สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การทดสอบกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานจากเปลือกหอย

THE COMPRESSIVE STRENGTH TEST OF GROUND MUSSEL SHELL INTERLOCKING BLOCK

รุจิวรรณ อันสงคราม

RUCHIWAN ANSONGKHRAM

ว.ท. ร 662 ร 2556
เลขหมู่ 2556
เลขทะเบียน 129128
วัน, เดือน, ปี 27 พ.ค. 2556

ฐ1 ar
.b. 125 99500
.i.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2556

KMITL-2013-AR-M-006-004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE COMPRESSIVE STRENGTH TEST OF GROUND MUSSEL SHELL INTERLOCKING BLOCK

RUCHIWAN ANSONGKHRAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN ARCHITECTURAL TECHNOLOGY

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2013

KMITL-2013- M-006-004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2013
FACULTY 0F ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การทดสอบกำลังรับแรงอัดบล๊อกประสานจากเปลือกหอย
THE COMPRESSIVE STRENGTH TEST OF GROUND MUSSEL SHELL INTERLOCKING BLOCK

นักศึกษา นางสาวรุจิวรรณ อันสงคราม

รหัสประจำตัว 53620607

ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์	
รองศาสตราจารย์ศุทธา ศรีเผด็จ	
รองศาสตราจารย์วรวรรณ โรจนไพบูลย์	
อาจารย์ ดร.ปนายุ ไชยรัตนานนท์	
รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 3 เมษายน 2556 เวลา 9.00 น.

สถานที่สอบ อาคารปฏิบัติการด้านพลังงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์บุญสนอง รัตนสุนทรากุล)
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
วันที่ ๙ **เดือน** พฤษภาคม **พ.ศ.** ๒๕๕๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การทดสอบกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานจากเปลือกหอย
นักศึกษา	นางสาวรุจิวรรณ อันสงคราม
รหัสประจำตัว	53620607
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
พ.ศ.	2556
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์

บทคัดย่อ

การเคหะแห่งชาติมีโครงการจัดทำแผนพัฒนาที่อยู่อาศัยและแผนป้องกัน / แก้ไขปัญหาชุมชน จังหวัดสมุทรสงคราม โดยมอบหมายให้จุฬาลงกรณ์และตัวแทนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ร่วมมือกับ 14 ชุมชน ทำการแปรรูปเปลือกหอยเป็นบล็อกประสานจากเปลือกหอยแมลงภู่ แต่ยังขาดคุณสมบัติเรื่องการรับกำลังเพื่อนำไปใช้งานได้จริง จึงได้จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องการทดสอบกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอย วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำขยะจากเปลือกหอยที่เป็นปัญหาของพื้นที่หมู่บ้านบางจะเกร็ง จังหวัดสมุทรสงครามมาทดลองผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย โดยนำเปลือกหอยมาทดแทนทรายและปูนที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสาน เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย แล้วนำไปทดสอบกำลังรับแรงอัดด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine) เพื่อให้ผ่านมาตรฐานในการรับกำลังของบล็อกประสาน ดำเนินการวิจัยโดยกำหนดอัตราส่วนของบล็อกประสานเปลือกหอยโดยการใช้เปลือกหอยเป็นตัวลดวัตถุดิบของทรายและปูน ใช้เปลือกหอยที่มีการแกะและมีการตากทิ้งไว้ 1 สัปดาห์และ 1เดือนมาใช้เป็นส่วนผสมวัตถุดิบ โดยแบ่งตัวอย่างการทดลองออกเป็น 12 ตัวอย่าง ดังนี้คือ ชุดเปลือกหอย 1 สัปดาห์แทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75, ชุดเปลือกหอย 1 สัปดาห์แทนที่ปูนในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75, ชุดเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 และชุดเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูนในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 นำไปบ่ม 28 วัน แล้วนำไปทดสอบกำลังรับแรงอัดด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดพบว่าค่าของกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ทรายเป็น 66.44 39.60 และ 38.00 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าของกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ปูนเป็น 57.63 22.11 และ 14.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ค่าของกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทรายเป็น 40.32 27.34 และ 22.11 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และค่าของกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูนเป็น 48.77 24.97 และ 13.44 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สรุปได้ว่าเมื่อมีการผสมเปลือกหอยแมลงภู่ที่บดแล้วลงไปในบล็อกประสานในอัตราส่วนผสมร้อยละที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าของกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอยมีแนวโน้มลดลง เมื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 57-2530 กำหนดค่าต้องไม่ต่ำกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ดังนั้นค่าที่ได้จึงไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว

จากผลการทดลองพบว่าลักษณะที่ใช้บล็อกประสานแทนที่ใช้เปลือกหอยแทนที่ทรายจะแข็งแรงมากกว่าแทนที่ปูน บล็อกประสานที่ใช้เปลือกหอยในการแทนที่ทรายในปริมาณน้อยจะแข็งแรงมากกว่าการแทนที่ทรายในปริมาณมาก และพบว่าระยะเวลาของการตากเปลือกหอยที่น้อยกว่าแข็งแรงมากกว่าระยะเวลาของการตากที่มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block
Student	Miss Ruchiwan Ansonghkram
Student ID	53620607
Degree	Master of Architecture
Program	Architecture Technology
Year	2013
Thesis Advisor	Assc.Prof.Dr. Songkiat Teartisup

ABSTRACT

Thesis on the compressive strength test of ground mussel shell interlocking block. The purpose is to study the substitute of sand and cement by ground Mussel shell, in order to reduce the consumption of natural resources. The experiment is conducted by producing interlocking blocks using ground Mussel shell at a proper proportion and test for their compressive stresses. In the study the involving documents, theories and researches are used as guideline in producing and test by the Universal Testing Machine. The research is conducted by setting the proportion of 1 week and 1 month sun-dried ground Mussel shell as the substitute of sand and cement. substitutes ; 25, 50 and 75 percent. The specimens are then, 28-day, cured before test.The test result indicates that the specimen using ground shell substituting the sand is stronger than those substituting cement.

The compressive stresses of specimens using 1-week sun-dried ground shell substituting the sand are 66.44, 39.60 and 38.00 ksc respectively. The compressive stresses of specimens using 1-week sun-dried ground shell substituting cement are 57.63, 22.11 and 14.52 ksc respectively.The compressive stresses of the specimen using 1-month sun-dried ground shell substituting the sand are 40.32, 27.34 and 22.1 ksc respectively. The compressive stresses of the specimen using 1-month sun-dries ground shell substituting cement are 48.77, 24.97 and 13.44 ksc respectively

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

In conclusion, the more percentage of ground shell in the composition yields the less compressive stress. In comparison to The Standard according to TIST 57-2530, specifies 70 ksc as minimum. Therefore the experiment is under-standard.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและเมตตาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ ผู้ที่มีความตั้งใจให้ความรู้ ประสบการณ์และโอกาสที่สำคัญแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรมทุกท่าน ที่ทุ่มเทถ่ายทอดความรู้และความเข้าใจอันเป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณย่า บิดา มารดา คนในครอบครัว ญาติพี่น้องทุกคน เพื่อนร่วมรุ่นที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือที่ดีตลอดมา รุ่นน้องปี1 ที่ช่วยในการทดสอบ คุณชาญวิทย์ คุณสัมฤทธิ์ ชาวบ้านบางจะเกร็ง คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังพร้อมเจ้าหน้าที่ทดสอบ สำหรับความช่วยเหลือทุกประการ ตลอดจนชาวเทคโนโลยีลาดกระบังทุกท่านที่ให้กำลังใจและเกื้อกูลทั้งความรู้และประสบการณ์ที่ดี

คุณประโยชน์ใดๆที่พึงเกิดจากวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

รุจิวรรณ อันสงคราม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... IX

สารบัญรูป..... XI

สารบัญแผนผัง..... XIV

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

1.3 สมมติฐานของการวิจัย..... 3

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย..... 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

1.6 ขั้นตอนการศึกษา..... 5

1.7 คำจำกัดความ..... 6

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม..... 7

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับบล็อกประสาน..... 7

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับหอยแมลงภู่..... 14

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับมอร์ต้า..... 16

2.4 การทดสอบวัสดุ..... 22

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 25

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 33

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น..... 33

3.2 การออกแบบวิธีวิจัย..... 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 การทดลอง 35
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 36
3.5 ขั้นตอนการสรุปและข้อเสนอแนะ 36
3.6 แผนผังการดำเนินการวิจัย 37

บทที่ 4 การทดลอง 38
4.1 การผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย (ทดลองก่อนผลิตจริง) 39
4.2 การผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย 42
4.3 การทดสอบกำลังรับแรงอัด 51

บทที่ 5 วิเคราะห์ผล 66
5.1 ผลการทดลองของกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ทราย 68
5.2 ผลการทดลองของกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ปูน 69
5.3 ผลการทดลองของกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทราย 70
5.4 ผลการทดลองของกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูน 72
5.5 ผลการทดลองของกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย 73
5.6 การวิเคราะห์ความแข็งแรงระหว่างทรายและปูน 74
5.7 การวิเคราะห์การใช้เปลือกหอย 1 สัปดาห์และ 1 เดือนในการแทนที่ทราย 76

บทที่ 6 สรุปผล ข้อค้นพบ และข้อเสนอแนะ 77
6.1 สรุปผล 77
6.2 ข้อค้นพบ 79
6.3 ข้อเสนอแนะ 80
บรรณานุกรม 82
ภาคผนวก ก 85
ภาคผนวก ข 101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค 109
ประวัติผู้เขียน 122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงระยะเวลาในการศึกษา..... 6

2.1 แสดงการเรียกชื่อของบล็อกตามตัวบรรจุ..... 8

2.2 แสดงพัฒนาการของบล็อกประสาน..... 8

2.3 แสดงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตบล็อกประสาน..... 10

2.4 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการผลิตบล็อกประสานและหลักการใช้งาน..... 11

2.5 แสดงสารประกอบที่สำคัญของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์..... 19

2.6 แสดงความหนาของเปลือกและผนังกั้นโพรง 29

2.7 แสดงความต้านแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ..... 30

4.1 แสดงอัตราส่วนในการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย..... 43

4.2 แสดงการตากเปลือกหอย ณ บางจะเกร็ง จ.สมุทรสงคราม 44

4.3 แสดงข้อมูลของบล็อกประสานเปลือกหอย 47

4.4 แสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอยทั้ง 4 ด้านด้วยเครื่อง UTM.....
(UniversalTestingMachine)..... 53

5.1 แสดงสรุปค่ากำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย..... 66

5.2 แสดงกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอยชุดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์.....
ในการแทนที่ทราย..... 68

5.3 แสดงกำลังรับแรงอัดชุดของบล็อกประสานเปลือกหอยเปลือกหอย 1 สัปดาห์.....
ในการแทนที่ปูน..... 69

5.4 แสดงกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอยชุดของเปลือกหอย 1 เดือน.....
ในการแทนที่ทราย..... 71

5.5 แสดงกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอยชุดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์.....
ในการแทนที่ปูน..... 72

5.6 แสดงกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานจากเปลือกหอย 73

6.1 แสดงการเปรียบเทียบชนิดบล็อกประสาน 80

ข-1 แสดงอัตราส่วนการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอยสูตร 102

ข-2 ตารางสรุปอัตราส่วนในการผลิตบล็อกประสาน 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ข-3 ตารางสรุปอัตราส่วนวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสาน 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงบล็อกตรงหรือทรงสี่เหลี่ยมโดยผู้วิจัย..... 13

2.2 แสดงโค้งโดยผู้วิจัย..... 13

3.1 แสดงผังการกำหนดการวิจัย..... 37

4.1 แสดงจังหวัดสมุทรสงคราม..... 39

4.2 แสดงพื้นที่ของการศึกษางานวิจัย..... 39

4.3 แสดงพื้นที่ของการศึกษางานวิจัยในบางจะเกร็ง จังหวัดสมุทรสงคราม..... 39

4.4 แสดงการกำหนดอัตราส่วน..... 42

4.5 แสดงขั้นตอนการลงพื้นที่ศึกษาข้อมูล..... 45

4.6 แสดงขั้นตอนการทดลอง..... 45

4.7 แสดงบล็อกประสานจากเปลือกหอยการบ่มครบ 28 วัน..... 50

4.8 แสดงการชั่งน้ำหนัก..... 51

4.9 แสดงเวอร์เนียคาลิปเปอร์..... 51

4.10 แสดงการวัดขนาดบล็อก..... 52

4.11 แสดงวิธีการเคลือบผิวก้อนตัวอย่างด้วยกำมะถัน..... 52

4.13 แสดงบล็อกประสานเปลือกหอยที่เคลือบผิวเสร็จ..... 52

4.14 แสดงการทดสอบกำลังรับแรงอัดด้วยเครื่อง UTM (Universal TestingMachine)..... 53

4.15 แสดงเครื่อง UTM (Universal TestingMachine)..... 53

5.1 แสดงกราฟกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ทราย..... 69

5.2 แสดงกราฟกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ปูน..... 70

5.3 แสดงกราฟกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทราย..... 71

5.4 แสดงกราฟกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนทีปูน..... 72

5.5 แสดงกราฟกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย..... 74

5.6 แสดงกราฟแสดงการเปรียบเทียบความแข็งแรงระหว่างการใช้เปลือกหอย 1สัปดาห์.....
ในการแทนที่ทรายแลปูน..... 74

5.7 แสดงกราฟแสดงการเปรียบเทียบความแข็งแรงระหว่างการใช้เปลือกหอย 1 เดือน.....
ในการแทนที่ทรายและปูน..... 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.8 แสดงกราฟแสดงการเปรียบเทียบการใช้เปลือกหอย1 สัปดาห์และ 1 เดือนในการแทนที่ทราย..... 76
6.1 แสดงกราฟกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย..... 78
6.2 แสดงการบ่มด้วยวิธีแช่..... 79
ก-1 แสดงกองเปลือกหอย ณ หมู่บ้านบางจะเกร็ง 1..... 86
ก-2 แสดงการเตรียมพื้นที่ในการตากเปลือกหอย..... 86
ก-3 แสดงการลำเลียงเปลือกหอยเพื่อนำไปทำการตากแห้ง..... 86
ก-4 แสดงการเตรียมพื้นที่ในการตากเปลือกหอย..... 87
ก-5 แสดงการตากเปลือกหอย..... 87
ก-6 แสดงการตากเปลือกหอย..... 87
ก-7 แสดงการเปรียบลักษณะของชุดการทดลองเปลือกหอย..... 88
ก-8 แสดงการเก็บเปลือกหอยเมื่อมีฝนตก ณ บางจะเกร็ง..... 88
ก-9 แสดงสถานที่ผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย..... 88
ก-10 แสดงถุงบรรจุเปลือกหอยตากแล้วมาเพื่อทำการบด..... 89
ก-11 แสดงการคัดแยกเปลือกหอยก่อนทำการบด..... 89
ก-12 แสดงเปลือกหอย 1 สัปดาห์..... 89
ก-13 แสดงเปลือกหอย 1 เดือน..... 90
ก-14 แสดงเครื่องบดเปลือกหอย..... 90
ก-15 แสดงเปลือกหอย 1 สัปดาห์ บดละเอียด..... 91
ก-16 แสดงเปลือกหอย 1 สัปดาห์ บดละเอียด บรรจุใส่ถุงพลาสติก..... 91
ก-17 แสดงการเตรียมวัตถุดิบ ดินลูกรัง ตากแห้ง เพื่อนำไปบดละเอียด..... 91
ก-18 แสดงการร่อนดินลูกรัง..... 92
ก-19 แสดงการชั่งถังใบใหญ่..... 92
ก-20 แสดงการตวงส่วนผสม ด้วยตาชั่ง..... 93
ก-21 แสดงการเทส่วนผสมรวมกันในถังสำหรับผสม..... 93
ก-22 แสดงการคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน..... 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ก-23 แสดงการรดน้ำด้วยบัวรดน้ำ ให้กระจายให้ทั่วขณะทำการคลุกเคล้าส่วนผสม..... 94

ก-24 แสดงการตวงส่วนผสมที่ผสมเสร็จแล้ว ก่อนนำไปอัดด้วยบล็อก..... 94

ก-25 แสดงการทำความสะอาดเครื่องมืออัดบล็อกประสาน..... 95

ก-26 ภาพตรวจเช็คความสะอาดเครื่องมืออัดบล็อกประสาน..... 95

ก-27 ภาพการเทส่วนผสมลงในเครื่องอัดบล็อกประสานให้กระจายอย่างทั่วถึง..... 95

ก-28 ภาพการอัดบล็อกประสานด้วยเครื่องอัดแรงคน..... 96

ก-29 ภาพ การอัดบล็อกประสานด้วยเครื่องอัดแรงคน..... 96

ก-30 ภาพการอัดบล็อกประสานด้วยเครื่องอัดแรงคน..... 96

ก-31 ภาพการยกบล็อกจากเครื่องวางลงบนแผ่นสมาร์ทบอร์ด..... 97

ก-32 ภาพการชั่งน้ำหนักของก้อนบล็อก..... 97

ก-33 ภาพการจัดวางบล็อกประสานเปลือกหอย..... 97

ก-34 ภาพการขนส่งบล็อกประสาน..... 98

ก-35 ภาพการจัดวาง..... 98

ก-36 ภาพการจัดเรียงบล็อกเพื่อทำการบ่ม..... 98

ก-37 ภาพการวางซ้อนกันของบล็อกประสาน..... 99

ก-38 ภาพการรดน้ำ..... 99

ก-39 ภาพการบ่มด้วยพลาสติกคลุม..... 99

ก-40 ภาพการเปรียบเทียบลักษณะการหลุดล่อนของชุดการทดลอง 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญแผนผัง

แผนผังที่ หน้า

2.1 แสดงวิธีการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอยโดยผู้วิจัย..... 11

2.2 แสดงประวัติความเป็นมาของปูนซีเมนต์โดยผู้วิจัย..... 17

2.3 แสดงองค์ประกอบปูนซีเมนต์..... 18

2.4 แสดงคุณสมบัติของทรายโดยผู้วิจัย..... 21

2.5 แสดงจำแนกวัสดุโดยผู้วิจัย..... 22

4.1 แสดงขั้นตอนการทดลอง 40

4.2 แสดงขั้นตอนการผลิตบล็อกประสาน (ทดลองก่อนการผลิตจริง) 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดสมุทรสงครามตั้งอยู่ทางภาคกลางของประเทศไทย ค่อนลงมาทางใต้ตามแนวชายฝั่งด้านอ่าวไทยตะวันตกพื้นที่มีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำและที่ราบชายฝั่งทะเล ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มมีแม่น้ำแม่กลองไหลผ่านตอนกลางของพื้นที่ ตามแนวเหนือ-ใต้ พื้นที่เกือบทั้งหมดของจังหวัดเป็นที่ราบชายฝั่งมีความลาดเอียงไปทางชายฝั่งทะเล ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม การประมง และการทำนาเกลือ[1]

ปี 2553 การเคหะแห่งชาติ มีโครงการจัดทำแผนพัฒนาที่อยู่อาศัยและแผนป้องกัน / แก้ไขปัญหาชุมชนจังหวัดสมุทรสงคราม โดยมอบหมายให้จุฬาลงกรณ์และตัวแทนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ร่วมมือกับ 14 ชุมชนพบปัญหาเศษขยะเปลือกหอยอันเกิดจากอุตสาหกรรมการแกะหอยแมลงภู่ที่ปรากฏเกือบทุกชุมชน จึงได้จัดทำโครงการนำร่อง ตั้งศูนย์ฝึกอาชีพการทำวัสดุก่อสร้างจากเปลือกหอยเพื่อพัฒนาที่อยู่อาศัย โดยมีความเห็นร่วมกันที่จะทำการแปรรูปเปลือกหอยเป็นบล็อกประสานจากเปลือกหอยแมลงภู่ โดยมีวัตถุประสงค์[2] เพื่อสร้างความร่วมมือระหว่าง 14 ชุมชน เพื่อศึกษาวิธีการกำจัดขยะจากเปลือกหอยด้วยการแปรรูปเป็นวัตถุดิบอื่น และเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการทำวัสดุก่อสร้างจากเปลือกหอย เมื่อปี 2554 ได้มีการทดลองการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอยขึ้นที่หมู่บ้านบางจะเกร็ง ผลผลิตที่ได้ยังไม่ได้มาตรฐาน สังเกตุได้จากการยึดเกาะของบล็อกประสาน ขาดคุณสมบัติเรื่องการรับกำลัง และยังไม่สามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างได้ จากการศึกษาจึงได้จัดทำบล็อกประสานจากเปลือกหอยเพื่อนำไปทดสอบให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

บล็อกประสาน [3] คือ บล็อกที่สถาบันวิจัยวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้วิจัยและพัฒนาขึ้นมา เป็นวัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบ ให้มีรูและเดือยบนตัว

---

[1] คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว และกระทรวงมหาดไทย 2542. วัฒนธรรม พัฒนาการทางประวัติศาสตร์ เอกลักษณ์ และภูมิปัญญา จังหวัดสมุทรสงคราม.

[2] เอกสารงานวิจัยเรื่อง **โครงการศูนย์ฝึกอาชีพการทำวัสดุก่อสร้างจากเปลือกหอยเพื่อพัฒนาที่อยู่อาศัยในพื้นที่ชุมชนบางจะเกร็ง 2 จ.สมุทรสงคราม** (การเคหะแห่งชาติ,กรุงเทพมหานคร. 2553)

[3] ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2553). **เทคโนโลยีบล็อกประสาน วว. เพื่อการสร้าง อาคารราคาประหยัด.** กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาในการศึกษา

ขั้นตอน	ม.ค. 55	ก.พ. 55	มี.ค. 55	เม.ย. 55	พ.ค. 55	มิ.ย. 55	ก.ค. 55	ส.ค. 55	ก.ย. 55	ต.ค. 55	พ.ย. 55	ธ.ค. 55
1.ศึกษาข้อมูล	←	—	—	→								
2.ออกแบบวิธีวิจัย				←	→							
3.ดำเนินการทดลอง					←	—	—	—	—	—	→	
4.วิเคราะห์ผล											←	→
5.สรุปผลการวิจัย												← →

1.7 คำจำกัดความ

บล็อกประสาน หมายถึง วัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่ม ให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 7 วัน จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแกร่งมีรูปลักษณะพิเศษที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่างๆหรือก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่าง รวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป (เอกสารเทคโนโลยีบล็อกประสาน วว. เพื่อการก่อสร้างอาคารประหยัด.)

เปลือกหอยแมลงภู่ หมายถึง เปลือกแข็งที่ห่อหุ้มลำตัวอยู่ภายนอก มีลักษณะยาวรีคล้ายรูปไข่ มีลักษณะเหมือนกันและมีขนาดเท่ากันทั้งสองฝา ด้านนอกของฝามีสีเขียวเข้มคล้ายปีกแมลงทับและบางส่วนก็เป็นสีน้ำตาล ส่วนด้านในก็มีสีขาวคล้ายมุก ส่วนประกอบของเปลือกหอยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ธรรมนูญ อักโขพันธ์ ได้อ้างอิงจากเสน่ห์ ผลประสิทธิ์ (2546)

เครื่อง UTM (Universal Testing Machine) หมายถึง เป็นเครื่องมือทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของวัสดุเชิงกล สามารถทดสอบวัสดุได้หลายวิธี เช่น การดึง การกด และอื่นๆในเครื่องเดียวกัน โดยสามารถใช้ทดสอบกับวัสดุได้หลายชนิด ระบบการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติสมบูรณ์ในตัว สามารถควบคุมได้ทั้ง Manual และ Computer อุดมวิทย์ กาญจนรงค์ (2538)

แรงอัด หมายถึง แรงที่ทำให้วัตถุทลายเข้าหากัน (กฎกระทรวง ฉบับที่ 6 พ.ศ.2527)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำ ในสัดส่วนที่เหมาะสม อัตราส่วนผสมระหว่าง ปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมประมาณ 1:6 ถึง 1:7 โดยน้ำหนักทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของมวลรวมเป็นหลัก อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่มให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 7 วัน จะได้คอนกรีตบล็อกที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วสวยงามและประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป

ต่อมาได้มีงานวิจัยในการผลิตบล็อกจากเปลือกหอยเซอรี่ [4] เนื่องมาจากหอยเซอรี่สร้างปัญหาให้กับเกษตรกรชาวนา จึงนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางการก่อสร้างด้วยการผลิตบล็อกจากเปลือกหอยเซอรี่ที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยเซอรี่ ทราย ปูนซีเมนต์ ในอัตราส่วน 5:3:1 โดยเป็นการนำเปลือกหอยมาทดแทนปูนซีเมนต์ในการผลิต และนำไปทดสอบความสามารถในการรับแรงอัดปรากฏว่าได้ค่าเฉลี่ยที่ 130 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ขณะที่มาตฐานอยู่ที่ 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก.57-2530 จากการศึกษาพบว่าเปลือกหอย [5] ที่ยังไม่ได้ผ่านการเผาจะยังไม่มีคุณสมบัติแทนปูนได้ จึงได้รวบรวมข้อมูลและนำมาประกอบการศึกษางานวิจัยชิ้นนี้

หมู่บ้านบางจะเกร็ง อำเภอเมือง จังหวดสมุทรสงคราม ภายในชุมชนประกอบอาชีพเลี้ยงหอยแมลงภู่ วิถีชีวิตของคนในชุมชนจะรับหอยแมลงภู่มาแกะ หลังจากนั้นก็จะเกิดเปลือกหอยเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากในชุมชน ด้วยเหตุนี้การเคหะแห่งชาติจึงได้จัดทำโครงการศูนย์ฝึกอาชีพการทำวัสดุก่อสร้างจากเปลือกหอยขึ้น มีการแปรรูปขยะจากเปลือกหอยเป็นวัตถุดิบในการผลิตวัสดุก่อสร้าง คือบล็อกประสานและบล็อกปูพื้น ได้มีการทดลองผลิต แต่ยังขาดการทดสอบที่เป็นมาตราฐาน การวิจัยครั้งนี้จึงได้มีการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย โดยการนำเปลือกหอยไปทดแทนทรายและปูน ด้วยการกำหนดอัตราส่วนให้เหมาะสม หลังจากนั้นนำไปทดสอบความสามารถในการรับแรงอัดด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine) อันเป็นประโยชน์ต่อการผลิตวัสดุทางการก่อสร้างต่อไป

---

[4] ทนงศักดิ์ มนตรี. งานวิจัยเรื่อง **อิฐบล็อกจากเปลือกหอยเซอรี่**. (คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม)

[5] ธรรมนูญ อักโขพันธ์. (2546). วิทยานิพนธ์เรื่อง **การวิจัยและพัฒนาการผลิตปูนขาวจากเปลือกหอยแมลงภู่**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยายุทธศาสตร์การพัฒนา, บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อการศึกษาการนำเปลือกหอยมาทดแทนทรายที่เป็นวัสดุทางการก่อสร้าง และช่วยในการลดวัตถุดิบทางการก่อสร้าง

1.2.2 เพื่อศึกษาการทดลองผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอยให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม

1.2.3 เพื่อทดสอบบล็อกประสานจากเปลือกหอยให้สามารถมีกำลังรับแรงอัดได้และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้จริง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 บล็อกประสานที่ใช้เปลือกหอยแทนที่ทรายและปูนจะมีผลต่างกันโดยการทดสอบด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)

1.3.2 บล็อกประสานที่ใช้เปลือกหอยแทนที่ทรายในปริมาณที่ต่างกันจะมีผลต่างกันโดยการทดสอบด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)

1.3.3 การใช้เปลือกหอยที่มีการตากในระยะเวลาที่ต่างกันจะมีผลต่างกัน

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 จากการทดลองครั้งนี้ได้เลือกทดสอบเพียงการทดสอบกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานจากเปลือกหอยเท่านั้น

1.4.2 วัตถุดิบที่เลือกใช้ จะต้องเป็นเปลือกหอยแมลงภู่ของหมู่บ้านบางจะเกร็ง จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อเป็นลดปัญหาขยะจากเปลือกหอยจึงมีการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และในการผสมวัตถุดิบส่วนผสมจะต้องเป็นประเภทเดียวกัน มาจากแหล่งผลิตเดียวกัน และเป็นวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นเพื่อลดต้นทุนและค่าขนส่ง

1.4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

1.4.3.1 ตัวแปรต้น

1) การใช้เปลือกหอยแมลงภู่บางจะเกร็งตาก และบดให้ละเอียด โดยนำไปแทนที่ทรายและปูน

2) ปริมาณของเปลือกหอยที่จะนำไปแทนที่ในทรายและปูนเป็นอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ระยะเวลาของการตากเปลือกหอย 2 ช่วง คือ 1 สัปดาห์และ1 เดือน

1.4.3.2 ตัวแปรตาม

1) ค่าของกำลังรับแรงอัด (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ ksc)

1.4.3.3 ตัวแปรควบคุม

1) วัตถุดิบที่เลือกใช้

- เปลือกหอยแมงภู่ของหมู่บ้านบางจะเกร็ง จังหวัดสมุทรสงคราม
- ดินลูกรัง ชนิดเดียวกัน มาจากแหล่งผลิตเดียวกัน
- ดินทราย ชนิดเดียวกัน มาจากแหล่งผลิตเดียวกัน
- ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ปูนโครงสร้าง) ประเภท 1
- ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมแต่ละสูตรใช้ 2.5 ลิตร

2) เปลือกหอยผ่านการทำความสะอาด มีการแกะและตากทิ้งไว้ นำไปบดให้ละเอียดมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย

3) เครื่องอัดบล็อกแบบใช้แรงคนหรือแบบโยก

4) การบ่มด้วยวิธีฉีดน้ำคลุมด้วยพลาสติก

5) การทดสอบกำลังรับแรงอัดด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)

6) การทดสอบกำลังรับแรงอัดเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.109-2517 ทดสอบเพื่อหากำลังรับแรงอัดต่อพื้นที่ของก้อนตัวอย่าง และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 57-2530 โดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานไม่น้อยกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

1.4.3.3 ตัวแปรสอดแทรกหรือตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้

1) ปริมาณความชื้นในอากาศ

2) อุณหภูมิที่ใช้ในการตาก สภาพแวดล้อม ภูมิอากาศ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อเป็นการนำเปลือกหอยมาใช้ประโยชน์ โดยการทดแทนวัสดุทางการก่อสร้างและสามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชน

1.5.2 เพื่อให้ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย

1.5.3 เพื่อให้ได้บล็อกประสานจากเปลือกหอยที่ผ่านการทดสอบ และสามารถผลิตเพื่อใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เก็บข้อมูล โดยการบันทึกค่าจากการทดสอบวัสดุ และสรุปผลการวิจัยโดยในการรวบรวมข้อมูลด้านเอกสารนั้นจะเป็นตัวกำหนดวัตถุประสงค์ในการทำการวิจัย เพื่อให้เกิดเป้าหมายในการศึกษา มีขอบเขตที่ชัดเจน วางกรอบแนวความคิดเบื้องต้น พร้อมกับสมมติฐานไว้ โดยแบ่งขั้นตอนในการทำการศึกษาดังนี้

1.6.1 วิธีดำเนินการ

1.6.1.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล ทำการศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบล็อกประสาน ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเปลือกหอยแมลงภู่ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับซีเมนต์ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับทราย ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบวัสดุ และเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.6.1.2 ขั้นตอนออกแบบวิธีวิจัย

1) กำหนดอัตราส่วนของบล็อกประสานเปลือกหอยโดยใช้เปลือกหอยเป็นตัวลดวัตถุดิบของทรายและปูน โดยใช้เปลือกหอยที่แกะและมีการตากทิ้งไว้ 2 ช่วงเวลา คือ การตาก 1 สัปดาห์และ 1 เดือน มาผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย แล้วนำไปทดสอบกำลังรับแรงอัด

2) เครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือคือการจดบันทึก , การถ่ายรูป, การวัดค่าที่ได้เป็นตัวเลข

1.6.1.3 ดำเนินการทดลอง การผลิตบล็อกประสานเปลือกหอยและการทดสอบกำลังรับแรงอัด

1.6.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ผลจากตัวเลขที่วัดได้จากการทดสอบด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine) และเปรียบเทียบค่าตามมาตราฐานในการรับกำลังอัดของบล็อกประสานต้องไม่ต่ำกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร นำตัวเลขที่ได้มาวิเคราะห์ผลให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.6.1.5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์แล้วมาสรุปประเด็นที่ต้องการศึกษาโดยอาศัยทฤษฎี วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้คำตอบของการวิจัยมีน้ำหนักและสอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด

1.6.2 ระยะเวลาในการศึกษา ระยะเวลาในการทำการศึกษาครั้งนี้ กำหนดเวลาทำวิจัยเป็นเวลา 1 ปีโดยมีกำหนดการในแต่ละขั้นตอนดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาในการศึกษา

ขั้นตอน	ม.ค. 55	ก.พ. 55	มี.ค. 55	เม.ย. 55	พ.ค. 55	มิ.ย. 55	ก.ค. 55	ส.ค. 55	ก.ย. 55	ต.ค. 55	พ.ย. 55	ธ.ค. 55
1.ศึกษาข้อมูล	←	—	—	→								
2.ออกแบบวิธีวิจัย				←	→							
3.ดำเนินการทดลอง					←	—	—	—	—	—	→	
4.วิเคราะห์ผล											←	→
5.สรุปผลการวิจัย												← →

1.7 คำจำกัดความ

บล็อกประสาน หมายถึง วัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่ม ให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 7 วัน จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแกร่งมีรูปลักษณะพิเศษที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่างๆหรือก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่าง รวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป (เอกสารเทคโนโลยีบล็อกประสาน วว. เพื่อการก่อสร้างอาคารประหยัด.)

เปลือกหอยแมลงภู่ หมายถึง เปลือกแข็งที่ห่อหุ้มลำตัวอยู่ภายนอก มีลักษณะยาวรีคล้ายรูปไข่ มีลักษณะเหมือนกันและมีขนาดเท่ากันทั้งสองฝา ด้านนอกของฝามีสีเขียวเข้มคล้ายปีกแมลงทับและบางส่วนก็เป็นสีน้ำตาล ส่วนด้านในก็มีสีขาวคล้ายมุก ส่วนประกอบของเปลือกหอยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ธรรมนูญ อักโขพันธ์ ได้อ้างอิงจากเสน่ห์ ผลประสิทธิ์ (2546)

เครื่อง UTM (Universal Testing Machine) หมายถึง เป็นเครื่องมือทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของวัสดุเชิงกล สามารถทดสอบวัสดุได้หลายวิธี เช่น การดึง การกด และอื่นๆในเครื่องเดียวกัน โดยสามารถใช้ทดสอบกับวัสดุได้หลายชนิด ระบบการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติสมบูรณ์ในตัว สามารถควบคุมได้ทั้ง Manual และ Computer อุดมวิทย์ กาญจนรงค์ (2538)

แรงอัด หมายถึง แรงที่ทำให้วัตถุทลายเข้าหากัน (กฎกระทรวง ฉบับที่ 6 พ.ศ.2527)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยได้แบ่งลักษณะของการศึกษาเนื้อหาออกเป็น 5 ส่วนหลัก ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับบล็อกประสาน ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเปลือกหอยแมลงภู่ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับซีเมนต์ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับทราย การทดสอบวัสดุ และเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำการศึกษาข้อมูลจากหนังสือ งานวิจัย วิทยานิพนธ์ และเอกสารเผยแพร่ต่างๆ และนำมาสรุปเป็นแนวทางในการศึกษา โดยแบ่งเป็นหัวข้อหลักๆ ไว้ดังต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับบล็อกประสาน

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับหอยแมลงภู่

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับมอร์ต้า

2.4 การทดสอบวัสดุ

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับบล็อกประสาน

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วว.)สังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) จัดว่าเป็นองค์กรเดียว ที่ได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีบล็อกประสานอย่างต่อเนื่องและยาวนาน และได้นำองค์ความรู้ต่างๆถ่ายทอดให้กับสังคมเป็นการถ่ายทอดเทคโนโลยีบล็อกประสาน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการก่อสร้างในระบบผนังรับน้ำหนัก

2.1.1 ความเป็นมาของก้อนบล็อก

ชวลิต นิตยะ (2528) กล่าวไว้ว่าการทำก้อนคอนกรีตบล็อกได้เริ่มผลิตมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1800 ในสหรัฐอเมริกา ผลิตใช้กันเอง ทำให้มีขนาดที่แตก ต่างกันไป เมื่อปี ค.ศ. 1910 มีการจัดตั้งมาตราฐานของคอนกรีตบล็อก และปี ค.ศ.1950ได้มีการสร้างบล็อกหนา 6นิ้ว สูง 4 นิ้ว และยาว 12 นิ้ว สำหรับการสาร้างบ้านชั้นเดียวโดยเฉพาะ มีการออกแบบบล็อกให้สามารถล็อคกันได้ เพราะจะได้ไม่ต้องใช้ปูนทรายก่อ ช่วยให้ชาวบ้านผู้มีปัญหารายได้น้อย สามารถวางก้อนเองได้ง่าย ไม่ต้องใช้ช่างฝีมือในการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเนื้อวัสดุนี้สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ ตัวประสาน (Binders) ตัวบรรจุ (Filter) ตัวร่วม (Homogeneous) ตัวประสานจะจะเป็นตัวยึดก้อนมวลสารของตัวบรรจุให้คงรูป ตัวบรรจุจะเป็นตัวลดน้ำหนักก้อนบล็อก และยังเป็นฉนวนให้กับอาคารด้วย

นอกจากนี้การตั้งชื่อบล็อก จะเรียกชื่อของตัวบรรจุ เช่น ตัวบรรจุเป็นลูกรัง ตัวประสานเป็นปูนซีเมนต์จะเรียกบล็อกนี้ว่าบล็อกลูกรัง ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงการเรียกชื่อของบล็อกตามตัวบรรจุ อ้างอิงจากชวลิต นิตยะ (2528)

ตัวบรรจุ / ตัวประสาน	Gravel	Sand	Haydite	Laterite
Cement	Concrete block	Sand block	Haydite block	Laterite block

จิรศักดิ์ เพ็ชนวิภาต (พ.ศ.2548) ได้มีการรวบรวมและจัดทำเอกสารตำนานบล็อกดินซีเมนต์และบล็อกประสาน วว. โดยกล่าวไว้ว่า

ตารางที่ 2.2 แสดงพัฒนาการของบล็อกประสาน

ปี พ.ศ.	พัฒนาการของบล็อกประสาน
พ.ศ.2510	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ได้วิจัยบล็อกประสาน วว. หรือ บล็อกดินซีเมนต์ โดยนำดินลูกรังมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำ อัดเป็นแท่งด้วยเครื่องซินวาแรม และนำไปผึ่งไว้ 14 วัน รุ่นแรกบล็อกจะเป็นสี่เหลี่ยมตัน ขนาด 15 x 30 x 10 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 8 กิโลกรัม
พ.ศ.2511	ทดลองสร้างอาคารหลังแรกที่สถานีกสิกรรม อ.โนนสูง จ.นครราชสีมา
พ.ศ.2525	ได้มีการพัฒนารูปแบบบล็อกดินซีเมนต์ก้อนตันมาเป็นบล็อกที่มีรู เรียกว่า อินเตอร์ล็อกกิ้งบล็อก (Inter locking Block) เพื่อให้ก่อง่าย ขนาด 12.5 x 25 x 10 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 5 กิโลกรัม
พ.ศ.2527	ได้นำดินซีเมนต์บล็อกแบบพัฒนาไปทดลองก่อสร้างอาคารหลังแรกที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา
พ.ศ.2527 - พ.ศ. 2537	เป็นยุคในช่วงที่บล็อกประสานมีการวิจัยและพัฒนาเป็นอย่างอย่างจริงจัง
พ.ศ.2541 - พ.ศ. 2542	ชื่อย่อของสถาบันวิจัยวิทยาศาตสร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้เปลี่ยนจาก วท. เป็น วว. และได้ตั้งชื่อเป็นบล็อกประสาน วว.
พ.ศ.2543	เป็นยุคสิ้นสุดการวิจัย แต่ก็ยังคงมีการเผยแพร่มาเรื่อยจนถึงยุคปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าบล็อกประสานจึงเป็นวัสดุทางการก่อสร้างที่ผลิตเพื่อใช้ในการทดแทนไม้ในการก่อสร้างอาคาร ช่วยในก่อสร้างอาคารพักอาศัยได้อย่างประหยัด สามารถผลิตเองได้ง่าย โดยนำวัสดุที่เหมาะสมที่มีในท้องถิ่นมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเพื่อใช้งาน

2.1.2 ความหมายของบล็อกประสาน

ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2553) กล่าวไว้ว่าบล็อกประสาน คือวัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อกเพื่อให้สะดวกในการก่อสร้างโดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ได้แก่ ดินลูกรังหิน ฝุ่นทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสมนำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนแล้วนำมาบ่มให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 7 วัน ใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547) กล่าวไว้ว่าอิฐบล็อกที่ได้จากการนำดินลูกรัง ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมวัสดุอื่นๆ เช่น หินฝุ่น ทราย กวนให้เข้ากันเทลงในแบบพิมพ์ที่มีการออกแบบให้มีรู ร่อง และเดือย อัดเป็นก้อน แล้วบ่มให้แข็งแรง

ต่อตระกูล ยมนาค (2550) กล่าวไว้ว่าบล็อกประสาน คือ บล็อกที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ออกแบบและพัฒนาให้มีลักษณะพิเศษเพื่อการใช้งานอย่างเหมาะสมเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการนำไปใช้งานโดยมีรูร่องและเดือยบนตัวบล็อกที่สามารถก่อประสานกันทั้งแนวนอนและแนวดิ่งได้โดยไม่ต้องใช้ปูนก่อหรือก่อทีละก้อนเหมือนบล็อกแบบดั้งเดิมและสามารถนำมาวางซ้อนกันตลอดความยาวของผนังสูงครั้งละประมาณ 10 แถวแล้วใช้น้ำปูนทรายหยอดลงในรูของบล็อกทำให้ก่อสร้างได้สะดวกรวดเร็วไม่ต้องใช้ช่างฝีมือในการก่อสร้าง

ดังนั้นบล็อกประสาน จึงหมายถึง วัสดุก่อรับน้ำหนัก มีรูและเดือยเป็นตัวล็อคเพื่อสะดวกในการก่อสร้าง โดยเป็นการนำดินลูกรัง ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งที่เหมาะสม ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อัดด้วยเป็นก้อน แล้วบ่มให้แข็งตัว แล้วจึงนำไปใช้ในงานก่อสร้างอาคารได้

2.1.3 วัตถุดิบของบล็อกประสาน

วุฒินัย กกกำแหง และพิชิต เจนบรรจง. (2554) ได้กล่าวถึงการผลิตบล็อกประสานให้ได้คุณภาพ ซึ่งมีวัตถุดิบที่ประกอบด้วย ดินลูกรัง ทราย ปูนซีเมนต์และน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตบล็อกประสาน

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตบล็อกประสาน	ลักษณะทางกายภาพ
ดินลูกรัง ดินทราย หรือดินที่มีในท้องที่	ควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่มากเกินกว่า 4 มม. เพราะจะมีผลต่อช่องว่างของมวล และมีผลต่อกำลังรับแรงอัดด้วย
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ปูนโครงสร้าง) ประเภท 1	ควรเป็นปูนใหม่ ยังไม่เสื่อมสภาพ มีลักษณะเป็นผงแห้ง ได้ตามมาตรฐาน มอก.
น้ำ	เป็นน้ำที่สะอาด ปราศจากสิ่งเจือปน ไม่มีความเป็นกรดหรือด่างมากเกินไป อินทรียวัตถุ เกลือ และซัลเฟตที่เจือปนจะมีผลต่อคุณภาพของบล็อก

คุณภาพของวัตถุดิบในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน เช่น ดินแต่ละแหล่งจะมีคุณสมบัติต่างๆที่ไม่เหมือนกัน เช่น ดินลูกรัง จะทำให้สีของบล็อกประสานมีความแตกต่างกัน

ธนธร เงินชูกลิ่น (2552) ได้อ้างถึงการจำแนกดินลูกรังไว้ว่าดินลูกรัง เป็นดินที่มีเกิดจากการแตกสลายตัวของหินต้นกำเนิด มักมีสีแปดงเนื่องจากมีออกไซด์ของเหล็กปะปนอยู่ ลักษณะจะไม่มีแรงยึดเกาะ และความเหนียว แต่จะมีรูพรุน และค่าการซึมผ่านของน้ำสูง การเกิดดินลูกรังในบริเวณต่างๆนั้น จะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศโครงสร้างของหินต้นกำเนิด สภาพภูมิประเทศ และระดับน้ำใต้ดินด้วย

ดังนั้นควรพิจารณาวัตถุดิบที่ในท้องถิ่นเพื่อลดต้นทุนและค่าขนส่ง การใช้ดินที่มีขนาดมวลและปริมาณสัดสวนที่ดีจะทำให้ได้บล็อกที่มีคุณภาพดี

2.1.4 เครื่องมือในการผลิตบล็อกประสาน

ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2553) ได้กล่าวถึงการเลือกใช้เครื่องมือและเครื่องจักรให้เหมาะสมไว้ดังต่อไปนี้ เครื่องบดร่อนวัตถุดิบ, เครื่องผสม,เครื่องอัดบล็อกแบบใช้แรงคน, ชั้นวางบล็อก, บัวรดน้ำ,ตาชั่ง และอุปกรณ์การตวงวัดส่วนผสม

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยได้จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการผลิตบล็อกประสานและหลักการใช้งานไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

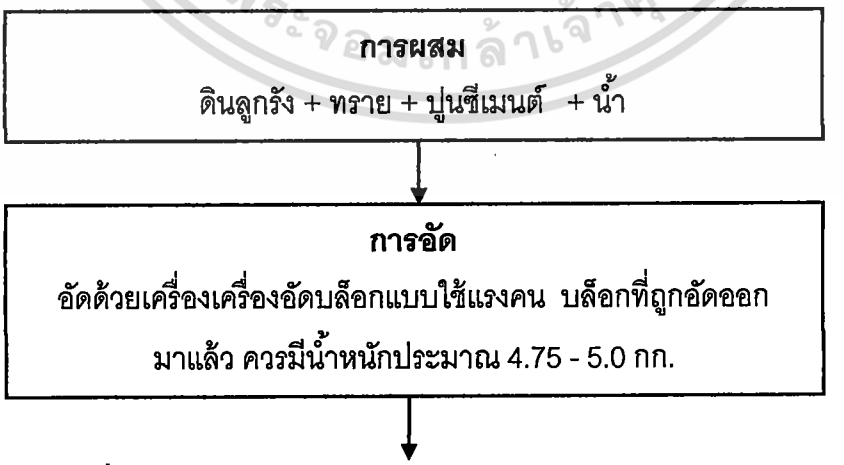
ตารางที่ 2.4 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิตบล็อกประสานและหลักการใช้งาน

เครื่องมือ	การใช้งาน
เครื่องบดร่อนวัตถุดิบ	ใช้สำหรับบดร่อนวัตถุดิบให้มีขนาดเล็กลง
เครื่องผสม	เป็นการผสมโดยแรงคนผสม
เครื่องอัดบล็อกแบบใช้แรงคน	เป็นเครื่องอัดด้วยแรงคนแบบมือโยกใช้การทดแรงแบบคานงัดคานดีด
บัวรดน้ำ	ใช้ในการรดน้ำให้เป็นฝอย ในช่วงการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อกระจายความชื้นอย่างทั่วถึง
ตาชั่ง และอุปกรณ์ตวงวัดส่วนผสม	ใช้ในการชั่งปริมาณบล็อกที่ผสมเสร็จแล้วก่อนจะเข้าสู่เครื่องอัดบล็อกประสาน โดยน้ำหนักแต่ละก้อน 5.5 กก.

ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตนั้นเป็นขอบเขตในการทดลองครั้งนี้ เครื่องมือทั้งหมดเป็นเครื่องมือที่มีอยู่ในพื้นที่การศึกษารวมไปถึงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตด้วย

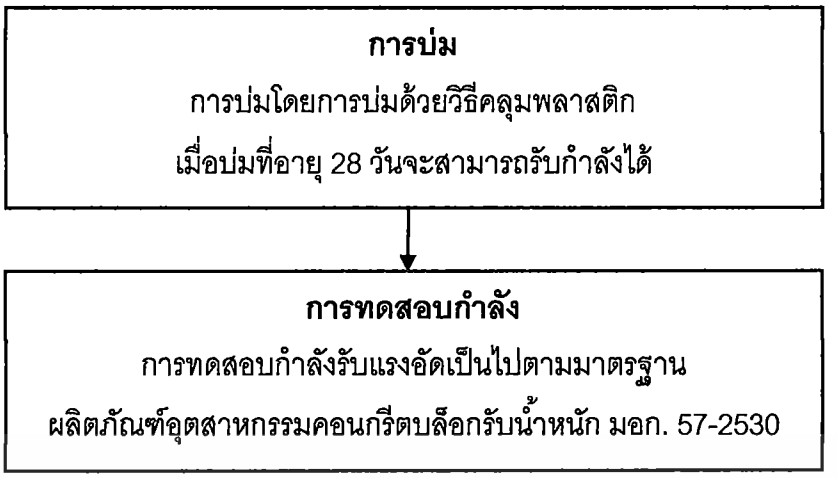
2.1.5 ขั้นตอนการผลิตบล็อกประสาน

ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2553) กล่าวถึงขั้นตอนในการผลิตบล็อกประสานไว้ดังต่อไปนี้ ทดสอบดินที่ต้องการใช้ โดยการร่อนหาส่วนหยาบและส่วนละเอียดที่ผสมอยู่ผสมดินที่ร่อน แล้วผสมปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 7-9 :1 คลุกให้เข้ากัน เติมน้ำจนหมาด ตวงดินลงในแบบอัดซินวาแรม นำออกจากแบบ บ่มไว้ในที่ร่มด้วยความชื้น และนำไปใช้งานจริงได้ ผู้วิจัยจึงสรุปขั้นตอนในการผลิต ดังแสดงในแผนผังที่ 2.1 ดังนี้



แผนผังที่ 2.1 แสดงวิธีการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอยโดยผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนผังที่ 2.1 แสดงวิธีการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอยโดยผู้วิจัย (ต่อ)

2.1.6 **คุณสมบัติของบล็อกประสาน**

ชวลิต นิตยะ (2528) กล่าวไว้ว่าวิธีการในการสร้างคอนกรีตบล็อกที่ดี จะต้องมีความสามารถในการรับหนักได้ดีที่สุด มีความหนาแน่นน้อยที่สุด และใช้ปูนซีเมนต์น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น เพื่อเป็นการลดค่าวัสดุและลดเรื่องของการหดตัวด้วย

สิงหราช มีทรัพย์ (2542) ได้อ้างถึงสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ซึ่งกล่าวถึงการพิจารณาคุณสมบัติและคุณภาพของบล็อกประสานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2530 ไว้ดังนี้

คุณสมบัติทางกายภาพ สำหรับบล็อกรับหนัก

- ค่าของกำลังรับแรงอัด (Compress Strength) ไม่น้อยกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
- การดูดซึมน้ำของบล็อก (Water Absorption) ไม่มากกว่าร้อยละ 15
- ความต้านทานในการรับน้ำหนัก (Durability) ค่าความต้านทานแรงอัดควรเพิ่มขึ้นจากเดิมหลังการทดสอบเปียกและอบแห้ง 6 รอบ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 15

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547 กล่าวไว้ว่ามาตรา-ฐานนี้ครอบคลุมเฉพาะอิฐบล็อกประสานที่มีดินลูกรังและปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบหลัก โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ อิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักและอิฐบล็อกประสานไม่ชนิดรับน้ำหนัก

อิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้ก่อเพื่อรับน้ำหนักโครงสร้างอาคารได้ เช่น ก่อเสา ก่อผนัง และจะต้องมีคุณลักษณะต่อไปนี้

- คุณลักษณะที่ต้องการ ต้องไม่มีรอยแตกร้าว บิ่นได้เล็กน้อย
- มีมิติเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน +- 2 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

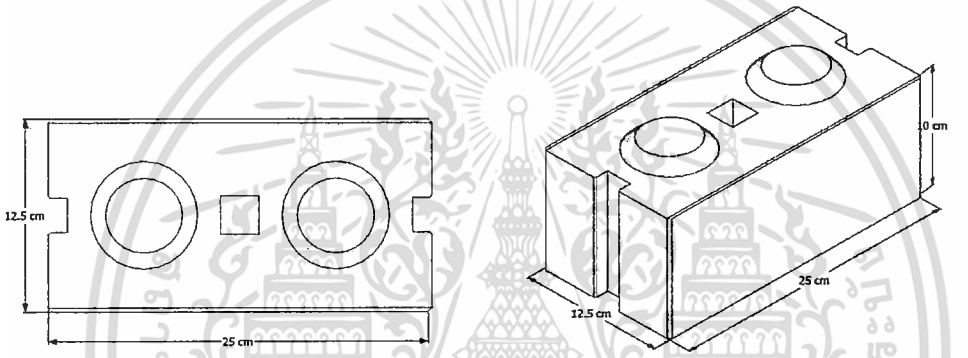
- ความต้านทานแรงอัด ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 7.0 เมกะพาสคัล หรือ 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

การทดสอบความต้านทานแรงอัด ใช้วิธีทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก.57

จากการทดลองครั้งนี้จะทดสอบเพียงค่าของกำลังรับแรงอัดเท่านั้น

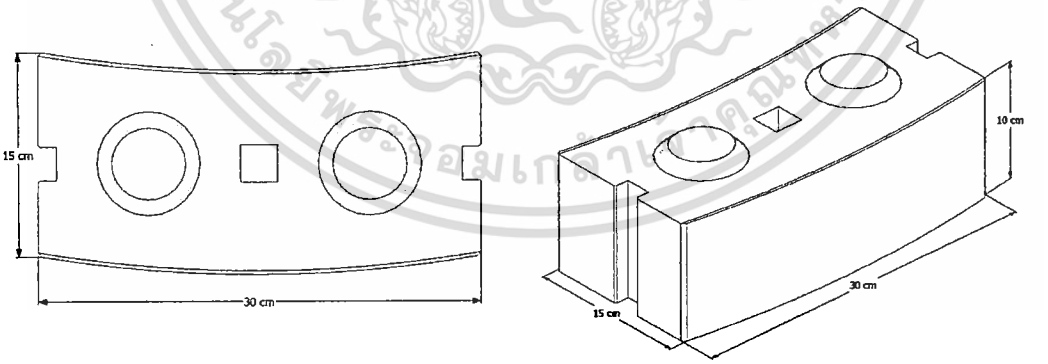
2.1.7 รูปแบบของบล็อกประสาน

1) บล็อกตรงหรือทรงสี่เหลี่ยมใช้สำหรับก่อสร้างอาคารขนาดเต็มก้อน 12.5 x 25 x 10 ซ.ม.



รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกตรงหรือทรงสี่เหลี่ยมโดยผู้วิจัย

2) บล็อกโค้งใช้สำหรับก่อสร้างถังเก็บน้ำ ขนาด 15 x 30 x 10 ซ.ม.



รูปที่ 2.2 แสดงบล็อกโค้งโดยผู้วิจัย

2.1.8 การนำไปใช้งานของบล็อกประสาน

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2555) ได้กล่าวไว้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารงานวิจัยความหลากหลายทางรูปทรงของเทคโนโลยีบล็อกประสานว่า เทคโนโลยีบล็อกประสานเป็นส่วนหนึ่งของการนำเทคโนโลยีภูมิปัญญาไทยไปใช้ประโยชน์ สามารถใช้ก่อสร้างอาคาร รั้ว ถังเก็บน้ำ หรือก่อกำแพงเพื่อกันน้ำท่วมได้

ข้อดีของอาคารที่สร้างโดยบล็อกประสาน วว.

- ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น มีความแข็งแรง ทนทาน
- ก่อสร้างง่าย รวดเร็ว โดยไม่ต้องใช้ทั้งเสา ไม้แบบ และการฉาบปูน
- ประหยัดราคาในการก่อสร้างเพราะลดเวลา และค่าแรงงานในการก่อสร้าง
- มีความสวยงามตามธรรมชาติ โดยไม่ต้องทาสี
- สร้างงานและอาชีพเสริมให้แก่ประชาชนทั้งในเมืองและในชนบท
- ช่วยอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยลดการตัดไม้ทำลายป่า เพื่อนำมาใช้ในการก่อสร้าง

ดังนั้นแล้วบล็อกประสานจัดได้ว่าเป็นวัสดุทางการก่อสร้างที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมได้เมื่อเปรียบเทียบกับการก่อสร้างระบบอื่นๆ ประหยัดงบประมาณและประหยัดเวลาในการก่อสร้างได้ดี

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับหอยแมลงภู่

2.2.1 ความหมายของหอยแมลงภู่

ชมรมเกษตรปลอดสารพิษ (2549) กล่าวไว้ว่าหอยแมลงภู่เป็นหอยสองฝาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจมากชนิดหนึ่งและเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย หอยแมลงภู่เป็นหอยที่อยู่ในวงศ์ My tilidae ชนิดที่เลี้ยงได้และที่นิยมเลี้ยงกันคือ My tililussmaragdinus Chermnitz หอยชนิดนี้พบมากในเขตน้ำขึ้นน้ำลงตลอดจนบริเวณที่น้ำท่วมตลอด ในอ่าวไทยพบตามที่ตื้นบริเวณชายฝั่งทะเลจนถึงที่ลึกในระดับน้ำประมาณ 10 เมตร พบมากในจังหวัดตราด ชลบุรี สมุทรปราการ สมุทรสงคราม เพชรบุรี และนครศรีธรรมราช

2.2.2 ลักษณะทางกายภาพ

ธรรมนูญ อักโขพันธ์ (2546) ได้อ้างถึงเสน่ห์ ผลประสิทธิ์โดยกล่าวไว้ว่าเปลือกหอย-แมลงภู่ มีเปลือกแข็งที่ห่อหุ้มลำตัวอยู่ภายนอก ลักษณะยาวรีคล้ายรูปไข่ มีลักษณะเหมือนกันและมีขนาดเท่ากันทั้งสองฝา ด้านนอกของฝามีสีเขียวเข้มคล้ายปีกแมลงทับและบางส่วนก็เป็นสีน้ำตาล ส่วนด้านในก็มีสีขาวคล้ายมุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชมรมเกษตรปลอดสารพิษ (2549) กล่าวไว้ว่าหอยแมลงภู่ มีเปลือกยาวเรียวรูปไข่ กาบซ้ายและกาบขวายาวเท่ากัน โคนกาบแคบ ปลายกาบบานป้านมุมตัดเปลือกค่อนข้างหนา กาบซ้ายมีฟัน 2 ซี่ ภายนอกมีสีเขียวคล้ายแมลงภู่ ส่วนเปลือกด้านในสีขาวคล้ายหอยมุก

2.2.3 องค์ประกอบพื้นฐานของเปลือกหอย

จดหมายข่าวราชบัณฑิตยสถาน (2539) กล่าวไว้ว่าเปลือกหอยประกอบด้วยสารจำพวกแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ และสารอื่น ๆ เช่น แคลเซียมฟอสเฟต แมกนีเซียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมฟอสเฟต แมกนีเซียมซิลิเกต โปรตีนประเภทคอนไคโอลิน เปลือกหอยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

1) ชั้นนอกสุดหรือชั้นผิวนอก (periostracum layer) ประกอบด้วยสารส่วนใหญ่เป็นโปรตีนประเภทคอนไคโอลิน เป็นชั้นที่บางและหลุดง่าย ซึ่งจะสังเกตได้จากหอยที่ตายแล้วและเปลือกที่ถูกทิ้งอยู่ตามชายหาด หรือหอยที่ยังมีชีวิตแต่เปลือกถูกคลื่นซัดหรือทรายขัดสี เปลือกชั้นนี้อาจหลุดหายไปจนไม่เหลือให้เห็น

2) ชั้นกลางหรือชั้นผนึกแคลเซียม (prismatic layer) ประกอบด้วยผลึกรูปต่าง ๆ กันของสารประกอบแคลเซียมซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแคลไซต์ (calcite) เป็นชั้นที่หนาและแข็งแรงที่สุด

3) ชั้นในสุดหรือชั้นมุก (nacreous layer) ประกอบด้วยผนึกรูปต่าง ๆ กันของสารประกอบแคลเซียมซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอะราโกไนต์ (aragonite) เป็นชั้นที่เรียบมีความหนาบางแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของหอย ทำให้เปลือกมีสีขาวขุ่นและเป็นมันแววาวแตกต่างกัน

2.2.4 การเลี้ยงหอยแมลงภู่

ชมรมเกษตรปลอดสารพิษ (2549) บริเวณที่เหมาะสมแก่การเลี้ยงหอยแมลงภู่มักเป็นบริเวณปากแม่น้ำที่มีคลื่นลม สงบบริเวณชายฝั่งจนถึงที่ลึกในระดับน้ำประมาณ 10 เมตร

หอยแมลงภู่เป็นหอยที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเพราะสามารถเกาะเลี้ยงลำตัวได้ตามพื้นที่ต่างๆโดยการสร้างเส้นใยสำหรับเกาะกับวัสดุที่เรียกว่าหนวดและสามารถนำมาเลี้ยงได้ง่าย วิธีการเลี้ยงหอยที่นิยมมี3วิธีคือ การเลี้ยงระบบปักหลัก การเลี้ยงแบบ พื้นทะเล และการเลี้ยงแบบแขวน

ระยะเวลาในการเลี้ยงหอยแมลงภู่ ระยะเวลาในการเลี้ยงหอยแมลงภู่ประมาณ 6-8 เดือน ขนาดประมาณ 6-8 เซนติเมตร หรือจนกว่าหอยจะมีขนาดโตพอที่ขายได้ ถ้าเลี้ยงได้นานถึง 1 ปี มีราคาสูงขึ้นตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในหมู่บ้านบางจะเกร็ง จ.สมุทรสงคราม พบบริเวณริมแม่น้ำแม่กลอง จึงทำให้เกิดเป็นอาชีพแกะเปลือกหอยแมลงภู่ขึ้นมา

2.2.5 การเก็บเกี่ยวผลผลิต

ในแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ของประเทศไทย จะมีลูกหอยตลอดทั้งปี แต่ฤดูการวางไข่หรือมีลูกหอยเกาะเป็นจำนวนมากจะปรากฏในช่วงเดือนเมษายน – กรกฎาคมในช่วงหนึ่งและอีกช่วงในเดือนตุลาคม – ธันวาคม ของทุกปี จึงสามารถเก็บเกี่ยวผลิตได้ตลอดทั้งปี โดยแบ่งการเก็บเกี่ยวตามประเภทการเลี้ยงที่นิยมในพื้นที่ไว้ดังนี้

1) การเก็บเกี่ยวหอยแมลงภู่แบบปักหลักเลี้ยงโดยตรง ในภาคตะวันออกทำการเก็บในช่วงเดือนพฤษภาคม-ช่วงเดือนธันวาคม โดยมีการเก็บเกี่ยวหอยแมลงภู่กันมากในช่วงเดือนกรกฎาคม-เดือนพฤศจิกายน ส่วนในภาคกลางตอนล่างมีการเก็บเกี่ยวหอยแมลงภู่ตลอดทั้งปี แต่ช่วงที่เก็บเกี่ยวกันมากอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เดือนกันยายน

2) การเก็บเกี่ยวหอยแมลงภู่จากปีกโป๊ะ สำหรับโป๊ะน้ำตื้นในภาคตะวันออก ปรากฏในช่วงเดือนมกราคม-เดือนเมษายน และเดือนกรกฎาคม-เดือนธันวาคม โดยมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตจำนวนมากในช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนกรกฎาคม

วิถีชีวิตของประชากรในหมู่บ้านบางจะเกร็งมีอาชีพรับแกะเปลือกหอย โดยจะมีผู้ผลิตเป็นผู้มาส่งหอยในพื้นที่ และจะมีการมารับหอยที่แกะแล้วถึงที่เพื่อนำไปสู่การตลาดของหอยแมลงภู่ต่อไป จึงเกิดขยะเปลือกหอยเหลือทิ้งในพื้นที่เป็นจำนวนมาก และมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้บ้าง เช่น นำไปถมที่ นำไปทำปูนขาว เป็นต้น

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับมอร์ต้า

มอร์ตาร์ (Mortar) คือ ส่วนผสมของซีเมนต์เพลสกับทราย ดังนั้นจึงแบ่งการศึกษาออกเป็นปูนซีเมนต์ และทราย ดังต่อไปนี้

2.3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับปูนซีเมนต์

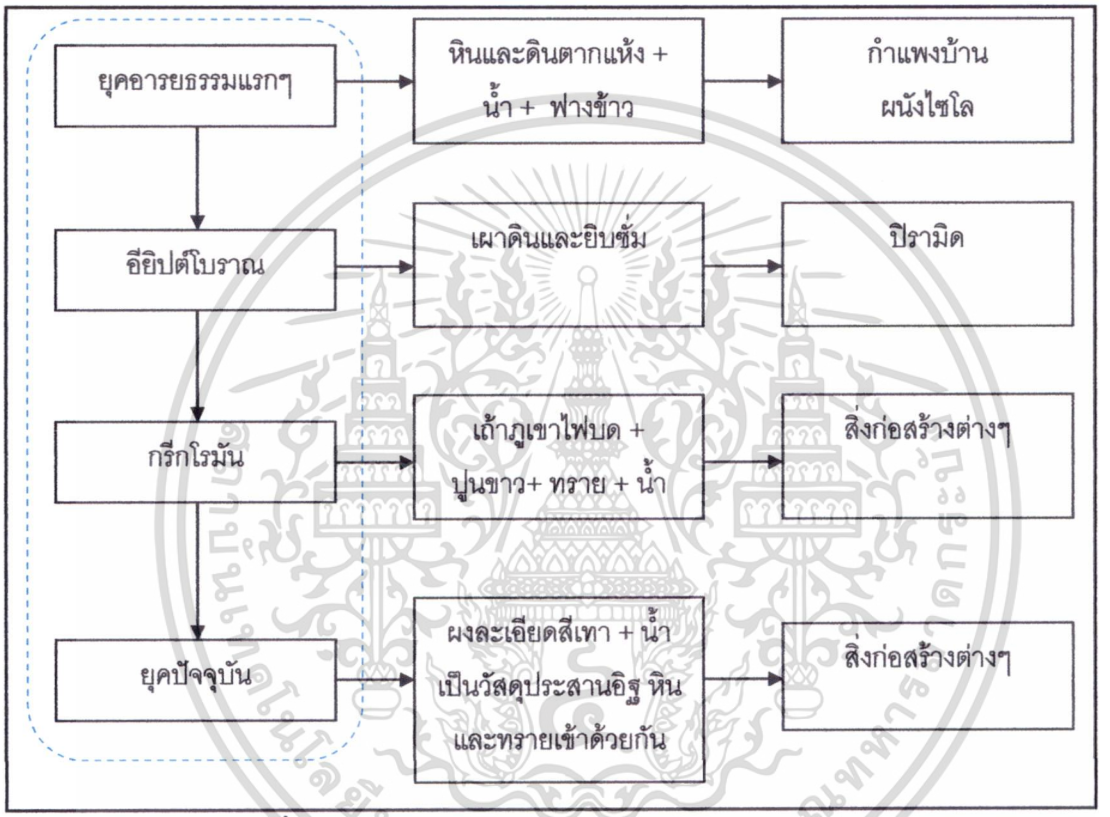
1) ประวัติความเป็นมาของปูนซีเมนต์

ปริญญา จิดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล (2547) ได้กล่าวไว้ว่าสิ่งก่อสร้างในยุคอารยธรรมแรกๆ ทำมาจากดินและหิน ผ่านการตากแห้งมาก่อนโดยใช้น้ำโคลนเป็นวัสดุประสาน ในสมัยโบราณชาวอียิปต์ใช้การเผาดินและยิปซัม ส่วนชาวกรีกและชาวโรมันใช้เถ้าภูเขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ไฟบดรวมกับปูนขาวทราย และน้ำ เรียกว่า ปอซโซลานิกซีเมนต์ (Pozzolanic Cement) การก่อสร้างในสมัยนั้น มีการนำหินก้อนโตจากที่ห่างไกลมาปรับแต่งให้เป็นรูปเสาหรือฝา โดยทำเป็นแผ่นมาเรียงซ้อนกันเป็นอาคารที่มั่นคง มีการคิดค้นมอร์ตาร์ขึ้น เพื่อเป็นตัวเชื่อมประสานก้อนหินขนาดใหญ่เข้าด้วยกัน ในการปลูกสร้างสิ่งก่อสร้างเพื่อใช้ป้องกันและหลบภัยต่างๆ การใช้ปูนซีเมนต์ที่เก่าแก่ที่สุดเกิดเมื่อประมาณ 9000 พันปีมาแล้ว หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาปูนซีเมนต์เรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน



แผนผังที่ 2.2 แสดงประวัติความเป็นมาของปูนซีเมนต์โดยผู้วิจัย

พงศ์พัน วรสุนทโรสถ (2540) ได้ล่าวว่าปูนซีเมนต์เป็นสารประกอบอย่างหนึ่งเมื่อได้ผสมกับน้ำตามส่วนแล้วทิ้งไว้ระยหนึ่งจะแข็งตัว ปูนซีเมนต์ธรรมชาติเป็นหินพอซโซลานา ซึ่งชาวโรมันได้ค้นพบและใช้ในงานผสมคอนกรีต ทำให้สร้างอาคารใหญ่ๆได้อย่างมั่นคงถาวร ปูนซีเมนต์ในปัจจุบันทำจากวัตถุดิบที่มีธาตุอะลูมินา ซิลิกา ซึ่งได้แก่ดินดำและดินขาว และศิลาแลงซึ่งมีธาตุเหล็กมาผสมกัน และเกิดโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ที่ประเทศไทยครั้งแรกเมื่อ พ.ศ.2456

2) **ความหมายของปูนซีเมนต์**

พงศ์พัน วรสุนทโรสถ (2540) ได้ให้ความหมายของปูนซีเมนต์ไว้ว่า ผงที่บดละเอียดชนิดหนึ่ง เมื่อผสมกับน้ำในปริมาตรที่พอดี จะจับตัวแข็งและเกาะกันแน่นกับวัสดุผสมที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
129128

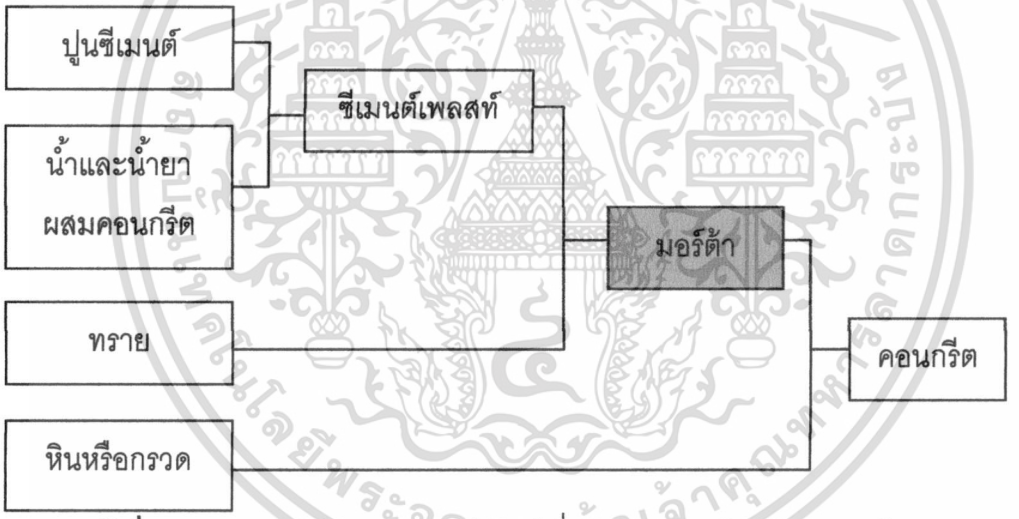
(วัสดุผสม หมายถึง วัสดุจำพวก หิน กรวด ทราย) ทำให้รวมตัวกันแข็งเป็นก้อน เรียกว่าคอนกรีต หรือปูนก่อ

ปริญญา จิดาประเสริฐ และ ชัย จาตุรพิทักษ์กุล (2547) ปูนซีเมนต์ (cement) หมายถึง วัสดุประสานซึ่งสามารถยึดวัตถุชิ้นเล็กๆเข้าด้วยกัน แต่สำหรับงานด้านวิศวกรรมโยธาและการก่อสร้างซีเมนต์ หมายถึงวัสดุผงละเอียดสีเทาหรือเทาเข้มเมื่อผสมน้ำจะสามารถใช้เป็นวัสดุประสานยึดวัสดุประเภท อิฐ หิน และ ทราย เข้าด้วยกัน

- ซีเมนต์เพลส (Cement Paste) คือ ส่วนผสมของปูนซีเมนต์กับน้ำและอาจมีสารผสมเพิ่มหรือน้ำยาผสมคอนกรีตด้วย

- มอร์ตาร์ (Mortar) คือ ส่วนผสมของซีเมนต์เพลสกับทราย

- คอนกรีต (Concrete) คือ ส่วนผสมของมอร์ต้าร์ กับ หินหรือกรวด คอนกรีตประกอบด้วยปูนซีเมนต์ น้ำ ทราย หินหรือกรวด และอาจมีสารผสมเพิ่มหนือน้ำยาผสมคอนกรีตด้วย ดังแสดงในแผนผังที่ 2.2 ดังนี้



แผนผังที่ 2.3 แสดงองค์ประกอบปูนซีเมนต์ ที่มา : อุดมวิทย์ กาญจนวรงค์ (2538)

3) **องค์ประกอบพื้นฐานของปูนซีเมนต์**

พงศ์พัน วรสุนทโรสถ (2540) กล่าวไว้ว่าปูนซีเมนต์ประกอบด้วยสารประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 4 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 2.4 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงสารประกอบที่สำคัญของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

สารประกอบที่สำคัญของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์		
ชื่อของสารประกอบ	**ส่วนประกอบทางเคมี**	**ปฏิกิริยา**
ไตรแคลเซียมซิลิเกต	3 CaOSiO2	ทำให้ปูนซีเมนต์สร้างกำลังได้เร็ว
ไดแคลเซียมซิลิเกต	2 CaO. SiO2	ทำให้ปูนซีเมนต์สร้างกำลังได้ช้า
ไตรแคลเซียมอะลูมิเนต	3 CaO. Al2O3	ทำให้ปูนซีเมนต์เกิดปฏิกิริยาเริ่มแข็งตัว และยิปซั่มเป็นตัวถ่วงให้ปูนซีเมนต์แข็งตัวตามความต้องการ
เตตตราแคลเซียม อะลูมิโน เฟอร์ไรต์	4 CaO. Al2O3. Fe2O3	มีผลน้อยให้ความแข็งแรงเล็กน้อยเติมเข้าไปเพื่อลดความร้อนที่เกิดขึ้น

จำนวนสารประกอบที่อยู่ในปูนซีเมนต์ทำให้คุณสมบัติของปูนซีเมนต์เปลี่ยนไป เช่น ทำให้ปูนซีเมนต์มีกำลังรับแรงเร็วหรือช้า ระยะเวลาการก่อตัวและแข็งตัวอาจเร็วขึ้นหรือช้าลง ความร้อนที่ได้จากการปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับปูนซีเมนต์อาจสูงหรือต่ำ เป็นต้น

4) คุณสมบัติของปูนซีเมนต์

ธนธร เงินฐกลิ่น (2554) ได้อ้างถึงเอสซีจี ซีเมนต์ โดยกล่าวถึงความสามารถในการรับแรงอัด (Compressine Strength) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมกับน้ำก่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นได้ซีเมนต์เพสต์ที่มีลักษณะเป็นวุ้นเหลว มีคุณสมบัติเป็นตัวประสานสามารถรวมตัวยึดแน่นกับวัสดุยึดประสานต่างๆ เมื่อซีเมนต์เพสต์เกิดการแข็งตัว (Fardening)จะสามารถรับน้ำหนักหรือแรงกระทำจากภายนอกได้ความสามารถในการรับแรงอัดจัดเป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่มีผลต่อความทนทานของซีเมนต์เพสต์

ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการรับแรงอัด

- องค์ประกอบของปูนซีเมนต์ อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของสารประกอบหลักในแต่ละตัวในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะแตกต่างกัน ดังนั้นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอร์ตแลนด์ที่มีองค์ประกอบแตกต่างกันจะมีการพัฒนาความสามารถในการรับแรงอัดที่แตกต่างกัน ความสามารถการรับแรงอัดของซีเมนต์เพสต์ได้มาจากไตรแคลเวียมซิลิเกตและไดแคลเซียมซิลิเกต โดยไตรแคลเซียมซิลิเกตจะให้กำลังสูงในระยะแรกส่วนไดแคลเวียมซิลิเกตให้กำลังในช่วงหลัง

- ความละเอียดของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่มีความละเอียดสูงจะมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำได้มากส่งผลให้ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นเกิดได้เร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ถ้าปริมาณน้ำมากเกินไปจะทำให้เกิดช่องว่างในโพรงของซีเมนต์เพสต์มาก (Capillary Pore) ทำให้ความสามารถในการรับแรงอัดลดลง ในทางทฤษฎีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.42 ก็เพียงต่อการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นอย่างสมบูรณ์

- การหล่อและอายุการหล่อตัวอย่างถ้าเตรียมตัวอย่างไม่แน่นพออาจเกิดโพรงในเนื้อเพสต์เป็นเหตุให้ความสามารถในการรับแรงอัดลดลง อายุที่มากขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการรับกำลังอัดเพิ่มขึ้น

- อุณหภูมิ การบ่มซีเมนต์ที่อุณหภูมิสูงจะเป็นการเร่งปฏิกิริยาไฮเดรชั่นส่งผลให้ความสามารถในการรับแรงอัดสูงขึ้นในช่วงแรก หลังจากนั้นอัตราการเพิ่มความสามารถในการรับแรงอัดจะลดลงอย่างรวดเร็ว

5) ประเภทของปูนซีเมนต์

ดังที่กล่าวจากข้างต้นว่า ปูนที่จะใช้ผลิตบล็อกประสานจะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ปูนโครงสร้าง) ประเภท 1 ซึ่งมีรายละอียดดังต่อไปนี้

พิภพ สุนทรสมัย (2543) กล่าวไว้ว่าปูนซีเมนต์แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ซึ่งแต่ละประเภทแตกต่างกันที่การใช้งาน ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 หรือ Normal Portland Cement หรือ Standard Portland Cement เป็นปูนที่เหมาะสมนำไปใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป เช่นงานอาคาร คอนกรีตเสริมเหล็กสะพาน ผิวถนน หรือลานกว้างๆทั่วไป ผลิตภัณฑ์ปูนประเภทนี้ที่มีจำหน่าย เช่น ตราช้าง เพชร(เม็ดเดียว) พญานาคเขียว ทีพีไอแดง และภูเขา

ดังนั้นแล้ว ปูนซีเมนต์จึงเป็นใช้เป็นวัสดุประสาน จะเกิดปฏิกิริยาในการยึดประสานได้ เมื่อมีการรวมตัวกับน้ำ หากผสมทราย หิน กรวดเข้าไปจะเรียกว่าคอนกรีต และในการผลิตบล็อกประสานจะต้องนำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสานเพื่อรับน้ำหนักและมีกำลังที่สูง

2.3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับทราย

1) ความหมายและคุณลักษณะของทราย

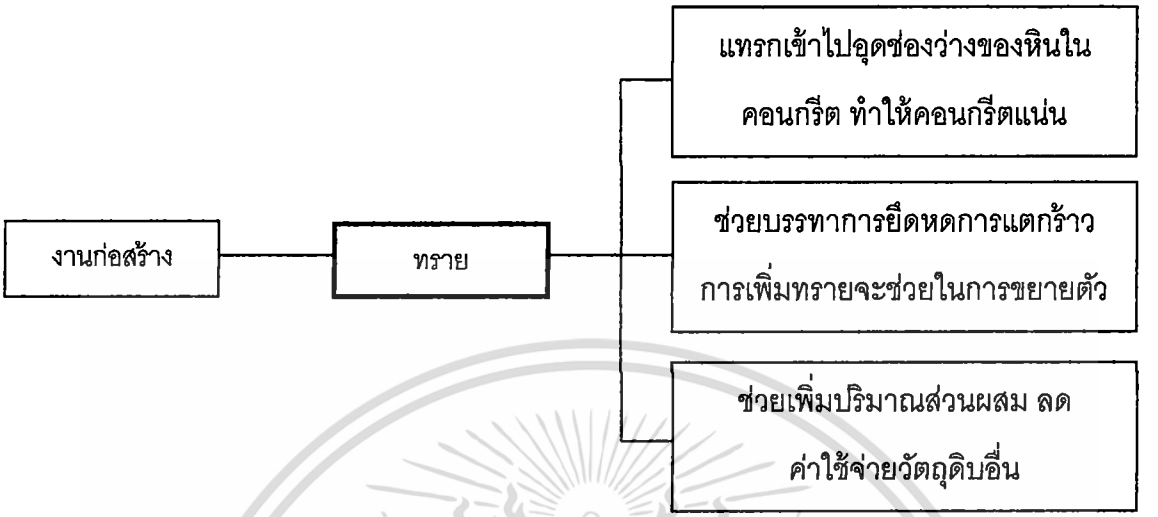
พงศ์พัน วรสุนทโรสถ (2540) กล่าวไว้ว่าทรายจัดอยู่ในประเภทหินชั้นซึ่งแตกแยกออกเป็นส่วนละเอียด เล็กๆ อาจจะเป็นการแตกของเปลือกหอยในทะเลและถูกน้ำซัดกลิ้งไปมาจนแตกละเยดเป็นอนุภาคเล็กๆ กลายเป็นทรายตามชายทะเล หรืออาจก้อนหินที่ไหลลงมาตามลำธารแล้วกระทบกันแตกออกเป็นส่วนเล็กๆ ถ้ายังมีขนาดโตจะเรียกว่า กรวด บางแห่งจะขุดจากในน้ำหรือเป็นบ่อทราย

ความหมายของทรายคือเม็ดแร่เล็กๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1/16 ถึง 2 มิลลิเมตร แร่ธาตุที่ประกอบเป็นทรายนั้นส่วนมากเป็นควอร์ตซ์หรือไมกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) คุณสมบัติของทราย

พงศ์พัน วรสุนทโรสถ (2540) กล่าวไว้ว่าการนำทรายเพื่อใช้ในงานก่อสร้าง เช่นจะผสมในคอนกรีต หรือทำปูนฉาบ ซึ่งมีเหตุผลดังนี้



แผนผังที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติของทรายโดยผู้วิจัย อ้างอิงจากพงศ์พัน วรสุนทโรสถ (2540)

3) การเลือกใช้ทรายในงานก่อสร้าง

เฉลียว โพธิพิรุฬห์ (2524) กล่าวไว้ว่าควรใช้ทรายตามชนบท ที่ขนมาได้สะดวกหรือตามท้องถิ่น ทรายที่ดีและเหมาะแก่การก่อสร้างต้องเป็นเม็ดแข็งแกร่ง มีหินเนื้ออ่อน ๆ ปะปนอยู่มากกว่า 10 % เป็นอันขาดต้องเป็นทราย ที่ไม่เกาะกันเป็นแผ่นเป็นก้อนหรือกรดด่างเจือปนต้องเป็นทรายสะอาดปราศจากวัตถุอื่น ๆ เจอปน มีขนาดเรียงลำดับจากเม็ดเล็กไปหาเม็ดใหญ่คละกันไป มีขนาดไม่โตกว่า ½ นิ้ว ทั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสมของแต่ละงาน ๆ ไป ควรใช้ทรายน้ำจืด ทั้งนี้เพราะทรายน้ำเค็มจะทำให้โครงเหล็กเกิดสนิม นอกจากนี้ทรายน้ำเค็มยังมีความชื้น ซึ่งทำให้คุณภาพของคอนกรีตเลวลง

การเก็บรักษาทราย ไม่ควรกองทรายลงบนดินหรือหญ้า หรือที่เปียกฝนเพราะความชื้นอาจทำให้ทรายสกปรกง่าย การซื้อทรายมักนิยมใช้ ตวงกันเป็นคิวบิกเมตร ทราย 1 ลูกบาศก์เมตร หนักประมาณ 1500 – 1600 กิโลกรัม

ดังนั้นแล้วการใช้ทรายในการผลิตบล็อกประสานเพื่อช่วยเพิ่มปริมาณของสัดส่วนผสม จากที่ วว. ได้กล่าวไว้ควรเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องที่ และความเหมาะสมเรื่องความละเอียดของอนุภาคไม่เกิน 4 มิลลิเมตร และทรายมีขนาดประมาณไม่เกิน 2 มิลลิเมตรจึงสามารถนำไปใช้ในการผลิตบล็อกประสานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การทดสอบวัสดุ

2.4.1 ความหมายและประเภทของการทดสอบวัสดุ

อุดมวิทย์ กาญจนวรงค์ (2538) กล่าวไว้ว่าการทดสอบวัสดุเป็นการตรวจสอบคุณภาพความถูกต้องตามกฎหมายกำหนด การทดสอบจะเป็นการสุ่มตัวอย่างมาทดสอบ ไม่จำเป็นต้องทดสอบทุกชิ้น ส่วนใหญ่จะทดสอบเรื่องคุณสมบัติของวัสดุว่าเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ โดยมีหลักสำคัญในการทดสอบดังนี้

- เพื่อได้รายละเอียดของวัสดุด้านคุณภาพ
- เพื่อความถูกต้องแม่นยำของวัสดุด้านคุณสมบัติทางกล
- เพื่อพัฒนาวัสดุใหม่ๆ ให้มีมาตรฐาน

การจำแนกการทดสอบวัสดุสามารถจำแนกได้เป็น 3 วิธี และสามารถแยกตามลักษณะของวัสดุที่ใช้ทดสอบ โดยแยกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังแสดงในแผนผังที่ 2.5

แผนผังที่ 2.5 แสดงการจำแนกวัสดุโดยผู้วิจัย อ้างอิงจากอุดมวิทย์ กาญจนวรงค์ (2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยงานมาตรฐานที่ทำหน้าที่รับผิดชอบเรื่องการทดสอบวัสดุให้ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับ คือ

- หน่วยงานมาตรฐานของอเมริกาที่ใช้ชื่อว่า American Society for Testing and Materials (ASTM)
- หน่วยงานมาตรฐานของไทยคือสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

วิทยา เพียรวิจิตร (2524) ได้กล่าวไว้ว่าการทดสอบวัสดุ หมายถึง การหาคุณภาพและความเหมาะสมของวัสดุสำหรับใช้ในเครื่องจักรหรือในโครงสร้าง ต้องมีการทดสอบหาสมบัติทางปริมาณของวัสดุ เพื่อสามารถเลือกใช้วัสดุได้อย่างถูกต้อง การทดสอบขึ้นอยู่กับการผลิตในแต่ละครั้งด้วย

ดังนั้นการทดสอบวัสดุประเภทบล็อกประสานจึงเป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของวัสดุให้มีมาตรฐานตามเกณฑ์ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) จำแนกอยู่ในการทดสอบวัสดุประเภท dynamic load test เป็นการทดสอบโดยให้แรงที่กระทำสามารถเคลื่อนที่ คือ การการกระแทกเนื่องจากเป็นการทดสอบกำลังรับแรงอัด จึงเป็นการทดสอบแบบทำลาย คือชิ้นงานที่นำมาทดสอบจะถูกทำให้แตกหักเสียหาย

2.4.2 เครื่องมือทดสอบวัสดุ

จากข้อจำกัดทางการศึกษา ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องกลทดสอบวัสดุคือเครื่อง UTM (Universal Testing Machine) ซึ่งมีเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปและความเหมาะสมสำหรับการทดสอบกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย และใช้งานได้ง่ายโดยควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ และคุณสมบัติทางกลของวัสดุคือ การทดสอบแรงอัด (Compressive Test) คือแรงที่มากระทำต่อวัสดุจะอยู่ในลักษณะแรงอัดเพื่อทำให้วัสดุแตก

อุดมวิทย์ กาญจนรงค์ (2538) ได้กล่าวว่าการทดสอบกำลังรับแรงอัดรายละเอียดประกอบไปด้วยลักษณะการทำงานของเครื่องทดสอบเครื่อง UTM (Universal Testing Machine) วิธีการทดสอบ และวิธีการคำนวณผลไว้ดังนี้

1) ลักษณะการทำงานของเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)

- มีความถูกต้องสูง
- อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบต้องได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง ชิ้นทดสอบต้องได้ศูนย์กลางกับเครื่อง
- การควบคุมแรงที่กระทำของเครื่องทดสอบ สามารถควบคุมได้ตามอัตราส่วนความเร็วของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบหลักของเครื่องประกอบด้วย Load Weighting Unit และ Load Control Unit

- Load Weighting Unit ซึ่งเป็นส่วนเพิ่มแรงกรพทำต่อชิ้นทดสอบ โดยอาศัยระบบไฮดรอลิกจากกระบอกไฮดรอลิกชิ้นล่างสุดของแท่น

- Load Control Unit การควบคุมอัตราการเพิ่มของแสงและอัตราการยืดหดตัวของชิ้นทดสอบ

การทดสอบวัสดุทั่วไปจะมีการควบคุมอยู่ 2 ระบบคือ การควบคุมอัตราเพิ่มของแรงหรือการควบคุมความเค้น (Stress ความเค้น คือ แรงภายในที่ต้านทานการเปลี่ยนรูปของวัตถุ) และการควบคุมอัตราการทรุดตัวหรือการยืดตัว (Strain ความเครียดหรือการเสียรูป คือ การเปลี่ยนแปลงมิติตามยาวต่อหน่วยความยาวของวัตถุเกิดจากความเค้นที่มีขึ้น โดยทั้ง 2 ระบบจะถูกควบคุมด้วย Load Control Unit

2) การใช้งาน

เครื่องกดควรจะเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐาน ASTM E 4 – 1973 ซึ่งในการทดลองนี้ใช้เครื่อง UTM (Universal Testing Machine) แท่นธาร เป็นแท่นโลหะมีหน้าที่สัมผัสและถ่ายแรงลงสู่ก้อนตัวอย่าง แท่นธารตัวบนจะต้องมีบ่ารับรูปทรงกลม เป็นแท่งโลหะแข็งยึดติดตรงกลางที่ส่วนบน ของเครื่องทดสอบแรงอัดศูนย์ ของทรงกลมจะต้องอยู่ในศูนย์กลางของผิวหน้าของแท่นธารที่สัมผัสกับก้อนตัวอย่าง และจะต้องช่องว่างในแท่นธารตัวบนอย่างน้อย 6 มิลลิเมตร เผื่อไว้สำหรับก้อนตัวอย่างที่มีผิวธารไม่ขนาดกันที่เดียว เส้นผ่านศูนย์กลางของผิวธารต้องไม่น้อยกว่า 125 มิลลิเมตร จะต้องใช้แท่งธารซึ่งเป็นโลหะแข็งรองใต้ก้อนตัวอย่าง เพื่อกันการสึกหรอที่แท่นล่างของเครื่องทดสอบ ผิวของแท่นธารทั้งสองนี้จะต้องไม่คลาดเคลื่อนจากผิวเรียบเกิน 0.025 มิลลิเมตร ถ้าพื้นที่ธารของแท่นมีทรงกลมไม่พอคลุมพื้นที่ของก้อนตัวอย่างให้ใช้เหล็กแผ่นผิวหน้าไสเรียบอยู่ระหว่าง ± 0.025 มิลลิเมตร และมีความหนาอย่างน้อยเท่ากับหนึ่งในสามของระยะจากขอบแท่นธาร ที่มีส่วนทรงกลมถึงมุมที่ห่างที่สุด และสอดเข้าไประหว่างแท่นธารที่มีส่วนทรงกลมกับก้อนตัวอย่างที่เคลือบผิวแล้ว แท่นธารที่ได้มาตรฐานถูกติดตั้งมากับเครื่องทดสอบแล้ว

3) วิธีการทดสอบ

- วางชิ้นตัวอย่างในการทดสอบ ชิ้นตัวอย่างจะต้องทดสอบโดยวางให้รับน้ำหนักตามลักษณะการใช้งานและให้ศูนย์ชิ้นตัวอย่างกับศูนย์แท่งธารตัวบนของเครื่องกดอยู่ตรงกัน โดยยอมให้เยื้องกันไม่เกิน 1.6 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อัตราเร็วที่ใช้ทดสอบ บรรทุกน้ำหนักครึ่งหนึ่งของน้ำหนักสูงสุดที่คาดว่าจะทดสอบโดยให้หัวกดมีอัตราเร็วตามสะดวก หลังจากนั้นต้องคุมเครื่องทดสอบโดยปรับให้หัวกดเคลื่อนไปในอัตราสม่ำเสมอ จนทำให้น้ำหนักบรรทุกได้ในเวลาไม่เร็วกว่า 1 นาที แต่ไม่เกิน 2 นาที

4) การคำนวณผล

การคำนวณหากำลังรับแรงอัดของชิ้นตัวอย่าง ใช้สูตรการหากำลังรับแรงอัดทั่วไป คือ น้ำหนักต่อพื้นที่หน้าตัด ดังนี้

$$C = P/A$$

C คือ กำลังต้านแรงอัดของชิ้นตัวอย่าง (ksc หรือ kg/cm²)

P คือ น้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่จุดชิ้นตัวอย่าง (kg)

A คือ พื้นที่ทั้งหมด (cm²)

รายงานค่ากำลังรับแรงอัดที่ทดสอบ โดยนำค่ากำลังรับแรงอัดของชิ้นตัวอย่างทุกชิ้นมาคิดค่าเฉลี่ย

เมื่อบล็อกปะสานมีการทดสอบกำลังรับแรงอัด จะต้องดำเนินการคำนวณผล เพื่อหาแรงที่เกิดขึ้น แล้วนำมาเปรียบเทียบกับมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ตามที่ได้ศึกษาจากการทบทวนวรรณดังต่อไปนี้

ธนธร เงินชูกลิ่น (2554) ได้อ้างถึงการทดสอบกำลังของบล็อกประสานไว้ว่าการทดสอบกำลังรับแรงอัดให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีการชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต มอก.109-2517 และนำค่ากำลังรับแรงอัดมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2530

1) วิธีการชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต มอก.109-2517 โดยใช้วิธีการเคลือบผิวก้อนตัวอย่างด้วยกำมะถัน

2) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2530 ได้ โดยระบุเกณฑ์กำลังต้านแรงทานแรงอัดตามมาตรฐานไว้ไม่น้อยกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีการชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต มอก.109-2517

1) ขอบข่าย

มาตรฐานนี้ กำหนดการชักตัวอย่าง และการทดสอบกำลังต้านแรงอัด การดูดกลืนน้ำ น้ำหนัก ปริมาณความชื้น และการวัดขนาด วัสดุงานก่อคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีต่อไปนี้

- กำลังต้านแรงอัด (compressive strength) หมายถึง แรงเค้นอัดขณะที่ทำให้ชิ้นทดสอบเริ่มเสียหาย

- การดูดกลืนน้ำ (absorption) หมายถึงน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละของวัสดุแห้งหลังจากแช่ทิ้งไว้ในน้ำตามระยะเวลาที่กำหนด

- ปริมาณความชื้น (moisture content) หมายถึง ปริมาณของน้ำในเนื้อวัสดุเป็นร้อยละของน้ำหนักเมื่อแห้ง

- การอิ่มตัว (saturation) หมายถึง การดูดกลืนน้ำจนอิ่มตัวของวัสดุ เมื่อนำวัสดุไปแช่จมในน้ำตามอุณหภูมิและเวลาที่กำหนด

- แรงธาร (bearing load) แรงอัดบนผิวหน้าที่สัมผัสกัน

3) การชักตัวอย่าง

- วิธีการชักตัวอย่างให้ชักตัวอย่างงานก่อคอนกรีตทั้งก้อนเพื่อการทดสอบ ตัวอย่างที่ชักขึ้นมาให้ใช้เป็นตัวแทนสำหรับวัสดุทั้งรุ่น จพต้องป้องกันไม่ไมห้ตัวอย่างที่จะนำมาทดสอบนั้นถูกฝนหรือถูกความชื้นอื่นๆ จนกระทั่งถึงเวลาที่จะทำการทดสอบ

- ขนาดตัวอย่าง สำหรับการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และปริมาณความชื้น จะต้องชักตัวอย่าง 10ก้อนต่อขนาดของรุ่นที่ 10 000 ก้อนหรือน้อยกว่า และเลือกชักตัวอย่าง 20 ก้อนต่อขนาดของรุ่นที่เกิน 10 000 ก้อนถึง 100 000 ก้อน ถ้าขนาดของรุ่นเกิน 100 000 ก้อน ขึ้นไปให้ชักตัวอย่างสิบก้อนทุกๆ 50 000 ก้อนและเศษที่เหลือ และอาจชักตัวอย่างเพิ่มอีกได้เมื่อมีเหตุผลสมควร

- ขนาดตัวอย่างดังกล่าวที่กล่าวในข้อ 3.2 อาจลดลงเหลือครึ่งหนึ่งก็ได้ ถ้าต้องการทดสอบกำลังต้านแรงอัดเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

- การทำเครื่องหมายสำหรับการทดสอบ ตัวอย่างแต่ละก้อนที่ชักมาแล้วจะต้องทำเครื่องหมายเพื่ออ้างถึงได้เมื่อต้องการ เครื่องหมายต้องโตไม่เกินร้อยละห้าของพื้นที่ผิวหน้าของก้อนตัวอย่าง และตัวอย่างที่ใช้ในการทดวสอบเพื่อหาปริมาณความชื้นจะต้องชั่งน้ำหนักทันทีที่ชักออกมา และทำเครื่องหมายแล้ว

4) การทดสอบ

- เครื่องมือ เครื่องกดต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีรับรองเครื่องกดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

- ภาวะการทดสอบ หลังจากได้ส่งตัวอย่างถึงห้องทดสอบแล้ว ให้เก็บตัวอย่างอยู่ในสภาพอากาศปกติของห้องทดสอบและให้ทำการทดสอบตัวอย่างเต็มก้อนภายในเวลา 72 ชั่วโมง ก้อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้มีขนาดรูปร่างหรือกำลังผิดปกติ อาจเลื่อยออกเป็นชิ้นๆ แล้วนำบางชิ้นหรือทุกชิ้นมาทดสอบโดยวิธีเดียวกับที่กล่าวในการทดสอบเต็มก้อน กำลังของก้อนเต็มให้คำนวณจากผลเฉลี่ยกำลังของชิ้นต่างๆ

- การเคลือบผิวก้อนตัวอย่างให้เคลือบผิวธารของก้อนโดยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้ เช่น เคลือบด้วยกำมะถันกับวัสดุเป็นเม็ด ใช้สารสำเร็จรูป หรือเตรียมจากห้องทดลองโดยผสมกำมะถันร้อยละ 40-60 ของน้ำหนักส่วนที่เหลือใช้ดินทนไฟบด หรือวัสดุเฉื่อยอื่นๆ ที่เหมาะสม ให้ความร้อนจนละลาย พื้นผิวหน้าที่จะฉาบจะต้องเรียบภายในเกณฑ์ 0.07 มม. ในระยะ 400 มม. และต้องยึดไว้ไม่ให้เอียงระหว่างทำการเคลือบ นำเหล็กรูปสี่เหลี่ยมขนาด 25 มม. สีแท่งวางบนแผ่นเหล็กผิวเรียบเพื่อทำเป็นแบบหล่อรูปสี่เหลี่ยมโตกว่าขนาดก้อน ด้านละ 12 มม. เทกำมะถันที่หลอมเหลวนั้นลงในแบบหล่อหนา 6 มม. รีบนำก้อนตัวอย่างหลย่อนลงให้ผิวที่จะเคลือบสัมผัสกับของเหลวนั้น จับก้อนตัวอย่างให้แกนตั้งได้ฉากกับผิวของเหลวต้องไม่ให้ก้อนตัวอย่างกระทบกระเทือนจนกว่าของเหลวจะแข็งตัว ปล่อยให้เย็นอย่างน้อย 2 ชั่วโมงก่อนทำการทดสอบ ไม่อนุญาตให้ทำการซ่อมผิวที่เคลือบแล้ว ผิวเคลือบที่มีลักษณะไม่สมบูรณ์ต้องรื้อออกแล้วเคลือบใหม่

- วิธีการทดสอบ ตำแหน่งทดสอบจะต้องทำการทดสอบก้อนตัวอย่างโดยให้ศูนยผ์เนื้อที่ของผิวธารทั้งสองหน้าอยู่ในแนวดิ่งกับศูนย์แรงกดจากแท่นธาร ในบ่าทรงกลมของเครื่องกด นอกจากการทดสอบก้อนซึ่งมีลักษณะพิเศษที่ประสงค์จะใช้ในลักษณะที่รูอยู่ตามแนวระดับแล้ว การทดสอบคอนกรีตบล็อกจะต้องทดสอบโดยให้รูตั้งอยู่ในแนวดิ่ง สำหรับก้อนวัสดุก่อซึ่งต้นร้อยละ 100 และก้อนกลวงซึ่งมีลักษณะพิเศษ ประสงค์ใช้ในลักษณะที่ให้รูอยู่ตามแนวระดับ อาจทำการทดสอบตามลักษณะการใช้งาน ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบบรรทุกน้ำหนักครึ่งหนึ่งของน้ำหนักสูงสุดที่คาดว่าจะทดสอบด้วยอัตราเร็วตามสะดวกหลังจากนั้นจะต้องควบคุมเครื่องทดสอบโดยปรับให้หัวกดเคลื่อในอัตราสม่ำเสมอจนทำให้น้ำหนักบรรทุกส่วนที่เหลือบรรทุกได้ในเลวาไม่เร็วกว่า 1 นาที แต่ไม่เกิน 2 นาที

- วิธีการคำนวณและรายงานผล กำลังต้านแรงอัดของก้อนวัสดุก่อคอนกรีต คำนวณได้จากแรงสูงสุดเป็นกิโลกรัม หารด้วยพื้นที่ภาคตัดรวมของก้อน วัดเป็นตารางเซนติเมตร พื้นที่ภาคตัดรวมของก้อน หมายถึงพื้นที่รวมของภาคตัดในแนวตั้งฉากกับทิศทางของน้ำหนักบรรทุก โดยรวมพื้นที่ภายในช่องว่างทั้งทั้งหมด รวมทั้งส่วนที่เว้าออกนอกจากเนื้อส่วนนี้เมื่อก่อตัวแล้ว ส่วนของก้อนที่ก่อชิดกันจะสอดเข้ามาจนเต็ม ในกรณีซึ่งต้องการทราบค่ากำลังต้านแรงอัดต่ำสุดจากพื้นที่สุทธิเฉลี่ยเช่นเดียวกับจากพื้นที่รวมเฉลี่ยให้คำนวณโดยเอาน้ำหนักบรรทุกสูงสุดเป็นกิโลกรัมหารด้วยพื้นที่สุทธิเฉลี่ยรวมเข้าไปในรายงานด้วย

พื้นที่สุทธิ-คำนวณค่าเฉลี่ยร้อยละของพื้นที่สุทธิของก้อนดังนี้

พื้นที่สุทธิเฉลี่ย ร้อยละ = A/B x 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณสุทธิ A เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร = C/D

ปริมาณสุทธิ B เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร = W x H x L

ปริมาณสุทธิ D เป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

$= C/E\text{-}F \times 10^{-3}$

2.5.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2530

1) ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภทและชั้นคุณภาพ ขนาดและเกณฑความคลาดเคลื่อน วัสดุคุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก

2) บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- คอนกรีตบล็อก (hollow concrete block or hollow concrete masonry unit) หมายถึง ก้อนคอนกรีตทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ น้ำ และวัสดุผสมที่เหมาะสมชนิดต่างๆ และจะมีสารอื่นผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ได้ สำหรับก่อผนังหรือกำแพง มีรูหรือโพรงขนาดใหญ่ทะลุตลอดก้อน และมีพื้นที่หน้าตัดสุทธิที่ระนาบขนานกับผิวธารน้อยกว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่หน้าตัดรวมที่ระนาบเดียวกัน

- คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก (hollow load-bearing concrete concrete masonry unit) หมายถึง คอนกรีตบล็อกใช้สำหรับผนังที่ออกแบบให้รับน้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักตัวเอง

- เปลือก (face-shell) หมายถึง ผนังด้านนอกของคอนกรีตบล็อก

- ผนังกั้นโพรง (wed) หมายถึง ผนังภายในซึ่งแบ่งโพรงในคอนกรีตบล็อก

3) ประเภทและชั้นคุณภาพ

- ประเภท

คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ซึ่งทำขึ้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทควบคุมความชื้น และประเภทไม่ควบคุมความชื้น

- ชั้นคุณภาพ คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักแต่ละประเภท แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ คือ ชั้นคุณภาพ ก ใช้สำหรับกำแพงภายนอกทั้งต่ำกว่าและเหนือระดับดิน โดยไม่มีการป้องกันผิวแต่อย่างใด เช่น ใช้ ในกรณีซึ่งการรั่มซึมจากน้ำใต้ดินหรือฝน ไม่ทำความเสียหายต่องานนั้น, ชั้นคุณภาพ ข ใช้สำหรับกำแพงภายนอกทั้งต่ำกว่าและเหนือกว่าระดับดิน แต่มีการป้องกันผิว, ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพ ค ใช้ทั่วไปสำหรับกำแพงภายใน และกำแพงภายนอกเหนือระดับดินที่มีการป้องกันความเสียหายเนื่องจากดินฟ้าอากาศ

4) ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

ความหนาของเปลือกและผนังกั้นโพรงต้องเป็นไปตามตารางที่ 1

หมายเหตุ คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักที่ออกแบบพิเศษให้มีโลหะทนจ่อการกัดกร่อนเพื่อยึดระหว่างเปลือกของก้อนอาจอนุญาตให้ในเมื่อการทดสอบว่าโลหะยึดนั้นมีสภาพโครงสร้างเทียบเท่ากับผนังกั้นโพรงคอนกรีตในทางความยึดตัวแข็งกำลังและการยึดกับผนังกั้นโพรง

ขนาดของคอรกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ให้มีขนาดดังแสดงในรูปที่ 1 และตารางที่ 2 โดยจะมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน $\pm$ 2 มิลลิเมตร

ตารางที่ 2.6 แสดงความหนาของเปลือกและผนังกั้นโพรง (ข้อ 4.1) หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนาระบุของก้อน	ความหนาของเปลือกต่ำสุด[1)]	ผนังกั้นโพรงต่ำสุด[1)]	ความหมายของผนังกั้นโพรงเทียบเท่าต่ำสุดต่อความยาว 1 เมตร
90	19	19	135
140	25	25	185
190	31	25	185

หมายเหตุ

[1)] เฉลี่ยจากการวัด 5 ก้อน โดยวัดจากส่วนที่บางที่สุดเมื่อวัดตามวิธีที่กำหนด ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อ ซึ่งทำด้วยคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก.109

[2)] ผลรวมจากการวัดความหนาของผนังกั้นโพรงทั้งหมดในก้อนคูณด้วย 1000 หารด้วยความยาวของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักเป็นมิลลิเมตร

5) วัสดุ

- ปูนซีเมนต์ให้ใช้อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ เช่น ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 ข้อกำหนดเกณฑ์คุณภาพ มาตรฐานเลขที่ มอก.15 เล่ม 1 หรือหากเป็นปูนซีเมนต์ผสม ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปูนซีเมนต์ผสม มาตรฐานเลขที่ มอก.80 มอก. 57-2530

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มวลผสมคอนกรีต ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มวลผสมคอนกรีต มาตรฐานเลขที่ มอก.566 ยกเว้นเกณฑ์กำหนดการคัดขนาดมวลผสมคอนกรีต

- ส่วนผสมอื่นๆ เช่น ตัวทำฟองอากาศ สี สารกันน้ำ ฯลฯ ที่นำมาใช้ ควรเป็นสารที่เหมาะสมสำหรับใช้กับคอนกรีต และควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

6) คุณลักษณะที่ต้องการ

- คอนกรีตบล็อกน้ำหนักทุกก้อน ต้องแข็งแรง ปราศจากรอยแตกร้าวหรือส่วนเสียอื่นใดอันเป็นอุปสรรคต่อการก่อคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักอย่างถูกต้อง หรือทำให้สิ่งก่อสร้างเสียกำลังหรือความคงทนถาวรรอยร้าวเล็กน้อยที่มักเกิดขึ้นในกรรมวิธีผลิตตามปกติ หรือรอบปริเล็กน้อยเนื่องจากวิธีการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งอย่างธรรมดา จะต้องไม่เป็นสาเหตุอ้างในการไม่ยอมรับ

- คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ซึ่งต้องการฉาบปูนหรือแต่งปูน ต้องมีผิวหน้าหยาบพอควรแก่การจับยึดของปูนฉาบ หรือปูนแต่งได้อย่างดี

- คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก ซึ่งต้องการก่อแบบผิวเผย ด้านผิวเผยจะต้องไม่มีรอยบิ่น รอยร้าว หรือตำหนิอื่นๆ ถ้าในการสั่งคราวหนึ่งมีก้อนมีรอยบิ่นเล็กน้อยที่ยาวมากกว่า 25 มิลลิเมตร เป็นจำนวนไม่มากกว่า ร้อยละ 5 จะต้องไม่ถือเป็นสาเหตุในการไม่ยอมรับ

- ความต้านแรงอัดและการดูดกลืนน้ำของคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักเมื่อส่งถึงที่ก่อสร้างต้องเป็นไปตามตารางที่ 3 ส่วนการทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.109

- ปริมาณความชื้น (เฉพาะคอนกรีตบล้อกรับน้ำหนักประเภทควบคุมความชื้น) เมื่อส่งถึงที่ก่อสร้าง ต้องเป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 2.7 แสดงความต้านแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ (ข้อ 6.2)

	ความต้านแรงอัด ต่ำสุด เมกะพาสคัล				การดูดกลืนน้ำ สูงสุด เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร					
ชั้นคุณภาพ 1)	เฉลี่ยจากพื้นที่รวม		เฉลี่ยจากพื้นที่สุทธิ		น้ำหนักคอนกรีตเมื่ออบแห้ง กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร					
	เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน	เฉลี่ยจากคอนกรีตบล็อก 5 ก้อน	คอนกรีตบล็อกแต่ละก้อน	1680 และน้อยกว่า	1681 ถึง 1760	1761 ถึง 1840	1841 ถึง 1920	1921 ถึง 2000	มากกว่า 2000
ก	7	5.5	14	11	240	224	208	192	176	160
ข	7	5.5	-	-	288	272	256	240	224	208
ค	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ[1)] ดูวัตถุประสงค์ในการใช้คอนกรีตบล็อกชั้นคุณภาพต่างๆ ตามภาคผนวก ก.

7) เครื่องหมายและฉลาก

- ที่คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักทุกก้อน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน ประเภท, ขั้นคุณภาพและชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

- ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตาฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

8) การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

- รุ่น ในที่นี้หมายถึง คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนักประเภท ชั้นคุณภาพและขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

- การชักตัวอย่างเพื่อการทดสอบ ให้กระทำ ณ สถานที่ผลิต และต้องให้เวลาอย่างน้อย 10 วัน เพื่อทดสอบให้เสร็จ

- การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้ไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้ การชักตัวอย่างให้เป็นไปตาม มอก.109 และ กณฑ์ตัดสิน

2.5.3 การเคหะแห่งชาติ 2553 : โครงการจัดทำแผนพัฒนาที่อยู่อาศัยและแผนป้องกัน / แก้ไขปัญหาชุมชนจังหวัดสมุทรสงคราม

โดยมอบหมายให้จุฬาลงกรณ์และตัวแทนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทำการศึกษาปัญหาสภาพโดยรวม ของพื้นที่เขตเทศบาลจังหวัดสมุทรสงคราม และร่วมมือกับ 14 ชุมชน สำรวจปัญหา พบปัญหาเศษขยะเปลือกหอยอันเกิดจากอุตสาหกรรมการแกะหอยแมลงภู่ ที่ปรากฏเกือบทุกชน จึงได้จัดทำโครงการนำร่อง ตั้งศูนย์ฝึกอาชีพการทำวัสดุก่อสร้างจากเปลือกหอย เพื่อพัฒนาที่อยู่อาศัย โดยมีความเห็นร่วมกันที่จะทำการแปรรูปเปลือกหอยเป็นบล็อกประสานจากเปลือกหอยแมลงภู่ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างความร่วมมือระหว่าง 14 ชุมชน เพื่อศึกษาวิธีการกำจัดขยะจากเปลือกหอยด้วยการแปรรูปเป็นวัตถุดิบอื่น และเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการทำวัสดุก่อสร้างจากเปลือกหอย

เมื่อปี 2554 ประชากรหมู่บ้านบางจะเกร็งรวมทั้งตัวแทนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และนายทนงศักดิ์ มูลตรี ได้ทำการทดลองการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอยขึ้น ที่หมู่บ้านบางจะเกร็ง โดยการกำหนดอัตราส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าวมีที่มาจากการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอยเชอรี่ของนายทนงศักดิ์ มูลตรี คือ สูตร 5:3:1 แต่ผลผลิตที่ได้ยังไม่ได้มาตรฐาน สังเกตุได้จากการยึดเกาะของบล็อกประสาน มีการหลุดร่อน ขาดคุณสมบัติเรื่องการรับกำลัง และยังไม่สามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างได้

2.5.4 ทนงศักดิ์ มูลตรี 2552 : การผลิตอิฐบล็อกจากเปลือกหอยเชอรี่

เป็นงานวิจัยการผลิตอิฐบล็อกประสาน ได้กล่าวไว้ว่านำเปลือกหอยเชอรี่บดมาทดแทนปูนซีเมนต์โดยนำเปลือกหอยเชอรี่มาเป็นส่วนผสมร่วมกับทรายและปูนทำหน้าที่ในการประสานให้เป็นก้อนเดียวกัน อัตราส่วนเปลือกหอยเชอรี่บด : ทราย : ปูนซีเมนต์ คือ 5 : 3 : 1 นำมาผสมกับน้ำให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำไปซั่ง 6 กก.ต่อ 1 ก้อน แล้วอัดด้วยเครื่องอัดบล็อกประสาน จากนั้นนำไปผึ่งให้แห้ง ทำการบ่มพรมน้ำให้เปียก คุลมด้วยพลาสติก อย่างน้อย 3-5 วัน เมื่อนำไปทดสอบกำลังสามารถรับแรงได้ที่ 133.94 กก./ตร.ซม.

2.5.5 ธรรมนูญ อักโขพันธ์2546 : การวิจัยและพัฒนาวิธีการผลิตปูนขาวจากเปลือกหอยแมลงภู่

เป็นการวิจัยโดยทดลองการผลิตปูนขาวจากเปลือกหอยแมลงภู่ที่มีอายุการกองทิ้งต่างกัน 3 ระยะ คือ ตัวอย่างแรก 10 วัน - 3 เดือน , ตัวอย่างที่สอง 3-6 เดือน , และตัวอย่างที่สาม 6 เดือนขึ้นไป ทำการเผา 15 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 700-1,000องศาเซลเซียส นำมากองบนลานตีปูนฉีดน้ำให้แตกเป็นผงบดให้ละเอียดแล้วนำไปวัดค่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผลวิจัยพบว่าเปลือกหอยยังไม่ สามารถผลิตปูนขาวให้มีค่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ตามที่มาตรฐานอุตสาหกรรม ได้กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะคือเปลือกหอยที่มีอายุการกองทิ้งเวลานานเหมาะสมกับการนำมาผลิตปูน - ขาว มากกว่าการกองทิ้งในระยะเวลาสั้นและต้องเพิ่มการเผาให้นานกว่า 15 ชั่วโมง และอุณหภูมิให้สูงกว่า 1,000 องศาเซลเซียส

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลโดยทำการดำเนินการต่อจากการเคหะแห่งชาติการทำโครงการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย โดยนำข้อมูลเรื่องการผลิตอิฐบล็อกจากเปลือกหอยเชอรี่ที่กล่าวไว้ว่า การนำเปลือกหอยเชอรี่มาทดแทนปูนซีเมนต์ ซึ่งผู้วิจัยเห็นควรว่าเปลือกหอยที่ยังไม่ผ่านการเผาจะไม่มีคุณสมบัติเป็นปูนซีมเมนต์ได้ หากผ่านการบดอย่างละเอียดจะมีคุณสมบัติเป็นทราย จากการศึกษาวรรณกรรมของการวิจัยและพัฒนาวิธีการผลิตปูนขาวจากเปลือกหอยแมลงภู่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลดังกล่าวเพื่อทำการวิจัยบล็อกประสานจากเปลือกหอยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองลักษณะการทดสอบด้วยเครื่องมือปฏิบัติการทางวิทยาศาตร์ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำเปลือกหอยมาทดแทนทรายที่เป็นวัสดุทางการก่อสร้าง ศึกษาการทดลองผลิตบล็อกประสานเปลือกหอยให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม แล้วนำไปทดสอบให้สามารถมีกำลังรับแรงอัดได้ ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine) และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้จริง ทั้งนี้ในการพิจารณาจะอยู่บนพื้นฐานของแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบวัสดุ จากการทบทวนวรรณกรรม แล้วนำข้อมูลพื้นฐานนี้มาเครื่องมือในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลอง แล้วจึงทำการสรุปผลการวิจัย โดยรายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น
3.2 การออกแบบวิธีวิจัย
3.3 การดำเนินการทดลอง
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
3.5 การสรุปและข้อเสนอแนะ
3.6 แผนผังการดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ในการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น เมื่อทราบถึงวัตถุประสงค์และประเด็นปัญหาของการวิจัยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกำหนดขอบเขตของการวิจัย ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยแบ่งการศึกษาข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ โดยมีรายละเอียดในแต่ละส่วน ดังนี้

3.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ

ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตบล็อกประสาน วิธีการผลิต การใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธีจากผู้มีประสบการณ์ ทำการจดบันทึก ถ่ายภาพ และสอบถามบุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม แล้วจึงทำการวิเคราะห์หาข้อสรุปผลของการวิจัยนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

การศึกษาข้อมูลทุติยภูมินี้ เป็นการศึกษาจากเอกสารวิชาการ บทความ วรรณกรรม ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลมาอ้างอิงในงานวิจัยในมีความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลและมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

- ข้อมูลเกี่ยวกับบล็อกประสาน
- ข้อมูลเกี่ยวกับหอยแมลงภู่
- ข้อมูลเกี่ยวกับมอร์ต้า
- การทดสอบวัสดุ
- เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 การออกแบบวิธีวิจัย

3.2.1 **การดำเนินการวิจัย** ผู้วิจัยได้กำหนดอัตราส่วนของบล็อกประสานเปลือกหอยโดยใช้เปลือกหอยเป็นตัวลดวัตถุดิบของทรายและปูน โดยใช้เปลือกหอยที่แกะและมีการตากทิ้งไว้ 2 ช่วงเวลา คือ การตาก 1 สัปดาห์และ 1 เดือน มาผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย แล้วนำไปทดสอบกำลังรับแรงอัด (โดยระยะเวลาในการตากมาจากการคำนวณช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 1.1 ซึ่งมีความแตกต่างกันจากการสังเกตุทางกายภาพได้อย่างชัดเจน ดังแสดงในตารางที่ 4.2)

จากนั้นนำเปลือกหอยไปแทนที่ทรายและปูนในอัตราส่วนดังนี้ โดยจำแนกอัตราส่วนตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ โดยอ้างอิงจากอัตราส่วนมาตรฐานของ วว.บล็อกประสานคือ 1:7 (ปูนซีเมนต์ : มวลรวม) และการวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดอัตราส่วนดังนี้

1 : 3.5 : 3.5 (ปูน : ดินลูกรัง : ทราย) เป็นการกำหนดอัตราส่วนของวัตถุดิบโดยนำเปลือกหอยที่บดแล้วมาลดวัตถุดิบทรายและปูนซีเมนต์ ผู้วิจัยได้กำหนดอัตราส่วนของเปลือกหอย : ทราย : ปูน : ดิน คือ ชุดเปลือกหอย 1 สัปดาห์แทนทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75, ชุดเปลือกหอย 1 สัปดาห์แทนปูนในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75,ชุดเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 และชุดเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนปูนในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 (โดยอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 ผู้วิจัยได้กำหนดโดยทดลองการแทนที่ 1/4 2/4 และ 3/4 ซึ่งเป็นอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75)

3.2.2 **เครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย** การวิจัยครั้งนี้ ใช้เครื่องมือคือการจดบันทึกลงในใบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา, การถ่ายรูป, การวัดค่าที่ได้เป็นตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.1 แบบบันทึกรายละเอียดของการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย และการแสดงผลการทดสอบแรงอัด

- แบบบันทึกระยะเวลาของการแกะเปลือกหอย จดบันทึกวันเวลา และสถานที่

- แบบบันทึกอัตราส่วน (เปลือกหอยแทนที่ทราย : ดิน : ปูน) และ (เปลือกหอยแทนที่ปูน : ดิน : ทราย)

- แบบบันทึกการทดสอบแรงอัดของบล็อกประสานจากเปลือกหอย

3.2.2.1 กล้องถ่ายรูป บันทึกภาพของวัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิต บล็อกประสานเปลือกหอย และลักษณะของบล็อกประสานเปลือกหอยที่มีการทดสอบแรงอัด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

3.2.2.1 เครื่อง UTM (Universal Testing Machine) ใช้ในการทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของวัสดุเชิงกลคือ การกด ระบบการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติสมบูรณ์ในตัวและทำการจดบันทึกผล และนำค่าที่ได้ไปคำนวณผล

3.3 การทดลอง

ในการเก็บข้อมูล มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลและรายละเอียดดังนี้

3.3.1 **การเก็บรวบรวมข้อมูลจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง** ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมไปถึงหนังสือ บทความ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอยและการทดสอบกำลังรับแรงอัด

3.3.2 **การเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานที่จริงที่ทำการวิจัย** ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการผลิตบล็อกประสานและการทดสอบการรับแรงอัด ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูล จากการสังเกต การจดบันทึก การภาพถ่าย เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนอื่นๆ ต่อไป

การทดลองได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย (ทดลองก่อนผลิตจริง)
    1.1 การกำหนดอัตราส่วน
    1.2 การตากเปลือกหอย
    1.3 การผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย
    1.4 การบ่ม
2. การผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 การกำหนดอัตราส่วน

1.2 การตากเปลือกหอย

1.3 การผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย

1.4 การบ่ม

3. การทดสอบกำลังรับแรงอัด

3.1 วิธีการชักตัวอย่างวัสดุทดสอบ

3.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัดด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ โดยการนำค่าที่ได้เป็นตัวเลข ซึ่งเป็นผลจากการทดสอบบล็อกประสานจากเปลือกหอยด้วยด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine) แสดงเป็นกราฟ โดยแสดงหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานต้องไม่น้อยกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

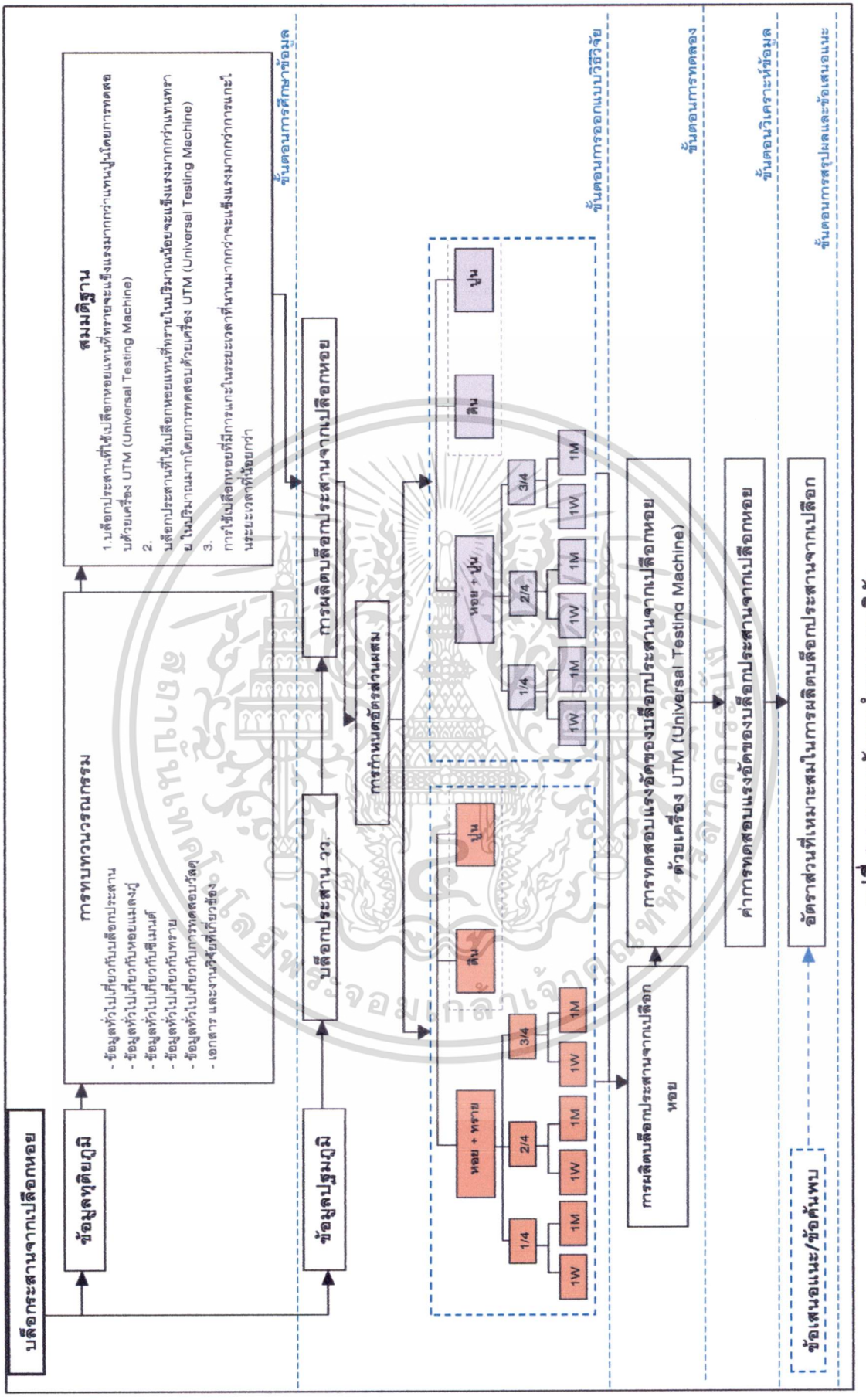
3.5 ขั้นตอนการสรุปและข้อเสนอแนะ

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยจะทำการสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์และสมมุติฐานที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น โดยทำการสรุปผลอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตบล็อกประสานต่อไป หลังจากที่ได้สรุปผลการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยจะมีข้อเสนอแนะในงานวิจัยนี้ที่ได้ค้นพบและประเด็นที่น่าสนใจ เพื่อให้ผู้ที่มีความสนใจได้นำไปทำการวิจัยต่อไปในอนาคต

3.6 แผนผังการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้ สรุปเป็นผังการกำหนดการวิจัย ได้ดังแผนภาพต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



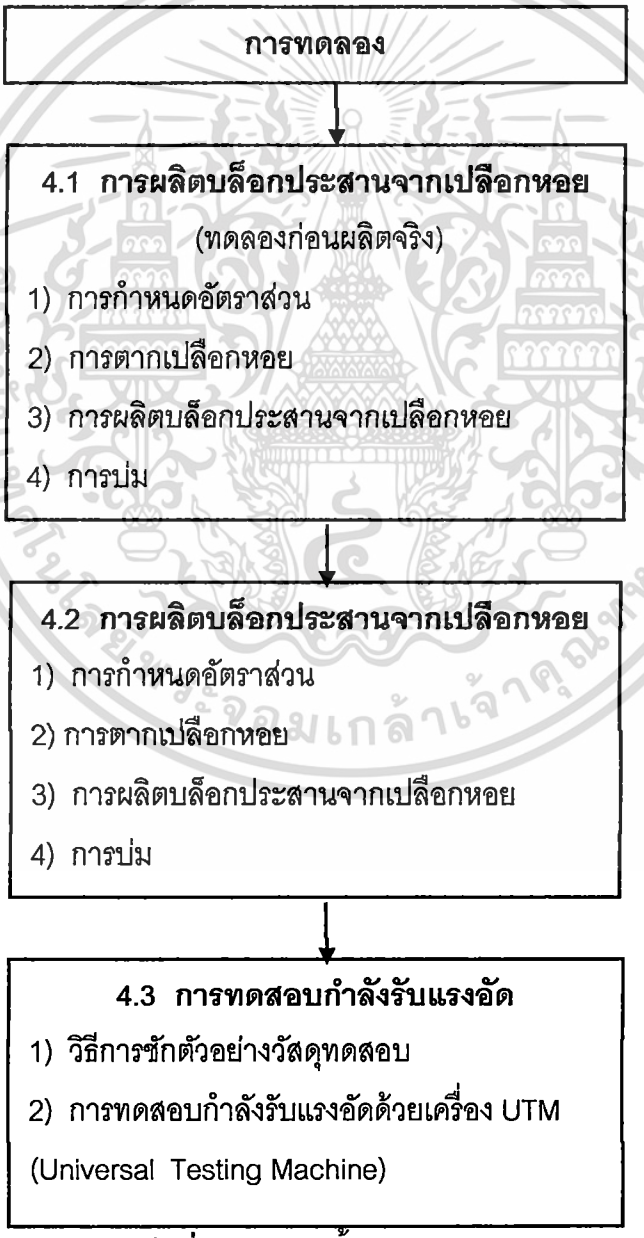
รูปที่ 3.1 แสดงผังการกำหนดการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยการกำหนดอัตราส่วนในการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย การผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย และการทดสอบให้สามารถมีกำลังรับแรงอัดได้ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)โดยรายละเอียดวิธีการมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือ การผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย (ทดลองก่อนผลิตจริง), การผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย, การทดสอบกำลังรับแรงอัด ดังแสดงในแผนผังที่ 4.1

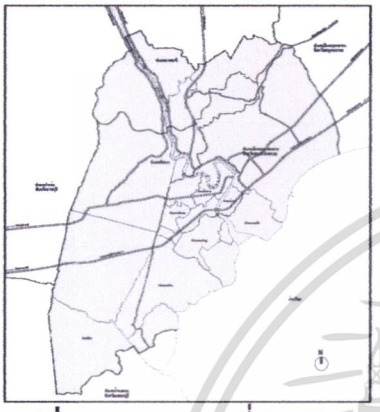


แผนผังที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการทดลอง

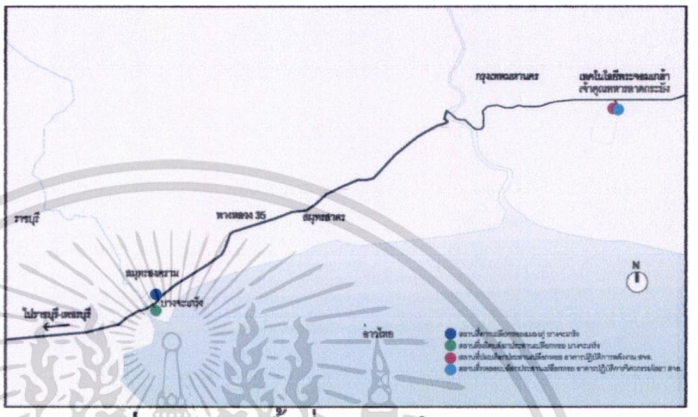
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ศึกษา

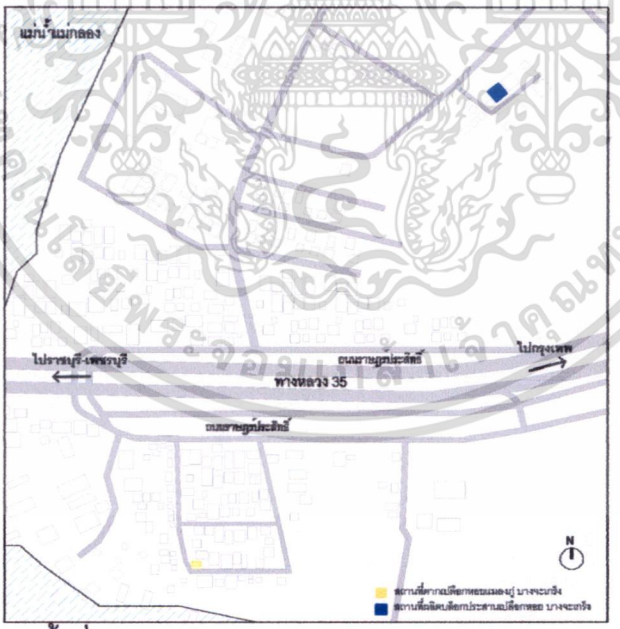
หมู่บ้านบางจะเกร็ง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ภายในชุมชนประกอบอาชีพเลี้ยงหอยแมลงภู่ วิถีชีวิตของคนในชุมชนจะรับหอยแมลงภู่มาแกะ หลังจากนั้นก็จะเกิดเปลือกหอยเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากในชุมชน จึงได้นำเปลือกหอยแมลงภู่มาผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย โดยได้แสดงแผนที่การของการผลิตครั้งนี้ที่หมู่บ้านบางจะเกร็ง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม



รูปที่ 4.1 แสดงแผนที่จังหวัดสมุทรสงคราม



รูปที่ 4.2 แสดงพื้นที่ของการศึกษางานวิจัย



รูปที่ 4.3 แสดงพื้นที่ของการศึกษางานวิจัยในบางจะเกร็ง จังหวัดสมุทรสงคราม

4.1 การผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย (ทดลองก่อนผลิตจริง)

การผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอยเป็นการทดลองก่อนการผลิตจริง เพื่อให้ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

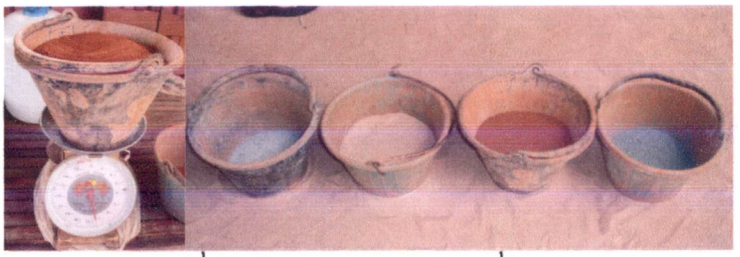
สามารถได้ทดลองก่อนกระบวนการจริง เพื่อความแม่นยำและหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น นำไปแก้ไขในขั้นตอนการผลิตจริงได้ สถานที่ทดลองการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขั้นตอนมีดังต่อไปนี้ เมื่อวันที่ 19 เมษายน 2555

แผนผังที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการผลิตบล็อกประสาน (ทดลองก่อนการผลิตจริง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย

ผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอยที่กาฬสินธุ์ (19 พ.ค. 2555)



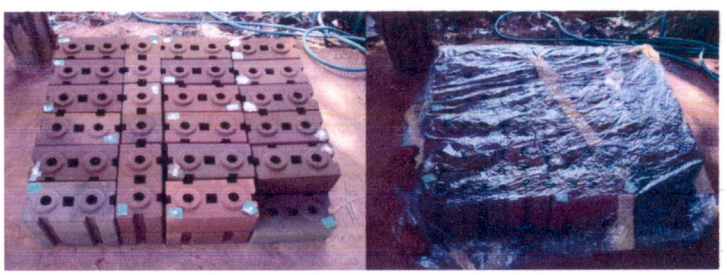
การชั่งวัตถุดิบตามมาตราส่วนที่กำหนด

การผสมวัตถุดิบ

การอัดบล็อกด้วยเครื่องอัดแบบใช้แรงคน

การจัดวางบล็อกประสานจากเปลือกหอย

5) การบ่ม



แผนผังที่4.2 แสดงขั้นตอนการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย(ทดลองก่อนการผลิตจริง)(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

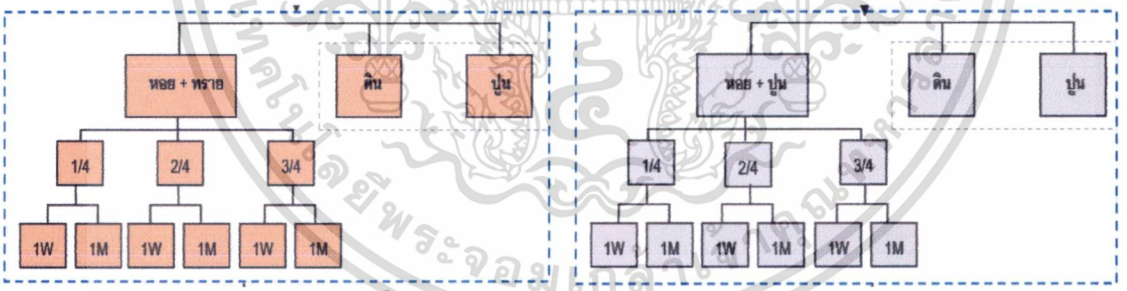
4.2 การผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย

การผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย ณ บางจะเกร็ง จังหวัดสมุทรสงคราม วันที่ 30 กันยายน ถึง 1 ตุลาคม 2555 จำนวน 72 ก้อน นำไปใช้ในการทดสอบกำลังรับแรงอัดตัวอย่างละ 3 ก้อน

4.2.1 การกำหนดอัตราส่วน

การกำหนดอัตราส่วนนี้เป็นการกำหนดโดยใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:7 วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมหรือมวลรวมละเอียดของบล็อกประสานควรมีขนาดเล็กกว่า 4 มม.ได้แก่ ดินลูกรังหินฝุ่นทรายหรือหรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสม (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยเทคโนโลยีบล็อกประสาน หรือบล็อกประสาน วว.)

จากสมมติฐานได้กำหนดไว้ว่า บล็อกประสานที่ใช้เปลือกหอยแทนที่ทรายจะแข็งแรงมากกว่าแทนปูนโดยการทดสอบด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine), บล็อกประสานที่ใช้เปลือกหอยแทนที่ทรายในปริมาณน้อยจะแข็งแรงมากกว่าแทนทรายในปริมาณมากโดยการทดสอบด้วยเครื่อง UTM (และการใช้เปลือกหอยที่มีการตากในระยะเวลาที่นานมากกว่าจะแข็งแรงมากกว่าการตากในระยะเวลาที่น้อยกว่า ดังนั้นแล้วจึงได้กำหนดอัตราส่วนไว้ดังนี้



รูปที่ 4.4 แสดงการกำหนดอัตราส่วน

จากภาพที่ 4.1 ได้แสดงถึงการจำแนกอัตราส่วนตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ โดยอ้างอิงจากอัตราส่วนมาตรฐานของ วว.บล็อกประสานคือ 1:7 (ปูนซีเมนต์ : มวลรวม) และการวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดอัตราส่วนดังนี้

1 : 3.5 : 3.5 (ปูน : ดินลูกรัง : ทราย) เป็นการกำหนดอัตราส่วนของวัตถุดิบโดยนำเปลือกหอยที่บดแล้วมาลดวัตถุดิบทรายและปูนซีเมนต์ ผู้วิจัยได้กำหนดอัตราส่วนของเปลือกหอย : ทราย : ปูน : ดิน คือ ชุดเปลือกหอย 1 สัปดาห์แทนทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75, ชุดเปลือกหอย 1 สัปดาห์แทนปูนในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75,ชุดเปลือกหอย 1 เดือนในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 และชุดเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนปูนใน อัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงอัตราส่วนในการผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอย

การกำหนดอัตราส่วนของวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย				
การกำหนดตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา		**ส่วนผสม**		
		ปูน 1	**ทราย** 3.5	**ดินลูกรัง** 3.5
สูตรในการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ทราย	สูตร 1			
	สูตร 2			
	สูตร 3			
สูตรในการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย1 สัปดาห์ในการแทนที่ปูน	สูตร 4			
	สูตร 5			
	สูตร 6			
สูตรในการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทราย	สูตร 7			
	สูตร 8			
	สูตร 9			
สูตรในการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูน	สูตร 10			
	สูตร 11			
	สูตร 12			

หมายเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การตากเปลือกหอย

ผู้วิจัยได้กำหนดการตากเปลือกหอยเป็น 2 ช่วงเวลา คือ การตากเปลือกหอย 1 สัปดาห์ และ1 เดือน โดยมีข้อจำกัดว่าเปลือกหอยจะต้องผ่านการล้างทำความสะอาดก่อนที่จะนำมาผึ่งและตาก ให้แห้งโดยแสดงไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปลือกหอย ณ บางจะเกร็ง จ.สมุทรสงคราม

	ก่อนตาก	หลังตาก
เปลือกหอย 1 สัปดาห์		
เปลือกหอย 1 เดือน		

จากตารางแสดงถึงลักษณะสภาพของเปลือกหอยที่มีการตากในช่วงเวลา 1 สัปดาห์และ 1 เดือน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันหลังตากแล้วเปลือกหอย 1 สัปดาห์จะมีสีเขียวเข้มอยู่ และเปลือกหอย 1 เดือนจะมีสีเขียวจางและซีดมาก

4.1.3 การผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย

1) **วัตถุดิบ** วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย มีดังนี้ คือ เปลือหอยแมลงภู่บดละเอียด, ทราย, ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และดินลูกรังและควรพิจารณาวัตถุดิบที่มีในท้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องถิ่นเพื่อลดต้นทุนและค่าขนส่ง การใช้ดินที่มีขนาดมวลและปริมาณสัดสวนที่ดี จะทำให้ได้บล็อกที่มีคุณภาพดี

2) **เครื่องมือ** เครื่องมือและเครื่องจักรที่หมาะสมมีดังต่อไปนี้ เครื่องบดร่อนวัตถุดิบ, เครื่องผสม, เครื่องอัดบล็อกแบบใช้แรงคน, ชั้นวางหรือพื้นที่วางบล็อก, บัวรดน้ำ,ตาชั่งและอุปกรณ์การตวงวัดส่วนผสม

3) **ขั้นตอนการผลิต** ขั้นตอนการผลิตนี้ เป็นการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย ณ บางจะเกร็ง จังหวัดสมุทรสงคราม วันที่ 30 กันยายน ถึง 1 ตุลาคม 2555 จำนวน 72 ก้อน แบ่งออกเป็นทั้งหมด 12 สูตร สูตรละ 6 ก้อน โดยผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่ศึกษาข้อมูลดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1 หลังจากนั้นได้ทำการทดลองแบ่งออกเป็น ขั้นตอน 1 ตากเปลือกหอยแมลงภู่, ขั้นตอน 2 การจัดเตรียมสถานที่ผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย, ขั้นตอน 3 การเตรียมวัตถุดิบ, ขั้นตอน 4 การผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย, ขั้นตอน 5 การบ่ม, ขั้นตอน 6 การทดสอบกำลังรับแรงอัดดังแสดงในรูปที่ 4.2

ขั้นตอนการลงพื้นที่ศึกษาข้อมูล

หมู่บ้านบางจะเกร็ง จังหวัดสมุทรสงคราม ประชากรมีการประกอบอาชีพแกะหอยแมลงภู่ จึงมีขยะจากเปลือกหอยแมลงภู่เป็นจำนวนมาก

รูปที่ 4.5 แสดงขั้นตอนการลงพื้นที่ศึกษาข้อมูล

ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอน 1 ตากเปลือกหอยแมลงภู่โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ 1 สัปดาห์ และ 1เดือน

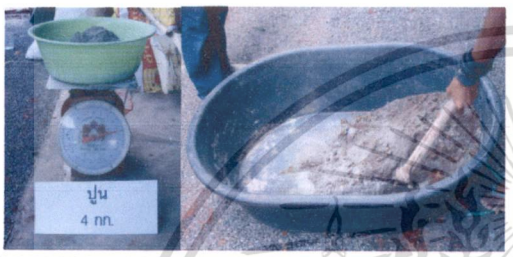
ขั้นตอน 2 สถานที่ผลิตบางจะเกร็ง 1

รูปที่ 4.6 แสดงขั้นตอนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอน 3 การเตรียมวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย

บดเปลือกหอย บดร่อนดินลูกรัง



การตวงวัตถุดิบให้ได้ตามอัตราส่วนที่กำหนด

และทำการผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

การอัดบล็อกด้วยเครื่องอัดแรงคน

หรือเครื่องซินวาแรม

การจัดวางให้บล็อกประสานแข็งตัว

อย่างน้อย 12ชั่วโมง

ขั้นตอน 4 การผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย

ขั้นตอน 5 การบ่มบล็อกประสานเปลือกหอยโดยวิธีคลุมพลาสติก 28 วัน

สถานที่บ่ม อาคารปฏิบัติการพลังงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.

รูปที่ 4.6 แสดงขั้นตอนการทดลอง (ต่อ)

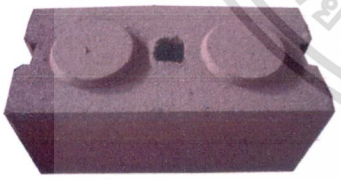
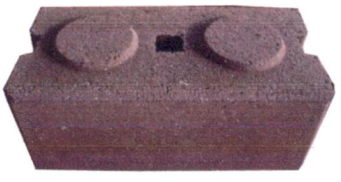
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอน 6 การทดสอบกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอย ด้วยเครื่อง UTM
สถานที่ทดสอบ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

รูปที่ 4.6 แสดงขั้นตอนการทดลอง (ต่อ)

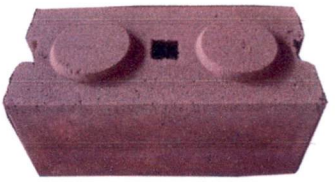
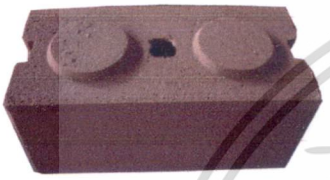
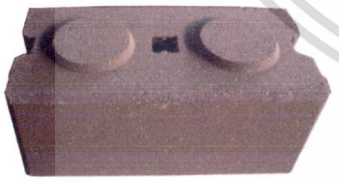
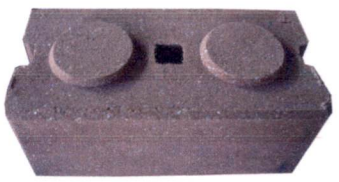
เมื่อได้ทำการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอยแล้ว ได้มีการบันทึกลักษณะทางกายภาพของบล็อกประสานเปลือกหอยดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อมูลทางกายภาพของบล็อกประสานเปลือกหอย

ชุดการทดลอง	สูตร	ลักษณะทางกายภาพ	เพิ่มเติม
สูตร 1	(เปลือกหอย 1ส่วน ปูนซีเมนต์ 1ส่วน ทราย 2ส่วน)	ลักษณะมีการจับตัวเป็นก้อนได้ดี แต่ยังมีการแตกของขอบและมุมก้อนเพียงเล็กน้อย	สามารถอัดขึ้นก้อนได้ง่าย
สูตร 2 	(เปลือกหอย 1ส่วน ปูนซีเมนต์ 1ส่วน ทราย 2ส่วน)	ลักษณะมีการจับตัวเป็นก้อนได้ดี แต่ยังมีการแตกของขอบและมุมก้อนเพียงเล็กน้อย แต่ค่อนข้างอัดขึ้นก้อนได้ดีกว่าก้อนชุดที่ 1	สามารถอัดขึ้นก้อนได้ง่าย
สูตร 3 	(เปลือกหอย 1ส่วน ปูนซีเมนต์ 1ส่วน ทราย 2ส่วน)	ลักษณะมีการจับตัวเป็นก้อนได้ไม่ดี ปริมาณของเปลือกหอยนั้นมีมาก และลักษณะของผิวก้อนไม่เรียบมีความขรุขระ และมีความพรุนมาก	สามารถอัดขึ้นก้อนได้ยาก

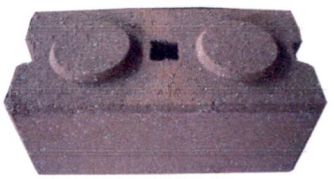
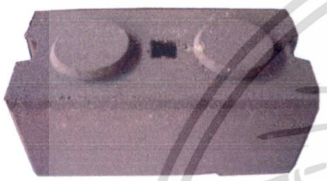
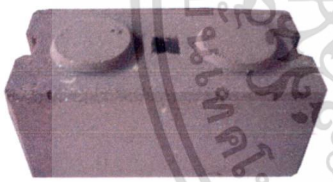
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	สูตร	ลักษณะทางกายภาพ	เพิ่มเติม
สูตร 4 	(เปลือกหอย 1สัปดาห์)	ลักษณะมีการจับตัวเป็นก้อนได้ดี แต่ยังมีการแตกของขอบและมุมก้อนเพียงเล็กน้อย	สามารถอัดขึ้นก้อนได้ง่าย
สูตร 5 	(เปลือกหอย 1สัปดาห์)	ลักษณะมีการจับตัวเป็นก้อนได้ดี แต่ยังมีการแตกของขอบและมุมก้อนเพียงเล็กน้อย แต่ค่อนข้างอัดขึ้นก้อนได้ดี	สามารถอัดขึ้นก้อนได้ง่าย
สูตร 6	(เปลือกหอย 1สัปดาห์)	ลักษณะมีการจับตัวเป็นก้อนได้ไม่ดี และลักษณะของผิวก้อนไม่เรียบ มีความขรุขระ และมีความพรุน	สามารถอัดขึ้นก้อนได้ยาก
สูตร 7 	(เปลือกหอย 1 เดือน)	ลักษณะมีการจับตัวเป็นก้อนได้ดี แต่ยังมีการแตกของขอบและมุมก้อนเพียงเล็กน้อย	สามารถอัดขึ้นก้อนได้ง่าย
สูตร 8 	(เปลือกหอย 1เดือน)	ลักษณะมีการจับตัวเป็นก้อนได้ดี แต่ยังมีการแตกของขอบและมุมก้อนเพียงเล็กน้อย	สามารถอัดขึ้นก้อนได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

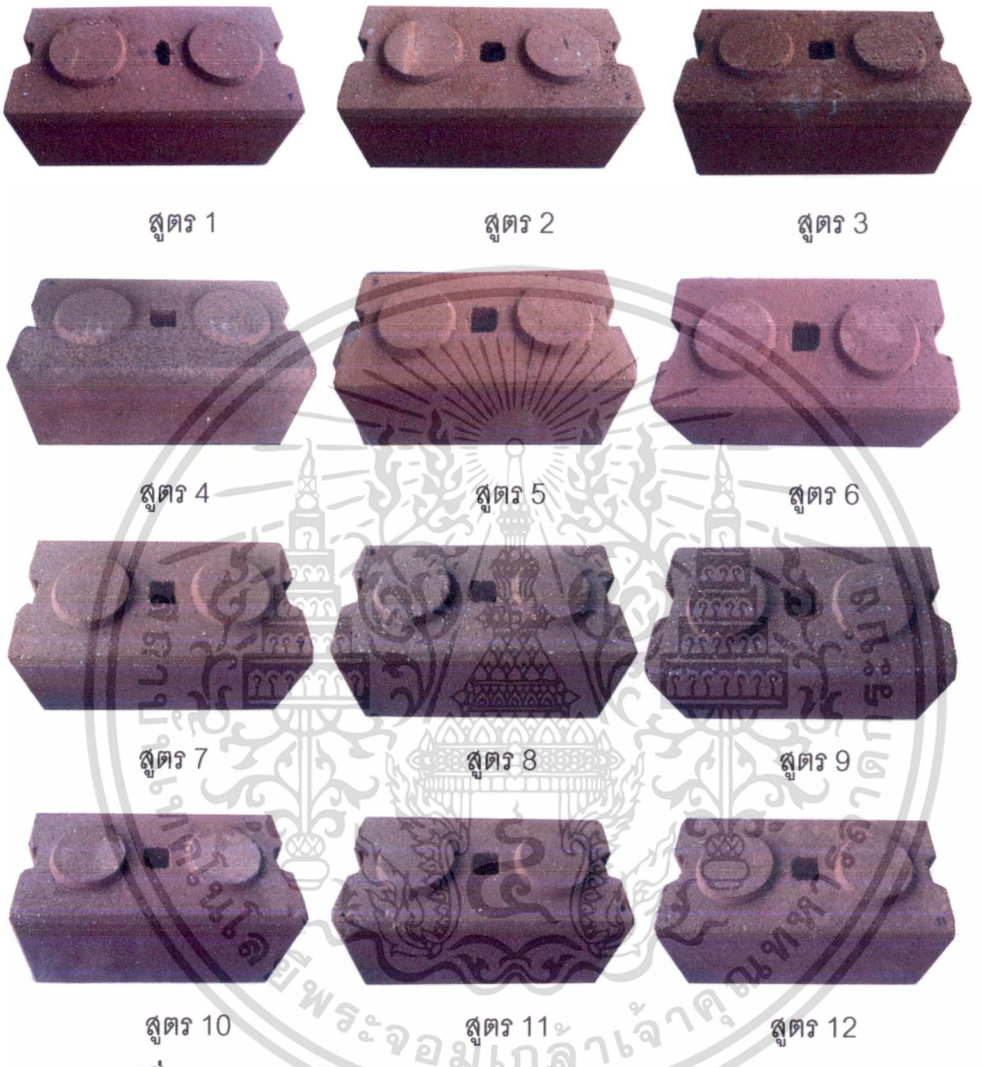
ชุดการทดลอง	สูตร	ลักษณะทางกายภาพ	เพิ่มเติม
สูตร 9 	(เปลือกหอย 1เดือน)	ลักษณะมีการจับตัวเป็นก้อนได้ไม่ดี ปริมาณเปลือกหอยนั้นมีมากและลักษณะของผิวก้อนไม่เรียบ มีความขรุขระมีความพรุนมีเศษหลุดร่อนมาก	สามารถอัดขึ้นก้อนได้ยากที่สุด
สูตร 10 	(เปลือกหอย 1เดือน)	ลักษณะก้อนสามารถจับเป็นก้อนได้ดี แต่ยังมีการแตกของขอบและมุมก้อนเพียงเล็กน้อย	สามารถอัดขึ้นก้อนได้ง่าย
สูตร 11 	(เปลือกหอย 1 เดือน)	ลักษณะก้อนสามารถจับเป็นก้อนได้ไม่ดี มีการแตกของขอบและมุมก้อนเพียงเล็กน้อย	อัดขึ้นก้อนได้ยากต้องอัดใหม่จำนวนหลายรอบ
สูตร 12	(เปลือกหอย 1 เดือน)	ลักษณะก้อนสามารถจับเป็นก้อนได้ไม่ดี เนื่องปริมาณของเปลือกหอยนั้นมีมาก และลักษณะของผิวก้อนไม่เรียบมีความขรุขระและมีความพรุน	สามารถอัดขึ้นก้อนได้ยาก

4.1.4 การบ่ม

การบ่มด้วยวิธีคลุมพลาสติกหรือบ่มในที่ร่ม เป็นการป้องกันการสูญเสียน้ำจากเนื้อคอนกรีต ไม่ควรตากแดดเพราะจะทำให้น้ำระเหยเร็วเกินไป ทำให้ปูนซีเมนต์ขาดน้ำส่งผลให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดปฏิกิริยาไม่เต็มที่ พิจารณาความชื้นตามความเหมาะสม โดยให้มีความชื้นอยู่ตลอดเวลา บ่ม เป็นเวลา 28 วัน จะสามารถรับกำลังได้ สถานที่บ่มอาคารปฏิบัติการพลังงาน คณะสถาปัตยกรรม ศาสตร์ สจล. และได้มีการแสดงลักษณะทางกายภาพการบ่มครบ 28 วัน ดังนี้



รูปที่ 4.7 แสดงบล็อกประสานจากเปลือกหอยการบ่มครบ 28 วัน

จากผลของการบ่มครบ 28 วัน เมื่อสัมผัสผิวของบล็อกประสานจากเปลือกหอยแล้ว พบว่ายังมีเศษของก้อนบล็อกนั้นหลุดร่อนในทุกสูตร แสดงถึงการจับตัวของก้อนยังไม่แน่น ซึ่ง สามารถนำไปพัฒนาในขั้นตอนการผลิตต่อไปได้ เช่น การเพิ่มปริมาณของตัวประสานหรือ ปูนซีเมนต์หรือการลดลงของตัวบรรจุอื่น จำพวกทราย ดินลูกรัง และเปลือกหอย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบกำลังรับแรงอัด

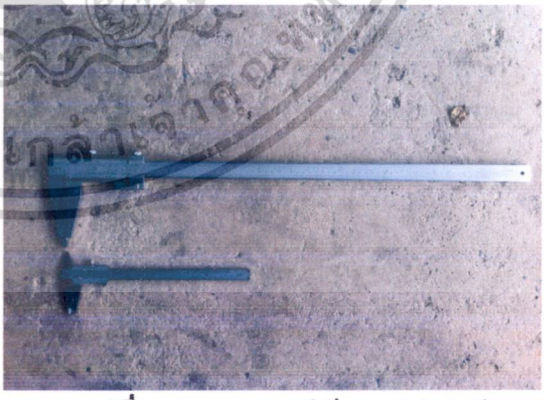
การทดสอบกำลังรับแรงอัดเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีการชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต มอก.109-2517 และนำค่ากำลังรับแรงอัดมาเปรียบ เทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2530 โดยระบุเกณฑ์กำลังต้านแรงทานแรงอัดตามมาตรฐานไว้ไม่น้อยกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

โดยเลือกก้อนตัวอย่างทั้งหมด 72 ก้อน 12 สูตร สูตรละ6 ก้อน ผู้วิจัยได้เลือกสุ่มก้อนตัวอย่างที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด มีรอบบิ่น การแตกมุม ที่น้อยที่สุดจำนวนสูตรละ 3 ก้อน ซึ่งเป็นข้อกำหนดในงานวิจัย หลังจากนั้นจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ก้อน จึงได้ 12 สูตรทั้งหมด 36 ก้อน เพื่อทำการทดลอง และขั้นตอนและวิธีการดังกล่าวมีผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นเจ้าหน้าประจำการทดสอบวัสดุของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. เป็นผู้ให้คำปรึกษาและแนะนำวิธีการ ขั้นตอนการชักตัวอย่างวัสดุในการทดลองครั้งนี้ด้วย

4.2.1 วิธีการชักตัวอย่างวัสดุทดสอบ

วิธีการชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุก่อซึ่งทำด้วยคอนกรีต มอก.109-2517 โดยใช้วิธีการเคลือบผิวก้อนตัวอย่างด้วยกำมะถัน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ คือ ทำการชั่งน้ำหนักของบล็อกประสานเปลือกหอย วัดขนาดด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ แล้วทำการเคลือบผิวก้อนตัวอย่างด้วยกำมะถัน 2 ด้าน และทำการจัดวางเพื่อเตรียมการทดสอบกำลังรับแรงอัดต่อไป

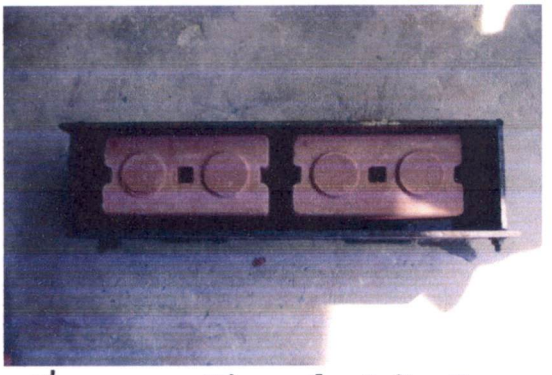
รูปที่ 4.8 แสดงการชั่งน้ำหนัก



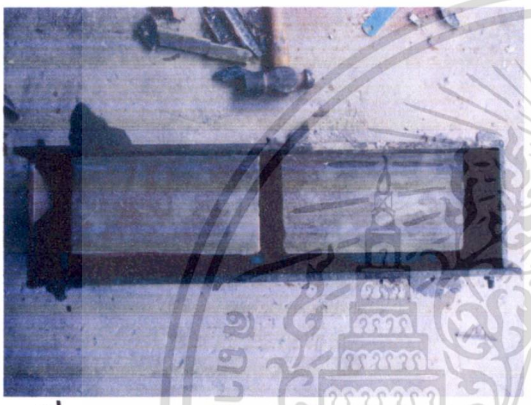
รูปที่ 4.9 แสดงเวอร์เนียคาลิปเปอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 แสดงการวัดขนาดบล็อก



รูปที่ 4.11 แสดงวิธีการเคลือบผิวก้อนตัว - อย่างด้วยกำมะถัน



รูปที่ 4.12 แสดงวิธีการเคลือบผิวก้อนตัว - อย่างด้วยกำมะถัน

รูปที่ 4.13 แสดงบล็อกประสานเปลือกหอยที่เคลือบผิวเสร็จ

4.2.2 **การทดสอบกำลังรับแรงอัดด้วยเครื่อง** UTM (Universal Testing Machine)

การทดสอบกำลังรับแรงอัดด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine) สถานที่ทดสอบอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. และนำค่ากำลังรับแรงอัดมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2530

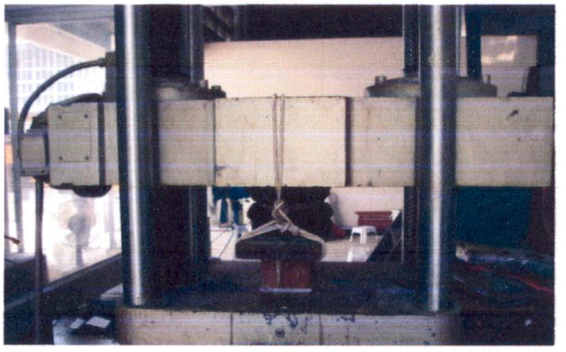
วิธีการทดสอบ

1) วางชิ้นตัวอย่างในการทดสอบชิ้นตัวอย่างจะต้องทดสอบโดยวางให้รับน้ำหนักตามลักษณะการใช้งานและให้ศูนย์ชิ้นตัวอย่างกับศูนย์แท่งธารตัวบนของเครื่องกดอยู่ตรงกัน โดยยอมให้เยื้องกันไม่เกิน 1.6 มิลลิเมตร

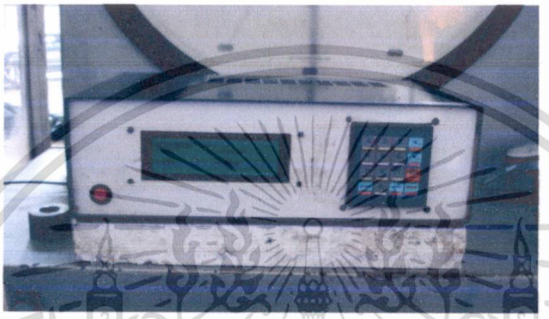
2) อัตราเร็วที่ใช้ทดสอบ บรรทุกน้ำหนักครึ่งหนึ่งของน้ำหนักสูงสุดที่คาดว่าจะทดสอบโดยให้หัวกดมีอัตราเร็วตามสะดวก หลังจากนั้นต้องคุมเครื่องทดสอบโดยปรับให้หัวกดเคลื่อนไปในอัตราสม่ำเสมอ จนทำให้น้ำหนักบรรทุกได้ในเวลาไม่เร็วกว่า 1 นาที แต่ไม่เกิน 2 นาที

3) ทำการบันทึกผลเป็นตัวเลข ตามค่าที่เครื่องอ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



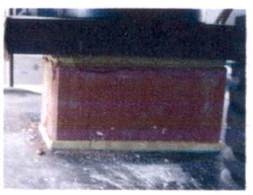
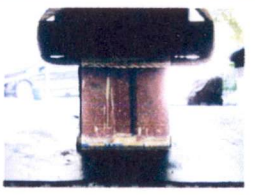
รูปที่ 4.14 แสดงการทดสอบกำลังรับแรงอัดด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)



รูปที่ 4.15 แสดงเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)

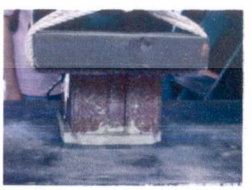
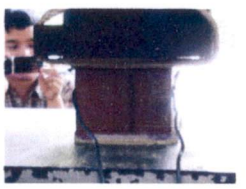
การทดสอบกำลังรับแรงอัดด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine) และแสดงค่ากำลังรับแรงอัดของแต่ละก้อนชุดการทดลอง แสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.4 แสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอยทั้ง 4 ด้านด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)

	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอยทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		**กำลังรับแรงอัด (ksc)**
	ด้าน A	ด้าน B	66.14
	ด้าน C	ด้าน D	
			

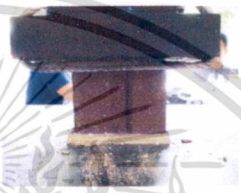
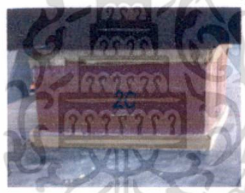
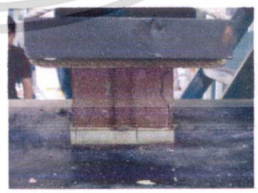
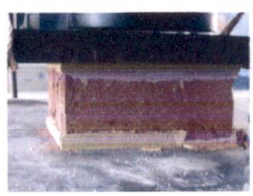
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย ทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		กำลังรับแรงอัด (ksc)
1B (สูตร 1)	ด้าน A	ด้าน B	61.95
	ด้าน C	ด้าน D	
1C (สูตร 1)	ด้าน A	ด้าน B	71.23
	ด้าน C	ด้าน D	
2A (สูตร 2)	ด้าน A	ด้าน B	38.70
			
	ด้าน C	ด้าน D	
			

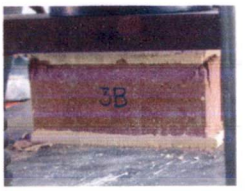
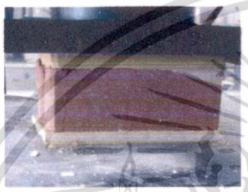
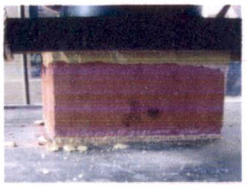
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย ทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		กำลังรับแรงอัด (ksc)
2B (สูตร 2)	ด้าน A	ด้าน B	38.70
	ด้าน C	ด้าน D	
			
2C (สูตร 2)	ด้าน A	ด้าน B	39.27
			
	ด้าน C	ด้าน D	
3A (สูตร 3)	ด้าน A	ด้าน B	40.38
			
	ด้าน C	ด้าน D	
			

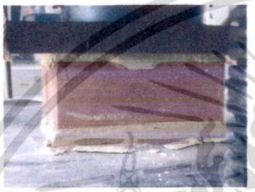
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย ทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		กำลังรับแรงอัด (ksc)
3B (สูตร 3)	ด้าน A	ด้าน B	32.72
			
	ด้าน C	ด้าน D	
			
3C (สูตร 3)	ด้าน A	ด้าน B	40.92
	ด้าน C	ด้าน D	
4A (สูตร 4)	ด้าน A	ด้าน B	51.30
	ด้าน C	ด้าน D	
			

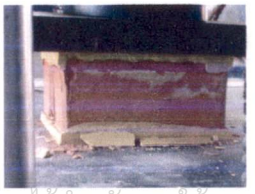
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย ทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		กำลังรับแรงอัด (ksc)
4B (สูตร 4)	ด้าน A	ด้าน B	64.21
	ด้าน C	ด้าน D	
			
4C (สูตร 4)	ด้าน A	ด้าน B	57.40
	ด้าน C	ด้าน D	
5A (สูตร 5)	ด้าน A	ด้าน B	20.02
	ด้าน C	ด้าน D	

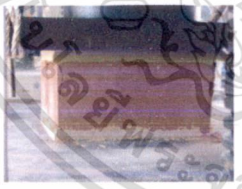
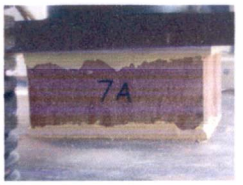
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย ทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		กำลังรับแรงอัด (ksc)
5B (สูตร 5)	ด้าน A	ด้าน B	24.78
	ด้าน C	ด้าน D	
5C (สูตร 5)	ด้าน A	ด้าน B	21.53
	ด้าน C	ด้าน D	
6A (สูตร 6)	ด้าน A	ด้าน B	15.93
	ด้าน C	ด้าน D	
			

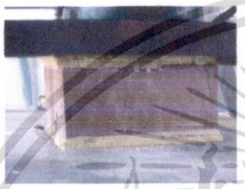
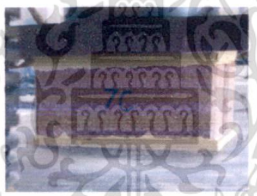
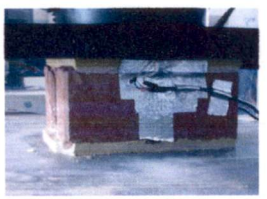
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย ทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		กำลังรับแรงอัด (ksc)
6B (สูตร 6)	ด้าน A	ด้าน B	12.98
	ด้าน C	ด้าน D	
6C (สูตร 6)	ด้าน A	ด้าน B	14.65
	ด้าน C	ด้าน D	
			
7A (สูตร 7)	ด้าน A	ด้าน B	41.87
			
	ด้าน C	ด้าน D	

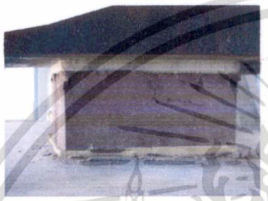
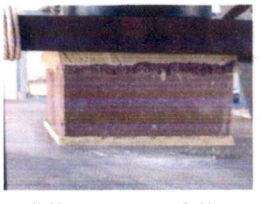
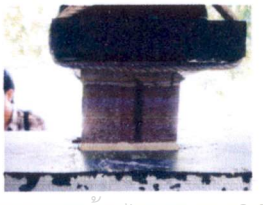
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย ทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		กำลังรับแรงอัด (ksc)
7B (สูตร 7)	ด้าน A	ด้าน B	38.98
	ด้าน C	ด้าน D	
			
7C (สูตร 7)	ด้าน A	ด้าน B	40.13
			
	ด้าน C	ด้าน D	
8A (สูตร 8)	ด้าน A	ด้าน B	29.36
	ด้าน C	ด้าน D	
			

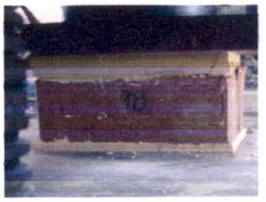
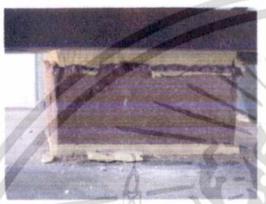
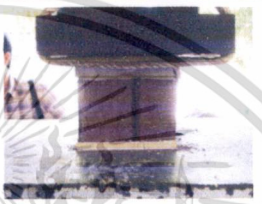
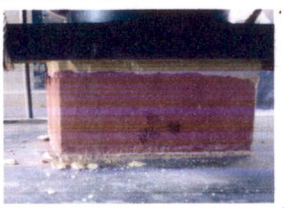
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย ทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		กำลังรับแรงอัด (ksc)
8B (สูตร 8)	ด้าน A	ด้าน B	27.36
	ด้าน C	ด้าน D	
			
8C (สูตร 8)	ด้าน A	ด้าน B	25.31
	ด้าน C	ด้าน D	
9A (สูตร 9)	ด้าน A	ด้าน B	24.97
	ด้าน C	ด้าน D	
			

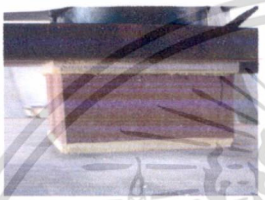
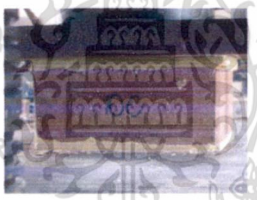
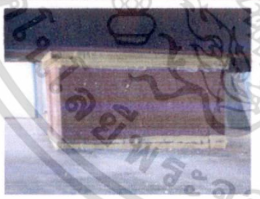
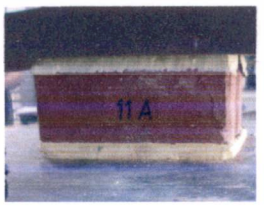
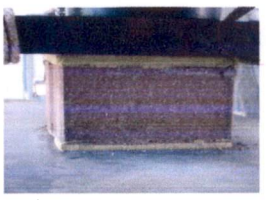
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย ทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		กำลังรับแรงอัด (ksc)
9B (สูตร 9)	ด้าน A	ด้าน B	20.44
			
	ด้าน C	ด้าน D	
			
9C (สูตร 9)	ด้าน A	ด้าน B	20.93
	ด้าน C	ด้าน D	
10A (สูตร 10)	ด้าน A	ด้าน B	51.25
	ด้าน C	ด้าน D	
			

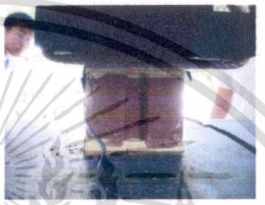
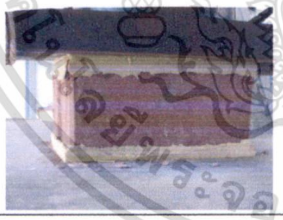
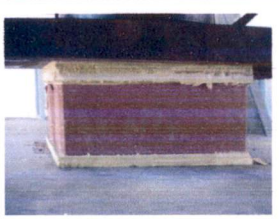
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย ทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		กำลังรับแรงอัด (ksc)
10B (สูตร 10)	ด้าน A	ด้าน B	50.53
	ด้าน C	ด้าน D	
			
10C (สูตร 10)	ด้าน A	ด้าน B	41.53
			
	ด้าน C	ด้าน D	
			
11A (สูตร 11)	ด้าน A	ด้าน B	24.57
			
	ด้าน C	ด้าน D	
			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย ทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		กำลังรับแรงอัด (ksc)
11B (สูตร 11)	ด้าน A	ด้าน B	21.65
	ด้าน C	ด้าน D	
			
11C (สูตร 11)	ด้าน A	ด้าน B	28.78
	ด้าน C	ด้าน D	
			
12A (สูตร 12)	ด้าน A	ด้าน B	11.91
	ด้าน C	ด้าน D	
			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	รูปแสดงการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย ทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)		กำลังรับแรงอัด (ksc)
12B (สูตร 12)	ด้าน A	ด้าน B	13.57
	ด้าน C	ด้าน D	
12C (สูตร 12)	ด้าน A	ด้าน B	14.86
	ด้าน C	ด้าน D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผลของค่ากำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอยแสดงค่าของกำลังรับแรงอัดเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและนำค่ากำลังรับแรงอัดมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2530 โดยระบุเกณฑ์กำลังต้านแรงทานแรงอัดตามมาตรฐานไว้ไม่น้อยกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 5.1 แสดงสรุปค่ากำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย

ตารางสรุปค่ากำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย			
ชุดการทดลอง	**อัตราร้อยละการแทนที่ของเปลือกหอย**	**กำลังรับแรงอัดแต่ละก้อน (ksc)**	**ค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงอัด (ksc)**
1A (สูตร 1)	1 W แทนทราย ร้อยละ 25	66.14	66.44
1B (สูตร 1)	1 W แทนทราย ร้อยละ 25	61.95	
1C (สูตร 1)	1 W แทนทราย ร้อยละ 25	71.23	
2A (สูตร 2)	1 W แทนทราย ร้อยละ 50	38.70	39.60
2B (สูตร 2)	1 W แทนทราย ร้อยละ 50	38.70	
2C (สูตร 2)	1 W แทนทราย ร้อยละ 50	39.27	
3A (สูตร 3)	1 W แทนทราย ร้อยละ 75	40.38	38.00
3B (สูตร 3)	1 W แทนทราย ร้อยละ 75	32.72	
3C (สูตร 3)	1 W แทนทราย ร้อยละ 75	40.92	
4A (สูตร 4)	1 W แทนปูน ร้อยละ 25	51.30	57.63
4B (สูตร 4)	1 W แทนปูน ร้อยละ 25	64.21	
4C (สูตร 4)	1 W แทนปูน ร้อยละ 25	57.40	
5A (สูตร 5)	1 W แทนปูน ร้อยละ 50	20.02	22.11
5B (สูตร 5)	1 W แทนปูน ร้อยละ 50	24.78	
5C (สูตร 5)	1 W แทนปูน ร้อยละ 50	21.53	
6A (สูตร 6)	1 W แทนปูน ร้อยละ 75	15.93	14.52
6B (สูตร 6)	1 W แทนปูน ร้อยละ 75	12.98	
6C (สูตร 6)	1 W แทนปูน ร้อยละ 75	14.65	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ตารางสรุปค่ากำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย			
ชุดการทดลอง	**อัตราร้อยละการแทนที่ของเปลือกหอย**	**กำลังรับแรงอัดแต่ละก้อน (ksc)**	**ค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงอัด (ksc)**
7A (สูตร 7)	1 W แทนทราย ร้อยละ 25	41.87	40.32
7B (สูตร 7)	1 W แทนทราย ร้อยละ 25	38.98	
7C (สูตร 7)	1 W แทนทราย ร้อยละ 25	40.13	
8A (สูตร 8)	1 W แทนทราย ร้อยละ 50	29.36	27.34
8B (สูตร 8)	1 W แทนทราย ร้อยละ 50	27.36	
8C(สูตร 8)	1 W แทนทราย ร้อยละ 50	25.31	
9A (สูตร 9)	1 W แทนทราย ร้อยละ 75	24.97	22.11
9B (สูตร 9)	1 W แทนทราย ร้อยละ 75	20.44	
9C (สูตร 9)	1 W แทนทราย ร้อยละ 75	20.93	
10A (สูตร 10)	1 W แทนปูน ร้อยละ 25	51.25	47.77
10B (สูตร 10)	1 W แทนปูน ร้อยละ 25	50.53	
10C (สูตร 10)	1 W แทนปูน ร้อยละ 25	41.53	
11A (สูตร 11)	1 W แทนปูน ร้อยละ 50	24.57	24.97
11B (สูตร 11)	1 W แทนปูน ร้อยละ 50	21.65	
11C (สูตร 11)	1 W แทนปูน ร้อยละ 50	28.78	
12A (สูตร 12)	1 W แทนปูน ร้อยละ 75	11.91	13.44
12B (สูตร 12)	1 W แทนปูน ร้อยละ 75	13.57	
12C (สูตร 12)	1 W แทนปูน ร้อยละ 75	14.86	

หมายเหตุ 1 W หมายถึง 1 สัปดาห์ และ 1 M หมายถึง 1 เดือน

จากตารางแสดงค่าของกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย มีทั้งหมด 12 ชุดการทดลอง ตัวอย่างละ 3 ก้อน รวมทั้งหมด 36 ก้อน โดยจำแนกไว้เป็นประเภทเดียวกันดังนี้ คือ

1) ชุดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 คือสูตร 1, 2 และ 3

2) ชุดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ปูนในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 คือ สูตร 4, 5 และ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ชุดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 คือ สูตร 7, 8 และ 9

4) ชุดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูนในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 คือ สูตร 10, 11และ 12

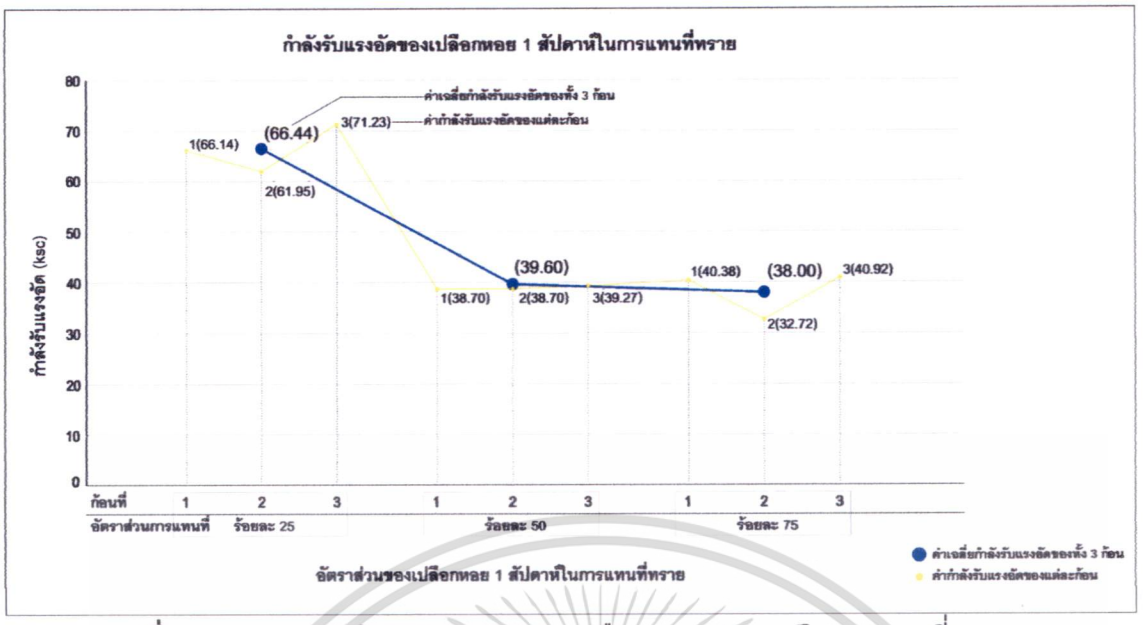
5.1 ผลการทดลองของกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ทราย

ผลการทดลองแสดงกำลังรับแรงอัดของก้อนทั้ง 3 ชุดการทดลอง และได้แสดงค่าเฉลี่ยของกำลังรับแรงอัดของทั้ง 3 ก้อนไว้ด้วย ในอัตราส่วนของเปลือกหอย1สัปดาห์ในการแทนที่ทรายด้วยร้อยละ 25 50 และ 75 ดังแสดงในตารางที่ 5.1 และแสดงเป็นกราฟในรูปที่ 5.1

ตารางที่ 5.2 แสดงกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอยชุดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ทราย

อัตราส่วน	กำลังรับแรงอัดชุดเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ทราย (ksc)			ค่าเฉลี่ย (ksc)
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	
(สูตร 1) ร้อยละ 25	66.14 (1A)	61.95 (1B)	71.23 (1C)	66.44
(สูตร 2) ร้อยละ 50	38.70 (2A)	38.70 (B)	39.27 (1C)	39.60
(สูตร 3) ร้อยละ 75	40.38 (3A)	32.72 (3B)	40.92 (3C)	38.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แสดงกราฟกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย1สัปดาห์ในการแทนที่ทราย

จากผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนของเปลือกหอย1สัปดาห์ในการแทนที่ทรายในร้อยละ 25 50 และ75เป็น 66.44 39.60 และ 38.00 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรค่ากำลังรับแรงอัดมีแนวโน้มลดลง จากร้อยละ 25 และ 50 มีอัตราส่วนการลดลง 26.84 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ จากร้อยละ 50 และ 75 มีอัตราส่วนการลดลง 1.60 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งช่วงของกำลังรับแรงอัดของอัตราส่วนของร้อยละ 25 กับ 50 ลดลงมากกว่า อัตราส่วนของร้อยละ 50 กับ 75

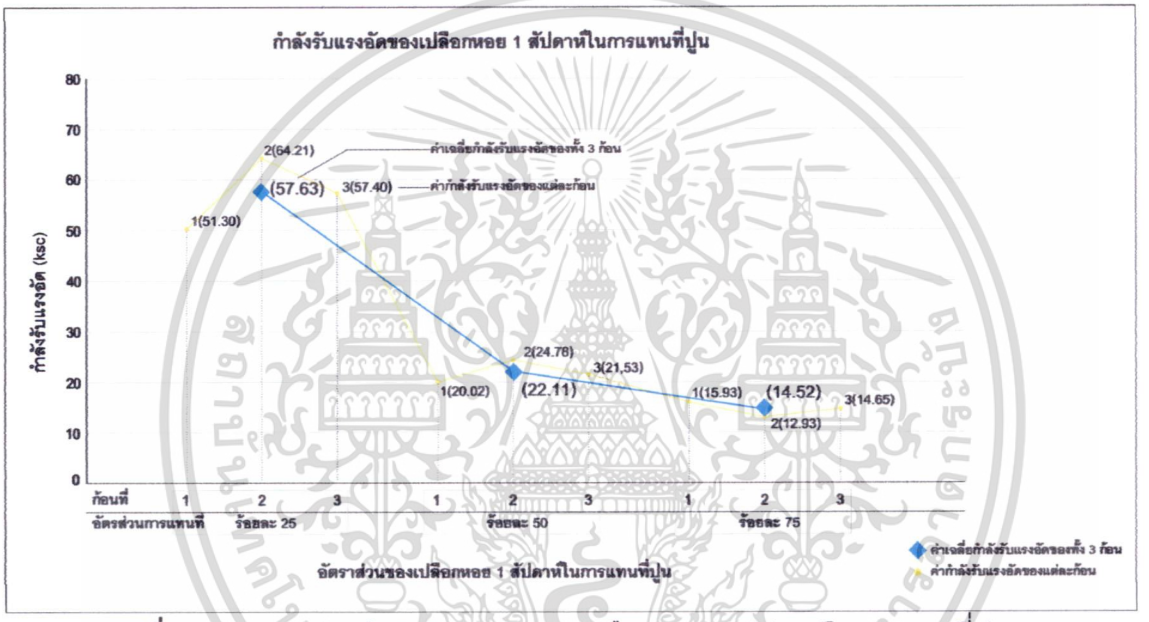
5.2 ผลการทดลองของกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ปูน

ผลการทดลองแสดงกำลังรับแรงอัดของก้อนทั้ง 3 ชุดการทดลอง และได้แสดงค่าเฉลี่ยของกำลังรับแรงอัดของทั้ง 3 ก้อนไว้ด้วย ในอัตราส่วนของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ปูนด้วยร้อยละ 25 50 และ 75 ดังแสดงในตารางที่ 5.2 และแสดงเป็นกราฟรูปในที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 แสดงกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอยชุดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ปูน

อัตราส่วน	กำลังรับแรงอัดชุดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ปูน (ksc)			ค่าเฉลี่ย (ksc)
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	
(สูตร 4) ร้อยละ 25	51.30 (4A)	64.21(4B)	57.40 (4C)	57.63
(สูตร 5) ร้อยละ 50	20.02 (5A)	24.78 (5B)	21.53 (5C)	22.11
(สูตร 6) ร้อยละ 75	15.93 (6A)	12.98 (6B)	14.65 (6C)	14.52



รูปที่ 5.2 แสดงกราฟกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ปูน

จากผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนของเปลือกหอย1สัปดาห์ในการแทนที่ปูนในร้อยละ 25 50 และ75 เป็น 57.63 22.11และ14.52 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรค่ากำลังรับแรงอัดมีแนวโน้มลดลง จากร้อยละ 25 และ 50 มีอัตราส่วนการลดลง 35.52 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ จากร้อยละ 50 และ 75 มีอัตราส่วนการลดลง 7.59 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งช่วงของกำลังรับแรงอัดของอัตราส่วนของร้อยละ 25 กับ 50 ลดลงมากกว่า อัตราส่วนของร้อยละ 50 กับ 75

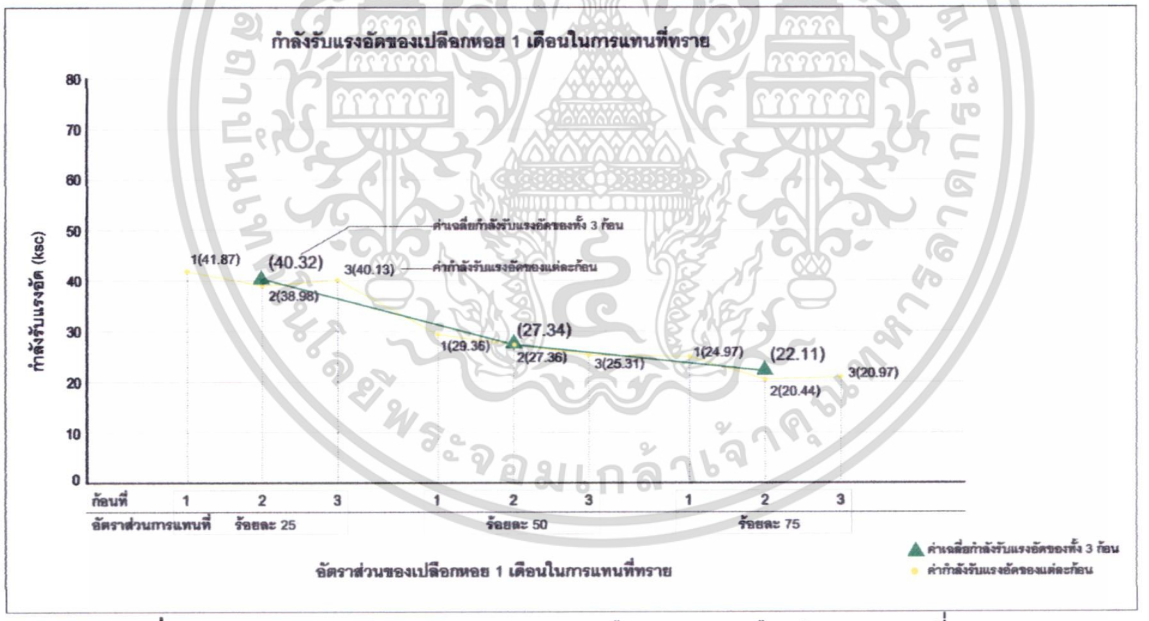
5.3 ผลการทดลองของกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองแสดงกำลังรับแรงอัดของก้อนทั้ง 3 ชุดการทดลอง และได้แสดงค่าเฉลี่ยของกำลังรับแรงอัดของทั้ง 3 ก้อนไว้ด้วย ในอัตราส่วนของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทรายด้วยร้อยละ 25 50 และ 75 ดังแสดงในตารางที่ 5.3 และแสดงเป็นกราฟรูปในที่ 5.3

ตารางที่ 5.4 แสดงกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอยชุดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทราย

อัตราส่วน	กำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอยชุดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทราย (ksc)			ค่าเฉลี่ย (ksc)
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	
(สูตร 7) ร้อยละ 25	41.87(7A)	38.98 (7B)	40.13 (7C)	40.32
(สูตร 8) ร้อยละ 50	29.36 (8A)	27.36 (8B)	25.31 (8C)	27.34
(สูตร 9) ร้อยละ 75	24.97(9A)	20.44 (9B)	20.93 (9C)	22.11



รูปที่ 5.3 แสดงกราฟกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทราย

จากผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนของเปลือกหอย1เดือนในการแทนที่ทรายในร้อยละ 25 50 และ 75 เป็น 40.32 27.34 และ 22.11 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรค่ากำลังรับแรงอัดมีแนวโน้มลดลง จากร้อยละ 25 และ 50 มีอัตราส่วนการลดลง 12.98 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ จากร้อยละ 50 และ 75 มีอัตราส่วนการลดลง 5.23 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งช่วงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

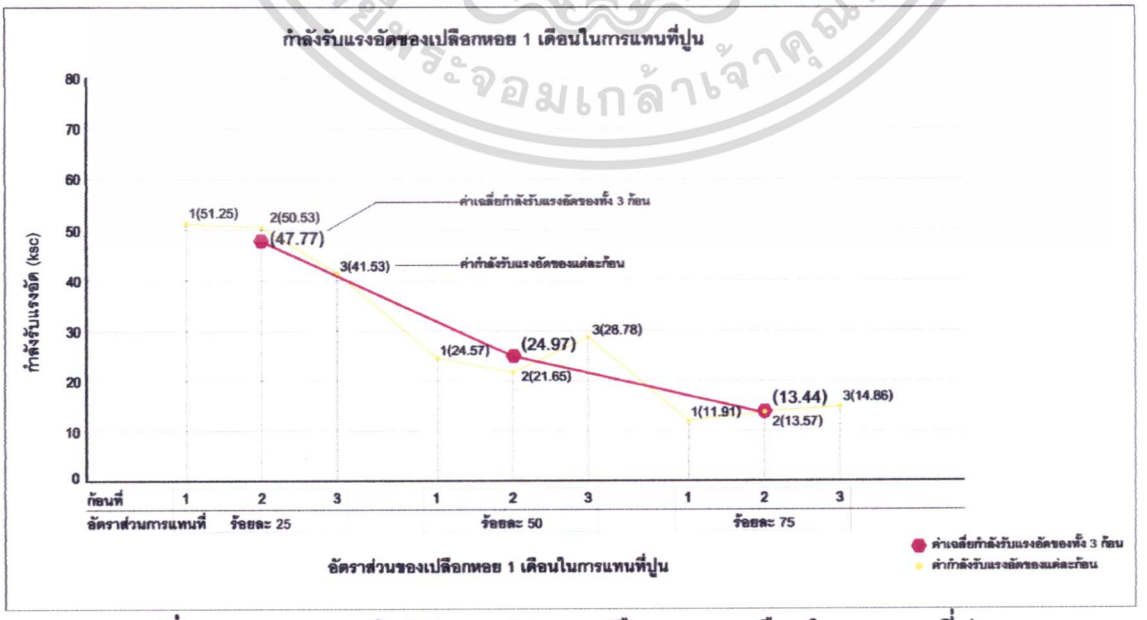
กำลังรับแรงอัดของอัตราส่วนของร้อยละ 25 กับ 50 ลดลงมากกว่า อัตราส่วนของร้อยละ 50 กับ 75

5.4 ผลการทดลองของกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูน

ผลการทดลองแสดงกำลังรับแรงอัดของก้อนทั้ง 3 ชุดการทดลอง และได้แสดงค่าเฉลี่ยของกำลังรับแรงอัดของทั้ง 3 ก้อนไว้ด้วย ในอัตราส่วนของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูนด้วยร้อย-ละ 25 50 และ75 ดังแสดงในตารางที่ 5.4 และแสดงเป็นกราฟรูปในที่ 5.4

ตารางที่ 5.5 แสดงกำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอยชุดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูน

อัตราส่วน	กำลังรับแรงอัดบล็อกประสานเปลือกหอยชุดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูน (ksc)			ค่าเฉลี่ย (ksc)
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	
(สูตร 10) ร้อยละ 25	51.25 (10A)	50.53 (10B)	41.53 (10C)	47.77
(สูตร 11) ร้อยละ 50	24.57 (11A)	21.65 (11B)	28.78 (11C)	24.97
(สูตร 12) ร้อยละ 75	11.91 (12A)	13.57 (12B)	14.86 (12C)	13.44



รูปที่ 5.4 แสดงกราฟกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนของเปลือกหอย1เดือนในการแทนที่ทรายในร้อยละ 25 50 และ 75 เป็น 47.77 24.97 และ 13.44 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรค่ากำลังรับแรงอัดมีแนวโน้มลดลง จากร้อยละ 25 และ 50 มีอัตราส่วนการลดลง 22.80 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ จากร้อยละ 50 และ 75 มีอัตราส่วนการลดลง 11.53 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งช่วงของกำลังรับแรงอัดของอัตราส่วนของร้อยละ 25 กับ 50 ลดลงมากกว่า อัตราส่วนของร้อยละ 50 กับ 75

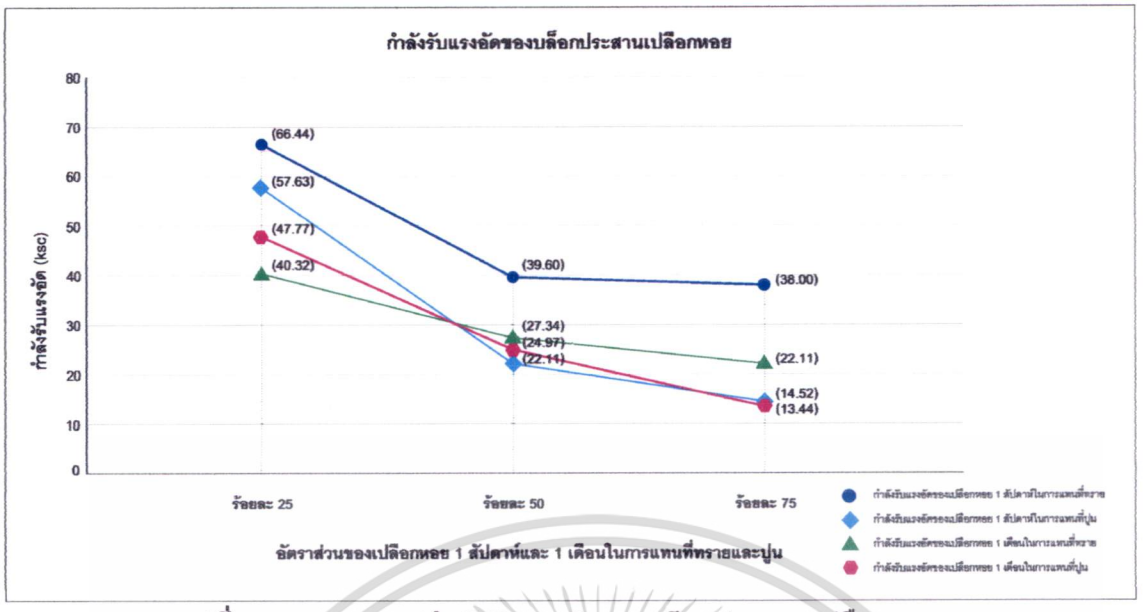
5.5 ผลการทดลองของกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย

ผลการทดลองแสดงกำลังรับแรงอัดค่าเฉลี่ยก้อนทั้ง 12 ชุดการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลองใหญ่ๆ ดังนี้ ชุดเปลือกหอย 1 สัปดาห์แทนทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 ชุดเปลือกหอย 1 สัปดาห์แทนปูนในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 ,ชุดเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 และชุดเปลือกหอย 1 เดือนในการแทนปูนในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 โดยแสดงไว้ในตารางที่ 5.5 และแสดงเป็นกราฟรูปในที่ 5.5

ตารางที่ 5.6 แสดงกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย

	อัตราส่วนของเปลือกหอยในแทนที่ทรายและปูน		
	ร้อยละ 25	**ร้อยละ 50**	**ร้อยละ 75**
กำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1สัปดาห์แทนที่ทราย	66.44 (สูตร 1)	39.60 (สูตร 2)	38.00 (สูตร 3)
กำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย1 สัปดาห์แทนที่ปูน	57.63 (สูตร 4)	22.11 (สูตร 5)	14.52 (สูตร 6)
กำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 เดือนแทนที่ทราย	47.77 (สูตร 7)	24.97 (สูตร 8)	13.44 (สูตร9)
กำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย1เดือนแทนที่ปูน	40.32 (สูตร 10)	27.34 (สูตร 11)	22.11 (สูตร 12)

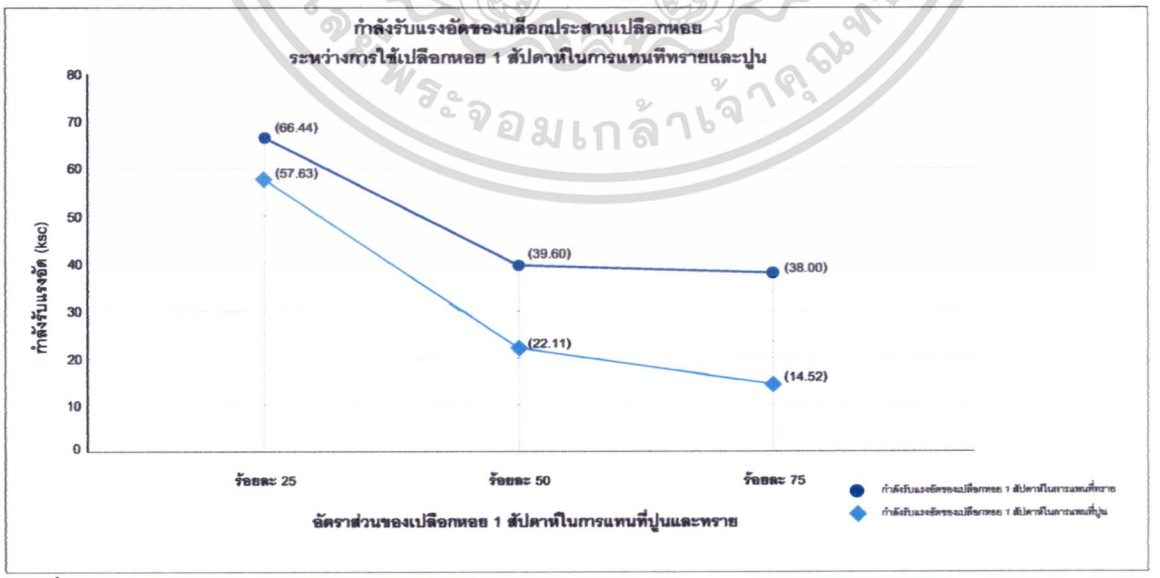
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 แสดงกราฟกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอย

จากภาพกราฟพบว่าค่ากำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 มีค่าสูงสุด จัดว่าเป็นแนวโน้มที่ดีที่สุดในการทดลองครั้งนี้ เมื่อนำมานำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน มอก. 57-2530 กำหนดค่าต้องไม่ต่ำกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร พบว่ายังไม่ผ่านคุณสมบัติของบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก จึงยังไม่เหมาะสมในการใช้อัตราส่วนดังกล่าวไปผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอยเพื่อให้ใช้งานได้จริง

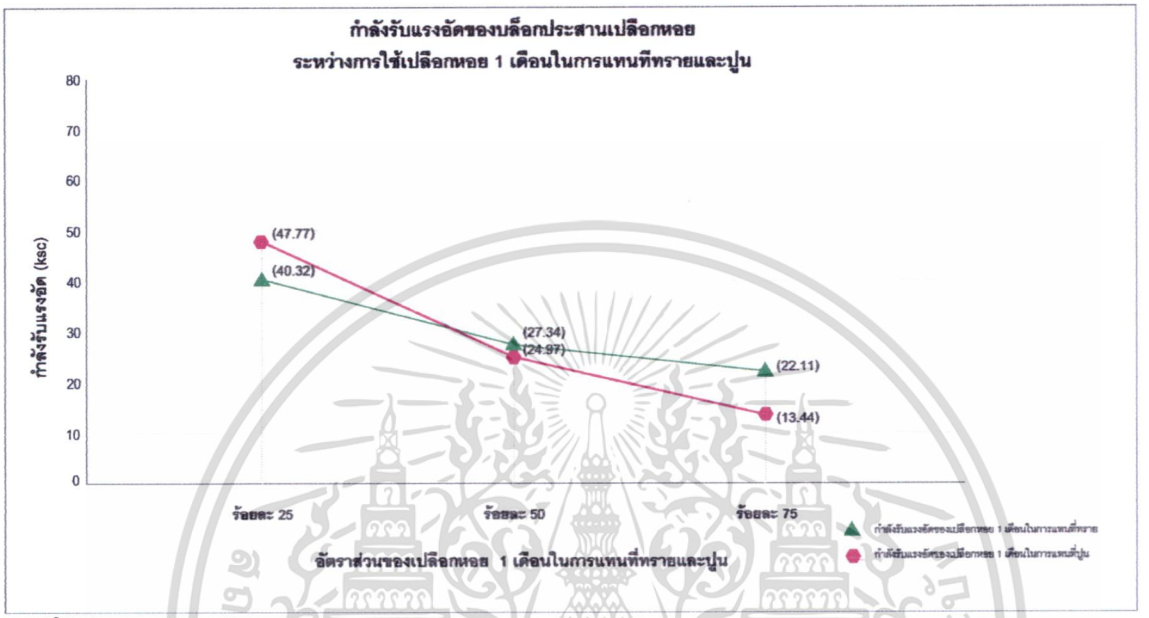
5.6 การวิเคราะห์ความแข็งแรงระหว่างทรายและปูน



รูปที่ 5.6 แสดงกราฟการเปรียบเทียบความแข็งแรงระหว่างการใช้เปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ทรายและปูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพกราฟแสดงถึงการเปรียบเทียบค่าของกำลังรับแรงอัดระหว่างการใช้เปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ทรายและการใช้เปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ปูน เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงระหว่างทรายและปูน พบว่าค่าของกำลังรับแรงอัดของการแทนที่ทรายมากกว่าปูน และมีแนวโน้มของค่ากำลังรับแรงอัดลดลง เมื่ออัตราส่วนของเปลือกหอยที่ใช้ในการแทนที่มากขึ้น

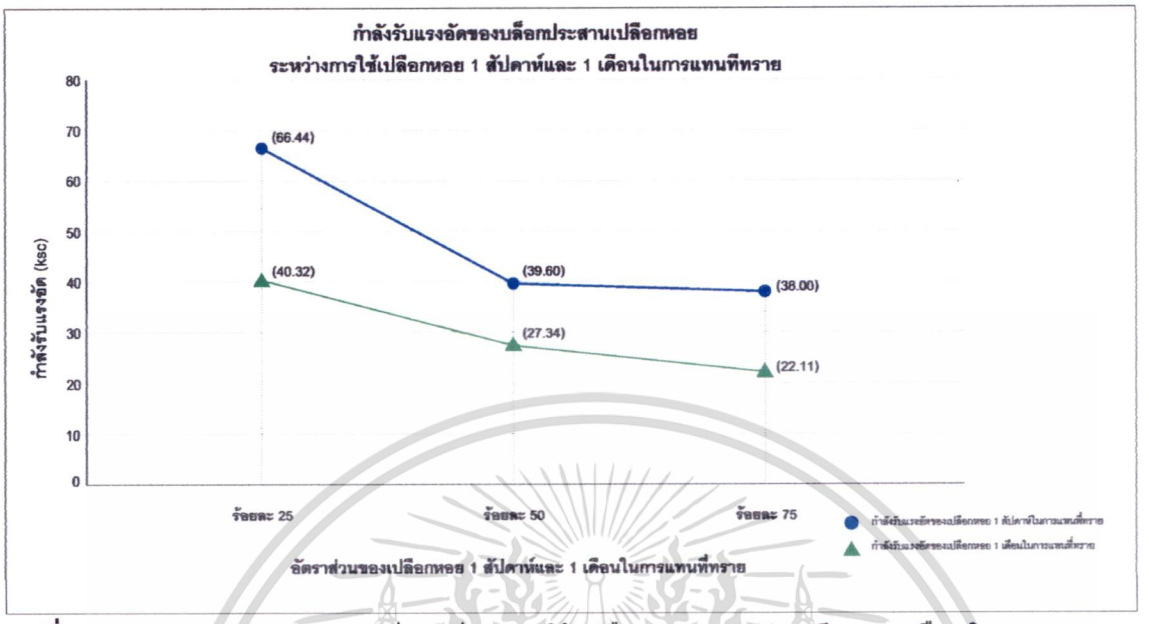


รูปที่ 5.7 แสดงกราฟแสดงการเปรียบเทียบความแข็งแรงระหว่างการใช้เปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทรายและปูน

จากภาพกราฟแสดงถึงการเปรียบเทียบค่าของกำลังรับแรงอัดระหว่างการใช้เปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทรายและการใช้เปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูน เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงระหว่างทรายและปูน พบว่าค่าของกำลังรับแรงอัดของการแทนที่ทรายมากกว่าปูน และมีแนวโน้มของค่ากำลังรับแรงอัดลดลงเมื่ออัตราส่วนของเปลือกหอยที่ใช้ในการแทนที่มากขึ้น จึงสรุปได้ว่าการใช้เปลือกหอยในการแทนที่ทรายจะแข็งแรงมากกว่าการแทนที่ด้วยปูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 การวิเคราะห์การใช้เปลือกหอย 1 สัปดาห์และ 1 เดือนในการแทนที่ทราย



รูปที่ 5.8 แสดงกราฟแสดงการเปรียบเทียบการใช้เปลือกหอย 1 สัปดาห์และ 1 เดือนในการแทนที่ทราย

จากภาพแสดงถึงการเปรียบเทียบค่าของกำลังรับแรงอัดระหว่างการใช้เปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ทรายและการใช้เปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทราย เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของปริมาณทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 50 และ 75 พบว่าค่าของกำลังรับแรงอัดมีแนวโน้มลดลงเมื่ออัตราส่วนของเปลือกหอยที่ใช้ในการแทนที่มากขึ้น จึงสรุปได้ว่าการใช้ปริมาณการแทนที่ทรายในปริมาณน้อยจะแข็งแรงมากกว่าการแทนที่ทรายในปริมาณมาก

และยังพบว่าระยะเวลาของการแทนที่ทรายใน 1 สัปดาห์ มีค่าของกำลังรับแรงอัดมากกว่าการแทนที่ทรายใน 1 เดือน เพราะฉะนั้นช่วงระยะเวลาของการตากที่น้อยกว่าจะมีความแข็งแรงมากกว่าช่วงระยะเวลาของการตากที่มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผล ข้อค้นพบ และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยการกำหนดอัตราส่วนในการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย การผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย และการทดสอบให้สามารถมีกำลังรับแรงอัดได้ด้วยเครื่อง UTM (Universal Testing Machine)

6.1 สรุปผล

จากวัตถุประสงค์ของโครงการ เพื่อการศึกษาการนำเปลือกหอยมาทดแทนทรายที่เป็นวัสดุทางการก่อสร้าง และช่วยในการลดวัตถุดิบทางการก่อสร้าง ผลการทดลองจากการนำเปลือกหอยมาแทนทรายและปูน แทนทรายนั้นจะรับน้ำหนักได้ดีกว่าปูน

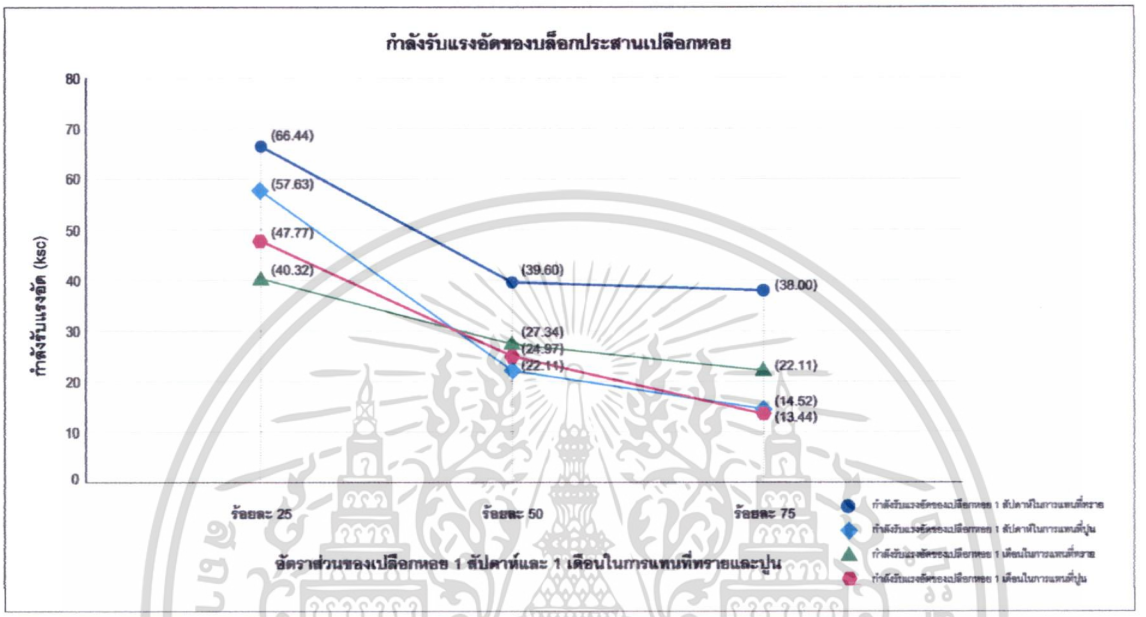
เพื่อศึกษาการทดลองผลิตบล็อกประสานจากเปลือกหอยให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าหากมีการแทนที่ของเปลือกหอยในอัตราส่วนที่ลดลง ความสามารถของกำลังรับแรงอัดนั้นจะเพิ่มขึ้น

เพื่อทดสอบบล็อกประสานจากเปลือกหอยให้สามารถมีกำลังรับแรงอัดได้และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้จริง จากการทดสอบกำลังรับแรงอัดนั้นยังไม่เพียงพอตามมาตรฐานของบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก เกณฑ์มาตฐานอยู่ที่ 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก.57-2530 จึงไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1.1 สรุปผลการวิเคราะห์

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าเปลือกหอยสามารถนำมาทดแทนทรายที่เป็นวัสดุทางการก่อสร้าง และยังช่วยในการลดวัตุดิบทางการก่อสร้างได้ โดยก้อนที่มีความใกล้เคียงมากที่สุดที่จะสามารถรับกำลังได้คือ ชุดเปลือกหอย 1 สัปดาห์แทนทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25



รูปที่ 6.1 แสดงกราฟกำลังรับแรงอัดของเปลือกหอย

จากกราฟเมื่อเปรียบเทียบค่ากำลังรับแรงอัดของการแทนที่ทรายและปูนแล้ว ค่าของกำลังรับแรงอัดในการใช้เปลือกหอยแทนที่ทรายจะมีค่าของกำลังรับแรงอัดมากว่าการใช้เปลือกหอยแทนที่ปูน ดังนั้นบล็อกประสานที่ใช้เปลือกหอยแทนที่ทรายจะแข็งแรงมากกว่าแทนปูน ยกเว้นการทดลองที่มีการใช้เปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 กำลังรับแรงอัดน้อยกว่า การใช้เปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูนซึ่งอาจจะเกิดจากความคลาดเคลื่อนของขั้นตอนในการผลิต ซึ่งมีตัวแปรสอดแทรกหรือตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้คือ ปริมาณความชื้นในอากาศ อุณหภูมิที่ใช้ในการตาก สภาพแวดล้อม ภูมิอากาศ

จากกราฟเมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาของการตากเปลือกหอย 1 สัปดาห์และ 1 เดือนของการแทนที่ทราย ปรากฏว่าค่าของกำลังรับแรงอัดที่ได้ของเปลือกหอย 1 สัปดาห์มากกว่า 1 เดือน และเช่นเดียวกันการตากเปลือกหอย 1 สัปดาห์และ 1 เดือน ของการแทนที่ปูน ค่าของกำลังรับแรงอัดที่ได้ของเปลือกหอย 1 สัปดาห์มากกว่า 1 เดือน ยกเว้นการใช้เปลือกหอย 1 สัปดาห์ในการแทนที่ปูนในอัตราส่วนร้อยละ 50 จะน้อยกว่าการใช้เปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ของปูนซึ่งอาจจะเกิดจากความคลาดเคลื่อนของขั้นตอนในการผลิต ซึ่งมีตัวแปรสอดแทรกหรือตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ปริมาณความชื้นในอากาศ อุณหภูมิที่ใช้ในการตาก สภาพแวดล้อม ภูมิอากาศ ฉะนั้นช่วงระยะเวลาของการตากที่น้อยกกว่าจะมีความแข็งแรงมากกว่าช่วงระยะเวลาของการตากที่มากกว่า

6.1.2 สรุปอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย

เพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะสามารถนำไปใช้งานได้จริง เป็นบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก จากผลการทดลองการกำหนดสูตรที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น เมื่อนำไปผลิตบล็อกประสานเปลือกหอยแล้ว ยังไม่ผ่านคุณสมบัติของบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก ตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ต้องไม่น้อยกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งกราฟจะมีความชันลดลงเมื่ออัตราส่วนเพิ่มมากขึ้น และมีแนวโน้มว่าหากมีการใช้อัตราส่วนร้อยละที่ลดลงให้น้อยกว่าร้อยละ 25 ความน่าจะเป็นของความสามารถในการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอยก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้นแล้วอัตราส่วนที่เหมาะสมควรทดลองการใช้เปลือกหอยในการทดแทนทรายในอัตราส่วนร้อยละ 5 10 15 และ 20 ซึ่งความน่าจะเป็นของความสามารถในการรับแรงอัดของบล็อกประสานเปลือกหอยจะเพิ่มมากขึ้นด้วย

6.2 ข้อค้นพบ

1) จากการทดลองผลิตผู้วิจัยได้เลือกวิธีการบ่มแบบคลุมพลาสติก ซึ่งเหมาะสมมากกว่าวิธีการบ่มด้วยการแช่ เพราะลักษณะทางกายภาพของบล็อกประสานเปลือกหอยจะมีความร่วนซุยและหลุดร่อน วิธีการบ่มด้วยวิธีแช่จึงไม่เหมาะสมในการทดลองครั้งนี้

รูปที่ 6.2 ภาพการบ่มด้วยวิธีแช่

2) จากผลการทดลองครั้งนี้ได้ใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 57-2530 เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบเพื่อสามารถให้สามารถใช้ในงานก่อสร้างได้จริง ตามคุณสมบัติของบล็อกประสาน คือวัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อกเพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ต้องไม่น้อยกว่า 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปรากฏว่าไม่ผ่านคุณสมบัติดังกล่าว แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นหากนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 58-2530 การทดลองการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอยครั้งนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักได้ ซึ่งสามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เช่น นำไปก่อสร้างผนังในส่วนที่ไม่รับน้ำหนักของโครงสร้างได้ ดังแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 แสดงการเปรียบเทียบชนิดบล็อกประสาน

ชุดการทดลอง	ชนิดบล็อกประสาน	
	ชนิดรับน้ำหนัก	ชนิดไม่รับน้ำหนัก
สูตร 1	-	●
สูตร 2	-	●
สูตร 3	-	●
สูตร 4	-	●
สูตร 5	-	-
สูตร 6	-	-
สูตร 7	-	●
สูตร 8	-	●
สูตร 9	-	-
สูตร 10	-	●
สูตร 11	-	-
สูตร 12	-	-

หมายเหตุ

● สัญลักษณ์ผ่านเกณฑ์

\- สัญลักษณ์ไม่ผ่านเกณฑ์

6.3 ข้อเสนอแนะ

1) กราฟจะมีความชันของค่ากำลังรับแรงอัดลดลงเมื่ออัตราส่วนเพิ่มมากขึ้น และมีแนวโน้มว่าหากมีการใช้อัตราส่วนร้อยละที่ลดลงให้น้อยกว่าร้อยละ 25 เพื่อให้บล็อกประสานเปลือกหอยผ่านเกณฑ์ 70กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จึงควรลดอัตราส่วนของเปลือกหอยที่จะนำมาใช้ในการแทนที่นั้นเป็นร้อยละ 5 10 15 และ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) จากการทดลองครั้งนี้พบปัญหาในขั้นตอนของการอัดบล็อกประสานด้วยแรงคน หรือเครื่องซินวาแรม ซึ่งมีผลกำลังรับแรงอัดด้วยแต่ทั้งนี้ทั้งนั้น แรงของผู้อัดต้องใช้ประสบการณ์และความชำนาญ หากเป็นเครื่องอัดแบบไฮโรลิคกำลังรับแรงอัดก็จะไม่มีความแตกต่างกันมากในแต่ละก้อน

3) จากผลสรุปที่พบว่าใช้เปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ทรายในอัตราส่วนร้อยละ 25 กำลังรับแรงอัดน้อยกว่า การใช้เปลือกหอย 1 เดือนในการแทนที่ปูนซึ่งอาจจะเกิดจากความคลาดเคลื่อนของขั้นตอนในการผลิต ซึ่งมีตัวแปรสอดแทรกหรือตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้คือ ปริมาณความชื้นในอากาศ อุณหภูมิที่ใช้ในการตาก สภาพแวดล้อม ภูมิอากาศ ดังนั้นแล้วหากมีการควบเรื่องของปริมาณความชื้นในการอากาศ ควบคุมอุณหภูมิในการตากของแต่ละวันให้เท่ากันได้ เช่น อาจจะเป็นการนำไปอบให้แห้งในอุณหภูมิที่เท่ากันเป็นต้น ก็จะทำให้ค่าของกำลังอัดที่ได้มีความแม่นยำมากขึ้น

4) เมื่อนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก. 58-2530 การทดลองการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอยครั้งนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักได้ ซึ่งสามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เช่น นำไปก่อสร้างผนังในส่วนที่ไม่รับน้ำหนักของโครงสร้างได้ คือสูตรที่ 1 2 3 4 7 8 และ 10

ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป

1) เมื่อเปลือกหอยสามารถนำมาทดแทนทรายที่เป็นวัสดุทางการก่อสร้างได้ และยังช่วยในการลดวัตุดิบทางการก่อสร้างจึงสามารถที่จะนำเปลือกหอยไปทดลองการผลิตบล็อกซีเมนต์ อิฐ มอญ โดยใช้ทดแทนทรายที่เป็นวัสดุทางการก่อสร้าง

2) บล็อกประสานที่ใช้เปลือกหอยแทนที่ทรายจะแข็งแรงมากกว่าแทนปูน จึงควรผลิตโดยใช้เปลือกหอยไปแทนที่ทรายในการผลิตต่อไป และหากจะต้องมีการนำไปผลิตเพื่อทดแทนปูนจะต้องนำเปลือกหอยที่ผ่านการเผาเพื่อเปลี่ยนคุณสมบัติเป็นให้เป็นตัวประสาน จากการทบทวนวรรณกรรม วิธีการในการสร้างคอนกรีตบล็อกที่ดี จะต้องมีความสามารถในการรับหนักได้ดีที่สุด มีความหนาแน่นน้อยที่สุด และใช้ปูนซีเมนต์น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น เพื่อเป็นการลดค่าวัสดุและลดเรื่องของการหดตัวด้วย

5) บล็อกประสานจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้จริง จึงควรมีการทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฎกระทรวงฉบับบที่ 6 (2547). ออกตามในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522

คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จ พระเจ้าอยู่หัว และกระทรวงมหาดไทย. (2542). **วัฒนธรรม พัฒนาการทางประวัติศาสตร์ เอกลักษณ์ และภูมิปัญญา จังหวัดสมุทรสงคราม.** ม.ป.ท.

จิรศักดิ์ เพ็ชรวิภาต. "ตำนานบล็อกดินซีเมนต์ และบล็อกประสาน วว." **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. ปีที่ 20 ฉบับที่ 2. [ม.ป.ท.] : [ม.ป.พ.], 2548. หน้า 39-52.

จดหมายข่าวราชบัณฑิตยสถาน. ปีที่ 6 ฉบับที่ 56. 2539 [Online].Available : http://www.royin.go.th/th/knowledge/detail.php?ID=1016.

เฉลียว โพธิพิรุณห์. (2524). **งานปูน-ก่อสร้าง**. กรุงเทพมหานคร: ชวิน

ทนงศักดิ์ มนตรี. (ม.ป.ป.) **อิฐบล็อกจากเปลือกหอยเชอรี่**. คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชวลิต นิตยะ. **เอกสารประกอบการสอน ก้อนวัสดุจากเครื่องอัด**. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2528.

ชมรมเกษตรปลอดสารพิษ. 2549. **การเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่**. [Online].Available : http://www.thaigreenagro.com/aticle.aspx?id=1115.

ต่อตระกูล ยมนาค. "บล๊อกประสาน วว. สร้างบ้านง่ายเหมือนต่อเลโก้." **คอนสตรัคชั่นแอนด์พร๊อพเพอร์ตี้**. ปีที่ 1 ฉบับที่ 6. [ม.ป.ท.] : [ม.ป.พ.], 2550.

ทนงศักดิ์ มนตรี. (ม.ป.ป.) **อิฐบล็อกจากเปลือกหอยเชอรี่**. คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ธนธร เงินชูกลิ่น. (2554). **การประยุกต์ใช้เถ้าแกลบในการผลิตบล็อกประสาน**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมการก่อสร้าง, บัณฑิตมหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ธรรมนูญ อักโขพันธ์. (2546). **การวิจัยและพัฒนาการผลิตปูนขาวจากเปลือกหอยแมลงภู่**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยายุทธศาสตร์การพัฒนา, บัณฑิตมหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จตุรพิทักษ์กุล. (2547). **ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต**. กรุงเทพมหานคร: สมาคมคอนกรีตไทย

วุฒินัย กกกำแหง และพิชิต เจนบรรจง. (2554). **การผลิตบล็อกประสานให้ได้คุณภาพ**.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2553). **เทคโนโลยีบล็อกประสาน วว.เพื่อการก่อสร้างอาคารประหยัด**. กรุงเทพมหานคร.

พิภพ สุนทรสมัย. (2543). **วัสดุวิศวกรรมการก่อสร้าง**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น)

พงศ์พัน วรสุนทโรสถ. (2540). **วัสดุก่อสร้าง**. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชชั่น

พันธ์ศักดิ์ ดาวเรือง. (2549). **รายงานการวิจัยการศึกษาสัดส่วนผสมมวลรวมในการผลิตบล็อกประสาน**. ภาควิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์และการจัดการอุตสาหกรรมการก่อสร้าง, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิทยา เพียรวิจิตร และคณะ. (2524). **วัสดุการก่อสร้าง** (พิมพ์ครั้งที่2). กรุงเทพมหานคร: โอเดียน สโตร์

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. "ความหลากหลายทางรูปทรงของเทคโนโลยี บล็อกประสาน." **ข่าวงานวิจัย**. 2555.

สิงหราช มีทรัพย์. (2542). **การประเมินการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยบล็อกดินซีเมนต์**. วิทยานิพนธ์เคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคหการ, บัณฑิตมหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2517). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 109-2517**. ม.ป.ท.

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2530). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 57-2530**. ม.ป.ท.

สำนักมาตรฐานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์. (2547). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547**. ม.ป.ท.

อุดมวิทย์ กาญจนวรงค์. (2538). **การปฏิบัติงานทดสอบ(แบบทำลาย)**. กรุงเทพมหานคร: สกายบุ๊กส์

อรุณชัย เสรี. (2534). **มาตรฐานสำหรับอาคารวัสดุก่อ**. กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.

Brantley, L. R. and Brantley, R. T. (1996). **Building Materials Technology: Structural Performance and Environmental Impact**. New York: McGrill-Hill.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Hendry, A. W. and Khalaf, F. M. (2001). **Masonry Wall Construction**. London: Spon Press.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รูปการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-1 แสดงกองเปลือกหอย ณ หมู่บ้านบางจะเกร็ง 1 อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

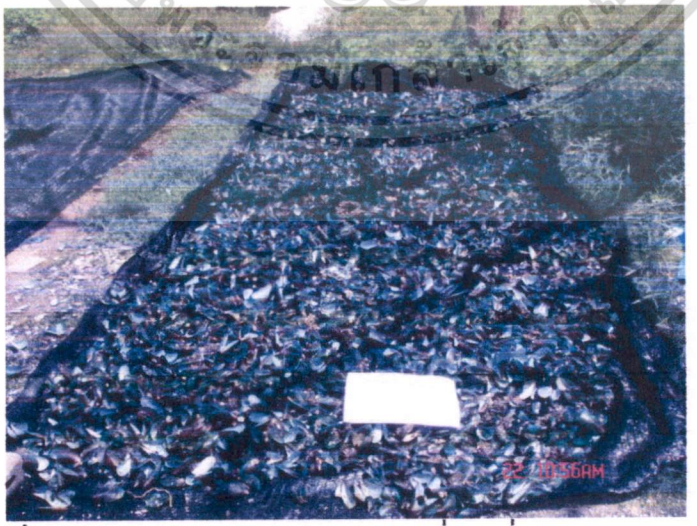
รูปที่ ก-2 แสดงการเตรียมพื้นที่ในการตากเปลือกหอย ณ หมู่บ้านบางจะเกร็ง 1 อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2555 (สำหรับชุดการทดลองเปลือกหอย 1 เดือน)

รูปที่ ก-3 แสดงการลำเลียงเปลือกหอยเพื่อนำไปทำการตากแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-4 แสดงการเตรียมพื้นที่ในการตากเปลือกหอย เมื่อวันที่ 22 ตุลาคม 2555

รูปที่ ก-5 แสดงการตากเปลือกหอย เมื่อวันที่ 22 ตุลาคม 2555



รูปที่ ก-6 แสดงการตากเปลือกหอย เมื่อวันที่ 22 ตุลาคม 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-7 แสดงการเปรียบลักษณะของชุดการทดลองเปลือกหอย เมื่อวันที่ 22 ตุลาคม 2555

รูปที่ ก-8 แสดงการเก็บเปลือกหอยเมื่อมีฝนตก ณ บางจะเกร็ง

รูปที่ ก-9 แสดงสถานที่ผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย บ้านคุณชาญวิทย์ โชติไชยฤทธิ์ ณ หมู่บ้านบางจะเกร็ง 1 อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

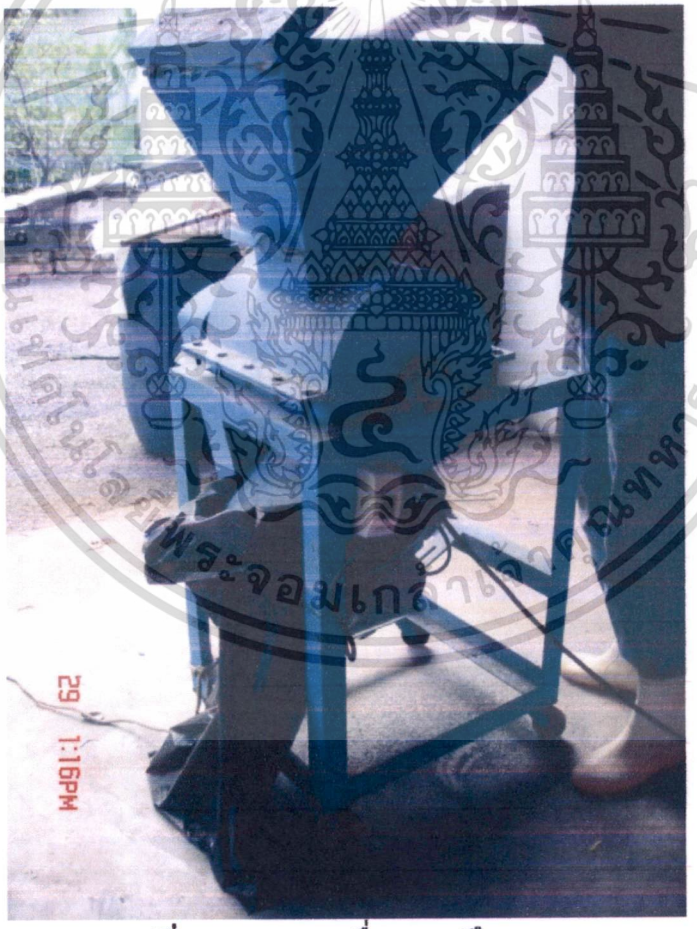
รูปที่ ก-10 แสดงถุงบรรจุเปลือกหอยตากแล้วมาเพื่อทำการบด

รูปที่ ก-11 แสดงการคัดแยกเปลือกหอยก่อนทำการบด

รูปที่ ก-12 แสดงเปลือกหอย 1 สัปดาห์

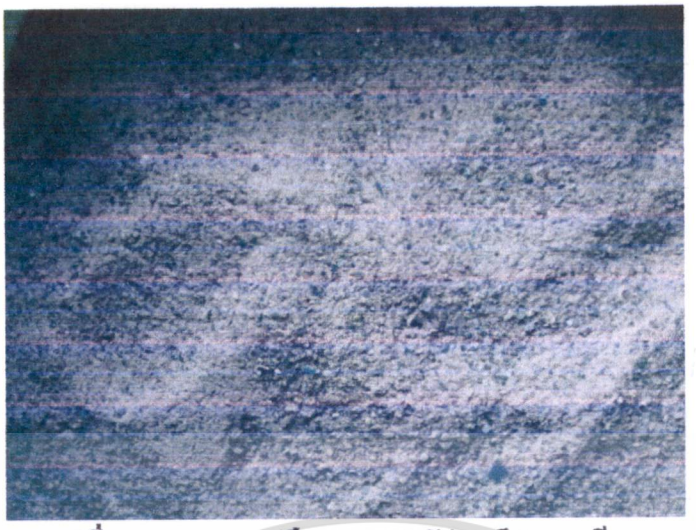
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-13 แสดงเปลือกหอย 1 เดือน



รูปที่ ก-14 แสดงเครื่องบดเปลือกหอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-15 แสดงเปลือกหอย 1 สัปดาห์ บดละเอียด

รูปที่ ก-16 แสดงเปลือกหอย 1 สัปดาห์ บดละเอียด บรรจุใส่ถุงพลาสติก

รูปที่ ก-17 แสดงการเตรียมวัตถุดิบ ดินลูกรัง ตากแห้ง เพื่อนำไปบดละเอียด

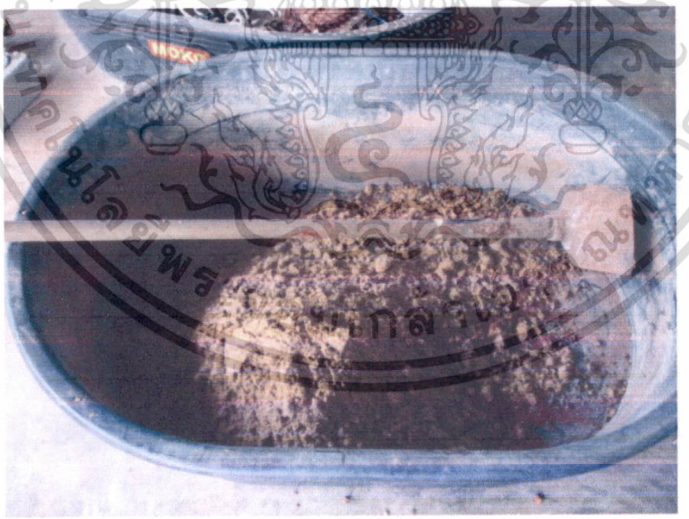
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-18 แสดงการร่อนดินลูกรัง

รูปที่ ก-19 แสดงการชั่งถังใบใหญ่ น้ำหนัก 1 กิโลกรัม 1 ขีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-20 แสดงการตวงส่วนผสม ด้วยตาชั่ง



รูปที่ ก-21 แสดงการเทส่วนผสมรวมกันในถังสำหรับผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

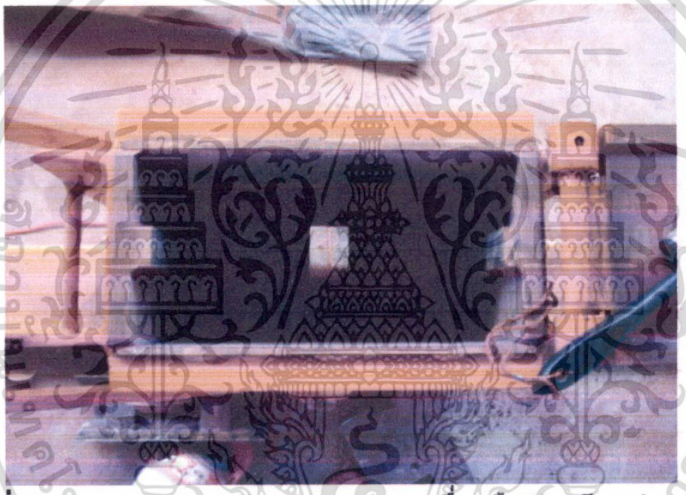
รูปที่ ก-22 แสดงการคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน

รูปที่ ก-23 แสดงการรดน้ำด้วยบัวรดน้ำ ให้กระจายให้ทั่วขณะทำการคลุกเคล้าส่วนผสม

รูปที่ ก-24 แสดงการตวงส่วนผสมที่ผสมเสร็จแล้ว ก่อนนำไปอัดด้วยบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-25 แสดงการทำความสะอาดเครื่องมืออัดบล็อกประสานด้วยแปรงและทำน้ำมันเพื่อไม่ให้ส่วนผสมนั้นติดที่เครื่องมือ



รูปที่ ก-26 แสดงตรวจเช็คความสะอาดเครื่องมืออัดบล็อกประสาน

รูปที่ ก-27 แสดงการเทส่วนผสมลงในเครื่องอัดบล็อกประสานให้กระจายอย่างทั่วถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-28 แสดงการอัดบล็อกประสานด้วยเครื่องอัดแรงคน

รูปที่ ก-29 แสดงการอัดบล็อกประสานด้วยเครื่องอัดแรงคน

รูปที่ ก-30 แสดงการอัดบล็อกประสานด้วยเครื่องอัดแรงคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

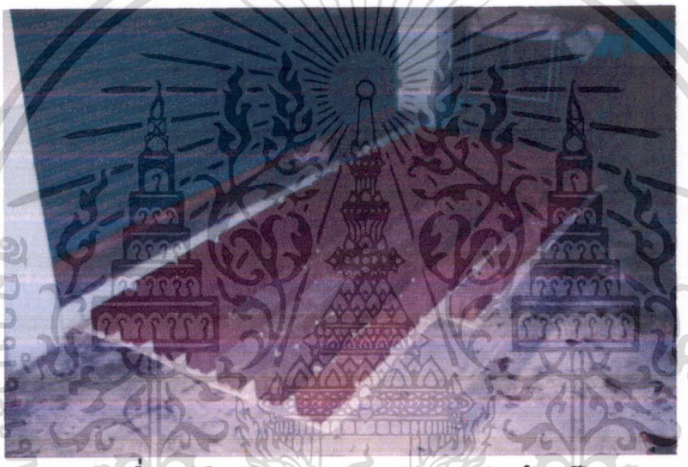
รูปที่ ก-31 แสดงการยกบล็อกจากเครื่องวางลงบนแผ่นสมาร์ทบอร์ด

รูปที่ ก-32 แสดงการชั่งน้ำหนักของก้อนบล็อก ด้วยน้ำหนัก 5.5 กิโลกรัม โดยไม่รวมน้ำหนักของแผ่นสมาร์ทบอร์ด

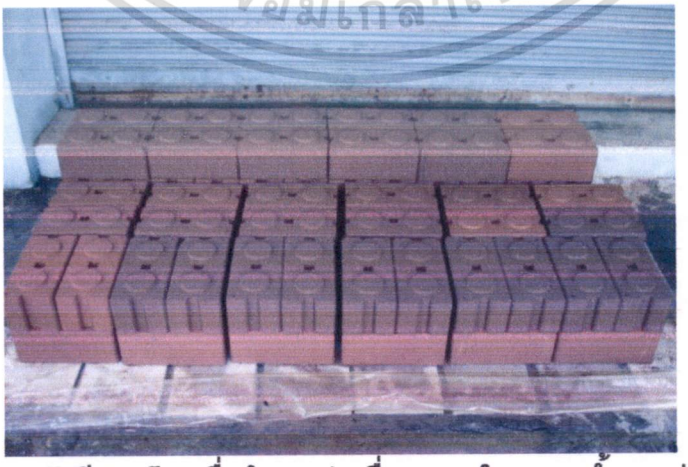
รูปที่ ก-33 แสดงการจัดวางบล็อกประสานเปลือกหอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-34 แสดงการขนส่งบล็อกประสานไปยังลาดกระบังด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ วันที่ 1 ตุลาคม 2555



รูปที่ ก-35 แสดงการจัดวางเพื่อรอให้บล็อกเซทตัว หลังจากอัดแล้ว เป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง วันที่1ตุลาคม2555ณอาคารพลังงานเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

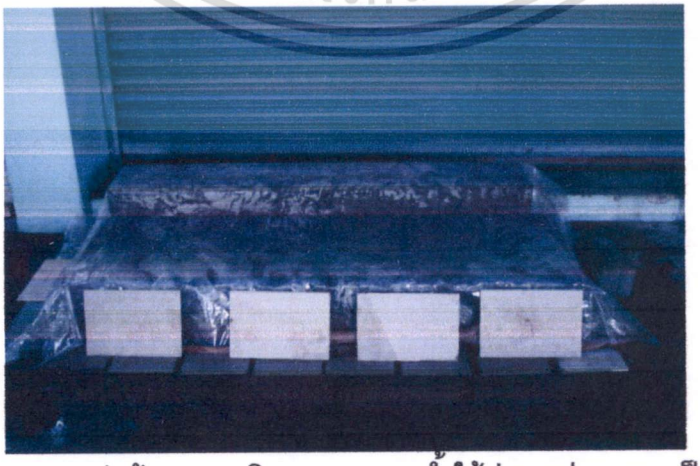


รูปที่ ก-36 แสดงการจัดเรียงบล็อกเพื่อทำการบ่มเพื่อสะดวกในการรดน้ำและประหยัดพื้นที่ในการวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-37 แสดงการวางซ้อนกันของบล็อกประสาน

รูปที่ ก-38 แสดงการรดน้ำด้วยสายยางฉีดน้ำให้กระจายอย่างทั่วถึง และปริมาณที่เหมาะสม



รูปที่ ก-39 แสดงการบ่มด้วยพลาสติกคลุม และรดน้ำให้ชุ่มพอประมาณ เป็นเวลา 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-40 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะการหลุดล่อนของชุดการทดลองสูตรที่ 9 10 และ 11 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ภาพกำหนดอัตราส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1 แสดงอัตราส่วนการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอยสูตร

อัตราส่วนการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย					
สูตรที่ 1 เปลือกหอย 1 สัปดาห์ แทนทราย					
สูตรมาตรฐาน ปูน:ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม 1:7 (ที่มา วว.) กำหนดสูตร ทราย : ดิน : ปูน 3.5 : 3.5 : 1 การแทนเปลือกหอยในทรายร้อยละ 25					
	เปลือกหอย (กก.)	ทราย (กก.)	ดิน (กก.)	ปูน (กก.)	หมายเหตุ
มาตรฐาน	0.875	2.65	3.5	1	
ผลิตครั้งที่ 1 x 2เท่า	1.75	5.3	7	2	จะได้ 3 ก้อน ใช้น้ำ 1.25 ลิตร (1 ขวด)
ผลิตครั้งที่ 1 x 4เท่า	3.5	10.6	14	4	จะได้ 6 ก้อน
สูตรที่ 2 เปลือกหอย 1 สัปดาห์ แทนทราย					
สูตรมาตรฐาน ปูน:ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม 1:7 (ที่มา วว.) กำหนดสูตร ทราย : ดิน : ปูน 3.5 : 3.5 : 1 การแทนเปลือกหอยในทรายร้อยละ 50					
	เปลือกหอย (กก.)	ทราย (กก.)	ดิน (กก.)	ปูน (กก.)	หมายเหตุ
มาตรฐาน	1.75	1.75	3.5	1	
ผลิตครั้งที่ 1 x 2เท่า	3.5	3.5	7	2	จะได้ 3 ก้อน ใช้น้ำ 1.25 ลิตร(1 ขวด)
ผลิตครั้งที่ 1 x 4เท่า	7	7	14	4	จะได้ 6 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

อัตราส่วนการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย					
สูตรที่ 3 เปลือกหอย 1 สัปดาห์ แทนทราย					
สูตรมาตรฐาน ปูน:ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม 1:7 (ที่มา วว.) กำหนดสูตร ทราย : ดิน : ปูน 3.5 : 3.5 : 1 การแทนเปลือกหอยในทรายร้อยละ 75					
	เปลือกหอย (กก.)	ทราย (กก.)	ดิน (กก.)	ปูน (กก.)	หมายเหตุ
มาตรฐาน	2.65	0.875	3.5	1	
ผลิตครั้งที่ 1 x 2เท่า	5.3	1.75	7	2	จะได้ 3 ก้อน ใช้น้ำ 1.25 ลิตร(1 ขวด)
ผลิตครั้งที่ 1 x 4เท่า	10.6	3.5	14	4	จะได้ 6 ก้อน
สูตรที่ 4 เปลือกหอย 1 สัปดาห์ แทนปูน					
สูตรมาตรฐาน ปูน:ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม 1:7 (ที่มา วว.) กำหนดสูตร ปูน : ดิน : ทราย 1 : 3.5 : 3.5 การแทนเปลือกหอยในปูนร้อยละ 25					
	เปลือกหอย (กก.)	ปูน (กก.)	ดิน (กก.)	ทราย (กก.)	หมายเหตุ
มาตรฐาน	0.25	0.75	3.5	3.5	
ผลิตครั้งที่ 1 x 2เท่า	0.5	1.5	7	7	จะได้ 3 ก้อน ใช้น้ำ 1.25 ลิตร(1 ขวด)
ผลิตครั้งที่ 1 x 4เท่า	1	3	14	14	จะได้ 6 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

อัตราส่วนการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย					
สูตรที่ 5 เปลือกหอย 1 สัปดาห์ แทนปูน					
สูตรมาตรฐาน ปูน:ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม 1:7 (ที่มา วว.) กำหนดสูตร ปูน : ดิน : ทราย 1 : 3.5 : 3.5 การแทนเปลือกหอยในปูนร้อยละ 50					
	เปลือกหอย (กก.)	ปูน (กก.)	ดิน (กก.)	ทราย (กก.)	หมายเหตุ
มาตรฐาน	0.5	0.5	3.5	3.5	
ผลิตครั้งที่ 1 x 2เท่า	1	1	7	7	จะได้ 3 ก้อน ใช้น้ำ 1.25 ลิตร(1 ขวด)
ผลิตครั้งที่ 1 x 4เท่า	2	2	14	14	จะได้ 6 ก้อน
สูตรที่ 6 เปลือกหอย 1 สัปดาห์ แทนปูน					
สูตรมาตรฐาน ปูน:ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม 1:7 (ที่มา วว.) กำหนดสูตร ปูน : ดิน : ทราย 1 : 3.5 : 3.5 การแทนเปลือกหอยในปูนร้อยละ 75					
	เปลือกหอย (กก.)	ปูน (กก.)	ดิน (กก.)	ทราย (กก.)	หมายเหตุ
มาตรฐาน	0.75	0.25	3.5	3.5	
ผลิตครั้งที่ 1 x 2เท่า	1.5	0.5	7	7	จะได้ 3 ก้อน ใช้น้ำ 1.25 ลิตร(1 ขวด)
ผลิตครั้งที่ 1 x 4เท่า	3	1	14	14	จะได้ 6 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

อัตราส่วนการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย					
สูตรที่ 7 เปลือกหอย 1 เดือน แทนทราย					
สูตรมาตรฐาน ปูน:ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม 1:7 (ที่มา วว.) กำหนดสูตร ทราย : ดิน : ปูน 3.5 : 3.5 : 1 การแทนเปลือกหอยในทรายร้อยละ 25					
	เปลือกหอย (กก.)	ทราย (กก.)	ดิน (กก.)	ปูน (กก.)	หมายเหตุ
มาตรฐาน	0.875	2.65	3.5	1	
ผลิตครั้งที่ 1 x 2 เท่า	1.75	5.3	7	2	จะได้ 3 ก้อน ใช้น้ำ 1.25 ลิตร(1 ขวด)
ผลิตครั้งที่ 1 x 4 เท่า	3.5	10.6	14	4	จะได้ 6 ก้อน
สูตรที่ 8 เปลือกหอย 1 เดือน แทนทราย					
สูตรมาตรฐาน ปูน:ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม 1:7 (ที่มา วว.) กำหนดสูตร ทราย : ดิน : ปูน 3.5 : 3.5 : 1 การแทนเปลือกหอยในทรายร้อยละ 50					
	เปลือกหอย (กก.)	ทราย (กก.)	ดิน (กก.)	ปูน (กก.)	หมายเหตุ
มาตรฐาน	1.75	1.75	3.5	1	
ผลิตครั้งที่ 1 x 2เท่า	3.5	3.5	7	2	จะได้ 3 ก้อน ใช้น้ำ 1.25 ลิตร(1 ขวด)
ผลิตครั้งที่ 1 x 4เท่า	7	7	14	4	จะได้ 6 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

อัตราส่วนการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย					
สูตรที่ 9 เปลือกหอย 1 เดือน แทนทราย					
สูตรมาตรฐาน ปูน:ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม 1:7 (ที่มา วว.) กำหนดสูตร ทราย : ดิน : ปูน 3.5 : 3.5 : 1 การแทนเปลือกหอยในทรายร้อยละ 75					
	เปลือกหอย (กก.)	ทราย (กก.)	ดิน (กก.)	ปูน (กก.)	หมายเหตุ
มาตรฐาน	2.65	0.875	3.5	1	
ผลิตครั้งที่ 1 x 2เท่า	5.3	1.75	7	2	จะได้ 3 ก้อน ใช้น้ำ 1.25 ลิตร(1 ขวด)
ผลิตครั้งที่ 1 x 4เท่า	10.6	3.5	14	4	จะได้ 6 ก้อน
สูตรที่ 10 เปลือกหอย 1 เดือน แทนปูน					
สูตรมาตรฐาน ปูน:ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม 1:7 (ที่มา วว.) กำหนดสูตร ปูน : ดิน : ทราย 1 : 3.5 : 3.5 การแทนเปลือกหอยในปูนร้อยละ 25					
	เปลือกหอย (กก.)	ปูน (กก.)	ดิน (กก.)	ทราย (กก.)	หมายเหตุ
มาตรฐาน	0.25	0.75	3.5	3.5	
ผลิตครั้งที่ 1 x 2เท่า	0.5	1.5	7	7	จะได้ 3 ก้อน ใช้น้ำ 1.25 ลิตร(1 ขวด)
ผลิตครั้งที่ 1 x 4เท่า	1	3	14	14	จะได้ 6 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

อัตราส่วนการผลิตบล็อกประสานเปลือกหอย					
สูตรที่ 11 เปลือกหอย 1 เดือน แทนปูน					
สูตรมาตรฐาน ปูน:ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม 1:7 (ที่มา วว.) กำหนดสูตร ปูน : ดิน : ทราย 1 : 3.5 : 3.5 การแทนเปลือกหอยในปูนร้อยละ 50					
	เปลือกหอย (กก.)	ปูน (กก.)	ดิน (กก.)	ทราย (กก.)	หมายเหตุ
มาตรฐาน	0.5	0.5	3.5	3.5	
ผลิตครั้งที่ 1 x 2 เท่า	1	1	7	7	จะได้ 3 ก้อน ใช้น้ำ 1.25 ลิตร(1 ขวด)
ผลิตครั้งที่ 1 x 4 ท่า	2	2	14	14	**จะได้ 6 ก้อน**
สูตรที่ 12 เปลือกหอย 1 เดือน แทนปูน					
สูตรมาตรฐาน ปูน:ดิน หรือ วัสดุอื่นที่เหมาะสม 1:7 (ที่มา วว.) กำหนดสูตร ปูน : ดิน : ทราย 1 : 3.5 : 3.5 การแทนเปลือกหอยในปูนร้อยละ 75					
	เปลือกหอย (กก.)	ปูน (กก.)	ดิน (กก.)	ทราย (กก.)	หมายเหตุ
มาตรฐาน	0.75	0.25	3.5	3.5	
ผลิตครั้งที่ 1 x 2เท่า	1.5	0.5	7	7	จะได้ 3 ก้อน ใช้น้ำ 1.25 ลิตร(1 ขวด)
ผลิตครั้งที่ 1 x 4เท่า	3	1	14	14	**จะได้ 6 ก้อน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-2 ตารางสรุปอัตราส่วนในการผลิตบล็อกประสาน

ตารางสรุปอัตราส่วนในการผลิตบล็อกประสาน (จำนวนในการผลิต 6 ก้อน / ครั้ง)					
สูตร	เปลือกหอย (กก.)	ทราย (กก.)	ดิน (กก.)	ปูน (กก.)	หมายเหตุ
1	3.5	10.6	14	4	1 w แทนทราย
2	7	7	14	4	1 w แทนทราย
3	10.6	3.5	14	4	1 w แทนทราย
4	1	14	14	3	1 w แทนปูน
5	2	14	14	2	1 w แทนปูน
6	3	14	14	1	1 w แทนปูน
7	3.5	10.6	14	4	1 m แทนทราย
8	7	7	14	4	1 m แทนทราย
9	10.6	3.5	14	4	1 m แทนทราย
10	1	14	14	3	1 m แทนปูน
11	2	14	14	2	1 m แทนปูน
12	3	14	14	1	1 m แทนปูน

ตารางที่ ข-3 ตารางสรุปอัตราส่วนวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสาน

ตารางสรุปอัตราส่วนวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสาน					
วัตถุดิบ(กก.)	1 สัปดาห์	1 เดือน	รวม	ราคา	หมายเหตุ
เปลือกหอย	27.1	27.1	54.2 ~ 70	-	
ทราย	63.1	63.1	126 ~140		1 คิว / 200 บาท
ดินลูกรัง	84	84	168 ~ 200		1 คิว / 200 บาท
ปูน	18	18	36 ~ 50	135	ปูนปอร์ตแลนด์ 1 ถุง 50 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางบันทึกผลการทดสอบวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND TEL.0-2329-8333

CONGRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST (DATA)

PROJECT : The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block REG NO. 1

SAMPLE FROM : Date of Request :

CONSTRACTOR : Date of Submission :

Spec no.	Code	Cube/ cylinder W x L x D (cm x cm)	Height Of Specimen (cm)	Weight Of Specimen (cm)	Date of Casting (d/m/y)	Date of Tasting (d/m/y)	Ages (day)	Ultimate Load (kg)	Comp. Strength (ksc)	Remark
1	1A	12.59x25.06	10.09	5.808	02 /10/12	10/11/12	40	19546.9	66.14	
2	1B	12.57x25.07	10.15	5.827	02 /10/12	10/11/12	40	18282.8	61.95	
3	1C	12.68x25.09	10.10	5.838	02 /10/12	10/11/12	40	21237.4	71.23	

*Data obtained from the request agency

Type of sample : ☐ cube ☐ cylinder TESTED BY :_____

METHOD OF CODE : MANUAL

Note 1) CERTIFICATION APPLIES TO TEST SAMPLE ONLY :

2) NO ERASURE OR ALTERATIONS CERTIFIED BY :_____

3) THERE ARE 3 TESTED SAMPLES FOR THIS DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND TEL.0-2329-8333

CONGRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST (DATA)

PROJECT : The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block REG NO. 2

SAMPLE FROM : Date of Request :

CONSTRACTOR : Date of Submission :

Spec no.	Code	Cube/ cylinder W x L x D (cm x cm)	Height Of Specimen (cm)	Weight Of Specimen (cm)	Date of Casting (d/m/y)	Date of Tasting (d/m/y)	Ages (day)	Ultimate Load (kg)	Comp. Strength (ksc)	Remark
1	2A	12.65x25.05	10.21	5.6.46	02 /10/12	10/11/12	40	11490.3	38.70	
2	2B	12.56x25.070	10.21	5.633	02 /10/12	10/11/12	40	11534.7	38.70	
3	2C	12.62x25.01	10.17	5.638	02 /10/12	10/11/12	40	12086.7	39.27	

*Data obtained from the request agency

Type of sample : ☐ cube ☐ cylinder TESTED BY :_____

METHOD OF CODE : MANUAL

Note 1) CERTIFICATION APPLIES TO TEST SAMPLE ONLY :

2) NO ERASURE OR ALTERATIONS CERTIFIED BY :_____

3) THERE ARE 3 TESTED SAMPLES FOR THIS DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND TEL.0-2329-8333

CONGRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST (DATA)

PROJECT : The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block REG NO. 3

SAMPLE FROM : Date of Request :

CONSTRACTOR : Date of Submission :

Spec no.	Code	Cube/ cylinder W x L x D (cm x cm)	Height Of Specimen (cm)	Weight Of Specimen (cm)	Date of Casting (d/m/y)	Date of Tasting (d/m/y)	Ages (day)	Ultimate Load (kg)	Comp. Strength (ksc)	Remark
1	3A	12.60x25.03	10.09	5.504	02 /10/12	10/11/12	40	11929.4	40.38	
2	3B	12.63x25.06	10.01	5.472	02 /10/12	10/11/12	40	9702.9	32.72	
3	3C	12.59x25.06	10.20	5.742	02 /10/12	10/11/12	40	12093.1	40.92	

*Data obtained from the request agency

Type of sample : ☐ cube ☐ cylinder TESTED BY :_____

METHOD OF CODE : MANUAL

Note 1) CERTIFICATION APPLIES TO TEST SAMPLE ONLY :

2) NO ERASURE OR ALTERATIONS CERTIFIED BY :_____

3) THERE ARE 3 TESTED SAMPLES FOR THIS DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND TEL.0-2329-8333

CONGRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST (DATA)

PROJECT : The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block REG NO. 4

SAMPLE FROM : Date of Request :

CONSTRACTOR : Date of Submission :

Spec no.	Code	Cube/ cylinder W x L x D (cm x cm)	Height Of Specimen (cm)	Weight Of Specimen (cm)	Date of Casting (d/m/y)	Date of Tasting (d/m/y)	Ages (day)	Ultimate Load (kg)	Comp. Strength (ksc)	Remark
1	4A	12.56x25.04	10.06	5.563	02 /10/12	10/11/12	40	15108.8	51.30	
2	4B	12.58x25.01	10.03	5.466	02 /10/12	10/11/12	40	18918.0	64.21	
3	4C	12.58x25.00	10.01	5.657	02 /10/12	10/11/12	40	16906.1	57.40	

*Data obtained from the request agency

Type of sample : ☐ cube ☐ cylinder TESTED BY :_____

METHOD OF CODE : MANUAL

Note 1) CERTIFICATION APPLIES TO TEST SAMPLE ONLY :

2) NO ERASURE OR ALTERATIONS CERTIFIED BY :_____

3) THERE ARE 3 TESTED SAMPLES FOR THIS DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND TEL.0-2329-8333

CONGRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST (DATA)

PROJECT : The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block REG NO. 5

SAMPLE FROM : Date of Request :

CONSTRACTOR : Date of Submission :

Spec no.	Code	Cube/ cylinder W x L x D (cm x cm)	Height Of Specimen (cm)	Weight Of Specimen (cm)	Date of Casting (d/m/y)	Date of Tasting (d/m/y)	Ages (day)	Ultimate Load (kg)	Comp. Strength (ksc)	Remark
1	5A	12.63x25.03	10.06	5.028	02 /10/12	10/11/12	40	5928.4	20.02	
2	5B	12.57x25.06	10.00	5.096	02 /10/12	10/11/12	40	7310.5	24.78	
3	5C	12.57x25.06	10.04	5.130	02 /10/12	10/11/12	40	6352.8	21.53	

*Data obtained from the request agency

Type of sample : ☐ cube ☐ cylinder TESTED BY :_____

METHOD OF CODE : MANUAL

Note 1) CERTIFICATION APPLIES TO TEST SAMPLE ONLY :

2) NO ERASURE OR ALTERATIONS CERTIFIED BY :_____

3) THERE ARE 3 TESTED SAMPLES FOR THIS DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND TEL.0-2329-8333

CONGRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST (DATA)

PROJECT : The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block REG NO. 6

SAMPLE FROM : Date of Request :

CONSTRACTOR : Date of Submission :

Spec no.	Code	Cube/ cylinder W x L x D (cmxcm)	Height Of Specimen (cm)	Weight Of Specimen (cm)	Date of Casting (d/m/y)	Date of Tasting (d/m/y)	Ages (day)	Ultimate Load (kg)	Comp. Strength (ksc)	Remark
1	6A	12.60x25.07	10.00	5.238	02 /10/12	10/11/12	40	4714.1	15.93	
2	6B	12.62x25.08	10.00	5.111	02 /10/12	10/11/12	40	3850.6	12.98	
3	6C	12.55x25.025	9.98	5.211	02 /10/12	10/11/12	40	4309.2	14.65	

*Data obtained from the request agency

Type of sample : ☐ cube ☐ cylinder TESTED BY :_____

METHOD OF CODE : MANUAL

Note 1) CERTIFICATION APPLIES TO TEST SAMPLE ONLY :

2) NO ERASURE OR ALTERATIONS CERTIFIED BY :_____

3) THERE ARE 3 TESTED SAMPLES FOR THIS DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND TEL.0-2329-8333

CONGRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST (DATA)

PROJECT : The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block REG NO. 7

SAMPLE FROM : Date of Request :

CONSTRACTOR : Date of Submission :

Spec no.	Code	Cube/ cylinder W x L x D (cm x cm)	Height Of Specimen (cm)	Weight Of Specimen (cm)	Date of Casting (d/m/y)	Date of Tasting (d/m/y)	Ages (day)	Ultimate Load (kg)	Comp. Strength (ksc)	Remark
1	7A	12.57x25.075	10.09	5.274	02 /10/12	10/11/12	40	12362.2	41.87	
2	7B	12.56x25.07	10.15	5.113	02 /10/12	10/11/12	40	11496.2	38.98	
3	7C	12.57x25.07	10.10	5.211	02 /10/12	10/11/12	40	11845.0	40.13	

*Data obtained from the request agency

Type of sample : ☐ cube ☐ cylinder TESTED BY :_____

METHOD OF CODE : MANUAL

Note 1) CERTIFICATION APPLIES TO TEST SAMPLE ONLY :

2) NO ERASURE OR ALTERATIONS CERTIFIED BY :_____

3) THERE ARE 3 TESTED SAMPLES FOR THIS DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND TEL.0-2329-8333

CONGRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST (DATA)

PROJECT : The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block REG NO. 8

SAMPLE FROM : Date of Request :

CONSTRACTOR : Date of Submission :

Spec no.	Code	Cube/ cylinder W x L x D (cm x cm)	Height Of Specimen (cm)	Weight Of Specimen (cm)	Date of Casting (d/m/y)	Date of Tasting (d/m/y)	Ages (day)	Ultimate Load (kg)	Comp. Strength (ksc)	Remark
1	8A	12.50x25.20	10.08	5.298	02 /10/12	10/11/12	40	8661.6	29.36	
2	8B	12.53x25.20	10.07	5.282	02 /10/12	10/11/12	40	8160.8	27.36	
3	8C	12.60x25.06	10.02	5.249	02 /10/12	10/11/12	40	7488.0	25.31	

*Data obtained from the request agency

Type of sample : ☐ cube ☐ cylinder TESTED BY :_____

METHOD OF CODE : MANUAL

Note 1) CERTIFICATION APPLIES TO TEST SAMPLE ONLY :

2) NO ERASURE OR ALTERATIONS CERTIFIED BY :_____

3) THERE ARE 3 TESTED SAMPLES FOR THIS DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND TEL.0-2329-8333

CONGRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST (DATA)

PROJECT : The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block **REG NO.** 9

SAMPLE FROM : **Date of Request :**

CONSTRACTOR : **Date of Submission :**

Spec no.	Code	Cube/ cylinder W x L x D (cmxcm)	Height Of Specimen (cm)	Weight Of Specimen (cm)	Date of Casting (d/m/y)	Date of Tasting (d/m/y)	Ages (day)	Ultimate Load (kg)	Comp. Strength (ksc)	Remark
1	9A	12.63x25.135	10.02	5.142	02 /10/12	10/11/12	40	7429.7	24.97	
2	9B	12.59x25.13	10.03	5.206	02 /10/12	10/11/12	40	6059.6	20.44	
3	9C	12.60x25.17	10.04	5.273	02 /10/12	10/11/12	40	6219.4	20.93	

*Data obtained from the request agency

Type of sample : ☐ cube ☐ cylinder TESTED BY :_____

METHOD OF CODE : MANUAL

Note 1) CERTIFICATION APPLIES TO TEST SAMPLE ONLY :

2) NO ERASURE OR ALTERATIONS CERTIFIED BY :_____

3) THERE ARE 3 TESTED SAMPLES FOR THIS DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND TEL.0-2329-8333

CONGRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST (DATA)

PROJECT : The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block

REG NO. 10

SAMPLE FROM : **Date of Request :**

CONSTRACTOR : **Date of Submission :**

Spec no.	Code	Cube/ cylinder W x L x D (cmxcm)	Height Of Specimen (cm)	Weight Of Specimen (cm)	Date of Casting (d/m/y)	Date of Tasting (d/m/y)	Ages (day)	Ultimate Load (kg)	Comp. Strength (ksc)	Remark
1	10A	12.55x25.05	9.90	5.169	02 /10/12	10/11/12	40	15087.2	51.25	
2	10B	12.55x25.05	9.96	5.270	02 /10/12	10/11/12	40	14875.1	50.53	
3	10C	12.57x25.10	9.93	5.294	02 /10/12	10/11/12	40	12273.7	41.53	

*Data obtained from the request agency

Type of sample : ☐ cube ☐ cylinder TESTED BY :_____

METHOD OF CODE : MANUAL

Note 1) CERTIFICATION APPLIES TO TEST SAMPLE ONLY :

2) NO ERASURE OR ALTERATIONS CERTIFIED BY :_____

3) THERE ARE 3 TESTED SAMPLES FOR THIS DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND TEL.0-2329-8333

CONGRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST (DATA)

PROJECT : The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block

REG NO. 11

SAMPLE FROM : **Date of Request :**

CONSTRACTOR : **Date of Submission :**

Spec no.	Code	Cube/ cylinder W x L x D (cmxcm)	Height Of Specimen (cm)	Weight Of Specimen (cm)	Date of Casting (d/m/y)	Date of Tasting (d/m/y)	Ages (day)	Ultimate Load (kg)	Comp. Strength (ksc)	Remark
1	11A	12.57x25.07	9.95	5.106	02 /10/12	10/11/12	40	7253.9	24.57	
2	11B	12.59x25.07	9.96	5.105	02 /10/12	10/11/12	40	6402.3	21.65	
3	11C	12.59x25.07	10.07	5.108	02 /10/12	10/11/12	04	8510.4	28.78	

*Data obtained from the request agency

Type of sample : ☐ cube ☐ cylinder TESTED BY :_____

METHOD OF CODE : MANUAL

Note 1) CERTIFICATION APPLIES TO TEST SAMPLE ONLY :

2) NO ERASURE OR ALTERATIONS CERTIFIED BY :_____

3) THERE ARE 3 TESTED SAMPLES FOR THIS DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND TEL.0-2329-8333

CONGRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST (DATA)

PROJECT : The Compressive Strength Test of Ground Mussel Shell Interlocking Block

REG NO. 12

SAMPLE FROM : **Date of Request :**

CONSTRACTOR : **Date of Submission :**

Spec no.	Code	Cube/ cylinder W x L x D (cmxcm)	Height Of Specimen (cm)	Weight Of Specimen (cm)	Date of Casting (d/m/y)	Date of Tasting (d/m/y)	Ages (day)	Ultimate Load (kg)	Comp. Strength (ksc)	Remark
1	12A	12.61x25.08	10.10	5.065	02 /10/12	10/11/12	40	3529.9	11.91	
2	12B	12.59x25.09	10.10	5.052	02 /10/12	10/11/12	40	4071.0	13.57	
3	12C	12.56x25.07	10.15	5.111	02 /10/12	10/11/12	40	4374.2	14.86	

*Data obtained from the request agency

Type of sample : ☐ cube ☐ cylinder TESTED BY :_____

METHOD OF CODE : MANUAL

Note 1) CERTIFICATION APPLIES TO TEST SAMPLE ONLY :

2) NO ERASURE OR ALTERATIONS CERTIFIED BY :_____

3) THERE ARE 3 TESTED SAMPLES FOR THIS DATA SHEET.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวรุจิวรรณ อันสงคราม
วัน เดือน ปีเกิด	16 มกราคม 2529 จังหวัดกาฬสินธุ์
ที่อยู่	190 หมู่4 ตำบลสมเด็จ อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ 46150
	โทร. 085-8316449

ประวัติการศึกษา

2551	สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (สถาปัตยกรรม)
	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2546	โรงเรียนสมเด็จพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์
ทะเบียนวิชาชีพ	ภาคีสถาปนิกใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบการวิชาชีพสถาปัตยกรรมควบคุม
	สาขาสถาปัตยกรรมหลัก เลขที่ ภ-สถ 13839

ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย

2552 - ปัจจุบัน	สถาปนิกประจำบริษัทเอกชน และสถาปนิกอิสระ
	ประสบกาณ์ทำงาน 4 ปี ในด้านงานออกแบบสถาปัตยกรรม
	และออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน อาคารพักอาศัย อาคารสาธารณะ
	คลีนิคทันตกรรม โรงพยาบาลและงานปรับปรุงอาคารต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้