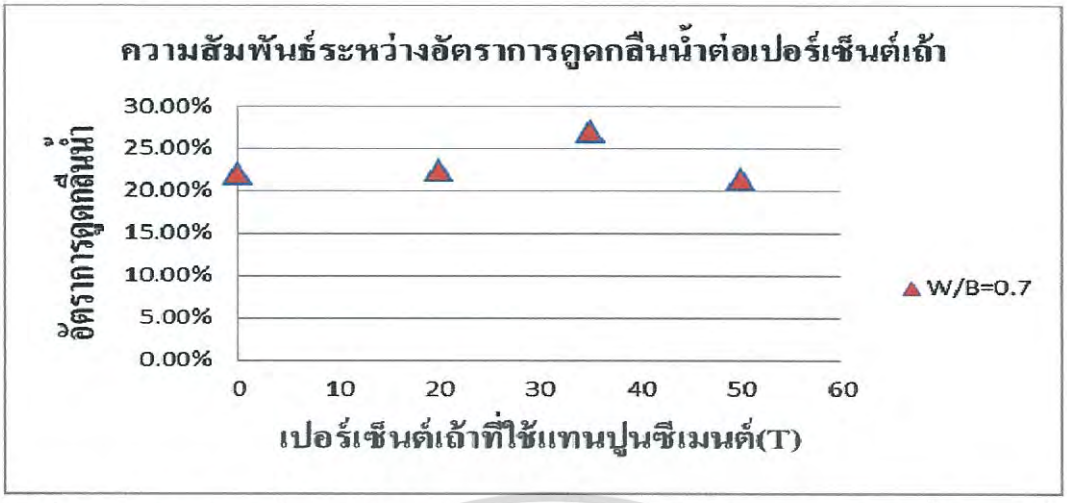
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดกลืนน้ำต่อเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5)

จากรูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดกลืนน้ำกับเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5) พบว่า อัตราการดูดกลืนน้ำมากสุดที่ 24.11% โดยใช้เปอร์เซ็นต์เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์เท่ากับ 35% และอัตราการดูดกลืนน้ำต่ำสุดที่ 19.03% โดยใช้เปอร์เซ็นต์เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ เท่ากับ 50% ซึ่งมีค่าไม่เกิน 38%

ตารางที่ 4.17 อัตราการดูดกลืนน้ำของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7)

W/B	เถ้า (%)	น้ำหนักแห้ง(กก.)			น้ำหนักแห้งเฉลี่ย(กก.)	น้ำหนักเปียก(กก.)			น้ำหนักเปียกเฉลี่ย(กก.)	อัตราดูดกลืนเฉลี่ย
0.7	0	0.807	0.791	0.789	0.796	0.989	0.963	0.963	0.972	22.12%
	20	0.751	0.743	0.738	0.744	0.911	0.927	0.895	0.911	22.45%
	35	0.750	0.811	0.765	0.775	0.968	1.018	0.970	0.985	27.09%
	50	0.859	0.851	0.888	0.866	1.037	1.025	1.094	1.052	21.48%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



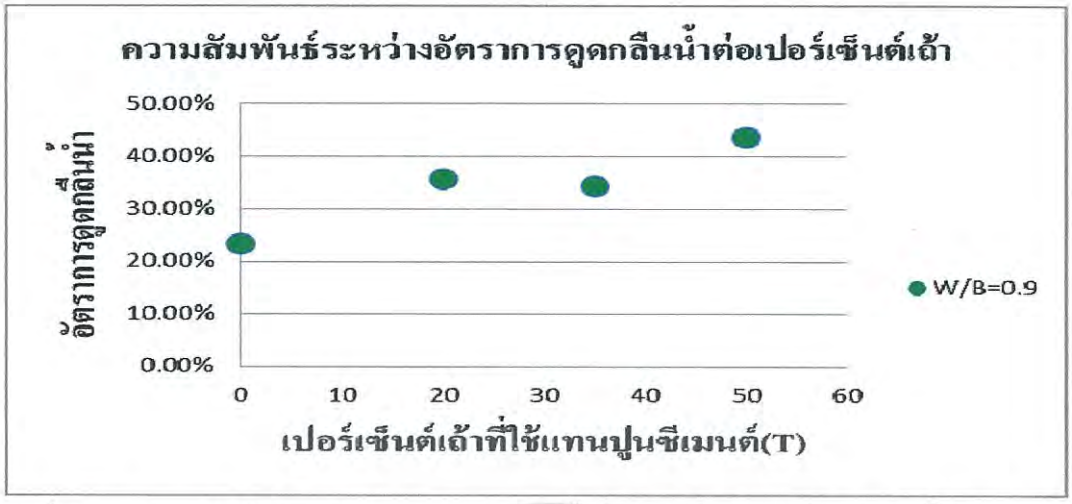
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดกลืนน้ำต่อเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7)

จากรูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดกลืนน้ำกับเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7) พบว่า อัตราการดูดกลืนน้ำมากสุดที่ 27.09% โดยใช้เปอร์เซ็นต์เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์เท่ากับ 35% และอัตราการดูดกลืนน้ำต่ำสุดที่ 21.48% โดยใช้เปอร์เซ็นต์เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ เท่ากับ 50% ซึ่งมีค่าไม่เกิน 38%

ตารางที่ 4.18 อัตราการดูดกลืนน้ำของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9)

W/B	เถ้า (%)	น้ำหนักแห้ง(กก.)			น้ำหนักแห้งเฉลี่ย(กก.)	น้ำหนักเปียก(กก.)			น้ำหนักเปียกเฉลี่ย(กก.)	อัตราดูดกลืนเฉลี่ย
0.9	0	0.824	0.760	0.864	0.816	1.025	0.959	1.035	1.006	23.33%
	20	0.534	0.517	0.581	0.544	0.731	0.708	0.775	0.738	35.66%
	35	0.657	0.726	0.634	0.672	0.891	0.960	0.859	0.903	34.36%
	50	0.575	0.555	0.563	0.564	0.836	0.794	0.804	0.811	43.77%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดกลืนน้ำกับเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9)

จากรูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดกลืนน้ำกับเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9) พบว่า อัตราการดูดกลืนน้ำมากสุดที่ 43.77% โดยใช้เปอร์เซ็นต์เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์เท่ากับ 50% ซึ่งมีค่าเกิน 38% ตามมาตรฐานอิฐมวลเบา class 4 และอัตราการดูดกลืนน้ำต่ำสุดที่ 23.33% โดยใช้เปอร์เซ็นต์เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ เท่ากับ 0%

รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดกลืนน้ำกับเปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน W/B = 0.5, 0.7 และ 0.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์เถ้าปาล์มที่ใช้แทนปูนซีเมนต์(T) กับ อัตราการดูดซึม ทำให้ทราบว่า ค่าที่ได้นั้นผ่านเกณฑ์มาตรฐาน class4 (G4) ที่อัตราการดูดซึม 38% ยกเว้น W/B = 0.9 เปอร์เซ็นต์การใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ 50% ที่ไม่ผ่านมาตรฐาน

4.4 อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงเมื่อความยาวเข้าสู่สมดุล

W/B	เถ้า (%)	น้ำหนักแห้ง (กก.)		น้ำหนักเปียก (กก.)		น้ำหนักที่ความชื้น40%		การเปลี่ยนแปลงความยาวเมื่อเข้าสู่สมดุล	
		ก้อน1	ก้อน2	ก้อน1	ก้อน2	ก้อน1	ก้อน2	ก้อน1	ก้อน2
0.5	0	0.217	0.216	0.268	0.267	0.237	0.236	ผ่าน	ผ่าน
	20	0.210	0.207	0.275	0.268	0.236	0.231	ผ่าน	ผ่าน
	35	0.211	0.216	0.278	0.285	0.238	0.244	ผ่าน	ผ่าน
	50	0.223	0.218	0.293	0.291	0.251	0.247	ผ่าน	ผ่าน
0.7	0	0.203	0.211	0.257	0.271	0.225	0.235	ผ่าน	ผ่าน
	20	0.193	0.190	0.250	0.243	0.216	0.211	ผ่าน	ผ่าน
	35	0.224	0.202	0.307	0.280	0.257	0.233	ผ่าน	ผ่าน
	50	0.213	0.215	0.319	0.315	0.255	0.255	ผ่าน	ผ่าน
0.9	0	0.214	0.217	0.278	0.279	0.240	0.242	ไม่ผ่าน	ผ่าน
	20	0.157	0.139	0.236	0.213	0.189	0.169	ผ่าน	ผ่าน
	35	0.192	0.195	0.293	0.297	0.233	0.236	ผ่าน	ผ่าน
	50	0.139	0.132	0.247	0.235	0.182	0.173	ผ่าน	ผ่าน
เมื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลต้องมีการเปลี่ยนแปลงความยาว < 0.045 ซม.									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาส่วนผสมในการผลิตอิฐมวลเบาผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน โดยการทำก้อนตัวอย่างเพื่อนำมาทดสอบในห้องทดสอบโดยการทดสอบทำตามมาตรฐาน มอก. 1505 – 2541 คือทำการวัดค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร ความต้านทานแรงอัด อัตราการดูดกลืนน้ำ และอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว

	ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร ($กก/ม.^3$)	ความต้านทานแรงอัดที่ 14 วัน ($กก/ซม.^3$)	อัตราการดูดกลืนน้ำ (ร้อยละ)	การเปลี่ยนแปลงความยาวเมื่อเข้าสมดุลน้อยกว่าร้อยละ 0.003 ใน 3 วัน
W/B = 0.7 เถ้า = 35 %	779.297	26.32	27.09	ผ่าน

จากการวิเคราะห์พบว่าที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน ที่ 0.7 (W/B = 0.7) และใช้เถ้าปาล์มน้ำมันแทนที่ปูนซีเมนต์ ร้อยละ 35 ให้ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรที่ 779.297 กก./ลบ.ม. กำลังรับแรงอัด ที่ 14 วัน ได้ 26.32 กก./ตร.ซม. อัตราการดูดกลืนน้ำ ร้อยละ 27.09 การเปลี่ยนแปลงความยาวเมื่อเข้าสมดุล ผ่านตามมาตรฐาน มอก. 1505-2541

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ปริมาณเถ้าที่ใช้ในการบดที่ใช้กับเครื่อง Los AngelesMachine ไม่ควรใช้ปริมาณมากเกินไป ควรใช้ประมาณ 3-5 กก. และใช้ระยะเวลาในการบด 1 ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้เถ้าที่ได้จากการบดนั้นมีความละเอียดเพียงพอที่จะผ่านตะแกรงไปได้

2. ควรที่จะทำการบ่มน้ำเป็นระยะเวลา 14, 28 และ 60 วัน เพื่อเปรียบเทียบและดูการพัฒนาของกำลังอัด

3. ควรทำก้อนตัวอย่าง ตามมาตรฐาน เพื่อทดสอบในเรื่องต่างๆ เช่น การทนไฟ กันเสียง การนำความร้อน เป็นต้น

4. ควรควบคุมคุณภาพของปูนที่ใช้ในการฉีดโฟมและตรวจสอบความหนาแน่นของโฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ผลการทดสอบการยืดหดตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-1 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5), เถ้า = 0%, ก้อนที่ 1

วันที่อ่าน	W/B = 0.5,เถ้า = 0%, ก้อนที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.06	0.268	ผ่าน
04-02-14	159.94	0.09	0.252	ผ่าน
05-02-14	159.85	0.03	0.244	ผ่าน
06-02-14	159.88	0.04	0.24	ผ่าน
07-02-14	159.84	0	0.239	ผ่าน
08-02-14	159.84	0.05	0.237	ผ่าน
09-02-14	159.79	0.09	0.237	
10-02-14	159.76	0.08	0.236	
11-02-14	159.73	0.11	0.236	ผ่าน
12-02-14	159.82	0.03	0.236	
13-02-14	159.81	0.05	0.236	
14-02-14	159.84	0.11	0.236	ผ่าน
15-02-14	159.82	0	0.236	
16-02-14	159.68	0.13	0.236	
17-02-14	159.82	0.02	0.236	ผ่าน
18-02-14	159.74	0.08	0.236	
19-02-14	159.77	0.09	0.236	
20-02-14	159.77	0.05	0.236	ผ่าน
21-02-14	159.76	0.02	0.236	
22-02-14	159.73	0.04	0.236	
23-02-14	159.76	0.01	0.236	ผ่าน
24-02-14	159.76	0	0.236	
25-02-14	159.74	0.01	0.236	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-2 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5), เถ้า = 0%, ก้อนที่ 2

วันที่อ่าน	W/B = 0.5, เถ้า = 0%, ก้อนที่ 2			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.24	0.267	ผ่าน
04-02-14	159.76	0.01	0.253	ผ่าน
05-02-14	159.77	0.14	0.242	ผ่าน
06-02-14	159.63	0.05	0.238	ผ่าน
07-02-14	159.58	0.25	0.236	ผ่าน
08-02-14	159.83	0.06	0.235	
09-02-14	159.56	0.07	0.235	
10-02-14	159.49	0.09	0.234	ผ่าน
11-02-14	159.53	0.3	0.233	
12-02-14	159.66	0.1	0.234	
13-02-14	159.53	0.04	0.233	ผ่าน
14-02-14	159.52	0.01	0.234	
15-02-14	159.55	0.11	0.233	
16-02-14	159.49	0.04	0.234	ผ่าน
17-02-14	159.55	0.03	0.233	
18-02-14	159.56	0.01	0.233	
19-02-14	159.52	0.03	0.233	ผ่าน
20-02-14	159.51	0.04	0.233	
21-02-14	159.49	0.07	0.233	
22-02-14	159.47	0.05	0.234	ผ่าน
23-02-14	159.48	0.03	0.234	
24-02-14	159.46	0.03	0.234	
25-02-14	159.43	0.04	0.234	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-3 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5), เถ้า = 20%, ก้อนที่ 1

วันที่อ่าน	W/B = 0.5, เถ้า = 20%, ก้อนที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.24	0.275	ผ่าน
04-02-14	160.24	0.03	0.26	ผ่าน
05-02-14	160.21	0.07	0.247	ผ่าน
06-02-14	160.14	0.05	0.242	ผ่าน
07-02-14	160.09	0.02	0.239	ผ่าน
08-02-14	160.07	0.01	0.236	ผ่าน
09-02-14	160.06	0.08	0.235	
10-02-14	160.02	0.07	0.234	
11-02-14	160.02	0.05	0.233	ผ่าน
12-02-14	159.98	0.08	0.234	
13-02-14	159.98	0.04	0.233	
14-02-14	159.95	0.07	0.233	ผ่าน
15-02-14	159.95	0.03	0.233	
16-02-14	159.91	0.07	0.233	
17-02-14	159.97	0.02	0.233	ผ่าน
18-02-14	159.98	0.03	0.233	
19-02-14	159.95	0.04	0.233	
20-02-14	159.97	0	0.233	ผ่าน
21-02-14	159.93	0.05	0.233	
22-02-14	159.92	0.03	0.233	
23-02-14	159.93	0.04	0.233	ผ่าน
24-02-14	159.94	0.01	0.233	
25-02-14	159.98	0.06	0.233	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-4 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5), เถ้า = 20%, ก้อนที่ 2

วันที่อ่าน	W/B = 0.5,เถ้า = 20%, ก้อนที่2			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3วัน
03-02-14	160	0.35	0.268	ผ่าน
04-02-14	159.65	0.07	0.25	ผ่าน
05-02-14	159.58	0.06	0.242	ผ่าน
06-02-14	159.52	0.2	0.238	ผ่าน
07-02-14	159.32	0.06	0.235	ผ่าน
08-02-14	159.26	0.08	0.232	ผ่าน
09-02-14	159.34	0.03	0.231	ผ่าน
10-02-14	159.31	0.01	0.23	
11-02-14	159.31	0.05	0.23	
12-02-14	159.22	0.12	0.23	ผ่าน
13-02-14	159.28	0.03	0.229	
14-02-14	159.26	0.05	0.229	
15-02-14	159.26	0.04	0.229	ผ่าน
16-02-14	159.19	0.09	0.229	
17-02-14	159.21	0.05	0.229	
18-02-14	159.22	0.04	0.229	ผ่าน
19-02-14	159.21	0.02	0.229	
20-02-14	159.22	0.01	0.229	
21-02-14	159.19	0.03	0.229	ผ่าน
22-02-14	159.21	0	0.229	
23-02-14	159.2	0.02	0.229	
24-02-14	159.23	0.04	0.23	ผ่าน
25-02-14	159.21	0	0.23	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-5 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5), เถ้า = 35%, ก้อนที่ 1

วันที่อ่าน	W/B =0.5, เถ้า =35%,ก้อนที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.05	0.278	ผ่าน
04-02-14	160.05	0.03	0.259	ผ่าน
05-02-14	160.02	0.01	0.253	ผ่าน
06-02-14	160.03	0.16	0.249	ผ่าน
07-02-14	159.87	0.05	0.245	ผ่าน
08-02-14	159.82	0.05	0.241	ผ่าน
09-02-14	159.87	0.1	0.241	ผ่าน
10-02-14	159.77	0.01	0.239	ผ่าน
11-02-14	159.78	0.01	0.238	ผ่าน
12-02-14	159.79	0.08	0.238	
13-02-14	159.84	0.07	0.238	
14-02-14	159.89	0.11	0.238	ผ่าน
15-02-14	159.83	0.04	0.238	
16-02-14	159.78	0.06	0.238	
17-02-14	159.86	0.03	0.238	ผ่าน
18-02-14	159.81	0.02	0.238	
19-02-14	159.82	0.04	0.238	
20-02-14	159.8	0.06	0.238	ผ่าน
21-02-14	160.77	0.96	0.238	
22-02-14	160.74	0.92	0.238	
23-02-14	159.72	0.08	0.238	ผ่าน
24-02-14	159.75	1.02	0.238	
25-02-14	159.73	1.01	0.238	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-6 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5), เถ้า = 35%, ก้อนที่ 2

วันที่อ่าน	W/B = 0.5,เถ้า = 35%, ก้อนที่ 2			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0	0.285	ผ่าน
04-02-14	160	0.01	0.269	ผ่าน
05-02-14	159.99	0.03	0.259	ผ่าน
06-02-14	159.96	0.07	0.256	ผ่าน
07-02-14	159.89	0.04	0.252	ผ่าน
08-02-14	159.85	0.02	0.248	ผ่าน
09-02-14	159.83	0.03	0.247	ผ่าน
10-02-14	159.8	0.02	0.246	ผ่าน
11-02-14	159.78	0.01	0.245	ผ่าน
12-02-14	159.77	0.01	0.244	ผ่าน
13-02-14	159.78	0.02	0.244	
14-02-14	159.76	0.02	0.244	
15-02-14	159.69	0.08	0.244	ผ่าน
16-02-14	159.73	0.05	0.245	
17-02-14	159.75	0.01	0.244	
18-02-14	159.72	0.03	0.244	ผ่าน
19-02-14	159.74	0.01	0.244	
20-02-14	159.75	0	0.244	
21-02-14	159.72	0	0.244	ผ่าน
22-02-14	159.71	0.03	0.244	
23-02-14	159.71	0.04	0.244	
24-02-14	159.73	0.01	0.244	ผ่าน
25-02-14	159.69	0.02	0.244	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-7 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5), เถ้า = 50%, ก้อนที่ 1

วันที่อ่าน	W/B = 0.5, เถ้า = 50%, ก้อนที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.01	0.293	ผ่าน
04-02-14	159.99	0	0.288	ผ่าน
05-02-14	159.99	0.02	0.275	ผ่าน
06-02-14	159.97	0.06	0.271	ผ่าน
07-02-14	159.91	0.03	0.267	ผ่าน
08-02-14	159.94	0.01	0.261	ผ่าน
09-02-14	159.95	0.01	0.258	ผ่าน
10-02-14	159.94	0.02	0.256	ผ่าน
11-02-14	159.92	0.15	0.254	ผ่าน
12-02-14	159.77	0.12	0.253	ผ่าน
13-02-14	159.89	0.05	0.251	ผ่าน
14-02-14	159.84	0.08	0.25	
15-02-14	159.81	0.04	0.25	
16-02-14	159.74	0.15	0.249	ผ่าน
17-02-14	159.76	0.08	0.248	
18-02-14	159.77	0.04	0.248	
19-02-14	159.78	0.04	0.248	ผ่าน
20-02-14	159.75	0.01	0.247	
21-02-14	159.8	0.03	0.247	
22-02-14	159.76	0.02	0.247	ผ่าน
23-02-14	159.77	0.02	0.246	
24-02-14	159.81	0.01	0.246	
25-02-14	159.84	0.08	0.246	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-8 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.5 (W/B = 0.5), เถ้า = 50%, ก้อนที่ 2

วันที่อ่าน	W/B = 0.5, เถ้า = 50%, ก้อนที่2			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0	0.291	ผ่าน
04-02-14	160	0.01	0.277	ผ่าน
05-02-14	160.01	0.05	0.27	ผ่าน
06-02-14	159.96	0	0.264	ผ่าน
07-02-14	159.96	0.06	0.258	ผ่าน
08-02-14	159.9	0.02	0.254	ผ่าน
09-02-14	159.88	0.02	0.251	ผ่าน
10-02-14	159.86	0.04	0.247	ผ่าน
11-02-14	159.82	0.08	0.245	
12-02-14	159.79	0.09	0.244	
13-02-14	159.78	0.08	0.243	ผ่าน
14-02-14	159.76	0.06	0.243	
15-02-14	159.74	0.05	0.242	
16-02-14	159.73	0.05	0.241	ผ่าน
17-02-14	159.71	0.05	0.241	
18-02-14	159.7	0.04	0.242	
19-02-14	159.71	0.02	0.242	ผ่าน
20-02-14	159.68	0.03	0.241	
21-02-14	159.65	0.05	0.241	
22-02-14	159.69	0.02	0.241	ผ่าน
23-02-14	159.67	0.01	0.241	
24-02-14	159.72	0.07	0.242	
25-02-14	159.72	0.03	0.242	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-9 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7), เถ้า = 0%, ก้อนที่ 1

วันที่อ่าน	W/B = 0.7,เถ้า = 0%, ก้อนที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0	0.257	ผ่าน
04-02-14	160	0.05	0.242	ผ่าน
05-02-14	159.95	0.06	0.233	ผ่าน
06-02-14	160.01	0.12	0.23	ผ่าน
07-02-14	159.89	0.1	0.228	ผ่าน
08-02-14	159.99	0.02	0.227	ผ่าน
09-02-14	159.97	0.03	0.226	ผ่าน
10-02-14	159.94	0	0.225	ผ่าน
11-02-14	159.94	0.11	0.224	ผ่าน
12-02-14	159.83	0.14	0.224	
13-02-14	159.81	0.13	0.223	
14-02-14	159.81	0.13	0.223	ผ่าน
15-02-14	159.82	0.01	0.223	
16-02-14	159.79	0.02	0.223	
17-02-14	159.82	0.01	0.223	ผ่าน
18-02-14	159.8	0.02	0.224	
19-02-14	159.8	0.01	0.223	
20-02-14	159.82	0	0.223	ผ่าน
21-02-14	159.78	0.02	0.223	
22-02-14	159.81	0.01	0.223	
23-02-14	159.8	0.02	0.223	ผ่าน
24-02-14	159.77	0.01	0.223	
25-02-14	159.82	0.01	0.223	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-10 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7), เถ้า = 0%, ก้อนที่ 2

วันที่อ่าน	W/B = 0.7, เถ้า = 0%, ก้อนที่ 2			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.02	0.271	ผ่าน
04-02-14	159.98	0.18	0.253	ผ่าน
05-02-14	159.8	0.06	0.246	ผ่าน
06-02-14	159.74	0.14	0.243	ผ่าน
07-02-14	159.88	0.2	0.24	ผ่าน
08-02-14	159.68	0	0.239	ผ่าน
09-02-14	159.68	0.01	0.238	ผ่าน
10-02-14	159.69	0.02	0.237	ผ่าน
11-02-14	159.67	0.14	0.236	ผ่าน
12-02-14	159.81	0.19	0.235	ผ่าน
13-02-14	159.62	0.07	0.235	
14-02-14	159.67	0	0.235	
15-02-14	159.64	0.17	0.235	ผ่าน
16-02-14	159.63	0.01	0.235	
17-02-14	159.62	0.05	0.235	
18-02-14	159.65	0.01	0.234	ผ่าน
19-02-14	159.64	0.01	0.234	
20-02-14	159.62	0	0.234	
21-02-14	159.66	0.01	0.234	ผ่าน
22-02-14	159.64	0	0.234	
23-02-14	159.63	0.01	0.234	
24-02-14	159.6	0.06	0.234	ผ่าน
25-02-14	159.6	0.04	0.234	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-11 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7), เถ้า = 20%, ก้อนที่ 1

วันที่อ่าน	W/B = 0.7, เถ้า = 20%, ก้อนที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.02	0.25	ผ่าน
04-02-14	159.98	0.03	0.229	ผ่าน
05-02-14	159.95	0.05	0.222	ผ่าน
06-02-14	159.9	0.05	0.218	ผ่าน
07-02-14	159.85	0	0.216	ผ่าน
08-02-14	159.85	0.1	0.214	
09-02-14	159.84	0.06	0.213	
10-02-14	159.79	0.06	0.212	ผ่าน
11-02-14	159.78	0.07	0.212	
12-02-14	159.77	0.07	0.211	
13-02-14	159.75	0.04	0.211	ผ่าน
14-02-14	159.77	0.01	0.21	
15-02-14	159.76	0.01	0.21	
16-02-14	159.75	0	0.211	ผ่าน
17-02-14	159.71	0.06	0.211	
18-02-14	159.7	0.06	0.211	
19-02-14	159.72	0.03	0.211	ผ่าน
20-02-14	159.71	0	0.211	
21-02-14	159.69	0.01	0.211	
22-02-14	159.69	0.03	0.21	ผ่าน
23-02-14	159.7	0.01	0.21	
24-02-14	159.7	0.01	0.211	
25-02-14	159.69	0	0.211	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-12 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7), เถ้า = 20%, ก้อนที่ 2

วันที่อ่าน	W/B = 0.7, เถ้า = 20%, ก้อนที่ 2			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.02	0.243	ผ่าน
04-02-14	159.98	0.03	0.23	ผ่าน
05-02-14	160.01	0.07	0.22	ผ่าน
06-02-14	159.94	0.07	0.215	ผ่าน
07-02-14	159.87	0.02	0.213	ผ่าน
08-02-14	159.85	0.01	0.211	ผ่าน
09-02-14	159.84	0.1	0.21	
10-02-14	159.81	0.06	0.209	
11-02-14	159.81	0.04	0.208	ผ่าน
12-02-14	159.82	0.02	0.207	
13-02-14	159.78	0.03	0.207	
14-02-14	159.81	0	0.207	ผ่าน
15-02-14	159.8	0.02	0.207	
16-02-14	159.77	0.01	0.207	
17-02-14	159.78	0.03	0.207	ผ่าน
18-02-14	159.77	0.03	0.207	
19-02-14	159.77	0	0.207	
20-02-14	159.8	0.02	0.206	ผ่าน
21-02-14	159.8	0.03	0.207	
22-02-14	159.78	0.01	0.207	
23-02-14	159.78	0.02	0.206	ผ่าน
24-02-14	159.81	0.01	0.207	
25-02-14	159.8	0.02	0.207	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-13การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7), เถ้า = 35%, ก้อนที่ 1

วันที่อ่าน	W/B = 0.7, เถ้า = 35%, ก้อนที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.02	0.307	ผ่าน
04-02-14	159.98	0.03	0.287	ผ่าน
05-02-14	159.95	0.09	0.277	ผ่าน
06-02-14	159.86	0.04	0.271	ผ่าน
07-02-14	159.9	0.07	0.267	ผ่าน
08-02-14	159.83	0.01	0.265	ผ่าน
09-02-14	159.84	0.08	0.262	ผ่าน
10-02-14	159.76	0.03	0.26	ผ่าน
11-02-14	159.79	0.01	0.258	ผ่าน
12-02-14	159.78	0.01	0.258	ผ่าน
13-02-14	159.77	0.01	0.257	ผ่าน
14-02-14	159.78	0.01	0.257	
15-02-14	159.76	0.02	0.257	
16-02-14	159.74	0.03	0.256	ผ่าน
17-02-14	159.7	0.08	0.256	
18-02-14	159.72	0.04	0.257	
19-02-14	159.72	0.02	0.256	ผ่าน
20-02-14	159.7	0	0.257	
21-02-14	159.74	0.02	0.256	
22-02-14	159.71	0.01	0.256	ผ่าน
23-02-14	159.71	0.01	0.255	
24-02-14	159.72	0.02	0.256	
25-02-14	159.7	0.01	0.256	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-14 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7), เถ้า = 35%, ก้อนที่ 2

วันที่อ่าน	W/B = 0.7,เถ้า = 35%, ก้อนที่ 2			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0	0.28	ผ่าน
04-02-14	160	0.03	0.261	ผ่าน
05-02-14	160.03	0.02	0.251	ผ่าน
06-02-14	160.01	0.06	0.244	ผ่าน
07-02-14	159.95	0.07	0.24	ผ่าน
08-02-14	159.88	0	0.238	ผ่าน
09-02-14	159.88	0.08	0.235	ผ่าน
10-02-14	159.8	0.02	0.233	ผ่าน
11-02-14	159.78	0.05	0.231	ผ่าน
12-02-14	159.83	0.05	0.231	
13-02-14	159.75	0.05	0.231	
14-02-14	159.75	0.03	0.231	ผ่าน
15-02-14	159.72	0.11	0.23	
16-02-14	159.79	0.04	0.23	
17-02-14	159.76	0.01	0.23	ผ่าน
18-02-14	159.74	0.02	0.23	
19-02-14	159.75	0.04	0.23	
20-02-14	159.72	0.04	0.23	ผ่าน
21-02-14	159.74	0	0.23	
22-02-14	159.78	0.03	0.23	
23-02-14	159.74	0.02	0.23	ผ่าน
24-02-14	159.7	0.04	0.23	
25-02-14	159.74	0.04	0.23	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-15 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7), เถ้า = 50%, ก้อนที่ 1

วันที่อ่าน	W/B = 0.7, T = 50%, ก้อนที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.01	0.319	ผ่าน
04-02-14	159.99	0.01	0.296	ผ่าน
05-02-14	159.98	0.25	0.277	ผ่าน
06-02-14	159.73	0.14	0.269	ผ่าน
07-02-14	159.87	0.03	0.263	ผ่าน
08-02-14	159.84	0.03	0.26	ผ่าน
09-02-14	159.81	0.08	0.257	ผ่าน
10-02-14	159.73	0.01	0.254	ผ่าน
11-02-14	159.72	0.12	0.253	
12-02-14	159.66	0.15	0.253	
13-02-14	159.54	0.19	0.252	ผ่าน
14-02-14	159.54	0.18	0.252	
15-02-14	159.53	0.13	0.252	
16-02-14	159.51	0.03	0.252	ผ่าน
17-02-14	159.68	0.14	0.252	
18-02-14	159.7	0.17	0.252	
19-02-14	159.62	0.11	0.252	ผ่าน
20-02-14	159.65	0.03	0.252	
21-02-14	159.67	0.03	0.252	
22-02-14	159.64	0.02	0.251	ผ่าน
23-02-14	159.67	0.02	0.251	
24-02-14	159.68	0.01	0.252	
25-02-14	159.68	0.04	0.252	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-16 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.7 (W/B = 0.7), เถ้า = 50%, ก้อนที่ 2

วันที่อ่าน	W/B = 0.7, เถ้า = 50%, ก้อนที่ 2			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.01	0.315	ผ่าน
04-02-14	159.99	0	0.293	ผ่าน
05-02-14	159.99	0.12	0.274	ผ่าน
06-02-14	159.87	0.04	0.269	ผ่าน
07-02-14	159.91	0.06	0.264	ผ่าน
08-02-14	159.85	0	0.261	ผ่าน
09-02-14	159.85	0.08	0.257	ผ่าน
10-02-14	159.77	0	0.255	ผ่าน
11-02-14	159.77	0.08	0.254	
12-02-14	159.76	0.09	0.253	
13-02-14	159.69	0.08	0.253	ผ่าน
14-02-14	159.69	0.08	0.253	
15-02-14	159.67	0.09	0.253	
16-02-14	159.68	0.01	0.253	ผ่าน
17-02-14	159.72	0.03	0.253	
18-02-14	159.72	0.05	0.253	
19-02-14	159.71	0.03	0.253	ผ่าน
20-02-14	159.73	0.01	0.253	
21-02-14	159.72	0	0.253	
22-02-14	159.71	0	0.253	ผ่าน
23-02-14	159.72	0.01	0.253	
24-02-14	159.7	0.02	0.253	
25-02-14	159.69	0.02	0.253	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-17 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9(W/B = 0.9), เถ้า = 0%, ก้อนที่ 1

วันที่อ่าน	W/B = 0.9, เถ้า = 0%, ก้อนที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.01	0.278	ผ่าน
04-02-14	160.01	0.24	0.262	ผ่าน
05-02-14	160.25	0.32	0.256	ผ่าน
06-02-14	159.93	0.1	0.253	ผ่าน
07-02-14	160.03	1.2	0.248	ไม่ผ่าน
08-02-14	158.83	0.07	0.246	ผ่าน
09-02-14	158.76	0.07	0.245	ผ่าน
10-02-14	158.69	0.02	0.243	ผ่าน
11-02-14	158.67	0.23	0.242	ผ่าน
12-02-14	158.9	0.26	0.241	ผ่าน
13-02-14	158.64	0.02	0.241	ผ่าน
14-02-14	158.66	0.04	0.241	ผ่าน
15-02-14	158.7	0.07	0.24	ผ่าน
16-02-14	158.77	0.13	0.24	
17-02-14	158.65	0.01	0.24	
18-02-14	158.64	0.06	0.239	ผ่าน
19-02-14	158.72	0.05	0.239	
20-02-14	158.6	0.05	0.239	
21-02-14	158.64	0	0.239	ผ่าน
22-02-14	158.71	0.01	0.239	
23-02-14	158.61	0.01	0.239	
24-02-14	158.61	0.03	0.239	ผ่าน
25-02-14	158.6	0.11	0.239	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-18 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9), เถ้า = 0%, ก้อนที่ 2

วันที่อ่าน	W/B = 0.9, เถ้า = 0%, ก้อนที่ 2			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.04	0.279	ผ่าน
04-02-14	159.96	0.26	0.26	ผ่าน
05-02-14	159.7	0.05	0.255	ผ่าน
06-02-14	159.65	0.04	0.253	ผ่าน
07-02-14	159.61	0.02	0.249	ผ่าน
08-02-14	159.63	0.03	0.247	ผ่าน
09-02-14	159.6	0.09	0.245	ผ่าน
10-02-14	159.51	0.05	0.243	ผ่าน
11-02-14	159.56	0	0.242	ผ่าน
12-02-14	159.56	0.04	0.241	ผ่าน
13-02-14	159.52	0.01	0.241	
14-02-14	159.51	0.05	0.241	
15-02-14	159.46	0.1	0.24	ผ่าน
16-02-14	159.49	0.03	0.241	
17-02-14	159.51	0	0.241	
18-02-14	159.5	0.04	0.24	ผ่าน
19-02-14	159.46	0.03	0.24	
20-02-14	159.53	0.02	0.24	
21-02-14	159.5	0	0.24	ผ่าน
22-02-14	159.53	0.07	0.24	
23-02-14	159.48	0.05	0.24	
24-02-14	159.46	0.04	0.24	ผ่าน
25-02-14	159.49	0.04	0.24	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-19 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9), เถ้า = 20%, ก้อนที่ 1

วันที่อ่าน	W/B = 0.9, เถ้า = 20%, ก้อนที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160.00	0.03	0.236	ผ่าน
04-02-14	159.97	0.02	0.217	ผ่าน
05-02-14	159.99	0.03	0.209	ผ่าน
06-02-14	159.96	0.02	0.205	ผ่าน
07-02-14	159.98	0.07	0.199	ผ่าน
08-02-14	159.91	0.03	0.196	ผ่าน
09-02-14	159.88	0.03	0.194	ผ่าน
10-02-14	159.85	0.04	0.192	ผ่าน
11-02-14	159.81	0.05	0.191	ผ่าน
12-02-14	159.86	0.09	0.19	ผ่าน
13-02-14	159.77	0	0.19	ผ่าน
14-02-14	159.77	0.01	0.189	ผ่าน
15-02-14	159.76	0.1	0.189	
16-02-14	159.74	0.03	0.189	
17-02-14	159.81	0.04	0.188	ผ่าน
18-02-14	159.80	0.04	0.189	
19-02-14	159.77	0.03	0.188	
20-02-14	159.79	0.02	0.188	ผ่าน
21-02-14	159.82	0.02	0.188	
22-02-14	159.77	0	0.188	
23-02-14	159.78	0.01	0.188	ผ่าน
24-02-14	159.79	0.03	0.188	
25-02-14	159.76	0.01	0.188	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-20 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9), เถ้า = 20%, ก้อนที่ 2

วันที่อ่าน	W/B = 0.9, เถ้า = 20%, ก้อนที่ 2			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.03	0.213	ผ่าน
04-02-14	159.97	0	0.196	ผ่าน
05-02-14	159.97	0.04	0.186	ผ่าน
06-02-14	159.93	0.04	0.181	ผ่าน
07-02-14	159.89	0.05	0.176	ผ่าน
08-02-14	159.84	0.02	0.173	ผ่าน
09-02-14	159.82	0.03	0.172	ผ่าน
10-02-14	159.79	0.01	0.171	ผ่าน
11-02-14	159.78	0.01	0.17	ผ่าน
12-02-14	159.77	0.04	0.169	ผ่าน
13-02-14	159.73	0.06	0.169	
14-02-14	159.69	0.09	0.169	
15-02-14	159.66	0.11	0.168	ผ่าน
16-02-14	159.73	0	0.168	
17-02-14	159.65	0.04	0.168	
18-02-14	159.65	0.01	0.168	ผ่าน
19-02-14	159.62	0.11	0.168	
20-02-14	159.67	0.02	0.168	
21-02-14	159.61	0.04	0.168	ผ่าน
22-02-14	159.61	0.01	0.168	
23-02-14	159.6	0.07	0.168	
24-02-14	159.65	0.04	0.168	ผ่าน
25-02-14	159.62	0.01	0.168	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-21 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9), เถ้า =35%, ก้อนที่ 1

วันที่อ่าน	W/B = 0.9, เถ้า = 35%, ก้อนที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160.00	0.01	0.293	ผ่าน
04-02-14	159.99	0.14	0.275	ผ่าน
05-02-14	159.85	0.02	0.259	ผ่าน
06-02-14	159.83	0.05	0.252	ผ่าน
07-02-14	159.88	0.01	0.246	ผ่าน
08-02-14	159.89	0.03	0.241	ผ่าน
09-02-14	159.86	0.03	0.239	ผ่าน
10-02-14	159.83	0.02	0.238	ผ่าน
11-02-14	159.81	0.1	0.236	ผ่าน
12-02-14	159.71	0.06	0.235	ผ่าน
13-02-14	159.77	0	0.234	ผ่าน
14-02-14	159.77	0.02	0.234	ผ่าน
15-02-14	159.75	0.1	0.233	ผ่าน
16-02-14	159.65	0.12	0.233	
17-02-14	159.70	0.07	0.232	
18-02-14	159.73	0.02	0.232	ผ่าน
19-02-14	159.70	0.05	0.232	
20-02-14	159.71	0.01	0.232	
21-02-14	159.68	0.05	0.232	ผ่าน
22-02-14	159.72	0.02	0.232	
23-02-14	159.71	0	0.231	
24-02-14	159.70	0.02	0.232	ผ่าน
25-02-14	159.68	0.04	0.232	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-22 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9), เถ้า = 35%, ก้อนที่ 2

วันที่อ่าน	W/B = 0.9, เถ้า = 35%, ก้อนที่ 2			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.04	0.297	ผ่าน
04-02-14	160.04	0.05	0.279	ผ่าน
05-02-14	159.99	0.02	0.264	ผ่าน
06-02-14	159.97	0	0.257	ผ่าน
07-02-14	159.97	0	0.251	ผ่าน
08-02-14	159.97	0.05	0.246	ผ่าน
09-02-14	159.92	0	0.244	ผ่าน
10-02-14	159.92	0.08	0.242	ผ่าน
11-02-14	159.84	0.05	0.241	ผ่าน
12-02-14	159.89	0.08	0.24	ผ่าน
13-02-14	159.81	0.03	0.238	ผ่าน
14-02-14	159.84	0.02	0.238	ผ่าน
15-02-14	159.82	0.02	0.237	ผ่าน
16-02-14	159.8	0.06	0.236	ผ่าน
17-02-14	159.74	0.1	0.236	
18-02-14	159.79	0.03	0.236	
19-02-14	159.73	0.07	0.236	ผ่าน
20-02-14	159.77	0.03	0.235	
21-02-14	159.75	0.04	0.235	
22-02-14	159.75	0.02	0.235	ผ่าน
23-02-14	159.75	0.02	0.234	
24-02-14	159.77	0.02	0.235	
25-02-14	159.73	0.02	0.235	ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-23 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9), เถ้า = 50%, ก้อนที่ 1

วันที่อ่าน	W/B = 0.9,เถ้า = 50%, ก้อนที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160.00	0.1	0.247	ผ่าน
04-02-14	159.90	0.05	0.231	ผ่าน
05-02-14	159.95	0.15	0.213	ผ่าน
06-02-14	159.80	0.12	0.2	ผ่าน
07-02-14	159.92	0.04	0.194	ผ่าน
08-02-14	159.88	0.13	0.188	ผ่าน
09-02-14	159.75	0.02	0.185	ผ่าน
10-02-14	159.73	0.07	0.183	ผ่าน
11-02-14	159.66	0.08	0.182	ผ่าน
12-02-14	159.58	0.17	0.181	
13-02-14	159.51	0.22	0.18	
14-02-14	159.48	0.18	0.179	ผ่าน
15-02-14	159.62	0.04	0.179	
16-02-14	159.48	0.03	0.179	
17-02-14	159.51	0.03	0.179	ผ่าน
18-02-14	159.63	0.01	0.179	
19-02-14	159.54	0.06	0.179	
20-02-14	159.57	0.06	0.179	ผ่าน
21-02-14	159.55	0.08	0.178	
22-02-14	159.53	0.01	0.178	
23-02-14	159.56	0.01	0.178	ผ่าน
24-02-14	159.57	0.02	0.178	
25-02-14	159.54	0.01	0.179	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก-24 การยืดหดของอิฐมวลเบาที่อัตราส่วนผสมน้ำต่อวัสดุประสาน 0.9 (W/B = 0.9), เถ้า = 50%, ก้อนที่ 2

วันที่อ่าน	W/B = 0.9, T = 50%, ก้อนที่ 2			
	ความยาวทั้งหมด (มม.)	ความยาว L_x-L_{x1} (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	ตรวจสอบทุก 3 วัน
03-02-14	160	0.04	0.235	ผ่าน
04-02-14	159.96	0.01	0.219	ผ่าน
05-02-14	159.95	0.05	0.197	ผ่าน
06-02-14	159.9	0.32	0.188	ผ่าน
07-02-14	159.58	0.06	0.184	ผ่าน
08-02-14	159.52	0.07	0.179	ผ่าน
09-02-14	159.45	0.09	0.176	ผ่าน
10-02-14	159.36	0.01	0.174	ผ่าน
11-02-14	159.37	0.02	0.173	
12-02-14	159.35	0.1	0.172	
13-02-14	159.44	0.08	0.172	
14-02-14	159.38	0.01	0.172	ผ่าน
15-02-14	159.35	0	0.172	
16-02-14	159.43	0.01	0.172	
17-02-14	159.42	0.04	0.171	ผ่าน
18-02-14	159.4	0.05	0.171	
19-02-14	159.37	0.06	0.171	
20-02-14	159.39	0.03	0.171	ผ่าน
21-02-14	159.37	0.03	0.171	
22-02-14	159.38	0.01	0.171	
23-02-14	159.38	0.01	0.171	ผ่าน
24-02-14	159.39	0.02	0.172	
25-02-14	159.38	0	0.172	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRUAL STANDARD

มอก. 1505 - 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 1505 – 2541

ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบา แบบมีฟองอากาศ–อบไอน้ำ

AUTOCLAVED AERATED LIGHTWEIGHT CONCRETE ELEMENTS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 91.100.99 ISBN 974-607-866-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบา แบบมีฟองอากาศ–อบไอน้ำ

มอก. 1505 – 2541

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 2023300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 115 ตอนที่ 105ง
วันที่ 31 ธันวาคม พุทธศักราช 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 873
มาตรฐานคอนกรีตมวลเบา

1. ผู้แทนกรมโยธาธิการ
2. ผู้แทนกรมวิทยาศาสตร์บริการ
3. ผู้แทนคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
4. ผู้แทนการเคหะแห่งชาติ
5. ผู้แทนสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
6. ผู้แทนสมาคมธุรกิจบ้านจัดสรร
7. ผู้แทนบริษัท ซุปเปอร์บล็อก จำกัด
8. ผู้แทนบริษัท ควอลิตี้คอนสตรัคชั่นโปรดัคส์ จำกัด
9. ผู้แทนบริษัท ผลิตภัณฑ์คอนกรีตซีแพค จำกัด
10. ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรรมการและเลขานุการ
11. ผู้แทนบริษัท โกลเด้น แพลน จำกัด กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันมีการทำชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ–อบไอน้ำ สำหรับงานก่อสร้างภายในประเทศเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมประเภทนี้ จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ–อบไอน้ำ ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

DIN 4165–1986	Autoclaved aerated concrete blocks and flat elements
DIN SFS prEN 991–1992	Determination of the dimensions of prefabricated reinforced components made of autoclaved aerated concrete or lightweight aggregate concrete with open structure
JIS A 5416–1995	Autoclaved lightweight aerated concrete panels
มอก.15 เล่ม 1–2532	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดคุณภาพ
มอก.109–2517	วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต
มอก.319–2541	ปูนไลม์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 2411 (พ.ศ. 2541)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ–อบไอน้ำ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ–อบไอน้ำ มาตรฐานเลขที่ มอก. 1505-2541 ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 7 กันยายน พ.ศ. 2541

สมศักดิ์ เทพสุทิน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบา แบบมีฟองอากาศ–อบไอน้ำ

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดรายละเอียดของชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ–อบไอน้ำ ซึ่งเป็นวัสดุก่อผนังมวลเบา โดยมีฟองอากาศกระจายอย่างสม่ำเสมอภายในเนื้อคอนกรีต และอบด้วยไอน้ำ โดยกำหนดชั้นคุณภาพและชนิด ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน วัสดุและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การเก็บคอนกรีตมวลเบา การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบ

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศกระจายอย่างสม่ำเสมอในเนื้อคอนกรีต และอบในเตาอบไอน้ำ และไม่เสริมเหล็ก

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ชิ้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศ–อบไอน้ำ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “คอนกรีตมวลเบา” หมายถึง คอนกรีตที่มีมวลเบากว่าคอนกรีตทั่วไปที่มีขนาดเดียวกัน โดยมีฟองอากาศเล็ก ๆ แทรกกระจายในเนื้อคอนกรีตอย่างสม่ำเสมอ ทำให้แข็งด้วยการอบไอน้ำ และไม่เสริมเหล็ก เหมาะสำหรับใช้ก่อผนังด้วยวิธีก่อบาง ดูรูปที่ 1

2.2 วิธีก่อบาง หมายถึง วิธีก่อที่มีลักษณะปูนก่อบาง มีความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร และจำเป็นต้องใช้ปูนก่อที่ทำขึ้นด้วยส่วนผสมพิเศษ ที่สามารถให้แรงยึดหน่วงมากเพียงพอเหมาะสมกับความหนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

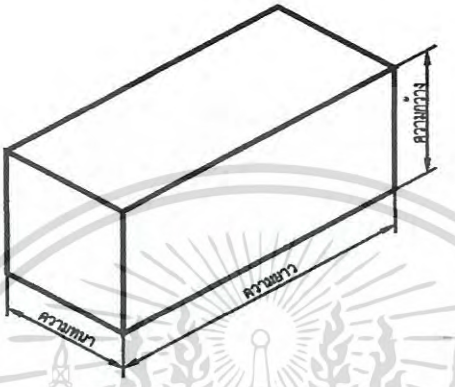
2.3 ร่องปูนก่อ หมายถึง ร่องที่ด้านข้างของคอนกรีตมวลเบาที่จะประกอบกันให้เป็นช่อง ใช้สำหรับใส่ปูนก่อขณะทำงานก่อผนัง

2.4 ร่อง หมายถึง ส่วนของคอนกรีตมวลเบาที่อยู่ต่ำกว่าพื้นผิวด้านข้าง สำหรับให้ลิ้นยื่นเข้ามาเพื่อการประสาน

2.5 ลิ้น หมายถึง ส่วนของคอนกรีตมวลเบาที่ยื่นเลยพื้นผิวส่วนอื่น สำหรับแทรกไปในร่องเพื่อการประสาน

2.6 ความหนาของคอนกรีตมวลเบา หมายถึง ความหนาของคอนกรีตมวลเบาที่ใช้ก่อผนัง

2.7 ร่องมือจับ หมายถึง ร่องที่ด้านข้างของคอนกรีตมวลเบาที่อยู่ต่ำจากขอบบน ใช้สำหรับจับยกเพื่อทำงาน



รูปที่ 1 ตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา
(ข้อ 2.1)

3. ชั้นคุณภาพและชนิด

3.1 คอนกรีตมวลเบาแบ่งตามความต้านแรงอัดออกเป็น 4 ชั้นคุณภาพ และแบ่งตามความหนาแน่นเชิงปริมาตรออกเป็น 7 ชนิด โดยชั้นคุณภาพและชนิดของคอนกรีตมวลเบามีความสัมพันธ์กันตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชั้นคุณภาพและชนิดของคอนกรีตมวลเบา
(ข้อ 3.1)

ชั้นคุณภาพ	ความต้านแรงอัด นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร		ชนิด	ความหนาแน่นเชิงปริมาตรเฉลี่ย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด		
2	2.5	2.0	0.4	0.31 ถึง 0.40
			0.5	0.41 ถึง 0.50
4	5.0	4.0	0.6	0.51 ถึง 0.60
			0.7	0.61 ถึง 0.70
			0.8	0.71 ถึง 0.80
6	7.5	6.0	0.7	0.61 ถึง 0.70
			0.8	0.71 ถึง 0.80
8	10.0	8.0	0.8	0.71 ถึง 0.80
			0.9	0.81 ถึง 0.90
			1.0	0.91 ถึง 1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

ขนาดของคอนกรีตมวลเบาที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานนี้ ออกแบบเพื่อให้เป็นไปตามระบบการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร ซึ่งได้กำหนดหน่วยพิกัดมูลฐาน (พ) ให้เท่ากับ 100 มิลลิเมตร ขนาดของคอนกรีตมวลเบาเป็นไปตามตารางที่ 2 โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร

ในกรณีมีร่องและลิ้นให้เพิ่มได้อีกมิติละ 9 มิลลิเมตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 11.1

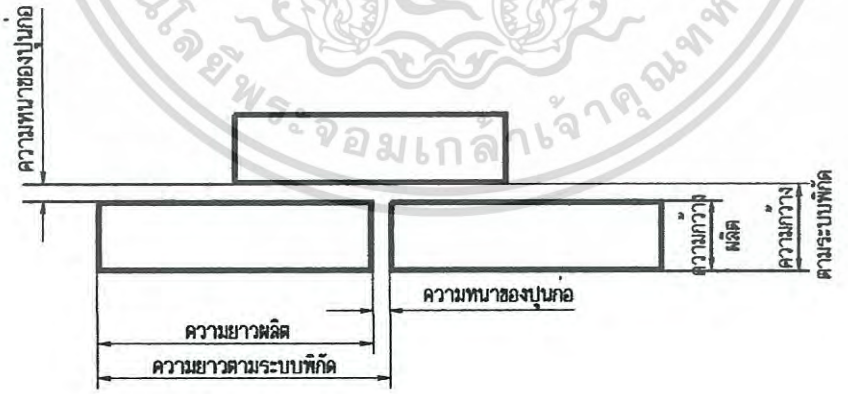
ตารางที่ 2 ขนาดคอนกรีตมวลเบา

(ข้อ 4.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	ความยาว	ความหนา
200	600	75
300		90
400		100
		125
		150
		175
		200
		250

หมายเหตุ ความกว้างและความยาวตามตารางที่ 2 เป็นค่าที่รวมความหนาของปูนก่อ 3 มิลลิเมตรไว้แล้ว(ดูรูปที่ 2)



รูปที่ 2 ความหนาของปูนก่อตามระบบประสานทางพิกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ความได้ฉาก

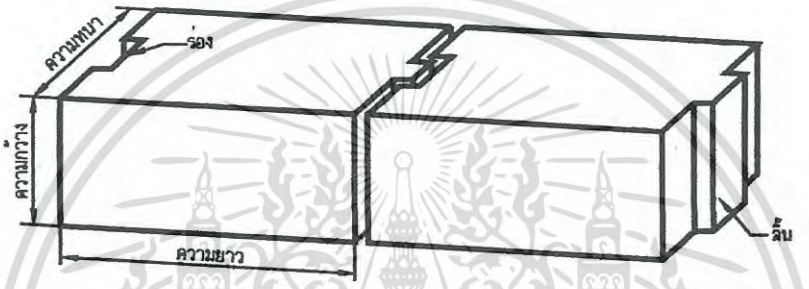
คอนกรีตมวลเบา ที่ระยะ 300 มิลลิเมตร วัดจากมุมฉากจะคลาดเคลื่อนจากแนวฉากได้ไม่เกิน 1 มิลลิเมตร การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 11.1

4.3 ร่องและลิ้น (ถ้ามี) ดูรูปที่ 3

คอนกรีตมวลเบาอาจทำเป็นร่องและลิ้นในตัวได้ และให้เป็นดังนี้

4.3.1 ขนาดของร่องและลิ้น ไม่ควรเล็กกว่าเศษหนึ่งส่วนเจ็ด และไม่ควรเกินเศษสองส่วนห้าของความหนาของคอนกรีตมวลเบา โดยในแต่ละด้านอาจมีร่องและลิ้นได้หลายแนว

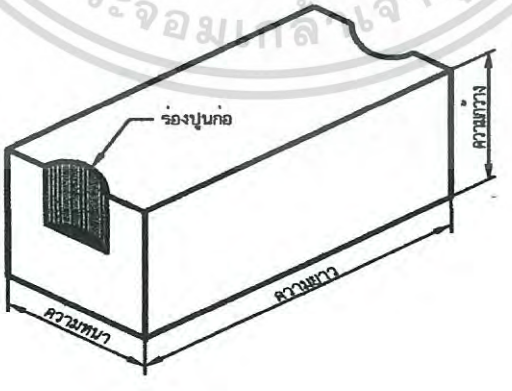
4.3.2 ความกว้าง และความลึกของลิ้นในทุก ๆ ด้าน ควรเล็กกว่าความกว้างและความลึกของร่องระหว่าง 1 ถึง 2 มิลลิเมตร



รูปที่ 3 ตัวอย่างร่องและลิ้นของคอนกรีตมวลเบา
(ข้อ 4.3)

4.4 ร่องปูนก่อ (ถ้ามี) ดูรูปที่ 4

ร่องปูนก่อที่ด้านข้างของคอนกรีตมวลเบาและมีขนาดเริ่มจากผิวบนลงมามีระยะ 1/4 ถึง 1/2 ของความกว้างของคอนกรีตมวลเบา

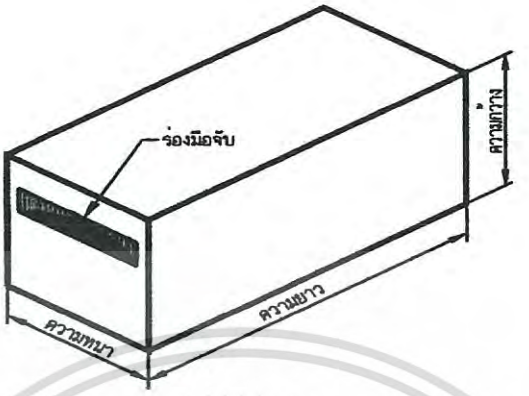


รูปที่ 4 ตัวอย่างร่องปูนก่อสำหรับคอนกรีตมวลเบา
(ข้อ 4.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ร่องมือจับ (ถ้ามี) ดูรูปที่ 5

กรณีที่คอนกรีตมวลเบามีขนาดใหญ่ เพื่อความสะดวกในการทำงานอาจมีร่องสำหรับมือจับด้วย



รูปที่ 5 ตัวอย่างร่องมือจับสำหรับคอนกรีตมวลเบา
(ข้อ 4.5)

5. วัสดุและการทำ

5.1 วัสดุ

5.1.1 ปูนซีเมนต์ต้องเป็นปูนซีเมนต์ประเภท 1 ตาม มอก. 15 เล่ม 1

5.1.2 ปูนขาวต้องเป็นไปตาม มอก. 319

5.1.3 มวลผสมต้องเป็นวัสดุซิลิกา หรือทรายควอตซ์ หรือตะกรันจากเตาถลุงแบบพ่นลม หรือเถ้าถ่านหิน หรือวัสดุอื่นใดที่ไม่มีสาร เช่น โคลน ฝุ่น สารอินทรีย์ ในจำนวนที่อาจเป็นผลเสีย นำมาบดละเอียดโดยให้มีขนาดไม่ใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร

5.1.4 สารก่อฟองและสารผสมเพิ่ม (ถ้ามี) ต้องเป็นวัสดุทำให้เกิดฟองอากาศมีเสถียรภาพ และคุมเวลาแข็งตัว โดยต้องไม่ก่อให้เกิดผลเสียใด ๆ ต่อคุณภาพของคอนกรีตมวลเบา

5.2 การทำ

คอนกรีตมวลเบาต้องทำโดยผสมส่วนผสมตามที่ระบุในข้อ 5.1.1 ถึงข้อ 5.1.3 เข้าด้วยกันอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นเติมน้ำจำนวนที่เหมาะสม สารก่อฟอง และสารผสมเพิ่ม (ถ้ามี) ให้มีฟองอากาศกระจายอย่างสม่ำเสมอ แล้วเทลงในแบบนำไปบ่มจนแข็งพอที่จะแกะแบบเพื่อทำการตัดตามขนาดที่ต้องการ จากนั้นนำไปอบด้วยไอน้ำ เพื่อให้ได้ค่าความต้านแรงอัดตามที่กำหนดที่ความดันไม่ต่ำกว่า 1.0 เมกะพาสคัลและอุณหภูมิประมาณ 180 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ ให้ตัดคอนกรีตมวลเบาในแนวที่ทำให้ด้านยาวขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของฟองอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องไม่แตกร้าว ไม่บิดเบี้ยว ไม่แอ่นตัว และไม่มีตำหนิใด ๆ ที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน

6.2 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

เมื่อทดสอบตามข้อ 11.2 แล้ว คอนกรีตมวลเบาต้องมีความหนาแน่นเชิงปริมาตรเฉลี่ยตามตารางที่ 1 โดยคอนกรีตมวลเบาแต่ละก้อนจะมีค่าแตกต่างจากที่กำหนดได้ไม่เกิน $\pm$ 0.05 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

6.3 อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว

เมื่อทดสอบตามข้อ 11.3 แล้ว อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวต้องไม่เกินร้อยละ 0.05

6.4 ความต้านแรงอัด

เมื่อทดสอบตามข้อ 11.4 แล้ว คอนกรีตมวลเบาต้องมีความต้านแรงอัดตามตารางที่ 1

6.5 อัตราการดูดกลืนน้ำ

เมื่อทดสอบตามข้อ 11.5 แล้ว อัตราการดูดกลืนน้ำต้องไม่เกิน 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

7. การบรรจุ

7.1 เมื่อจะนำคอนกรีตมวลเบาออกจำหน่าย ผู้ทำต้องจัดเรียงคอนกรีตมวลเบาบนแผงรองรับที่เหมาะสม มีการป้องกันขอบไม่ให้แตกบิ่นเสียหายที่จะเป็นผลเสียต่อการใช้งานทั้งในการเก็บรักษาและขนส่ง รวมทั้งให้มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก

8. เครื่องหมายและฉลาก

8.1 ที่คอนกรีตมวลเบา อย่างน้อยทุก ๆ 10 ก้อน ต้องมีเลขอักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร

(1) ชั้นคุณภาพ หรือความต้านแรงอัดต่ำสุด

(2) ชนิดของคอนกรีตมวลเบา

(3) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8.2 ที่ภาชนะบรรจุคอนกรีตมวลเบา อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายและรายละเอียดต่อไปนี้

(1) ชั้นคุณภาพ หรือความต้านแรงอัดต่ำสุด

(2) ชนิดของคอนกรีตมวลเบา

(3) ความยาว ความกว้าง ความหนา เป็นมิลลิเมตร

(4) ปี เดือนที่ทำ

(5) จำนวนที่บรรจุในหีบห่อ

(6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การเก็บคอนกรีตมวลเบา

9.1 ต้องเก็บคอนกรีตมวลเบาไว้ที่แห้งมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และมีการป้องกันความชื้นไม่ให้เข้าถึงคอนกรีตมวลเบาได้ทุกฤดูกาล

9.2 ควรกองเก็บคอนกรีตมวลเบาให้สามารถนำคอนกรีตมวลเบารุ่นที่มาถึงก่อนไปใช้ได้ก่อน

10. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

10.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง คอนกรีตมวลเบาชั้นคุณภาพเดียวกัน ส่วนผสมเดียวกัน จำนวนไม่เกิน 1 000 ลูกบาศก์เมตร ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

10.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

10.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาดและลักษณะทั่วไป

10.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 ก้อน

10.2.1.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4 และข้อ 6.1 จึงจะถือว่าคอนกรีตมวลเบารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความต้านแรงอัด

10.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากคอนกรีตมวลเบาที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดข้อ 10.2.1 เพื่อนำมาทำเป็นชิ้นทดสอบจำนวน 9 ชิ้น

10.2.2.2 ชิ้นทดสอบทุกชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 6.4 จึงจะถือว่าคอนกรีตมวลเบารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความหนาแน่นเชิงปริมาตรและอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว

10.2.3.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 ก้อน เพื่อนำมาทำเป็นชิ้นทดสอบสำหรับการทดสอบความหนาแน่นเชิงปริมาตร 3 ชิ้น และอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว 3 ชิ้น

10.2.3.2 ชิ้นทดสอบทุกชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 6.2 และ 6.3 ในแต่ละรายการ จึงจะถือว่าคอนกรีตมวลเบารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบอัตราการดูดกลืนน้ำ

10.2.4.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 ก้อน เพื่อนำมาทำเป็นชิ้นทดสอบจำนวน 3 ชิ้น

10.2.4.2 ชิ้นทดสอบทุกชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 6.5 จึงจะถือว่าคอนกรีตมวลเบารุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาต้องเป็นไปตามข้อ 10.2.1.2 ข้อ 10.2.2.2 ข้อ 10.2.3.2 และข้อ 10.2.4.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าคอนกรีตมวลเบารุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. การทดสอบ

11.1 ขนาด

11.1.1 เครื่องมือ

11.1.1.1 เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

11.1.1.2 เวอร์เนียร์ที่วัดได้ถึง 200 มิลลิเมตร

11.1.1.3 เหล็กฉากที่มีความยาวแต่ละด้านไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร

11.1.2 วิธีทดสอบ

11.1.2.1 ความกว้างและความยาว

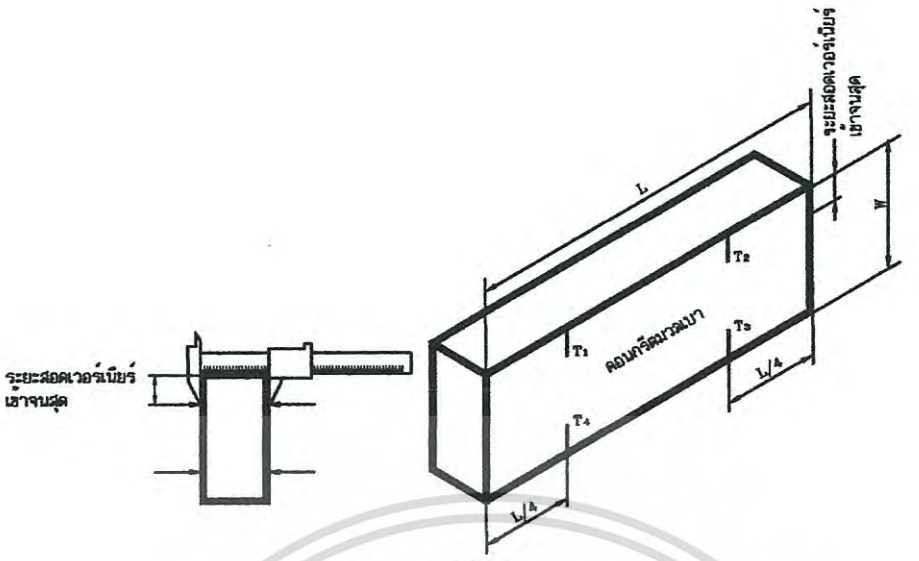
ใช้เครื่องวัดตามข้อ 11.1.1.1 วัดความกว้างและความยาวของตัวอย่าง โดยวัดที่ตำแหน่งห่างจากขอบเป็นระยะหนึ่งในสี่ของด้านนั้น ๆ ดูรูปที่ 6

รูปที่ 6 ตำแหน่งวัดความกว้าง และความยาว
(ข้อ 11.1.2.1)

11.1.2.2 ความหนา

ใช้เวอร์เนียร์วัดความหนาของตัวอย่างที่ตำแหน่งห่างจากขอบด้านยาวของชิ้นทดสอบเป็นระยะหนึ่งในสี่ของความยาว โดยสอดเวอร์เนียร์เข้าจนสุด ดูรูปที่ 7

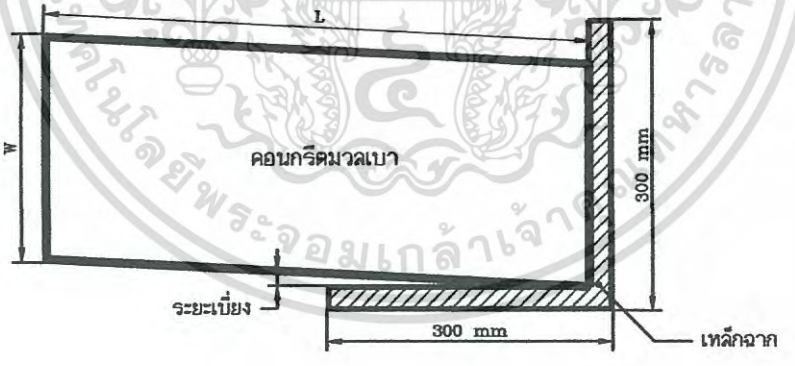
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 ตำแหน่งวัดความหนา
(ข้อ 11.1.2.2)

11.1.2.3 ความได้ฉาก

ทาบเหล็กฉากที่ด้านสั้นของตัวอย่าง จากนั้นวัดความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นที่ระยะประมาณ 300 มิลลิเมตรจากมุมของเหล็กฉาก ดูรูปที่ 8



รูปที่ 8 การวัดความได้ฉาก
(ข้อ 11.1.2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.1.3 การรายงานผล

ให้รายงาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยที่วัดได้

11.2 ความหนาแน่นเชิงปริมาตร

11.2.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบที่กึ่งกลางความยาวของตัวอย่างให้มีขนาด 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 มิลลิเมตร

กรณีชิ้นทดสอบมีความหนาน้อยกว่าค่าที่กำหนด ให้อนุโลมใช้รูปทรงลูกบาศก์ที่มีมิติเท่ากับความหนา

11.2.2 เครื่องมือ

11.2.2.1 เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

11.2.2.2 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 กรัม

11.2.2.3 ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 105 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส

11.2.3 วิธีทดสอบ

ให้วัดปริมาตรและมวลของชิ้นทดสอบหลังอบในตู้อบ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

11.2.4 การรายงานผล

ให้รายงานค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้งของชิ้นทดสอบแต่ละค่าและค่าเฉลี่ย จากสูตร

$$\text{ค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้ง} = \frac{\text{มวลของชิ้นทดสอบหลังอบในตู้อบ}}{\text{ปริมาตรของชิ้นทดสอบ}}$$

11.3 อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาว

11.3.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบที่กึ่งกลางความยาวของตัวอย่างให้มีขนาด 40 มิลลิเมตร x 40 มิลลิเมตร x 160 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 มิลลิเมตร และให้ด้านยาวของชิ้นทดสอบขนานกับด้านยาวของตัวอย่าง

11.3.2 เครื่องมือ

11.3.2.1 เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.005 มิลลิเมตร

11.3.2.2 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 กรัม

11.3.2.3 อ่างน้ำที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 25 องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส

11.3.2.4 ห้องหรือภาชนะปิดที่ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 25 องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 43 ± ร้อยละ 2 ได้

11.3.2.5 ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 105 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส

11.3.3 วิธีทดสอบ

11.3.3.1 นำชิ้นทดสอบเข้าอบในตู้อบเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งให้เย็น ชั่งมวลและวัดความยาวของชิ้นทดสอบถือเป็นมวลในสภาพแห้ง คำนวณหาค่ามวลที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40

11.3.3.2 นำชิ้นทดสอบไปแช่ในอ่างน้ำตามข้อ 11.3.2.3 โดยผิวบนของชิ้นทดสอบอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำ 3 เซนติเมตรเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นให้เก็บรักษาที่ห้องหรือภาชนะปิดตามข้อ 11.3.2.4 ชั่งมวลและวัดความยาวทุกวันจนมวลของชิ้นทดสอบมีค่าต่ำกว่าค่ามวลที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40 ซึ่งคำนวณได้จากข้อ 11.3.3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.3.3.3 วัดความยาวและชั่งมวลของชิ้นทดสอบทุก 3 วัน จนความยาวเข้าสู่สภาพสมดุล โดยชิ้นทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงความยาวน้อยกว่า ร้อยละ 0.003 ต่อ 3 วัน

หมายเหตุ *การรักษาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในกรณีใช้ภาชนะปิด ให้ทำโดยเก็บชิ้นทดสอบไว้เหนือสารละลายโพแทสเซียมคาร์บอเนต ที่ละลายอยู่ในภาวะสมดุลกับน้ำในภาชนะปิดที่ควบคุมอุณหภูมิได้ และต้องมีการกวนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการก่อตัวของเกลือโพแทสเซียม หรือฝ้าที่ผิว*

11.3.4 การรายงานผล

ให้รายงานอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวจากสูตร

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวร้อยละ } (R) = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \times 100$$

เมื่อ l_1 คือ ความยาวของชิ้นทดสอบที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40 เป็นมิลลิเมตร

l_2 คือ ความยาวของชิ้นทดสอบเมื่อเข้าสู่สภาพสมดุล เป็นมิลลิเมตร

หมายเหตุ *ความยาวของชิ้นทดสอบที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 40 หาโดยการประมาณค่าจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความยาวที่ได้จากการทดสอบตามข้อ 11.3.3.1 กับข้อ 11.3.3.2*

11.4 ความต้านแรงอัด

11.4.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบที่ตำแหน่ง ตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างของคอนกรีตมวลเบาให้มีขนาด 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ± 1 มิลลิเมตร ทำเครื่องหมายแสดงด้านยาวของตัวอย่าง ทำการทดสอบเมื่อชิ้นทดสอบมีปริมาณความชื้นร้อยละ 10 ± ร้อยละ 2

กรณีชิ้นทดสอบมีความชื้นมากกว่าที่กำหนด ให้อบชิ้นทดสอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 75 องศาเซลเซียสจนได้ความชื้นตามที่ต้องการ

กรณีชิ้นทดสอบมีความหนาน้อยกว่าค่าที่กำหนด ให้อนุโลมใช้รูปทรงลูกบาศก์ที่มีมิติเท่ากับความหนา

11.4.2 เครื่องมือ

11.4.2.1 เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

11.4.2.2 เครื่องกดที่อ่านได้ละเอียดถึง 100 นิวตัน และสามารถควบคุมอัตราเพิ่มแรงอัดได้ระหว่าง 0.05 ถึง 0.20 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรต่อวินาที

11.4.2.3 ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 105 องศาเซลเซียส ± 5 องศาเซลเซียส และควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 75 องศาเซลเซียส สำหรับการอบหาปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 10 ± ร้อยละ 2 ได้

11.4.3 วิธีทดสอบ

11.4.3.1 ให้กดชิ้นทดสอบด้วยวิธีตามที่ระบุใน มอก.109 โดยใช้อัตราเพิ่มแรงอัดตามตารางที่ 4 ในแนวตั้งฉากกับด้านยาวของชิ้นตัวอย่างจนได้ค่าแรงอัดสูงสุดเมื่อชิ้นทดสอบแตกเสียหาย

11.4.3.2 วัดปริมาณความชื้นของชิ้นทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 อัตราเพิ่มแรงอัดตัวอย่างคอนกรีตมวลเบา
(ข้อ 11.4.3.1)

ชั้นคุณภาพ	อัตราเพิ่มแรงอัด นิวตันต่อตารางมิลลิเมตรต่อวินาที
2	0.05
4	0.10
6	0.15
8	0.20

11.4.4 การรายงานผล

ให้รายงานปริมาณความชื้น และค่าความต้านแรงอัดของชิ้นทดสอบแต่ละค่าและค่าเฉลี่ย

11.5 อัตราการดูดกลืนน้ำ

11.5.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดชิ้นทดสอบที่กึ่งกลางความยาวของตัวอย่างให้มีขนาด 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร โดยมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน $\pm$ 1 มิลลิเมตร

กรณีชิ้นทดสอบมีความหนาน้อยกว่าค่าที่กำหนด ให้อนุโลมใช้รูปทรงลูกบาศก์ที่มีมิติเท่ากับความหนา

11.5.2 เครื่องมือ

11.5.2.1 เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

11.5.2.2 เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 1 กรัม

11.5.2.3 ตู้อบ ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 105 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส

11.5.3 วิธีทดสอบ

11.5.3.1 อบชิ้นทดสอบในตู้อบให้แห้งจนได้น้ำหนักคงที่ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส $\pm$ 5 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง จากนั้นวัดมวลและมิติของแต่ละก้อน

11.5.3.2 แช่ชิ้นทดสอบตามข้อ 11.5.3.1 ในน้ำสะอาดให้น้ำท่วมเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วยกออก ใช้ผ้าชุ่มน้ำเช็ดที่ผิวทีละก้อนแล้วชั่งใหม่ให้เสร็จภายใน 3 นาที น้ำหนักที่ชั่งได้นี้ถือเป็นน้ำหนักคอนกรีตมวลเบาที่ดูดกลืนน้ำ

กรณีตัวอย่างไม่ผ่านการทดสอบ ให้ทำการทดสอบซ้ำตั้งแต่ข้อ 11.5.3.1 โดยใช้ตัวอย่างเดิมกับน้ำกลั่นอีก 1 ครั้ง

11.5.4 การรายงานผล

ให้รายงานค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตมวลเบา โดยคำนวณจากสัดส่วนน้ำหนักของน้ำที่ดูดกลืนต่อปริมาตรชิ้นทดสอบซึ่งคำนวณจากมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้