

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การทำนายคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาระบบ CLC
จากค่าความหนาแน่นของคอนกรีต

PREDICTION ON THE PROPERTIES OF CELLULAR LIGHTWEIGHT
CONCRETE FROM CONCRETE DENSITY



พ.ศ.
๒๕๕๔
๒๕๕๔

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....**117902**
วัน,เดือน,ปี.....**22 ค.ศ. 2554**

12348995
b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2554

KMITL-2011-EN-M-093-112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**PREDICTION ON THE PROPERTIES OF CELLULAR LIGHTWEIGHT
CONCRETE FROM CONCRETE DENSITY**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2011

KMITL-2011-EN-M-093-112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2011

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การทำนายคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาระบบ CLC จากค่าความหนาแน่นของคอนกรีต
นักศึกษา	นายสุเมธ สันทัตวัฒนา
รหัสนักศึกษา	50010867
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
พ.ศ.	2554
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.คมสัน มาลีสี

บทคัดย่อ

คอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC เป็นการผลิตโดยใช้น้ำยาเคมีทำให้เกิดฟองอากาศก่อนจึงนำไปผสมกับซีเมนต์และน้ำ ทำให้ความหนาแน่นของคอนกรีตลดลง การวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 600 ถึง 1800 กก./ลบ.ม. ทดลองโดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.4 , 0.5 , 0.6 และ 0.65 อัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์เท่ากับ 1:1 โดยจะศึกษาถึงคุณสมบัติในด้านกำลังรับแรงอัด อัตราการดูดซึมน้ำ อัตราการหดตัว และค่าการนำความร้อน ซึ่งได้ค่ากำลังอัดอยู่ในช่วง 5 ถึง 300 กก./ตร.ซม. อัตราการดูดซึมน้ำอยู่ในช่วง 14% ถึง 33% อัตราการหดตัวอยู่ในช่วง 550 μ - 1100 μ และค่าการนำความร้อนอยู่ในช่วง 0.23 ถึง 0.61 วัตต์/เมตร-องศาเซลเซียส

Thesis Title	Prediction on the Properties of Cellular Lightweight Concrete from Concrete Density
Student	Mr.Sumate Santadwattana
Student ID.	50061503
Degree	Master of Engineering
Program	Civil Engineering
Year	2011
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Komsan Maleesee

ABSTRACT

Lightweight concrete in the system CLC (Cellular Lightweight Concrete) made by foaming agent create many bubble of air from foaming generator. When air bubble already added in the compound of sand cement (water, cement and sand),so density of concrete was reduced. This research is study all properties of lightweight concrete that range of density between 600 to 1800 kg/m³ and used water/cement ratio (w/c) at 0.4, 0.5, 0.6 and 0.65 of mortar and sand/cement ratio 1:1. Properties that interested are compressive strength, absorption, autogenously shrinkage and thermal conductivity. The testing result is that the compressive strength ranges between 5 to 300 ksc, the water absorption ranges between 14% to 33% by weight, the autogeneous shrinkage ranges between 550 μ to 1100 μ , the thermal conductivity ranges between 0.23 – 0.61 W/(m.^oK).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความเมตตากรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. กมลสัน มาลีสี ผู้จุดประกายความคิด ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาและข้อคิดที่ดีแก่ข้าพเจ้าใน หลายๆด้าน

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และบริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน) ผู้ร่วมให้ทุนการวิจัยภายใต้โครงการทุนวิจัย สกว. -บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน) ประจำปี 2550 และสำนักงานประสานงานชุดโครงการทุนวิจัยมหัศจรรย์

ขอขอบคุณบริษัท ดับบลิว อาร์ เกรซ (ไทยแลนด์) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์น้ำยาเคมีที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณอาจารย์แหลมทอง อาจารย์อุมา ที่คอยให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา และคณาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณพี่สาธิต นายศิระ นางสาวบุรฉัตร นางสาวปิยนันท์ นายชินนทร์ที่ช่วยในเรื่อง ข้อมูลต่างๆ

ขอขอบคุณสำหรับความห่วงใย กำลังใจ คำปลอบโยน คำปรึกษาและคอยให้ความช่วยเหลือจากเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทั้งในและนอกสถาบันเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุเมธ สันทัดวัฒนา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย.....	2
1.4 วิธีการศึกษาวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาวิจัย.....	2
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....	3
2.1 กล่าวนำ.....	3
2.2 การศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา.....	4
2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการวิจัย.....	9
2.3.1 คอนกรีตมวลเบา.....	9
2.3.1.1 คอนกรีตที่ใช้มวลรวมเบา.....	9
2.3.1.2 โฟมคอนกรีต.....	10
2.3.1.3 คอนกรีตที่ไม่มีส่วนละเอียด.....	10
2.3.2 การหัดตัวขอคอนกรีต.....	12
2.3.2.1 การหัดตัวแบบบอโตจีเนียส.....	12
2.3.2.2 การหัดตัวแบบแห้ง.....	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

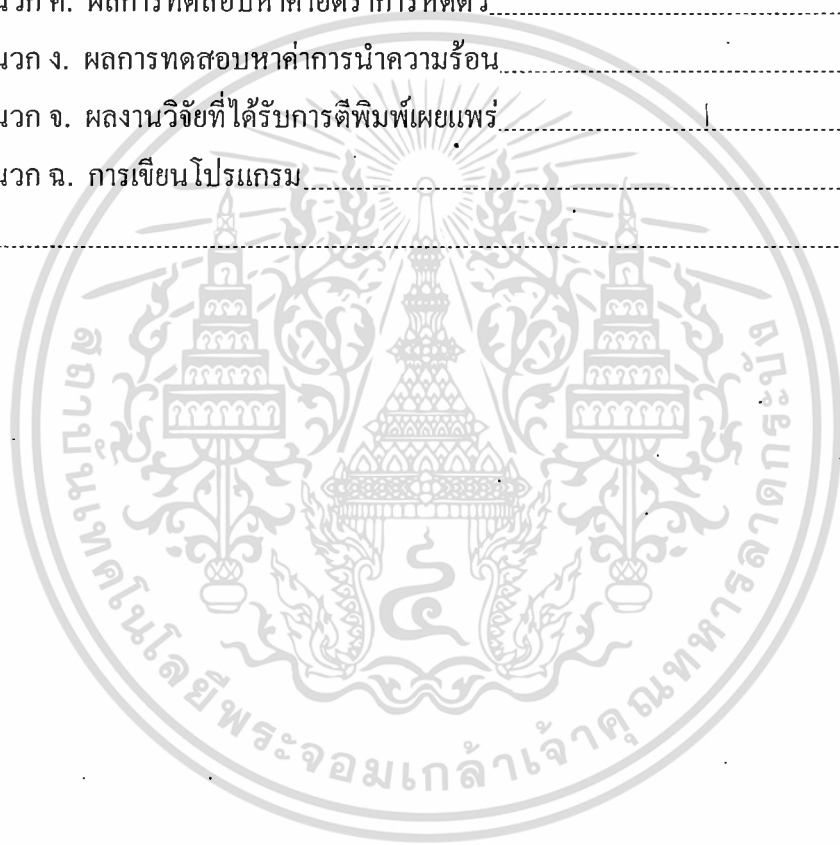
	หน้า
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	14
3.1 วิธีการผลิตคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC.....	14
3.2 การเตรียมชิ้นงานตัวอย่างสำหรับการทดสอบ.....	20
บทที่ 4 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล.....	25
4.1 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบา.....	25
4.2 ผลการทดสอบหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำ.....	31
4.3 ผลการทดสอบหาค่าอัตราการหดตัว.....	32
4.4 ผลการทดสอบหาค่าการนำความร้อน.....	34
บทที่ 5 โปรแกรมแสดงค่าคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบา.....	37
5.1 บทนำ.....	37
5.2 ข้อกำหนดของโปรแกรม.....	37
5.3 หลักการทำงานของโปรแกรม.....	37
5.4 สมการความสัมพันธ์.....	40
5.5 รายละเอียดของการใช้งานโปรแกรม.....	43
5.6 การทดสอบประสิทธิภาพการแสดงผลของโปรแกรม.....	45
5.7 สรุปการทดสอบประสิทธิภาพการแสดงผลของโปรแกรม.....	47
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	48
6.1 สรุปผลการทดสอบคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาแบบ CLC.....	48
6.2 สรุปผลโปรแกรมหาค่าคุณสมบัติ.....	48
6.3 ข้อเสนอแนะ.....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม.....	50
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบา.....	52
ภาคผนวก ข. ผลการทดสอบหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำ.....	81
ภาคผนวก ค. ผลการทดสอบหาค่าอัตราการหดตัว.....	84
ภาคผนวก ง. ผลการทดสอบหาค่าการนำความร้อน.....	113
ภาคผนวก จ. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....	122
ภาคผนวก ฉ. การเขียนโปรแกรม.....	130
ประวัติผู้เขียน.....	136



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การจำแนกคอนกรีตเบาตามการนำไปใช้ ACI 211.2-18.....	10
3.1 อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการทดสอบ.....	21
5.1 แสดงสมการค่ากำลังรับแรงอัด.....	40
5.2 แสดงสมการค่าอัตราการดูดซึมน้ำ.....	41
5.3 แสดงสมการค่าอัตราการหดตัวแบบ Autogeneous Shrinkage.....	42
5.4 แสดงสมการค่าการนำความร้อน.....	41
5.5 แสดงค่าคุณสมบัติที่หาโดยโปรแกรมกับค่าจากผลการทดสอบ.....	45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงรูปปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1.....	14
3.2 แสดงรูปทรายละเอียด.....	15
3.3 แสดงรูปน้ำยาโพม.....	15
3.4 แสดงรูปเครื่องโม้.....	15
3.5 แสดงรูปปั้มน้ำ.....	16
3.6 แสดงรูปปั้ลม.....	16
3.7 แสดงรูปกระบอกฉีดโพม.....	16
3.8 แสดงรูปหลอดแก้วตวงปริมาตร.....	17
3.9 แสดงการผสมปูนทราย ตามอัตราส่วนที่กำหนด.....	17
3.10 แสดงรูปฟองอากาศที่ใช้ในการผสม.....	18
3.11 แสดงรูปการจุ่มสายจากเครื่องผลิตฟองโพมลงในถึงน้ำยา.....	18
3.12 แสดงรูปการต่อท่อฉีดโพมเข้ากับเครื่องผลิตฟองโพม.....	19
3.13 แสดงรูปการฉีดฟองโพมลงไป ใน โม้ผสม.....	19
3.14 แสดงรูปการเทคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเสร็จลงในแบบหล่อ.....	20
3.15 แสดงรูปเครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด.....	21
3.16 แสดงรูปเครื่องมือวัด Autogeneous Shrinkage.....	22
3.17 แสดงรูปเครื่องทดสอบ Thermal Conductivity.....	23
3.18 แสดงรูปเครื่องวัดค่าการนำความร้อนที่ผิวบน.....	23
3.19 แสดงการทดสอบค่าการนำความร้อน.....	24
3.20 แสดงรูปสวิทช์เปิด-ปิด และหน้าจอแสดงอุณหภูมิของเครื่อง.....	24
4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของชิ้นตัวอย่างที่ ความหนาแน่นต่างๆ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.65.....	25
4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของชิ้นตัวอย่างที่ ความหนาแน่นต่างๆ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.60.....	25
4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของชิ้นตัวอย่างที่ ความหนาแน่นต่างๆ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.50.....	26
4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของชิ้นตัวอย่างที่ ความหนาแน่นต่างๆ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.40.....	26

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 1800 กก./ลบ.ม.	27
4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 1600 กก./ลบ.ม.	27
4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 1400 กก./ลบ.ม.	28
4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 1200 กก./ลบ.ม.	28
4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 1000 กก./ลบ.ม.	29
4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 800 กก./ลบ.ม.	29
4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 600 กก./ลบ.ม.	30
4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการดูดซึมน้ำกับค่าความหนาแน่นต่างๆ	31
4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการหดตัวที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.65	32
4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการหดตัวที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.60	32
4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการหดตัวที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.50	33
4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการหดตัวที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.40	33
4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำความร้อนกับความหนาแน่นของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.65	34
4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำความร้อนกับความหนาแน่นของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.60	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำความร้อนกับความหนาแน่นของ ชั้นตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.50	35
4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำความร้อนกับความหนาแน่นของ ชั้นตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.40	35
4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำความร้อนกับความหนาแน่น ของชั้นตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆ	36
5.1 Flow Chart แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	39
5.2 ตัวอย่างสมการค่ากำลังรับแรงอัด	40
5.3 ตัวอย่างสมการค่าอัตราการดูดซึมน้ำ	41
5.4 ตัวอย่างสมการค่าอัตราการหดตัวแบบ Autogeneous Shrinkage	41
5.5 ตัวอย่างสมการค่าการนำความร้อน	42
5.6 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม	43
5.7 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม	43
5.8 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม	44
5.9 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม	44
5.10 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม	45
5.11 แสดงตัวอย่างการหาค่าคุณสมบัติโดยกำหนดให้ Density 600 w/c 0.40	46
5.12 แสดงตัวอย่างการหาค่าคุณสมบัติโดยกำหนดให้ Density 800 w/c 0.65	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันงานด้านวิศวกรรมโยธามีการแข่งขันกันสูง ทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้ในการทำงาน ลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ในส่วนของ โครงสร้างที่ไม่ใช้ในการรับน้ำหนักมากักคั่งเช่นผนัง แต่มีความสำคัญต่อองค์อาคารมากคือช่วยใน การแบ่งสัดส่วนพื้นที่ใช้งาน ป้องกันสิ่งต่างๆจากภายนอกไม่ให้เข้ามาในองค์อาคาร เช่น ลม, น้ำ, ฝน, แสงแดด, ความร้อนและวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีของวัสดุที่ใช้ทำ ผนังขึ้น โดยปัจจุบันได้มีการนำวัสดุคอนกรีตมวลเบามาใช้ในการก่อสร้างอย่างแพร่หลาย โดย คุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาจะช่วยให้มีความสะดวกรวดเร็วและง่ายในการทำงาน น้ำหนักที่เบา ช่วยลดขนาดของ โครงสร้างหลักกลาง และเป็นฉนวนกันความร้อนได้เป็นอย่างดี

คอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC (Cellular Lightweight Concrete) เป็นการผลิตคอนกรีตโดย ทำให้คอนกรีตมีฟองอากาศเล็กๆ (Air Bubble) จำนวนมากผสมอยู่ในเนื้อคอนกรีต ด้วยคุณสมบัติ ของฟองอากาศจำนวนมากที่อยู่ในเนื้อคอนกรีตทำให้คอนกรีตมีน้ำหนักเบาจึงสามารถลดขนาดของ โครงสร้างหลักเช่นคาน เสา และฐานรากลงได้ และยังเป็นฉนวนกันความร้อนได้เนื่องจาก โครงสร้าง แบบรวงผึ้งที่มีโพรงจากฟองอากาศไม่เชื่อมต่อกันทำหน้าที่หน่วงความร้อนไม่ให้ผ่านได้ ความเป็น ฉนวนนี้จึงมีประ โยชน์ในด้านการประหยัดพลังงาน คือสามารถลดความร้อน และลดขนาดของเครื่อง ระบายความร้อนได้น้อย

โดยคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบา นั้นจะมีค่าแปรผันแตกต่างกันไป เพื่อให้ผู้ใช้งาน ได้มีการเลือกใช้อย่างเหมาะสมสำหรับการทำงาน จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติต่างๆของ คอนกรีตมวลเบา และจัดทำโปรแกรมแสดงผลเพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน

1.2. วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

- 1.2.1. เพื่อวิจัยทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC (Cellular Lightweight Concrete)
- 1.2.2. เพื่อวิจัยทดสอบส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC ที่มีประสิทธิภาพและ เหมาะสมสำหรับการทำงาน
- 1.2.3. เพื่อวิจัยทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC กับสัดส่วนของวัสดุที่นำมาผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.4. จัดทำโปรแกรมแสดงผลการทดสอบเพื่อหาค่าคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC โดยใช้ค่าความหนาแน่น

1.3. ขอบเขตการศึกษาวิจัย

1.3.1. ทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC ดังนี้

- กำลังรับแรงอัด (Compressive Strength)
- อัตราการดูดซึมน้ำ (Water Absorption)
- อัตราการหดตัว (Autogeneous Shrinkage)
- ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity)

1.3.2. ตัวแปรของคอนกรีตมวลเบาที่ทดสอบคือ

- ความหนาแน่นที่ทดสอบคือ 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 และ 1800 กก./ลบ.ม.
- อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.4 ,0.5 ,0.6 และ 0.65
- อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทรายเท่ากับ 1

1.3.3. จัดทำข้อมูลในรูปแบบที่สามารถแสดงผลออกมาเป็นค่าคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC

1.4. วิธีการศึกษาวิจัย

1.4.1. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC รวมทั้งศึกษาระบบฐานข้อมูล

1.4.2. ออกแบบสัดส่วนผสมต่างๆที่เหมาะสม

1.4.3. ทดสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลจากห้องทดลอง

1.4.4. วิเคราะห์ผลและหาความสัมพันธ์

1.4.5. จัดทำข้อมูลในรูปแบบโปรแกรมที่สามารถแสดงผลออกมาเป็นค่าคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC มีตัวแปรคือหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC ตั้งแต่ 600 - 1800 กก./ลบ.ม.

1.5. ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาวิจัย

1.5.1. ได้ทราบคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC

1.5.2. ได้พัฒนาการเกี่ยวกับส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC ที่เหมาะสมสำหรับการทำงานในด้านการลดน้ำหนักของโครงสร้าง และด้านการประหยัดพลังงาน

1.5.3. โปรแกรมแสดงผลสามารถนำไปช่วยในการตัดสินใจเลือกใช้คอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC ในงานก่อสร้างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1. กล่าวนำ

คอนกรีตมวลเบาเป็นชิ้นส่วนก่อสร้างที่ส่วนใหญ่นำไปประกอบเป็นผนังอาคารเพราะมีน้ำหนักเบา ช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้าง สามารถกันความร้อนได้ดีซึ่งคอนกรีตมวลเบาจะมีวิธีการผลิตได้หลายแบบด้วยกัน และในที่นี่จะเลือกการทำให้คอนกรีตมีความหนาแน่นลดลงโดยการใช้ฟองอากาศปัจจุบันการพัฒนาด้านการก่อสร้างมีความก้าวหน้าไปมาก จึงทำให้การใช้คอนกรีตมวลเบาเกิดขึ้นอย่างแพร่หลาย และมีการพัฒนาคอนกรีตมวลเบาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

อิฐมวลเบา มีมากมายหลายประเภท หากมองเพียงภายนอกอาจแทบไม่แตกต่างกัน แต่แท้จริงแล้วอิฐมวลเบาที่ใช้วัตถุดิบ และกระบวนการผลิตที่ต่างกันจะทำให้คุณสมบัติของอิฐมวลเบาแตกต่างกันด้วย อิฐมวลเบาโดยทั่วไปอาจแบ่งตามกระบวนการผลิตได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ระบบที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง (Non - Autoclaved System) ซึ่งจะแบ่งย่อยออกได้อีกเป็น 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 ใช้วัสดุเบากว่ามาทดแทน เช่น จีเสื่อย จีเถ้า ขานอ้อย หรือเม็ดโฟมทำให้คอนกรีตมีน้ำหนักที่เบาขึ้น แต่จะมีอายุการใช้งานที่สั้นเสื่อมสภาพได้เร็ว และหากเกิดไฟไหม้สารเหล่านี้อาจเป็นพิษต่อผู้อยู่อาศัย

ประเภทที่ 2 ใช้สารเคมี (Circular Lightweight Concrete) เพื่อให้เนื้อคอนกรีตฟูและทิ้งให้แข็งตัว คอนกรีตประเภทนี้จะมีการหดตัวมากกว่า ทำให้ปูนฉาบแตกร้าวได้ง่าย ไม่ค่อยแข็งแรง

คอนกรีตที่ไม่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูงนี้ส่วนใหญ่เนื้อผลิตภัณฑ์มักจะมีสีเป็นสีปูนซีเมนต์ ต่างจากคอนกรีตที่ผ่านกระบวนการอบไอน้ำภายใต้ความดันสูงซึ่งจะมีเนื้อผลิตภัณฑ์เป็นผลึกสีขาว

2. ระบบอบไอน้ำภายใต้ความดันสูง (Autoclaved System) ซึ่งแบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้เป็น 2 ประเภท คือ

ประเภทที่ 1 Lime Base ใช้ปูนขาว ซึ่งควบคุมคุณภาพได้ยาก มาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตทำให้คุณภาพคอนกรีตที่ได้ไม่ค่อยสม่ำเสมอ มีการดูดซึมน้ำมากกว่า

ประเภทที่ 2 Cement Base ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเป็นระบบที่นอกจากจะช่วยทำให้คอนกรีต มีคุณภาพได้มาตรฐานสม่ำเสมอแล้ว ยังช่วยให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตกผลึก (Calcium Silicate) ในเนื้อคอนกรีตทำให้คอนกรีตมีความแข็งแรง ทนทาน กว่าการผลิตในระบบอื่นมาก

2.2. การศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา

การศึกษาเรื่องคอนกรีตเบาเริ่มมากกว่า 100 ปี ในต่างประเทศ ในระยะแรกจะเป็นคอนกรีตเบาประเภท Lightweight Aggregate Concrete คือคอนกรีตที่มีมวลรวมเป็นวัสดุเบา สามารถนำไปใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป เช่น หล่อเป็นก้อนสี่เหลี่ยมสำหรับนำไปทำกำแพง หรือหล่อเป็นผนัง เป็นต้น

สำหรับคอนกรีตประเภท Aerated Concrete คือคอนกรีตที่มีการกักขังฟองอากาศขนาดเล็กให้กระจายอยู่ในเนื้อคอนกรีต ก็ได้มีการพัฒนาควบคู่กันมาอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 1976 C. Bagon และ S. Frondista-Yonas ได้ศึกษาและประดิษฐ์ คอนกรีตเบาประเภท Aerated Concrete ขึ้น โดยใช้ส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ประเภทสาม น้ำ ทรายละเอียด และสารทำให้เกิดฟองคอนกรีตที่ได้มีค่าหน่วยน้ำหนัก 845 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่ากำลังต้านทานแรงอัดสูงสุด 48 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและค่า Modulus of Elasticity 5.9×10^4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ต่อมา Aerated Concrete ได้ถูกพัฒนาในประเทศสวีเดนให้เป็น Autoclave Aerated concrete โดยอาศัยหลักการของการเกิดปฏิกิริยาเคมีของผงอะลูมิเนียมกับแคลเซียมทำให้เกิดไฮโดรเจนขึ้นในส่วนผสม ทำให้เกิดการเร่งการแข็งตัว และไล่ก๊าซออกจากเนื้อคอนกรีตโดยการอบไอน้ำภายใต้แรงดันสูง ซึ่งเรียกว่า Autoclave concrete คอนกรีตเบาประเภท Autoclave Aerated concrete มีค่าหน่วยน้ำหนัก 300 ถึง 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สามารถทำเป็นวัสดุไม่รับแรง เช่น ผนังกันห้อง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกันความร้อน และดูดซับเสียง ได้เป็นอย่างดี แต่วิธีการนี้ไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากใช้ต้นทุนในการผลิตสูงมาก สำหรับในประเทศไทย การศึกษาและพัฒนาคอนกรีตเบาเพื่อนำไปใช้งานก็มีอยู่บ้างแต่ยังไม่มากนักมีดังนี้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2529-2530) ได้ทำการศึกษาและประดิษฐ์ คอนกรีตมวลเบาประเภท Foam Concrete ขึ้นทำให้ได้คอนกรีตมวลเบาที่มีค่าหน่วยน้ำหนัก 1,100 ถึง 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่ากำลังต้านทานแรงอัด 20 ถึง 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

สมคิด เคียรอุ่น และคณะ (2537-2538) ได้เสนอผลการศึกษาเรื่องคอนกรีตผสมโฟม โดยใช้โฟมเม็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ถึง 1.0 เซนติเมตร เป็นมวลรวมหายไปในส่วนผสมแทนหิน และเลือกอัตราส่วนผสมคอนกรีต 1 : 2 : 3 ซึ่งผลการศึกษาทำให้ได้คอนกรีตที่มีค่าหน่วยน้ำหนัก 1,550 ถึง 1,600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่ากำลังต้านทานแรงอัดสูงสุด 153.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และในขั้นต้นของการผลิตคอนกรีตผสมโฟมยังพบว่า ถ้าคอนกรีตอยู่ในสภาพเหลวมาก การคำนวณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไป และมีการเขย่าหรือกระทุ้งคอนกรีตมากเกินไป จะทำให้คอนกรีตเกิดการแยกตัวได้ โดยโฟมจะลอยตัวขึ้นสู่ผิวหน้าของคอนกรีต สำหรับความเป็นไปได้ของการนำไปใช้งานสำหรับคอนกรีตผสมโฟม เหมาะสมที่จะนำไปใช้ทำผนังสำเร็จรูป เพื่อช่วยลดน้ำหนักของโครงสร้าง

ปิยะพงษ์ กีสวัสดิ์คอน และคณะ (2538-2539) ได้เสนอผลการศึกษารื่องคอนกรีตมวลเบา โดยการทดสอบคุณสมบัติการก่อดัว ความสามารถเทได้ ปริมาณอากาศ และกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตเบาประเภท Foam Concrete โดยการเติมสารเคมีผสมเพิ่มชนิด AEA-303 และออกแบบส่วนผสมที่กำลังอัด 180 , 210 และ 240 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณอากาศที่ได้จากการใส่สารกักกระจายฟองอากาศ มีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีต โดยทำให้เวลาที่ใช้ในการก่อดัวลดลง 45 ถึง 65 เปอร์เซ็นต์ มีความสามารถเทได้ดีขึ้น โดยมีค่าการยุบตัว 20 ถึง 23 เซนติเมตร ค่ากำลังต้านทานแรงอัด 90 ถึง 130 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ทำให้สามารถนำคอนกรีตไปใช้กับงานที่มีขนาดแบบหล่อแคบได้ อย่างไรก็ตามผลจากการทดสอบยังพบว่า ยิ่งทำให้ความหนาแน่นของคอนกรีตมีค่าลดลง คอนกรีตจะมีน้ำหนักเบาขึ้นแต่ความสามารถในการต้านทานแรงอัดก็จะลดลงด้วย

เกรียงไกร ภากรณ์ประเสริฐ และคณะ (2539-2539) ได้เสนอผลการศึกษารื่องคอนกรีตมวลเบา โดยใช้วัสดุคิบธรรมชาติ 2 ชนิด คือ pumice กับ perlite นำมาผสมกับซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่ง ในอัตราส่วนต่างๆ ผลจากการศึกษาพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดคือ ปูนซีเมนต์ : ทราย : pumice : perlite ในสัดส่วน 1: 0.8 : 2.4 : 0.8 ซึ่งทำให้คอนกรีตที่มีน้ำหนัก 1,450 ถึง 1,500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่ากำลังต้านทานแรงอัดสูงสุด 118 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีอัตราการดูดซึม 37.4 เปอร์เซ็นต์

ขจรพันธ์ ตันติพจน์ และคณะ (2540) ได้เสนอผลการศึกษารื่องคุณสมบัติคอนกรีตพูนที่ผลิตโดยผลอะลูมิเนียม โดยใช้อัตราส่วน ปูน ต่อ ทราย 1:1 โดยน้ำหนักปูนขาว 5% และยิปซัม 3% โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ ได้ว่า กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตพูนจะแปรผกผันกับผงอะลูมิเนียม และแปรผกผันกับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ กำลังรับแรงเฉือนของคอนกรีตพูนจะแปรผกผันกับปริมาณผงอะลูมิเนียมและแปรผกผันกับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ความหนาแน่นของคอนกรีตพูนจะแปรผกผันกับปริมาณผงอะลูมิเนียมและแปรผกผันกับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ อัตราการดูดซึมของคอนกรีตพูนจะแปรผันตรงกับปริมาณผงอะลูมิเนียมและแปรผันตรงกับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทดลองครั้งนี้ โดยพิจารณาจากกำลังรับแรงอัดแรงเฉือน ความหนาแน่น และการดูดซึมของคอนกรีตพูน คือการใช้ปริมาณผงอะลูมิเนียม 0.15% โดยน้ำหนักของของปูนซีเมนต์ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.55 มีราคาประมาณ 2,610 บาทต่อลูกบาศก์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมตร และมีคุณสมบัติดังนี้ กำลังรับแรงอัด 46.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร กำลังรับแรงเฉือน 7.17 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ความหนาแน่น 1.19 ตันต่อลูกบาศก์เมตร อัตราการดูดซึมน้ำ 35.36% การศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเสียงด้วยวิธี Standing Wave จะได้ว่า ช่วงความถี่ต่ำค่าสัมประสิทธิ์การดูดซึมน้ำมีค่าใกล้เคียงกับผนังก่ออิฐฉาบปูนทั่วไปคือ 4.46% กับ 5% ตามลำดับ แต่จะมีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อความถี่เพิ่มมากขึ้น ที่ความถี่ 500 เฮิรท์ มีค่า 24.98% กับ 20% ตามลำดับ ความถี่ที่สำคัญที่ 1,000 เฮิรท์ มีค่าแตกต่างกันคือ 19.6% กับ 11.5% จากการนั้นความถี่ 2,000 กับ 4,000 เฮิรท์

เสถียร ทวีชีพ และคณะ (2541) ได้เสนอผลการศึกษารองคกริตเบาผสมทรายหยาบการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาอัตราส่วนผสมและศึกษาคุณสมบัติในด้านต่างๆของคอนกรีตเบาชนิด Aerated of From Concrete โดยวิธีผสมสารกระจายกักฟองอากาศ AEA 303 การศึกษาหาส่วนผสม โดยวิธีใช้อัตราส่วนผสมซีเมนต์ต่อทราย เท่ากับ 1: 2 โดยน้ำหนักและใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.5, 0.6 และ 0.7 ใช้ปริมาณสาร AEA 303 เท่ากับ 0.00, 0.20, 0.40, 0.60, 0.80 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักซีเมนต์ ตามลำดับ จึงนำไปหาคุณสมบัติการก่อตัว หน่วยน้ำหนัก กำลังต้านทานแรงอัด กำลังต้านทานแรงดึง และค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น จากผลการทดลองใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.5 และใช้ปริมาณสารกระจายกักฟองอากาศเท่ากับ 0.00 เปอร์เซ็นต์ คอนกรีตสามารถรับกำลังอัดได้ 438 กก./ตร.ซม. มีหน่วยน้ำหนักเท่ากับ 2156 กก./ลบ.ม. เมื่อเติมสาร AEA 303 เท่ากับ 0.20 เปอร์เซ็นต์ คอนกรีตสามารถรับกำลังอัดได้ 250 กก./ตร.ซม. มีหน่วยน้ำหนักเท่ากับ 1980 กก./ลบ.ม. และเมื่อเพิ่มปริมาณสาร AEA 303 จนถึง 1.0 เปอร์เซ็นต์ คอนกรีตรับกำลังอัดได้ 222 กก./ตร.ซม. มีหน่วยน้ำหนักเท่ากับ 1937 กก./ลบ.ม. เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.6 และใช้ปริมาณสารกระจายกักฟองอากาศเท่ากับ 0.00 เปอร์เซ็นต์ คอนกรีตสามารถรับกำลังอัดได้ 294 กก./ตร.ซม. มีหน่วยน้ำหนัก เท่ากับ 2107 กก./ลบ.ม. เมื่อเติมสาร AEA 303 เท่ากับ 0.20 เปอร์เซ็นต์ คอนกรีตรับกำลังอัดได้ 191 กก./ลบ.ม. มีหน่วยน้ำหนักเท่ากับ 1976 กก./ลบ.ม. เมื่อเติมสาร AEA 303 เท่ากับ 1.0 เปอร์เซ็นต์ คอนกรีตรับกำลังอัดได้ 130 กก./ลบ.ม. มีหน่วยน้ำหนักเท่ากับ 1856 กก./ลบ.ม. เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.7 และใช้ปริมาณสารกระจายกักฟองอากาศเท่ากับ 0.00 เปอร์เซ็นต์ คอนกรีตสามารถรับกำลังอัดได้ 222 กก./ตร.ซม. มีหน่วยน้ำหนักเท่ากับ 2006 กก./ลบ.ม. เมื่อเติมสาร AEA 303 เท่ากับ 0.20 เปอร์เซ็นต์ คอนกรีตสามารถรับกำลังอัดได้ 171 กก./ตร.ซม. มีหน่วยน้ำหนักเท่ากับ 1977 กก./ลบ.ม. เมื่อเพิ่มปริมาณสาร AEA 303 จนถึง 1.0 เปอร์เซ็นต์ คอนกรีตรับกำลังอัดได้ 120 กก./ตร.ซม. มีหน่วยน้ำหนักเท่ากับ 1838 กก./ลบ.ม. จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.5 และเติมสาร AEA 303 เท่ากับ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตลดลง 10.15 เปอร์เซ็นต์ และคอนกรีตมีความสามารถรับกำลังอัดได้ลดลง 49.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.6 เติมสาร AEA 303 เท่ากับ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตลดลง 11.89 เปอร์เซ็นต์ และคอนกรีตมีความสามารถรับกำลังอัดได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลง 55.78 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.7 และเติมสาร AEA 303 เท่ากับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตลดลงเท่ากับ 8.35 เปอร์เซ็นต์ และคอนกรีตมีความสามารถรับกำลังอัดได้ลดลง 45.9 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาพบว่า ปริมาณอากาศเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีต เป็นผลโดยตรงทำให้คอนกรีตมีหน่วยน้ำหนักลดลง โดยฟองอากาศเล็กๆขนาด 0.50 มม. จะเข้าไปแทรกอยู่ในเนื้อคอนกรีตทำให้คอนกรีตมีหน่วยน้ำหนักลดลง

ธีรพล สุวรรณรัชตกุล และคณะ (2547) ได้เสนอผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การลดของกำลังอัดในคอนกรีตผสมขานอ้อยซึ่งได้เปรียบเทียบคุณสมบัติของคอนกรีตธรรมดา ใน ด้านกำลังต้านทานแรงอัดและหน่วยน้ำหนัก โดยออกแบบที่ กำลังอัด 240 ksc. และใช้ขานอ้อยขนาด 1 – 1.5 ซม.ผสมในคอนกรีตธรรมดาในอัตราส่วน 1, 2 , 3 และ 4% ของมวลรวมละเอียดผลจากการศึกษาพบว่าคอนกรีตที่ผสมขานอ้อย 4% ของน้ำหนักมวลรวมละเอียด จะทำให้หน่วยน้ำหนักและกำลังอัดลดลงมากที่สุด 20% และ 98.26% ซึ่งจากการศึกษาได้พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการลดของกำลังอัดเกิดจากวิธีการผสม , จำนวนวันที่ถอดแบบ , วิธีการบ่ม , ปริมาณการดูดซึ่มของขานอ้อย และ ปริมาณขานอ้อยที่ใช้ผสม

รณฤทธิ์ รักวงศ์ และคณะ (2548) ได้เสนอผลการศึกษาเรื่องอิทธิพลของผล อนุภูมิภาคที่มีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตเบาสำหรับ โครงสร้าง โดยใช้ปริมาณผงอะลูมิเนียมต่อ ซีเมนต์โดยน้ำหนักตั้งแต่ 0-0.1 % และอัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์โดยน้ำหนักตั้งแต่ 0-2.5 ได้ว่ากำลัง รับแรงอัดของคอนกรีตเบาจะแปรผกผันกับปริมาณผงอะลูมิเนียม,อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์จะ แปรผกผันกับอัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์ ความหนาแน่นของคอนกรีตเบาจะแปรผกผันกับปริมาณผง อะลูมิเนียม,อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์จะแปรผกผันกับอัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์ อัตราการซึมน้ำของ คอนกรีตเบาจะแปรผกผันกับปริมาณผงอะลูมิเนียม,อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์จะแปรผกผันกับ อัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์ อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทดสอบนี้ โดยพิจารณาจาก กำลังรับแรงอัด ความหนาแน่น และการดูดซึ่มของคอนกรีตพูน คือใช้ปริมาณผงอะลูมิเนียม 0.1% โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.4 และอัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์ 1 มีคุณสมบัติ ดังนี้ กำลังรับแรงอัด 211.9 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่น 1,774 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์ เมตร อัตราการดูดซึ่ม 13.43% และที่ใช้ปริมาณผงอะลูมิเนียม 0.1% โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.5 และอัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์ 2 มีคุณสมบัติดังนี้ กำลังรับแรงอัด 204.0 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่น 1,771.2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราการดูดซึ่ม 13.05%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัชชัย วนาพิทักษ์กุล และคณะ (2539-2540) ได้เสนอผลการศึกษาเรื่องคอนกรีตผสมโพลีเมอร์ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างคอนกรีตผสมโพลีเมอร์กับคอนกรีตธรรมดาในด้านกำลังต้านทานแรงอัดหน่วยน้ำหนัก และคุณสมบัติการนำความร้อน โดยเลือกใช้โพลีเมอร์เม็ดกลมขนาด 1/4 , 1/2 และ 1 นิ้ว แทนหินในปริมาณ 200 , 400 และ 585 ลิตรต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ผลจากการศึกษาทำให้ได้คอนกรีตที่มีค่าหน่วยน้ำหนัก 1,185 ถึง 2,029 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่ากำลังสูงสุด 213.7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตผสมโพลีเมอร์ให้ค่ากำลังต้านทานแรงอัด ค่าหน่วยน้ำหนัก และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำกว่าคอนกรีตธรรมดา และจะยังมีค่าดังกล่าวลดลงอีก เมื่อมีการเพิ่มปริมาณส่วนผสมของโพลีเมอร์มากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตผสมโพลีเมอร์มีน้ำหนักเบาและป้องกันความร้อนได้ดีกว่าคอนกรีตธรรมดา แต่มีความแข็งแรงน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม ผลจากการทดสอบยังพบว่า ในการใช้โพลีเมอร์เป็นวัสดุในปริมาณที่เท่ากัน โพลีเมอร์ที่มีขนาดเล็กกว่าจะทำให้คอนกรีตมีค่ากำลังต้านทานแรงอัดดีกว่าโพลีเมอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่า

เขตสยาม สุชาติพิทย์ และคณะ (2544-2545) ได้เสนอผลการศึกษาเรื่องคอนกรีตเบา โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างคอนกรีตเบาผสมโพลีเมอร์กับคอนกรีตธรรมดาในด้านกำลังต้านทานแรงอัดหน่วยน้ำหนัก โดยเลือกใช้โพลีเมอร์เม็ดกลมขนาด 3 , 7 และ 10 มิลลิเมตร โดยคอนกรีตเบาผสมเม็ดโพลีเมอร์ มีหน่วยน้ำหนักต่ำกว่าคอนกรีตธรรมดา 6.8-16.5 เปอร์เซ็นต์ และ กำลังต้านทานแรงอัดลดลง 14.8-47.7 เปอร์เซ็นต์แสดงให้เห็นว่า ขนาดของเม็ดโพลีเมอร์ และการกระจายตัวของเม็ดโพลีเมอร์ในคอนกรีต เป็นปัจจัยที่ทำให้กำลังต้านทานแรงอัดและหน่วยน้ำหนักเปลี่ยนไป

กฤษฎา โรจน์ประสิทธิ์พร และคณะ (2546) ได้เสนอผลการศึกษาเรื่องคุณสมบัติของคอนกรีตเบาผสมเส้นใยไมโครไฟเบอร์ คอนกรีตมวลเบาที่ใช้เป็นคอนกรีตมวลเบาที่เกิดจากการกักฟองอากาศในเนื้อคอนกรีต โดยการผสมเส้นใยไมโครไฟเบอร์นั้นวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการเพิ่มกำลังรับแรงให้คอนกรีต ทำให้การแตกหักระหว่างการขนส่งและทำงานลดลง ผลการทดลองพบว่าปริมาณไฟเบอร์ที่เหมาะสมอยู่ที่ประมาณ 0.05% (โดยปริมาตร) ซึ่งแสดงให้เห็นจากการเพิ่มขึ้นของทั้งกำลังอัดและกำลังดัดสูงสุดที่ค่านี้ อย่างไรก็ตามคอนกรีตมวลเบาที่มีแนวโน้มที่จะมีค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ชาติชาย พรหมวงศ์ และคณะ (2549) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของสารเพิ่มฟองอากาศที่มีผลต่อคุณสมบัติด้านต่างๆของคอนกรีตมวลเบา โดยใช้ขี้เถ้าเคมิกทำให้เกิดฟองอากาศก่อนแล้วจึงนำไปผสมกับซีเมนต์และน้ำ ศึกษาความหนาแน่นในช่วง 1,400 – 1,800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีกำลังรับแรงอัดที่ 28 วัน มากกว่า 180 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่

0.3 , 0.4 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E.K. Kunhanandam Nambiar, K. Ramamurthy (2007) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของช่องอากาศในคอนกรีตที่ผสมสารเพิ่มฟองอากาศ โดยมีตัวแปรเป็นค่าความพรุน การซึมผ่านได้ของน้ำ การกระจายตัวของช่องอากาศ ตัวแปรที่กล่าวมานี้เป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของโฟมคอนกรีต โดยพบว่าปริมาตร ขนาด และระยะห่างระหว่างช่องอากาศมีอิทธิพลต่อความหนาแน่นและกำลัง ถ้าผสมให้การกระจายตัวของฟองอากาศมีความแคบลง จะทำให้ได้ค่ากำลังมากขึ้น ถ้าปริมาตรของโฟมมากจะเกิดการรวมตัวของฟองทำให้เกิดช่องอากาศขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อมีการกระจายตัวกว้างค่ากำลังก็จะลดลง

2.3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการวิจัย

กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการวิจัยพื้นฐาน นิยามและความหมายของคำต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาดังนี้

2.3.1. คอนกรีตมวลเบา

คอนกรีตมวลเบา คือ คอนกรีตที่มีความหนาแน่นหรือหน่วยน้ำหนักน้อยกว่าคอนกรีตทั่วไป โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามวัสดุที่ใช้คือ

2.3.1.1. คอนกรีตที่ใช้มวลรวมเบา (Light – Weight Aggregate Concrete)

1. มวลรวมเบาที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ หินที่เป็นลาวาที่พองตัวโดยธรรมชาติ มวลรวมชนิดนี้ใช้ผสมคอนกรีตที่ไม่ต้องการกำลังสูง และมวลรวมจะดูดซึมน้ำมาก

2. มวลรวมเบาที่ได้จากกระบวนการผลิต 3 กระบวนการคือ Expanded Clay Aggregate ได้จากการนำดินเหนียวผสมกับสารก่อฟองอากาศและนำไปเผาในหม้อเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เกิดเป็นฟองอากาศอยู่ในเนื้อหิน ทำให้ภายในเป็นโพรงอากาศ ขบวนการที่สองคือ Expanded Shale Aggregate ได้จากการนำดินดานผสมกับถ่านที่บดละเอียดนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส มีความแข็งแรงค่อนข้างดีจึงนิยมนำมาทำคอนกรีตมวลเบาและขบวนการที่สาม Sintered Fly Ash ได้จากการนำเถ้าลอยนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,400 องศาเซลเซียส ทำให้อนุภาคเกาะติดกัน ผิวของมวลรวมค่อนข้างเรียบ

3. มวลรวมเบาที่ได้จากสารอินทรีย์ ได้แก่ การใช้ไม้หรือพลาสติกผสมในคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มวลรวมที่ได้จากของเหลวของกระบวนการผลิต ได้แก่ เถ้าหนักที่ได้จากโรงไฟฟ้าถ่านหินหรือจากการพ่นน้ำไปบน Slag ที่หลอมเหลว แต่ถ้าจำแนกคอนกรีตเบาตามการนำไปใช้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การจำแนกคอนกรีตเบาตามการนำไปใช้ ACI 211.2-18

ประเภท	กำลังอัดรูปทรงลูกบาศก์ (กก./ตร.ซม.)	หน่วยน้ำหนัก (กก./ลบ.ม.)
คอนกรีตเบาสำหรับงานโครงสร้าง (Structural Lightweight Concrete)	180-480	1,400-1,800
คอนกรีตสำหรับงานก่อ (Masonry Concrete)	100-180	500-800
คอนกรีตสำหรับงานฉนวนความร้อน (Insulating Concrete)	10-100	น้อยกว่า 800

(จากประเสริฐ คำราชัย ,2542)

2.3.1.2. โฟมคอนกรีต (Aerated or Foam Concrete)

คอนกรีตประเภทนี้เป็นคอนกรีตที่ได้จากการทำให้เกิดฟองอากาศหรือที่เรียกว่า “โฟม” ขนาด 0.1 ถึง 1.0 มิลลิเมตรในเนื้อคอนกรีต มีการผลิต 2 ระบบคือ

1. Autoclaved Aerated Concrete (AAC) โดยที่ฟองอากาศเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างส่วนผสมทำให้เกิดก๊าซและขยายตัวขึ้น ฟองอากาศที่เกิดขึ้นจะถูกกักอยู่ในเนื้อคอนกรีต คอนกรีตมวลเบาประเภทนี้ถูกเรียกกันทั่วไปว่าคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำ เนื่องจากคอนกรีตประเภทนี้ส่วนใหญ่ต้องนำไปอบไอน้ำต่อ

2. Cellular Lightweight Concrete (CLC) ฟองอากาศที่ได้ เกิดจากการใส่ฟองอากาศหรือสารกักฟองอากาศลงไป และทำการผสมฟองอากาศร่วมกับสัดส่วนผสมคอนกรีตหรือมอร์ตาร์ เมื่อคอนกรีตหรือมอร์ตาร์แข็งตัว จะเกิดโพรงอากาศกระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อคอนกรีต

2.3.1.3. คอนกรีตที่ไม่มีส่วนละเอียด (No-Fines Concrete)

คอนกรีตประเภทนี้เป็นคอนกรีตที่ไม่มีมวลรวมละเอียด (ทราย) อยู่ในส่วนผสม ส่วนผสมหลักจะประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ น้ำ และมวลรวมหยาบ การยึดเกาะติดกันระหว่างมวลรวมหยาบเกิดจากผิวที่ถูกเคลือบด้วยซีเมนต์พาสต์หนาประมาณ 1 ถึง 3 มิลลิเมตร เมื่อคอนกรีตแข็งตัวจะเกิดเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดช่องว่างระหว่างมวลรวมหยาบนั้นและทำให้น้ำหนักของคอนกรีตลดลง หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตประเภทนี้ประมาณ 1,600 ถึง 2,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของมวลรวมที่ใช้ได้แก่ กรวดไม่ หินไม่ เป็นต้น ขนาดของมวลรวมควรมีขนาดเท่าๆกัน ขนาดที่ใช้อยู่ในช่วง 9.5 ถึง 20.0 มิลลิเมตร มีกำลังต้านทานแรงอัด 60 ถึง 140 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ทั้งนี้กำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตประเภทนี้ขึ้นอยู่กับมวลรวมที่ใช้และปริมาณของปูนซีเมนต์ที่ใช้ โดยทั่วไปส่วนผสมที่ใช้จะประมาณ 1:8 โดยปริมาตร และอัตราส่วนผสมของน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) ประมาณ 0.4

คุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบามีดังนี้

1. ความแข็งแรง ค่ากำลังต้านทานแรงอัดสูงสุดของคอนกรีตมวลเบาจะมีค่าประมาณ 10 ถึง 140 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ยกเว้นคอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบาสำหรับโครงสร้าง ซึ่งมีกำลังต้านทานแรงอัด 100 ถึง 400 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับค่ากำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตเบาทั่วไปอาจทำให้สูงขึ้น โดยการใช้ทรายธรรมชาติแทนมวลรวมน้ำหนักเบา แต่จะทำให้คอนกรีตมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามคอนกรีตที่มีความหนาแน่นต่ำ จะมีความแข็งแรงน้อยกว่าคอนกรีตที่มีความหนาแน่นสูงกว่า

2. ความคงทน คอนกรีตมวลเบาทั่วไปไม่สามารถทนการกัดกร่อนจากสารเคมี ความเค้นทางกายภาพและการกระทบกระแทกจากแรงภายนอกเนื่องจากคอนกรีตมวลเบาไม่พรองอากาศอยู่ภายใน ดังนั้นคอนกรีตมวลเบาจึงไม่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพที่มีสารจำพวกซัลเฟตเจือปนอยู่ หรือในสภาพดินชื้น ดังนั้นในการนำไปใช้งานควรมีการฉาบผิวเพื่อป้องกันการสึกกร่อน

3. การหดตัว คอนกรีตมวลเบามีการหดตัวมากกว่าคอนกรีตธรรมดาประมาณ 5 - 40 % แต่คอนกรีตมวลเบาที่ใช้วัสดุผสมซึ่งเป็นผลผลิตจากดินเผา ดินดานหรือตะกอนจะหดตัวน้อยลง

4. การนำความร้อน คอนกรีตมวลเบาเป็นตัวนำความร้อนที่เลว เนื่องจากในเนื้อคอนกรีตมีพรองอากาศมากทำให้คอนกรีตมวลเบานำความร้อนได้ไม่ดี

5. หน่วยน้ำหนักหรือความหนาแน่นประมาณ 300 – 1,800 กก./ลบ.ม.

6. การดูดซึมน้ำ คอนกรีตมวลเบามีการดูดซึมน้ำได้มากกว่าคอนกรีตธรรมดาเนื่องจากมีรูพรุนมากกว่า

7. ความสามารถเทได้ ในปริมาณความสามารถเทได้ที่เท่ากัน คอนกรีตมวลเบาจะมีค่ายุบตัวน้อยกว่าคอนกรีตธรรมดา

8. การทนไฟ คอนกรีตมวลเบามีความต้านทานเพลิงไหม้ได้ดีกว่าคอนกรีตธรรมดา

9. สัมประสิทธิ์การขยายตัวของคอนกรีตเบาประมาณ 7×10^{-6} ถึง 14×10^{-6} ต่อองศาเซลเซียส ซึ่งน้อยกว่าคอนกรีตธรรมดา เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรระวังของคอนกรีตมวลเบาในการใช้งาน

1. การแยกตัว ถ้าส่วนผสมมีค่ายุบตัวมากหรือการจีเขย่ามากเกินไป คอนกรีตจะเกิดการแยกตัว มวลรวมที่หนักจะตกไปกองอยู่ก้นแบบ และน้ำจะเอี่ยมออกมาสู่ผิวหน้าคอนกรีตมาก ทำให้การแต่งผิวหน้าทำได้ยากขึ้น
2. การดูดซึมน้ำของมวลรวมจะมาก ดังนั้นในการออกแบบสัดส่วนผสมต้องนำปัจจัยนี้มาพิจารณา รวมทั้งกำหนดวิธีการผสม
3. การผสมต้องผสมให้ถูกวิธี ถ้าใช้เวลาในการผสมที่นานเกินไปอาจทำให้มวลรวมเบาแตกได้
4. ความทนทานในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก

2.3.2. การหดตัวของคอนกรีต

การหดตัวของคอนกรีตส่วนใหญ่เกิดขึ้นในซีเมนต์เพสต์ และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของคอนกรีต ซึ่งอาจนำไปสู่การแตกร้าวได้ถ้ามีการยัดรี้ง การหดตัวของคอนกรีตที่มักพบโดยทั่วไปและจำเป็นต้องคำนึงถึงในการออกแบบคอนกรีตด้วย ได้แก่การหดตัวแบบออโตจีเนียส และการหดตัวแบบแห้ง ในหลายกรณีการหดตัวทั้งสองชนิดนี้จะเกิดขึ้นไปด้วยกัน แต่มักจะรุนแรงต่างเวลากัน โดยการหดตัวแบบออโตจีเนียสมักจะเกิดมากในช่วงอายุต้น แต่การหดตัวแบบแห้งมักจะเกิดมากเมื่อผิวหน้าคอนกรีตเกิดการแห้งตัวแล้วหลังจากการบ่ม ทำให้ต้องคำนึงถึงการหดตัวทั้งสองชนิดนี้ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต และในการออกแบบโครงสร้างเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการแตกร้าวที่ไม่พึงประสงค์

2.3.2.1. การหดตัวแบบออโตจีเนียส (Autogeneous Shrinkage)

การหดตัวแบบออโตจีเนียสเกิดจากผลรวมของการหดตัวทางเคมีที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Chemical Shrinkage) รวมกับการหดตัวที่เกิดจากการสูญเสียน้ำในช่องว่างกะปิลลารีในเพสต์ ทำให้เกิดแรงดึงกะปิลลารี (Capillary Tension) ขึ้นในช่องว่างกะปิลลารี ซึ่งมีผลให้คอนกรีตหดตัว (Physical Shrinkage due to Self-desiccation) การหดตัวแบบออโตจีเนียสจะเกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหากคอนกรีตมีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานต่ำ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วคือต่ำกว่า 0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2. การหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage)

การหดตัวแบบแห้งเกิดจากการที่คอนกรีตอยู่ในภาวะอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ในช่องว่างและโพรงอากาศในคอนกรีต ทำให้คอนกรีตบริเวณผิวที่สัมผัสกับอากาศสูญเสียความชื้นไปสู่สิ่งแวดล้อม และเกิดการหดตัว โดยการหดตัวที่เกิดขึ้นนั้น บางส่วนไม่อาจกลับคืนสู่สภาพเดิมได้แม้ว่าจะทำให้คอนกรีตเปียกชื้นขึ้นมาใหม่ คอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูงจะมีช่องว่างแคปิลลารี (Capillary Pores) และปริมาณน้ำอิสระมาก ทำให้น้ำระเหยออกจากคอนกรีตได้สะดวกและมาก ดังนั้นจึงมีการหดตัวแบบแห้งที่สูง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.1. วิธีการผลิตคอนกรีตมวลเบาระบบ CLC

3.1.1. วัสดุและอุปกรณ์

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
2. น้ำสะอาด
3. ทรายละเอียด

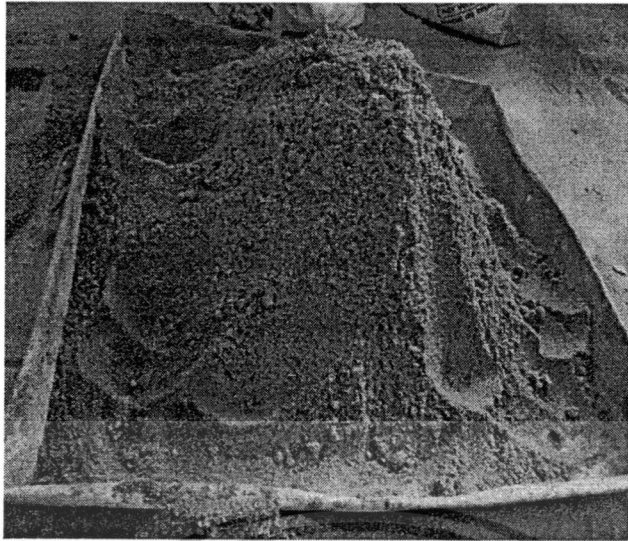
เป็นวัสดุผสมที่มีขนาดเล็กกว่า 4.5 มม.หรือที่สามารถลอดผ่านตะแกรงร้อนมาตรฐานเบอร์ 4 แต่ทั้งนี้ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 0.07 มม. วัสดุผสมที่เล็กกว่านี้เรียกว่า ฝุ่น

4. น้ำยาโฟม GRACE AE4
5. เครื่องโม่
6. เครื่องผลิตฟองโฟมและเครื่องอัดอากาศ
7. แบบหล่อขนาด 5 x 5 x 5 cm.
8. แบบหล่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร
9. แบบหล่อขนาด 4 x 4 x 16 เซนติเมตร
10. แบบหล่อขนาด 20 x 60 x 10 เซนติเมตร
11. เครื่องชั่ง
12. หลอดแก้วตวงปริมาตร 1 liter
13. ตู้อบ

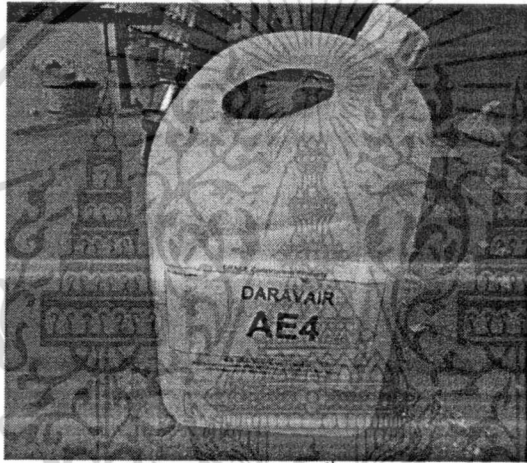


รูปที่ 3.1 แสดงรูปปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

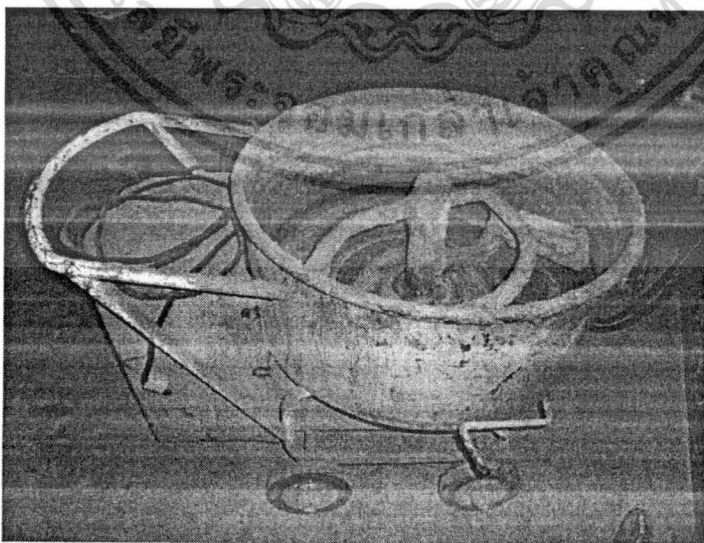
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงรูปทรายละเอียด

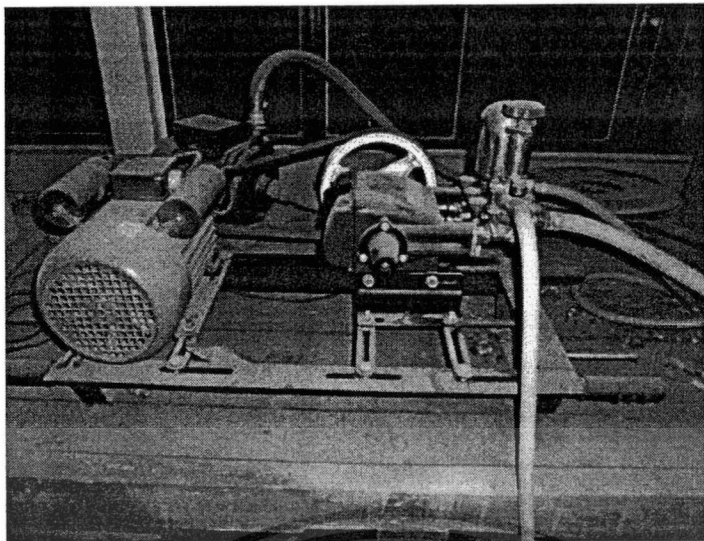


รูปที่ 3.3 แสดงรูปน้ำยาโพน

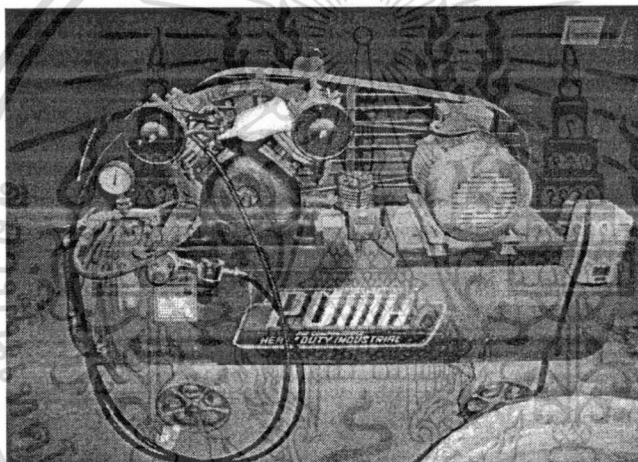


รูปที่ 3.4 แสดงรูปเครื่องมือ

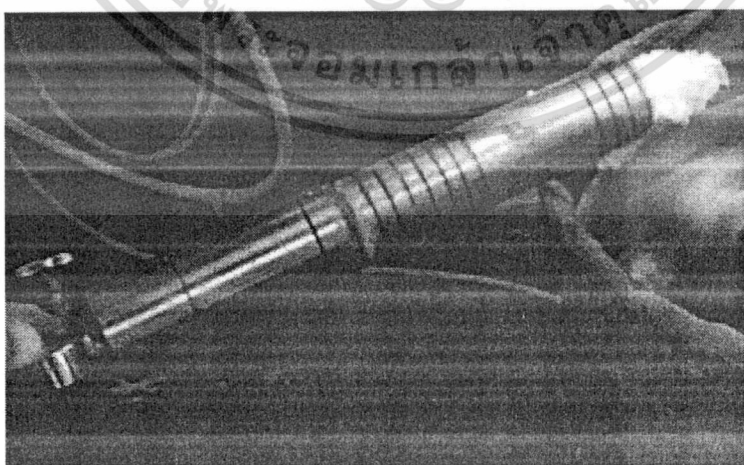
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงรูปปั้มน้ำ



รูปที่ 3.6 แสดงรูปปั้มลม



รูปที่ 3.7 แสดงรูปกระบอกฉีดโฟม

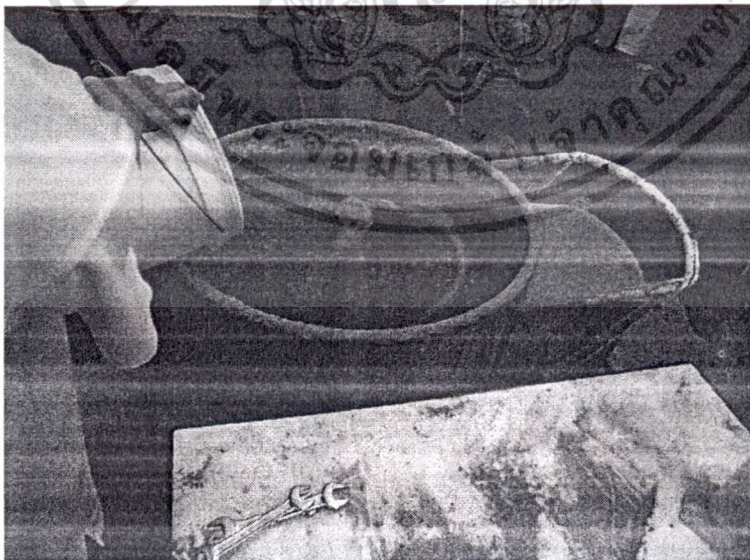
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



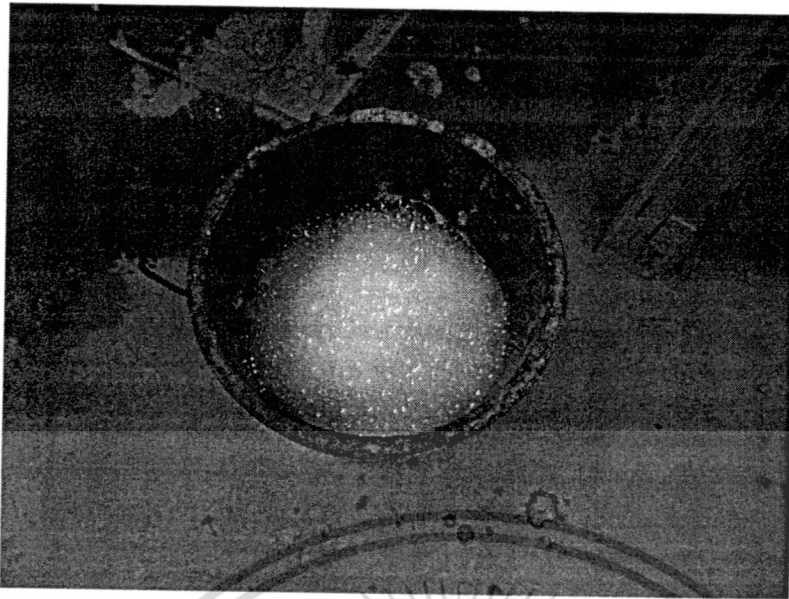
รูปที่ 3.8 แสดงรูปหล่อดแก้วดวงปริมาตร

3.1.2. ขั้นตอนการผลิต

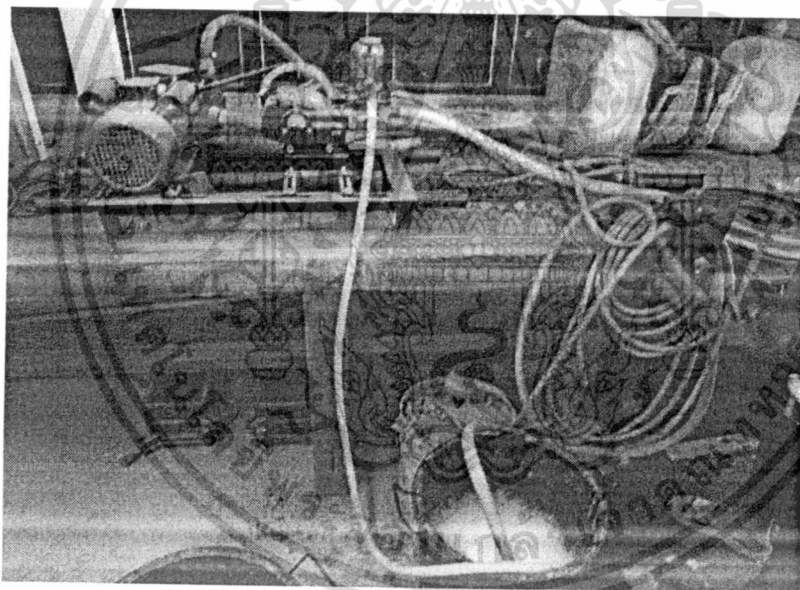
1. ผสมปูนทราย ตามอัตราส่วนที่กำหนด
2. ผสมน้ำเข้ากับน้ำยาผลิตฟองโฟม แล้วเทลงในเครื่องผลิตฟองโฟม ที่ต่อเข้ากับเครื่องอัดอากาศ
3. ฉีดฟอง โฟมลงในปูนทรายแล้วผสมภายในเวลาที่กำหนด



รูปที่ 3.9 แสดงการผสมปูนทราย ตามอัตราส่วนที่กำหนด

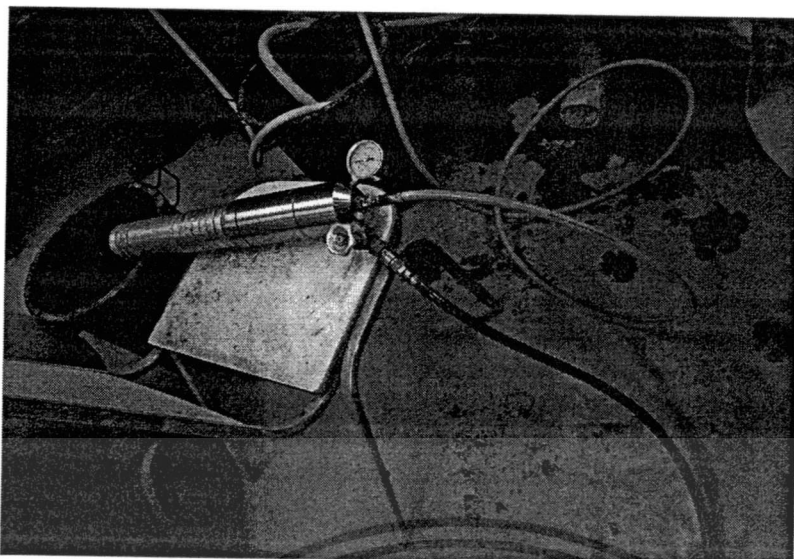


รูปที่ 3.10 แสดงรูปฟองอากาศที่ใช้ในการผสม

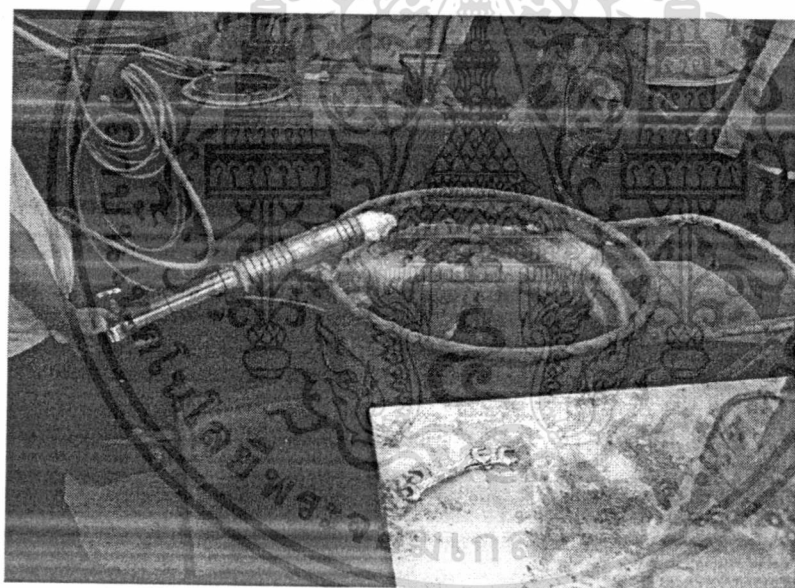


รูปที่ 3.11 แสดงรูปการจุ่มสายจากเครื่องผลิตฟองโฟมลงในถังน้ำยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

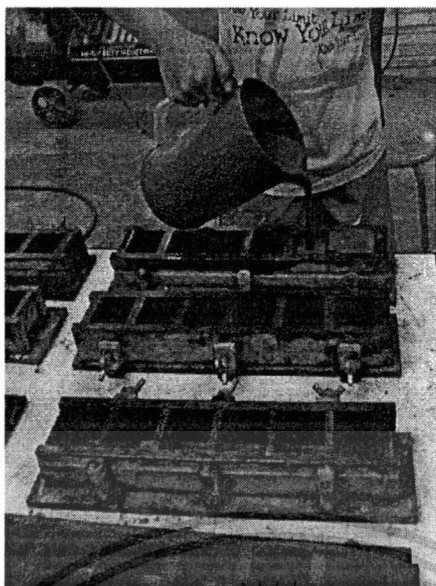


รูปที่ 3.12 แสดงรูปการต่อท่อฉีด โฟมเข้ากับเครื่องผลิตฟองโฟม



รูปที่ 3.13 แสดงรูปการฉีดฟองโฟมลงไป ในโม้ผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงรูปการเทคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเสร็จลงในแบบหล่อ

4. เมื่อฟองโฟมกับคอนกรีตเข้ากันดีแล้ว ทำการเทอร์ต้าที่ได้ลงในแบบหล่อที่เตรียมไว้
5. จากนั้นทำการแกะแบบเพื่อให้อร์ต้าเข้าแบบได้ดีขึ้น จากนั้นปิดแต่งผิวหน้าด้วยเกรียงให้เรียบร้อย
6. ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงแล้วจึงทำการแกะแบบ วัดขนาดชั่งน้ำหนักเสียก่อน จากนั้นจึงนำไปบ่มน้ำ
7. เมื่อชิ้นตัวอย่างมีอายุครบตามกำหนดแล้ว นำชิ้นตัวอย่างขึ้นจากน้ำ แล้วนำไปอบเพื่อให้น้ำระเหยออกไป โดยทำการอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง ทำการวัดขนาดและชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่าง แล้วจึงทำการทดสอบชิ้นตัวอย่าง

3.2. การเตรียมชิ้นงานตัวอย่างสำหรับการทดสอบ

การเตรียมชิ้นงานตัวอย่างนี้จะแสดงจำนวนชิ้นงานตัวอย่างที่ทำขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองและจำนวนแบบหล่อที่ใช้ในการหล่อชิ้นงาน โดยในการทดลองนั้นได้มีการกำหนดให้ผสมโฟมเข้ากับตัวอย่าง โดยให้หน่วยน้ำหนักของตัวชิ้นงานลดลงมาอยู่ในช่วง 600 – 1,800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) 0.4 – 0.65 และอัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์เลือกใช้ที่ 1 แบ่งเป็นกรณีตามตารางที่ 4.1 โดยแบ่งการทดสอบออกเป็นหัวข้อต่างๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการทดสอบ

Sand / Cement	Water / Cement	Density (kg/m ³)
1	0.40	600
		800
		1000
		1200
		1400
		1600
1	0.50	600
		800
		1000
		1200
		1400
		1600
1	0.60	600
		800
		1000
		1200
		1400
		1600
1	0.65	600
		800
		1000
		1200
		1400
		1600
		1800

3.2.1. กำลังรับแรงอัด (Compressive Strength)

ทำการเก็บตัวอย่างในแบบหล่อขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร ในแต่ละกรณี ทั้งหมดกรณี ละ 25 ตัวอย่าง เพื่อใช้ในการทดสอบกำลังรับแรงอัดที่ 3 วัน , 7 วัน , 14 วัน , 28 วัน และ 60 วัน ใช้วิธีการบ่มด้วยน้ำ เมื่อมีอายุครบตามกำหนดต้องนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมงเพื่อให้เนื้อระเหยออกหมด แล้วจึงทำการทดสอบ



รูปที่ 3.15 แสดงรูปเครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

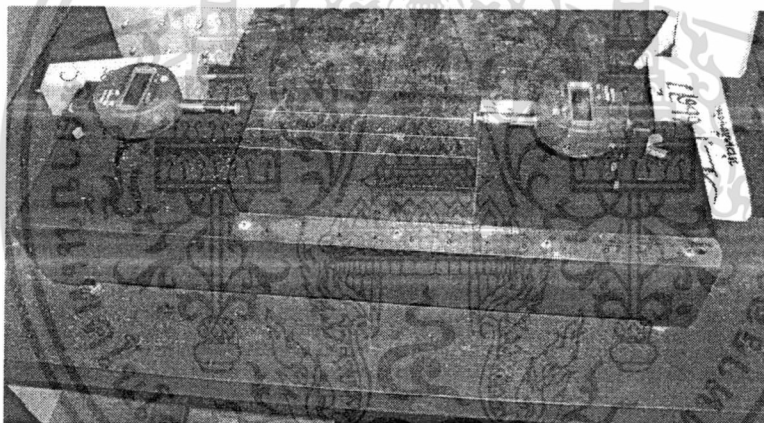
3.2.2. อัตราการดูดซึมน้ำ (Water Absorption)

ทำการเก็บตัวอย่างในแบบหล่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ในแต่ละกรณี ทั้งหมดกรณีละ 5 ตัวอย่าง การหาอัตราการดูดซึมน้ำดังสมการ

$$\text{อัตราการดูดซึมน้ำ} = \frac{(\text{น้ำหนักหลังบ่มน้ำ} - \text{น้ำหนักอบแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักอบแห้ง}}$$

3.2.3. อัตราการหดตัว (Autogeneous Shrinkage)

ทำการเก็บตัวอย่างในแบบหล่อขนาด 4 x 4 x 16 เซนติเมตร ในแต่ละกรณี ทั้งหมดกรณีละ 3 ตัวอย่าง มีการติดตั้ง gauge plug 2 ตัวที่ด้านหัวและด้านท้ายของตัวอย่างเพื่อใช้เป็นจุดในการวัดการยืดหดตัว ใช้พลาสติกห่อหุ้มเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ ทำการวัดขนาดทุกวันจนครบอายุ 28 วัน



รูปที่ 3.16 แสดงรูปเครื่องมือวัด Autogeneous Shrinkage

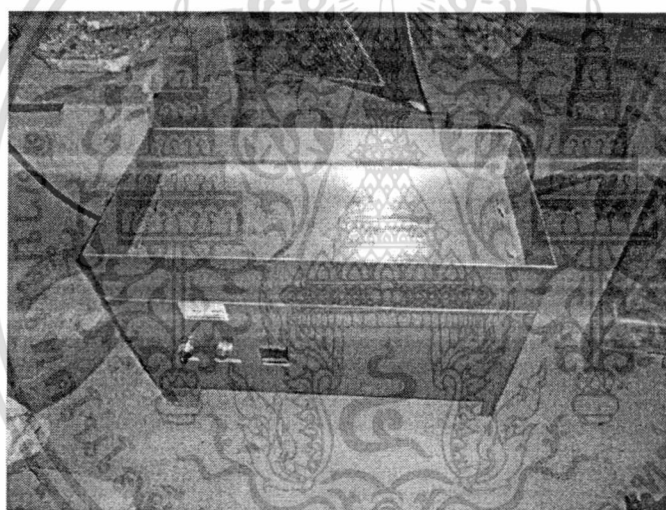
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4. ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity)

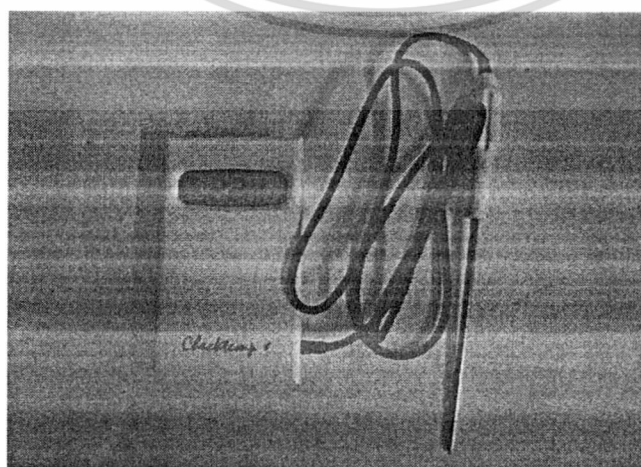
ทำการเก็บตัวอย่างในแบบหล่อขนาด 20 x 60 x 10 เซนติเมตร ในแต่ละกรณี ทั้งหมดกรณีละ 3 ตัวอย่าง การหาค่าการนำความร้อนดังสมการ

$$\text{ค่าการนำความร้อน} = \frac{Q_d \times d'}{2A \Delta T}$$

เมื่อ	Q_d	คือ	กำลังเฉลี่ยของเครื่องทดสอบการนำความร้อน (วัตต์)
	d'	คือ	ความหนาของชิ้นทดสอบ (เมตร)
	A	คือ	พื้นที่ของแผ่นให้ความร้อน (ตารางเมตร)
	ΔT	คือ	ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างแผ่นให้ความร้อนกับตัวรับความร้อน (เคลวิน)



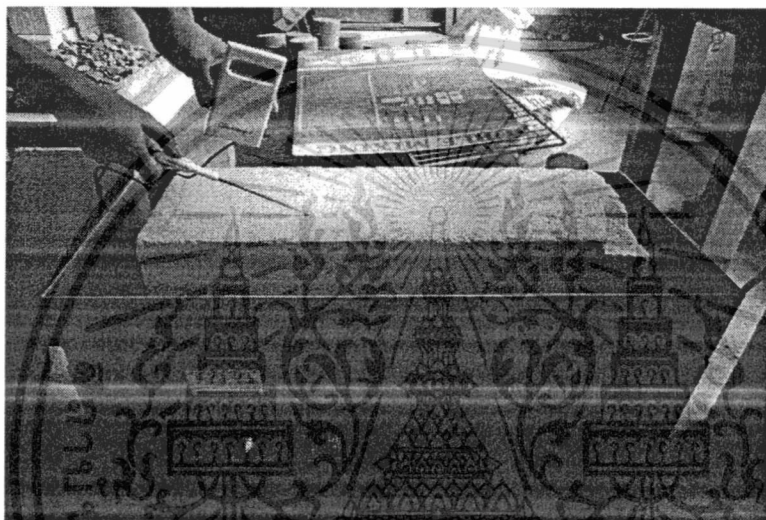
รูปที่ 3.17 แสดงรูปเครื่องทดสอบ Thermal Conductivity



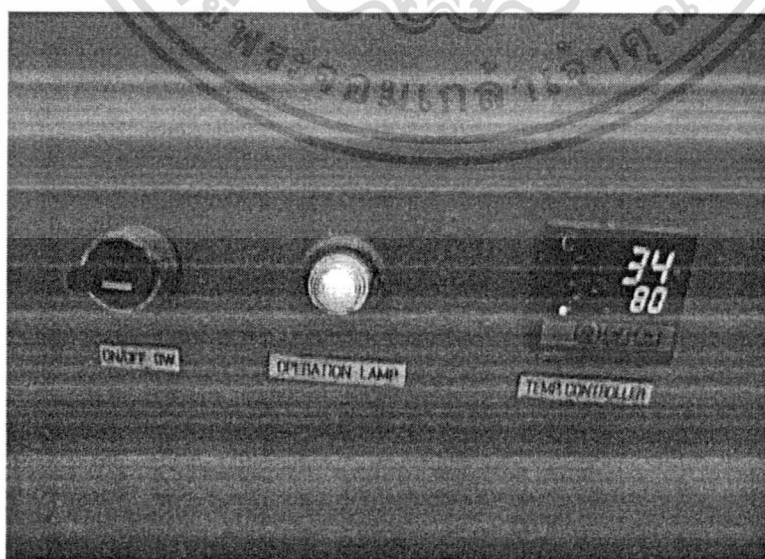
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รูปที่ 3.18 แสดงรูปเครื่องวัดค่าการนำความร้อนที่ผิวนบนให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อขึ้นตัวอย่างมีอายุครบตามกำหนดแล้ว นำขึ้นตัวอย่างขึ้นจากน้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำระเหยออกจากขึ้นตัวอย่าง ทำการวัดขนาดและชั่งน้ำหนักขึ้นตัวอย่าง

ตั้งค่าอุณหภูมิที่เครื่องเพื่อให้ความร้อนแก่คอนกรีตมวลเบา เมื่อเครื่องให้ความร้อนให้อุณหภูมิตามที่ต้องการแล้ว นำขึ้นตัวอย่างวางบนเครื่องให้ความร้อนทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อให้ความร้อนแผ่กระจายทั่วขึ้นตัวอย่าง



รูปที่ 3.19 แสดงการทดสอบค่าการนำความร้อน

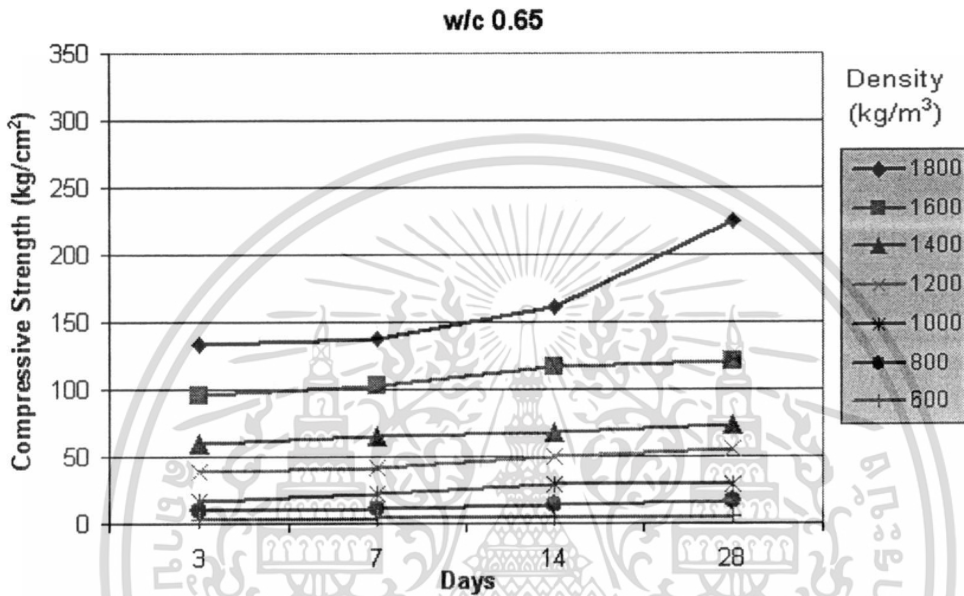


เอกสารนี้เป็นเอกสารรูปที่ 3.20 แสดงรูปสวิตช์เปิด-ปิด และหน้าจอแสดงอุณหภูมิของเครื่องใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

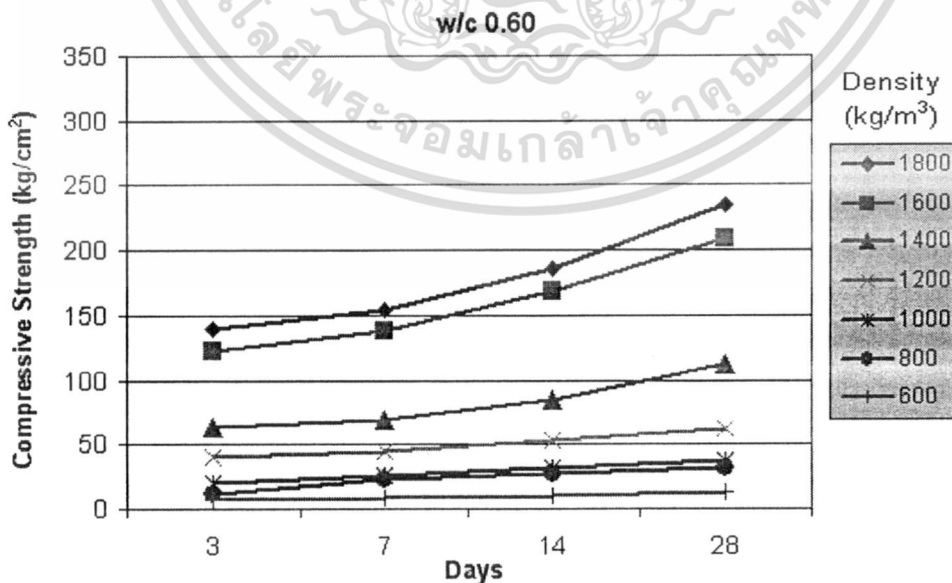
บทที่ 4

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

4.1. ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบา (Compressive Strength)

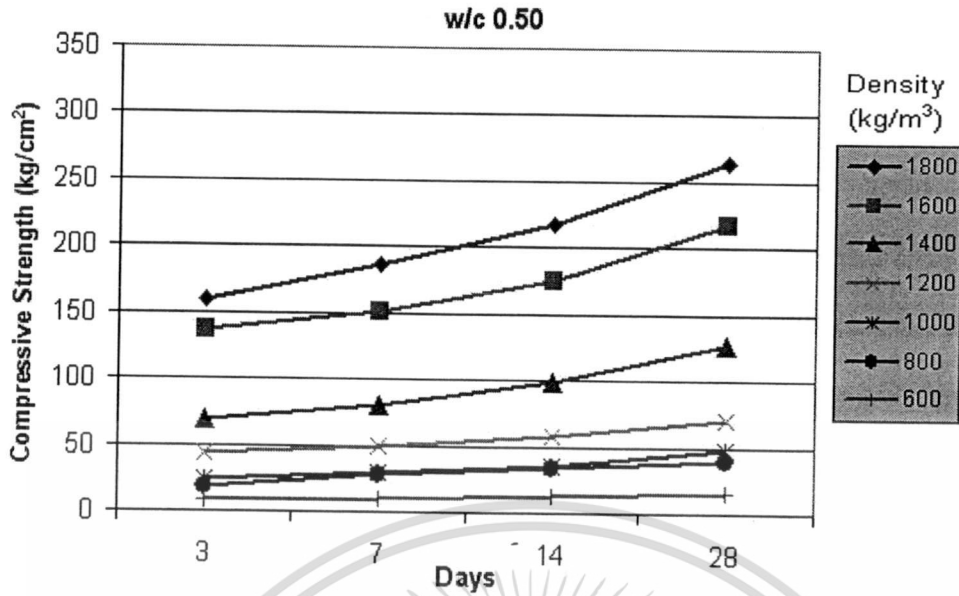


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่มีความหนาแน่นต่างๆ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.65

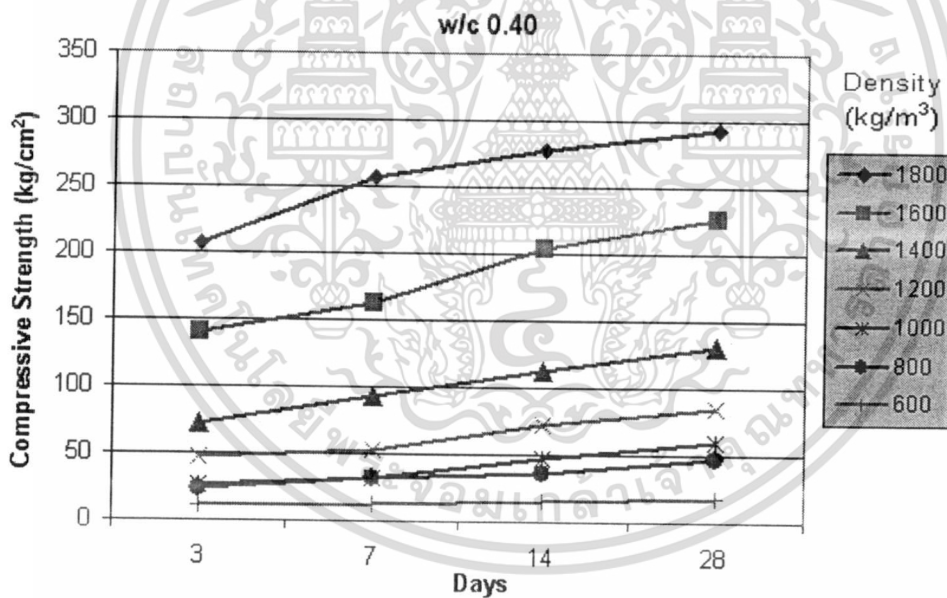


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่มีความหนาแน่นต่างๆ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิฉะนั้นจะเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

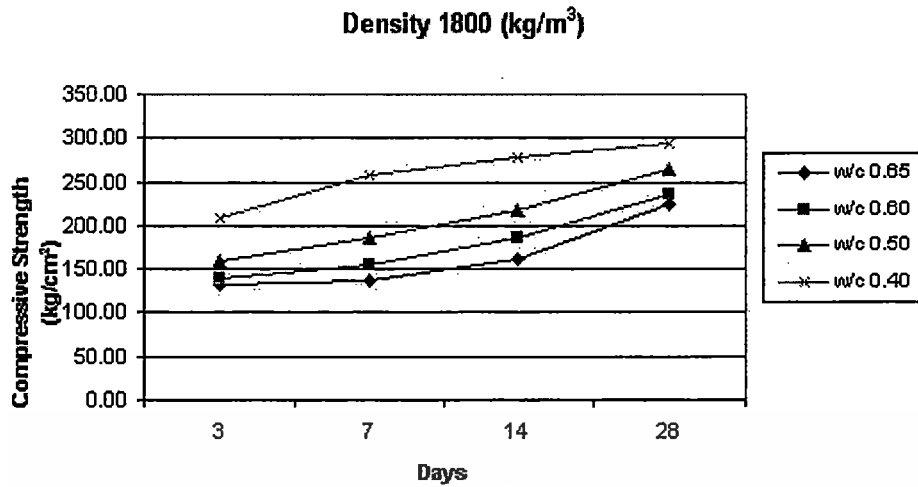


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่าง ที่ความหนาแน่นต่างๆ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.50

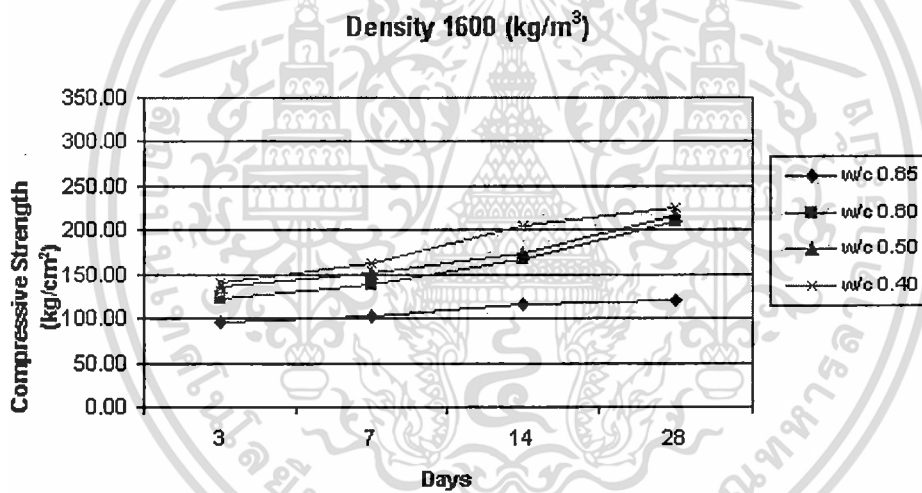


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่าง ที่ความหนาแน่นต่างๆ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.40

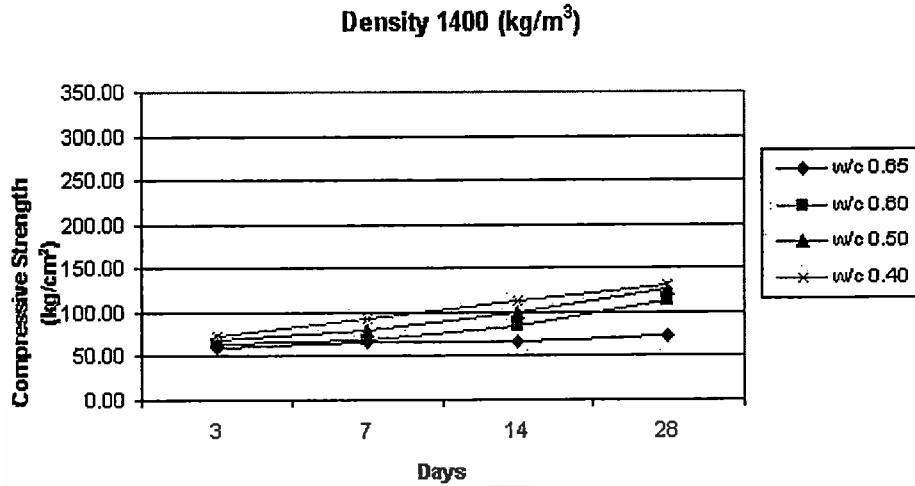
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



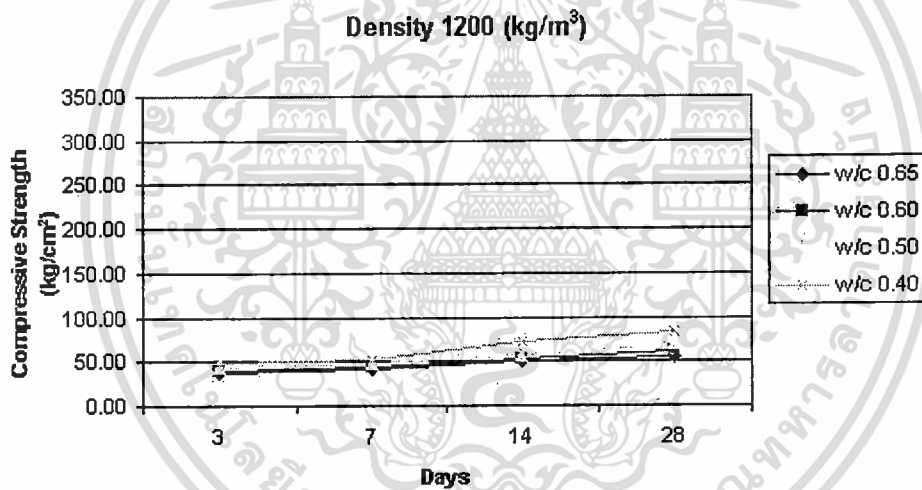
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 1800 กก./ลบ.ม.



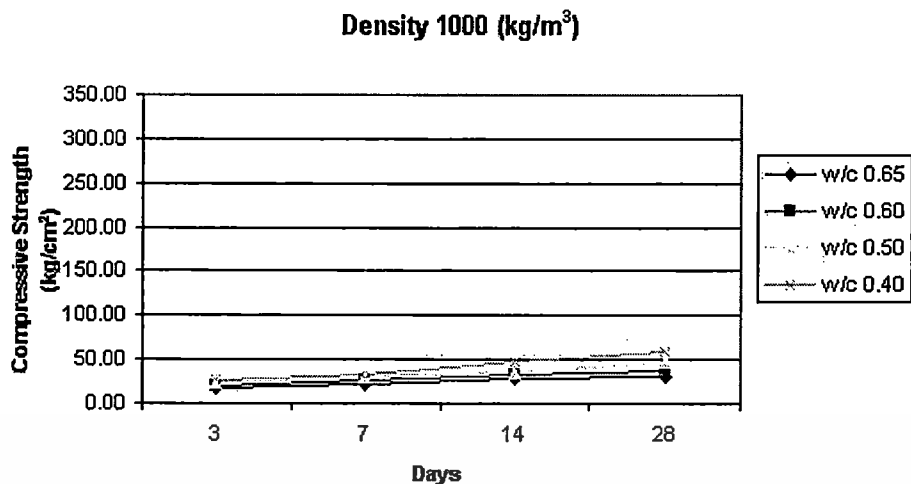
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 1600 กก./ลบ.ม.



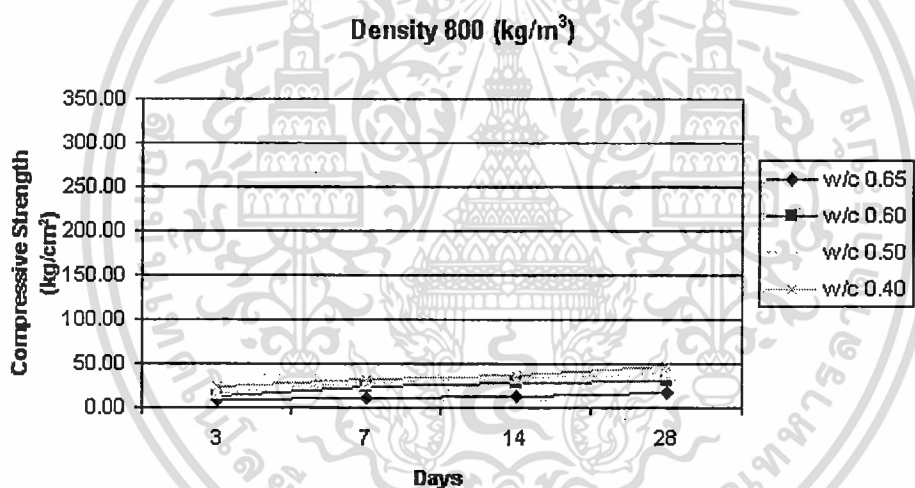
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 1400 กก./ลบ.ม.



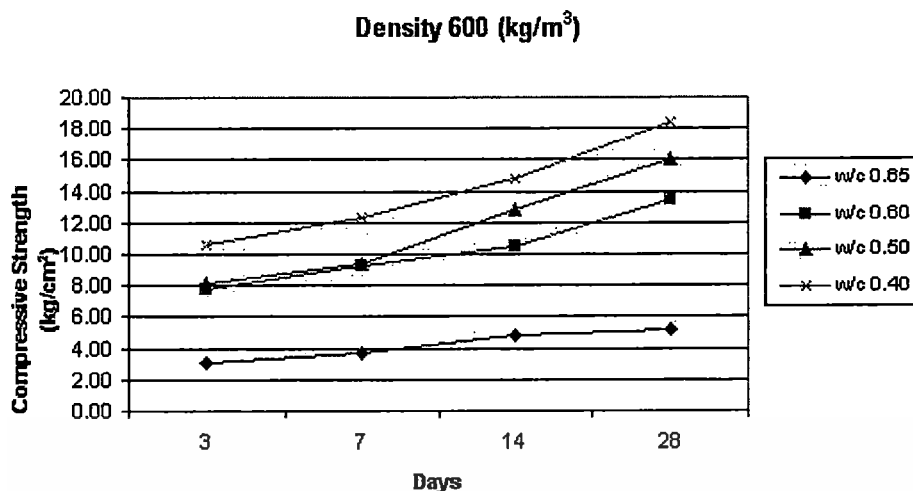
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 1200 กก./ลบ.ม.



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 1000 กก./ลบ.ม.



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่ความหนาแน่นเท่ากับ 800 กก./ลบ.ม.

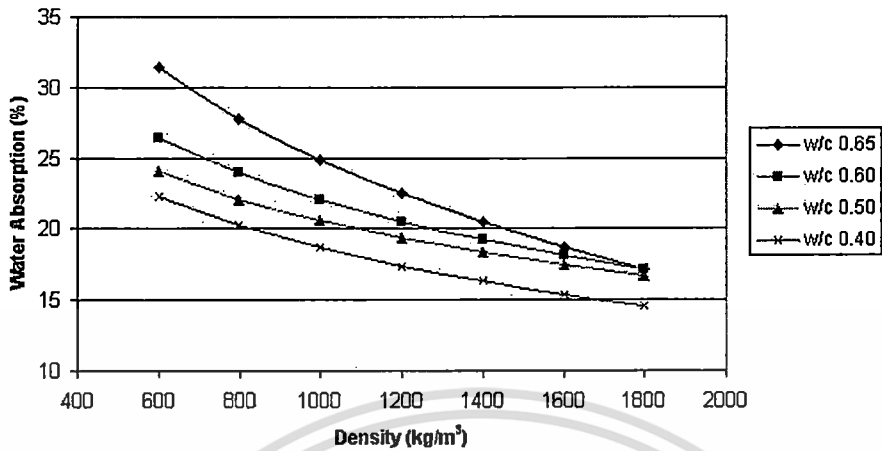


รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของฉันทัวอย่าง
ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆ ที่ความหนาแน่นเท่ากับ 600 กก./ลบ.ม.

จากรูปที่ 4.1 – 4.4 ในการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่อายุ 3 , 7 , 14 และ 28 วัน ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์คือ 0.40 , 0.50 , 0.60 และ 0.65 โดยเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นในช่วง 600 – 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าค่ากำลังรับแรงอัดจะแปรผันตามค่าความหนาแน่น เมื่อความหนาแน่นมีค่าลดลง ค่ากำลังรับแรงอัดก็จะมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน เนื่องจากตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาที่มีโครงสร้างภายในประกอบด้วยช่องอากาศเล็กๆ ซึ่งช่องอากาศเหล่านี้ทำให้ตัวอย่างมีน้ำหนักเบาแต่ไม่สามารถช่วยรับแรงกดทับได้ ซึ่งตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาที่มีช่องอากาศเล็กๆจำนวนมาก ค่าความหนาแน่นก็จะน้อย ทำให้ความสามารถในการรับแรงอัดมีค่าน้อยไปด้วย โดยค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นระหว่าง 600 – 1,800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะอยู่ในช่วง 20 – 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

จากรูปที่ 4.5 – 4.11 ในการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่อายุ 3 , 7 , 14 และ 28 วัน ที่ค่าความหนาแน่นในอยู่ช่วง 600 – 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยเปรียบเทียบกันที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์คือ 0.40 , 0.50 , 0.60 และ 0.65 พบว่าค่ากำลังรับแรงอัดจะแปรผกผันกับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เนื่องจากตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์น้อยจะมีการเรียงตัวของอนุภาคแน่นหนากว่า และมีน้ำส่วนเกินน้อย ซึ่งน้ำส่วนเกินนี้เมื่อระเหยจะทำให้เกิดช่องว่างขึ้น ถ้าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์มาก ก็จะมีน้ำส่วนเกินที่ทำให้เกิดช่องว่างมาก ทำให้รับแรงอัดได้น้อยลง

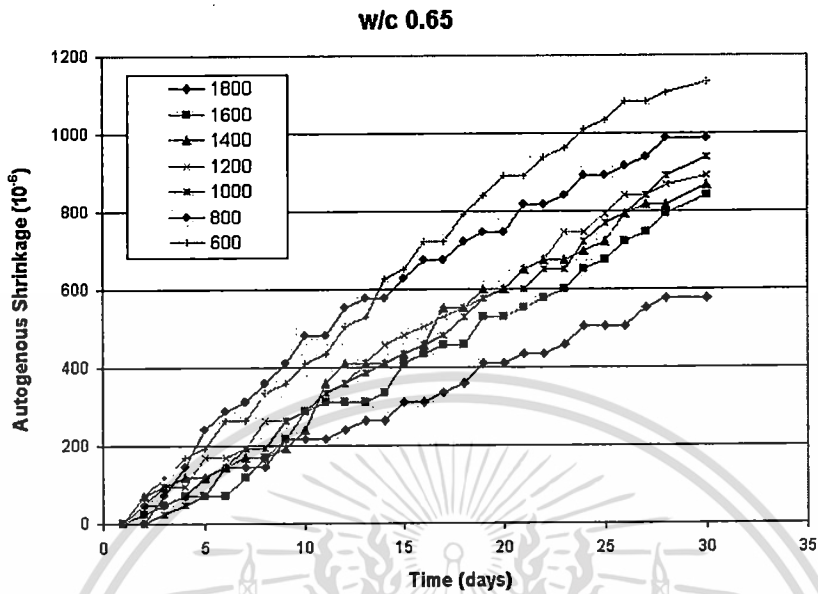
4.2. ผลการทดสอบหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำ (Water Absorption)



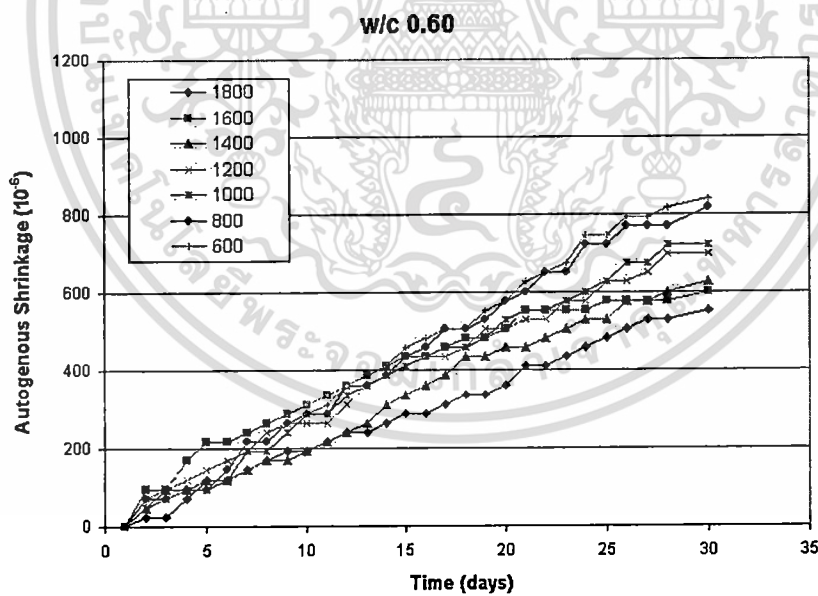
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
ค่าอัตราการดูดซึมน้ำกับค่าความหนาแน่นต่างๆ

จากรูปที่ 4.12 ในการทดสอบหาอัตราการดูดซึมน้ำ ที่ค่าความหนาแน่นในอยู่ช่วง 600 – 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยเปรียบเทียบกันที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์คือ 0.40 , 0.50 , 0.60 และ 0.65 พบว่าค่าอัตราการดูดซึมน้ำจะแปรผกผันกับค่าความหนาแน่น เนื่องจากตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นน้อย จะมีช่องอากาศมากกว่า ทำให้มีการดูดซึมน้ำได้ดีกว่าตัวอย่างที่มีความหนาแน่นมาก โดยมีค่าอัตราการดูดซึมน้ำอยู่ระหว่าง 14% – 33%

4.3. ผลการทดสอบหาค่าอัตราการหดตัว (Autogeneous Shrinkage)

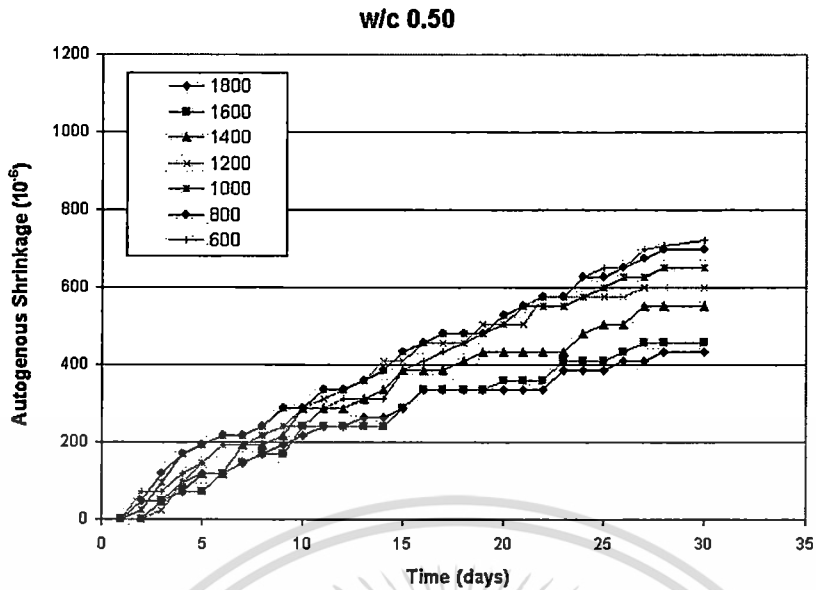


รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการหดตัวที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.65

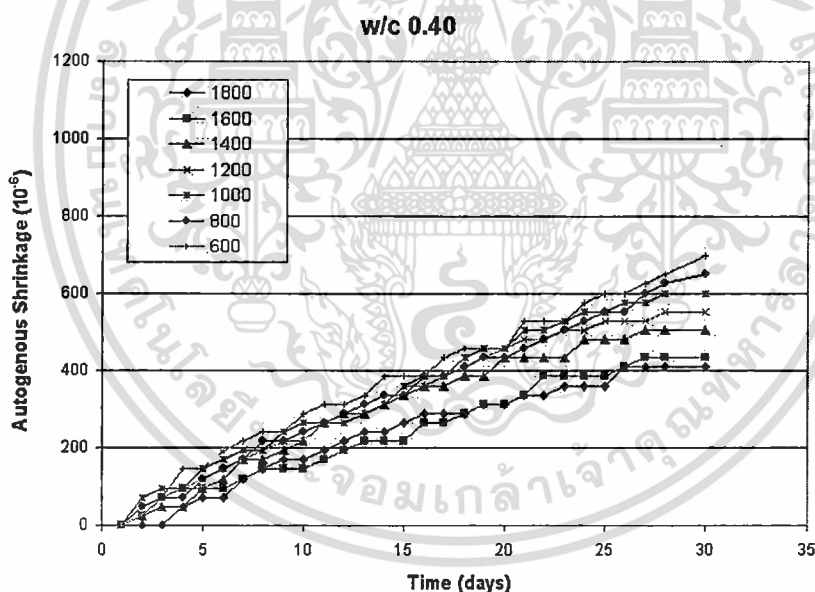


รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการหดตัวที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการหดตัวที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.50

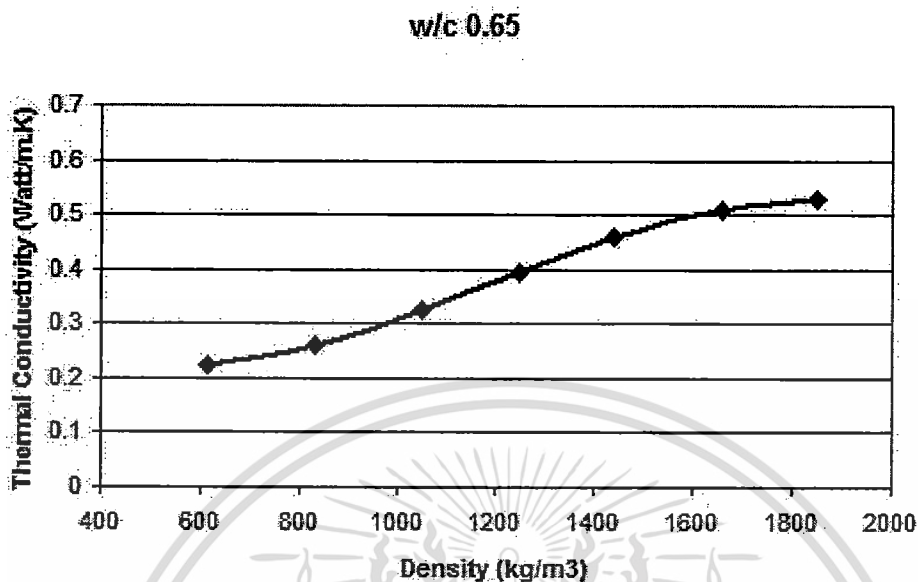


รูปที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการหดตัวที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.40

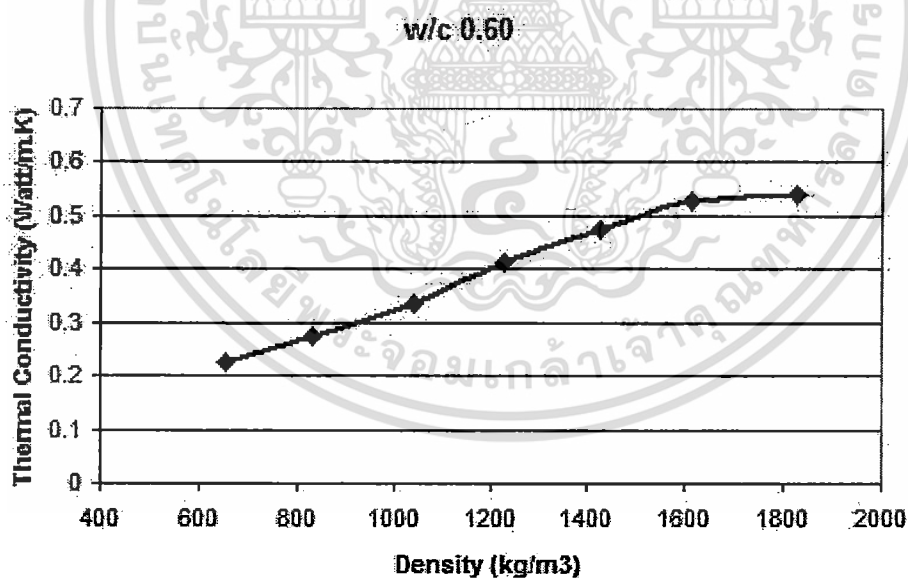
จากรูปที่ 4.13 – 4.16 ในการทดสอบหาค่าการหดตัวที่ 28 วัน โดยเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นในช่วง 600 – 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าค่าการหดตัวแปรผกผันตามค่าความหนาแน่น เนื่องจากตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาที่มีค่าความหนาแน่นน้อย จะมีช่องว่างที่ทำให้เกิดการหดตัวมากกว่าตัวอย่างที่มีค่าความหนาแน่นมาก หรือตัวอย่างที่มีความหนาแน่นมาก จะมีกำลังยึดเหนี่ยวที่สามารถต้านทานการหดตัวได้มากกว่าตัวอย่างที่มีความหนาแน่นน้อย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4. การทดสอบหาค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity)

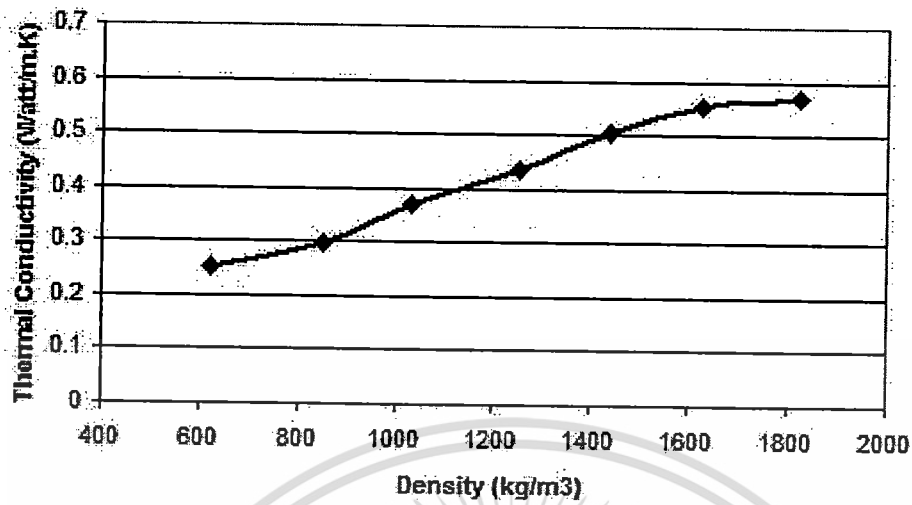


รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำความร้อน กับความหนาแน่นของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.65



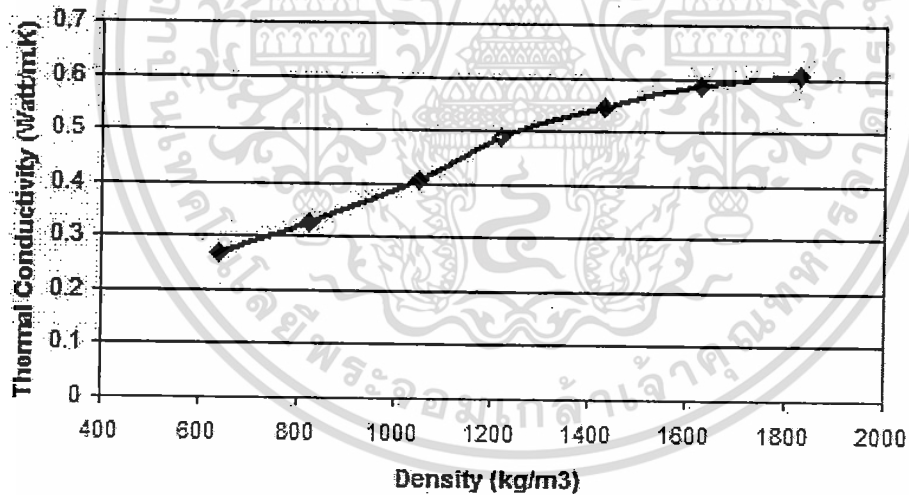
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำความร้อน กับความหนาแน่นของหินตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.60

w/c:0.50



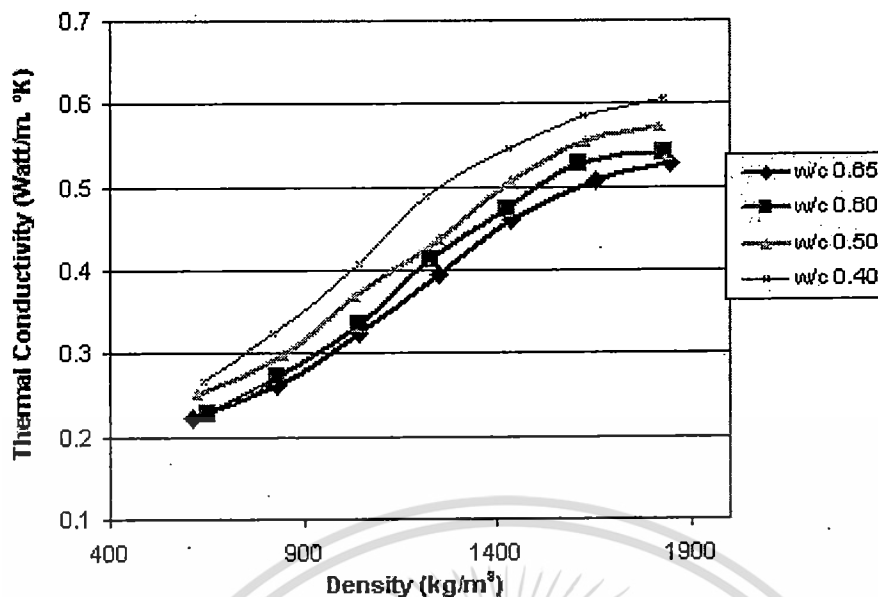
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำความร้อน
กับความหนาแน่นของชั้นตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.50

w/c:0.40



รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำความร้อน
กับความหนาแน่นของชั้นตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำความร้อน กับความหนาแน่นของชั้นตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆ

จากรูปที่ 4.17 – 4.20 ในการทดสอบหาค่าการนำความร้อน ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์คือ 0.40 , 0.50 , 0.60 และ 0.65 โดยเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นในช่วง 600–1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าค่าการนำความร้อนจะแปรผันตามค่าความหนาแน่น เนื่องจากตัวอย่างที่มีค่าความหนาแน่นน้อย จะมีช่องว่างภายในมาก ทำให้ส่งผ่านความร้อนได้น้อย ค่าการนำความร้อนจึงต่ำกว่า ตัวอย่างที่มีค่าความหนาแน่นมาก ค่าการนำความร้อนมีค่าระหว่าง 0.2 – 0.6 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน

จากรูปที่ 4.21 ในการทดสอบหาค่าการนำความร้อน ที่ค่าความหนาแน่นในอยู่ช่วง 600 – 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยเปรียบเทียบกันที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์คือ 0.40 , 0.50 , 0.60 และ 0.65 พบว่าค่าการนำความร้อนแปรผกผันกับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เนื่องจากตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์มาก จะมีช่องว่างมากกว่าตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์น้อย ค่าการนำความร้อนจึงมีค่าน้อยกว่า

บทที่ 5

โปรแกรมแสดงค่าคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบา

5.1 บทนำ

จากการทดสอบค่าคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบา ระบบ CLC ทำให้ได้ทราบถึงความสัมพันธ์ของคุณสมบัติกับค่าความหนาแน่นของคอนกรีต ซึ่งใช้ผลการทดสอบจากงานวิจัยเป็นฐานข้อมูลของโปรแกรมเพื่อใช้สำหรับหาค่าคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบา ระบบ CLC เช่น ค่ากำลังรับแรงอัด ค่าการหดตัว ค่าอัตราการดูดซึมน้ำ ค่าการนำความร้อน เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วย Input 2 ตัวแปร ได้แก่ ค่าความหนาแน่นของคอนกรีตมวลเบา ระบบ CLC (Density) และค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (w/c)

5.2 ข้อกำหนดของโปรแกรม

5.2.1 คุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบา ระบบ CLC ที่สามารถหาค่าได้ดังนี้

1. ค่ากำลังรับแรงอัดที่อายุ 28 วัน
2. ค่าการดูดซึมน้ำ
3. ค่าการนำความร้อน
4. กราฟแสดงการหดตัวแบบ Autogeneous Shrinkage ที่ 28 วัน

5.2.1 ความหนาแน่นที่สามารถหาค่าได้อยู่ระหว่าง 600 – 1800 กก./ลบ.ม.

5.2.2 อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่สามารถหาค่าได้อยู่ระหว่าง 0.40 – 0.65

5.2.3 อัตราส่วนซีเมนต์ต่อทรายเท่ากับ 1

5.3 หลักการทำงานของโปรแกรม

5.3.1 เลือกค่า density และค่า w/c ที่ต้องการ (input : density 1500 w/c 0.45)

5.3.2 ตรวจสอบว่าอยู่ในขอบเขตของโปรแกรมหรือไม่ (density 600 – 1800 kg/m³ และ w/c 0.40-0.65)

5.3.3 หาค่าคุณสมบัติจากสมการความสัมพันธ์ โดยค่า density และค่า w/c ที่ครอบคลุมค่า input ที่ต้องการ

(ค่าคุณสมบัติที่หาจากสมการคือค่าจาก density 1400 w/c 0.40 , density 1600 w/c 0.40 , density 1400 w/c 0.50 และ density 1600 w/c 0.50)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.4 หาค่าคุณสมบัติที่ต้องการจากค่า density ที่ใกล้เคียง โดยวิธีบัญญัติไตรยางศ์

(หาค่าที่ density 1500 w/c 0.40 จากค่าที่ density 1400 w/c 0.40 กับค่าที่ density 1600 w/c 0.40 และ หาค่าที่ density 1500 w/c 0.50 จากค่าที่ density 1400 w/c 0.50 กับค่าที่ density 1600 w/c 0.50 โดยวิธีบัญญัติไตรยางศ์)

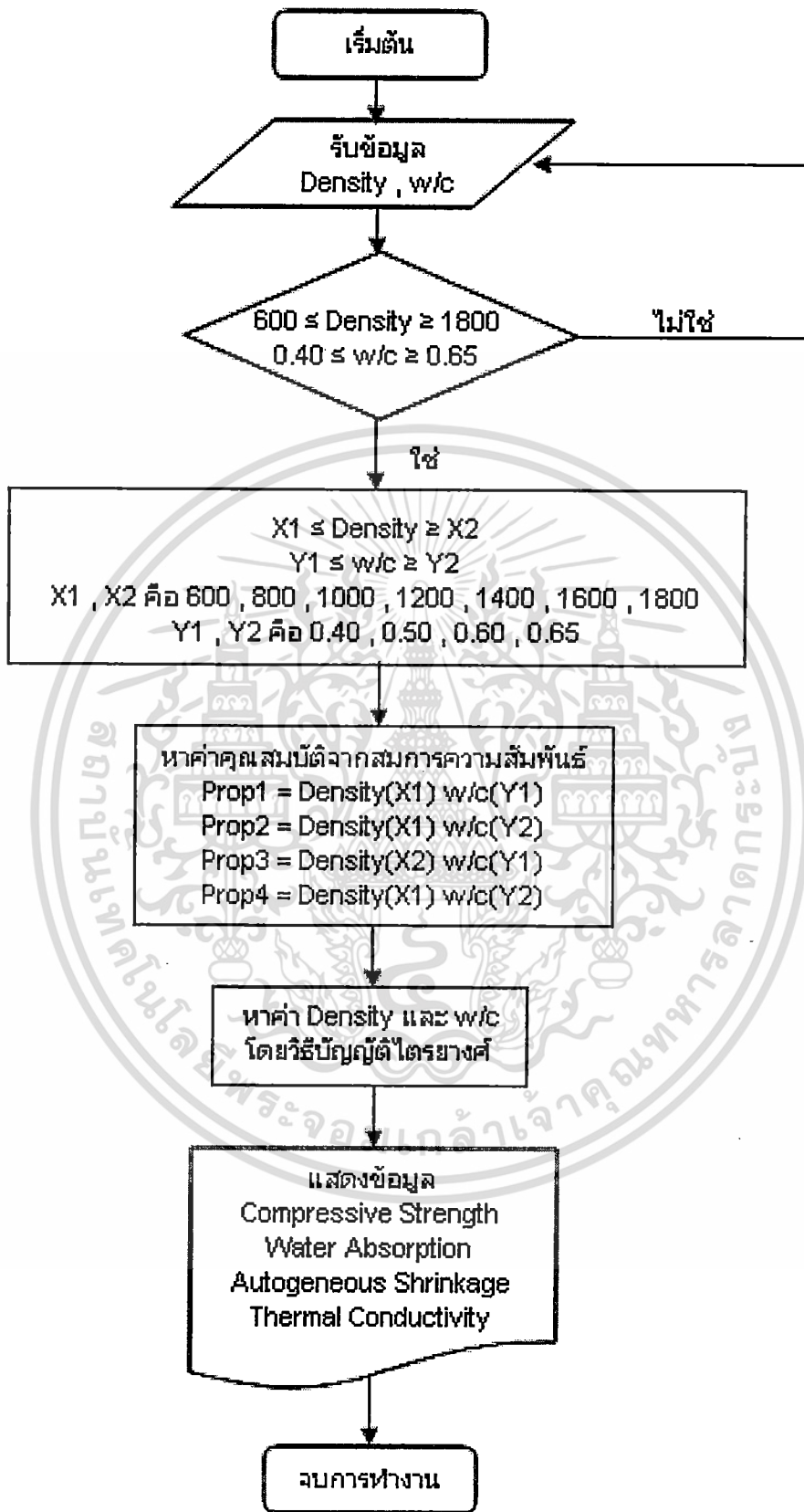
5.3.5 หาค่าคุณสมบัติที่ต้องการจากค่า w/c ที่ใกล้เคียง โดยวิธีบัญญัติไตรยางศ์

(หาค่าที่ density 1500 w/c 0.45 จากค่าที่ density 1500 w/c 0.40 กับค่าที่ density 1500 w/c 0.50 โดยวิธีบัญญัติไตรยางศ์)

5.3.6 แสดงผลค่าคุณสมบัติที่หาได้ และจบการทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

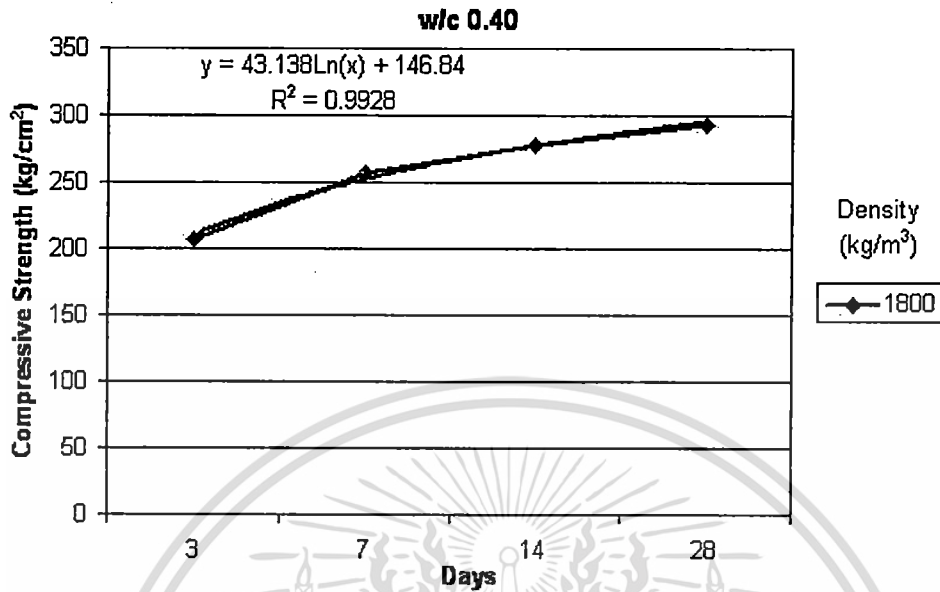


รูปที่ 5.1 Flow Chart แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 สมการความสัมพันธ์

5.4.1 กำลังรับแรงอัด (Compressive Strength)



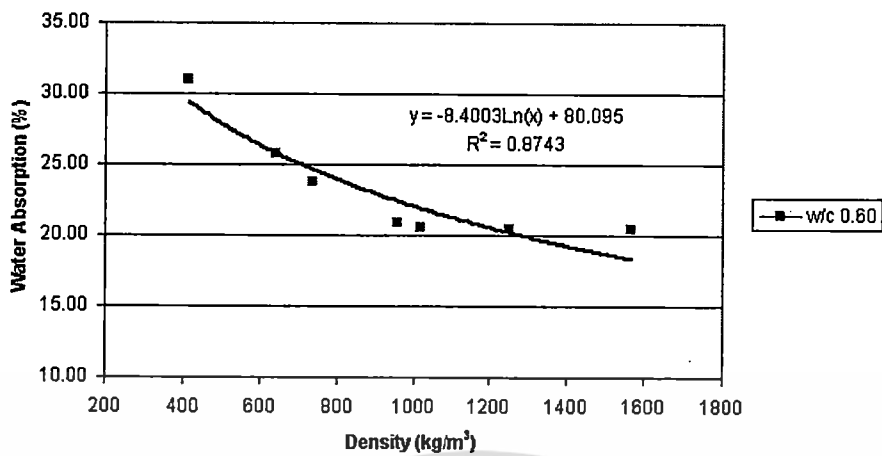
รูปที่ 5.2 ตัวอย่างสมการค่ากำลังรับแรงอัด ที่ density 1800 kg/m³ และ w/c 0.40

ตารางที่ 5.1 แสดงสมการค่ากำลังรับแรงอัดที่ density 600 - 1800 kg/m³ และ w/c 0.40 - 0.65 (ค่า x คือค่าอายุของตัวอย่าง)

w/c	density (kg/m ³)	Equation
0.40	600	$3.7013\text{Ln}(x) + 6.8768$
	800	$11.419\text{Ln}(x) + 15.249$
	1000	$16.497\text{Ln}(x) + 15.893$
	1200	$18.306\text{Ln}(x) + 30.391$
	1400	$28.94\text{Ln}(x) + 48.356$
	1600	$43.919\text{Ln}(x) + 93.43$
	1800	$43.138\text{Ln}(x) + 146.84$
0.50	600	$3.8367\text{Ln}(x) + 5.0851$
	800	$10.663\text{Ln}(x) + 12.438$
	1000	$11.077\text{Ln}(x) + 15.105$
	1200	$12.564\text{Ln}(x) + 28.87$
	1400	$27.205\text{Ln}(x) + 43.977$
	1600	$37.413\text{Ln}(x) + 89.213$
	1800	$49.833\text{Ln}(x) + 105.25$
0.60	600	$2.5744\text{Ln}(x) + 5.1166$
	800	$9.8036\text{Ln}(x) + 8.7343$
	1000	$9.3357\text{Ln}(x) + 13.399$
	1200	$10.697\text{Ln}(x) + 26.573$
	1400	$22.334\text{Ln}(x) + 40.043$
	1600	$41.2\text{Ln}(x) + 78.872$
	1800	$44.323\text{Ln}(x) + 89.86$
0.65	600	$1.088\text{Ln}(x) + 2.0786$
	800	$3.755\text{Ln}(x) + 5.9483$
	1000	$6.7959\text{Ln}(x) + 11.797$
	1200	$8.6534\text{Ln}(x) + 25.511$
	1400	$6.8622\text{Ln}(x) + 41.181$
	1600	$12.925\text{Ln}(x) + 65.985$
	1800	$40.419\text{Ln}(x) + 82.949$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.1 อัตราการดูดซึมน้ำ (Water Absorption)

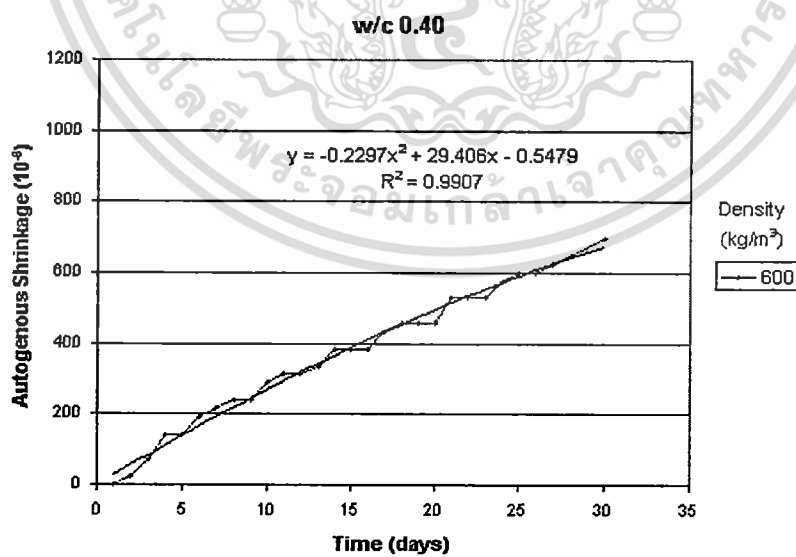


รูปที่ 5.3 ตัวอย่างสมการค่าอัตราการดูดซึมน้ำที่ density 600-1800 kg/m³ และ w/c 0.60

ตารางที่ 5.2 แสดงสมการค่าอัตราการดูดซึมน้ำที่ w/c 0.40 – 0.65 (ค่า x คือค่าความหนาแน่น)

w/c	Equation
0.65	-13.006Ln(x) + 114.67
0.60	-8.4003Ln(x) + 80.095
0.50	-6.6527Ln(x) + 66.568
0.40	-6.9794Ln(x) + 66.872

5.4.1 อัตราการหดตัว (Autogeneous Shrinkage)



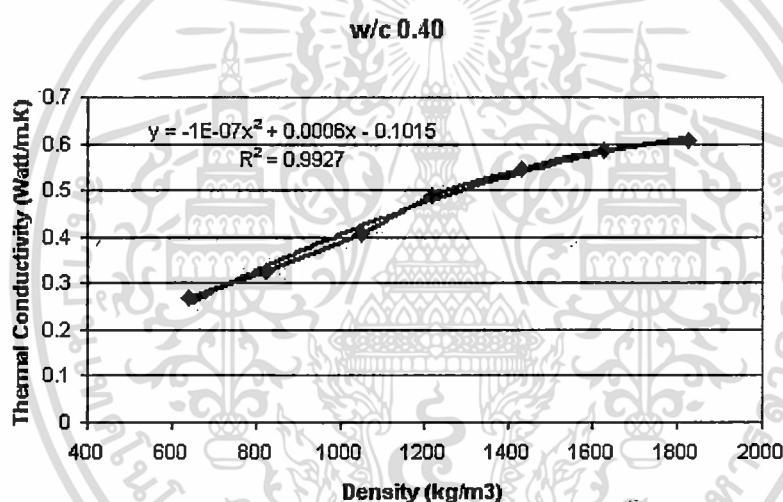
รูปที่ 5.4 ตัวอย่างสมการค่าอัตราการหดตัวแบบ Autogeneous Shrinkage

ที่ density 600 kg/m³ และ w/c 0.40

ตารางที่ 5.3 แสดงสมการค่าอัตราการหดตัวแบบ Autogeneous Shrinkage ที่ w/c 0.40 – 0.65 (ค่า x คือค่าอายุของตัวอย่าง)

w/c	density (kg/m ³)	Equation
0.65	600	$-0.4111x^2 + 53.668x - 59.243$
	1800	$-0.0547x^2 + 21.699x - 5.5212$
0.60	600	$-0.1105x^2 + 33.678x - 36.293$
	1800	$-0.0372x^2 + 20.127x - 6.9979$
0.50	600	$-0.0259x^2 + 25.726x + 5.4463$
	1800	$-0.3825x^2 + 26.033x - 14.802$
0.40	600	$-0.2297x^2 + 29.406x - 0.5479$
	1800	$-0.3304x^2 + 25.266x - 46.1$

5.4.1 ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity)



รูปที่ 5.5 ตัวอย่างสมการค่าการนำความร้อนที่ density 600-1800 kg/m³ และ w/c 0.40

ตารางที่ 5.4 แสดงสมการค่าการนำความร้อนที่ w/c 0.40 – 0.65 (ค่า x คือค่าความหนาแน่น)

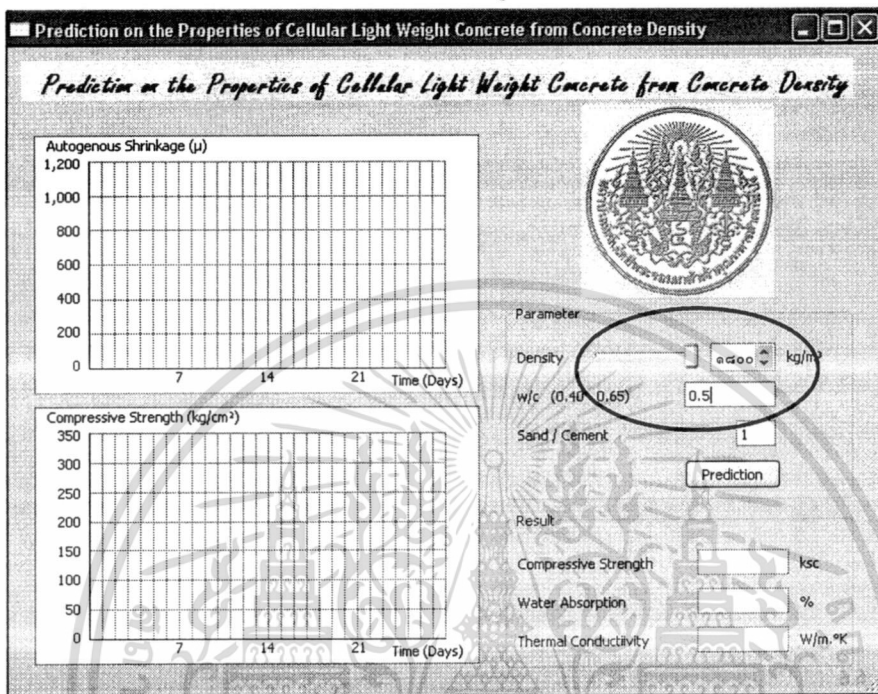
w/c	Equation
0.65	$-6E-08x^2 + 0.0004x - 0.005$
0.60	$-8E-08x^2 + 0.0005x - 0.0688$
0.50	$-3E-08x^2 + 0.0004x + 0.0046$
0.40	$-1E-07x^2 + 0.0006x - 0.1015$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

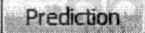
5.5 รายละเอียดของการใช้งานโปรแกรม

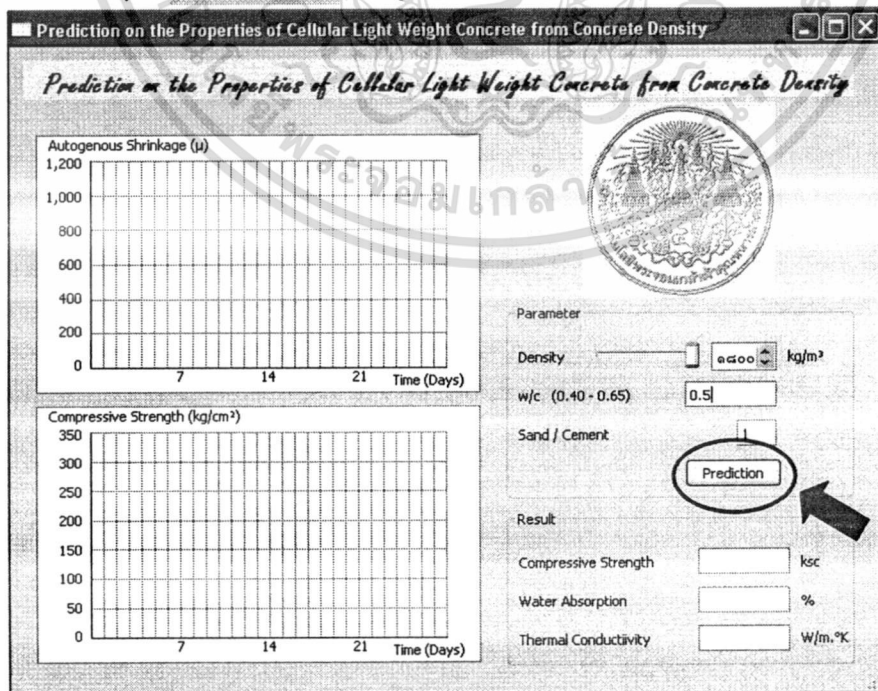
5.5.1 ส่วน Parameter จะมีค่า Input ที่ต้องใส่ 2 ตัวแปรคือ

1. Density ค่าที่ใส่อยู่ในช่วงระหว่าง 600 ถึง 1800 กก./ลบ.ม.
2. Water/Cement ratio (w/c) ค่าที่ใส่อยู่ในช่วงระหว่าง 0.40 ถึง 0.65 ดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม

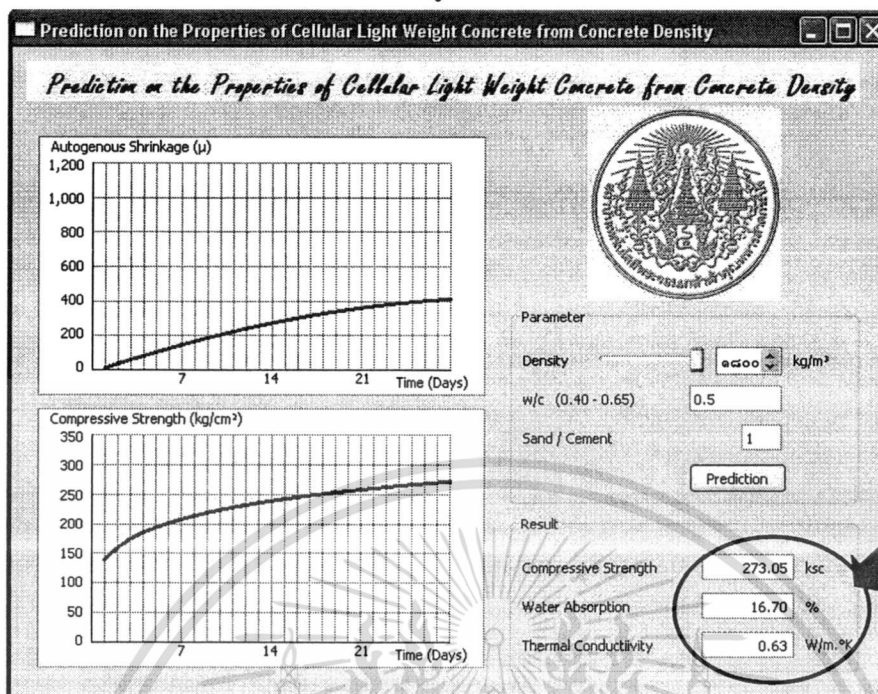
5.5.2 คลิกที่ปุ่ม  ดังรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม

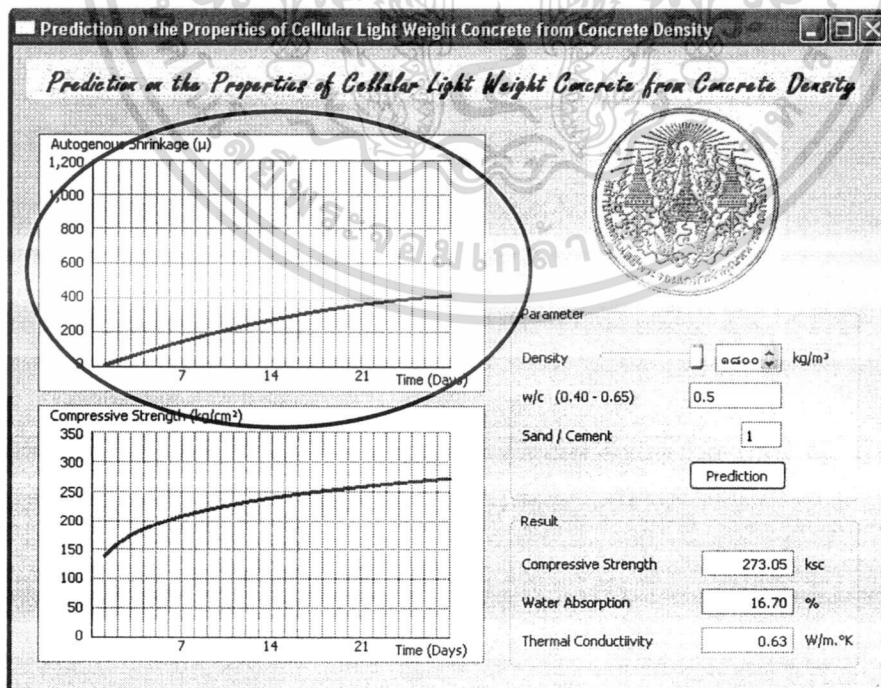
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.3 ส่วน Result จะแสดงค่าที่หาได้ ดังรูปที่ 5.8



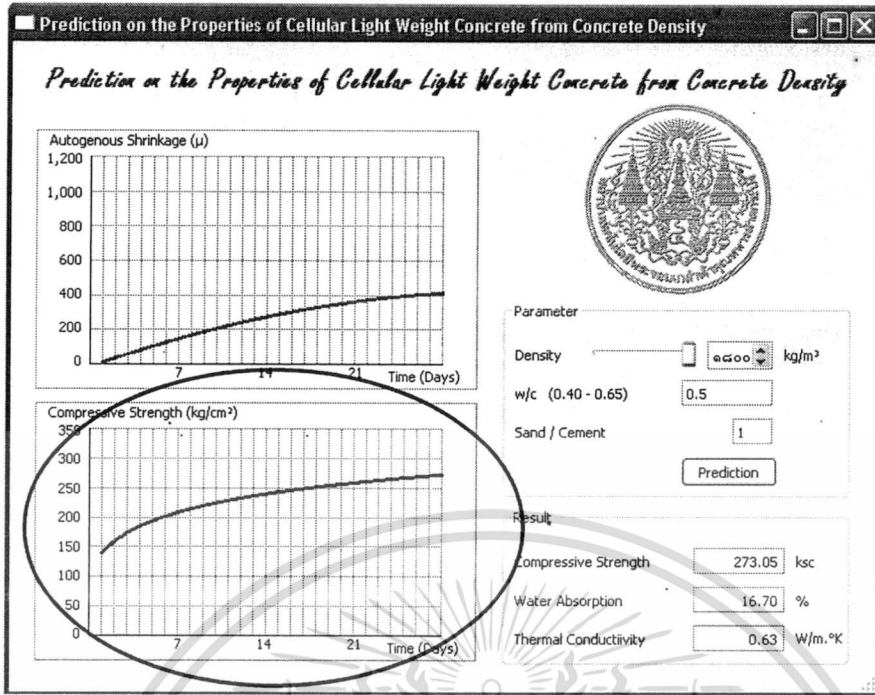
รูปที่ 5.8 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม

5.5.4 ส่วนของกราฟ ด้านบนจะเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหดตัวกับอายุของคอนกรีตมวลเบา ดังรูปที่ 5.9 และกราฟด้านล่างเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดกับอายุของคอนกรีตมวลเบา ดังรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.9 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



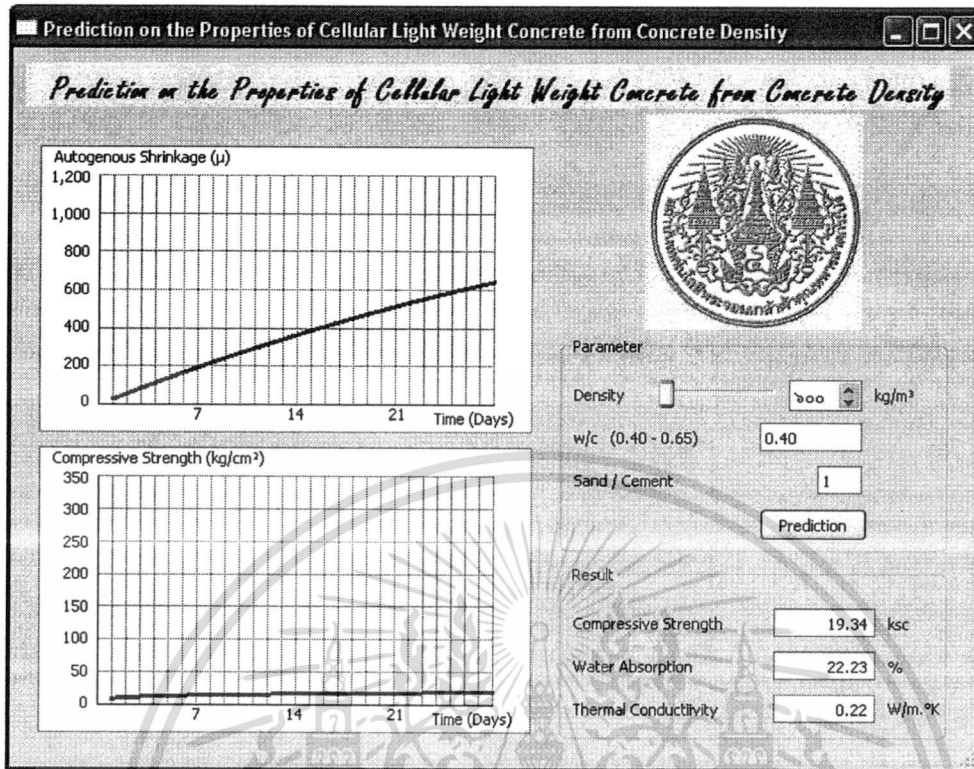
รูปที่ 5.10 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม

5.6 การทดสอบประสิทธิภาพการแสดงผลของโปรแกรม

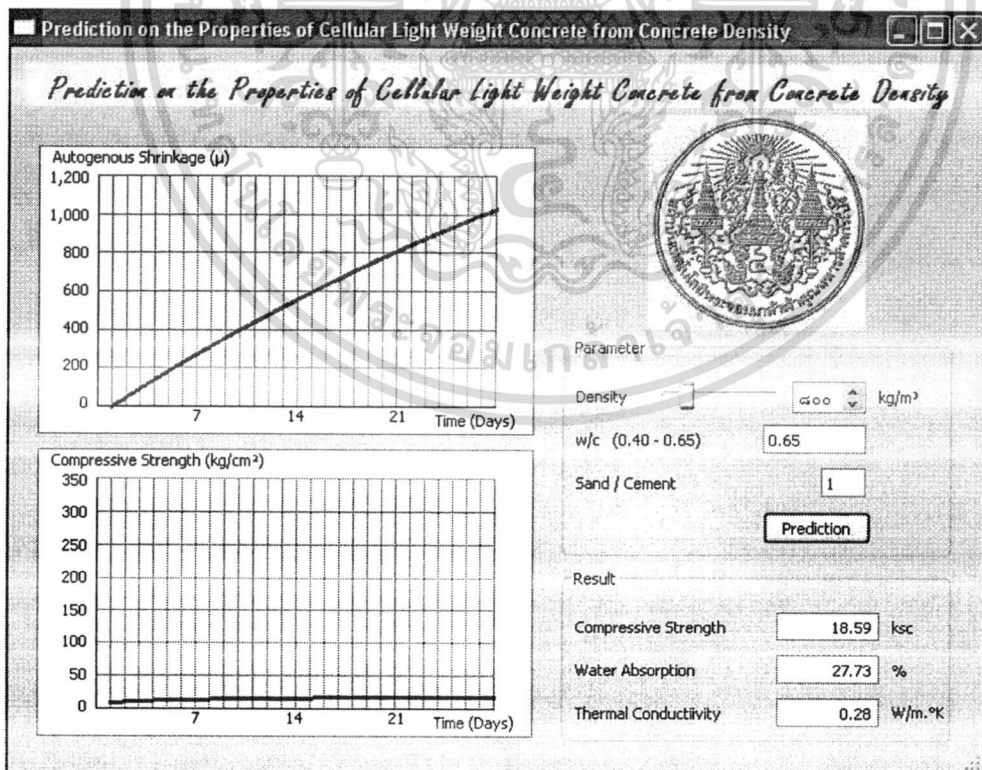
เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยจะตรวจสอบความถูกต้องกับฐานข้อมูลการทดสอบ (ภาคผนวก ก ข ค และ ง) จะสมมติให้ค่า Density = 600 , 800 , 1000 , 1200 , 1400 , 1600 และ 1800 w/c = 0.40 , 0.50 , 0.60 , 0.65 ได้ผลตามตารางที่ 5.5 ตารางที่ 5.5 แสดงค่าคุณสมบัติที่หาโดยโปรแกรมกับค่าจากผลการทดสอบ

w/c	Density (kg/m ³)	ค่าจากโปรแกรม			ผลการทดสอบ			ERROR		
		Compressive Strength (ksc.)	Water Absorption (%)	Thermal Conductivity (W/m.°K)	Compressive Strength (ksc.)	Water Absorption (%)	Thermal Conductivity (W/m.°K)	Compressive Strength	Water Absorption	Thermal Conductivity
0.40	600	19.34	22.23	0.22	18.36	22.38	0.27	5.34	-0.67	-17.60
	800	53.70	20.22	0.31	47.46	19.58	0.32	13.15	3.27	-4.32
	1000	71.44	18.66	0.40	59.47	18.01	0.41	20.13	3.61	-1.96
	1200	92.03	17.39	0.47	84.08	17.29	0.49	9.46	0.58	-3.89
	1400	145.81	16.31	0.54	130.59	16.81	0.55	11.65	-2.97	-1.28
	1600	241.32	15.38	0.60	227.91	16.33	0.59	5.88	-5.82	2.56
	1800	292.10	14.56	0.65	292.03	15.83	0.61	0.02	-8.02	7.26
0.50	600	18.00	24.01	0.23	16.03	24.27	0.25	12.29	-1.07	-8.37
	800	48.34	22.10	0.31	39.35	23.61	0.30	22.85	-6.40	4.38
	1000	52.40	20.61	0.37	47.68	21.50	0.37	9.90	-4.14	0.27
	1200	71.18	19.40	0.44	71.22	19.61	0.44	-0.06	-1.07	0.92
	1400	135.58	18.37	0.51	126.57	19.43	0.51	7.12	-5.46	0.79
	1600	215.19	17.49	0.57	217.08	18.42	0.55	-0.87	-5.05	3.07
	1800	273.05	16.70	0.63	264.21	17.64	0.57	3.35	-5.33	10.33
0.60	600	13.79	26.36	0.20	13.44	31.03	0.23	2.60	-15.05	-11.89
	800	41.75	23.94	0.28	31.44	25.72	0.27	32.79	-6.92	2.56
	1000	44.84	22.07	0.35	37.02	23.74	0.33	21.12	-7.03	4.79
	1200	62.59	20.54	0.42	61.85	20.86	0.41	1.20	-1.53	1.94
	1400	115.25	19.24	0.47	111.99	20.57	0.47	2.91	-6.47	-0.63
	1600	217.60	18.12	0.53	208.95	20.42	0.53	4.14	-11.26	0.38
	1800	239.11	17.13	0.57	244.89	20.42	0.54	-2.36	-16.11	5.17
0.65	600	5.74	31.47	0.21	10.92	35.70	0.22	-47.44	-11.85	-5.41
	800	18.59	27.73	0.28	24.77	30.16	0.26	-24.95	-8.06	7.28
	1000	34.68	24.83	0.34	29.78	26.05	0.33	16.45	-4.68	4.62
	1200	54.65	22.46	0.39	55.37	23.03	0.39	-1.30	-2.48	-1.02
	1400	64.29	20.45	0.44	95.93	21.67	0.46	-32.98	-5.63	-4.14
	1600	109.51	18.71	0.48	193.97	20.94	0.51	-43.54	-10.65	-5.33
	1800	219.05	17.18	0.52	224.77	20.78	0.53	-2.54	-17.32	-1.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.11 แสดงตัวอย่างการหาค่าคุณสมบัติโดยกำหนดให้ Density 600 w/c 0.40



รูปที่ 5.12 แสดงตัวอย่างการหาค่าคุณสมบัติโดยกำหนดให้ Density 800 w/c 0.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 สรุปการทดสอบประสิทธิภาพการแสดงผลของโปรแกรม

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของโปรแกรมในการแสดงค่ากำลังรับแรงอัด ค่าอัตราการดูดซึมน้ำ และค่าการนำความร้อนที่เปรียบเทียบกับผลจากการทดสอบได้ผลดังนี้

5.7.1 กำลังรับแรงอัด (Compressive Strength)

พบว่าความผิดพลาดของค่า Density 1600 w/c 0.65 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ -43.54% (ค่ากำลังรับแรงอัดต่ำกว่าการทดสอบเท่ากับ 84.46 ksc.) และค่า Density 1400 w/c 0.65 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ -32.98% (ค่ากำลังรับแรงอัดต่ำกว่าการทดสอบเท่ากับ 31.64 ksc.) ส่วนค่าอื่น ๆ มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 25% หรือมีค่าไม่เกิน 16 ksc. ถือว่ามีความผิดพลาดเพียงเล็กน้อย

5.7.2 อัตราการดูดซึมน้ำ (Water Absorption)

พบว่าความผิดพลาดของค่า Density 600 w/c 0.60 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ -15.05% (อัตราการดูดซึมน้ำต่ำกว่าการทดสอบเท่ากับ 4.67%) ค่า Density 600 w/c 0.65 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ -11.85% (อัตราการดูดซึมน้ำต่ำกว่าการทดสอบเท่ากับ 4.23%) ค่า Density 1800 w/c 0.65 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ -17.32% (อัตราการดูดซึมน้ำต่ำกว่าการทดสอบเท่ากับ 3.60%) และค่า Density 1800 w/c 0.60 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ -16.11% (อัตราการดูดซึมน้ำต่ำกว่าการทดสอบเท่ากับ 3.29%) ส่วนค่าอื่น ๆ มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 11% หรือมีค่าไม่เกิน 2.3% ถือว่ามีความผิดพลาดเพียงเล็กน้อย

5.7.3 ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity)

พบว่าความผิดพลาดของค่า Density 600 w/c 0.60 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ -17.60% (อัตราการดูดซึมน้ำต่ำกว่าการทดสอบเท่ากับ 0.05 W/m.^oK) และค่า Density 1800 w/c 0.50 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 10.33% (อัตราการดูดซึมน้ำสูงกว่าการทดสอบเท่ากับ 0.06 W/m.^oK) ส่วนค่าอื่น ๆ มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 11% หรือมีค่าไม่เกิน 0.03 W/m.^oK ถือว่ามีความผิดพลาดเพียงเล็กน้อย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

รายงานนี้เป็นการศึกษาถึงคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC ซึ่งในปัจจุบันนิยมนำคอนกรีตมวลเบามาใช้ในงานก่อสร้างจำนวนมาก ผลจากการศึกษานี้ยังสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกใช้วัสดุคอนกรีตมวลเบาให้ตรงและเหมาะสมกับงานก่อสร้างได้ต่อไป

6.1 สรุปผลการทดสอบคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC

จากการศึกษาคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาแล้วนำมาพิจารณารวมกัน พบว่าถ้าต้องการคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นมาก จะสามารถรับแรงอัดได้มาก มีการหดตัวน้อย มีค่าการดูดซึมน้ำน้อย และความสามารถในการกันความร้อนได้น้อย และค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ก็มีผลต่อคุณสมบัติด้วยเช่นกัน ในการศึกษา

1. ค่ากำลังรับแรงอัดจะแปรผันตามค่าความหนาแน่นของคอนกรีตมวลเบา โดยคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่น 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.40 จะมีค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุด และจะมีค่ากำลังรับแรงอัดต่ำลงเมื่อค่าความหนาแน่นลดลง

2. อัตราการดูดซึมน้ำจะแปรผกผันกับค่าความหนาแน่นของคอนกรีตมวลเบา โดยคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.65 จะมีอัตราการดูดซึมน้ำสูงสุด และมีอัตราการดูดซึมน้ำต่ำลงเมื่อค่าความหนาแน่นมากขึ้น

3. อัตราการหดตัวจะแปรผกผันกับค่าความหนาแน่นของคอนกรีตมวลเบา โดยคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.65 จะมีอัตราการหดตัวสูงสุด (ที่ 28 วัน) และมีอัตราการหดตัวต่ำลงเมื่อค่าความหนาแน่นมากขึ้น

4. อัตราการนำความร้อนจะแปรผันตามค่าความหนาแน่นของคอนกรีตมวลเบา โดยคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่น 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.40 จะมีอัตราการนำความร้อนสูงสุด และจะมีอัตราการนำความร้อนต่ำลงเมื่อค่าความหนาแน่นลดลง

6.2 สรุปผลโปรแกรมหาค่าคุณสมบัติ

โดยรวมแล้วจากการทดสอบโปรแกรมหาค่าคุณสมบัติจากค่าความหนาแน่นนี้ สามารถหาค่าคุณสมบัติได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว และมีค่าความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย อย่างไรก็ตามยังมีบางค่าที่มีค่าความคลาดเคลื่อนสูง ดังนั้นผู้ใช้งานควรใช้ดุลพินิจในการหาค่าความผิดพลาดนั้นเพื่อการนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยในครั้งนี่ยังมีขอบเขตที่สามารถพัฒนาได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งมีข้อเสนอแนะสำหรับศึกษาเพิ่มเติมดังนี้

1. สามารถเพิ่มตัวแปรและขอบเขตของตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบให้มากกว่านี้ เพื่อให้ครอบคลุมการใช้งานที่หลากหลาย และมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น
2. ควรศึกษาเกี่ยวกับการหดตัวแบบ Drying Shrinkage เพิ่มเติม เพราะมีความจำเป็นต่อความคงทนของโครงสร้างในระยะยาว
3. เพื่อนำผลจากโปรแกรมไปใช้งานที่มีประสิทธิภาพ ควรมีการหาค่าผิดพลาดในการหาค่าคุณสมบัติด้วย แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- วินิต ช่อวิเชียร, คอนกรีตเทคโนโลยี, พิมพ์ครั้งที่ 9 (กรุงเทพมหานคร: หป.สัมพันธ์พาณิชย์, 2544)
- ศิริวัฒน์ ไชยชนะ, ปฏิบัติการคอนกรีตเทคโนโลยี, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพมหานคร: หจก.วี.เจ.พรินต์ติ้ง, 2542)
- ชาตชาย พรหมวงษ์, ศาสวัต เอี่ยมโหมค และ วิไลรัตน์ สุขศรี, “อิทธิพลของสารเพิ่มฟองอากาศที่มีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตเบา,” (ปริญญานิพนธ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง), 2549
- กลยุฎา ไรจน์ประสิทธิ์พร, อราวินท์ บริรักษ์อราวินท์ และ สุภัทรชัย สุกเกล้า, “คุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาผสมเส้นใยไมโครไฟเบอร์,” (ปริญญานิพนธ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546)
- ชีรพล สุวรรณรัชตกุล, ปรินทร์ ๓ประเสริฐ, ปริญญา แสงสว่าง และ วรเชษฐ์ มงคลกาวิน, “การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตผสมขานอ้อย,” (ปริญญานิพนธ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547)
- ปิยพงศ์ กี่สวัสดิ์คอน และ สิทธิโชค หอมกระจาย “คอนกรีตเบา,” (ปริญญานิพนธ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2539)
- รณฤทธิ์ รักรวงศ์, วัชระ มณีศรี และ ศิริพงศ์ พรหมศาสตร์, “อิทธิพลของผงอะลูมิเนียมที่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของคอนกรีตเบา,” (ปริญญานิพนธ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2548)
- เสถียร ทวีชีพ และ วิเชียร นิยมศรี, “คอนกรีตเบาผสมทรายหยาบ,” (ปริญญานิพนธ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541)
- ขจรพันธ์ ดันติพงษ์, ญัฐพงษ์ อภินันท์กุล และ ปรีชา ชิวะเจริญไชย “การศึกษาคุณสมบัติคอนกรีตพูนที่ผลิตโดยผงอะลูมิเนียม,” (ปริญญานิพนธ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- E.K. Kunhanandam Nambiar, K. Ramamurthy, **Air-void characterization of foam concrete**, Cement and Concrete Research 37 (2007) 221-230
- ASTM C39 Standard Test Method for Compressive Strength of Concrete Specimens
- ASTM C642-06 Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete
- ASTM C201-93 Standard Test Method for Thermal Conductivity of Refractories
- JIS 1129 Test method for length change of mortar and concrete



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.
ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.4และความหนาแน่น 1846.55 kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	245.84	20/10/2551	3	5.160	5.130	5.040	1842.70	6547.20	247.34	245.88
2	247.09	20/10/2551	3	5.160	5.210	5.020	1830.90	6478.10	240.97	
3	235.05	20/10/2551	3	5.080	5.030	5.010	1836.08	6204.90	242.83	
4	240.95	20/10/2551	3	5.190	5.020	5.030	1838.60	6349.80	243.72	
5	242.19	20/10/2551	3	5.010	5.100	5.040	1880.69	6503.30	254.52	
6	243.84	24/10/2551	7	5.200	5.120	5.020	1824.43	6784.80	254.84	256.99
7	243.85	24/10/2551	7	5.160	5.050	5.060	1849.39	6894.70	264.59	
8	241.39	24/10/2551	7	5.230	5.040	5.020	1824.25	6609.80	250.76	
9	242.74	24/10/2551	7	5.060	5.190	5.020	1841.28	6736.20	256.51	
10	242.79	24/10/2551	7	5.020	5.130	5.110	1844.97	6650.70	258.25	
11	243.57	31/10/2551	14	5.070	5.140	5.040	1854.48	7098.40	272.39	277.28
12	245.73	31/10/2551	14	5.040	5.240	5.020	1853.50	7123.60	269.74	
13	248.01	31/10/2551	14	5.210	5.060	5.060	1859.22	7296.80	276.79	
14	245.28	31/10/2551	14	5.140	5.100	5.030	1860.21	7264.90	277.14	
15	245.30	31/10/2551	14	5.000	5.090	5.150	1871.55	7389.60	290.36	
16	242.81	15/11/2551	28	5.050	5.090	5.130	1841.37	7602.00	295.75	292.03
17	249.00	15/11/2551	28	5.020	5.230	5.170	1834.44	7701.60	293.34	
18	245.19	15/11/2551	28	5.140	5.190	5.030	1827.28	7562.90	283.50	
19	248.05	15/11/2551	28	5.010	5.090	5.220	1863.43	7665.80	300.61	
20	240.38	15/11/2551	28	5.030	5.160	5.000	1852.30	7447.90	286.96	

ตารางที่ ก.2 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.4 และความหนาแน่น 1638.05 kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อน ทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วย น้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับ แรงอัด (kg)	กำลังรับ แรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	219.10	20/10/2551	3	5.150	5.130	5.040	1645.46	3904.60	147.79	140.17
2	217.11	20/10/2551	3	5.100	5.120	5.040	1649.72	3887.00	148.86	
3	214.37	20/10/2551	3	5.100	5.000	5.180	1622.94	3399.60	133.32	
4	217.10	20/10/2551	3	5.030	5.140	5.110	1643.27	3784.50	146.38	
5	215.33	20/10/2551	3	5.040	5.150	5.170	1604.63	3231.50	124.50	
6	212.63	24/10/2551	7	5.110	5.000	5.100	1631.79	4095.40	160.29	162.87
7	217.00	24/10/2551	7	5.170	5.020	5.140	1626.68	4138.40	159.46	
8	216.34	24/10/2551	7	5.130	5.130	5.010	1640.83	4318.80	164.11	
9	213.73	24/10/2551	7	5.130	5.070	5.010	1640.22	4268.80	164.13	
10	215.20	24/10/2551	7	5.030	5.100	5.100	1644.88	4267.50	166.35	
11	219.40	31/10/2551	14	5.280	5.120	5.020	1616.70	5011.40	185.38	196.52
12	217.68	31/10/2551	14	5.080	5.160	5.010	1657.55	5183.90	197.76	
13	216.84	31/10/2551	14	5.060	5.100	5.020	1673.84	5285.80	204.83	
14	218.30	31/10/2551	14	5.100	5.130	5.030	1658.82	5296.30	202.43	
15	217.36	31/10/2551	14	5.090	5.140	5.030	1651.70	5028.60	192.21	
16	218.71	15/11/2551	28	5.170	5.150	5.020	1636.32	6093.50	228.86	227.91
17	219.40	15/11/2551	28	5.010	5.170	5.180	1635.23	5907.20	228.06	
18	216.63	15/11/2551	28	5.140	5.060	5.010	1662.52	6093.50	234.29	
19	217.12	15/11/2551	28	5.200	5.100	5.050	1621.19	5892.40	222.19	
20	212.20	15/11/2551	28	5.030	5.020	5.140	1634.97	5710.30	226.15	

ตารางที่ ก.3 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.4 และความหนาแน่น 1447.37 kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	183.26	21/10/2551	3	5.120	4.980	5.000	1437.47	1800.20	70.60	72.07
2	187.36	21/10/2551	3	5.160	5.040	5.000	1440.88	1946.80	74.86	
3	187.62	21/10/2551	3	5.200	5.040	5.040	1420.41	1784.60	68.09	
4	186.84	21/10/2551	3	5.140	5.050	5.000	1439.61	1886.20	72.67	
5	189.93	21/10/2551	3	5.160	5.090	5.020	1440.53	1947.30	74.14	
6	191.84	25/10/2551	7	5.040	5.150	5.130	1440.73	2499.80	96.31	92.60
7	189.72	25/10/2551	7	5.220	5.060	5.040	1425.15	2248.20	85.12	
8	193.17	25/10/2551	7	5.040	5.070	5.230	1445.44	2653.00	103.82	
9	184.83	25/10/2551	7	5.070	5.140	5.020	1412.86	2023.20	77.64	
10	188.72	25/10/2551	7	5.170	5.060	5.000	1442.81	2619.60	100.14	
11	189.63	1/11/2551	14	5.000	5.140	5.070	1455.35	2858.90	111.24	112.45
12	190.15	1/11/2551	14	5.070	5.140	5.030	1450.63	2847.30	109.26	
13	189.93	1/11/2551	14	5.010	5.140	5.050	1460.50	2946.20	114.41	
14	196.19	1/11/2551	14	5.220	5.020	5.120	1462.29	3029.00	115.59	
15	193.73	1/11/2551	14	5.090	5.200	5.030	1455.15	2957.10	111.72	
16	190.38	15/11/2551	28	5.130	5.110	5.050	1438.11	3304.80	126.07	130.59
17	193.88	15/11/2551	28	5.260	5.040	5.100	1433.99	3259.60	122.96	
18	193.95	15/11/2551	28	5.030	5.120	5.160	1459.49	3496.20	135.76	
19	192.11	15/11/2551	28	5.140	5.110	5.000	1462.84	3580.10	136.30	
20	192.78	15/11/2551	28	5.220	5.040	5.080	1442.44	3469.10	131.86	

ตารางที่ ก.4 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.4 และความหนาแน่น 1234.63 kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	160.42	22/10/2551	3	5.020	5.150	5.010	1238.54	1187.00	45.91	47.59
2	163.23	22/10/2551	3	5.020	5.150	5.100	1237.99	1186.40	45.89	
3	162.97	22/10/2551	3	5.000	5.180	5.070	1241.08	1248.60	48.21	
4	163.84	22/10/2551	3	5.100	5.140	5.030	1242.56	1356.80	51.76	
5	160.36	22/10/2551	3	5.010	5.130	5.040	1237.97	1186.60	46.17	
6	161.46	26/10/2551	7	5.050	5.200	5.020	1224.80	1256.80	47.86	53.37
7	161.31	26/10/2551	7	5.020	5.100	5.090	1237.85	1358.60	53.07	
8	160.73	26/10/2551	7	5.040	5.100	5.040	1240.70	1522.30	59.22	
9	160.71	26/10/2551	7	5.040	5.140	5.000	1240.74	1507.20	58.18	
10	157.87	26/10/2551	7	5.000	5.140	5.000	1228.58	1246.80	48.51	
11	161.40	2/11/2551	14	5.000	5.150	5.070	1236.28	1784.60	69.30	71.73
12	161.48	2/11/2551	14	5.060	5.120	5.020	1241.64	1893.40	73.08	
13	161.23	2/11/2551	14	5.120	5.000	5.030	1252.10	2048.30	80.01	
14	160.52	2/11/2551	14	5.040	5.160	5.020	1229.55	1689.50	64.96	
15	161.77	2/11/2551	14	5.000	5.190	5.030	1239.35	1850.30	71.30	
16	162.74	16/11/2551	28	5.210	5.020	5.050	1232.14	2178.40	83.29	84.08
17	160.93	16/11/2551	28	5.110	5.070	5.010	1239.85	2273.90	87.77	
18	160.53	16/11/2551	28	5.090	5.100	5.030	1229.44	2048.20	78.90	
19	164.10	16/11/2551	28	5.200	5.070	5.060	1230.12	2177.40	82.59	
20	162.70	16/11/2551	28	5.200	5.020	5.020	1241.59	2293.60	87.86	

ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.4 และความหนาแน่น 1023.84 kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	133.85	21/10/2551	3	5.050	5.180	5.000	1023.36	669.10	25.58	26.32
2	139.17	21/10/2551	3	5.040	5.400	5.000	1022.71	681.40	25.04	
3	132.48	21/10/2551	3	5.000	5.090	5.040	1032.84	745.60	29.30	
4	132.73	21/10/2551	3	5.100	5.120	5.000	1016.62	625.40	23.95	
5	132.17	21/10/2551	3	5.100	5.040	5.000	1028.40	712.80	27.73	
6	133.85	25/10/2551	7	5.210	5.040	5.030	1013.40	778.00	29.63	32.15
7	134.17	25/10/2551	7	5.080	5.000	5.160	1023.70	794.60	31.28	
8	133.12	25/10/2551	7	5.000	5.040	5.140	1027.73	846.50	33.59	
9	135.48	25/10/2551	7	5.000	5.230	5.040	1027.95	883.10	33.77	
10	134.83	25/10/2551	7	5.000	5.230	5.040	1023.02	849.70	32.49	
11	134.37	1/11/2551	14	5.030	5.160	5.000	1035.42	1184.90	45.65	47.77
12	137.36	1/11/2551	14	5.030	5.210	5.040	1039.98	1248.70	47.65	
13	134.10	1/11/2551	14	5.100	5.010	5.050	1039.27	1216.00	47.59	
14	136.29	1/11/2551	14	5.050	5.220	5.000	1034.03	1228.20	46.59	
15	138.27	1/11/2551	14	5.050	5.200	5.030	1046.80	1348.40	51.35	
16	136.82	15/11/2551	28	5.180	5.070	5.090	1023.51	1673.50	63.72	59.47
17	138.62	15/11/2551	28	5.190	5.160	5.030	1029.06	1749.30	65.32	
18	137.63	15/11/2551	28	5.190	5.080	5.060	1031.65	1859.20	70.52	
19	134.20	15/11/2551	28	5.210	5.060	5.010	1016.08	1227.00	46.54	
20	136.14	15/11/2551	28	5.250	5.010	5.080	1018.88	1348.40	51.27	

ตารางที่ ก.6 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.4 และความหนาแน่น 836.62 kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	105.68	22/10/2551	3	5.020	5.140	5.030	814.25	550.00	21.32	22.97
2	107.73	22/10/2551	3	5.050	5.120	5.060	823.43	623.50	24.11	
3	105.00	22/10/2551	3	5.020	5.080	5.000	823.48	622.40	24.41	
4	110.67	22/10/2551	3	5.100	5.250	5.030	821.74	590.10	22.04	
5	110.27	22/10/2551	3	5.080	5.210	5.000	833.27	608.10	22.98	
6	106.28	26/10/2551	7	5.000	5.130	5.000	828.69	843.20	32.87	32.05
7	105.25	26/10/2551	7	5.000	5.060	5.040	825.41	794.60	31.41	
8	104.73	26/10/2551	7	5.010	4.990	5.060	827.91	803.50	32.14	
9	107.32	26/10/2551	7	5.060	5.100	5.020	828.43	844.20	32.71	
10	108.63	26/10/2551	7	5.200	5.070	5.000	824.08	820.60	31.13	
11	108.29	2/11/2551	14	5.010	5.160	5.060	827.85	958.10	37.06	36.50
12	107.36	2/11/2551	14	5.030	5.210	5.020	816.08	884.60	33.76	
13	105.73	2/11/2551	14	5.040	5.060	5.030	824.23	910.50	35.70	
14	106.00	2/11/2551	14	5.010	5.080	5.020	829.66	946.80	37.20	
15	107.00	2/11/2551	14	5.070	5.080	5.000	830.89	998.40	38.76	
16	107.30	16/11/2551	28	5.050	5.020	5.080	833.18	1156.80	45.63	47.46
17	113.00	16/11/2551	28	5.110	5.210	5.080	835.52	1248.60	46.90	
18	106.00	16/11/2551	28	4.990	5.080	5.010	834.65	1176.80	46.42	
19	107.89	16/11/2551	28	5.020	5.000	5.130	837.90	1204.30	47.98	
20	109.27	16/11/2551	28	5.070	5.110	5.010	841.85	1305.20	50.38	

ตารางที่ ก.7 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.4 และความหนาแน่น 617.64 kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	80.41	19/10/2551	3	5.000	5.000	5.130	626.98	253.40	10.14	10.56
2	78.51	19/10/2551	3	5.000	4.970	5.040	626.86	255.10	10.27	
3	82.01	19/10/2551	3	5.040	5.140	5.010	631.88	287.10	11.08	
4	80.73	19/10/2551	3	5.000	5.000	5.110	631.94	294.60	11.78	
5	79.15	19/10/2551	3	5.030	5.140	4.940	619.72	246.50	9.53	
6	79.63	23/10/2551	7	5.090	5.010	5.020	622.04	308.40	12.09	12.35
7	83.01	23/10/2551	7	5.180	5.140	5.020	621.06	318.20	11.95	
8	79.22	23/10/2551	7	5.020	4.980	5.090	622.56	320.60	12.82	
9	80.17	23/10/2551	7	5.100	5.020	5.030	622.54	322.70	12.60	
10	82.00	23/10/2551	7	5.040	5.170	5.050	623.16	319.50	12.26	
11	81.37	30/10/2551	14	5.130	5.020	5.100	619.55	386.80	15.02	14.84
12	79.46	30/10/2551	14	5.010	5.060	5.050	620.68	390.10	15.39	
13	82.01	30/10/2551	14	5.010	5.010	5.200	628.33	430.40	17.15	
14	80.13	30/10/2551	14	5.130	5.030	5.090	610.09	350.10	13.57	
15	77.53	30/10/2551	14	5.010	5.020	5.050	610.43	328.30	13.05	
16	81.15	13/11/200/8	28	5.020	5.160	5.050	620.36	503.40	19.43	18.36
17	81.23	13/11/200/8	28	5.100	5.120	5.050	616.01	466.90	17.88	
18	78.62	13/11/200/8	28	5.050	5.020	5.010	619.01	489.50	19.31	
19	80.42	13/11/200/8	28	5.130	5.010	5.070	617.16	444.60	17.30	
20	79.91	13/11/200/8	28	5.060	5.120	5.010	615.66	462.80	17.86	

ตารางที่ ก.8 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่W/C=0.5และความหนาแน่น 1847.62 kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	240.11	16/10/2551	3	5.080	5.000	5.150	1835.56	4012.50	157.97	159.37
2	249.78	16/10/2551	3	5.320	5.020	5.050	1852.04	4403.00	164.87	
3	242.48	16/10/2551	3	5.060	5.150	5.030	1849.91	4263.10	163.59	
4	252.29	16/10/2551	3	5.030	5.470	5.030	1822.96	4186.20	152.15	
5	254.19	16/10/2551	3	5.510	5.020	5.010	1834.28	4378.40	158.29	
6	252.84	20/10/2551	7	5.020	5.370	5.060	1853.61	5096.30	189.05	186.05
7	251.92	20/10/2551	7	5.370	5.040	5.020	1854.19	5128.30	189.48	
8	253.91	20/10/2551	7	5.060	5.360	5.060	1850.18	4965.20	183.07	
9	257.10	20/10/2551	7	5.030	5.330	5.080	1887.74	5173.80	192.98	
10	270.19	20/10/2551	7	5.790	5.010	5.060	1840.78	5096.20	175.68	
11	249.81	27/10/2551	14	5.370	5.080	5.000	1831.48	6123.20	224.46	228.39
12	246.18	27/10/2551	14	5.300	5.040	5.030	1832.22	6013.20	225.11	
13	243.85	27/10/2551	14	5.180	5.010	5.060	1856.97	6255.80	241.05	
14	256.84	27/10/2551	14	5.540	5.010	5.050	1832.41	6289.20	226.59	
15	248.12	27/10/2551	14	5.060	5.360	5.000	1829.69	6094.50	224.71	
16	261.05	10/11/2551	28	5.610	5.030	5.050	1831.90	7384.70	261.70	264.21
17	262.68	10/11/2551	28	5.600	5.110	5.040	1821.33	7127.40	249.07	
18	265.84	10/11/2551	28	5.510	5.060	5.090	1873.27	7693.40	275.94	
19	252.17	10/11/2551	28	5.040	5.370	5.020	1856.03	7239.50	267.49	
20	261.73	10/11/2551	28	5.520	5.040	5.070	1855.56	7423.50	266.83	

ตารางที่ ก.9 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.5 และความหนาแน่น 1661.06kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	223.75	16/10/2551	3	5.030	5.440	5.070	1612.83	3586.40	131.07	136.34
2	221.63	16/10/2551	3	5.340	5.090	5.020	1624.30	3740.60	137.62	
3	223.74	16/10/2551	3	5.340	5.060	5.010	1652.78	3812.20	141.09	
4	215.21	16/10/2551	3	5.110	5.000	5.160	1632.38	3546.10	138.79	
5	218.85	16/10/2551	3	5.290	5.060	5.040	1622.22	3564.20	133.15	
6	217.03	20/10/2551	7	5.060	5.200	5.010	1646.37	3849.00	146.28	151.41
7	231.48	20/10/2551	7	5.020	5.520	5.010	1667.37	4239.10	152.98	
8	227.85	20/10/2551	7	5.430	5.020	5.040	1658.50	4092.30	150.13	
9	223.49	20/10/2551	7	5.260	5.020	5.020	1686.03	4153.40	157.29	
10	224.93	20/10/2551	7	5.000	5.310	5.120	1654.68	3992.40	150.37	
11	215.30	27/10/2551	14	5.200	5.000	5.030	1646.28	4902.40	188.55	180.09
12	229.84	27/10/2551	14	5.560	5.020	5.020	1640.38	4928.30	176.57	
13	225.35	27/10/2551	14	5.360	5.030	5.100	1638.91	4720.60	175.09	
14	216.30	27/10/2551	14	5.200	5.000	5.060	1644.12	4811.20	185.05	
15	228.95	27/10/2551	14	5.540	5.080	5.000	1627.04	4930.40	175.19	
16	227.22	10/11/2551	28	5.070	5.400	5.020	1653.26	5896.40	215.37	217.08
17	225.74	10/11/2551	28	5.010	5.500	5.010	1635.20	5786.00	209.98	
18	228.03	10/11/2551	28	5.030	5.330	5.070	1677.60	5918.30	220.75	
19	224.85	10/11/2551	28	5.370	5.000	5.060	1655.00	5824.10	216.91	
20	226.75	10/11/2551	28	5.300	5.040	5.040	1684.26	5940.30	222.38	

ตารางที่ ก.10 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่W/C=0.5และความหนาแน่น 1430.12kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	193.67	17/10/2551	3	5.300	5.060	5.040	1432.87	1669.20	62.24	69.06
2	194.92	17/10/2551	3	5.030	5.250	5.070	1455.87	2006.10	75.97	
3	196.03	17/10/2551	3	5.170	5.240	5.010	1444.32	1925.30	71.07	
4	191.03	17/10/2551	3	5.000	5.050	5.220	1449.34	1653.20	65.47	
5	204.17	17/10/2551	3	5.170	5.420	5.040	1445.68	1976.80	70.55	
6	199.34	21/10/2551	7	5.420	5.060	5.000	1453.72	2055.90	74.96	79.87
7	196.31	21/10/2551	7	5.000	5.340	5.040	1458.82	2136.00	80.00	
8	195.36	21/10/2551	7	4.990	5.070	5.300	1456.97	1935.20	76.49	
9	191.32	21/10/2551	7	5.200	5.000	5.020	1465.83	2184.90	84.03	
10	200.42	21/10/2551	7	5.050	5.400	5.020	1464.04	2286.70	83.85	
11	190.36	28/10/2551	14	5.200	5.080	5.030	1432.65	2534.80	95.96	99.32
12	195.84	28/10/2551	14	5.300	5.060	5.040	1448.92	2698.60	100.63	
13	189.62	28/10/2551	14	5.080	5.230	5.010	1424.56	2453.90	92.36	
14	189.24	28/10/2551	14	5.080	5.070	5.040	1457.84	2618.30	101.66	
15	198.35	28/10/2551	14	5.270	5.080	5.040	1470.01	2837.10	105.97	
16	200.63	11/11/2551	28	5.100	5.030	5.400	1448.32	3544.90	138.19	126.57
17	198.52	11/11/2551	28	5.340	5.060	5.160	1423.85	3412.80	126.30	
18	195.58	11/11/2551	28	5.210	5.080	5.110	1446.11	3618.40	136.71	
19	194.73	11/11/2551	28	5.040	5.370	5.090	1413.55	3028.30	111.89	
20	195.38	11/11/2551	28	5.080	5.400	5.020	1418.79	3284.50	119.73	

ตารางที่ ก.11 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.5 และความหนาแน่น 1212.77kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	172.11	17/10/2551	3	5.100	5.000	5.540	1218.31	1184.90	46.47	44.21
2	166.57	17/10/2551	3	5.370	5.030	5.100	1209.16	1118.40	41.41	
3	163.92	17/10/2551	3	5.090	5.330	5.030	1201.21	1064.90	39.25	
4	168.02	17/10/2551	3	5.090	5.390	5.030	1217.55	1248.40	45.50	
5	159.73	17/10/2551	3	5.140	5.010	5.040	1230.71	1246.50	48.41	
6	161.43	21/10/2551	7	5.010	5.100	5.150	1226.79	1341.90	52.52	49.27
7	160.83	21/10/2551	7	5.090	5.170	5.020	1217.46	1226.00	46.59	
8	174.93	21/10/2551	7	5.680	5.040	5.080	1202.88	1275.90	44.57	
9	158.00	21/10/2551	7	5.030	5.150	5.000	1219.87	1236.00	47.71	
10	167.31	21/10/2551	7	5.290	5.030	5.040	1247.58	1462.30	54.96	
11	162.74	28/10/2551	14	5.330	5.000	5.080	1202.08	1348.90	50.62	57.31
12	162.20	28/10/2551	14	5.050	5.140	5.040	1239.84	1488.60	57.35	
13	161.98	28/10/2551	14	5.010	5.320	5.030	1208.21	1384.20	51.93	
14	163.42	28/10/2551	14	5.040	5.040	5.090	1263.94	1668.70	65.69	
15	160.17	28/10/2551	14	5.040	5.020	5.080	1246.19	1542.60	60.97	
16	164.49	11/11/2551	28	5.180	5.020	5.180	1221.17	1983.20	76.27	71.22
17	154.79	11/11/2551	28	5.020	5.050	5.030	1213.89	1826.30	72.04	
18	156.40	11/11/2551	28	5.040	5.070	5.070	1207.23	1744.60	68.27	
19	163.26	11/11/2551	28	5.270	5.070	5.020	1217.19	2019.20	75.57	
20	160.32	11/11/2551	28	5.230	5.050	5.040	1204.38	1689.20	63.96	

ตารางที่ ก.12 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่W/C=0.5และความหนาแน่น 1032.62kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อน ทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วย น้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับ แรงอัด (kg)	กำลังรับ แรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	135.78	18/10/2551	3	5.000	5.100	5.050	1054.40	640.30	25.11	23.77
2	136.52	18/10/2551	3	5.010	5.200	5.140	1019.51	541.80	20.80	
3	136.43	18/10/2551	3	5.050	5.100	5.010	1057.33	680.10	26.41	
4	134.03	18/10/2551	3	5.030	5.010	5.130	1036.76	577.90	22.93	
5	139.48	18/10/2551	3	5.220	4.980	5.150	1041.85	614.20	23.63	
6	142.74	22/10/2551	7	5.260	5.040	5.260	1023.63	710.60	26.80	29.55
7	140.70	22/10/2551	7	5.210	5.020	5.230	1028.61	753.20	28.80	
8	135.64	22/10/2551	7	5.000	5.060	5.120	1047.12	842.00	33.28	
9	135.89	22/10/2551	7	5.040	5.120	5.090	1034.59	753.90	29.22	
10	142.67	22/10/2551	7	5.230	5.040	5.230	1034.90	781.60	29.65	
11	132.78	29/10/2551	14	5.040	5.050	5.020	1039.22	916.20	36.00	35.60
12	137.92	29/10/2551	14	5.050	5.210	5.050	1038.02	941.30	35.78	
13	132.84	29/10/2551	14	5.050	5.050	5.020	1037.63	907.00	35.57	
14	134.73	29/10/2551	14	5.080	5.140	5.040	1023.78	887.30	33.98	
15	138.45	29/10/2551	14	5.040	5.220	5.050	1042.08	965.30	36.69	
16	133.50	12/11/2551	28	5.010	5.040	5.090	1038.71	1290.40	51.10	47.68
17	134.74	12/11/2551	28	5.070	5.050	5.140	1023.84	1124.90	43.94	
18	137.38	12/11/2551	28	5.020	5.030	5.180	1050.32	1345.90	53.30	
19	133.03	12/11/2551	28	5.080	5.090	5.010	1026.91	1246.80	48.22	
20	144.38	12/11/2551	28	5.230	5.300	5.090	1023.32	1159.40	41.83	

ตารางที่ ก.13 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.5 และความหนาแน่น 824.14kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	107.82	18/10/2551	3	5.080	5.060	5.020	835.57	653.70	25.43	17.82
2	103.64	18/10/2551	3	5.030	4.980	5.100	811.26	247.40	9.88	
3	103.83	18/10/2551	3	4.960	5.090	5.000	822.53	469.10	18.58	
4	107.12	18/10/2551	3	5.180	5.000	5.070	815.76	428.30	16.54	
5	109.92	18/10/2551	3	5.100	5.190	5.040	823.96	494.60	18.69	
6	105.53	22/10/2551	7	4.980	5.030	5.080	829.31	758.30	30.27	28.51
7	106.28	22/10/2551	7	5.080	5.000	5.060	826.93	692.30	27.26	
8	107.88	22/10/2551	7	5.100	5.030	5.080	827.83	748.10	29.16	
9	106.58	22/10/2551	7	5.080	5.020	5.080	822.71	650.20	25.50	
10	107.11	22/10/2551	7	5.080	5.040	5.020	833.36	778.00	30.39	
11	112.95	29/10/2551	14	5.000	5.180	5.090	856.78	911.50	35.19	33.80
12	107.44	29/10/2551	14	5.040	5.000	5.080	839.27	831.20	32.98	
13	106.78	29/10/2551	14	5.130	5.000	5.100	816.27	632.30	24.65	
14	110.73	29/10/2551	14	5.070	5.020	5.060	859.81	1030.00	40.47	
15	107.83	29/10/2551	14	5.020	5.000	5.070	847.34	896.00	35.70	
16	108.64	12/11/2551	28	5.080	5.100	5.020	835.32	1123.00	43.35	39.35
17	107.82	12/11/2551	28	4.990	5.050	5.170	827.59	1027.30	40.77	
18	105.10	12/11/2551	28	5.100	5.010	5.010	821.03	996.10	38.98	
19	103.62	12/11/2551	28	5.010	5.080	4.960	820.84	975.20	38.32	
20	106.11	12/11/2551	28	5.020	5.130	5.050	815.91	910.30	35.35	

ตารางที่ ก.14 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.5 และความหนาแน่น 629.70kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	78.53	19/10/2551	3	4.960	5.000	5.040	628.28	194.50	7.84	8.20
2	80.02	19/10/2551	3	5.060	4.990	5.020	631.31	210.50	8.34	
3	80.27	19/10/2551	3	5.020	5.000	5.010	638.32	246.20	9.81	
4	80.10	19/10/2551	3	5.140	5.010	5.000	622.10	197.60	7.67	
5	78.29	19/10/2551	3	5.000	5.050	5.000	620.12	184.70	7.31	
6	79.90	23/10/2551	7	5.020	5.060	5.030	625.35	223.50	8.80	9.37
7	79.14	23/10/2551	7	4.990	5.040	5.020	626.85	220.80	8.78	
8	80.17	23/10/2551	7	5.010	5.030	5.000	636.26	248.10	9.85	
9	81.62	23/10/2551	7	5.000	5.180	5.040	625.27	224.90	8.68	
10	79.92	23/10/2551	7	5.050	4.920	5.020	640.77	267.10	10.75	
11	80.16	30/10/2551	14	5.070	5.040	5.070	618.74	320.50	12.54	12.88
12	79.13	30/10/2551	14	5.000	5.100	4.960	625.63	339.40	13.31	
13	79.82	30/10/2551	14	5.000	5.120	5.040	618.64	316.30	12.36	
14	78.01	30/10/2551	14	5.020	5.050	5.020	612.99	308.20	12.16	
15	79.88	30/10/2551	14	4.970	5.040	5.070	628.99	351.20	14.02	
16	80.21	13/11/2551	28	5.060	5.020	5.030	627.78	390.50	15.37	16.03
17	80.18	13/11/2551	28	4.990	5.090	5.020	628.85	402.30	15.84	
18	82.08	13/11/2551	28	5.020	5.160	5.010	632.48	418.30	16.15	
19	80.34	13/11/2551	28	5.010	5.010	5.040	635.08	420.30	16.74	
20	79.92	13/11/2551	28	5.010	5.100	5.010	624.32	410.30	16.06	

ตารางที่ ก.15 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.6 และความหนาแน่น 1829.10kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	239.79	10/09/2551	3	5.022	5.040	5.058	1873.03	3652.70	144.31	141.42
2	236.94	10/09/2551	3	5.108	5.010	5.068	1826.89	3498.00	136.69	
3	242.21	10/09/2551	3	5.052	5.112	5.100	1838.94	3588.50	138.95	
4	250.14	10/09/2551	3	5.038	5.140	5.138	1880.04	3786.80	146.23	
5	236.29	10/09/2551	3	5.016	5.040	5.010	1865.60	3562.90	140.93	
6	237.19	14/09/2551	7	5.050	5.018	5.030	1860.83	4067.00	160.49	167.36
7	236.11	14/09/2551	7	4.900	5.002	5.134	1876.37	4126.80	168.37	
8	245.99	14/09/2551	7	5.148	5.080	5.038	1867.05	4231.80	161.82	
9	242.94	14/09/2551	7	5.170	5.028	4.978	1877.41	4367.90	168.03	
10	242.58	14/09/2551	7	5.084	5.040	5.000	1893.43	4563.00	178.08	
11	238.47	21/09/2551	14	5.138	5.110	5.010	1812.93	5427.30	206.71	216.21
12	243.21	21/09/2551	14	5.100	5.158	5.030	1838.07	5590.30	212.51	
13	241.23	21/09/2551	14	5.030	5.070	5.086	1859.85	5601.20	219.64	
14	240.47	21/09/2551	14	5.050	5.086	5.024	1863.56	5673.10	220.88	
15	242.53	21/09/2551	14	5.068	5.100	5.014	1871.43	5720.20	221.31	
16	233.91	5/10/2551	28	4.960	5.038	5.086	1840.49	6384.20	255.49	244.89
17	235.11	5/10/2551	28	5.030	5.040	5.050	1836.46	6452.20	254.51	
18	239.48	5/10/2551	28	5.110	5.138	5.020	1816.98	6214.80	236.71	
19	243.57	5/10/2551	28	5.166	5.112	5.030	1833.63	6384.90	241.77	
20	239.14	5/10/2551	28	5.100	5.138	5.020	1817.96	6183.20	235.97	

ตารางที่ ก.16 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.6 และความหนาแน่น 1626.61kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	224.47	11/09/2551	3	5.028	5.180	5.180	1663.81	3485.30	133.82	132.17
2	213.12	11/09/2551	3	5.062	5.014	5.012	1675.35	3459.20	136.29	
3	224.93	11/09/2551	3	5.024	5.130	5.160	1691.34	3701.20	143.61	
4	218.29	11/09/2551	3	5.030	5.130	5.140	1645.83	3259.10	126.30	
5	204.27	11/09/2551	3	5.034	4.980	4.980	1636.19	3029.40	120.84	
6	217.48	15/09/2551	7	5.010	5.158	5.090	1653.42	3671.30	142.07	138.48
7	208.28	15/09/2551	7	5.050	5.060	5.000	1630.18	3542.80	138.65	
8	212.93	15/09/2551	7	5.020	5.078	5.128	1628.89	3405.10	133.58	
9	206.47	15/09/2551	7	4.820	5.000	5.140	1666.77	3597.40	149.27	
10	190.38	15/09/2551	7	4.810	4.860	5.040	1615.88	3012.00	128.85	
11	219.47	22/09/2551	14	5.223	5.032	5.010	1666.77	4386.20	166.89	168.27
12	215.49	22/09/2551	14	5.240	5.020	5.012	1634.49	4208.40	159.99	
13	218.83	22/09/2551	14	5.010	5.160	5.012	1688.92	4481.20	173.34	
14	227.48	22/09/2551	14	5.364	5.010	5.042	1678.86	4518.80	168.15	
15	215.93	22/09/2551	14	4.982	5.000	5.128	1690.41	4308.60	172.97	
16	211.22	6/10/2551	28	5.008	5.070	5.070	1640.80	5601.20	220.60	208.95
17	219.34	6/10/2551	28	5.034	5.360	5.044	1611.63	5472.90	202.83	
18	213.48	6/10/2551	28	5.084	5.140	5.030	1624.13	5340.70	204.38	
19	217.29	6/10/2551	28	5.200	5.068	5.050	1632.71	5548.30	210.53	
20	216.94	6/10/2551	28	5.054	5.214	5.070	1623.77	5439.10	206.41	

ตารางที่ ก.17 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่W/C=0.6และความหนาแน่น 1419.61kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	188.37	23/10/2551	3	5.100	5.080	5.000	1454.15	1606.30	62.00	63.64
2	187.73	23/10/2551	3	5.090	5.100	5.010	1443.47	1569.20	60.45	
3	187.29	23/10/2551	3	5.110	5.000	5.000	1466.07	1465.20	57.35	
4	189.67	23/10/2551	3	5.080	5.030	5.030	1475.70	1854.30	72.57	
5	183.71	23/10/2551	3	5.000	5.000	5.000	1469.68	1645.80	65.83	
6	185.83	27/10/2551	7	5.050	5.020	5.030	1457.31	1755.60	69.25	69.37
7	190.37	27/10/2551	7	5.100	5.100	5.000	1463.82	1896.20	72.90	
8	192.34	27/10/2551	7	5.090	5.100	5.030	1473.04	1946.50	74.98	
9	189.65	27/10/2551	7	5.040	5.100	5.050	1461.04	1786.30	69.50	
10	183.73	27/10/2551	7	5.120	5.010	5.000	1432.53	1544.50	60.21	
11	184.83	3/11/2551	14	5.100	5.000	5.000	1449.65	2008.30	78.76	85.22
12	185.94	3/11/2551	14	5.080	5.000	5.000	1464.09	2105.70	82.90	
13	186.02	3/11/2551	14	5.000	5.060	5.000	1470.51	2282.40	90.21	
14	186.93	3/11/2551	14	5.060	5.010	5.020	1468.88	2231.70	88.03	
15	185.32	3/11/2551	14	4.990	5.060	5.020	1462.07	2175.80	86.17	
16	183.75	17/11/3094	28	5.030	5.140	5.010	1418.60	2947.10	113.99	111.99
17	183.28	17/11/3094	28	5.020	5.100	5.090	1406.45	2850.60	111.34	
18	184.37	17/11/3094	28	5.030	5.130	5.080	1406.50	2874.20	111.39	
19	186.72	17/11/3094	28	5.020	5.100	5.000	1458.64	2995.30	116.99	
20	180.58	17/11/3094	28	5.020	5.100	5.010	1407.86	2719.50	106.22	

ตารางที่ ก.18 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่W/C=0.6และความหนาแน่น 1238.17kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อน ทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วย น้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับ แรงอัด (kg)	กำลังรับ แรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	156.74	23/10/2551	3	5.050	4.990	5.000	1243.99	994.60	39.47	40.02
2	160.11	23/10/2551	3	5.090	5.050	5.020	1240.81	954.20	37.12	
3	160.53	23/10/2551	3	5.080	5.070	4.990	1249.06	1084.70	42.12	
4	160.51	23/10/2551	3	5.080	5.080	5.020	1239.00	1012.30	39.23	
5	162.40	23/10/2551	3	5.010	5.040	5.070	1268.56	1064.30	42.15	
6	163.90	27/10/2551	7	5.020	5.090	5.200	1233.54	1256.80	49.19	44.90
7	165.73	27/10/2551	7	5.280	5.070	5.060	1223.51	1128.40	42.15	
8	158.83	27/10/2551	7	5.100	5.070	5.040	1218.78	921.80	35.65	
9	164.29	27/10/2551	7	5.070	5.060	5.020	1275.70	1287.50	50.19	
10	164.03	27/10/2551	7	5.250	5.050	5.040	1227.56	1255.20	47.34	
11	162.13	3/11/2551	14	5.070	5.010	5.060	1261.44	1433.90	56.45	53.64
12	159.39	3/11/2551	14	5.070	5.010	5.010	1252.50	1384.50	54.51	
13	161.28	3/11/2551	14	5.080	5.000	5.000	1269.92	1513.20	59.57	
14	160.63	3/11/2551	14	5.010	5.080	5.170	1220.77	1146.50	45.05	
15	166.13	3/11/2551	14	5.120	5.000	5.200	1247.97	1346.80	52.61	
16	162.75	17/11/3094	28	5.070	5.100	5.010	1256.33	1689.40	65.34	61.85
17	162.12	17/11/3094	28	5.000	5.060	5.210	1229.92	1557.50	61.56	
18	168.53	17/11/3094	28	5.020	5.150	5.170	1260.89	1785.00	69.04	
19	162.88	17/11/3094	28	5.050	5.260	5.000	1226.37	1637.00	61.63	
20	158.63	17/11/3094	28	5.080	5.120	5.010	1217.35	1344.30	51.68	

ตารางที่ ก.19 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.6 และความหนาแน่น 1051.51kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	133.08	24/10/2551	3	5.060	5.070	5.000	1037.49	498.30	19.42	20.68
2	129.88	24/10/2551	3	5.000	5.000	5.000	1039.04	503.60	20.14	
3	136.09	24/10/2551	3	5.070	5.160	5.000	1040.40	550.90	21.06	
4	131.59	24/10/2551	3	5.140	4.900	5.010	1042.86	549.80	21.83	
5	133.95	24/10/2551	3	5.000	5.090	5.070	1038.12	532.90	20.94	
6	138.74	28/10/2551	7	5.080	5.070	5.000	1077.36	645.80	25.07	25.90
7	141.61	28/10/2551	7	5.000	5.090	5.100	1091.03	698.40	27.44	
8	135.95	28/10/2551	7	5.070	5.000	5.040	1064.07	612.50	24.16	
9	141.01	28/10/2551	7	5.040	5.130	5.040	1082.11	653.90	25.29	
10	139.77	28/10/2551	7	5.080	5.080	5.020	1078.90	710.60	27.54	
11	135.84	4/11/2551	14	5.070	5.030	4.960	1073.92	846.90	33.21	32.46
12	133.35	4/11/2551	14	5.000	5.000	5.030	1060.44	823.50	32.94	
13	138.53	4/11/2551	14	5.070	5.080	5.040	1067.19	856.10	33.24	
14	135.84	4/11/2551	14	5.060	5.010	5.140	1042.50	775.90	30.61	
15	131.93	4/11/2551	14	5.060	4.960	4.960	1059.81	810.90	32.31	
16	132.85	18/11/2551	28	5.020	5.070	5.030	1037.72	925.80	36.38	37.02
17	135.39	18/11/2551	28	5.110	5.020	5.080	1038.96	946.80	36.91	
18	131.73	18/11/2551	28	5.050	5.030	5.000	1037.18	909.70	35.81	
19	138.43	18/11/2551	28	5.130	5.040	5.000	1070.81	982.40	38.00	
20	137.89	18/11/2551	28	5.090	5.040	5.010	1072.87	975.40	38.02	

ตารางที่ ก.20 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่W/C=0.6และความหนาแน่น 833.65kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อน ทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วย น้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับ แรงอัด (kg)	กำลังรับ แรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	105.38	24/10/2551	3	5.010	5.020	5.040	831.35	299.60	11.91	12.01
2	105.93	24/10/2551	3	5.050	5.050	5.010	829.08	294.50	11.55	
3	109.64	24/10/2551	3	5.130	5.050	5.040	839.71	340.20	13.13	
4	110.35	24/10/2551	3	5.230	5.080	5.010	829.03	301.50	11.35	
5	108.31	24/10/2551	3	5.100	5.040	5.040	836.06	311.80	12.13	
6	105.83	28/10/2551	7	5.010	5.140	5.000	821.94	583.50	22.66	23.12
7	107.29	28/10/2551	7	5.080	5.020	5.030	836.42	749.20	29.38	
8	102.84	28/10/2551	7	5.000	5.010	5.020	817.81	500.60	19.98	
9	106.38	28/10/2551	7	5.090	5.000	5.050	827.71	635.10	24.95	
10	105.24	28/10/2551	7	5.080	5.080	5.000	815.60	480.60	18.62	
11	104.38	4/11/2551	14	5.120	5.020	4.990	813.85	734.10	28.56	27.85
12	105.73	4/11/2551	14	5.000	5.020	5.100	825.95	839.60	33.45	
13	103.89	4/11/2551	14	5.010	5.040	5.010	821.24	800.30	31.69	
14	103.93	4/11/2551	14	5.070	5.000	5.020	816.69	672.40	26.52	
15	103.18	4/11/2551	14	5.010	5.050	5.080	802.79	480.60	19.00	
16	106.73	18/11/2551	28	5.010	5.070	5.010	838.69	843.50	33.21	31.44
17	105.74	18/11/2551	28	5.010	5.070	5.050	824.33	703.50	27.70	
18	109.16	18/11/2551	28	5.060	5.000	5.140	839.42	837.40	33.10	
19	107.39	18/11/2551	28	5.070	5.030	5.020	838.85	826.30	32.40	
20	108.38	18/11/2551	28	5.040	5.020	5.180	826.96	779.20	30.80	

ตารางที่ ก.21 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่W/C=0.6และความหนาแน่น 641.27kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	78.16	25/10/2551	3	5.000	5.000	5.000	625.28	147.00	5.88	7.81
2	85.12	25/10/2551	3	5.270	4.990	5.000	647.37	203.60	7.74	
3	88.20	25/10/2551	3	5.050	5.140	4.980	682.31	217.40	8.38	
4	88.01	25/10/2551	3	5.000	5.070	5.090	682.08	209.20	8.25	
5	87.79	25/10/2551	3	5.000	5.030	5.100	684.44	221.30	8.80	
6	81.83	29/10/2551	7	5.080	5.000	5.090	632.94	254.30	10.01	9.24
7	83.29	29/10/2551	7	5.040	5.200	5.000	635.61	278.50	10.63	
8	79.17	29/10/2551	7	5.120	5.000	5.000	618.52	223.90	8.75	
9	79.13	29/10/2551	7	5.000	5.070	5.000	624.30	229.50	9.05	
10	79.38	29/10/2551	7	5.100	5.100	5.000	610.38	201.40	7.74	
11	83.84	5/11/2551	14	5.000	5.000	5.040	665.40	253.60	10.14	10.48
12	84.99	5/11/2551	14	5.020	5.040	5.040	666.50	267.40	10.57	
13	81.14	5/11/2551	14	5.040	5.070	5.010	633.81	217.40	8.51	
14	85.29	5/11/2551	14	5.010	5.110	4.960	671.67	307.10	12.00	
15	84.94	5/11/2551	14	5.000	4.990	5.090	668.84	278.70	11.17	
16	84.14	19/11/2551	28	5.030	5.200	5.020	640.80	367.80	14.06	13.44
17	83.95	19/11/2551	28	5.150	5.060	5.030	640.46	354.10	13.59	
18	85.50	19/11/2551	28	5.000	5.200	5.040	652.47	394.20	15.16	
19	83.24	19/11/2551	28	5.100	5.010	5.080	641.30	318.20	12.45	
20	80.18	19/11/2551	28	5.020	5.010	5.050	631.30	300.40	11.94	

ตารางที่ ก.22 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.65 และความหนาแน่น 1841.82kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	224.78	23/08/2551	3	5.030	4.890	5.020	1820.44	3263.00	132.66	133.47
2	222.32	23/08/2551	3	5.030	4.870	5.010	1811.52	3117.00	127.24	
3	223.45	23/08/2551	3	5.040	4.790	5.010	1847.47	3151.00	130.52	
4	224.37	23/08/2551	3	5.030	4.810	4.900	1892.59	3279.00	135.53	
5	227.53	23/08/2551	3	5.000	4.810	5.000	1892.14	3400.00	141.37	
6	249.04	27/08/2551	7	5.160	5.138	5.134	1829.66	3596.00	135.64	151.82
7	252.84	27/08/2551	7	5.060	5.118	5.128	1903.91	4255.60	164.33	
8	250.69	27/08/2551	7	5.080	5.020	5.008	1962.93	3798.00	148.93	
9	251.40	27/08/2551	7	5.112	5.148	5.110	1869.45	3982.50	151.33	
10	253.82	27/08/2551	7	5.058	5.070	5.060	1956.09	4074.00	158.87	
11	237.95	3/09/2551	14	5.094	5.086	5.000	1836.88	4920.60	189.93	202.75
12	242.83	3/09/2551	14	5.106	5.128	5.000	1854.83	5390.40	205.87	
13	240.57	3/09/2551	14	5.076	5.058	5.020	1866.54	5091.20	198.30	
14	237.48	3/09/2551	14	5.018	5.018	5.030	1874.98	5294.70	210.27	
15	236.89	3/09/2551	14	5.080	5.074	5.000	1838.07	5397.20	209.39	
16	227.48	17/09/2551	28	4.864	5.030	5.020	1852.16	5344.60	218.45	224.77
17	225.95	17/09/2551	28	4.854	5.018	5.034	1842.76	5383.70	221.03	
18	224.58	17/09/2551	28	4.854	5.020	5.022	1835.23	5242.50	215.15	
19	223.53	17/09/2551	28	4.804	5.034	5.020	1841.26	6091.40	251.88	
20	222.56	17/09/2551	28	4.766	5.062	5.020	1837.67	5244.00	217.36	

ตารางที่ ก.23 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.65 และความหนาแน่น 1634.96kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อน ทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วย น้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับ แรงอัด (kg)	กำลังรับ แรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	201.33	31/08/2551	3	5.050	4.990	4.960	1610.78	2679.00	106.31	110.82
2	210.26	31/08/2551	3	5.050	5.080	5.040	1626.19	3091.30	120.50	
3	202.46	31/08/2551	3	4.970	5.000	5.060	1610.14	2551.30	102.67	
4	203.47	31/08/2551	3	4.920	5.000	5.070	1631.39	2937.40	119.41	
5	203.56	31/08/2551	3	4.990	5.010	5.050	1612.36	2630.40	105.22	
6	220.36	4/09/2551	7	5.160	5.138	5.134	1618.95	2836.00	106.97	121.49
7	225.58	4/09/2551	7	5.060	5.118	5.128	1698.64	3672.30	141.80	
8	210.57	4/09/2551	7	5.080	5.020	5.008	1648.79	3016.00	118.27	
9	225.57	4/09/2551	7	5.112	5.148	5.110	1677.38	3204.00	121.75	
10	211.69	4/09/2551	7	5.058	5.070	5.060	1631.41	3043.00	118.66	
11	215.59	11/09/2551	14	5.094	5.086	5.000	1664.27	4238.90	163.61	150.10
12	214.67	11/09/2551	14	5.106	5.128	5.000	1639.73	3892.40	148.66	
13	211.48	11/09/2551	14	5.076	5.058	5.070	1624.65	3311.70	128.99	
14	210.48	11/09/2551	14	5.018	5.018	5.044	1657.20	4092.30	162.52	
15	214.38	11/09/2551	14	5.080	5.074	5.078	1637.86	3782.00	146.73	
16	208.45	25/09/2551	28	5.034	5.090	5.010	1623.80	4908.40	191.56	193.97
17	207.31	25/09/2551	28	5.018	5.020	5.080	1620.03	4878.20	193.65	
18	210.40	25/09/2551	28	5.148	4.990	5.016	1632.86	5028.60	195.75	
19	212.69	25/09/2551	28	4.980	5.090	5.000	1678.15	5128.90	202.34	
20	207.74	25/09/2551	28	4.982	5.148	5.000	1619.97	4784.30	186.54	

ตารางที่ ก.24 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่W/C=0.65และความหนาแน่น 1467.26kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	183.84	29/08/2551	3	5.000	5.130	5.030	1424.90	1505.00	58.67	59.29
2	180.63	29/08/2551	3	5.020	5.070	5.020	1413.76	1439.00	56.54	
3	180.55	29/08/2551	3	5.010	5.070	5.030	1413.14	1377.00	54.21	
4	186.39	29/08/2551	3	5.040	5.100	5.030	1441.63	1584.00	61.62	
5	182.93	29/08/2551	3	4.970	5.010	5.050	1454.79	1629.00	65.42	
6	193.92	2/09/2551	7	5.160	5.138	5.134	1424.70	1648.00	62.16	62.03
7	195.64	2/09/2551	7	5.060	5.118	5.128	1473.19	1846.00	71.28	
8	185.39	2/09/2551	7	5.080	5.020	5.008	1451.63	1662.00	65.17	
9	190.43	2/09/2551	7	5.112	5.148	5.110	1416.07	1626.00	61.79	
10	181.36	2/09/2551	7	5.058	5.070	5.060	1397.67	1276.00	49.76	
11	186.90	9/09/2551	14	5.094	5.086	5.000	1442.79	1726.90	66.65	74.82
12	194.31	9/09/2551	14	5.106	5.128	5.000	1484.21	2183.30	83.38	
13	184.73	9/09/2551	14	5.076	5.058	5.110	1408.04	1522.20	59.29	
14	191.41	9/09/2551	14	5.018	5.018	5.074	1498.14	2273.10	90.27	
15	189.63	9/09/2551	14	5.080	5.074	5.074	1449.91	1920.20	74.50	
16	192.29	23/09/2551	28	5.070	5.000	5.094	1489.09	3095.40	122.11	95.93
17	187.42	23/09/2551	28	5.066	5.130	5.020	1436.58	2240.20	86.20	
18	189.93	23/09/2551	28	5.030	5.052	5.064	1475.94	2483.40	97.73	
19	191.39	23/09/2551	28	5.050	5.088	5.010	1486.77	2561.30	99.68	
20	190.45	23/09/2551	28	5.000	5.148	5.110	1447.94	1903.20	73.94	

ตารางที่ ก.25 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ $W/C=0.65$ และความหนาแน่น 1249.29kg/m^3

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m^3)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	159.83	2/09/2551	3	5.050	5.020	5.080	1241.08	966.00	38.11	38.25
2	156.06	2/09/2551	3	5.040	5.020	5.130	1202.38	878.00	34.70	
3	159.94	2/09/2551	3	5.060	5.000	5.050	1251.83	1013.00	40.04	
4	160.37	2/09/2551	3	5.060	5.010	5.080	1245.29	1020.00	40.24	
5	155.81	2/09/2551	3	5.060	5.000	5.030	1224.35	966.00	38.18	
6	167.04	6/09/2551	7	5.160	5.138	5.134	1227.22	1095.70	41.33	41.38
7	162.43	6/09/2551	7	5.060	5.118	5.128	1223.12	1080.70	41.73	
8	155.39	6/09/2551	7	5.080	5.020	5.008	1216.72	1020.60	40.02	
9	163.90	6/09/2551	7	5.112	5.148	5.110	1218.79	1044.70	39.70	
10	164.89	6/09/2551	7	5.058	5.070	5.060	1270.74	1132.00	44.14	
11	166.94	13/09/2551	14	5.094	5.086	5.000	1288.71	1364.60	52.67	50.05
12	164.38	13/09/2551	14	5.106	5.128	5.000	1255.60	1205.80	46.05	
13	167.63	13/09/2551	14	5.076	5.058	5.040	1295.45	1373.80	53.51	
14	161.39	13/09/2551	14	5.018	5.018	5.000	1281.87	1312.30	52.12	
15	161.52	13/09/2551	14	5.080	5.074	5.022	1247.77	1183.50	45.91	
16	160.38	27/09/2551	28	5.062	5.030	5.150	1223.07	1306.10	51.30	55.37
17	163.92	27/09/2551	28	5.158	5.050	5.020	1253.59	1508.20	57.90	
18	162.83	27/09/2551	28	5.148	5.074	5.020	1241.77	1435.50	54.96	
19	165.97	27/09/2551	28	5.080	5.080	5.010	1283.70	1557.30	60.35	
20	159.24	27/09/2551	28	5.048	5.050	5.020	1244.34	1335.10	52.37	

ตารางที่ ก.26 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่W/C=0.65และความหนาแน่น 1036.70kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	141.92	2/09/2551	3	5.020	5.160	5.100	1074.29	449.00	17.33	16.98
2	140.63	2/09/2551	3	5.010	5.120	5.100	1074.98	458.00	17.85	
3	138.71	2/09/2551	3	5.020	5.110	5.090	1062.34	422.00	16.45	
4	140.49	2/09/2551	3	5.000	5.110	5.090	1080.28	435.00	17.03	
5	139.54	2/09/2551	3	5.010	5.200	5.110	1048.18	423.00	16.24	
6	140.62	6/09/2551	7	5.160	5.138	5.134	1033.11	590.40	22.27	20.80
7	139.44	6/09/2551	7	5.060	5.118	5.128	1050.00	600.60	23.19	
8	131.82	6/09/2551	7	5.080	5.020	5.008	1032.17	498.20	19.54	
9	138.02	6/09/2551	7	5.112	5.148	5.110	1026.34	488.10	18.55	
10	136.17	6/09/2551	7	5.058	5.070	5.060	1049.41	524.90	20.47	
11	135.79	13/09/2551	14	5.094	5.086	5.000	1048.24	745.80	28.79	27.51
12	136.91	13/09/2551	14	5.106	5.128	5.000	1045.77	742.00	28.34	
13	134.73	13/09/2551	14	5.076	5.058	5.040	1041.20	701.20	27.31	
14	130.14	13/09/2551	14	5.018	5.018	5.000	1033.66	654.80	26.00	
15	138.02	13/09/2551	14	5.080	5.074	5.152	1039.33	698.20	27.09	
16	138.83	27/09/2551	28	5.010	5.100	5.100	1065.38	826.00	32.33	29.78
17	137.61	27/09/2551	28	5.024	5.112	5.188	1032.78	858.20	33.42	
18	130.83	27/09/2551	28	5.138	5.000	5.070	1004.47	636.00	24.76	
19	138.91	27/09/2551	28	5.010	5.168	5.130	1045.82	738.30	28.51	
20	135.88	27/09/2551	28	5.010	5.138	5.100	1035.03	769.90	29.91	

ตารางที่ ก.27 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่W/C=0.65และความหนาแน่น 845.07 kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	103.62	5/09/2551	3	5.076	5.020	5.010	811.67	217.10	8.52	10.59
2	106.85	5/09/2551	3	5.062	5.080	5.084	817.30	240.70	9.36	
3	105.72	5/09/2551	3	5.010	5.118	5.008	823.29	299.40	11.68	
4	106.63	5/09/2551	3	5.078	5.000	5.004	839.27	352.40	13.88	
5	104.19	5/09/2551	3	5.040	5.042	5.038	813.83	242.10	9.53	
6	112.84	9/09/2551	7	5.160	5.138	5.134	829.02	409.00	15.43	13.37
7	108.52	9/09/2551	7	5.060	5.118	5.128	817.17	240.50	9.29	
8	105.83	9/09/2551	7	5.080	5.020	5.008	828.66	354.80	13.91	
9	110.38	9/09/2551	7	5.112	5.148	5.110	820.81	334.70	12.72	
10	109.47	9/09/2551	7	5.058	5.070	5.060	843.64	398.10	15.52	
11	110.44	16/09/2551	14	5.094	5.086	5.000	852.55	549.20	21.20	18.68
12	109.53	16/09/2551	14	5.106	5.128	5.000	836.63	487.20	18.61	
13	107.36	16/09/2551	14	5.076	5.058	5.004	835.65	453.90	17.68	
14	105.82	16/09/2551	14	5.018	5.018	5.014	838.15	401.20	15.93	
15	110.38	16/09/2551	14	5.080	5.074	5.016	853.73	514.90	19.98	
16	109.43	30/09/2551	28	5.010	5.094	5.040	850.76	725.30	28.42	24.77
17	109.48	30/09/2551	28	5.044	5.100	5.028	846.44	623.50	24.24	
18	108.19	30/09/2551	28	5.088	5.036	5.014	842.11	496.70	19.38	
19	106.31	30/09/2551	28	5.000	5.118	5.060	821.02	446.00	17.43	
20	111.48	30/09/2551	28	5.000	5.090	5.064	865.00	875.30	34.39	

ตารางที่ ก.28 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.65 และความหนาแน่น 628.88kg/m³

ตัวอย่างที่	น้ำหนักก่อนทดสอบ (g)	วันที่ทดสอบ	อายุ (วัน)	กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	กำลังรับแรงอัด (kg)	กำลังรับแรงอัด (ksc)	เฉลี่ย
1	85.29	7/09/2551	3	5.080	5.020	5.042	663.33	156.30	6.13	6.01
2	82.30	7/09/2551	3	5.098	5.006	5.034	640.61	134.60	5.27	
3	83.21	7/09/2551	3	5.066	5.082	5.038	641.53	125.60	4.88	
4	83.17	7/09/2551	3	5.048	5.032	5.074	645.29	120.00	4.72	
5	86.29	7/09/2551	3	5.080	5.020	5.030	672.71	230.50	9.04	
6	84.20	11/09/2551	7	5.054	5.000	5.002	666.14	256.30	10.14	7.73
7	82.39	11/09/2551	7	5.074	5.078	5.110	625.76	145.60	5.65	
8	84.11	11/09/2551	7	5.160	5.046	5.040	640.94	238.10	9.14	
9	83.02	11/09/2551	7	5.040	5.050	5.100	639.57	196.40	7.72	
10	81.16	11/09/2551	7	5.036	5.050	5.074	628.95	152.40	5.99	
11	85.28	18/09/2551	14	5.070	5.000	5.110	658.34	238.30	9.40	8.08
12	82.38	18/09/2551	14	5.060	5.074	5.000	641.73	174.90	6.81	
13	86.03	18/09/2551	14	5.000	5.030	5.056	676.56	244.80	9.73	
14	85.02	18/09/2551	14	5.040	5.100	5.000	661.53	178.70	6.95	
15	88.10	18/09/2551	14	5.070	5.010	5.188	668.54	190.30	7.49	
16	83.95	2/10/2551	28	5.060	5.196	5.000	638.60	368.40	14.01	10.92
17	82.40	2/10/2551	28	5.140	5.000	5.168	620.40	201.40	7.84	
18	82.02	2/10/2551	28	5.090	5.050	5.032	634.12	342.70	13.33	
19	81.49	2/10/2551	28	5.088	5.080	5.020	628.04	290.60	11.24	
20	81.48	2/10/2551	28	5.088	5.058	5.080	623.25	211.00	8.20	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.40

Code	0.40, 600			0.40, 800			0.40, 1000			0.40, 1200			0.40, 1400			0.40, 1600			0.40, 1800		
Specimen	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Density (kg/m ³)	632.75			845.70			1017.16			1190.58			1248.67			1474.92			1574.12		
Saturated weight of specimen (g)	369.01	423.64	383.01	434.29	466.09	404.66	521.51	501.96	486.98	583.46	580.10	581.10	568.94	612.23	625.61	753.61	674.60	706.74	716.15	742.70	722.40
Oven dry weight of specimen (g)	300.23	347.10	313.50	359.71	398.10	334.63	440.41	428.66	410.90	495.57	496.54	495.40	485.58	526.31	535.04	645.35	580.63	609.06	620.18	640.44	622.57
Absorption (%)	22.91	22.05	22.17	20.73	17.08	20.93	18.41	17.10	18.52	17.74	16.83	17.30	17.17	16.32	16.93	16.78	16.18	16.04	15.47	15.97	16.04
	22.38			19.58			18.01			17.29			16.81			16.33			15.83		

ตารางที่ ข.2 ผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.50

Code	0.50, 600			0.50, 800			0.50, 1000			0.50, 1200			0.50, 1400			0.50, 1600			0.50, 1800		
Specimen	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Density (kg/m ³)	585.02			706.18			873.29			955.13			1218.43			1401.76			1649.23		
Saturated weight of specimen (g)	617.93	582.26	557.20	617.93	582.26	557.20	481.50	480.55	473.53	582.26	577.01	561.61	527.22	492.07	516.56	702.29	706.00	700.42	603.68	637.70	650.17
Oven dry weight of specimen (g)	495.00	470.00	449.00	500.81	473.69	447.53	395.41	395.80	390.30	495.28	480.75	463.15	442.59	412.53	430.86	597.29	594.17	589.24	512.97	543.08	551.78
Absorption (%)	24.83	23.89	24.10	23.39	22.92	24.51	21.77	21.41	21.32	17.56	20.02	21.26	19.12	19.28	19.89	17.58	18.82	18.87	17.68	17.42	17.83
	24.27			23.61			21.50			19.61			19.43			18.42			17.64		

ตารางที่ ข.3 ผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.60

Code	0.60 , 600			0.60 , 800			0.60 , 1000			0.60 , 1200			0.60 , 1400			0.60 , 1600			0.60 , 1800		
Specimen	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Density (kg/m ³)	413.99			639.66			734.22			959.55			1018.83			1253.28			1565.24		
Saturated weight of specimen (g)	222.00	231.46	239.06	341.61	341.47	330.35	386.99	413.53	363.42	458.26	505.49	509.21	533.42	513.38	513.66	634.93	637.14	637.08	783.29	767.60	817.78
Oven dry weight of specimen (g)	174.05	173.71	180.69	270.88	275.04	260.30	310.19	335.49	295.01	379.74	414.21	424.81	443.80	425.79	424.71	524.71	529.03	531.76	647.75	634.30	685.37
Absorption (%)	27.55	33.25	32.30	26.11	24.15	26.91	24.76	23.26	23.19	20.68	22.04	19.87	20.19	20.57	20.94	21.01	20.44	19.81	20.92	21.02	19.32
	31.03			25.72			23.74			20.86			20.57			20.42			20.42		

ตารางที่ ข.4 ผลการทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาที่ W/C=0.65

Code	0.65 , 600			0.65 , 800			0.65 , 1000			0.65 , 1200			0.65 , 1400			0.65 , 1600			0.65 , 1800		
Specimen	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Density (kg/m ³)	477.10			662.44			856.15			1018.66			1178.61			1366.39			1591.69		
Saturated weight of specimen (g)	270.53	280.86	283.36	367.99	376.55	364.89	451.37	448.02	450.32	528.59	518.72	519.99	613.54	608.76	604.67	694.30	691.40	697.57	754.34	739.55	756.28
Oven dry weight of specimen (g)	205.53	204.61	205.05	282.47	285.53	284.35	358.02	356.66	356.11	420.14	418.60	435.60	510.90	495.87	495.02	576.11	570.97	575.56	628.43	608.49	626.22
Absorption (%)	31.63	37.27	38.19	30.28	31.88	28.32	26.07	25.62	26.46	25.81	23.92	19.37	20.09	22.77	22.15	20.52	21.09	21.20	20.04	21.54	20.77
	35.70			30.16			26.05			23.03			21.67			20.94			20.78		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1800 kg/m³ ที่ W/C=0.65

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	8.69	8.56	8.49	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	8.69	8.55	8.48	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	72.18	48.12
3	8.69	8.55	8.48	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	72.18	48.12
4	8.68	8.55	8.48	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
5	8.68	8.54	8.47	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	144.35	120.29
6	8.67	8.54	8.47	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
7	8.67	8.54	8.47	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
8	8.67	8.54	8.47	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
9	8.66	8.53	8.46	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	216.53	216.53
10	8.66	8.53	8.46	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	216.53	216.53
11	8.66	8.53	8.46	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	216.53	216.53
12	8.66	8.52	8.46	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
13	8.65	8.52	8.46	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	216.53	264.65
14	8.65	8.52	8.46	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	216.53	264.65
15	8.65	8.51	8.45	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	288.70	312.76
16	8.65	8.51	8.45	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	288.70	312.76
17	8.65	8.51	8.44	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	360.88	336.82
18	8.64	8.51	8.44	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	360.88	360.88
19	8.64	8.50	8.43	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	433.06	409.00
20	8.64	8.50	8.43	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	433.06	409.00
21	8.63	8.50	8.43	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	433.06	433.06
22	8.63	8.50	8.43	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	433.06	433.06
23	8.63	8.50	8.42	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	505.23	457.12
24	8.62	8.50	8.41	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	505.23	433.06	577.41	505.23
25	8.62	8.50	8.41	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	505.23	433.06	577.41	505.23
26	8.62	8.50	8.41	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	505.23	433.06	577.41	505.23
27	8.61	8.50	8.40	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	649.58	553.35
28	8.61	8.50	8.39	8.69	8.56	8.49	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	721.76	577.41

ตารางที่ ค.2 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1600 kg/m³ ที่ W/C=0.65

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	8.21	7.26	4.98	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	8.20	7.26	4.98	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	72.18	0.00	0.00	24.06
3	8.20	7.25	4.98	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	0.00	48.12
4	8.20	7.25	4.97	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
5	8.20	7.25	4.97	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
6	8.20	7.25	4.97	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
7	8.19	7.25	4.96	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	144.35	72.18	144.35	120.29
8	8.18	7.24	4.96	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	216.53	144.35	144.35	168.41
9	8.17	7.24	4.95	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	288.70	144.35	216.53	216.53
10	8.16	7.23	4.94	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	360.88	216.53	288.70	288.70
11	8.16	7.23	4.93	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	360.88	216.53	360.88	312.76
12	8.16	7.23	4.93	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	360.88	216.53	360.88	312.76
13	8.16	7.23	4.93	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	360.88	216.53	360.88	312.76
14	8.16	7.22	4.93	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	360.88	336.82
15	8.15	7.21	4.92	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	433.06	360.88	433.06	409.00
16	8.15	7.21	4.91	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	433.06	360.88	505.23	433.06
17	8.14	7.21	4.91	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	505.23	457.12
18	8.14	7.21	4.91	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	505.23	457.12
19	8.13	7.20	4.90	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	577.41	529.29
20	8.13	7.20	4.90	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	577.41	529.29
21	8.13	7.20	4.89	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	649.58	553.35
22	8.12	7.20	4.89	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	649.58	433.06	649.58	577.41
23	8.12	7.20	4.88	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	649.58	433.06	721.76	601.47
24	8.12	7.19	4.87	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	649.58	505.23	793.94	649.58
25	8.11	7.19	4.87	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	721.76	505.23	793.94	673.64
26	8.11	7.19	4.85	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	721.76	505.23	938.29	721.76
27	8.11	7.18	4.85	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	721.76	577.41	938.29	745.82
28	8.11	7.17	4.84	8.21	7.26	4.98	138.55	138.55	138.55	721.76	649.58	1010.47	793.94

ตารางที่ ค.3 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1400 kg/m³ ที่ W/C=0.65

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	7.77	8.85	6.82	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	7.76	8.84	6.81	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
3	7.76	8.84	6.80	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	144.35	96.23
4	7.76	8.84	6.79	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	216.53	120.29
5	7.76	8.84	6.79	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	216.53	120.29
6	7.76	8.84	6.78	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	288.70	144.35
7	7.76	8.84	6.77	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	360.88	168.41
8	7.76	8.84	6.77	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	360.88	168.41
9	7.76	8.84	6.76	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	433.06	192.47
10	7.75	8.83	6.76	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	433.06	240.59
11	7.73	8.81	6.75	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	505.23	360.88
12	7.72	8.81	6.74	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	577.41	409.00
13	7.72	8.81	6.74	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	577.41	409.00
14	7.72	8.81	6.74	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	577.41	409.00
15	7.72	8.81	6.73	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	649.58	433.06
16	7.72	8.80	6.73	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	649.58	457.12
17	7.71	8.78	6.72	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	721.76	553.35
18	7.71	8.78	6.72	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	721.76	553.35
19	7.70	8.78	6.71	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	793.94	601.47
20	7.70	8.78	6.71	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	793.94	601.47
21	7.69	8.78	6.70	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	577.41	505.23	866.11	649.58
22	7.69	8.77	6.70	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	866.11	673.64
23	7.69	8.77	6.70	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	866.11	673.64
24	7.68	8.77	6.70	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	649.58	577.41	866.11	697.70
25	7.68	8.77	6.69	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	649.58	577.41	938.29	721.76
26	7.67	8.76	6.68	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	721.76	649.58	1010.47	793.94
27	7.67	8.76	6.67	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	721.76	649.58	1082.64	818.00
28	7.67	8.76	6.67	7.77	8.85	6.82	138.55	138.55	138.55	721.76	649.58	1082.64	818.00

ตารางที่ ค.4 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1200 kg/m³ ที่ W/C=0.65

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	7.10	7.10	7.85	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	7.10	7.09	7.84	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	72.18	48.12
3	7.09	7.08	7.84	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	72.18	96.23
4	7.09	7.08	7.84	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	72.18	96.23
5	7.08	7.07	7.83	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	144.35	168.41
6	7.08	7.07	7.83	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	144.35	168.41
7	7.07	7.07	7.83	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	144.35	192.47
8	7.06	7.06	7.82	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	216.53	264.65
9	7.06	7.06	7.82	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	216.53	264.65
10	7.05	7.06	7.82	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	216.53	288.70
11	7.04	7.05	7.82	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	433.06	360.88	216.53	336.82
12	7.03	7.05	7.82	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	216.53	360.88
13	7.01	7.05	7.82	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	649.58	360.88	216.53	409.00
14	7.01	7.04	7.81	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	649.58	433.06	288.70	457.12
15	7.01	7.04	7.80	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	649.58	433.06	360.88	481.17
16	7.01	7.03	7.80	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	649.58	505.23	360.88	505.23
17	7.00	7.03	7.80	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	721.76	505.23	360.88	529.29
18	7.00	7.03	7.79	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	721.76	505.23	433.06	553.35
19	7.00	7.02	7.79	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	721.76	577.41	433.06	577.41
20	7.00	7.02	7.78	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	721.76	577.41	505.23	601.47
21	6.99	7.02	7.77	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	793.94	577.41	577.41	649.58
22	6.98	7.02	7.77	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	866.11	577.41	577.41	673.64
23	6.98	7.01	7.75	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	866.11	649.58	721.76	745.82
24	6.98	7.01	7.75	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	866.11	649.58	721.76	745.82
25	6.98	7.00	7.74	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	866.11	721.76	793.94	793.94
26	6.98	6.99	7.73	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	866.11	793.94	866.11	842.05
27	6.98	6.99	7.73	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	866.11	793.94	866.11	842.05
28	6.98	6.98	7.73	7.10	7.10	7.85	138.55	138.55	138.55	866.11	866.11	866.11	866.11

ตารางที่ ค.5 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1000 kg/m³ ที่ W/C=0.65

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	8.56	8.41	9.33	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	8.56	8.41	9.33	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
3	8.56	8.41	9.32	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	72.18	24.06
4	8.56	8.40	9.32	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	72.18	48.12
5	8.56	8.40	9.31	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	144.35	72.18
6	8.55	8.39	9.30	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	216.53	144.35
7	8.53	8.39	9.30	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	216.53	144.35	216.53	192.47
8	8.53	8.39	9.30	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	216.53	144.35	216.53	192.47
9	8.52	8.38	9.29	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	288.70	216.53	288.70	264.65
10	8.52	8.37	9.29	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	288.70	288.70
11	8.51	8.36	9.29	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	288.70	336.82
12	8.51	8.36	9.28	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	360.88	360.88
13	8.50	8.36	9.28	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	433.06	360.88	360.88	384.94
14	8.49	8.36	9.28	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	360.88	409.00
15	8.49	8.35	9.28	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	505.23	433.06	360.88	433.06
16	8.49	8.35	9.27	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	505.23	433.06	433.06	457.12
17	8.48	8.35	9.27	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	433.06	481.17
18	8.47	8.34	9.27	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	649.58	505.23	433.06	529.29
19	8.47	8.33	9.26	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	649.58	577.41	505.23	577.41
20	8.47	8.32	9.26	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	505.23	601.47
21	8.47	8.32	9.26	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	505.23	601.47
22	8.47	8.31	9.25	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	649.58	721.76	577.41	649.58
23	8.47	8.31	9.25	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	649.58	721.76	577.41	649.58
24	8.46	8.30	9.24	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	721.76	793.94	649.58	721.76
25	8.46	8.29	9.23	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	721.76	866.11	721.76	769.88
26	8.45	8.29	9.23	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	793.94	866.11	721.76	793.94
27	8.44	8.29	9.22	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	866.11	866.11	793.94	842.05
28	8.42	8.29	9.22	8.56	8.41	9.33	138.55	138.55	138.55	1010.47	866.11	793.94	890.17

ตารางที่ ค.6 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 800 kg/m³ ที่ W/C=0.65

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	8.17	8.28	10.12	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	8.17	8.28	10.12	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
3	8.16	8.26	10.12	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	0.00	72.18
4	8.16	8.25	10.10	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	72.18	216.53	144.35	144.35
5	8.15	8.24	10.08	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	144.35	288.70	288.70	240.59
6	8.14	8.24	10.07	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	360.88	288.70
7	8.14	8.24	10.06	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	433.06	312.76
8	8.13	8.24	10.05	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	505.23	360.88
9	8.12	8.23	10.05	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	505.23	409.00
10	8.11	8.22	10.04	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	577.41	481.17
11	8.11	8.22	10.04	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	577.41	481.17
12	8.10	8.21	10.03	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	649.58	553.35
13	8.09	8.21	10.03	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	577.41	505.23	649.58	577.41
14	8.09	8.21	10.03	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	577.41	505.23	649.58	577.41
15	8.09	8.20	10.02	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	721.76	625.53
16	8.08	8.19	10.02	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	721.76	673.64
17	8.08	8.19	10.02	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	721.76	673.64
18	8.07	8.19	10.01	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	721.76	649.58	793.94	721.76
19	8.07	8.18	10.01	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	721.76	721.76	793.94	745.82
20	8.07	8.18	10.01	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	721.76	721.76	793.94	745.82
21	8.06	8.17	10.00	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	793.94	793.94	866.11	818.00
22	8.06	8.17	10.00	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	793.94	793.94	866.11	818.00
23	8.05	8.17	10.00	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	866.11	793.94	866.11	842.05
24	8.05	8.16	9.99	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	866.11	866.11	938.29	890.17
25	8.05	8.16	9.99	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	866.11	866.11	938.29	890.17
26	8.04	8.16	9.99	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	938.29	866.11	938.29	914.23
27	8.04	8.16	9.98	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	938.29	866.11	1010.47	938.29
28	8.03	8.15	9.98	8.17	8.28	10.12	138.55	138.55	138.55	1010.47	938.29	1010.47	986.41

ตารางที่ ค.7 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 600 kg/m³ ที่ W/C=0.65

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	7.81	7.93	8.02	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	7.80	7.92	8.01	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
3	7.80	7.91	8.00	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	144.35	120.29
4	7.79	7.90	8.00	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	144.35	168.41
5	7.79	7.90	7.99	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	216.53	192.47
6	7.78	7.89	7.98	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	288.70	264.65
7	7.78	7.89	7.98	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	288.70	264.65
8	7.77	7.88	7.97	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	360.88	336.82
9	7.77	7.88	7.96	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	433.06	360.88
10	7.77	7.87	7.95	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	505.23	409.00
11	7.76	7.87	7.95	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	505.23	433.06
12	7.76	7.86	7.93	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	360.88	505.23	649.58	505.23
13	7.75	7.86	7.93	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	649.58	529.29
14	7.75	7.85	7.90	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	433.06	577.41	866.11	625.53
15	7.74	7.85	7.90	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	866.11	649.58
16	7.73	7.84	7.89	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	577.41	649.58	938.29	721.76
17	7.73	7.84	7.89	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	577.41	649.58	938.29	721.76
18	7.72	7.83	7.88	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	649.58	721.76	1010.47	793.94
19	7.71	7.83	7.87	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	721.76	721.76	1082.64	842.05
20	7.70	7.82	7.87	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	793.94	793.94	1082.64	890.17
21	7.70	7.82	7.87	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	793.94	793.94	1082.64	890.17
22	7.70	7.81	7.86	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	793.94	866.11	1154.82	938.29
23	7.69	7.81	7.86	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	866.11	866.11	1154.82	962.35
24	7.68	7.80	7.86	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	938.29	938.29	1154.82	1010.47
25	7.68	7.80	7.85	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	938.29	938.29	1226.99	1034.52
26	7.67	7.79	7.85	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	1010.47	1010.47	1226.99	1082.64
27	7.67	7.79	7.85	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	1010.47	1010.47	1226.99	1082.64
28	7.67	7.78	7.85	7.81	7.93	8.02	138.55	138.55	138.55	1010.47	1082.64	1226.99	1106.70

ตารางที่ ค.8 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1800 kg/m³ ที่ W/C=0.60

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-0.77	-0.67	-0.46	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.77	-0.67	-0.47	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	72.18	24.06
3	-0.77	-0.67	-0.47	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	72.18	24.06
4	-0.78	-0.67	-0.48	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	72.18	0.00	144.35	72.18
5	-0.78	-0.68	-0.49	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	216.53	120.29
6	-0.78	-0.68	-0.49	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	216.53	120.29
7	-0.79	-0.68	-0.49	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	144.35	72.18	216.53	144.35
8	-0.79	-0.68	-0.50	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	144.35	72.18	288.70	168.41
9	-0.79	-0.69	-0.50	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	288.70	192.47
10	-0.79	-0.69	-0.50	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	288.70	192.47
11	-0.80	-0.69	-0.50	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	216.53	144.35	288.70	216.53
12	-0.80	-0.70	-0.50	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	288.70	240.59
13	-0.80	-0.70	-0.50	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	288.70	240.59
14	-0.80	-0.70	-0.51	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	360.88	264.65
15	-0.80	-0.71	-0.51	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	360.88	288.70
16	-0.80	-0.71	-0.51	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	360.88	288.70
17	-0.81	-0.71	-0.51	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	360.88	312.76
18	-0.81	-0.71	-0.52	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	433.06	336.82
19	-0.81	-0.71	-0.52	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	433.06	336.82
20	-0.81	-0.72	-0.52	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	433.06	360.88
21	-0.82	-0.72	-0.53	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	505.23	409.00
22	-0.82	-0.72	-0.53	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	505.23	409.00
23	-0.82	-0.73	-0.53	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	505.23	433.06
24	-0.83	-0.73	-0.53	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	505.23	457.12
25	-0.83	-0.74	-0.53	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	505.23	481.17
26	-0.83	-0.75	-0.53	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	433.06	577.41	505.23	505.23
27	-0.84	-0.75	-0.53	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	505.23	529.29
28	-0.84	-0.75	-0.53	-0.77	-0.67	-0.46	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	505.23	529.29

ตารางที่ ค.9 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1600 kg/m³ ที่ W/C=0.60

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-0.41	-1.15	-0.22	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.42	-1.17	-0.23	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	72.18	96.23
3	-0.42	-1.17	-0.23	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	72.18	96.23
4	-0.43	-1.18	-0.24	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	144.35	168.41
5	-0.43	-1.19	-0.25	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	144.35	288.70	216.53	216.53
6	-0.43	-1.19	-0.25	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	144.35	288.70	216.53	216.53
7	-0.44	-1.19	-0.25	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
8	-0.44	-1.19	-0.26	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	288.70	264.65
9	-0.45	-1.19	-0.26	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	288.70	288.70
10	-0.46	-1.19	-0.26	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	288.70	312.76
11	-0.46	-1.20	-0.26	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	288.70	336.82
12	-0.47	-1.20	-0.26	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	433.06	360.88	288.70	360.88
13	-0.47	-1.21	-0.26	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	288.70	384.94
14	-0.47	-1.21	-0.27	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	360.88	409.00
15	-0.48	-1.21	-0.27	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	505.23	433.06	360.88	433.06
16	-0.48	-1.21	-0.27	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	505.23	433.06	360.88	433.06
17	-0.48	-1.22	-0.27	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	360.88	457.12
18	-0.48	-1.22	-0.28	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	433.06	481.17
19	-0.48	-1.22	-0.28	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	433.06	481.17
20	-0.49	-1.22	-0.28	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	577.41	505.23	433.06	505.23
21	-0.49	-1.23	-0.29	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	505.23	553.35
22	-0.49	-1.23	-0.29	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	505.23	553.35
23	-0.49	-1.23	-0.29	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	505.23	553.35
24	-0.49	-1.23	-0.29	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	505.23	553.35
25	-0.50	-1.23	-0.29	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	649.58	577.41	505.23	577.41
26	-0.50	-1.23	-0.29	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	649.58	577.41	505.23	577.41
27	-0.50	-1.23	-0.29	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	649.58	577.41	505.23	577.41
28	-0.50	-1.23	-0.29	-0.41	-1.15	-0.22	138.55	138.55	138.55	649.58	577.41	505.23	577.41

ตารางที่ ค.10 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1400 kg/m³ ที่ W/C=0.60

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-0.74	-1.15	-0.40	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.75	-1.16	-0.40	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	0.00	48.12
3	-0.75	-1.18	-0.40	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	72.18	216.53	0.00	96.23
4	-0.75	-1.18	-0.40	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	72.18	216.53	0.00	96.23
5	-0.76	-1.18	-0.40	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	0.00	120.29
6	-0.76	-1.18	-0.40	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	0.00	120.29
7	-0.76	-1.18	-0.41	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	72.18	144.35
8	-0.77	-1.18	-0.41	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	72.18	168.41
9	-0.77	-1.18	-0.41	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	72.18	168.41
10	-0.77	-1.19	-0.41	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	72.18	192.47
11	-0.78	-1.19	-0.41	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	72.18	216.53
12	-0.79	-1.19	-0.41	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	72.18	240.59
13	-0.79	-1.19	-0.42	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	144.35	264.65
14	-0.80	-1.20	-0.42	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	433.06	360.88	144.35	312.76
15	-0.80	-1.20	-0.43	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	433.06	360.88	216.53	336.82
16	-0.80	-1.21	-0.43	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	216.53	360.88
17	-0.80	-1.21	-0.44	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	288.70	384.94
18	-0.81	-1.22	-0.44	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	288.70	433.06
19	-0.81	-1.22	-0.44	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	288.70	433.06
20	-0.81	-1.23	-0.44	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	288.70	457.12
21	-0.81	-1.23	-0.44	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	288.70	457.12
22	-0.82	-1.23	-0.44	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	288.70	481.17
23	-0.82	-1.23	-0.45	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	360.88	505.23
24	-0.82	-1.24	-0.45	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	577.41	649.58	360.88	529.29
25	-0.82	-1.24	-0.45	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	577.41	649.58	360.88	529.29
26	-0.83	-1.24	-0.46	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	433.06	577.41
27	-0.83	-1.24	-0.46	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	433.06	577.41
28	-0.84	-1.24	-0.46	-0.74	-1.15	-0.40	138.55	138.55	138.55	721.76	649.58	433.06	601.47

ตารางที่ ค.11 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1200 kg/m³ ที่ W/C=0.60

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-0.55	-1.41	-0.80	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.55	-1.42	-0.82	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	144.35	72.18
3	-0.56	-1.42	-0.82	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	144.35	96.23
4	-0.56	-1.43	-0.82	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	144.35	120.29
5	-0.56	-1.43	-0.83	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	216.53	144.35
6	-0.56	-1.44	-0.83	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	72.18	216.53	216.53	168.41
7	-0.57	-1.44	-0.83	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	216.53	192.47
8	-0.57	-1.45	-0.84	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	144.35	288.70	288.70	240.59
9	-0.57	-1.45	-0.85	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	144.35	288.70	360.88	264.65
10	-0.57	-1.45	-0.85	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	144.35	288.70	360.88	264.65
11	-0.57	-1.45	-0.85	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	144.35	288.70	360.88	264.65
12	-0.58	-1.46	-0.85	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	216.53	360.88	360.88	312.76
13	-0.59	-1.46	-0.86	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	433.06	360.88
14	-0.59	-1.47	-0.86	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	433.06	384.94
15	-0.59	-1.47	-0.87	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	505.23	409.00
16	-0.60	-1.47	-0.87	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	505.23	433.06
17	-0.60	-1.47	-0.87	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	505.23	433.06
18	-0.60	-1.48	-0.87	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	360.88	505.23	505.23	457.12
19	-0.61	-1.48	-0.88	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	577.41	505.23
20	-0.61	-1.48	-0.88	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	577.41	505.23
21	-0.61	-1.49	-0.88	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	433.06	577.41	577.41	529.29
22	-0.61	-1.49	-0.88	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	433.06	577.41	577.41	529.29
23	-0.62	-1.49	-0.89	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	649.58	577.41
24	-0.62	-1.49	-0.89	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	649.58	577.41
25	-0.63	-1.50	-0.89	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	577.41	649.58	649.58	625.53
26	-0.63	-1.50	-0.89	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	577.41	649.58	649.58	625.53
27	-0.63	-1.50	-0.90	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	577.41	649.58	721.76	649.58
28	-0.64	-1.51	-0.90	-0.55	-1.41	-0.80	138.55	138.55	138.55	649.58	721.76	721.76	697.70

ตารางที่ ค.12 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1000 kg/m³ ที่ W/C=0.60

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-1.04	-0.83	0.60	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.05	-0.83	0.59	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	72.18	0.00	72.18	48.12
3	-1.05	-0.84	0.59	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
4	-1.05	-0.84	0.58	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	144.35	96.23
5	-1.05	-0.84	0.58	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	144.35	96.23
6	-1.06	-0.84	0.58	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	144.35	72.18	144.35	120.29
7	-1.07	-0.85	0.57	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	216.53	144.35	216.53	192.47
8	-1.07	-0.85	0.57	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	216.53	144.35	216.53	192.47
9	-1.08	-0.86	0.57	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	288.70	216.53	216.53	240.59
10	-1.08	-0.87	0.56	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	288.70	288.70
11	-1.08	-0.87	0.56	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	288.70	288.70
12	-1.09	-0.87	0.55	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	360.88	336.82
13	-1.09	-0.88	0.55	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	360.88	360.88
14	-1.09	-0.88	0.54	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	433.06	384.94
15	-1.10	-0.88	0.54	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	433.06	360.88	433.06	409.00
16	-1.10	-0.88	0.53	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	433.06	360.88	505.23	433.06
17	-1.11	-0.88	0.53	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	505.23	457.12
18	-1.11	-0.88	0.53	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	505.23	457.12
19	-1.11	-0.88	0.52	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	577.41	481.17
20	-1.12	-0.89	0.52	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	577.41	529.29
21	-1.12	-0.89	0.51	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	649.58	553.35
22	-1.12	-0.89	0.51	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	649.58	553.35
23	-1.12	-0.90	0.51	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	577.41	505.23	649.58	577.41
24	-1.12	-0.90	0.50	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	577.41	505.23	721.76	601.47
25	-1.13	-0.90	0.50	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	649.58	505.23	721.76	625.53
26	-1.14	-0.91	0.50	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	721.76	577.41	721.76	673.64
27	-1.14	-0.91	0.50	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	721.76	577.41	721.76	673.64
28	-1.15	-0.92	0.50	-1.04	-0.83	0.60	138.55	138.55	138.55	793.94	649.58	721.76	721.76

ตารางที่ ค.13 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 800 kg/m³ ที่ W/C=0.60

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-1.00	-1.26	0.98	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.01	-1.27	0.97	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
3	-1.01	-1.27	0.97	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
4	-1.01	-1.27	0.96	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	144.35	96.23
5	-1.01	-1.27	0.96	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	144.35	96.23
6	-1.02	-1.28	0.96	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
7	-1.03	-1.29	0.95	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	216.53	216.53
8	-1.03	-1.29	0.95	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	216.53	216.53
9	-1.04	-1.30	0.95	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	216.53	264.65
10	-1.04	-1.30	0.94	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	288.70	288.70
11	-1.04	-1.30	0.94	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	288.70	288.70
12	-1.05	-1.31	0.93	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	360.88	360.88
13	-1.05	-1.31	0.93	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	360.88	360.88
14	-1.05	-1.31	0.92	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	433.06	384.94
15	-1.06	-1.32	0.92	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	433.06	433.06
16	-1.06	-1.32	0.91	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	505.23	457.12
17	-1.07	-1.33	0.91	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	505.23	505.23
18	-1.07	-1.33	0.91	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	505.23	505.23
19	-1.07	-1.33	0.90	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	577.41	529.29
20	-1.08	-1.34	0.90	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	577.41	577.41
21	-1.08	-1.34	0.89	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	649.58	601.47
22	-1.09	-1.35	0.89	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	649.58	649.58
23	-1.09	-1.35	0.89	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	649.58	649.58
24	-1.10	-1.36	0.88	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	721.76	721.76	721.76	721.76
25	-1.10	-1.36	0.88	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	721.76	721.76	721.76	721.76
26	-1.11	-1.37	0.88	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	793.94	793.94	721.76	769.88
27	-1.11	-1.37	0.88	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	793.94	793.94	721.76	769.88
28	-1.11	-1.37	0.88	-1.00	-1.26	0.98	138.55	138.55	138.55	793.94	793.94	721.76	769.88

ตารางที่ ค.14 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 600 kg/m³ ที่ W/C=0.60

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-0.91	-1.09	0.78	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.92	-1.09	0.77	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	72.18	0.00	72.18	48.12
3	-0.92	-1.10	0.77	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
4	-0.92	-1.10	0.76	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	144.35	96.23
5	-0.92	-1.10	0.76	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	144.35	96.23
6	-0.93	-1.11	0.76	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
7	-0.94	-1.12	0.75	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	216.53	216.53
8	-0.94	-1.12	0.75	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	216.53	216.53
9	-0.95	-1.13	0.75	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	216.53	264.65
10	-0.95	-1.13	0.74	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	288.70	288.70
11	-0.95	-1.14	0.74	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	288.70	312.76
12	-0.96	-1.14	0.73	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	360.88	360.88
13	-0.96	-1.15	0.73	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	360.88	384.94
14	-0.96	-1.15	0.72	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	433.06	409.00
15	-0.97	-1.16	0.72	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	433.06	457.12
16	-0.97	-1.16	0.71	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	505.23	481.17
17	-0.98	-1.16	0.71	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	505.23	505.23
18	-0.98	-1.16	0.71	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	505.23	505.23
19	-0.98	-1.17	0.70	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	577.41	553.35
20	-0.99	-1.17	0.70	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	577.41	577.41
21	-0.99	-1.18	0.69	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	577.41	649.58	649.58	625.53
22	-1.00	-1.18	0.69	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	649.58	649.58
23	-1.00	-1.19	0.69	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	649.58	721.76	649.58	673.64
24	-1.01	-1.20	0.68	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	721.76	793.94	721.76	745.82
25	-1.01	-1.20	0.68	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	721.76	793.94	721.76	745.82
26	-1.02	-1.21	0.68	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	793.94	866.11	721.76	793.94
27	-1.02	-1.21	0.68	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	793.94	866.11	721.76	793.94
28	-1.02	-1.22	0.68	-0.91	-1.09	0.78	138.55	138.55	138.55	793.94	938.29	721.76	818.00

ตารางที่ ค.15 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1800 kg/m³ ที่ W/C=0.50

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	0.56	0.80	-0.47	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.56	0.79	-0.48	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	72.18	48.12
3	0.56	0.79	-0.48	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	72.18	48.12
4	0.55	0.79	-0.48	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
5	0.55	0.78	-0.49	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	144.35	120.29
6	0.55	0.78	-0.49	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	144.35	120.29
7	0.54	0.78	-0.49	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
8	0.54	0.77	-0.49	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	144.35	168.41
9	0.54	0.77	-0.50	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	216.53	192.47
10	0.54	0.76	-0.50	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	144.35	288.70	216.53	216.53
11	0.53	0.76	-0.50	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
12	0.53	0.76	-0.50	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
13	0.53	0.75	-0.50	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	216.53	360.88	216.53	264.65
14	0.53	0.75	-0.50	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	216.53	360.88	216.53	264.65
15	0.53	0.75	-0.51	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	216.53	360.88	288.70	288.70
16	0.52	0.74	-0.51	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
17	0.52	0.74	-0.51	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
18	0.52	0.74	-0.51	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
19	0.52	0.74	-0.51	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
20	0.52	0.74	-0.51	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
21	0.52	0.74	-0.51	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
22	0.52	0.74	-0.51	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
23	0.51	0.74	-0.52	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	360.88	384.94
24	0.51	0.74	-0.52	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	360.88	384.94
25	0.51	0.74	-0.52	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	360.88	384.94
26	0.51	0.73	-0.52	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	360.88	505.23	360.88	409.00
27	0.51	0.73	-0.52	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	360.88	505.23	360.88	409.00
28	0.50	0.73	-0.52	0.56	0.80	-0.47	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	360.88	433.06

ตารางที่ ค.16 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1600 kg/m³ ที่ W/C=0.50

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	0.44	0.84	-0.28	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.44	0.84	-0.28	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.44	0.83	-0.29	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	72.18	48.12
4	0.43	0.83	-0.29	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
5	0.43	0.83	-0.29	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
6	0.42	0.82	-0.29	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	72.18	120.29
7	0.42	0.82	-0.30	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
8	0.42	0.81	-0.30	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	144.35	168.41
9	0.42	0.81	-0.30	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	144.35	168.41
10	0.41	0.80	-0.31	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
11	0.41	0.80	-0.31	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
12	0.41	0.80	-0.31	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
13	0.41	0.80	-0.31	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
14	0.41	0.80	-0.31	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
15	0.41	0.79	-0.32	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	216.53	360.88	288.70	288.70
16	0.40	0.78	-0.32	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
17	0.40	0.78	-0.32	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
18	0.40	0.78	-0.32	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
19	0.40	0.78	-0.32	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
20	0.39	0.78	-0.32	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	288.70	360.88
21	0.39	0.78	-0.32	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	288.70	360.88
22	0.39	0.78	-0.32	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	288.70	360.88
23	0.38	0.78	-0.33	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	360.88	409.00
24	0.38	0.78	-0.33	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	360.88	409.00
25	0.38	0.78	-0.33	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	360.88	409.00
26	0.38	0.77	-0.33	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	360.88	433.06
27	0.37	0.77	-0.33	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	360.88	457.12
28	0.37	0.77	-0.33	0.44	0.84	-0.28	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	360.88	457.12

ตารางที่ ค.17 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1400 kg/m³ ที่ W/C=0.50

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	0.19	0.54	-1.26	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.19	0.54	-1.26	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.17	0.54	-1.26	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	144.35	0.00	0.00	48.12
4	0.16	0.53	-1.26	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	216.53	72.18	0.00	96.23
5	0.16	0.53	-1.27	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	216.53	72.18	72.18	120.29
6	0.16	0.53	-1.27	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	216.53	72.18	72.18	120.29
7	0.15	0.52	-1.28	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	288.70	144.35	144.35	192.47
8	0.15	0.52	-1.28	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	288.70	144.35	144.35	192.47
9	0.14	0.52	-1.28	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	360.88	144.35	144.35	216.53
10	0.13	0.51	-1.29	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	433.06	216.53	216.53	288.70
11	0.13	0.51	-1.29	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	433.06	216.53	216.53	288.70
12	0.13	0.51	-1.29	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	433.06	216.53	216.53	288.70
13	0.13	0.51	-1.30	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	433.06	216.53	288.70	312.76
14	0.13	0.51	-1.31	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	433.06	216.53	360.88	336.82
15	0.12	0.50	-1.31	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	505.23	288.70	360.88	384.94
16	0.12	0.50	-1.31	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	505.23	288.70	360.88	384.94
17	0.12	0.50	-1.31	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	505.23	288.70	360.88	384.94
18	0.12	0.49	-1.31	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	360.88	409.00
19	0.12	0.49	-1.32	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	433.06	433.06
20	0.12	0.49	-1.32	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	433.06	433.06
21	0.12	0.49	-1.32	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	433.06	433.06
22	0.12	0.49	-1.32	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	433.06	433.06
23	0.12	0.49	-1.32	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	433.06	433.06
24	0.11	0.48	-1.32	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	433.06	481.17
25	0.11	0.48	-1.33	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	505.23	505.23
26	0.11	0.48	-1.33	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	505.23	505.23
27	0.10	0.47	-1.33	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	649.58	505.23	505.23	553.35
28	0.10	0.47	-1.33	0.19	0.54	-1.26	138.55	138.55	138.55	649.58	505.23	505.23	553.35

ตารางที่ ค.18 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1200 kg/m³ ที่ W/C=0.50

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-0.47	-0.18	-0.98	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.47	-0.18	-0.98	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-0.48	-0.18	-0.98	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	72.18	0.00	0.00	24.06
4	-0.49	-0.19	-0.99	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	144.35	72.18	72.18	96.23
5	-0.50	-0.19	-1.00	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	216.53	72.18	144.35	144.35
6	-0.51	-0.20	-1.00	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	288.70	144.35	144.35	192.47
7	-0.51	-0.20	-1.00	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	288.70	144.35	144.35	192.47
8	-0.51	-0.20	-1.01	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	288.70	144.35	216.53	216.53
9	-0.51	-0.21	-1.01	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	288.70	216.53	216.53	240.59
10	-0.52	-0.21	-1.02	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	360.88	216.53	288.70	288.70
11	-0.52	-0.21	-1.03	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	360.88	216.53	360.88	312.76
12	-0.53	-0.21	-1.03	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	433.06	216.53	360.88	336.82
13	-0.54	-0.21	-1.03	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	505.23	216.53	360.88	360.88
14	-0.55	-0.22	-1.03	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	577.41	288.70	360.88	409.00
15	-0.55	-0.22	-1.03	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	577.41	288.70	360.88	409.00
16	-0.55	-0.23	-1.04	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	577.41	360.88	433.06	457.12
17	-0.55	-0.23	-1.04	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	577.41	360.88	433.06	457.12
18	-0.55	-0.23	-1.04	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	577.41	360.88	433.06	457.12
19	-0.56	-0.23	-1.05	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	649.58	360.88	505.23	505.23
20	-0.56	-0.23	-1.05	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	649.58	360.88	505.23	505.23
21	-0.56	-0.23	-1.05	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	649.58	360.88	505.23	505.23
22	-0.57	-0.24	-1.06	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	721.76	433.06	577.41	577.41
23	-0.57	-0.24	-1.06	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	721.76	433.06	577.41	577.41
24	-0.57	-0.24	-1.06	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	721.76	433.06	577.41	577.41
25	-0.57	-0.24	-1.06	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	721.76	433.06	577.41	577.41
26	-0.57	-0.24	-1.06	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	721.76	433.06	577.41	577.41
27	-0.57	-0.25	-1.06	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	721.76	505.23	577.41	601.47
28	-0.57	-0.25	-1.06	-0.47	-0.18	-0.98	138.55	138.55	138.55	721.76	505.23	577.41	601.47

ตารางที่ ค.19 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1000 kg/m³ ที่ W/C=0.50

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-1.16	0.63	0.54	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.16	0.63	0.53	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	72.18	24.06
3	-1.16	0.62	0.51	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	216.53	96.23
4	-1.17	0.61	0.50	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	288.70	168.41
5	-1.17	0.61	0.49	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	360.88	192.47
6	-1.17	0.60	0.49	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	72.18	216.53	360.88	216.53
7	-1.17	0.60	0.49	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	72.18	216.53	360.88	216.53
8	-1.18	0.60	0.49	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	360.88	240.59
9	-1.19	0.60	0.48	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	433.06	288.70
10	-1.19	0.60	0.48	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	433.06	288.70
11	-1.20	0.59	0.48	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	433.06	336.82
12	-1.20	0.59	0.48	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	433.06	336.82
13	-1.20	0.59	0.47	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	505.23	360.88
14	-1.20	0.59	0.46	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	577.41	384.94
15	-1.21	0.58	0.46	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	577.41	433.06
16	-1.21	0.57	0.46	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	577.41	457.12
17	-1.21	0.57	0.45	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	649.58	481.17
18	-1.21	0.57	0.45	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	649.58	481.17
19	-1.21	0.57	0.45	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	649.58	481.17
20	-1.22	0.56	0.45	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	649.58	529.29
21	-1.22	0.56	0.44	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	721.76	553.35
22	-1.22	0.56	0.44	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	721.76	553.35
23	-1.22	0.56	0.44	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	721.76	553.35
24	-1.23	0.56	0.44	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	721.76	577.41
25	-1.23	0.55	0.44	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	721.76	601.47
26	-1.23	0.55	0.43	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	793.94	625.53
27	-1.23	0.55	0.43	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	793.94	625.53
28	-1.24	0.55	0.43	-1.16	0.63	0.54	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	793.94	649.58

ตารางที่ ค.20 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 800 kg/m³ ที่ W/C=0.50

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-0.82	0.97	0.66	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.82	0.96	0.65	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	72.18	48.12
3	-0.83	0.96	0.63	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	216.53	120.29
4	-0.83	0.95	0.62	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	288.70	168.41
5	-0.83	0.95	0.61	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	360.88	192.47
6	-0.83	0.94	0.61	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	72.18	216.53	360.88	216.53
7	-0.83	0.94	0.61	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	72.18	216.53	360.88	216.53
8	-0.84	0.94	0.61	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	360.88	240.59
9	-0.85	0.94	0.60	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	433.06	288.70
10	-0.85	0.94	0.60	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	433.06	288.70
11	-0.86	0.93	0.60	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	433.06	336.82
12	-0.86	0.93	0.60	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	433.06	336.82
13	-0.86	0.93	0.59	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	505.23	360.88
14	-0.86	0.93	0.58	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	577.41	384.94
15	-0.87	0.92	0.58	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	577.41	433.06
16	-0.87	0.91	0.58	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	577.41	457.12
17	-0.87	0.91	0.57	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	649.58	481.17
18	-0.87	0.91	0.57	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	649.58	481.17
19	-0.87	0.91	0.57	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	649.58	481.17
20	-0.88	0.90	0.57	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	649.58	529.29
21	-0.88	0.90	0.56	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	721.76	553.35
22	-0.88	0.89	0.56	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	433.06	577.41	721.76	577.41
23	-0.88	0.89	0.56	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	433.06	577.41	721.76	577.41
24	-0.89	0.88	0.56	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	505.23	649.58	721.76	625.53
25	-0.89	0.88	0.56	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	505.23	649.58	721.76	625.53
26	-0.89	0.88	0.55	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	505.23	649.58	793.94	649.58
27	-0.89	0.87	0.55	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	505.23	721.76	793.94	673.64
28	-0.90	0.87	0.55	-0.82	0.97	0.66	138.55	138.55	138.55	577.41	721.76	793.94	697.70

ตารางที่ ค.21 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 600 kg/m³ ที่ W/C=0.50

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-1.11	0.72	0.95	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.12	0.71	0.94	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
3	-1.12	0.71	0.94	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
4	-1.12	0.70	0.93	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	144.35	120.29
5	-1.13	0.70	0.93	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
6	-1.13	0.69	0.92	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	216.53	192.47
7	-1.13	0.69	0.92	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	216.53	192.47
8	-1.14	0.69	0.92	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	216.53	216.53
9	-1.14	0.68	0.92	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
10	-1.14	0.68	0.92	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
11	-1.15	0.68	0.91	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	288.70	288.70
12	-1.15	0.67	0.91	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	288.70	312.76
13	-1.15	0.67	0.91	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	288.70	312.76
14	-1.15	0.67	0.91	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	288.70	312.76
15	-1.16	0.66	0.90	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	360.88	384.94
16	-1.16	0.66	0.89	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	433.06	409.00
17	-1.17	0.66	0.89	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	433.06	433.06
18	-1.17	0.65	0.89	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	433.06	457.12
19	-1.18	0.65	0.89	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	433.06	481.17
20	-1.18	0.65	0.88	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	505.23	505.23
21	-1.19	0.64	0.88	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	505.23	553.35
22	-1.19	0.64	0.87	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	577.41	577.41
23	-1.19	0.64	0.87	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	577.41	577.41
24	-1.20	0.63	0.87	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	577.41	625.53
25	-1.20	0.63	0.86	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	649.58	649.58
26	-1.20	0.63	0.86	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	649.58	649.58
27	-1.21	0.62	0.86	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	721.76	721.76	649.58	697.70
28	-1.21	0.62	0.86	-1.11	0.72	0.95	138.55	138.55	138.55	721.76	721.76	685.67	709.73

ตารางที่ ค.22 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1800 kg/m³ ที่ W/C=0.40

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	0.72	0.87	-0.61	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.72	0.87	-0.61	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.72	0.87	-0.61	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.71	0.86	-0.61	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	0.00	48.12
5	0.71	0.86	-0.62	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
6	0.71	0.86	-0.62	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
7	0.70	0.85	-0.62	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	72.18	120.29
8	0.70	0.85	-0.63	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
9	0.70	0.84	-0.63	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	144.35	168.41
10	0.70	0.84	-0.63	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	144.35	168.41
11	0.69	0.84	-0.63	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	144.35	192.47
12	0.69	0.83	-0.63	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	144.35	216.53
13	0.69	0.83	-0.64	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
14	0.69	0.83	-0.64	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
15	0.69	0.82	-0.64	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	216.53	360.88	216.53	264.65
16	0.68	0.82	-0.64	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	216.53	288.70
17	0.68	0.82	-0.64	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	216.53	288.70
18	0.68	0.82	-0.64	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	216.53	288.70
19	0.68	0.82	-0.65	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	288.70	312.76
20	0.68	0.82	-0.65	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	288.70	312.76
21	0.68	0.81	-0.65	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
22	0.68	0.81	-0.65	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
23	0.67	0.81	-0.65	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	288.70	360.88
24	0.67	0.81	-0.65	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	288.70	360.88
25	0.67	0.81	-0.65	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	288.70	360.88
26	0.67	0.80	-0.66	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	360.88	505.23	360.88	409.00
27	0.67	0.80	-0.66	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	360.88	505.23	360.88	409.00
28	0.67	0.80	-0.66	0.72	0.87	-0.61	138.55	138.55	138.55	360.88	505.23	360.88	409.00

ตารางที่ ค.23 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1600 kg/m³ ที่ W/C=0.40

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	0.56	0.79	-0.48	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.56	0.78	-0.48	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	0.00	24.06
3	0.55	0.78	-0.49	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
4	0.55	0.77	-0.49	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	72.18	96.23
5	0.55	0.77	-0.49	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	72.18	96.23
6	0.55	0.77	-0.49	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	72.18	96.23
7	0.55	0.77	-0.50	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	144.35	120.29
8	0.54	0.77	-0.50	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
9	0.54	0.77	-0.50	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
10	0.54	0.77	-0.50	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
11	0.54	0.77	-0.51	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	216.53	168.41
12	0.54	0.76	-0.51	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	216.53	192.47
13	0.53	0.76	-0.51	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	216.53	216.53
14	0.53	0.76	-0.51	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	216.53	216.53
15	0.53	0.76	-0.51	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	216.53	216.53
16	0.53	0.75	-0.52	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	288.70	264.65
17	0.53	0.75	-0.52	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	288.70	264.65
18	0.52	0.75	-0.52	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	288.70	288.70
19	0.52	0.74	-0.52	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	288.70	312.76
20	0.52	0.74	-0.52	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	288.70	312.76
21	0.52	0.73	-0.52	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
22	0.51	0.73	-0.53	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	360.88	384.94
23	0.51	0.73	-0.53	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	360.88	384.94
24	0.51	0.73	-0.53	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	360.88	384.94
25	0.51	0.73	-0.53	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	360.88	384.94
26	0.51	0.72	-0.53	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	360.88	505.23	360.88	409.00
27	0.50	0.72	-0.53	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	360.88	433.06
28	0.50	0.72	-0.53	0.56	0.79	-0.48	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	360.88	433.06

ตารางที่ ค.24 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1400 kg/m³ ที่ W/C=0.40

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	0.52	0.70	-0.71	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.52	0.69	-0.71	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	0.00	72.18	0.00	24.06
3	0.51	0.69	-0.71	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	0.00	48.12
4	0.51	0.69	-0.71	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	0.00	48.12
5	0.50	0.68	-0.71	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	0.00	96.23
6	0.50	0.68	-0.72	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	72.18	120.29
7	0.49	0.67	-0.72	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	72.18	168.41
8	0.49	0.67	-0.72	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	72.18	168.41
9	0.48	0.67	-0.72	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	288.70	216.53	72.18	192.47
10	0.48	0.67	-0.73	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	288.70	216.53	144.35	216.53
11	0.47	0.66	-0.73	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	144.35	264.65
12	0.47	0.66	-0.74	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	216.53	288.70
13	0.47	0.66	-0.74	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	360.88	288.70	216.53	288.70
14	0.46	0.66	-0.74	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	433.06	288.70	216.53	312.76
15	0.46	0.65	-0.74	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	433.06	360.88	216.53	336.82
16	0.46	0.65	-0.75	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	433.06	360.88	288.70	360.88
17	0.46	0.65	-0.75	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	433.06	360.88	288.70	360.88
18	0.45	0.65	-0.75	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	288.70	384.94
19	0.45	0.65	-0.75	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	505.23	360.88	288.70	384.94
20	0.45	0.64	-0.76	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	505.23	433.06	360.88	433.06
21	0.45	0.64	-0.76	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	505.23	433.06	360.88	433.06
22	0.45	0.64	-0.76	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	505.23	433.06	360.88	433.06
23	0.45	0.64	-0.76	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	505.23	433.06	360.88	433.06
24	0.44	0.64	-0.77	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	433.06	481.17
25	0.44	0.64	-0.77	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	433.06	481.17
26	0.44	0.64	-0.77	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	577.41	433.06	433.06	481.17
27	0.44	0.63	-0.77	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	577.41	505.23	433.06	505.23
28	0.44	0.63	-0.77	0.52	0.70	-0.71	138.55	138.55	138.55	577.41	505.23	433.06	505.23

ตารางที่ ค.25 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1200 kg/m³ ที่ W/C=0.40

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-0.56	-0.33	-0.72	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.57	-0.33	-0.73	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	72.18	0.00	72.18	48.12
3	-0.58	-0.33	-0.73	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	144.35	0.00	72.18	72.18
4	-0.58	-0.33	-0.74	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	144.35	0.00	144.35	96.23
5	-0.59	-0.33	-0.74	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	216.53	0.00	144.35	120.29
6	-0.59	-0.34	-0.74	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	216.53	72.18	144.35	144.35
7	-0.59	-0.34	-0.75	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	216.53	72.18	216.53	168.41
8	-0.60	-0.34	-0.75	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	288.70	72.18	216.53	192.47
9	-0.60	-0.34	-0.76	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	288.70	72.18	288.70	216.53
10	-0.60	-0.34	-0.76	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	288.70	72.18	288.70	216.53
11	-0.60	-0.35	-0.77	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	288.70	144.35	360.88	264.65
12	-0.61	-0.35	-0.77	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	360.88	144.35	360.88	288.70
13	-0.61	-0.35	-0.77	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	360.88	144.35	360.88	288.70
14	-0.62	-0.35	-0.77	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	433.06	144.35	360.88	312.76
15	-0.62	-0.36	-0.78	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	433.06	216.53	433.06	360.88
16	-0.62	-0.36	-0.78	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	433.06	216.53	433.06	360.88
17	-0.63	-0.36	-0.78	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	505.23	216.53	433.06	384.94
18	-0.63	-0.36	-0.79	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	505.23	216.53	505.23	409.00
19	-0.63	-0.37	-0.79	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	505.23	288.70	505.23	433.06
20	-0.64	-0.37	-0.79	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	577.41	288.70	505.23	457.12
21	-0.64	-0.37	-0.80	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	577.41	288.70	577.41	481.17
22	-0.64	-0.37	-0.80	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	577.41	288.70	577.41	481.17
23	-0.64	-0.38	-0.80	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	577.41	360.88	577.41	505.23
24	-0.64	-0.38	-0.80	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	577.41	360.88	577.41	505.23
25	-0.65	-0.38	-0.80	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	649.58	360.88	577.41	529.29
26	-0.65	-0.38	-0.80	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	649.58	360.88	577.41	529.29
27	-0.65	-0.38	-0.80	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	649.58	360.88	577.41	529.29
28	-0.65	-0.39	-0.80	-0.56	-0.33	-0.72	138.55	138.55	138.55	649.58	433.06	577.41	553.35

ตารางที่ ค.26 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 1000 kg/m³ ที่ W/C=0.40

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-0.92	0.74	0.69	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.93	0.73	0.68	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
3	-0.93	0.73	0.67	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	144.35	96.23
4	-0.93	0.73	0.67	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	144.35	96.23
5	-0.93	0.72	0.66	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	216.53	144.35
6	-0.94	0.72	0.66	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	216.53	168.41
7	-0.94	0.72	0.65	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	288.70	192.47
8	-0.94	0.72	0.65	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	288.70	192.47
9	-0.95	0.71	0.65	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	288.70	240.59
10	-0.95	0.71	0.64	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	360.88	264.65
11	-0.95	0.71	0.64	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	360.88	264.65
12	-0.95	0.71	0.64	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	360.88	264.65
13	-0.95	0.71	0.63	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	433.06	288.70
14	-0.95	0.70	0.63	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	433.06	312.76
15	-0.96	0.70	0.62	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	505.23	360.88
16	-0.96	0.70	0.61	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	577.41	384.94
17	-0.96	0.70	0.61	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	577.41	384.94
18	-0.97	0.69	0.61	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	577.41	433.06
19	-0.97	0.69	0.60	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	649.58	457.12
20	-0.97	0.69	0.60	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	649.58	457.12
21	-0.97	0.68	0.59	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	721.76	505.23
22	-0.97	0.68	0.59	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	721.76	505.23
23	-0.98	0.68	0.59	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	721.76	529.29
24	-0.98	0.67	0.59	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	721.76	553.35
25	-0.98	0.67	0.59	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	721.76	553.35
26	-0.98	0.67	0.58	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	793.94	577.41
27	-0.98	0.67	0.58	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	793.94	577.41
28	-0.99	0.67	0.58	-0.92	0.74	0.69	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	793.94	601.47

ตารางที่ ค.27 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 800 kg/m³ ที่ W/C=0.40

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-0.68	1.17	0.80	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.69	1.16	0.80	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	0.00	48.12
3	-0.69	1.16	0.79	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
4	-0.69	1.16	0.79	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
5	-0.69	1.15	0.78	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	144.35	120.29
6	-0.69	1.15	0.77	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	72.18	144.35	216.53	144.35
7	-0.70	1.15	0.77	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	216.53	168.41
8	-0.70	1.14	0.76	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	288.70	216.53
9	-0.70	1.14	0.76	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	288.70	216.53
10	-0.71	1.14	0.76	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	288.70	240.59
11	-0.71	1.14	0.75	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	360.88	264.65
12	-0.72	1.14	0.75	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	288.70	216.53	360.88	288.70
13	-0.72	1.13	0.75	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	360.88	312.76
14	-0.72	1.13	0.74	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	433.06	336.82
15	-0.72	1.13	0.74	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	288.70	288.70	433.06	336.82
16	-0.73	1.12	0.74	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	433.06	384.94
17	-0.73	1.12	0.74	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	433.06	384.94
18	-0.73	1.12	0.73	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	360.88	360.88	505.23	409.00
19	-0.73	1.11	0.73	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	505.23	433.06
20	-0.73	1.11	0.73	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	505.23	433.06
21	-0.74	1.11	0.73	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	505.23	457.12
22	-0.74	1.11	0.72	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	433.06	433.06	577.41	481.17
23	-0.74	1.10	0.72	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	577.41	505.23
24	-0.74	1.10	0.71	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	649.58	529.29
25	-0.75	1.10	0.71	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	649.58	553.35
26	-0.75	1.10	0.71	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	505.23	505.23	649.58	553.35
27	-0.75	1.09	0.70	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	721.76	601.47
28	-0.76	1.09	0.70	-0.68	1.17	0.80	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	721.76	625.53

ตารางที่ ค.28 ผลการทดสอบการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาความหนาแน่น 600 kg/m³ ที่ W/C=0.40

Time (days)	X _n (mm.)			X ₀ (mm.)			L ₀ (mm.)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)			ΔL/L ₀ (10 ⁻⁶)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	-0.88	0.86	0.88	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.89	0.86	0.88	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	72.18	0.00	0.00	24.06
3	-0.89	0.85	0.87	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	72.18	72.18	72.18	72.18
4	-0.90	0.84	0.86	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
5	-0.90	0.84	0.86	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	144.35	144.35	144.35	144.35
6	-0.90	0.83	0.85	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	144.35	216.53	216.53	192.47
7	-0.91	0.83	0.85	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	216.53	216.53	216.53	216.53
8	-0.91	0.82	0.85	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
9	-0.91	0.82	0.85	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	216.53	288.70	216.53	240.59
10	-0.92	0.81	0.85	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	216.53	288.70
11	-0.92	0.81	0.84	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	288.70	312.76
12	-0.92	0.81	0.84	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	288.70	360.88	288.70	312.76
13	-0.92	0.80	0.84	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	288.70	433.06	288.70	336.82
14	-0.93	0.80	0.83	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	360.88	384.94
15	-0.93	0.80	0.83	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	360.88	384.94
16	-0.93	0.80	0.83	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	360.88	433.06	360.88	384.94
17	-0.93	0.79	0.82	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	360.88	505.23	433.06	433.06
18	-0.94	0.79	0.82	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	433.06	457.12
19	-0.94	0.79	0.82	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	433.06	457.12
20	-0.94	0.79	0.82	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	433.06	505.23	433.06	457.12
21	-0.95	0.78	0.81	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	505.23	529.29
22	-0.95	0.78	0.81	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	505.23	529.29
23	-0.95	0.78	0.81	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	505.23	577.41	505.23	529.29
24	-0.96	0.78	0.80	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	577.41	577.41	577.41	577.41
25	-0.96	0.77	0.80	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	577.41	649.58	577.41	601.47
26	-0.96	0.77	0.80	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	577.41	649.58	577.41	601.47
27	-0.97	0.77	0.80	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	649.58	649.58	577.41	625.53
28	-0.97	0.76	0.80	-0.88	0.86	0.88	138.55	138.55	138.55	649.58	721.76	577.41	649.58



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน W/C=0.40

Spec.NO.	Density (kg/m ³)	A (m ²)	d (m.)	น้ำหนัก (kg.)	Density (kg/m ³)	T _{ให้} (K)	T _{ด้านบน} (K)	T _{ให้} -T _{ด้านบน} (K)	ค่าการนำความร้อน (Watt/m·K)	K-(ค่าการนำความร้อน) (Watt/m·K)
1	1800	0.12	0.01	2.17	1808	65.00	53.50	11.50	6.06	
2	1800	0.12	0.01	2.2	1833	65.00	53.60	11.40	6.11	
3	1800	0.12	0.01	2.21	1842	65.00	53.40	11.60	6.01	
			เฉลี่ย		1828			11.50	6.06	0.606
1	1600	0.12	0.01	1.95	1625	65.00	53.00	12.00	5.81	
2	1600	0.12	0.01	1.97	1642	65.00	53.20	11.80	5.90	
3	1600	0.12	0.01	1.93	1608	65.00	53.10	11.90	5.85	
			เฉลี่ย		1625			11.90	5.85	0.585
1	1400	0.12	0.01	1.69	1408	65.00	52.40	12.60	5.53	
2	1400	0.12	0.01	1.74	1450	65.00	52.20	12.80	5.44	
3	1400	0.12	0.01	1.72	1433	65.00	52.20	12.80	5.44	
			เฉลี่ย		1431			12.73	5.47	0.547

ตารางที่ ง.1 ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน W/C=0.40(ต่อ)

Spec.NO.	Density (kg/m ³)	A (m ²)	d (m.)	น้ำหนัก (kg.)	Density (kg/m ³)	T _{ให้} (K)	T _{ด้านบน} (K)	T _{ให้} -T _{ด้านบน} (K)	ค่าการนำความร้อน (Watt/m·K)	K·(ค่าการนำ ความร้อน) (Watt/m·K)
1	1200	0.12	0.01	1.46	1217	65.00	50.80	14.20	4.91	
2	1200	0.12	0.01	1.49	1242	65.00	50.90	14.10	4.94	
3	1200	0.12	0.01	1.44	1200	65.00	50.60	14.40	4.84	
			เฉลี่ย		1219			14.23	4.89	0.489
1	1000	0.12	0.01	1.28	1067	65.00	47.90	17.10	4.07	
2	1000	0.12	0.01	1.22	1017	65.00	48.00	17.00	4.10	
3	1000	0.12	0.01	1.27	1058	65.00	47.90	17.10	4.07	
			เฉลี่ย		1047			17.07	4.08	0.408
1	800	0.12	0.01	1.01	842	65.00	43.50	21.50	3.24	
2	800	0.12	0.01	0.99	825	65.00	43.60	21.40	3.26	
3	800	0.12	0.01	0.96	800	65.00	43.30	21.70	3.21	
			เฉลี่ย		822			21.53	3.24	0.324
1	600	0.12	0.01	0.77	642	65.00	38.80	26.20	2.66	
2	600	0.12	0.01	0.8	667	65.00	38.90	26.10	2.67	
3	600	0.12	0.01	0.73	608	65.00	38.90	26.10	2.67	
			เฉลี่ย		639			26.13	2.67	0.267

ตารางที่ ง.2 ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน W/C=0.50

Spec.NO.	Density (kg/m ³)	A (m ²)	d (m.)	น้ำหนัก (Kg.)	Density (kg/m ³)	T _{ให้} (K)	T _{ด้านบน} (K)	T _{ให้} -T _{ด้านบน} (K)	ค่าการนำความร้อน (Watt/m·K)	K-(ค่าการนำ ความร้อน) (Watt/m·K)
1	1800	0.12	0.01	2.19	1825	65.00	52.90	12.10	5.76	
2	1800	0.12	0.01	2.21	1842	65.00	52.70	12.30	5.66	
3	1800	0.12	0.01	2.16	1800	65.00	52.80	12.20	5.71	
			เฉลี่ย		1822			12.20	5.71	0.571
1	1600	0.12	0.01	1.98	1650	65.00	52.50	12.50	5.57	
2	1600	0.12	0.01	1.93	1608	65.00	52.40	12.60	5.53	
3	1600	0.12	0.01	1.95	1625	65.00	52.30	12.70	5.49	
			เฉลี่ย		1628			12.60	5.53	0.553
1	1400	0.12	0.01	1.7	1417	65.00	51.30	13.70	5.09	
2	1400	0.12	0.01	1.75	1458	65.00	51.10	13.90	5.01	
3	1400	0.12	0.01	1.73	1442	65.00	51.30	13.70	5.09	
			เฉลี่ย		1439			13.77	5.06	0.506

ตารางที่ ง.2 ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน W/C=0.50(ต่อ)

Spec.NO.	Density (kg/m ³)	A (m ²)	d (m.)	น้ำหนัก (kg.)	Density (kg/m ³)	Tให้ (K)	Tด้านบน (K)	Tให้-Tด้านบน (K)	ค่าการนำความร้อน (Watt/m·K)	K-(ค่าการนำ ความร้อน) (Watt/m·K)
1	1200	0.12	0.01	1.49	1242	65.00	49.10	15.90	4.38	
2	1200	0.12	0.01	1.52	1267	65.00	49.00	16.00	4.35	
3	1200	0.12	0.01	1.5	1250	65.00	49.00	16.00	4.35	
			เฉลี่ย		1253			15.97	4.36	0.436
1	1000	0.12	0.01	1.24	1033	65.00	46.00	19.00	3.67	
2	1000	0.12	0.01	1.22	1017	65.00	46.30	18.70	3.73	
3	1000	0.12	0.01	1.26	1050	65.00	46.10	18.90	3.69	
			เฉลี่ย		1033			18.87	3.69	0.369
1	800	0.12	0.01	1.04	867	65.00	41.40	23.60	2.95	
2	800	0.12	0.01	1	833	65.00	41.70	23.30	2.99	
3	800	0.12	0.01	1.01	842	65.00	41.50	23.50	2.96	
			เฉลี่ย		847			23.47	2.97	0.297
1	600	0.12	0.01	0.76	633	65.00	37.10	27.90	2.50	
2	600	0.12	0.01	0.74	617	65.00	37.50	27.50	2.53	
3	600	0.12	0.01	0.74	617	65.00	37.20	27.80	2.51	
			เฉลี่ย		622			27.73	2.51	0.251

ตารางที่ ๓.3 ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน W/C=0.60

Spec.NO.	Density (kg/m ³)	A (m ²)	d (m.)	น้ำหนัก (kg.)	Density (kg/m ³)	T _{ให้} (K)	T _{ด้านบน} (K)	T _{ให้} -T _{ด้านบน} (K)	ค่าการนำความร้อน (Watt/m·K)	K-(ค่าการนำ ความร้อน) (Watt/m·K)
1	1800	0.12	0.01	2.21	1842	65.00	52.10	12.90	5.40	
2	1800	0.12	0.01	2.17	1808	65.00	52.00	13.00	5.36	
3	1800	0.12	0.01	2.2	1833	65.00	52.30	12.70	5.49	
			เฉลี่ย		1828			12.87	5.42	0.542
1	1600	0.12	0.01	1.95	1625	65.00	51.90	13.10	5.32	
2	1600	0.12	0.01	1.93	1608	65.00	51.70	13.30	5.24	
3	1600	0.12	0.01	1.93	1608	65.00	51.80	13.20	5.28	
			เฉลี่ย		1614			13.20	5.28	0.528
1	1400	0.12	0.01	1.71	1425	65.00	50.10	14.90	4.68	
2	1400	0.12	0.01	1.73	1442	65.00	50.40	14.60	4.77	
3	1400	0.12	0.01	1.69	1408	65.00	50.30	14.70	4.74	
			เฉลี่ย		1425			14.73	4.73	0.473

ตารางที่ ง.3 ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน W/C=0.60(ต่อ)

Spec.NO.	Density (kg/m ³)	A (m ²)	d (m.)	น้ำหนัก (kg.)	Density (kg/m ³)	Tให้ (K)	Tด้านบน (K)	Tให้-Tด้านบน (K)	ค่าการนำความร้อน (Watt/m·K)	K-(ค่าการนำความร้อน) (Watt/m·K)
1	1200	0.12	0.01	1.46	1217	65.00	48.10	16.90	4.12	
2	1200	0.12	0.01	1.5	1250	65.00	47.90	17.10	4.07	
3	1200	0.12	0.01	1.47	1225	65.00	48.30	16.70	4.17	
			เฉลี่ย		1231			16.90	4.12	0.412
1	1000	0.12	0.01	1.23	1025	65.00	44.00	21.00	3.32	
2	1000	0.12	0.01	1.24	1033	65.00	44.20	20.80	3.35	
3	1000	0.12	0.01	1.29	1075	65.00	44.30	20.70	3.37	
			เฉลี่ย		1044			20.83	3.34	0.334
1	800	0.12	0.01	1.02	850	65.00	39.60	25.40	2.74	
2	800	0.12	0.01	0.98	817	65.00	39.40	25.60	2.72	
3	800	0.12	0.01	0.99	825	65.00	39.40	25.60	2.72	
			เฉลี่ย		831			25.53	2.73	0.273
1	600	0.12	0.01	0.81	675	65.00	34.40	30.60	2.28	
2	600	0.12	0.01	0.75	625	65.00	34.30	30.70	2.27	
3	600	0.12	0.01	0.79	658	65.00	34.30	30.70	2.27	
			เฉลี่ย		653			30.67	2.27	0.227

ตารางที่ ง.4 ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน W/C=0.65

Spec.NO.	Density (kg/m ³)	A (m ²)	d (m.)	น้ำหนัก (kg.)	Density (kg/m ³)	Tให้ (K)	Tด้านบน (K)	Tให้-Tด้านบน (K)	ค่าการนำความร้อน (Watt/m·K)	K-(ค่าการนำ ความร้อน) (Watt/m·K)
1	1800	0.12	0.01	2.22	1850	65.00	51.80	13.20	5.28	
2	1800	0.12	0.01	2.25	1875	65.00	51.70	13.30	5.24	
3	1800	0.12	0.01	2.18	1817	65.00	52.00	13.00	5.36	
			เฉลี่ย		1847			13.17	5.29	0.529
1	1600	0.12	0.01	2.01	1675	65.00	51.20	13.80	5.05	
2	1600	0.12	0.01	1.97	1642	65.00	51.40	13.60	5.12	
3	1600	0.12	0.01	1.98	1650	65.00	51.20	13.80	5.05	
			เฉลี่ย		1656			13.73	5.07	0.507
1	1400	0.12	0.01	1.70	1417	65.00	49.90	15.10	4.61	
2	1400	0.12	0.01	1.75	1458	65.00	49.80	15.20	4.58	
3	1400	0.12	0.01	1.73	1442	65.00	49.80	15.20	4.58	
			เฉลี่ย		1439			15.17	4.59	0.459

ตารางที่ ง.4 ผลการทดสอบค่าการนำความร้อน W/C=0.65(ต่อ)

Spec.NO.	Density (kg/m ³)	A (m ²)	d (m.)	น้ำหนัก (kg.)	Density (kg/m ³)	T _{ให้} (K)	T _{ด้านบน} (K)	T _{ให้} -T _{ด้านบน} (K)	ค่าการนำความร้อน (Watt/m·K)	K-(ค่าการนำความร้อน (Watt/m·K)
1	1200	0.12	0.01	1.50	1250	65.00	47.30	17.70	3.94	
2	1200	0.12	0.01	1.49	1242	65.00	47.20	17.80	3.91	
3	1200	0.12	0.01	1.51	1258	65.00	47.50	17.50	3.98	
			เฉลี่ย		1250			17.67	3.94	0.394
1	1000	0.12	0.01	1.29	1075	65.00	43.70	21.30	3.27	
2	1000	0.12	0.01	1.23	1025	65.00	43.30	21.70	3.21	
3	1000	0.12	0.01	1.25	1042	65.00	43.60	21.40	3.26	
			เฉลี่ย		1047			21.47	3.25	0.325
1	800	0.12	0.01	1.02	850	65.00	38.60	26.40	2.64	
2	800	0.12	0.01	1.00	833	65.00	38.20	26.80	2.60	
3	800	0.12	0.01	0.97	808	65.00	38.20	26.80	2.60	
			เฉลี่ย		831			26.67	2.61	0.261
1	600	0.12	0.01	0.76	633	65.00	33.70	31.30	2.23	
2	600	0.12	0.01	0.72	600	65.00	33.50	31.50	2.21	
3	600	0.12	0.01	0.73	608	65.00	33.50	31.50	2.21	
			เฉลี่ย		614			31.43	2.22	0.222



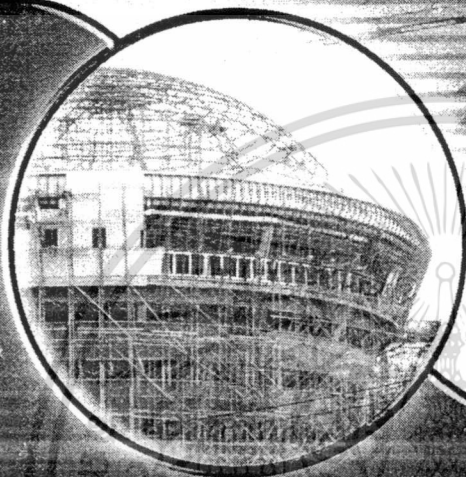
ภาคผนวก จ.
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

สุเมธ สันต์วัฒนา, ผศ.ดร.คมสัน มาลีสี, “การวัดค่าคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาระบบ CLC จากค่าความหนาแน่นของคอนกรีต”, การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 5, หน้า MAT261-MAT266, ณ โรงแรม เดอะกรีนเนอรี รีสอร์ท เขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย, 20-22 ตุลาคม 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 5 Annual Concrete Conference

5



20-22 ตุลาคม 2552

โรงแรม เดอะกรีนเนอซี รีสอร์ท
เขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา



จัดโดย สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย (สคท.)

ร่วมกับ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ACI Thailand Chapter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดค่าคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC จากค่าความหนาแน่นของคอนกรีต

สุเมธ สันตัดวัฒนา (Sumate Santadwattana)¹

ผศ.ดร. กมนัน มาอีสี (Asst.Prof.Dr.Komsan Maleesee)²

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท, sumate.san@gmail.com

²อาจารย์, kmkomsan@kmit.ac.th

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ : คอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC เป็นการผลิตโดยใช้ฟอยามิ่งทำให้เกิดฟองอากาศก่อนจึงนำไปผสมกับซีเมนต์และน้ำ ทำให้ความหนาแน่นของคอนกรีตลดลง การวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นระหว่าง 600-1800 กก./ลบ.ม. ทดลองโดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ 0.4 , 0.5 , 0.6 และ 0.65 อัตราส่วนทรายต่อซีเมนต์เท่ากับ 1:1 โดยจะศึกษาถึงคุณสมบัติในด้านกำลังรับแรงอัด อัตราการดูดซึมน้ำ อัตราการหดตัว และค่าการนำความร้อนซึ่งได้ค่ากำลังอัดอยู่ในช่วง 5-300 กก./ตร.ม. อัตราการดูดซึมน้ำอยู่ในช่วง 14%-33% อัตราการหดตัวอยู่ในช่วง 550 μ -1100 μ และค่าการนำความร้อนอยู่ในช่วง 0.23 -0.61 วัตต์/เมตร-เคลวิน

ABSTRACT : Lightweight concrete in the system CLC (Cellular Lightweight Concrete) made by foaming agent create many bubble of air from foaming generator. When air bubble already added in the compound of sand cement (water, cement and sand),so density of concrete was reduced. This research is study all properties of lightweight concrete that range of density: between 600 to 1800 kg/m³ and used water/cement ratio (w/t) at 0.4, 0.5, 0.6 and 0.65 of mortar and sand/cement ratio 1:1. Properties that interested are compressive strength, absorption, autogenously shrinkage and thermal conductivity. The testing result is that the compressive strength ranges between 5-300 ksc, the water absorption ranges between 14%-33% by weight, the autogeneous shrinkage ranges between 550 μ -1100 μ , the thermal conductivity ranges between 0.23 - 0.61 W/(m.K).

KEYWORDS : Foam concrete , CLC , Density

MAT-261

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ในปัจจุบันงานด้านวิศวกรรมโยธามีการแข่งขันสูง ทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุที่ใช้ในการทำงาน ลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ในส่วนของโครงสร้างที่ไม่ใช้ในการรับน้ำหนักมากนักดังเช่นผนัง แต่มีความสำคัญต่อองค์อาคารมากคือ ช่วยในการแบ่งสัดส่วนพื้นที่ใช้งาน ป้องกันสิ่งต่างๆจากภายนอกไม่ให้เข้ามาในองค์อาคาร เช่น ลม, น้ำ, ฝน, แสงแดด, ความร้อนและวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีของวัสดุที่ใช้ทำผนังขึ้น โดยปัจจุบันได้มีการนำวัสดุคอนกรีตมวลเบามาใช้ในการก่อสร้างอย่างแพร่หลาย โดยคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาจะช่วยให้มีความสะดวกรวดเร็วและง่ายในการทำงาน ผนังที่เบาช่วยลดขนาดของโครงสร้างหลักถ้ง และเป็นฉนวนกันความร้อนได้เป็นอย่างดี

คอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC (Cellular Lightweight Concrete) เป็นการผลิตคอนกรีตโดยทำให้คอนกรีตมีฟองอากาศเล็กๆ (Air Bubble) จำนวนมากผสมอยู่ในเนื้อคอนกรีต ด้วยคุณสมบัติของฟองอากาศจำนวนมากที่อยู่ในเนื้อคอนกรีตทำให้คอนกรีตมีน้ำหนักเบาจึงสามารถลดขนาดของโครงสร้างหลักเช่นคาน เสา และฐานรากลงได้ และยังเป็นฉนวนกันความร้อนได้เนื่องจากโครงสร้างแบบวงโค้งที่มีโพรงจากฟองอากาศไม่เชื่อมต่อกันทำหน้าที่หน่วงความร้อนไม่ให้ผ่านได้ ความเป็นฉนวนนี้จึงมีประโยชน์ในด้านการประหยัดพลังงาน คือสามารถลดความร้อน และลดขนาดของเครื่องระบายความร้อนได้

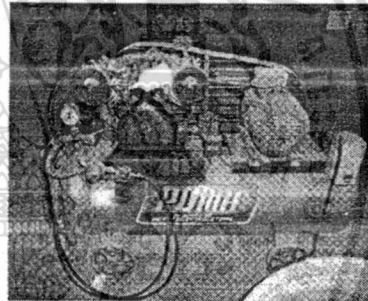
2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อวิจัยทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC (Cellular Lightweight Concrete)
- 2.2 เพื่อวิจัยทดสอบส่วนผสมคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับการทำงาน

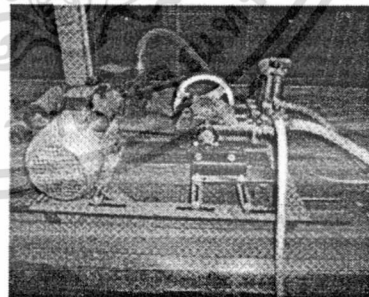
- 2.3 เพื่อวิจัยทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC กับสัดส่วนของวัสดุที่นำมาผสม

3. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- 3.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1
- 3.2 น้ำสะอาด
- 3.3 ทรายละเอียด
- 3.4 น้ำยาโฟม GRACE AE4
- 3.5 เครื่องไม้
- 3.6 แบบหล่อขนาด 5 x 5 x 5 cm.
- 3.7 แบบหล่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร
- 3.8 แบบหล่อขนาด 4 x 4 x 16 เซนติเมตร
- 3.9 แบบหล่อขนาด 20 x 60 x 10 เซนติเมตร
- 3.10 เครื่องผลิตฟองโฟมและเครื่องอัดอากาศ



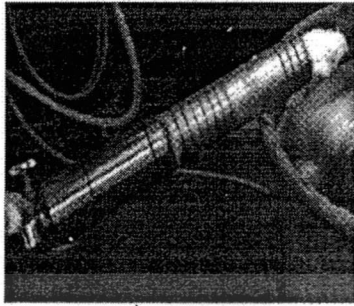
ภาพที่ 1 ปั่นลม



ภาพที่ 2 ปั่นฉีคน้ำยา

MAT-262

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ครอบกดฉีดโฟม

4. ขั้นตอนการผลิต

- 4.1 ผสมปูนทราย และน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนด w/c 0.4 w/c 0.5 w/c 0.6 และ 0.65
- 4.2 นำโฟมที่ได้จากเครื่องฉีดโฟมผสมลงไปจนได้หน่วยน้ำหนัก 600-1800 กก./ลบ.ม. (ซึ่งความเข้มข้นของน้ำยาผสมกับน้ำเป็นไปตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตน้ำยา)
- 4.3 เทคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเสร็จลงในแบบหล่อขนาด 5x5x5 ซม. เพื่อทำการทดสอบความสามารถในการรับแรงอัด ในแต่ละกรณีใช้ 20 ตัวอย่าง (ที่อายุ 3 วัน 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน) หลังจากแกะแบบให้น้ำไปบ่มตัวอย่างน้ำ เมื่อครบจำนวนวัน นำก้อนตัวอย่างขึ้นจากน้ำแล้วไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ประมาณ 3 ชั่วโมง (เพื่อให้ตัวอย่างแห้งก่อนที่จะทำการทดสอบ เนื่องจากคอนกรีตมวลเบามีโพรงอากาศเป็นส่วนผสม สามารถดูดซึมน้ำได้มากกว่าคอนกรีตทั่วไป) แล้วจึงนำไปทดสอบความสามารถในการรับแรงอัดต่อไป
- 4.4 เทคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเสร็จลงในแบบหล่อทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. หนา 2.5 ซม. เพื่อทำการทดสอบวัดอัตราการดูดซึมน้ำของก้อนตัวอย่างที่มีค่าหน่วยน้ำหนักต่างๆ โดยในแต่ละกรณีใช้ตัวอย่างทั้งหมด 5 ก้อน ทดสอบโดยชั่งน้ำหนักหลังจากอบให้แห้งเป็นเวลาร 24 ชม. แล้วนำไปแช่น้ำอีก 24 ชม. และทำการชั่งน้ำหนักอีกครั้ง โดยหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำดังสมการ

$$\text{การดูดซึมน้ำ} = \frac{(\text{นน.หลังบ่ม} - \text{นน.ก่อนบ่ม}) \times 100}{\text{นน.ก่อนบ่ม}} \quad (1)$$

4.5 เทคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเสร็จลงในแบบหล่อขนาด 4x4x16 ซม. เพื่อทำการทดสอบอัตราการหดตัว ในแต่ละกรณีใช้ 3 ตัวอย่าง มีการติดตั้ง gauge plug 2 ตัวที่ด้านหัวและด้านท้ายของตัวอย่างเพื่อใช้เป็นจุดในการวัดการหดตัว ใช้พลาสติกห่อหุ้มเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ ทำการวัดขนาดทุกวันจนครบอายุ 28 วัน



ภาพที่ 4 ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบอัตราการหดตัว

4.6 เทคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเสร็จลงในแบบหล่อขนาด 20x60x10 ซม. เพื่อทำการทดสอบค่าการนำความร้อน ในแต่ละกรณีใช้ 3 ตัวอย่าง การหาค่าการนำความร้อนดังสมการ

$$\text{ค่าการนำความร้อน} = \frac{Q_s \times d'}{2A \Delta T} \quad (2)$$

เมื่อ Q_s คือ กำลังเฉลี่ยของเครื่องทดสอบ (วัตต์)

d' คือ ความหนาของชั้นทดสอบ (เมตร)

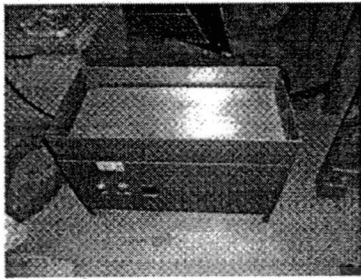
A คือ พื้นที่ของแผ่นให้ความร้อน (ตารางเมตร)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างแผ่นให้ความร้อนกับตัวรับความร้อน (เคลวิน)

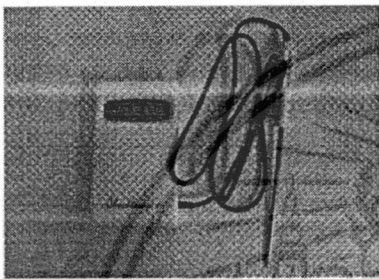
เมื่อขึ้นตัวอย่างมีอายุครบตามกำหนดแล้ว นำขึ้นตัวอย่างขึ้นจากน้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงเพื่อให้ น้ำระเหยออกจากตัวอย่าง ทำการวัดขนาดและชั่งน้ำหนักขึ้นตัวอย่าง เริ่มทดสอบโดยตั้งค่าอุณหภูมิที่เครื่องเพื่อให้ความร้อนแก่คอนกรีตมวลเบา เมื่อเครื่องให้ความร้อนให้อุณหภูมิ 60°C นำขึ้นตัวอย่างวางบนเครื่องให้ความร้อนทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อให้ความร้อนแผ่กระจายทั่วชิ้นตัวอย่าง แล้วนำเครื่องวัดอุณหภูมิที่ผิวบน

MAT-263

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 เครื่องทดสอบค่าการนำความร้อน



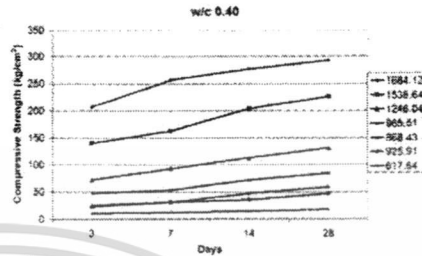
ภาพที่ 6 เครื่องวัดค่าการนำความร้อนที่ผิวบน

5. ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผล

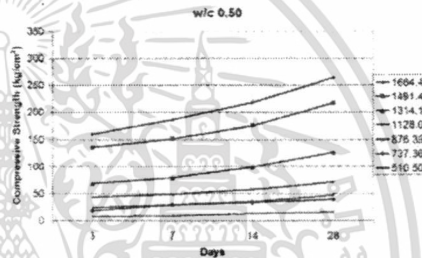
5.1 กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบา

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมวลเบา แสดงในภาพที่ 7 – ภาพที่ 10 พบว่าเมื่ออัตราที่ผสมโฟมทำให้เกิดช่องว่างเล็ก ๆ ในคอนกรีตมวลเบาที่แข็งตัวแล้วนั้น ช่องว่างที่เพิ่มขึ้นจะทำให้กำลังอัดลดลง ซึ่งดูได้จากเมื่อค่าหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตมวลเบาลดลงกำลังรับแรงอัดก็ลดลง ในความสัมพันธ์ที่แปรผกผันโดยตรงต่อกัน ซึ่งกำลังอัดที่ w/c 0.4 และค่าหน่วยน้ำหนักระหว่าง 600-1800 กก./ลบ.ม. จะมีค่าอยู่ในช่วง 20-300 กก./ตร.ซม. ค่ากำลังอัดที่ w/c 0.5 จะมีค่าอยู่ในช่วง 15-260 กก./ตร.ซม. ค่ากำลังอัดที่ w/c 0.6 จะมีค่าอยู่ในช่วง 10-240 กก./ตร.ซม. และค่ากำลังอัดที่ w/c 0.65 จะมีค่าอยู่ในช่วง 5-220 กก./ตร.ซม. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์และหน่วยน้ำหนักเดียวกันดังภาพที่ 11 จะพบว่า ค่ากำลังรับแรงอัดจะแปรผกผันกับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เนื่องจากตัวอย่างที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์น้อยจะมีการเรียงตัวของอนุภาคแน่นหนากว่า และมีน้ำส่วนเกินน้อย ซึ่งน้ำส่วนเกินนี้เมื่อระเหย

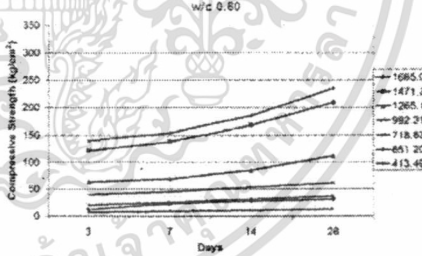
จะทำให้เกิดช่องว่างขึ้น ถ้าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์มาก ก็จะมีน้ำส่วนเกินที่ทำให้เกิดช่องว่างมาก ทำให้รับแรงอัดได้น้อยลง



ภาพที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของชิ้นตัวอย่างที่มีความหนาแน่นต่างๆ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.40



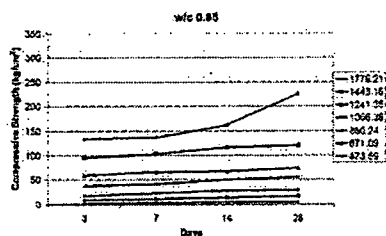
ภาพที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของชิ้นตัวอย่างที่มีความหนาแน่นต่างๆ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.50



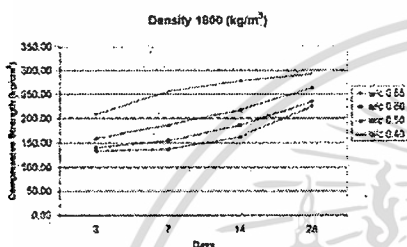
ภาพที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของชิ้นตัวอย่างที่มีความหนาแน่นต่างๆ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.60

MAT-264

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



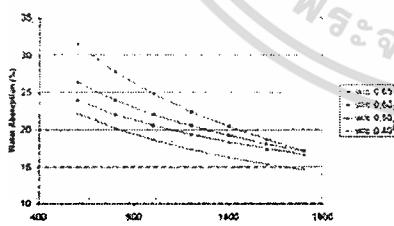
ภาพที่ 10 กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของซีเมนต์ตัวอย่างที่มีความหนาแน่นต่างๆ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.65



ภาพที่ 11 กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดกับอายุของซีเมนต์ตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆที่มีความหนาแน่นเท่ากับ 1800 กก./ลบ.ม.

5.2 ค่าอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบา

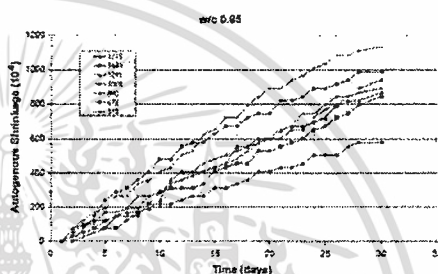
ผลการทดสอบค่าอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตมวลเบาแสดงในภาพที่ 12 ที่ค่าความหนาแน่นในอยู่ช่วง 600-1800 กก./ลบ.ม. โดยเปรียบเทียบกันที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์คือ 0.40, 0.50, 0.60 และ 0.65 พบว่าค่าอัตราการดูดซึมน้ำจะแปรผกผันกับค่าความหนาแน่น เนื่องจากคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นน้อย จะมีช่องอากาศมากกว่า ทำให้มีการดูดซึมน้ำได้ดีกว่าตัวอย่างที่มีความหนาแน่นมาก โดยมีค่าอัตราการดูดซึมน้ำอยู่ระหว่าง 14% - 33%



ภาพที่ 12 กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการดูดซึมน้ำกับค่าความหนาแน่นต่างๆ

5.3 ค่าอัตราการหดตัวของคอนกรีตมวลเบา

ผลการทดสอบค่าอัตราการหดตัวของคอนกรีตมวลเบาแสดงในภาพที่ 13 ทดสอบหาค่าการหดตัวที่ 28 วัน โดยเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นในช่วง 600-1800 กก./ลบ.ม. พบว่าค่าการหดตัวแปรผกผันตามค่าความหนาแน่น เนื่องจากตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นน้อย จะมีช่องว่างที่ทำให้เกิดการหดตัวมากกว่าตัวอย่างที่มีความหนาแน่นน้อย หรือตัวอย่างที่มีความหนาแน่นมาก จะมีกำลังยึดเหนี่ยวที่สามารถต้านทานการหดตัวได้มากกว่าตัวอย่างที่มีความหนาแน่นน้อย

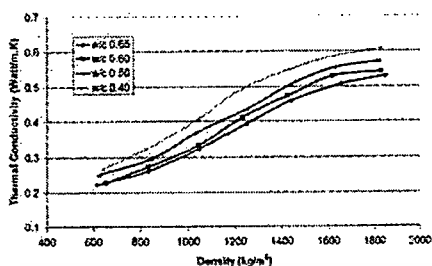


ภาพที่ 13 กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการหดตัวที่ อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.65

5.4 ค่าการนำความร้อนของคอนกรีตมวลเบา

ผลการทดสอบค่าการนำความร้อนของคอนกรีตมวลเบาแสดงในภาพที่ 14 เมื่อคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าการนำความร้อนมีค่าเพิ่มขึ้น และที่ความหนาแน่นเดียวกันเมื่อคอนกรีตมวลเบาที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้นก็จะทำให้ค่าการนำความร้อนมีค่าลดลง ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.4 ที่ 28 วัน มีค่าการนำความร้อนอยู่ในช่วง 0.25 - 0.65 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.5 ที่ 28 วัน มีค่าการนำความร้อนอยู่ในช่วง 0.25 - 0.60 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.6 ที่ 28 วัน มีค่าการนำความร้อนอยู่ในช่วง 0.25 - 0.55 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน ที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.65 ที่ 28 วัน มีค่าการนำความร้อนอยู่ในช่วง 0.25 - 0.53 วัตต์ต่อเมตร-เคลวิน

MAT-265



ภาพที่ 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำความร้อนกับความหนาแน่นของแข็งตัวอย่างที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ค่าต่างๆ

6. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาแล้วนำมาพิจารณาเปรียบเทียบว่าถ้าต้องการคอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่นมาก จะสามารถรับแรงอัดได้มาก มีการหดตัวน้อย มีค่าการดูดซึมน้ำน้อย และความสามารถในการกันความร้อนได้น้อย และค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ก็มีผลต่อคุณสมบัติด้วยเช่นกัน ในการศึกษานี้

- 6.1 คอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่น 1800 กก./ลบ.ม. w/c 0.4 จะมีค่ากำลังอัดสูงสุดอยู่ที่ 300 กก./ตร.ซม. และที่ความหนาแน่น 600 กก./ลบ.ม. w/c 0.65 จะมีค่ากำลังอัดต่ำสุดอยู่ที่ 5 กก./ตร.ซม.
- 6.2 คอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่น 600 กก./ลบ.ม. w/c 0.65 จะมีอัตราการดูดซึมน้ำสูงสุดอยู่ที่ 33% และที่ความหนาแน่น 1800 กก./ลบ.ม. w/c 0.4 จะมีอัตราการดูดซึมน้ำต่ำสุดอยู่ที่ 14%
- 6.3 คอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่น 600 กก./ลบ.ม. w/c 0.65 จะมีอัตราการหดตัวสูงสุด(ที่ 28 วัน) อยู่ที่ 1100µ และที่ความหนาแน่น 1800 กก./ลบ.ม. w/c 0.4 จะมีอัตราการหดตัวต่ำสุด(ที่ 28 วัน) อยู่ที่ 550µ
- 6.4 คอนกรีตมวลเบาที่มีความหนาแน่น 1800 กก./ลบ.ม. w/c 0.4 จะมีอัตราการนำความร้อนสูงสุดอยู่ที่ 0.61 วัตต์/เมตร-เคลวิน และที่ความหนาแน่น 600 กก./ลบ.ม. w/c 0.65 จะมีอัตราการนำความร้อนต่ำสุดอยู่ที่ 0.23 วัตต์/เมตร-เคลวิน

กิตติกรรมประกาศ

ทางกลุ่มผู้ทำงานวิจัยขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และบริษัท ดับบลิว อาร์ เกรซ (ไทยแลนด์) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์นำยาเคมีที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิจิตร ช่อวิเชียร, คอนกรีตเทคโนโลยี, พิมพ์ครั้งที่ 9 (กรุงเทพมหานคร: หป.สัมพันธ์พาณิชย์, 2544)
- [2] ศิริวัฒน์ ไชยชนะ, ปฏิบัติการคอนกรีตเทคโนโลยี, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพมหานคร: หจก.วี.เจ.พรินต์ติ้ง จำกัด, 2542)
- [3] กฤษณา ไกรจันทร์ประสิทธิ์พร, อรวรินทร์ บริรักษ์อรวิรัตน์ และ สุภัทราชัย เศรษฐเกตุ, “คุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาผสมเส้นใยไมโครไฟเบอร์” (ปริญญาานิพนธ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546)
- [4] ชีรพล สุวรรณรัชตกุล, ปรินทร์ ภู่งประเสริฐ, ปริญาแสงสว่าง และ วรเชษฐ์ มงคลภาวิน, “การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตผสมซังอ้อย,” (ปริญญาานิพนธ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547)
- [5] ปิยะพงศ์ ที่สวัสดิ์คอน และ สิทธิโชค หอมกระจ่าย “คอนกรีตเบา,” (ปริญญาานิพนธ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2539)
- [6] รณฤทธิ์ รักรวงศ์, วิษระ มณีวงศ์ และ ศิริพงศ์พรหมศาสตร์, “อิทธิพลของผงอะลูมิเนียมที่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของคอนกรีตเบา,” (ปริญญาานิพนธ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2548)
- [7] ชาคิชาย พรหมวงศ์, ศาสวัต เข็มหมอบ และ วิไลรัตน์ สุขศรี, “อิทธิพลของสารเพิ่มฟองอากาศที่มีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตเบา,” (ปริญญาานิพนธ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2549)

MAT-266

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมแสดงค่าคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC โดยค่าความหนาแน่นนี้ที่ได้ใช้
โปรแกรมภาษา C++ เขียนในส่วนการคำนวณหาค่าคุณสมบัติและใช้โปรแกรม QT Creator เขียนใน
ส่วนการแสดงผล ในส่วนของโค้ดภาษา C++ ที่ใช้มีดังนี้

```
#include "mainwindow.h"
#include "ui_mainwindow.h"

#include <math.h>

MainWindow::MainWindow(QWidget *parent) :
    QMainWindow(parent),
    ui(new Ui::MainWindow)
{
    ui->setupUi(this);

    // input
    densitySlider = ui->densitySlide;
    densitySpinbox = ui->densitySpin;
    wAndC = ui->wAndC;
    processButton = ui->processButton;

    // output
    waterAbsorp = ui->waterAbsorp;
    thermalConduct = ui->thermalConduct;
    compressStrength = ui->compressStrength;
    shrinkGraph = ui->shrinkGraph;
    strengthGraph = ui->strengthGraph;

    shrinkScene = new QGraphicsScene();
    strengthScene = new QGraphicsScene();
    shrinkScene->setSceneRect(0,0,345,190);
    strengthScene->setSceneRect(0,0,345,190);

    shrinkGraph->setScene(shrinkScene);
    drawShrinkCoordinate(shrinkScene);
    shrinkGraph->show();
    strengthGraph->setScene(strengthScene);
    drawStrengthCoordinate(strengthScene);
    strengthGraph->show();

    QObject::connect(densitySpinbox, SIGNAL(valueChanged(int)), densitySlider, SLOT(setValue(int)));
    QObject::connect(densitySlider, SIGNAL(valueChanged(int)), densitySpinbox, SLOT(setValue(int)));
    QObject::connect(processButton, SIGNAL(clicked()), this, SLOT(process()));
}

MainWindow::~MainWindow()
{
    delete ui;
}

void MainWindow::drawShrinkCoordinate(QGraphicsScene *scene) {
    int i = 0;
    for(i = 0; i < 29; i++) {
        // draw | line
        scene->addLine(40 + (10 * i), 15, 40 + (10 * i), 175, QPen(QBrush(Qt::gray),1));
    }
    for(i = 0; i < 7; i++) {
        // draw - line
        scene->addLine(40, 175 - (26.67 * i), 320, 175 - (26.67 * i), QPen(QBrush(Qt::gray),1));
    }
    scene->addLine( 40, 15, 40, 175, QPen(QBrush(Qt::black),1));
    scene->addLine( 40, 175, 320, 175, QPen(QBrush(Qt::black),1));
}

void MainWindow::drawStrengthCoordinate(QGraphicsScene *scene) {
    int i = 0;
    for(i = 0; i < 29; i++) {
        // draw | line
        scene->addLine(40 + (10 * i), 15, 40 + (10 * i), 175, QPen(QBrush(Qt::gray),1));
    }
    for(i = 0; i < 8; i++) {
        // draw - line
        scene->addLine(40, 175 - (22.857 * i), 320, 175 - (22.857 * i), QPen(QBrush(Qt::gray),1));
    }
    scene->addLine( 40, 15, 40, 175, QPen(QBrush(Qt::black),1));
    scene->addLine( 40, 175, 320, 175, QPen(QBrush(Qt::black),1));
}

void MainWindow::process()
{
    bool error = false;
    int loop;
    int density = densitySpinbox->text().toInt();
    float wc = wAndC->text().toFloat();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// density format
int densityFormat[] = {600,1800};

// w/c format to calculate
float wcFormat[] = {0.40,0.50,0.60,0.65};

// temp
int maxDay = 28;
float densityPercentage,temp;

// output
float waterAbsorption = 0,thermalConduction = 0,compressiveStrength = 0;
float shrink[30],strength[30];

// Absorption
if(wc < wcFormat[0] || wc > wcFormat[3]) {
    error = true;
} else {
    densityPercentage = (density - densityFormat[0]) / (densityFormat[1] - densityFormat[0]);
    shrinkProcess(shrink,density,wc,maxDay);
    strengthProcess(strength,density,wc,maxDay);
    compressiveStrength = strength[28];
    if(wc == wcFormat[0]) {
        waterAbsorption = waterProcess(density,0);
        thermalConduction = thermalProcess(density,0);
    } else if(wc == wcFormat[1]) {
        waterAbsorption = waterProcess(density,1);
        thermalConduction = thermalProcess(density,1);
    } else if(wc == wcFormat[2]) {
        waterAbsorption = waterProcess(density,2);
        thermalConduction = thermalProcess(density,2);
    } else if(wc == wcFormat[3]) {
        waterAbsorption = waterProcess(density,3);
        thermalConduction = thermalProcess(density,3);
    } else {
        for(loop = 0;loop < 3;loop++) {
            if(wc > wcFormat[loop] && wc < wcFormat[loop+1]) {
                temp = wcFormat[loop+1] - wcFormat[loop];
                waterAbsorption = (waterProcess(density,loop + 1) - waterProcess(density,loop)) /
temp;
                waterAbsorption = waterAbsorption * (wc - wcFormat[loop]);
                waterAbsorption = waterAbsorption + waterProcess(density,loop);
                thermalConduction = (thermalProcess(density,loop + 1) - thermalProcess
(density,loop)) / temp;
                thermalConduction = thermalConduction * (wc - wcFormat[loop]);
                thermalConduction = thermalConduction + thermalProcess(density,loop);
                break;
            }
        }
    }
}

if(!error) {
    waterAbsorp->setText(QString::number(waterAbsorption,'f'));
    thermalConduct->setText(QString::number(thermalConduction,'f'));
    compressStrength->setText(QString::number(compressiveStrength,'f'));
    shrinkScene->clear();
    drawShrinkCoordinate(shrinkScene);
    strengthScene->clear();
    drawStrengthCoordinate(strengthScene);
    for(loop = 1;loop < maxDay;loop++) {
        shrinkScene->addLine(40 + 10 * loop, 175 - (0.133 * shrink[loop])
,50 + 10 * loop, 175 - (0.133 * shrink[loop + 1]), QPen(QBrush
(Qt::red),3));
        strengthScene->addLine(40 + 10 * loop, 175 - (0.455 * strength[loop])
,50 + 10 * loop, 175 - (0.455 * strength[loop + 1]), QPen(QBrush
(Qt::red),3));
    }
}

float MainWindow::waterProcess(int density,int type) {
    switch(type) {
        case 0:
            return (-6.9794 * log(density)) + 66.872;
        case 1:
            return (-6.6527 * log(density)) + 66.568;
        case 2:
            return (-8.4003 * log(density)) + 80.095;
        case 3:
            return (-13.006 * log(density)) + 114.67;
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
return 0;
}

float MainWindow::thermalProcess(int density,int type) {
switch(type) {
case 0: //-0.0000001 0.0006 -0.1015
return (-0.0000001 * pow(density,2)) + (0.0006 * density) - 0.1015;
case 1: //-0.00000003 0.0004 0.0046
return (-0.00000003 * pow(density,2)) + (0.0004 * density) + 0.0046;
case 2: //-0.00000008 0.0005 -0.0688
return (-0.00000008 * pow(density,2)) + (0.0005 * density) - 0.0688;
case 3: //-0.00000006 0.0004 -0.005
return (-0.00000006 * pow(density,2)) + (0.0004 * density) - 0.005;
}
return 0;
}

void MainWindow::shrinkProcess(float *answer,int density,float wc,int maxDay) {
// density format
int densityFormat[] = {600,1800};

// w/c format to calculate
float wcFormat[] = {0.40,0.50,0.60,0.65};

// shrink format
float a[] = {-0.2297,-0.3304,-0.0259,-0.3825,-0.1105,-0.0372,-0.4111,-0.0547};
float b[] = {29.406,25.266,25.726,26.033,33.678,20.127,53.668,21.699};
float c[] = {-0.5479,-46.1,5.4463,-14.802,-36.293,6.9979,-59.243,-5.5212};

// temp
int i,j,index = -1,wcIndex = -1,temp = 0;
float denDiv,wcDiv = 0;

for(i = 0;i < 4;i++) {
if(wc == wcFormat[i]) {
wcIndex = i * 2;
for(j = 0;j < 2;j++) {
if(density == densityFormat[j]) {
index = i * 2 + j;
break;
}
}
break;
}
}

if(index != -1) {
for(i = 0;i < maxDay + 1;i++) {
answer[i] = a[index] * pow(i,2) + b[index] * i + c[index];
}
} else {
if(wcIndex != -1) {
for(i = 0;i < maxDay + 1;i++) {
denDiv = density - densityFormat[0];
answer[i] = (((a[wcIndex + 1] * pow(i,2) + b[wcIndex + 1] * i + c[wcIndex + 1])
- (a[wcIndex] * pow(i,2) + b[wcIndex] * i + c[wcIndex])) * denDiv)
/ (densityFormat[1] - densityFormat[0])
+ (a[wcIndex] * pow(i,2) + b[wcIndex] * i + c[wcIndex]));
}
} else {
for(i = 0;i < 3;i++) {
if(wc > wcFormat[i] && wc < wcFormat[i + 1]) {
wcDiv = wc - wcFormat[i];
wcIndex = i * 2;
}
}
denDiv = density - densityFormat[0];
for(i = 0;i < maxDay + 1;i++) {
wcIndex += 2;
answer[i] = (((a[wcIndex + 1] * pow(i,2) + b[wcIndex + 1] * i + c[wcIndex + 1])
- (a[wcIndex] * pow(i,2) + b[wcIndex] * i + c[wcIndex])) * denDiv)
/ (densityFormat[1] - densityFormat[0])
+ (a[wcIndex] * pow(i,2) + b[wcIndex] * i + c[wcIndex]));
wcIndex -= 2;
answer[i] -= (((a[wcIndex + 1] * pow(i,2) + b[wcIndex + 1] * i + c[wcIndex + 1])
- (a[wcIndex] * pow(i,2) + b[wcIndex] * i + c[wcIndex])) * denDiv)
/ (densityFormat[1] - densityFormat[0])
+ (a[wcIndex] * pow(i,2) + b[wcIndex] * i + c[wcIndex]));
//answer[i] /= (wcFormat[3] - wcFormat[0]);
temp = wcIndex / 2;
answer[i] /= (wcFormat[temp+1] - wcFormat[temp]);
}
}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        answer[i] *= wcDiv;
        answer[i] += (((a[wcIndex + 1] * pow(i,2) + b[wcIndex + 1] * i + c[wcIndex + 1])
        - (a[wcIndex] * pow(i,2) + b[wcIndex] * i + c[wcIndex])) * denDiv)
        / (densityFormat[1] - densityFormat[0])
        + (a[wcIndex] * pow(i,2) + b[wcIndex] * i + c[wcIndex]);
    }
}

void MainWindow::strengthProcess(float *answer,int density,float wc,int maxDay) {
    // density format
    int densityFormat[] = {600,800,1000,1200,1400,1600,1800};

    // w/c format to calculate
    float wcFormat[] = {0.40,0.50,0.60,0.65};

    // strength format
    float ln[] = {
        3.7013,11.419,16.497,18.306,28.94,43.919,43.138,
        3.8367,10.663,11.077,12.564,27.205,37.413,49.833,
        2.5744,9.8036,9.3357,10.697,22.334,41.2,44.323,
        1.088,3.755,6.7959,8.6534,6.8622,12.925,40.419
    };

    float c[] = {
        6.8768,15.249,15.893,30.391,48.356,93.43,146.84,
        5.0851,12.438,15.105,28.87,43.977,89.213,105.25,
        5.1166,8.7343,13.399,26.573,40.043,78.872,89.86,
        2.0786,5.9483,11.797,25.511,41.181,65.985,82.949
    };

    // temp
    int i,j,index = -1,wcIndex = -1,dIndex = -1,denDiv = 0,denFormatDiv = 0;
    float wcDiv = 0,wcFormatDiv = 0;

    for(i = 0;i < 4;i++) {
        if(wc == wcFormat[i]) {
            wcIndex = i * 7;
            for(j = 0;j < 7;j++) {
                if(density == densityFormat[j]) {
                    index = (i * 7) + j;
                    break;
                }
            }
            break;
        }
    }

    if(index != -1) {
        for(i = 0;i < maxDay + 1;i++) {
            answer[i] = (ln[index] * log(i + 1)) + c[index];
        }
    } else if(wcIndex != -1) {
        for(i = 0;i < 6;i++) {
            if(density > densityFormat[i] && density < densityFormat[i+1]) {
                dIndex = i;
            }
        }
        denDiv = density - densityFormat[dIndex];
        denFormatDiv = densityFormat[dIndex + 1] - densityFormat[dIndex];
        index = wcIndex + dIndex;
        for(i = 0;i < maxDay + 1;i++) {
            answer[i] = (((ln[index + 1] * log(i) + c[index + 1])
            - (ln[index] * log(i) + c[index])) * denDiv) / denFormatDiv)
            + (ln[index] * log(i) + c[index]);
        }
    } else {
        for(i = 0;i < 7;i++) {
            if(density == densityFormat[i]) {
                dIndex = i;
            }
        }
        if(dIndex != -1) {
            for(i = 0;i < 3;i++) {
                if(wc > wcFormat[i] && wc < wcFormat[i+1]) {
                    wcIndex = i;
                }
            }
            wcDiv = wc - wcFormat[wcIndex];
            wcFormatDiv = wcFormat[wcIndex + 1] - wcFormat[wcIndex];
            index = (wcIndex * 7) + dIndex;
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for(i = 0;i < maxDay + 1;i++) {
    answer[i] = (ln[index + 7] * log(i) + c[index + 7])
                - (ln[index] * log(i) + c[index]);
    answer[i] /= wcFormatDiv;
    answer[i] *= wcDiv;
    answer[i] += (ln[index] * log(i) + c[index]);
}
} else {
for(i = 0;i < 6;i++) {
    if(density > densityFormat[i] && density < densityFormat[i + 1]) {
        dIndex = i;
    }
}
for(i = 0;i < 3;i++) {
    if(wc > wcFormat[i] && wc < wcFormat[i+1]) {
        wcIndex = i;
    }
}
wcDiv = wc - wcFormat[wcIndex];
wcFormatDiv = wcFormat[wcIndex + 1] - wcFormat[wcIndex];
denDiv = density - densityFormat[dIndex];
denFormatDiv = densityFormat[dIndex + 1] - densityFormat[dIndex];
index = (wcIndex * 7) + dIndex;
for(i = 0;i < maxDay + 1;i++) {
    answer[i] = (((ln[index + 1] * log(i) + c[index + 1])
                - (ln[index] * log(i) + c[index])) * denDiv) / denFormatDiv)
                + (ln[index] * log(i) + c[index]);
    answer[i+1] = (((ln[index + 8] * log(i) + c[index + 8])
                - (ln[index + 7] * log(i) + c[index + 7])) * denDiv) / denFormatDiv)
                + (ln[index + 7] * log(i) + c[index + 7]);
    answer[i] = (((answer[i + 1] - answer[i]) * wcDiv) / wcFormatDiv) + answer[i];
}
}
}
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประวัติผู้เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	สุเมธ สันต์วัฒนา
วัน/เดือน/ปี	6 ตุลาคม 2527
ที่อยู่	67/937 หมู่บ้านพระปิ่น 3 ถนนตลิ่งชัน-สุพรรณบุรี ตำบลบางแม่นาง อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี 11140
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ประสบการณ์ทำงาน	
พ.ศ. 2549	Site Engineer - Powerline Engineering Public Co., LTD.
พ.ศ. 2549-2553	Technical Engineer - ห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุ สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
พ.ศ. 2553-ปัจจุบัน	Structural Design - Thai Fukuda Co.,Ltd.
ผลงานทางวิชาการ	
พ.ศ. 2552	“การวัดค่าคุณสมบัติต่างๆของคอนกรีตมวลเบาในระบบ CLC จากค่าความหนาแน่นของคอนกรีต”การประชุมวิชาการ คอนกรีตประจำปี ครั้งที่ 5
ทุนการศึกษา	
พ.ศ. 2550	โครงการทุนวิจัย สกว.- บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน) ปี 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้