

กำลังอัดคอนกรีตใช้ทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี-ระยองเป็นส่วนผสม
Compressive Strength of Concrete Using Bank sand from Chonburi and Rayong

เสนอ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประวิติ ตั้งศิริวัฒนากุล

โดย

นายนนทพัทธ์ หล่มศักดิ์

นายสุรพล สมวิทย์

โครงการทางวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีการศึกษา 2550

กำลังอัดคอนกรีตใช้ทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี-ระยองเป็นส่วนผสม
Compressive Strength of Concrete Using Bank sand from Chonburi and Rayong

เสนอ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประวิติ ตั้งศิริวัฒนากุล

โดย

นายนนทพัทธ์ หล่มศักดิ์

นายสุรพล สมวิทย์

โครงการงานทางวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีการศึกษา 2550

Compressive Strength of Concrete Using Bank sand from Chonburi and Rayong

Mr. Nonthapat Lhomsak

Mr. Surapol Somvit

An Engineering Project Submitted in Partial fulfillment of Requirements

for the Degree of Bachelor of Engineering

Department of Civil Engineering

Burapha University

2007

หัวข้อโครงการ กำลังอัดคอนกรีตใช้ทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี-ระยองเป็นส่วนผสม

โดย นายนนทพัทธ์ หล่มศักดิ์

นายสุรพล สมวิทย์

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2550

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประวีติ ตั้งศิริวัฒนากุล

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติโครงการทาง
วิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

.....หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

(ผศ. ดร. อานนท์ วงษ์แก้ว)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ประวีติ ตั้งศิริวัฒนากุล)

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ประวีติ ตั้งศิริวัฒนากุล)

.....กรรมการ

(อาจารย์เอนก ชมวงษ์)

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากแหล่งชลบุรีและระยองเป็นส่วนผสม แทนที่จะใช้ทรายแม่น้ำเจ้าพระยา (จากจังหวัดชัยนาท) เป็นวัสดุมวลละเอียด การคำนวณออกแบบสัดส่วนการผสมคอนกรีต อาศัยทำตามมาตรฐานของสถาบันคอนกรีตแห่งสหรัฐอเมริกา โดยคำนวณออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตให้มีกำลังอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและมีการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ในการผสมคอนกรีต ทำการบ่มแห้งทดสอบในน้ำ และทำการทดสอบแห้งทดสอบหาค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน

ผลการทดสอบทั้งหมดทำให้สรุปได้ว่า การใช้ทรายบกจากแหล่งที่กล่าวข้างต้นเป็นส่วนผสม ให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตต่ำกว่ากำลังอัดของแห้งทดสอบที่ใช้ทรายแม่น้ำเป็นส่วนผสม ทั้งนี้สาเหตุเกิดจากทรายบกมีปริมาณผงฝุ่นละเอียดในอัตราส่วนสูงและยังมีอินทรีย์วัตถุเจือปนในทรายบกด้อย การเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์ขึ้นจากปกติสามารถทำให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตเพิ่มมากขึ้น และใกล้เคียงกับกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำเป็นส่วนผสม

Abstract

The aim of the project is to study and compare the compressive strength of concrete mixes using bank sand from Chonburi and Rayong instead of the sand from the Chaopraya River (*Chinat Province*) as fine aggregate. All mix designs for this project are according to ACI Standard and the designed Strength is 300 kg/cm^2 . Type I Portland cement was used. In the mixes. All of the test specimens were cured by soaking in water and were tested at the ages of 7, 14 and 28 days.

The test results have shown that using bank sand from the described pits yielded less compressive strengths than those with the river sand as fine aggregate, since there is high percentage of very fine grains and trace of organic substance in the bank sand. By increasing some more percent of cement can raise the compressive strength close to the values those using river sand.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้จะสำเร็จล่วงไปด้วยดี ด้วยได้รับคำปรึกษาจาก ผศ.ประวัติ ตั้งศิริวัฒนกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้ความอนุเคราะห์ให้คำแนะนำ เสนอแนะ และการแก้ปัญหาต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำโครงการ จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการทดสอบ ตลอดจนช่วยสถิติวิธีการทดสอบให้เข้าใจยิ่งขึ้น ขอขอบคุณช่างเทคนิคภาควิชาวิศวกรรมโยธา และเพื่อนๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| สารบัญรูป | ญ |
| | |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 ความเป็นมา | 1 |
| 1.2 หลักการและเหตุผล | 2 |
| 1.3 แหล่งที่เกิดทราย | 3 |
| 1.4 แผนการดำเนินงาน | 4 |
| 1.5 วัตถุประสงค์ของโครงการ | 4 |
| 1.6 ขอบเขตของโครงการ | 4 |
| 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 5 |
| | |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | |
| 2.1 คุณสมบัติของคอนกรีต | 6 |
| 2.2 คุณสมบัติโดยทั่วไปของทรายที่ผสมกับคอนกรีต | 7 |
| 2.3 คุณสมบัติของวัสดุผสมละเอียด ตามมาตรฐานต่างๆ | 13 |
| 2.4 กรรมวิธีและกระบวนการผลิตทรายบก | 15 |
| 2.5 ลักษณะการแตกออกของผิวคอนกรีตที่ใช้ทรายเป็นส่วนผสม | 23 |
| 2.6 อัตราการใช้ทรายในจังหวัดชลบุรีและระยอง | 26 |
| | |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง | |
| 3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง | 27 |
| 3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองตามมาตรฐาน ASTM C 33 – 03 | 27 |
| 3.3 ขั้นตอนการทดสอบหาค่าคุณสมบัติของทราย | 30 |

สารบัญ(ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| 3.4 ทดสอบคุณสมบัติของทราย | 31 |
| 3.5 มวลรวมหยาบหรือหิน | 45 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง | |
| 4.1 การเตรียมตัวอย่างที่จะใช้ทำการทดสอบ | 47 |
| 4.2 ขั้นตอนการผสมคอนกรีต | 47 |
| 4.3 การคำนวณส่วนผสมคอนกรีต (Mix Design 1) | 52 |
| 4.4 การคำนวณส่วนผสมคอนกรีต เพิ่มปูนซีเมนต์ 10% (Mix Design 2) | 82 |
| 4.5 การคำนวณส่วนผสมคอนกรีต เพิ่มปูนซีเมนต์ 15% (Mix Design 3) | 108 |
| บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะ | |
| 5.1 การทดสอบทรายบดของแต่ละบ่อที่มีจำนวน 8 บ่อ ทรายบ่อในเขตจังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยองและทรายแม่น้ำจังหวัดชัยนาทวิเคราะห์ผลการศึกษาดังนี้ | 134 |
| 5.2 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่างทรายแม่น้ำ จากจังหวัดชัยนาท กับทรายบด จาก จังหวัดชลบุรี - ระยอง | 137 |
| 5.3 สรุปผลการทดลอง | 153 |
| 5.4 ข้อเสนอแนะ | 154 |
| บรรณานุกรม | 155 |
| ภาคผนวก | 156 |
| ประวัติผู้จัดทำ | 159 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า | |
|-------|---|----|
| 2.1 | วัสดุผสมคอนกรีต (ข้อมูลจาก ASTM : C33-03) | 13 |
| 2.2 | วัสดุเจือปน (ข้อมูลจาก ASTM: C33-90) | 14 |
| 3.1 | ขนาดคละของทรายแม่น้ำเจ้าพระยา (จังหวัดชัยนาท) | 31 |
| 3.2 | ขนาดคละของทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี (เขาเขี้ยว) | 33 |
| 3.3 | ขนาดคละของทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี (อ.บ้านบึง) | 34 |
| 3.4 | ขนาดคละของทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี (อ.บ่อทอง) | 36 |
| 3.5 | ขนาดคละของทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี (อ.ศรีราชา) | 37 |
| 3.6 | ขนาดคละของทรายบกแหล่งจังหวัดระยอง (อ.บ้านค่าย) | 39 |
| 3.7 | ขนาดคละของทรายบกแหล่งจังหวัดระยอง (มาบตาพุด) | 40 |
| 3.8 | ขนาดคละของทรายบกแหล่งจังหวัดระยอง (อ.ปลวกแดง) | 42 |
| 3.9 | ขนาดคละของทรายบกแหล่งจังหวัดระยอง (อ.บ้านฉาง) | 43 |
| 3.10 | ขนาดคละของหิน | 45 |
| 4.1 | การทดสอบคอนกรีต ทรายแม่น้ำเจ้าพระยา (จ.ชัยนาท) 7 วัน | 55 |
| 4.2 | การทดสอบคอนกรีต ทรายแม่น้ำเจ้าพระยา (จ.ชัยนาท) 14 วัน | 56 |
| 4.3 | การทดสอบคอนกรีต ทรายแม่น้ำเจ้าพระยา (จ.ชัยนาท) 28 วัน | 57 |
| 4.4 | การทดสอบคอนกรีต ทรายชลบุรี (เขาเขี้ยว) 7 วัน | 58 |
| 4.5 | การทดสอบคอนกรีต ทรายชลบุรี (เขาเขี้ยว) 14 วัน | 59 |
| 4.6 | การทดสอบคอนกรีต ทรายชลบุรี (เขาเขี้ยว) 28 วัน | 60 |
| 4.7 | การทดสอบคอนกรีต ทรายชลบุรี (อ.ศรีราชา) 7 วัน | 61 |
| 4.8 | การทดสอบคอนกรีต ทรายชลบุรี (อ.ศรีราชา) 14 วัน | 62 |
| 4.9 | การทดสอบคอนกรีต ทรายชลบุรี (อ.ศรีราชา) 28 วัน | 63 |
| 4.10 | การทดสอบคอนกรีต ทรายชลบุรี (อ.บ้านบึง) 7 วัน | 64 |
| 4.11 | การทดสอบคอนกรีต ทรายชลบุรี (อ.บ้านบึง) 14 วัน | 65 |
| 4.12 | การทดสอบคอนกรีต ทรายชลบุรี (อ.บ้านบึง) 28 วัน | 66 |
| 4.13 | การทดสอบคอนกรีต ทรายชลบุรี (อ.บ่อทอง) 7 วัน | 67 |
| 4.14 | การทดสอบคอนกรีต ทรายชลบุรี (อ.บ่อทอง) 14 วัน | 68 |
| 4.15 | การทดสอบคอนกรีต ทรายชลบุรี (อ.บ่อทอง) 28 วัน | 69 |

สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.16 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ (อ.บ้านค่าย) 7 วัน | 70 |
| 4.17 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ (อ.บ้านค่าย) 14 วัน | 71 |
| 4.18 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ (อ.บ้านค่าย) 28 วัน | 72 |
| 4.19 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ (มาบตาพุด) 7 วัน | 73 |
| 4.20 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ (มาบตาพุด) 14 วัน | 74 |
| 4.21 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ (มาบตาพุด) 28 วัน | 75 |
| 4.22 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ (อ.บ้านฉาง) 7 วัน | 76 |
| 4.23 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ (อ.บ้านฉาง) 14 วัน | 77 |
| 4.24 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ (อ.บ้านฉาง) 28 วัน | 78 |
| 4.25 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ (อ.ปลวกแดง) 7 วัน | 79 |
| 4.26 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ (อ.ปลวกแดง) 14 วัน | 80 |
| 4.27 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ (อ.ปลวกแดง) 28 วัน | 81 |
| 4.28 การทดสอบคอนกรีต ทราขชลบุรี ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (เขาเขียว) 7 วัน | 84 |
| 4.29 การทดสอบคอนกรีต ทราขชลบุรี ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (เขาเขียว) 14 วัน | 85 |
| 4.30 การทดสอบคอนกรีต ทราขชลบุรี ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (เขาเขียว) 28 วัน | 86 |
| 4.31 การทดสอบคอนกรีต ทราขชลบุรี ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (อ.ศรีราชา) 7 วัน | 87 |
| 4.32 การทดสอบคอนกรีต ทราขชลบุรี ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (อ.ศรีราชา) 14 วัน | 88 |
| 4.33 การทดสอบคอนกรีต ทราขชลบุรี ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (อ.ศรีราชา) 28 วัน | 89 |
| 4.34 การทดสอบคอนกรีต ทราขชลบุรี ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (อ.บ้านบึง) 7 วัน | 90 |
| 4.35 การทดสอบคอนกรีต ทราขชลบุรี ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (อ.บ้านบึง) 14 วัน | 91 |
| 4.36 การทดสอบคอนกรีต ทราขชลบุรี ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (อ.บ้านบึง) 28 วัน | 92 |
| 4.37 การทดสอบคอนกรีต ทราขชลบุรี ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (อ.บ่อทอง) 7 วัน | 93 |
| 4.38 การทดสอบคอนกรีต ทราขชลบุรี ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (อ.บ่อทอง) 14 วัน | 94 |
| 4.39 การทดสอบคอนกรีต ทราขชลบุรี ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (อ.บ่อทอง) 28 วัน | 95 |
| 4.40 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (อ.บ้านค่าย) 7 วัน | 96 |
| 4.41 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (อ.บ้านค่าย) 14 วัน | 97 |
| 4.42 การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (อ.บ้านค่าย) 28 วัน | 98 |

สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 4.70 | การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 15 % (อ.บ้านฉาง) 7 วัน | 128 |
| 4.71 | การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 15 % (อ.บ้านฉาง) 14 วัน | 129 |
| 4.72 | การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 15 % (อ.บ้านฉาง) 28 วัน | 130 |
| 4.73 | การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 15 % (อ.ปลวกแดง) 7 วัน | 131 |
| 4.74 | การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 15 % (อ.ปลวกแดง) 14 วัน | 132 |
| 4.75 | การทดสอบคอนกรีต ทราขระของ ที่เพิ่มปูนซีเมนต์ 15 % (อ.ปลวกแดง) 28 วัน | 133 |
| 5.1 | เปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตแต่ละ Mix Design | 135 |
| 5.2 | ข้อแตกต่างด้านค่าใช้จ่ายต้นทุนราคา คอนกรีต ต่อลูกบาศก์เมตร ในจังหวัดชลบุรี – ระยอง | 154 |

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า | |
|--------|--|----|
| 2.1 | สภาพความชื้นของมวลรวม | 8 |
| 2.2 | ปริมาตรเพิ่มปรากฏของมวลละเอียด | 9 |
| 2.3 | ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและปริมาณมวลรวมละเอียด | 11 |
| 2.4 | ขนาดตะแกรงมาตรฐาน ASTM C33-03 | 14 |
| 2.5 | เปิดหน้าดินเพื่อเอา Topsoil ออกโดยการไ้ร่รถแบ็คโฮ เปิดหน้าดินจนถึงชั้นทราย | 16 |
| 2.6 | คูทรายแล้วส่งไปยังชั้นคอนค่อไปโดยใช้ปั้มส่งไปตามท่อ | 16 |
| 2.7 | แยกกรวดหรือก้อนหิน ที่มีขนาดใหญ่ออก | 17 |
| 2.8 | เมื่อผ่านการแยกกรวดหรือก้อนหิน ทรายจะถูกลำเลียงไปล้างครั้งที่ 1 | 17 |
| 2.9 | บ่อล้างทรายครั้งที่ 2 ขจัดสิ่งที้เจือปนที้มากับทราย | 18 |
| 2.10 | ไ้ร่รถแบ็คโฮ ทำการตักไปยังที่พักทราย | 18 |
| 2.11 | กองทรายไว้เพื่อรอการจำหน่าย | 19 |
| 2.12 | บริเวณที่คูทรายแม่น้ำเจ้าพระยา (จังหวัดชัยนาท) | 20 |
| 2.13 | ใช้เรือคูทรายแล้วส่งไปตามท่อ | 20 |
| 2.14 | ไ้ร่รถแบ็คโฮ นำทรายขึ้นมากองไว้บนฝั่ง | 21 |
| 2.15 | หลุมเททรายลงสายพาน ขนาด 1.00m x 1.00m | 21 |
| 2.16 | สายพานลำเลียงทรายขึ้นกอง | 22 |
| 2.17 | สายพานลำเลียงทรายขึ้นกอง | 22 |
| 2.18 | กองทรายเพื่อรอจำหน่าย | 23 |
| 2.19 | พื้นโรงงานที่เสียหายเนื่องจากการขัดสีของล้อรถเข็นที่ไ้ร่ภายในโรงงาน | 25 |
| 2.20 | สภาพผิวถนนที่เพิ่งไ้ใช้งานไ้ได้ไม่นาน แต่ซีกขวาเสียหายจากการขัดสีของล้อรถมากกว่าซีกซ้าย ซึ่งคาดว่เนื่องมาจากคุณภาพคอนกรีต(เกิดการเข้มมาก) หรือการก่อสร้างที่ไ้ไม่ได้มาตรฐาน (เทคอนกรีตในขณะที่ฝนตกเป็นต้น) | 25 |
| 2.21 | สภาพภายในท่อคอนกรีตสำหรับส่งน้ำ ที้กระแสน้ำมีความเร็วสูง ทำให้เกิดการขัดสีกัดผนังคอนกรีตอย่างรุนแรง ส่งผลให้ผิวหน้าของท่อคอนกรีตเกิดการสึกกร่อนเป็นบริเวณกว้าง | 26 |

สารบัญรูป(ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--------|------|
| 3.1 | 27 |
| 3.2 | 28 |
| 3.3 | 28 |
| 3.4 | 29 |
| 3.5 | 29 |
| 3.6 | 30 |
| 3.7 | 32 |
| 3.8 | 35 |
| 3.9 | 38 |
| 3.10 | 41 |
| 3.11 | 44 |
| 3.12 | 46 |
| 4.1 | 47 |
| 4.2 | 48 |
| 4.3 | 48 |
| 4.4 | 49 |
| 4.5 | 49 |
| 4.6 | 50 |
| 4.7 | 50 |
| 4.8 | 51 |
| 4.9 | 51 |
| 4.10 | 52 |
| 5.1 | 136 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในปัจจุบันคอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่คุณสมบัติมีความแข็งแรง ทนทานและมีราคาต่ำกว่าวัสดุประเภทอื่น จึงเป็นที่นิยมใช้คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างอาคาร โครงสร้างต่าง โดยทั่วไป กำลังของคอนกรีตขึ้นอยู่กับสัดส่วนในการผสมของวัสดุดิบ ซึ่งประกอบด้วย วัสดุมวลหยาบ (Coarse aggregate) ซึ่งได้แก่หินขนาดต่างๆ ซึ่งโดยมากจะใช้หินปูน (Lime stone) วัสดุมวลละเอียด (Fine aggregate) คือทราย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และน้ำสะอาด ผสมเข้าด้วยกันตามสัดส่วนที่เหมาะสม ทรายเป็นวัสดุส่วนที่สำคัญ คุณสมบัติของทรายที่มีผลต่อกำลังของคอนกรีตทรายที่ผสมคอนกรีต โดยปกติทั่วไปได้ทรายจากแม่น้ำ ล้าคลอง โดยมากับกระแสน้ำพัดพา ทรายที่พบและนำมาใช้งานมีการกำเนิดดังนี้

การเกิดแหล่งสะสมตัวของตะกอนทรายในทางด้านธรณีวิทยากล่าวไว้ว่าประกอบด้วยปัจจัย 5 ประการ ที่จะเป็นตัวชี้บอกถึงคุณสมบัติและปริมาณ คือ

1. หินต้นกำเนิด (Parent Material) ชนิดของวัสดุต้นกำเนิดมีอิทธิพลอย่างมากต่อชนิดและลักษณะของทรายที่แตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปแล้วหินต้นกำเนิดที่ให้ทรายได้แก่หิน Granite Sandstone และ Quartzite
2. สภาพภูมิประเทศ (Topography) ลักษณะและสภาพภูมิประเทศที่มีผลต่อชั้นของทราย คือพื้นที่ที่ลาดชันน้อยหรือเกือบเป็นที่ราบเพราะจะทำให้เกิดการตกตะกอนสะสมตัวสูง
3. ภูมิอากาศ (Climate) มีอิทธิพลต่อการสลายตัวของหินต้นกำเนิด (Parent Material) ทั้งทางตรงและทางอ้อม เพราะเป็นตัวควบคุมปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้น ในอากาศ แสงแดด หิมะ น้ำค้าง และอื่น ๆ
4. ระยะเวลา (Time) ระยะเวลาที่ใช้ในการกักกร่อน ผุพัง และทับถมมีความสำคัญต่อความหนาของชั้นทราย ที่เกิดการทับถมมานาน หรือมีระยะเวลาสร้างตัวนาน ชั้นของทรายและความหนาจะชัดเจน

5. อิทธิพลของสิ่งมีชีวิต พืชและสัตว์ในดินมีอิทธิพลในลักษณะต่างกัน เช่น ช่วยเพิ่มเติมอินทรีย์วัตถุเร่งสลายตัวเป็นทราย หรือช่วยป้องกันการกัดกร่อนและผุพัง แต่อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของสิ่งมีชีวิตเป็นปัจจัยที่มีผลต่อแหล่งสะสมตัวของทรายน้อยมาก

1.2 หลักการและเหตุผล

ธรณีวิทยาของพื้นที่ราบลุ่มของทุกภาคของประเทศไทย จากการศึกษาของ Mr.Moorman และ Rojanasoothon พบว่า ก่อนยุคเทอร์เชียรี จะถูกปกคลุมด้วยทะเลเกือบทั้งหมด และเมื่อการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของเปลือกโลกมีการยกตัวขึ้นและทะเลถอยร่น ทำให้บริเวณนี้ยกตัวเป็นแผ่นดินระยะเวลาของกระบวนการทางธรณีจะทำหน้าที่แปรเปลี่ยนสภาพภูมิประเทศต่าง ๆ ทำให้เกิดแอ่งสะสมตัวของตะกอน ต่อมาในต้นยุคควอเทอนารีซึ่งเป็นยุคต่อจากยุคเทอร์เชียรี ตามมาตรฐานทางธรณี พบว่าหินควอเทอนารีในพื้นที่เกิดจากตะกอนดินทรายและกรวดที่ยังไม่แข็งตัว (Unconsolidated Sediments) สะสมตัวตามแอ่งหรือที่ราบลุ่มต่าง ๆ ที่เริ่มสะสมตัว หรือบางแห่งเลยเข้าไปถึงปลายยุคเทอร์เชียรีจนถึงปัจจุบันพบแหล่งสะสมตัวของหินควอเทอนารี เมื่อหินต้นกำเนิด (Parent Materials) ถูกขบวนการกัดกร่อน (Erosion) ตามธรรมชาติจึงผุพังย่อยสลายเป็นตะกอนทรายหรือกรวดถูกพัดพาไปสะสมตัวยังพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยกว่า

ดังนั้น การสะสมตัวของตะกอนทราย กรวดในบริเวณที่ราบลุ่มทุกภาค เกิดจากการพัฒนาของแม่น้ำสายหลัก คือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแควกลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำป่าสัก และ แม่น้ำบางปะกง โดยกระบวนการที่มีอิทธิพลในการสะสมตัวของตะกอน ประกอบด้วย

- 1 การผุพัง (Weathering) ของหินต้นกำเนิด (Parent materials) จากกระบวนการตามธรรมชาติ
- 2 การพัดพา (Transportation) ตะกอนที่ย่อยสลายจะแขวนลอยไปตามแม่น้ำสายหลัก
- 3 การตกตะกอน (Sedimentation) ในพื้นที่ที่ลาดชันลดน้อยลง และเกิดการสะสมตัว (Deposit) เป็นแอ่งสะสมตะกอนทราย

1.3 แหล่งที่เกิดของทราย

ทรายธรรมชาติมีแหล่งที่เกิดอยู่ 2 ลักษณะด้วยกันคือ

1. ทรายบก หรือทรายบ่อ (Pit Sand or Bank Sand) เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เกิดจากการแตกแยกเสียหายชำรุดของหินทราย (Sand Stone) จะฝังอยู่ใต้พื้นดินเป็นแหล่งๆ ทรายชนิดนี้นิยมใช้มาก

ลักษณะของทรายบก มีลักษณะเป็นเหลี่ยม มีแฉ่มุมแข็งแรงดี เป็นทรายที่เหมาะสมแก่การผสมคอนกรีต เพราะการแทรกตัวของทรายจะทำให้เกิดช่องว่างของคอนกรีตลดน้อยลง จะได้คอนกรีตที่ดี

2. ทรายแม่น้ำ (River Sand) ทรายชนิดนี้ถูกภัยจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติพัดพาหรือนำมาจากที่อื่น รวมตัวกันอยู่ในแถบราบลุ่ม ตามท้องแม่น้ำ ถ้าคลองปัจจุบันใช้ทรายชนิดนี้มาก เพราะหาได้ง่ายกว่าทรายบก

ลักษณะของทรายแม่น้ำ มีลักษณะกลมเกลี้ยงสะอาด เนื่องจากการพัดพาของน้ำ ทำให้สิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับทรายตกลงระหว่างทาง นอกจากนี้ขณะที่ถูกพัดพามากับน้ำนั้น เม็ดทรายจะเกิดการเสียดสีกันจนกระทั่งเป็นทรายที่มีลักษณะกลมเกลี้ยง

ข้อเสีย ลักษณะกลมเกลี้ยงของทรายแม่น้ำ ทำให้การประสานกับส่วนผสมของปูนซีเมนต์ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้เกิดช่องว่าง

ชนิดของทราย

ในวงการก่อสร้างทั่วไป ทรายที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายนั้น ได้จากทรายแม่น้ำ มีอยู่ 3 ชนิดด้วยกัน คือ

1. ทรายหยาบ หรือที่เรียกว่า ทรายราชบุรี เป็นทรายเม็ดใหญ่ มีเหลี่ยม แฉ่มุมแข็งแรงดี เหมาะสำหรับใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตที่ต้องการด้านทานกำลังสูง เช่น โครงสร้างสะพาน อาคารที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ฐานราก เขื่อนกันดิน เป็นต้น ทรายชนิดนี้จะมีเปลือกหอยและเศษหินปะปนอยู่ เวลาจะใช้ต้องนำไปร่อนด้วยตะแกรงทำความสะอาดเสียก่อน

2. ทรายกลาง หรือที่เรียกว่า ทรายอ่างทอง เป็นทรายที่มีขนาดปานกลาง ไม่หยาบและไม่ละเอียดนัก เหมาะสำหรับงานปูนทั่วไป เช่น นำมาเป็นส่วนผสมของปูนก่อ สำหรับก่ออิฐ หรือใช้เทพื้นคอนกรีตที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก ทรายชนิดนี้เวลาจะใช้จะต้องร่อนเอาเปลือกหอยและสิ่งอื่นๆที่ไม่ต้องการออกเสียก่อน

3. ทรายละเอียด หรือที่เรียกว่า ทรายอยุธยา เป็นทรายเม็ดละเอียดมาก นำมาใช้กับงานที่ไม่ต้องใช้กำลังมากนัก เหมาะสำหรับนำมาเป็นส่วนผสมของปูนฉาบผิวหน้า ทำบัว ทำลวดลายต่างๆ ก่อนใช้จะต้องร่อนทรายเพื่อขจัดสิ่งต่างๆ ที่ไม่ต้องการออก

1.4 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง
- 1.4.2 กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของการทำโครงการ
- 1.4.3 ศึกษารายละเอียดของงานและเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง
- 1.4.4 ปฏิบัติการทดลอง
- 1.4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง
- 1.4.6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง
- 1.4.7 จัดทำรายงานและนำเสนอโครงการ

1.5 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของทรายบดแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี - ระยอง
2. เพื่อศึกษาถึงแหล่งผลิตของทรายบด ในจังหวัดชลบุรี - ระยอง
3. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของทรายบด ที่ได้จากแหล่งผลิต จังหวัดชลบุรี - ระยอง มีความเหมาะสมนำไปใช้งาน และต้องปรับปรุงส่วนผสมให้เหมาะสมกับการไปใช้งาน

1.6 ขอบเขตของโครงการ

1. ศึกษาคุณสมบัติของทรายที่ใช้งานคอนกรีต
2. ศึกษาข้อมูลในการหาแหล่งทรายบดโดยในจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยอง มาทดสอบหาคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM
3. ศึกษาการทดสอบคอนกรีตที่ใช้ทรายบดเป็นส่วนผสม และเปรียบเทียบกับคอนกรีตจากการใช้ทรายแม่น้ำเป็นส่วนผสม

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อหาคุณสมบัติของทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรีและระยอง
2. เพื่อศึกษากำลัังอัคของคอนกรีตที่ใช้ส่วนผสมของทรายบก จากแหล่งจังหวัดชลบุรีและระยองเป็นส่วนผสม และออกแบบสัดส่วนผสมคอนกรีตสำหรับนำไปใช้ในงานก่อสร้างอย่างเหมาะสม

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

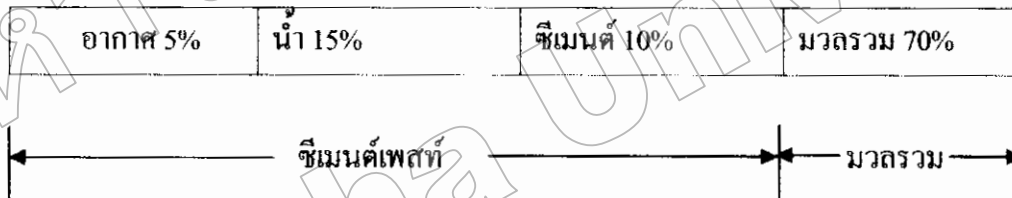
บทที่ 2

ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

คอนกรีตเป็นวัสดุที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมาใช้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักในงาน โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรงมากกว่าวัสดุธรรมชาติ หรือวัสดุกำลังสูงที่หายาก ดังนั้นคุณสมบัติของคอนกรีตต้องรับกำลังได้สูง มีความหนาแน่น ทึบน้ำ และทนทานต่อสภาพอากาศหรือการสึกกร่อนได้

2.1 คุณสมบัติของคอนกรีต

ธรรมชาติของเนื้อคอนกรีต อรุณ ชัยเสรี (9) ได้สรุปได้ว่าคอนกรีตประกอบด้วยส่วนที่หนึ่ง คือ ซีเมนต์เพสต์ (Cement Paste) เป็นส่วนผสมซีเมนต์ น้ำ และ อากาศ



ส่วนที่สอง คือ มวลรวม แยกเป็น 2 ส่วน

2.1.1 วัสดุผสมละเอียด (Fine Aggregate)

เป็นวัสดุที่มีขนาดเล็กกว่า 4.5 มม. หรือที่สามารถลอดผ่านตะแกรงร่อนมาตรฐานเบอร์ 4 เช่น ทรายธรรมชาติ หรือทรายที่ทำขึ้น

2.1.2 วัสดุผสมหยาบ (Coarse Aggregate)

เป็นวัสดุที่มีขนาดตั้งแต่ 4.5 มม. ขึ้นไป หรือไม่สามารถลอดผ่านตะแกรงร่อนมาตรฐานเบอร์ 4 เช่น หินย่อย กรวด

เนื่องจากในเนื้อคอนกรีตมีมวลรวมปนปริมาณสูงถึง 70% ดังนั้นวัสดุที่จะใช้เป็นมวลรวมเพื่อให้ได้คอนกรีตที่ดี จึงต้องมีคุณสมบัติที่แข็งแรง (Strength) ทนต่อการสึกกร่อน

(Abrasive Resistance) ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ มีความคงตัวต่อปฏิกิริยาทางเคมี (Chemical Stability) มีรูปร่างและผิวที่เหมาะสมต่อการควบคุมความสามารถเทได้ (Workability) สะอาด (Cleanness) และส่วนขนาดคละ (Gradation) ที่ดี ซึ่งคุณสมบัติของมวลรวมเหล่านี้จะเป็นผลให้คอนกรีตมีความแข็งแรง เนื้อแน่นสม่ำเสมอ ส่งผลคือโครงสร้างโดยตรง

2.2 คุณสมบัติโดยทั่วไปของทรายที่ผสมคอนกรีต

2.2.1 ขนาดคละ (Gradation)

ขนาดคละ คือ การกระจายของขนาดต่างๆ ของอนุภาคนับเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ สำหรับการกำหนดปริมาณของเนื้อซีเมนต์เพสต์ ที่ต้องการสำหรับคอนกรีตสด คอนกรีตจะมีราคาประหยัดเมื่อใช้เนื้อซีเมนต์เพสต์น้อยที่สุด ในการผลิตคอนกรีต โดยคุณสมบัติต่างๆ ของคอนกรีต เช่น ความสามารถในการเทได้, การทำให้แน่น, การปาดและการแต่งผิวหน้า, กำลั้งอัดและความทนทาน ยังเป็นไปตามข้อกำหนด

แผนภูมิคละ คือ การแสดงผลการวิเคราะห์ห้วงดูบนกระดาษกราฟ โดยให้แกนตั้งแสดงน้ำหนักร้อยละสะสมของวัสดุที่ค้ำง หรือผ่านตะแกรงแต่ละขนาด แกนนอนแสดงขนาดช่องเปิดของตะแกรง กระดาษกราฟที่ใช้ควรเป็นแบบ Semi - Log Scale โดย Log Scale บนแกนนอน โดยทั่วไปแผนภูมิมิขนาดคละจะประกอบด้วย กราฟขีดจำกัดล่าง ขีดจำกัดบน ตามข้อกำหนด และกราฟขนาดคละของมวลรวม

2.2.2 ปริมาณความชื้นและการดูดซึม (Moisture and Absorption)

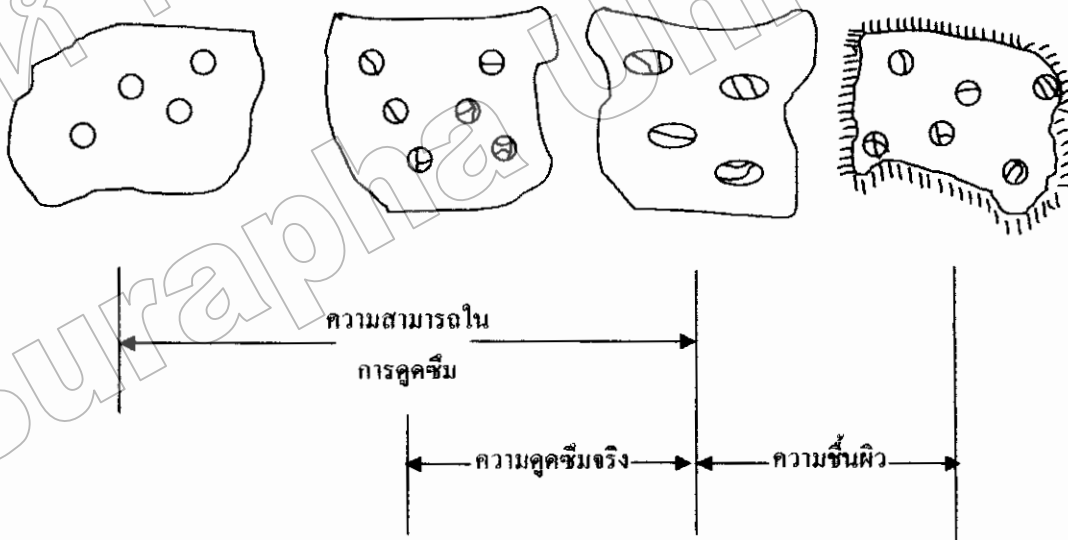
มวลรวมมีรูพรุนภายในบางส่วนที่ติดต่อกับผิวภายนอก ดังนั้นมวลรวมจึงสามารถดูดความชื้น นอกจากนี้บางส่วนยังสามารถเกาะบริเวณผิวของมวลรวม ดังนั้นมวลรวมที่เก็บอยู่ในสภาพธรรมชาติ จึงมีความชื้นต่างๆ กันไป สภาพความชื้นนี้มีผลต่ออัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ในส่วนผสมคอนกรีต คือหากมวลรวมอยู่ในสภาพแห้งก็จะดูดน้ำผสมเข้าไป ทำให้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์จริงลดลง หากเปียกชื้นก็ทำให้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์จริงสูงกว่าที่ควรจะเป็น

สภาพความชื้น

อาจแบ่งสภาพความชื้นออกได้เป็น 4 ลักษณะดังนี้

1. อบแห้ง (Oven - Dry, OD) ความชื้นถูกขับออกด้วยความร้อนในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส (ประมาณ 12 ชั่วโมง)
2. แห้งในอากาศ (Air - dry, AD) ผิวแห้ง แต่อาจมีน้ำอยู่ในรูพรุน
3. อิ่มตัวผิวแห้ง (Saturated - Surface - Dry, SSD) รูพรุนเต็มไปด้วยน้ำ แต่ผิวแห้ง
4. เปียก (Wet, W) รูพรุนเต็มไปด้วยน้ำ และมีน้ำบนผิวด้านนอกด้วย

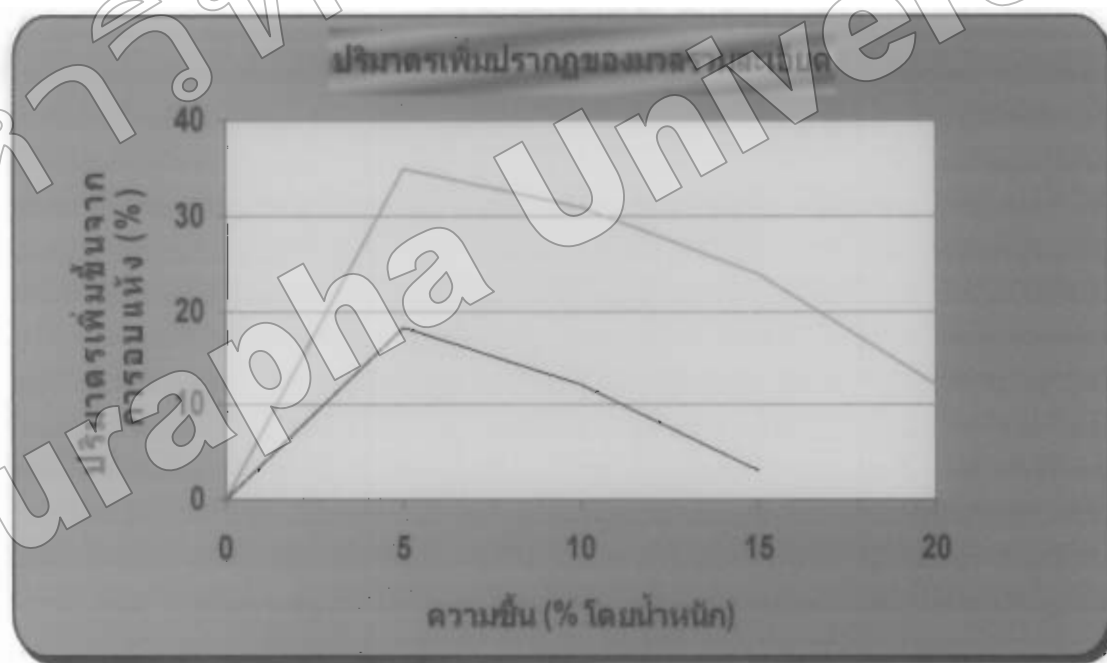
ในการคำนวณออกแบบส่วนผสมทุกครั้ง จะถือว่ามวลรวมอยู่ในสภาวะอิ่มตัวผิวแห้งนั้น เรียกว่า “ความสามารถในการดูดซึม” ผลต่างของความชื้นในลักษณะอิ่มตัวผิวแห้ง กับความชื้นในลักษณะแห้งด้วยอากาศเรียกว่า “การดูดซึม”



รูปที่ 2.1 สภาพความชื้นของมวลรวม

ปริมาณเพิ่มของทราย (Bulking of Sand)

ตามปกติมวลรวมทรายในสภาพเก็บรักษาจะอยู่ในสภาพ แห้งในอากาศ โดยมีปริมาณการดูดซึมน้ำจริงน้อยกว่า 1% ส่วนมวลรวมละเอียดมักจะเปียก และมีความชื้นบนผิวระหว่าง 3 – 5 % เหตุที่มวลรวมละเอียดมีปริมาณเพิ่มมากก็เพราะปริมาณน้ำที่เคลือบอยู่บนผิวอนุภาค นอกจากนี้ความตึงของผิวน้ำยังทำให้ความหนาของน้ำที่เคลือบผิวสูงขึ้น และผลักดันให้อนุภาคของมวลรวมละเอียดห่างออกจากกัน ซึ่งเรียกว่า Bulking ซึ่งมีผลให้การหาส่วนผสมคอนกรีตด้วยการตวงปริมาณในอากาศผิดพลาด เราจึงควรใช้วิธีชั่งน้ำหนักแทน และการหาหน่วยน้ำหนักของมวลรวมควรทำในสภาพอบแห้ง เพื่อเพิ่มปริมาณความชื้นบนผิวมวลละเอียดจนเปียก แร่หึ่งผิวจะหายไป ดังนั้นจึงมีปริมาตรลดลงเหมือนสภาพอบแห้ง



รูปที่ 2.2 ปริมาณการเพิ่มปรากฏของมวลละเอียด

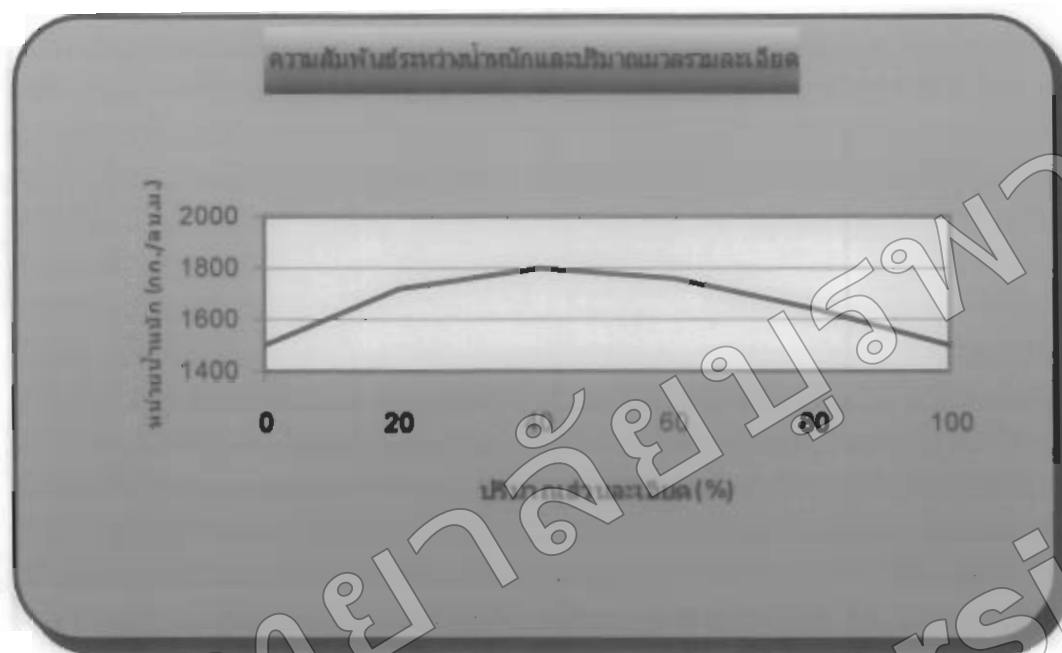
2.2.3 ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม คืออัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของมวลรวมต่อความหนาแน่นของน้ำ ความถ่วงจำเพาะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแร่ธาตุที่เป็นส่วนผสม และรูพรุนของก้อนวัสดุมวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียดที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในประเทศไทย จะมีค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.7 และ 2.65 ตามลำดับ ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตจะใช้ค่าความถ่วงจำเพาะในการแปลงปริมาตร เป็นน้ำหนัก หรือกลับกัน

i. หน่วยน้ำหนักและช่องว่าง (Unit Weight and Void)

หน่วยน้ำหนัก คือน้ำหนักของมวลรวมในขนาดผลที่ต่อการต่อหน่วยปริมาตรหน่วยน้ำหนัก จะบอกถึงปริมาตรและช่องว่างระหว่างมวลรวม ที่มีมวลรวมน้ำหนักหนึ่งๆ จะบรรจุลงได้ ดังนั้น หน่วยน้ำหนักย่อมขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของการบดอัด และสภาพความชื้นเราใช้น้ำหนักในการคำนวณหาปริมาตร เมื่อใช้วิธีตรงในการวัดส่วนผสมของคอนกรีต

หน่วยน้ำหนักของมวลรวมที่ใช้อยู่ทั่ว ๆ ไปในประเทศไทยมีค่า 1,400 – 1,600 กก./ลบ.เมตร การนำเอามวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียดมาผสมกันด้วยอัตราส่วนต่างๆ จะมีผลต่อหน่วยน้ำหนักของมวลรวมผสมดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหน่วยน้ำหนักสูงสุดเกิดขึ้นเมื่อใช้มวลรวมละเอียด 34 – 40% โดยน้ำหนัก ดังนั้นถ้าคำนึงถึงเฉพาะราคาคอนกรีต (ใช้ซีเมนต์เพสต์น้อยที่สุด) เราควรใช้เปอร์เซ็นต์ทรายในช่วงดังกล่าว แต่ในทางปฏิบัติต้องคำนึงถึงความสามารถในการเทได้ของคอนกรีต



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและปริมาณมวลรวมละเอียด

ii. ความคงทนต่อปฏิกิริยาเคมี (Chemical Stability)

มวลรวมจะต้องไม่ทำปฏิกิริยาเคมี กับปูนซีเมนต์ หรือกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ในบางพื้นที่มวลรวมบางประเภท จะทำปฏิกิริยากับด่าง (Alkaline) ในปูนซีเมนต์ เกิดเป็นฝุ่น และขยายตัวก่อให้เกิดรอยร้าว โดยทั่วไปในคอนกรีต ซึ่งเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Alkaline-Aggregate Reaction (AAR)

iii. สารอินทรีย์ที่เจือปนในทราย (Organic Impurities In Sand)

สารอินทรีย์จากพืชที่เจือปนอยู่ในทราย เช่น ตะไคร่น้ำ ใบไม้เน่า ฯลฯ เป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ เพราะจะทำให้คุณสมบัติของคอนกรีตเสียไปด้วย โดยอาจทำให้ซีเมนต์แข็งตัวช้าหรือไม่แข็งตัวเลยก็ได้ และบางทีจะทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงอย่างมาก การตรวจปริมาณสารอินทรีย์ในทรายอย่างคร่าวๆอาจใช้วิธีวัดความเข้มของสี (Colorimetric Test) ซึ่งทำได้โดยแช่ทรายขึ้นลงในน้ำยาไฮเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 3% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วเปรียบเทียบสีของน้ำยากับสีมาตรฐาน ทรายที่ปราศจากสารอินทรีย์ จะให้สีของ

สารละลายไฮโดรอกไซด์หรือสีย้อมอื่น ๆ แต่ถ้าสารละลายให้สีระหว่างสีเหลืองอ่อนกับสีน้ำตาล แสดงว่าอาจจะมีสารอินทรีย์ค่อนข้างมาก

iv. การหาปริมาณฝุ่นละเอียด (Silt) ในทราย

ทรายที่มีพวกโคลน หรือผงฝุ่นละเอียดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ปะปนอยู่ อาจเป็นเหตุให้คอนกรีตที่แข็งตัวแล้วเสื่อมคุณภาพ แต่กร้าวมเนื่องจากหาคัดตัวอาคารยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ด้วยเหตุนี้จึงมีข้อกำหนดจำกัดปริมาณของวัสดุเหล่านี้

v. การพองตัวของทราย (Bulking Sand)

การทำให้คอนกรีตมีคุณภาพที่ดี สิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ สัดส่วนการผสม ซึ่ง ทราย ที่เป็นวัสดุผสมละเอียดก็เป็นส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญ ต้องมีการจัดให้ได้สัดส่วนที่พอดีหรือมีการควบคุมกำหนดของสัดส่วนผสม ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ แบบแรก ควบคุมแบบการชั่ง น้ำหนัก แบบหลัง เป็นแบบตวง โดยปริมาตร การตวงแบบแรกให้ค่า ส่วนผสมที่ใกล้เคียงกับสัดส่วนผสมที่แท้จริงได้ ส่วนแบบหลังจำนวนของทรายอาจจะน้อยไปจากความเป็นจริงได้มาก เนื่องจากปริมาณของความชื้นที่มีอยู่ในทรายจะทำให้เม็ดทรายของแต่ละเม็ดแยกตัวห่างออกจากกันเพราะความชื้นเข้าไปแทรก โดยความชื้นจะเข้าไปเคลือบอยู่รอบๆ เม็ดทราย ทำให้เกิดเป็นช่องว่างระหว่างเม็ดทราย นั่นก็คือทำให้ทรายเกิดการ "พองตัว" ขึ้นมานั่นเอง ซึ่งเป็นส่วนให้ตวงทรายแล้วไม่ได้จำนวนทรายเท่าที่ควร เพราะทรายจะเต็มภาชนะตวงก่อน ถ้าเป็นทรายหยาบเมื่อตวงแล้วอาจจะขาดทรายไปถึง 25 เปอร์เซ็นต์ และถ้าเป็นทรายละเอียดอาจขาดถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ฉะนั้นเมื่อผสมคอนกรีตก็ ต้องมีการเพิ่มทรายของส่วนที่ขาดไปเนื่องจากพองตัวนี้ด้วย ดังที่กล่าวมาแล้วการพองตัวของ ทรายจะเกิดขึ้นเมื่อทรายมีความชื้น แต่ถ้าทรายไม่มีความชื้นหรือมีแต่น้อยมาก นั่นคือเมื่อ ทรายแห้งทรายจะเรียงตัวกันแน่นจนเหลือช่องว่างน้อยที่สุดจะไม่ทำให้ทรายเกิดการพองตัว ขึ้นมา และอีกสภาพหนึ่งที่ทำให้ทรายเรียงตัวกันแน่นก็คือ เมื่อทรายอมน้ำเต็มที หมายถึง ทรายที่มีน้ำอยู่เต็ม หรือทรายที่จมอยู่ในน้ำนั่นเอง ซึ่งในการทดสอบจะใช้วิธีให้ทราย ตัวอย่างเรียงตัวกันแน่น โดยให้จมอยู่ในน้ำ เพราะสามารถทำได้ง่ายรวดเร็วและสะดวกกว่า แบบที่ทำให้ทรายตัวอย่างนั้นแห้ง ซึ่งในการออกแบบสัดส่วนผสมคอนกรีตจะคิดว่าทราย

นั้นไม่มีการพองตัว การหาการพองตัวของทรายควรทำทุกครั้ง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นของทราย เช่น จากฝน เป็นต้น และเมื่อเปลี่ยนมาใช้ทรายจากแหล่งใหม่

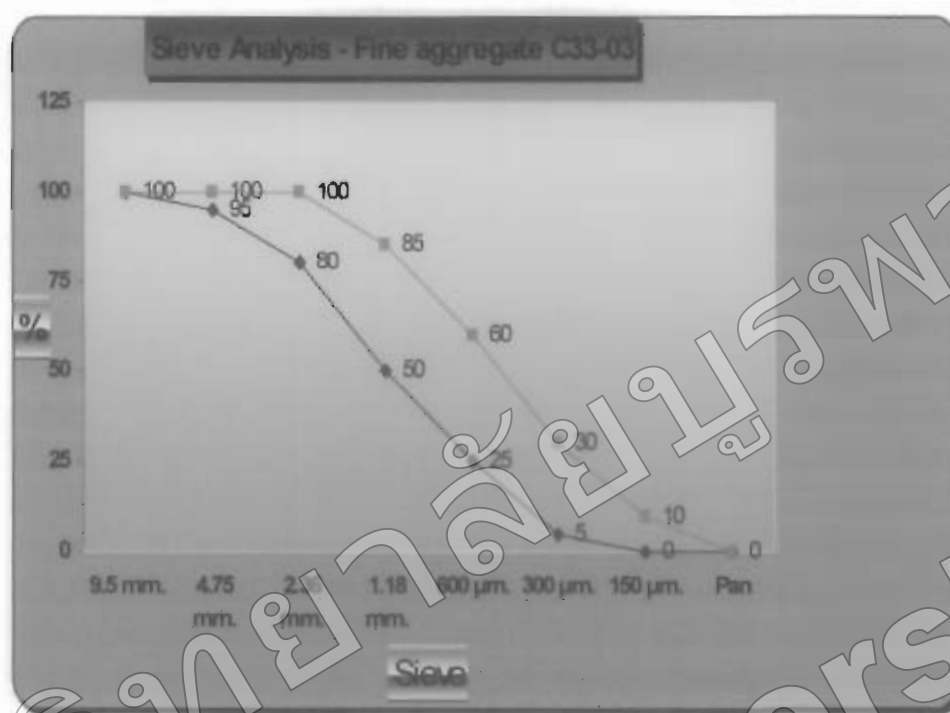
2.3 คุณสมบัติของวัสดุผสมละเอียด ตามมาตรฐานต่างๆ

วัสดุผสมละเอียดมีความสำคัญในงานคอนกรีต จึงมีหลายหน่วยงานกำหนดมาตรฐานวัสดุ ผสมละเอียด ที่เหมาะสมกับงานคอนกรีต ได้แก่ The American Society For Testing and Material (ASTM)

2.3.1 มาตรฐานอเมริกัน (The American Society for Testing and Material ASTM : C33-90) ตามตาราง2.1

ตารางที่ 2.1 วัสดุผสมคอนกรีต (ข้อมูลจาก ASTM : C33-03)

| ขนาดตะแกรงร่อน (มม.) | ร้อยละผ่านโดยน้ำหนัก |
|--------------------------|----------------------|
| 9.5mm 3/8 ๓ | 100 |
| 4.75 mm NO.4 | 95-100 |
| 2.36 mm NO.8 | 80-100 |
| 1.18 mm NO.16 | 50-85 |
| 600 μm NO.30 | 25-60 |
| 300 μm NO.50 | 5-30 |
| 150 μm NO.100 | 0-10 |



รูปที่ 2.4 ขนาดตะแกรงมาตรฐาน ASTM C33-03

2.3.2 คุณสมบัติ (General Characteristics)

วัสดุผสมละเอียด จะต้องเป็นทรายธรรมชาติ (Natural Sand), ทรายจากขบวนการผลิต (Manufactured Sand) หรือวัสดุผสม (Combination) และยอมให้วัสดุเจือปนตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 วัสดุเจือปน (ข้อมูลจาก ASTM: C33-90)

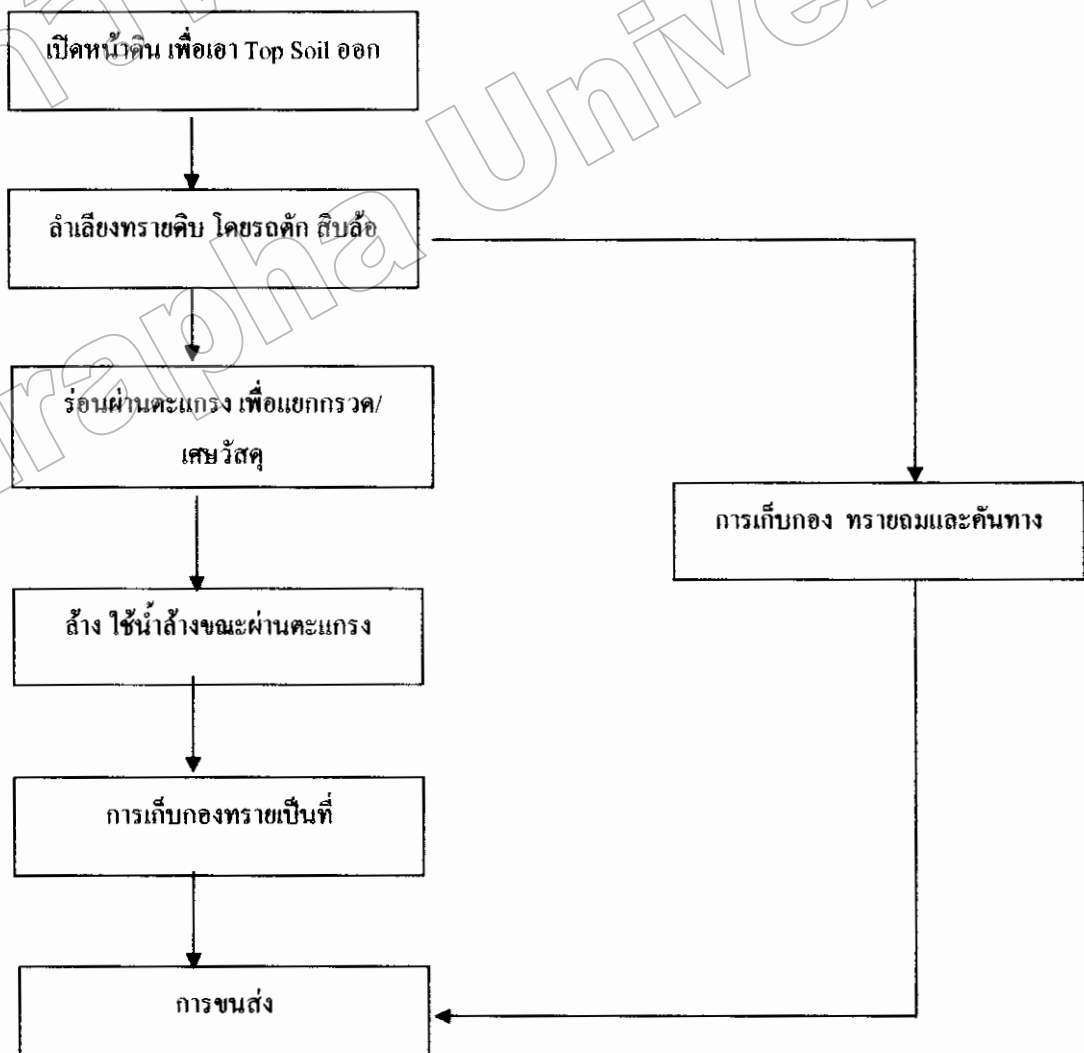
| วัสดุเจือปน | วัสดุเจือปน ร้อยละ โดยน้ำหนักไม่เกิน |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 ดินเหนียวหรือวัสดุอ่อน | 3.0 |
| 2 วัสดุที่ทดสอบผ่านตะแกรงเบอร์ 200 | 3.0 |
| คอนกรีตที่ต้องทนการขัดสี | 5.0 |
| คอนกรีตทั่วไป | |
| 3 ถ่านหินและลิกไนต์คอนกรีตเปลือย | 0.5 |
| คอนกรีตทั่วไป | 1.0 |

2.4 กรรมวิธีและกระบวนการผลิตทรายบด

กรรมวิธีการผลิตทรายบด

แหล่งทรายบด เป็นแหล่งสะสมตัวของชั้นทรายที่มีหน้าดินปิดทับไว้ (Topsoil) ตามกรรมวิธีการผลิตจะต้องทำการเปิดหน้าดินให้ถึงชั้นทรายและบางแห่งชั้นทรายชั้นแรกมีคุณภาพไม่เหมาะสมกับงานคอนกรีต ผู้ประกอบการจะมักนำไปใช้ในงานด้านอื่นๆ เช่น งานคันทางถนน งานถมปรับระดับ เป็นต้น ทรายที่มีคุณภาพใกล้เคียงในงานคุณภาพคอนกรีตแต่มีวัสดุอื่นที่เกิดจากกระบวนการสลายตัว และทับถมตามธรรมชาติปะปนจึงต้องมีการล้างวัสดุที่ไม่ต้องการออก และการคัดขนาดเพื่อให้ได้ขนาดคละตามเกณฑ์มาตรฐานของทรายที่ใช้งานคอนกรีต ดังนั้นต้องมีกระบวนการผลิตทราย ดังนี้

ขั้นตอนในการผลิตทรายบดจากแหล่งขลบุรีและระยอง





รูปที่ 2.5 เปิดหน้าดินเพื่อเอา Topsoil ออกโดยการไถรถแบ็กโฮเปิดหน้าดินจนถึงชั้นทราย



รูปที่ 2.6 ดูกทรายแล้วส่งไปยังชั้นคอนกรีต โดยใช้ไม้ส่งไปตามท่อ



รูปที่ 2.7 แยกกรวดหรือก้อนหินที่มีขนาดใหญ่ออก



รูปที่ 2.8 เมื่อผ่านการแยกกรวดหรือก้อนหิน ทรายจะถูกดำเลียงไปข้างครั้งที่ 1.



รูปที่ 2.9 บ่อล้างทรายครั้งที่ 2 ขจัดสิ่งที่ไม่ดีปนที่มากับทราย



รูปที่ 2.10 ใช้รถแบ็คโฮ ทำการตักไปยังที่พักทราย



รูปที่ 2.11 กองทรายไว้เพื่อรอการใช้หน้าข

ขั้นตอนการผลิตทรายแม่น้ำ

ทรายชนิดนี้มีอยู่ทั่ว ๆ ไปในที่ราบลุ่มของแม่น้ำ ทรายชนิดนี้เกิดจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ โดยกระแสน้ำได้พัดพาทรายจากที่ต่าง ๆ มาตกตะกอนรวมกันในพื้นที่ราบลุ่มที่เป็นที่รวมของทราย

ขนาดของทราย

ในการก่อสร้างทั่ว ๆ ไป ทรายแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. ทรายหยาบ เป็นทรายที่มีเม็ดใหญ่ มีเหลี่ยมคม และแข็งแรงดีมาก เหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการความแข็งแรงมาก ๆ
2. ทรายกลาง เป็นทรายที่มีขนาดเล็กกว่าทรายหยาบลงมา เป็นทรายที่เหมาะสมสำหรับงานปูนทั่วไป เช่น งานก่ออิฐถือปูน พื้นบ้าน ทางเท้า
3. ทรายละเอียด เป็นทรายที่มีขนาดเม็ดเล็กมาก เหมาะสำหรับงานปูนฉาบ ทำบัว



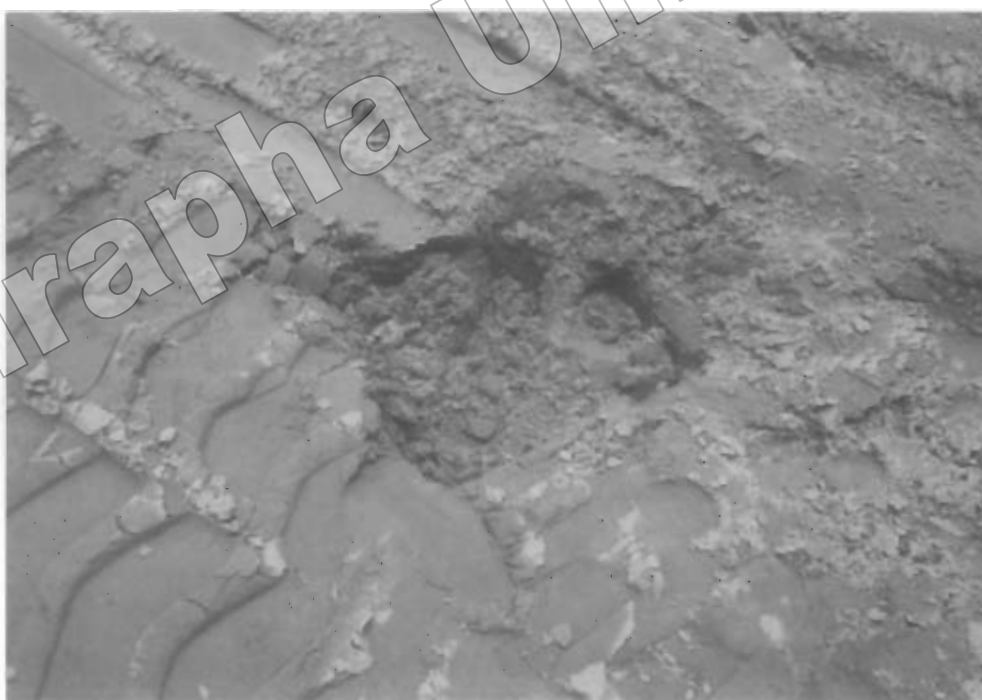
รูปที่ 2.12 บริเวณที่ตดทรายแม่น้ำเจ้าพระยา (จังหวัดชัยนาท)



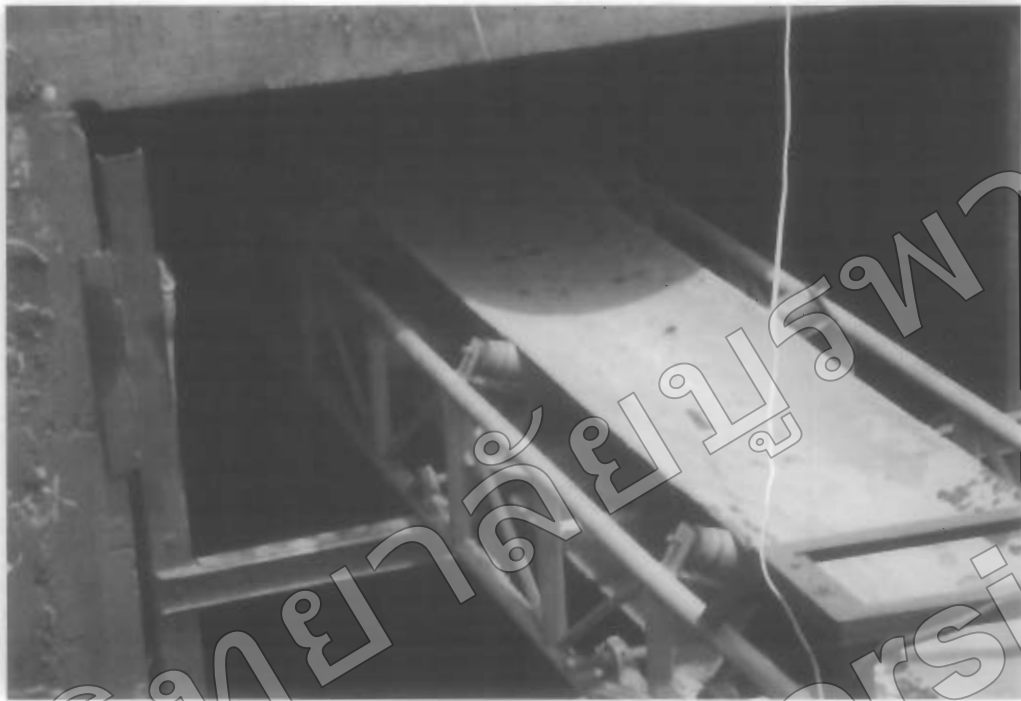
รูปที่ 2.13 ไซ้เรือตดทรายแล้วส่งไปตามท่อ



รูปที่ 2.14 ใช้รถแบ็คโฮ นำทรายขึ้นมาจากขังไว้บนฝั่ง



รูปที่ 2.15 หตุมทรายลงสายพาน ขนาด 1.00m x 1.00m



รูปที่ 2.16 สายพานลำเลียงทรายขึ้นกอง



รูปที่ 2.17 สายพานลำเลียงทรายขึ้นกอง



รูปที่ 2.18 กองทรายเพื่อรองรับน้ำ

2.5 ลักษณะการแตกออกของผิวคอนกรีตที่ใช้ทางยาวเป็นช่วงผสม

คอนกรีตจะถูกกระทำให้สึกกร่อนทางกลได้เป็น 3 ลักษณะหลัก คือ การขัดสี (Abrasion) การชะด้วยกระแสน้ำและกรวดทราย (Erosion) และ การแตกตัวของฟองอากาศในน้ำ (Cavitation) การขัดสี (Abrasion) ผิวคอนกรีตจะสึกกร่อนจากการขัดสีในหลายลักษณะเช่น การเลื่อนไถล (Sliding) การขูดถู ขูด ขีด ครูด (Scraping) การกระทบกระแทกแบบเฉียด (Percussion) การขัดสีที่ถ่ายเทจากยางล้อรถยนต์ไปสู่ผิวถนนจากการเร่งความเร็ว ชะลอความเร็วหรือห้ามล้อ เป็นต้น

การชะด้วยกระแสน้ำและกรวดทราย (Erosion) เป็นการสึกกร่อนของผิวคอนกรีตที่เกิดขึ้นจากกระแสน้ำที่ไหลผ่าน หรือเมื่อกกรวดทรายที่ถูกพัดพามาด้วยกับกระแสน้ำ อัตราการสึกกร่อนของผิวคอนกรีตจะมีความรุนแรง ถ้ากระแสน้ำมีความเร็วสูง รูปร่างของกรวดทรายมีเหลี่ยมคม มีขนาดใหญ่ มีความแข็งแรง และมีน้ำหนักมาก ตัวอย่างของโครงสร้างที่มักเกิดปัญหาการชะด้วยกระแสน้ำและกรวดทราย เช่น ผิวคอนกรีตท้ายเขื่อน ทางน้ำต้นคอนกรีตลาดคลอง และทางน้ำต่างๆ เป็นต้น

การแตกตัวของฟองอากาศ (Cavitation) เป็นการสีกกร่อนของผิวคอนกรีตที่เกิดการแตกตัวหรือระเบิดของฟองอากาศที่อยู่ในน้ำ ซึ่งจะมีความถี่สูง ฟองอากาศเหล่านี้จะเกิดขึ้นจากการไหลของกระแสน้ำที่มีความเร็วสูง ลักษณะของการสีกกร่อนก็จะเป็นลักษณะของการเกิดหลุมบ่อที่มีขนาดเล็กบนพื้นผิวของคอนกรีต และถ้ารุนแรงก็สามารถที่จะทำให้มวลรวมหลุดออกจากพื้นผิวคอนกรีตได้

การป้องกันการสีกกร่อน

การสีกกร่อนทั้ง 3 ลักษณะนั้น มีวิธีที่ช่วยบรรเทาปัญหาให้น้อยลงได้ดังต่อไปนี้

- ใช้คอนกรีตที่มีกำลังสูง เขย่าคอนกรีตให้ทั่วถึง
- ควบคุมคุณภาพของคอนกรีตบริเวณผิวให้ดี เช่น ไม่ให้มีการเข้มน้ำมาก เพราะจะทำให้ผิวคอนกรีตมีกำลังต่ำ
- บ่มคอนกรีตให้ดี ซึ่งในบางมาตรฐานได้กำหนดให้บ่มคอนกรีตชนิดที่ต้องดำเนินการสีกกร่อนประเภทนี้ให้นานเป็น 2 เท่า ของคอนกรีตทั่วไป
- ไม่ควรออกแบบให้คอนกรีตมีปริมาณเพสต์มากเกินไป
- ใช้มวลรวมที่มีความแข็งสูง ทำให้ดำเนินการจัดสีได้ดี
- พยายามลดความเร็วของกระแสน้ำลง เช่น โดยโครงสร้าง Break Water หรือปรับแต่งความลาดเอียงของทางน้ำให้เหมาะสม เป็นต้น
- การใช้ Polymer เส้นใยเหล็ก หรือการเคลือบผิวคอนกรีต (Coating) จะช่วยเพิ่มความต้านทานของผิวคอนกรีตต่อการสีกกร่อน แต่ก็จะมีค่าใช้จ่ายสูงด้วย

ตัวอย่างความเสียหายเนื่องจากการสึกกร่อนของคอนกรีต



รูปที่ 2.19 พื้นโรงงานที่เสียหายเนื่องจากการขัดสีของล้อรถเงินที่ใช้ภายในโรงงาน



รูปที่ 2.20 สภาพผิวคอนกรีตที่เพิ่งใช้งานได้ไม่นาน แต่ซีกรวดเสียหายจากการขัดสีของล้อรถมากกว่าซีกรวด ซึ่งคาดว่าเนื่องมาจากคุณภาพคอนกรีต(เกิดการเข้มนมาก) หรือการก่อสร้างที่ไม่มาตรฐาน (เทคอนกรีต ในขณะที่ฝนตกเป็นต้น)



รูปที่ 2.21 สภาพภายในท่อคอนกรีตสำหรับส่งน้ำ ที่กระแสน้ำมีความเร็วสูง ทำให้เกิดการกัดสีกัดผนังคอนกรีตอย่างรุนแรง ส่งผลให้ผิวหน้าของท่อคอนกรีตเกิดการสึกกร่อนเป็นบริเวณกว้าง

2.6 อัตรการใช้ทรายในจังหวัดชลบุรีและระยอง

การควบคุมปริมาณการใช้ทรายในจังหวัดชลบุรี - ระยอง ไม่มีการสามารถการควบคุมการใช้ทรายได้เพราะ ในจังหวัดชลบุรีและระยองเป็นเขตก่อสร้าง เช่น โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนครจังหวัดชลบุรี นิคมอุตสาหกรรมบ่อวิน บ้านจัดสรร อาคารสูง โรงแรมเป็นต้น ทรายที่ใช้ในการก่อสร้างในเขตจังหวัดชลบุรี- ระยอง ส่วนใหญ่มาจากบ่อทราย 8 บ่อ ซึ่งได้คัดเลือกเป็นแหล่งของตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคุณสมบัติในงาน โครงงานนี้ เนื่องจากมีโครงการก่อสร้างมากจึงทำให้การจัดหาทรายไม่ทันต่อการใช้งาน

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 แบบหล่อรูปทรงกระบอก

3.1.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.1.3 เครื่องผสมคอนกรีต

3.1.4 เครื่องทดสอบแรงอัด (Compression Machine) ขนาด 300 ตัน ยี่ห้อ E.L.E.

3.1.5 บ่อน้ำสำหรับบ่มคอนกรีตที่อายุ 7, 14, 28 วัน

3.1.6 ทรายบกร้อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4

3.1.7 ไม้ค้ำที่มีขนาดใหญ่สุด 19 มม.

3.1.8 น้ำสะอาด

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองตามมาตรฐาน ASTM C33 -03



รูปที่ 3.1 แบบหล่อรูปทรงกระบอก



รูปที่ 3.2 เครื่องซังน้ำหนัก



รูปที่ 3.3 เครื่องผสมคอนกรีต



รูปที่ 3.4 เครื่องทดสอบกำลังอัดคอนกรีต ขนาด 300 kN



รูปที่ 3.5 เครื่องทดสอบคุณสมบัติของหิน



รูปที่ 3.6 เครื่องทดสอบหาสัดส่วนตะกอนของมวลรวมละเอียด

3.3 ขั้นตอนการทดสอบหาคุณสมบัติของทราย

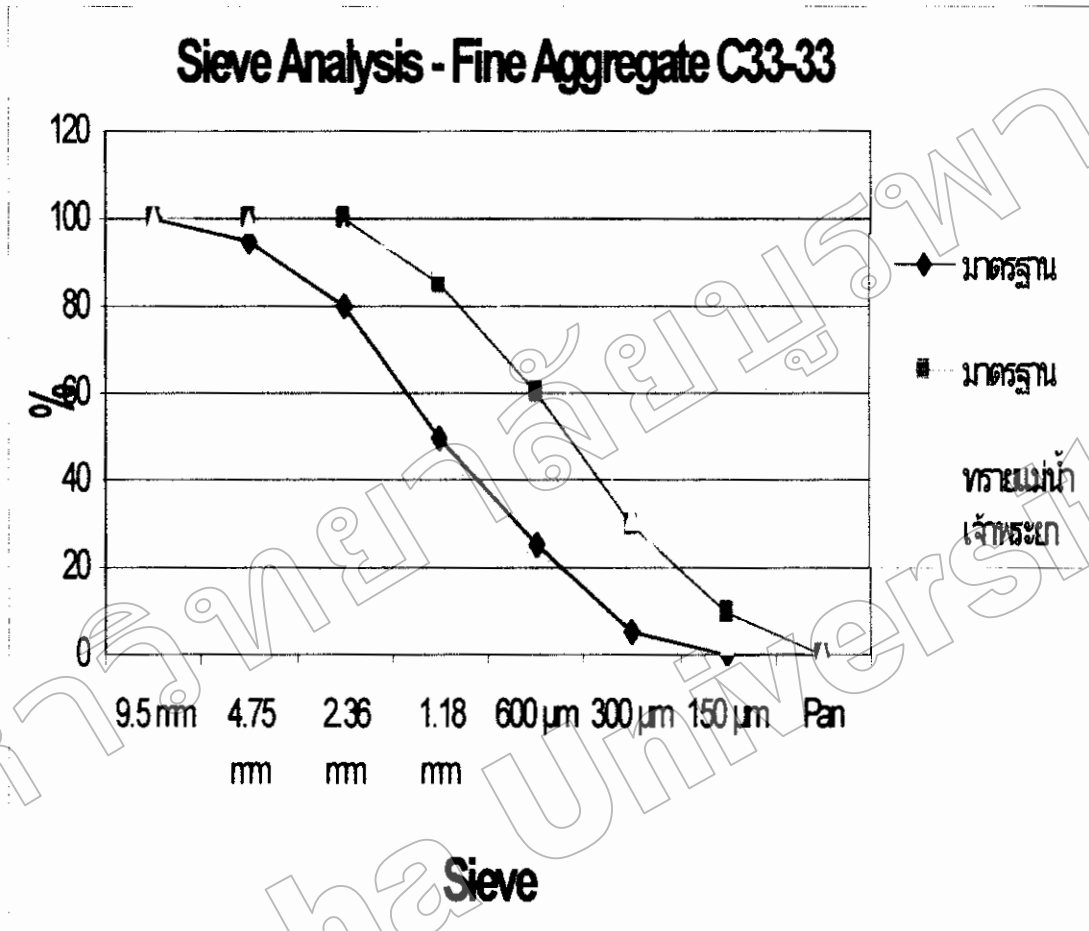
- 3.3.1 เตรียมทรายที่จะมาทำการทดสอบทั้งทรายบกและ ทรายแม่น้ำ
- 3.3.2 ทำการอบให้ครบ 24 ชม.
- 3.3.3 เตรียมตะแกรงของแต่ละเบอร์ ที่จะทำการร่อนหาสัดส่วนตะกอน
- 3.3.4 ติดตั้งชุดอุปกรณ์เข้ากับเครื่อง Sieve
- 3.3.5 นำทรายไปชั่งน้ำหนัก เป็นปริมาณ 300 กรัม
- 3.3.6 นำตะแกรง ไปชั่งน้ำหนักทุกเบอร์ ทำการจดบันทึกค่า
- 3.3.7 นำทรายที่ชั่งน้ำหนักมาร่อนผ่านตะแกรงแต่ละเบอร์ประมาณ 10 – 15 นาที
- 3.3.8 นำทรายที่ค้างบนตะแกรงแต่ละเบอร์ มาชั่งน้ำหนักและเขียนกราฟ

3.4 ทดสอบคุณสมบัติของทราย

ตารางที่ 3.1 ขนาดคละของทรายแม่น้ำเจ้าพระยา (จังหวัดชัยนาท)

| ขนาด ตะแกรง | น้ำหนัก ตะแกรง เปล่า (g) | น้ำหนัก ทรายที่ ค้างบน ตะแกรง (g) | ร้อยละที่ ค้างบน ตะแกรง (%) | ร้อยละ สะสมที่ ค้างบน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละ สะสมที่ ผ่าน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละสะสมที่ผ่าน ตะแกรงขนาดต่างๆ (ASTM) (%) | |
|----------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|---|---|--|-----------------|
| | | | | | | Fine limit | Coarse limit |
| 9.5 mm. | 500.6 | 500.6 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 4.75mm. | 499 | 501.3 | 0.76 | 0.76 | 99.24 | 95 | 100 |
| 2.36mm. | 439.6 | 446.5 | 2.3 | 3.06 | 96.94 | 80 | 100 |
| 1.18mm. | 432.9 | 455.8 | 7.6 | 10.66 | 89.34 | 50 | 85 |
| 600µm. | 399.4 | 446.8 | 15.8 | 26.46 | 73.54 | 50 | 60 |
| 300µm. | 356.7 | 484.3 | 45.51 | 68.97 | 31.03 | 5 | 30 |
| 150µm. | 336.6 | 422.5 | 28.63 | 97.6 | 2.4 | 0 | 10 |
| Pan | 363.8 | 371.2 | 2.4 | 100 | 0 | - | - |
| รวม | - | 3,629 | 100 | - | - | - | - |

กราฟแสดงการเปรียบเทียบทรายแม่น้ำเจ้าพระยาแหล่งจังหวัดชัยนาท



รูปที่ 3.7 คุณสมบัติของทรายแม่น้ำเจ้าพระยา จากแหล่ง จังหวัดชัยนาท

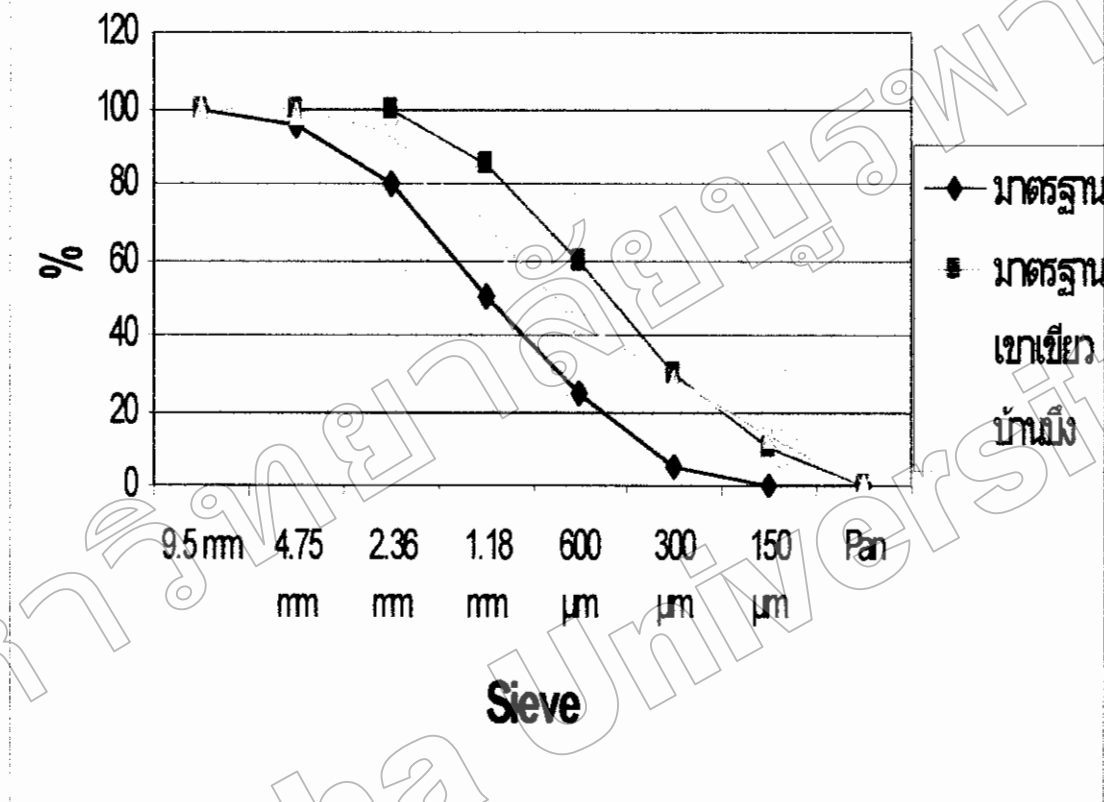
ตารางที่ 3.2 ขนาดผลของทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี (เขาเขียว)

| ขนาด ตะแกรง | น้ำหนัก ตะแกรง เปล่า (g) | น้ำหนัก ทรายที่ ค้างบน ตะแกรง (g) | ร้อยละที่ ค้างบน ตะแกรง (%) | ร้อยละ สะสมที่ ค้างบน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละ สะสมที่ ผ่าน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละสะสมที่ผ่าน ตะแกรงขนาดต่างๆ (ASTM) (%) | |
|----------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|---|---|--|-----------------|
| | | | | | | Fine limit | Coarse limit |
| 9.5 mm. | 500.1 | 500.5 | 0.46 | 0.46 | 100 | 100 | 100 |
| 4.75mm. | 497.9 | 502 | 1.36 | 1.82 | 98.18 | 95 | 100 |
| 2.36mm. | 439.3 | 465.5 | 8.73 | 10.55 | 89.45 | 80 | 100 |
| 1.18mm. | 432.3 | 508.4 | 25.36 | 35.91 | 64.09 | 50 | 85 |
| 600 μ m. | 359.9 | 421.2 | 20.43 | 56.34 | 43.66 | 50 | 60 |
| 300 μ m. | 356.4 | 403.4 | 15.66 | 72 | 28 | 5 | 30 |
| 150 μ m. | 336.1 | 379 | 14.30 | 86.30 | 13.7 | 0 | 10 |
| Pan | 278.7 | 319.6 | 13.30 | 100 | 0 | - | - |
| รวม | - | 3,399.6 | 100 | - | - | - | - |

ตารางที่ 3.3 ขนาดกะของทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี (อ.บ้านบึง)

| ขนาด ตะแกรง | น้ำหนัก ตะแกรง เปล่า (g) | น้ำหนัก ทรายที่ ค้างบน ตะแกรง (g) | ร้อยละที่ ค้างบน ตะแกรง (%) | ร้อยละ สะสมที่ ค้างบน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละ สะสมที่ ผ่าน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละสะสมที่ผ่าน ตะแกรงขนาดต่างๆ (ASTM) (%) | |
|----------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|---|---|--|-----------------|
| | | | | | | Fine limit | Coarse limit |
| 9.5 mm. | 500.6 | 501.7 | 0.37 | 0.37 | 99.63 | 100 | 100 |
| 4.75mm. | 499 | 500.4 | 0.46 | 0.83 | 99.17 | 95 | 100 |
| 2.36mm. | 439.6 | 456.9 | 5.76 | 6.59 | 93.14 | 80 | 100 |
| 1.18mm. | 432.9 | 506.8 | 24.64 | 31.23 | 68.79 | 50 | 85 |
| 600 μ m. | 399.4 | 464.3 | 21.64 | 52.87 | 43.13 | 50 | 60 |
| 300 μ m. | 356.7 | 412.1 | 18.82 | 71.69 | 28.31 | 5 | 30 |
| 150 μ m. | 336.6 | 381.4 | 14.92 | 86.64 | 13.37 | 0 | 10 |
| Pan | 363.8 | 402.2 | 12.8 | 100 | 0 | - | - |
| รวม | - | 3,626.8 | 100 | - | - | - | - |

Sieve Analysis - Fine Aggregate C33-33



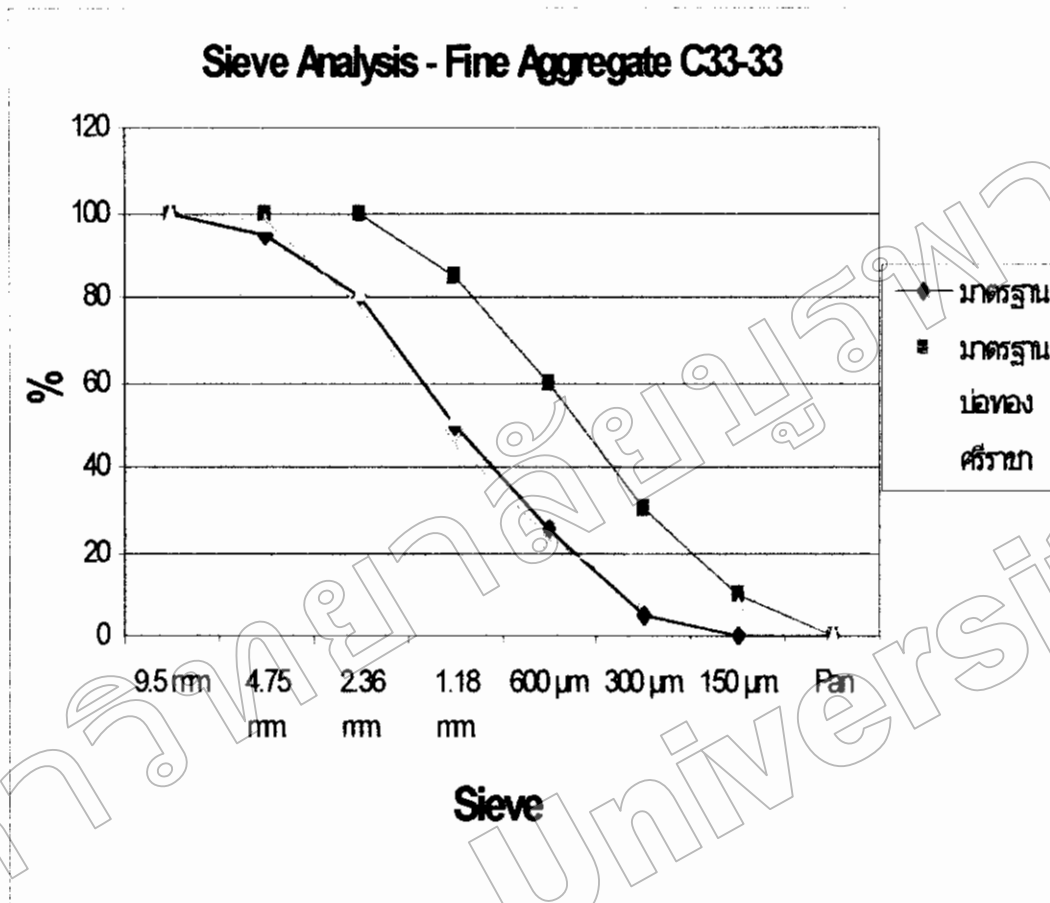
รูปที่ 3.8 คุณสมบัติของทรายบดจากแหล่ง เขียว และ อ.บ้านมิ่ง (จังหวัดชลบุรี)

ตารางที่ 3.4 ขนาดละเอียดของทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี (อ.ปอทอง)

| ขนาดตะแกรง | น้ำหนัก ตะแกรง เปล่า (g) | น้ำหนัก ทรายที่ ค้างบน ตะแกรง (g) | ร้อยละที่ ค้างบน ตะแกรง (%) | ร้อยละ | ร้อยละ | ร้อยละสะสมที่ผ่าน ตะแกรงขนาดต่างๆ (ASTM) (%) | |
|--------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|---|---|--|-----------------|
| | | | | สะสมที่ ค้างบน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | สะสมที่ ผ่าน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | Fine limit | Coarse limit |
| 9.5 mm. | 500.6 | 500.6 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 4.75mm. | 499 | 505.6 | 2.2 | 2.2 | 97.8 | 95 | 100 |
| 2.36mm. | 439.6 | 488.7 | 16.40 | 18.6 | 81.4 | 80 | 100 |
| 1.18mm. | 432.9 | 522.3 | 29.8 | 48.6 | 51.6 | 50 | 85 |
| 600 μ m. | 399.4 | 453.5 | 19.02 | 67.42 | 32.55 | 50 | 60 |
| 300 μ m. | 356.7 | 402.4 | 15.23 | 82.65 | 17.35 | 5 | 30 |
| 150 μ m. | 336.6 | 366.6 | 10 | 92.65 | 7.35 | 0 | 10 |
| Pan | 363.8 | 385.6 | 7.27 | 100 | 0 | - | - |
| รวม | - | 3,625.2 | 100 | - | - | - | - |

ตารางที่ 3.5 ขนาดคละของทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี (อ.ศรีราชา)

| ขนาด ตะแกรง | น้ำหนัก ตะแกรง เปล่า (g) | น้ำหนัก ทรายที่ ค้างบน ตะแกรง (g) | ร้อยละที่ ค้างบน ตะแกรง (%) | ร้อยละ สะสมที่ ค้างบน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละ สะสมที่ ผ่าน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละสะสมที่ผ่าน ตะแกรงขนาดต่างๆ (ASTM) (%) | |
|----------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|---|---|--|-----|
| | | | | Fine limit | Coarse limit | | |
| 9.5 mm. | 500.6 | 500.6 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 4.75mm. | 499 | 505 | 2 | 2 | 98 | 95 | 100 |
| 2.36mm. | 439.6 | 499.5 | 19.96 | 21.96 | 78.04 | 80 | 100 |
| 1.18mm. | 432.9 | 530.9 | 32.66 | 54.62 | 45.38 | 50 | 85 |
| 600 μ m. | 399.4 | 466.2 | 22.26 | 76.88 | 23.12 | 50 | 60 |
| 300 μ m. | 356.7 | 398.7 | 14 | 90.88 | 9.12 | 5 | 30 |
| 150 μ m. | 336.6 | 351.6 | 5 | 95.88 | 5 | 0 | 10 |
| Pan | 363.8 | 374.8 | 3.66 | 100 | 0 | - | - |
| รวม | - | 3,672.3 | 100 | - | - | - | - |



รูปที่ 3.9 คุณสมบัติของทรายบดมาจากแหล่งอ.ป่องทอง และ อ.ศรีราชา (จังหวัดชลบุรี)

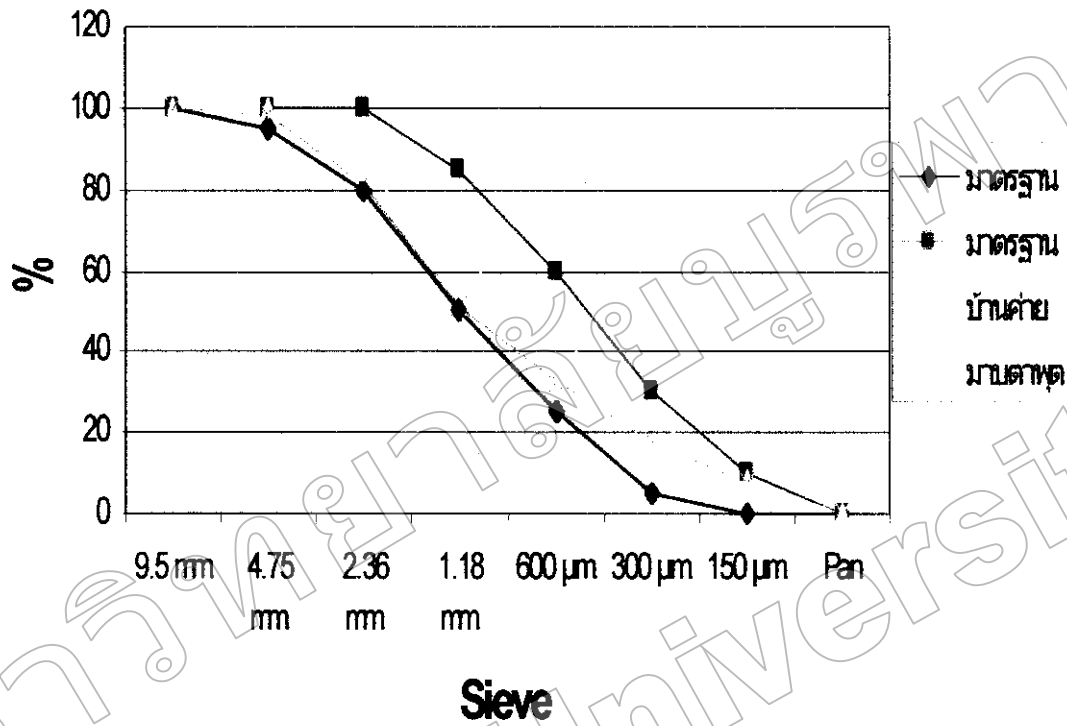
ตารางที่ 3.6 ขนาดคละของทรายบกแหล่งจังหวัดระยอง (อ.บ้านค่าย)

| ขนาด ตะแกรง | น้ำหนัก ตะแกรง เปล่า (g) | น้ำหนัก ทรายที่ ค้างบน ตะแกรง (g) | ร้อยละที่ ค้างบน ตะแกรง (%) | ร้อยละ สะสมที่ ค้างบน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละ สะสมที่ ผ่าน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละสะสมที่ผ่าน ตะแกรงขนาดต่างๆ (ASTM) (%) | |
|----------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|---|---|--|-----------------|
| | | | | | | Fine limit | Coarse limit |
| 9.5 mm. | 500.6 | 500.6 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 4.75mm. | 499 | 500.2 | 0.4 | 0.4 | 99.6 | 95 | 100 |
| 2.36mm. | 439.6 | 458 | 15.12 | 15.52 | 84.48 | 80 | 100 |
| 1.18mm. | 432.9 | 500.5 | 20.51 | 36.03 | 63.97 | 50 | 85 |
| 600 μ m. | 399.4 | 463.5 | 19.45 | 55.48 | 44.52 | 50 | 60 |
| 300 μ m. | 356.7 | 423.5 | 21.01 | 76.49 | 23.51 | 5 | 30 |
| 150 μ m. | 336.6 | 382.4 | 15 | 91.49 | 8.51 | 0 | 10 |
| Pan | 363.8 | 396.3 | 9.84 | 100 | 0 | - | - |
| รวม | - | 3,652 | 100 | - | - | - | - |

ตารางที่ 3.7 ขนาดละเอียดของทรายบกแหล่งจังหวัดระยอง (มาบตาพุด)

| ขนาด ตะแกรง | น้ำหนัก ตะแกรง เปล่า (g) | น้ำหนัก ทรายที่ ค้างบน ตะแกรง (g) | ร้อยละที่ ค้างบน ตะแกรง (%) | ร้อยละ | ร้อยละ | ร้อยละที่ผ่าน | |
|----------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|---|---|-------------------------------|-----------------|
| | | | | สะสมที่ ค้างบน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | สะสมที่ ผ่าน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ตะแกรงขนาดต่างๆ (ASTM) (%) | |
| | | | | | | Fine limit | Coarse limit |
| 9.5 mm. | 500.6 | 500.6 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 4.75mm. | 499 | 500.2 | 2.2 | 2.2 | 97.8 | 95 | 100 |
| 2.36mm. | 439.6 | 458 | 16.40 | 18.6 | 81.4 | 80 | 100 |
| 1.18mm. | 432.9 | 500.5 | 29.8 | 48.6 | 51.6 | 50 | 85 |
| 600 μ m. | 399.4 | 463.5 | 19.02 | 67.42 | 32.55 | 50 | 60 |
| 300 μ m. | 356.7 | 423.5 | 15.23 | 82.65 | 17.35 | 5 | 30 |
| 150 μ m. | 336.6 | 382.4 | 10 | 92.65 | 7.35 | 0 | 10 |
| Pan | 363.8 | 396.3 | 7.27 | 100 | 0 | - | - |
| รวม | - | 3,652 | 100 | - | - | - | - |

Sieve Analysis - Fine Aggregate C33-33



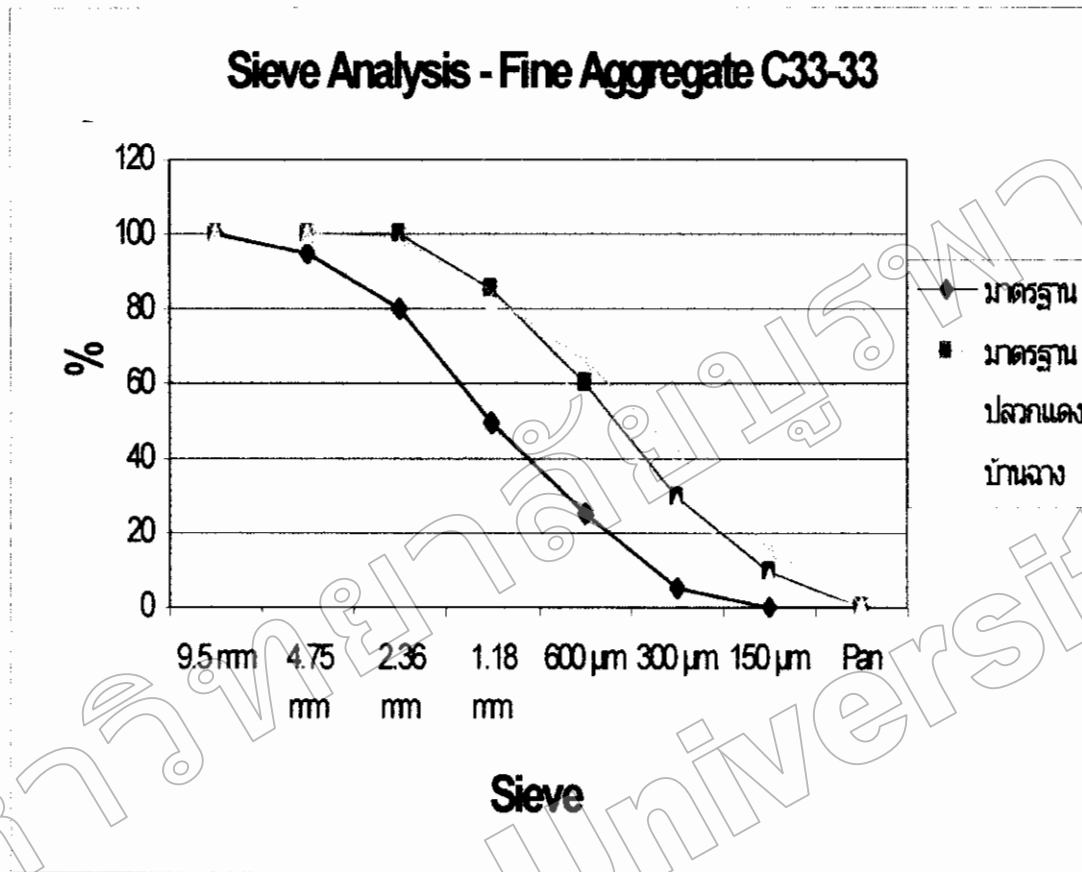
รูปที่ 3.10 คุณสมบัติของทรายบดจากแหล่ง อ.บ้านค่าย และ มาบตาพุด (จังหวัดระยอง)

ตารางที่ 3.8 ขนาดละเอียดของทรายบกแหล่งจังหวัดระยอง(อ.ปลวกแดง)

| ขนาด ตะแกรง | น้ำหนัก ตะแกรง เปล่า (g) | น้ำหนัก ทรายที่ ค้างบน ตะแกรง (g) | ร้อยละที่ ค้างบน ตะแกรง (%) | ร้อยละ สะสมที่ ค้างบน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละ สะสมที่ ผ่าน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละสะสมที่ผ่าน ตะแกรงขนาดต่างๆ (ASTM) (%) | |
|----------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|---|---|--|-----------------|
| | | | | | | Fine limit | Coarse limit |
| 9.5 mm. | 502.5 | 502.5 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 4.75mm. | 469 | 470 | 0.33 | 0.33 | 99.67 | 95 | 100 |
| 2.36mm. | 439.5 | 449.3 | 3.26 | 3.59 | 96.41 | 80 | 100 |
| 1.18mm. | 397.5 | 444.8 | 15.26 | 19.35 | 80.65 | 50 | 85 |
| 600 μ m. | 399 | 476.4 | 17.26 | 45.15 | 54.85 | 50 | 60 |
| 300 μ m. | 360.6 | 442.7 | 24.8 | 72.51 | 27.49 | 5 | 30 |
| 150 μ m. | 311.4 | 370.1 | 25.96 | 92.07 | 7.84 | 0 | 10 |
| Pan | 364.7 | 388.6 | 15.6 | 100 | 0 | - | - |
| รวม | - | 3,544.4 | 100 | - | - | - | - |

ตารางที่ 3.9 ขนาดคละของทรายบกแหล่งจังหวัดระยอง(อ.บ้านฉาง)

| ขนาด ตะแกรง | น้ำหนัก ตะแกรง เปล่า (g) | น้ำหนัก ทรายที่ ค้างบน ตะแกรง (g) | ร้อยละที่ ค้างบน ตะแกรง (%) | ร้อยละ สะสมที่ ค้างบน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละ สะสมที่ ผ่าน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละสะสมที่ผ่าน ตะแกรงขนาดต่างๆ (ASTM) (%) | |
|----------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|---|---|--|-----------------|
| | | | | | | Fine limit | Coarse limit |
| 9.5 mm. | 502.5 | 502.5 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 4.75mm. | 469 | 469 | 0 | 0 | 100 | 95 | 100 |
| 2.36mm. | 439.5 | 442.9 | 1.13 | 1.13 | 98.87 | 80 | 100 |
| 1.18mm. | 397.5 | 443.3 | 15.26 | 16.39 | 83.61 | 50 | 85 |
| 600 μ m. | 399 | 450.8 | 17.26 | 33.65 | 66.35 | 50 | 60 |
| 300 μ m. | 360.6 | 435 | 24.8 | 58.45 | 41.55 | 5 | 30 |
| 150 μ m. | 311.4 | 389.3 | 25.96 | 84.41 | 15.59 | 0 | 10 |
| Pan | 364.7 | 411.5 | 15.6 | 100 | 0 | - | - |
| รวม | | 3,544.3 | 100 | - | - | - | - |



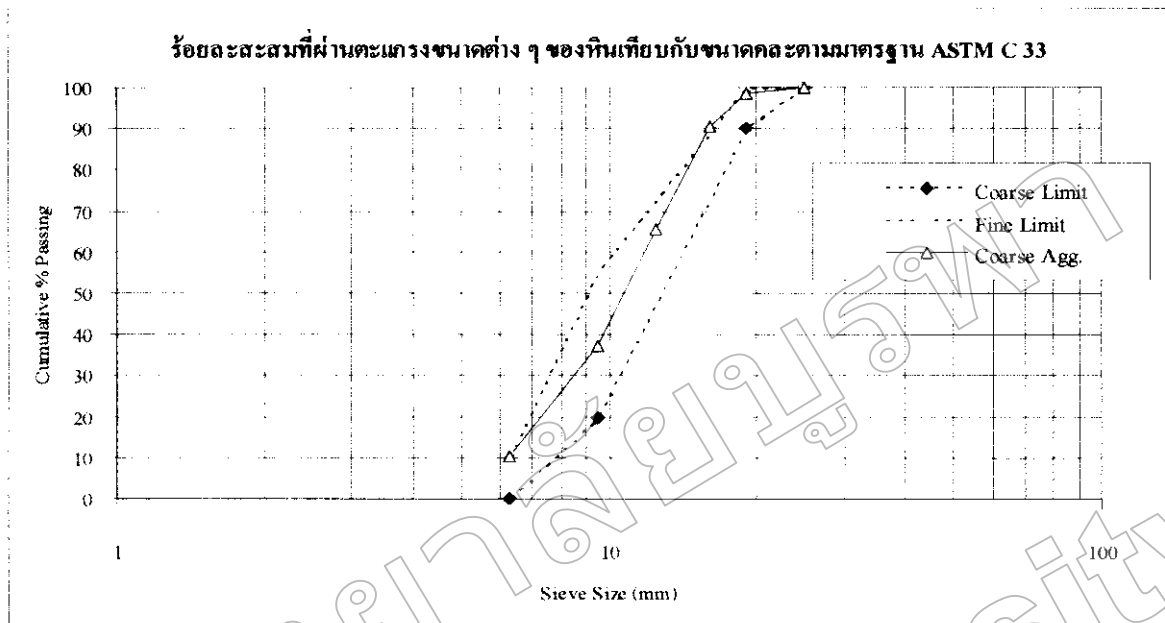
รูปที่ 3.11 คุณสมบัติของทรายบดมาจากแหล่ง อ.ปลวกแดง และ อ.บ้านฉาง (จังหวัดระยอง)

3.5 มวลรวมหยาบหรือหิน (Coarse aggregate)

หินที่ใช้ในการทดลองจะใช้หินปูน (Lime stone) โดยจะเลือกใช้หินจะมีขนาดต่างๆ ขนาด
 คละของหินที่ใช้ในการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ขนาดคละของหิน

| ขนาด ตะแกรง (ins) | ขนาด ตะแกรง (mm) | น้ำหนัก หินที่ค้าง ใน ตะแกรง (g) | ร้อยละที่ ค้างบน ตะแกรง (%) | ร้อยละ สะสมที่ ค้างบน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละ สะสมที่ ผ่านบน ตะแกรง ขนาด ต่างๆ (%) | ร้อยละสะสมที่ผ่าน ตะแกรงขนาดต่างๆ (ASTM) (%) | |
|-------------------------|------------------------|--|--------------------------------------|--|--|--|-----------------|
| | | | | | | Fine limit | Coarse limit |
| 1" | 25 | 0.0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 |
| 3/4" | 19 | 63.4 | 1 | 1 | 99 | 90 | 100 |
| 5/8" | 16 | 423.5 | 8 | 10 | 90 | N/A | N/A |
| 1/2" | 12.5 | 1284.0 | 25 | 35 | 65 | N/A | N/A |
| 3/8" | 9.5 | 1448.8 | 28 | 63 | 37 | 20 | 55 |
| 1/4" | 6.3 | 1371.6 | 27 | 90 | 10 | 0 | 10 |
| Pan | - | 531.4 | 10 | - | | | |
| รวม | | 5,122.7 | 100 | | | | |



รูปที่ 3.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละที่ผ่านตะแกรงขนาดต่าง ๆ ของหินเทียบกับขนาดคละตามมาตรฐาน ASTM C 33

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 การเตรียมตัวอย่างที่จะใช้ทำการทดสอบ

จากการทดสอบและการวิเคราะห์ตัวอย่างทรายจำนวน 9 แหล่งที่ได้นำมาทำการผสมกับคอนกรีต ได้แบ่งตัวอย่างคอนกรีตจำนวนทั้งหมด 243 ลูก แหล่งละ 27 ลูก และที่อายุทำการทดสอบ 7, 14 และ 28 วัน ที่กำลังอัดคอนกรีต 300 ksc.

4.2 ขั้นตอนการผสมคอนกรีต



รูปที่ 4.1 ผสมคอนกรีตตามสัดส่วนที่ออกแบบไว้



รูปที่ 4.2 ตรวจสอบค่าการขุ่นตัวของคอนกรีต



รูปที่ 4.3 วัดค่าการขุ่นตัวของคอนกรีต



รูปที่ 4.4 จัดเตรียมแบบหล่อรูปทรงกระบอก จำนวน 27 ชุด



รูปที่ 4.5 เทคอนกรีตลงในแบบหล่อที่จัดเตรียมไว้ทั้งหมด



รูปที่ 4.6 นำคอนกรีตไปแช่น้ำให้ได้อายุตามที่กำหนด เพื่อทดสอบหาค่าดึงอัด



รูปที่ 4.7 นำตัวอย่างแท่งคอนกรีตที่ได้อายุตามกำหนด มาชั่งน้ำหนักและบันทึกค่า



รูปที่ 4.8 เครื่องเครื่องทดสอบกำลังอัดขนาด 300 ตันที่ห้องทดสอบวัสดุ
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา



รูปที่ 4.9 ทดสอบกำลังอัดคอนกรีต ที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน



รูปที่ 4.10 ทดสอบกำลังอัดและบันทึกผล

4.3 การคำนวณส่วนผสมคอนกรีต (Mix Design 1)

งานคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งไม่สัมผัสกับน้ำเค็มหรือถูกกับซัลเฟต โดยต้องการกำลังอัดประลัยเฉลี่ย ของคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 300 กก./ซม.^2 กำหนดให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทหนึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 3.15 หิน มีขนาดโคสดู 40 มม. ($1\frac{1}{2}$ ") มีความถ่วงจำเพาะเนื้อแท้ (แห้งด้วยเตาอบ) 2.68 ค่าดูดซึมน้ำ 0.5 % และมีหน่วยน้ำหนัก (แห้งและอัดแน่น) เป็น 1600 กก./ลูกบาศก์เมตร ทรายมีความถ่วงจำเพาะเนื้อแท้ (แห้งด้วยเตาอบ) 2.64 ค่าการดูดซึมน้ำ 0.7 % และมีโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.80 ถ้าพบว่าปริมาณความชื้นทั้งหมดในหินและทรายเป็น 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตัวอย่างการคำนวณ

- ในตารางที่ 7.1 ใช้ค่าความขุบตัว 8-10 ซม.
- ขนาดใหญ่สุดของหินเป็น 40 มม.
- เนื่องจากคอนกรีตไม่ถูกกับสภาวะเปิดเผยรุนแรง ดังนั้นใช้คอนกรีตที่ไม่มีสารกักกระจาย
ฟองอากาศ จากตารางที่ 7.3 เมื่อใช้ขนาดโตสุดของหินเป็น 40 มม. ค่าความขุบตัว 8-10 ซม. จะ
ได้ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ 175 ลิตร/ลบ.เมตร ของคอนกรีตและปริมาณฟองอากาศเท่ากับ 2% โดย
ปริมาตรของคอนกรีต
- จากตารางที่ 7.5 สำหรับคอนกรีตที่ต้องการกำลังอัดเฉลี่ย 300 กก/ซม.² จะได้ อัตราส่วนของน้ำ
ต่อซีเมนต์โดยน้ำหนักที่ต้องใช้ $= 0.55$
- ปริมาตรซีเมนต์ที่ต้องการ $= 175/0.55 = 318$ กก./ลบ. เมตรของคอนกรีต
- หาปริมาณของหิน จากตารางที่ 7.6 เมื่อค่าโมดูลัสความละเอียดของทรายเท่ากับ 2.80 และ
ขนาดโตสุดของหินเป็น 40 มม. จะได้ปริมาตรของหินในสภาพแห้งและอัดแน่นเท่ากับ 0.72
ลบ.เมตร/ลบ.เมตรของคอนกรีต แต่หน่วยน้ำหนักของหิน (แห้งและอัดแน่น) เท่ากับ 1600 กก./
ลบ.เมตร ดังนั้นน้ำหนักของหินแห้ง $= 0.72 \times 1,600$
 $= 1,152$ กก./ลบ.เมตร ของคอนกรีต
- ปริมาณของทราย
ประมาณจากปริมาตรเนื้อแท้ของวัสดุ (Absolute Volume Method)
ปริมาตรของน้ำ $= 175/1,000$
 $= 0.175$ ม.³
ปริมาตรเนื้อแท้ของซีเมนต์ $= 318/3.15 \times 1,000$
 $= 0.101$ ม.³
ปริมาตรเนื้อแท้ของหิน $= 1,152/2.68 \times 1,000$
 $= 0.430$ ม.³
ปริมาตรฟองอากาศ $= 0.01 \times 1.0$
 $= 0.010$ ม.³
ดังนั้นปริมาตรของส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นทราย $= 0.716$ ม.³
ปริมาตรเนื้อแท้ของทรายที่ต้องใช้ $= 1 - 0.716 = 0.284$ ม.³
น้ำหนักของทรายแห้ง $= 0.284 \times 2.64 \times 1,000 = 750$ กก.

- ปรับส่วนผสมเนื่องจากความชื้น

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักหิน (เปียก)} &= 1,152 \times 1.02 \\ &= 1,175 \text{ กก.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักทราย (เปียก)} &= 750 \times 1.06 \\ &= 795 \text{ กก.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำที่ผิวของหิน} &= 2.0 - 0.5 \\ &= 1.5\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำที่ผิวของทราย} &= 6.0 - 0.7 \\ &= 5.3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำที่ต้องใช้จริง} &= 175 - (1,152 \times 0.015) - (750 \times 0.053) \\ &= 118 \text{ กก.} \end{aligned}$$

อะนินคอนกรีต 1 ลบ.เมตร ต้องใช้

ซีเมนต์ 318 กก.

หิน(เปียก) 1,175 กก.

ทราย(เปียก) 795 กก.

น้ำ 118 กก.

รวมน้ำหนักทั้งหมด 2,406 กก.

ตารางที่ 4.1

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายแม่น้ำเจ้าพระยา(จังหวัดชัยนาท)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

8 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.7 | 138.5 | 14,118 | 180 | 184 |
| 2 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.6 | 144.2 | 14,699 | 187 | |
| 3 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.6 | 142.6 | 14,536 | 185 | |
| 4 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.6 | 139.2 | 14,190 | 181 | |
| 5 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.7 | 142.4 | 14,516 | 185 | |
| 6 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.7 | 145 | 14,781 | 188 | |
| 7 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.6 | 143.1 | 14,587 | 186 | |
| 8 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.6 | 140.3 | 14,302 | 182 | |
| 9 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.6 | 141.5 | 14,424 | 184 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.2

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายแม่น้ำเจ้าพระยา(จังหวัดชัยนาท)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

8 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกออ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.6 | 185.8 | 18,940 | 241 | 237 |
| 2 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.6 | 194.5 | 19,827 | 252 | |
| 3 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.6 | 197.7 | 20,153 | 257 | |
| 4 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.6 | 175.3 | 17,870 | 228 | |
| 5 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.6 | 178.1 | 18,155 | 231 | |
| 6 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.7 | 181.4 | 18,491 | 235 | |
| 7 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.7 | 172.6 | 17,594 | 224 | |
| 8 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.7 | 176.7 | 18,012 | 229 | |
| 9 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.6 | 178.5 | 18,196 | 232 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.3

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายแม่น้ำเจ้าพระยา(จังหวัดชัยนาท)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

8 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.6 | 237.5 | 24,210 | 308 | 315 |
| 2 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.6 | 249.8 | 25,464 | 324 | |
| 3 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.6 | 244.2 | 24,893 | 317 | |
| 4 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.6 | 245.3 | 25,005 | 318 | |
| 5 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.6 | 242.8 | 24,750 | 315 | |
| 6 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.6 | 239.7 | 24,434 | 311 | |
| 7 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.6 | 237.4 | 24,200 | 308 | |
| 8 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.6 | 243.9 | 24,862 | 317 | |
| 9 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.6 | 246.2 | 25,097 | 320 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.4

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (เขาเขียว)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 133.2 | 13,578 | 173 | 161 |
| 2 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 137.1 | 13,976 | 178 | |
| 3 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 142.6 | 14,536 | 185 | |
| 4 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 4.0 | 136.1 | 13,874 | 177 | |
| 5 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 4.0 | 130.4 | 13,293 | 169 | |
| 6 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 139.2 | 14,190 | 181 | |
| 7 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 141.2 | 14,393 | 183 | |
| 8 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 4.0 | 140.6 | 14,332 | 183 | |
| 9 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 138.3 | 14,098 | 180 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.5

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (เขาเขียว)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 160 | 16,310 | 208 | 190 |
| 2 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.9 | 158.1 | 16,116 | 205 | |
| 3 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 163.1 | 16,626 | 212 | |
| 4 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 159.8 | 16,290 | 207 | |
| 5 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 4.0 | 165.3 | 16,850 | 215 | |
| 6 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 161.2 | 16,432 | 209 | |
| 7 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.9 | 166.5 | 16,972 | 216 | |
| 8 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.9 | 167.5 | 17,074 | 217 | |
| 9 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 163.4 | 16,656 | 212 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.6

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (เขาเขียว)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บตุงปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty-mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.9 | 237.2 | 24,179 | 308 | 298 |
| 2 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.9 | 232.5 | 23,700 | 302 | |
| 3 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 4.0 | 225.5 | 22,987 | 293 | |
| 4 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 4.0 | 225.5 | 22,987 | 293 | |
| 5 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 4.0 | 235.5 | 24,006 | 306 | |
| 6 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.9 | 221.9 | 22,620 | 288 | |
| 7 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.9 | 238.2 | 24,281 | 309 | |
| 8 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.9 | 227.4 | 23,180 | 295 | |
| 9 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 4.0 | 222.5 | 22,681 | 289 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.7

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.ศรีราชา)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

6 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนกับลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 140.2 | 14,292 | 182 | 187 |
| 2 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.1 | 144.6 | 14,740 | 188 | |
| 3 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 147.5 | 15,036 | 191 | |
| 4 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 148.3 | 15,117 | 193 | |
| 5 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 139.1 | 14,179 | 181 | |
| 6 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 145.8 | 14,862 | 189 | |
| 7 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 147.1 | 14,995 | 191 | |
| 8 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 146.3 | 14,913 | 190 | |
| 9 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.1 | 140 | 14,271 | 182 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.8

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.ศรีราชา)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

6 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกชอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 166.5 | 16,972 | 216 | 219 |
| 2 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.2 | 168.2 | 17,146 | 218 | |
| 3 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 176.8 | 18,022 | 229 | |
| 4 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 166.2 | 16,942 | 216 | |
| 5 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 162.3 | 16,544 | 211 | |
| 6 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 170.5 | 17,380 | 221 | |
| 7 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 171.6 | 17,492 | 223 | |
| 8 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.2 | 173.4 | 17,676 | 225 | |
| 9 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.1 | 165.8 | 16,901 | 215 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.9

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.ศรีราชา)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 14/2/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

6 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 228.8 | 23,323 | 297 | 290 |
| 2 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 218.1 | 22,232 | 283 | |
| 3 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 224.1 | 22,844 | 291 | |
| 4 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 230 | 23,445 | 299 | |
| 5 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 225.7 | 23,007 | 293 | |
| 6 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.2 | 222.4 | 22,671 | 289 | |
| 7 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 221.3 | 22,559 | 287 | |
| 8 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 214.8 | 21,896 | 279 | |
| 9 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.1 | 226.7 | 23,109 | 294 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.10

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ้านบึง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 14/2/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 138.4 | 14,108 | 180 | 176 |
| 2 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 131.3 | 13,384 | 170 | |
| 3 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 135.5 | 13,812 | 176 | |
| 4 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.2 | 143.3 | 14,608 | 186 | |
| 5 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 139.1 | 14,179 | 181 | |
| 6 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 133.4 | 13,598 | 173 | |
| 7 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 128.6 | 13,109 | 167 | |
| 8 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 132.4 | 13,496 | 172 | |
| 9 | 21/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 141.6 | 14,434 | 184 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.11

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ้านบึง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 165.4 | 16,860 | 215 | 201 |
| 2 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 158.1 | 16,116 | 205 | |
| 3 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 153.6 | 15,657 | 199 | |
| 4 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.1 | 154.3 | 15,729 | 200 | |
| 5 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 144.5 | 14,730 | 188 | |
| 6 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.2 | 149.1 | 15,199 | 194 | |
| 7 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 161.3 | 16,442 | 209 | |
| 8 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 153.8 | 15,678 | 200 | |
| 9 | 28/2/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 150.3 | 15,321 | 195 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.12

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ้านบึง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 227 | 23,140 | 295 | 290 |
| 2 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 220.6 | 22,487 | 286 | |
| 3 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 223.3 | 22,762 | 290 | |
| 4 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.1 | 226.7 | 23,109 | 294 | |
| 5 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 223 | 22,732 | 289 | |
| 6 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 228.1 | 23,252 | 296 | |
| 7 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 218.8 | 22,304 | 284 | |
| 8 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 223.9 | 22,824 | 291 | |
| 9 | 14/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 219.5 | 22,375 | 285 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.13

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ่อทอง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

3 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | แรงอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 145.6 | 14,842 | 189 | 183 |
| 2 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 140 | 14,271 | 182 | |
| 3 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 133.6 | 13,619 | 173 | |
| 4 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 137.6 | 14,027 | 179 | |
| 5 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 143.3 | 14,608 | 186 | |
| 6 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.9 | 146.3 | 14,913 | 190 | |
| 7 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 141.1 | 14,383 | 183 | |
| 8 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 139.6 | 14,230 | 181 | |
| 9 | 21/2/2551 | 16.00 น. | 7 | 3.8 | 144.3 | 14,709 | 187 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.14

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ่อทอง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

3 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | แรงอัด (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 161.7 | 16,483 | 210 | 221 |
| 2 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 169.8 | 17,309 | 220 | |
| 3 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 170.2 | 17,350 | 221 | |
| 4 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 169 | 17,227 | 219 | |
| 5 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 175 | 17,839 | 227 | |
| 6 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 177.5 | 18,094 | 230 | |
| 7 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 168.8 | 17,207 | 219 | |
| 8 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.9 | 177.3 | 18,073 | 230 | |
| 9 | 28/2/2551 | 16.00 น. | 14 | 3.8 | 166.3 | 16,952 | 216 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.15

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ่อทอง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 14/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 14/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

3 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.8 | 226.3 | 23,068 | 294 | 295 |
| 2 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 4.0 | 230.2 | 23,466 | 299 | |
| 3 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.9 | 228.6 | 23,303 | 297 | |
| 4 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 4.2 | 222 | 22,630 | 288 | |
| 5 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.9 | 227.4 | 23,180 | 295 | |
| 6 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.9 | 232.5 | 23,700 | 302 | |
| 7 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 4.0 | 225.6 | 22,997 | 293 | |
| 8 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 4.0 | 230 | 23,445 | 299 | |
| 9 | 14/3/2551 | 16.00 น. | 28 | 3.8 | 221.4 | 22,569 | 287 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.16

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านค่าย)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 16/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 16/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 131.4 | 13,394 | 171 | 167 |
| 2 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 119.3 | 12,161 | 155 | |
| 3 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 135.6 | 13,823 | 176 | |
| 4 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 143.1 | 14,587 | 186 | |
| 5 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 125.6 | 12,803 | 163 | |
| 6 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 132.5 | 13,507 | 172 | |
| 7 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 134.2 | 13,680 | 174 | |
| 8 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 121.6 | 12,396 | 158 | |
| 9 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 115.8 | 11,804 | 150 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.17

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านค่าย)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 16/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 16/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 150.1 | 15,301 | 195 | 201 |
| 2 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 148.8 | 15,168 | 193 | |
| 3 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 147.6 | 15,046 | 192 | |
| 4 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 167.9 | 17,115 | 218 | |
| 5 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 154 | 15,698 | 200 | |
| 6 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 150.7 | 15,362 | 196 | |
| 7 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 159.8 | 16,290 | 207 | |
| 8 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 162.8 | 16,595 | 211 | |
| 9 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 150.7 | 15,362 | 196 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.18

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านค่าย)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 16/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 16/2/2551

เวลา 16.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 211.2 | 21,529 | 274 | 283 |
| 2 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 218.5 | 22,273 | 284 | |
| 3 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.2 | 215.7 | 21,988 | 280 | |
| 4 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.1 | 226 | 23,038 | 293 | |
| 5 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 213.7 | 21,784 | 277 | |
| 6 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 219.5 | 22,375 | 285 | |
| 7 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 230 | 23,445 | 299 | |
| 8 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 213.8 | 21,794 | 278 | |
| 9 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 216.8 | 22,100 | 281 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.19

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (มาบตาพุด)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 16/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 16/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

5 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 133.5 | 13,609 | 173 | 175 |
| 2 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 144.6 | 14,740 | 188 | |
| 3 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 121.2 | 12,355 | 157 | |
| 4 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 140.3 | 14,302 | 182 | |
| 5 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 134.1 | 13,670 | 174 | |
| 6 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 138.9 | 14,159 | 180 | |
| 7 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 140.6 | 14,332 | 183 | |
| 8 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 128.3 | 13,078 | 167 | |
| 9 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 132.1 | 13,466 | 171 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.20

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (มาบตาพุด)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 16/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 16/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

5 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บตุกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดตุกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 159.6 | 16,269 | 207 | 208 |
| 2 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 172.3 | 17,564 | 224 | |
| 3 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 160.8 | 16,391 | 209 | |
| 4 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 161.2 | 16,432 | 209 | |
| 5 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 159.4 | 16,249 | 207 | |
| 6 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 154 | 15,698 | 200 | |
| 7 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 150 | 15,291 | 195 | |
| 8 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 163.1 | 16,626 | 212 | |
| 9 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 161.2 | 16,432 | 209 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.21

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (มาบตาพุด)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 16/2/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 16/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

5 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบป้อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 221.2 | 22,548 | 287 | 289 |
| 2 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 241.3 | 24,597 | 313 | |
| 3 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 224 | 22,834 | 291 | |
| 4 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 225 | 22,936 | 292 | |
| 5 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 223 | 22,732 | 289 | |
| 6 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 204.9 | 20,887 | 266 | |
| 7 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 210 | 21,407 | 273 | |
| 8 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 228.2 | 23,262 | 296 | |
| 9 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 225.4 | 22,977 | 293 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.22

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านฉาง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 16/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 16/2/2551

เวลา 16.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 134.1 | 13,670 | 174 | 176 |
| 2 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 130 | 13,252 | 169 | |
| 3 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 128.1 | 13,058 | 166 | |
| 4 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 143.5 | 14,628 | 186 | |
| 5 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 136.4 | 13,904 | 177 | |
| 6 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 139.4 | 14,210 | 181 | |
| 7 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 135.4 | 13,802 | 176 | |
| 8 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 140.6 | 14,332 | 183 | |
| 9 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 131.3 | 13,384 | 170 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.23

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านฉาง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 16/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 16/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 166.5 | 16,972 | 216 | 209 |
| 2 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 163.1 | 16,626 | 212 | |
| 3 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 158.2 | 16,126 | 205 | |
| 4 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 157.3 | 16,035 | 204 | |
| 5 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 160.5 | 16,361 | 208 | |
| 6 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 153.7 | 15,668 | 200 | |
| 7 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 161.3 | 16,442 | 209 | |
| 8 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 157.3 | 16,035 | 204 | |
| 9 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 169.2 | 17,248 | 220 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.24

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านฉาง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 16/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 16/2/2551

เวลา 16.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกชอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 220.6 | 22,487 | 286 | 292 |
| 2 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 237.4 | 24,200 | 308 | |
| 3 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 257.7 | 26,269 | 335 | |
| 4 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 212.4 | 21,651 | 276 | |
| 5 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 225.1 | 22,946 | 292 | |
| 6 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 208.5 | 21,254 | 271 | |
| 7 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 220.3 | 22,457 | 286 | |
| 8 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 228.6 | 23,303 | 297 | |
| 9 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 214.8 | 21,896 | 279 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.25

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.ปลวกแดง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 16/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 16/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 128.3 | 13,078 | 167 | 173 |
| 2 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 135.8 | 13,843 | 176 | |
| 3 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 139.4 | 14,210 | 181 | |
| 4 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 130 | 13,252 | 169 | |
| 5 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 142.1 | 14,485 | 184 | |
| 6 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 135.6 | 13,823 | 176 | |
| 7 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 126.5 | 12,895 | 164 | |
| 8 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 129.1 | 13,160 | 168 | |
| 9 | 23/2/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 133.6 | 13,619 | 173 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.26

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.ปลวกแดง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 16/2/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 16/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 153.9 | 15,688 | 200 | 201 |
| 2 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 162.9 | 16,606 | 211 | |
| 3 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 167.3 | 17,054 | 217 | |
| 4 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 152.1 | 15,505 | 197 | |
| 5 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 151.8 | 15,474 | 197 | |
| 6 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 148.5 | 15,138 | 193 | |
| 7 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 157.3 | 16,035 | 204 | |
| 8 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 151.2 | 15,413 | 196 | |
| 9 | 2/3/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 147.3 | 15,015 | 191 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.27

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 1

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.ปลวกแดง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 16/2/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 16/2/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 318 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 230.6 | 23,507 | 299 | 292 |
| 2 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 208 | 21,203 | 270 | |
| 3 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 214.7 | 21,886 | 279 | |
| 4 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 233.4 | 23,792 | 303 | |
| 5 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 231.8 | 23,629 | 301 | |
| 6 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 228.8 | 23,323 | 297 | |
| 7 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 211.2 | 21,529 | 274 | |
| 8 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 228.4 | 23,282 | 296 | |
| 9 | 16/3/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 235.1 | 23,965 | 305 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

4.4 การคำนวณส่วนผสมคอนกรีต เพิ่มปูนซีเมนต์ 10 % (Mix Design 2)

งานคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งไม่สัมผัสกับน้ำเค็มหรือถูกกับซัลเฟต โดยต้องการกำลังอัดประลัยเฉลี่ย ของคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 300 กก./ซม.^2 กำหนดให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทหนึ่ง มีความถ่วงจำเพาะ 3.15 หิน มีขนาดโตสุด 40 มม. ($1\frac{1}{2}$ ") มีความถ่วงจำเพาะเนื้อแท้ (แห้งด้วยเตาอบ) 2.68 ค่าดูดซึมน้ำ 0.5 % และมีหน่วยน้ำหนัก (แห้งและอัดแน่น) เป็น 1,600 กก./ลูกบาศก์เมตร ทราชมียความถ่วงจำเพาะเนื้อแท้ (แห้งด้วยเตาอบ) 2.64 ค่าการดูดซึมน้ำ 0.7 % และมีโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.80 ถ้าพบว่าปริมาณความชื้นทั้งหมดในหินและทรายเป็น 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตัวอย่างการคำนวณ

- ในตารางที่ 7.1 ใช้ค่าความยุบตัว 8-10 ซม.
 - ขนาดใหญ่สุดของหินเป็น 40 มม.
 - เนื่องจากคอนกรีตไม่ถูกกับสภาวะเปิดเผยรุนแรง ดังนั้นใช้คอนกรีตที่ไม่มีสารกักกระจายฟองอากาศ จากตารางที่ 7.3 เมื่อใช้ขนาดโตสุดของหินเป็น 40 มม. ค่าความยุบตัว 8-10 ซม. จะได้ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ 193 ลิตร/ลบ.เมตร ของคอนกรีตและปริมาณฟองอากาศเท่ากับ 2 % โดยปริมาตรของคอนกรีต
 - จากตารางที่ 7.5 สำหรับคอนกรีตที่ต้องการกำลังอัดเฉลี่ย 300 กก./ซม.^2 จะได้ อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์โดยน้ำหนักที่ต้องใช้ = 0.55
 - ปริมาตรซีเมนต์ที่ต้องการ = $193/0.55 = 350 \text{ กก./ลบ. เมตรของคอนกรีต}$
 - หาปริมาณของหิน จากตารางที่ 7.6 เมื่อค่าโมดูลัสความละเอียดของทรายเท่ากับ 2.80 และขนาดโตสุดของหินเป็น 40 มม. จะได้ปริมาณของหินในสภาพแห้งและอัดแน่นเท่ากับ 0.72 ลบ.เมตร/ลบ.เมตรของคอนกรีตแต่ละหน่วยน้ำหนักของหิน (แห้งและอัดแน่น) เท่ากับ 1600 กก./ลบ.เมตร ดังนั้นน้ำหนักของหินแห้ง = $0.72 \times 1,600 = 1152 \text{ กก./ลบ. เมตรของคอนกรีต}$
 - ปริมาณของทราย
- ประมาณจากปริมาตรเนื้อแท้ของวัสดุ (Absolute Volume Method)
- ปริมาตรของน้ำ = $193/1,000 = 0.193 \text{ ม.}^3$

| | | |
|---|------------------------------------|------------------------|
| ปริมาตรเนื้อแท้ของซีเมนต์ | = $318/3.15 \times 1,000$ | |
| | = 0.101 ม.^3 | |
| ปริมาตรเนื้อแท้ของหิน | = $1,152/2.68 \times 1,000$ | |
| | = 0.430 ม.^3 | |
| ปริมาตรฟองอากาศ | = 0.01×1.0 | |
| | = 0.010 ม.^3 | |
| ดังนั้นปริมาตรของส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นทราย | | = 0.716 ม.^3 |
| ปริมาตรเนื้อแท้ของทรายที่ต้องใช้ | = $1 - 0.716$ | = 0.284 ม.^3 |
| น้ำหนักของทรายแห้ง | = $0.284 \times 2.64 \times 1,000$ | = 750 กก. |

- ปรับส่วนผสมเนื่องจากความชื้น

| | | |
|-------------------------|---|--|
| น้ำหนักหิน (เปียก) | = $1,152 \times 1.02$ | |
| | = $1,175 \text{ กก.}$ | |
| น้ำหนักทราย (เปียก) | = 750×1.06 | |
| | = 795 กก. | |
| น้ำที่ผิวของหิน | = $2.0 - 0.5$ | |
| | = 1.5% | |
| น้ำที่ผิวของทราย | = $6.0 - 0.7$ | |
| | = 5.3% | |
| ปริมาณน้ำที่ต้องใช้จริง | = $193 - (1,152 \times 0.015) - (750 \times 0.053)$ | |
| | = 136 กก. | |

| | |
|---------------------------------|-----------|
| ฉะนํ้าคอนกรีต 1 ลบ.เมตร ต้องใช้ | |
| ซีเมนต์ | 350 กก. |
| หิน(เปียก) | 1,175 กก. |
| ทราย(เปียก) | 795 กก. |
| น้ำ | 136 กก. |
| รวมนํ้าหนักทั้งหมด | 2,456 กก. |

ตารางที่ 4.28

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (เขาเจ็ซว)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 19/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 19/4/2551

เวลา 16.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด 3/4" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 154.8 | 15,780 | 201 | 195 |
| 2 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 151.8 | 15,474 | 197 | |
| 3 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 147 | 14,985 | 191 | |
| 4 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 150.6 | 15,352 | 195 | |
| 5 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 153.6 | 15,657 | 199 | |
| 6 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 144.6 | 14,740 | 188 | |
| 7 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 155.4 | 15,841 | 202 | |
| 8 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 148.2 | 15,107 | 192 | |
| 9 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 145.2 | 14,801 | 188 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.29

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (เขาเจ็พ)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 19/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 19/4/2551

เวลา 16.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด 3/4" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 180.6 | 18,410 | 234 | 227 |
| 2 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 177.1 | 18,053 | 230 | |
| 3 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 171.5 | 17,482 | 223 | |
| 4 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 175.7 | 17,910 | 228 | |
| 5 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 179.2 | 18,267 | 233 | |
| 6 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 168.7 | 17,197 | 219 | |
| 7 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 181.3 | 18,481 | 235 | |
| 8 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 172.9 | 17,625 | 224 | |
| 9 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 169.4 | 17,268 | 220 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.30

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (เขาเขียว)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 19/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 19/4/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 258.5 | 26,351 | 336 | 326 |
| 2 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 253.4 | 25,831 | 329 | |
| 3 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 245.8 | 25,056 | 319 | |
| 4 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.1 | 251.1 | 25,596 | 326 | |
| 5 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 256.6 | 26,157 | 333 | |
| 6 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.2 | 241.8 | 24,648 | 314 | |
| 7 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.1 | 259.6 | 26,463 | 337 | |
| 8 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 247.8 | 25,260 | 322 | |
| 9 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 242.5 | 24,720 | 315 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.31

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.ศรีราชา)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 19/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 19/4/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบป้อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 145.8 | 14,862 | 189 | 185 |
| 2 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 139.2 | 14,190 | 181 | |
| 3 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 142.8 | 14,557 | 185 | |
| 4 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 147 | 14,985 | 191 | |
| 5 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.93.9 | 144 | 14,679 | 187 | |
| 6 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 141.6 | 14,434 | 184 | |
| 7 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.2 | 141 | 14,373 | 183 | |
| 8 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 136.8 | 13,945 | 178 | |
| 9 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 144.8 | 14,760 | 188 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.32

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.ศรีราชา)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 19/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 19/4/2551

เวลา 16.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด 3/4" 1,175 กก.

จำนวนกับลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 170.1 | 17,339 | 221 | 216 |
| 2 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 162.4 | 16,555 | 211 | |
| 3 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 166.6 | 16,983 | 216 | |
| 4 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 171.5 | 17,482 | 223 | |
| 5 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 168 | 17,125 | 218 | |
| 6 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 165.2 | 16,840 | 214 | |
| 7 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 164.5 | 16,769 | 214 | |
| 8 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 159.6 | 16,269 | 207 | |
| 9 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 169 | 17,227 | 219 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.33

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.ศรีราชา)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 19/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 19/4/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด 3/4" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 243.7 | 24,842 | 316 | 309 |
| 2 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 232.3 | 23,680 | 302 | |
| 3 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 238.7 | 24,332 | 310 | |
| 4 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 245 | 24,975 | 318 | |
| 5 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 240.4 | 24,506 | 312 | |
| 6 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 236.9 | 24,149 | 308 | |
| 7 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 235.7 | 24,027 | 306 | |
| 8 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 228.8 | 23,323 | 297 | |
| 9 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 241.5 | 24,618 | 313 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.34

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ้านบึง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 19/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 19/4/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 144.6 | 14,740 | 188 | 185 |
| 2 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 140.5 | 14,322 | 182 | |
| 3 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 142.2 | 14,495 | 185 | |
| 4 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 144.4 | 14,720 | 187 | |
| 5 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 142.2 | 14,495 | 185 | |
| 6 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 145.3 | 14,811 | 189 | |
| 7 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 139.3 | 14,200 | 181 | |
| 8 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 142.6 | 14,536 | 185 | |
| 9 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 139.8 | 14,251 | 181 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.35

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ้านบึง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 19/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 19/4/2551

เวลา 16.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด 3/4" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 168.7 | 17,197 | 219 | 215 |
| 2 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 163.9 | 16,707 | 213 | |
| 3 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 165.9 | 16,911 | 215 | |
| 4 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 168.4 | 17,166 | 219 | |
| 5 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 165.6 | 16,881 | 215 | |
| 6 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 169.5 | 17,278 | 220 | |
| 7 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.2 | 162.6 | 16,575 | 211 | |
| 8 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.2 | 166.3 | 16,952 | 216 | |
| 9 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 163.1 | 16,626 | 212 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.36

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ้านบึง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 19/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 19/4/2551

เวลา 16.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด 3/4" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 241 | 24,567 | 313 | 308 |
| 2 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 234.2 | 23,874 | 304 | |
| 3 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.2 | 237.1 | 24,169 | 308 | |
| 4 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.0 | 240.7 | 24,536 | 312 | |
| 5 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.1 | 236.7 | 24,128 | 307 | |
| 6 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 242.2 | 24,689 | 314 | |
| 7 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 232.3 | 23,680 | 302 | |
| 8 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.9 | 237.7 | 24,230 | 309 | |
| 9 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 233 | 23,751 | 302 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.37

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ่อทอง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 19/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 19/4/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บตักปูน

9 ตัก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดตักปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 145.8 | 14,862 | 189 | 190 |
| 2 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 148.3 | 15,117 | 193 | |
| 3 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 147.3 | 15,015 | 191 | |
| 4 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 143.1 | 14,587 | 186 | |
| 5 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 146.5 | 14,934 | 190 | |
| 6 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 148.9 | 15,178 | 193 | |
| 7 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 145.4 | 14,822 | 189 | |
| 8 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 148.2 | 15,107 | 192 | |
| 9 | 26/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 142.7 | 14,546 | 185 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.38

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ่อทอง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 19/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 19/4/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | แรงกด (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 170.1 | 17,339 | 221 | 222 |
| 2 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 173 | 17,635 | 225 | |
| 3 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 171.9 | 17,523 | 223 | |
| 4 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 166.9 | 17,013 | 217 | |
| 5 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 171 | 17,431 | 222 | |
| 6 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.2 | 174.8 | 17,819 | 227 | |
| 7 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 169.6 | 17,288 | 220 | |
| 8 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 172.9 | 17,625 | 224 | |
| 9 | 3/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 166.3 | 16,952 | 216 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.39

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ่อทอง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 19/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 19/4/2551

เวลา 16.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 243.1 | 24,781 | 316 | 317 |
| 2 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 247.3 | 25,209 | 321 | |
| 3 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 245.6 | 25,036 | 319 | |
| 4 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 238.5 | 24,312 | 310 | |
| 5 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 244.3 | 24,903 | 317 | |
| 6 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 249.8 | 25,464 | 324 | |
| 7 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 242.4 | 24,709 | 315 | |
| 8 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 247.1 | 25,189 | 321 | |
| 9 | 17/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 237.9 | 24,251 | 309 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.40

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านค่าย)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 23/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 23/4/2551

เวลา 15.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 144.7 | 14,750 | 188 | 194 |
| 2 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 149.6 | 15,250 | 194 | |
| 3 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 147.7 | 15,056 | 192 | |
| 4 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 154.8 | 15,780 | 201 | |
| 5 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 146.6 | 14,944 | 190 | |
| 6 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 150.4 | 15,331 | 195 | |
| 7 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 157.7 | 16,075 | 205 | |
| 8 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 146.1 | 14,893 | 190 | |
| 9 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 148 | 15,087 | 192 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.41

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านค่าย)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 23/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 23/4/2551

เวลา 13.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | แรงอัด (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|--------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.8 | 168.8 | 17,207 | 219 | 226 |
| 2 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.8 | 174.5 | 17,788 | 227 | |
| 3 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.9 | 172.4 | 17,574 | 224 | |
| 4 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.9 | 180.6 | 18,410 | 234 | |
| 5 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.9 | 170.8 | 17,411 | 222 | |
| 6 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.9 | 175.4 | 17,880 | 228 | |
| 7 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.0 | 183.8 | 18,736 | 239 | |
| 8 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.0 | 170.5 | 17,380 | 221 | |
| 9 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.8 | 172.5 | 17,584 | 224 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.42

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านค่าย)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 23/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 23/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด 3/4" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

I-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 241.1 | 24,577 | 313 | 323 |
| 2 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 249.4 | 25,423 | 324 | |
| 3 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 246.3 | 25,107 | 320 | |
| 4 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.9 | 258 | 26,300 | 335 | |
| 5 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.8 | 244 | 24,873 | 317 | |
| 6 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.2 | 250.7 | 25,556 | 325 | |
| 7 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 262.6 | 26,769 | 341 | |
| 8 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 243.6 | 24,832 | 316 | |
| 9 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.8 | 246.8 | 25,158 | 320 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.43

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (มาบตาพุด)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 23/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 23/4/2551

เวลา 15.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.2 | 140.8 | 14,353 | 183 | 184 |
| 2 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 153.6 | 15,657 | 199 | |
| 3 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 142.7 | 14,546 | 185 | |
| 4 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 143.4 | 14,618 | 186 | |
| 5 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 142 | 14,475 | 184 | |
| 6 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 130.5 | 13,303 | 169 | |
| 7 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 133.8 | 13,639 | 174 | |
| 8 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 145.3 | 14,811 | 189 | |
| 9 | 30/4/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 143.6 | 14,638 | 186 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.44

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (มาบตาพุด)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 23/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 23/4/2551

เวลา 15.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกชอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.8 | 164.1 | 16,728 | 213 | 214 |
| 2 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.8 | 179 | 18,247 | 232 | |
| 3 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.9 | 166.4 | 16,962 | 216 | |
| 4 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.0 | 167 | 17,023 | 217 | |
| 5 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.0 | 165.6 | 16,881 | 215 | |
| 6 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.0 | 152.1 | 15,505 | 197 | |
| 7 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.9 | 155.9 | 15,892 | 202 | |
| 8 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.9 | 169.4 | 17,268 | 220 | |
| 9 | 7/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.8 | 167.5 | 17,074 | 217 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.45

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (มาบตาพุด)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 23/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 23/4/2551

เวลา 15.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.9 | 234.7 | 23,925 | 305 | 307 |
| 2 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.7 | 256 | 26,096 | 332 | |
| 3 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.7 | 237.9 | 24,251 | 309 | |
| 4 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.2 | 239 | 24,363 | 310 | |
| 5 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.8 | 236.8 | 24,139 | 307 | |
| 6 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 217.6 | 22,181 | 282 | |
| 7 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 223 | 22,732 | 289 | |
| 8 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 242.2 | 24,689 | 314 | |
| 9 | 21/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.2 | 239.4 | 24,404 | 311 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.46

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านฉาง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 23/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 23/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บตักปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดตักปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 143 | 14,577 | 186 | 188 |
| 2 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 152.6 | 15,556 | 198 | |
| 3 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 165.7 | 16,891 | 215 | |
| 4 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 136.6 | 13,925 | 177 | |
| 5 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 144.7 | 14,750 | 188 | |
| 6 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 134 | 13,660 | 174 | |
| 7 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 141.7 | 14,444 | 184 | |
| 8 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 147.1 | 14,995 | 191 | |
| 9 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 138.1 | 14,077 | 179 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.47

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านฉาง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 23/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 23/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 166 | 16,922 | 215 | 215 |
| 2 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 152.6 | 15,556 | 198 | |
| 3 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 193.3 | 19,704 | 251 | |
| 4 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 158.9 | 16,198 | 206 | |
| 5 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 168.8 | 17,207 | 219 | |
| 6 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 156.4 | 15,943 | 203 | |
| 7 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 165.2 | 16,840 | 214 | |
| 8 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 171.3 | 17,462 | 222 | |
| 9 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 161 | 16,412 | 209 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.48

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านฉาง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 23/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 23/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 238.4 | 24,302 | 309 | 313 |
| 2 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 254.4 | 25,933 | 330 | |
| 3 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 276.2 | 28,155 | 359 | |
| 4 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 227.6 | 23,201 | 295 | |
| 5 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 241.2 | 24,587 | 313 | |
| 6 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 223.4 | 22,773 | 290 | |
| 7 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 236.1 | 24,067 | 306 | |
| 8 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 245 | 24,975 | 318 | |
| 9 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.2 | 230.2 | 23,466 | 299 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.49

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.ปลวกแดง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 23/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 23/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บตูกปูน

9 ตูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty-mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดตูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 148.3 | 15,117 | 193 | 187 |
| 2 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 133.7 | 13,629 | 174 | |
| 3 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 138.1 | 14,077 | 179 | |
| 4 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 150 | 15,291 | 195 | |
| 5 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 149 | 15,189 | 193 | |
| 6 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 147.1 | 14,995 | 191 | |
| 7 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 135.1 | 13,772 | 175 | |
| 8 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 146.9 | 14,975 | 191 | |
| 9 | 30/4/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 151.2 | 15,413 | 196 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.50

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.ปลวกแดง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 23/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 23/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 172.8 | 17,615 | 224 | 218 |
| 2 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 155.9 | 15,892 | 202 | |
| 3 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 160.9 | 16,402 | 209 | |
| 4 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 174.9 | 17,829 | 227 | |
| 5 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 173.7 | 17,706 | 225 | |
| 6 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 171.5 | 17,482 | 223 | |
| 7 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 157.5 | 16,055 | 204 | |
| 8 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 171.2 | 17,452 | 222 | |
| 9 | 7/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 176.3 | 17,971 | 229 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.51

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 2

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.ปลวกแดง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 23/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 23/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 350 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 247.1 | 25,189 | 321 | 313 |
| 2 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.2 | 222.9 | 22,722 | 289 | |
| 3 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 230.1 | 23,456 | 299 | |
| 4 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 250.1 | 25,494 | 325 | |
| 5 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 248.4 | 25,321 | 322 | |
| 6 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 245.2 | 24,995 | 318 | |
| 7 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 226.3 | 23,068 | 294 | |
| 8 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 244.8 | 24,954 | 318 | |
| 9 | 21/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 252 | 25,688 | 327 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

4.5 การคำนวณส่วนผสมคอนกรีต เพิ่มปูนซีเมนต์ 15 % (Mix Design 3)

งานคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งไม่สัมผัสกับน้ำเค็มหรือถูกกับซัลเฟต โดยต้องการกำลังอัดประลัยเฉลี่ย ของคอนกรีตรูปทรงกระบอกที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 300 กก./ซม.² กำหนดให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 3.15 หิน มีขนาดโตสุด 40 มม. (1 1/2") มีความถ่วงจำเพาะเนื้อแท้ (แห้งด้วยเตาอบ) 2.68 ค่าดูดซึมน้ำ 0.5 % และมีหน่วยน้ำหนัก (แห้งและอัดแน่น) เป็น 1600 กก./ลูกบาศก์เมตร ทราชมมีความถ่วงจำเพาะเนื้อแท้ (แห้งด้วยเตาอบ) 2.64 ค่าการดูดซึมน้ำ 0.7 % และมีโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.80 ถ้าพบว่าปริมาณความชื้นทั้งหมดในหินและทรายเป็น 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตัวอย่างการคำนวณ

- ในตารางที่ 7.1 ใช้ค่าความยุบตัว 8-10 ซม.
- ขนาดใหญ่สุดของหินเป็น 40 มม.
- เนื่องจากคอนกรีตไม่ถูกกับสภาวะเปิดเผยรุนแรง ดังนั้นใช้คอนกรีตที่ไม่มีสารกักกระจายฟองอากาศ จากตารางที่ 7.3 เมื่อใช้ขนาดโตสุดของหินเป็น 40 มม. ค่าความยุบตัว 8-10 ซม. จะได้ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ 201 ลิตร/ลบ.เมตร ของคอนกรีตและปริมาณฟองอากาศเท่ากับ 2 % โดยปริมาตรของคอนกรีต
- จากตารางที่ 7.5 สำหรับคอนกรีตที่ต้องการกำลังอัดเฉลี่ย 300 กก./ซม.² จะได้ อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์โดยน้ำหนักที่ต้องใช้ = 0.55
- ปริมาตรซีเมนต์ที่ต้องการ = $201/0.55 = 365$ กก./ลบ. เมตรของคอนกรีต
- หาปริมาณของหิน จากตารางที่ 7.6 เมื่อค่าโมดูลัสความละเอียดของทรายเท่ากับ 2.80 และขนาดโตสุดของหินเป็น 40 มม. จะได้ปริมาตรของหินในสภาพแห้งและอัดแน่นเท่ากับ 0.72 ลบ.เมตร/ลบ.เมตรของคอนกรีตแต่ละหน่วยน้ำหนักของหิน (แห้งและอัดแน่น) เท่ากับ 1600 กก./ลบ.เมตร ดังนั้นน้ำหนักของหินแห้ง = $0.72 \times 1,600 = 1,152$ กก./ลบ. เมตร ของคอนกรีต
- ปริมาณของทราย
 - ประมาณจากปริมาตรเนื้อแท้ของวัสดุ (Absolute Volume Method)
 - ปริมาตรของน้ำ = $201/1,000$
 - = 0.201 ม.³

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรเนื้อแท้ของซีเมนต์} &= 318/3.15 \times 1,000 \\ &= 0.101 \text{ ม.}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรเนื้อแท้ของหิน} &= 1,152/2.68 \times 1,000 \\ &= 0.430 \text{ ม.}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรฟองอากาศ} &= 0.01 \times 1.0 \\ &= 0.010 \text{ ม.}^3 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้นปริมาตรของส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นทราย} = 0.716 \text{ ม.}^3$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรเนื้อแท้ของทรายที่ต้องใช้} &= 1 - 0.716 \\ &= 0.284 \text{ ม.}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักของทรายแห้ง} &= 0.284 \times 2.64 \times 1000 \\ &= 750 \text{ กก.} \end{aligned}$$

- ปรับส่วนผสมเนื่องจากความชื้น

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักหิน (เปียก)} &= 1152 \times 1.02 \\ &= 1,175 \text{ กก.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักทราย (เปียก)} &= 750 \times 1.06 \\ &= 795 \text{ กก.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำที่ผิวของหิน} &= 2.0 - 0.5 \\ &= 1.5 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำที่ผิวของทราย} &= 6.0 - 0.7 \\ &= 5.3 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำที่ต้องใช้จริง} &= 201 - (1,152 \times 0.015) - (750 \times 0.053) \\ &= 144 \text{ กก.} \end{aligned}$$

ฉะนั้นคอนกรีต 1 ลบ.เมตร ต้องใช้

ซีเมนต์ 365 กก.

หิน(เปียก) 1,175 กก.

ทราย(เปียก) 795 กก.

น้ำ 144 กก.

รวมน้ำหนักทั้งหมด 2,479 กก.

ตารางที่ 4.52

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (เขาเจ็ว)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 28/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 28/4/2551

เวลา 13.00 น.

โม No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty cmx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 162.2 | 16,534 | 211 | 203 |
| 2 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 158.7 | 16,177 | 206 | |
| 3 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 154 | 15,698 | 200 | |
| 4 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 157.4 | 16,045 | 204 | |
| 5 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 160.8 | 16,391 | 209 | |
| 6 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 151.3 | 15,423 | 196 | |
| 7 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 162.9 | 16,606 | 211 | |
| 8 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 155.3 | 15,831 | 202 | |
| 9 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 145.9 | 14,873 | 189 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.53

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (เขาเขียว)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 28/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 28/4/2551

เวลา 13.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 189.1 | 19,276 | 245 | 236 |
| 2 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 185 | 18,858 | 240 | |
| 3 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 175.5 | 17,890 | 228 | |
| 4 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 183.6 | 18,716 | 238 | |
| 5 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.2 | 187.5 | 19,113 | 243 | |
| 6 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 176.3 | 17,971 | 229 | |
| 7 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 189.9 | 19,358 | 247 | |
| 8 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.2 | 181 | 18,451 | 235 | |
| 9 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.2 | 170 | 17,329 | 221 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.54

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (เขาเขียว)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 28/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 28/4/2551 เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บตักปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mx

 Cylinder Cube

เครื่องกดตักปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 270.4 | 27,564 | 351 | 339 |
| 2 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 264.6 | 26,972 | 343 | |
| 3 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 256.7 | 26,167 | 333 | |
| 4 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.1 | 262.4 | 26,748 | 341 | |
| 5 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 268.1 | 27,329 | 348 | |
| 6 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.2 | 252.1 | 25,698 | 327 | |
| 7 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.1 | 271.5 | 27,676 | 352 | |
| 8 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 258.9 | 26,391 | 336 | |
| 9 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 243.2 | 24,791 | 316 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.55

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.ศรีราชา)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 28/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 28/4/2551 เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด 3/4" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 151.4 | 15,433 | 197 | 191 |
| 2 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 144.6 | 14,740 | 188 | |
| 3 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 148.3 | 15,117 | 193 | |
| 4 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 146.7 | 14,954 | 190 | |
| 5 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 149.6 | 15,250 | 194 | |
| 6 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 147 | 14,985 | 191 | |
| 7 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 146.4 | 14,924 | 190 | |
| 8 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 142.1 | 14,485 | 184 | |
| 9 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 150.1 | 15,301 | 195 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.56

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.ศรีราชา)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 28/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 28/4/2551

เวลา 13:00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด 3/4" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบป้อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 176.5 | 17,992 | 229 | 200 |
| 2 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 168.6 | 17,187 | 219 | |
| 3 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 12.9 | 17,315 | 17 | |
| 4 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 171 | 17,431 | 222 | |
| 5 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 174.3 | 17,768 | 226 | |
| 6 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 171.4 | 17,472 | 222 | |
| 7 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 170.7 | 17,401 | 222 | |
| 8 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 165.6 | 16,881 | 215 | |
| 9 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 175.1 | 17,849 | 227 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.57

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.ศรีราชา)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 28/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 28/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 252.4 | 25,729 | 328 | 319 |
| 2 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 241 | 24,567 | 313 | |
| 3 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 247.2 | 25,199 | 321 | |
| 4 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 244.5 | 24,924 | 317 | |
| 5 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 249.3 | 25,413 | 324 | |
| 6 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 245.1 | 24,985 | 318 | |
| 7 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 244.1 | 24,883 | 317 | |
| 8 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 236.8 | 24,139 | 307 | |
| 9 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 250.3 | 25,515 | 325 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.58

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ้านบึง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 28/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 28/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 150.7 | 15,362 | 196 | 193 |
| 2 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 154.8 | 15,780 | 201 | |
| 3 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 148.1 | 15,097 | 192 | |
| 4 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 150 | 15,291 | 195 | |
| 5 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 147.5 | 15,036 | 191 | |
| 6 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.0 | 151.3 | 15,423 | 196 | |
| 7 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 145 | 14,781 | 188 | |
| 8 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 148.1 | 15,097 | 192 | |
| 9 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 145.6 | 14,842 | 189 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.59

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ้านบึง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 28/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 28/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกออ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 174.6 | 17,798 | 227 | 224 |
| 2 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 169.9 | 17,319 | 221 | |
| 3 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 172.7 | 17,604 | 224 | |
| 4 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 179.4 | 18,287 | 233 | |
| 5 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 172 | 17,533 | 223 | |
| 6 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 176.3 | 17,971 | 229 | |
| 7 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 169.1 | 17,238 | 220 | |
| 8 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 172.7 | 17,604 | 224 | |
| 9 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 169.8 | 17,309 | 220 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.60

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ้านบึง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 28/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 28/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 251.1 | 25,596 | 326 | 320 |
| 2 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 243.8 | 24,852 | 316 | |
| 3 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.2 | 246.9 | 25,168 | 320 | |
| 4 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.0 | 250.1 | 25,494 | 325 | |
| 5 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.1 | 245.9 | 25,066 | 319 | |
| 6 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 252.1 | 25,698 | 327 | |
| 7 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 241.7 | 24,638 | 314 | |
| 8 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.9 | 246.9 | 25,168 | 320 | |
| 9 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 242.8 | 24,750 | 315 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.61

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ่อทอง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 28/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 28/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปุ่น

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปุ่น No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 152.2 | 15,515 | 198 | 197 |
| 2 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 154 | 15,698 | 200 | |
| 3 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 153.4 | 15,637 | 199 | |
| 4 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 149.1 | 15,199 | 194 | |
| 5 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 152.8 | 15,576 | 198 | |
| 6 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 149.3 | 15,219 | 194 | |
| 7 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 151.5 | 15,443 | 197 | |
| 8 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 154.7 | 15,770 | 201 | |
| 9 | 5/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 148.4 | 15,127 | 193 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.62

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ่อทอง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 28/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 28/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty-mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 177.4 | 18,084 | 230 | 232 |
| 2 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 180.3 | 18,379 | 234 | |
| 3 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 178.8 | 18,226 | 232 | |
| 4 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 178.8 | 18,226 | 232 | |
| 5 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 173.8 | 17,717 | 226 | |
| 6 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 178.2 | 18,165 | 231 | |
| 7 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 176.6 | 18,002 | 229 | |
| 8 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 188.4 | 19,205 | 245 | |
| 9 | 12/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 173 | 17,635 | 225 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.63

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดชลบุรี (อ.บ่อทอง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 28/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 28/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด 3/4" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบป้อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 253.7 | 25,861 | 329 | 328 |
| 2 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 257.9 | 26,290 | 335 | |
| 3 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 255.8 | 26,075 | 332 | |
| 4 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 248.5 | 25,331 | 323 | |
| 5 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 254.7 | 25,963 | 331 | |
| 6 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 248.9 | 25,372 | 323 | |
| 7 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 252.6 | 25,749 | 328 | |
| 8 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 257.9 | 26,,290 | 335 | |
| 9 | 26/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 247.4 | 25,219 | 321 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.64

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านค่าย)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 29/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 29/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 150.4 | 15,331 | 195 | 201 |
| 2 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 149.1 | 15,199 | 194 | |
| 3 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 3.8 | 153.8 | 15,678 | 200 | |
| 4 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 3.9 | 161.3 | 16,442 | 209 | |
| 5 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 3.8 | 152.4 | 15,535 | 198 | |
| 6 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 3.8 | 156.5 | 15,953 | 203 | |
| 7 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 3.8 | 164 | 16,718 | 213 | |
| 8 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 152.4 | 15,535 | 198 | |
| 9 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 3.8 | 154.5 | 15,749 | 201 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.65

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านค่าย)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 29/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 29/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบป้อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.8 | 175.4 | 17,880 | 228 | 235 |
| 2 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.8 | 174.7 | 17,808 | 227 | |
| 3 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.0 | 179.3 | 18,277 | 233 | |
| 4 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.0 | 188 | 19,164 | 244 | |
| 5 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.0 | 177.7 | 18,114 | 231 | |
| 6 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.9 | 182.4 | 18,593 | 237 | |
| 7 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.9 | 191.2 | 19,490 | 248 | |
| 8 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.9 | 177.7 | 18,114 | 231 | |
| 9 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.9 | 180.1 | 18,359 | 234 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.66

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านค่าย)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 29/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 29/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 250.7 | 25,556 | 325 | 335 |
| 2 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 249.8 | 25,464 | 324 | |
| 3 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 256.4 | 26,137 | 333 | |
| 4 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.9 | 268.9 | 27,411 | 349 | |
| 5 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.8 | 254.1 | 25,902 | 330 | |
| 6 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.2 | 260.9 | 26,595 | 339 | |
| 7 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 273.4 | 27,870 | 355 | |
| 8 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 254.1 | 25,902 | 330 | |
| 9 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.8 | 257.5 | 26,249 | 334 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.67

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (มาบตาพุด)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 29/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 29/4/2551

เวลา 15.00 น.

โม้ No. 1

Slump ชักได้

4 ซม.

ปูนตรา Type 1 365 กก.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 3.9 | 144.9 | 14,771 | 188 | 189 |
| 2 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 158.1 | 16,116 | 205 | |
| 3 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 3.9 | 146.9 | 14,975 | 191 | |
| 4 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 147.6 | 15,046 | 192 | |
| 5 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 146.3 | 14,913 | 190 | |
| 6 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 134.4 | 13,700 | 174 | |
| 7 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 137.7 | 14,037 | 179 | |
| 8 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 149.6 | 15,250 | 194 | |
| 9 | 6/5/2551 | 15.00 น. | 7 | 4.0 | 147.6 | 15,046 | 192 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.68

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (มาบตาพุด)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 29/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 29/4/2551

เวลา 15.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบย่อย - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.2 | 169 | 17,227 | 219 | 221 |
| 2 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.0 | 184.3 | 18,787 | 239 | |
| 3 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.0 | 171.3 | 17,462 | 222 | |
| 4 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.0 | 172 | 17,533 | 223 | |
| 5 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.2 | 170.5 | 17,380 | 221 | |
| 6 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.1 | 156.7 | 15,973 | 203 | |
| 7 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.2 | 160.5 | 16,361 | 208 | |
| 8 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 4.2 | 174.3 | 17,768 | 226 | |
| 9 | 13/5/2551 | 15.00 น. | 14 | 3.8 | 172.1 | 17,543 | 223 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.69

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (มาบตาพุด)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 29/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 29/4/2551

เวลา 15.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด 3/4" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบป้อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.9 | 241.6 | 24,628 | 314 | 316 |
| 2 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.7 | 263.5 | 26,860 | 342 | |
| 3 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.7 | 244.9 | 24,964 | 318 | |
| 4 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.2 | 246 | 25,076 | 319 | |
| 5 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 3.8 | 243.8 | 24,852 | 316 | |
| 6 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 224.1 | 22,844 | 291 | |
| 7 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 229.6 | 23,405 | 298 | |
| 8 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.0 | 249.3 | 25,413 | 324 | |
| 9 | 27/5/2551 | 15.00 น. | 28 | 4.2 | 246 | 25,076 | 319 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.70

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านฉาง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่: 29/4/2551

โครงการ : Project 2

เพล้นท์ No. 1

วันที่ผลิต 29/4/2551

เวลา 13.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด 3/4" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปุ่น

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty -mix



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปุ่น No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 147.9 | 15,076 | 192 | 196 |
| 2 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 159.1 | 16,218 | 207 | |
| 3 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 172.8 | 17,615 | 224 | |
| 4 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 142.2 | 14,495 | 185 | |
| 5 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 151 | 15,392 | 196 | |
| 6 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.8 | 139.7 | 14,241 | 181 | |
| 7 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 147.9 | 15,076 | 192 | |
| 8 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 153.5 | 15,647 | 199 | |
| 9 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 144.1 | 14,689 | 187 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.71

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านฉาง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 29/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 29/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 172.4 | 17,574 | 224 | 227 |
| 2 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 185.6 | 18,919 | 241 | |
| 3 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 188.4 | 19,205 | 245 | |
| 4 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 165.9 | 16,911 | 215 | |
| 5 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 176.6 | 18,002 | 229 | |
| 6 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 162.6 | 16,575 | 211 | |
| 7 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 172.4 | 17,574 | 224 | |
| 8 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 179 | 18,247 | 232 | |
| 9 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 168 | 17,125 | 218 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.72

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.บ้านฉาง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 29/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 29/4/2551

เวลา 13.00 น.

โม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 246.5 | 25,127 | 320 | 327 |
| 2 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 265.3 | 27,044 | 344 | |
| 3 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 288.3 | 29,388 | 374 | |
| 4 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 237.1 | 24,169 | 308 | |
| 5 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 251.7 | 25,657 | 327 | |
| 6 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 232.9 | 23,741 | 302 | |
| 7 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 246.5 | 25,127 | 320 | |
| 8 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 255.9 | 26,086 | 332 | |
| 9 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.2 | 240.2 | 24,485 | 312 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.73

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.ปลวกแดง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 29/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 29/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หินขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 3.9 | 154.5 | 15,749 | 201 | 196 |
| 2 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 139.7 | 14,241 | 181 | |
| 3 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 143.7 | 14,648 | 187 | |
| 4 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 156.5 | 15,953 | 203 | |
| 5 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 155.1 | 15,810 | 201 | |
| 6 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.1 | 153.1 | 15,607 | 199 | |
| 7 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.2 | 141.7 | 14,444 | 184 | |
| 8 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.0 | 155.1 | 15,810 | 201 | |
| 9 | 6/5/2551 | 13.00 น. | 7 | 4.2 | 157.9 | 16,096 | 205 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.74

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.ปลวกแดง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 29/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 29/4/2551 เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ชักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 180.1 | 18,359 | 234 | 228 |
| 2 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 162.9 | 16,606 | 211 | |
| 3 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 167.6 | 17,085 | 218 | |
| 4 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 182.5 | 18,603 | 237 | |
| 5 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 180.8 | 18,430 | 235 | |
| 6 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 4.0 | 178.5 | 18,196 | 232 | |
| 7 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 165.2 | 16,840 | 214 | |
| 8 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.9 | 178.6 | 18,206 | 232 | |
| 9 | 13/5/2551 | 13.00 น. | 14 | 3.8 | 184 | 18,756 | 239 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

ตารางที่ 4.75

ผลการทดสอบ

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีต

Mix Design 3

ทรายที่ใช้ผสม: ทรายบกจังหวัดระยอง (อ.ปลวกแดง)

ผลิตภัณฑ์ : Trialmix - project 1

NO ผลิตภัณฑ์.

วันที่ : 29/4/2551

โครงการ : Project 2

แผ่นที่ No. 1

วันที่ผลิต 29/4/2551

เวลา 13.00 น.

ไม้ No. 1

ปูนตรา Type 1 365 กก.

Slump ซักได้

4 ซม.

หิน ขนาด ¾" 1,175 กก.

จำนวนเก็บลูกปูน

9 ลูก

ทรายหยาบบ่อ - 795 กก.

No.

1-9

น้ำยาผสม Mighty - mx



Cylinder



Cube

เครื่องกดลูกปูน No. LAB มหาวิทยาลัยบูรพา

| ลำดับ | วันที่ทดสอบ | เวลา | อายุ (วัน) | น้ำหนัก (kg.) | เกจอ่าน (kN.) | แรงกด (kg.) | กำลังอัด (ksc.) | กำลังอัดเฉลี่ย (ksc.) |
|-------|-------------|----------|------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 257.5 | 26,249 | 334 | 326 |
| 2 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.2 | 232.9 | 23,741 | 302 | |
| 3 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 239.6 | 24,424 | 311 | |
| 4 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 260.9 | 26,595 | 339 | |
| 5 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 258.6 | 26,361 | 336 | |
| 6 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 255.3 | 26,024 | 331 | |
| 7 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.8 | 236.3 | 24,088 | 307 | |
| 8 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 3.9 | 255.3 | 26,024 | 331 | |
| 9 | 27/5/2551 | 13.00 น. | 28 | 4.0 | 263.1 | 26,820 | 342 | |

ผู้ทดสอบ

(นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์)

บทที่ 5

สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

5.1 การทดสอบทรายบกของแต่ละบ่อที่มีจำนวน 8 บ่อ ทรายบ่อในเขตจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยองและทรายแม่น้ำจังหวัดชัยนาทวิเคราะห์ผลการศึกษาดังนี้

จากการศึกษาการทดสอบทรายของแต่ละบ่อและสถานที่ มีปริมาณขนาดเม็ดทรายที่ไม่เท่ากัน และความเป็นเหลี่ยมคมนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นทรายบกรมากกว่า ส่วนทรายแม่น้ำนั้นจะมีเม็ดกลมเป็นจำนวนมาก นำแท่งตัวอย่างคอนกรีต ที่ใช้ส่วนผสมทุกบ่อทราย ไปแช่น้ำให้ได้อายุที่ 7, 14 และ 28 วัน และนำมาทดสอบโดยใช้เครื่องกดลูกปุน U.T.M 300 ตัน สรุปได้ดังนี้

5.1.1 ทรายบกรแต่ละบ่อมีปริมาณผงฝุ่นละเอียดมากและมีสารอินทรีย์จากวัชพืชปนอยู่มาก และทำให้คอนกรีตที่ใช้ทรายบกรเป็นส่วนผสมมีค่ากำลังอัดต่ำกว่าทรายแม่น้ำ

5.1.2 กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกรเป็นส่วนผสม และเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์มากกว่า สัดส่วนการผสมปกติร้อยละ 10 – 15 มีค่ามากกว่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำเป็นส่วนผสม

จากการทดสอบดังกล่าวข้างต้น เกิดขึ้นจากสาเหตุอันเนื่องมาจากทรายบกรมีปริมาณผงฝุ่นละเอียดและสารอินทรีย์จากวัชพืชเจือปนอยู่ จะทำให้เกิดพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเม็ดทรายที่มากกว่า ทรายแม่น้ำ ที่มีลักษณะกลมเกลี้ยงสะอาด ดังนั้นการใช้ทรายบกรเป็นส่วนผสมของคอนกรีตจึงต้องใช้ สัดส่วนของปูนซีเมนต์ในปริมาณมากกว่าทรายแม่น้ำ ทั้งนี้เพื่อไปเชื่อมยึดเกาะ (Bonding) ระหว่างมวลรวมละเอียดกับมวลรวมหยาบให้ทั่วถึงเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenous)

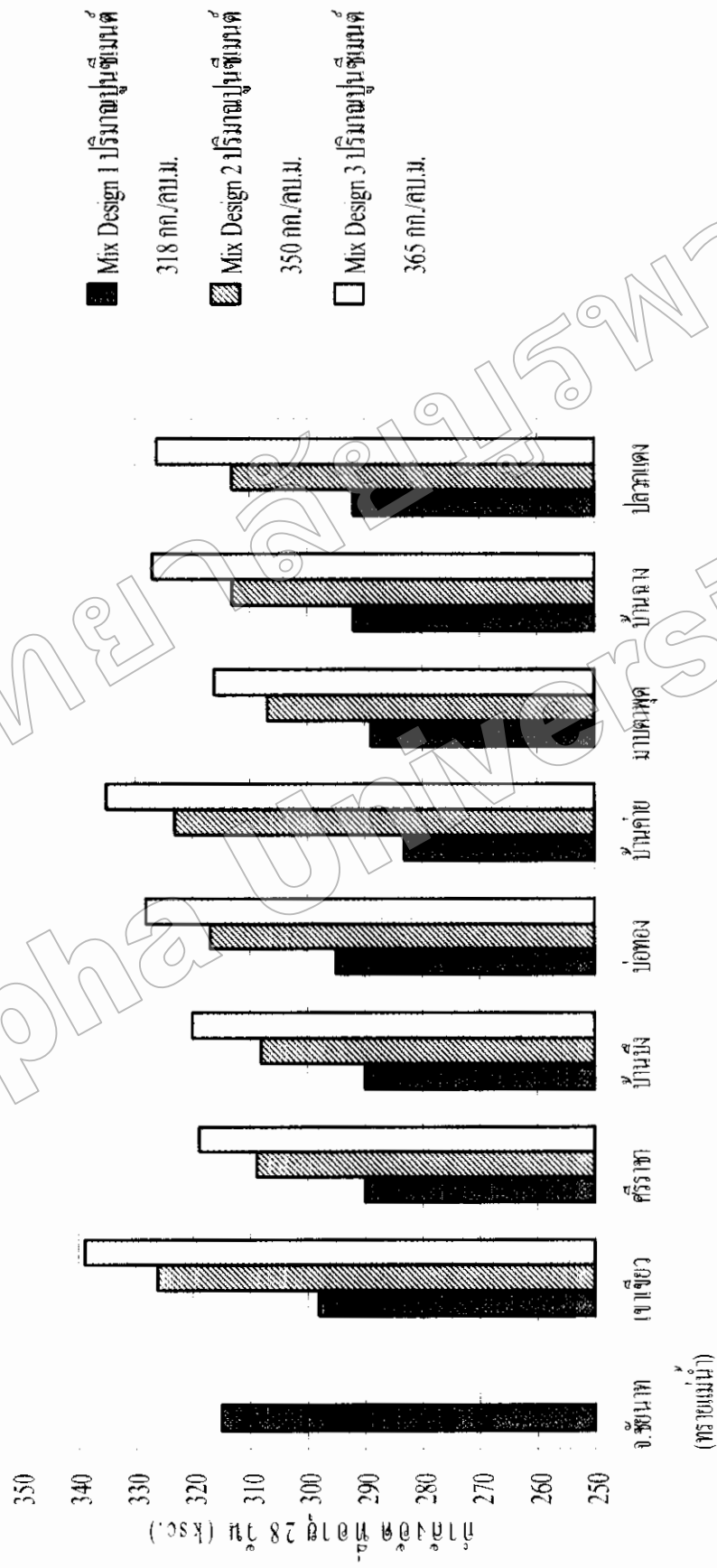
จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น สามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติในการรับกำลังอัดของคอนกรีต เมื่อใช้ทรายจากแหล่งต่างๆ ได้ดังนี้

| แหล่งทราย | กำลังอัดประลัยเฉลี่ย ที่อายุ 28 วัน (ksc.) | | | | หมายเหตุ |
|-------------------------------|--|------------|------------|------------|----------|
| | Mix 1 | | Mix 2 | Mix 3 | |
| | ทรายแม่น้ำ | ทรายบก | ทรายบก | ทรายบก | |
| แม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท | 315 | - | - | | |
| จังหวัดชลบุรี | | | | | |
| เขาเขียว | - | 298 | 326 | 339 | |
| อ.ศรีราชา | - | 290 | 309 | 319 | |
| อ.บ้านบึง | - | 290 | 308 | 320 | |
| อ.บ่อทอง | - | 295 | 317 | 328 | |
| จังหวัดระยอง | | | | | |
| อ.บ้านค่าย | - | 283 | 323 | 335 | |
| ต.มาบตาพุด | - | 292 | 313 | 326 | |
| อ.บ้านฉาง | - | 292 | 313 | 327 | |
| อ.ปลวกแดง | - | 289 | 307 | 316 | |
| กำลังอัดเฉลี่ย | 315 | 291 | 315 | 326 | |

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตแต่ละ Mix Design

และจากตารางที่ 5.1 สามารถ นำมาเขียนกราฟ เพื่อเปรียบเทียบ กำลังอัดของคอนกรีตแต่ละ Mix Design ได้ดัง รูปกราฟที่ 5.1

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดเฉลี่ยกับ Mix Design ของทรายแต่ละแหล่ง



5.2 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่างทรายแม่น้ำ จากจังหวัดชัยนาท กับทรายบก จาก จังหวัดชลบุรี - ระยอง

5.2.1 เปรียบเทียบกำลังอัด ของทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท กับทรายบกจากจังหวัดชลบุรี (เขาเขียว) ที่อายุ 28 วัน

กำหนดให้

f'_{c1} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท โดยการ
ออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m³

f'_{c2} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m³

f'_{c3} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 2 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 350 kg./m³

f'_{c4} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 3 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 365 kg./m³

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c1} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c1} - f'_{c2}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{298 - 315}{315} \times 100 \\ &= - 5.39 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 1 จากเขาเขียว จังหวัดชลบุรี มีกำลังอัดต่ำกว่า ทรายแม่น้ำ
จากจังหวัดชัยนาท 5.39 %

2 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c3} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c3} - f'_{c2}}{f'_{c2}} \times 100 \\ &= \frac{326 - 298}{298} \times 100 \\ &= + 9.39 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10 %) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 9.39 %

3 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_{c'4}$ กับ $f_{c'2}$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_{c'4} - f_{c'2}}{f_{c'2}} \times 100 \\ &= \frac{339 - 298}{298} \times 100 \\ &= + 13.75 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15 %) มีกำลังอัดสูงกว่า ทรายบก
Mix Design 1 เท่ากับ 13.75 %

4 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_{c'3}$ กับ $f_{c'1}$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_{c'3} - f_{c'1}}{f_{c'1}} \times 100 \\ &= \frac{326 - 315}{315} \times 100 \\ &= + 1.58 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10 %) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 13.75 %

5 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_{c'4}$ กับ $f_{c'1}$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_{c'4} - f_{c'1}}{f_{c'1}} \times 100 \\ &= \frac{339 - 315}{315} \times 100 \\ &= + 7.61 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15 %) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 7.61 %

5.2.2 เปรียบเทียบกำลังอัดของทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาทกับทรายบกจากจังหวัดชลบุรี (อำเภอศรีราชา) ที่อายุ 28 วัน

กำหนดให้

- f'_{c1} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท โดยการ
ออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m^3
- f'_{c2} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m^3
- f'_{c3} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 2 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 350 kg./m^3
- f'_{c4} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 3 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 365 kg./m^3

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c1} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c1} - f'_{c2}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{290 - 315}{315} \times 100 \\ &= -7.93\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 1 จากอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี มีกำลังอัดต่ำกว่า ทราย
แม่น้ำ จากจังหวัดชัยนาท 7.93 %

2 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c3} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c3} - f'_{c2}}{f'_{c2}} \times 100 \\ &= \frac{309 - 290}{290} \times 100 \\ &= +6.20\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 6.20 %

3 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_c' 4$ กับ $f_c' 2$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_c' 4 - f_c' 2}{f_c' 2} \times 100 \\ &= \frac{319 - 290}{290} \times 100 \\ &= + 10.00 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 10.00 %

4 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_c' 3$ กับ $f_c' 1$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_c' 3 - f_c' 1}{f_c' 1} \times 100 \\ &= \frac{309 - 315}{315} \times 100 \\ &= - 1.90 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10%) มีกำลังอัดต่ำกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 1.90 %

5 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_c' 4$ กับ $f_c' 1$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_c' 4 - f_c' 1}{f_c' 1} \times 100 \\ &= \frac{319 - 315}{315} \times 100 \\ &= + 1.26 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 1.26 %

5.2.3 เปรียบเทียบกำลังอัดของทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาทกับทรายบกจากจังหวัดชลบุรี (อำเภอบ้านบึง) ที่อายุ 28 วัน

กำหนดให้

f'_{c1} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท โดยการ
ออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m³

f'_{c2} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m³

f'_{c3} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 2 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 350 kg./m³

f'_{c4} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 3 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 365 kg./m³

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c1} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c1} - f'_{c2}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{290 - 315}{315} \times 100 \\ &= -7.93\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 1 จากอำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี มีกำลังอัดต่ำกว่า ทราย
แม่น้ำ จากจังหวัดชัยนาท 7.93 %

2 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c3} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c3} - f'_{c2}}{f'_{c2}} \times 100 \\ &= \frac{309 - 290}{290} \times 100 \\ &= +6.20\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10 %) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 6.20 %

3 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c4} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c4} - f'_{c2}}{f'_{c2}} \times 100 \\ &= \frac{320 - 290}{290} \times 100 \\ &= +10.34\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 10.00%

4 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c3} กับ f'_{c1}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c3} - f'_{c1}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{308 - 315}{315} \times 100 \\ &= -2.22\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10%) มีกำลังอัดต่ำกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 2.22%

5 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c4} กับ f'_{c1}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c4} - f'_{c1}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{320 - 315}{315} \times 100 \\ &= +1.58\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 1.58%

5.2.4 เปรียบเทียบกำลังอัด ของทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท กับทรายบกจากจังหวัดชลบุรี (อำเภอบ่อทอง) ที่อายุ 28 วัน

กำหนดให้

$f_{c'1}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท โดยการ
ออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg/m³

$f_{c'2}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg/m³

$f_{c'3}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 2 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 350 kg/m³

$f_{c'4}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 3 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 365 kg/m³

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_{c'1}$ กับ $f_{c'2}$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_{c'1} - f_{c'2}}{f_{c'1}} \times 100 \\ &= \frac{295 - 315}{315} \times 100 \\ &= -6.34\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 1 จากอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี มีกำลังอัดต่ำกว่า ทราย
แม่น้ำ จากจังหวัดชัยนาท 7.93 %

2 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_{c'3}$ กับ $f_{c'2}$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_{c'3} - f_{c'2}}{f_{c'2}} \times 100 \\ &= \frac{317 - 295}{295} \times 100 \\ &= +7.45\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 7.45 %

3 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c4} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c4} - f'_{c2}}{f'_{c2}} \times 100 \\ &= \frac{328 - 295}{295} \times 100 \\ &= + 11.18 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 11.18 %

4 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c3} กับ f'_{c1}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c3} - f'_{c1}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{317 - 315}{315} \times 100 \\ &= + 0.63 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 0.63 %

5 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c4} กับ f'_{c1}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c4} - f'_{c1}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{328 - 315}{315} \times 100 \\ &= + 4.12 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 4.12 %

5.2.5 เปรียบเทียบกำลังอัดของทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาทกับทรายบกจากจังหวัดระยอง (อำเภอบ้านค่าย) ที่อายุ 28 วัน

กำหนดให้

- $f_{c'1}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท โดยการ
ออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m³
- $f_{c'2}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m³
- $f_{c'3}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 2 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 350 kg./m³
- $f_{c'4}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 3 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 365 kg./m³

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_{c'1}$ กับ $f_{c'2}$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_{c'1} - f_{c'2}}{f_{c'1}} \times 100 \\ &= \frac{283 - 315}{315} \times 100 \\ &= -10.15\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 1 จากอำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง มีกำลังอัดต่ำกว่า
ทรายแม่น้ำ จากจังหวัดชัยนาท 10.15 %

2 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_{c'3}$ กับ $f_{c'2}$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_{c'3} - f_{c'2}}{f_{c'2}} \times 100 \\ &= \frac{323 - 283}{283} \times 100 \\ &= +14.13\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10 %) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 14.13 %

3 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c4} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c4} - f'_{c2}}{f'_{c2}} \times 100 \\ &= \frac{335 - 283}{283} \times 100 \\ &= +18.37\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 18.37%

4 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c3} กับ f'_{c1}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c3} - f'_{c1}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{323 - 315}{315} \times 100 \\ &= +2.53\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 2.53%

5 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c4} กับ f'_{c1}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c4} - f'_{c1}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{335 - 315}{315} \times 100 \\ &= +6.34\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 6.34%

5.2.6 เปรียบเทียบกำลังอัดของทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาทกับทรายบกจากจังหวัดระยอง (ค่าบดตามตาพุด) ที่อายุ 28 วัน

กำหนดให้

- $f_{c'1}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท โดยการออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m³
- $f_{c'2}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m³
- $f_{c'3}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการออกแบบ Mix Design 2 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 350 kg./m³
- $f_{c'4}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการออกแบบ Mix Design 3 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 365 kg./m³

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_{c'1}$ กับ $f_{c'2}$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_{c'1} - f_{c'2}}{f_{c'1}} \times 100 \\ &= \frac{289 - 315}{315} \times 100 \\ &= -8.25\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 1 จากค่าบดตามตาพุด จังหวัดระยอง มีกำลังอัดต่ำกว่าทรายแม่น้ำ จากจังหวัดชัยนาท 10.15 %

2 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_{c'3}$ กับ $f_{c'2}$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_{c'3} - f_{c'2}}{f_{c'2}} \times 100 \\ &= \frac{307 - 289}{289} \times 100 \\ &= +6.22\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10 %) มีกำลังอัดสูงกว่าทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 6.22 %

3 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c4} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c4} - f'_{c2}}{f'_{c2}} \times 100 \\ &= \frac{316 - 289}{289} \times 100 \\ &= +9.34\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 18.37%

4 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c3} กับ f'_{c1}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c3} - f'_{c1}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{307 - 315}{315} \times 100 \\ &= -2.53\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10%) มีกำลังอัดต่ำกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 2.53%

5 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c4} กับ f'_{c1}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c4} - f'_{c1}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{316 - 315}{315} \times 100 \\ &= +0.31\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 0.31%

5.2.7 เปรียบเทียบกำลังอัดของทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาทกับทรายบกจากจังหวัดระยอง (อำเภอบ้านฉาง) ที่อายุ 28 วัน

กำหนดให้

- f'_{c1} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท โดยการออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m³
- f'_{c2} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m³
- f'_{c3} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการออกแบบ Mix Design 2 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 350 kg./m³
- f'_{c4} = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการออกแบบ Mix Design 3 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 365 kg./m³

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c1} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c1} - f'_{c2}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{292 - 315}{315} \times 100 \\ &= -7.30\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 1 จากอำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง มีกำลังอัดต่ำกว่า ทรายแม่น้ำ จากจังหวัดชัยนาท 7.30 %

2 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c3} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c3} - f'_{c2}}{f'_{c2}} \times 100 \\ &= \frac{313 - 292}{292} \times 100 \\ &= +7.19\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10 %) มีกำลังอัดสูงกว่า ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 7.19 %

3 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c4} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c4} - f'_{c2}}{f'_{c2}} \times 100 \\ &= \frac{327 - 292}{292} \times 100 \\ &= + 11.98 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 11.98 %

4 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c3} กับ f'_{c1}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c3} - f'_{c1}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{313 - 315}{315} \times 100 \\ &= - 0.63 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10%) มีกำลังอัดต่ำกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 0.63 %

5 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c4} กับ f'_{c1}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c4} - f'_{c1}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{327 - 315}{315} \times 100 \\ &= + 3.80 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 3.80 %

5.2.8 เปรียบเทียบกำลังอัดของทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาทกับทรายบกจากจังหวัดระยอง (อำเภอปลวกแดง) ที่อายุ 28 วัน

กำหนดให้

- $f_{c'1}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท โดยการ
ออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m³
- $f_{c'2}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 1 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg./m³
- $f_{c'3}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 2 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 350 kg./m³
- $f_{c'4}$ = กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากจังหวัดชลบุรี โดยการ
ออกแบบ Mix Design 3 ซึ่งใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ 365 kg./m³

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_{c'1}$ กับ $f_{c'2}$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_{c'1} - f_{c'2}}{f_{c'1}} \times 100 \\ &= \frac{292 - 315}{315} \times 100 \\ &= -7.30\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 1 จากอำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง มีกำลังอัดต่ำกว่า
ทรายแม่น้ำ จากจังหวัดชัยนาท 10.15 %

2 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง $f_{c'3}$ กับ $f_{c'2}$

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f_{c'3} - f_{c'2}}{f_{c'2}} \times 100 \\ &= \frac{313 - 292}{292} \times 100 \\ &= +7.19\% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบก Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10 %) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบก Mix Design 1 เท่ากับ 14.13 %

3 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c4} กับ f'_{c2}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c4} - f'_{c2}}{f'_{c2}} \times 100 \\ &= \frac{326 - 292}{292} \times 100 \\ &= + 11.64 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบด Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายบด Mix Design 1 เท่ากับ 18.37 %

4 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c3} กับ f'_{c1}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c3} - f'_{c1}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{313 - 315}{315} \times 100 \\ &= - 0.63 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบด Mix Design 2 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 10%) มีกำลังอัดต่ำกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 0.63 %

5 เปรียบเทียบกำลังอัด ระหว่าง f'_{c4} กับ f'_{c1}

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์กำลังอัด เพิ่ม (+) ลด (-)} &= \frac{f'_{c4} - f'_{c1}}{f'_{c1}} \times 100 \\ &= \frac{326 - 315}{315} \times 100 \\ &= + 3.49 \% \end{aligned}$$

จากส่วนผสมทรายบด Mix Design 3 (เพิ่มปูนซีเมนต์ประมาณ 15%) มีกำลังอัดสูงกว่า
ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาท เท่ากับ 3.49 %

5.3 สรุปผลการทดลอง

1. กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีต ที่ใช้ทรายแม่น้ำจาก จังหวัดชัยนาทเป็นส่วนผสม Mix 1 (ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg/m^3) = 315 kg/cm^2
2. กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีต ที่ใช้ทรายบกจากแหล่ง จ.ชลบุรี จ.ระยองเป็นส่วนผสม Mix 1 (ปริมาณปูนซีเมนต์ 318 kg/m^3) = 291 kg/cm^2
3. กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีต ที่ใช้ทรายบกจากแหล่ง จ.ชลบุรี จ.ระยองเป็นส่วนผสม Mix 2 (เพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์ 10% = 350 kg/m^3) = 315 kg/cm^2
4. กำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีต ที่ใช้ทรายบกจากแหล่ง จ.ชลบุรี จ.ระยองเป็นส่วนผสม Mix 2 (เพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์ 15% = 365 kg/m^3) = 326 kg/cm^2

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองข้างต้นพบว่า กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากแหล่งทราย ในจังหวัดชลบุรี และ จังหวัดระยองเป็นส่วนผสมเมื่อเปรียบเทียบกับ คอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำจากจังหวัดชัยนาทนั้นปรากฏว่า ได้กำลังอัดของคอนกรีตที่ต่ำกว่า แต่หาก จะนำทรายบก จากแหล่งทรายในจังหวัดชลบุรี และ จังหวัดระยอง มาใช้งาน จะต้องเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์ อย่างน้อย 10 % เพื่อให้ได้กำลังอัดเทียบเท่าหรือใกล้เคียงกับกำลังอัดของคอนกรีต ที่ใช้ทรายแม่น้ำจาก จังหวัดชัยนาทเป็นส่วนผสม

แต่เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นนั้น เป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลองเท่านั้น ซึ่งคุณสมบัติของทรายแต่ละแหล่ง ในแต่ละพื้นที่อาจมีคุณสมบัติไม่เท่ากัน หากมีการนำทรายบกมาใช้ในงานก่อสร้าง ควรจะต้องมีการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต ให้มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานต่อไป

5.4 ข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 5.2 ข้อแตกต่างด้านค่าใช้จ่ายต้นทุนราคา คอนกรีต ต่อลูกบาศก์เมตร ในจังหวัดชลบุรี - ระยอง

| ทรายแม่น้ำ | ทรายบก |
|---|---|
| 1. ทรายแม่น้ำ รวมค่าขนส่ง ราคา 420 บาท ต่อลูกบาศก์เมตร | 1. จากการออกแบบ (Mix Design 2) จะเพิ่มการรับกำลังอัด ได้ ใกล้เคียงกับทรายแม่น้ำ ต้องใช้ปูนซีเมนต์เพิ่ม 10% = 32 กก. ต่อลูกบาศก์เมตร |
| 2. ทรายบก ราคา 340 บาท ต่อลูกบาศก์เมตร คอนกรีต 1 ต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทรายเป็นส่วนผสมประมาณ 0.5 ต่อลูกบาศก์เมตร | 2. ราคาปูนซีเมนต์ 1 ตัน (1000 กก.) = 2800 บาท ราคาปูนซีเมนต์ 32 กก. $\frac{32 \times 2800}{1000} = 90$ บาท |
| 3. ราคาทรายแม่น้ำ (รวมค่าขนส่ง) สูงกว่า ทรายบก 40 บาท ต่อลูกบาศก์เมตร | 3. ค่าปูนซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณซีเมนต์ในส่วนผสม ร้อยละ 10 = 90 บาท ต่อลูกบาศก์เมตร |

ถ้านำทรายบกจากแหล่งในพื้นที่จังหวัดชลบุรี - ระยอง เป็นส่วนผสมคอนกรีตในงานก่อสร้างในจังหวัดชลบุรี - ระยอง จะมีต้นทุนเพิ่มขึ้น 50 บาทต่อลูกบาศก์เมตร จะเห็นได้ว่าการนำทรายบกมาใช้งาน มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย แต่จะทำให้สะดวกและคล่องตัวในการทำงานมากขึ้น เนื่องจากเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในพื้นที่ อีกทั้งช่วยประหยัดค่าขนส่ง ซึ่งปัจจุบันสถานะน้ำมันมีราคาแพงมาก โครงการนี้น่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง สำหรับงานก่อสร้างในพื้นที่ดังกล่าว

บรรณานุกรม

1. www.eit.org.th วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย : คู่มือการตรวจสอบคอนกรีต พ.ศ.2517
2. www.supradit.com/learning/engineer/sand.html
3. ASTM Designation C33-03 Standard Specification for Concrete Aggregates 1998
4. ASTM Designation C136-05 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates 1998
5. ACI Committec 214 "Recommended Practice for Evaluation of Strength Test Results for Concrete (ACI 214 -77)" American Concrete Institute, Detroit, 1976
6. ปรินญา จินดาประเสริฐ, ชัย จงครุพิทักษ์กุล "ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต" พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมคอนกรีตไทย (ส.ค.ท.); 2547.
วินิต ช่อวิเชียร คอนกรีตเทคโนโลยี พิมพ์ครั้งที่ 9 พ.ศ.2544 หน้า 82 - 98
7. คู่มือการทดสอบ หิน ททราย และคอนกรีต ของบริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด
8. คู่มือการทดสอบ หิน ททราย และคอนกรีต ของบริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด
9. เอกสาร "คำแนะนำในการผลิตคอนกรีตที่ดี" ของบริษัท ปูนซีเมนต์ จำกัด

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ตารางที่ 7.4 อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์สูงสุดโดยน้ำหนักที่ยอมให้ใช้ได้
สำหรับคอนกรีตในสภาวะเปิดเผชิญแรง

| ชนิดของโครงสร้าง | โครงสร้างที่เป็ยกตลอดเวลาหรือมีการเข็อก แข็งและการละลายของน้ำสลับกัันบ่อชฯ (เฉพาะคอนกรีตกระจายกัฟองอากาศเท่านั้น) | โครงสร้างในน้ำเต็ม หรือถูกกัับซัลเฟต |
|---|---|---|
| โครงสร้างบางฯ ที่มีเหล็กหุ้มบางกัว่า 3 ซม. | 0.45 | 0.40* |
| โครงสร้างอื่่นๆทั้งหมด | 0.50 | 0.45* |

*ถ้าใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ซัลเฟต (ประเภทสองหรือประเภทห้) อาจเพิ่มค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์นี้ได้อีก 0.05

ตารางที่ 7.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์กัค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต

| กำลังอัดประลัยของคอนกรีต ที่ 28 วัน (กก./ซม.) | อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์โดยน้ำหนัก | |
|--|----------------------------------|-------------------------|
| | คอนกรีตไม่กระจายกัฟองอากาศ | คอนกรีตกระจายกัฟองอากาศ |
| 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 สำหรับแท่งตัวอย่างรูปทรงกระบอกขนาดมาตรฐาน $\phi 15 \times 30$ ซม. ถ้าแท่งตัวอย่างเป็นแบบลูกบาศก์ ค่ากำลังอัดประลัยจะสูงกัว่าค่าในตารางประมาณ 20 %

ตารางที่ 7.6 ปริมาณของวัสดุผสมหยาบต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต

| ขนาดโคสุคของหิน | ปริมาณของวัสดุผสมหยาบในสภาพแห้งและอัดแน่นต่อหน่วยปริมาตรของคอนกรีตสำหรับค่าโมดูลัสความละเอียดของทรายต่างๆกัน | | | |
|-----------------|--|------|------|------|
| | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3 |
| 3/8" (10 มม.) | 0.5 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2" (12.5 มม.) | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4" (20 มม.) | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.6 |
| 1" (25 มม.) | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2" (40 มม.) | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.7 |
| 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 ค่าที่กำหนดให้นี้เป็นค่าสำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป

สำหรับงานคอนกรีตที่ทำได้ง่ายกว่า เช่น ถนน พื้น เป็นต้น อาจเพิ่มค่าเหล่านี้ขึ้นได้อีก 10%

ตารางที่ 7.7 หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตสดโดยประมาณ

| ขนาดโคสุคของหิน | หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตสด, กก. ต่อ ลบ. เมตร | |
|-----------------|--|-----------------------------|
| | คอนกรีตไม่กระจายกักฟองอากาศ | คอนกรีตไม่กระจายกักฟองอากาศ |
| 3/8" | 2285 | 2190 |
| 1/2" | 2315 | 2235 |
| 3/4" | 2355 | 2280 |
| 1" | 2375 | 2315 |
| 1 1/2" | 2420 | 2355 |
| 2" | 2445 | 2375 |
| 3" | 2465 | 2400 |
| 6" | 2505 | 2435 |

ประวัติผู้จัดทำ

นายนนทพัทธ์ หล่มศักดิ์ ปัจจุบันเป็นนิสิตภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา มีความสนใจกำลังอัคคณกริตใช้ทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี-ระยองเป็นส่วนผสม

นายสุรพล สมวิทย์ ปัจจุบันเป็นนิสิตภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา มีความสนใจกำลังอัคคณกริตใช้ทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี-ระยองเป็นส่วนผสม

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

กำลังอัดคอนกรีตใช้ทรายบกแหล่งจังหวัดชลบุรี-ระยองเป็นส่วนผสม
Compressive Strength of Concrete Using Bank sand from Chonburi and Rayong

นนทพัทธ์ หล่มศักดิ์ และ สุรพล สมวิทย์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ทรายบกจากแหล่ง ชลบุรีและระยองเป็นส่วนผสม แทนที่จะใช้ทรายแม่น้ำเจ้าพระยา (จากจังหวัดชัยนาท) เป็นวัสดุมวลละเอียด การคำนวณออกแบบสัดส่วนการผสมคอนกรีต อาศัยทำตามมาตรฐานของสถาบันคอนกรีตแห่งสหรัฐอเมริกา โดยคำนวณออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตให้มีกำลังอัดที่อายุ 28 วัน เท่ากับ 300 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและมีการใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ในการผสมคอนกรีต ทำการบ่มแห้งทดสอบในน้ำ และทำการทดสอบแห้งทดสอบหาค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน

ผลการทดสอบทั้งหมดทำให้สรุปได้ว่า การใช้ทรายบกจากแหล่งที่กล่าวข้างต้นเป็นส่วนผสม ให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตต่ำกว่ากำลังอัดของแห้งทดสอบที่ใช้ทรายแม่น้ำเป็นส่วนผสม ทั้งนี้สาเหตุเกิดจากทรายบกมีปริมาณผงฝุ่นละเอียดในอัตราส่วนสูงและยังมีอินทรีย์วัตถุเจือปนในทรายบกด้วย การเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์ขึ้นจากปกติสามารถทำให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตเพิ่มมากขึ้น และใกล้เคียงกับกำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำเป็นส่วนผสม

Abstract

The aim of the project is to study and compare the compressive strength of concrete mixes using bank sand from Chonburi and Rayong instead of the sand from the Chaopraya River (Chinat Province) as fine aggregate. All mix designs for this project are according to ACI Standard and the designed Strength is 300 kg/cm². Type I Portland cement was used in the mixes. All of the test specimens were cured by soaking in water and were tested at the ages of 7, 14 and 28 days.

The test results have shown that using bank sand from the described pits yielded less compressive strengths than those with the river sand as fine aggregate, since there is high percentage of very fine grains and trace of organic substance in the bank sand. By increasing some more percent of cement can raise the compressive strength close to the values those using river sand.

1. บทนำ

ในปัจจุบันคอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่คุณสมบัติมีความแข็งแรง ทนทานและมีราคาต่ำกว่าวัสดุประเภทอื่น จึงเป็นที่นิยมใช้คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างอาคาร โครงสร้างต่างโดยทั่วไป กำลังของคอนกรีตขึ้นอยู่กับสัดส่วนในการผสมของวัสดุ ซึ่งประกอบด้วย วัสดุ

มวลหยาบ (Coarse aggregate) ซึ่งได้แก่หินขนาดต่าง ๆ ซึ่งโดยมากจะใช้หินปูน (Lime stone) วัสดุมวลละเอียด (Fine aggregate) คือทราย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และน้ำสะอาด ผสมเข้าด้วยกันตามสัดส่วนที่เหมาะสม ทรายเป็นวัสดุส่วนที่สำคัญ คุณสมบัติของทรายที่มีผลต่อกำลังของคอนกรีตทรายที่ผสมคอนกรีต

โดยปกติทั่วไปได้ทรายจากแม่น้ำ ล้ำคลองโดยมากกับ กระแสน้ำพัดพา ทรายที่พบและนำมาใช้งานมีการ กำเนิดดังนี้

การเกิดแหล่งสะสมตัวของตะกอนทรายในทางด้าน ธรณีวิทยากล่าวไว้ว่าประกอบด้วยปัจจัย 5 ประการ ที่ จะเป็นตัวชี้บอกถึงคุณสมบัติและปริมาณ คือ

1. หินต้นกำเนิด (Parent Material) ชนิดของ วัตถุต้นกำเนิดมีอิทธิพลอย่างมากต่อชนิดและลักษณะ ของทรายที่แตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปแล้วหินต้น กำเนิดที่ให้ทรายได้แก่หิน Granite Sandstone และ Quartzite

2. สภาพภูมิประเทศ (Topography) ลักษณะ และสภาพภูมิประเทศที่มีผลต่อชั้นของทราย คือ พื้นที่ที่ ลาดชันน้อยหรือเกือบเป็นที่ราบเพราะจะทำให้เกิดการ ตกตะกอนสะสมตัวสูง

3. ภูมิอากาศ (Climate) มีอิทธิพลต่อการ สลายตัวของหินต้นกำเนิด (Parent Material) ทั้ง ทางตรงและทางอ้อม เพราะเป็นตัวควบคุมปริมาณ

น้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ แสงแดด ทึ่มะ น้ำค้าง และอื่น ๆ

4. ระยะเวลา (Time) ระยะเวลาที่ใช้ในการกัด กร่อน ผุพัง และทับถมมีความสำคัญต่อความหนาของ ชั้นทราย ที่เกิดการทับถมมานาน หรือมีระยะเวลาสร้าง ตัวนาน ชั้นของทรายและความหนาจะชัดเจน

5. อิทธิพลของสิ่งมีชีวิต พืชและสัตว์ในดินมี อิทธิพลในลักษณะต่างกัน เช่น ช่วยเพิ่มเติมอินทรีย์วัตถุ เร่งสลายตัวเป็นทราย หรือช่วยป้องกันการกัดกร่อนและ ผุพัง แต่อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของสิ่งมีชีวิตเป็นปัจจัยที่ มีผลต่อแหล่งสะสมตัวของทรายน้อยมาก

แหล่งที่เกิดของทราย

ทรายธรรมชาติมีแหล่งที่เกิดอยู่ 2 ลักษณะ ด้วยกันคือ

1. ทรายบก หรือทรายบ่อ (Pit Sand or Bank Sand) เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพ

ภูมิอากาศ เกิดจากการแตกแยกเสียหายชำรุดของหิน ทราย (Sand Stone) จะฝังอยู่ใต้พื้นดินเป็นแหล่ง ทรายชนิดนี้นิยมใช้มาก

ลักษณะของทรายบก มีลักษณะเป็นเหลี่ยม มี แฉงมุมแข็งแรงดี เป็นทรายที่เหมาะสมแก่การผสมคอนกรีต เพราะการแทรกตัวของทรายจะทำให้เกิดช่องว่างของ คอนกรีตลดน้อยลง จะได้คอนกรีตที่ดี

2. ทรายแม่น้ำ (River Sand) ทราย ชนิดนี้ถูกภัยจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติพัดพาหรือนำมาจากที่อื่น รวมตัวกันอยู่ในแถบราบลุ่ม ตามท้อง แม่น้ำ ล้ำคลองปัจจุบันใช้ทรายชนิดนี้มาก เพราะหาได้ ง่ายกว่าทรายบก

ลักษณะของทรายแม่น้ำ มีลักษณะกลมเกลี้ยง สะอาด เนื่องจากการพัดพาของน้ำ ทำให้สิ่งสกปรกที่ ติดอยู่กับทรายตกลงระหว่างทาง นอกจากนี้ขณะที่ ถูกพัดพามากับน้ำนั้น เม็ดทรายจะเกิดการเสียดสีกัน จนกระทั่งเป็นทรายที่มีลักษณะกลมเกลี้ยง

ข้อเสีย ลักษณะกลมเกลี้ยงของทรายแม่น้ำ ทำให้การประสานกับส่วนผสมของปูนซีเมนต์ไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้เกิดช่องว่าง

ชนิดของทราย

ในวงการก่อสร้างทั่วไป ทรายที่นิยมใช้กัน อย่างแพร่หลายนั้น ได้จากทรายแม่น้ำ มีอยู่ 3 ชนิด ด้วยกัน คือ

1. ทรายหยาบ หรือที่เรียกว่าทรายราชบุรี เป็น ทรายเม็ดใหญ่ มีเหลี่ยม แฉงมุมแข็งแรงดี เหมาะสำหรับ ใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตที่ต้องการต้านทานกำลังสูง เช่น โครงสร้างสะพาน อาคารที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ฐานราก เชื้อนก้นดิน เป็นต้น ทรายชนิดนี้จะมีเปลือก หอย และเศษหินปะปนอยู่ เวลาจะใช้ต้องนำไปร่อน ด้วยตะแกรงทำความสะอาดเสียก่อน

2. ทรายกลางหรือที่เรียกว่า ทรายอ่างทอง เป็นทรายที่มีขนาดปานกลาง ไม่หยาบและไม่ละเอียดนัก เหมาะสำหรับงานปูนทั่วไป เช่น นำมาเป็น ส่วนผสมของปูนก่อ สำหรับก่ออิฐ หรือใช้เทพื้น คอนกรีตที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก ทรายชนิด

นี้เวลาจะใช้จะต้องร่อนเอาเปลือกหอยและสิ่งอื่นๆที่ไม่ต้องการออกเสียก่อน

3. ทรายละเอียด หรือที่เรียกว่า ทรายอูฐยา เป็นทรายเม็ดละเอียดมาก นำมาใช้กับงานที่ไม่ต้องใช้กำลังมากนัก เหมาะสำหรับนำมาเป็นส่วนผสมของปูนฉาบผิวหน้า ทำบัว ทำลวดลายต่างๆ ก่อนใช้จะต้องร่อนทรายเพื่อขจัดสิ่งต่างๆ ที่ไม่ต้องการออก

2 ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

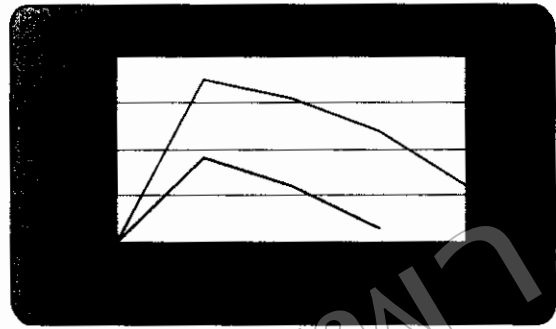
2.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของทรายที่ผสมคอนกรีต

2.1.1 ขนาดคละ (Gradation)

ขนาดคละ คือ การกระจายของขนาดต่างๆ ของอนุภาคนับเป็นคุณสมบัติที่สำคัญสำหรับการกำหนดปริมาณของเนื้อซีเมนต์เพสต์ ที่ต้องการสำหรับคอนกรีตสด คอนกรีตจะมีราคาประหยัดเมื่อใช้เนื้อซีเมนต์เพสต์น้อยที่สุด ในการผลิตคอนกรีต โดยคุณสมบัติต่างๆ ของคอนกรีต เช่น ความสามารถในการเทได้, การทำให้แน่น, การปาดและการแต่งผิวหน้า, กำลังอัดและความทนทาน ยังเป็นไปตามข้อกำหนด

ปริมาณเพิ่มของทราย (Bulking of Sand)

ตามปกติมวลรวมหยาบในสภาพเก็บรักษาจะอยู่ในสภาพ แห้งในอากาศ โดยมีปริมาณการดูดซึมจริงน้อยกว่า 1% ส่วนมวลรวมละเอียดมักจะเปียกและมีความชื้นบนผิวระหว่าง 3 - 5 % เหตุที่มวลรวมละเอียดมีปริมาณเพิ่มมากก็เพราะปริมาณน้ำที่เคลือบอยู่บนผิวอนุภาค นอกจากนี้ความตึงของผิวยังทำให้ความหนาของน้ำที่เคลือบผิวสูงขึ้น และผลกดดันให้อนุภาคของมวลรวมละเอียดห่างออกจากกัน ซึ่งเรียกว่า Bulking ซึ่งมีผลให้การหาส่วนผสมคอนกรีตด้วยการตวงปริมาณมีโอกาสผิดพลาด เราจึงควรใช้วิธีชั่งน้ำหนักแทน และการหาหน่วยน้ำหนักของมวลรวมควรทำในสภาพอบแห้ง เพื่อเพิ่มปริมาณความชื้นบนผิวมวลละเอียดจนเปียก แรงตึงผิวจะหายไป ดังนั้นจึงมีปริมาตรลดลงเหมือนสภาพอบแห้ง



รูปที่ 2.1 ปริมาตรเพิ่มปรากฏของมวลละเอียด

2.1.2 ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม คืออัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของมวลรวมต่อความหนาแน่นของน้ำ ความถ่วงจำเพาะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแร่ธาตุที่เป็นส่วนผสม และรูพรุนของก้อนวัสดุมวลรวมหยาบ และมวลรวมละเอียดที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในประเทศไทย จะมีค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.7 และ 2.65 ตามลำดับ ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตจะใช้ค่าความถ่วงจำเพาะในการแปลงปริมาตร เป็นน้ำหนักหรือกลับกัน

| ขนาดตะแกรงร่อน (มม.) | ร้อยละผ่านโดยน้ำหนัก |
|----------------------|----------------------|
| 9.5mm 3/8 in | 100 |
| 4.75 mm NO.4 | 95-100 |
| 2.36 mm NO.8 | 80-100 |
| 1.18 mm NO.16 | 50-85 |
| 600 µm NO.30 | 25-60 |
| 300 µm NO.50 | 5-30 |
| 150 µm NO.100 | 0-10 |

2.1.3 สารอินทรีย์ที่เจือปนในทราย (Organic Impurities In Sand)

สารอินทรีย์จากวัชพืชที่เจือปนอยู่ในทราย เช่น ตะไคร่น้ำ ใบไม้เน่า ฯลฯ เป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ เพราะจะทำให้คุณสมบัติของคอนกรีตเสียไปด้วย โดยอาจทำให้ซีเมนต์แข็งตัวช้าหรือไม่แข็งตัวเลยก็ได้ และบางทีจะทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงอย่างมาก การตรวจปริมาณสารอินทรีย์ในทรายอย่างคร่าว ๆ อาจใช้วิธีวัดความเข้มของสี (Colorimetric Test) ซึ่งทำได้โดยแช่ทรายขึ้นลงในน้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ขึ้น 3% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วเปรียบเทียบสีของน้ำยากับสีมาตรฐานทรายที่ปราศจากสารอินทรีย์ จะให้สีของสารละลายสีหรือสีเหลืองอ่อนๆ แต่ถ้าสารละลายให้สีระหว่างสีเหลืองอ่อนกับสีน้ำตาล ก็ควรจะสงสัยในคุณภาพไว้ก่อน

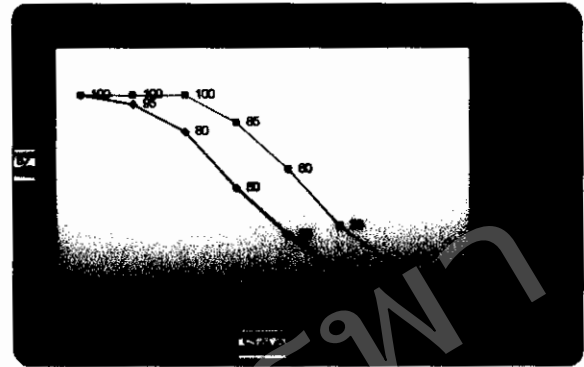
2.1.4 การหาปริมาณฝุ่นละเอียด (Silt) ในทราย

ทรายที่มีพวกโคลน หรือผงฝุ่นละเอียดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ปะปนอยู่ อาจเป็นเหตุให้คอนกรีตที่แข็งตัวแล้วเสื่อมคุณภาพ แต่กร้าวเนื่องจากการหดตัวขาดการยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ด้วยเหตุนี้จึงมีข้อกำหนดจำกัดปริมาณของวัสดุเหล่านี้

2.2 คุณสมบัติของวัสดุผสมละเอียด ตามมาตรฐานต่างๆ

วัสดุผสมละเอียดมีความสำคัญในงานคอนกรีต จึงมีหลายหน่วยงานกำหนดมาตรฐานวัสดุ ผสมละเอียดที่เหมาะสมกับงานคอนกรีต ได้แก่ The American Society For Testing and Material (ASTM)

ตารางที่ 2.1 วัสดุผสมคอนกรีต (ข้อมูลจาก ASTM : C33-03)



รูปที่ 2.2 ขนาดตะแกรงมาตรฐาน ASTM C33-03

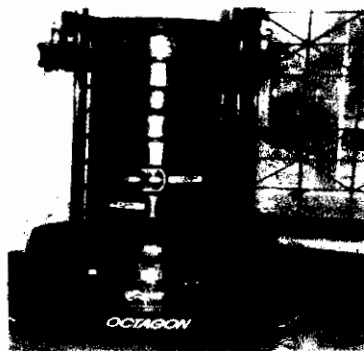
3 วิธีการคำนวณ อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

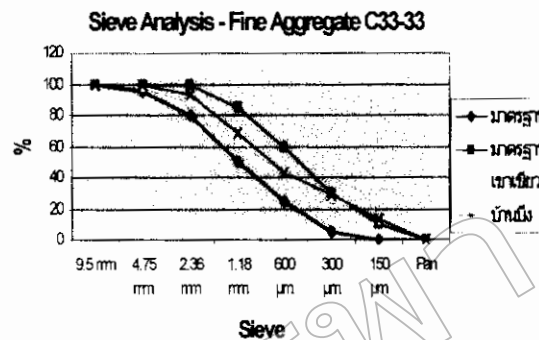
1. แบบหล่อรูปทรงกระบอก
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก
3. เครื่องทดสอบหาสัดส่วนคละของมวลรวมละเอียด
4. เครื่องผสมคอนกรีต
5. เครื่องทดสอบแรงอัด (Compression Machine) ขนาด 300 ตัน ยี่ห้อ E.L.E
6. บ่อน้ำสำหรับบ่มคอนกรีตที่อายุ 7 วัน, 14 วัน, 28 วัน
7. ทรายบกร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 หิน
8. คละที่มีขนาดใหญ่ที่สุด 19 มม.
9. น้ำสะอาด



รูปที่ 3.1 แบบหล่อรูปทรงกระบอก



รูปที่ 3.2 เครื่องทดสอบหาสัดส่วนคละของมวลรวม
ละเอียด

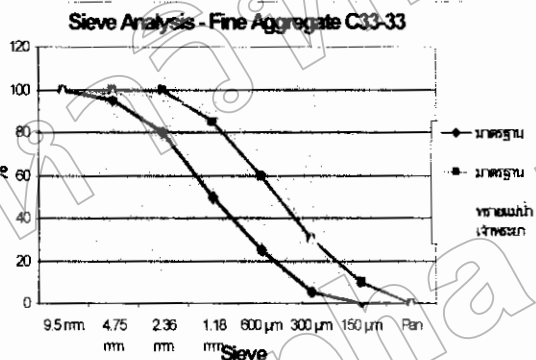


รูปที่ 3.4 คุณสมบัติทรายบกจากแหล่ง เขาเขียว,
อ.บ้านโป่ง (จังหวัดชลบุรี)

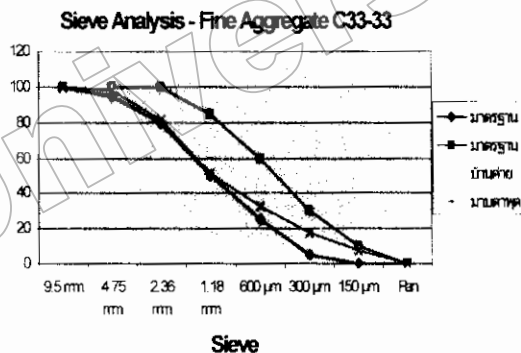
3.2 ทดสอบคุณสมบัติทราย

ตัวอย่าง การทดสอบคุณสมบัติทรายแม่น้ำ (จังหวัด
ชัยนาท)

ตัวอย่าง การทดสอบคุณสมบัติทรายบก (จังหวัด
ระยอง)



รูปที่ 3.3 คุณสมบัติทรายแม่น้ำเจ้าพระยา จากแหล่ง
จังหวัดชัยนาท



รูปที่ 3.5 คุณสมบัติทรายบกมาจากแหล่ง อ.บ้านค่าย
มาบตาพุด (จังหวัดระยอง)

ตัวอย่าง การทดสอบคุณสมบัติทรายบก (จังหวัด
ชลบุรี)

4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 จากการทดสอบทรายทุกแหล่งที่ผสมกับ คอนกรีต

จากการทดสอบและการวิเคราะห์ตัวอย่างทราย
จำนวน 9 แหล่งที่ได้นำมาทำการผสมกับคอนกรีต ได้
แท่งตัวอย่างคอนกรีตจำนวนทั้งหมด 243 ลูก แหล่งละ
27 ลูก และที่อายุทำการทดสอบ 7,14,28 วัน ที่กำลังอัด
คอนกรีต 300 ksc.

4.2 การคำนวณส่วนผสมคอนกรีต (Mix Design 1)

| | |
|---------------------------------|-----------|
| จะนํ้าคอนกรีต 1 ลบ.เมตร ต้องใช้ | |
| ซีเมนต์ | 318 กก. |
| หิน(เป็ยก) | 1,175 กก. |
| ทราย(เป็ยก) | 795 กก. |
| นํ้า | 118 กก. |
| รวมนํ้าหนักทั้งหมด | 2,406 กก. |

4.3 การคำนวณส่วนผสมคอนกรีต (Mix Design 2)

| | |
|---------------------------------|-----------|
| จะนํ้าคอนกรีต 1 ลบ.เมตร ต้องใช้ | |
| ซีเมนต์ | 350 กก. |
| หิน(เป็ยก) | 1,175 กก. |
| ทราย(เป็ยก) | 795 กก. |
| นํ้า | 136 กก. |
| รวมนํ้าหนักทั้งหมด | 2,456 กก. |

4.4 การคำนวณส่วนผสมคอนกรีต (Mix Design 3)

| | |
|---------------------------------|-----------|
| จะนํ้าคอนกรีต 1 ลบ.เมตร ต้องใช้ | |
| ซีเมนต์ | 365 กก. |
| หิน(เป็ยก) | 1,175 กก. |
| ทราย(เป็ยก) | 795 กก. |
| นํ้า | 144 กก. |
| รวมนํ้าหนักทั้งหมด | 2,479 กก. |

5. สรุปผลการทดลอง

5.1 การทดสอบทรายบดของแต่ละบ่อที่มีจำนวน 8 บ่อ ทรายบ่อในเขตจังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยอง และทรายแม่น้ำจังหวัดชัยนาทวิเคราะห์ผลการศึกษาดังนี้

จากการศึกษาการทดสอบทรายของแต่ละบ่อและสถานที่ มีปริมาณขนาดเม็ดทรายที่ไม่เท่ากันและความเป็นเหลี่ยมคมนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นทรายบดมากกว่า ส่วนทรายแม่น้ำนั้นจะมีเม็ดกลมเป็นจำนวนมาก นำแห้งตัวอย่างคอนกรีต ที่ใช้ส่วนผสมทุกบ่อทรายไปแช่นํ้าให้ได้อายุที่ 7, 14 และ 28 วัน และนำมาทดสอบโดยใช้เครื่องกลลูกปูน U.T.M 300 ตัน สรุปได้ดังนี้

5.1.1 ทรายบดแต่ละบ่อมีปริมาณผงฝุ่นละเอียดมากและมีสารอินทรีย์จากวัชพืชปนอยู่มาก และทำให้คอนกรีตที่ใช้ทรายบดเป็นส่วนผสมมีค่ากำลังอัดต่ำกว่าทรายแม่น้ำ

5.1.2 กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ทรายบดเป็นส่วนผสม และเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์มากกว่าสัดส่วนการผสมปกติร้อยละ 10 – 15 มีค่ามากกว่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้ทรายแม่น้ำเป็นส่วนผสม

จากการทดสอบดังกล่าวข้างต้น เกิดขึ้นจากสาเหตุอันเนื่องมาจากทรายบดมีปริมาณผงฝุ่นละเอียดและสารอินทรีย์จากวัชพืชเจือปนอยู่ จะทำให้เกิดพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเม็ดทรายที่มากกว่าทรายแม่น้ำ ที่มีลักษณะกลมเกลี้ยงสะอาด ดังนั้นการใช้ทรายบดเป็นส่วนผสมของคอนกรีตจึงต้องใช้สัดส่วนของปูนซีเมนต์ในปริมาณมากกว่าทรายแม่น้ำ ทั้งนี้เพื่อไปเชื่อมยึดเกาะ (Bonding) ระหว่างมวลรวมละเอียดกับมวลรวมหยาบให้ทั่วถึงเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenous)

5.2 ข้อเสนอแนะ

ถ้านำทรายบดจากแหล่งในพื้นที่จังหวัดชลบุรี
- ทรายจะเป็นส่วนผสมคอนกรีตในงานก่อสร้างใน
จังหวัดชลบุรี - ทราย จะมีต้นทุนเพิ่มขึ้น 50 บาทต่อ
ลูกบาศก์เมตร จะเห็นได้ว่าการนำทรายบดมาใช้งาน มี
ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย แต่จะทำให้สะดวก
และคล่องตัวในการทำงานมากขึ้น เนื่องจากเป็นวัสดุที่
หาได้ง่ายในพื้นที่ อีกทั้งช่วยประหยัดค่าขนส่ง ซึ่ง
ปัจจุบันสภาวะน้ำมันมีราคาแพงมาก โครงการนี้น่าจะ
เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง สำหรับงานก่อสร้างในพื้นที่
ดังกล่าว

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้จะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยได้รับ
คำปรึกษาจาก ผศ.ประวัตติ ตั้งศิริวัฒนกุล ซึ่งเป็น
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้ความอนุเคราะห์ให้
คำแนะนำ เสนอแนะ และการแก้ปัญหาต่างๆ ตลอด
ระยะเวลาที่ทำโครงการ จึงขอกราบขอบพระคุณท่าน
อาจารย์เป็นอย่างสูง ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความ
อนุเคราะห์เครื่องมือในการทดสอบ ตลอดจนช่วยจัดหา
วิธีการทดสอบให้เข้าใจยิ่งขึ้น ขอขอบคุณช่างเทคนิค
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา และเพื่อนๆทุกคนที่ให้ความ
ช่วยเหลือในการทำโครงการนี้

บรรณานุกรม

1. www.eit.org.th วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย :
คู่มือการตรวจสอบคอนกรีต พ.ศ.2517
2. www.mawedgoo.com
3. ASTM Designation C33-03 Standard Specification
for Concrete Aggregates 1998
4. ASTM Designation C136-05 Standard Test
Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse
Aggregates 1998
5. ACI Committee 214 "Recommended Practice for
Evaluation of Strength Test Results for Concrete

(ACI 214 -77)" American Concrete Institute, Detroit,
1976

6. ปริญญา จินดาประเสริฐ, ชัย จาตุรพิทักษ์กุล
"ปูนซีเมนต์ ปอซโซลาน และคอนกรีต" พิมพ์ครั้งที่ 1
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมคอนกรีตไทย (ส.ค.ท.);
2547.
7. วินิต ช่อวิเชียร คอนกรีตเทคโนโลยี พิมพ์ครั้งที่ 9
พ.ศ.2544 หน้า 82 - 98
8. คู่มือการทดสอบ หิน ทราย และคอนกรีต ของบริษัท
ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด
9. คู่มือการทดสอบ หิน ทราย และคอนกรีต ของบริษัท
ชลประทานซีเมนต์ จำกัด
10. เอกสาร "คำแนะนำในการผลิตคอนกรีตที่ดี" ของ
บริษัท ปูนซีเมนต์ จำกัด