การศึกษาและทดลองผลกระทบกำลังอัดของคอนกรีตเนื่องจากการบ่มด้วยวิธีต่างๆ

A STUDY OF COMPRESSIVE STRENGTH EFFECT OF CONCRETE DUE TO VARIOUS CONCRETE CURINGS

นายเอกจักร บัวหภักดี

MR.AKEKAJAK BUAHAPAKDEE

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

พ.ศ. 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032501

A STUDY OF COMPRESSIVE STRENGTH EFFECT OF CONCRETE DUE TO VARIOUS CONCRETE CURINGS

MR.AKEKAJAK BUAHAPAKDEE

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE
BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032501

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ การศึกษาและทดลองผลกระทบกำลังอัดของคอนกรีตเนื่องจากการบ่มด้วยวิธีต่างๆ

A STUDY OF COMPRESSIVE STRENGTH EFFECT OF CONCRETE DUE TO VARIOUS CONCRETE CURINGS

นักศึกษา นายเอกจักร บัวหภักดี **รหัสประจำตัว** 32.1431
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ดร.ศรีกริช หิรัญมาศ

คณะกรรมการการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
อ.สุรัตน์ หวังเจริญ อ.สุวัฒน์ ถิรเศรษฐ์ อ.อำนวย พานิชกุลพงศ์	....

ภาควิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(นายสุรัตน์ หวังเจริญ)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
วันที่ 10 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง การศึกษาและทดลองผลกระทบกำลังอัดของคอนกรีตเนื่องจากการบ่มวิธีการต่างๆ

A Study Of Compressive Strength Effect Of Concrete Due To Various Concrete Curings

ชื่อ นายเอกจักร บัวหภักดี

สาขา วิศวกรรมการก่อสร้าง . **ภาควิชา** วิศวกรรมโยธา

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ดร.ศรีกริช หิรัญมาศ

บทคัดย่อ

การบ่มคอนกรีต ถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง ของการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก การรักษาหรือการบ่มคอนกรีต เพื่อให้กำลังของคอนกรีตพัฒนาไปจนถึงกำลังที่ได้ออกแบบไว้ จะทำให้ผลิตภัณฑ์ของคอนกรีตที่ได้ มีกำลังพัฒนาไปมากกว่าผลิตภัณฑ์คอนกรีตที่ไม่มีการบ่มคอนกรีตเลยมาก

การบ่มคอนกรีตในอาคารสูงในกรุงเทพมหานครฯ นั่น สำรวจพบว่ามีการบ่มวิธีต่างๆ ดังนี้คือ การบ่มโดยการขังน้ำ การบ่มโดยใช้กระสอบชื้น การบ่มโดยใช้สารเหลวบ่มคอนกรีต การบ่มโดยใช้พลาสติก การบ่มโดยการฉีดน้ำ และการบ่มโดยทิ้งไว้ในแบบ โดยระยะเวลาการบ่มที่แตกต่างกัน

พฤติกรรมของการพัฒนาของกำลังอัดประลัยของคอนกรีต เนื่องจากการบ่มด้วยวิธีต่างๆกัน ผลที่ได้ออกมาแตกต่างกัน ตามสภาพความชื้นที่ได้รับ และประสิทธิภาพของการป้องกันความชื้นที่ได้กระทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title A Study Of Compressive Strength Effect Of Concrete Due To Various Concrete Curings

Name Mr.Akekajak Buahapakdee

Field Construction Engineering **Department** Civil Engineering

Faculty Engineering

Advisor Prof.Srikrish Hirunmard

Abstract

Concrete Curing is one of the important methods for concrete - construction working. Treatment or concrete-curing is the way to support strength - developement to get the designed - strength. Products with curing have more strength-developement than products that without any curing.

Concrete curing in Highlight building in Bangkok, is surveyed that having many methods almost is ponding, using of saturated burlaps, curing compounds, plastic curing, spraying and curing with formwork.

Characteristics of yeild compressive - strength developement with many method of curing are shown that difference from each others because of moisture and efficiency of sealed vapouring.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สามารถสำเร็จลงได้นั้น มิได้เกิดจากผู้เขียนเพียงลำพัง จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณบุคคลผู้มีส่วนให้รายงานฉบับนี้บรรลุผลสำเร็จดังนี้

อ.ดร.ศรีกริช หิรัญมาศ อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน

บริษัทต่างๆที่ให้ความร่วมมือสนับสนุนข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับ โครงงานพิเศษนี้เป็นอย่างดี

พ่อ แม่ พี่ น้อง ของข้าพเจ้า รวมถึงเพื่อนๆ และน้องๆ ที่อุตสาสละเวลามาช่วยทำโครงงานพิเศษนี้

ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณบุคคลเหล่านี้อีกครั้งและจะระลึกถึงตลอดไป

นายเอกจักร บัวหภักดี

17 เมษายน 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อ..... I
กิตติกรรมประกาศ..... III
สารบัญ..... IV
สารบัญรูป..... VI
สารบัญตาราง..... VII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

บทที่ 2 การบ่มคอนกรีต..... 4
2.1 การบ่มคอนกรีตภายใต้อุณหภูมิธรรมดา..... 5
2.2 การบ่มคอนกรีตภายใต้อุณหภูมิสูง..... 20

บทที่ 3 การบ่มคอนกรีตในอาคารสูง..... 34
3.1 ข้อมูลการบ่มคอนกรีตในอาคารสูง..... 37
3.2 วิเคราะห์ข้อมูลการบ่มคอนกรีตในอาคารสูง..... 50

บทที่ 4 การดำเนินการทดลองหาผลกระทบของกำลังอัด
เนื่องจากการบ่มคอนกรีตวิธีการต่าง ๆ..... 51
4.1 การหาส่วนผสมของคอนกรีต..... 52
4.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่

4.3 กรรมวิธีการบ่ม..... 84

4.4 การดำเนินการทดสอบ..... 90

บทที่ 5 การนำเสนอผลการทดลอง..... 96

บทที่ 6 สรุปและวิเคราะห์การทดลอง..... 165

บทที่ 7 ปัญหาและอุปสรรคในการทดลอง..... 170

บรรณานุกรม..... 173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้าที่

2.1 แสดงผลของการจำกัดความชื้นในการบ่มคอนกรีต และการพัฒนาของกำลังอัดของคอนกรีต..... 6

2.2 แสดงผลกระทบของอุณหภูมิต่อกำลังอัด..... 9

2.3 แสดงการบ่มคอนกรีตด้วยวิธีขังน้ำ..... 14

2.4 แสดงการบ่มคอนกรีตโดยใช้กระสอบชื้น..... 14

2.5 แสดงการบ่มคอนกรีตโดยใช้สารเหลวบ่มคอนกรีต..... 15

2.6 แสดงการบ่มคอนกรีตโดยการฉีดน้ำ..... 15

2.7 แสดงการบ่มคอนกรีตโดยใช้พลาสติก..... 16

2.8 แสดงผลกระทบของการบ่มไอน้ำความดันต่ำต่อการพัฒนาของกำลังอัด..... 22

2.9 แสดงอนุกรมการบ่มไอน้ำความดันต่ำ..... 22

2.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง เวลา * อุณหภูมิ กับ กำลังอัด..... 23

2.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณของซิลิกากับกำลังอัด..... 26

4.1 แสดงวัสดุที่ใช้ในการทดลอง..... 74-77

4.2 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 79-83

4.3 แสดงการบ่มอากาศของแท่งคอนกรีตทดลอง..... 86

4.4 แสดงการบ่มน้ำของแท่งคอนกรีตทดลอง..... 86

4.5 แสดงการบ่มด้วยกระสอบชื้นของแท่งคอนกรีตทดลอง..... 87

4.6 แสดงการบ่มด้วยพลาสติกของแท่งคอนกรีตทดลอง..... 87

4.7 แสดงการบ่มแบบฉีดน้ำของแท่งคอนกรีตทดลอง..... 88

4.8 แสดงการบ่มโดยใช้สารเหลวบ่มคอนกรีตของแท่งคอนกรีตทดลอง..... 68

4.9 แสดงการบ่มโดยทิ้งไว้ในแบบของแท่งคอนกรีตทดลอง..... 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้าที่

2.1 แสดงอุณหภูมิที่แนะนำให้ใช้สำหรับอากาศหนาว..... 19
2.2 แสดงข้อดีข้อเสียของการบ่มคอนกรีตด้วยวิธีเพิ่มความชื้น..... 31
2.3 แสดงข้อดีข้อเสียของการบ่มคอนกรีตด้วยวิธีป้องกัน
การเสียความชื้น..... 32
2.4 แสดงข้อดีข้อเสียของการบ่มคอนกรีตด้วยวิธีเร่งกำลัง..... 33
3.1 แสดงระยะเวลาอย่างน้อยที่สุดที่คอนกรีตควรได้รับการบ่ม
นับจากวันที่หล่อ..... 36
3.2 แสดงข้อมูลลักษณะการบ่มคอนกรีตของอาคารต่าง ๆ 47-49
4.1 แสดงปริมาณของสิ่งเจือปนในวัสดุผสมที่ยอมให้..... 58
4.2 แสดงเกณฑ์กำหนดขนาดคละของวัสดุผสม..... 60
4.3 แสดงค่าความยุบตัวของคอนกรีตที่ใช้สำหรับการก่อสร้าง
ประเภทต่าง ๆ..... 61
4.4 แสดงขนาดโตสุดของวัสดุผสมสำหรับงานก่อสร้างประเภทต่าง ๆ..... 62
4.5 แสดงปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับค่าความยุบตัวและ
วัสดุผสมขนาดต่าง ๆ..... 63
4.6 แสดงอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่ใช้สำหรับงานคอนกรีต
ในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ..... 64
4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์กับ
กำลังอัดประลัยของคอนกรีต..... 65
4.8 แสดงปริมาตรของวัสดุผสมหยาบต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต..... 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ หน้าที่

5.1 แสดงกำลังอัดที่ 28 วันของคอนกรีตที่มีวิธีการบ่มวิธีการต่างๆ..... 164

6.1 แสดงการเรียงลำดับของกำลังอัดในแท่งคอนกรีตทดสอบ
ที่อายุ 28วันในการบ่มคอนกรีตที่ 3วัน..... 166

6.2 แสดงการเรียงลำดับของกำลังอัดในแท่งคอนกรีตทดสอบ
ที่อายุ 28วันในการบ่มคอนกรีตที่ 7วัน..... 167

6.3 แสดงการเรียงลำดับของกำลังอัดในแท่งคอนกรีตทดสอบ
ที่อายุ 28วันในการบ่มคอนกรีตที่ 14วัน..... 168

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การบ่มคอนกรีตเป็นการเก็บความชื้นไว้ในคอนกรีต เพื่อให้น้ำทำปฏิกิริยา HYDRATION กับซีเมนต์อย่างสมบูรณ์ จึงมีความสำคัญมากในการก่อสร้างอาคาร โดยเฉพาะในงานอาคารสูงซึ่งมีขนาดพื้นที่ของคอนกรีตขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีผลต่อความแข็งแรงของคอนกรีต ในงานก่อสร้างอาคารสูงโดยทั่วไป มีการบ่มคอนกรีตแตกต่างกันหลายวิธีตามสภาพงาน จึงเห็นว่าควรจะศึกษาถึงพฤติกรรมของกำลังอัดของคอนกรีตเนื่องจากการบ่มวิธีต่าง ๆ

วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

1. เพื่อศึกษาการบ่มคอนกรีตวิธีต่าง ๆ ในอาคารสูง
2. เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมของกำลังอัด ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการบ่มวิธีต่าง ๆ ในเวลาทดสอบมาตรฐานต่าง ๆ
3. เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมของกำลังอัดที่เกิดขึ้น กรณีที่ใช้การบ่มคอนกรีตวิธีต่าง ๆกัน

ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในโครงงานพิเศษ

จากเนื้อหาวิชา คอนกรีตเทคโนโลยี (CONCRETE TECHNOLOGY) ได้กล่าวถึงการบ่มคอนกรีตไว้เป็นหัวข้อสำคัญหัวข้อหนึ่ง ผู้จัด จึงนำวิชาการด้านนี้มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบการบ่มคอนกรีตด้วยวิธีการต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

โครงงานพิเศษนี้ จะศึกษาถึงการบ่มคอนกรีตวิธีต่าง ๆ ในอาคารสูง และความแข็งแรงของคอนกรีตในส่วน Compressive strength ในกรณีที่ใช้ การบ่มคอนกรีตวิธีต่างๆ กัน แล้วนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบ

วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงงานพิเศษ

1. สำรวจข้อมูลเบื้องต้นในการทดลองการบ่มคอนกรีตด้วยวิธีต่าง ๆ ที่มีใช้ในอาคารสูงในกรุงเทพฯ

2. ทำการทดลองหากำลังอัดของคอนกรีต เนื่องจากการบ่ม ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน ภายใต้ปัจจัยที่แตกต่างกัน

3. รวบรวมข้อมูล แสดงผลการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองที่เกิดขึ้น ของการบ่มคอนกรีตวิธีต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การข่มคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

การบ่มคอนกรีต

คอนกรีต ต้องถูกบำรุงรักษาอย่างดี เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ดีที่สุดเท่าที่ทำได้ ต้องมีการเตรียมความชื้นไว้อย่างเพียงพอสำหรับการ hydration เพื่อลดรูพรุนภายในเนื้อ จนได้ระดับความแข็งแรงและทนทานที่ต้องการ โครงสร้างคอนกรีตโดยทั่วไป แทบจะไม่พังเนื่องด้วยการไม่ได้กำลังตามที่ต้องการ แต่กำลังที่ไม่เพียงพอจะเป็นปัญหาเมื่อเราได้ถอดไม้แบบออกไปใช้งานจริง

การหยุดการบ่มคอนกรีตก่อนกำหนด และเคลื่อนย้ายไม้แบบออกไปก่อนกำหนดในฤดูหนาว สิ่งก่อสร้างจะมีค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นมากเนื่องจาก การแตกร้าวของคอนกรีตกำลังต่ำ คอนกรีตต้องการเวลาเพื่อให้ได้กำลัง แม้ว่าจะใช้การบ่มรักษาอย่างดี ต้องรอเวลาจนกว่าจะเช็คให้แน่ใจก่อนนำแบบออก ในการสูญเสียความคงทนของคอนกรีตนั้น ในระยะยาวจะเป็นปัญหาขยายตัวออกไปภายในตัวคอนกรีต และอายุการใช้งานของอาคารก่อจะสั้นลง

2.1 การบ่มคอนกรีตภายใต้อุณหภูมิธรรมดา

ตัวแปรที่มีผลในการบ่มคอนกรีต

น้ำคือหนึ่งตัวแปร เนื่องจากน้ำจำเป็นต้องใช้สำหรับการทำปฏิกิริยา hydration กับ ซีเมนต์ แม้ว่าซีเมนต์ paste จะเซ็ทตัวแล้ว แต่การ hydration ยังไม่สมบูรณ์ เพราะ grain ขนาดใหญ่ยังคงถูกปกคลุมด้วยชั้นของ C-S-H หนา ยับยั้งปฏิกิริยาที่จะเกิดขึ้น จึงต้องมีการบ่มคอนกรีต เพื่อให้เพิ่มการเกิดปฏิกิริยา hydration ในปริมาตรที่มากขึ้น ซึ่งจะคุ้มกับเงินที่เสียไป

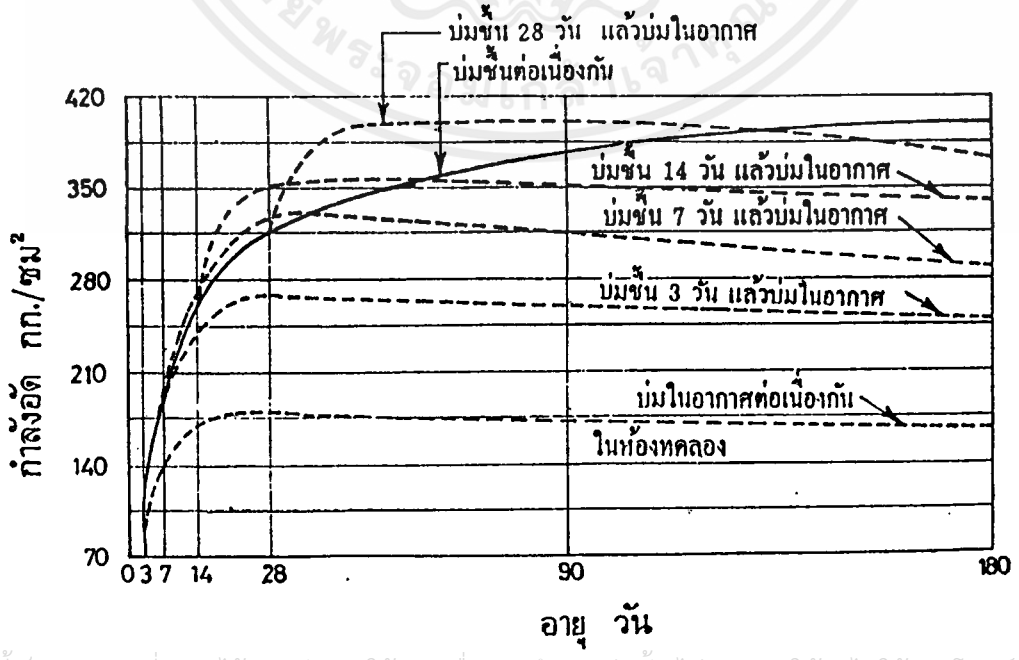
เนื่องด้วยซีเมนต์ซึ่งมี อัตราส่วน W/C ต่ำ การแห้งตัวของซีเมนต์ pastes จะเกิดตลอดการ hydration และจะไปยับยั้งการเกิด hydration ต่อไป ถ้าไม่เพิ่มปริมาณน้ำภายนอกเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามทฤษฎีกล่าวได้ว่า ในซีเมนต์ที่มีอัตราส่วน W/C มากกว่าหรือเท่ากับ 0.42 คอนกรีตจะมีการเกิด hydration โดยสมบูรณ์ โดยไม่ต้องเติมน้ำ แต่ในการทำงานจริง น้ำจะสูญไปในการกลายเป็นไอหรือการดูดซับของส่วนผสมคอนกรีต ไม้แบบ หรือที่รองรับ ฉะนั้นก่อนการใช้งานควรจะทำไม้แบบและที่รองรับให้เปียกเสียก่อน เพื่อลดการดูดซับน้ำ แต่การดูดซับภายในเนื่องจากส่วนผสมยังเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในตกลงต่ำกว่า 80 % เนื่องจากการกลายเป็นไอและการแห้งตัว การเกิด hydration จะหยุดลงและการเพิ่มของกำลังก็จะลดลงด้วย กำลังคอนกรีตจะต่ำกว่าที่มันจะเป็นไปได้ และการลดของกำลังนี้จะเกิดมากขึ้นในกรณีของคอนกรีตกำลังสูง (ค่าอัตราส่วน W/C ต่ำ) มากกว่าในคอนกรีตที่กำลังต่ำ (ค่าอัตราส่วน W/C สูง) ดังนั้นจึงมีความต้องการที่ต้องเตรียมความชื้นเพิ่มเข้าไปตลอดการบ่ม เพื่อให้เกิดการ hydration สูงสุด

รูป 2.1

แสดงผลของการจำกัดความชื้นในการบ่มคอนกรีตและการพัฒนาของกำลังอัดของคอนกรีต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.1 แสดงผลของการจำกัดความชื้นในการบ่มคอนกรีตและการพัฒนาของกำลังอัดของคอนกรีต เนื่องด้วยการขาดการบ่มด้วยคอนกรีต ความชื้น อัตราส่วนของกำลังจะขึ้นอย่างช้า ๆ เนื่องจากน้ำซึ่งสูญเสียไปจากคอนกรีต และกำลังจะเพิ่มขึ้นน้อยมากจนหยุดลง

ในการบ่มคอนกรีต 3 วัน จะทำให้คอนกรีตมีกำลังเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 75 ถึง 80 % ของคอนกรีต 28 วัน ซึ่งได้รับการบ่มอย่างต่อเนื่อง ยิ่งไปกว่านั้นกำลังอีก 25 - 30 % นั้นจะไม่ได้เพิ่มขึ้นมาอีกเลย 28 วันแล้ว

คอนกรีตภายนอก จะสัมผัสความชื้น และการแห้งตัวซ้ำแล้วซ้ำเล่าตลอดอายุการใช้งาน ดังนั้นโอกาสที่มันจะมีการเกิด hydration ยังคงมีอยู่ แม้ว่าในความจริงการอิ่มตัวอีกครั้งของคอนกรีต จะเป็นการ hydration อีก แต่เป็นแบบ interrupted hydration ซึ่งกำลังที่เพิ่มขึ้นจะไม่มากมายเท่ากำลังที่เกิดจากการ hydration ที่ไม่มีการรบกวนโดยการบ่มคอนกรีต และเป็นการยากที่จะทำให้คอนกรีตอิ่มน้ำอีกครั้ง นอกจากการปล่อยน้ำขังไว้ ซึ่งปริมาณการเกิด hydration จะแปรผันมากและไม่สามารถคาดเดาได้ และอาจเป็นเพียงปริมาณเล็กน้อย ในคอนกรีตใหม่การเกิดการขัดจังหวะของการบ่มคอนกรีตเป็นสิ่งที่ไม่ควรเกิดขึ้น เพราะการบ่มคอนกรีตเป็นพัก ๆ จะทำให้คอนกรีตมีกำลังไม่พอในการยืดหยุ่นต่อแรงดึง เป็นเหตุให้เกิดรอยร้าว

ผลจากความชื้นสัมพัทธ์

คอนกรีตจะเกิด hydration แม้ว่าจะไม่อยู่ในสภาพความชื้นอิ่มตัวก็ตาม เพราะว่าน้ำจะถูกเก็บไว้ในช่องว่างของผิวโดยแรงดึงผิวในสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 100 % ซึ่งซีเมนต์ยังคงสามารถละลาย ทำปฏิกิริยาในช่องว่างนี้ได้ แต่อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะช้า และความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดในซีเมนต์เฟสต์ก็ต่ำ มีบางส่วนของช่องว่างจะว่างเปล่าไม่มีน้ำ จะไปขัดขวางการไหลของน้ำในการเกิดปฏิกิริยา น้ำจะถูกใช้ในการ hydration กับซีเมนต์ ในพื้นที่ ๆ มีช่องว่างที่มีน้ำอยู่ และในปริมาณช่องว่างที่ว่างเปล่าจะเกิดการ hydration อย่างรวดเร็ว

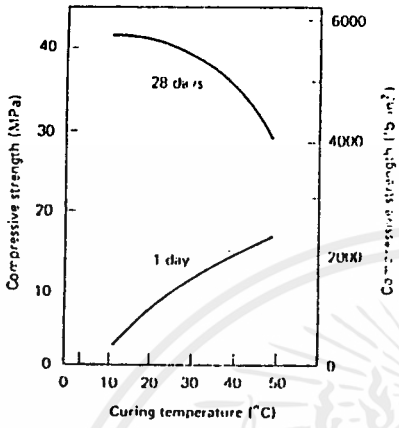
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนเกิดการขาดแคลนน้ำ

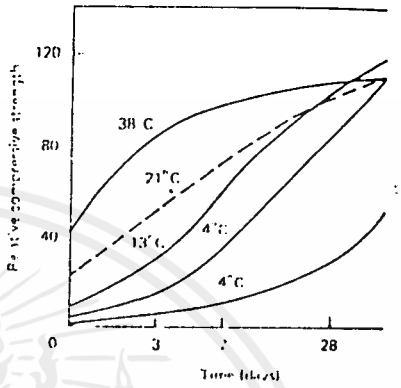
การเพิ่มน้ำ น้ำจะเคลื่อนเข้าไปในพื้นที่ดังกล่าวอย่างรวดเร็ว ในระบบที่มีการอิ่มตัวอย่างสมบูรณ์ แต่จะช้ามากในกรณีที่มีการอิ่มตัวเพียงบางส่วน และในกรณีหลังนี้เองจะเป็นกรณีที่แสดงได้ว่าคอนกรีตซึ่งถูกหุ้มด้วยวัสดุป้องกันการสูญเสียความชื้น การเกิด hydration และการเพิ่มขึ้นของกำลัง จะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ กว่าการเพิ่มความชื้นอย่างต่อเนื่องให้คอนกรีตกรณีที่ใช้การป้องกันความชื้นออก ความชื้นก็ไม่สามารถเข้าไปได้ด้วย และการใช้น้ำในการ hydration ก็จะน้อยตามความชื้นสัมพัทธ์ภายในทำให้เกิดการ hydration ช้าตามไปด้วย ถ้า R.h. ต่ำกว่า 80 % การ hydration จะหยุดไปเกือบหมด ซึ่งจะสามารถเกิดขึ้นได้ในกรณีป้องกันความชื้นออกของคอนกรีตที่มีค่า W/C ratio ต่ำ หรือคอนกรีตที่เปิดเผยต่อสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

ระดับของความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมคัญมากต่อการพัฒนาของกำลังคอนกรีตโดยเฉพาะในคอนกรีตที่พึ่งราดใหม่ อัตราการแห้งตัวของคอนกรีตจะมีอิทธิพลต่อกำลังภายหลังที่หยุดการบ่มคอนกรีตแล้ว และจะมีความสำคัญมากเมื่อมีการบ่มคอนกรีตระยะเวลาสั้น

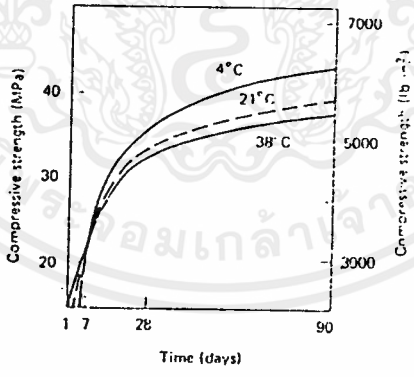
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)



(b)



(c)

รูปที่ 2.2

แสดงผลกระทบของอุณหภูมิต่อกำลังอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032501

ผลจากอุณหภูมิ

รูปที่ 2.1 จะแสดงถึงการบ่มที่ 21 C แต่อุณหภูมิก็มีผลต่ออัตราการเกิดกำลังอัดของคอนกรีต ดังรูปที่ 2.2 a แสดงถึงผลกระทบของอุณหภูมิในการบ่มคอนกรีตต่อกำลังอัดภายหลัง 1 - 28 วัน โดยกำลังอัดช่วงแรกจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก เมื่อมีอุณหภูมิขึ้นเนื่องจากซีเมนต์สามารถทำปฏิกิริยา hydration ได้ง่ายขึ้น แต่การที่มีการลดกำลังในเวลาต่อมาเป็นเรื่องที่ไม่สามารถอธิบายได้โดยง่าย แต่เป็นที่พิสูจน์ได้ว่าไม่เกี่ยวเนื่องกับโครงสร้างทางเคมีและทางฟิสิกส์ของปฏิกิริยา hydration และจะมีผลกระทบเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ผลเสียที่เกิดขึ้นปรากฏขึ้นมาจากรูปร่างการกระจายตัวที่ไม่เป็นระเบียบของการ hydration ในคอนกรีต

รูปที่ 2.2 b แสดงถึงผลของอุณหภูมิในการบ่มต่าง ๆ การอัดที่เกิดเมื่อเทไปแล้ว 90 วัน และแสดงความสัมพันธ์ ถึงช่วงเวลาการบ่มที่ต้องการไปถึงกำลังอัดที่กำหนดที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

รูปที่ 2.2 c แสดงถึงผลของอุณหภูมิที่เทคอนกรีตที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน และรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 21 C ตลอดการบ่มจะเกิดผลเสียคล้ายที่เกิดในรูปที่ 2.2 a ทำให้เราสังเกตุได้ว่า การบ่มคอนกรีตที่อุณหภูมิต่ำจะเป็นผลให้กำลังอัดประลัยสูงกว่าที่อุณหภูมิสูง แม้ว่าอัตราการพัฒนากำลังภายในคอนกรีตจะต่ำก็ตาม และเมื่ออุณหภูมิภายในสูง กำลังอัดภายหลังก็จะต่ำ สำหรับการอัดที่ 28 วันอุณหภูมิประมาณ 4 C จะเป็นอุณหภูมิที่ดีที่สุด สำหรับซีเมนต์ Type I ดังรูป 2.2 C โดยทั่วไปแล้วกำลังดึงของคอนกรีตมีผลคล้ายคลึงกับกำลังอัด

เวลาของการบ่มความชื้น

โดยวัตถุประสงค์แล้วการบ่มความชื้นอย่างต่อเนื่องนานเท่าที่จะทำได้ เป็นวิธีการที่ดีที่สุดจนกระทั่งถึงกำลังที่กำหนด แต่ในความเป็นจริงโดยทั่วไปไม่สามารถทำได้ เนื่องจากแผนงานก่อสร้างที่เร่งด่วนและการประหยัดค่าก่อสร้าง

ดังนั้นจึงความมีการบ่มความชื้นในระยะเวลาที่ยอมรับได้ ดังรูป 2.1 การบ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นประมาณ 7 วัน จะทำให้กำลังขึ้นไปถึง 70 % ของการบ่มที่ 28 วัน ตามมาตรฐาน ของ ACI แนะนำให้ใช้ระยะเวลาประมาณ 7 วันในการบ่มความชื้น สำหรับโครงสร้างคอนกรีตโดยทั่วไป หรือบ่มจนกระทั่งได้กำลัง 70 % ของกำลังอัดที่ต้องการ สำหรับคอนกรีตที่เป็นคอนกรีตมวลขนาดใหญ่ไม่เสริมเหล็ก เวลาในการบ่มอย่างน้อย ควรเป็น 2 สัปดาห์ หรือ 3 สัปดาห์ (สำหรับปูนซีเมนต์ Pozzolan ชนิด low-heat)

สำหรับมาตรฐาน ACI ดังกล่าวสำหรับคอนกรีตซึ่งเทและบ่มที่อุณหภูมิมากกว่า 4 C แต่ที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้ อัตราการเกิดปฏิกริยา hydration จะต่ำกว่านี้มากหลังจากการบ่ม 7 วัน แล้ว

อันตรายจากการแข็งตัวเนื่องจากความเย็น ขณะที่อุณหภูมิต่ำควรระวังเป็นพิเศษ และไม่ควรปล่อยให้แข็งตัวจนกระทั่งมีกำลังอัดประมาณ 2.5 MPa หรือ 500 lb/in^2 โดยทั่วไปการบ่มความชื้น 24 ชั่วโมง ที่ 4 C จะไม่เพียงพอต่อการป้องกันการแข็งตัวของคอนกรีตเนื่องจากความเย็น ควรใช้ฉนวนความร้อนหุ้มตลอดการบ่ม เพื่อป้องกันไม่ให้สูญเสียความร้อนภายในคอนกรีต ซึ่งจะทำให้มีความร้อนเพียงพอในการทำปฏิกิริยา hydration และในขณะที่หนาวจัดมาก การเพิ่มความร้อนเข้าไปจะเป็นสิ่งที่สำคัญมาก

ผลจาก CO_2

ในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปบางชนิด จะมีการใช้ CO_2 พ่นใส่ชิ้นส่วน จะทำให้ได้ชิ้นส่วนที่ได้รูปร่างและมีการเพิ่มขึ้นของ STRENGTH อีกด้วย แต่การบ่มวิธีนี้จะมีผลต่อเฉพาะของคอนกรีตที่มีรูพรุนและมีหน้าตัดขนาดเล็ก เพื่อให้ CO_2 พุ่งผ่านตลอดทั่วคอนกรีตได้

วิธีในการบ่มคอนกรีต

มีวิธีการบ่มและวัสดุที่ใช้บ่มความชื้นอยู่หลายวิธีสำหรับคอนกรีต แต่เราสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การบ่มน้ำ - เป็นการเพิ่มความชื้นและป้องกันการสูญเสียความชื้นของคอนกรีต

2. การบ่มโดยการปิดผิวหน้า - เป็นการป้องกันการสูญเสียความร้อนอย่างเดียว

การบ่มน้ำ (WATER CURING)

การเพิ่มน้ำให้กับคอนกรีตสามารถทำได้โดยการขังน้ำ การพ่นเป็นฝอย การฉีดแบบเหวี่ยง หรือการใช้สิ่งปกคลุมอิ่มน้ำ

- การขังน้ำ

เป็นการบ่มโดยทั่วบนผิวในแนวราบโดยทำเป็นคันดินหรือทรายโดยรอบ เพื่อป้องกันน้ำไม่ให้ไหลออกแต่วิธีการนี้ในปัจจุบันไม่ค่อยใช้กัน เพราะเสียค่าแรงเพิ่มมาก และต้องการการตรวจตราโดยทั่ว

- การฉีดพ่น

เป็นการบ่มที่ได้ผลดีวิธีหนึ่ง ถ้าเรามีน้ำสำรองไว้จำนวนมากและสามารถใช้ได้ตลอดเวลา จะสามารถใช้ในการบ่มผิวทั้งแนวราบและแนวตั้ง ที่ใช้กันส่วนใหญ่ก็จะใช้ที่รดน้ำสนามหญ้าแบบเหวี่ยง และแบบซึม โดยจะฉีดพ่นเป็นพัก ๆ แต่ต้องคอยระวังไม่ให้ฉีดแรงเกินไปหรือไปกัดกร่อนผิวคอนกรีตเข้า

- การใช้วัสดุปกคลุมชื้น

เป็นการบ่มซึ่งจะรักษาปริมาณน้ำไว้ที่วัสดุปกคลุม โดยการรดน้ำเพิ่มและป้องกันการกลายเป็นไอของน้ำในคอนกรีต โดยทั่วไปใช้กระสอบหรือวัสดุดูดซึมอื่น ๆ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากเพราะสามารถใช้ได้ทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ ดินชื้น ทราย ฟาง และขี้เลื่อย สามารถใช้ได้ในการบ่มในแนวราบ แต่จะใช้ค่าแรงสูงในการขนย้ายเมื่อเทียบกับวิธีอื่น

การปกคลุมด้วยวัสดุนี้สามารถคลุมทับอีกชั้น โดยวัสดุฉนวนความร้อนในหน้าหนาวด้วยวัสดุแห้งได้ การปกคลุมนี้ต้องอาศัยระยะเวลาในการให้ความชื้นโดยมันจะแห้งตัวเมื่อเวลาผ่านไปจึงควรมีการตรวจสอบไม่ให้แห้งและควรระวังที่จะเกิดดวง ๆ บนผิวคอนกรีต เมื่อมีอินทรีย-สารที่ละลายน้ำได้ปนมากับวัสดุปกคลุมซึ่งอาจทำให้ไปหน่วงเวลาการเซ็ทตัวหรือแข็งตัวของผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น กรดTannic จากขี้เลื่อย

การบ่มโดยปิดผิวหน้า (SEALED CURING)

กระดาษกันน้ำ แผ่นพลาสติก และสารละลายกันซึม เป็นวิธีการบ่มโดยปิดผิวหน้าที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากความสะดวกในการทำงานและค่าแรงที่ใช้ในการบ่มต่ำ ทำให้วิธีการเหล่านั้น แทนการใช้การบ่มน้ำแบบเก่า ไม้แบบก็สามารถเป็นฉนวนป้องกันไอน้ำไหลออก แต่ในแบบไม้จะไปดูดซึมน้ำจากคอนกรีตแทน ถ้าไม่รักษาให้ไม้แบบเปียกตลอดการบ่ม

กระดาษกันซึม หรือแผ่นพลาสติก ความจะใช้เมื่อผิวหน้าแข็งตัวเพียงพอที่จะป้องกันการเสียหายในการดำเนินการปูกระดาษ หรือแผ่นพลาสติกและเมื่อเปียกทั่วตลอดทั้งผิวหน้าแล้ว แผ่นพลาสติก สามารถใช้ได้ในหลายพื้นที่ เพราะมีความยืดหยุ่นตัวสูงและสามารถใช้กับรูปร่างที่สลับซับซ้อนได้ แผ่นพลาสติกสามารถปูทับวัสดุที่ดูดซึมน้ำอีกทีเพื่อให้เป็นการสำรองความชื้นที่จะเสียไปในคอนกรีตอันเนื่องมาจากการกลายเป็นไอ และจะกลั่นตัวที่วัสดุปกคลุม ด้วยวิธีนี้ความชื้นจะหมุนเวียนกลับสู่คอนกรีตเพื่อพัฒนาการบ่ม ทั้งกระดาษและพลาสติกสามารถทำเป็นสีขาวเพื่อสะท้อนแสงอาทิตย์และลดการดูดซับความร้อนในหน้าร้อน หรือทำเป็นสีดำเพื่อเพิ่มการดูดซับความร้อนในหน้าหนาว สเป็คของวัสดุที่ใช้ตาม ASTM C 171

สารประกอบ CURING COMPOUNDS ของเหลว เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการบ่มทางเท้าและพื้น และสามารถใช้ได้ในผิวแนวดิ่ง แต่เป็นการบ่มคอนกรีตที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด เพราะมันไม่สามารถป้องกันการกลายเป็นไอของคอนกรีตได้ทั้งหมด แต่มันจะเกิดประโยชน์มากที่สุดเมื่อคอนกรีตมีการบ่มความชื้นไปแล้วระยะหนึ่ง ในการแต่งผิวในปัจจุบันยังนิยมใช้ทันทีตามผิวหน้าที่เซ็ทตัวแล้วจากการใช้ SLIP - FORM

สารประกอบ CURING COMPOUNDS ส่วนใหญ่ทำมาจาก RESIN WAXES หรือ SYNTHETIC RUBBERS ละลายในสารละลายซึ่งระเหยได้หรือผสมกับน้ำจนเมื่อสารประกอบติดที่ผิวคอนกรีต ตัวทำละลายหรือน้ำจะกลายเป็นไอไป จะเหลือสารดังกล่าวเคลือบผิวเป็นชั้นซึ่ง

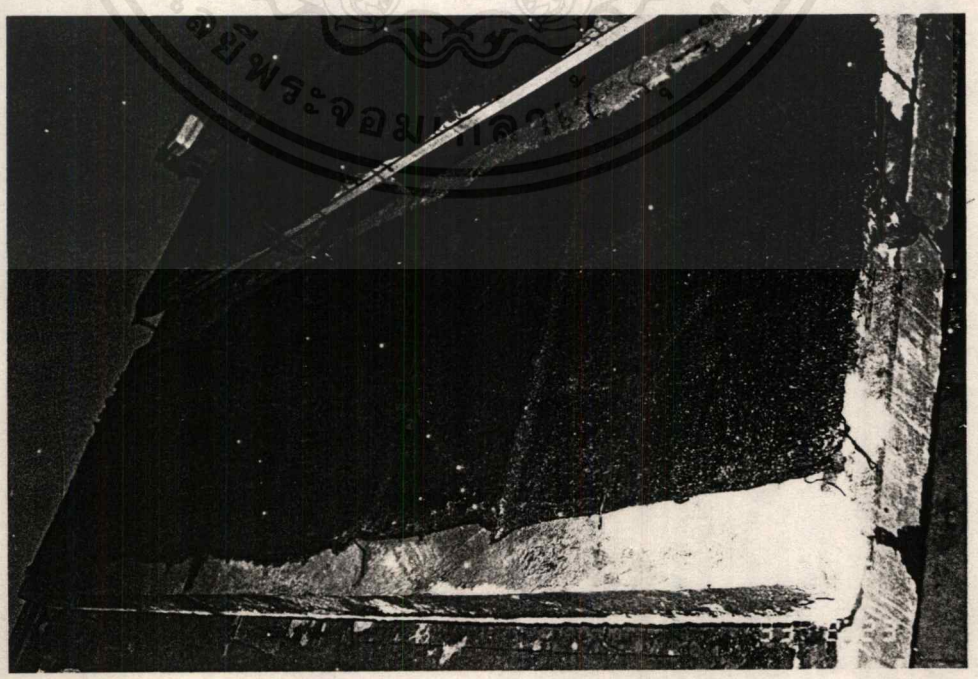
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3

แสดงการบ่มคอนกรีตด้วยวิธีขังน้ำ

รูปที่ 2.4

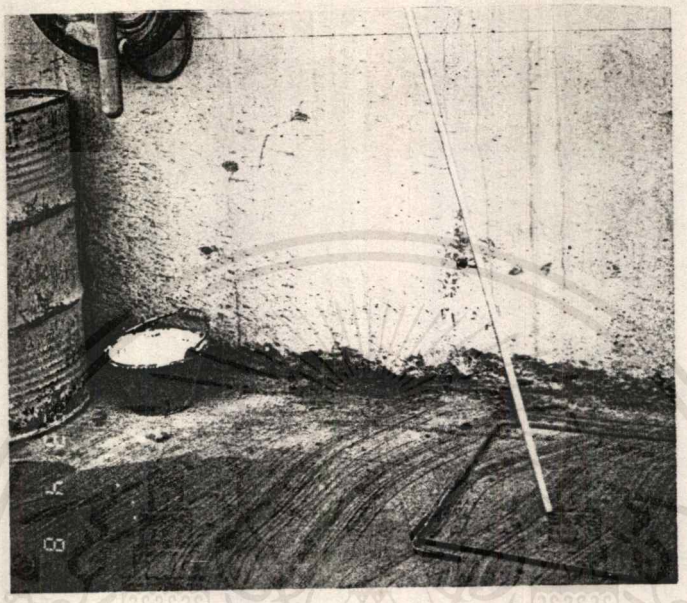
แสดงการบ่มคอนกรีตโดยใช้กระสอบชื้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5

แสดงการบ่มคอนกรีตโดยใช้สารเหลวบ่มคอนกรีต

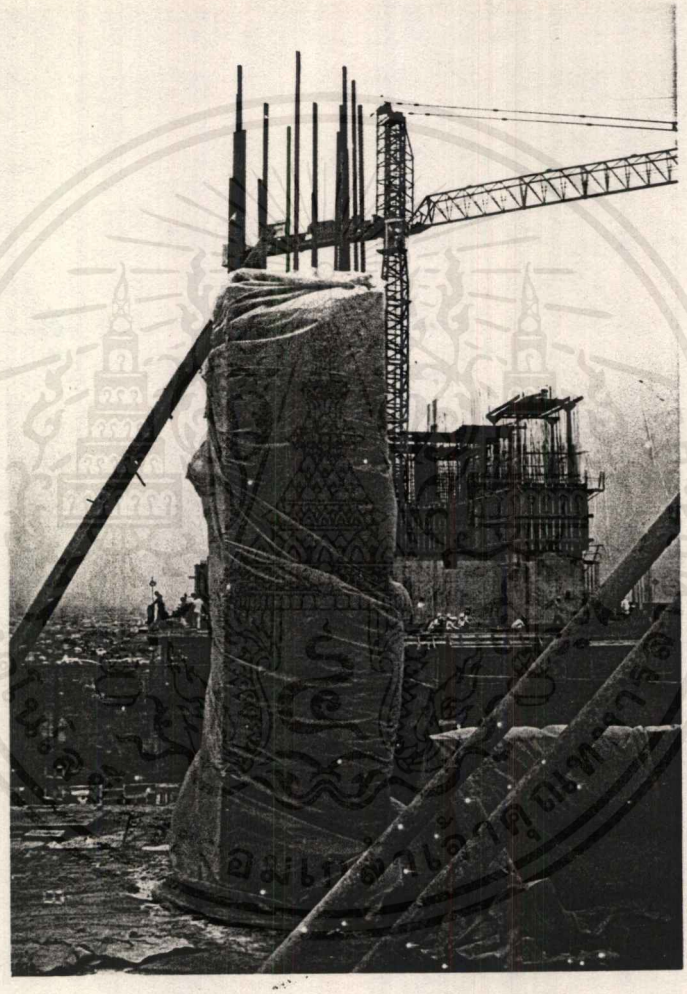


รูปที่ 2.6

แสดงการบ่มคอนกรีตโดยการฉีดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7
แสดงการบ่มโดยใช้พลาสติก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ซึมน้ำและป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียความชื้น การใช้สารประกอบที่มีสีผสมควรใช้ดังนี้ คือ สีขาวใช้ในอากาศร้อน เพื่อลดการดูดซึมความร้อน สีดำหรือเทาใช้ในหน้าหนาวเพื่อให้สีดูดซับความร้อนจากอากาศและการใช้สีในสารประกอบ จะมีประโยชน์ในแง่ที่เราสามารถจะตรวจสอบได้ว่าเราได้ปกคลุมผิวที่จะบ่มไปครบทุกพื้นที่แล้ว

สารประกอบ CURING COMPOUNDS ไม่ควรใช้กรณีที่มีการวาง TOPPING หรือชั้นวัสดุตกแต่งอีกในภายหลังหรือผิวที่จะต้องทาสี เพราะผิวสารประกอบจะไปขัดขวางการยึดเกาะของวัสดุกับผิวหน้า และไม่ควรใช้กับสิ่งก่อสร้างในกรณีที่มีหิมะตกและผิวสัมผัสกับเกลือละลายน้ำแข็ง เพราะชั้นของ CURING COMPOUNDS จะไปหน่วงการแห้งตัวของชั้นเกลือซึ่งต้านการเกิดน้ำแข็ง สเป็คของสารประกอบ CURING COMPOUNDS ใช้ตาม ASTM C 309

การเปรียบเทียบการบ่มคอนกรีตวิธีการต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การบ่มน้ำจะได้ผลที่ดีกว่าการบ่มโดยปิดผิวหน้า เพราะจะสามารถป้องกันคอนกรีตจากการแห้งตัวไปเองภายใน และสำคัญอย่างยิ่งเมื่อเราใช้คอนกรีตซึ่งมีอัตราส่วน W/C น้อย (W/C น้อยกว่า 0.4) จะเกิดการแห้งตัวไปเอง แผ่ขยายไปอย่างรวดเร็ว

ประสิทธิภาพของการบ่มโดยปิดผิวหน้าขึ้นอยู่กับความหนา และการเป็นเนื้อเดียวของสิ่งปกคลุม และต้องมีการดูแลให้แผ่นที่วางทาบกันวางทาบกันอย่างสมบูรณ์ และรอยต่อปิดมิดชิดป้องกันการสูญเสียความชื้นได้จริง วัสดุสำหรับการยาแนวการบ่มที่ต่อกัน ได้ระบุไว้ตาม ASTM C 156

การเลือกการบ่มวิธีการต่าง ๆ ควรเลือกใช้อย่างระมัดระวัง ในกรณีที่การแห้งตัวเองภายในจะเกิดขึ้น โดยเฉพาะการบ่มซีเมนต์ ซึ่งมีการขยายตัว จะใช้ปริมาณน้ำตลอดการ hydration จำนวนมาก เมื่อเราเลือกวิธีการบ่มที่ไม่เหมาะสม จะลดศักยภาพในการขยายตัวและเกิดการ CRACK ขึ้น เช่น การใช้ CURING COMPOUNDS จะได้ประสิทธิภาพในการป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำได้น้อยกว่าแผ่นพลาสติก แต่ว่าการใช้ CURING COMPOUNDS จะมีการปิดผิวหน้าที่มิดชิดกว่า

การบ่มคอนกรีตในสถานการณ์พิเศษ

คอนกรีตมวลขนาดใหญ่

ในการบ่มคอนกรีตมวลขนาดใหญ่ การควบคุมอุณหภูมิมีความสำคัญเท่า ๆ กับการควบคุมความชื้น มีความสำคัญมากที่จะควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามกำหนดและคงที่ ตลอดทั้งมวลสารเท่าที่จะทำได้ ภายหลังการเทคอนกรีต อุณหภูมิภายในไม่ควรมากกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยประจำปี คือ เกินกว่า 11 C ควรจะมีระบบถ่ายเทความเย็นภายใน และอาจใช้ซีเมนต์อุณหภูมิต่ำ โดยที่ช่วงระยะเวลาในการบ่มควรจะเพิ่มขึ้น

คอนกรีตในหน้าร้อน

อากาศร้อนและแห้งจะต้องพิจระมัดระวังเสมอ เพราะจะทำความเสียหายให้คอนกรีตที่เพิ่งเทใหม่ และในขั้นตอนการบ่มจะต้องทำในสภาพที่เหมาะสม คือ อย่าให้มีสภาพ PLASTIC SHRINKAGE มากเกินไป ป้องกันให้ห่างจากการแห้งตัวโดยตรง เช่น โดนแดดหรือลมโดยตรง ควรมีวัสดุชั่วคราวคลุมผิวหน้าของคอนกรีตไว้จนกว่าจะบ่มได้ที่ วัสดุที่ใช้บ่มควรจะสะท้อนแสง อุณหภูมิของคอนกรีตจะต้องไม่สูงจนเกินไป การบ่มน้ำเป็นวิธีที่ต้องการและควรรักษาความชื้นของคอนกรีตตลอดเวลา ปัญหาเรื่องคอนกรีตในอากาศร้อน สามารถหาข้อมูลอ้างอิงได้จาก การทดลองที่ 305 ของ ACI

คอนกรีตในหน้าหนาว

ในหน้าหนาวการบ่มคอนกรีตควรระมัดระวังเป็นพิเศษ ดังการทดลองที่ 306 ของ ACI ปัญหาของอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 4 C คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การแข็งตัวเนื่องจากความเย็นขณะอิ่มตัวและกำลังต่ำ
2. การเพิ่มขึ้นอย่างช้าของกำลัง
3. การเกิดกำลังไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากผิวโดนความร้อน แต่ภายในมีอุณหภูมิต่ำกว่ามาก

ตารางที่ 2.1

แสดงอุณหภูมิที่แนะนำให้ใช้สำหรับอากาศหนาว

Condition of Placement and Curing	*Size of Section*		
	Thin	*Moderate*	*Mass*
Minimum temperature of fresh concrete, *as mixed*			
Above 0°C ambient	16	13	10
−18 to 0°C ambient	18	16	13
Below −18°C ambient	21	18	16
Minimum temperature, *as placed*	13	10	7
Maximum allowable drop in concrete temperature during first 24 h after end of protection	28	22	17

°F = (°/₅ × °C) + 32.

เพื่อที่จะป้องกันปัญหา 2 ข้อแรก คอนกรีตขณะเทไม่ควรมีอุณหภูมิต่ำเกินไป ดังตาราง 2.1 ถ้าอุณหภูมิปกติไม่ต่ำเกินไป ความร้อนของการ hydration จะได้รับจากฉนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนเนื่องจากไม้แบบและผิวที่เปิดเผย ก็เพียงพอที่จะป้องกันจากการแข็งตัวเนื่องจากความเย็นขณะคอนกรีตอายุยังน้อยอยู่ อุณหภูมิที่ต่ำของคอนกรีตสามารถใช้ได้ในกรณีคอนกรีตมวลใหญ่ เนื่องจากความร้อนที่มีเพียงเล็กน้อยจะหมดไปตลอดจนเสร็จสิ้นการบ่ม อุณหภูมิคอนกรีตที่เกินกว่า 21 C ไม่ต้องมีการป้องกันการแข็งตัวเนื่องจากความเย็น เพราะความร้อนที่สูญเสีย จะสูญเสียในการเคลื่อนย้ายและเทคอนกรีตมากกว่าที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา อุณหภูมิยิ่งสูงยิ่งต้องการน้ำผสมมากขึ้นและใช้เวลาทำงานน้อยลง การป้องกันความร้อนในคอนกรีต TYPE I และ TYPE III ควรใช้เวลา 2 วัน และ 1 วัน ตามลำดับ แผ่นฉนวนความร้อนและฟางแห้งสามารถใช้ได้ดีและมีประสิทธิภาพ

เมื่ออุณหภูมิต่ำมาก ๆ การใช้ฉนวนอาจจะไม่เพียงพอที่จะรักษาอุณหภูมิ ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนากำลังอย่างเพียงพอ และป้องกันการแข็งตัวเนื่องจากความเย็นไว้ได้ กรณีนี้คอนกรีตจำเป็นต้องได้รับความร้อนจากแหล่งความร้อนภายนอก อาจจะใช้การให้ความร้อนผ่านไม้แบบโดยตรง หรือผ่านวัสดุรอบ ๆ คอนกรีต การใช้ไอน้ำเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการให้ความร้อน เพราะจะได้รับความชื้นตลอดเวลา แต่โดยทั่วไปจะใช้ความร้อนแห้ง จากเครื่องทำความร้อนที่เผาไหม้จากน้ำมัน ซึ่งควรระบายไอออกจากภายนอก และต้องดูแลอย่างดีไม่ให้คอนกรีตแห้งตัว เมื่อคอนกรีตได้รับความร้อนจากแหล่งภายนอก ตลอดการบ่มไม่ควรเปิดเผยโดยตรง ต่ออุณหภูมิอากาศภายนอก เพราะจะเกิดอันตรายจาก THERMAL SHOCK เมื่อให้ความร้อนแล้ว ควรให้คอนกรีตเย็นตัวลงอย่างสม่ำเสมอ อุณหภูมิที่ตกลงในระยะ 24 ชั่วโมงแรก ไม่ควรเกินอุณหภูมิที่ระบุในตาราง 2.1

2.2 การบ่มคอนกรีตภายใต้อุณหภูมิสูง

การบ่มไอน้ำที่ความดันต่ำ

การบ่มโดยไอน้ำที่รความดันบรรยากาศ ซึ่งจะช่วยเพิ่มอัตราการเกิดกำลังของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนกรีต การบ่มไอน้ำใช้กับคอนกรีตสำเร็จโดยทั่วไป เช่น อิฐบล็อก ท่อ คานอัด และแผ่นผนัง แต่ก็สามารถใช้กับคอนกรีตหล่อในที่ได้ ในอุตสาหกรมคอนกรีตหล่อสำเร็จ การบ่มไอน้ำจะช่วยในการเพิ่มผลผลิต เพราะสามารถถอดไม้แบบเร็วขึ้น และใช้เวลาในการบ่มน้ำและเป็นผลเสียแก่ผลิตภัณฑ์น้อยมาก ดังข้อมูลการทดลองของ ACI S17 (การบ่มไอน้ำที่ความดันบรรยากาศ)

อุณหภูมิสูงสุดในการบ่ม จะอยู่ในช่วง 40 - 100 C (104 - 212 F) แต่ช่วงที่ดีจะอยู่ในช่วง 65 - 80 C (150 - 175 F) โดยอุณหภูมิที่ใช้บ่มขึ้นกับอัตราการเกิดกำลังและกำลังประลัย ดังรูป 2.8 เนื่องจากถ้าอุณหภูมิภายในสูงในการทำปฏิกิริยา กำลังประลัยจะลดลง และถ้าอุณหภูมิต่ำก็จะทำให้ระยะเวลาในการบ่มนานขึ้น แต่จะให้กำลังประลัยสูงกว่า

วงจรการบ่มคอนกรีต

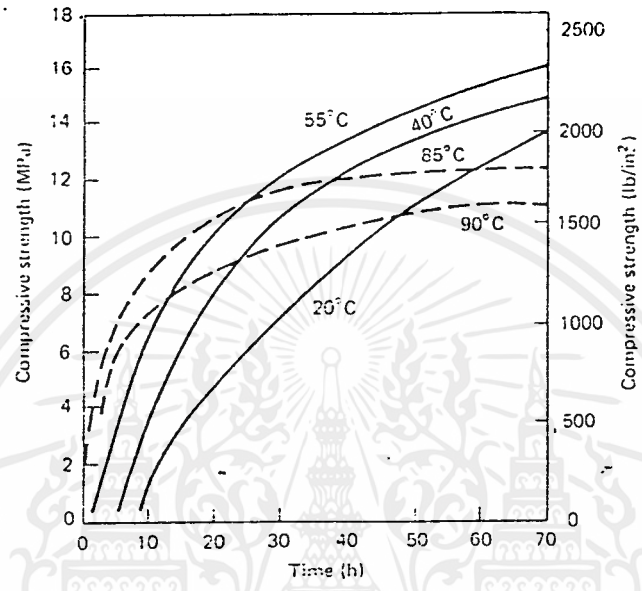
ตลอดช่วงระยะเวลาการบ่มไอน้ำ จำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิในการให้ความร้อนและความเย็นต่อคอนกรีต ดังอนุกรมการบ่มที่เป็นไปตามทฤษฎี ดังรูป 2.9 คอนกรีตควรอยู่ในอุณหภูมิห้อง ภายหลังจากการเทใส่แบบหล่อก่อนที่จะเปิดสู่ไอน้ำ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เกิดการ HYDRATIONภายในสักระยะหนึ่ง เพื่อการอยู่ตัวและไปพัฒนากำลัง ในเวลาต่อไป ระยะเวลาที่ดีที่สุดของการเตรียมก่อนการบ่มไอน้ำควรอยู่ในช่วง 2 - 6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับชนิดของปูนซีเมนต์ อุณหภูมิสูงสุดในการบ่มและปัจจัยอื่น ๆ

อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิขณะบ่มไอน้ำ มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเตรียมก่อนการบ่มไอน้ำ ถ้ามีการเตรียมก่อนการบ่มไอน้ำ อัตราการเพิ่มความร้อนที่สูงสามารถทำได้จนถึง 33 C/h หรือ 601 F/h แต่ถ้าไม่มีการเตรียมก่อนการบ่มไอน้ำ อัตราการเพิ่มไม่ควรเกิน 11 C/h หรือ 20 F /h แต่โดยทั่วไปจะใช้อัตราการให้ความร้อนต่ำเท่าที่จะทำได้ เพื่อความสะดวกและประหยัดช่วงเวลาการบ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

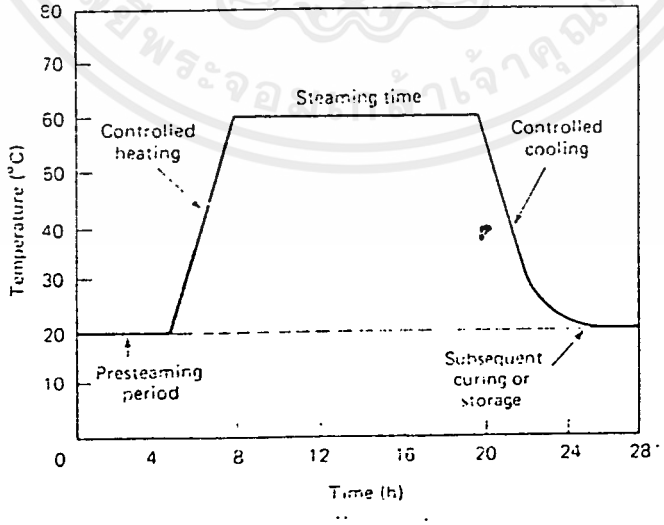
รูปที่ 2.8

แสดงผลกระทบของการบ่มไอน้ำความดันต่ำต่อการพัฒนาของกำลังอัด



รูปที่ 2.9

แสดงอนุกรมการบ่มไอน้ำความดันต่ำ



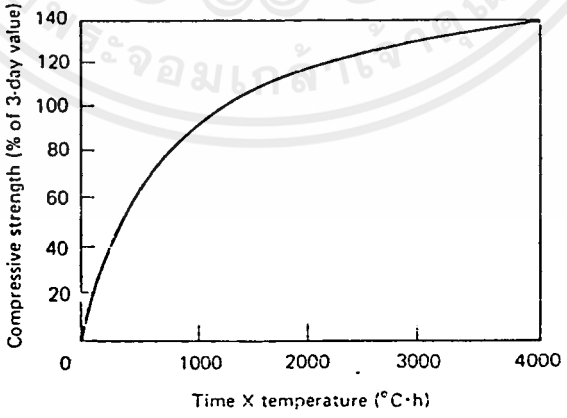
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่คอนกรีตถึงอุณหภูมิสูงสุด ขึ้นอยู่กับปริมาณกำลังที่ต้องการในการบ่ม กำลังที่เกิดขึ้นสามารถแสดงเป็นความสัมพันธ์ต่อผลของเวลา x อุณหภูมิ ดังรูป 2.10 ดังนั้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิการบ่ม ระยะเวลาการบ่มจะลดลง อัตราการเกิด HYDRATION สูง ได้กำลังประลัยที่ต่ำลง ดังรูป 2.8 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่มากกว่า 80 C (175 F) ในอุณหภูมิการบ่ม จะสังเกตเห็นข้อแตกต่างของกำลังที่เกิดขึ้น ในช่วง 3 วันแรก กำลังเพิ่มขึ้นสูงมาก และอัตราการเพิ่มกำลังลดลงมากหลัง 3 วันแล้ว ซึ่งจะแสดงให้เห็นข้อดีของการเตรียมการบ่มไอน้ำ และการหลีกเลี่ยงอัตราการให้ความร้อนสูง ซึ่งส่งผลให้กำลังที่เกิดหลังจากการบ่มไอน้ำ 3 วัน เกินกว่ากำลังที่ 28 วัน ของการบ่มคอนกรีตโดยทั่วไป

ในช่วงที่สิ้นสุดการบ่มคอนกรีตที่แข็งตัว แล้วจะได้รับผลกระทบจาก THERMAL SHOCK น้อยกว่าในคอนกรีตใหม่ ดังนั้นการควบคุมการเย็นตัวของคอนกรีตไม่มีความสำคัญเท่าการให้

รูป 2.10

แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง เวลา*อุณหภูมิ กับ กำลังอัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อน อย่างไรก็ตามควรควบคุมอัตราการเย็นตัวในอัตรา 22 - 33 C/h (40 - 60 F/h) ในบางครั้งวงจรการบ่มคอนกรีตโดยไอน้ำนี้ จะออกแบบให้กำลังเพียงพอในการขนย้ายผลิตภัณฑ์เท่านั้น การเพิ่มการบ่มความชื้นที่อุณหภูมิห้อง (การบ่มครั้งที่ 2) เป็นเรื่องที่จำเป็น ผลิตภัณฑ์ควรถูกวางกองในห้องที่มีความชื้น และมีการคลุมด้วยวัสดุกันชื้นตามเวลาการบ่มที่ต้องการ

ผลิตภัณฑ์ที่มีกำลังได้ตามต้องการแล้ว โดยทั่วไปจะปล่อยให้แห้งได้ก่อนการขนส่งด้วยการปล่อยให้แห้งโดยอากาศ หรือเร่งให้แห้งโดยใช้อากาศร้อนก็ได้ อิฐบล็อคโดยทั่วไปถูกทำให้แห้งโดยอากาศร้อน เมื่อความชื้นลดลงเรื่อย ๆ ความอยู่ตัวของรูปร่างก็เพิ่มขึ้น รวมทั้งการเพิ่มกำลังอัด

คุณสมบัติของคอนกรีต

คอนกรีตที่ได้จากการบ่มไอน้ำความดันต่ำ จะมีลักษณะที่แตกต่างจากคอนกรีตที่ได้จากการบ่มวิธีธรรมดาไม่มากนัก อัตราการเกิด HYDRATION ของซีเมนต์ จะมากกว่าการบ่มธรรมดา (C_3S จะถูก HYDRATION อย่างสมบูรณ์ ภายใน 3 วัน ที่ 100 C) ซึ่งได้ผลของการ HYDRATION ในเบื้องต้นเหมือนกัน C-S-H จะยังคงรวมกันอย่างไม่แน่นอน (AMORPHOUS) แม้ว่าส่วนประกอบจะเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากอุณหภูมิการบ่ม ที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ แคลเซี่ยม ซัลโฟอลูมิเนตา ไม่อยู่ตัวเพิ่มขึ้นและมี ซัลเฟต และอลูมิเนต บางส่วนรวมตัวกันเป็น C-S-H

ตามมาตรฐาน ASTM ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ สามารถใช้ในการบ่มไอน้ำได้ ปฏิกิริยาของ POZZOLANS และ SLAG จะถูกเร่งด้วยอุณหภูมิที่สูง การเพิ่มของฟองอากาศ สารลดน้ำ หรือสารผสมเพิ่มต่าง ๆ สามารถใช้ได้ในการบ่มไอน้ำ

การลดลงของกำลังประลัย จะเป็นผลมาจาก การเรียงตัวอย่างสมบูรณ์น้อยลง เนื่องจากการเพิ่มปฏิกิริยา HYDRATION ในการบ่มไอน้ำ ซึ่งจะเป็นผลในการกระจายของโพรงอากาศ ทำให้เกิดโพรงอากาศที่มีศูนย์กลางขนาดใหญ่กว่า 0.01 um มีผลในการดูดซึมที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากขึ้น แต่ก็มีผลไม่มากนัก ความคงทนมีผลน้อยมากจากปฏิกิริยาดังกล่าวจากการบ่มไอน้ำ การบ่มไอน้ำความดันต่ำ โดยทั่วไปจะทำให้เกิดรอยแตกและการหดตัวน้อยลงประมาณ 1/3

การบ่มไอน้ำความดันสูง

ถ้าการบ่มมีอุณหภูมิเกินกว่า 100 C การใช้ความดันที่ไอน้ำอิ่มตัวเป็นสิ่งจำเป็น และต้องมีภาชนะอุปกรณ์ปิดหนาแน่น ภาชนะความดันที่ใช้ เรียกกันว่า AUTOCLAVE และ การ AUTOCLAVING ก็คือ การบ่มไอน้ำความดันสูงนั่นเอง ช่วงของอุณหภูมิในการบ่ม AUTOCLARING ประมาณ 160 - 120 C (320 - 410 F) ภายใต้ความดันไอน้ำ 6 - 20 atm ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากการ HYDRATION ภายใต้สภาวะนี้ จะเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณสมบัติต่างจากผลิตภัณฑ์ที่บ่มในอุณหภูมิต่ำกว่า 100 C การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติที่สำคัญ คือ 1.ผลิตภัณฑ์สามารถใช้งานภายใน 24 ชั่วโมง (โดยกำลังที่ได้ เท่ากับกำลังที่ได้จากการบ่มโดยวิธีธรรมดาที่ 28 วัน)

2.ผลิตภัณฑ์มีรอยแตกและการหดตัวน้อยมาก

3.มีความทนทานต่อ SULFATE มากกว่า

4.ไม่เป็นขุยผง

5.มีความชื้นต่ำหลังจากการบ่ม

การบ่มไอน้ำที่ความดันสูง จะใช้สำหรับคอนกรีตหล่อสำเร็จ เพราะจะเป็นประโยชน์ในระยะเวลาการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่จ้อยลง เช่น สารประกอบซีเมนต์ไยหิน คอนกรีตน้ำหนักเบา และ อิฐแคลเซี่ยม ซิลิเกต

วงจรการบ่มคอนกรีต

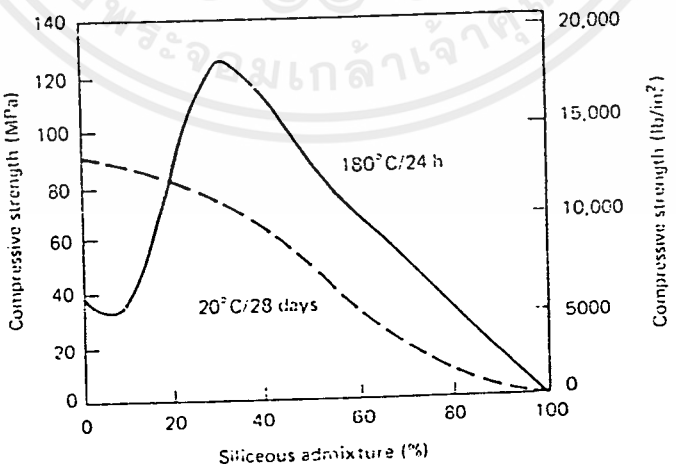
วงจรการบ่มคอนกรีตจะคล้ายกับการบ่มด้วยไอน้ำความดันต่ำ รวมถึงการเตรียมก่อนการบ่มไอน้ำและระยะเวลาที่คอนกรีตถึงอุณหภูมิการบ่มสูงสุด การควบคุมอัตราการให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนและความเย็น และอัตราการลดลงของความดัน เมื่อบ่มถึงอุณหภูมิสูงสุดตามเวลาแล้ว ควรจะต้องถูกควบคุมด้วยระยะเวลาของการเตรียมก่อนการบ่มไอน้ำขึ้นอยู่กับ การออกแบบส่วนผสม อุณหภูมิการบ่มและปัจจัยอื่น ๆ การเพิ่มของอุณหภูมิและความดันควรจะถึงอุณหภูมิสูงสุด ประมาณ 3 ชั่วโมง บางครั้งการบ่มไอน้ำด้วยความดันจะกระทำก่อนการ AUTOCLAVING ซึ่งเป็นการบ่ม 2 ขั้นตอน ซึ่งกรณีนี้สามารถเร่งการเพิ่มของอัตราความดันได้อีก และระยะเวลาที่อยู่ที่อุณหภูมิสูงสุดขึ้น อยู่กับอุณหภูมิที่กำหนดและกำลังที่ต้องการ โดยทั่วไปใช้ 8 h ที่ 17 C (350 F) การปลดปล่อยความดันเมื่อเสร็จการบ่มที่อุณหภูมิสูงสุด ควรเป็นไปอย่างรวดเร็วและเสร็จสิ้นใน 20 - 30 นาที ซึ่งทำให้เกิดการกลายเป็นไออย่างรวดเร็วจากความชื้นในผลิตภัณฑ์ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์เย็นขึ้น ในการบ่มจริง ๆ แล้ว อาจทำเพียงครึ่ง ๆ กลาง ๆ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่พัฒนาเพิ่มขึ้นและความประหยัด

รูป 2.11

แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณของซิลิกา กับ กำลังอัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในการ AUTOCLAVING

ถ้าผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ เป็นตัวประสารวัสดุต่าง ๆ อย่างเดียว ผลที่ได้จากการ AUTOCLAVING จะได้รับกำลังที่ต่ำมาก เพื่อที่จะเพิ่มกำลังให้ได้ตามต้องการต้องเพิ่มสารจำพวก SILICA ลงไป ดังรูป 2.11

มันเกิดขึ้นเนื่องจากภายใต้สภาพที่มีความร้อนและความดันสูง ปฏิกิริยาเคมีของการ HYDRATION จะเปลี่ยนแปลงแบบแทนที่สารประกอบ รูป C-S-H คล้ายกับการ HYDRATION ธรรมดา แต่จะมีการเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลึก $-C_2SH$ (อัลฟา ไดแคลเซี่ยมซิลิกา ไฮเดรต ดังสมการ 2.1)

$$(C_3S + C_2S) \xrightarrow{+H} \underset{\text{C-S-H}}{C_3S_2H_3} + CH \longrightarrow -C_2SH$$

calcium hydroxide 2.1

การเปลี่ยนสภาพของ C-H-S ไปเป็น $-C_2SH$ ประกอบไปด้วยการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นและปริมาตรขนาดเล็กของส่วนแข็ง ทำให้เพิ่มความพรุนในผลิตภัณฑ์ และการเปลี่ยนแปลงนี้เหมือนกับการเปลี่ยนแปลงของ แคลเซี่ยม อลูมิเนียม ซีเมนต์ ซึ่งทำให้เกิดการถดถอยของกำลัง

การเพิ่มปริมาณ ซิลิกา ลงไป อนุกรม HYDRATION จะเป็นไปดังสมการ 2.2

$$(C_3S + C_2S) + S^{H} \quad C_3S_3H_3 + CH + S + C\text{-}S\text{-}H \quad C_5S_6H_5)$$

portland cement silica tobermorite

2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มของซิลิกาจะช่วยการเกาะรวมตัวเป็นผลึกของ C-S-H แต่จะเกิด LIME (ปูนขาวน้อยกว่าการ HYDRATION แบบธรรมดา) เพราะเกิด $C_3S_2H_3$ น้อยกว่า เนื่องจากแปลสภาพไปแล้วผลึกที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า TURBERMORITE) โดยจะต้องมีการให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นอย่างมาก และกำลังที่เกิดขึ้นจะคงตัวตั้งแต่เสร็จวงจร AUTOCLAVE สมการ 2.2 ยังได้แสดงถึงปฏิกิริยา ของ POZZOLANIC REATION ระหว่าง ซิลิกา และปูนขาว วัสดุที่ใช้เป็น ซิลิกา ในการทำปฏิกิริยา อาจใช้เถ้าถ่านหิน หรือ POZZOLANS ธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการใช้อุณหภูมสูง ปฏิกิริยาเล็กน้อยของ SILICA จะคล้ายกับ POZZOLANS ดังนั้น GROUND QUARTZ (แป้ง SILICA) สามารถใช้เป็นแหล่งซิลิกาได้

ในการทำปฏิกิริยา ส่วนผลมละเอียดควรเตรียมไว้ให้ดีก่อนและในกรณีต้องการเพิ่มประสิทธิภาพป้องกันหินปูน ควรผสม SILICA ในอัตราส่วนที่น้อยลง ปูนขาวที่ผ่านการHYDRATED แล้ว จะใช้ส่วนผสมแทนในการทำอิฐ SAND-LIME BRICKS

ที่อุณหภูมิสูง CALCIUM SULFOALUMINATED HYDRATED จะไม่เกิดขึ้น ทั้งซัลเฟต และอลูมิเนต จะเกิดใน โครงสร้าง C-S-H และ TOBERMORITE อลูมิเนียมจะเป็นตัวเพิ่มอัตราการเกิดผลึกของ TOBERMORITE C_3AH_3 จะเกิดขึ้นในบางโอกาส แต่จะเป็นส่วนประกอบรอง

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์จากการ AUTOCLAVED

เป็นความจริงที่ว่า จะเกิดกำลังสูงสุดเมื่อไม่มี - C_3SH เกิดขึ้น และทำได้โดยเพิ่ม 30 - 40 % SILICA ขึ้นอยู่กับส่วนผสมที่แท้จริงของซีเมนต์ที่ใช้ SILICA ที่เกินจากนั้นจำเป็นต้องอยู่ในรูป TOBERMORITE แต่จะไม่เกิดในสภาพนั้นได้ จะกลายเป็นสารเพิ่มที่ไม่มีประโยชน์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการลดลงของกำลังและความเข้มข้น ดังนั้นปริมาณ SILICA มากที่สุด แสดงดังรูป 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยา POZZOLANIC จะเกิดเร็วขึ้นที่อุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นการบ่มจะใช้เวลาน้อยลง การ AUTOCLAVING ที่ 180 C หรือสูงกว่าจะเป็นเหตุให้เกิดผลึก แคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต จะลดการเกิดกำลัง แต่จะเป็นไปได้ที่ว่า แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็น TOBERMORITE ไม่สมบูรณ์ แต่จะมีอัตราส่วนที่ดีที่สุดของส่วนผสมที่ไม่แน่นอน ที่เปลี่ยนเป็นผลึกเพื่อจะให้ได้กำลังมากที่สุด

การแห้งตัวหดตัวของคอนกรีตที่ผ่านการ AUTOCLAVED 1/3 ของคอนกรีต ที่บ่มด้วยวิธีธรรมดาในสภาวะปกติ ซึ่งเนื่องมาจากน้ำหนักที่มากกว่าของผลึก TOBERMORITE ซึ่งจะไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเคมีและฟิสิกส์ของ C-S-H ที่เกิดขึ้น ขณะความชื้นถูกกำจัดไป เพราะจะยังคงมีระบบช่อง CAPILLARY ความดึงผิวเนื่องจากการแห้ง อย่างไรก็ตามปริมาณที่เกิดการแข็งตัวขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ C-S-H อสัญฐาน และการกระจายของช่อง CAPILLARY แต่การเกิด ALOMINA จะลดการแข็งตัว เป็นผลไปยังการเกิด TOBERMORITE รอยแตกของคอนกรีตโดยทั่วไปจะลดลง เนื่องจากไม่มี CALCIUM SULFOALUMINATE HYDRATE ทำให้การต้านทานต่อ SULFATE จะเพิ่มมากขึ้น การขาดปูนขาวของผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่โปร่งแสงในบางส่วน

ถ้ามีการบ่มที่เหมาะสม ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการ AUTOCLAVED จะมีสีที่อ่อนกว่าและเหมาะในงานทาสี และสีจะคงอยู่ได้นานกว่าในการบ่มที่ความดันต่ำหรือแบบธรรมดา แต่ผลจากการเกิดวัสดุที่เกิดปฏิกิริยาไม่สมบูรณ์ ไม่บริสุทธิ จะเกิดขึ้นได้ตลอดการ AUTOCLAVING มากกว่าวิธีปกติ และเมื่อถูกพบจะถูกนำไปทิ้งทันที

มีข้อเสียหลัก ๆ ของผลิตภัณฑ์ ที่ได้จาก AUTOCLAVED คือ

1. ข้อจำกัดทางเทคนิค

2. การดูแลรักษาอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การก่อสร้างโรงงานราคาสูง

4.แรงยึดเหนี่ยวของกำลัง ระหว่างคอนกรีตและเหล็กเสริม น้อยกว่าแบบธรรมดา ประมาณ 80 %

5.มีความเปราะมากกว่าแบบธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2

แสดงข้อดีข้อเสียของการบ่มคอนกรีตด้วยวิธีเพิ่มความชื้น

วิธีบ่มคอนกรีต	ข้อดี	ข้อเสีย
การปล่อยน้ำขัง **วิธีทำ** ใช้ดินเหนียวทำเป็นขอบปิดกั้นโดยรอบพื้นผิวคอนกรีตแล้วปล่อยน้ำเข้าไปให้สูงขึ้นมาจากผิวคอนกรีตประมาณ 1 นิ้ว หรือกว่านั้น	1. สะดวกต่อการทำและการซ่อมแซม 2. ราคาถูก 3. วัสดุหาง่าย	1. ใช้ได้เฉพาะกับผิวคอนกรีตแนวราบ 2.ต้องหมั่นตรวจดูการแตกร้าวหรือการพังทลายของดินเหนียวที่ปิดกั้น เพื่อป้องกันน้ำแห้ง 3.ต้องทำความสะอาด คอนกรีตหลังเสร็จงานบ่ม
การฉีดพ่นน้ำ **วิธีทำ** ใช้น้ำที่มีแรงดันฉีดพ่นบริเวณที่จะทำการบ่ม	1.ใช้ได้กับผิวคอนกรีตทั้งแนวราบและ แนวดิ่ง 2.สะดวกต่อการทำงาน 3.ราคาถูก	1.ใช้น้ำมากและต้องการแรงดันของน้ำสูง 2.ถ้าฉีดพ่นไม่สม่ำเสมออาจทำให้คอนกรีตเกิดการแตกร้าวได้
การใช้วัสดุเปียกชื้นคลุม **วิธีทำ** ใช้กับวัสดุคลุมอันได้แก่กระสอบผ้าใบ ฟางข้าว ขี้เลื่อย เป็นต้น คลุมให้ทั่วบริเวณแล้วฉีดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอตลอดเวลา	1.ใช้ได้กับผิวคอนกรีตทั้งแนวราบและ แนวดิ่ง 2.วัสดุหาง่าย 3.ราคาถูก	1.ต้องฉีดน้ำให้ชุ่ม อยู่เสมอตลอดเวลา 2.ในกรณีพื้นที่กว้าง ๆ จะเปลืองวัสดุคลุม 3.วัสดุคลุมจะต้องปราศจากสารที่เป็นอันตรายต่อปูนซีเมนต์หรือทำให้ผิวคอนกรีตด่าง 4.จะต้องระมัดระวังเรื่องเพลิงไหม้และลมพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3

แสดงข้อดีข้อเสียของการบ่มคอนกรีตด้วยวิธีป้องกันการเสียความชื้น

วิธีบ่มคอนกรีต	ข้อดี	ข้อเสีย
การใช้กระดาษกันน้ำ **วิธีทำ** ใช้กระดาษชนิดกันน้ำได้ปิดคลุมให้ทั่วบริเวณที่จะทำการบ่ม	1. สะดวกต่อการทำและสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว 2. สามารถป้องกันมิให้คอนกรีตแห้งเร็วไปแต่ต้องคอยรดน้ำไว้ด้วย	1. ราคาแพง 2. ไม่สะดวกต่อการเก็บรักษา
การใช้ผ้าพลาสติก **วิธีทำ** ใช้ผ้าพลาสติกปิดคลุมบริเวณที่จะทำการบ่มเช่นเดียวกับวิธีใช้กระดาษกันน้ำ	1.สะดวกต่อการทำและน้ำหนักเบา 2.ไม่ต้องคอยรดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ	1.ราคาแพง 2.ชำรุดง่ายเพราะบางมาก 3.ต้องหาของหนักทับเพื่อกันลมพัดปลิว
การใช้สารเคมี วิธีทำ ใช้สารเคมีฉีดพ่นคลุมให้ทั่วบริเวณที่จะทำการบ่ม	1.สะดวกต่อการทำ 2.ไม่ต้องคอยรดน้ำ 3.สามารถใช้เมื่อบ่มด้วยวิธีอื่นไม่ได้ผล	1.ราคาแพง 2.ต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ 3.อาจเป็นอันตรายแก่ผู้พ่นหรือบุคคลใกล้เคียง
การใช้ไม้แบบ **วิธีทำ** ใช้น้ำฉีดพ่นไม้แบบให้ชุ่มอยู่เสมอตลอดเวลาและต้องรักษาไม้แบบไว้ให้นานที่สุด	1.สะดวกต่อการทำ	1.ไม่สามารถนำไม้แบบไปใช้งานอื่นได้ 2.ใช้ได้เฉพาะคอนกรีตที่มีไม้แบบ หุ้มโดยรอบเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4

แสดงข้อดีข้อเสียของการบ่มคอนกรีตด้วยวิธีเร่งกำลัง

วิธีบ่มคอนกรีต	ข้อดี	ข้อเสีย
การบ่มด้วยไอน้ำ 1.บ่มที่ความดันบรรยากาศ 2.บ่มที่ความดันสูง	1.ใช้เวลาน้อย 2.สามารถกำหนดระยะเวลาในการบ่มได้อย่างแน่นอน 3.สามารถเร่งระยะเวลาการบ่มได้ 4.ได้รับความเชื่อถือสูง	1.ราคาแพง 2.ต้องใช้บุคคลที่มีความรู้ควบคุมการบ่ม 3.อาจเกิดอันตรายได้ถ้าควบคุมไม่ทั่วถึง หรือขาดความระมัดระวัง 4.ต้องเสียเวลาในการเตรียมงานมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การบ่มคอนกรีตในอาคารสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การบ่มคอนกรีตในอาคารสูง

การบ่มคอนกรีตในอาคารสูง

ในการก่อสร้างอาคารสูงนั้น อาคารสูงเกือบทั้งหมดในประเทศไทย จะสร้างจากคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือประกอบกับคอนกรีตอัดแรง คอนกรีตสำเร็จรูป หรือโครงสร้างเหล็ก จึงเห็นได้ว่าอาคารสูงจะมีพื้นที่ที่เป็นคอนกรีตขนาดใหญ่ และเพราะว่ามีพื้นที่ขนาดใหญ่เป็นคอนกรีต การบ่มคอนกรีตจึงเป็นสิ่งสำคัญมากในอาคารประเภทนี้

อาคารสูงโดยส่วนมาก จะถูกออกแบบให้รับน้ำหนักจรสูงมาก เพราะส่วนใหญ่ใช้เป็นอาคารพาณิชย์ สำนักงาน และที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ แต่ละพื้นที่มีจำนวนคนใช้งานมาก ทำให้ความหนาของพื้น ขนาดความหนาของคาน ฐานราก มีขนาดใหญ่ การบ่ม คอนกรีตรักษาให้กำลังขึ้นถึงกำลังที่ได้ออกแบบ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ดังตารางที่ 3.1 เป็นการแสดงถึงระยะเวลาอย่างน้อยที่สุดของการบ่มคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1

แสดงระยะเวลาอย่างน้อยที่สุดที่คอนกรีต

ควรได้รับการบ่มนับจากวันที่หล่อ

ประเภทของงาน	คอนกรีตที่ใช้		
	ปูนซีเมนต์ตราเสือ ตรางูเห่า ตรานกอินทรีย์	ปูนซีเมนต์ ตราช้าง ตราพญานาคสีเขียว ตราเพชรเม็ดเดียว	ปูนซีเมนต์ตราเอราวัณ ตราพญานาคสีแดง ตราสามเพชร
งานธรรมดา			
-เสา คาน และกำแพง	7 วัน	7 วัน	4 วัน
-พื้นบ้าน พื้นถนนในบ้าน ฯลฯ	8 วัน	8 วัน	4 วัน
-ถนนชั้นหนึ่ง ลานจอดหรือทางวิ่งของเครื่องบิน	-	14 วัน	7 วัน
-เข็มสำหรับจะนำไปตอกเป็นฐานราก	21 วัน	14 วัน	7 วัน
งานพิเศษ			
-แผ่นพื้นบาง ๆ	14 วัน	14 วัน	7 วัน
-รูปหล่อที่เล็กบางซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ผสมมาก	-	21 วัน	7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ข้อมูลการบ่มคอนกรีตในอาคารสูง

จากการสำรวจข้อมูลการบ่มคอนกรีตในอาคารสูง ในช่วงระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2536 ถึง วันที่ 31 มีนาคม 2536 ได้ข้อมูลจากบริษัทที่รับเหมาทำอาคารสูงรวม 11 บริษัท 20 อาคาร ดังรายละเอียด ดังนี้

บริษัท ฟิลิปป์ ฮอลล์แมนส์ (ไทย) จำกัด

อาคาร รสา การ์เด้นท์ ลักษณะ อาคารพาณิชย์

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND)

พื้น ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND)

ผนัง ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND)

ฐานราก ใช้ พลาสติกและกระสอบคลุม รดน้ำช่วงเช้าและเย็น เป็นเวลา 5 วัน

อาคาร ไทยวา ลักษณะ อาคารสำนักงาน

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

พื้น ใช้ การขังน้ำ (POUNDING) เป็น เวลา 3 วัน

ผนัง ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND)

ฐานราก ใช้ พลาสติกและกระสอบคลุม รดน้ำช่วงเช้าและเย็น เป็นเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร รอยัล สาธร ลักษณะ อาคารสำนักงาน

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

พื้น ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

ผนัง ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

ฐานราก ใช้ พลาสติกและกระสอบคลุม รดน้ำช่วงเช้าและเย็น เป็นเวลา 5 วัน

อาคาร สินธร ลักษณะ อาคารสำนักงาน

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ การฉีดน้ำ (SPRAYING) วันละ 3 เวลา (เช้า บ่าย เย็น) เป็นเวลา 3 วัน

พื้น - พื้น POSTENSION และ พื้น FLAT SLAP (คอนกรีตอัดแรง) ใช้การฉีดน้ำ (SPRAYING) วันละ 3 เวลา (เช้า บ่าย เย็น) เป็นเวลา 5 วัน

- พื้น TOPPING ใช้การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 3 วัน

ผนัง ใช้ การฉีดน้ำ (SPRAYING) วันละ 3 เวลา (เช้า บ่าย เย็น) เป็นเวลา 3 วัน

ฐานราก ใช้ พลาสติกคลุม เป็นเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร เมืองไทยภัทร คอมเพล็กซ์ ลักษณะ อาคารสำนักงาน

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด และใช้พลาสติกคลุม เป็นเวลา 7 วัน

พื้น ใช้พลาสติกคลุม และฉีดน้ำตลอดเวลา เป็นเวลา 5 วัน

ผนัง ทิ้งไว้ในแบบเหล็ก 7 วัน

ฐานราก ใช้ พลาสติกคลุม และใช้กระสอบคลุมทับ รดน้ำตลอดเวลา เป็นเวลา 7 วัน

บริษัท ไทยโคโนอิเกะคอนสตรัคชั่น จำกัด

อาคาร โรงพยาบาล มงกุฎแจ้งวัฒนะ ลักษณะ อาคารสาธารณะ

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ พลาสติกพันรอบแล้วทิ้งไว้

พื้น ใช้ กระสอบคลุม และรดน้ำ เช้า-เย็น เป็นเวลา 3 วัน

ผนัง ใช้ กระสอบคลุม และรดน้ำ เช้า-เย็น เป็นเวลา 3 วัน

ฐานราก ใช้ กระสอบคลุม และรดน้ำ เช้า-เย็น เป็นเวลา 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร บางนา คอมเพล็กซ์ ลักษณะ อาคารพาณิชย์

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

พื้น ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 3 วัน

ผนัง ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

ฐานราก ใช้ กระสอบคลุม และรดน้ำ 3 เวลา (เช้า บ่าย เย็น)
เป็นเวลา 7 วัน

บริษัท ไทยสุมิคอน จำกัด

อาคาร หรัญธร ลักษณะ อาคารสำนักงาน

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

พื้น ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 3 วัน

ผนัง ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

ฐานราก ใช้ กระสอบคลุม ผ้าใบคลุม พลาสติกคลุม เป็นเวลา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท กรีไทย จำกัด

อาคาร ร่วมฤดีเทอร์เรส ลักษณะ อาคารที่พักอาศัย

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำ เช้า - เย็น เป็นเวลา 7 วัน

พื้น ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 7 วัน

ผนัง ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำ เช้า - เย็น เป็นเวลา 7 วัน

ฐานราก ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 7 วัน

อาคาร ซีมิค ทาวเวอร์ ลักษณะ อาคารสำนักงาน

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำ เช้า - เย็น เป็นเวลา 7 วัน

พื้น ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 5 วัน

ผนัง ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำ เช้า - เย็น เป็นเวลา 7 วัน

ฐานราก ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท เชี๊ยม อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด

อาคาร วิลล่า ออฟฟิศ ลักษณะ อาคารสำนักงาน

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ กระสอบคลุม รดน้ำ 3 เวลา (เช้า บ่าย เย็น) เป็นเวลา 7 วัน

พื้น ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 7 วัน

ผนัง ใช้ กระสอบคลุม รดน้ำ 3 เวลา (เช้า บ่าย เย็น) เป็นเวลา 3 วัน

ฐานราก ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 7 วัน

บริษัท ซัมซุง เอนจิเนียริ่ง จำกัด

อาคาร รังสรรค์ สิลม พรีเชียส์ ทาวเวอร์ ลักษณะ อาคารที่อยู่อาศัย

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ กระสอบและพลาสติกคลุม รดน้ำตลอดเวลา 3 วัน

พื้น ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำตลอดเวลา 7 วัน

ผนัง ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

ฐานราก ใช้ FOAM และกระสอบคลุม รดน้ำตลอดเวลา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท อิตาเลียนไทย ดีเวล็อปเมนต์ จำกัด

อาคาร พหลโยธิน ทาวเวอร์ ลักษณะ อาคารสำนักงาน

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

พื้น ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 7 วัน

ผนัง ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำวันละ 2 เวลา (เช้า - เย็น) เป็นเวลา 7 วัน

ฐานราก ใช้ การขังน้ำ (PONDING)

อาคาร มาสเตอร์วิว ลักษณะ อาคารที่พักอาศัย

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ กระสอบคลุมและพลาสติกพันรอง รดน้ำ 3 เวลา (เช้า บ่าย เย็น) เป็นเวลา 7 วัน

พื้น ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 7 วัน

ผนัง ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำ 3 เวลา (เช้า บ่าย เย็น) เป็นเวลา 7 วัน และใช้สารเหลวบ่มคอนกรีต(CURING COMPOUND)แบบ SPRAY ฉีด

ฐานราก ใช้ FOAM และพลาสติกคลุม ฉีดน้ำตลอดเวลา เป็นเวลา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท เอฟ.ซี.อี.คอนสตีงค์ เอ็นจิเนียร์ จำกัด

อาคาร แกรนด์ ไชน่า พรินเซส ลักษณะ อาคารพาณิชย์

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำวันละ 2 เวลา (เช้า - เย็น) เป็นเวลา 5 วัน

พื้น ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำวันละ 2 เวลา (เช้า - เย็น) เป็นเวลา 7 วัน

ผนัง ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำวันละ 2 เวลา (เช้า - เย็น) เป็นเวลา 2 วัน

ฐานราก ใช้ พลาสติกปู เป็นเวลา 3 วัน

บริษัท สี่พระยาก่อสร้าง จำกัด

อาคาร ยูนีค ทาวเวอร์ ลักษณะ อาคารสำนักงาน

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

พื้น ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 3 วัน

ผนัง ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำ 3 เวลา (เช้า บ่าย เย็น) เป็นเวลา 3 วัน

ฐานราก ใช้ พลาสติกคลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร โรบินสัน บางรัก ลักษณะ อาคารพาณิชย์

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

พื้น ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 5 วัน

ผนัง ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

ฐานราก ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 7 วัน

บริษัท ไรมอนด์แลนด์ จำกัด

อาคาร โชว์รูมวอลโว่ ลักษณะ อาคารพาณิชย์

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ กระสอบคลุม รดน้ำ เป็นเวลา 3 วัน

พื้น ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 7 วัน

ผนัง ใช้ กระสอบคลุม รดน้ำ เป็นเวลา 3 วัน

ฐานราก ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท เกษมกิจ คอนสตรัคชั่น จำกัด

อาคาร เดอะ เนชั่น ลักษณะ อาคารสำนักงาน

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

พื้น ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำตลอดเวลา 1 วัน และทิ้งกระสอบไว้ 3 วัน

ผนัง ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

ฐานราก ใช้ กระสอบคลุม ฉีดน้ำตลอดเวลา เป็นเวลา 3 วัน

อาคาร อาร์.เอส.ทาวเวอร์ ลักษณะ อาคารพักอาศัย

ลักษณะการบ่ม

เสา ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

พื้น ใช้ การฉีดน้ำ 2 เวลา (เช้า - เย็น) เป็นเวลา 7 วัน

ผนัง ใช้ สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) แบบ SPRAY ฉีด

ฐานราก ใช้ การขังน้ำ (PONDING) เป็นเวลา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

แสดงข้อมูลลักษณะการบ่มคอนกรีตของอาคารต่าง ๆ

อาคาร	ลักษณะการบ่ม			
	เสา	พื้น	ฐานราก	ผนัง
รสากาเต้น	COMPOUND -	COMPOUND -	พลาสติก และกระสอบ 5 วัน	COMPOUND -
ไทยวา	COMPOUND -	ขังน้ำ 3 วัน	พลาสติก และกระสอบ 7 วัน	COMPOUND -
รอยัลสาธร	COMPOUND -	COMPOUND -	พลาสติก และกระสอบ 5 วัน	COMPOUND -
สินธร	SPRAYING 3 วัน	SPRAYING และขังน้ำ 3 วัน	พลาสติก 7 วัน	SPRAYING 3 วัน
เมืองไทยภัทร ฯ	COMPOUND และพลาสติก 7 วัน	พลาสติก SPRAYING 5 วัน	พลาสติก และกระสอบ 7 วัน	แบบหล่อ 7 วัน
มงกุฎวัฒนะ	พลาสติก 7 วัน	กระสอบ 3 วัน	กระสอบ 5 วัน	กระสอบ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

อาคาร	ลักษณะการบ่ม			
	เสา	พื้น	ฐานราก	ผนัง
บางนาคอมเพล็กซ์	COMPOUND -	ขังน้ำ 3 วัน	กระสอบ 7 วัน	COMPOUND -
ทรัญธร	COMPOUND -	ขังน้ำ 3 วัน	กระสอบ 14 วัน	COMPOUND -
ร่วมฤดี เทอร์เรส	กระสอบ 7 วัน	ขังน้ำ 7 วัน	ขังน้ำ 7 วัน	กระสอบ 7 วัน
ซีมิค ทาวเวอร์	กระสอบ 7 วัน	ขังน้ำ 5 วัน	ขังน้ำ 7 วัน	กระสอบ 7 วัน
วิลล่า ออฟฟิซ	กระสอบ 3 วัน	ขังน้ำ 7 วัน	ขังน้ำ 7 วัน	กระสอบ 3 วัน
รังสรรร สีลมฯ	กระสอบ และพลาสติก 3 วัน	กระสอบ 7 วัน	กระสอบ 14 วัน	COMPOUND -
พหลโยธิน ทาวเวอร์	COMPOUND -	ขังน้ำ 7 วัน	ขังน้ำ 7 วัน	กระสอบ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

อาคาร	ลักษณะการบ่ม			
	เสา	พื้น	ฐานราก	ผนัง
มาสเตอร์วิว	กระสอบ และพลาสติก 7 วัน	ขังน้ำ 7 วัน	พลาสติก และ SPRAYING 15 วัน	กระสอบ 7 วัน
แกรนด์ ไชน์	กระสอบ 5 วัน	กระสอบ 7 วัน	พลาสติก 3 วัน	กระสอบ 2 วัน
ยูนีค ทาวเวอร์	COMPOUND -	ขังน้ำ 3 วัน	พลาสติก 7 วัน	กระสอบ 3 วัน
โรบินสัน บางรัก	COMPOUND -	ขังน้ำ 5 วัน	ขังน้ำ 7 วัน	COMPOUND -
โชว์รูม วอลโว่	กระสอบ 3 วัน	ขังน้ำ 7 วัน	ขังน้ำ 7 วัน	กระสอบ 3 วัน
เดอะ เนชั่น	COMPOUND -	กระสอบ 3 วัน	กระสอบ 3 วัน	COMPOUND -
อาร์ เอส ทาวเวอร์	COMPOUND -	SPRAYING 7 วัน	ขังน้ำ 14 วัน	COMPOUND -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลดังกล่าว ไม่ได้กล่าวถึงในส่วนการบ่มคอนกรีตในคาน เนื่องจากทุกอาคารใช้การบ่มแบบทิ้งไว้ในแบบเป็นเวลา 3 - 7 วัน เหมือนกันทุกอาคาร

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลการบ่มคอนกรีตในอาคารสูง

จากข้อมูลการบ่มคอนกรีต เราสรุปได้ว่า

- การบ่มคอนกรีตในส่วนของเสา นิยมใช้การบ่มโดยสารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING COMPOUND) การบ่มโดยใช้กระสอบรดน้ำ การบ่มโดยใช้พลาสติกพันตามลำดับ โดยระยะเวลาที่ใช้ในการบ่ม อยู่ในช่วง 3 - 7 วัน

- การบ่มคอนกรีตในส่วนของพื้น นิยมใช้การบ่มโดยการขังน้ำ (PONDING) เป็นอันดับแรก ส่วนวิธีการบ่มโดยสารเหลวบ่มคอนกรีต การฉีดน้ำ (SPRAYING) การใช้กระสอบรดน้ำ มีความนิยมเพียงเล็กน้อย โดยระยะเวลาที่ใช้ในการบ่ม อยู่ในช่วง 3- 7 วัน

- การบ่มคอนกรีตในส่วนของฐานราก นิยมใช้การบ่มโดยกระสอบรดน้ำ การใช้พลาสติกคลุม การขังน้ำ (PONDING) ตามลำดับ โดยระยะเวลาที่ใช้ในการบ่ม อยู่ในช่วง 3- 14 วัน

- การบ่มคอนกรีตในส่วนของผนัง นิยมใช้การบ่มโดยสารเหลวบ่มคอนกรีต และกระสอบรดน้ำ โดยระยะเวลาที่ใช้ในการบ่ม อยู่ในช่วง 3- 7 วัน

- จากข้อมูลระยะเวลาการบ่มที่น้อยที่สุด ดังตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ใช้จริง ปรากฏว่า ในการทำงานใช้เวลาในการบ่มน้อยกว่าเวลาที่ยอมให้คิดเป็นครึ่งหนึ่งของข้อมูลทั้งหมด แสดงว่าในการทำงาน ผู้ปฏิบัติงานและผู้ควบคุมงาน ยังไม่ตระหนักถึงความสำคัญของการบ่มคอนกรีตเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การดำเนินการทดลองหาผลกระทบของกำลังอัดเนื่องจากการบ่มคอนกรีตวิธีการต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การดำเนินการทดลองหาผลกระทบของกำลังอัดเนื่องจากการบ่มคอนกรีตวิธีต่าง ๆ

4.1 การหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต (Mix Design)

เป็นการหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม ระหว่างปริมาณของส่วนประกอบ เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีความข้นเหลวพอเหมาะและสะดวกในการทำงาน มีกำลัง และความทนทานตามต้องการ

ปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตสำหรับใช้ในงานเล็ก ๆ ที่ถือว่าไม่สำคัญมากนัก อาจกำหนดได้เลยโดยอาศัยข้อมูลหรือสถิติต่าง ๆ ที่ได้ปฏิบัติมาแล้วเป็นเกณฑ์ เช่น ใช้คอนกรีต 1:2:4 โดยปริมาตรหรือโดยน้ำหนัก ซึ่งหมายถึง ใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ทราย 2 ส่วนและหิน 4 ส่วน เป็นต้น แต่ในงานก่อสร้างขนาดใหญ่ที่สำคัญ ควรออกแบบหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตที่จะใช้ตามสภาพของงาน ทั้งนี้เพื่อให้ได้กำลังของคอนกรีตที่ต้องการ และในราคาประหยัด

การหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต อาจทำได้โดยใช้วิธีทดลองผสม หรือใช้วิธีของ ACI ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมมาก แต่ในการผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่คำนวณได้นั้น จะให้ได้ผลตามความต้องการเป็นไปไม่ได้ ทั้งนี้เพราะวัสดุที่ใช้อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม และคุณสมบัติอาจไม่ตรงตามที่คำนวณ การหาสัดส่วนส่วนผสมที่ดีที่สุด นอกจากการคำนวณอย่างเดียวแล้วต้องทำการทดลองผสมจริงดูด้วย เพื่อตรวจสอบและคอยปรับสัดส่วน จนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

นอกจากนี้ การทดลองในห้องปฏิบัติการ ก็อาจให้ผลไม่ตรงกับการนำไปผสมใช้งานต่าง ๆ เหตุผลเนื่องจากเครื่องผสมในห้องปฏิบัติการโดยทั่วไป มีขนาดและลักษณะแตกต่างจากที่ทำเพื่อใช่งานจริง ๆ อนึ่ง ในการปกิบัติงานจริง ๆ ยังมีผลเนื่องจากการลำเลียง การเทและสภาวะอากาศสิ่งเหล่านี้ ล้วนอิทธิพลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตทั้งสิ้น ดังนั้นการหาสัดส่วนผสมต้องใช้ทั้งความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของคอนกรีต รวมไปถึงข้อมูลจากการทดลอง ด้วยองค์ประกอบในการพิจารณาหาปฏิบัติภาคส่วนผสมของคอนกรีต

การหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต ควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลัง (Strength)

กำลังเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของคอนกรีต กำลังของคอนกรีตมีอยู่หลายอย่างด้วยกัน เช่น กำลังรับแรงดึง กำลังรับแรงดัด กำลังรับแรงเฉือน และกำลังยึดเหนี่ยว เป็นต้น แต่ที่ต้องการและสำคัญที่สุด เพื่อใช้พิจารณาเลือกสัดส่วนการผสมคอนกรีต ก็คือกำลังรับแรงอัดเพราะกำลังรับแรงอย่างอื่นของคอนกรีต (ที่กล่าวแล้วข้างต้น) เป็นสัดส่วนกับกำลังรับแรงอัด โดยทั่วไปจะกำหนดค่าเฉลี่ยของกำลังรับแรงอัดที่ระยะเวลาหนึ่ง เช่น เมื่อคอนกรีตมีอายุ 28 วัน เป็นต้น ค่าเฉลี่ยนี้ ควรให้มีค่าสูงกว่าที่ใช้ในการคำนวณออกแบบโครงสร้าง ประมาณ 15 ถึง 25 เปอร์เซนต์

ปริมาณอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์หรือที่เรียกว่า(water-cement ratio)

ปริมาณอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์ มีผลต่อค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมาก ถ้าอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์มาก กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตก็จะต่ำ ถ้าอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์น้อยลง ค่ากำลังรับแรงอัดก็จะสูงขึ้น ในการผสมคอนกรีต ถ้าสามารถรักษาอัตราส่วนนี้ไว้คงที่แล้ว แม้ส่วนผสมอื่น ๆ จะเปลี่ยนไปบ้าง กำลังของคอนกรีตจะไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก ฉะนั้นจึงอาจกำหนดกำลังของคอนกรีตได้ จากอัตราส่วนระหว่างน้ำและซีเมนต์ที่ใช้

ความทนทาน (Durability)

โดยทั่วไป คอนกรีตที่มีกำลังพอสมควรในภาวะปกติ จะมีความทนทานเป็นที่น่าพอใจ แต่ถ้าคอนกรีตอยู่ในสภาวะที่เปิดเผยรุนแรงต่าง ๆ เช่น โครงอาคารในน้ำทะเล ความทนทานจะน้อยลง อัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์ ก็มีผลต่อความทนทานของคอนกรีต สถาบันคอนกรีตของอเมริกัน ได้ให้ตารางอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์ที่เหมาะสมสำหรับคอนกรีต ในสภาวะเปิดเผยต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถเทได้ (Workability)

คอนกรีตที่ผสมเสร็จใหม่ ๆ ควรมีความข้นเหลวพอเหมาะที่จะเทเข้าแบบได้สะดวกหรือที่เรียกว่า มีความสามารถเทได้นั่นเอง สัดส่วนผสมที่ทำให้คอนกรีตเหลวเกินไป มีผลให้เกิดการแยกตัวในขณะลำเลียงและเท อีกทั้งทำให้กำลังของคอนกรีตต่ำลง ไม่คงทนถาวร และมีโอกาสแตกร้าวได้ง่าย ความสามารถเทได้ขึ้นอยู่กับขนาดของหน้าตัดที่จะเทคอนกรีต และระยะห่างของเหล็กเสริม ถ้าหน้าตัดแคบและมีเหลี่ยมมุมฉาก คอนกรีตจะต้องมีความสามารถเทได้สูง เนื่องความสะดวกในการทำงาน ความข้นเหลวที่พอเหมาะนี้ ใช้ค่าความยุบตัวของคอนกรีตเป็นเครื่องกำหนดแนวทาง ที่ใช้เป็นมาตรการหาความข้นเหลว หรือเทียบว่ามีน้ำมากน้อยแค่ไหนนั้นดูได้จากระยะการยุบตัวของ คอนกรีตขณะยังเหลวอยู่ การวัดระยะการยุบตัวสำหรับคอนกรีตที่ใช้ในงานต่าง ๆ นั้น ควรทำเป็นประจำ เพื่อจะได้เนื้อคอนกรีตที่มีคุณภาพดีสม่ำเสมอกันตลอด

ขนาดโตสุดของวัสดุผสม

ในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ความกว้างของหน้าตัดที่จะเทคอนกรีต และระยะห่างของเหล็กเสริมจะเป็นตัวกำหนดขนาดโตสุดของวัสดุผสมที่จะใช้ โดยทั่วไปจะพยายามใช้วัสดุผสมที่มีขนาดโตที่สุดเท่าที่จะยอมให้ได้ ทั้งนี้เพราะการใช้วัสดุผสมที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ จะทำให้ผิวที่สัมผัสกับซีเมนต์ต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักน้อยลง นั่นคือ ปริมาณปูนซีเมนต์ที่จะใช้ก็น้อยลงด้วย ทำให้ลดปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมลงด้วย เป็นเหตุให้กำลังของคอนกรีตสูงขึ้น และได้คอนกรีตราคาประหยัด อย่างไรก็ดี ขนาดโครงสุดของวัสดุผสม ไม่ควรโตกว่าสามในสี่ส่วนของระยะห่างของช่องว่างระหว่างเหล็กเสริม และต้องไม่เกินกว่า 1/5 เท่าของด้านแคบที่สุดของภุโครงอาคารที่จะเท นอกจากนี้ การเลือกขนาดโตสุดของวัสดุผสม ยังต้องพิจารณารวมไปถึง ความสะดวกและความสามารถในการขนส่งวัสดุมายังสถานที่ผสมและเท ตลอดจนต้องคำนึงถึงราคาด้วย วัสดุผสมขนาดโต ๆ จะทำให้ต้องใช้บริเวณเก็บหิน กว้างตลอดจนการจัดบริเวณ เมื่อทำการผสมก็จะยุ่งยากขึ้น ซึ่งไม่เป็นการประหยัดสำหรับงานขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนขนาดคละและลักษณะของวัสดุผสม

ส่วนขนาดคละของหินและทรายมีผลต่อสัดส่วนการผสม ส่วนผสมที่มีทรายหยาบอยู่มากจะทำให้ทำงานยาก แต่ถ้ามีทรายละเอียดอยู่มากก็จะทำให้ไม่ประหยัด ถ้าส่วนคละของหินไม่ดีจะต้องใช้ทรายมากขึ้นเพื่อช่วยให้ทำงานได้ง่ายขึ้น ถ้าทรายขนาดใดขนาดหนึ่งไป จะทำให้แต่งหน้ายาก เพราะทรายละเอียดจะต้องไปอุดตามช่องว่าง การกระจายขนาดควรอยู่ภายใต้ข้อกำหนดมาตรฐาน เพื่อจะได้คอนกรีตที่เหลวมีความสามารถเทได้ โดยใช้ปริมาณน้ำผสมน้อยลงและได้กำลังตามต้องการ

ลักษณะและคุณสมบัติของวัสดุผสม อาทิเช่น ลักษณะผิว รูปร่าง ความละเอียดความชื้น ความถ่วงจำเพาะ หน่วยน้ำหนัก ตลอดจนสิ่งที่เจือปนมากับวัสดุผสม มีผลโดยตรงกับอัตราส่วนระหว่างวัสดุผสมต่อซีเมนต์ ในการคำนวณหาสัดส่วนผสม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรู้ถึงชนิดและประเภทของวัสดุผสม

ทรายที่เหมาะสำหรับทำคอนกรีตต้องมีเมล็ดคมและสะอาด ขนาดของทรายมีผลต่อปริมาณฟองอากาศในคอนกรีต ถ้ามีขนาดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 16 และค้างบนตะแกรงเบอร์ 50 มากเกินไป (เกินกว่า 45 เปอร์เซนต์) จะทำให้เกิดฟองอากาศเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้ามีทรายที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 100 มากเกินไป ปริมาณฟองอากาศจะลดลง ทรายที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 100 จะเป็นตัวเพิ่มความยืดเหนี่ยวของคอนกรีต และช่วยไม่ให้ฟองอากาศต้องสูญเสียไป ในระหว่างการผสม เท และแต่งหน้าคอนกรีต

หินที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบบบาง ไม่เหมาะที่ใช้ทำคอนกรีต หินที่มีผิวขรุขระจะต้องการน้ำในส่วนผสมมากขึ้น

ปริมาณของวัสดุผสมในคอนกรีต

ในการทำคอนกรีต มักเลือกใช้ปริมาณของวัสดุผสมให้สูง แต่อยู่ในเกณฑ์ที่จะเทและทำงานง่ายโดยใช้ปริมาณน้ำผสมให้ต่ำ และให้ได้กำลังคอนกรีตออกมาตามต้องการ หินและทรายที่ใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต จะขึ้นอยู่กับ ขนาดโตสุดของวัสดุผสมนั้น และค่าความละเอียดของทราย อัตราส่วนระหว่างทรายต่อหิน เป็นสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง ส่วนผสมที่มีทรายมากเกินไป (หินน้อย) จะช่วยให้ทำงานง่าย แต่จะทำให้คอนกรีตแตกร้าวง่าย ไม่ทนทานและไม่ประหยัด ส่วนผสมที่มีหินมากเกินไป (ทรายน้อย) จะทำให้คอนกรีตเป็นรูโพรง เนื้อไม่แน่น และทำงานยาก อัตราส่วนระหว่างทรายต่อหิน ควรอยู่ระหว่าง 33 ถึง 15 เปอร์เซนต์ สำหรับส่วนผสมที่ใช้ปูนซีเมนต์มากเกินไปจะทำให้คอนกรีตแตกร้าวง่าย ไม่ทนทานและไม่ประหยัด

คุณสมบัติของวัสดุผสม

หินและทรายที่จะนำมาใช้ผสมทำคอนกรีต ควรมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความแข็งแกร่ง (Strength) วัสดุผสมจะต้องมีความสามารถรับน้ำหนักกดได้ไม่น้อยกว่ากำลังที่ต้องการของคอนกรีต หินที่ใช้ทำคอนกรีตโดยทั่วไป ถ้าเป็นหินที่มิได้ถูกทำให้เปลี่ยนแปลงโดยสภาพดินฟ้าอากาศ จะดีพอสำหรับผสมทำคอนกรีต เพราะกำลังรับแรงอัดของหินทั่วไป สูงกว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมาก ความแข็งแรงอัดของหินมีค่าประมาณ 700 ถึง 3,500 กก./ซม.^{2}

2. ความทนทานต่อการสึกกร่อน (Abtasien RTesistance) เป็นตัวชี้ถึงคุณภาพของหิน ที่จะนำมาผสมทำคอนกรีตในงานที่ต้องทนต่อแรงกระแทกและเสียดสีมาก ๆ เช่น ทำพื้นหรือถนนคอนกรีตที่ต้องรับน้ำหนักบรรทุกมาก ๆ การทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติข้อนี้โดยทั่วไปนิยมใช้วิธี Los Angeles Abrasion Test ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบน้ำหนักของหินที่สูญหายไปในการทดสอบกับขีดกำหนดตามความต้องการที่ระบุไว้

เครื่องขัดเสียลอสแองเจลิส (Los Angeles Abrasion Machine) ประกอบด้วยกล่องทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 ซม. และยาว 50 ซม. ตั้งตามยาวบนเพลาแนวนอนเพลาหนึ่งและมีชั้นหนึ่งชั้นกว้าง 8.75 ซม. อยู่ภายในจากปลายถึงปลาย กล่องจะหมุน 500 รอบด้วยอัตราเร็ว 30-35 รอบต่อนาที ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบประกอบด้วยกรวดหรือหินที่ได้จัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดตามต้องการ 5,000 กรัม วัสดุสำหรับขัดสีได้แก่ ลูกกลมเหล็กหล่อจำนวนหนึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 38 มม. ใส่ลงไปในกล่อง การสึกหรอคิดเป็นร้อยละคือส่วนที่ผ่านตะแกรงมาตรฐานอเมริกาเบอร์ 12 ภายหลังการทดสอบ วัสดุผสมหยาบที่ใช้กับงานคอนกรีตต้องมีการสึกหรอ ในการทดสอบลอสแองเจลิสไม่เกินร้อยละ 40

3. ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เป็นคุณสมบัติ ที่มีความสัมพันธ์กับความพรุน และอำนาจการดูดซึมของวัสดุผสม วัสดุผสมต้องมีรูพรุนพอที่จะดูดซึมน้ำ มีช่องว่างพอที่จะให้น้ำแข็งขยายตัวได้ในอากาศหนาว มิฉะนั้น จะทำให้คอนกรีตแตกร้าวได้

4. ความคงตัวต่อปฏิกิริยาทางเคมี (Chemical Stability) วัสดุผสมต้องไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับปูนซีเมนต์ วัสดุผสมในบางท้องถิ่น ที่มีสารเคมีผสมอยู่ในเนื้อหิน จะทำปฏิกิริยากับด่างในปูนซีเมนต์เกินเป็นวุ้น และขยายตัวทำให้เกิดรอยร้าวทั่วไปในคอนกรีต ในกรณีที่ไม่อาจหลีกเลี่ยง การใช้วัสดุผสมเหล่านี้จะต้องใช้กับปูนซีเมนต์มีเปอร์เซนต์ของด่างต่ำ (Low-alkali Cement)

5. ลักษณะรูปร่างและผิว (Particle Shape and Surface Texture) มีความสำคัญต่อการควบคุม "ความสามารถเทได้" ของคอนกรีตที่ผสมใหม่ ๆ วัสดุผสมที่ใช้ควรมีลักษณะเป็นแง่เหลี่ยมคม วัสดุผสมที่เป็นแผ่นแบนหรือชิ้นยาว (Flat and Elongated Particles) ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ เพราะต้องการน้ำในส่วนผสมมากกว่าวัสดุผสมที่มีก้อนกลมหรือรูปลูกบาศก์เพื่อให้ได้ "ความสามารถเทได้" เท่า ๆ กัน ทำให้เปลืองซีเมนต์ลดกำลังและแรงยึดเหนี่ยวภายในก้อนคอนกรีต ปกติยอมให้มีวัสดุผสมแบบนี้ไม่เกินกว่า 15 เปอร์เซนต์ โดยน้ำหนักของวัสดุผสมที่ใช้วัสดุผสมก้อนกลม ช่วยให้ทำงานง่ายและประหยัด เพราะต้องการปูนซีเมนต์และน้ำในส่วนผสมน้อยกว่า วัสดุผสมที่มีก้อนเป็นแง่เป็นมุม แต่แรงยึดเหนี่ยวระหว่างก้อนกับซีเมนต์เพสท์ต่ำกว่าวัสดุผสมที่มีผิวหยาบหรือด้าน จะช่วยให้มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างก้อนดีขึ้น

6. ความสะอาด (Cleanliness) วัสดุผสมต้องสะอาด มีสารที่จะทำให้เกิดการเสื่อมคุณภาพต่อคอนกรีตน้อยที่สุด สารเหล่านี้ได้แก่ เปลือกหอย ชานอ้อย ถ่านหิน ถ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เศษไม้ ก้อนดิน โคลนเลน ถุงพลาสติก ฝุ่น หรือผงละเอียด (Silt) สิ่งเหล่านี้จะลดความทนทานและแรงยึดเหนี่ยวของคอนกรีต บางครั้งอาจทำให้คอนกรีตแตกร้าว มีกำลังต่ำ แข็งตัวช้าหรือไม่แข็งเลย เกิดรอยเปื้อนหรือหลุดออกไปเป็นรูปโพรง ปริมาณของสิ่งเจือปนที่จะเป็นอันตรายต่อคอนกรีต ต้องไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

แสดงปริมาณของสิ่งเจือปนในวัสดุผสมที่ยอมให้

สิ่งสกปรกที่เจือปน	เปอร์เซนต์ที่ยอมให้สูงสุดโดยน้ำหนัก	
	ในวัสดุผสมละเอียด	ในวัสดุผสมหยาบ
ดินเหนียว	1.00	0.25
ฝุ่นหรือผงละเอียด (silt)ที่ลอดตะแกรง เบอร์ 200		
1. คอนกรีตที่รับแรงเสียดสี	5.0	1.0
2. คอนกรีตทั่วไป	5.0	1.0
ถ่านหินหรือลิกไนท์		
1. ในงานที่อวดผิวหน้า	0.5	0.5
2. คอนกรีตทั่วไป	1.0	1.0
วัสดุอ่อน (เช่น รากไม้ เศษไม้)	-	5.0

การขจัดสิ่งสกปรกที่เจือปนทำได้หลายวิธี เช่น ล้างน้ำ หรือร่อนผ่านตะแกรงการร่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะช่วยให้แยกสิ่งสกปรกชิ้นใหญ่ ๆ (เช่น เปลือกหอย ชานอ้อย ใบไม้ รากไม้ ถุงพลาสติก) ออกได้ วิธีง่าย ๆ ในการตรวจเพื่อหาความสะอาดของทราย ทำได้โดยหยิบทรายขึ้นมาแล้วถูหรือขยี้บนฝ่ามือ ถ้าปรากฏว่ามีเชื้อดินแยกออกหรือมีสีติดฝ่ามือ ก็แสดงว่าเป็นทรายที่มีไม่สะอาดพอ

สารอินทรีย์จากวัชพืชที่เจือปนอยู่ในทราย เช่น ตะไคร่น้ำ ใบไม้เน่า ฯลฯ เป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ เพราะจะทำให้คุณสมบัติของคอนกรีตเสียไปด้วย โดยอาจทำให้ซีเมนต์แข็งตัวช้าหรือไม่แข็งตัวเลยก็ได้ และบางทีจะทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงอย่างมาก การตรวจปริมาณสารอินทรีย์ในทรายอย่างคร่าว ๆ อาจใช้วิธีวัดความเข็มของสี (Colorimetric Test) ซึ่งทำได้โดยแช่ทรายชื้นลงในน้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ข้น 3% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้ว เปรียบเทียบสีของน้ำยากับสีมาตรฐาน ทรายที่ปราศจากสารอินทรีย์ จะให้สีของสารละลายใสหรือสีเหลืองอ่อน ๆ แต่ถ้าสารละลายให้สีระหว่างสีเหลืองอ่อนกับสีน้ำตาล ก็ควรจะสงสัยในคุณภาพไว้ก่อน แต่ถ้าสีเข้มแสดงว่ามีสารอินทรีย์ปนอยู่มาก ซึ่งไม่ควรนำมาใช้นอกจากจะต้องเอาสารอินทรีย์ออกเสียก่อน การทดสอบนี้ควรทำทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนไปใช้ทรายแหล่งใหม่

7. ความลดหลั่น ของขนาดหรือส่วนขนาดคละ (Gradation) วัสดุผสมที่ใช้ผสมทำคอนกรีตต้องมีความลดหลั่นของขนาดตามเกณฑ์กำหนด ซึ่งจะช่วยเรียงตัวกันได้แน่นและมีช่องว่างน้อย ช่วยให้ทำง่าย ปริมาณปูนซีเมนต์ที่จะต้องใช้ก็น้อยลง คือ เพียงพอที่จะเคลือบผิววัสดุผสมทั้งหมด และเติมเต็มช่องว่างที่เหลืออยู่เพื่อเชื่อมให้วัสดุผสมยึดติดกัน ทำให้คอนกรีตมีราคาถูกลง การทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติข้อนี้ทำได้โดยใช้วิธีร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐาน (Gradation Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2

แสดงเกณฑ์กำหนดส่วนขนาดคละของวัสดุผสม (ASTM C 33)

ตะแกรงขนาด	ค่าร้อยละสะสมที่ค้างบนตะแกรงขนาดต่าง ๆ			
	ตั้งแต่เบอร์ 4 ถึง 3/4 นิ้ว	ตั้งแต่เบอร์ 4 ถึง 1 นิ้ว	ตั้งแต่เบอร์ 4 ถึง 1/2 นิ้ว	ตั้งแต่เบอร์ 4 ถึง 2 นิ้ว
2 นิ้ว	-	-	0	0-5
1/2 นิ้ว		0	0-5	-
1 นิ้ว	0	0-5	-	30-65
3/4 นิ้ว	0-10	-	30-65	-
1/4 นิ้ว	-	40-75	-	70-90
3/8 นิ้ว	0 45-80	-	70-90	-
เบอร์ 4	0-5 90-100	90-100	95-100	95-100
เบอร์ 8	0-20 95-100	95-100		
เบอร์ 16	15-50			
เบอร์ 30	40-75			
เบอร์ 50	70-90			
เบอร์ 100	90-98			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3

แสดงค่าการยุบตัวของคอนกรีตที่ใช้สำหรับการก่อสร้างประเภทต่างๆ

ประเภทของงาน	ค่าความยุบตัว (ซม.)	
	ค่าสูงสุด*	ค่าต่ำสุด
งานฐานราก กำแพง คอนกรีตเสริมเหล็ก	8.0	2.0
งานฐานรากคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก งานก่อสร้างใต้น้ำ	8.0	2.0
งานพื้น คาน และผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก	10.0	2.0
งานเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	10.0	2.0
งานพื้นถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก	8.0	2.0
งานคอนกรีตขนาดใหญ่	5.0	2.0

*อาจเพิ่มได้อีก 2 ซม. สำหรับการทำคอนกรีตให้แน่นตัวโดยวิธีการอื่น ที่นอกเหนือไปจากการใช้เครื่องสั่น (Vibrator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4

แสดงขนาดโตสุดของวัสดุผสมสำหรับการก่อสร้างประเภทต่างๆ

ขนาดความหนาของโครงสร้าง (ซม.)	ขนาดโตสุดของวัสดุผสม							
	ดาน ผนังและเสา คสล.		ผนังคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก		พื้นถนน คสล. รับน้ำหนักมาก		พื้นคอนกรีตรับน้ำหนักน้อย	
	นิ้ว	มม.	นิ้ว	มม.	นิ้ว	มม.	นิ้ว	มม.
5.0—15.0	$\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$	12.5-20	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{3}{4}$—1	20—25	$\frac{3}{4}$—$1\frac{1}{2}$	20—40
15.0—30.0	$\frac{3}{4}$—$1\frac{1}{2}$	20—40	$1\frac{1}{2}$	40	$1\frac{1}{2}$	40	$1\frac{1}{2}$—3	40—75
30.0—75.0	$1\frac{1}{2}$—3	40—75	3	75	$1\frac{1}{2}$—3	40—75	3	75
มากกว่า 75.0	$1\frac{1}{2}$—3	40—75	6	150	$1\frac{1}{2}$—3	40—75	3—6	75—150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5

แสดงปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับค่าการยุบตัวและวัสดุผสมขนาดต่างๆ

เกณฑ์การยุบตัวของคอนกรีต (เซนติเมตร)		ปริมาณน้ำสูงสุดต่อคอนกรีต 1 ลบ.เมตร สำหรับวัสดุผสมหยาบขนาดต่าง ๆ (ลิตร)							
		3/8" (0.95ซม.)	1/2" (1.27ซม.)	3/4" (1.91ซม.)	1" (2.54ซม.)	1 1/2" (3.81ซม.)	2" (5.08ซม.)	3" (7.62ซม.)	6" (15.24ซม.)
ส่วนผสมไม่ใส่สารที่ทำให้เกิดฟองอากาศ	2.5-5.0	208	198	183	178	163	153	143	124
	7.5-10.0	227	218	203	193	178	168	158	138
	12.5-15.0	242	227	213	203	188	178	168	148
	ปริมาณของฟองอากาศ (%) โดยปริมาตร	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2

เกณฑ์การยุบตัวของคอนกรีต (เซนติเมตร)		ปริมาณน้ำสูงสุดต่อคอนกรีต 1 ลบ.เมตร สำหรับวัสดุผสมหยาบขนาดต่าง ๆ (ลิตร)							
		3/8" (0.95ซม.)	1/2" (1.27ซม.)	3/4" (1.91ซม.)	1" (2.54ซม.)	1 1/2" (3.81ซม.)	2" (5.08ซม.)	3" (7.62ซม.)	6" (15.24ซม.)
ส่วนผสมใส่สารที่ทำให้เกิดฟองอากาศ	2.5-5.0	183	178	163	153	143	134	124	109
	7.5-10.0	203	193	178	168	158	148	138	119
	12.5-15.0	213	203	188	178	168	158	148	129
	ปริมาณของฟองอากาศที่ควรจะให้มี(%) โดยปริมาตร	8.0	7.0	6.0	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6

แสดงอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ที่ใช้สำหรับงานคอนกรีตในสภาวะแวดล้อมต่างๆ

ประเภทของงาน	ในสภาวะแวดล้อมปกติ ถูกแดด ถูกฝน			ในสภาวะแวดล้อมที่รุนแรง		
	ชิ้นส่วนบาง	ชิ้นส่วนปานกลาง	ชิ้นส่วนหนา	ชิ้นส่วนบาง	ชิ้นส่วนปานกลาง	ชิ้นส่วนหนา
งานคอนกรีตที่ต้องสัมผัสกับน้ำแต่ไม่ได้อยู่ใต้น้ำตลอด	0.45	0.50	0.55	0.45	0.50	0.55
งานคอนกรีตใกล้น้ำเปียกบ้างแห้งบ้าง	0.50	0.55	0.55	0.55	0.60	0.65
งานคอนกรีตทั่วไป เช่น อาคาร สะพาน	0.55	0.60	0.65	0.55	0.65	0.70
งานคอนกรีตที่จมอยู่ใต้น้ำ	0.55	0.60	0.65	0.55	0.60	0.65
งานคอนกรีตสำหรับถนน	0.50	0.55	0.60	0.55	0.60	0.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์กับกำลังอัดประลัยของคอนกรีต

กำลังอัดประลัยของคอนกรีต ที่ 28 วัน (กก./ซม.^{2})	อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ โดยน้ำหนัก	
	คอนกรีตไม่กระจายกักฟองอากาศ	คอนกรีตกระจายกักฟองอากาศ
450	0.38	—
400	0.43	—
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

หมายเหตุ ค่าที่ได้จากตารางนี้ ทำการทดลองจากแท่งตัวอย่างรูปทรงกระบอกขนาดมาตรฐาน ϕ 15×30 ซม. ถ้าแท่งตัวอย่างเป็นแบบลูกบาศก์ ค่ากำลังอัดประลัยจะสูงกว่าค่าในตารางประมาณ 20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8

แสดงปริมาตรของวัสดุผสมหยาบต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต

ขนาดโตสุดของหิน	ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบในสภาพแห้งและอัดแน่นต่อหน่วยปริมาตรของคอนกรีต สำหรับค่าโมดูลัสความละเอียดของทรายต่าง ๆ กัน			
	2.40	2.60	2.80	3.00
$\frac{3}{8}$" (10 มม.)	0.50	0.48	0.46	0.44
$\frac{1}{2}$" (12.5 มม.)	0.59	0.57	0.55	0.53
$\frac{3}{4}$" (20 มม.)	0.66	0.64	0.62	0.60
1" (25 มม.)	0.71	0.69	0.67	0.65
$1\frac{1}{2}$" (40 มม.)	0.76	0.74	0.72	0.70
2" (50 มม.)	0.78	0.76	0.74	0.72
3" (75 มม.)	0.81	0.79	0.77	0.75
6" (150 มม.)	0.87	0.85	0.83	0.81

หมายเหตุ ค่าที่กำหนดให้นี้ เป็นค่าสำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็กทั่ว ๆ ไป สำหรับงานคอนกรีตที่ทำได้ง่ายกว่า เช่น ถนน พื้น เป็นต้น อาจเพิ่มค่าเหล่านี้ขึ้นได้อีก 10 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีหาปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีต ACI

การคำนวณหาปฏิภาคส่วนผสมสำหรับงานคอนกรีตทั่วไปซึ่งทั่วไปซึ่งหล่อกับที่ อาจจะดำเนินเป็นขั้น ๆ ตามวิธีการซึ่งเสนอโดยสถาบันคอนกรีตของอเมริกา (ACI 211.1-70) ดังต่อไปนี้ ซึ่งให้ผลค่อนข้างแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงและถูกต้อง ทั้งนี้จะต้องทราบถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุที่ใช้ทำคอนกรีตเสียก่อน เช่น ค่าความถ่วงจำเพาะ หน่วยน้ำหนัก โมดูลัสความละเอียด และเปอร์เซนต์การดูดซึม เป็นต้น อีกทั้งวัสดุผสมต้องมีส่วนขนาดคละอยู่ในพิกัดกำหนดด้วย

1. เลือกค่าความยุบตัวที่เหมาะสมกับประเภทของงาน ค่าความยุบตัวต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสม และให้ได้ความข้นเหลวพอทำงานได้สะดวก ในกรณีที่มิได้กำหนดค่าความยุบตัวมาให้ ค่าความยุบตัวที่เหมาะสมกับประเภทของงานเลือกใช้ได้จากตารางที่ 4.3

2. เลือกขนาดโตสุดของวัสดุผสม ไม่ควรเกินกว่า 1/5 ของส่วนแคบที่สุดของแบบ หรือ 1/3 ของความหนาของแผ่นพื้น หรือ 3/4 ของขนาดความห่างของเหล็กเสริมที่น้อยที่สุด ขนาดโตสุดของวัสดุผสมหยาบที่เหมาะสมกับประเภทการใช้งาน อาจเลือกได้จากตารางที่ 4.4

3. ประมาณปริมาณน้ำที่ผสมและปริมาณฟองอากาศที่เกิดขึ้น ตารางที่ 4.5 ให้ปริมาณน้ำที่ต้องการในหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต เพื่อให้ได้ค่าการยุบตัวตามที่กำหนด ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดโตสุด รูปร่างและส่วนขนาดคละของวัสดุผสม ในตารางดังกล่าวยังให้ค่าปริมาณฟองอากาศที่จะเกิดขึ้น ในส่วนผสมคอนกรีตที่ไม่มีสารทำให้เกิดฟองอากาศ และปริมาณฟองอากาศที่ควรจะมีในส่วนผสมคอนกรีต เมื่อใส่สารทำให้เกิดฟองอากาศ

4. เลือกอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์ อัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์ที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับลักษณะที่คอนกรีตนั้นถูกนำออกไปใช้งาน และกับกำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ต้องการในกรณีที่ไม่มีข้อมูล เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์กับกำลังอัดประลัย ของคอนกรีตสำหรับวัสดุผสมที่จะใช้ผสมทำคอนกรีต ก็ให้เลือกใช้ค่าอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.6 และ 4.7 ตารางที่ 4.6 มีให้ค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์โดยน้ำหนักที่มากที่สุดสำหรับประเภทงาน และสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ส่วนตารางที่ 4.7 ให้ค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ โดยน้ำหนักที่มากที่สุดสำหรับค่าเฉลี่ยของกำลังอัดประลัยคอนกรีตที่ต้องการ และให้เลือกใช้ค่าอัตราส่วนดังกล่าวที่ต่ำที่สุด ซึ่งหาได้จาก 2 ตารางนี้

5. คำนวณปริมาณซีเมนต์ที่ต้องใช้ เมื่อทราบปริมาณน้ำที่ใช้ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต และอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์โดยน้ำหนักแล้ว ปริมาณซีเมนต์ที่ต้องใช้ในคอนกรีตต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรย่อมหาได้ซึ่งเท่ากับปริมาณน้ำหนักจากขั้นที่ 3 หารด้วยอัตราส่วนจากขั้นที่ 4 อย่างไรก็ดี ถ้ากำหรดปริมาณซีเมนต์ในหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีตมาให้ ก็ให้เลือกใช้ค่าที่มากที่สุดจากที่คำนวณได้หรือที่กำหนดให้

6. คำนวณปริมาณวัสดุผสมหยาบ ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาตรของวัสดุผสมหยาบในสภาพแห้งและอัดแน่น ในส่วนผสมต่อคอนกรีตหนึ่งหน่วยปริมาตร ซึ่งแตกต่างตามค่าโมดูลัสความละเอียดของทรายที่ใช้และขนาดโตที่สุดของหินที่ใช้ ปริมาณของวัสดุผสมหยาบคิดเป็นน้ำหนักมีค่าเท่ากับปริมาตรของวัสดุผสมหยาบ คูณด้วยหน่วยน้ำหนักของวัสดุผสมหยาบนั้น

7. ประมาณปริมาณวัสดุผสมละเอียด เมื่อได้ค่าต่าง ๆ ของส่วนผสมจนถึงลำดับที่ 6 แล้ว ปริมาณของวัสดุผสมละเอียดจะหาได้ดังนี้

ปริมาตรเนื้อแท้ของวัสดุผสมละเอียด

= ปริมาตรของคอนกรีต - ปริมาตรเนื้อแท้ของส่วนผสมต่าง ๆ (ยกเว้นทราย)

โดยที่ ปริมาตรเนื้อแท้ (ซึ่งเป็นปรมาตรที่ไม่มีช่องว่างในเนื้อ) ของวัสดุคำนวณได้จากความถ่วงจำเพาะ และน้ำหนักของวัสดุ กล่าวคือ

$$\text{ปริมาตรเนื้อแท้} = \frac{\text{น้ำหนักของวัสดุ}}{\text{ความถ่วงจำเพาะ} \times \text{หน่วยน้ำหนักของน้ำ}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ปรับส่วนผสมเนื่องจากความชื้นของวัสดุผสม ตามปกติ วัสดุผสมที่ใช้งานจริง จะมีความชื้นสูงกว่าในสภาวะอิ่มตัวและผิวแห้ง ฉะนั้น จึงต้องแก้ส่นผสมให้เข้ากับสภาพจริง โดยเพิ่มน้ำหนักของวัสดุผสมขึ้น เท่ากับน้ำหนักน้ำที่ติดมา และลดน้ำในส่วนผสมออกในจำนวนเท่ากัน ในกรณีที่วัสดุผสม แห้งกว่าสภาวะอิ่มตัวและผิวแห้ง จะต้องแก้ส่วนผสมเช่นเดียวกันในทางตรงกันข้าม

9. การปรับส่วนผสมด้วยการทดลองผสม สัดส่วนของผสมต่าง ๆ ที่คำนวณแล้วเป็นเกณฑ์โดยประมาณทั้งสิ้น ซึ่งจะต้องตรวจสอบดูด้วย ถึงผลที่ได้ทั้งในด้านกำลังของคอนกรีต และความยากง่ายในการทำงาน โดยการทดลองผสมจริง จากนั้นตรวจสอบดูหน่วยน้ำหนักของคอนกรีต ปริมาตรที่ใช้และปริมาณอากาศ แล้วจึงปรับส่วนผสมต่าง ๆ ให้เหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง

ถ้าต้องการให้คอนกรีตมีค่าการยุบตัวเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 ซม. จะต้องเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำในส่วนผสม 2 ลิตรต่อคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจะมีผลให้กำลังของคอนกรีตน้อยลงหรือมากขึ้นตามไปด้วย ฉะนั้นถ้าต้องการให้คอนกรีตมีกำลังคงเดิม จะต้องปรับปริมาณปูนซีเมนต์ หรือหินและทรายร่วมไปด้วย

ถ้าต้องการให้คอนกรีตที่มีสารกระจายกักฟองอากาศ มีปริมาณฟองอากาศเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 เปอร์เซนต์ จะต้องลดหรือเพิ่มปริมาณน้ำในส่วนผสม 3 ลิตรต่อคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการคิด Mix Design

จากตารางทดลองเราจะสามารถหาค่าได้ ดังนี้

ปูนซีเมนต์

- ความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ 2.9

หิน

- วัสดุผสมหยาบขนาดโตสุด 40 มม.
- ค่าความถ่วงจำเพาะ 2.78
- ค่าความชื้น 2 %
- หน่วยน้ำหนักแห้ง 1,600.00 กก./ลบ.ม.

ทราย

- ความถ่วงจำเพาะ 2.65
- ค่าความชื้น 5 %
- ค่ารัมครัสความละเอียด 2.4

1. เราเลือกใช้ค่ายุบตัว 2 - 6 เซนติเมตร

2. คอนกรีตไม่มีสารกระจายกักฟองอากาศ และจากตารางที่ 3 เมื่อขนาดโตสุดของวัสดุผสมหยาบเป็น 40 มิลลิลิตร ค่าความยุบตัว 2 - 6 เซนติเมตร จะได้ปริมาณน้ำที่ต้องการใช้ 150 ลิตร/ลูกบาศก์เมตร ของคอนกรีต

3. คอนกรีตต้องการออกแบบกำลังอัดเฉลี่ย 200 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

จากตารางที่ 5 จะหาอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ โดยน้ำหนัก ได้ = 0.7

4. ปริมาณซีเมนต์ที่ต้องการ = 150/0.7

= 214.3 กก./ลบ.ม.ของคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หาปริมาณของวัสดุผสมหยาบจากตารางที่ 6 เมื่อค่าโมดูรัสความละเอียดของวัสดุผสมละเอียดเท่ากับ 2.3 และขนาดโตสุดของวัสดุผสมหยาบเป็น 40 มิลลิเมตร จะได้ปริมาตรของวัสดุผสมหลาบในสภาพแห้งและอัดแน่น

อัดแน่น = 0.76 ลบ.เมตร/ลบ.เมตรของคอนกรีต

หน่วยน้ำหนักของหิน = กก./ลบ.เมตร

ดังนั้น น้ำหนักของวัสดุผสมหยาบที่ใช้ = 0.76 x 1600.00

= 1,216 กก./ลบ.เมตรของคอนกรีต

6. ปริมาณของวัสดุผสมละเอียด

ปริมาตรเนื้อแท้ของส่วนผสม :

ปริมาตรของน้ำ = $\frac{150}{1000}$ = 0.150 ลบ.เมตร

ปริมาตรของซีเมนต์ = $\frac{214.3}{2.9 \times 1000}$ = 0.074 ลบ.เมตร

ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบ = $\frac{1216}{2.78 \times 1000}$ = 0.437 ลบ.เมตร

ปริมาณของฟองอากาศ = 0.01 x 1 = 0.01 ลบ.เมตร

ดังนั้น ปริมาตรของส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นทราย = 0.671 ลบ.เมตร

ปริมาตรของทรายที่ต้องใช้ = 1 - 0.671

= 0.329 ลบ.เมตร

น้ำหนักของทราย = 2.69 x 0.329 x 1000

= 871.85 กก.

7. ปรับส่วนผสมเนื่องจากความชื้น

ทรายมีความชื้น 5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หินมีความชื้น 2 %

ปริมาณน้ำที่ห่อหุ้มทราย = 871.85 x 0.05 = 43.593 กก.

ปริมาณน้ำที่ห่อหุ้มหิน = 1216 x 0.02 = 24.32 กก.

รวมปริมาณน้ำที่เกินมา = 67.913 กก.

ดังนั้น ส่วนผสมของคอนกรีตใน 1 ลบ.เมตร ได้ ดังนี้

ปูนซีเมนต์	215 กก.
น้ำ	83 กก.
ทราย	916 กก.
หิน	1,240.32 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.2.1 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

1. **ปูนซีเมนต์** type1 ใช้ปูนซีเมนต์ตราช้าง ซึ่งเป็นปูนซีเมนต์ประเภทที่หนึ่ง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.15)

2. **ทราย** ทรายที่ใช้ในการหล่อแท่งคอนกรีตทดสอบใช้ทรายหยาบ นำไปวิเคราะห์หาปริมาณคละและโมดูลัสความละเอียดตามมาตรฐาน ASTMC136-80 พบว่าปริมาณคละเป็นตามข้อกำหนดของ ASTMC33-80 และมีค่าโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.40

3. **หิน** หินที่ใช้ในการหล่อแท่งคอนกรีตทดสอบใช้ทรายหยาบ นำไปวิเคราะห์หาปริมาณและโมดูลัสความละเอียดตามมาตรฐาน ASTM C136-80 พบว่าปริมาณคละเป็นไปตามข้อกำหนดของ ASTM C33-80 และมีค่าโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 1.69

4. **น้ำ** น้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีต ใช้น้ำประปา

5. **กำมะถัน** เป็นของแข็ง นำมาหล่อมละลายกับน้ำ ใช้ในการ capping หัวแท่งคอนกรีตทดสอบ เพื่อให้ผิวหน้าเรียบ เพื่อใช้ทดสอบหากำลังอัด โดยวิธีทดสอบแบบทำลายด้วยเครื่อง Universal Testing Machine

6. **น้ำมันหล่อลื่น** ใช้ในการทาแบบ เพื่อสะดวกและง่ายในการถอดแบบ ทำให้แท่งคอนกรีตทดสอบและแบบคานที่หล่อไม่ติดข้างแบบ

7. **พลาสติกใส** ใช้ในการบ่มแท่งคอนกรีตทดสอบ

8. **กระสอบป่าน** ใช้ในการบ่มแท่งคอนกรีตทดสอบ

9. **สารเหลวบ่มคอนกรีต** ใช้ในการบ่มแท่งคอนกรีตทดสอบ

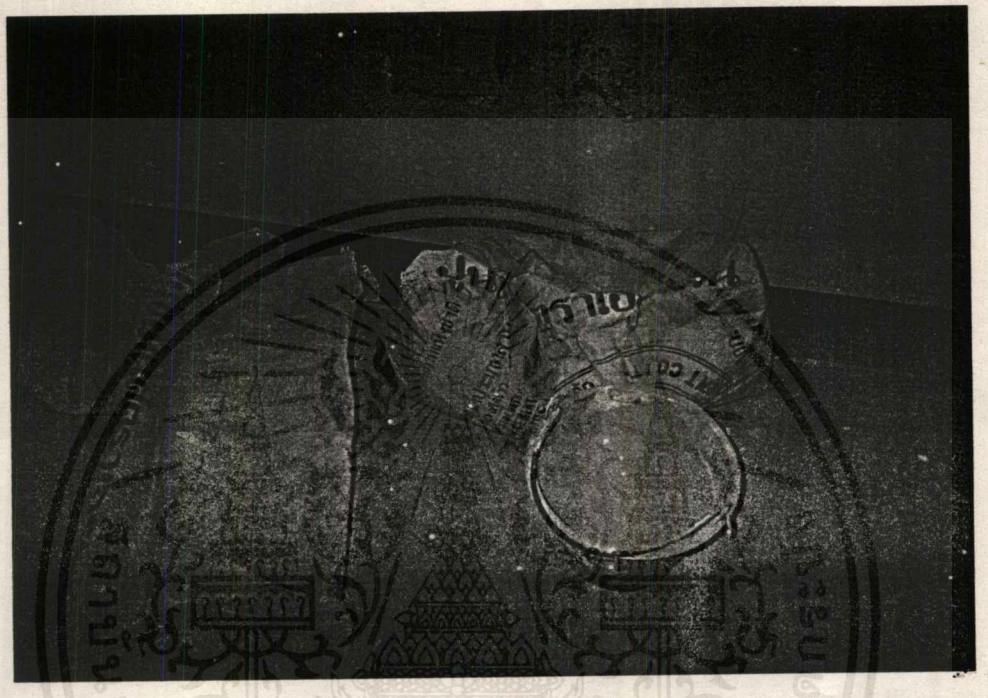
4.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. **โม่ผลิตคอนกรีต** เป็นโม่ผสมชนิดเอียง Tilting Drum Mixer มีถังผสมเป็นรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1

แสดงวัสดุที่ใช้ในการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

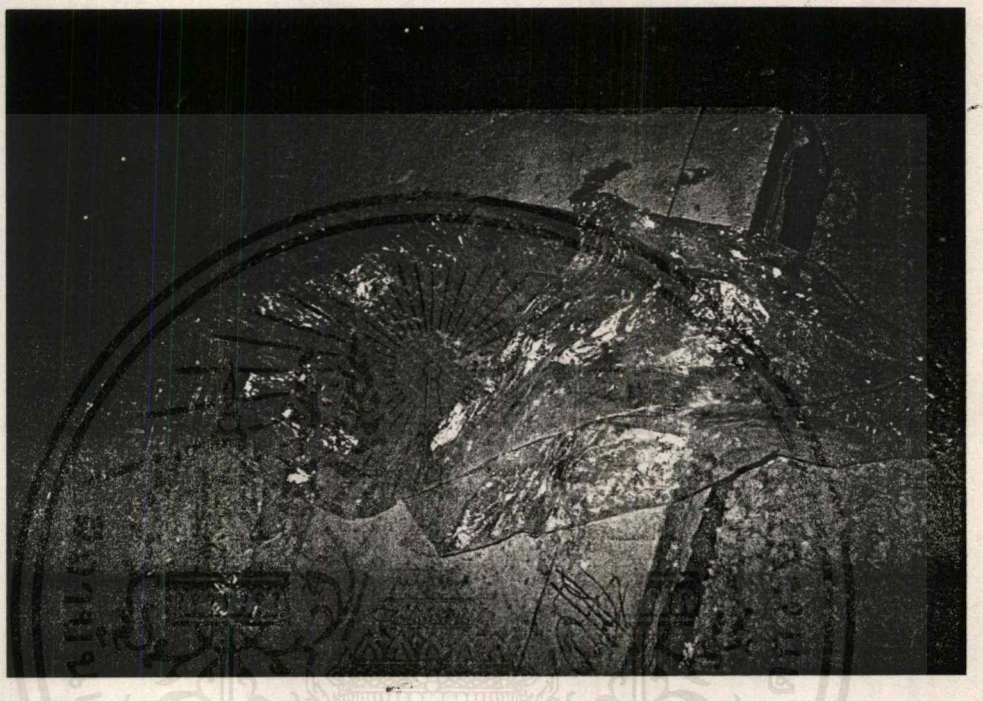
รูปที่ 4.1 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 (ต่อ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรวย จะหมุนในลักษณะเอียง เทคอนกรีตได้เป็นกลุ่มก้อน มีการแยกตัวของคอนกรีตน้อย และสามารถทำความสะอาดและกำหนดจำนวนการผสมได้สะดวก ใบพายในโม่มีรูปร่างคล้ายพัดทำให้กระทบวัสดุได้ทั่วถึง เดินเครื่องด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 2 เฟส ความจุคอนกรีตประมาณ 7 ล.บ ฟุต ความเร็วของถังหมุน 25 รอบ/นาที มอเตอร์ 5 แรงม้า

2. **แบบหล่อชิ้นตัวอย่าง ทดสอบรับกำลังอัด**

แบบหล่อที่ใช้หล่อแท่งคอนกรีตเป็นแบบหล่อมาตรฐาน ASTM C-192 ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซ.ม. สูง 30 ซ.ม.

3. **ตะแกรงร่อนทราย,หิน**

ตะแกรงร่อนทรายใช้เบอร์ 4,8,16,30,30,50,100,และ pan

ตะแกรงร่อนหินใช้เบอร์ 2",11",1",3/4",1/2",3./8",3/16 และ pan

4. **เครื่องมือวัด** ใช้ฟุตเหล็ก ไมโครมิเตอร์ เพื่อวัดขนาดของชิ้นตัวอย่างทดสอบที่หล่อก่อนจะทดสอบรับกำลังแรงอัด

5. **เครื่องชั่งน้ำหนัก** ใช้ทั้งแบบตาชั่งวัสดุที่มีน้ำหนักไม่มาก และเครื่องชั่งน้ำหนักสำหรับชั่งวัสดุที่มีน้ำหนักมาก

6. **เครื่อง Universal Terting machine**

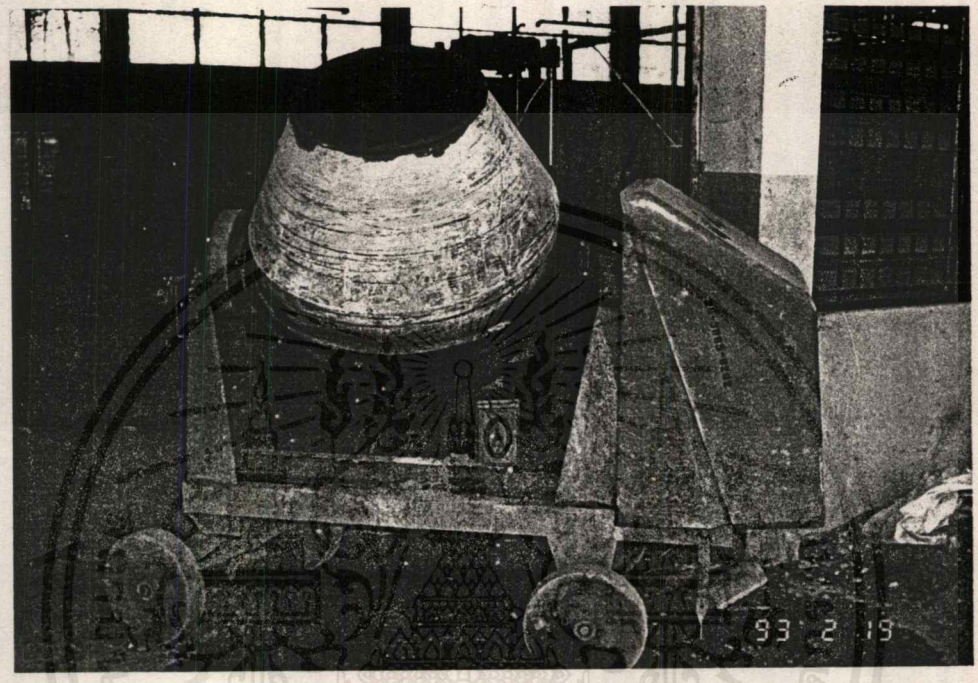
เครื่อง Universal Testing Machine ขนาด 150 ตันมีระบบการทำงานแบบไฮดรอลิกส์ควบคุมเร็วด้วยพวงมาลัยบังคับด้วยมือ สามารถใช้หากำลังอัดของคอนกรีตที่ไม่สูงมากเกินไปได้ โดยมีความละเอียดสูง

7. **ตู้อบไอน้ำ** ใช้ในการทดลองวัสดุมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

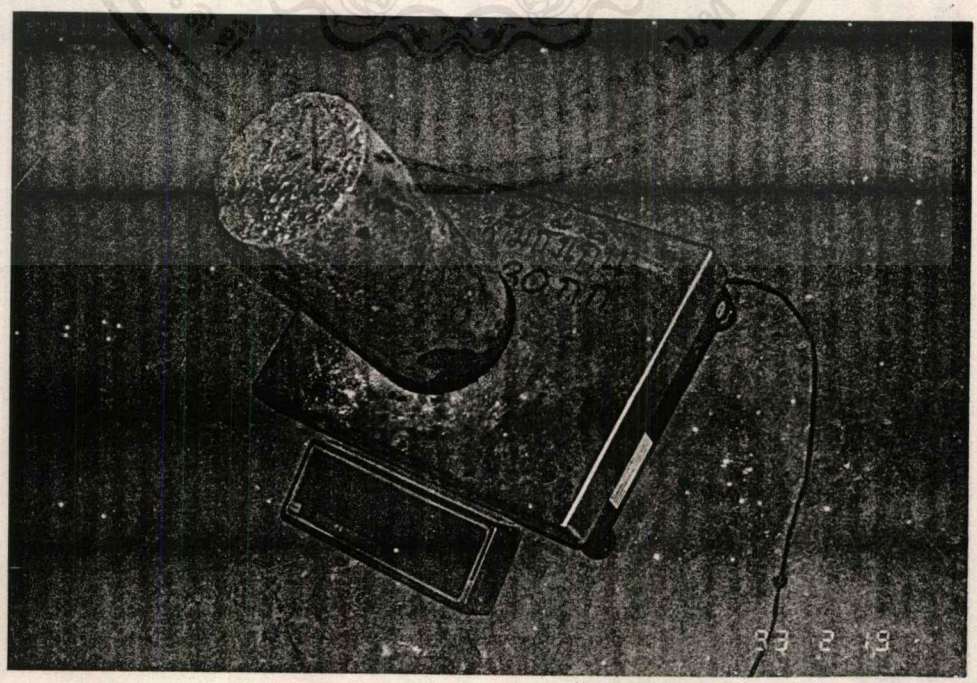
รูปที่ 4.2

แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ



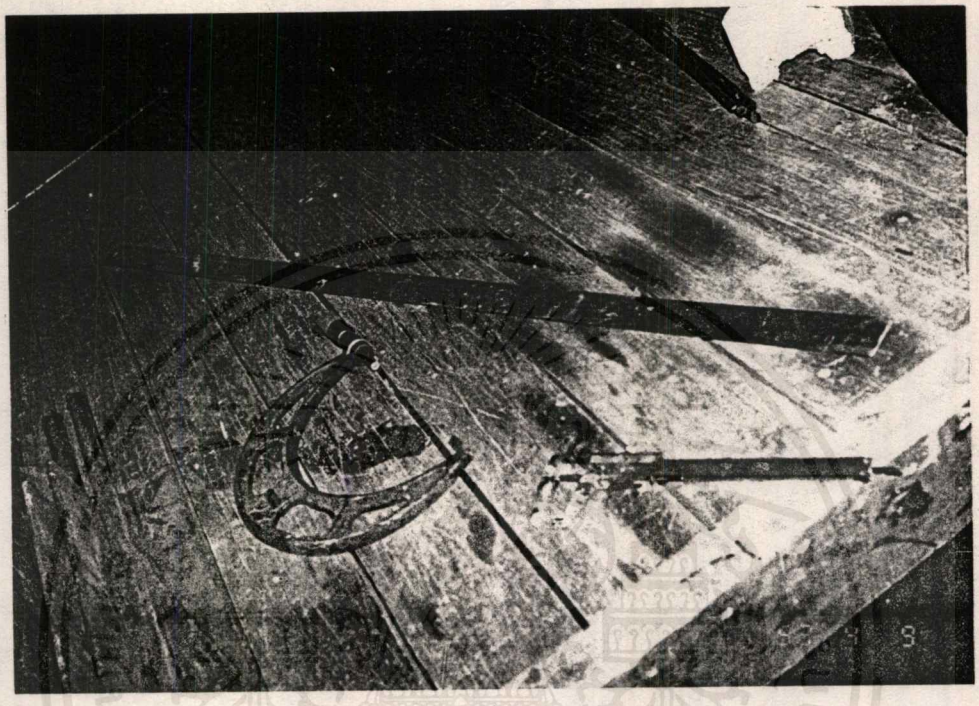
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

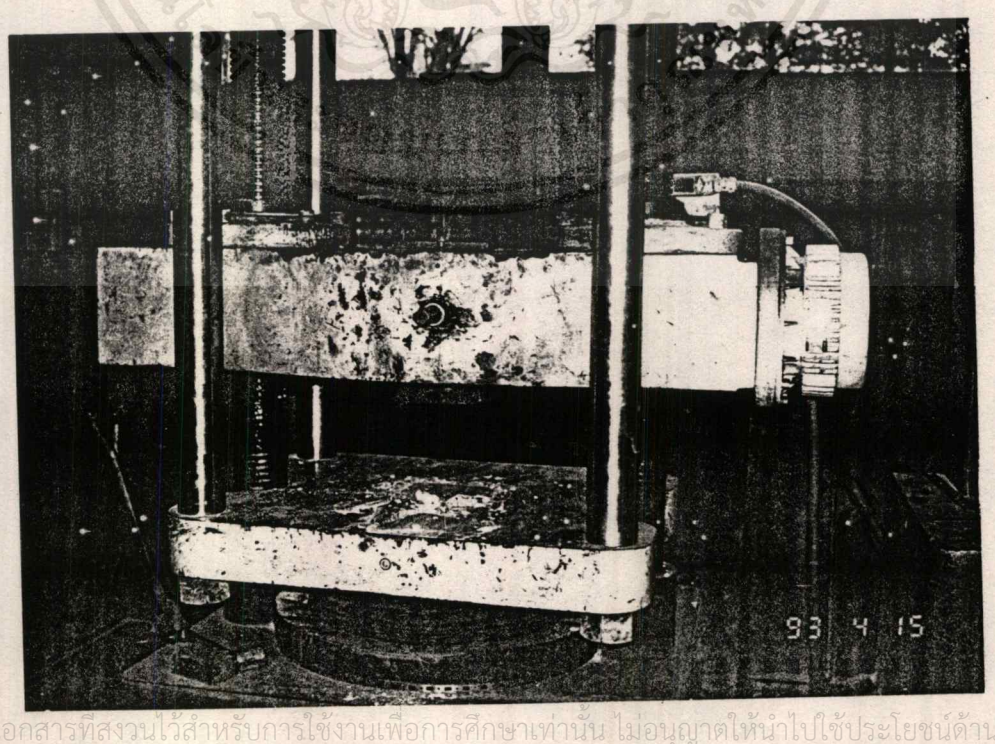
รูปที่ 4.2 (ต่อ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

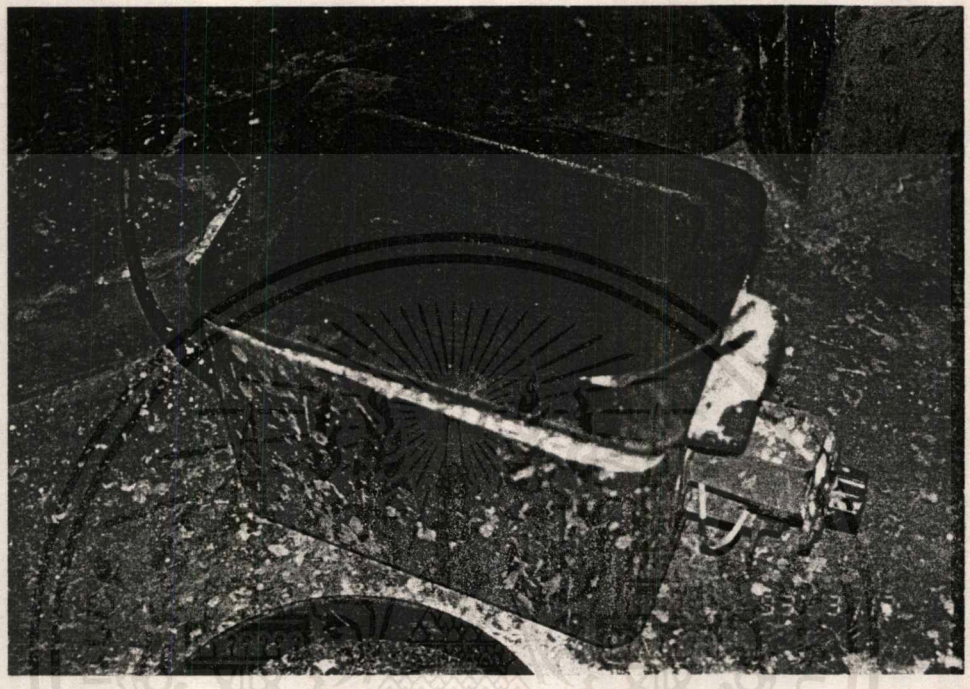
รูปที่ 4.2 (ต่อ)

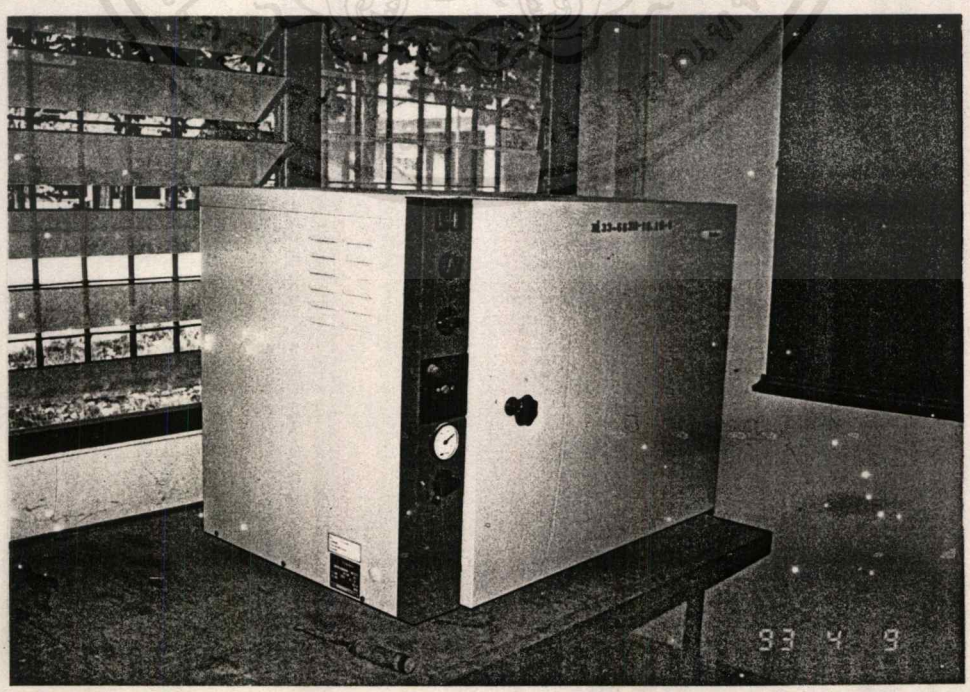




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 (ต่อ)





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 กรรมวิธีในการบ่มคอนกรีต

เมื่อทำการหล่อแท่งคอนกรีตเรียบร้อยแล้ว จะปล่อยคอนกรีตทิ้งไว้ในแบบหล่อเป็นเวลา 1 วัน (24 ชั่วโมง) เพื่อให้คอนกรีตสามารถพัฒนาปฏิกิริยาเคมีภายในจนอยู่ตัว จึงเริ่มทำการบ่มคอนกรีตวิธีการต่าง ๆ

4.3.1 การบ่มอากาศ (CURING IN WEATHER)

การบ่มอากาศ คือ การปล่อยให้แท่งคอนกรีตสัมผัสอากาศโดยตรง นั่นคือ การตั้งแท่งคอนกรีตทิ้งไว้ โดยไม่ให้โดนน้ำและความชื้นอื่น ๆ จนกระทั่งถึงอายุทดสอบ 3 ,7, 14, 28 วัน จึงนำไปทดสอบหากำลังอัด การบ่มอากาศเป็นการทำตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบกับการบ่มวิธีอื่น ๆ

4.3.2 การบ่มน้ำ (CURING IN WATER)

การบ่มน้ำ คือ การบ่มโดยให้แท่งคอนกรีตสัมผัสน้ำโดยทั่วทุกผิว นั่นคือ การนำแท่งคอนกรีตไปแช่ไว้ในภาชนะใส่น้ำ จนกระทั่งได้ตามเวลาการบ่ม และอายุทดสอบ จึงนำออกจากน้ำ ตั้งทิ้งไว้ในอากาศ แล้วนำไปทดสอบต่อไป

การบ่มน้ำ สามารถเป็นตัวแทนของพฤติกรรมการบ่มแบบขังน้ำ (PONDING)

4.3.3 การบ่มกระสอบชื้น (CURING WITH BURLAPS)

การบ่มกระสอบชื้น คือ การบ่มโดยวางแท่งคอนกรีตในแนวราบ แล้วใช้กระสอบวางแผ่คลุมแท่งคอนกรีตโดยทั่วทั้งหมด และรักษาให้กระสอบชื้น โดยรดน้ำ วันละ 3 เวลา (เช้า กลางวัน เย็น) จนกระทั่งได้ตามเวลาการบ่ม และอายุทดสอบ จึงแยกออกมาจากกระสอบ แล้วนำไปทดสอบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การบ่มพลาสติก (CURING WITH PLASTIC)

การบ่มพลาสติก คือ การบ่มโดยใช้แผ่นพลาสติกห่อหุ้มแท่งคอนกรีตโดยทั่วทุกด้าน ห้มิดชิด ตั้งแต่ถอดแบบออกจากแบบหล่อ จนกระทั่งได้ตามเวลาการบ่ม และอายุทดสอบ จึงแยกออกมาจากพลาสติก ตั้งทิ้งไว้ในอากาศ แล้วนำไปทดสอบต่อไป

4.3.5 การบ่มแบบฉีดน้ำ (CURING WITH SPRAYING)

การบ่มแบบฉีดน้ำ คือ การบ่มโดยตั้งแท่งคอนกรีตไว้รวมกัน ใช้น้ำฉีด วันละ 3 เวลา (เช้า กลางวัน เย็น) จนกระทั่งได้ตามเวลาการบ่มและอายุทดสอบ จึงแยกออกมาตั้งทิ้งไว้ในอากาศ แล้วนำไปทดสอบต่อไป

4.3.6 การบ่มโดยใช้สารเหลวบ่มคอนกรีต (CURING WITH CURING COMPOUND)

การบ่มโดยใช้สารเหลวบ่มคอนกรีต คือ การบ่มโดยการทาสารเหลวบ่มคอนกรีตให้ทั่วทุกด้านของแท่งคอนกรีต ภายหลังจากการถอดแบบจากแบบหล่อแล้ว และนำแท่งคอนกรีตไปตั้งทิ้งไว้ในอากาศ จนกระทั่งถึงอายุทดสอบ แล้วนำไปทดสอบต่อไป

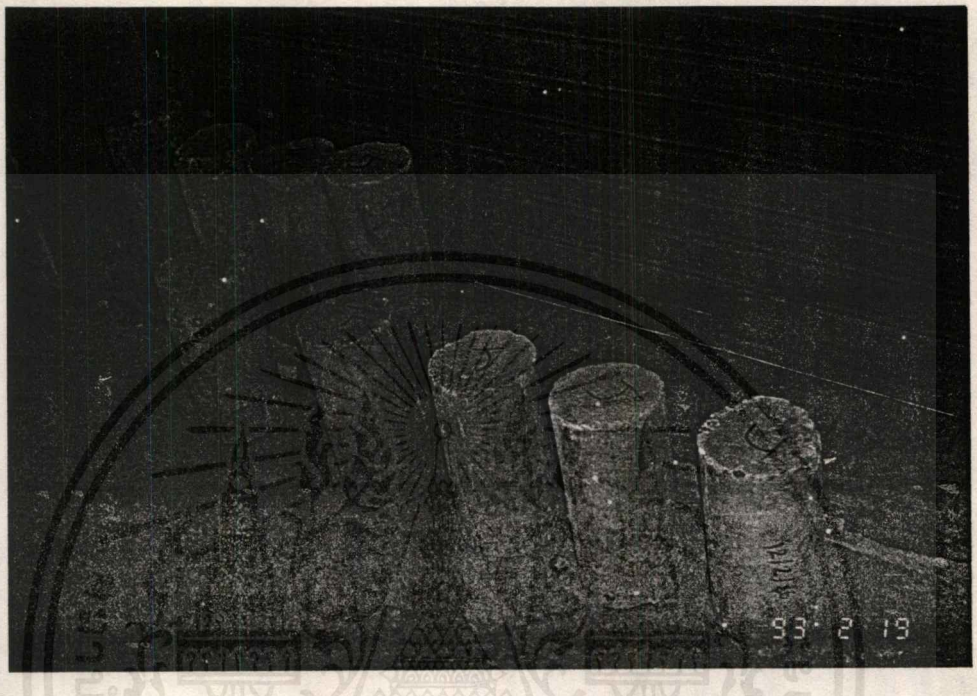
4.3.7 การบ่มโดยทิ้งไว้ในแบบ (CURING WITH FORMWORK)

การบ่มโดยปล่อยแท่งคอนกรีตทิ้งไว้ในแบบหล่อ จนกระทั่งได้ตามเวลาการบ่มและอายุทดสอบ จึงถอดแท่งคอนกรีตออกจากแบบ มาตั้งทิ้งไว้ในอากาศ แล้วนำไปทดสอบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

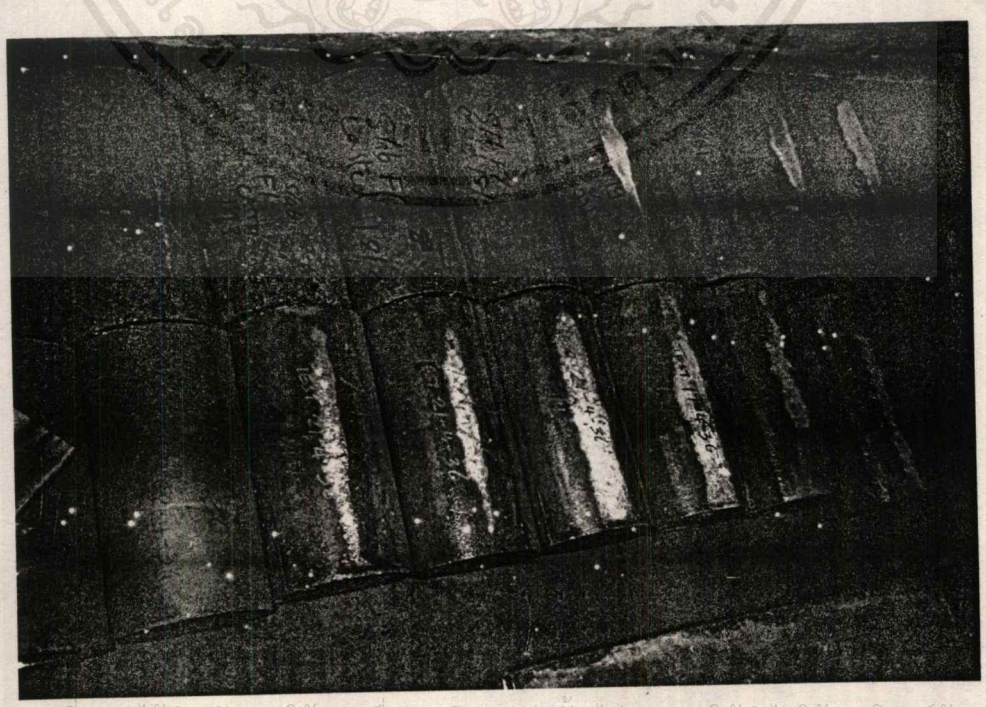
รูปที่ 4.3

แสดงการบ่มอากาศของแท่งคอนกรีตทดลอง



รูปที่ 4.4

แสดงการบ่มน้ำของแท่งคอนกรีตทดลอง



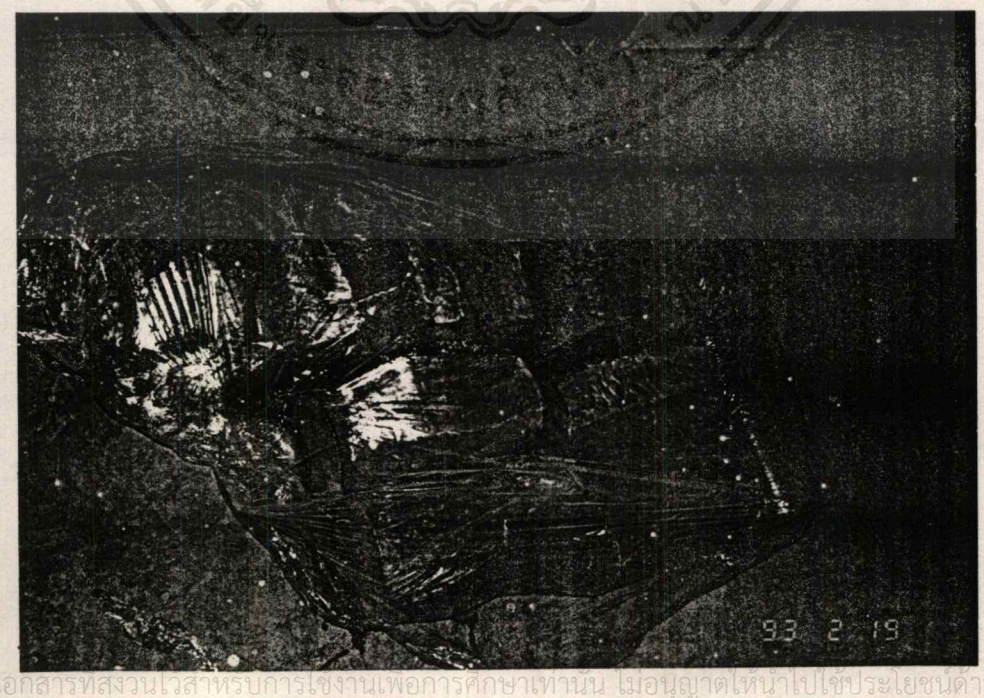
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5

แสดงการบ่มด้วยกระสอบชิ้นของแท่งคอนกรีตทดลอง

รูปที่ 4.6

แสดงการบ่มด้วยพลาสติกของแท่งคอนกรีตทดลอง



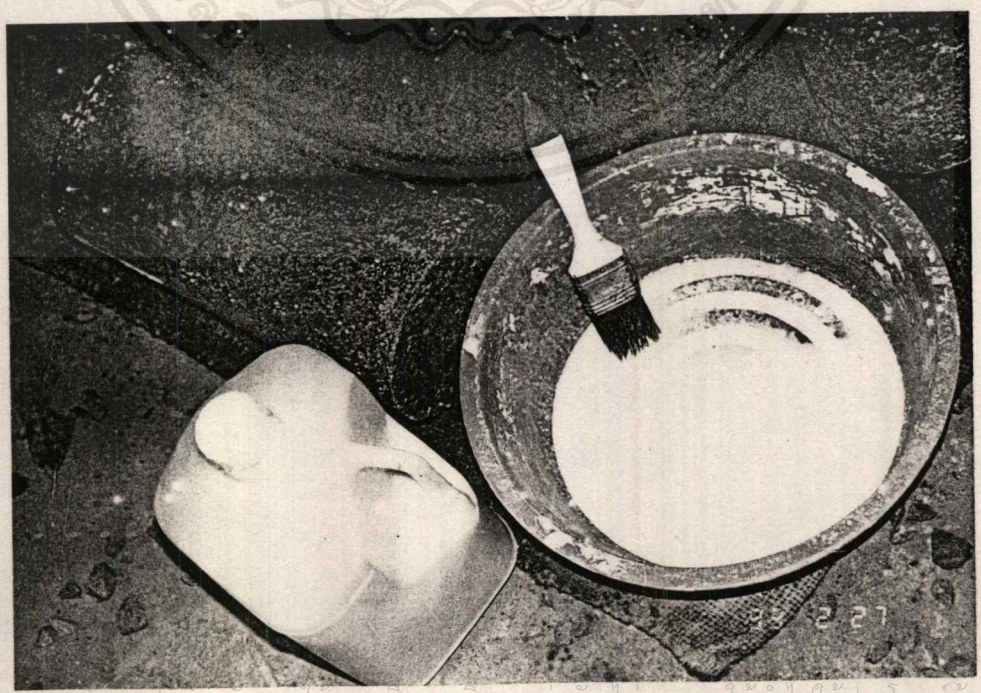
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7

แสดงการบ่มแบบฉีดน้ำของแท่งคอนกรีตทดลอง

รูปที่ 4.8

แสดงการบ่มโดยใช้สารเหลวบ่มคอนกรีตของแท่งคอนกรีตทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9

แสดงการบ่มโดยทิ้งไว้ในแบบของแท่งคอนกรีตทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การดำเนินการทดสอบ

การทดสอบหลักจะเป็นการหล่อแท่งคอนกรีตในแบบหล่อ Cylinder และมาทดสอบหากำลังอัดประลัย โดยมีวิธีการบ่มที่แตกต่างกัน ระยะเวลาในการบ่มที่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบผลที่ 3,7,14 และ 28 วัน ดังมีตัวแปรที่สำคัญในการทดสอบคือ

- วิธีการบ่มแบ่งเป็น
  1. การบ่มอากาศ
  2. การบ่มน้ำ
  3. การบ่มกระสอบชื้น
  4. การบ่มพลาสติก
  5. การบ่มแบบฉีดน้ำ
  6. การบ่มโดยใช้สารเหลวบ่มคอนกรีต
  7. การบ่มโดยทิ้งไว้ในแบบ
- เวลาที่ใช้ในการบ่ม (ร่วมเวลาในแบบก่อนแกะแบบ)

  ช่วง 3, 7, 14 วัน
- เวลาที่เกิดการพัฒนาของกำลังอัด

  ช่วง 3, 7, 14, 28 วัน

โดยปูนซิเมนต์ที่ใช้ type I ตราช้าง

ก่อนการทดสอบหลักต้องมีการทดลองพื้นฐาน ดังนี้

4.4.1 การหาค่าความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมของทราย

1. แบ่งทรายที่เตรียมไว้เป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน ชั่งน้ำหนักและบันทึกค่าแทนด้วย B
2. นำทรายส่วนหนึ่งเข้าเตาอบให้แห้งสนิท ประมาณ 1 ชม. แล้วจึงนำมาใส่ในโถกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้น เพื่อทิ้งให้วัสดุตัวอย่างเย็นลงปกติ จึงนำไปชั่งน้ำหนักใหม่และบันทึกค่าแทนด้วย A

3. เทน้ำที่ทรายอุณหภูมิลงในขวดพิคโนมิเตอร์ ให้สูงประมาณ 3/4ของขวด นำทรายส่วน B เติมลงไป เขย่าหรือคนให้ทั่วเพื่อไล่ฟองอากาศออกให้หมด จากนั้นจึงเติมน้ำลงไปให้เต็มพอดีปากขวด พร้อมกับทำให้ไม่มีอากาศเหลือเลย แล้วจึงปิดฝาแก้ว นำไปชั่งและบันทึกค่าแทนด้วย W

4. จากนั้นจึงนำค่าต่าง ๆ มาคำนวณดังต่อไปนี้

ความถ่วงจำเพาะ (เมื่อวัตถุแห้งสนิท) $= \frac{A}{w_c + b - w}$

ความถ่วงจำเพาะ (ภายใต้สภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง) $= \frac{B}{w_c + b + w}$

อัตราการดูดซึม $= \frac{B - A}{B} + 100\%$

โดยที่

A = น้ำหนักมวลรวมที่ชั่งหลังจากผ่านการอบแห้งสนิท

B = น้ำหนักมวลรวมภายใต้สภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง

W = น้ำหนักขวดพิคโนมิเตอร์ที่บรรจุน้ำชนิดเดียวกับที่ใช้ทดสอบเต็มปากขวด

W = น้ำหนักขวดพิคโนมิเตอร์ที่บรรจุน้ำและมวลรวม

4.4.2 การหาค่าความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมของหิน

1. เตรียมวัสดุที่จะนำมาทำการทดลอง ด้วยการล้างให้ทั่วถึง เพื่อให้ฝุ่นผงและเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุอื่น ๆ ที่ติดอยู่กับผิวหลุดออกจนหมด แล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1-3 ชม.

2. จากนั้นให้แช่วัสดุในน้ำสะอาดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 ชม.

3. นำวัสดุขึ้นจากน้ำเมื่อครบเวลา เทลงบนผ้าผืนใหญ่ ๆ ที่สามารถดูดซับน้ำได้ กลิ้งวัสดุไปมาเพื่อให้ผ้าซับน้ำ จนสังเกตด้วยตาเปล่าไม่เห็นมีน้ำอยู่ที่ผิวของวัสดุ แม้ว่าที่จริงแล้วผิวจะชื้นอยู่ก็ตามหรือถ้าวัสดุเป็นก้อนใหญ่มาก อาจจับมาเช็ดเป็นก้อน ๆ ไปก็ได้ แต่ต้องระวังไม่ให้เกิดการระเหยหายไปของน้ำขณะอยู่ในขั้นตอนนี้

4. วัสดุที่จบขั้นตอนที่ 3 นี้จะเรียกว่า อยู่ในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (Saturated surface-dry) ให้นำวัสดุนี้ขึ้นชั่งน้ำหนัก เพื่อบันทึกไว้ แล้วรีบใส่ลงในตะกร้าลวด และทำการชั่งวัสดุนี้ในน้ำทันที และบันทึกค่าไว้เช่นกัน

5. หลังจากนั้นนำวัสดุเข้าเตาอบด้วยอุณหภูมิระหว่าง 100-110 องศา ประมาณ 1 ชม. แล้วจึงนำมาใส่ในโถแก้วกันความชื้น เพื่อทิ้งให้วัสดุตัวอย่างเย็นลงตามปรกติ อีกประมาณ 1-3 ชม. จึงชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง

6. จากนั้นให้นำค่าต่าง ๆ มาคำนวณหาตามวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

$$\text{ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม (ขณะวัสดุมีความชื้นอากาศ)} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม (ภายใต้สภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม (เมื่อวัตถุแห้งสนิท)} = \frac{A}{A - C}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการดูดซึม $= \frac{B - A}{A} * 100\%$

โดยที่

A = น้ำหนักมวลรวมที่ใช้ในอากาศ หลังจากผ่านการอบแห้งสนิทแล้ว

B = น้ำหนักมวลรวมที่ใช้ในอากาศ ภายใต้สภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง

C = น้ำหนักมวลรวมที่ใช้ในน้ำ

4.4.3 การหาส่วนขนาดคละของมวลของทราย

1. เตรียมทรายสำหรับทดสอบ ด้วยการตรวจดูว่าชื้นหรือไม่ ปรกติควรเป็นทรายที่แห้งหากชื้นเกินไปควรอบเสียก่อน

2. เตรียมชุดของตะแกรง ด้วยการทำความสะอาด ไม่ให้มีเศษฝุ่นผงค้างอยู่ภายในช่องชั่งน้ำหนักตะแกรงทุกขนาด และบันทึกไว้ พร้อมกับจัดเรียงซ้อนตามลำดับ พร้อมถาดรองอยู่ล่างสุด

3. ตะแกรงสำหรับทดลอง คือ เบอร์ 4,8,16,30,50 และ 100

4. ค่อย ๆ เททรายที่เตรียมพร้อมไว้แล้ว ลงในชุดตะแกรง ปิดฝาให้สนิท แล้วนำเข้าเครื่องเขย่า จับเวลาประมาณ 10 นาที

5. ถึงขณะนี้ทรายที่มีเม็ดขนาดต่าง ๆ จะถูกแยกแยะไปอยู่ในตะแกรงขนาดต่าง ๆ เช่นกัน ให้นำตะแกรงที่มีทรายค้างอยู่นั้นไปชั่ง และจดบันทึกไว้อีกครั้งหนึ่ง แล้วคำนวณหาค่าพิกัดความละเอียดต่อไป

4.4.4 การหาส่วนขนาดคละของมวลของหิน

1. เตรียมหินสำหรับการทดลอง หากเป็นหินขนาดเล็ก คือมีขนาดโตสุดไม่เกิน 1 1/2" ให้ใช้ประมาณ 6 กก. แต่หากเป็นหินใหญ่ ควรใช้ประมาณ 20 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองของทราย ตั้งแต่ข้อ2-4

3. ตะแกรงสำหรับทดลอง คือ เบอร์ 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 3/16"

4.4.5 การหาความหนาแน่นของตัวอย่างทดสอบ

นำตัวอย่างทดสอบไปชั่งน้ำหนักและวัดความสูง (H) พร้อมทั้งวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (d) คำนวณหาความหนาแน่นจาก

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวอย่างทดสอบ (กรัม)}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างทดสอบ (ลบ.ซม.)}}$$

โดยที่ปริมาตรของชิ้นตัวอย่างทดสอบ = $d^2h/4$

4.4.6 การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

ก) การเตรียมแบบหล่อ

1. ทำความสะอาดแบบอย่าให้มีฝุ่นหรือเศษปูนเก่าติดอยู่ ทาน้ำมันด้านผิวในที่คอนกรีตจะสัมผัสกับแบบให้ทั่ว

2. ตรวจสอบสกรูสำหรับรัดแบบทุกตัวให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ด้วยการประกอบแบบแล้วขันหรือรัดให้แน่น ทั้งนี้เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดรอยแยก หรือแบบหลุดขณะเทคอนกรีตหรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตแน่น

ข) การเตรียมตัวอย่างแท่งคอนกรีต

1. สำหรับคอนกรีตที่ใช้เครื่องผสม พยายามเลือกเอาคอนกรีตที่อยู่ตรงกลางที่เทออกมาจากเครื่องผสมใหม่ ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เทคอนกรีตดังกล่าวลงในแบบส่วนหนึ่ง ประมาณให้ได้ความสูง 1 ใน 3 ของแบบ และใช้เหล็กกระทุ้งให้ทั่ว 25 ครั้ง จากนั้นกระทำเช่นเดียวกันอีก 2 ชั้น เมื่อคอนกรีตเต็มแบบแล้วจึงปาดผิวหน้าให้เรียบ

3. ทิ้งแบบที่บรรจุคอนกรีตเรียบร้อยแล้วไว้ในร่มเฉย ๆ ประมาณ 24 ชม. จึงถอดแบบออก นำแท่งคอนกรีตไปบ่ม โดยแช่ในถังบ่ม จนถึงอายุที่ต้องการทดสอบ ตัวอย่างคอนกรีตที่จะนำมาทดสอบ 1 ชุด ควรมีอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง

ค) การทดสอบกำลังอัด

การทดสอบกำลังอัดของแท่งคอนกรีต ให้ทดสอบโดยเร็วที่สุด หลังจากนำขึ้นจากน้ำเมื่อครบอายุก่อนทดสอบ ควรตรวจสอบระนาบหัวท้ายของแท่งคอนกรีต ว่าแบนราบหรือไม่ ระนาบดังกล่าวไม่ควรเอียงมากกว่า 0.6 องศา (หรือประมาณ 3 มม.) หากไม่อยู่ภายในขอบเขตดังกล่าว ให้ทำการหล่อหมวกหัวท้ายเสียก่อน

ง) การคำนวณ

ค่าความเค้นอัดประลัยของแท่งคอนกรีต จะหาได้จากสูตร

$$f = P/A$$

โดยที่ P = แรงกระทำสูงสุดต่อแท่งตัวอย่าง

A = พื้นที่หน้าตัดของแท่งต้อวย่างที่วัดตั้งฉากกับแรงกระทำ = $D^2/4$

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เฉลี่ยจากการวัดสองทิศทางตั้งฉากกับที่กึ่งกลางความสูงของแท่งตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การนำเสนอผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

จากการทดลองการหากำลังอัดของคอนกรีต ได้ผลการทดลองตามวิธีการบ่ม ระยะเวลาการบ่ม และระยะเวลาการกดทดลอง ดังผลการทดลองต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MUNGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	GROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^2	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	179.81	30.4	12.064	3.0	5/2/36	8/2/36	3	23160	128.80	12.64	2316.78	144.57
2	180.47	30.3	12.480	3.0	5/2/36	8/2/36	3	22080	122.34	12.00	2282.22	142.41
3	175.61	30.1	12.169	3.0	5/2/36	8/2/36	3	21000	119.58	11.73	2302.20	143.66
4	177.21	30.2	12.481	3.0	5/2/36	8/2/36	3	18000	101.53	6.00	2331.18	145.47
5	173.70	30.1	12.260	3.0	5/2/36	8/2/36	3	17400	100.17	9.83	2344.84	146.32
AVG									114.49	10.44	2315.44	144.49

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WEATHER FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUNHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^2	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	175.19	30.3	12.341	3.0	5/2/36	12/2/36	7	24000	136.99	13.44	2324.86	145.07
2	177.70	30.0	12.099	3.0	5/2/36	12/2/36	7	26000	146.31	14.35	2269.52	141.62
3	178.30	30.0	12.260	3.0	5/2/36	12/2/36	7	24000	134.60	13.20	2291.98	143.02
4	169.81	30.2	12.461	3.0	5/2/36	12/2/36	7	20400	120.13	6.00	2429.86	151.63
5	178.78	30.1	12.110	3.0	5/2/36	12/2/36	7	24500	137.04	13.44	2250.34	140.42
AVG									135.02	12.09	2313.31	144.35

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WEATHER FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-NA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL. 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^2	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	178.36	30.2	12.006	3.0	5/2/36	19/2/36	14	27000	151.38	14.85	2226.66	138.95
2	176.50	30.4	12.507	3.0	5/2/36	19/2/36	14	25440	144.13	14.14	2330.90	145.45
3	177.28	30.1	12.384	3.0	5/2/36	19/2/36	14	29100	164.14	16.10	2320.75	144.82
4	179.21	29.9	12.491	3.0	5/2/36	19/2/36	14	19700	109.93	6.00	2331.17	145.47
5	177.82	30.2	12.251	3.0	5/2/36	19/2/36	14	30546	171.78	16.85	2281.27	142.35
AVG									148.27	13.59	2298.15	143.41

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WEATHER FOR 13 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUNHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^2	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	180.11	30.2	12.504	3.0	5/2/36	5/3/36	28	23300	129.81	12.73	2296.52	143.31
2	175.37	29.9	12.150	3.0	5/2/36	5/3/36	28	24000	136.85	13.43	2317.13	144.59
3	177.22	30.1	12.306	3.0	5/2/36	5/3/36	28	28320	159.80	15.68	2306.91	143.95
4	177.64	30.3	12.039	3.0	5/2/36	5/3/36	28	28680	161.45	6.00	2236.66	139.57
5	169.81	30.2	12.461	3.0	5/2/36	5/3/36	28	28000	164.89	16.18	2429.86	151.63
AVG									150.56	12.80	2317.42	144.61

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WEATHER FOR 27 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	175.91	30.5	12.842	2.0	9/2/36	12/2/36	3	20000	113.70	11.15	2393.59	149.36
2	178.36	30.4	12.863	2.0	9/2/36	12/2/36	3	23000	128.95	12.65	2372.26	148.03
3	177.28	30.4	12.765	2.0	9/2/36	12/2/36	3	20000	112.81	11.07	2368.54	147.80
4	172.34	30.2	12.830	2.0	9/2/36	12/2/36	3	18500	107.34	6.00	2465.06	153.82
5	173.70	30.1	12.260	2.0	9/2/36	12/2/36	3	18000	103.62	10.17	2344.84	146.32
AVG									113.29	10.21	2388.86	149.07

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH BURLAP FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	176.15	30.2	12.264	3.0	12/2/36	19/2/36	7	21540	122.29	12.00	2305.44	143.86
2	175.61	30.4	12.403	3.0	12/2/36	19/2/36	7	23480	133.71	13.12	2323.32	144.98
3	180.90	30.6	12.265	3.0	12/2/36	19/2/36	7	20400	112.77	11.06	2215.71	138.26
4	176.09	30.1	12.882	3.0	12/2/36	19/2/36	7	22200	126.07	6.00	2430.48	151.66
5	181.50	30.3	12.384	3.0	12/2/36	19/2/36	7	21600	119.01	11.67	2251.82	140.52
AVG									122.77	10.77	2305.35	143.86

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH BURLAP FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	177.28	30.4	11.418	3.0	12/2/36	26/2/36	14	25720	145.08	14.23	2118.61	132.20
2	179.87	30.7	12.137	3.0	12/2/36	26/2/36	14	29100	161.78	15.87	2197.94	137.15
3	178.97	30.7	11.907	3.0	12/2/36	26/2/36	14	29200	163.16	16.01	2167.18	135.23
4	179.81	30.3	11.943	3.0	12/2/36	26/2/36	14	28400	157.95	6.00	2192.09	136.79
5	175.61	30.4	12.403	3.0	12/2/36	26/2/36	14	18000	102.50	10.06	2323.32	144.98
AVG									146.09	12.43	2199.83	137.27

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH BURLAP FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	176.62	31.3	11.633	3.0	12/2/36	12/3/36	28	28200	159.66	15.66	2104.25	131.31
2	178.42	30.8	12.044	3.0	12/2/36	12/3/36	28	30600	171.50	16.82	2191.63	136.76
3	179.69	30.2	12.222	3.0	12/2/36	12/3/36	28	25720	143.14	14.04	2252.24	140.54
4	178.97	30.8	12.378	3.0	12/2/36	12/3/36	28	29400	164.28	6.00	2245.59	140.13
5	175.61	30.1	12.169	3.0	12/2/36	12/3/36	28	32400	184.50	18.10	2302.20	143.66
AVG									164.62	14.13	2219.18	138.48

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF TESTED MANUAL

CURING WITH BURLAP FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUNNAYAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	175.13	30.5	11.936	3.0	12/2/36	19/2/36	7	24540	140.12	13.75	2234.58	139.44
2	177.46	30.4	12.099	3.0	12/2/36	19/2/36	7	23480	132.31	12.98	2242.69	139.95
3	176.86	30.5	11.774	3.0	12/2/36	19/2/36	7	22500	127.22	12.48	2182.66	136.20
4	178.39	30.1	12.026	3.0	12/2/36	19/2/36	7	25720	144.25	6.00	2240.76	139.83
5	177.28	30.3	12.491	3.0	12/2/36	19/2/36	7	26000	146.66	14.39	2325.35	145.10
AVG									138.11	11.92	2245.21	140.10

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH BURLAP FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL. [illegible]

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH M/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	177.75	30.5	12.662	2.0	9/2/36	23/2/36	14	22300	124.06	12.17	2313.24	144.35
2	179.93	30.4	12.749	2.0	9/2/36	23/2/36	14	20400	113.38	11.12	2330.77	145.44
3	179.57	30.4	12.740	2.0	9/2/36	23/2/36	14	32400	180.43	17.70	2333.82	145.63
4	176.09	30.2	12.275	2.0	9/2/36	23/2/36	14	29200	165.83	6.00	2308.29	144.04
5	181.62	30.6	12.803	2.0	9/2/36	23/2/36	14	28400	156.37	15.34	2303.64	143.75
AVG									148.01	12.47	2317.95	144.64

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH BURLAP FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CRUSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^.	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	177.64	30.2	12.398	2.0	9/2/36	9/3/36	28	34200	192.52	18.89	2299.80	143.51
2	179.87	30.4	12.601	2.0	9/2/36	9/3/36	28	35500	197.37	19.36	2304.48	143.80
3	178.12	30.5	12.433	2.0	9/2/36	9/3/36	28	28400	159.44	15.64	2288.53	142.81
4	178.97	30.6	12.653	2.0	9/2/36	9/3/36	28	30540	170.65	6.00	2310.49	144.18
5	175.49	30.4	12.320	2.0	9/2/36	9/3/36	28	28200	160.69	15.76	2309.34	144.11
AVG									176.13	15.13	2302.53	143.68

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH BURLAP FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING. KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK. THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	175 37	30 6	12.671	2.0	9/2/36	23/2/36	14	30000	171.07	16.78	2361.21	147.34
2	175 39	30.3	12.067	2.0	9/2/36	23/2/36	14	28500	158.87	15.59	2367.25	147.72
3	178.48	30.6	12.843	2.0	9/2/36	23/2/36	14	34800	194.98	19.13	2351.51	146.74
4	178.80	30.2	12.655	2.0	9/2/36	23/2/36	14	29100	162.75	6.00	2343.59	146.24
5	176.27	30.1	12.395	2.0	9/2/36	23/2/36	14	30600	173.60	17.03	2324.91	145.08
AVG									172.25	14.90	2349.69	146.62

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH BURLAP FOR 13 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	175.37	30.2	12.304	2.0	9/2/36	9/3/36	28	29000	169.93	16.67	2323.19	144.97
2	179.39	30.3	12.664	2.0	9/2/36	9/3/36	28	34000	189.53	18.59	2329.90	145.39
3	178.48	30.5	12.337	2.0	9/2/36	9/3/36	28	31800	178.17	17.48	2256.27	141.42
4	178.80	30.6	12.385	2.0	9/2/36	9/3/36	28	35400	197.90	6.00	2263.61	141.25
5	176.27	30.4	12.653	2.0	9/2/36	9/3/36	28	33600	190.62	18.70	2361.31	147.35
AVG									185.25	15.49	2308.86	144.00

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH BURLAP FOR 13 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUNHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	179.27	30.3	12.127	4.0	26/2/36	1/3/36	3	10800	60.25	5.91	2232.60	139.32
2	177.58	30.3	12.397	4.0	26/2/36	1/3/36	3	21300	119.94	11.77	2303.95	143.77
3	182.48	30.7	12.602	4.0	26/2/36	1/3/36	3	10500	57.54	5.64	2249.56	140.38
4	172.99	30.4	12.861	4.0	26/2/36	1/3/36	3	23400	135.27	6.00	2445.53	152.60
5	178.30	30.2	12.742	4.0	26/2/36	1/3/36	3	20120	112.84	11.07	2366.31	147.66
AVG									97.17	8.08	2319.59	144.75

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH COMPOUND FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	178.18	30.3	12.242	4.0	26/2/36	5/3/36	7	24180	135.70	13.31	2267.48	141.49
2	180.11	30.2	12.042	4.0	26/2/36	5/3/36	7	16860	93.61	9.18	2213.86	138.15
3	170.70	30.0	12.009	4.0	26/2/36	5/3/36	7	21600	120.82	11.85	2239.01	139.72
4	175.61	30.6	12.932	4.0	26/2/36	5/3/36	7	24000	136.67	6.00	2406.57	150.17
5	179.21	30.4	12.895	4.0	26/2/36	5/3/36	7	21000	117.18	11.50	2366.98	147.70
AVG									120.80	10.37	2298.78	143.45

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH COMPOUND FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^.	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	184.49	30.3	12.956	4.0	26/2/36	12/3/36	14	27600	149.60	14.68	2320.02	144.77
2	182.66	30.4	12.432	4.0	26/2/36	12/3/36	14	27720	151.76	14.89	2238.87	139.71
3	177.22	30.2	12.179	4.0	26/2/36	12/3/36	14	30600	172.66	16.94	2275.54	142.00
4	174.18	30.3	12.465	4.0	26/2/36	12/3/36	14	32400	186.02	6.00	2361.85	147.38
5	179.15	30.2	12.563	4.0	26/2/36	12/3/36	14	29040	162.10	15.90	2322.09	144.90
AVG									164.43	13.68	2303.68	143.75

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH COMPOUND FOR 13 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^2	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	183.75	30.2	12.847	4.0	26/2/36	26/3/36	28	35800	194.82	19.11	2311.97	144.27
2	183.94	30.6	12.924	4.0	26/2/36	26/3/36	28	32400	176.15	17.28	2296.17	143.28
3	183.82	30.3	12.599	4.0	26/2/36	26/3/36	28	28500	155.05	15.21	2262.09	141.16
4	177.16	30.2	12.641	4.0	26/2/36	26/3/36	28	37200	209.98	6.00	2362.66	147.43
5	179.21	30.3	12.876	4.0	26/2/36	26/3/36	28	32040	178.79	17.54	2371.29	147.97
AVG									182.96	15.03	2320.84	144.82

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH COMPOUND FOR 27 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUNHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	177.70	30.2	12.751	4.0	16/2/36	19/2/36	3	21180	119.19	11.69	2375.98	148.26
2	176.92	29.9	12.568	4.0	16/2/36	19/2/36	3	24900	140.74	13.81	2364.46	147.55
3	176.62	30.2	12.716	4.0	16/2/36	19/2/36	3	23820	134.86	13.23	2383.93	148.76
4	176.09	30.1	12.453	4.0	16/2/36	19/2/36	3	20120	114.26	6.00	2349.54	146.61
5	177.28	30.2	12.358	4.0	16/2/36	19/2/36	3	18540	104.58	10.26	2308.21	144.03
AVG									122.73	11.00	2356.42	147.04

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH PLASTIC FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	189.16	30.6	13.292	4.0	23/2/36	2/3/36	7	21000	111.01	10.89	2296.30	143.29
2	177.10	30.1	12.349	4.0	23/2/36	2/3/36	7	20400	115.19	11.30	2316.54	144.55
3	186.82	30.3	13.157	4.0	23/2/36	2/3/36	7	21420	114.66	11.25	2324.31	145.04
4	174.30	30.1	12.457	4.0	23/2/36	2/3/36	7	23400	134.25	6.00	2374.40	148.17
5	173.90	30.3	12.865	4.0	23/2/36	2/3/36	7	25800	144.21	14.15	2373.26	148.09
AVG									123.86	10.72	2336.96	145.83

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH PLASTIC FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	176.60	30.4	12.561	3.0	19/2/36	5/3/36	14	23100	130.74	12.83	2338.59	145.93
2	186.27	30.5	12.935	3.0	19/2/36	5/3/36	14	25920	139.16	13.65	2276.85	142.08
3	178.90	30.3	12.913	3.0	19/2/36	5/3/36	14	26520	148.24	14.54	2382.11	148.65
4	175.55	30.6	12.864	3.0	19/2/36	5/3/36	14	25720	146.51	6.00	2394.73	149.43
5	181.44	30.2	12.941	3.0	19/2/36	5/3/36	14	29100	160.38	15.73	2361.68	147.37
AVG									145.01	12.55	2350.79	146.69

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH PLASTIC FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	180.23	30.3	12.361	3.0	19/2/36	19/3/36	28	48000	266.32	26.13	2263.49	141.24
2	179.84	30.3	12.490	3.0	19/2/36	19/3/36	28	22900	127.80	12.54	2292.49	143.05
3	177.40	30.3	12.418	3.0	19/2/36	19/3/36	28	30700	173.05	16.98	2310.20	144.16
4	173.23	30.5	12.951	3.0	19/2/36	19/3/36	28	29400	169.72	6.00	2451.21	152.96
5	176.62	30.1	12.657	3.0	19/2/36	19/3/36	28	27000	152.87	15.00	2380.75	148.56
AVG									177.95	15.33	2339.63	146.00

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH PLASTIC FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	179.15	30.4	12.523	3.0	19/2/36	26/2/36	7	22800	127.27	12.49	2299.47	143.49
2	177.10	30.2	12.508	3.0	19/2/36	26/2/36	7	21000	118.58	11.63	2338.60	145.93
3	180.23	30.5	12.504	3.0	19/2/36	26/2/36	7	21900	121.51	11.92	2274.66	141.94
4	172.58	30.3	12.460	3.0	19/2/36	26/2/36	7	25200	146.02	6.00	2382.80	148.69
5	176.09	30.4	12.725	3.0	19/2/36	26/2/36	7	23400	132.89	13.04	2377.17	148.34
AVG									129.25	11.01	2334.54	145.68

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH PLASTIC FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	170.04	30.2	12.653	4.0	16/2/36	2/3/36	14	37060	211.69	20.77	2342.67	146.19
2	179.75	29.9	12.453	4.0	16/2/36	2/3/36	14	29700	165.68	16.25	2317.06	144.59
3	179.07	30.0	12.609	4.0	16/2/36	2/3/36	14	39300	218.49	21.43	2336.69	145.81
4	181.26	30.2	12.882	4.0	16/2/36	2/3/36	14	27600	152.27	6.00	2344.14	146.28
5	182.60	30	13.015	4.0	16/2/36	2/3/36	14	22300	122.13	11.98	2368.01	147.77
AVG									174.05	15.29	2341.71	146.13

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH PLASTIC FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	177.52	30.3	12.656	4.0	16/2/36	16/3/36	28	30900	174.06	17.08	2352.88	146.82
2	176.92	30.3	12.479	4.0	16/2/36	16/3/36	28	40000	226.09	22.18	2327.84	145.26
3	178.97	29.9	12.491	4.0	16/2/36	16/3/36	28	38400	214.57	21.05	2334.87	145.70
4	174.30	30.2	12.553	4.0	16/2/36	16/3/36	28	28200	161.79	6.00	2304.78	148.81
5	175.61	30.1	12.687	4.0	16/2/36	16/3/36	28	27060	154.09	15.12	2400.20	149.78
AVG									186.12	16.28	2360.11	147.27

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH PLASTIC FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CRUSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	177.82	30.3	12.582	4.0	16/2/36	2/3/36	14	28800	161.96	15.89	2335.18	145.72
2	176.98	30.1	12.630	4.0	16/2/36	2/3/36	14	36600	206.80	20.29	2370.85	147.94
3	179.27	30.4	12.807	4.0	16/2/36	2/3/36	14	31680	176.72	17.34	2350.04	146.65
4	178.04	30.3	12.675	4.0	16/2/36	2/3/36	14	30600	171.10	6.00	2375.90	148.26
5	175.55	30.6	12.864	4.0	16/2/36	2/3/36	14	26400	150.39	14.75	2394.73	149.43
AVG									173.39	14.85	2365.34	147.60

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH PLASTIC FOR 13 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	182.17	30.1	12.015	4.0	16/2/36	16/3/36	28	42000	230.55	22.62	2337.07	145.84
2	181.26	30.1	12.054	4.0	16/2/36	16/3/36	28	37200	205.23	20.13	2332.71	145.56
3	177.68	30.2	12.539	4.0	16/2/36	16/3/36	28	35400	199.01	19.52	2334.12	145.65
4	175.55	30.6	12.696	4.0	16/2/36	16/3/36	28	30300	172.60	6.00	2363.46	147.48
5	172.52	30.1	12.435	4.0	16/2/36	16/3/36	28	29400	170.42	16.72	2371.01	147.95
AVG									195.56	17.00	2347.67	146.50

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH PLASTIC FOR 13 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	184.61	30.7	13.055	4.0	26/2/36	1/3/36	3	12000	65.00	6.38	2303.47	143.74
2	179.33	30.2	12.520	4.0	26/2/36	1/3/36	3	23160	129.15	12.67	2311.81	144.26
3	179.09	30.3	12.488	4.0	26/2/36	1/3/36	3	10500	58.63	5.75	2301.39	143.61
4	174.89	30.1	12.582	4.0	26/2/36	1/3/36	3	20400	116.64	6.00	2390.07	149.14
5	172.34	30.4	12.752	4.0	26/2/36	1/3/36	3	18000	104.44	10.25	2433.96	151.88
AVG									94.77	8.21	2348.14	146.53

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH SPRAYING FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	175.37	30.5	12.177	4.0	26/2/36	5/3/36	7	24300	139.02	13.64	2276.60	142.06
2	176.12	30.5	12.178	4.0	26/2/36	5/3/36	7	13500	75.79	7.44	2241.59	139.88
3	176.30	30.3	12.960	4.0	26/2/36	5/3/36	7	23400	131.24	12.87	2398.85	149.69
4	179.21	30.2	12.852	4.0	26/2/36	5/3/36	7	18660	104.13	6.00	2374.71	148.18
5	174.95	30.5	12.432	4.0	26/2/36	5/3/36	7	21600	123.46	12.11	2329.81	145.38
AVG									114.73	10.41	2324.31	145.04

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH SPRAYING FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	194.46	30.6	13.028	4.0	23/2/36	9/3/36	14	28000	148.10	14.53	2189.36	136.62
2	173.59	30.2	12.246	4.0	23/2/36	9/3/36	14	20100	115.79	11.36	2336.00	145.77
3	195.09	30.6	13.141	4.0	23/2/36	9/3/36	14	24900	127.63	12.52	2201.24	137.36
4	179.21	30.4	12.867	4.0	23/2/36	9/3/36	14	27000	150.66	6.00	2361.84	147.38
5	173.65	30.3	12.765	4.0	23/2/36	9/3/36	14	28200	162.40	15.93	2426.14	151.39
AVG									140.92	12.07	2302.92	143.70

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH SPRAYING FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND, TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^2	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	177.88	30.0	11.505	4.0	26/2/36	26/3/36	28	24000	134.92	13.24	2149.41	134.13
2	179.81	30.3	12.120	4.0	26/2/36	26/3/36	28	31500	175.19	17.19	2226.05	138.91
3	171.93	30.2	12.753	4.0	26/2/36	26/3/36	28	32460	188.80	18.52	2456.16	153.27
4	181.56	30.4	12.063	4.0	26/2/36	26/3/36	28	27060	149.04	6.00	2291.21	143.16
5	180.96	30.3	12.056	4.0	26/2/36	26/3/36	28	28020	154.84	15.19	2344.69	146.31
AVG									160.56	14.03	2294.10	143.15

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH SPRAYING FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	177.88	30.4	12.285	4.0	26/2/36	5/3/36	7	20760	116.71	11.45	2271.79	141.76
2	184.92	30.6	13.489	4.0	26/2/36	5/3/36	7	23700	128.17	12.57	2383.88	148.76
3	187.43	30.4	12.274	4.0	26/2/36	5/3/36	7	22000	117.37	11.51	2151.08	134.42
4	174.06	30.2	12.459	4.0	26/2/36	5/3/36	7	21540	123.75	6.00	2370.15	147.90
5	181.44	30.5	12.921	4.0	26/2/36	5/3/36	7	20400	112.43	11.03	2334.83	145.70
AVG									119.69	10.51	2302.95	143.71

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH SPRAYING FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	176.09	30.5	12.175	4.0	26/2/36	12/3/36	14	25720	146.07	14.33	2266.96	141.46
2	180.65	30.5	12.390	4.0	26/2/36	12/3/36	14	29100	161.62	15.86	2256.19	140.79
3	180.47	30.1	12.269	4.0	26/2/36	12/3/36	14	29200	161.80	15.87	2258.54	140.94
4	172.46	30.2	12.657	4.0	26/2/36	12/3/36	14	28400	164.68	6.00	2430.16	151.64
5	178.97	30.3	12.865	4.0	26/2/36	12/3/36	14	18000	100.58	9.87	2372.46	148.04
AVG									146.95	12.38	2316.86	144.57

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH SPRAYING FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK. THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	179.51	30.2	12.354	4.0	23/2/36	23/3/36	28	25800	143.73	14.10	2278.86	142.20
2	170.34	30.5	12.973	4.0	23/2/36	23/3/36	28	32400	190.21	18.66	2497.05	155.82
3	178.84	30.2	12.351	4.0	23/2/36	23/3/36	28	26700	149.29	14.65	2286.75	142.70
4	174.95	30.3	12.652	4.0	23/2/36	23/3/36	28	30660	175.25	6.00	2386.69	148.93
5	178.42	30.1	12.732	4.0	23/2/36	23/3/36	28	28080	157.38	15.44	2378.71	147.94
AVG									163.17	13.77	2364.01	147.52

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH SPRAYING FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	190.00	30.6	12.951	4.0	23/2/36	9/3/36	14	23750	119.42	11.71	2128.05	132.79
2	148.30	30.3	12.410	4.0	23/2/36	9/3/36	14	19950	134.52	13.20	2761.71	172.33
3	184.24	29.9	12.369	4.0	23/2/36	9/3/36	14	30000	162.83	15.97	2245.29	140.11
4	178.78	30.2	12.570	4.0	23/2/36	9/3/36	14	32400	181.22	6.00	2328.08	145.28
5	174.18	30.4	12.767	4.0	23/2/36	9/3/36	14	29400	168.79	16.56	2411.12	150.46
AVG									153.36	12.69	2374.85	148.19

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH SPRAYING FOR 13 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	183.27	30.6	12.722	4.0	23/2/36	23/3/36	28	33400	182.25	17.88	2268.56	141.56
2	182.41	30.6	13.007	4.0	23/2/36	23/3/36	28	28800	157.88	15.49	2330.22	145.41
3	180.96	30.2	12.836	4.0	23/2/36	23/3/36	28	33600	185.68	18.22	2348.79	146.57
4	172.58	30.4	12.658	4.0	23/2/36	23/3/36	28	28260	163.75	6.00	2412.70	150.56
5	179.75	30.1	12.576	4.0	23/2/36	23/3/36	28	30660	170.57	16.73	2324.39	145.04
AVG	-								172.03	14.86	2336.93	145.83

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH SPRAYING FOR 13 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	178.12	30.3	12.653	5.0	19/3/36	22/3/36	3	14700	82.53	8.10	2344.40	146.29
2	176.92	30.6	12.773	5.0	19/3/36	22/3/36	3	12900	72.91	7.15	2359.32	147.22
3	171.99	30.2	12.368	5.0	19/3/36	22/3/36	3	16500	95.94	9.41	2419.12	150.96
4	171.07	30.3	12.894	5.0	19/3/36	22/3/36	3	20500	119.28	6.00	2475.97	154.50
5	181.50	30.1	12.326	5.0	19/3/36	22/3/36	3	18400	101.38	9.94	2256.16	140.79
AVG									94.41	8.12	2370.99	147.95

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH FORMWORK FOR 3 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	184.61	30.6	13.273	5.0	19/3/36	26/3/36	7	19500	105.63	10.36	2349.59	146.62
2	184.85	30.6	13.244	5.0	19/3/36	26/3/36	7	21500	116.31	11.41	2341.35	146.10
3	179.87	30.3	12.790	5.0	19/3/36	26/3/36	7	24000	133.43	13.09	2346.77	146.44
4	173.70	30.1	12.260	5.0	19/3/36	26/3/36	7	20400	117.44	6.00	2344.84	146.32
5	177.28	30.2	12.481	5.0	19/3/36	26/3/36	7	22800	128.61	12.62	2331.18	145.47
AVG									120.28	10.70	2342.75	146.19

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH FORMWORK FOR 3 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUNHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	177.70	30.2	12.397	5.0	19/3/36	2/4/36	14	25300	142.37	13.97	2310.02	144.15
2	177.46	30.6	12.505	5.0	19/3/36	2/4/36	14	22800	128.48	12.60	2313.84	144.39
3	172.58	30.4	12.463	5.0	19/3/36	2/4/36	14	26040	150.89	14.80	2375.54	148.24
4	176.68	30.3	12.658	5.0	19/3/36	2/4/36	14	23400	132.44	6.00	2364.43	147.54
5	177.40	30.2	12.876	5.0	19/3/36	2/4/36	14	20400	114.99	11.28	2403.33	149.97
AVG									133.83	11.73	2353.43	146.86

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH FORMWORK FOR 3 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	178.97	30.4	12.682	5.0	19/3/36	16/4/36	28	28200	157.57	15.46	2331.02	145.46
2	186.09	30.4	12.749	5.0	19/3/36	16/4/36	28	29600	168.10	16.49	2381.65	148.62
3	177.58	30.2	12.633	5.0	19/3/36	16/4/36	28	33000	186.14	18.26	2359.57	147.24
4	175.01	30.5	12.370	5.0	19/3/36	16/4/36	28	25720	146.96	6.00	2318.90	144.70
5	179.82	30.6	12.906	5.0	19/3/36	16/4/36	28	30060	167.12	16.39	2359.37	147.23
AVG									165.18	14.52	2350.10	146.65

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH FORMWORK FOR 3 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUNNAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	168.17	30.3	12.050	5.0	19/3/36	26/3/36	7	29000	177.20	17.38	2364.79	147.57
2	176.15	30.5	12.240	5.0	19/3/36	26/3/36	7	15000	85.16	8.35	2278.29	142.17
3	179.21	30.2	12.535	5.0	19/3/36	26/3/36	7	25620	142.96	14.02	2316.14	144.53
4	195.72	30.4	12.965	5.0	19/3/36	26/3/36	7	22200	113.43	6.00	2179.01	135.97
5	172.58	30.2	12.587	5.0	19/3/36	26/3/36	7	18900	109.52	10.74	2415.06	150.70
AVG									125.65	11.30	2310.66	144.19

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH FORMWORK FOR 7 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	170.84	30.2	12.658	5.0	19/3/36	2/4/36	14	24900	139.23	13.66	2342.67	146.19
2	175.61	30.1	12.687	5.0	19/3/36	2/4/36	14	34200	194.75	19.11	2400.20	149.78
3	182.60	30.1	12.832	5.0	19/3/36	2/4/36	14	29400	161.01	15.80	2334.72	145.69
4	177.82	30.6	13.025	2.0	19/3/36	2/4/36	14	30000	168.71	6.00	2393.70	149.37
5	178.84	30.4	12.735	5.0	19/3/36	2/4/36	14	28200	157.68	15.47	2353.37	146.85
AVG									164.28	14.01	2364.93	147.57

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL.

CURING WITH FORMWORK FOR 7 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FOCUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	172.52	30.2	12.596	5.0	19/3/36	16/4/36	28	32400	187.80	18.42	2417.61	150.86
2	177.08	30.4	12.765	5.0	19/3/36	16/4/36	28	35400	199.81	19.52	2360.55	147.30
3	187.00	30.2	12.675	5.0	19/3/36	16/4/36	28	30600	163.63	16.05	2241.35	140.05
4	178.78	30.3	12.321	5.0	19/3/36	16/4/36	28	28800	161.09	6.00	2274.43	141.93
5	177.64	30.6	12.867	5.0	19/3/36	16/4/36	28	31620	178.00	17.46	2367.06	147.71
AVG									177.91	15.49	2332.80	145.57

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH FORMWORK FOR 7 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^2	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	172.46	30.5	12.471	5.0	19/3/36	2/4/36	14	27300	158.30	15.53	2370.89	147.95
2	180.47	30.2	12.567	5.0	19/3/36	2/4/36	14	42000	232.72	22.83	2305.74	143.88
3	180.96	30.3	12.723	5.0	19/3/36	2/4/36	14	35400	195.63	19.19	2320.43	144.80
4	186.08	30.2	12.960	5.0	19/3/36	2/4/36	14	30000	161.22	6.00	2306.19	143.91
5	172.34	30.1	12.262	5.0	19/3/36	2/4/36	14	34200	198.44	19.47	2433.96	151.88
AVG									189.26	16.60	2347.44	146.48

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH FORMWORK FOR 14 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	179.33	30.3	12.894	5.0	19/3/36	16/4/36	28	35400	197.41	19.37	2373.01	148.08
2	172.46	30.1	12.365	5.0	19/3/36	16/4/36	28	30600	177.43	17.41	2381.98	148.64
3	174.89	30.2	12.876	5.0	19/3/36	16/4/36	28	36600	209.27	20.53	2437.82	152.12
4	179.21	30.6	12.960	5.0	19/3/36	16/4/36	28	34440	192.18	6.00	2363.36	147.48
5	183.02	30.5	13.042	5.0	19/3/36	16/4/36	28	38640	211.12	20.71	2336.35	145.79
AVG									197.48	16.80	2378.51	148.42

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING WITH FORMWORK FOR 14 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	180.90	30.6	13.265	4.0	16/2/36	19/2/36	3	24300	134.33	13.18	2396.37	149.54
2	176.09	30.1	12.882	4.0	16/2/36	19/2/36	3	28200	160.15	15.71	2430.48	151.66
3	177.70	30.2	12.830	4.0	16/2/36	19/2/36	3	23160	130.33	12.79	2390.70	149.18
4	179.21	30.4	12.940	4.0	16/2/36	19/2/36	3	25440	141.96	6.00	2375.24	148.22
5	173.70	30.4	13.020	4.0	16/2/36	19/2/36	3	24000	138.17	13.55	2465.62	153.86
AUG									140.99	12.25	2411.68	150.49

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WATER FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	173.23	30.2	12.624	4.0	16/2/36	23/2/36	7	28560	164.87	16.17	2413.05	150.58
2	187.00	30.7	13.008	4.0	16/2/36	23/2/36	7	34620	185.13	18.16	2265.81	141.39
3	177.22	30.0	12.612	4.0	16/2/36	23/2/36	7	27300	154.04	15.11	2372.16	148.03
4	173.70	30.4	12.825	4.0	16/2/36	23/2/36	7	29400	169.25	6.00	2428.70	151.55
5	178.24	30.3	12.865	4.0	16/2/36	23/2/36	7	30000	168.31	16.51	2382.07	148.64
AVG									168.32	14.39	2372.36	148.04

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WATER FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	179.39	30.2	13.010	3.0	19/2/36	5/3/36	14	44180	246.28	24.16	2401.48	149.86
2	179.99	30.1	12.751	3.0	19/2/36	5/3/36	14	28320	157.34	15.44	2353.58	146.87
3	177.58	30.3	12.698	3.0	19/2/36	5/3/36	14	24960	140.55	13.79	2359.89	147.26
4	171.99	30.5	12.743	3.0	19/2/36	5/3/36	14	32400	188.39	6.00	2429.26	151.59
5	172.99	30.5	12.965	3.0	19/2/36	5/3/36	14	30880	178.04	17.47	2457.22	153.33
AUG									182.12	15.37	2480.29	149.78

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WATER FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	185.41	30.4	13.308	4.0	16/2/36	16/3/36	28	42200	227.61	22.33	2361.10	147.34
2	176.09	30.1	12.515	4.0	16/2/36	16/3/36	28	35400	201.04	19.72	2361.24	147.34
3	179.87	30.6	12.967	4.0	16/2/36	16/3/36	28	32500	180.69	17.73	2359.55	147.24
4	179.09	29.9	12.414	4.0	16/2/36	16/3/36	28	31200	174.22	6.00	2318.35	144.67
5	177.64	30.3	12.521	4.0	16/2/36	16/3/36	28	40200	226.30	22.20	2326.21	145.16
AVG									201.97	17.60	2345.29	146.35

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WATER FOR 2 DAYS
TESTED BY AKE-YA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	109.23	30.2	13.370	4.0	16/2/36	23/2/36	7	28200	149.83	14.62	2339.61	145.99
2	178.24	30.3	12.808	4.0	16/2/36	23/2/36	7	32400	181.77	17.83	2371.52	147.99
3	180.53	30.2	12.934	4.0	16/2/36	23/2/36	7	34600	192.10	18.84	2372.28	148.03
4	172.34	30.1	12.651	4.0	16/2/36	23/2/36	7	28200	163.63	6.00	2438.74	152.18
5	178.78	30.4	12.956	4.0	16/2/36	23/2/36	7	27000	151.02	14.82	2383.79	148.75
AVG									167.51	14.42	2381.19	148.59

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WATER FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	179.57	30.5	12.575	3.0	19/2/36	5/3/36	14	35020	195.02	19.13	2296.04	143.28
2	178.90	30.3	12.440	3.0	19/2/36	5/3/36	14	33450	186.97	18.34	2294.86	143.20
3	181.20	30.5	12.727	3.0	19/2/36	5/3/36	14	32500	179.36	17.60	2302.86	143.70
4	172.87	30.1	12.453	3.0	19/2/36	5/3/36	14	30600	177.01	6.00	2393.18	149.34
5	178.30	30.4	12.943	3.0	19/2/36	5/3/36	14	34800	195.17	19.15	2387.82	149.00
AVG									186.71	16.04	2334.95	145.70

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WATER FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK. THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^2	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	177.88	30.0	12.399	3.0	19/2/36	19/3/36	28	40000	224.87	22.06	2323.44	144.99
2	150.50	30.5	12.866	3.0	19/2/36	19/3/36	28	35200	233.88	22.94	2802.81	174.90
3	179.03	29.4	12.555	3.0	19/2/36	19/3/36	28	36020	201.20	19.74	2385.36	148.85
4	176.68	30.3	12.765	3.0	19/2/36	19/3/36	28	38000	215.07	6.00	2384.41	148.79
5	171.81	30.1	12.635	3.0	19/2/36	19/3/36	28	40200	233.98	22.95	2443.20	152.46
AVG									221.80	18.74	2467.85	154.00

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WATER FOR 6 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACUTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	177.88	29.9	12.459	4.0	16/2/36	2/3/36	14	37200	209.13	20.52	2342.49	146.17
2	187.62	30.6	13.384	4.0	16/2/36	2/3/36	14	41400	220.66	21.65	2331.24	145.47
3	181.50	30.4	12.888	4.0	16/2/36	2/3/36	14	38100	209.91	20.59	2335.75	145.75
4	173.59	29.3	12.653	4.0	16/2/36	2/3/36	14	28200	162.46	6.00	2487.78	155.24
5	178.18	30.1	12.545	4.0	16/2/36	2/3/36	14	27060	151.87	14.90	2339.84	145.96
AVG									190.80	16.73	2367.26	147.72

TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WATER FOR 13 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUAHAPAKDEE

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY
LADKRABANG BANGKOK, THAILAND. TEL 3269974

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

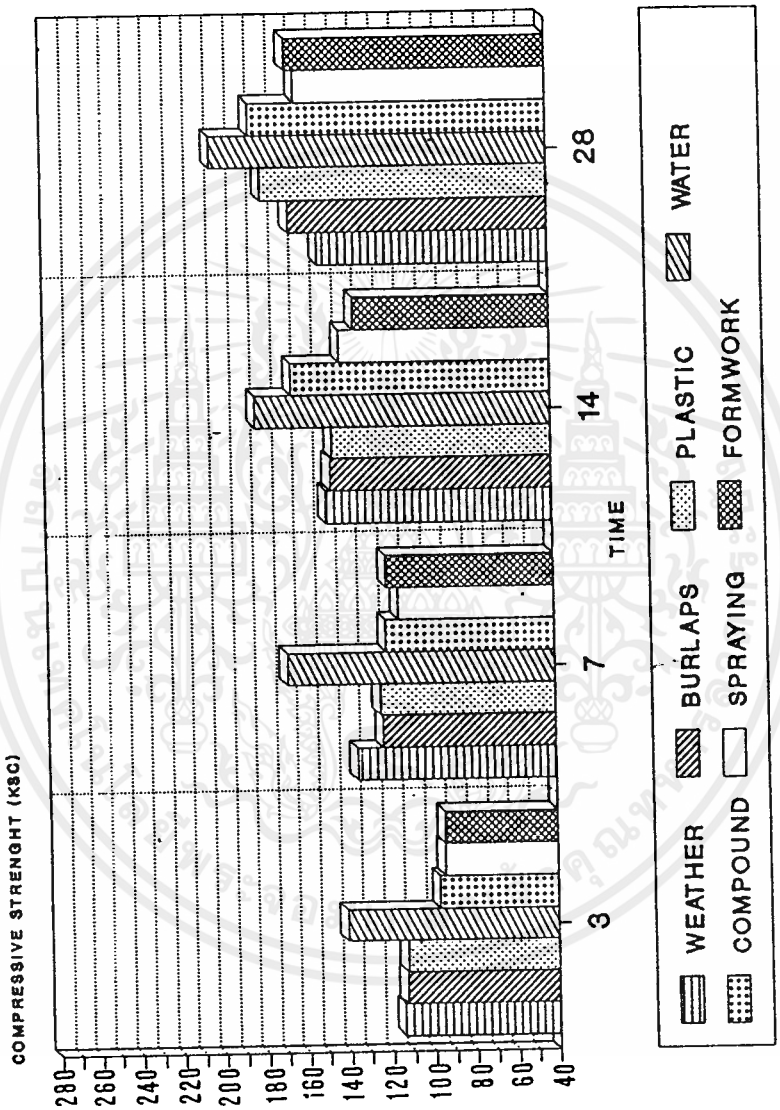
SPECIAL PROJECT

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	HEIGHT (CM)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES DAYS	UTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	COMPRESSIVE STRENGTH N/MM^	WEIGHT PER VOLUME (KG/M^3)	WEIGHT PER VOLUME LB/FT^3
1	177.76	30.1	12.471	3.0	19/2/36	19/3/36	28	36800	207.47	20.35	2330.74	145.44
2	176.74	30.5	12.567	3.0	19/2/36	19/3/36	28	54200	306.66	30.08	2331.25	145.47
3	180.29	30.3	12.650	3.0	19/2/36	19/3/36	28	41900	232.40	22.80	2315.63	144.50
4	172.31	30.3	12.723	3.0	19/2/36	19/3/36	28	38600	223.97	6.00	2436.44	152.04
5	183.69	30.6	13.031	3.0	19/2/36	19/3/36	28	43600	237.35	23.28	2318.26	144.66
AVG									241.57	20.50	2346.46	146.42

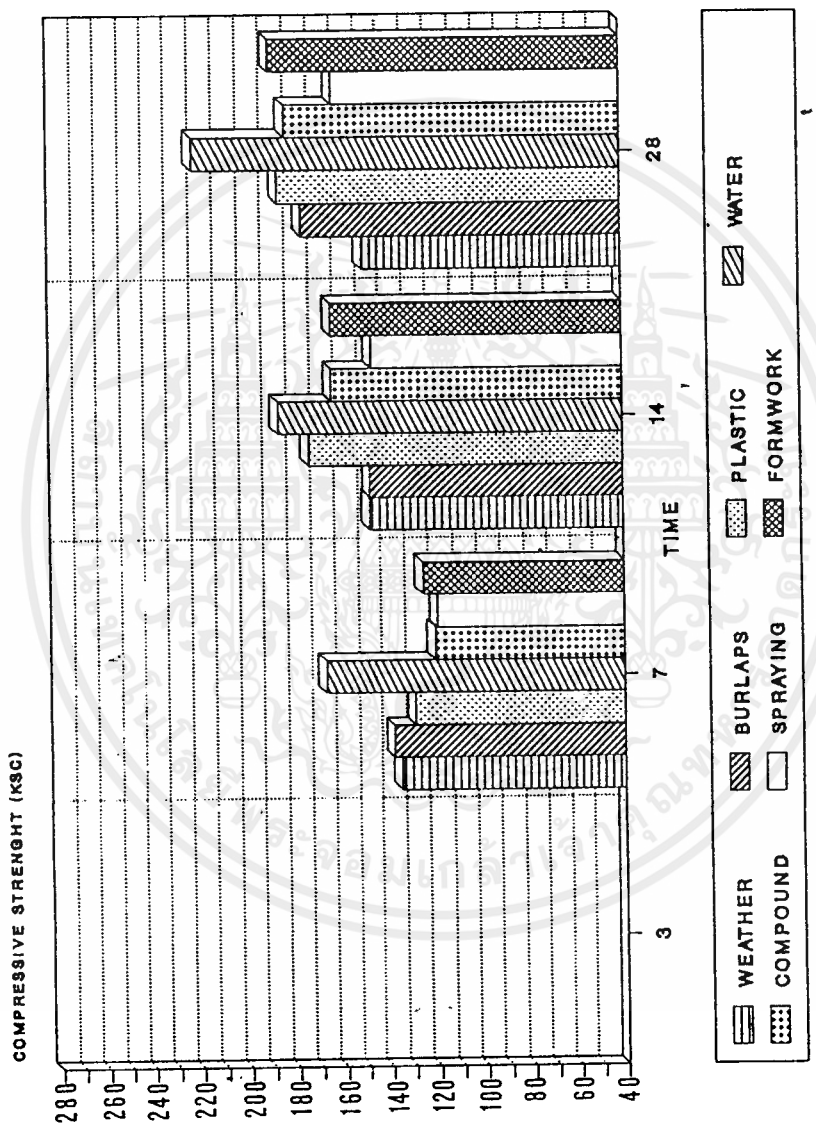
TYPE OF SAMPLE CYLINDER
METHOD OF CASTED MANUAL

CURING IN WATER FOR 13 DAYS
TESTED BY AKE-KA-JAK BUNHAPAKDEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

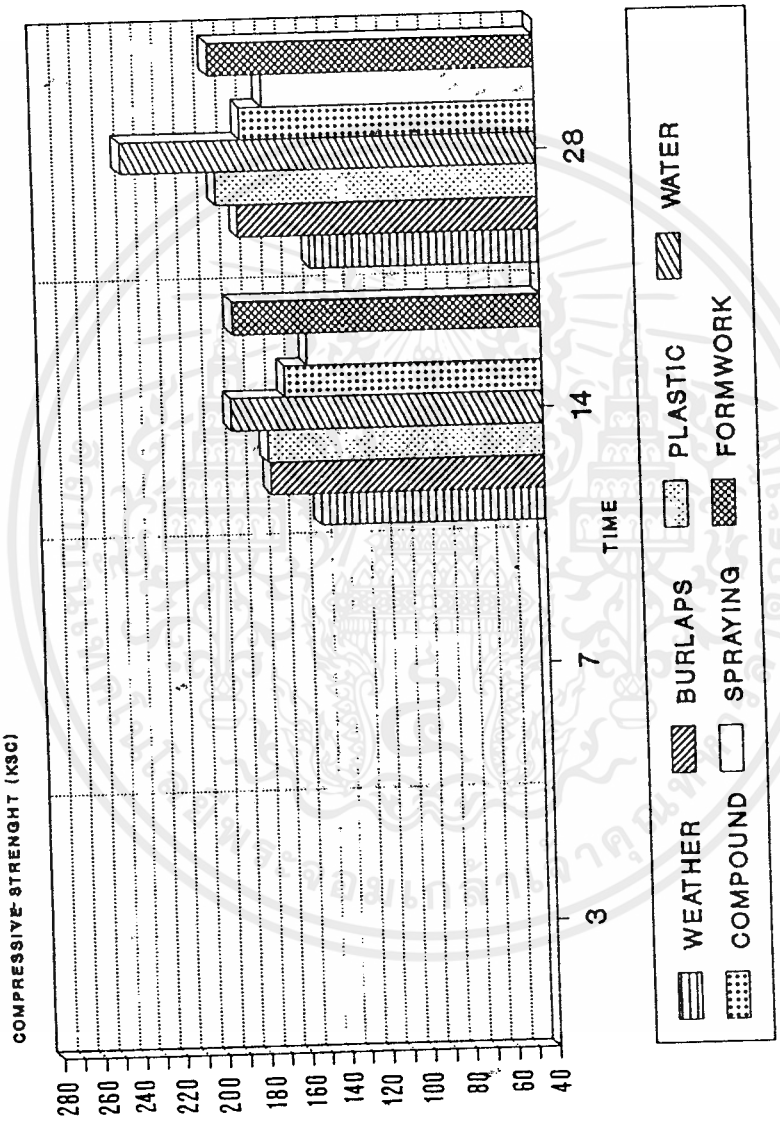


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

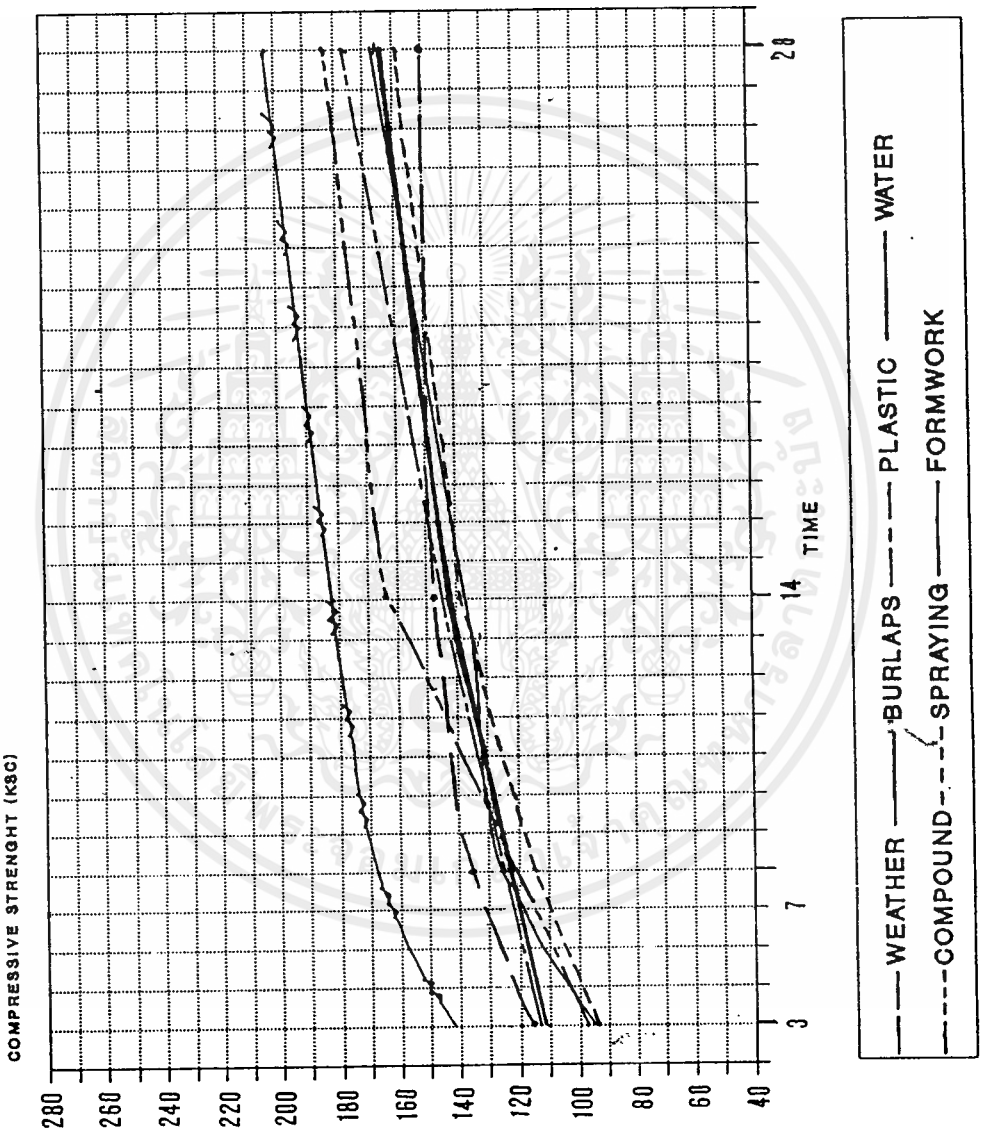


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CURING IN 14 DAYS

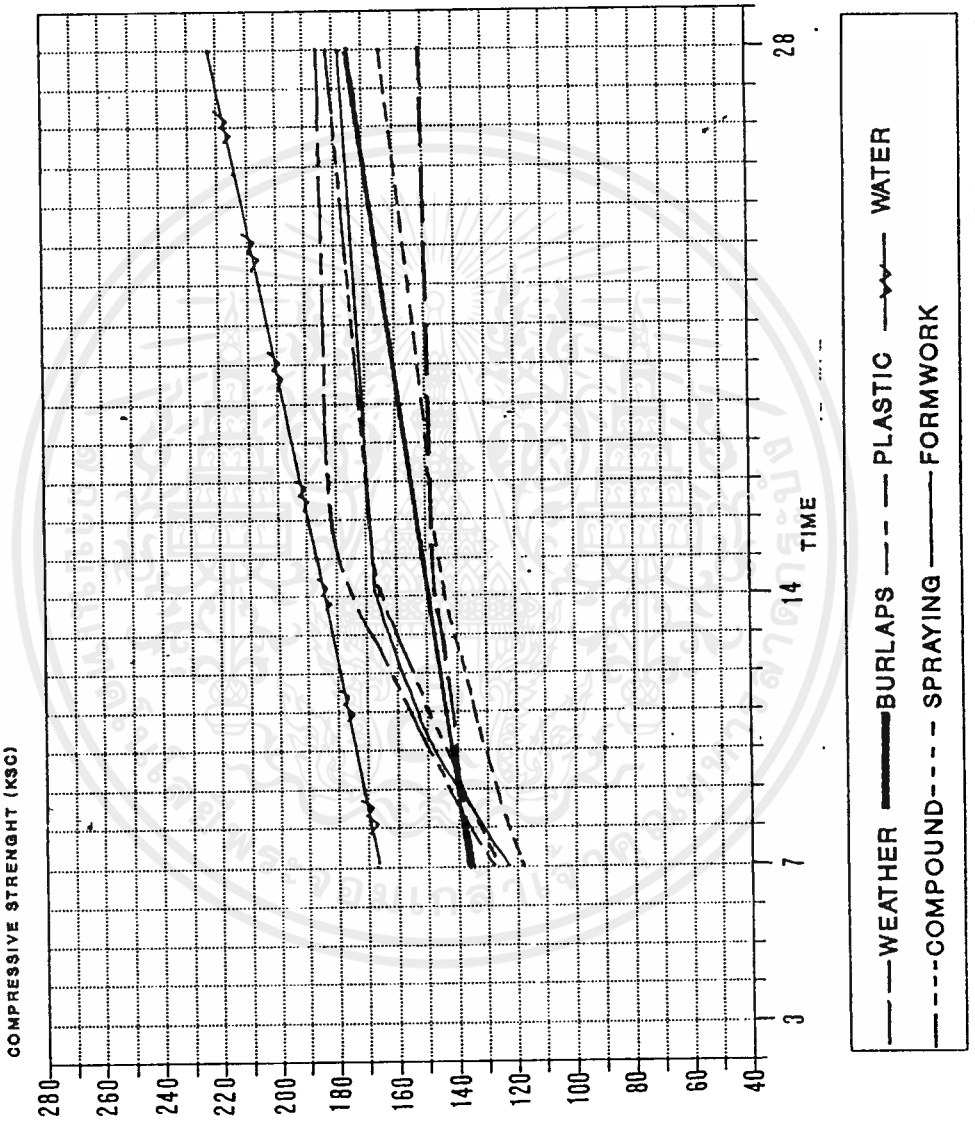


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



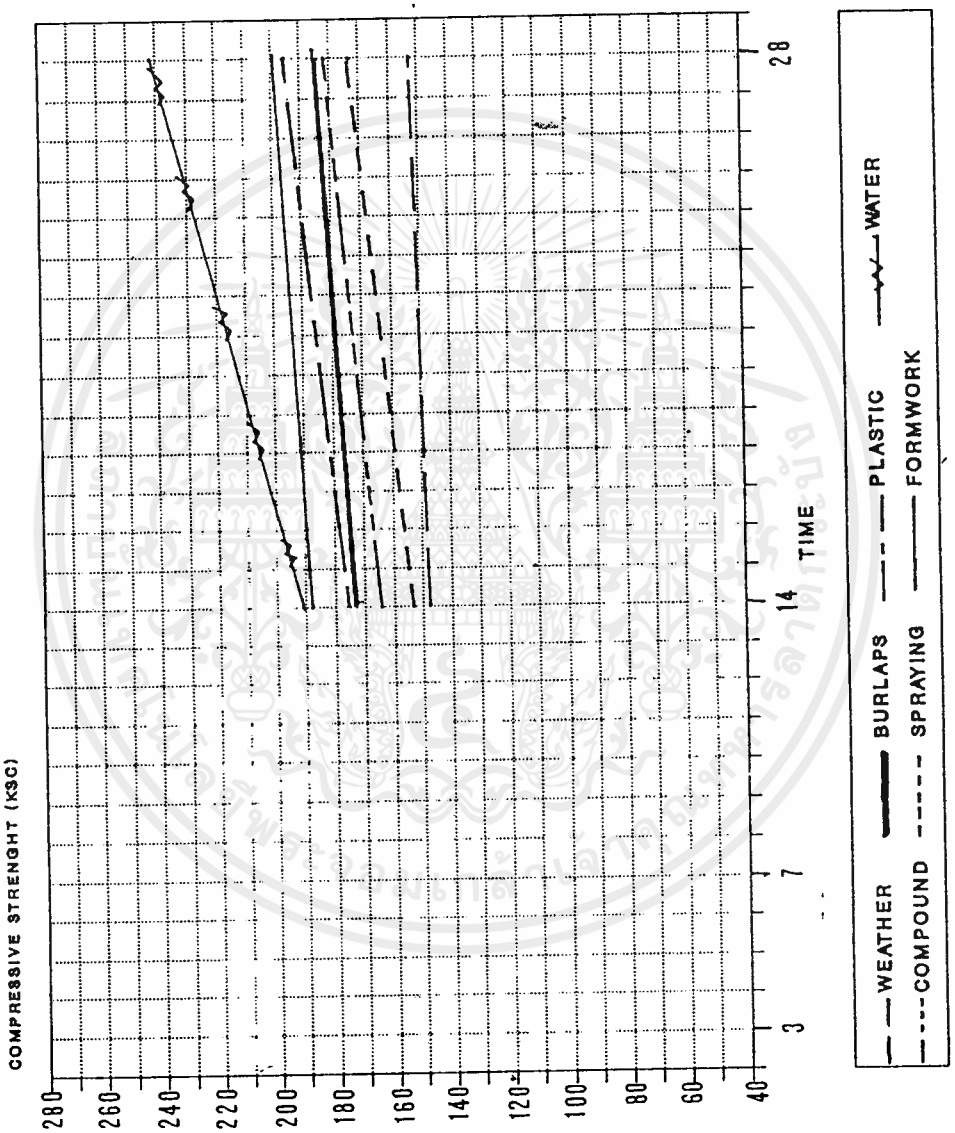
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CURING IN 7 DAYS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CURING IN 14 DAYS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองทั้งหมดที่ผ่านมา สามารถสรุปผลกำลังอัดของคอนกรีตที่ 28 วัน เนื่องด้วยวิธีการบ่ม ระยะเวลาการบ่ม และระยะเวลาการกดทดลอง ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1

แสดงกำลังอัดที่ 28 วันของคอนกรีตที่มีการบ่มวิธีการต่างๆ

METHOD OF CURING	COMPRESSIVE AT 28 DAYS (TIME OF CURING)		
	3	7	14
BURLAPS	164.62	176.13	185.25
PLASTIC	177.95	186.12	195.56
SPRAYING	160.56	163.17	172.03
FORMWORK	165.18	177.91	197.48
WATER	201.97	221.80	241.57
COMPOUND		182.96	
WEATHER		150.56	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปและวิเคราะห์การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปและวิเคราะห์การทดลอง

จากผลการทดลองตามตารางผลการทดสอบและกราฟแท่ง แสดงการพัฒนาของกำลังอัดที่เวลาต่าง ๆ ของคอนกรีต เนื่องจากเวลาการบ่มที่ 3, 7, 14 วัน (รวมวันที่เททิ้งไว้ในแบบ 1 วัน) ได้ผลสรุป ดังนี้

1. ในการบ่มคอนกรีตที่ 3 วัน สามารถเรียงลำดับของกำลังอัดในคอนกรีตที่อายุ 28วัน ได้ดังนี้ (จากมากไปน้อย) ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1

แสดงการเรียงลำดับของกำลังอัดในแท่งคอนกรีตทดสอบที่อายุ 28วันในการบ่มคอนกรีตที่ 3 วัน

วิธีการบ่ม
1. การบ่มโดยการขังน้ำ
2. การบ่มด้วยสารเหลวบ่มคอนกรีต
3. การบ่มด้วยพลาสติก
4. การบ่มด้วยการทิ้งไว้ในแบบ
5. การบ่มด้วยกระสอบชื้น
6. การบ่มโดยการฉีดน้ำ
7. การบ่มอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในการบ่มคอนกรีตที่ 7 วัน สามารถเรียงลำดับการพัฒนาของกำลังอัดในคอนกรีตที่ที่อายุ 28วัน ได้ดังนี้ (จากมากไปน้อย) ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2

แสดงการเรียงลำดับของกำลังอัดในแท่งคอนกรีตทดสอบที่อายุ 28วันในการบ่มคอนกรีตที่ 7 วัน

วิธีการบ่ม
1. การบ่มโดยการขังน้ำ
2. การบ่มด้วยพลาสติก
3. การบ่มด้วยสารเหลวบ่มคอนกรีต
4. การบ่มด้วยการทิ้งไว้ในแบบ
5. การบ่มด้วยกระสอบชื้น
6. การบ่มโดยการฉีดน้ำ
7. การบ่มอากาศ

3. ในการบ่มคอนกรีตที่ 14 วัน สามารถเรียงลำดับการพัฒนาของกำลังอัดในคอนกรีตที่ที่อายุ 28วัน ได้ดังนี้ (จากมากไปน้อย) ดังตารางที่ 6.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3

แสดงการเรียงลำดับของกำลังอัดในแท่งคอนกรีตทดสอบที่อายุ 28วันในการบ่มคอนกรีตที่ 14 วัน

วิธีการบ่ม
1. การบ่มโดยการขังน้ำ
2. การบ่มด้วยการทิ้งไว้ในแบบ
3. การบ่มด้วยพลาสติก
4. การบ่มด้วยกระสอบชื้น
5. การบ่มด้วยสารเหลวบ่มคอนกรีต
6. การบ่มโดยการฉีดน้ำ
7. การบ่มอากาศ

4. เห็นได้ว่า จากผลของกำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่เกิดขึ้น การบ่มโดยเพิ่มความชื้นอย่างสมบูรณ์ (การขังน้ำ) จะให้ผลของกำลังอัดประลัยที่สูงกว่าการบ่มวิธีอื่น ๆ มาก

5. เมื่อเปรียบเทียบอัตราการพัฒนาของกำลังอัดที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการบ่มคอนกรีต การพัฒนาของกำลังอัดในช่วง 3 วัน มีอัตราเพิ่มที่ต่ำกว่ากรณีไม่มีการบ่ม (การบ่มอากาศ) แต่ในช่วงเลย 7 วัน 14 วัน 28 วัน การพัฒนาของกำลังอัดจะมีอัตราที่เพิ่มขึ้นที่สูงกว่ากรณีไม่มีการบ่ม (การบ่มอากาศ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองหาผลกำลังอัดของคอนกรีตโดยวิธีการบ่ม วิธีการต่างๆ นั้น การบ่มแท่งทดสอบ ไม่สามารถทำให้เหมือนสภาพที่แท้จริงได้ เนื่องจากมีการบ่มในห้องทดลอง จึงควรเก็บตัวอย่างของแท่งทดสอบที่มีการบ่มจากสภาพหน้างานจริงตามระยะเวลาการบ่มที่เกิดขึ้นจริง แล้วนำมาทดสอบกำลังอัดในห้องทดลองจะได้ผลการทดลองที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

2. ในส่วนโครงงานพิเศษนี้ มีการทดลองเฉพาะในส่วนของกำลังอัดของคอนกรีต ไม่ได้มีการทดสอบคุณสมบัติในส่วนอื่นๆ เช่น กำลังดึง กำลังดัด และคุณสมบัติอื่นๆ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะศึกษาในโอกาสต่อไป

3. การทดลองหาผลกำลังอัดของคอนกรีตนี้ ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาของกำลังอัดจากระยะเวลาที่เทคอนกรีต จนกระทั่งกดหากำลังอัดมากที่สุด เป็นเวลา 28 วัน ขอบเขตที่ได้ในการทดลอง จึงน้อยเกินไปที่จะสรุปถึงผลของการบ่มคอนกรีตที่เกิดขึ้นจริง ได้แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

ปัญหาและอุปสรรคในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

ปัญหาและอุปสรรคในการทดลอง

ปัญหาและอุปสรรคในการทดลอง

เนื่องจากปัจจัยตัวแปรที่จะมีผลกระทบต่อการทดสอบในครั้งนี้มีด้วยกันหลายสาเหตุ ซึ่งสามารถจะสรุปสาเหตุที่จะทำให้ผลการทดสอบคลาดเคลื่อนไปได้ มาเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. หินและทรายที่ใช้ผสมคอนกรีตไม่ได้มีการกองเก็บที่ถูกต้อง โดยการเทกองวัสดุเอาไว้กลางแจ้ง ใต้ต้นไม้ ทำให้มีเศษกิ่งไม้ ใบไม้ และอื่น ๆ ปนอยู่กับวัสดุ ซึ่งถึงแม้จะมีการร่อน เพื่อเอาเศษสิ่งสกปรกเหล่านี้ออกแล้วก็ตาม ก็ไม่สามารถที่จะเอาออกได้หมด และจากสาเหตุนี้เอง ก็จะมีผลกระทบต่อคุณภาพของคอนกรีต โดยเฉพาะกำลังรับแรงต่าง ๆ ของคอนกรีต ซึ่งอาจจะลดลงไปได้

2. ขนาดความจุของโม่ผสมคอนกรีตไม่เพียงพอ จึงทำให้ต้องแบ่งการผสมคอนกรีตออกเป็นหลายส่วนด้วยกัน ตามชนิดของการบ่มคอนกรีต ถึงแม้ว่า จะมีส่วนผสมเดียวกันก็ตามแต่เป็นการยากในการควบคุมเพื่อให้คอนกรีต ซึ่งผสมคนละโม่แต่มีส่วนผสมเดียวกัน เกิดกำลังรับแรงได้เท่ากัน จากสาเหตุนี้เอง ก็จะมีผลกระทบต่อการเปรียบเทียบกำลังรับแรงต่าง ๆ ระหว่างการบ่มคอนกรีตคนละชนิด ทำให้ค่าที่ได้คาดเคลื่อนไปได้

3. การหล่อ CAP หัวแท่งคอนกรีตตัวอย่าง รูปทรงกระบอก เพื่อทดสอบกำลังรับแรงอัดได้ไม่พอดี เช่น เกิดโพรงในแผ่นที่ CAP หัวหรือหล่อ CAP หัว 2 ด้านไม่ขนานกัน ซึ่งจะทำให้ผลของกำลังรับแรงอัดที่ได้ผิดพลาดไป

4. จำนวนแบบหล่อไม่เพียงพอ จึงทำให้ต้องมีการหล่อหลายช่วง และทิ้งช่วงก้นไป คนละโม่ผสมคอนกรีต จึงเป็นการยากที่จะควบคุมคุณสมบัติของแท่งคอนกรีตทดสอบให้เหมือนกันได้ เช่น ในด้านค่าการยุบตัว ความถ่วงจำเพาะ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การสูญเสียความชื้นไม่เท่ากันในการทดลอง เนื่องจากตำแหน่งการกองเก็บ เพราะบางที่มีลมพัดแรง และมีแสงแดดส่องถึงสะดวกทำให้มีอัตราการระเหยของน้ำสูงกว่าในที่ร่ม อับอากาศ ทำให้กำลังอัดของแท่งคอนกรีตทดสอบที่เกิดขึ้นคลาดเคลื่อนไปตามตำแหน่งการกองเก็บ

6. การจำลองสภาพการบ่มคอนกรีตจากหน้างานจริง ทำได้ไม่สมบูรณ์ เนื่องมาจากข้อจำกัดทางด้านรูปร่างของแบบหล่อแท่งคอนกรีตทดสอบ ทำให้ผลกำลังอัดที่ได้คลาดเคลื่อนจากพฤติกรรมที่เป็นจริง เช่น การบ่มโดยการฉีดน้ำที่หน้างานจริง ฉีดน้ำที่พื้นคอนกรีตจะมีน้ำตกค้างอยู่ที่ผิวพื้นคอนกรีต แต่ในการทดลองฉีดน้ำจะมีน้ำตกค้างอยู่น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

วินิต ช่อวิเชียร. คอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : หจก.ป.สัมพันธ์พาณิชย์, 2529.

ประณต กุลประสูตร. เทคนิคงานปูน-คอนกรีต. กรุงเทพฯ : บ.เอ็ม.พี.พับลิชชิ่ง จำกัด , 2535.

พิภพ สุนทรสมัย. ปฏิบัติการและควบคุมงานคอนกรีต. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ดวงกมล, 2533.

ศิริวัฒน์ ไชยชนะ. ปฏิบัติการคอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : พระจอมเกล้า ลาดกระบัง , 2535.

Sidney Mindess and J.Francis Young. Concrete. Englewood Cliffs : Prentice-Hall, INC, 1981.

เอกชัย นิ่มพงษ์ศักดิ์ และ สุรชัย ศิริอาชารุ่งโรจน์. การเปรียบเทียบกำลังอัดและกำลังเฉือนของคอนกรีตกำลังสูง ซึ่งผลิตโดยปูนซีเมนต์ Type I กับปูนซีเมนต์ Type III, วิทยานิพนธ์ ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2534, พระจอมเกล้าลาดกระบัง, 2535.

ธนิต วิธานติรวัฒน์ และ พิเชษฐ์ เลาหนจนารถ. การลดปริมาณซีเมนต์ในคอนกรีตโดยใช้ Fly ash, วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2532, พระจอมเกล้าลาดกระบัง, 2533.

พลิษฐ์ จันทโรจวงศ์ และ วรรธพร เรืองสมบูรณ์ . ผลกระทบต่อกำลังประลัยของคอนกรีตเมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำผสมจากที่ออกแบบ, วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2533, พระจอมเกล้าลาดกระบัง, 2534.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้