

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อิทธิพลของเหล็กปลอกและเหล็กหลัก ต่อค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้
จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี ชมิคท์แฮมเมอร์

THE EFFECTS OF STIRRUP AND MAIN REINFORCEMENT
ON THE COMPRESSIVE STRENGTH MEASURED BY NONDESTRUCTIVE
TEST METHOD (SCHMIDT HAMMER TEST)



ฉพ.

๘ 866๒

เลขหมู่..... 2554
เลขทะเบียน..... 117953
วัน,เดือน,ปี... 22...ค.ค... 2554

b..... 12349367
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ. 2554

KMITL 2011-EN-M-093-108

**THE EFFECTS OF STIRRUP AND MAIN REINFORCEMENT
ON THE COMPRESSIVE STRENGTH MEASURED BY NONDESTRUCTIVE
TEST METHOD (SCHMIDT HAMMER TEST)**



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

2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
KMITL 2011-EN-M-093-108
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2011

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อเผยแพร่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของเหล็กปลอกและเหล็กหลัก ต่อค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี ชมิดท์แฮมเมอร์
นักศึกษา	นายสุริโย พูลสวัสดิ์
รหัสนักศึกษา	51061506
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
พ.ศ.	2554
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.คมสัน มาลีสี

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาอิทธิพลระหว่างการทดสอบบริเวณแนว เหล็กปลอก เหล็กหลัก ระยะหุ้มเหล็กเสริม และปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตในตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก กับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี ชมิดท์แฮมเมอร์ โดยผู้วิจัยได้จัดทำปฏิภาคส่วนผสม ซึ่งมีกำลังอัดตามทรงกระบอกมาตรฐานทั้งหมด 3 ค่า คือ 210 กก./ ซม^2 , 280 กก./ ซม^2 , 350 กก./ ซม^2 โดยมีการจัดวางเหล็กเสริมที่ระยะหุ้มเหล็กแตกต่างกันตั้งแต่ 1.50 , 2.50, 3.50 ซม. จากนั้นทำการทดสอบด้วยวิธี ชมิดท์แฮมเมอร์ ซึ่งจะให้ค่าการทดสอบบนมาตรอ่านเรียกว่า Rebound Number แล้วนำมาวิเคราะห์ ซึ่งผลการทดสอบพบว่า อิทธิพลของเหล็กปลอกและเหล็กหลักของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ปฏิภาคส่วนผสม 350 กก./ ซม^2 กับระยะหุ้มเหล็ก 1.50 ซม. ที่อายุคอนกรีต 28 วัน มีอิทธิพลมากที่สุด โดยให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นอยู่ที่ประมาณ 19 % และ ประมาณ 10 % ตามลำดับ

Thesis Title	The Effects Of Stirrup And Main Reinforcement On The Compressive Strength Measured by Nondestructive Test Method (Schmidt Hammer Test)
Student	Mr. Suriyo Poolsawat
Student ID.	51061506
Degree	Master of Engineering
Program	Civil Engineering
Year	2011
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Komsan Maleese

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the effects of concrete, stirrup, reinforcement, covering and concrete mix design of reinforcement concrete column samples with the compressive strength measured by nondestructive test method by Schmidt Hammer test. In the experimental, researcher designed testing mass for 3 concrete mix design compressive strength as 210, 280, 350 ksc. and different 3 coverings at 1.50 ,2.5 ,3.50 cm. After the testing mass concrete completed, the researcher tested and recorded resultant of the compressive strength from Schmidt Hammer Test or “Rebound” and then analyse the effects of each variable. The results are compared with Concrete of Reinforcement concrete Column samples. The Result of compressive strength more than about 19% and 10%

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก ผศ.ดร. คมสัน มาลีสี ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกทราบบ้างในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือจากหน่วยงานต้นสังกัดของข้าพเจ้า ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้การสนับสนุนสถานที่ และเครื่องมือต่างๆ สำหรับการทำงานวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งบริษัท ชีโน-ไทย เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท ผลิตภัณฑ์คอนกรีตชลบุรี จำกัด (มหาชน) ที่ได้เอื้อเฟื้อ วัสดุและบุคลากรที่มีความชำนาญในด้านต่างๆ สำหรับการหล่อตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณบัณฑิตศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุริโย พูลสวัสดิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 วิธีการศึกษา.....	4
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....	6
2.1 งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก.....	6
2.1.1 งานคอนกรีต.....	6
2.1.2 งานคอนกรีตเสริมเหล็ก.....	11
2.2 กำลังรับแรงอัดของคอนกรีต.....	15
2.3 วิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต.....	17
2.3.1 การทดสอบแบบทำลาย.....	17
2.3.2 การทดสอบแบบไม่ทำลาย.....	21
2.4 การทดสอบกำลังรับแรงอัดคอนกรีตแบบไม่ทำลายด้วยวิธีConcrete Test Hammer..	22
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3	วิธีการทดสอบ.....	29
3.1	การทดสอบตัวอย่างคอนกรีตมาตรฐาน.....	30
3.1.1	การเตรียมตัวอย่างและเครื่องมือก่อนการทดสอบ.....	30
3.1.2	การทดสอบหาค่ากำลังประลัยของตัวอย่างคอนกรีต.....	31
3.1.3	การทดสอบหาค่ากำลังด้วยเครื่องมือทดสอบกำลังอัด.....	33
3.2	การทดสอบตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก.....	34
3.2.1	การเตรียมแบบหล่อและเหล็กเสริม.....	34
3.2.2	การเตรียมเสาคอนกรีตเสริมเหล็กเสริมและตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอก.....	36
3.2.3	การทดสอบกำลังอัดประลัยของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กและตัวอย่างคอนกรีต ด้วยเครื่องมือชนิดที่แฮมเมอร์.....	38
บทที่ 4	ผลการทดสอบ.....	40
4.1	ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Universal Testing Machine / Schmidt Hammer Test ของ ตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm.....	40
4.2	การเปรียบเทียบระหว่าง ค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับ ตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer Test.....	41
4.2.1	ความสัมพันธ์ของปฏิภาคส่วนคอนกรีต.....	43
4.2.2	ความสัมพันธ์ของอายุคอนกรีต.....	43
4.2.3	ความสัมพันธ์ของสัดส่วนค่ากำลังรับแรงอัด.....	44
4.3	อิทธิพลของระยะหุ้มของคอนกรีต ที่ปฏิภาคส่วนต่างๆ.....	45
4.3.1	อิทธิพลของระยะหุ้ม ที่ปฏิภาคส่วนต่างๆ(อายุคอนกรีต 3 วัน).....	45
4.3.2	อิทธิพลของระยะหุ้ม ที่ปฏิภาคส่วนต่างๆ(อายุคอนกรีต 7 วัน).....	48
4.3.3	อิทธิพลของระยะหุ้ม ที่ปฏิภาคส่วนต่างๆ(อายุคอนกรีต 14 วัน).....	52
4.3.4	อิทธิพลของระยะหุ้ม ที่ปฏิภาคส่วนต่างๆ(อายุคอนกรีต 28 วัน).....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์... การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 อิทธิพลของอายุของคอนกรีต.....	61
4.4.1 อิทธิพลของอายุคอนกรีต ที่ 210 กก/ซม ²	61
4.4.2 อิทธิพลของอายุคอนกรีต ที่ 280 กก/ซม ²	64
4.4.3 อิทธิพลของอายุคอนกรีต ที่ 350 กก/ซม ²	68
 บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	 73
 บรรณานุกรม.....	 76
 ภาคผนวก.....	 77
ภาคผนวก ก. ใบบันทึกการทดสอบ Schmidt Hammer.....	78
ภาคผนวก ข. ค่า Factor และความสัมพันธ์ของสัดส่วน ที่ Calibration จากตัวอย่าง มาตรฐาน ทรงกระบอก Ø 150X300 mm.ระหว่าง ทดสอบด้วย Universal Testing Machine กับ Schmidt Hammer Test.....	127
ภาคผนวก ค. ความสัมพันธ์ของสัดส่วน ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐาน ทรงกระบอก Ø 150X300 mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับ ตัวอย่างเสา คอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer Test.....	130
ภาคผนวก ง. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....	132
 ประวัติผู้เขียน.....	 141

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 การออกแบบและขนาดเหล็กที่ใช้.....	5
2.1 ค่าระยะหุ้มเหล็กเสริมต่ำสุดขององค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กตามมาตรฐานการออกแบบต่างๆ...14	
2.2 ผลของอัตราส่วนความสูงต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่อกำลังแรงอัด.....	21
2.3 ค่าปรับแก้ของค่าอ่านบน Concrete Hammer Test ในกรณีที่ไม่ได้ทำการทดสอบในแนวราบ....	25



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงการใช้เครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ (Schmidt Hammer) กับแท่งปรับแก้.....	30
3.2 แสดงการขีดผิวตัวอย่างคอนกรีตด้วยหินกากเพชร.....	31
3.3 แสดงการทำเครื่องหมายลงบนผิวตัวอย่าง.....	31
3.4 แสดงตัวอย่างคอนกรีตที่ทำเครื่องหมายแล้ว.....	32
3.5 แสดงการทดสอบด้วยเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ (Schmidt Hammer) ในแนว 90°.....	32
3.6 แสดงการหล่อหมวกหัวแท่งตัวอย่าง.....	33
3.7 แสดงแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่หล่อหมวกเสร็จแล้ว.....	33
3.8 แสดงการทดสอบแท่งตัวอย่างด้วยเครื่องทดสอบกำลังอัด.....	34
3.9 แสดงการติดลูกปูนก่อนประกอบแบบและเทคอนกรีต.....	35
3.10 แสดงการเตรียมแบบหล่อแท่งตัวอย่างในแต่ละครั้ง.....	35
3.11 แสดงการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต.....	36
3.12 แสดงตัวอย่างเสาที่ทำเครื่องหมายเพื่อทดสอบแล้ว.....	37
3.13 แสดงบริเวณที่จะทดสอบเสาคอนกรีตเสริมเหล็กด้วย เครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ตรงเหล็กแกน.....	38
3.14 แสดงบริเวณที่จะทดสอบเสาคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ตรงเหล็ก ปลอก.....	38
3.15 แสดงบริเวณที่จะทดสอบเสาคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ตรงคอนกรีต.....	39
4.1 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Universal Testing Machine / Schmidt Hammer Test ของตัวอย่าง มาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ที่อายุคอนกรีตต่างๆ.....	40
4.2 แสดงค่าความสัมพันธ์ของค่ากำลังรับแรงอัดระหว่าง ตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ทดสอบด้วย Universal Testing Machine กับ ตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีต ล้วน) ทดสอบด้วย Schmidt Hammer Test ของปฏิภาคส่วนผสม 210 ksc.ที่อายุคอนกรีตต่างๆ.....	41
4.3 แสดงค่าความสัมพันธ์ของค่ากำลังรับแรงอัดระหว่าง ตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ทดสอบด้วย Universal Testing Machine กับ ตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีต ล้วน) ทดสอบด้วย Schmidt Hammer Test ของปฏิภาคส่วนผสม 280 ksc.ที่อายุคอนกรีตต่างๆ.....	42
4.4 แสดงค่าความสัมพันธ์ของค่ากำลังรับแรงอัดระหว่าง ตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ทดสอบด้วย Universal Testing Machine กับ ตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีต ล้วน) ทดสอบด้วย Schmidt Hammer Test ของปฏิภาคส่วนผสม 350 ksc.ที่อายุคอนกรีตต่างๆ.....	42
4.5 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Universal Testing Machine(Cylinder) / Schmidt Hammer Test (Column) ที่อายุคอนกรีตต่างๆ.....	44

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.....	45
4.7 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.....	45
4.8 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.....	46
4.9 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม1.50 ซม.....	47
4.10 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม2.50 ซม.....	47
4.11 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม3.50 ซม.....	48
4.12 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.....	49
4.13 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.....	49
4.14 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.....	50
4.15แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม1.50 ซม.....	51
4.16 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม2.50 ซม.....	51
4.17 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม3.50 ซม.....	52
4.18 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.....	53
4.19 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.....	53
4.20 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.....	54
4.21 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม1.50 ซม.....	55
4.22 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม2.50 ซม.....	55
4.23 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม3.50 ซม.....	56
4.24 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.....	57
4.25 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.....	57
4.26 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.....	58
4.27 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม1.50 ซม.....	59
4.28 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม2.50 ซม.....	60
4.29 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม3.50 ซม.....	60
4.30 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.....	61
4.31 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.....	61
4.32 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.....	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.33 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม 1.50 ซม.....	63
4.34 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม 2.50 ซม.....	63
4.35 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม 3.50 ซม.....	64
4.36 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.....	65
4.37 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.....	65
4.38 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.....	66
4.39 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม 1.50 ซม.....	67
4.40 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม 2.50 ซม.....	67
4.41 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม 3.50 ซม.....	68
4.42 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.....	69
4.43 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.....	69
4.44 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.....	70
4.46 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม 1.50 ซม.....	71
4.47 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม 2.50 ซม.....	71
4.48 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม 3.50 ซม.....	72

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและปัญหา

ในงานอุตสาหกรรมก่อสร้าง ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความสำเร็จนั้น นอกจากเทคนิควิธีการ ตลอดจนเครื่องมือเครื่องจักรที่พัฒนาขึ้นมากตามลำดับแล้ว อีกส่วนหนึ่งซึ่งนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งก็คือวัสดุที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้าง ซึ่งจะทำงานก่อสร้างนั้นเกิดขึ้นได้ด้วยค่าใช้จ่ายที่ประหยัดและเหมาะสมที่สุด สำหรับวัสดุก่อสร้างที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งตั้งแต่อดีตจนกระทั่งถึงปัจจุบันก็คือคอนกรีต จะเห็นได้ว่างานก่อสร้างที่มีอยู่ส่วนใหญ่นั้นจะใช้คอนกรีตเป็นวัสดุหลัก ทั้งตัวอาคารหรือตลอดจนงานก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคต่างๆ เช่น งานก่อสร้างถนน งานก่อสร้างสะพาน งานก่อสร้างสนามบิน เป็นต้น ซึ่งสาเหตุหลักที่คอนกรีตได้ถูกใช้เป็นวัสดุหลักในงานก่อสร้างนั้น เนื่องจากสามารถสร้างให้มีรูปร่างลักษณะตามที่ต้องการได้ ไม่ถูกจำกัดเหมือนวัสดุอื่นๆ อีกทั้งความสามารถในการรับแรงอัดได้สูง และมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าวัสดุที่ต้องการกำลังรับแรงได้เท่ากัน

เนื่องจากคอนกรีตที่ใช้เป็นวัสดุหลักในงานก่อสร้างนั้น มีความสามารถในการรับกำลังรับแรงอัดได้สูง แต่ในขณะเดียวกันความสามารถในการรับแรงดึงนั้นต่ำมาก ซึ่งหากใช้เพียงคอนกรีตล้วนนั้น จะไม่สามารถทำให้องค์อาคารหรือส่วนประกอบต่างๆ นั้นเกิดขึ้นได้ เนื่องจากในแต่ละชิ้นส่วนนั้นจะประกอบไปด้วยแรงอัดและแรงดึงในชิ้นส่วนเดียวกัน ดังนั้นจึงเกิดการพัฒนาให้ใช้ความสามารถของวัสดุ 2 ประเภทเข้าด้วยกัน ซึ่งก็คือใช้คอนกรีตในการรับแรงอัด และจะใช้เหล็กในการรับส่วนที่เป็นแรงดึง ซึ่งรวมเรียกว่า “ คอนกรีตเสริมเหล็ก ” ซึ่งจะเป็นวัสดุหลักที่ใช้ในการออกแบบและก่อสร้างงานทางด้านวิศวกรรมโครงสร้างตั้งแต่อดีตจนแม้ทุกวันนี้ โดยปัจจุบันมีการก่อสร้างเกิดขึ้นเพื่อรองรับความต้องการต่างๆ อย่างมากมาย ซึ่งสิ่งก่อสร้างประเภทต่างๆ ที่สร้างขึ้นมานั้นจะเป็นสถานที่ที่มีสาธารณชนเข้าไปใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก แต่เมื่อเวลาผ่านไป ความชำรุดเสียหายในส่วนต่างๆ ย่อมเกิดขึ้น ทั้งจากการเสื่อมสภาพของตัววัสดุ ซึ่งหากไม่มีการตรวจสอบและหาแนวทางแก้ไขแล้วก็จะทำให้เกิดผลเสียหายต่อทั้งชีวิตและชีวิตและทรัพย์สินได้ โดยวิธีการตรวจสอบวัสดุที่เป็นคอนกรีตนั้นมีหลายวิธีด้วยกัน แต่ที่นิยมและใช้อย่างแพร่หลายนั้นจะเป็นการทดสอบแบบไม่ทำลาย (Nondestructive test) ซึ่งเป็นการทดสอบที่ทำให้ทราบถึงคุณสมบัติวัสดุโดยที่ไม่เกิดความเสียหายหรือแตกหัก หรือหมดสภาพที่จะนำมาใช้งานต่อไป มีอยู่ 3 วิธีการที่นิยมใช้กันอยู่ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การตรวจสอบโดยการสังเกต (Visual inspection) เป็นการตรวจสอบด้วยตาเปล่า โดยผู้ตรวจสอบจะต้องมีความชำนาญพิเศษ มีโอกาสที่จะเกิดความไม่แน่นอนสูง

2. การตรวจสอบด้วย Portable Ultrasonic Non Destructive Integrity Tester จะเป็นการใช้หลักการในการส่งผ่านตัวกลางของคลื่นเสียงผ่านมวลทดสอบและแสดงคุณสมบัติของคอนกรีตจากความเร็วคลื่นที่ส่งผ่าน ซึ่งต้องอาศัยผู้ชำนาญการตรวจสอบและแปลผลข้อมูล

3. การตรวจสอบด้วยวิธี Schmidt Hammer Test

สำหรับการตรวจสอบคุณสมบัติของคอนกรีตทั้ง 3 วิธีนั้น วิธีการที่เป็นที่นิยมและได้ผลที่มีค่าความน่าเชื่อถือก็คือ การตรวจสอบด้วยวิธี Schmidt Hammer Test เนื่องจากมีขั้นตอนการตรวจสอบที่ไม่ซับซ้อนและสามารถเข้าทำการตรวจสอบได้เพียงคนเดียว ซึ่งในหลักการของวิธีการทดสอบดังกล่าวนี้จะอาศัยคุณสมบัติการดูดซับพลังงานจากค่า Stress Wave Ratio ซึ่งเป็นอัตราส่วนของคลื่นความเค้นอัดที่สะท้อนกลับมาจากเนื้อคอนกรีตกับคลื่นที่ส่งผ่านแท่งกดของเครื่องมือ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับพลังงานก็คือ ความหนาแน่น ความแข็ง ความเรียบของผิว รวมไปถึงโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุ

ในการทดสอบด้วยวิธี Schmidt Hammer Test นั้น วัตถุประสงค์หลักก็คือต้องการที่จะรู้ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตลึกลงที่ทำการทดสอบนั้น เพื่อนำไปประกอบการคำนวณตามหลักการทางวิศวกรรมประเมินค่าการรับน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งเป็นวัสดุประเภท Composite Material แต่เนื่องจากการทดสอบด้วยวิธีดังกล่าวในความเป็นจริงแล้ว จะเป็นการทดสอบบนพื้นผิวของคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งสิ้น ซึ่งในการเสริมเหล็กนั้น จะทำให้ความหนาแน่นซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งในการดูดซับพลังงานที่ส่งถ่ายไปยังเครื่องมือทดสอบวิธี Schmidt hammer Test เปลี่ยนไป (อดีต ตรีรัตน์ตระกูล; และ มงคล ชัยวัฒน์ภา.2539 : บทคัดย่อ) อันเป็นผลให้การอ่านค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้ จะเป็นค่ากำลังรับแรงอัดที่เกิดจากวัสดุผสม (Composite Material) แต่เนื่องจากวิธีการดังกล่าวนี้ ยังไม่มีการทดสอบถึงความสัมพันธ์ของค่ากำลังรับแรงอัดที่อ่านได้จากวิธี Schmidt hammer Test กับลักษณะการเสริมเหล็กที่เปลี่ยนไปในมวลคอนกรีตที่ทำการทดสอบ จึงอาจทำให้ค่าที่ได้นั้นคลาดเคลื่อนไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลระหว่างการทดสอบบริเวณเหล็กปลอก เหล็กหลัก ของตัวอย่างเสา คอนกรีตเสริมเหล็ก ในปฏิกาส่วนผสมต่างๆ ที่ระยะหุ้มใดๆ กับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี Schmidt hammer Test

2. เพื่อศึกษาอิทธิพลระหว่างการทดสอบบริเวณเหล็กปลอก เหล็กหลัก ของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่อายุคอนกรีตต่างๆ ที่ระยะหุ้มใดๆ กับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี Schmidt hammer Test

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. การวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กเสริมและระยะหุ้มเหล็กเสริมในมวลคอนกรีตเสริมเหล็ก กับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี Schmidt Hammer Test นั้นจะเป็นการศึกษาโดยการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลาย ด้วยวิธี Schmidt Hammer Test R บนตัวอย่างเสาคอนกรีตที่จัดทำขึ้นตามมาตรฐาน BS 1881 : PART 3 “Method of making and curing test specimens” แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงระยะหุ้มในตัวอย่างเสาทดสอบนั้น โดยที่ความสัมพันธ์ที่ต้องการศึกษามีดังนี้

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบบริเวณคอนกรีต, เหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลาย ด้วยวิธี Schmidt Hammer Test ที่ค่ากำลังอัดตาม Mix design ที่ 210, 280, 350 ksc.

2. ตัวอย่างทดสอบ

ชิ้นงานทดสอบเป็น ตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่แตกต่างกัน โดยทำการทดสอบที่ 3 ค่าของปฏิภาคส่วนผสมเพื่อรับกำลังอัดของมวลคอนกรีต ดังต่อไปนี้

- ปฏิภาคส่วนผสมที่ 1 เพื่อรับกำลังอัดไม่น้อยกว่า 210 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ksc.)
- ปฏิภาคส่วนผสมที่ 2 เพื่อรับกำลังอัดไม่น้อยกว่า 280 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ksc.)
- ปฏิภาคส่วนผสมที่ 3 เพื่อรับกำลังอัดไม่น้อยกว่า 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ksc.)

โดยแต่ละตัวอย่างเสาคอนกรีตทดสอบ จะมีการทดสอบบริเวณที่มีลักษณะแตกต่างกันไป โดยเปลี่ยนแปลงการทดสอบบริเวณคอนกรีต, เหล็กปลอก, เหล็กหลัก นอกจากนี้ยังทำการเปลี่ยนแปลงระยะหุ้มเหล็กเสริมตั้งแต่ 1.5, 2.5, 3.5 เซนติเมตร ในแต่ละปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตที่ทำการทดสอบ

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ องค์ประกอบของคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยแบ่งออกเป็น

3.1 บริเวณที่ทดสอบในตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

3.2 ระยะเวลาที่เสริมเหล็กในตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

3.3 ปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตที่แตกต่างกัน

ตัวแปรตาม คือ การรับแรงอัดของคอนกรีตเสริมเหล็กที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี Concrete Test Hammer

1.4 วิธีการศึกษา

ในการดำเนินการศึกษาประเมินกำลังรับแรงอัดประลัยของคอนกรีต แบบไม่ทำลายนั้นมีด้วยกันหลายวิธี แต่ในที่นี้จะทำการทดสอบด้วยเครื่องมือชนิดที่แฮมเมอร์ (Schmidt Hammer) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าจากเครื่อง Universal Testing Machine โดยมีขั้นตอนการทำงานประกอบด้วยกระบวนการดังนี้

1.4.1. การศึกษาวิจัยนี้จะทำการทดสอบด้วยเครื่องมือชนิดที่แฮมเมอร์ (Schmidt Hammer) และเครื่อง Universal Testing Machine ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติของเครื่องมือชนิดที่แฮมเมอร์ (Schmidt Hammer) เพื่อที่จะเข้าใจถึงคุณสมบัติของเครื่องมือชนิดที่แฮมเมอร์ (Schmidt Hammer) และการอ่านค่าจากกราฟ

1.4.2. ศึกษาวิจัยข้อมูลจากการทดสอบตัวอย่างทั่วไปในห้องทดสอบ ที่ได้จากตัวอย่างของหน่วยงานต่างๆที่นำตัวอย่างมาทำการทดสอบ ซึ่งเป็นตัวอย่างมาตรฐาน ทรงกระบอก 150×300 mm จำนวน 48 ตัวอย่าง โดยทำการทดสอบค่ากำลังอัดจากเครื่องมือชนิดที่แฮมเมอร์ (Schmidt Hammer) และเครื่องทดสอบ Universal Testing Machine

1.4.3. เตรียมวัสดุและศึกษาคุณสมบัติของวัสดุ โดยการทดสอบหาค่าต่างๆในห้องทดสอบปฏิบัติการด้านคอนกรีต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อใช้ค่าต่างๆ สำหรับออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

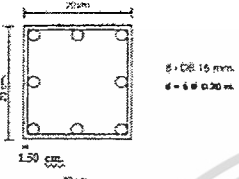
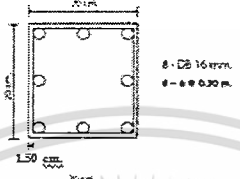
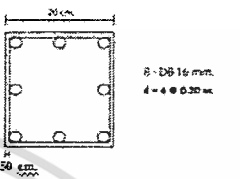
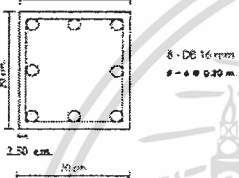
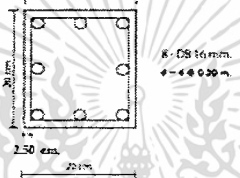
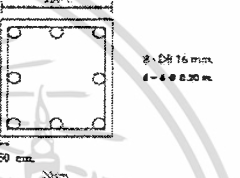
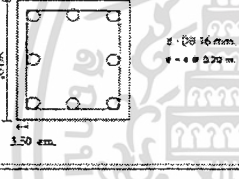
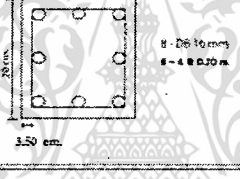
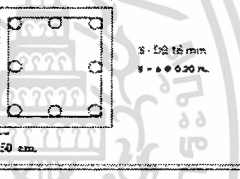
1.4.4. จัดเตรียมแบบหล่อคอนกรีตตามขนาดที่ต้องการ และทำการผูกเหล็กเสริมคอนกรีตตามขนาดที่มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง (ว.ส.ท. 1008-38) กำหนด

1.4.5. นำข้อมูลการคำนวณออกแบบคอนกรีตกำลังรับแรงอัดเท่ากับ 210 ksc. 280 ksc. 350 ksc. นำมาผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนและทำการเทคอนกรีตลงในแบบหล่อที่เตรียมไว้ จำนวน 9 ตัวอย่าง และหล่อตัวอย่างมาตรฐาน Cylinder 150×300 mm. จำนวน 48 ตัวอย่าง จากนั้นจึงทำการทดสอบตัวอย่างคอนกรีตที่บ่มอายุได้ 3 วัน 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน ทั้งแบบทำลาย และไม่ทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.6. เมื่อทดสอบเสร็จทุกอย่างก็รวบรวมข้อมูลที่ได้ทำการทดสอบ มาวิเคราะห์ผลการศึกษาวิจัยต่อไป เพื่อใช้ข้อมูลจากการศึกษาวิจัยอ้างอิงการทดสอบต่อไปในอนาคต

ตารางที่ 1.1 ตารางการออกแบบและขนาดเหล็กที่ใช้

210 ksc. (ความสูงคอนกรีต 110 cm.)	280 ksc. (ความสูงคอนกรีต 110 cm.)	350 ksc. (ความสูงคอนกรีต 110 cm.)
 <p>8-D#16 mm. 4-4#0.30 m.</p>	 <p>8-D#16 mm. 4-4#0.30 m.</p>	 <p>8-D#16 mm. 4-4#0.30 m.</p>
 <p>8-D#16 mm. 4-4#0.30 m.</p>	 <p>8-D#16 mm. 4-4#0.30 m.</p>	 <p>8-D#16 mm. 4-4#0.30 m.</p>
 <p>8-D#16 mm. 4-4#0.30 m.</p>	 <p>8-D#16 mm. 4-4#0.30 m.</p>	 <p>8-D#16 mm. 4-4#0.30 m.</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

การวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบบริเวณแนวคอนกรีต เหล็กปลอก เหล็กหลัก ระยะหุ้มเหล็กเสริม และปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตในตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก กับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี Schmidt Hammer Test ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก
2. กำลังรับแรงอัดของคอนกรีต
3. วิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต
4. การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตแบบไม่ทำลายด้วยวิธีคอนกรีต เทส แฮมเมอร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

2.1.1 งานคอนกรีต

งานคอนกรีต หมายถึงก่อสร้างที่ใช้วัสดุทางวิศวกรรม โครงสร้างเป็นคอนกรีต ซึ่งเป็นวัสดุที่ประกอบไปด้วยส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ หิน ทราย และน้ำ ผสมรวมกันตามอัตราส่วนที่ได้คำนวณไว้เพื่อให้รับกำลังรับแรงอัดได้ตามความต้องการ เมื่อได้รับการบ่มตามวิธีการมาตรฐาน ซึ่งนอกจากส่วนผสมหลักดังกล่าวแล้ว อาจสารเคมีที่ใช้ผสมเพิ่มเพื่อให้ได้คุณสมบัติอื่นๆ ตามความต้องการ สำหรับส่วนผสมหลักต่างๆ ของคอนกรีตนั้น มีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1.1.1 ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเผาส่วนผสมของออกไซด์ของซิลิกา อะลูมินา ซีลีคอน และอลูมิเนียมจนรวมตัวกันสุกพอดี (วินิต:2537) ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่จะนำไปใช้ในการก่อสร้าง จะต้องมียุทธสมบัติตรงตามตารางมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งจะแบ่งปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ออกเป็น 5 ประเภทคือ

ประเภทหนึ่ง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา สำหรับใช้การทำคอนกรีตหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษว่าธรรมดา และสำหรับใช้ในการก่อสร้างตามปกติทั่วไป ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตราช้าง ตราพญานาคสีเขียว และตราเพชรเม็ดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทสอง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์สำหรับใช้ในการทำคอนกรีต หรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดที่เกิดความร้อนและทนซัลเฟตได้ปานกลาง ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเจ็ดเศียร

ประเภทสาม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แข็งตัว ปูนซีเมนต์ประเภทนี้จะให้กำลังสูงในระยะแรก มีเนื้อผงละเอียดกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราเอราวัณ ตราพญานาคสี่เศียร และตราสามเพชร

ประเภทสี่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ เป็นปูนซีเมนต์ที่ทำให้ความร้อนต่ำสุด ซึ่งปูนซีเมนต์ประเภทนี้ใช้มากในการก่อสร้างคอนกรีตหนา เนื่องจากให้อุณหภูมิของคอนกรีตต่ำกว่าปูนซีเมนต์ประเภทอื่นๆ ในขณะที่เกิดการแข็งตัว

ประเภทห้า ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทนซัลเฟตได้สูง เป็นปูนซีเมนต์ชนิดที่ต้านทานซัลเฟตได้สูง มีระยะเวลาการการแข็งตัวช้ากว่าปูนซีเมนต์ประเภทหนึ่ง

2.1.1.2 วัสดุผสม ในงานคอนกรีตนั้น ได้แก่ หินย่อย กรวด และทราย วัสดุผสมนี้จะต้องสะอาด แข็งแกร่ง ทนทาน ไม่มีการขยายตัวมากหรือมีสารจำพวกที่ก่อให้เกิดความเสื่อมคุณภาพต่อคอนกรีต มีสัดส่วนขนาดคละของส่วนประกอบต่างๆ ตามพิภคที่กำหนด โดยขนาดใหญ่ที่สุดของวัสดุผสมจะต้องไม่ใหญ่กว่า 1/5 ของด้านในที่แคบที่สุดของแบบหล่อ หรือต้องไม่ใหญ่กว่า 3/4 ของระยะห่างระหว่างเหล็กเสริมและละเส้นหรือแต่ละมัด

2.1.1.3 น้ำ จะต้องมีความสะอาด ปราศจากกรด ด่าง น้ำมัน และสารอินทรีย์อื่นๆ ในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อเหล็กเสริม โดยปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีตนั้นจะขึ้นอยู่กับส่วนผสมและคุณสมบัติของหิน ทรายและซีเมนต์ โดยมากแล้วมักจะกำหนดเป็นอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์โดยน้ำหนัก

2.1.1.4 สารเคมีผสมเพิ่ม หมายถึง สารอื่นๆ นอกเหนือจากซีเมนต์ วัสดุผสมและน้ำที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีต ไม่ว่าจะเป็นก่อนหรือขณะกำลังทำการผสม เพื่อให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ เช่น ทำให้ความสามารถในการเทได้สูงขึ้น เร่งหรือหน่วงการก่อตัว การเพิ่มการป้องกันคาร์บอนไดออกไซด์ของน้ำ เป็นต้น

ในเนื้อคอนกรีตนั้น จะสามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ซีเมนต์เพสต์ (Cement paste) และวัสดุผสม (Aggregates) ในส่วนของซีเมนต์เพสต์นั้น ประกอบไปด้วยปูนซีเมนต์น้ำ และฟองอากาศ โดยเป็นส่วนที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างปูนซีเมนต์และน้ำ ทำหน้าที่เป็นตัวประสาน โดยแทรกตามช่องว่างของหิน ทราย และเคลือบหรือหุ้มเม็ดทรายและหินทั้งหมดให้เกาะรวมตัวกันเป็นก้อน โดยคุณภาพของซีเมนต์เพสต์นั้น จะขึ้นอยู่กับส่วนผสมของปูนซีเมนต์ อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์ (Water-Cement ratio) ที่ใช้ในส่วนผสม และการทำปฏิกิริยาทางเคมี ระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำ เรียกว่า ปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) โดยปฏิกิริยาดังกล่าวจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก และช้าลงตามลำดับ ในส่วนที่สองนั้น จะเป็นวัสดุผสม ซึ่งแบ่งได้เป็นสองพวก คือ วัสดุผสมละเอียด (Fine Aggregate) และวัสดุผสมหยาบ (Coarse Aggregates) โดยวัสดุละเอียดนั้น จะหมายถึง วัสดุที่มีขนาดเล็ก สามารถผ่านตะแกรงร่อนมาตรฐานเบอร์ 4 ได้ ซึ่งได้แก่ ทราย ส่วนวัสดุผสมหยาบ หมายถึงวัสดุผสมที่มีขนาดใหญ่ ไม่สามารถผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4 ได้ได้แก่ หินย่อยและกรวด

ในงานก่อสร้างนั้น การใช้งานคอนกรีตจะต้องทำการผสมส่วนผสมต่างๆ ชำงต้นในอัตราส่วนที่เหมาะสม ซึ่งมาจากการคำนวณเพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณลักษณะตามต้องการ ทั้งในขณะทำการก่อสร้าง และเมื่อก่อตัวและรับน้ำหนักบรรทุกแล้ว โดยการทำอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างปริมาณของวัสดุแต่ละอย่างนั้น เรียกว่าการหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต (Mix Design) ซึ่งปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเมื่อจะทำการหาปฏิภาคส่วนผสมนั้น ได้แก่ ความชื้นเหลวที่เหมาะสมกับลักษณะงาน (Workability) กำลังรับแรงและความทนทานตามความต้องการ (Strength & Durability) และในราคาที่เหมาะสม (Economic)

การหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตนั้น สามารถทำได้โดยใช้วิธีทดลองผสมหรือวิธีของสถาบันคอนกรีตแห่งอเมริกา (ACI) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมมาก โดยในการผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่ได้จากการคำนวณนั้นอาจจะไม่ได้ผลตามความต้องการทั้งหมด เนื่องจากวัสดุผสมที่ใช้เป็นวัสดุธรรมชาติ ดังนั้นคุณสมบัติต่างๆ อาจแปรเปลี่ยนได้มาก เพื่อให้ได้สัดส่วนการผสมที่ดีที่สุดนั้น นอกจากการคำนวณเพียงอย่างเดียวแล้ว ยังคงจะต้องทำการทดลองผสมจริง และทำการปรับส่วนผสมต่างๆ เพื่อให้ได้ผลตามความพึงพอใจสำหรับปัจจัยในการพิจารณาการหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตนั้น ในงานคอนกรีตเทคโนโลยี (วินิต ช่อวิเชียร. 2539 : 83-90) ได้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

1. กำลังต้านทาน หรือกำลังรับแรง (Strength) จะเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของคอนกรีตเมื่อก่อตัว หรือแข็งตัวแล้ว เนื่องจากคุณสมบัติสำคัญของคอนกรีตก็คือมีความสามารถในการรับแรงอัดได้สูง ส่วนคุณสมบัติด้านอื่นซึ่งได้แก่ กำลังรับแรงดึง กำลังรับแรงดัด และกำลังรับแรงเฉือนนั้น เป็นคุณสมบัติรองลงมา แต่อย่างไรก็ตามคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้ ก็จะแปรผันตามกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ระยะเวลาหนึ่งเป็นหลัก โดยส่วนใหญ่แล้วจะกำหนดกำลังรับแรงของคอนกรีตที่มีอายุ 28 วัน คอนกรีตจะต้องมีค่ากำลังรับแรงอัดไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้

2. อัตราส่วนระหว่างน้ำ ต่อปูนซีเมนต์ (Water-cement ratio) จะเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกำลังต้านทานแรงอัดและความทนทานแรงอัดและความทนทานของคอนกรีตเป็นอย่างมาก ซึ่งถ้าอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์มีค่ามาก กำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตก็จะต่ำ ดังนั้นในการผสมคอนกรีต ถ้าสามารถรักษาอัตราส่วนนี้ให้คงที่ได้ แม้สัดส่วนของวัสดุอื่นจะเปลี่ยนแปลงไปบ้าง กำลังของคอนกรีตจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (วินิต ช่อวิเชียร. 2539 : 83)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความทนทาน (Durability) จะต้องให้ความค้ำนึ่งถึงมากเมื่อคอนกรีตอยู่ในสถานะที่เป็ดเผยรุนแรง เช่น โครงสร้างในทะเล ความทนทานของคอนกรีตจะลดลง โดยในกรณีนี้จะต้องใช้ปูนซีเมนต์ชนิดพิเศษที่เพิ่มความต้านทานต่อการกัดกร่อนของซัลเฟตจากน้ำทะเลได้

4. ความสามารถเทได้ (Workability) คอนกรีตที่ทำการผสมใหม่นั้น ควรจะมีความชื้นเหลวพอเหมาะที่จะนำไปเทในแบบหล่อได้สะดวก และสามารถทำให้แน่นตัวได้ โดยใช้พลังงานน้อยที่สุด แต่หากว่าคอนกรีตที่ทำการผสมนั้น มีความเหลวมากจะต้องให้ความสำคัญของการเกิดการแยกตัว ในขณะที่ล้าียง และในขณะที่เทคอนกรีต นอกจากนั้นแล้วอาจทำให้คอนกรีตคักถ้ามีกำลังรับน้ำหนักได้ลดลง ซึ่งในการกำหนดค่าความสามารถในการเทได้นั้น ขึ้นอยู่กับขนาดหน้าตัดที่จะเทคอนกรีตและระยะห่างระหว่างเหล็กเสริม โดยค่าดังกล่าวจะใช้ค่าความยุบตัวของคอนกรีตเป็นหลัก

5. ขนาดโตสุดของหิน ขนาดของหินที่ใช้ในการผสมคอนกรีต ไม่ควรจะโตกว่า $3/4$ ส่วนของระยะห่างของช่องว่างระหว่างเหล็กเสริม และต้องไม่เกินกว่า $1/5$ เท่าของด้านแคบของส่วนโครงสร้างที่จะทำการเท

6. ส่วนขนาดและลักษณะรูปร่างของวัสดุผสม การกระจายของขนาดและควรรอยู่ภายใต้ข้อกำหนดมาตรฐานเพื่อให้ได้คอนกรีตที่เหลวมีความสามารถเทได้ โดยใช้ปริมาณน้ำผสมน้อย และได้กำลังต้านทานและความทนทานตามต้องการ ในส่วนของลักษณะรูปร่างและคุณสมบัติของวัสดุผสมนั้นจะต้องพิจารณาถึง ลักษณะผิว รูปร่าง ความละเอียด ความชื้น ความถ่วงจำเพาะ หน่วยน้ำหนัก ตลอดจนสิ่งเจือปนที่ติดมากับวัสดุผสม เนื่องจากจะมีผลโดยตรงกับอัตราส่วนระหว่างวัสดุผสมต่อซีเมนต์

7. ปริมาณของวัสดุผสมในคอนกรีต มักจะเลือกใช้ปริมาณของวัสดุผสมให้มากแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถทำงานได้ โดยอัตราส่วนระหว่างทรายต่อหิน เป็นสิ่งที่ต้องค้ำนึ่งถึงเป็นอย่างมาก โดยส่วนผสมที่มีทรายมากเกินไป จะช่วยให้การทำงานง่าย แต่จะทำให้คอนกรีตแตกร้าวได้ง่าย ไม่ทนทานและไม่ประหยัด ส่วนผสมที่มีหินมากเกินไป จะทำให้คอนกรีตเป็นโพรงได้ง่าย เนื้อไม่แน่น และทำงานยาก โดยทั่วไปแล้ว อัตราส่วนระหว่างทรายต่อหินควรรอยู่ระหว่างร้อยละ 33 ถึง 45 โดยน้ำหนัก

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น เกี่ยวกับการค้ำนวนเพื่อหาปฏิกษาคส่วนผสมของคอนกรีต มีวิธีการที่ได้นิยมด้วยกัน 2 วิธี คือ การหาปฏิกษาคส่วนผสมด้วยวิธีทดลองผสม และการหกปฏิกษาคส่วนผสมด้วยวิธีของสถาบันคอนกรีตแห่งอเมริกา (ACI) ซึ่งในแต่ละวิธีการนั้น ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การหาปฏิกษาคส่วนผสมด้วยวิธีทดลองผสม (Trial Mix Method) เป็นการหาอัตราส่วนผสมโดยตรง เพื่อรักษาอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อปูนซีเมนต์ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการกำหนดค่ากำลังรับน้ำหนักของคอนกรีต ซึ่งสามารถกระทำได้โดยทำการเลือกอัตราส่วนระหว่างน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อปูนซีเมนต์ที่ต้องการเพื่อให้ได้กำลังต้านทาน สามารถหาได้จากตารางที่ได้มีผู้ทดลองกระทำไว้เกี่ยวกับงานคอนกรีตเทคโนโลยี จากนั้นทำการเลือกชนิดและขนาด โดสุคของหินและค่าการยุบตัวที่เหมาะสมกับงานแต่ละประเภท โดยค่าต่างๆที่เลือกใช้นี้จะถูกกำหนดเป็นค่าคงที่ ทำการเทปูนซีเมนต์ที่ซังไว้บนถาดผสมและเติมปริมาณน้ำที่เตรียมไว้แล้วทำการผสมด้วยมือ จะได้เป็นซีเมนต์เพสต์ ที่มีอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์ตามความต้องการ ทำการชั่งหินและทรายซึ่งอยู่ในสถานะอิมตัวและผิวแห้งจำนวนหนึ่ง เติมหินและทรายลงในซีเมนต์เพสต์ ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นจึงทำการวัดค่าการยุบตัว ถ้าหากว่าค่าการยุบตัวมากเกินไปให้ทำการเติมหินและทรายลงไปอีก แต่หากว่าค่าการยุบตัวมากเกินไป ให้เติมซีเมนต์เพสต์ที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เท่าเดิมเพิ่มขึ้น เมื่อได้ความชื้นเหลวตามต้องการแล้วจึงทำการวัดหาปริมาณของหินและทรายที่ใช้จริง และนำไปสู่การหาอัตราส่วนระหว่างซีเมนต์ต่อทรายต่อหินได้ต่อไป หลังจากที่ได้สัดส่วนผสมที่ให้ความชื้นเหลวตามต้องการแล้ว ให้ทำการผสมอีกหลายๆครั้ง โดยเปลี่ยนแปลงปริมาณปูนซีเมนต์หรืออัตราส่วนของทรายต่อหิน โดยยังคงรักษาอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์และความชื้นเหลวที่ต้องการได้ ทำการเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปูนซีเมนต์กับอัตราส่วนของทรายต่อหิน โดยสัดส่วนผสมที่ดีที่สุดคือส่วนผสมที่ใช้ปริมาณของปูนซีเมนต์น้อยที่สุด

2. การหาปฏิภาคส่วนผสมด้วยวิธีของสถาบันคอนกรีตแห่งอเมริกา (ACI) จะเป็นวิธีการที่ได้ผลค่อนข้างแน่นอน ซึ่งจะใช้ตารางสำเร็จรูปที่ได้มาจากการทดลองแล้ว แต่การใช้วิธีดังกล่าวนี้จะต้องทราบคุณสมบัติต่างๆของวัสดุที่ใช้ผสมคอนกรีตก่อน เช่น ค่าความถ่วงจำเพาะ หน่วยน้ำหนัก โมดูลัสความละเอียดและเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ เป็นต้น ในส่วนของขั้นตอนต่างๆนั้นมีดังต่อไปนี้

2.1 เลือกค่าความยุบตัวที่เหมาะสมกับประเภทของงาน ค่าความยุบตัวต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสม เพื่อให้ทำงานได้สะดวกและได้งานที่มีคุณภาพ

2.2 เลือกขนาด โดสุคของหิน ซึ่งขนาด โดที่สุคของหินไม่ควรเกินกว่า 1/5 ของส่วนแคบที่สุดของแบบหรือ 1/3 ของความหนาของแผ่นพื้น หรือ 3/4 ของระยะห่างระหว่างเหล็กเสริม

2.3 ประมาณปริมาณน้ำที่ใช้ผสมและปริมาณฟองอากาศที่จะเกิดขึ้น ซึ่งจะให้ปริมาณน้ำที่ต้องการในหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต เพื่อให้ได้ค่าการยุบตัวตามที่ต้องการ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาด โดสุคของหิน รูปร่างและส่วนขนาดคละของวัสดุผสม โดยในตารางดังกล่าวยังให้ปริมาณฟองอากาศที่จะเกิดขึ้นในส่วนผสมสำหรับคอนกรีตที่มีและไม่มีสารที่ทำให้เกิดการกระจายกักฟองอากาศ

2.4 เลือกอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์ ซึ่งจะขึ้นกับสภาพของคอนกรีตที่จะนำไปใช้งานและกำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตที่ต้องการ ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์กับกำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีต

2.5 กำหนดปริมาณปูนซีเมนต์ที่ต้องใช้ โดยเมื่อทราบปริมาตรน้ำที่ใช้ในหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีตและอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์แล้ว จะสามารถคำนวณหาปริมาณปูนซีเมนต์ที่ต้องใช้ในหนึ่งหน่วยปริมาตรคอนกรีตได้

2.6 กำหนดปริมาณวัสดุผสมหยาบ ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบในสภาพแห้งและอัดแน่นในส่วนผสม (Bulk volume of Dry-rodded coarse Aggregate) ต่อคอนกรีตหนึ่งหน่วยปริมาตร ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าโมดูลัสความละเอียดของทรายและขนาดโตสุดของหินที่ใช้

2.7 กำหนดปริมาณวัสดุผสมละเอียด จากค่าต่างๆที่ได้ จะสามารถคำนวณปริมาณวัสดุผสมละเอียดได้ 2 แบบ ดังนี้

2.7.1 ประมาณจากหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตสด (Weight Method)

2.7.2 ประมาณจากปริมาตรเนื้อแท้ของวัสดุ (Absolute Volume Method)

2.8 ปรับส่วนผสมเนื่องจากความชื้นของวัสดุผสม ซึ่งในการนำวัสดุผสมมาใช้งานในความจริงนั้น จะมีความชื้นสูงกว่าในสถานะอิมตัวผิวแห้ง ดังนั้นจึงจะต้องทำการปรับแก้ส่วนผสมให้เข้ากับสภาพจริง โดยเพิ่มน้ำหนักของวัสดุผสมขึ้นเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่ติดมาและลดปริมาณน้ำในส่วนผสมออกในจำนวนเท่ากัน แต่ในกรณีที่วัสดุผสมมีความชื้นต่ำกว่าสถานะอิมตัวผิวแห้ง จะต้องทำการปรับแก้ส่วนผสมในทิศทางตรงข้าม

2.9 การปรับแก้ส่วนผสมด้วยการทดลองผสม เนื่องจากส่วนผสมที่คำนวณได้นั้น เป็นการคำนวณโดยประมาณ ทั้งนี้จะต้องทำการตรวจสอบหน่วยน้ำหนักของคอนกรีต ปริมาณฟองอากาศที่เกิดขึ้นแล้วจึงปรับส่วนผสมอีกครั้ง

2.1.2 งานคอนกรีตเสริมเหล็ก

งานคอนกรีตเสริมเหล็ก หมายถึง งานวิศวกรรมโครงสร้างในงานก่อสร้าง ที่มีการใช้เหล็กเสริมในการออกแบบรับแรงร่วมกับคอนกรีต เนื่องจากการใช้คอนกรีตล้วนเพื่อรับน้ำหนักบรรทุกต่างๆ ไม่สามารถที่จะกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะในแต่ละชั้นส่วนที่รับแรงนั้น โดยปกติแล้วจะมีทั้งแรงอัด แรงดึง แรงคด และแรงเฉือน ซึ่งคุณสมบัติของคอนกรีตล้วนนั้น มีความสามารถในการรับแรงอัดได้สูง แต่การรับแรงทางด้านอื่นๆ จะอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นเพื่อเสริมจุดด้อยเหล่านั้น โดยการนำคอนกรีตและเหล็กเสริมมาหลอมรวมกันตามลักษณะการรับแรงต่างๆ เรียกว่า “คอนกรีตเสริมเหล็ก” ซึ่งในการนำเหล็กเสริมมาใช้งานร่วมกับคอนกรีตนั้น เนื่องจากอาศัยแนวคิดว่าเหล็กเสริมเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติต้านทานแรงอัดและแรงดึงได้ดี แต่ในการใช้เพียงเหล็กเสริมในงานโครงสร้างเพียงอย่างเดียว นั้น จะเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายอย่างมาก สำหรับงานเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างทั่วไปที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นเป็นงานคอนกรีตเสริมเหล็กถึงประมาณร้อยละ 80 ซึ่งมีทั้งการหล่อในที่ และการสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเพื่อติดตั้งภายหลัง

ในการเสริมเหล็กนั้น จะต้องกระทำให้ถูกต้องตามพฤติกรรมการรับแรงของชิ้นส่วน โครงสร้างนั้นๆ เช่น ในชิ้นส่วนคานที่รับแรงคดตามปกติ ด้านบนของชิ้นส่วนจะทำหน้าที่รับแรงอัด ส่วนด้านล่างจะทำหน้าที่รับแรงดึง ดังนั้นการเสริมเหล็กจึงต้องวิเคราะห์แรงดึงที่เกิดขึ้นในหน้าตัด เพื่อนำไปคำนวณหาพื้นที่การเสริมเหล็กต่อไป นอกจากนี้แล้ว ในการจัดวางเหล็กเสริมนั้นจะมีการกำหนดมาตรฐานของของอบริวณปลายเหล็กเสริมแต่ละเส้น เพื่อเสริมแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมให้ดียิ่งขึ้น โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.) ได้กำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับ “ข้ออ” ไว้ดังนี้

2.1.2.1 ส่วนที่งอเป็นครึ่งวงกลมโดยมีส่วนที่ยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 4 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กนั้น แต่ระยะนี้ต้องไม่น้อยกว่า 6 เซนติเมตร

2.1.2.2 ส่วนที่งอเป็นมุมฉาก โดยมีส่วนยื่นออกไปถึงปลายสุดของเหล็กอีกอย่างน้อย 12 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กนั้น

2.1.2.3 สำหรับเหล็กดัดและเหล็กปลอก ใ้งอ 90 องศา หรือ 135 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายของอีกอย่างน้อย 6 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 6 เซนติเมตร และต้องมีรัศมีวัดด้านในของเหล็กไม่สั้นกว่าหนึ่งเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น

2.1.2.4 ขงมาตรฐานสามารถต้านทานแรงดึงในเหล็กได้ถึง 700 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ในการจัดวางเหล็กเสริมนั้น ได้มีการกำหนดมาตรฐานของการจัดวางระยะเหล็กเสริมของงานโครงสร้างชิ้นส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- คานคอนกรีตเสริมเหล็ก
 - ระยะห่างระหว่างเหล็กเสริม ให้พิจารณาจากค่าที่มากที่สุดจากกรณีต่างๆ ดังนี้
 - ต้องไม่น้อยกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริม
 - ต้องไม่น้อยกว่า 1.34 เท่าของขนาดใหญ่สุดของวัสดุผสมหยาบ
 - ต้องไม่น้อยกว่า 2.5 เซนติเมตร
 - ระยะคอนกรีตหุ้มผิวเหล็กเสริม (Covering) ให้พิจารณาจากค่าที่มากที่สุดจากกรณีต่างๆ ดังนี้
 - เมื่ออยู่ในที่ร่ม ไม่สัมผัสดินแฉะและน้ำโดยตรง ต้องมี Covering ไม่น้อยกว่า 2 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อต้องสัมผัสสดินแคดและน้ำโดยตรง ต้องมี Covering ไม่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร หากใช้เหล็กเสริมขนาดเล็กกว่า 15 มิลลิเมตร และไม่น้อยกว่า 4 เซนติเมตร หากใช้เหล็กเสริมขนาดใหญ่กว่า 15 มิลลิเมตร
- เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก
 - ระยะห่างระหว่างเหล็กเสริม ให้พิจารณาจากค่าที่มากที่สุดจากกรณีต่างๆ ดังนี้
 - ต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมอื่น
 - ต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของขนาดใหญ่สุดของวัสดุผสมหยาบ
 - ต้องไม่น้อยกว่า 4 เซนติเมตร
 - ระยะคอนกรีตหุ้มผิวเหล็กเสริม (Covering) ให้พิจารณาจากค่าที่มากที่สุดจากกรณีต่างๆ ดังนี้
 - เมื่ออยู่ในที่ร่ม ไม่สัมผัสสดินแคดและน้ำโดยตรง ต้องมี Covering ไม่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร หรือ 1.5 เท่าของขนาดใหญ่สุดของวัสดุผสมหยาบ
 - เมื่อต้องสัมผัสสดินแคดและน้ำโดยตรง ต้องมี Covering ไม่น้อยกว่า 4 เซนติเมตร

โดยสรุปแล้วในการพิจารณาจัดวางเหล็กเสริมให้มีระยะหุ้มของคอนกรีต (Covering) แตกต่างกันในงานคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมที่งานคอนกรีตนั้นๆ จะต้องเผชิญอยู่อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสามารถสรุปได้เป็นตารางดังนี้

ตาราง 2.1 ค่าระยะหุ้มเหล็กเสริมต่ำสุดขององค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามมาตรฐานการออกแบบต่างๆ

ลำดับ	องค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก (Concrete Structure)	ระยะหุ้มเหล็กเสริมต่ำสุด (Minimum covering, cm.)		
		มาตรฐาน ว.ส.ท.	ข้อบัญญัติ กทม.	มาตรฐาน AASHTO
1	ฐานรากและองค์อาคารสำคัญที่สัมผัสดินโดยตรง	7.5	6.0	7.5
2	องค์อาคารที่สัมผัสดินหรือถูกแดดฝน			
	- เหล็กเสริม	5.0	4.0	5.1
	- เหล็กเสริมรอง	4.0	3.0	3.8
3	องค์อาคารที่ไม่สัมผัสดิน หรือถูกแดดฝน			
	- เหล็กเสริมหลัก	2.0	ไม่ระบุ	3.8
	- เหล็กเสริมรอง	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ	2.5
	- แผ่นพื้นและผนัง	2.0	1.5	ไม่ระบุ
	- คาน	3.0	3.0	ไม่ระบุ
4	เสา ที่มีเหล็กปลอกเกลียว หรือ ปลอกเคียว	3.5**	3.0	ไม่ระบุ
5	แผ่นพื้นสะพานคอนกรีต			
	- เหล็กเสริมบน	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ	5.0
	- เหล็กเสริมล่าง	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ	2.5

หมายเหตุ ** หรือไม่น้อยกว่า $1 \frac{1}{2}$ เท่าของขนาดมวลรวมหยาบใหญ่ที่สุด
ที่มา : บริษัท เชนเนอรัล เอนจิเนียริง จำกัด, คู่มือวิศวกรโยธา: 164.

ในการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้าง ของชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กนั้น ในปัจจุบัน ทัศนคติการออกแบบ 2 วิธีคือ

1. การออกแบบด้วยทัศนคติอิลาสติกหรือหน่วยแรงใช้งาน (Working Stress Design : WSD) จะเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเป็นการออกแบบให้รูปตัดของชิ้นส่วนคอนกรีตสามารถต้านทานแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ โดยหน่วยแรงที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนต่างๆ เหล่านั้นต้องไม่เกินกว่าหน่วยแรงที่ยอมให้ (Allowable stress) ซึ่งได้มาจากการกำหนดส่วนลดความต้านทานแรงประลัยของวัสดุนั้นๆ โดยใช้หน่วยแรงในช่วงขีดจำกัดยืดหยุ่นในส่วนที่เป็นเส้นตรง ของเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกับหน่วยการยืดหดตัวของวัสดุนั้น กำหนดขึ้น โดยเทศบัญญัติ พ.ร.บ.การควบคุมอาคาร หรือมาตรฐานทางวิชาชีพวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การออกแบบด้วยทฤษฎีกำลังประลัย (Ultimate Strength Design : USD) เป็นการออกแบบให้รูปตัดสามารถต้านทานต่อแรงประลัยใช้งานต่างๆ ที่คำนวณหาค่ามาได้จากการวิเคราะห์โดยทฤษฎีอิลาสติกให้น้ำหนักบรรทุกประลัย ที่จากผลคูณของน้ำหนักบรรทุกใช้งานตามประเภทของอาคารกับส่วนปลอดภัย ตามชนิดของน้ำหนักบรรทุกนั้น

ทั้ง 2 วิธีที่กล่าวมานั้น การที่วิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จะต้องทำการกำหนดหรือทราบค่าของวัสดุหลักที่นำมาประกอบทางด้านทานแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งในส่วนของคอนกรีตนั้นจะต้องทราบค่ากำลังรับแรงอัดประลัย จากการทดสอบตัวอย่างรูปทรงกระบอกมาตรฐานที่ 28 วัน (f_c') ส่วนเหล็กเสริมนั้นก็จะต้องทราบค่ากำลังรับแรงดึงที่จุดคลาก (Yield point) เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่ากำลังต้านทานของชิ้นส่วนนั้นๆ ต่อไป

สรุป ในหัวข้อที่กล่าวถึงงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็กนี้ จะเป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงลักษณะของงานโครงสร้าง ที่ใช้วัสดุประเภทคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยจะสามารถทำการจัดเตรียมตัวอย่างของมวลคอนกรีตทดสอบ การจัดวางเหล็กเสริมของคอนกรีต ด้วยขั้นตอนและกระบวนการที่ถูกต้องสำหรับการวิจัยนี้ นอกจากนี้จะแสดงถึงความสำคัญของการวิจัยที่ต้องการหาค่ากำลังรับแรงอัดที่เกิดขึ้น ในหน้างานจริง ซึ่งจะนำมาซึ่งค่าการทดสอบที่จะใช้วิเคราะห์ความสามารถในการรับกำลังของชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นๆ โดยรวมต่อไป

2.2 กำลังรับแรงอัดของคอนกรีต

คุณสมบัติของคอนกรีตที่ต้องการในการวิศวกรรมโครงสร้างมากที่สุด ก็คือคุณสมบัติด้านการรับแรงอัดเมื่อคอนกรีตแข็งตัว ซึ่งโดยทั่วไปนั้น กำลังอัดของคอนกรีตจะแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. กำลังของมอร์ต้า จะขึ้นอยู่กับความพรุนภายในเนื้อมอร์ต้า อัตราส่วนยของน้ำต่อซีเมนต์และ Degree of Hydration แต่ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังและความพรุนจะถูกควบคุมด้วยอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ส่วนการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติของมวลรวม เช่น การเปลี่ยนแปลงขนาดคละ ปริมาณ กำลัง ลักษณะผิว ฯลฯ จะส่งผลต่อกำลังของคอนกรีตไม่มากนัก

2. กำลังและโมดูลัสยืดหยุ่นของมวลรวม ความสามารถด้านแรงของคอนกรีตจะขึ้นอยู่กับกำลังของหินและแรงยึดเหนี่ยวของมวลรวมกับมอร์ต้า แต่โดยทั่วไปกำลังของมวลรวมจะสูงกว่ากำลังของมอร์ต้าหลายเท่า ส่วนแรงยึดเหนี่ยวจะเป็นตัวที่ควบคุมการแตกต่างของคอนกรีต กำลังกดของคอนกรีตจะลดลงเมื่อใช้หินขนาดใหญ่ขึ้น เพราะหินขนาดใหญ่จะก่อให้เกิดน้ำได้หินมากทำให้แรงยึดเหนี่ยวของมวลรวมกับมอร์ต้าลดลง การเพิ่มปริมาณของมวลรวมในส่วนผสมจะเป็นการเพิ่มกำลังอัด รวมทั้งถ้าใช้หินที่มีโมดูลัสยืดหยุ่นสูงจะทำให้กำลังของคอนกรีตดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กำลังของแรงบีคเหนี่ยวระหว่างมวลรวมกับมอร์ตา จะขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพ เช่น รูปร่าง ลักษณะผิวของมวลรวม และลักษณะทางเคมี ที่เกิดระหว่างปูนซีเมนต์กับแร่ธาตุต่างๆ ในเนื้อมวลรวม

สิ่งที่มีผลต่อกำลังอัดของคอนกรีตนั้น จะประกอบไปด้วยปัจจัยต่างๆดังต่อไปนี้

1. คุณสมบัติของวัสดุผสม ในคอนกรีตนั้นจะประกอบไปด้วยส่วนผสมหลายชนิดด้วยกัน แต่สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดหลักดังนี้

1.1 ปูนซีเมนต์ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากปูนซีเมนต์แต่ละประเภทจะก่อให้เกิดกำลังของคอนกรีตที่แตกต่างกัน โดยจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปูนซีเมนต์ หรือแม้ว่าจะเป็นปูนซีเมนต์ชนิดเดียวกันก็ตาม ถ้ามีความละเอียดที่แตกต่างกันแล้ว อัตราการเพิ่มกำลังรับแรงของคอนกรีตก็จะแตกต่างกันไป

1.2 มวลรวม จะมีผลต่อความแปรผันของกำลังรับแรงอัดคอนกรีตไม่มากนัก เนื่องจากมวลรวมที่ใช้ในงานก่อสร้างนั้นจะไม่แตกต่างกันมาก ทั้งนี้ส่วนที่ทำให้มีความแปรผันมากที่สุดที่เกิดจากมวลรวมก็คือรูปร่างและลักษณะพื้นผิวของมวลรวมนั้น ในมวลรวมหยาบที่เป็นหินย่อยจะมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมมุมหรือผิวหยาบจะทำให้กำลังอัดของคอนกรีตมากกว่ามวลรวมที่มีผิวเรียบมน ส่วนขนาดใหญ่สุดของมวลรวมก็จะมีผลต่อกำลังรับแรงคอนกรีตเช่นกัน เนื่องจากคอนกรีตที่ใช้มวลรวมขนาดใหญ่จะต้องการปริมาณน้อยกว่าการใช้มวลรวมขนาดเล็กในคอนกรีตที่ต้องการความสามารถในการเทได้เท่ากัน ดังนั้นคอนกรีตที่ใช้มวลรวมขนาดใหญ่มักจะให้กำลังอัดที่สูงกว่าอีกส่วนหนึ่งที่มีผลต่อกำลังรับแรงของคอนกรีตเป็นอย่างมากก็คือ สัดส่วนต่างๆของขนาดผล เนื่องจาก การเลือกใช้น้ำที่ผสมจะเหมาะสมจะทำให้ความต้องการในการใช้น้ำที่น้อย ฟองอากาศในมวลคอนกรีตเกิดขึ้นไม่มาก

1.3 น้ำ จะมีผลต่อกำลังของคอนกรีตตามความคุณภาพความสะอาดของน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต เนื่องจากปริมาณของสารเคมี เกลือแร่หรือสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำจะทำให้กำลังของคอนกรีตต่ำลง

2. การผสมหรือการทำคอนกรีต จะเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งที่ทำให้คอนกรีตมีกำลังต้านทานแรงอัดได้ต่างกัน แม้ว่าจะใช้ส่วนผสมเช่นเดียวกันทุกประการก็ตาม ซึ่งขั้นตอนต่างๆที่มีผลต่อกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตจากทำงานคอนกรีตนั้นมีดังนี้

2.1 การชั่งตวงส่วนผสม ในการปฏิบัติงานจริงนั้นการวัดส่วนผสมต่างๆจะใช้การตวงโดยปริมาตรเป็นหลักเนื่องจากสะดวกและการกระทำได้อย่างรวดเร็ว แต่ทั้งนี้จะมีผลผิดพลาดมากกว่าการวัดส่วนผสมโดยการชั่งน้ำหนัก

2.2 การผสมคอนกรีต คอนกรีตจะมีคุณภาพ สามารถรับแรงได้ตามความต้องการนั้น จะต้องผ่านการผสมที่สามารถทำให้วัสดุผสมต่างๆ รวมกันเป็นเนื้อเดียวมากที่สุด เพื่อให้หน้ามีโอกาสทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ได้อย่างทั่วถึง

2.3 การเทคอนกรีตเข้าแบบหล่อ ในการเทคอนกรีตเข้าแบบหล่อนั้น หากว่าคอนกรีตเกิดการแยกตัวในระหว่างการลำเลียง หรือการเทคอนกรีต จะทำให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติรับแรงได้ไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้การเทคอนกรีตที่ไม่สามารถทำให้แน่นได้ทั่วถึงหรือเกิดเป็นโพรงนั้น ก็จะทำให้ได้คอนกรีตที่มีกำลังรับแรงอัดต่ำเช่นกัน

3. การบ่มคอนกรีต จะมีส่วนอย่างยิ่งในการเพิ่มอัตราการรับแรงอัดของคอนกรีต ตามเวลาที่เปลี่ยนไป โดยมีปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

3.1 ความชื้น เนื่องจากอัตราการเพิ่มกำลังรับแรงของคอนกรีตนั้น จะขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น ระหว่างปูนซีเมนต์และน้ำ โดยกำลังรับแรงของคอนกรีตจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หากมีน้ำหรือมีความชื้นอยู่ตลอดเวลา ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเมื่อคอนกรีตเริ่มแข็งตัว ควรจะทำการบ่มด้วยความชื้นโดยทันที

3.2 อุณหภูมิ การบ่มคอนกรีตในอุณหภูมิสูงนั้น จะทำให้อัตราการเพิ่มกำลังของคอนกรีตเกิดเร็วขึ้น

3.3 เวลาที่ใช้ในการบ่ม ถ้าหากสามารถบ่มคอนกรีตให้ชื้นอยู่ตลอดเวลาช้านานเท่าใด ก็จะได้กำลังของคอนกรีตมากขึ้นไปด้วย

สรุป คุณสมบัติที่สำคัญที่สุดที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรมโครงสร้าง ที่ต้องการจากคอนกรีตนั้นก็คืองำลังรับแรงอัดของคอนกรีต แต่เนื่องจากคอนกรีตนั้นเป็นวัสดุก่อสร้างประเภท Composite Material ซึ่งเป็นการใช้คุณสมบัติของวัสดุหลายประเภทมาประกอบร่วมกัน ดังนั้นในการศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดของกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตนั้น จะทำให้ทราบถึงที่มาของกำลังรับแรงดังกล่าวจากส่วนผสมต่างๆนั้น เพื่อที่จะทำการควบคุมคุณภาพในแต่ละขั้นตอนการทำคอนกรีตเพื่อให้ได้คุณสมบัติกำลังรับแรงตามต้องการ ซึ่งในการควบคุมคุณภาพดังกล่าวนี้ ก็จะมีวิธีการทดสอบหากำลังรับแรงอัดตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ ดังที่ได้กล่าวต่อไป

2.3 วิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต

สำหรับวิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตนั้น มีการคิดค้นไว้หลายวิธีด้วยกัน แต่สามารถแบ่งการทดสอบออกได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

2.3.1. การทดสอบแบบทำลาย จะเป็นการทดสอบที่ให้ผลที่แน่นอน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทย่อยดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.1 การทดสอบกับมวลตัวอย่างมาตรฐาน เป็นการกระทำการทดสอบบนมวลคอนกรีตตัวอย่างที่ทำขึ้นมาจากการสุ่มเก็บตัวอย่างคอนกรีตสด ซึ่งในประเทศไทยนั้นจะมีการเตรียมมวลตัวอย่างคอนกรีตที่ไว้ทำการทดสอบ กำลังรับแรงอัดของคอนกรีต 2 รูปแบบคือ

2.3.1.1.1 ตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ ตามมาตรฐาน BS 1881 : PART 3, Method of Making and Curing Test Specimens ซึ่งมีกระบวนการเตรียมตัวอย่างทดสอบดังนี้

อุปกรณ์ ประกอบด้วย

- 1) แบบหล่อก้อนคอนกรีตตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 15.0x15.0x15.0 เซนติเมตร
- 2) เหล็กค้ำหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางนิ้ว
- 3) ช้อนตัก และเกรียงเหล็ก

วิธีทำมวลตัวอย่างคอนกรีต

- 1) ทำความสะอาดแบบหล่อ แล้วทาน้ำมันที่ผิวภายในทุกด้าน
- 2) ตักคอนกรีตสดใส่แบบ โดยแบ่งเป็น 3 ชั้นเท่าๆ กัน แต่ละชั้นตาดด้วยเหล็กค้ำ 35 ครั้ง
- 3) เมื่อตาดชั้นสุดท้ายเสร็จ ทำการปาดผิวให้เรียบ
- 4) ทำการแกะแบบหล่อเมื่อคอนกรีตก่อตัวแล้ว โดยมากจะไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง
- 5) ทำการบ่มมวลตัวอย่างที่อุณหภูมิปกติจนครบ 28 วันจึงนำมาทำการทดสอบ

2.3.1.1.2 ตัวอย่างรูปทรงกระบอก ตามมาตรฐาน ASTM C192, Standard Method of Making and Curing Test Specimens in the Laboratory ซึ่งมีกระบวนการเตรียมตัวอย่างทดสอบดังนี้

อุปกรณ์ ประกอบด้วย

- 1) แบบหล่อก้อนคอนกรีตตัวอย่างรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.0 เซนติเมตร สูง 30.0 เซนติเมตร
- 2) เหล็กค้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ปลายมน
- 3) ช้อนตัก และเกรียงเหล็ก

วิธีทำมวลตัวอย่างคอนกรีต

- 1) ทำความสะอาดแบบหล่อ แล้วทาน้ำมันที่ผิวภายในทุกด้าน
- 2) ตักคอนกรีตสดใส่แบบ โดยแบ่งเป็น 3 ชั้นเท่าๆ กัน แต่ละชั้นตาดด้วยเหล็กค้ำ 25 ครั้ง
- 3) เมื่อตาดชั้นสุดท้ายเสร็จ ทำการปาดผิวให้เรียบ
- 4) ทำการแกะแบบหล่อเมื่อคอนกรีตก่อตัวแล้ว โดยมากจะไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง
- 5) ทำการบ่มมวลตัวอย่างที่อุณหภูมิปกติจนครบ 28 วันจึงนำมาทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดสอบนั้นจะกระทำด้วยเครื่องทดสอบ ที่มีน้ำหนักกดอย่างสม่ำเสมอตลอดพื้นที่หน้าตัดของมวลคอนกรีตตัวอย่าง และมีมาตรวัดแรงกระทำซึ่งสามารถระบุค่าของแรงที่เกิดการแตกหักของมวลทดสอบ เมื่อถึงจุดประลัยของมวลทดสอบนั้น โดยมีข้อควรระวังระหว่างการทดสอบดังนี้

- 1) ก้อนตัวอย่างต้องอยู่จุดกึ่งกลาง และแกนของก้อนตัวอย่างต้องอยู่ในแนวตั้ง
- 2) แผ่นรองกดต้องอยู่ในแนวตั้งฉากกับแกนของก้อนตัวอย่าง
- 3) แผ่นรองกดต้องเคลื่อนตัวได้เล็กน้อย
- 4) แผ่นรองกดจะต้องเรียบเป็นระนาบ
- 5) ถ้าต้องใช้วัสดุ Cap ก้อนตัวอย่างในกรณีที่ผิวหน้าไม่เรียบนั้น ควรเลือกวัสดุที่มีกำลังและ โมดูลัสยืดหยุ่นใกล้เคียงกับของคอนกรีต

สำหรับการทดสอบแบบทำลายบนมวลคอนกรีตตัวอย่างมาตรฐานจากทั้ง 2 รูปแบบนั้น จะให้ค่ากำลังรับแรงที่ทดสอบได้แตกต่างกัน โดยค่ากำลังอัดของตัวอย่างรูปทรงกระบอกจะมีค่าน้อยกว่า เมื่อใช้ทำตัวอย่างจะคอนกรีตสดที่ผสมครั้งเดียวกัน ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก

- 1) แรงเสียดทานระหว่างผิวของก้อนตัวอย่างกับแผ่นรองกด ซึ่งก่อให้เกิด Confining Stress ซึ่งมีผลให้ค่ากำลังรับแรงอัดของ ตัวอย่างคอนกรีตทรงลูกบาศก์สูงกว่าความเป็นจริง
- 2) องค์ประกอบเรื่องความชะลูด กล่าวคือเนื่องจากรูปทรงกระบอกมีความสูงมากกว่า ด้านกว้างทำให้ผลด้าน Confining Stress ลดลงอย่างมาก

ทั้งนี้การเปรียบเทียบค่าการทดสอบกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีตทดสอบทั้ง 2 รูปแบบนั้น สามารถหาได้จากมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.) ซึ่งได้กำหนดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดรูปทรงกระบอกกับตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์

2.3.1.2 การทดสอบกับแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากชิ้นส่วนของโครงสร้างจริง (Coring Test) โดยมากแล้วจะเป็นการทดสอบในกรณีทำการหล่อคอนกรีตโครงสร้างจริงแล้ว ทดสอบกำลังรับแรงอัดตามมาตรฐาน ASTM C42 การทดสอบดังกล่าวจะเกิดขึ้นเมื่อมีข้อสังเกตว่า คอนกรีตดังกล่าวอาจจะไม่สามารถรับกำลังได้ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจจะมาจากผลการทดสอบจากตัวอย่างที่สุ่มเก็บในขณะที่ยังเป็นคอนกรีตสด มีค่าการทดสอบต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ หรืออาจจะเกิดจากการเทคอนกรีต เมื่อเปิดหรือถอดแบบหล่อออก พบว่าเนื้อคอนกรีตไม่แน่น โดยการสังเกตด้วยวิธีดังกล่าวนี้จะมาจากดุลยพินิจของวิศวกร โครงสร้างเป็นหลัก

สำหรับวิธีการเตรียมตัวอย่างนั้นจะกระทำโดยใช้เครื่องมือเจาะรูปทรงกระบอกซึ่งเป็นหัวกากเพชร โดยคอนกรีตที่ทำการเจาะตัวอย่างนั้นควรมีอายุอย่างน้อย 14 วัน ขนาดเล็กสุดของตัวอย่างเจาะไม่ควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 10 เซนติเมตร และความสูงของแท่งตัวอย่างเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรเป็น 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง ในการเจาะนั้นควรจะทำในทิศทางที่ตั้งฉากกับพื้น หรือ ในทิศทางที่ขึ้นส่วนองค์อาคารนั้นรับน้ำหนัก

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

- 1) เครื่อง Coring machine
- 2) กระบอกตัดคอนกรีตหัวเพชร (Diamond barrel)

วิธีการเจาะแก่นคอนกรีต

1) ย้ายเครื่อง Coring machine มายังจุดที่จะทำการเก็บตัวอย่าง โดยก่อนกำหนดจุดใดๆ ต้องมีการตรวจสอบตำแหน่งเหล็กเสริมให้ชัดเจน บันทึกตำแหน่งที่เจาะในสมุดบันทึก

2) ทำการยึดเครื่อง Coring machine เพื่อป้องกันการแกว่งตัวของเครื่องในขณะที่ทำงาน ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ทำค้ำยัน (Bracing), ยึดแท่นเครื่องด้วย Anchor bolt, นำน้ำหนักบรรทุก (Heavy weights) มากดทับที่แท่นเครื่องหรือใช้เครื่อง Vacuum pads ติดกับแท่นเครื่อง (เครื่อง Vacuum pads ใช้ได้เฉพาะพื้นผิวที่เรียบเท่านั้น)

3) ต่อสายยางจากปืนน้ำ เข้ามาเครื่อง Coring machine

4) ตรวจสอบความพร้อมก่อน แล้วเริ่ม Coring ได้ทันที ในขณะที่ Coring ต้องเปิดน้ำหล่อเลี้ยงเพื่อป้องกันความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีระหว่างคอนกรีตกับ Diamond barrel

5) เมื่อได้ตัวอย่างแก่นคอนกรีต แล้วให้ทำการบันทึก ขนาด Diamond, ความยาว, ลักษณะชั้นคอนกรีตต่างๆ และขนาดเหล็กเสริม เป็นต้น ลงในสมุดบันทึก

เมื่อได้แท่งตัวอย่างแล้วจะนำไปแช่น้ำ ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 40 ถึง 48 ชั่วโมง เพื่อให้ได้การทดสอบในสภาพที่ชื้น บางกรณีอาจจะต้องมีการทำ Capping เมื่อผิวที่ทำการทดสอบนั้นไม่เรียบ และควรทำการทดสอบอย่างน้อย 3 ตัวอย่างในบริเวณที่ทำการทดสอบนั้นทั้งนี้ค่าที่ได้ในการทดสอบจะต้องนำไปแปรผลกับตารางตามขนาดและรูปร่างของแท่งตัวอย่างก่อน หากว่าค่าเฉลี่ยของ 3 ตัวอย่างมีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 0.85 fc' โดยไม่มีตัวอย่างใดให้ค่าการทดสอบต่ำกว่า 0.75 fc' ให้ถือว่าคอนกรีตดังกล่าวมีคุณภาพยอมรับได้

ตาราง 2.2 ผลของอัตราส่วนความสูงต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่อกำลังแรงอัด

สัดส่วนของความสูงต่อ เส้นผ่านศูนย์กลาง (L/D)	ค่าปรับแก้กำลังรับแรงอัด
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

ที่มา : ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร. (2537). คอนกรีตเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :

บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด : 99.

2.3.2 การทดสอบแบบไม่ทำลาย (Nondestructive test) จะเป็นการตรวจสอบ เพื่อให้ทราบถึง คุณสมบัติเฉพาะของ วัสดุที่ต้องการ โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย หรือไม่มีการทำลายชิ้นต่งวนั้น ซึ่งในงานวิศวกรรม โครงสร้างในส่วนของ การตรวจสอบ คุณสมบัติการรับแรงอัดของคอนกรีตนั้น มีวิธีการที่เป็นที่รู้จัก และยอมรับ โดยทั่วไปอยู่ 2 วิธีคือ

2.3.2.1 การตรวจสอบด้วย Portable Ultrasonic Non Destructive Integrity Tester หรือ PUNDIT Test เป็นการตรวจสอบคอนกรีตแบบไม่ทำลาย โดยการใช้คลื่นเสียงเดินทางผ่านเนื้อ คอนกรีตเพื่อตรวจสอบคุณภาพของเนื้อคอนกรีตว่าอยู่ในสภาพดีหรือไม่อย่างไร ตามมาตรฐาน ASTM 597-83

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบ

- 1) เครื่อง PUNDIT Test (Portable Ultrasonic Non Destructive Integrity Tester)
- 2) เครื่อง Pachometer ให้หาระยะของคอนกรีตที่หุ้มเหล็ก และตำแหน่งเหล็กเสริม
วิธีการทดสอบ
 - 1) กำหนดตำแหน่งที่จะทดสอบ โดยกำหนดไว้ในแบบแปลน โดยการเลือกกลุ่ม ตัวอย่าง
 - 2) สกัดปูนฉาบออกจนถึงเนื้อคอนกรีตที่ดี ขัดผิวที่ต้องการทดสอบให้เรียบด้วยเครื่อง เจียรคอนกรีตไฟฟ้า แล้วกำหนดจำนวน 2 จุด ที่จะติดตั้ง หัวส่งส่งสัญญาณ (Transmitting Transducer) และ หัวรับสัญญาณ (Receiving Transducer)
 - 3) นำเครื่อง Pachometer มาหาค่าระยะของคอนกรีตที่หุ้มเหล็ก และตำแหน่งเหล็ก เสริม ที่จุดทั้ง 2 จุด บันทึกค่าในตารางการทดสอบ
 - 4) Calibration เครื่อง PUNDIT Test ตามคู่มือ Calibration
 - 5) ทาจาระบี หรือ Conductivity Gel Echotrace 900 ป้ายทาระหว่างหัวส่งส่งสัญญาณ หัวรับสัญญาณ กับผิวคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานภายในองค์กรเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 6) เริ่มทดสอบโดยส่งคลื่นอุลตราโซนิคจากหัวสัมผัสส่งสัญญาณ ผ่านเนื้อคอนกรีต ไปยังหัวสัมผัสรับสัญญาณ อ่านค่าระยะเวลาที่คลื่นผ่าน (Transit Time ;T) จำนวน 5 ครั้ง แล้วจบบันทึกค่าลงในตาราง พร้อมวัดค่าระยะทางที่คลื่นส่งผ่าน (Path Length ;L) อย่างละเอียด และวิธีการทดสอบซึ่งมีด้วยกัน 3 แบบ ได้แก่ Direct Method, Semi-Direct Method Indirect Method
- 7) คำนวณหาค่าความเร็วของคลื่น (Longitudinal Pulse Velocity ;V) จากสูตร
- 8) $V = L / T$
- 9) ทำการปรับแก้ค่าความเร็วของคลื่น (Longitudinal Pulse Velocity ;V) จากองค์ประกอบต่างๆ ที่มีผลกับความเร็วของคลื่น เช่น ความราบเรียบของผิวคอนกรีต, อุณหภูมิและความชื้นของคอนกรีต, ปริมาณเหล็กเสริม และความเป็นเนื้อเดียวกันของคอนกรีต เป็นต้น
- 10) นำค่าความเร็วของคลื่น (Longitudinal Pulse Velocity ; V) ที่ปรับแก้แล้วมาเปรียบเทียบเพื่อหาคุณภาพของคอนกรีตและหาค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตโดยประมาณ ซึ่งได้จากการวิจัยของสถาบันการศึกษาต่างๆ
- 11) การตรวจสอบด้วย Concrete Test Hammer หรือ Schmidt Hammer Test เป็นวิธีการทดสอบที่ประหยัดและใช้เวลาไม่นาน ผลการทดสอบมีค่าคลาดเคลื่อนในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวในบทต่อไป

สรุป ในหัวข้อวิธีการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดดังกล่าว ทั้งวิธีการทดสอบแบบทำลาย และแบบไม่ทำลาย ซึ่งทำให้ทราบถึงข้อดี ข้อเสียของแต่ละวิธีการทดสอบได้ ซึ่งจากการศึกษาดังกล่าวทำให้เห็นว่าวิธีการทดสอบคุณสมบัติกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่เหมาะสมทั้งในด้านค่าใช้จ่าย ขั้นตอนการทดสอบที่ไม่ซับซ้อน และสามารถทราบผลได้อย่างรวดเร็ว นั่นก็คือ การตรวจสอบด้วย Concrete Test Hammer หรือ Schmidt Hammer Test

2.4 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตแบบไม่ทำลายด้วยวิธี Concrete Test Hammer

การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตแบบไม่ทำลาย ด้วยวิธี Concrete Test Hammer หรือ Schmidt Hammer Test นั้น เป็นการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงที่ผิวของคอนกรีตที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จ ซึ่งจะไม่มีความเสียหายต่อเสถียรภาพของโครงสร้าง สามารถทำการตรวจสอบได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว โดยค่าที่ได้จะเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริง เพียงพอที่จะนำผลการทดสอบที่ได้มาพิจารณาประกอบการทดสอบอื่นๆ เพื่อประเมินค่าความแข็งแรงของโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือที่ใช้คือ Schmidt Hammer ซึ่งใช้หลักการกระแทก และกระดอนกลับ (Rebound) ของสปริงหรือมวลยืดหยุ่น กำลังที่กระดอนกลับ (Rebound) จะแปรผันกับค่าความแข็งแรงของผิวที่ทดสอบ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเครื่องมือดังกล่าว จะแบ่งออกได้หลายประเภทดังนี้

Type N : จะมีค่าพลังงานในการกระแทก (Impact energy) เท่ากับ 2.207 นิวตัน-เมตร (0.225 กิโลกรัม-เมตร) ซึ่งจะเป็นการทดสอบกับที่ใช้ในการก่อสร้างปกติทั่วไปรวมทั้งงานก่อสร้างสะพานคอนกรีต

Type NR : จะมีค่าพลังงานในการกระแทก (Impact energy) เท่ากับ 2.207 นิวตัน-เมตร (0.225 กิโลกรัม-เมตร) ซึ่งจะเป็นการทดสอบลักษณะงานเช่นเดียวกับ Type N เหมาะสำหรับการทดสอบขนาดเล็กและวัสดุที่ทำการทดสอบนั้นมีความอ่อนไหวต่อแรงกระแทก เช่น หินเทียม (artificial stone) เป็นต้น

Type LR : จะมีค่าพลังงานในการกระแทก (Impact energy) เท่ากับ 0.735 นิวตัน-เมตร (0.075 กิโลกรัม-เมตร) ซึ่งจะเป็นการทดสอบลักษณะงานเช่นเดียวกับ Type L แต่จะมีอุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูลติดตั้งร่วมด้วย

Type LB : จะมีค่าพลังงานในการกระแทก (Impact energy) เท่ากับ 0.735 นิวตัน-เมตร (0.075 กิโลกรัม-เมตร) ซึ่งจะเป็นการทดสอบปลั๊กย่อย สำหรับการควบคุมคุณภาพอย่างต่อเนื่องของวัสดุประเภทดินเผาหรือผลิตภัณฑ์จำพวกกระเบื้องเซรามิก

Type M : จะมีค่าพลังงานในการกระแทก (Impact energy) เท่ากับ 29.43 นิวตัน-เมตร (3 กิโลกรัม-เมตร) จะเป็นการทดสอบกับที่เหมาะสมกับมวลคอนกรีตขนาดใหญ่ ได้แก่งานถนนคอนกรีตและงานทางวิ่งของสนามบินใช้

Type P : หรือ Pendulum type จะมีค่าพลังงานในการกระแทก (Impact energy) เท่ากับ 0.883 นิวตัน-เมตร (0.09 กิโลกรัม-เมตร) จะเป็นการทดสอบกับที่ใช้กับวัสดุที่มีค่าความแข็งต่ำเช่น วัสดุมวลเบาในการก่อสร้าง งานปูนฉาบผิวต่างๆ ซึ่งมีค่ากำลังรับแรงอัดอยู่ระหว่าง 5-25 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ซึ่งจะให้ผลการทดสอบที่ดีกว่าการใช้เครื่องมือ Type N หรือ Type L

Type PT : จะมีค่าพลังงานในการกระแทก (Impact energy) เท่ากับ 0.883 นิวตัน-เมตร (0.09 กิโลกรัม-เมตร) จะเป็นการทดสอบกับที่ประกอบด้วยหัวค้อนทดสอบที่มีขนาดใหญ่ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบวัสดุก่อสร้างที่มีค่ากำลังรับแรงอัดต่ำมาก (0.5-5 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)

สำหรับการวิจัยนี้ เป็นใช้เครื่องมือประเภท Type N ซึ่งเป็นการทดสอบกับงานก่อสร้างทั่วไปและสามารถนำผลการวิจัยไปใช้งานได้อย่างแพร่หลาย

ในการทดสอบนั้น ค่าที่ได้จากการทดสอบจะเรียกว่า “Rebound Number” หรือเรียกว่า “R” โดยค่าที่ปรากฏดังกล่าวนี้จะขึ้นอยู่กับมอร์ตา (คอนกรีตที่ไม่มีวัสดุผสมหยาบ) ที่ปกคลุมอยู่ที่ผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนกรีต ซึ่งจากการศึกษาเรื่องคุณสมบัติการรับแรงอัดของคอนกรีตนั้นพบว่ากำลังของมอร์ต้า่นั้น จะตัวกำหนดค่ากำลังการรับแรงอัดของคอนกรีต จากการเปรียบเทียบกับทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยตรงนั้นพบว่าค่าที่ได้จาก Concrete Test Hammer นี้จะแตกต่างไปจากการทดสอบมวลตัวอย่างทรงลูกบาศก์มาตรฐานพอสมควร ทั้งนี้เนื่องมาจากสภาวะของคอนกรีตหน้างานจริง กับมวลคอนกรีตตัวอย่างนั้นแตกต่างกัน นอกจากนี้แล้วในการทดสอบจากมวลตัวอย่างที่เก็บใน ขณะที่ยังเป็นคอนกรีตสดการการเทเข้าแบบนั้น จะเป็นการทดสอบโดยตัวอย่างสุ่มเท่านั้น ไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าตัวอย่างที่สุ่มเก็บนั้นอยู่บริเวณใดของโครงสร้าง แต่ในการทดสอบ Concrete Test Hammer จะสามารถทำการทดสอบได้ทุกส่วนของโครงสร้างที่เป็นงานคอนกรีตด้วย เวลาสั้นๆ ซึ่งสามารถทำการประเมินค่าของกำลังอัดคอนกรีตได้เป็นอย่างดี และเนื่องจากชิ้นส่วนของคอนกรีตนั้นๆ ไม่ได้ถูกทำลายไปจากการทดสอบจึงทำให้กระบวนการเพิ่มอัตราค่ากำลังรับแรง นั้นคงมีอยู่ต่อไป

วิธีการทดสอบ

1. ทำการเลือกจุดที่ต้องการทดสอบ ซึ่งควรที่จะหลีกเลี่ยงการทดสอบในตำแหน่งที่เป็น โพรงหรือบริเวณที่พูน สำหรับในชิ้นส่วนต่างๆของโครงสร้างที่จะทำการทดสอบนั้น ส่วนที่เป็น พื้นหรือผนังจะต้องมีความหนาอย่างน้อย 4 นิ้ว สำหรับส่วนที่เป็นเสา จะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว
2. ตรวจสอบสภาพผิวตัวอย่างทดสอบ หากว่าเป็นพื้นผิวที่มีปูนฉาบหรือมีวัสดุเคลือบผิว จะต้องเอาออกก่อน จัดผิวที่ต้องการทดสอบให้เรียบด้วย Carborundum stone ที่มีให้มาพร้อมกับ เครื่องมือ ถ้าผิวโค้งนูน หรือผิวเว้าจะมีผลต่อการ Rebound ของ hammer เนื่องจากผิวที่โค้งนูนจะทำให้ค่าที่อ่านได้ต่ำกว่าค่าความเป็นจริง ส่วนผิวที่เว้าจะทำให้ค่าที่อ่านได้สูงกว่าค่าความเป็นจริง
3. จัดแบ่งพื้นที่ตัวอย่างทดสอบให้มีตำแหน่งการยิง 10 ครั้ง แต่แต่ละครั้งควรห่างกันอย่างน้อย 2.5 เซนติเมตร ในพื้นที่ 10x10 ตารางเซนติเมตร
4. ทำการกด hammer ในทิศทางที่ตั้งฉากกับผิวตัวอย่าง พร้อมบันทึกค่า rebound number และทิศทางการกด ซึ่งมีด้วยกัน 3 ทิศการ ได้แก่ กดในแนวนอน, แนวตั้งแบบยิงขึ้น หรือแนวตั้งแบบยิงลงเนื่องจากแต่ละทิศทาง จะใช้กราฟในการปรับค่า rebound Number เป็นค่า Strength of Concrete ที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.3 ค่าปรับแก้ของค่าอ่านบน Concrete Hammer Test ในกรณีที่ ไม่ได้ทำการทดสอบในแนวราบ

Rebound Value	Correction for inclination angle			
	+90°	+45°	-45°	-90°
10			+2.4	+3.2
20	-5.4	-3.5	+2.5	+3.4
30	-4.7	-3.1	+2.3	+3.1
40	-3.9	-2.6	+2.0	+2.7
50	-3.1	-2.1	+1.6	+2.2
60	-2.3	-1.6	+1.3	+1.7

ที่มา : Operating Instructions Concrete Test Type N and NR. (n.d.). Zurich: PROCEQ SA. : 4.

5. นำค่า Rebound Number ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยของ Rebound Number มาหาค่า Strength of Concrete จากกราฟที่ใช้ในการปรับค่า

2.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายชาญชัย คิสโร, นายภูมิพัฒน์ ภูมิแก้ว, นายยอดธงชัย ภาคภูมิพงศ์ (2551 : บทคัดย่อ) การประเมินค่ากำลังอัดประลัยของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กบริเวณเหล็กแกน บริเวณเหล็กปลอก และบริเวณคอนกรีต ซึ่งทดสอบโดยใช้เครื่องมือชมิคท์แฮมเมอร์ (Schmidt Hammer) และเครื่องมือพันดิท (Portable Ultrasonic Non-destructive Digital Indication Tester) แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดสอบโดยเครื่องทดสอบแบบทำลาย โดยทำการทดสอบแท่งตัวอย่างมาตรฐานชนิดทรงกระบอกขนาด 150 มม.× 300 มม. อายุ 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน อายุละ 50 ตัวอย่าง ส่วนการทดสอบตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่อายุเดียวกัน จำนวน 9 ตัวอย่าง โดยมีขนาด 20 × 20 ซม., 30 × 30 ซม. และ 40 × 40 ซม. มีระยะคอนกรีตหุ้มเหล็ก 2.50 ซม. ขนาดละ 3 ตัวอย่าง นำมาเปรียบเทียบกับทดสอบแท่งตัวอย่างมาตรฐานชนิดทรงกระบอกขนาด 150 มม.× 300 มม. ที่ทดสอบโดยเครื่องทดสอบแบบทำลาย จำนวน 27 ตัวอย่าง โดยออกแบบคอนกรีตใช้ค่าการยุบตัวของคอนกรีตในการหล่อเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ 10 ± 2 ซม. ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต 240 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร จากผลการทดสอบเสาคอนกรีตเสริมเหล็กปรากฏว่า ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องมือชมิคท์แฮมเมอร์ (Schmidt Hammer) และเครื่องมือพันดิท (Portable Ultrasonic Non-destructive Digital Indication Tester) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดสอบโดยเครื่องทดสอบแบบทำลาย สามารถสรุปได้ว่า การทดสอบด้วยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือชนิดแฮมเมอร์ (Schmidt Hammer) มีผลการทดสอบที่คลาดเคลื่อนไปจากเครื่องทดสอบแบบทำลาย น้อยกว่า การทดสอบด้วยเครื่องมือพินดิท (Portable Ultrasonic Non-destructive Digital Indication Tester) ไม่ว่าจะทดสอบบริเวณคอนกรีต บริเวณเหล็กปลอก (Stirrup tie) บริเวณเหล็กแกน (Vertical reinforcement steel) จะมีค่าไม่เกิน 10% ส่วนการทดสอบด้วยเครื่องมือพินดิท (Portable Ultrasonic Non-destructive Digital Indication Tester) จะมีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่า ซึ่งเกิดจากเหล็กเสริมในเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก เนื่องจากคลื่นอัลตราโซนิคสามารถเดินทางผ่านของแข็งได้ดีกว่าของเหลว และอากาศ ดังนั้นหากไม่ทราบตำแหน่งของเหล็กปลอก และเหล็กแกนที่แน่นอนไม่ควรใช้เครื่องมือพินดิท (Portable Ultrasonic Non-destructive Digital Indication Tester) ในการทดสอบเสาคอนกรีตเหล็ก

ตราวุธ สร้อยเรื่องศรี (2549 : บทคัดย่อ)

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กเสริมในมวลคอนกรีตเสริมเหล็กและระยะหุ้มเหล็กเสริมกับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วย วิธีคอนกรีต เทส แฮมเมอร์ และเพื่อเปรียบเทียบค่ากำลังรับแรงอัดที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วย วิธีคอนกรีต เทส แฮมเมอร์ บนมวลคอนกรีตที่มีลักษณะการเสริมเหล็กต่างๆ ในแต่ละปฏิภาคส่วนผสม (Mix design) สำหรับการทดสอบเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กเสริมในมวลคอนกรีตเสริมเหล็กและระยะหุ้มเหล็กเสริม กับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี คอนกรีต เทส แฮมเมอร์ ในการวิจัยนั้น ผู้วิจัยได้จัดทำมวลคอนกรีตทดสอบแบ่งตามปฏิภาคส่วนผสม ซึ่งมีกำลังอัดตามมวลทดสอบทรงกระบอกมาตรฐานทั้งหมด 3 ค่า คือ 180 กก./ตร.ซม. , 240 กก./ตร.ซม. และ 320 กก./ตร.ซม. โดยในแต่ละปฏิภาคส่วนผสมนั้นจะจัดให้มีปริมาณการเสริมเหล็กตั้งแต่ ร้อยละ 2 จนถึง ร้อยละ 8 เมื่อเทียบกับหน้าตัดคอนกรีตทดสอบ และมีการจัดวางเหล็กเสริมที่ระยะหุ้มเหล็กแตกต่างกันตั้งแต่ 2.5 ซม. , 5.0 ซม. และ 7.5 ซม. จากนั้นทำการทดสอบด้วย Concrete Test Hammer ซึ่งจะให้ค่าการทดสอบบนมาตราอ่านเรียกว่า Rebound Number แล้วนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกิดขึ้นจากผลการทดลองพบว่า ปริมาณเหล็กเสริมในมวลคอนกรีตเสริมเหล็กและระยะหุ้มเหล็กเสริม นั้นมีความสัมพันธ์กับค่ากำลังอัดที่ได้การทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี คอนกรีต เทส แฮมเมอร์ โดยผู้วิจัยได้สรุปและสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตดังนี้

1) ปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต 180 กก./ตร.ซม.

$$R = 29.927 - 0.301C + 0.188P$$

2) ปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต 240 กก./ตร.ซม.

$$R = 34.047 - 0.158C + 0.127P$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต 320 กก./ตร.ชม.

$$R = 40.947 - 0.228C + 0.243P$$

เมื่อ R แทน ค่า Rebound Number

C แทน ระยะหุ้มเหล็ก (Covering)

P แทน ปริมาณการเสริมเหล็กในคอนกรีต

สมพล ศรีสมัย, สิทธิเดช บุนนประสิทธิ์ชัยและเติมศักดิ์ เรืองระยนต์ (2539:บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบกำลังของคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีการทดสอบแบบไม่ทำลายและการทดสอบแบบทำลายโดยทำการเก็บข้อมูลจากการทดสอบตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอกแบบไม่ทำลายด้วยวิธีอัลตราโซนิคพัลส์เวโลซิตีและวิธีริบาวน์แฮมเมอร์ เปรียบเทียบกับการทดสอบแบบทำลายโดยวิธีหาค่ากำลังรับแรงอัดแบบมาตรฐานซึ่งผลการทดสอบพบว่าสมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการรวมการทดสอบแบบอัลตราโซนิคพัลส์เวโลซิตีกับการทดสอบแบบริบาวน์แฮมเมอร์เข้าด้วยกันเพื่อทำนายค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตจะมีความถูกต้องและเหมาะสมในการใช้งาน

อดิเทพ ตริรัตน์ตระกูลและมงคล ชัยวัฒนาภา (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเชิงทฤษฎีของการทดสอบ โครงสร้างแบบไม่ทำลาย (Nondestructive Test) ซึ่งเป็นการวิจัยที่ศึกษาถึงการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธีริบาวน์แฮมเมอร์ และวิธีอัลตราโซนิคพัลส์เวโลซิตี ซึ่งผลการวิจัยพบว่า จากข้อมูลการทดสอบคอนกรีตลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 เซนติเมตร ที่อายุ 28 วัน ด้วยวิธีริบาวน์แฮมเมอร์และวิธีอัลตราโซนิคพัลส์เวโลซิตี ที่ค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (W/C) และสัดส่วนการผสมต่างๆกันสนับสนุนหลักการที่ว่า การใช้ส่วนผสมที่มีค่า W/C ต่ำ มีผลทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการทดสอบและกำลังอัดสูงขึ้น นอกจากนี้เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น สามารถประเมินความสัมพันธ์เชิงเส้นของข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น สามารถประเมินความสัมพันธ์เชิงเส้นของ Rebound Number และกำลังรับแรงอัดได้ด้วยการ $fc=10.20RN+77.60$ ซึ่งให้ระดับความเชื่อมั่นที่ดีพอสมควรด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ $R^2 = 65.87\%$

สรุป จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามที่ได้กล่าวมานั้น ทำให้เห็นว่า การทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดด้วยวิธี Concrete Test Hammer นั้น เป็นวิธีการทดสอบที่มีความเหมาะสมในการตรวจสอบงานที่ต้องการความสะดวก รวดเร็วและมีความถูกต้องเชื่อถือได้ ในระดับที่น่าพอใจทั้งในคอนกรีตปกติและคอนกรีตกำลังสูง โดยที่โครงสร้างที่ทำการทดสอบนั้นยังสามารถใช้งานได้ตามปกติ แต่เนื่องจากในงานวิจัยที่ทำการศึกษาวิธีการดังกล่าวมานั้น ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อค่าการทดสอบโดยส่วนหนึ่งก็คือความหนาแน่นของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำการทดสอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า การทดสอบบริเวณแนวคอนกรีต, เหล็กปลอก, เหล็กหลักใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเสาในคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำการทดสอบด้วยวิธี Concrete Hammer Test นั้นจะมีความแปรผันไปด้วยเช่นกัน จึงเป็นเหตุสำคัญของการดำเนินงานวิจัยนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการทดสอบ

งานศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของเครื่องมือทดสอบกำลังอัดประลัยของเสาคอนกรีตและตัวอย่างคอนกรีตล้วน โดยใช้เครื่องมือชmidt แฮมเมอร์ (Schmidt Hammer Test) ทดสอบในแนว 0° และ 90° ตามลำดับ โดยการทดสอบค่าการสะท้อนกลับ (Rebound Number) จะทำการทดสอบบริเวณเหล็กแกน จำนวน 25 ครั้ง บริเวณเหล็กปลอก จำนวน 25 ครั้ง และบริเวณคอนกรีตล้วน จำนวน 25 ครั้ง ทุกเสาตัวอย่างที่ทำการหล่อเตรียมไว้ แล้วนำค่าไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแบบทำลาย โดยใช้ค่าจากการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแบบทำลาย Universal Testing Machine เป็นตัววัดค่ามาตรฐานในการทดสอบ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

จากการคำนวณออกแบบส่วนผสมคอนกรีตสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

สรุป

คอนกรีต 210 ksc. 1 ลูกบาศก์เมตร ต้องใช้วัสดุดังนี้

ปูน	108	กิโลกรัม
น้ำ	54	กิโลกรัม
ทราย	243	กิโลกรัม
หิน	318	กิโลกรัม
<u>รวม</u>	<u>723</u>	<u>กิโลกรัม</u>

$$W/C = 0.50, SLUMP = 10 + 2.5$$

คอนกรีต 280 ksc. 1 ลูกบาศก์เมตร ต้องใช้วัสดุดังนี้

ปูน	124	กิโลกรัม
น้ำ	54	กิโลกรัม
ทราย	236	กิโลกรัม
หิน	308	กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวม 722 กิโลกรัม

W/C = 0.45 , SLUMP = 10 + 2.5

คอนกรีต 350 ksc. 1 ลูกบาศก์เมตร ต้องใช้วัสดุดังนี้

ปูน 135 กิโลกรัม

น้ำ 57 กิโลกรัม

ทราย 230 กิโลกรัม

หิน 300 กิโลกรัม

รวม 722 กิโลกรัม

W/C = 0.42 , SLUMP = 10 + 2.5

3.1 การทดสอบตัวอย่างคอนกรีตมาตรฐาน ทรงกระบอก 150 × 300 mm.

(ASTM C 39-93a)

3.1.1 การเตรียมตัวอย่างและเครื่องมือก่อนทำการทดสอบ

1. วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง วัดความยาว และชั่งน้ำหนักตัวอย่าง เพื่อนำค่าไปหาค่ารับแรงอัดประลัย และความหนาแน่นของตัวอย่าง ซึ่งจะใช้ค่าเปรียบเทียบผลและวิเคราะห์ผลการทดสอบต่อไป

2. ทดสอบเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ (Schmidt Hammer Test) ให้มีค่าอยู่ในมาตรฐานด้วยแท่งปรับแก้ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งจะต้องมีค่ารีบาวน์นัมเบอร์ (Rebound Number) อยู่ระหว่าง 78-82 จึงจะถือเครื่องมืออยู่ในมาตรฐาน นำเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ (Schmidt Hammer Test) ไปทดสอบกับตัวอย่างคอนกรีตได้



รูปที่ 3.1 แสดงการใช้เครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ (Schmidt Hammer Test) กับแท่งปรับแก้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

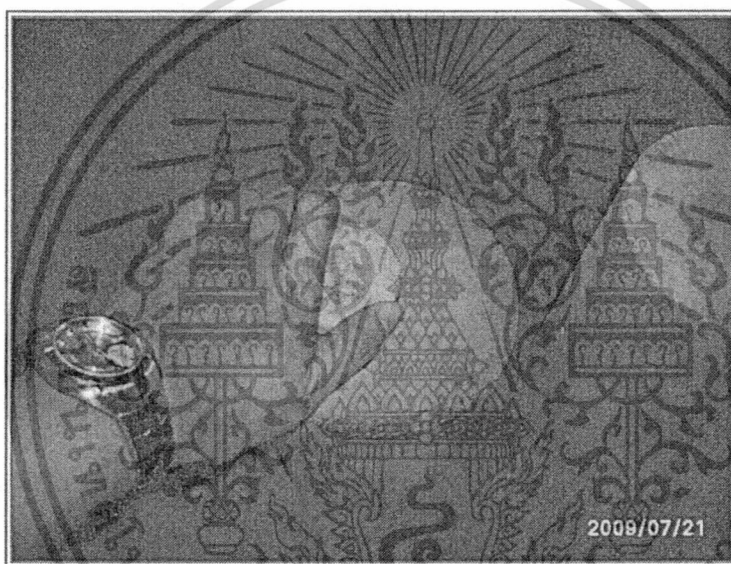
3.1.2 การทดสอบหากำลังอัดประลัยของตัวอย่างคอนกรีต

3.1.2.1 การทดสอบด้วยเครื่องมือชนิดที่แฮมเมอร์ (Schmidt Hammer Test) ASTM: C

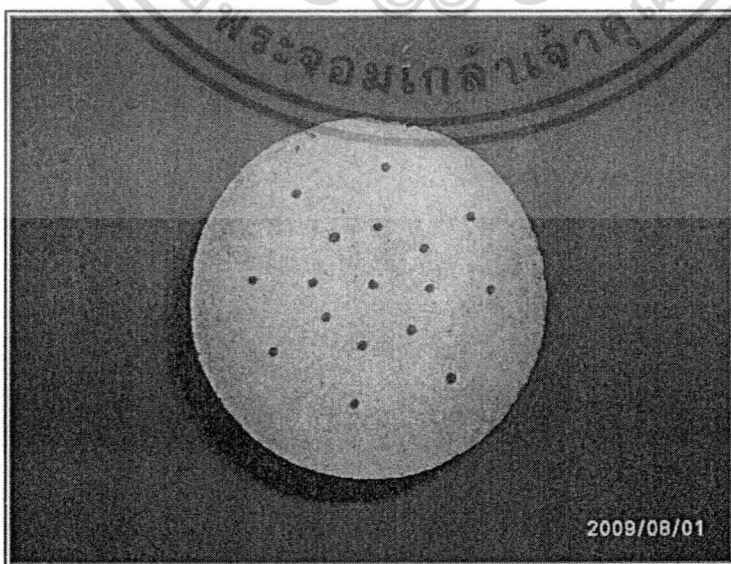
805-85

1. ชัดผิวตัวอย่างคอนกรีตด้วยหินกากเพชรบริเวณที่จะทำการทดสอบ และต้องมีผิวที่เรียบ ไม่ขรุขระ ไม่โค้งงอ ไม่มีคราบน้ำมัน พร้อมทั้งทำความสะอาดด้วยแปรงปัดฝุ่น ดังแสดงในรูปที่ 3.2

2. ทำเครื่องหมายลงบนผิวตัวอย่าง ที่ชัดผิวและทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วเพื่อทำการทดสอบในแนว 90° ทั้ง 3 คนที่ทำการทดสอบ ซึ่งเครื่องหมายที่ทำนั้นมีความห่างกัน 2.50 ซม. จำนวน 25 จุด ดังแสดงในรูปที่ 3.3 และ 3.4

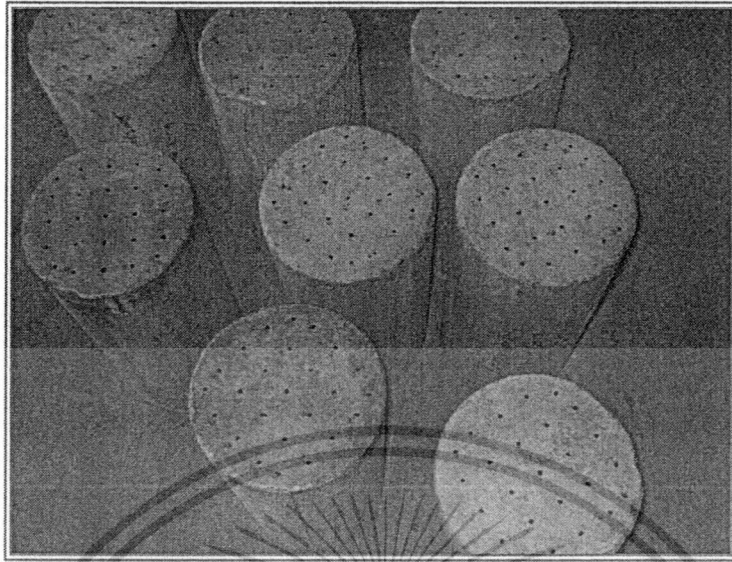


รูปที่ 3.2 แสดงการชัดผิวตัวอย่างคอนกรีตด้วยหินกากเพชร



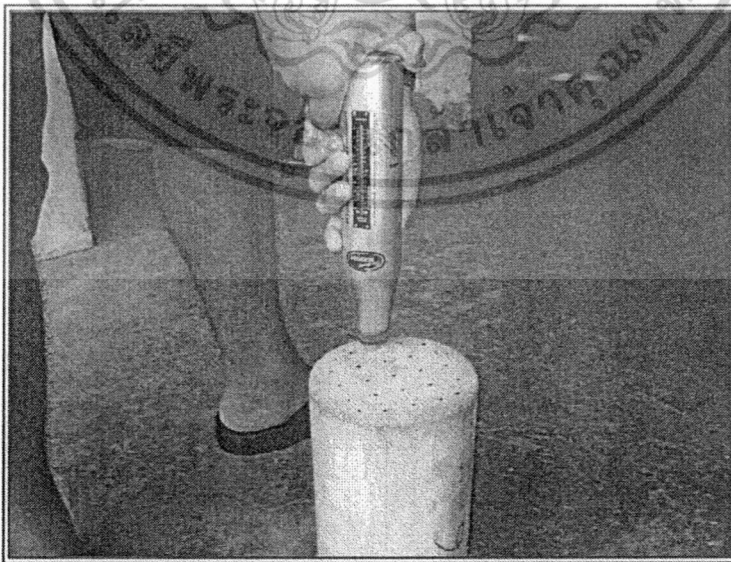
รูปที่ 3.3 แสดงการทำเครื่องหมายลงบนผิวตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่างคอนกรีตที่ทำเครื่องหมายแล้ว

3. ทำการทดสอบตัวอย่างด้วยเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ (Schmidt Hammer Test) ตรงจุดที่ได้ทำเครื่องหมายไว้แล้ว ซึ่งในการทดสอบนั้นจะทำการทดสอบในแนว 90° (แนวตั้ง) ดังแสดงในรูปที่ 3.5 โดยทำการทดสอบ 3 คน เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละคนก่อนจะทดสอบเสาตัวอย่าง



รูปที่ 3.5 แสดงการทดสอบด้วยเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ (Schmidt Hammer Test) ในแนว 90°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

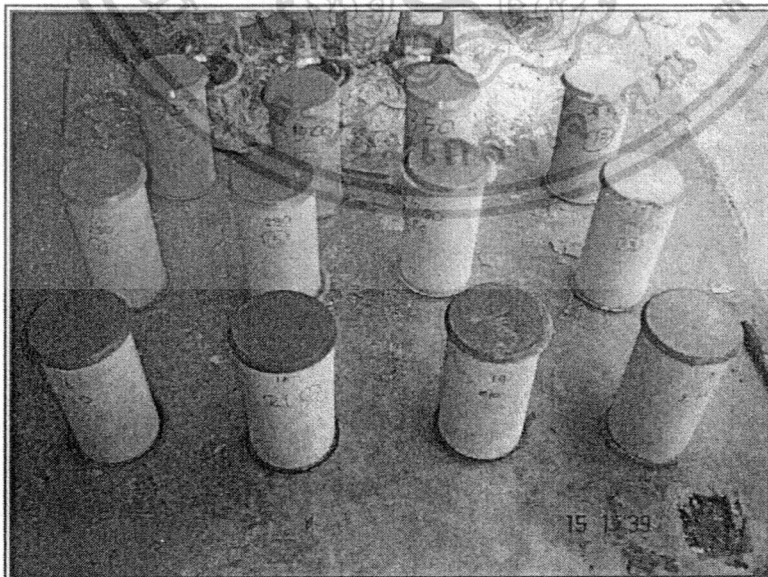
3.1.3 การทดสอบด้วยเครื่องมือทดสอบกำลังอัด (Universal Testing Machine)

ASTM: C 39-93a

1. ทำการหล่อหวมกหัวแท่งตัวอย่างที่ทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีต ตามมาตรฐาน ASTM C 617-84 ดังแสดงดังรูปที่ 3.6 และ รูปที่ 3.7



รูปที่ 3.6 แสดงการหล่อหวมกหัวแท่งตัวอย่าง



รูปที่ 3.7 แสดงแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่หล่อหวมกเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทดสอบแท่งตัวอย่างคอนกรีต โดยนำแท่งตัวอย่างเข้าเครื่องมือทดสอบกำลังอัด (Universal Testing Machine) จะได้ผลการทดสอบมีหน่วยเป็น kN ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.8



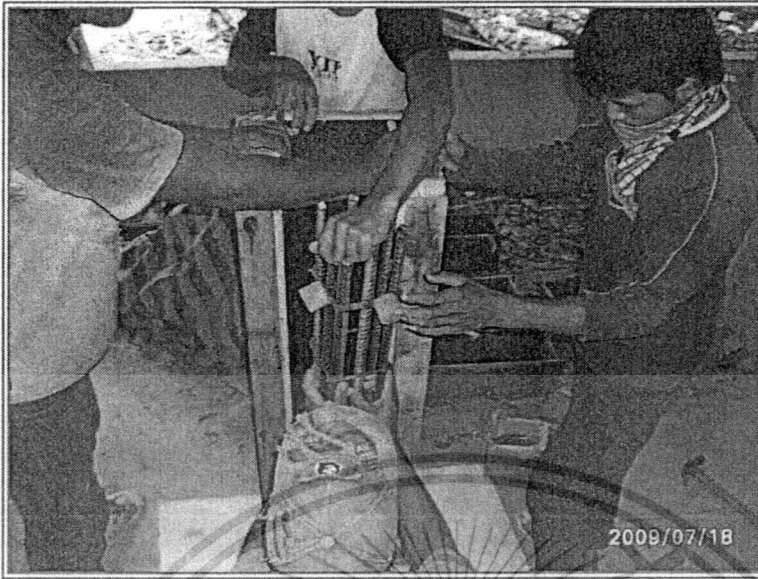
รูปที่ 3.8 แสดงการทดสอบแท่งตัวอย่างด้วยเครื่องทดสอบกำลังอัด

3.2 การทดสอบตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

3.2.1 การเตรียมแบบหล่อและเหล็กเสริม

1. ทำแบบหล่อเสาคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยไม้อัดจำนวน 1 ขนาด คือ 0.20×0.20 m. 9 อัน พร้อมทั้งทำความสะอาด ไม้ให้มีฝุ่นหรือเศษปูนเก่าติดอยู่ พร้อมทั้งเสริมเหล็กและติดลูกปุ่นตามที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 3.9 จากนั้นจึงตรวจสอบสกรูและตะปู้ดแบบทุกตัวให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ด้วยการประกอบแบบแล้วขันและตอกให้แน่น ทั้งนี้เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดรอยแยกหรือแบบหลุด ขณะเทคอนกรีตหรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตแน่น เพื่อใช้ในการหล่อตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กจำนวน 9 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงการติดลูกปูนก่อนประกอบแบบและเทคอนกรีต

2. เตรียมแบบหล่อตัวอย่างคอนกรีตมาตรฐาน ทรงกระบอก 150×300 mm. จำนวน 12 ตัวอย่างในการหล่อแต่ละครั้ง พร้อมทั้งทำความสะอาด "ไม่ให้มีฝุ่นหรือเศษปูนเก่าติดอยู่" และทาน้ำมันด้านในที่คอนกรีตจะสัมผัสกับแบบให้ทั่วทุกครั้งที่หล่อตัวอย่าง พร้อมทั้งตรวจสอบสกรูสำหรับรัดแบบทุกตัวให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ด้วยการประกอบแบบแล้วขันหรือรัดให้แน่น ทั้งนี้เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดรอยแยกหรือแบบหลุด ขณะเทคอนกรีตหรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตแน่น ดังแสดงในรูปที่

3.10



รูปที่ 3.10 แสดงการเตรียมแบบหล่อแต่งตัวอย่างในแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์กับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การเตรียมตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กและตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอก

1. เตรียมวัสดุตามที่ได้ออกแบบส่วนผสม และจะต้องคำนวณหาปริมาณวัสดุที่ต้องใช้ในการทดสอบแต่ละครั้ง โดยชั่งน้ำหนัก ซึ่งสถานภาพของมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดจะต้องล้างไม่ให้มีสารเจือปน มีความทนทาน มีเหลี่ยมคม ทั้งนี้จะต้องอยู่ในสภาพอ้อมตัวผิวแห้ง

2. ผสมคอนกรีตโดยใช้เครื่องผสม ซึ่งจะต้องผสมคอนกรีตให้ได้ค่าการยุบตัวของคอนกรีตสดเท่ากับ 10 ± 2.5 cm. ดังแสดงในรูปที่ 3.11 ทั้งนี้จะต้องพิจารณาถึงให้มีความสามารถเทได้และเวลาที่ใช้ในการผสมประมาณ 1 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่พอเหมาะ ทำให้คอนกรีตมีคุณภาพดีและไม่เกิดการความร้อนมากขึ้น รวมทั้งเกิดฟองอากาศในเนื้อคอนกรีตน้อย หากใช้เวลามากเกินไปจะเป็นเหตุให้ค่าความยุบตัวของคอนกรีตลดลง

3. เทคอนกรีตดังกล่าวลงในแบบหล่อเสาตัวอย่าง และใช้เหล็กกระทุ้งให้ทั่วรวมทั้งใช้ค้อนเคาะข้างแบบเพื่อให้คอนกรีตแทรกซึมเข้าไปทั่วตัวอย่าง อีกทั้งเพื่อไล่ฟองอากาศออกไปให้มากที่สุดและไม่ให้เกิดโพรงในตัวอย่างเสา ส่วนแบบหล่อตัวอย่าง ทรงกระบอก ขนาด 150×300 mm. จะต้องใช้คอนกรีตที่ผสมในเครื่องเดียวกันกับที่ใช้หล่อเสาตัวอย่างในแต่ละครั้ง โดยเทให้ได้ความสูงประมาณ 1 ใน 3 ของแบบ และใช้เหล็กกระทุ้งให้ทั่ว 25 ครั้ง ส่วนอีก 2 ชั้นก็ทำเช่นเดียวกัน เมื่อคอนกรีตเต็มแบบแล้วจึงเกลี่ยผิวหน้าให้เรียบ

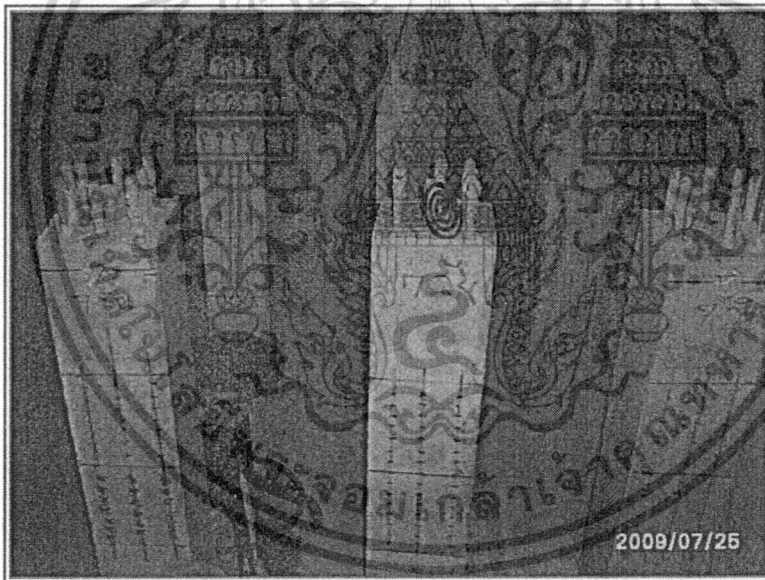


รูปที่ 3.11 แสดงการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทิ้งแบบที่บรรจุคอนกรีตเรียบร้อยแล้วไว้ในที่ร่มเฉยๆ ประมาณ 24 ชม. จึงจะถอดแบบ จากนั้นจึงบ่มเสาคอนกรีตและตัวอย่างทรงกระบอกเป็นเวลา 3 วัน ซึ่งในการทำงานจริงก็มีการบ่มประมาณ 3 วัน หลังจากนั้นก็จะปล่อยให้เสาอยู่เฉยๆ ในสภาวะปกติ รวมทั้งแท่งตัวอย่างคอนกรีตด้วย โดยกระทำเช่นเดียวกันกับเสาตัวอย่าง

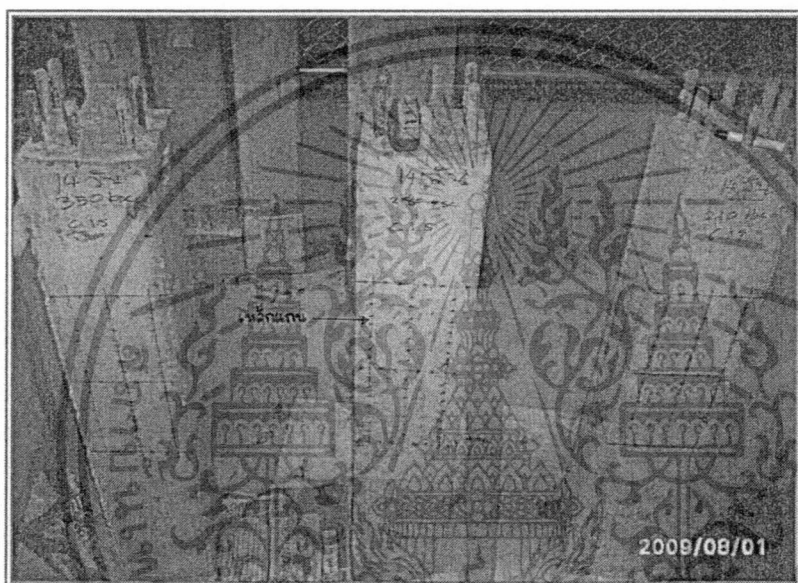
5. ชัดผิวเสาตัวอย่างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยหินกากเพชร บริเวณที่จะทำการทดสอบ และต้องมีผิวที่เรียบ ไม่ขรุขระ ไม่มีคราบน้ำมัน พร้อมทั้งทำความสะอาดด้วยแปรงปัดฝุ่น จากนั้นจึงตีเส้นลงบนตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยต้องมีการวัดระยะจากนั้นจึงใช้ปากเต้าตีเส้น ให้ตรงกับเหล็กแกนและเหล็กปลอก ดังแสดงในรูปที่ 3.12 ส่วนตัวอย่างทรงกระบอกทำเครื่องหมายลงบนผิวตัวอย่าง ที่ชัดเจนและทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วจึงจะทำการทดสอบในแนว 90° โดยเครื่องหมายที่ทำนั้นต้องมีระยะห่างกัน 2.50 ซม. จำนวน 25 จุด ดังแสดงในรูปที่ 3.4 และ 3.5



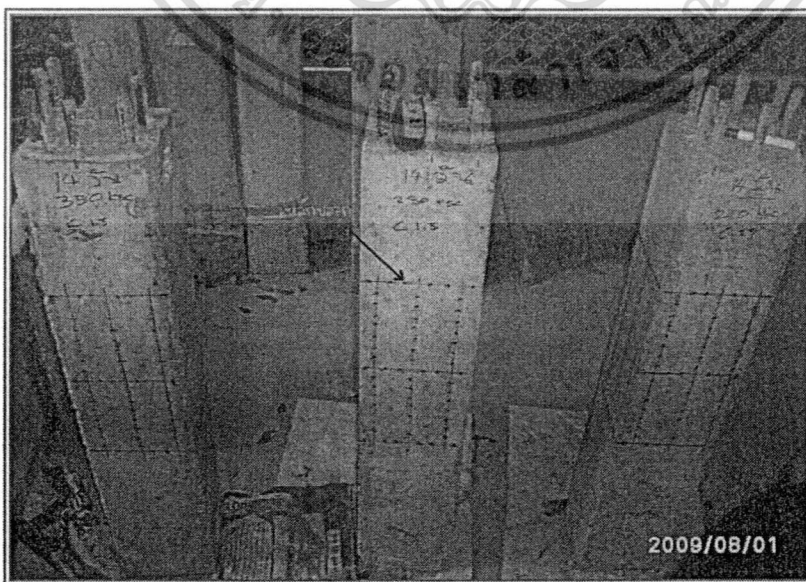
รูปที่ 3.12 แสดงตัวอย่างเสาที่ทำเครื่องหมายเพื่อทดสอบแล้ว

3.2.3. การทดสอบหาค่ากำลังอัดประลัยของเสาตัวอย่างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ (Schmidt Hammer Test) ASTM: C 805-85

การทดสอบหาค่ากำลังอัดประลัยของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ทำการทดสอบตัวอย่างด้วยเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ (Schmidt Hammer Test) ตรงแนวเส้นที่ได้ทำเครื่องหมายไว้แล้ว ซึ่งในการทดสอบนั้นจะทำการทดสอบในแนว 0° (แนวราบ) บนแนวเหล็กแกนจำนวน 25 ครั้ง บนแนวเหล็กปลอกจำนวน 25 ครั้ง และตรงบริเวณคอนกรีตล้วนจำนวน 25 ครั้ง ของเสาแต่ละต้น โดยทดสอบเมื่อเสาคอนกรีตเสริมเหล็กมีอายุ 3 วัน 7 วัน 14 วัน และ 28 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.13, 3.14 และ 3.15



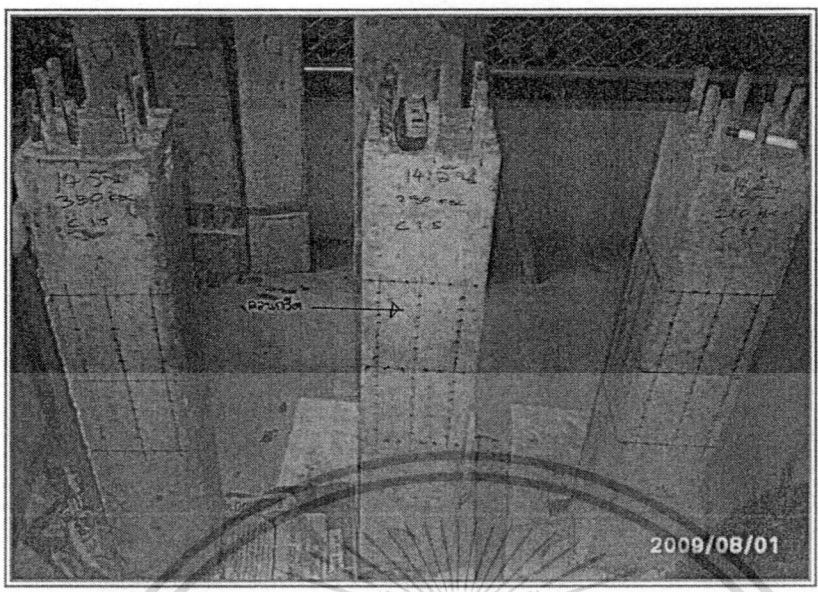
รูปที่ 3.13 แสดงบริเวณที่จะทดสอบเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ที่เหล็กแกน



รูปที่ 3.14 แสดงบริเวณที่จะทดสอบเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ที่เหล็กปลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้งานด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แสดงบริเวณที่จะทดสอบเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ด้วยเครื่องมือชนิดที่แฮมเมอร์ที่คอนกรีต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

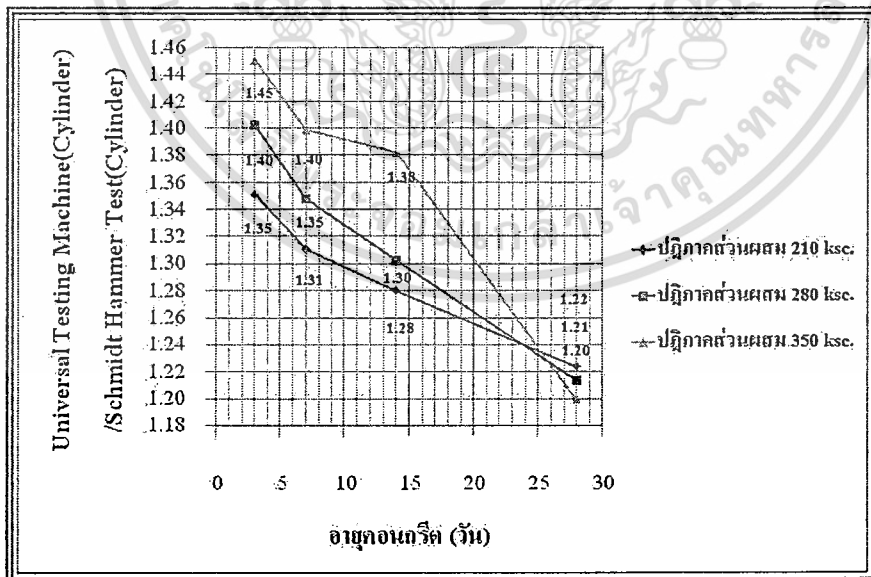
ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก $\phi 150 \times 300$ mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine และตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ขนาด 200×200 สูง 1100 mm. จำนวน 9 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ (Schmidt Hammer Test) เพื่อหาค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก $\phi 150 \times 300$ mm. และหาค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยมีปฏิภาคส่วนผสม 210 ksc. 280 ksc 350 ksc. ที่ระยะหุ้มเหล็ก 1.5 cm. 2.5 cm. 3.5 cm. โดยทำการทดสอบตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่อายุ 3 วัน 7 วัน 14 วัน 28 วัน

4.1 ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Universal Testing Machine / Schmidt Hammer

Test ของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก $\phi 150 \times 300$ mm.

จากการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัด ของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก $\phi 150 \times 300$ mm. ระหว่างการทดสอบด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับ Schmidt Hammer Test



รูปที่ 4.1 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Universal Testing Machine / Schmidt Hammer Test ของ

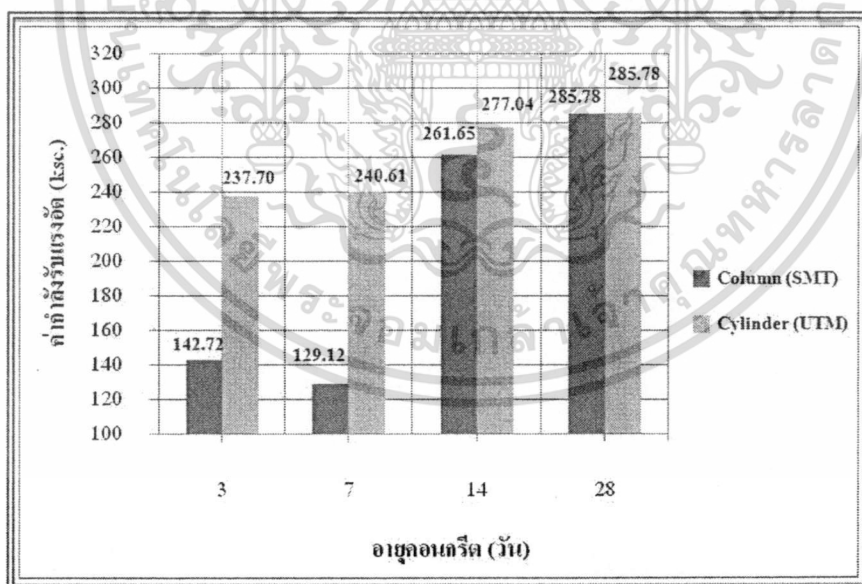
ตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก $\phi 150 \times 300$ mm. ที่อายุคอนกรีตต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟความสัมพันธ์ของสัดส่วนค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ที่ทดสอบด้วย Universal Testing Machine มีค่ามากกว่าค่าของ Schmidt Hammer Test ช่วง 1.20 ถึง 1.45 โดยทุกๆ ปรากฏภาคส่วนจะมีค่ากำลังรับแรงอัดที่ทดสอบด้วย Schmidt Hammer Test จะค่อยๆ เข้าใกล้ ค่ากำลังรับแรงอัดที่ทดสอบด้วย Universal Testing Machine ตามอายุคอนกรีตที่มากขึ้น จาก 3, 7, 14, 28 วันตามลำดับ ดังแสดงตามรูปที่ 3.16 ซึ่งอาจสรุปได้ว่า Schmidt Hammer Test จะสามารถกระจายพลังงานได้ดีขึ้นเรื่อยๆ ตามความสามบุรณ์ของกำลังคอนกรีต โดยส่งผลให้ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเกิดความแม่นยำมากขึ้นด้วย

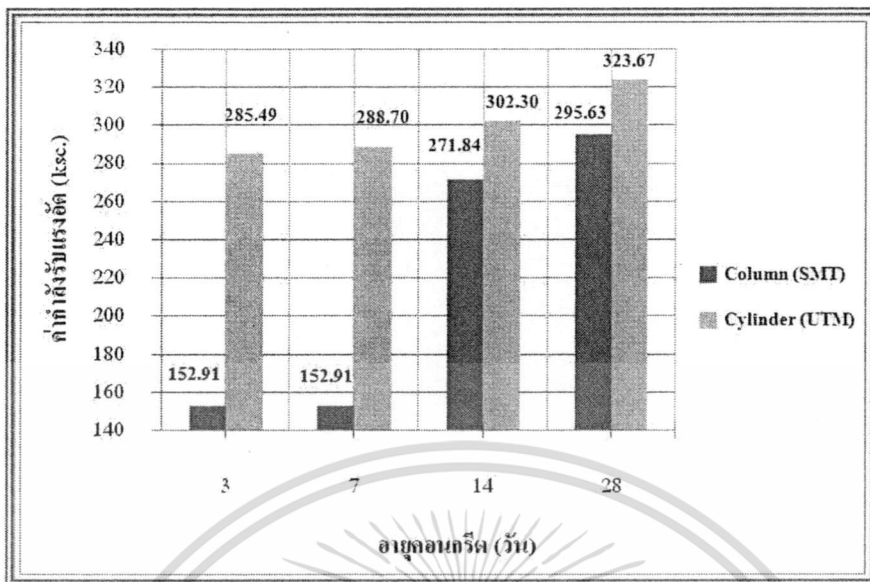
4.2 การเปรียบเทียบระหว่าง ค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับ ตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer Test

จากการเปรียบเทียบระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับ ตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer Test ดังแสดงใน รูปที่ 4.2, รูปที่ 4.3, รูปที่ 4.4

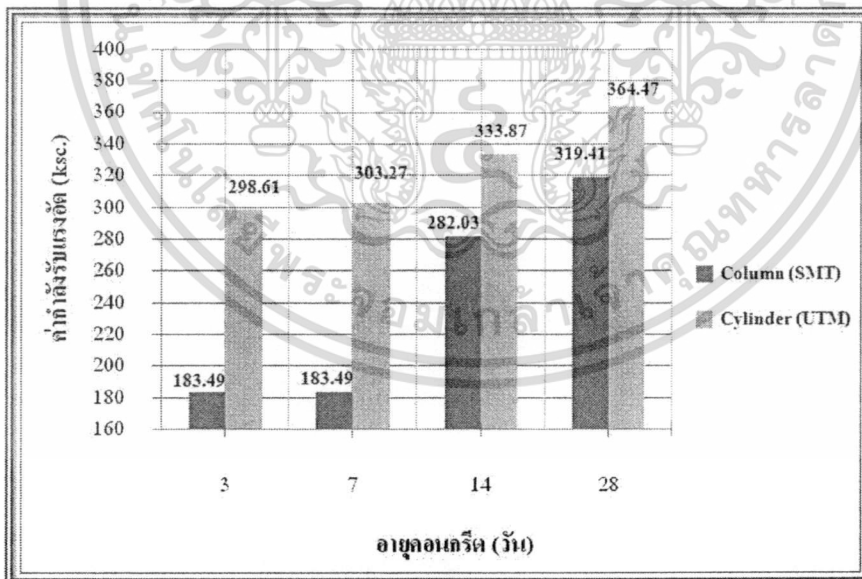


รูปที่ 4.2 แสดงค่าความสัมพันธ์ของค่ากำลังรับแรงอัดระหว่าง ตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ทดสอบด้วย Universal Testing Machine กับ ตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ทดสอบด้วย Schmidt Hammer Test ของภูมิภาคส่วนผสม 210 ksc. ที่อายุคอนกรีตต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงค่าความสัมพันธ์ของค่ากำลังรับแรงอัดระหว่าง ตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ทดสอบด้วย Universal Testing Machine กับ ตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตตัวน) ทดสอบด้วย Schmidt Hammer Test ของปฏิกิริยาส่วนผสม 280 ksc. ที่อายุคอนกรีตต่างๆ



รูปที่ 4.4 แสดงค่าความสัมพันธ์ของค่ากำลังรับแรงอัดระหว่าง ตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ทดสอบด้วย Universal Testing Machine กับ ตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตตัวน) ทดสอบด้วย Schmidt Hammer Test ของปฏิกิริยาส่วนผสม 350 ksc. ที่อายุคอนกรีตต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ความสัมพันธ์ของปฏิกิริยาส่วนคอนกรีต

จากผลการทดสอบที่ปฏิกิริยาส่วนผสม 350 กก/ชม² จะมีค่ากำลังรับแรงอัดระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับ ค่ากำลังรับแรงอัดตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer Test ค่าความแตกต่างของกำลังรับแรงอัดมากกว่า ค่ากำลังรับแรงอัดที่ 210 กก/ชม² และที่ 280 กก/ชม² เป็นเพราะการกระจายพลังงานสะท้อนกลับของ Schmidt Hammer Test จะมีความสามารถส่งถ่ายการสะท้อนได้ดีที่ปฏิกิริยาส่วนผสมที่สูงๆ มากกว่าที่ปฏิกิริยาส่วนผสมต่ำๆ

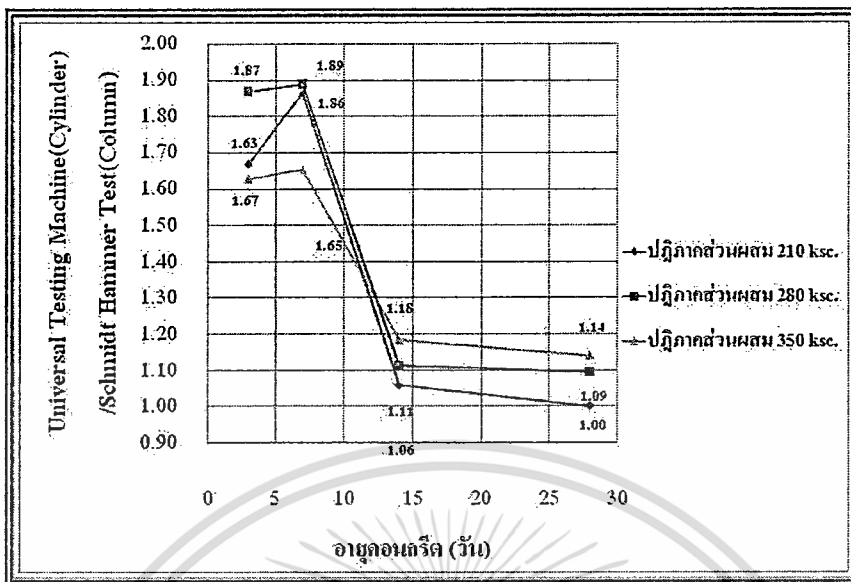
โดยสามารถสังเกตได้จากที่ปฏิกิริยาส่วนผสม 210 กก/ชม² กับ 280 กก/ชม² ก็จะเห็นได้ว่าที่ปฏิกิริยาส่วนผสม 210 กก/ชม² จะมีค่าระหว่างกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับ ค่ากำลังรับแรงอัดตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer Test ห่างกันน้อยกว่า ที่ปฏิกิริยาส่วนผสม 280 กก/ชม²

4.2.2 ความสัมพันธ์ของอายุคอนกรีต

ที่อายุคอนกรีต 3 วัน และ 7 วัน ค่ากำลังรับแรงอัดมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน คือค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับ ค่ากำลังรับแรงอัดตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer Test จะมีความแตกต่างกันของค่ากำลังรับแรงอัดค่อนข้างสูง

ซึ่งจะแตกต่างจากอายุคอนกรีตที่ 14 วัน และ 28 วัน ค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer จะมีความแตกต่างกันไม่มากนักเนื่องมาจากว่า เมื่อคอนกรีตอายุ 3 วัน และ 7 วัน การพัฒนาของกำลังยังไม่สมบูรณ์มาก ซึ่งจะมีผลต่อการกระจายพลังงานของเครื่อง Schmidt Hammer ซึ่งก็สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของผู้ผลิตที่ระบุว่าอายุที่เหมาะสมอยู่ที่ 14-56 วัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่ออายุคอนกรีต 14 วัน และ 28 วัน ค่าของกำลังรับแรงอัดจะมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกันมาก อันเนื่องมาจากการพัฒนากำลังค่อนข้างสมบูรณ์เต็มที่

สรุปข้อมูลจากการทดสอบด้วยเครื่อง Schmidt Hammer จะสามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อเมื่ออายุของคอนกรีตที่ 28 วัน เนื่องจากเครื่องต้องการเนื้อของคอนกรีตที่มีการพัฒนา กำลังที่ค่อนข้างสมบูรณ์เต็มที่ จึงสามารถส่งถ่ายพลังงานได้ดี โดยที่ปฏิกิริยาส่วนผสมที่สูงๆ ก็มีส่วนสำคัญต่อการส่งถ่ายพลังงานเช่นกัน (การทดสอบนี้ใช้ข้อมูลอายุคอนกรีตที่ 3, 7, 14, 28 วัน และที่ปฏิกิริยาส่วนผสม 210, 280, 350 กก/ชม²)



รูปที่ 4.5 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Universal Testing Machine(Cylinder) / Schmidt Hammer Test (Column) ที่อายุคอนกรีตต่างๆ

4.2.3 ความสัมพันธ์ของสัดส่วนค่ากำลังรับแรงอัด

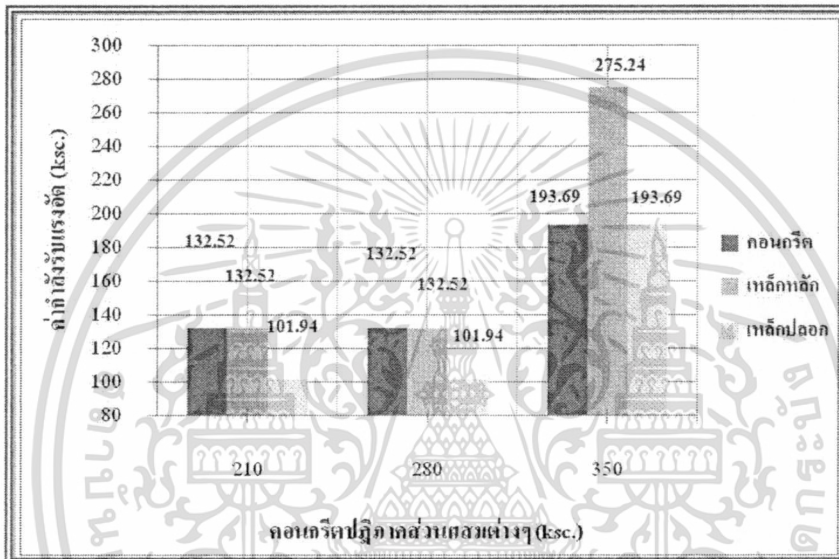
จากความสัมพันธ์ของสัดส่วนค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วยเครื่อง Schmidt Hammer Test จะค่อยๆ เข้าใกล้กัน ตามอายุที่มากขึ้น

ส่วนความสัมพันธ์ของค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer Test ในช่วง 3 วัน และ 7 วัน จะเห็นได้ว่าสัดส่วนจะสูงมาก และมีความแปรผันสูง ซึ่งเกิดจากการพัฒนากำลังไม่สมบูรณ์นั่นเอง แต่เมื่ออยู่ในช่วง 14 วัน และ 28 วัน สัดส่วนที่ได้จะไม่ต่างกันมาก โดยสัดส่วนของค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer Test จะค่อยๆ เข้าใกล้เรื่อยๆ ตามปฏิภาคส่วนผสมที่สูงขึ้น ดังแสดงใน รูปที่ 4.5

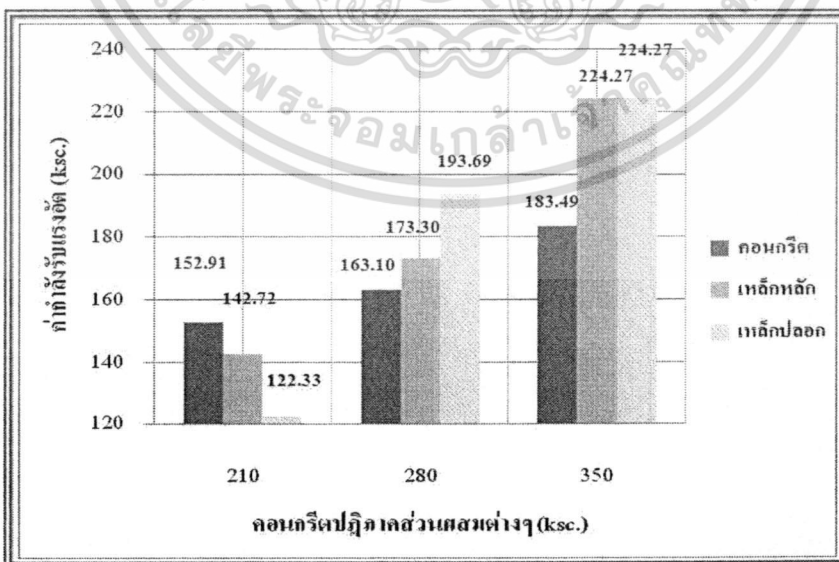
4.3 อิทธิพลของระยะหุ้มของคอนกรีต ที่ปฏิภาคส่วนต่างๆ

4.3.1 อิทธิพลของระยะหุ้ม ที่ปฏิภาคส่วนต่างๆ (อายุคอนกรีต 3 วัน)

1. แสดงค่ากำลังรับแรงอัด ที่ปฏิภาคส่วน 210 ksc, 280 ksc และ 350 ksc ซึ่งได้เปรียบเทียบกับให้เห็นถึงค่ากำลังรับแรงอัด ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต, เหล็กหลัก, เหล็กปลอก ตามลำดับ โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

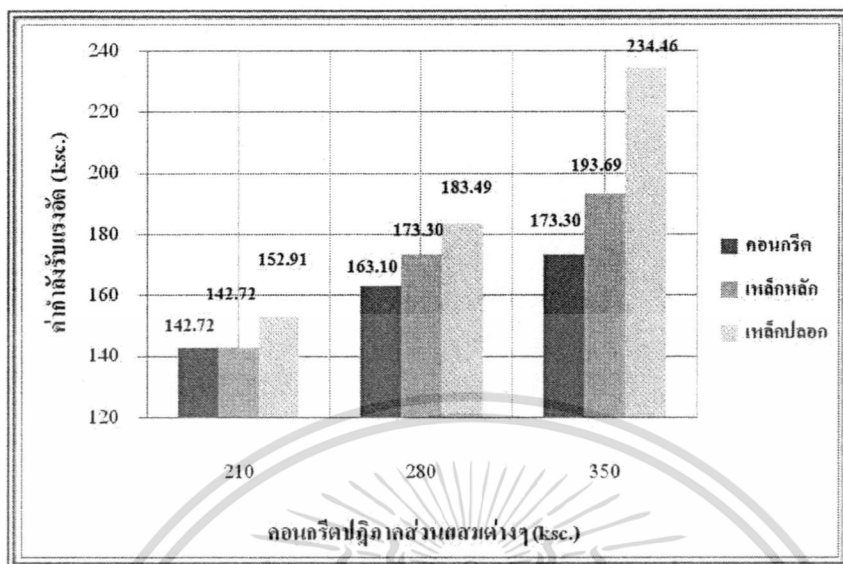


รูปที่ 4.6 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.7 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

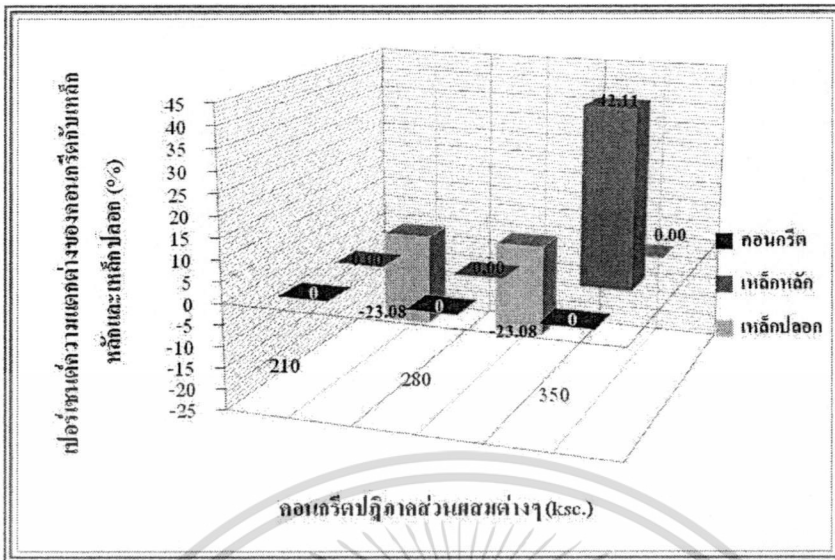
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



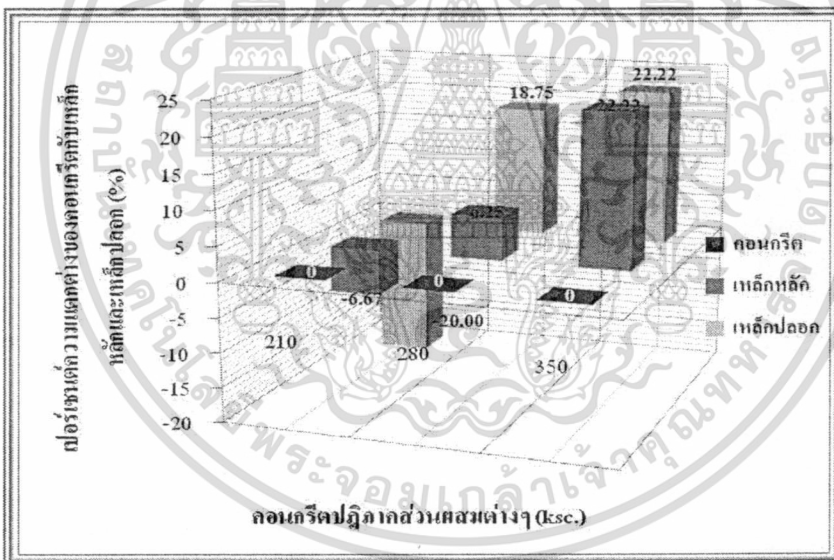
รูปที่ 4.8 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

รูปที่ 4.6 - 4.8 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. โดยแยกเป็นปริมาตรส่วนผสมต่างๆ ซึ่งพบว่า ระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. ค่ากำลังรับแรงอัดมีแนวโน้มไม่ไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากผลทดสอบยังอยู่ในช่วงที่คอนกรีตกำลังพัฒนา กำลังจึงมีค่าที่ผันผวนมาก

2. แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ที่ปริมาตรส่วน 210 ksc, 280 ksc และ 350 ksc ซึ่งได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงค่าเปอร์เซ็นต์ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ เหล็กหลัก, เหล็กปลอก เทียบกับ ตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

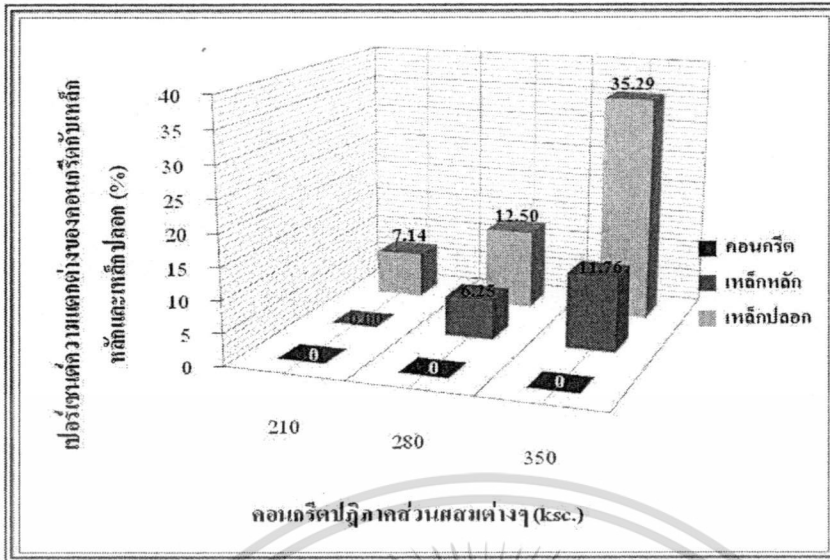


รูปที่ 4.9 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.10 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

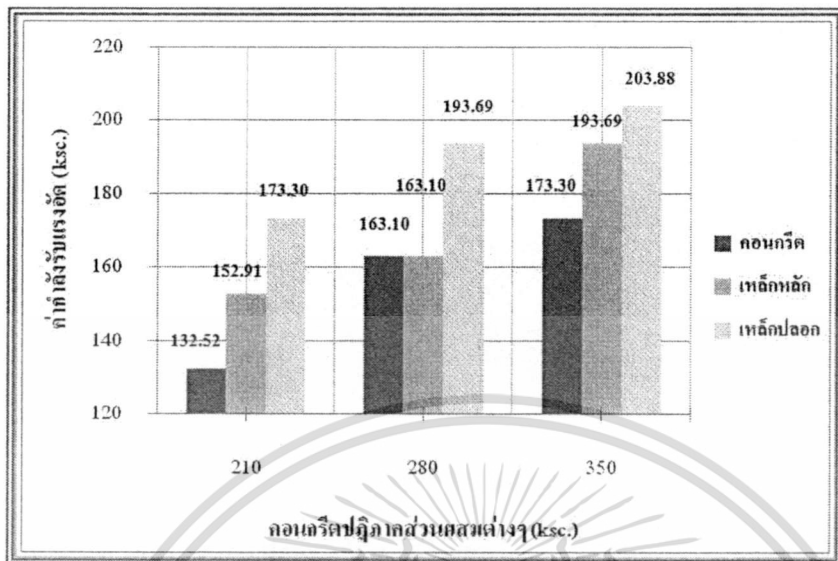


รูปที่ 4.11 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

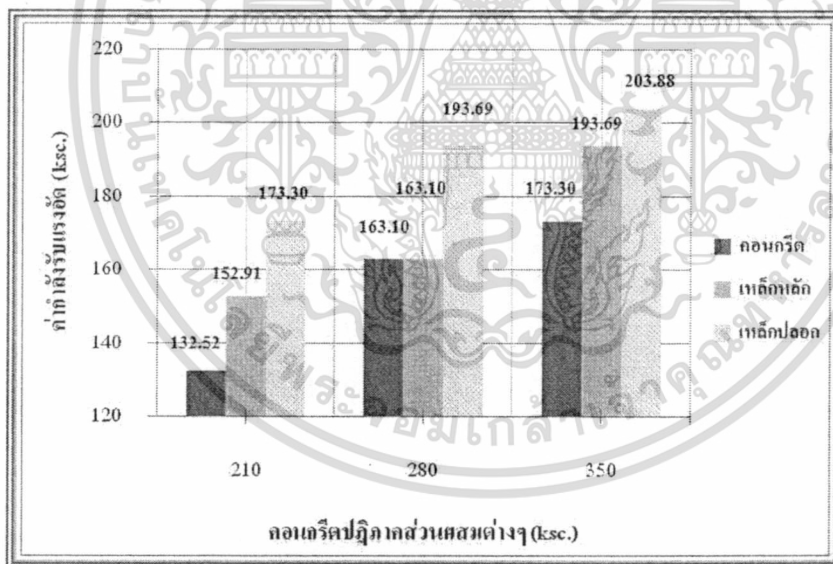
รูปที่ 4.9 - 4.11 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของเหล็กปลอก, เหล็กหลัก ต่อคอนกรีต โดยตั้งให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเป็นค่าตั้งต้น (เท่ากับ 0) เพื่อเทียบกับเหล็กปลอกและเหล็กหลัก ที่ระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. โดยแยกเป็นปฏิภาคส่วนผสมต่างๆ ซึ่งพบว่า เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง เหล็กปลอก, เหล็กหลัก ที่มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างมากที่สุด อยู่ที่ปฏิภาคส่วนผสม 350 กก/ชม² กับระยะหุ้ม 3.5 ซม. สำหรับเหล็กปลอก และที่ปฏิภาคส่วนผสม 350 กก/ชม² กับระยะหุ้ม 1.5 ซม. สำหรับเหล็กหลัก ซึ่งให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นประมาณ 35% และ 42% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.9

4.3.2 อิทธิพลของระยะหุ้ม ที่ปฏิภาคส่วนต่างๆ (อายุคอนกรีต 7 วัน)

1. แสดงค่ากำลังรับแรงอัด ที่ปฏิภาคส่วน 210 ksc, 280 ksc และ 350 ksc ซึ่งได้เปรียบเทียบกับเห็นถึงค่ากำลังรับแรงอัด ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต, เหล็กหลัก, เหล็กปลอก ตามลำดับ โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

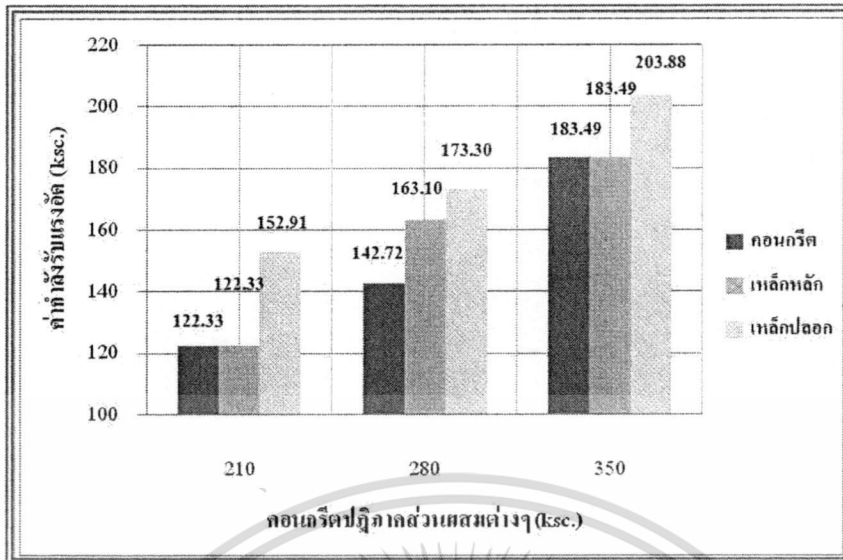


รูปที่ 4.12 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.13 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

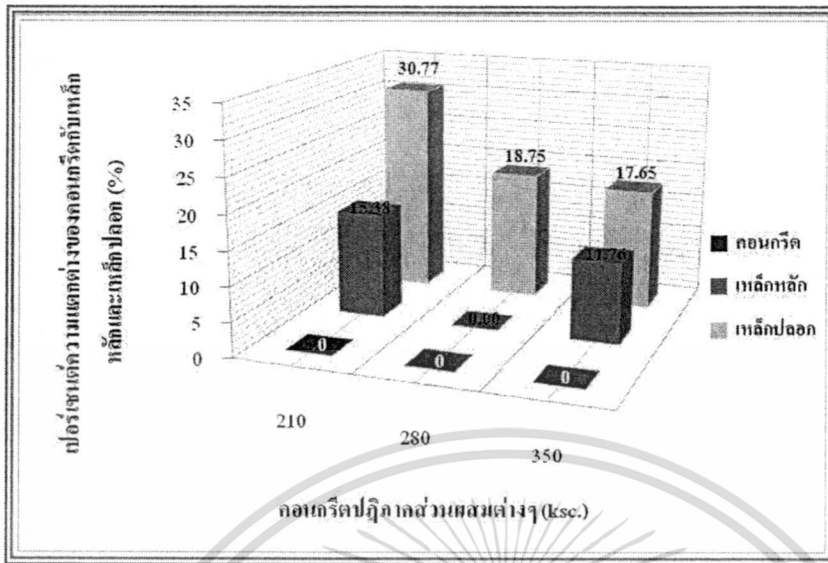
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



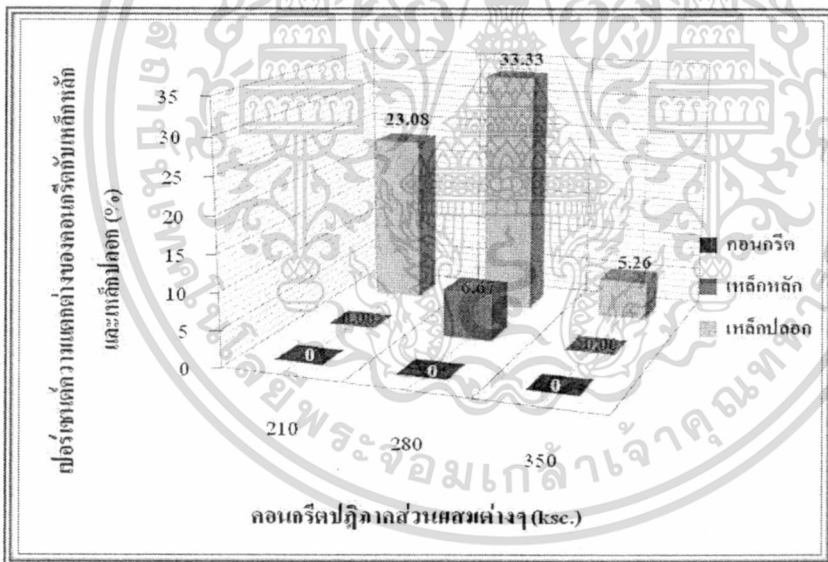
รูปที่ 4.14 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

รูปที่ 4.12 - 4.14 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. โดยแยกเป็นปฏิบัติการส่วนผสมต่างๆ ซึ่งพบว่า ระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. ค่ากำลังรับแรงอัดของเหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต เริ่มที่จะสามารถแยกความแตกต่างได้บางส่วน แต่ค่ากำลังรับแรงอัดยังไม่ไปในแนวโน้มเดียวกันทั้งหมด เนื่องจากยังอยู่ในช่วงพัฒนา กำลังของคอนกรีต โดยจะมีรายละเอียดอิทธิพลของอายุคอนกรีตอยู่ในบทถัดไป

2. แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ที่ปฏิบัติการส่วน 210 ksc, 280 ksc และ 350 ksc ซึ่งได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงค่าเปอร์เซ็นต์ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ เหล็กหลัก, เหล็กปลอก เทียบกับ ตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

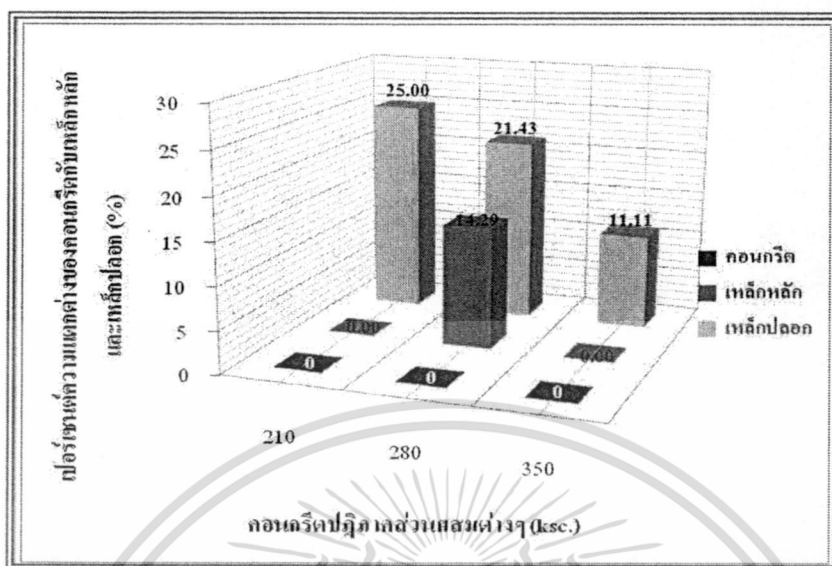


รูปที่ 4.15 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.16 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

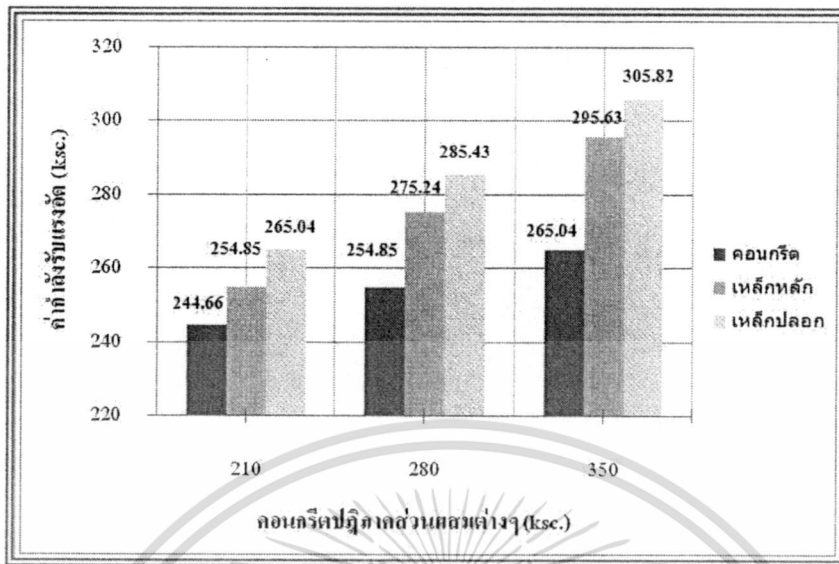


รูปที่ 4.17 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

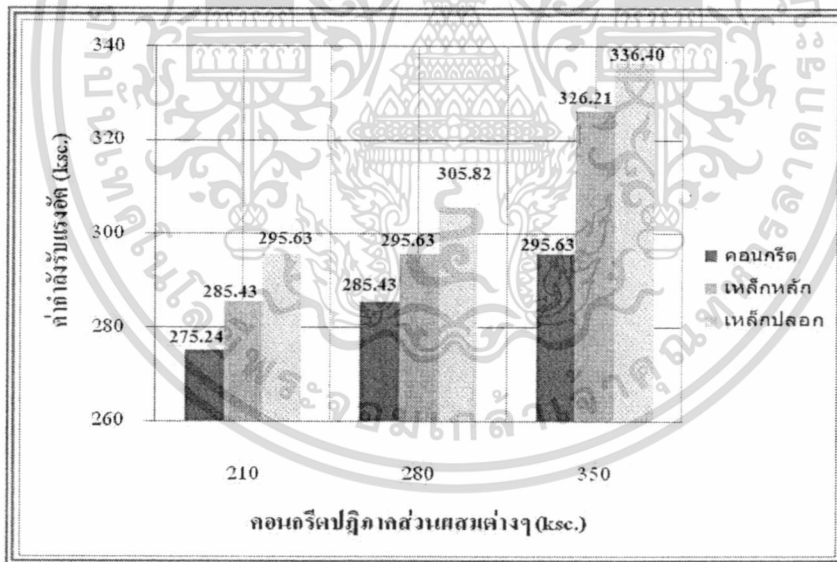
รูปที่ 4.15 - 4.17 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ เหล็กปลูก, เหล็กหลัก ต่อ คองกรีต โดยตั้งให้กำลังรับแรงอัดของคองกรีตเป็นค่าตั้งต้น(เท่ากับ 0) เพื่อเทียบกับ เหล็กปลูก และ เหล็กหลัก ที่ระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. โดยแยกเป็นปฏิภาคส่วนผสมต่างๆ ซึ่งพบว่า เปอร์เซ็นต์ของความแตกต่าง เหล็กปลูก, เหล็กหลัก ที่มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างมากที่สุด อยู่ที่ปฏิภาคส่วนผสม 280 กก/ชม² กับระยะหุ้ม 2.5 ซม. สำหรับเหล็กปลูก และที่ปฏิภาคส่วนผสม 210 กก/ชม² กับระยะหุ้ม 1.5 ซม. สำหรับเหล็กหลัก ซึ่งให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นประมาณ 33 % และ 15 % ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17

4.3.3 อิทธิพลของระยะหุ้ม ที่ปฏิภาคส่วนต่างๆ (อายุคองกรีต 14 วัน)

1. แสดงค่ากำลังรับแรงอัด ที่ปฏิภาคส่วน 210 ksc, 280 ksc และ 350 ksc ซึ่งได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงค่ากำลังรับแรงอัด ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คองกรีต, เหล็กหลัก, เหล็กปลูก ตามลำดับ โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

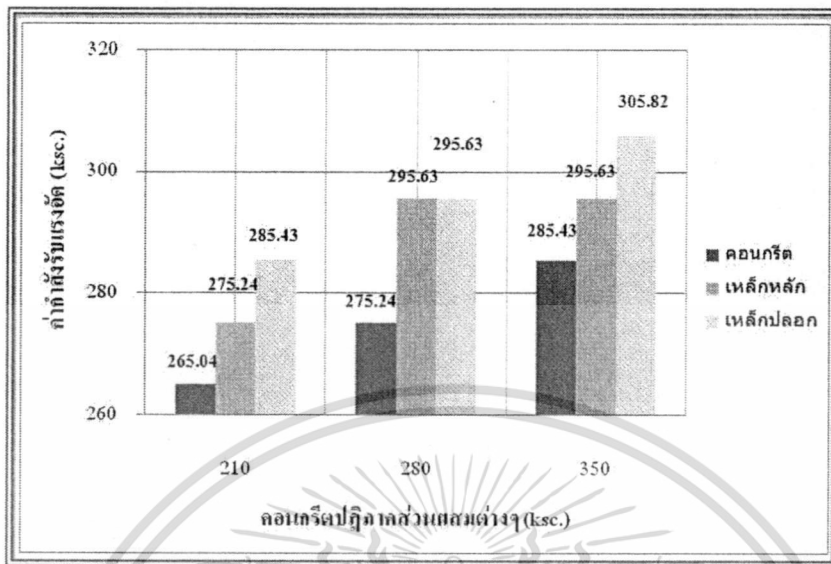


รูปที่ 4.18 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.19 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



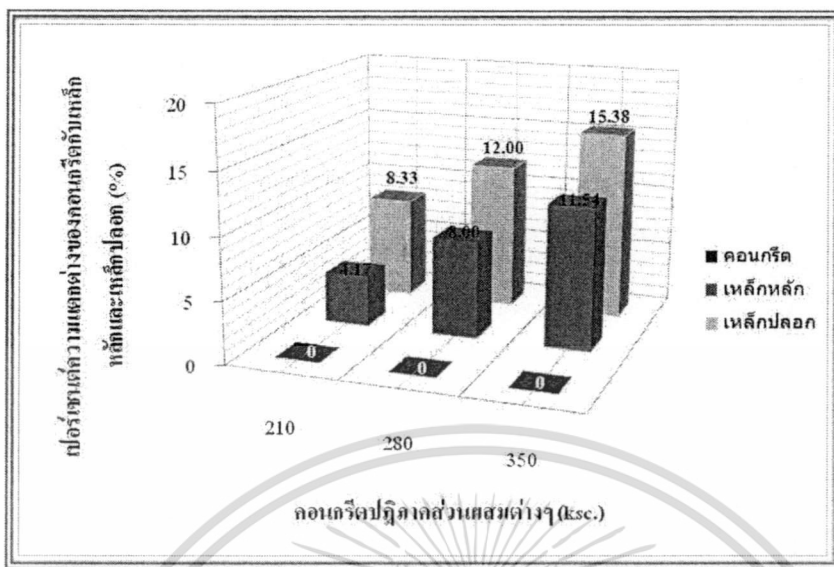
รูปที่ 4.20 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

รูปที่ 4.18 - 4.20 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. โดยแยกเป็นปฏิภาคส่วนผสมต่างๆ ซึ่งพบว่า ระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. จะเริ่มมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจะต่างจาก 3 วัน และ 7 วัน ที่ค่ากำลังรับแรงอัดยังไม่ค่อยไปในทิศทางเดียวกัน อันเนื่องมาจากยังอยู่ในช่วงพัฒนากำลังของคอนกรีต โดยจะมีรายละเอียดอิทธิพลของอายุอยู่ในบทถัดไป ค่าของเหล็กปลอกมีแนวโน้มกำลังรับแรงอัดมากที่สุด รองลงมาจะเป็นค่าของเหล็กหลัก และค่าคอนกรีตจะมีกำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด เนื่องจากระยะทางการคดกระแทกและสะท้อนกลับมาที่เครื่องมือเป็นระยะทางที่น้อย ทำให้ผลของเหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต จึงมีอิทธิพลมาก

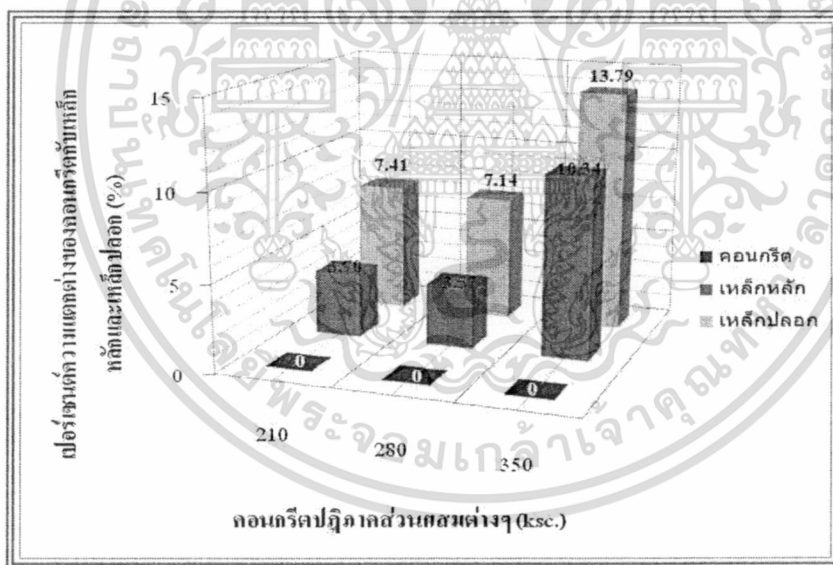
และอาจพิจารณาค่ากำลังรับแรงอัดของปฏิภาคส่วนผสม 210 กก/ชม² , 280 กก/ชม² และ 350 กก/ชม² โดยแยกเป็นระยะหุ้มต่างๆ ซึ่งพบว่า ค่ากำลังอัดของปฏิภาคส่วนผสมจะมีค่ากำลังรับแรงอัดจากน้อยไปมากตามลำดับ

2. แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ที่ปฏิภาคส่วน 210 ksc, 280 ksc และ 350 ksc ซึ่งได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงค่าเปอร์เซ็นต์ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ เหล็กหลัก, เหล็กปลอก เทียบกับ ตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

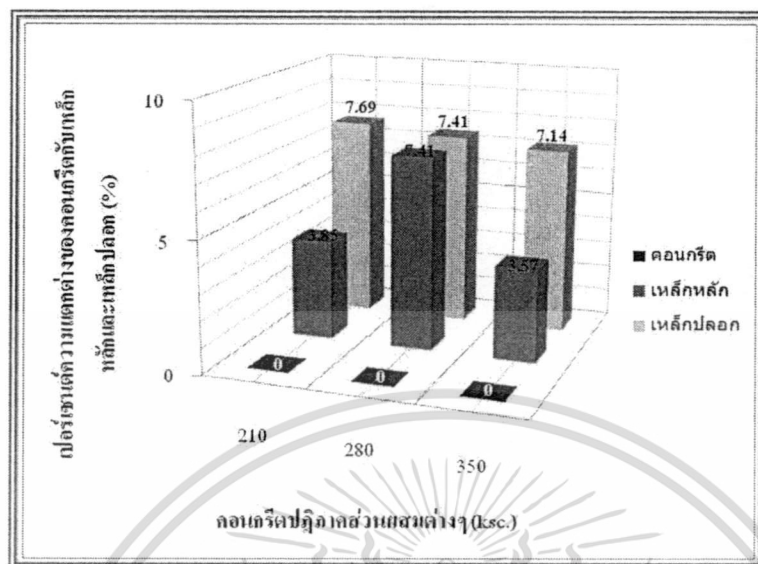


รูปที่ 4.21 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.22 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

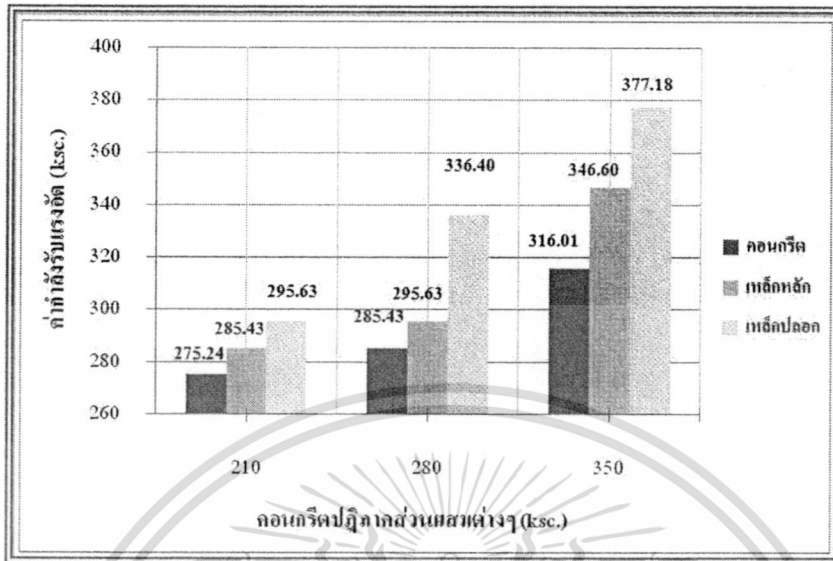


รูปที่ 4.23 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

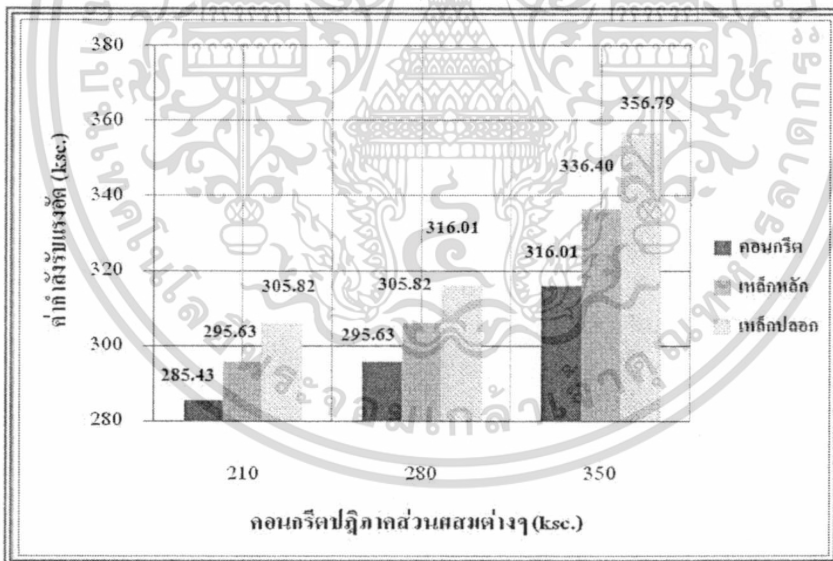
รูปที่ 4.21 - 4.23 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ เหล็กปลอก, เหล็กหลัก ต่อคอนกรีต โดยตั้งให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเป็นค่าตั้งต้น(เท่ากับ 0) เพื่อเทียบกับ เหล็กปลอก และ เหล็กหลัก ที่ระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. โดยแยกเป็นปฏิกภาคส่วนผสมต่างๆ ซึ่งพบว่า เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง เหล็กปลอก, เหล็กหลัก ที่มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างมากที่สุด อยู่ที่ปฏิกภาคส่วนผสม 350 กก/ชม³ กับระยะหุ้ม 1.5 ซม. ซึ่งให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นประมาณ 15 % และ 12 % ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.21

4.3.4 อิทธิพลของระยะหุ้ม ที่ปฏิกภาคส่วนต่างๆ (อายุคอนกรีต 28 วัน)

1. แสดงค่ากำลังรับแรงอัด ที่ปฏิกภาคส่วน 210 ksc, 280 ksc และ 350 ksc ซึ่งได้เปรียบเทียบกับเห็นถึงค่ากำลังรับแรงอัด ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต, เหล็กหลัก, เหล็กปลอก ตามลำดับ โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

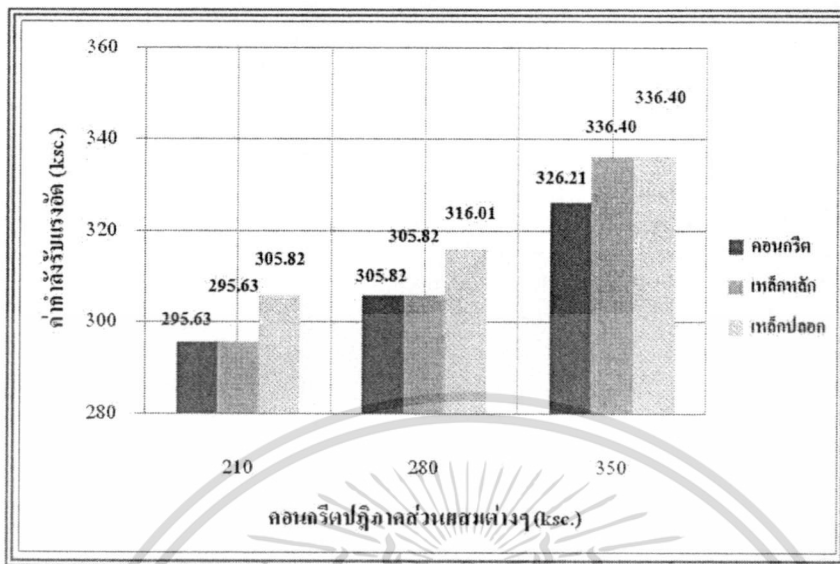


รูปที่ 4.24 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.25 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

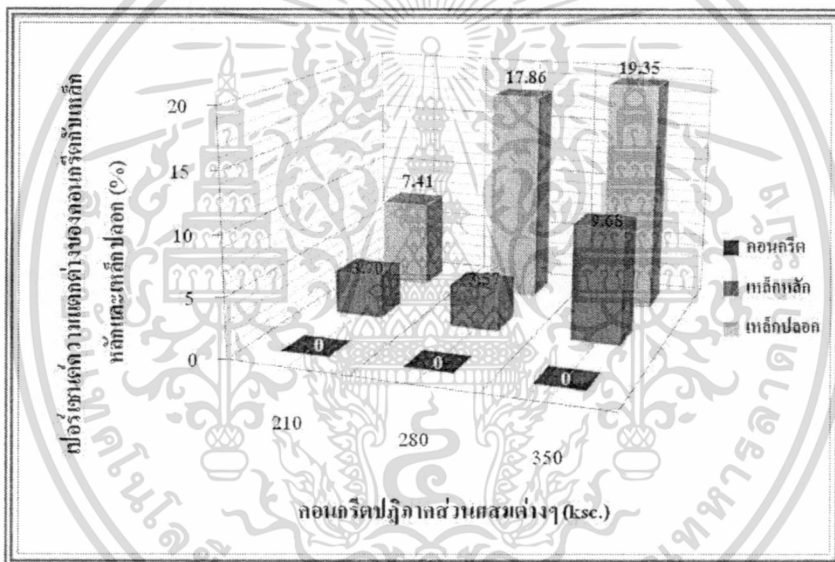
รูปที่ 4.24 - 4.26 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. โดยแยกเป็นปฏิภาคส่วนผสมต่างๆ ซึ่งพบว่า ระยะหุ้ม 1.50 ซม. และ 2.50 ซม. ค่าของเหล็กปลอกมีกำลังรับแรงอัดมากที่สุด รองลงมาจะเป็นค่าของเหล็กหลัก และค่าคอนกรีตจะมีกำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด เนื่องจากระยะทางการกดกระแทกและสะท้อนกลับมาที่เครื่องมือเป็นระยะทางที่น้อย ทำให้ผลของเหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต จึงมีอิทธิพลมาก

แต่ที่ระยะหุ้ม 3.50 ซม. ค่ากำลังรับแรงอัดของเหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต จะมีค่าใกล้เคียงกันและเท่ากัน เนื่องจากพลังงานในการกดกระแทกและสะท้อนกลับมาที่เครื่องมือ นั้นมีระยะทางมากที่สุด จากความหนาของระยะหุ้มทำให้สามารถมีการกระจายพลังงานของเครื่องมือในเนื้อคอนกรีตได้เต็มที่ เนื่องจากแถบไม้ถูกรบกวนจากเหล็กเสริมที่มีอยู่ ค่าที่ได้จึงเป็นค่าที่เสมือนค่าของคอนกรีต จึงทำให้ที่ระยะหุ้ม 3.50 ซม. มีผลต่อค่ากำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด แสดงใน รูปที่ 4.26

และถ้าหากพิจารณาค่ากำลังรับแรงอัดของปฏิภาคส่วนผสม 210 กก/ชม² , 280 กก/ชม² และ 350 กก/ชม² โดยแยกเป็นระยะหุ้มต่างๆ ซึ่งพบว่า ค่ากำลังอัดของปฏิภาคส่วนผสมจะมีค่ากำลังรับแรงอัดจากน้อยไปมากตามลำดับ

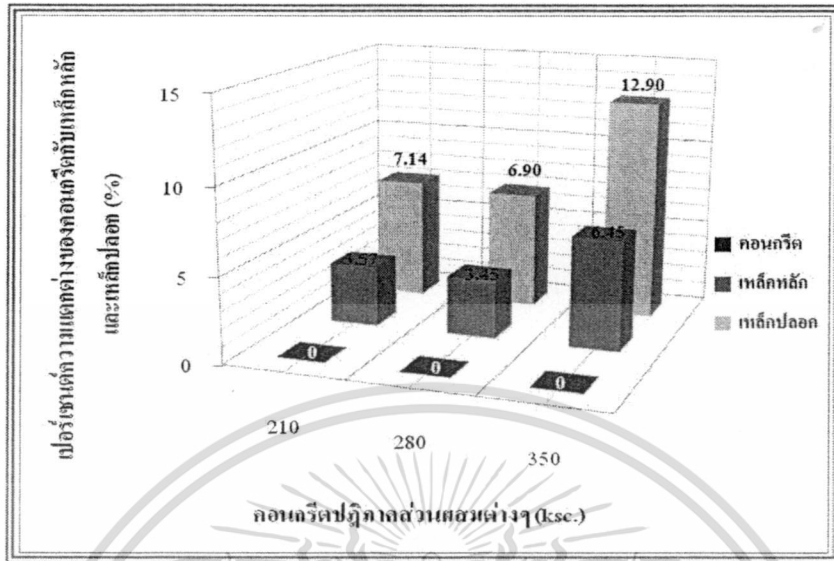
ในปฏิภาคส่วนผสม 350 กก/ชม² ที่ระยะหุ้ม 3.50 ซม. มีความสามารถส่งถ่ายพลังงานการกระแทกและสะท้อนกลับได้ดี จึงทำให้อิทธิพลของเหล็กปลอก และเหล็กหลักมีอิทธิพลชัดเจนขึ้น ซึ่งทำให้สามารถเห็นอิทธิพลของเหล็กปลอก และเหล็กหลัก มีค่ากำลังรับแรงอัดที่แตกต่างออกไปจากคอนกรีต โดยจะต่างจากในปฏิภาคส่วนผสม 210 กก/ชม² และ 280 กก/ชม² ที่ไม่สามารถแยกแยะระหว่างเหล็กหลักกับคอนกรีตได้ เนื่องจากปฏิภาคส่วนผสม 210, 280 กก/ชม² มีความสามารถส่งถ่ายพลังงานการกระแทกและสะท้อนกลับได้ดีไม่เท่า 350 กก/ชม² ดังแสดงในรูปที่ 4.26

2. แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ที่ปฏิภาคส่วน 210 ksc, 280 ksc และ 350 ksc ซึ่งได้เปรียบเทียบกับเห็นถึงค่าเปอร์เซ็นต์ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ เหล็กหลัก, เหล็กปลอก เทียบกับ ตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

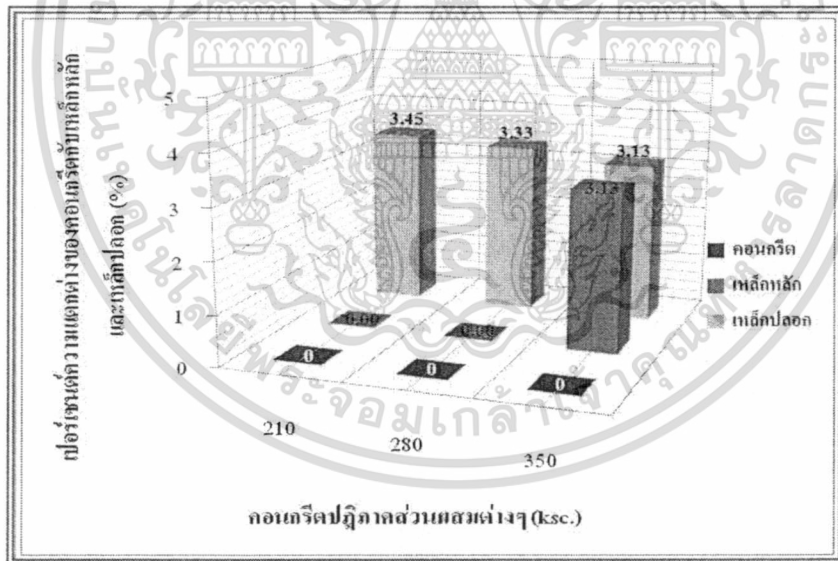


รูปที่ 4.27 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 1.50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 2.50 ซม.



รูปที่ 4.29 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

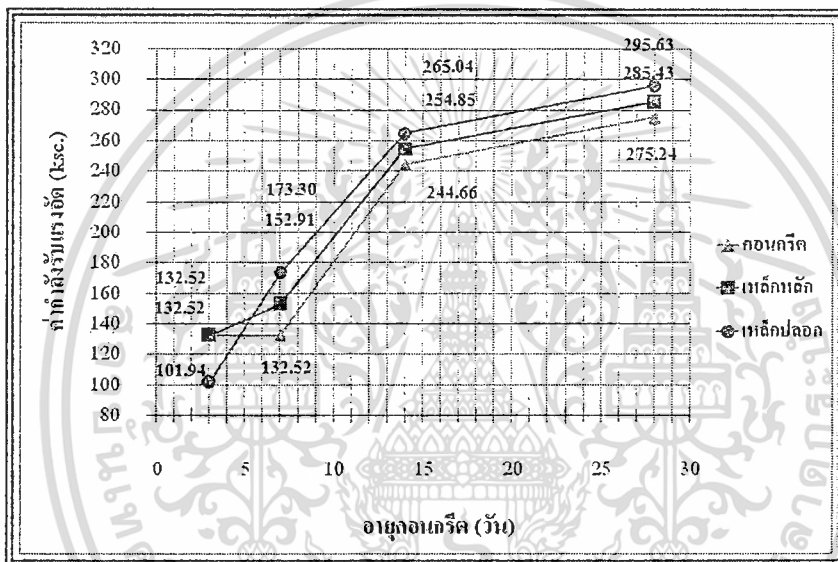
รูปที่ 4.27 - 4.29 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ เหล็กปลอก, เหล็กหลัก ต่อ คอนกรีต โดยตั้งให้ค่ารับแรงอัดของคอนกรีตเป็นค่าตั้งต้น (เท่ากับ 0) เพื่อเทียบกับ เหล็กปลอก และ เหล็กหลัก ที่ระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. โดยแยกเป็นปฏิภาณส่วนตวมต่งๆ ซึ่งพบว่า เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง เหล็กปลอก, เหล็กหลัก ที่มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างมากที่สุด อยู่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ปริมาตรส่วนผสม 350 กก/ชม² กับระยะหุ้ม 1.5 ซม. ซึ่งให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นไปประมาณ 19 % และ 10 % ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.27

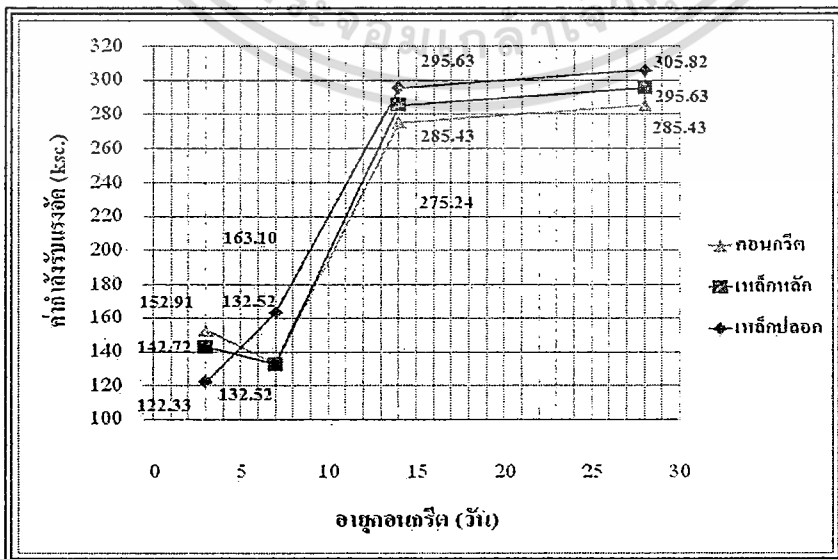
4.4 อิทธิพลของอายุของคอนกรีต

4.4.1 อิทธิพลของอายุคอนกรีต ที่ 210 กก/ชม²

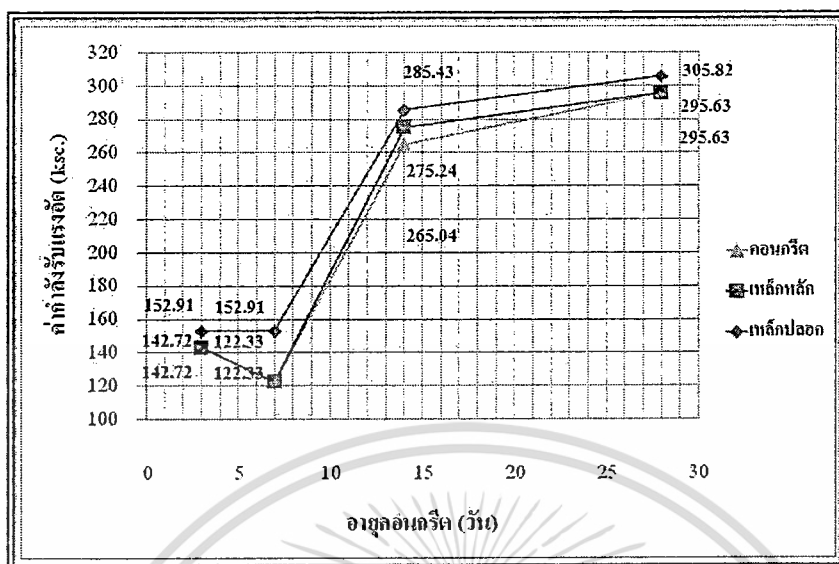
1. แสดงค่ากำลังรับแรงอัด ที่อายุคอนกรีต 3 วัน, 7 วัน, 14 วัน, 28 วัน ซึ่งได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงค่ากำลังรับแรงอัด ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต, เหล็กหลัก, เหล็กปลอก ตามลำดับ โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.



รูปที่ 4.30 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



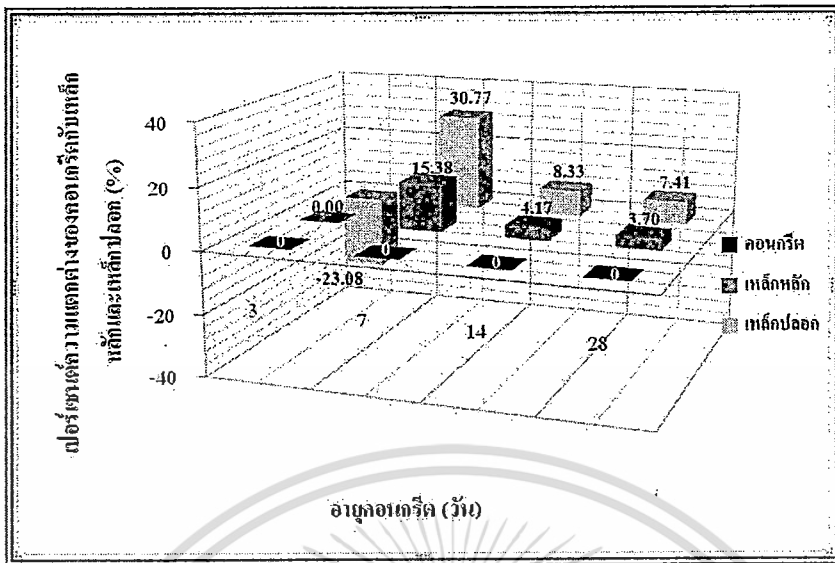
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รูปที่ 4.31 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม. ห้หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



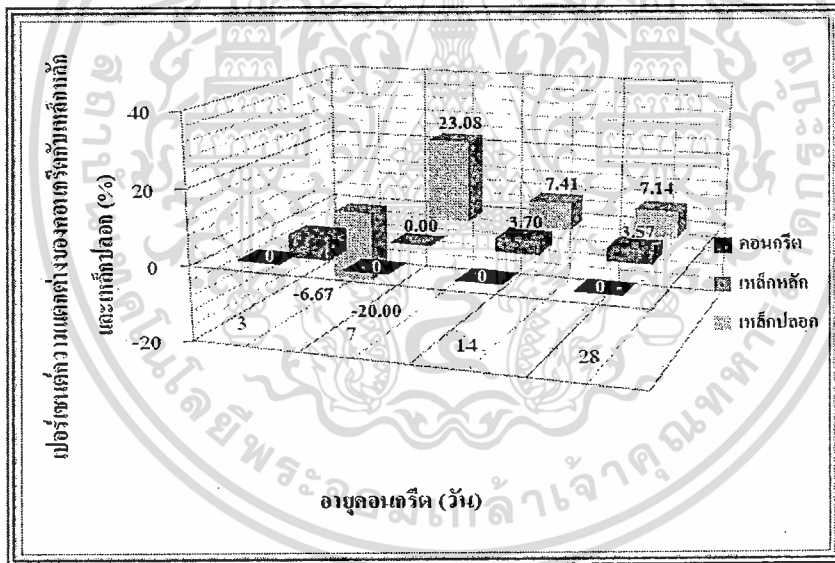
รูปที่ 4.32 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

รูปที่ 4.30 - 4.32 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. ที่ปริมาตรส่วนผสม 210 กก/ชม² โดยแยกเป็นอายุของคอนกรีตต่างๆ ซึ่งพบว่า ที่อายุคอนกรีต 3 วัน และ 7 วัน ส่วนใหญ่แนวโน้มค่ากำลังรับแรงอัดของเหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต มีแนวโน้มไม่ไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากกำลังของคอนกรีตยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของเครื่องว่า ให้ใช้เครื่องมือ ชนิดที่แฮมเมอร์ที่อายุช่วง 14 - 56 วัน จึงเป็นเหตุทำให้ที่อายุคอนกรีต 3 วัน และ 7 วัน ค่าที่ได้มีอิทธิพลของกำลังรับแรงอัดค่อนข้างสูง โดยเหตุผลที่ทำการทดสอบที่ 3 วัน และ 7 วัน ก็เพื่อให้ทราบถึงตัวเลขเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเพื่อนำไปใช้เป็นบรรทัดฐานไว้อ้างอิงต่อไป

2. แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ที่อายุคอนกรีต 3 วัน, 7 วัน, 14 วัน, 28 วัน ซึ่งได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงค่ากำลังรับแรงอัด ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต, เหล็กหลัก, เหล็กปลอก ตามลำดับ โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

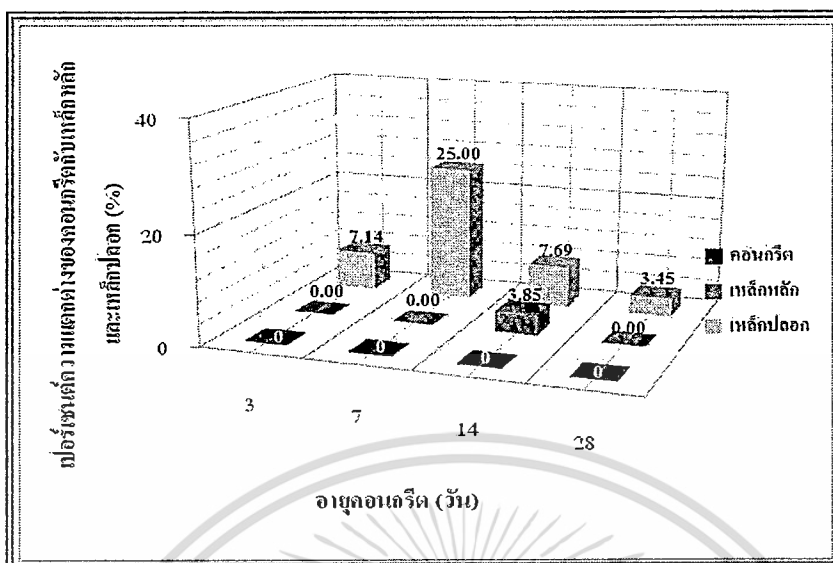


รูปที่ 4.33 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.34 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

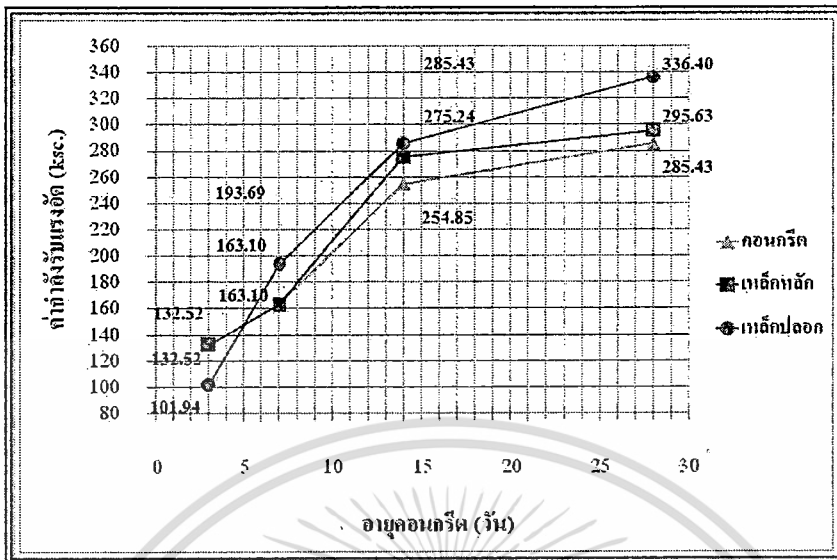


รูปที่ 4.35 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

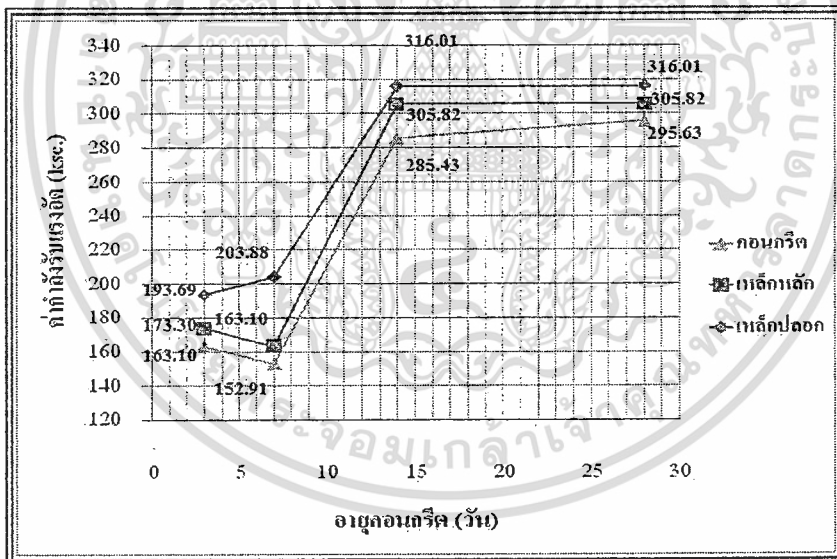
รูปที่ 4.33 - 4.35 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ เหล็กปลูก, เหล็กหลัก ต่อ คอนกรีต ที่ระยะหุ้ม 1.50 ซม. , 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. ที่ปฏิภาศส่วนผสม 210 กก/ชม² โดยแยก เป็นอายุของคอนกรีตต่างๆ ซึ่งพบว่า เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง เหล็กปลูก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต ที่ 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างมากที่สุด เนื่องจากคอนกรีตอยู่ในช่วงกำลังพัฒนา กำลังรับ แรงอัด โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง เหล็กปลูก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต ให้กำลังรับแรงอัดสูง ขึ้นอยู่ที่ได้ประมาณ 31 % และ 15 % ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.48

4.4.2 อิทธิพลของอายุคอนกรีต ที่ 280 กก/ชม²

1. แสดงค่ากำลังรับแรงอัด ที่อายุคอนกรีต 3 วัน, 7 วัน, 14 วัน, 28 วัน ซึ่งได้ เปรียบเทียบให้เห็นถึงค่ากำลังรับแรงอัด ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต, เหล็กหลัก, เหล็กปลูก ตามลำดับ โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

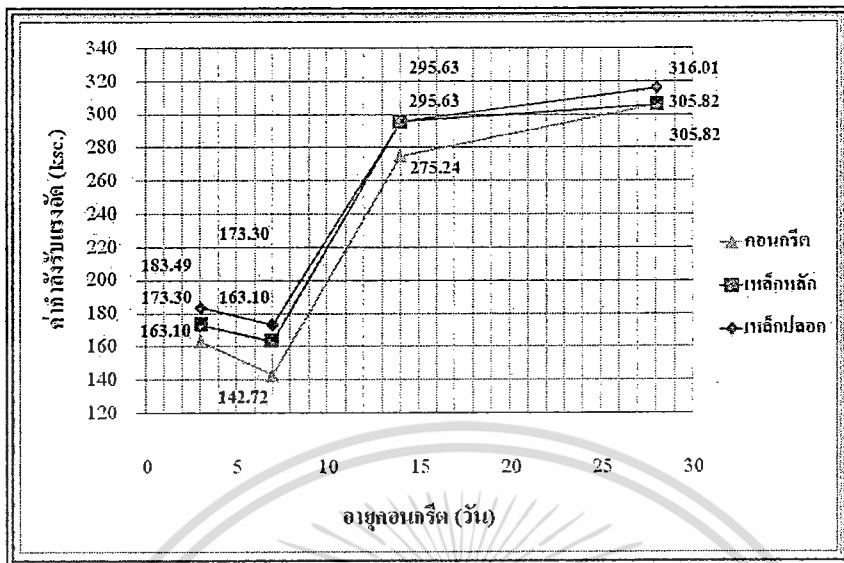


รูปที่ 4.36 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.37 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

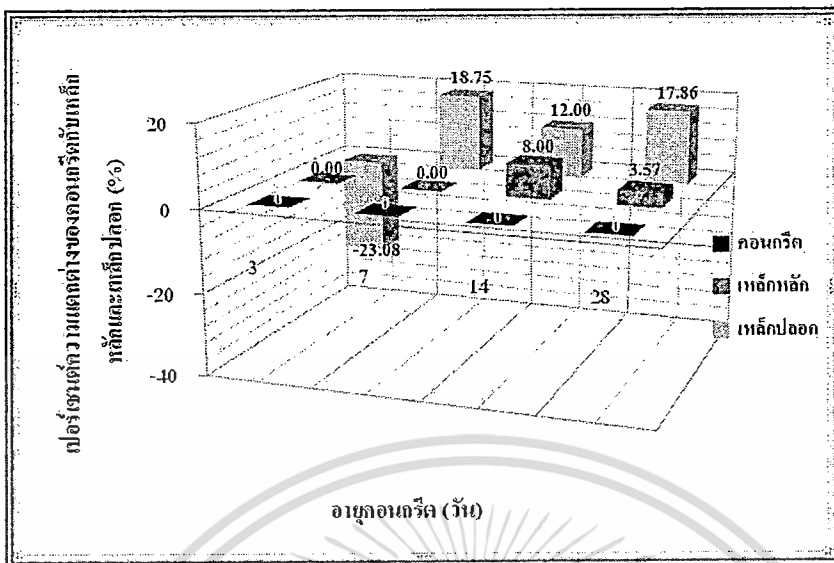
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



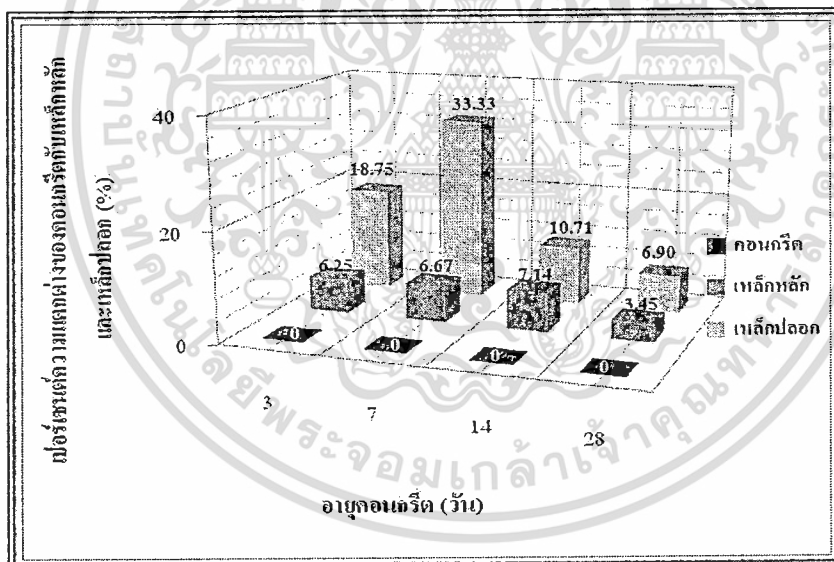
รูปที่ 4.38 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

รูปที่ 4.36 - 4.38 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. ที่ปริมาตรส่วนผสม 280 กก/ชม² โดยแยกเป็นอายุของคอนกรีตต่างๆ ซึ่งพบว่า ที่อายุคอนกรีต 3 วัน และ 7 วัน ส่วนใหญ่แนวโน้มค่ากำลังรับแรงอัดของเหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต มีแนวโน้มไม่ไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากกำลังของคอนกรีตยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับข้อแนะนำของเครื่องว่า ให้ใช้เครื่องมือ สมิตท์แฮมเมอร์ที่อายุช่วง 14 - 56 วัน จึงเป็นเหตุทำให้ที่อายุคอนกรีต 3 วัน และ 7 วัน ค่าที่ได้มีอิทธิพลของกำลังรับแรงอัดค่อนข้างสูง โดยเหตุผลที่ทำให้การทดสอบที่ 3 วัน และ 7 วัน ก็เพื่อให้ทราบตัวเลขเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง เพื่อนำไปใช้เป็นบรรทัดฐานไว้อ้างอิงต่อไป

2. แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ที่อายุคอนกรีต 3 วัน, 7 วัน, 14 วัน, 28 วัน ซึ่งได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงค่ากำลังรับแรงอัด ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต, เหล็กหลัก, เหล็กปลอก ตามลำดับ โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

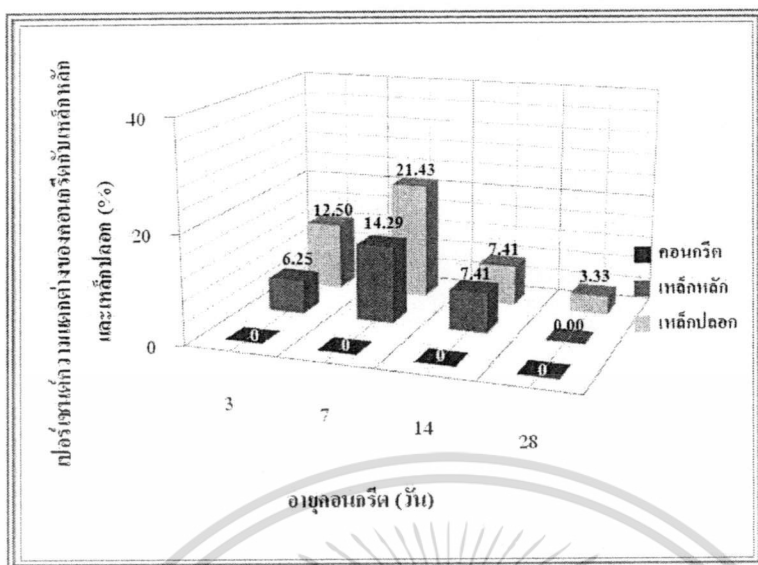


รูปที่ 4.39 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.40 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

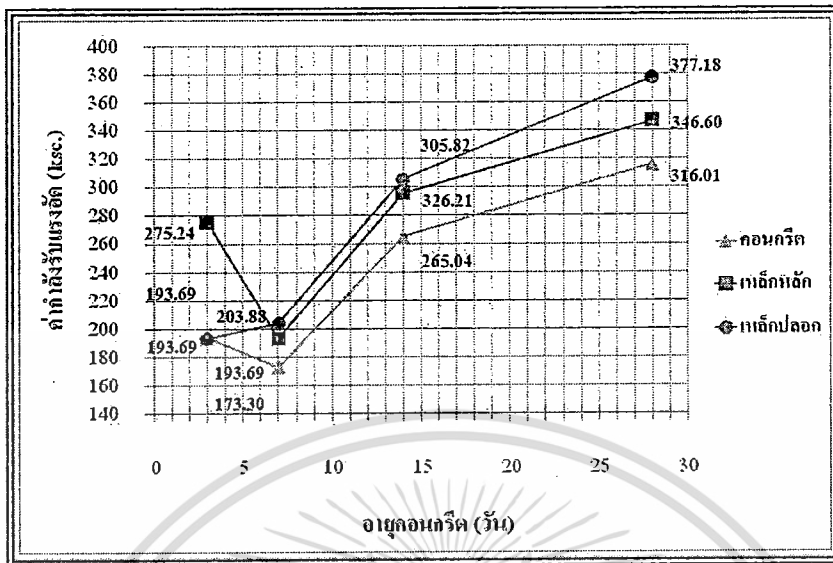


รูปที่ 4.41 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

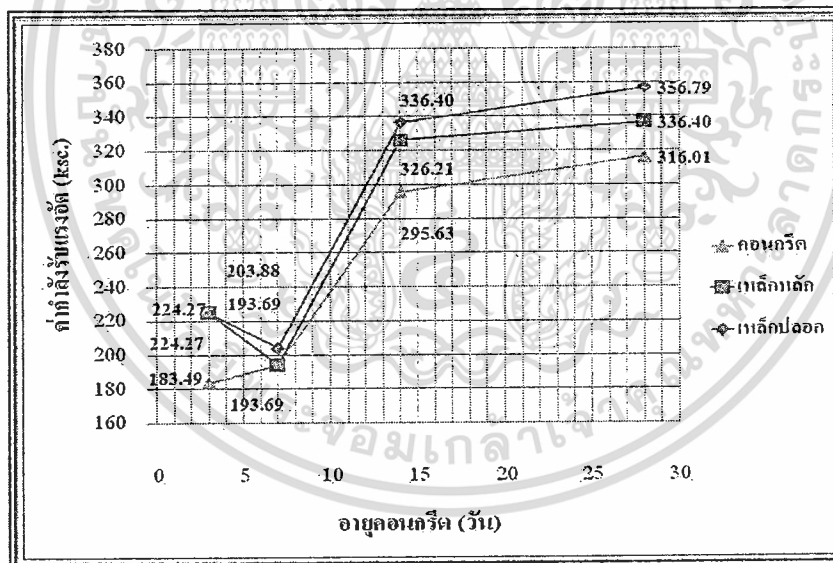
รูปที่ 4.39 - 4.41 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของเหล็กปลอก, เหล็กหลัก ต่อคอนกรีต ที่ระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. ที่ปฏิภาณส่วนผสม 280 กก/ชม² โดยแยกเป็นอายุของคอนกรีตต่างๆ ซึ่งพบว่า เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง เหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต ที่ 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างมากที่สุด เนื่องจากคอนกรีตอยู่ในช่วงกำลังพัฒนา กำลังรับแรงอัด โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง เหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต ให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นอยู่กับประมาณ 33 % และ 14 % ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.40 และ 4.41

4.4.3 อธิพิพผลของอายุคอนกรีต ที่ 350 กก/ชม²

1. แสดงค่ากำลังรับแรงอัด ที่อายุคอนกรีต 3 วัน, 7 วัน, 14 วัน, 28 วัน ซึ่งได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงค่ากำลังรับแรงอัด ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต, เหล็กหลัก, เหล็กปลอก ตามลำดับ โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

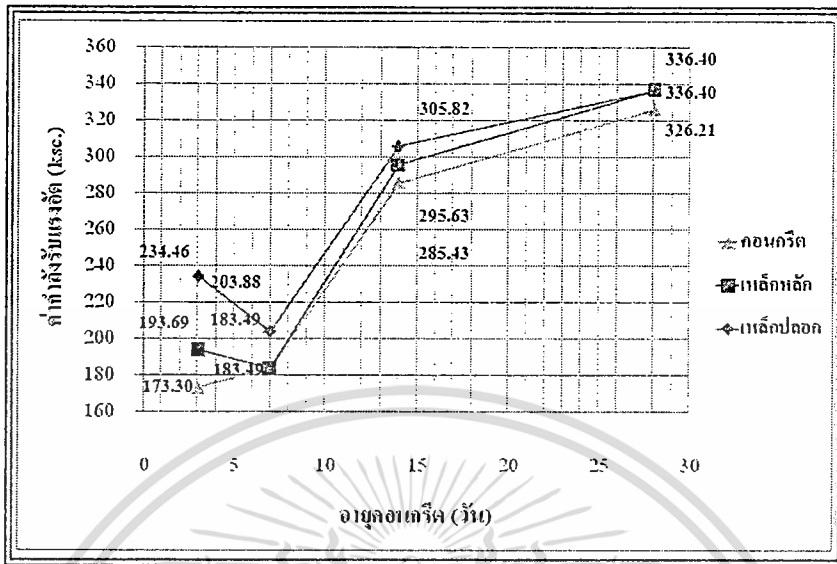


รูปที่ 4.42 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.43 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

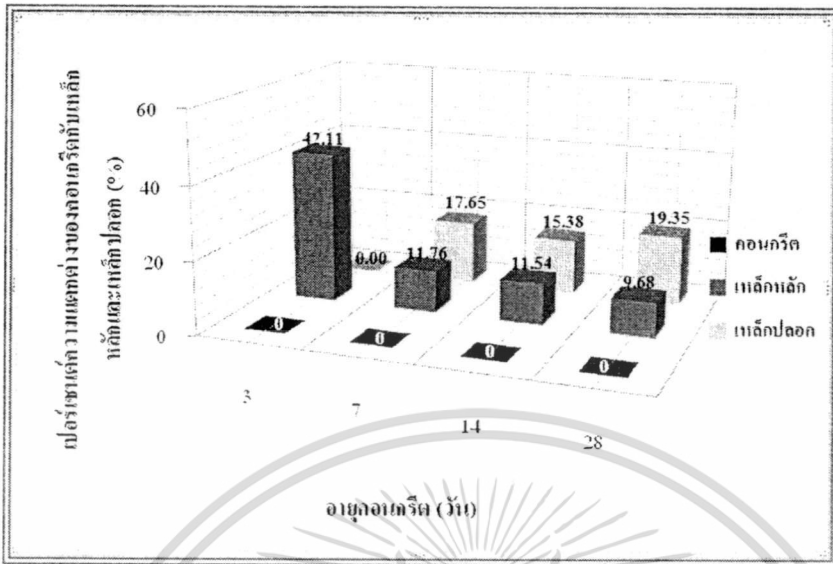
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



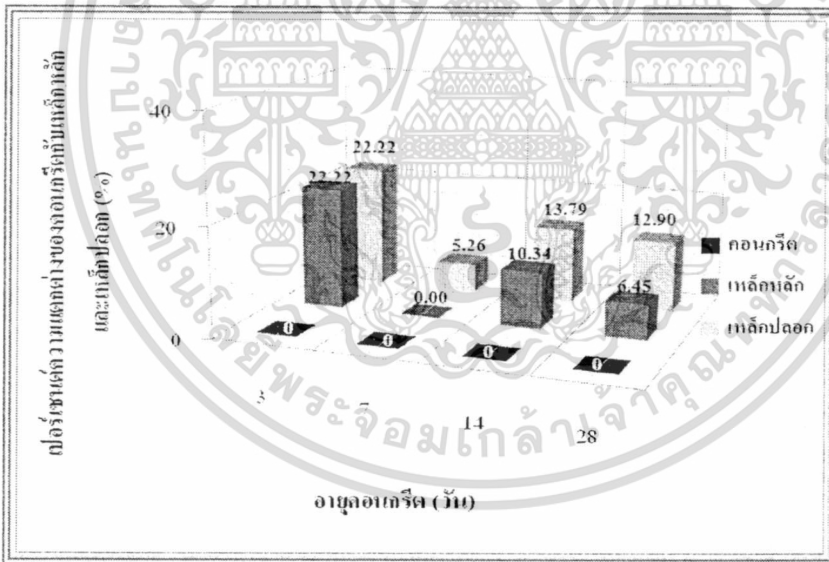
รูปที่ 4.44 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

รูปที่ 4.42 - 4.44 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. ที่ปริมาตรส่วนผสม 350 กก/ชม³ โดยแยกเป็นอายุของคอนกรีตต่างๆ ซึ่งพบว่า ที่อายุคอนกรีต 3 วัน และ 7 วัน ส่วนใหญ่แนวโน้มค่ากำลังรับแรงอัดของเหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต มีแนวโน้มไม่ไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากกำลังของคอนกรีตยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของเครื่องว่า ให้ใช้เครื่องมือ ชนิดที่แฮมเมอร์ที่อายุช่วง 14 - 56 วัน จึงเป็นเหตุทำให้ที่อายุคอนกรีต 3 วัน ค่าที่ได้มีอิทธิพลของกำลังรับแรงอัดค่อนข้างสูง โดยเหตุผลที่ทำการทดสอบที่ 3 วัน และ 7 วัน ก็เพื่อให้ทราบถึงตัวเลขเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง เพื่อนำไปใช้เป็นบรรทัดฐานไว้อ้างอิงต่อไป

2. แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ที่อายุคอนกรีต 3 วัน, 7 วัน, 14 วัน, 28 วัน ซึ่งได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงค่ากำลังรับแรงอัด ของตำแหน่งการทดสอบบริเวณ คอนกรีต, เหล็กหลัก, เหล็กปลอก ตามลำดับ โดยจะแยกเป็นระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม.

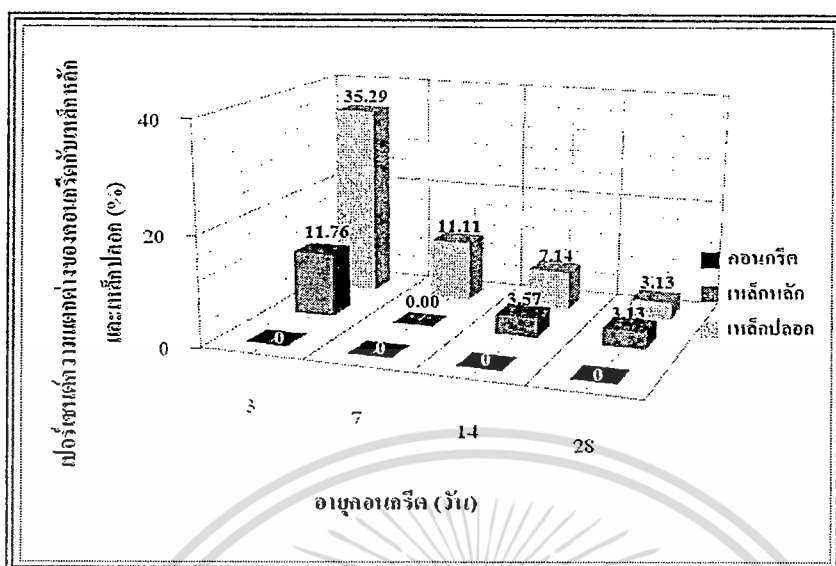


รูปที่ 4.45 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.46 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.47 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

รูปที่ 4.45 - 4.47 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของเมล็ดปลูก, เมล็ดหลัก ต่อคอนกรีต ที่ระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. ที่ปฏิภาคส่วนผสม 350 กก/ชม² โดยแยกเป็นอายุของคอนกรีตต่างๆ ซึ่งพบว่า เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง เมล็ดปลูก, เมล็ดหลัก กับคอนกรีต ที่ 3 วัน มีความแตกต่างมากที่สุด เนื่องจากคอนกรีตอยู่ในช่วงกำลังพัฒนากำลังรับแรงอัด โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง เมล็ดปลูก, เมล็ดหลัก กับคอนกรีต ให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นอยู่ที่ประมาณ 35 % และ 42 % ตามลำดับ โดยจะสังเกตได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจะค่อยๆ น้อยลงตามอายุที่มากขึ้นตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.47 และ 4.45

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 กล่าวนำ

จากการทดสอบด้วยเครื่องชmidtแฮมเมอร์ ซึ่งทำการทดสอบกับเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (BS 1881 : Part 3 *Method of making and curing test specimens*) และ ตัวอย่างคอนกรีตมาตรฐาน (ASTM : C 192 , C 617 , C 391) โดยเน้นการทดสอบระยะหุ้มเหล็ก ที่ระยะ 1.5 , 2.5 , 3.5 cm ในค่าความสามารถในการรับแรงอัดที่ปริมาตรส่วนผสม 210 , 280 , 350 กก/ชม²

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงเน้นที่จะทดสอบเพื่อหาอิทธิพลที่มากที่สุดของค่าความสามารถในการรับแรงอัด โดยทดสอบด้วยเครื่องชmidtแฮมเมอร์ ซึ่งเน้นการทดสอบที่ระยะหุ้มเหล็กที่มีอิทธิพลต่อเสาคอนกรีตเสริมเหล็กและเน้นบริเวณเหล็กปลอก, บริเวณเหล็กหลักและคอนกรีตซึ่งใช้เหล็กเสริมจำนวน 8-DB16 และเหล็กปลอก RB6@0.20m. ในการทดลอง

5.2 สรุปผลจากการทดลอง

5.1 ความสัมพันธ์ของค่ากำลังรับแรงอัด ของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ระหว่างการทดสอบด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับ Schmidt Hammer Test พบว่าค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ที่ทดสอบด้วย Universal Testing Machine มีค่ามากกว่าค่าของ Schmidt Hammer Test ช่วง 1.20 ถึง 1.45 โดยทุกๆปริมาตรส่วนจะมีค่ากำลังรับแรงอัดที่ทดสอบด้วย Schmidt Hammer Test จะค่อยๆเข้าไปใกล้ ค่ากำลังรับแรงอัดที่ทดสอบด้วย Universal Testing Machine ตามอายุคอนกรีตที่มากขึ้น จาก 3, 7, 14, 28 วัน ตามลำดับ ซึ่งอาจสรุปได้ว่า Schmidt Hammer Test จะสามารถกระจายพลังงานได้ดีขึ้นเรื่อยๆ ตามความสมบูรณ์ของกำลังคอนกรีต โดยส่งผลให้ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเกิดความแม่นยำมากขึ้นด้วย

5.2 ความสัมพันธ์ของสัดส่วนค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วยเครื่อง Schmidt Hammer Test จะค่อยๆ เข้าใกล้กัน ตามอายุที่มากขึ้น

ส่วนความสัมพันธ์ของค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer Test ในช่วง 3 วัน และ 7 วัน จะเห็นได้ว่าสัดส่วนจะสูงมาก และมีความแปรผันสูง ซึ่งเกิดจากการพัฒนากำลังไม่สมบูรณ์นั่นเอง แต่เมื่ออยู่ในช่วง 14 วัน และ 28 วัน สัดส่วนที่ได้จะไม่ต่างกันมาก โดยสัดส่วนของค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐานทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer Test จะค่อยๆ เข้าใกล้เรื่อยๆ ตามปฏิกิริยาส่วนผสมที่สูงขึ้น

5.3 อิทธิพลบริเวณแนวเหล็กปลอก และ แนวเหล็กหลัก จะมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับแนวคอนกรีตของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทุกๆ ระยะหุ้มเหล็ก โดยเฉพาะปฏิกิริยาส่วนผสม 350 กก/ชม³ กับที่ระยะหุ้ม 1.50 ซม. (อายุคอนกรีต 28 วัน) จะมีอิทธิพลมากที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลบริเวณแนวเหล็กปลอก และ แนวเหล็กหลัก มากกว่าแนวคอนกรีต โดยให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นประมาณ 19 % และ ประมาณ 10 % ตามลำดับ

5.4 อิทธิพลบริเวณแนวเหล็กปลอก และ แนวเหล็กหลัก ส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับแนวคอนกรีตของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่อายุคอนกรีตต่างๆ โดยเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพล เหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต ที่ 3 วัน (ปฏิกิริยาส่วนผสม 350 กก/ชม³) จะมีอิทธิพลมากที่สุด โดยให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นอยู่ที่ประมาณ 35 % และ ประมาณ 40 % ตามลำดับ

ดังนั้นสรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องมือชmidtแฮมเมอร์ (Schmidt Hammer Test) เมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตล้วนในเสาตัวอย่าง สามารถสรุปได้ว่าเสา คอนกรีตเสริมเหล็กอายุ 3 วัน ที่ระยะหุ้มของเหล็กเสริม 1.5 ซม. และปฏิกิริยาส่วนผสม 350 กก/ชม³ จะมีอิทธิพลต่อเสาคอนกรีตเสริมเหล็กมากที่สุด ไม่ว่าจะทดสอบ บริเวณเหล็กปลอก (Stirrup tie) หรือบริเวณเหล็กหลัก (Vertical reinforcement steel) และบริเวณที่ใช้ในการทดสอบ บริเวณเหล็กปลอก จะมีอิทธิพลต่อเสาคอนกรีตเสริมเหล็กมากที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะ

- ในการทดสอบด้วยเครื่องชนิดที่แฮมเมอร์ ที่ภาคสนามควรจะทำ การทดสอบตัวอย่างที่อายุคอนกรีต 14-56 วัน
- ในการทดสอบด้วยเครื่องชนิดที่แฮมเมอร์ ที่ภาคสนามควรหลีกเลี่ยงจุดที่ตรงกับเหล็กปลอกและเหล็กหลัก โดยสามารถใช้เครื่องมือสำหรับสแกนตำแหน่งเหล็กปลอกและเหล็กหลักก่อนการทดสอบเพื่อจะได้ค่ากำลังรับแรงอัดที่แม่นยำขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2550. 2,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 6. มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ บริษัท โกลบอล กราฟฟิค จำกัด.
- [2] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2538. พิมพ์ครั้งที่ 4. มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ บริษัท โกลบอล กราฟฟิค จำกัด.
- [3] วิบูลย์ วุฒินุณ, สมชาย สำลีรงค์กุล และสุพจน์ ศรีนิล, 2548. การเปรียบเทียบการประเมินกำลังคอนกรีตโดยคลื่นอัลตราโซนิค, ซมิคท์แฮมเมอร์ และการทดสอบแบบทำลาย. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 10. ชลบุรี.
- [4] สนั่น เจริญเผ่าและวินิต ช่อวิเชียร, 2537. พิมพ์ครั้งที่ 7. คอนกรีตเสริมเหล็ก. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] ศิริวัฒน์ ไชยชนะ, 2542. 1,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 2. ปฏิบัติการคอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ. พรินติ้ง.
- [6] ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร, 2537. พิมพ์ครั้งที่ 3. คอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด.
- [7] สรวุฑ ศรีอ้อยเรื่องศรี, 2539. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กเสริม ระยะหุ้มเหล็กเสริมและปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตในมวลคอนกรีตเสริมเหล็กกับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธีคอนกรีต เทส แฮมเมอร์. งานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

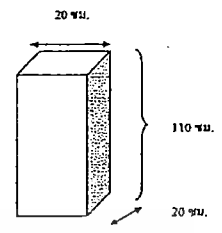


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 3 5 0 3

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 210 กก/ตร.ซม.
 วันที่ทำการทดสอบ 18 ก.ย. 52 จำนวน 3 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 21 ก.ย. 52 ระยะพื้น 3.5 ซม.



ส่วนหนึ่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
เหล็กปลอก	A	24	30	24	24	24	22	22	26	28	25	24.90
	B	20	20	21	22	23	26	26	22	20	24	22.00
เหล็กหนักรัด	A	26	23	26	24	26	22	24	22	25	27	24.50
	B	26	24	20	22	28	24	22	26	26	26	24.00
คอนกรีต	A	26	20	22	26	20	26	24	28	26	22	24.00
	B	22	21	23	19	23	23	21	20	26	28	22.50

ค่าสอบเทียบ 1.032

เหล็กปลอก

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	25.70	B	22.71
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.		15		12
ค่ากำลังอัด ; Ksc.		152.91		122.33
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %				-11.65
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %				-20.00

เหล็กหนักรัด

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	25.29	B	24.77
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.		14		14
ค่ากำลังอัด ; Ksc.		142.72		142.72
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %				-2.04
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %				0.00

คอนกรีต

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	24.77	B	23.23
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.		14		12
ค่ากำลังอัด ; Ksc.		142.72		122.33
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %				-6.25
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %				-14.29

ทดสอบโดย นาย ธีรพันธ์ สารมิ่งชัดฤกษ์
 วันที่ทดสอบ 21 ก.ย. 52

- หมายเหตุ
- รหัส 21(C)3503 = กำลังอัด - ระยะพื้น - จำนวนวันที่ทดสอบ
 - A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
 - ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปจํานวนกราฟ)
 - $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
 - ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
 - หมายเลขเครื่อง N-34 161305

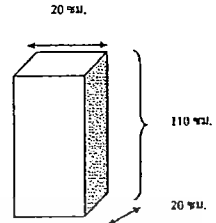
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 2 6 0 C 3 5 0 3

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 280 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 3 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 21 ก.ค. 52 ระยะชั้น 3.5 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
พื้นปถุช	A	25	26	26	28	24	26	26	32	30	28	27.10
	B	29	34	28	32	26	24	34	28	26	26	28.70
พื้นคัลลิก	A	26	27	28	26	26	26	25	26	30	27	26.70
	B	28	27	24	26	25	27	30	26	25	25	26.33
คอนกรีต	A	26	25	26	27	27	26	27	27	25	25	26.10
	B	25	30	26	24	25	26	24	27	27	27	26.10



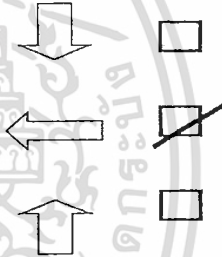
เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

ค่าสอบเทียบ 1.032

พื้นที่ปถุช

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	27.97	29.63
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	18	19
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	183.49	193.69
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		5.90
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		5.56

ลักษณะการทดสอบ



พื้นคัลลิก

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	27.56	27.18
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	17	16
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	173.30	163.10
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		-1.37
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		-5.88

คอนกรีต

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	26.94	26.94
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	16	16
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	163.10	163.10
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		0.00
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		0.00

ทดสอบโดย นายสุรินทร์ สารนิเทศกุล

วันที่ทดสอบ 21 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 = ค่ากำลังอัด - ระยะชั้น - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ๗ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่องมือ N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

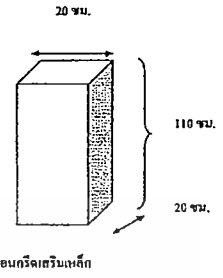
รหัส 3 5 0 C 3 5 0 3

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ชื่อของแบบชิ้นผสมคอนกรีต (Design Strength)
 วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52
 วันที่ทำการทดสอบ 21 ก.ค. 52

350 กก./พ.ม.
 จำนวน 3 วัน
 ระยะพื้น 3.5 ซม.

ลำดับ	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ครกปูน	A	35	32	35	32	34	26	33	30	29	28	31.11
	B	26	28	28	28	30	24	33	28	33	32	29.33
คอกเหล็ก	A	28	28	26	26	29	26	28	26	29	29	27.50
	B	24	20	25	32	24	26	22	32	30	29	26.63
คอนกรีต	A	29	28	27	26	25	25	28	30	26	24	26.80
	B	29	26	28	26	26	28	24	30	26	30	27.30



ค่าคอนกรีต 1.032

ครกปูน

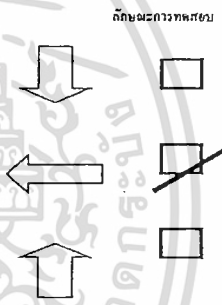
	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	32.11	30.28
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	23	20
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	234.46	203.88
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		-5.71
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		-13.04

คอกเหล็ก

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	28.39	27.48
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	19	17
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	193.69	173.30
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		-3.18
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		-10.53

คอนกรีต

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	27.66	28.18
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	17	18
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	173.30	183.49
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		1.87
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		5.88



ทดสอบโดย นาย ธีรพนธ์ ธรรมรัตน์ จิตฤกษ์
 วันที่ทดสอบ 21 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 = กำลังอัด - ระยะพื้น - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ x ค่าคอนกรีต (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่องมือ N-34 161305

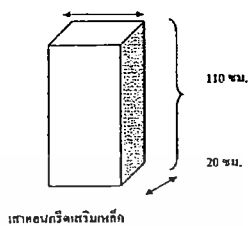
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 2 5 0 3

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 210 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 3 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 21 ก.ค. 52 ระยะเวลา 2.5 ชม. 20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
พื้นผิวราบ	A	22	24	24	26	21	20	26	24	20	22	22.90
	B	22	25	27	28	20	24	26	20	26	24	24.22
พื้นผิวตั้ง	A	25	27	24	24	26	24	24	24	23	22	24.33
	B	25	22	25	26	24	21	24	24	22	26	23.90
คอนกรีต	A	23	24	23	22	20	25	22	22	26	25	23.20
	B	22	20	24	22	22	21	22	20	26	27	22.60



ค่าคอนกรีต 1.020

พื้นผิวราบ

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	23.37	24.72
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	12	14
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	122.33	142.72
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		5.77
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		16.67

ลักษณะการทดสอบ

พื้นผิวตั้ง

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	24.83	24.39
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	14	13
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	142.72	132.52
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		-1.78
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		-7.14

คอนกรีต

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	23.67	23.06
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	15	12
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	152.91	122.33
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		-2.59
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		-20.00

ทดสอบโดย นาย ณัฐชัย จันทร์วีระชัย

วันที่ทดสอบ 21 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C2503 = ค่ากำลังอัด - ระยะเวลา - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ \times ค่าคอนกรีต (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
5. มาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. มาตรฐานเครื่องมือ N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

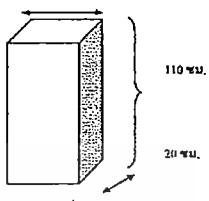
รหัส 2 8 0 C 2 5 0 3

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ไร้รอยร้าวส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 280 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการทดสอบ 18 ก.ค. 52 จำนวน 3 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 21 ก.ค. 52 ระยะหุ้ม 2.5 ซม.

20 ซม.


ลำดับ	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
เหล็กปอก	A	25	24	24	23	21	22	29	25	26	24	24.40
	B	27	25	29	22	26	29	31	22	24	26.23	
เหล็กหลัก	A	20	24	24	23	24	22	24	24	25	24	23.40
	B	26	25	23	25	23	24	22	24	24	22	23.80
คอนกรีต	A	22	24	23	22	22	22	24	23	23	23	22.80
	B	23	23	23	27	25	23	23	24	28	23	24.40

ค่าสอบเทียบ 1.180

เหล็กปอก

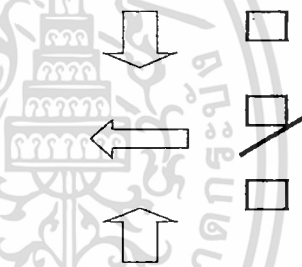
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	28.79	B	30.97
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.		19		22
ค่ากำลังอัด ; Ksc.		193.69		224.27
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %				7.58
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %				15.79

เหล็กหลัก

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	27.61	B	28.08
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.		17		18
ค่ากำลังอัด ; Ksc.		173.30		183.49
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %				1.71
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %				5.88

คอนกรีต

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	26.90	B	28.79
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.		16		19
ค่ากำลังอัด ; Ksc.		163.10		193.69
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %				7.02
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %				18.75



ลักษณะการทดสอบ

ทดสอบโดย นาย ชรินทร์ อินทร์วิเศษ

วันที่ทดสอบ 21 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 - ค่าเฉลี่ย - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 3 5 0 C 2 5 0 3

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบตัวผสมคอนกรีต (Design Strength) 350 กก./พ.ม.

วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 3 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 21 ก.ค. 52 ระยะหุ้ม 2.5 ซม.

20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
พื้นผิวปัด	A	26	25	26	24	29	25	24	26	25	30	26.00
	B	29	30	29	32	28	27	32	25	26	32	29.00
พื้นผิวฉีก	A	26	24	25	24	23	25	30	31	24	25	26.10
	B	21	21	26	25	28	28	28	24	31	30	26.20
คอนกรีต	A	23	24	23	22	26	24	22	25	22	24	23.40
	B	22	22	26	30	28	28	29	30	30	22	26.70

ค่าสอบเทียบ 1.193

ผลผิวปัด

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	31.14	34.73
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	22	27
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	224.27	275.24
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		11.54
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		22.73

กำหนดค่าทดสอบ

↓

←

↑

ผลผิวฉีก

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	31.26	31.38
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	22	23
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	224.27	234.46
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		0.38
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		4.55

กำหนดค่าทดสอบ

↓

←

↑

คอนกรีต

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	28.02	31.98
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	18	23
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	183.49	234.46
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		14.10
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		27.78

ทดสอบโดย นาย สุวิทย์ ชูสวัสดิ์

วันที่ทดสอบ 21 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 - ค่าเฉลี่ย - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครึ่งแรก, B คือ ทดสอบครึ่งหลังที่รอง มี ค่าเฉลี่ยคั่น
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่องมือ N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 1 5 0 3

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีต (Design Strength)

210 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52

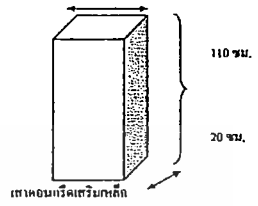
จำนวน 3 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 21 ก.ค. 52

ระยะรุ่น 1.5 ซม.

20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
คาน้ำปลอก	A	20	20	20	23	21	22	23	20	22	20	21.10
	B	20	24	22	26	20	23	22	21	24	22	22.44
เหล็กหลัก	A	24	24	24	23	22	22	23	22	26	24	23.30
	B	24	28	24	26	21	22	22	26	22	20	23.50
คอนกรีต	A	24	26	26	26	24	21	21	20	21	26	23.50
	B	26	28	28	20	20	20	22	23	20	23.00	



ค่าสอบเทียบ 1.020

คาน้ำปลอก

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	21.53	22.90
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	10	11
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	101.94	112.13
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		6.37
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		10.00

ลักษณะการทดสอบ

เหล็กหลัก

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	23.78	23.98
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	13	13
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	132.52	132.52
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		0.86
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		0.00

คอนกรีต

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	23.98	23.47
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	13	10
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	132.52	101.94
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		-2.13
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		-23.08

ทดสอบโดย นาย ธีรพร จันทร์ชัย

วันที่ทดสอบ 21 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 - กำลังอัด - ระยะรุ่น - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.394 \text{ Kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 8 0 C I 5 0 3

โมบัสการทดสอบ (Schmidt Hammer)

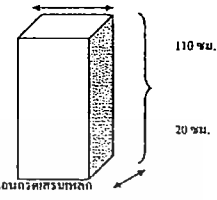
ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 280 กก./พ.ม.

วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 3 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 21 ก.ค. 52 ระยะหุ้ม 1.5 พ.ม.

20 ซม.

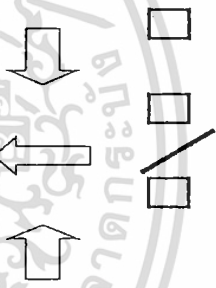
ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
แก๊สเป็ล	A	20	20	20	23	21	22	23	20	22	20	21.10
	B	20	24	22	26	20	23	22	21	24	20	22.44
เหล็กหนัก	A	24	24	24	23	22	22	22	22	26	24	23.30
	B	24	28	24	26	21	22	22	26	22	20	23.50
คอนกรีต	A	24	26	26	26	24	21	21	20	21	26	23.50
	B	26	28	28	20	20	20	22	23	20	20	23.00



ค่าสอบเทียบ 1.020

แก๊สเป็ล

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	10	11
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	101.64	112.13
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		6.37
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		10.00



ลักษณะการทดสอบ

เหล็กหนัก

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	13	13
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	132.52	132.52
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		0.66
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		0.00

คอนกรีต

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	13	10
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	132.52	101.64
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		-2.13
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		-23.08

ทดสอบโดย นาย ธีรพร จันทวีชัย

วันที่ทดสอบ 21 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 = ค่ากำลังอัด - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครึ่งแรก, B คือ ทดสอบครึ่งหลังที่ตอก 4 ณ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่องมือ N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 3 5 0 C 1 5 0 3

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 350 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการทดสอบ 18 ก.ค. 52 จำนวน 3 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 21 ก.ค. 52 ระยะหุ้ม 1.5 ซม. 20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
เหล็กมือ	A	24	26	26	24	25	26	22	24	27	23	24.70
	B	24	24	26	22	28	26	20	21	26	20	23.67
เหล็กหลัก	A	28	29	34	32	20	30	28	30	29	35	29.56
	B	27	26	29	21	28	25	23	25	22	28	25.11
คอนกรีต	A	25	24	22	23	25	28	27	27	23	24	24.80
	B	22	30	26	25	25	23	30	22	23	23	24.90

ค่าสอบเทียบ 1.180

เหล็กมือ

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	29.14	27.93
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	19	18
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	193.69	183.49
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		-4.18
		-5.26

เหล็กหลัก

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	34.87	29.63
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	27	19
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	275.24	193.69
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		-15.04
		-29.63

คอนกรีต

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	29.26	29.38
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	19	19
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	193.69	193.69
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		0.40
		0.00

ทดสอบโดย นายจิรพันธ์ จันทร์วิฑูรย์
วันที่ทดสอบ 21 ก.ค. 52

หมายเหตุ

- วฟศ 210C3503 = กำลังอัด - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบครั้งแรก B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ๗ ค่าแบ่งเพิ่ม
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
- $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 3 5 0 7

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบฐานผสมคอนกรีต (Design Strength) 210 กก./พ.ช.

วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 7 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 25 ก.ค. 52 ระยะหุ้ม 3.5 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ทรงกลม	A	23	22	26	24	25	22	25	23	23	21	23.40
	B	30	29	27	30	26	28	12	23	24	20	24.73
ทรงสี่เหลี่ยม	A	21	21	21	23	20	22	23	21	21	23	21.60
	B	22	26	24	28	22	25	28	28	21	24	24.78
คอนกรีต	A	23	20	24	23	20	22	20	20	20	23	21.50
	B	24	23	21	21	23	20	24	24	22	22	22.33

ขนาดคอนกรีตหรือเหล็ก

ค่าสอบเทียบ 1.087

ทรงกลม

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	25.43	26.90
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	15	16
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	152.91	163.10
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		5.77
		6.67

ทรงสี่เหลี่ยม

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	23.48	26.93
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	12	17
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	122.33	173.30
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		14.71
		41.67

คอนกรีต

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	23.37	24.28
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	12	13
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	122.33	132.52
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		3.88
		8.33

ลักษณะการทดสอบ

ทดสอบโดย นาย ณัฐพงษ์ สารวัณพิศกุล

วันที่ทดสอบ 25 ก.ค. 52

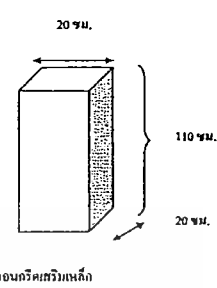
หมายเหตุ

- รหัส 210C3503 = กำลังอัด - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
- $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
- ตามมาตรฐาน ASTM R05 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)												วันที่	2	8	0	C	3	5	0	7
ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบคอนกรีต (Design Strength)										280 กก./ตร.ซม.										
วันที่ทำการทดสอบ										จำนวน		7		วัน						
วันที่ทำการทดสอบ										ระยะห่าง		3.5		ซม.						

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
เหล็กปลอก	A	22	28	26	28	24	26	22	26	21	24	24.70
	B	22	32	33	32	30	28	34	29	27	29	29.60
เหล็กทเหล็ก	A	24	22	26	26	26	26	22	23	23	22	24.00
	B	12	33	30	34	32	30	30	33	33	34	29.67
คอนกรีต	A	24	23	24	22	24	20	20	22	22	20	22.10
	B	24	29	28	32	31	29	28	29	29	23	28.63



20 ซม.
110 ซม.
20 ซม.
ทดสอบกรวยกรวยเหล็ก

ค่าสอบเทียบ 1.087

เหล็กปลอก	A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	26.85	32.17	
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	17	23	
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	173.30	234.46	
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		19.84	
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		35.29	

เหล็กทเหล็ก	A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	26.09	32.25	
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	16	23	
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	163.10	234.46	
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		23.61	
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		43.75	

คอนกรีต	A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	24.02	31.11	
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	14	22	
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	142.72	224.27	
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		29.52	
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		57.14	

ทดสอบโดย นาย ณัฐพร สารวิเศษกุล
วันที่ทดสอบ 25 ต.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C3503 = ค่ากำลังอัด - ระยะห่าง - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
- $1 \text{ N/mm}^2 = 10.394 \text{ Kg/cm}^2$
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

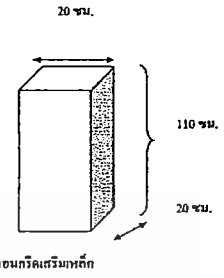
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 2 5 0 7

ใบบันทึกผลการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ข้ออกแบบตัวคอนกรีต (Design Strength) 210 กก./พ.ร.พ.
 วันที่ทำการทดสอบ 18 ก.ค. 52 จำนวน 7 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 25 ก.ค. 52 ระยะหุ้ม 2.5 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
เหล็กปลอก	A	26	21	26	24	23	23	22	22	26	25	24.00
	B	27	32	26	31	32	27	28	21	30	30	27.94
เหล็กค้ำยัน	A	21	21	23	20	20	23	23	22	20	22	21.50
	B	27	25	30	34	25	29	23	34	33	24	29.40
คอนกรีต	A	20	21	20	21	20	21	22	20	23	25	21.30
	B	26	20	24	25	29	20	21	30	23	23	24.11



ค่าผสมที่เตรียม 1.103

เหล็กปลอก	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	26.48	30.79
ค่ากำลังอัด (ขจากกราฟ); Mpa.	16	22
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	163.10	224.27
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		16.25
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		37.50

เหล็กค้ำยัน	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	23.72	32.44
ค่ากำลังอัด (ขจากกราฟ); Mpa.	13	23
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	132.52	234.46
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		36.74
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		76.92

คอนกรีต	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	23.50	26.61
ค่ากำลังอัด (ขจากกราฟ); Mpa.	13	16
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	132.52	163.10
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		13.20
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		23.06

ทดสอบโดย นาย ชูพัทธ์ จันทร์จำเริญ
 วันที่ทดสอบ 25 ก.ค. 52

- หมายเหตุ
- รหัส 210C3503 = กำลังอัด - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
 - A คือ ทดสอบครึ่งแรก, B คือ ทดสอบครึ่งหลังที่ข้อ 4 ๕ ตำแหน่งเดิม
 - ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ x ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
 - $1 \text{ N/mm}^2 = 10.196 \text{ kg/cm}^2$
 - ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
 - หมายเลขเครื่อง N-94 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 8 0 C 2 5 0 7

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ออกแบบสำหรับคอนกรีต (Design Strength) 280 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการทดสอบ 18 ก.พ. 52 จำนวน 7 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 25 ก.ค. 52 ระยะพื้น 2.5 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
เหล็กปลอก	A	26	24	23	29	22	23	29	22	26	31	25.50
	B	30	33	22	25	23	21	33	30	28	28	27.13
เหล็กหลัก	A	29	26	29	28	28	28	27	27	25	27	27.40
	B	26	27	32	29	30	34	33	31	34	26	30.56
คอนกรีต	A	25	18	25	22	18	24	24	19	22	18	21.50
	B	36	38	34	39	30	27	34	38	29	34	33.90

20 ซม.
110 ซม.
20 ซม.
เดากอนกรีตเสริมเหล็ก

ค่าสอบเทียบ I.163

เหล็กปลอก

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	29.65	31.54
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	20	22
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	203.88	224.27
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		6.37
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		10.00

ลักษณะการทดสอบ

เหล็กหลัก

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	31.86	25.53
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	16	28
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	163.10	285.43
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		11.52
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		75.00

คอนกรีต

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	25.00	39.42
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	15	34
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	152.91	346.60
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		57.67
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		126.67

ทดสอบโดย นาย จิรพันธ์ จันทวีระชุก

วันที่ทดสอบ 25 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 = ค่ากำลังอัด - ระยะพื้น - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

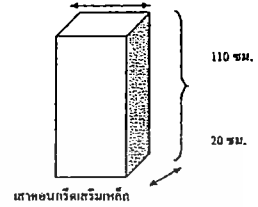
รหัส 3 5 0 C 2 5 0 7

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบกั้นคอนกรีต (Design Strength) 350 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการทดสอบ 18 ม.ค. 52 จำนวน 7 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 25 ก.ค. 52 ระยะหูน 2.5 ซม.

20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
กึ่งปลอก	A	26	23	26	27	28	23	25	29	26	25	25.80
	B	28	29	34	32	20	30	28	30	26	35	29.56
กึ่งก้นคอก	A	24	24	25	25	25	24	26	23	26	26	24.80
	B	27	28	32	29	30	28	36	32	33	31	30.60
คอนกรีต	A	24	26	26	24	25	26	22	24	27	23	24.70
	B	30	27	28	24	30	32	30	25	26	25	27.89



ค่าสอบเทียบ 1.163

กึ่งปลอก	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	30.00	34.37
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	20	27
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	203.88	275.24
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		14.56
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		35.00

ลักษณะการทดสอบ

กึ่งก้นคอก	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	28.84	35.58
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	19	28
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	193.69	285.43
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		23.39
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		47.37

คอนกรีต	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	28.72	32.43
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	19	24
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	193.69	244.66
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		12.91
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		26.32

ทดสอบโดย นายจิรพันธ์ จันทร์วีระกุล

วันที่ทดสอบ 25 ก.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C3503 = ค่ากำลังอัด - ระยะหูน - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
- $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 1 5 0 7

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength)

210 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการทดสอบ 18 ก.ค. 52

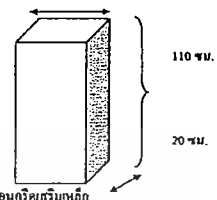
จำนวน 7 วั

วันที่ทำการทดสอบ 25 ก.ค. 52

ระดั

20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
เหล็กปลอก	A	24	25	25	26	28	24	28	22	24	26	25.20
	B	24	22	22	20	24	26	26	26	26	28	24.22
เหล็กหลัก	A	26	24	26	26	23	22	22	22	26	22	23.90
	B	26	26	23	28	30	22	28	22	26	26	25.63
คอนกรีต	A	24	20	22	22	20	22	23	22	24	24	22.30
	B	20	30	32	23	30	24	20	32	26	26.33	



ค่าสอบเทียบ 1.087

เหล็กปลอก

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	27.39	B	26.33
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.		17		15
ค่ากำลังอัด ; Ksc.		173.30		152.91
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %				-3.88
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %				-11.76

ลักษณะการทดสอบ

เหล็กหลัก

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	25.98	B	27.85
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.		15		18
ค่ากำลังอัด ; Ksc.		152.91		183.49
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %				7.22
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %				20.01

คอนกรีต

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	24.24	B	28.62
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.		13		19
ค่ากำลังอัด ; Ksc.		132.52		193.69
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %				18.09
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %				46.15

ทดสอบโดย นาย พงษ์เทพ ธรรมชาติกุล

วันที่ทดสอบ 25 ก.ค. 52

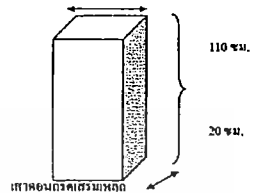
- หมายเหตุ
- รหัส 210C3503 = ค่ากำลังอัด - ระดั - จำนวนวัที่ทดสอบ
 - A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำในวัที่ถัดไป ๗ ตำแหน่ง
 - ค่าเฉลี่ยของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ x ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
 - $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
 - คานมาตรฐาน ASTM 805 - 97
 - หมายเลขเรื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่าอ้างอิง v 280 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 7 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 25 ก.ค. 52 ระยะเวลา 1.5 ชม. 20 ซม.

ตำแหน่ง	จุดทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
พื้นผิวปก	A	26	28	26	27	25	25	25	30	26	30	26.80
	B	26	34	27	26	27	32	25	26	26	24	28.30
พื้นผิวหลัก	A	24	26	24	26	22	22	24	22	25	28	24.30
	B	21	26	32	29	24	24	26	28	24	24	26.00
คอนกรีต	A	22	24	26	26	24	24	27	24	24	23	24.40
	B	24	28	28	32	26	22	28	23	28	25	26.67



ค่าสอบเทียบ 1.067

พื้นผิวปก

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	29.13	30.76
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	19	22
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	193.69	224.27
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		5.60
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		15.79

กำหนดระดับการทดสอบ

พื้นผิวหลัก

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	26.41	28.26
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	16	18
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	163.10	183.49
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		7.00
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		12.50

คอนกรีต

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	26.52	28.99
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	16	19
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	163.10	193.69
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		9.29
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		18.75

ทดสอบโดย นาย สุพรรณ สุวรรณจิตกุล
 วันที่ทดสอบ 25 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 = ค่าอ้างอิง - ระยะเวลา - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต - ค่าเฉลี่ยที่ \bar{X} ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 N/mm^2 = 10.194 Kg/cm^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 3 5 0 C 1 5 0 7

โบรน์ทึกรวดทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 350 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 7 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 25 ก.ค. 52 ระยะรูป 1.5 ซม. 20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
พื้นผิวปอด	A	31	24	26	23	29	26	30	27	25	29	27.20
	B	33	24	27	20	24	29	31	29	30	29	27.44
พื้นผิวหลัก	A	25	26	29	25	29	26	23	26	23	25	25.70
	B	24	30	23	25	22	21	24	26	25	28	24.44
คอนกรีต	A	24	25	23	26	26	24	26	26	24	25	24.90
	B	25	29	27	26	23	28	18	18	21	27	24.00

ค่าสอบเทียบ 1.103

พื้นผิวปอด	A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	30.01	30.28	
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	20	20	
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	203.88	203.88	
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		0.90	
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		0.00	
ลักษณะการทดสอบ			
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
พื้นผิวหลัก	A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	28.36	26.97	
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	19	17	
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	193.69	173.30	
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		-4.89	
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		-10.53	
คอนกรีต	A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	27.48	26.48	
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	17	16	
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	173.30	163.10	
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		-3.61	
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		-5.88	

ทดสอบโดย นาย ธีรพร ใจไพร่ชัย
วันที่ทดสอบ 25 ก.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C3503 - ค่ากำลังอัด - ระยะรูป - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต - ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ้างกราฟ)
- 1 N/mm² = 10.194 Kg/cm²
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 57
- มาตรฐานเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 3 5 1 4

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ไร้ข้อบกพร่องตามทศนิยมกษิต (Design Strength)

210 กก./ตร.ซม.

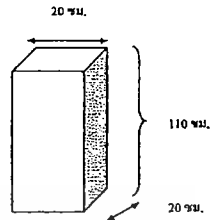
วันที่ทำการผสม 18 ส.ค. 52

จำนวน 14 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 01 ส.ค. 52

ระยะชั้น 3.5 ซม.

ตำแหน่ง	ทศนิยม	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
พื้นผิวปอก	A	35	36	35	36	35	36	37	35	35	35	35.50
	B	40	47	43	45	45	46	47	48	42	37	44.00
พื้นผิวทัก	A	33	35	34	34	33	33	34	33	35	33	33.70
	B	33	42	34	37	38	38	34	35	42	35	37.11
คอนกรีต	A	34	33	33	32	33	34	33	33	36	34	33.50
	B	43	36	40	41	37	38	37	37	40	37	38.44



เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

ค่าสอบเทียบ 1.000

พื้นผิวปอก

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	35.50	44.00
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	28	40
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	285.43	407.76
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		23.94
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		42.86

ลักษณะการทดสอบ

พื้นผิวทัก

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	33.70	37.11
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	27	30
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	275.24	305.82
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		10.12
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		11.11

คอนกรีต

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	33.50	38.44
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	26	32
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	263.04	326.21
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		14.76
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		23.08

ทดสอบโดย นาย ชวิษฐ์ จันทร์วิเศษกุล

วันที่ทดสอบ 01 ส.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 = ค่ากำลังอัด - ระยะชั้น - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทศนิยมครึ่งแรก , B คือ ทศนิยมครึ่งหลังของ ๗ ตำแหน่งเต็ม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.196 \text{ Kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 8 0 C 3 5 1 4

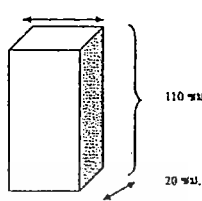
ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนคอนกรีตเกิด (Design Strength) 280 กก./พ.ช.

วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 14 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 01 ส.ค. 52 ระยะเริ่ม 3.5 ชม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
พื้นผิวปอก	A	37	37	35	35	35	37	37	37	37	35	36.20
	B	38	49	46	43	45	44	47	42	46	48	44.89
พื้นผิวหลัก	A	35	36	34	37	36	37	36	34	37	36	35.80
	B	39	42	37	48	46	41	47	37	36	42	42.11
คอนกรีต	A	32	35	36	36	35	35	35	35	36	34	34.90
	B	42	35	37	38	46	43	35	38	40	43	39.00



20 ซม.
110 ซม.
20 ซม.

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

ค่าสอบเทียบ 1.000

	A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	36.20	44.89	
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	29	44	
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	295.63	448.54	
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		24.00	
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		51.72	

	A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	35.80	42.11	
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	29	38	
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	295.63	387.37	
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		17.63	
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		31.03	

	A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	34.90	39.00	
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	27	33	
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	275.24	336.40	
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		11.75	
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		22.22	

ทดสอบโดย นาย ชวิทร์ ฉัตรวิเศษกุล

วันที่ทดสอบ 01 ส.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C3503 - ค่ากำลังอัด - ระยะเริ่ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบผิวแรก , B คือ ทดสอบครั้งเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ x ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
- 1 N/mm² = 10.194 Kg/cm²
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 3 5 0 C 3 5 1 4

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ชดเชยหน่วยความหนาแน่นคอนกรีต (Design Strength) 350 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการทดสอบ 18 ก.ค. 52 จำนวน 14 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 01 ต.ค. 52 ระยะหุ้ม 3.5 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
เหล็กปลอก	A	39	35	35	36	37	39	36	37	39	38	37.10
	B	44	37	38	39	44	47	46	41	42	42.00	
เหล็กหลัก	A	34	36	39	37	38	39	38	37	33	35	36.60
	B	35	41	40	39	41	38	43	42	39	37	39.60
คอนกรีต	A	35	36	36	35	36	36	35	35	36	35	35.50
	B	41	37	46	43	43	39	40	44	35	37	40.50

20 ซม.
110 ซม.
20 ซม.
เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

ค่าสอบเทียบ 1.000

เหล็กปลอก

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (จากกราฟ) ; Mpa.	30	37
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	303.82	377.18
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		13.21
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		23.33

เหล็กหลัก

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (จากกราฟ) ; Mpa.	29	34
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	295.63	346.60
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		8.20
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		17.24

คอนกรีต

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (จากกราฟ) ; Mpa.	28	35
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	285.43	356.79
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		14.08
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		25.00

ลักษณะการทดสอบ

ทดสอบโดย นายจิรพันธ์ อัครวิเศษกุล
วันที่ทดสอบ 01 ต.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C3503 - ค่ากำลังอัด - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
- $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 2 5 1 4

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength)

210 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52

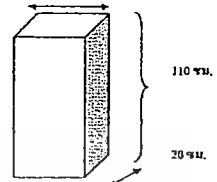
จำนวน 14 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 01 ส.ค. 52

ระยะหุ้ม 2.5 ซม.

20 ซม.

ลำดับ	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
เหล็กปลอก	A	40	38	36	38	38	36	37	37	36	40	37.60
	B	42	34	45	36	36	40	38	40	40	44	39.13
เหล็กค้ำ	A	34	38	36	38	34	36	37	36	37	39	36.50
	B	38	44	46	38	45	44	38	42	40	50	41.67
คอนกรีต	A	35	36	35	36	35	36	37	35	35	35	35.50
	B	46	38	42	45	42	42	39	44	42	49	43.44



ค่าสอบเทียบ 0.986

เหล็กปลอก

A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	37.09	38.59
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	29	32
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	295.63	326.21
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		4.06
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		10.34

ตำแหน่งการทดสอบ

เหล็กค้ำ

A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	36.00	41.10
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	28	36
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	285.43	366.98
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		14.16
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		28.57

คอนกรีต

A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	35.02	42.86
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	27	39
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	275.24	397.57
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		22.38
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		44.44

ทดสอบโดย นาย วัชรพงษ์ ธีระวัชร

วันที่ทดสอบ 01 ส.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 = กำลังอัด - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ kg/cm}^2$
5. มาตรฐานฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 8 0 C 2 5 1 4

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 280 กก./พ.ซม.
 วันที่ทำการทดสอบ 18 ก.ค. 52 จำนวน 14 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 01 ส.ค. 52 ระยะหูน 2.5 ซม. 20 ซม.

ตำแหน่ง	ทศกบ	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ตึกปลูก	A	42	42	35	36	35	36	36	34	36	43	37.50
	B	39	39	40	38	45	38	39	36	38	38	39.00
ตึกอเนก	A	35	40	34	35	35	36	35	38	34	35	35.90
	B	39	43	41	42	44	41	38	44	36	40	41.00
คอนกรีต	A	35	36	35	37	36	38	35	34	38	36	36.00
	B	45	37	45	36	38	35	38	43	42	35	39.40

ค่าสอบเทียบ 0.986

<p>ตึกปลูก</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>ค่าปรับแก้ Rebound Reading</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">R</td> </tr> <tr> <td>ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.</td> <td style="text-align: center;">36.99</td> <td style="text-align: center;">38.47</td> </tr> <tr> <td>ค่ากำลังอัด ; Ksc.</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">32</td> </tr> <tr> <td>เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %</td> <td style="text-align: center;">305.52</td> <td style="text-align: center;">326.21</td> </tr> <tr> <td>เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %</td> <td></td> <td style="text-align: center;">4.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">6.67</td> </tr> </table> <p>ตึกอเนก</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>ค่าปรับแก้ Rebound Reading</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">R</td> </tr> <tr> <td>ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.</td> <td style="text-align: center;">35.41</td> <td style="text-align: center;">40.44</td> </tr> <tr> <td>ค่ากำลังอัด ; Ksc.</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">35</td> </tr> <tr> <td>เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %</td> <td style="text-align: center;">295.63</td> <td style="text-align: center;">356.79</td> </tr> <tr> <td>เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %</td> <td></td> <td style="text-align: center;">14.21</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">20.69</td> </tr> </table> <p>คอนกรีต</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>ค่าปรับแก้ Rebound Reading</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> <tr> <td>ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.</td> <td style="text-align: center;">35.51</td> <td style="text-align: center;">38.67</td> </tr> <tr> <td>ค่ากำลังอัด ; Ksc.</td> <td style="text-align: center;">28</td> <td style="text-align: center;">33</td> </tr> <tr> <td>เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %</td> <td style="text-align: center;">285.43</td> <td style="text-align: center;">336.40</td> </tr> <tr> <td>เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %</td> <td></td> <td style="text-align: center;">9.44</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">17.86</td> </tr> </table>	ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	R	ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	36.99	38.47	ค่ากำลังอัด ; Ksc.	30	32	เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	305.52	326.21	เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		4.00			6.67	ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	R	ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	35.41	40.44	ค่ากำลังอัด ; Ksc.	29	35	เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	295.63	356.79	เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		14.21			20.69	ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B	ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	35.51	38.67	ค่ากำลังอัด ; Ksc.	28	33	เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	285.43	336.40	เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		9.44			17.86	<p>ลักษณะการทดสอบ</p>
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	R																																																					
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	36.99	38.47																																																					
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	30	32																																																					
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	305.52	326.21																																																					
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		4.00																																																					
		6.67																																																					
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	R																																																					
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	35.41	40.44																																																					
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	29	35																																																					
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	295.63	356.79																																																					
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		14.21																																																					
		20.69																																																					
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B																																																					
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	35.51	38.67																																																					
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	28	33																																																					
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	285.43	336.40																																																					
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		9.44																																																					
		17.86																																																					

ทดสอบโดย นาย อนุจักร์ จันทร์รัมย์
วันที่ทดสอบ 01 ส.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 = ค่าตั้งอัด - ระยะหูน - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทศกบบริเวณแรก, B คือ ทศกบซึ่งเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 3 5 0 C 2 5 1 4

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 350 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ต.ค. 52 จำนวน 14 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 01 ต.ค. 52 ระยะหุ้ม 2.5 ซม. 20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ตึกที่อยู่	A	37	45	41	38	40	44	38	39	38	35	39.50
	B	43	37	40	47	49	47	38	44	40	36	41.33
ตึกศาลเจ้า	A	41	39	39	38	41	40	38	38	40	37	39.10
	B	46	49	46	47	48	42	38	40	47	44	43.67
พจนกรวัด	A	36	37	36	37	38	38	38	37	35	38	37.00
	B	43	38	36	43	48	43	46	49	43	42	42.67

ค่าสอบเทียบ 0.986

พื้นที่ปลูก	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	38.56	40.77
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	33	36
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	336.40	366.98
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		4.64
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		9.09

พื้นที่หลัก	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	38.57	43.07
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	32	39
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	326.21	397.57
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		11.68
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		21.88

คอนกรีต	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	36.50	42.09
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	29	37
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	295.63	377.18
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		15.32
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		27.59

ทดสอบโดย นาย วัชรวิทย์ จันทร์จำเริญ
 วันที่ทดสอบ 01 ต.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 = ค่ากำลังอัด - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 1 5 1 4

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 210 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 14 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 01 ก.ค. 52 ระยะเริ่ม 1.5 ซม.

20 ซม.
110 ซม.
20 ซม.

สี่เหลี่ยมกรวยหัวกลับ

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
เหล็กปลอก	A	34	33	34	35	35	36	34	33	35	34	34.30
	B	33	37	39	41	34	44	42	42	43	41	39.60
เหล็กหลัก	A	37	36	36	35	35	36	37	36	35	37	36.00
	B	36	36	35	32	34	36	35	32	40	36	34.67
คอนกรีต	A	33	31	30	32	30	31	30	32	34	32	31.50
	B	37	33	32	32	29	37	31	32	35	35	33.44

ค่าสอบเทียบ 0.986

เหล็กปลอก

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	26	33
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	265.04	336.40
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		15.43
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		26.92

เหล็กหลัก

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	25	26
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	254.85	265.04
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		-3.70
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		-4.00

คอนกรีต

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	24	24
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	244.66	244.66
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		6.17
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		0.00

ลักษณะการทดสอบ

ทดสอบโดย นาย ธีรพัทธ์ จันทร์วัชร

วันที่ทดสอบ 01 ก.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C3503 = ค่ากำลังอัด - ระยะเริ่ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ๗ ค่าแรงดึง
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
- 1 N/mm² = 10.194 Kg/cm²
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 3 8 0 C 1 5 1 4

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 280 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ต.ค. 52 จำนวน 14 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 01 ต.ค. 52 ระยะเวลา 1.5 ชม. 20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
คสลึกลง	A	35	35	35	36	38	40	41	35	35	35	36.50
	B	44	45	37	45	36	36	39	38	44	39	40.30
คสลึกลง	A	35	35	38	37	36	36	35	37	36	35	36.00
	B	47	37	41	45	40	40	44	45	37	36	41.20
คอนกรีต	A	34	34	35	34	36	35	35	34	34	34	34.50
	B	46	36	41	42	46	40	44	46	44	44	42.90

110 ซม.
20 ซม.
เสาหลอมคอนกรีตผสมคสลึกลง

ค่าสอบเทียบ 0.986

คสลึกลง

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	36.00	39.75
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	28	34
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	285.43	346.60
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %	10.41	21.43

คสลึกลง

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	35.51	40.64
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	27	35
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	275.24	356.79
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %	14.44	29.63

คอนกรีต

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	B
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	34.03	42.32
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	25	37
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %	254.85	377.18
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %	24.35	48.00

ลักษณะการทดสอบ

ทดสอบโดย นาย นิรุฬห์ จันทร์รัชชัง
วันที่ทดสอบ 01 ต.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3513 = กำลังอัด - ระยะเวลา - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครึ่งแรก, B คือ ทดสอบครึ่งเป็นครั้งที่สอง ๔๓ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปใช้งาน)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.196 \text{ kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

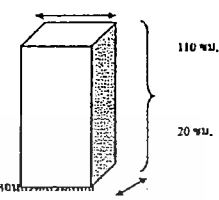
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 3 5 0 C 1 5 1 4

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบคอนกรีต (Design Strength) 350 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการทดสอบ 18 พ.ค. 52 จำนวน 14 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 01 พ.ค. 52 ระยะเวลา 1.5 ชม. 20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
เหล็กปลอก	A	39	40	38	33	36	37	38	41	42	31	37.50
	B	43	48	46	46	48	43	36	51	49	45	45.78
เหล็กหลัก	A	37	36	36	38	38	37	37	36	38	37	37.00
	B	41	42	41	38	44	40	38	48	44	48	42.67
คอนกรีต	A	32	34	34	35	32	35	37	36	34	35	34.40
	B	37	40	40	35	36	35	38	40	43	40	38.44



110 ซม.
20 ซม.
ตำแหน่ง

ค่าเฉลี่ยเทียบ 0.986

เหล็กปลอก

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	36.99	B	45.16
ค่ากำลังอัด (จากกราฟ); Mpa.		30		42
ค่ากำลังอัด ; Ksc.		303.82		428.15
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %				22.07
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %				40.00

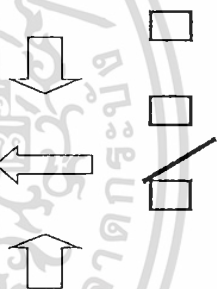
เหล็กหลัก

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	36.50	B	42.09
ค่ากำลังอัด (จากกราฟ); Mpa.		29		37
ค่ากำลังอัด ; Ksc.		295.63		377.18
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %				15.32
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %				27.59

คอนกรีต

ค่าปรับแก้ Rebound Reading	A	33.93	B	37.92
ค่ากำลังอัด (จากกราฟ); Mpa.		26		31
ค่ากำลังอัด ; Ksc.		265.04		316.01
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %				11.76
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %				19.23

ลักษณะการทดสอบ



ทดสอบโดย นาย ชูพันธ์ จันทร์วิชัย
วันที่ทดสอบ 01 พ.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C3503 = กำลังอัด - ระยะเวลา - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบครั้งแรก , B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าเทียบ (นำไปคูณกราฟ)
- 1 N/mm² = 10.194 kg/cm²
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 3 5 2 8

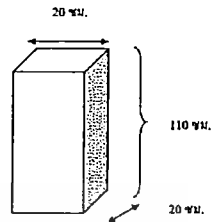
ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 210 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการผสม 18 ต.ค. 52 จำนวน 28 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 15 ต.ค. 52 ระยะฐานัน 3.5 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
พื้นค้ำปลอก	A	40	35	36	35	38	39	37	40	34	40	37.40
	B	38	39	45	40	40	37	46	44	35	37	40.10
พื้นค้ำหลัก	A	37	35	35	37	38	36	38	35	35	37	36.30
	B	37	48	40	39	40	45	48	44	47	41	43.22
คอนกรีต	A	35	38	35	39	39	36	34	35	36	35	36.20
	B	41	48	45	47	50	42	43	41	40	49	44.60



20 ซม.
110 ซม.
20 ซม.
เสาคอนกรีตเตรียมหลัก

ค่าสอบเทียบ U.990

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	37.03	39.70
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	30	33
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	305.82	336.40
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		7.22
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		10.00

ลักษณะการทดสอบ

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	35.94	42.79
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	29	37
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	295.63	377.18
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		19.07
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		27.59

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	35.84	44.16
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	29	40
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	295.63	407.76
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		23.20
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		37.93

ทดสอบโดย นาย ชรินทร์ จันทร์วีระกุล
วันที่ทดสอบ 15 ต.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C3503 = ค่ากำลังอัด - ระยะฐานัน - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ๓ ชั่วโมงเต็ม
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
- $1 \text{ N/cm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่องมือ N-24 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 R 0 C 3 5 2 8

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ข้อมอบบนส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength)

280 กก./ตร.ซม.

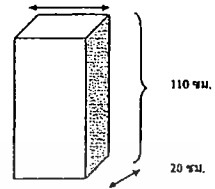
วันที่ทำการทดสอบ 18 ต.ค. 52

จำนวน 28 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 15 ต.ค. 52

ระยะหุ้ม 3.5 ซม.

20 ซม.



ขนาดคอนกรีตปริมาตรหนึ่งลูก

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
เหล็กปิด	A	40	37	42	42	36	36	42	40	34	40	38.90
	B	36	40	44	48	48	44	40	44	42	38	42.44
เหล็กทึบ	A	36	36	40	40	36	36	41	36	36	38	37.50
	B	38	38	44	45	40	38	42	34	44	38	39.13
คอนกรีต	A	36	36	35	42	35	37	37	40	37	37	37.20
	B	44	40	46	48	38	40	46	42	48	47	43.90

ค่าสอบเทียบ 0.982

เหล็กปิด

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	38.18	41.62
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	31	37
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	316.01	377.18
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		9.00
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		19.35

ลักษณะการทดสอบ

เหล็กทึบ

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	36.81	38.40
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	30	32
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	305.82	326.21
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		4.33
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		6.67

คอนกรีต

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	36.52	43.09
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	30	39
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	305.82	397.57
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		18.01
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		30.00

ทดสอบโดย นาย วัชรพงษ์ สว่างมีผลกุล

วันที่ทดสอบ 15 ต.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 = ค่ากำลังอัด - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 3 5 0 0 C 3 5 2 8

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนคอนกรีต (Design Strength) 250 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 28 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 15 ต.ค. 52 ระยะเวลา 3.5 ชม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
แท่งปลอก	A	38	37	39	38	40	38	42	42	40	37	39.10
	B	38	37	39	38	44	45	45	45	40	35	40.11
แท่งหลัก	A	41	38	39	37	38	41	39	39	42	41	39.50
	B	51	50	48	40	50	42	42	50	48	50	47.10
คอนกรีต	A	37	38	38	41	42	39	38	41	39	37	39.00
	B	37	48	48	52	50	45	45	51	45	45	46.60

ขนาดคอนกรีตเสริมเหล็ก

ค่าสอบเทียบ 0.990

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	38.71	39.71
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	33	34
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	336.40	346.60
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		2.59
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		3.03

ลักษณะการทดสอบ

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	39.11	46.63
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	33	45
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	336.40	458.73
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		19.24
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		36.36

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	38.61	46.14
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	32	44
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	326.21	448.54
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		19.49
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		37.50

ทดลองโดย นายจิรพันธ์ จันทร์วิฑูรย์
วันที่ทดสอบ 15 ต.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C3503 = ค่าเฉลี่ย - ระยะเวลา - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบครั้งแรก , B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
- $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

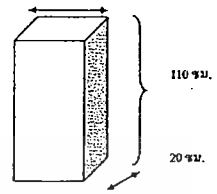
รหัส 2 1 0 C 2 5 2 8

โม่บันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 210 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ต.ค. 52 จำนวน 28 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 15 ต.ค. 52 ระยะเวลา 2.5 ชม.

20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
พื้นผิวปาด	A	39	36	39	35	41	34	35	44	43	35	37.44
	B	37	39	40	45	40	45	45	40	47	38	42.00
พื้นผิวทึบ	A	37	36	36	37	37	37	37	37	37	37	36.80
	B	44	39	40	46	42	43	39	42	38	45	41.80
คอนกรีต	A	35	37	36	35	35	36	36	37	37	35	36.00
	B	45	45	47	40	48	45	37	40	48	45	44.00



ภาคองกริพเสริมเหล็ก

ค่าสหสัมพันธ์ 0.990

พื้นผิวปาด

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	37.07	41.58
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	30	37
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	305.82	377.18
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		12.17
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		23.33

ลักษณะการทดสอบ

พื้นผิวทึบ

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	36.44	41.39
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	29	37
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	295.63	377.18
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		13.59
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		27.59

คอนกรีต

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	35.61	43.56
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	28	40
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	285.93	407.76
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		22.22
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		42.86

ทดสอบโดย นาย ชรินทร์ จันทร์วิเศษกุล

วันที่ทดสอบ 15 ต.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C3503 = กำลังอัด - ระยะเวลา - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ๗ ตำแหน่งเดิม
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสหสัมพันธ์ (นำไปอ่านกราฟ)
- 1 N/mm² = 10.194 kg/cm²
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

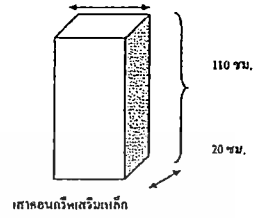
รหัส 2 8 0 C 2 5 2 8

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

กำลังอัดที่ใช้ออกแบบมีหน่วยผสมคอนกรีต (Design Strength) 280 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 28 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 15 ต.ค. 52 ระยะหุ้ม 2.5 ซม.

20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ตึกพิมพ์	A	42	36	35	37	35	36	35	38	42	41	37.70
	B	39	43	39	48	45	42	46	41	43	38	42.50
เหล็กหนัก	A	41	41	43	37	36	37	34	36	35	34	37.40
	B	41	48	37	37	38	40	42	47	37	45	41.88
คอนกรีต	A	36	34	37	38	35	39	35	36	36	38	36.60
	B	37	44	46	46	44	41	44	45	48	38	43.30



ค่าสอบเทียบ 0.993

ตึกพิมพ์

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	37.42	42.18
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	31	37
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	316.01	377.18
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		12.73
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		19.35

ลักษณะการทดสอบ

เหล็กหนัก

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	37.12	41.56
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	30	37
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	305.82	377.18
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		11.97
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		23.33

คอนกรีต

	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	36.33	42.98
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	29	39
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	295.63	397.57
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		18.31
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		34.48

ทดสอบโดย นาย อนุรักษ์ จันทร์วิชัย

วันที่ทดสอบ 15 ต.ค. 52

หมายเหตุ

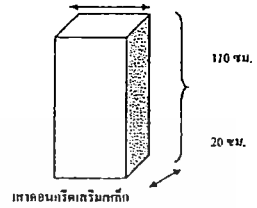
- รหัส 210C3503 - กำลังอัด - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
- A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปใช้งานจริง)
- 1 N/mm² = 10.194 kg/cm²
- สามารถดูตาม ASTM 805 - 97
- ขนาดผลตรวจเรื่อง N-34 161305

วันที่ 3 5 0 C 2 5 2 8

โม่บดที่การทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่หรือออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 350 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 28 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 15 ส.ค. 52 ระยะเวลา 2.5 ชม. 20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
พื้นผิว	A	43	43	41	42	41	36	34	42	43	43	40.80
	B	46	44	44	46	44	41	42	44	48	39	43.78
ผนัง	A	42	33	43	38	43	37	37	36	42	42	39.30
	B	38	42	42	40	42	49	39	44	47	43	42.89
ลอนกรวด	A	40	35	37	37	40	36	40	34	38	40	37.70
	B	42	45	46	48	38	47	44	43	49	44	44.11



ค่าสอบเทียบ 0.993

พื้นผิว

	A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	40.50	43.45	
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	35	40	
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	356.79	407.76	
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		7.30	
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		14.29	

ลักษณะการทดสอบ

ผนัง

	A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	39.01	42.57	
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	33	39	
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	336.40	397.37	
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		9.13	
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		18.16	

ลอนกรวด

	A	B	
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	37.42	43.78	
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	31	40	
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	316.01	407.76	
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		17.01	
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		29.03	

ทดสอบโดย นาย ณัฐพร จันทร์เชื้อ

วันที่ทดสอบ 15 ส.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C3503 = ค่าเฉลี่ย - ระยะเวลา - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. A คือ ทดสอบครั้งแรก, B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
3. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต - ค่าเฉลี่ยที่ \sqrt{X} ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
4. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.294 \text{ kg/cm}^2$
5. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
6. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

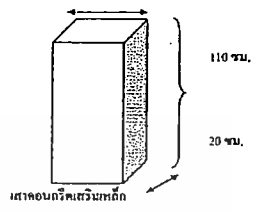
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 1 5 2 8

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนคอนกรีต (Design Strength) 210 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ธ.ค. 52 จำนวน 28 วัณ
 วันที่ทำการทดสอบ 15 ธ.ค. 52 ระยะเวลา 1.5 ชม. 20 ซม.

ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
เหล็กปลอก	A	39	35	38	36	38	36	34	37	38	35	36.60
	B	45	51	45	40	50	47	50	46	47	34	45.50
เหล็กหนักรัด	A	37	38	41	40	37	36	38	40	36	38	38.10
	B	35	48	36	38	46	45	34	35	46	47	42.63
คอนกรีต	A	35	35	37	38	36	32	39	43	35	35	35.78
	B	39	49	37	50	45	44	47	44	51	32	45.17



ค่าสอบเทียบ 0.993

เหล็กปลอก	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	36.33	45.16
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	29	42
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	295.63	428.15
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		24.32
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		44.83

ทิศทางทางการทดสอบ

เหล็กหนักรัด	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	37.82	42.31
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	28	36
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	285.43	387.37
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		11.88
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		35.71

คอนกรีต	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	35.51	44.78
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	27	42
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	275.24	428.15
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		26.09
เปรียบเทียบค่า ค่ากำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		55.56

ทดสอบโดย นาย อนุพัทธ์ อินทร์จรัส

วันที่ทดสอบ 15 ธ.ค. 52

- หมายเหตุ
- รหัส 210C3503 = ค่าลัด - ระยะเวลา - จำนวนวันที่ทดสอบ
 - A คือ ทดสอบครั้งแรก , B คือ ทดสอบซ้ำเป็นครั้งที่สอง ณ ตำแหน่งเดิม
 - ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ x ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
 - 1 N/mm² = 10.194 Kg/cm²
 - ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
 - หมายเลขหรือ N-34 161305

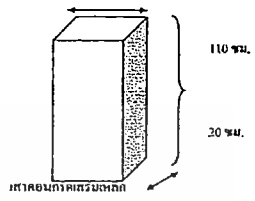
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 8 0 C 1 5 2 8

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength) 280 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 28 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 15 ก.ค. 52 ระยะชั้น 1.5 ซม. 20 ซม.

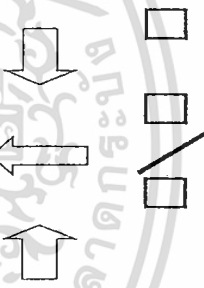
ตำแหน่ง	ทดสอบ	ค่า Rebound Reading										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
ทศปโยค	A	40	40	36	39	38	39	40	39	40	40	39.10
	B	45	51	45	40	50	47	50	46	47	34	45.50
เหล็กหนัก	A	35	39	35	37	35	37	34	35	34	38	35.90
	B	42	48	36	38	46	45	44	35	46	47	42.63
คอนกรีต	A	35	35	37	38	36	32	39	45	35	35	35.78
	B	39	49	37	50	45	44	47	44	51	44	45.11



ค่าสอบเทียบ 0.993

ประเภท	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	38.81	45.16
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	33	42
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	336.60	428.15
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		16.37
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		27.27
เหล็กหนัก	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	35.63	42.31
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	29	38
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	295.63	387.37
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		18.73
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		31.03
คอนกรีต	A	B
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	35.51	44.78
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	28	42
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	285.43	428.15
เปรียบเทียบค่า Rebound Reading ระหว่าง A และ B ; %		26.09
เปรียบเทียบค่า กำลังอัด ระหว่าง A และ B ; %		50.00

ลักษณะการทดสอบ



ทดสอบโดย นาย ธีรพัชร อินทร์วิชาญ
 วันที่ทดสอบ 15 ก.ค. 52

- หมายเหตุ
- รหัส 210C3503 = กำลังอัด - ระยะชั้น - จำนวนวันที่ทดสอบ
 - A คือ ทศปโยคครึ่งแรก, B คือ ทศปโยคครึ่งหลังที่ส่ง ณ ตำแหน่งเดิม
 - ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
 - $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
 - ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
 - หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength)

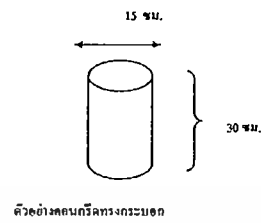
210 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52

จำนวน 3 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 21 ก.ค. 52

ตัวอย่างที่	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	23	24	26	22	22	26	22	23	24	23	23.50
2	23	26	25	22	25	22	26	23	21	23	23.60
3	22	25	24	24	24	23	23	22	25	23	23.50
4	25	24	23	25	25	22	22	24	22	24	23.50



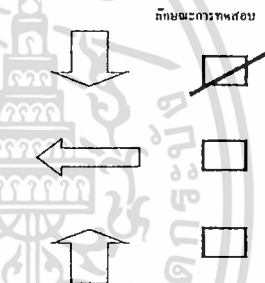
ค่าสอบเทียบ 1.032

ทดสอบกับ Schmidt Hammer

	1	2	3	4
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	24.26	24.36	24.26	24.26
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	17	18	17	17
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	173.30	183.49	173.30	173.30

ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง

	1	2	3	4
แรงกด (KN)	400.00	450.00	400.00	400.00
แรงกด (Kg)	40,696	45,644	40,696	40,696
พื้นที่หน้าตัด (Cm ²)	176.63	176.63	176.63	176.63
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	230.41	259.55	230.41	230.41



เปรียบเทียบค่ากำลังอัด ระหว่างเครื่องทดสอบกับ Schmidt Hammer

	1	2	3	4
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.	173	183	173	173
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง ; Ksc.	230	260	230	230
เปอร์เซ็นต์ที่หักล้างไปจากเครื่องกด	-24.79	-29.31	-24.79	-24.79

ทดสอบโดย นาย ธีรพนธ์ สารวัณชังกุล

วันที่ทดสอบ 21 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C0003 - กำลังอัด - ระบุหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
3. $1 \text{ N/cm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
4. ตามมาตรฐาน ASTM 805-97
5. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 R 0 C 0 0 0 3

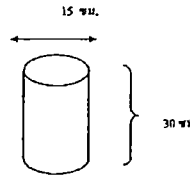
ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ไวออกแบบส่วนคอนกรีต (Design Strength) 280 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 3 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 21 ก.ค. 52

ตัวอย่าง	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	26	24	27	24	24	24	28	24	28	24	25.30
2	26	25	26	25	28	32	26	27	28	26	26.90
3	23	27	28	26	24	27	22	25	25	25	25.20
4	26	26	24	27	26	24	25	25	24	22	24.90



15 ซม.

30 ซม.

ตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอก

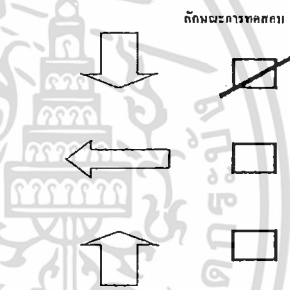
ค่าสอบเทียบ 1.020

ทดสอบกับ Schmidt Hammer

	1	2	3	4
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	25.82	27.45	25.71	25.41
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	20	22	20	18
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	203.88	224.27	203.88	183.49

ทดสอบกับ เครื่องทดสอบตัวอย่าง

	1	2	3	4
แรงกด (KN)	500.00	518.00	510.00	450.00
แรงกด (Kg)	50,991	52,844	52,021	45,844
พื้นที่หน้าตัด (Cm ²)	176.63	176.63	176.63	176.63
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	288.70	299.19	294.53	259.53



ลักษณะการทดสอบ

เปรียบเทียบค่ากำลังอัด ระหว่างแรงกด กับ Schmidt Hammer

	1	2	3	4
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.	204	224	204	183
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ เครื่องทดสอบตัวอย่าง ; Ksc.	289	299	295	260
เปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างไปจากเครื่องทดสอบ	-29.38	-25.04	-30.78	-29.31

ทดสอบโดย นาย อนุพัทธ์ จันทร์รัมย์
 วันที่ทดสอบ 21 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C0003 = ค่ากำลังอัด - ระยะฐาน - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปคูณกราฟ)
3. 1 N/mm² = 10.194 Kg/cm²
4. ตามมาตรฐาน ASTM R05 - 97
5. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 3 5 0 C 0 0 0 3

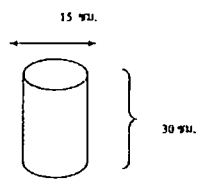
ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ข้ออกแบบด้วยสมมติคอนกรีต (Design Strength) 350 กก./พ.ม.

วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 3 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 21 ก.ค. 52

ตัวอย่างที่	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	26	26	24	32	25	32	28	26	26	26	27.10
2	28	24	25	24	24	23	25	26	24	24	24.70
3	24	30	23	25	23	26	23	23	24	26	24.70
4	28	26	25	25	26	25	26	25	28	25	25.90



15 ซม.
30 ซม.

ตัวอย่างสมมติคอนกรีตทรงกระบอก

ค่าสอบเทียบ 1.032

ทดสอบกับ Schmidt Hammer

	1	2	3	4
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	27.97	25.50	25.50	26.74
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	22	19	19	21
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	224.27	193.69	193.69	214.07

ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง

	1	2	3	4
แรงกด (KN)	530.00	500.00	510.00	528.00
แรงกด (Kg)	54,080	50,991	52,021	53,874
พื้นที่หน้าตัด (Cm ²)	176.63	176.63	176.63	176.63
กำลังอัด ; Ksc.	306.18	288.70	294.53	305.02

เปรียบเทียบค่ากำลังอัด ระหว่างเครื่องกด กับ Schmidt Hammer

	1	2	3	4
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.	224	194	194	214
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง ; Ksc.	306	289	295	305
ผลรวมค่าที่แตกต่างไปจากเครื่องกด	-26.75	-32.91	-34.24	-29.82

ทดสอบโดย นาย ชูพันธ์ สารรัตติกุล
วันที่ทดสอบ 21 ก.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C0003 - ค่าเฉลี่ย - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ x ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
- $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

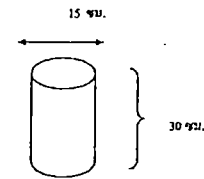
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 0 0 0 7

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ไร้รอยแตกบนผิวคอนกรีต (Design Strength) 210 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52 จำนวน 7 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 25 ก.ค. 52

ตัวอย่างที่	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	21	21	23	23	24	20	20	23	23	22	21.90
6	23	21	22	22	18	22	23	22	19	23	21.50
7	23	25	21	21	22	20	21	21	23	21	21.80
8	21	22	23	21	23	23	20	20	21	20	21.40



15 ซม.
30 ซม.
ตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอก

ค่าสอบเทียบ I.163

ทดสอบกับ Schmidt Hammer

	5	6	7	8
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	25.47	25.00	25.35	24.88
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	19	18	17	18
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	193.69	183.49	173.30	183.49

ทดสอบกับ เครื่องกดด้วยอย่าง

	5	6	7	8
แรงกด (KN)	460.00	420.00	400.00	390.00
แรงกด (Kg)	46,873	42,755	40,696	39,667
พื้นที่หน้าตัด (Cm ²)	176.63	176.63	176.63	176.63
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	265.38	242.07	230.41	224.58

เปรียบเทียบค่ากำลังอัด ระหว่างเครื่องทดสอบ กับ Schmidt Hammer

	5	6	7	8
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.	194	183	173	183
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ เครื่องกดด้วยอย่าง ; Ksc.	265	242	230	225
เปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างไปจากเครื่องกด	-27.02	-24.20	-24.29	-18.30

ทดสอบโดย นาย จิรพันธ์ อัมรินทร์ชรรุก
 วันที่ทดสอบ 25 ก.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C0003 = ค่าเฉลี่ย - ระยะฐานัน - จำนวนวันที่ทดสอบ
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต - ค่าเฉลี่ยที่ \bar{X} ค่าสอบเทียบ (นำไปปรับกราฟ)
- $1 \text{ N/cm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 8 0 C 0 0 0 7

โยนบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบที่ควบคุมคอนกรีต (Design Strength)

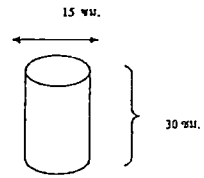
280 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการผสม 18 ก.ค. 52

จำนวน 7 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 25 ก.ค. 52

ตัวอย่างที่	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	37	26	26	24	22	26	26	24	17	24	24.20
6	24	26	22	27	25	26	25	26	29	27	25.70
7	24	23	27	27	26	26	24	27	25	28	25.70
8	22	22	22	23	28	22	24	26	25	28	24.10



ตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอก

ค่าสอบเทียบ 1.087

ทดสอบกับ Schmidt Hammer

	5	6	7	8
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	26.30	27.93	27.93	26.20
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	20	22	22	20
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	203.88	224.27	224.27	203.88

ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง

	5	6	7	8
แรงกด (KN)	450.00	550.00	510.00	490.00
แรงกด (Kg)	45,844	56,129	52,021	49,962
พื้นที่หน้าตัด (Cm ²)	176.63	176.63	176.63	176.63
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	259.55	317.84	294.53	282.87

เปรียบเทียบค่ากำลังอัด ระหว่างเครื่องกด กับ Schmidt Hammer

	5	6	7	8
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.	204	224	224	204
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง ; Ksc.	260	318	295	283
เปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างไปจากเครื่องกด	-21.45	-29.44	-23.85	-27.92

ทดสอบโดย นาย ธรรมนูญ สารนันทคุณ

วันที่ทดสอบ 25 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C0003 = ค่ากำลังอัด - ระยะหุ้ม - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
3. 1 N/mm² = 10.194 Kg/cm²
4. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
5. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

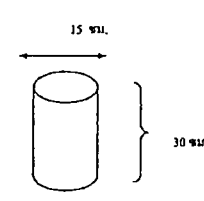
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 3 5 0 . C 0 0 0 7

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนคอนกรีต (Design Strength) 350 กก./ตร.ซม.
 วันที่ทำการทดสอบ 18 ก.ค. 52 จำนวน 7 รั้ว
 วันที่ทำการทดสอบ 25 ก.ค. 52

ตัวอย่างที่	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	24	23	23	23	24	22	22	22	24	23	23.00
6	24	25	24	25	25	28	29	30	26	30	26.60
7	24	23	25	27	22	22	26	20	23	22	23.40
8	28	24	22	22	26	30	25	28	28	24	25.70



ตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอก

ค่าสอบเทียบ 1.103

	5	6	7	8
ผลสอบเทียบ Schmidt Hammer				
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	25.38	29.35	25.82	28.36
ค่ากำลังอัด (ดูภาคแรก) ; Mpa.	19	24	20	23
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	193.69	244.66	203.88	234.46

ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง	5	6	7	8
แรงกด (KN)	530.00	520.00	540.00	510.00
แรงกด (Kg)	54,080	53,050	55,109	52,021
พื้นที่หน้าตัด (Cm ²)	176.63	176.63	176.63	176.63
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	306.18	300.36	312.01	294.53

เปรียบเทียบค่ากำลังอัด ระหว่างเครื่องกด กับ Schmidt Hammer	5	6	7	8
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.	194	245	204	234
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง ; Ksc.	306	300	312	295
เปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างไปจากเครื่องกด	-36.74	-18.54	-34.66	-20.39

ทดสอบโดย นาย ธีรพงษ์ จันทร์ชัย

วันที่ทดสอบ 25 ก.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C0003 - ค่ากำลังอัด - ระบุรั้ว - จำนวนวันที่ทดสอบ
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต - ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านค่า)
- $1 \text{ N/cm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 0 0 1 4

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ร้อยละของแรงต้านทานของคอนกรีต (Design Strength)

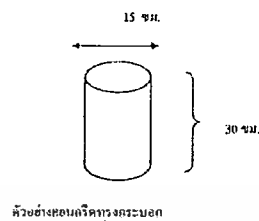
210 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการทดสอบ 18 ต.ค. 52

จำนวน 14 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 01 ต.ค. 52

ตัวอย่างที่	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
9	29	27	28	28	28	32	25	28	27	28	28.00
10	25	28	28	26	26	25	28	25	28	26	26.50
11	25	28	26	29	28	26	28	25	26	29	27.00
12	28	27	28	29	28	32	27	27	28	26	28.00



ค่าคงที่เทียบ 1.000

ทดสอบกับ Schmidt Hammer

ค่าปรับเทียบ Rebound Reading
ค่ากำลังอัด (จากตาราง); Mpa.
ค่ากำลังอัด ; Ksc.

	9	10	11	12
ค่าปรับเทียบ Rebound Reading	28.00	26.50	27.00	28.00
ค่ากำลังอัด (จากตาราง); Mpa.	32	29	31	32
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	324.27	295.88	314.07	324.27

ทดสอบกับเครื่องกดตัวอย่าง

แรงกด (KN)
แรงกด (Kg)
พื้นที่หน้าตัด (Cm²)
กำลังอัด ; Ksc.

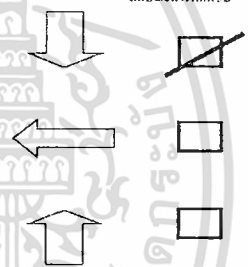
	9	10	11	12
แรงกด (KN)	480.00	480.00	510.00	480.00
แรงกด (Kg)	48,932	45,844	52,021	48,932
พื้นที่หน้าตัด (Cm ²)	176.63	176.63	176.63	176.63
กำลังอัด ; Ksc.	277.04	259.55	294.53	277.04

เปรียบเทียบค่ากำลังอัดระหว่างเครื่องกด กับ Schmidt Hammer

ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง ; Ksc.
เปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างไปจากตัวอย่าง

	9	10	11	12
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.	224	204	214	224
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง ; Ksc.	277	260	295	277
เปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างไปจากตัวอย่าง	-19.05	-21.45	-27.32	-19.05

ลักษณะการทดสอบ



ทดสอบโดย นาย จิตรสิงห์ จันทร์ระบุด
วันที่ทดสอบ 01 ต.ค. 52

- หมายเหตุ
- รหัส 210C6003 - ค่าเฉลี่ย - ระยะเวลา - จำนวนวันที่ทดสอบ
 - ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าคงที่เทียบ (นำไปก่อนรวม)
 - $1 \text{ N/cm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
 - ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
 - หมายเลขเครื่อง N-34 161263

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 8 0 C 0 0 1 4

โบสถ์ถึการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังยัดที่ร้อยละของแรงกดของคอนกรีต (Design Strength)

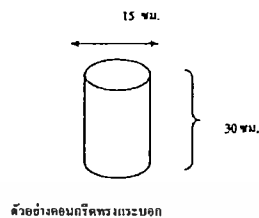
280 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการทดสอบ 18 ก.ค. 52

จำนวน 14 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 01 ก.ค. 52

ตัวอย่างที่	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
9	33	28	30	28	27	30	35	26	31	27	29.50
10	26	28	28	30	28	30	28	29	28	30	28.50
11	29	27	26	28	25	30	24	28	24	24	26.50
12	25	24	32	30	31	24	26	24	24	25	26.50



ค่าสอบเทียบ 1.000

ทดสอบกับ Schmidt Hammer

	9	10	11	12
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	29.50	28.50	26.50	26.50
ค่ากำลังยัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	24	23	20	20
ค่ากำลังยัด ; Ksc.	244.66	234.46	203.88	203.88

ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง

	9	10	11	12
แรงกด (KN)	490.00	530.00	550.00	470.00
แรงกด (Kg)	49,962	54,080	56,139	47,755
พื้นที่หน้าตัด (Cm ²)	176.63	176.63	176.63	176.63
ค่ากำลังยัด ; Ksc.	282.87	306.18	317.84	242.07

เปรียบเทียบค่ากำลังยัด ระหว่างเครื่องกด กับ Schmidt Hammer

	9	10	11	12
ค่ากำลังยัด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.	245	234	204	204
ค่ากำลังยัด ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง ; Ksc.	283	306	318	242
เปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างไปจากเครื่องกด	-13.51	-23.42	-35.85	-15.78

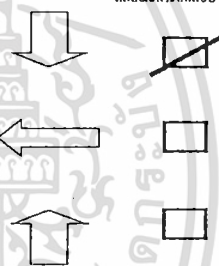
ทดสอบโดย นาย จีรพันธ์ จันทวีระกุล

วันที่ทดสอบ 01 ก.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C0003 - ค่ากำลังยัด - ระยะวัย - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. ค่ากำลังยัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ให้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
3. 1 N/mm² = 10.194 Kg/cm²
4. ควบคุมมาตรฐาน ASTM 805 - 97
5. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

ลักษณะการทดสอบ



รหัส 3 5 0 C 0 0 1 4

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบกั้นผสมคอนกรีต (Design Strength)

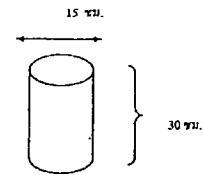
350 กก./ซม.²

วันที่ทำการผสม 18 ต.ค. 52

จำนวน 14 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 01 ต.ค. 52

ตัวอย่างที่	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
9	32	30	29	30	32	32	31	30	31	28	30.50
10	28	30	30	33	32	32	32	28	30	30	30.50
11	32	32	32	32	30	30	30	30	30	32	31.00
12	32	27	28	30	27	30	31	26	29	27	28.90



ตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอก

ค่าสอบเทียบ 0.967

ทดสอบกับ Schmidt Hammer

	9	10	11	12
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	29.50	29.50	29.59	27.96
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	24	24	25	22
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	244.66	244.66	254.85	224.27

ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง

	9	10	11	12
แรงกด (KN)	530.00	620.00	580.00	580.00
แรงกด (Kg)	54,080	63,345	59,227	59,227
พื้นที่หน้าตัด (Cm ²)	176.63	176.63	176.63	176.63
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	305.18	358.64	335.33	335.33

เปรียบเทียบค่ากำลังอัด ระหว่างเครื่องกด กับ Schmidt Hammer

	9	10	11	12
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.	245	245	255	224
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง ; Ksc.	306	359	335	335
เปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างไปจากเครื่องกด	-20.10	-31.78	-34.00	-33.12

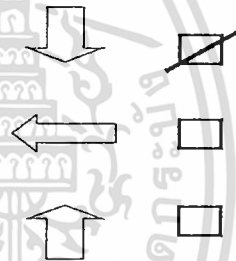
ทดสอบโดย นายสุรพันธ์ สารบัณฑิตกุล

วันที่ทดสอบ 01 ต.ค. 52

หมายเหตุ

1. รหัส 210C0003 - กำลังอัด - ระยะหูน - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
3. 1 N/mm² = 10.194 Kg/cm²
4. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
5. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

ลักษณะการทดสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 2 1 0 C 0 0 2 8

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (Design Strength)

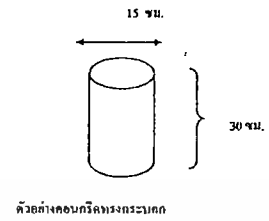
210 กก./ตร.ซม.

วันที่ทำการผสม 18 ก.พ. 52

จำนวน 28 วัน

วันที่ทำการทดสอบ 15 มี.ค. 52

ตัวอย่างที่	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
13	28	30	32	32	28	30	32	28	32	32	30.40
14	30	30	26	32	32	26	28	30	32	26	29.20
15	30	30	29	30	28	30	24	26	25	28	28.00
16	28	28	28	30	28	28	30	30	30	30	29.00



ค่าสอบเทียบ 0.952

ทดสอบกับ Schmidt Hammer

	13	14	15	16
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	29.84	28.65	27.48	28.47
ค่ากำลังอัด (ดูจากกราฟ); Mpa.	25	23	21	23
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	254.85	234.46	214.07	234.46

ทดสอบกับ เครื่องทดสอบด้วยด้าม

	13	14	15	16
แรงกด (KN)	490.00	530.00	490.00	470.00
แรงกด (Kg)	49,962	54,080	49,962	47,903
พื้นที่หน้าตัด (Cm ²)	176.63	176.63	176.63	176.63
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	282.87	306.18	282.87	271.21

เปรียบเทียบค่ากำลังอัด ระหว่างเครื่องกด กับ Schmidt Hammer

	13	14	15	16
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.	255	234	214	234
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ เครื่องทดสอบด้วยด้าม ; Ksc.	283	306	283	271
เปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างไปจากเครื่องกด	-9.91	-23.42	-24.33	-13.55

ทดสอบโดย นาย ธีรพงษ์ สารบัญญัตินกุล

วันที่ทดสอบ 15 มี.ค. 52

หมายเหตุ

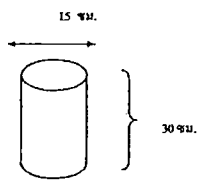
1. รหัส 210C0003 = ค่ากำลังอัด - ระยะเวลา - จำนวนวันที่ทดสอบ
2. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต - หักผลที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปใช้เฉพาะ)
3. $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
4. ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
5. หมายเลขเครื่อง N-34 161305

รหัส 2 8 0 C 0 0 2 8

ไม้บันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

ค่ากำลังอัดที่ใช้ออกแบบส่วนคอนกรีต (Design Strength) 280 กก./พ.ชม.
 วันที่ทำการทดสอบ 18 ต.ค. 52 จำนวน 28 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 15 ต.ค. 52

ลำดับที่	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
13	32	32	30	30	32	32	35	34	31	32	32.00
14	36	36	32	34	34	35	35	36	32	36	34.60
15	35	33	32	32	34	30	32	30	30	32	32.00
16	33	32	32	27	31	32	27	30	29	27	30.00



15 ซม.
30 ซม.
ตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอก

ค่าสอบเทียบ 0.962

	13	14	15	16
ทดสอบกับ Schmidt Hammer				
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	31.41	33.96	31.41	29.45
ค่ากำลังอัด (ได้จากกราฟ) ; Mpa.	27	30	27	24
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	275.24	305.82	275.24	244.66

	13	14	15	16
ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง				
แรงกด (KN)	590.00	630.00	580.00	510.00
แรงกด (Kg)	60,257	64,375	59,227	52,021
พื้นที่หน้าตัด (Cm ²)	176.63	176.63	176.63	176.63
ค่ากำลังอัด ; Ksc.	341.16	364.47	335.33	294.53

	13	14	15	16
เปรียบเทียบค่ากำลังอัด ระหว่างเครื่องกด กับ Schmidt Hammer				
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.	275	306	275	245
ค่ากำลังอัด ทดสอบกับ เครื่องกดตัวอย่าง ; Ksc.	341	364	335	295
เปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างไปจากเครื่องกด	-19.32	-16.09	-17.92	-16.53

ทดสอบโดย นาย เสฐพันธ์ สารวัตรศิลป์
 วันที่ทดสอบ 15 ต.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C0603 = ค่ากำลังอัด - ระยะเวลา - จำนวนวันที่ทดสอบ
- ค่ากำลังอัดของคอนกรีต - ค่าเฉลี่ยที่ได้ X ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
- 1 N/mm² = 10.194 Kg/cm²
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

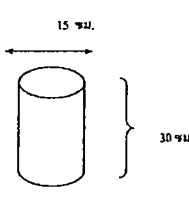
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส 3 5 0 C 0 0 2 R

ใบบันทึกการทดสอบ (Schmidt Hammer)

กำลังสปีดที่ใช้ขอแบบคำนวณคอนกรีต (Design Strength) 350 กก./พ.ชม.
 วันที่ทำการผสม 18 ต.ค. 52 จำนวน 28 วัน
 วันที่ทำการทดสอบ 15 ต.ค. 52

ตัวอย่างที่	ค่า Rebound Reading										เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
13	32	32	37	36	37	37	36	37	36	37	35.70
14	32	34	36	36	32	36	30	38	34	36	34.40
15	38	39	42	42	42	40	43	43	39	42	41.00
16	34	34	34	36	38	34	36	36	34	38	35.40



15 ซม.
30 ซม.

ตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอก

ค่าสอบเทียบ 0.967

ทดสอบกับ Schmidt Hammer

	13	14	15	16
ค่าปรับแก้ Rebound Reading	34.53	33.28	39.66	34.24
ค่ากำลังยึด (ดูจากกราฟ) ; Mpa.	31	29	34	30
ค่ากำลังยึด ; Ksc.	316.01	295.63	346.60	305.82

ทดสอบกับ เครื่องวัดตัวอย่าง

	13	14	15	16
แรงกด (KN)	650.00	640.00	730.00	600.00
แรงกด (Kg)	66,434	65,404	74,670	61,286
พื้นที่หน้าตัด (Cm ²)	176.63	176.63	176.63	176.63
ค่ากำลังยึด ; Ksc.	376.13	370.30	422.76	346.98

เปรียบเทียบค่ากำลังยึด ระหว่างเครื่องวัด กับ Schmidt Hammer

	13	14	15	16
ค่ากำลังยึด ทดสอบกับ Schmidt Hammer ; Ksc.	316	296	347	306
ค่ากำลังยึด ทดสอบกับ เครื่องวัดตัวอย่าง ; Ksc.	376	370	423	347
เปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างไปจากเครื่องวัด	-15.98	-20.17	-18.02	-11.86

ทดสอบโดย นาย ฐฐพงษ์ สารวัฒน์กุล

วันที่ทดสอบ 15 ต.ค. 52

หมายเหตุ

- รหัส 210C0003 - กำลังยึด - ระบุรุ่น - จำนวนวันที่ทดสอบ
- ค่ากำลังยึดของคอนกรีต = ค่าเฉลี่ยที่ได้ x ค่าสอบเทียบ (นำไปอ่านกราฟ)
- $1 \text{ N/mm}^2 = 10.194 \text{ Kg/cm}^2$
- ตามมาตรฐาน ASTM 805 - 97
- หมายเลขเครื่อง N-34 161305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ค่า Factor และความสัมพันธ์ของสัดส่วน ที่ Calibration จากตัวอย่างมาตรฐาน
ทรงกระบอก $\varnothing 150 \times 300$ mm. ระหว่าง ทดสอบด้วย Universal Testing Machine กับ
Schmidt Hammer Test

กำลัง-อายุ	Rebound	SHT	UTM	Factor
210-3	24.26	173.30	230.41	1.33
	24.36	183.49	259.55	1.41
	24.26	173.30	230.41	1.33
	24.26	173.30	230.41	1.33
ค่าเฉลี่ย				1.35
280-3	25.82	203.88	288.70	1.42
	27.45	224.27	299.19	1.33
	25.71	203.88	294.53	1.44
	25.41	183.49	259.55	1.41
ค่าเฉลี่ย				1.40
350-3	27.97	224.27	306.18	1.37
	25.50	193.69	288.70	1.49
	25.50	193.69	294.53	1.52
	26.74	214.07	305.02	1.42
ค่าเฉลี่ย				1.45
210-7	25.47	193.69	265.38	1.37
	25.00	183.49	242.07	1.32
	25.35	173.30	230.41	1.33
	24.88	183.49	224.58	1.22
ค่าเฉลี่ย				1.31
280-7	26.30	203.88	259.55	1.27
	27.93	224.27	317.84	1.42
	27.93	224.27	294.53	1.31
	26.20	203.88	282.87	1.39
ค่าเฉลี่ย				1.35
350-7	25.38	193.69	306.18	1.58
	29.35	244.66	300.36	1.23
	25.82	203.88	312.01	1.53
	28.36	234.46	294.53	1.26
ค่าเฉลี่ย				1.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


210-14	28.00	224.27	277.04	1.24
	26.50	203.88	259.55	1.27
	27.00	214.07	294.53	1.38
	28.00	224.27	277.04	1.24
ค่าเฉลี่ย				1.28
280-14	29.50	244.66	282.87	1.16
	28.50	234.46	306.18	1.31
	26.50	203.88	317.84	1.56
	26.50	203.88	242.07	1.19
ค่าเฉลี่ย				1.30
350-14	29.50	244.66	306.18	1.25
	29.50	244.66	358.64	1.47
	29.99	254.85	335.33	1.32
	27.96	224.27	335.33	1.50
ค่าเฉลี่ย				1.38
210-28	29.84	254.85	282.87	1.11
	28.66	234.46	306.18	1.31
	27.48	214.07	282.87	1.32
	28.47	234.46	271.21	1.16
ค่าเฉลี่ย				1.22
280-28	31.41	275.24	341.16	1.24
	33.96	305.82	364.47	1.19
	31.41	275.24	335.33	1.22
	29.45	244.66	294.53	1.20
ค่าเฉลี่ย				1.21
350-28	34.53	316.01	376.13	1.19
	33.28	295.63	370.30	1.25
	39.66	346.60	422.76	1.22
	34.24	305.82	346.98	1.13
ค่าเฉลี่ย				1.20
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	28.02	225.75	295.94	1.324

กำลังรับแรงอัด(Mpa) => 29.32 (225.75X1.324)/(1/9.81)X100

กราฟ(Rebound) 33.00

Factor => 1.18 (33.00/28.02)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค.

ความสัมพันธ์ของสัดส่วน ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างมาตรฐาน
ทรงกระบอก ϕ 150X300 mm. ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine กับ ตัวอย่างเสา
คอนกรีตเสริมเหล็ก (บริเวณคอนกรีตล้วน) ด้วย Schmidt Hammer Test

อายุคอนกรีต (วัน)	ปฏิภาคส่วนผสม 210 ksc			ปฏิภาคส่วนผสม 280 ksc			ปฏิภาคส่วนผสม 350 ksc		
	Column (SMT)	Cylinder (SMT)	Cylinder (UTM)	Column (SMT)	Cylinder (SMT)	Cylinder (UTM)	Column (SMT)	Cylinder (SMT)	Cylinder (UTM)
3	142.72	175.85	237.70	152.91	203.88	285.49	183.49	206.43	298.61
สัดส่วน	1.67	1.35	0.00	1.87	-28.59	0.00	1.63	-30.87	0.00
7	129.12	183.49	240.61	152.91	214.07	288.70	183.49	219.17	303.27
สัดส่วน	1.86	-23.74	0.00	1.89	-25.85	0.00	1.65	-27.73	0.00
14	261.65	216.62	277.04	271.84	221.72	302.30	282.03	242.11	333.87
สัดส่วน	1.06	-21.81	0.00	1.11	-26.65	0.00	1.18	-27.48	0.00
28	285.43	234.46	285.78	295.63	275.24	323.67	319.41	316.02	364.47
สัดส่วน	1.00	-17.96	0.00	1.09	-14.96	0.00	1.14	-13.29	0.00

ภาคผนวก ง.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

1. P. Suriyo, "The effects of stirrup tie and vertical reinforcement steel with the compressive strength derived from Nondestructive test method by Schmidt hammer test," Annual Concrete Conference (ACC6'2010), pp. 315-321, Cha am, PhatChabury, Thailand, October 22-22, 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการคอนกรีตประจำปี ครั้งที่

ANNUAL CONCRETE CONFERENCE (ACC6)

6

ในวาระครบรอบ 50 ปี แห่งการสถาปนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

20 - 22 ตุลาคม 2553

Grand Pacific Sovereign Resort & Spa

อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี



จัดโดย สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย

- ร่วมกับ
- o ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา และ ศูนย์การศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
 - o ACI Thailand Chapter
 - o ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของเหล็กปลอกและเหล็กหลัก กับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วย
วิธี ชมิคท์แฮมเมอร์

The effects of Stirrup tie and Vertical reinforcement steel with the compressive strength derived from
nondestructive test method by Schmidt Hammer Test

นายสุริโย พูลสวัสดิ์ (Mr. Suriyo Poolsawat)¹

กมลสัน มาลีสี (Komsan Maleesec)²

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
(ozone_333@hotmail.com)

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
(mkomson@hotmail.com)

บทคัดย่อ : การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาอิทธิพลระหว่างการทดสอบบริเวณแนว เหล็กปลอก เหล็กหลัก ระยะเวลาเหล็กเสริม และปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตในตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก กับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี ชมิคท์แฮมเมอร์ โดยผู้วิจัยได้จัดทำปฏิภาคส่วนผสม ซึ่งมีกำลังอัดตามทรงกระบอกมาตรฐานทั้งหมด 3 ค่า คือ 210 กก./ซม², 280 กก./ซม², 350 กก./ซม² โดยมีการจัดวางเหล็กเสริมที่ระยะหุ้มเหล็กแตกต่างกันตั้งแต่ 1.50 , 2.50, 3.50 ซม. จากนั้นทำการทดสอบด้วยวิธี ชมิคท์แฮมเมอร์ ซึ่งจะให้ค่าการทดสอบบนมาตรฐานเรียกว่า Rebound Number แล้วนำมาวิเคราะห์ ซึ่งผลการทดสอบพบว่า อิทธิพลของเหล็กปลอกและเหล็กหลักของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ปฏิภาคส่วนผสม 350 กก./ซม² กับระยะหุ้มเหล็ก 1.50 ซม. มีอิทธิพลมากที่สุด โดยให้ค่ากำลังรับแรงอัดสูงขึ้นอยู่ที่ประมาณ 19 % และ ประมาณ 10 % ตามลำดับ

ABSTRACT : The objectives of this research were to study the effects of concrete, stirrup tie, vertical reinforcement steel, covering and concrete mix design of reinforcement concrete column samples with the compressive strength derived from nondestructive test method by Schmidt Hammer test. In the experimental, researcher designed testing mass for 3 concrete mix design compressive strength as 210, 280, 350 ksc. and different 3 coverings at 1.50 ,2.5 ,3.50 cm. After the testing mass concrete completed, the researcher tested and recorded resultant of the compressive strength from Schmidt Hammer Test or "Rebound" and then analyse the effects of each variable. The results are compared with Concrete of Reinforcement concrete Column samples. The Result of compressive strength more than about 14% and 7%

KEYWORDS : Schmidt hammer test, Compressive strength, Stirrup tie, Vertical reinforcement steel

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา (Introduction)

ในการทดสอบด้วยวิธี ชมิคท์แฮมเมอร์นั้น วัตถุประสงค์หลักก็คือต้องการที่จะรู้ค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตส่วนที่ทำการทดสอบนั้น เพื่อนำไปประกอบการคำนวณตามหลักการทางวิศวกรรมประเมินค่าการรับน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งเป็นวัสดุประเภท Composite material แต่เนื่องจากการทดสอบด้วยวิธีดังกล่าวในความเป็นจริงแล้ว จะเป็นการทดสอบบนพื้นผิวของคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งสิ้น ซึ่งในการเสริมเหล็กนั้น จะทำให้ความหนาแน่นซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งในการดูค้ำรับพลังงานที่ส่งถ่ายไปยังเครื่องมือทดสอบวิธี ชมิคท์แฮมเมอร์ เปลี่ยนไป (สรารุช สร้อยเรืองศรี, 2539 : บทคัดย่อ) อันเป็นผลให้การอ่านค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้ จะเป็นค่ากำลังรับแรงอัดที่เกิดจากวัสดุผสม (Composite Material) แต่เนื่องจากวิธีการดังกล่าวนี้ ยังไม่มีการทดสอบถึงอิทธิพลของค่ากำลังรับแรงอัดที่อ่านได้จากวิธี ชมิคท์แฮมเมอร์ ซึ่งการทดสอบบริเวณ เหล็กปลอก เหล็กหลัก ของระยะหุ้มต่างๆ ของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่ทำการทดสอบ จึงอาจทำให้ค่าที่ได้นั้นคลาดเคลื่อนไป

2. ความมุ่งหมายของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาอิทธิพลระหว่างการทดสอบบริเวณแนวเหล็กปลอก เหล็กหลัก ที่ระยะหุ้มต่างๆ ของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก กับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี ชมิคท์แฮมเมอร์

2.2 เพื่อศึกษาอิทธิพลระหว่างการทดสอบบริเวณแนวเหล็กปลอก เหล็กหลัก ที่อายุคอนกรีตต่างๆ ของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก กับค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยวิธี ชมิคท์แฮมเมอร์

3 ขอบเขตและวิธีการศึกษา

งานศึกษานี้ได้ทำการศึกษายิจเกี่ยวกับผลของเครื่องมือทดสอบกำลังอัดประลัยของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กโดยใช้เครื่องมือชมิคท์แฮมเมอร์ ทดสอบในแนว 0° ตามลำดับ โดยการทดสอบค่าการสะท้อนกลับ จะทำการทดสอบบริเวณเหล็กแกน จำนวน 25 ครั้ง บริเวณเหล็กปลอก จำนวน 25 ครั้ง และบริเวณคอนกรีตล้วน จำนวน 25 ครั้ง ทุกเสาตัวอย่างที่ทำการหล่อเตรียมไว้แล้วนำมาไปเปรียบเทียบกัน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.1 การเตรียมแบบหล่อและเหล็กเสริม

ทำแบบหล่อเสาคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยไม้อัดขนาด $0.20 \times 0.20 \times 1.10$ m. จำนวน 9 ชุด จากนั้นจึงตรวจสอบสกรูและตะปูรัดแบบทุกตัวให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ด้วยการประกอบแบบแล้วขันและดอกให้แน่น ทั้งนี้เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดรอยแยกหรือแบบหลุด ขณะเทคอนกรีตหรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตแน่น เพื่อใช้ในการหล่อตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก จากนั้นทำความสะอาด ไม้ให้ไม่มีฝุ่นหรือเศษปูนเก่าติดอยู่ พร้อมทั้งเสริมเหล็กและคิคลูกปูนตามระยะหุ้ม 1.50, 2.50, 3.50 ซม. ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงการคิคลูกปูนก่อนเทคอนกรีต

3.2 การเตรียมตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

3.2.1 เตรียมวัสดุตามที่ได้ออกแบบส่วนผสม และจะต้องคำนวณหาปริมาณวัสดุที่ต้องใช้ในการทดสอบแต่ละครั้งโดยชั่งน้ำหนัก

3.2.2 ผสมคอนกรีตโดยใช้เครื่องมือผสม ซึ่งจะต้องผสมคอนกรีตให้ได้ค่าการยุบตัวของคอนกรีตสดเท่ากับ 10 ± 2.0 cm.

3.2.3 เทคอนกรีตดังกล่าวลงในแบบหล่อเสาตัวอย่าง และใช้เหล็กกระทุ้งให้ทั่วรวมทั้งใช้ค้อนเคาะข้างแบบเพื่อให้คอนกรีตแทรกซึมเข้าไปทั่วตัวอย่าง อีกทั้งเพื่อไล่ฟองอากาศออกไปให้มากที่สุดและไม่ให้เกิดโพรงในตัวอย่างเสา เมื่อคอนกรีตเต็มแบบแล้วจึงเกลี่ยผิวหน้าให้เรียบ

3.2.4 ทิ้งแบบที่บรรจุคอนกรีตเรียบร้อยแล้วไว้ในที่ร่มประมาณ 24 ชม. จึงถอดแบบ จากนั้นจึงบ่มเสาคอนกรีตเป็นเวลา 3 วัน ซึ่งในการทำงานจริงก็มีการบ่มประมาณ 3 วัน หลังจากนั้นก็จะปล่อยให้เสา ในสภาวะปกติ

3.2.5 ชัดผิวเสาตัวอย่างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยหินกาบเพชร บริเวณที่จะทำการทดสอบ และต้องมีผิวที่เรียบ ไม่ขรุขระ ไม่มีคราบน้ำมัน พร้อมทั้งทำความสะอาดผิวด้วยแปรงปัดฝุ่น จากนั้นจึงตีเส้นลงบนตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยต้องมีการวัดระยะจากนั้นจึงใช้ปากเตี๊ยมเส้น ให้ตรงกับเหล็กแกนและเหล็กปลอก

3.3 การทดสอบหาค่าลึงอัดประลัยของเสาตัวอย่างคอนกรีตเสริมเหล็ก

การทดสอบหาค่าลึงอัดประลัยของตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ทำการทดสอบตัวอย่างด้วยเครื่องมือชมิคท์แฮมเมอร์ (Schmidt Hammer) ASTM:C805-08 ซึ่งในการทดสอบนั้นจะทำการทดสอบในแนว 0° (แนวราบ) ตรงบริเวณแนวเหล็กแกนจำนวน 25 ครั้ง ตรงบริเวณแนวเหล็กปลอกจำนวน 25 ครั้ง และตรงบริเวณคอนกรีตล้วนจำนวน 25 ครั้ง ของเสาแต่ละต้น โดยทดสอบเมื่อเสาคอนกรีตเสริมเหล็กมีอายุ 3 วัน 7 วัน 14 วัน

และ 28 วัน ตรงแนวเส้นที่ได้ทำเครื่องหมายไว้แล้วดังแสดงในรูปที่ 3.2, 3.3 และ 3.4



รูปที่ 3.2 แสดงบริเวณที่จะทดสอบเสาคอนกรีตเสริมเหล็กด้วย ชมิคท์แฮมเมอร์ตรงบริเวณเหล็กแกน



รูปที่ 3.3 แสดงบริเวณที่จะทดสอบเสาคอนกรีตเสริมเหล็กด้วย ชมิคท์แฮมเมอร์ ตรงบริเวณเหล็กปลอก

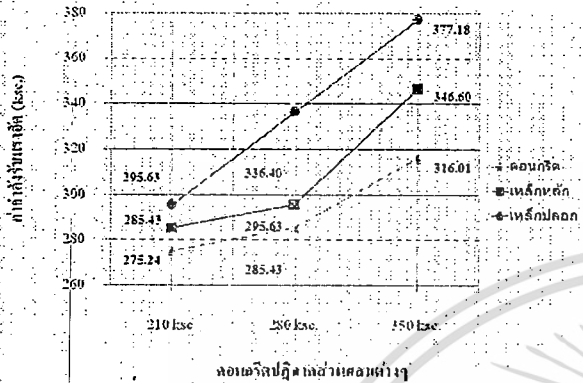


รูปที่ 3.4 แสดงบริเวณที่จะทดสอบเสาคอนกรีตเสริมเหล็กด้วย ชมิคท์แฮมเมอร์ ตรงบริเวณคอนกรีต

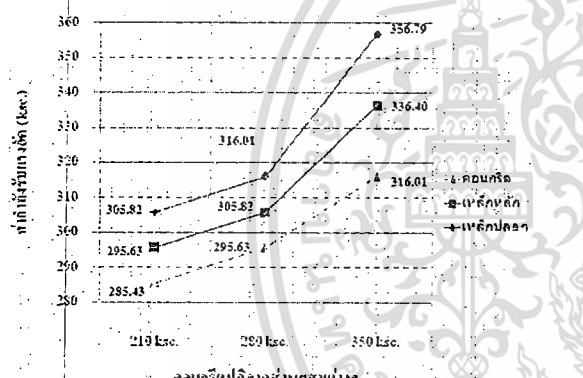
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 ผลการทดสอบ

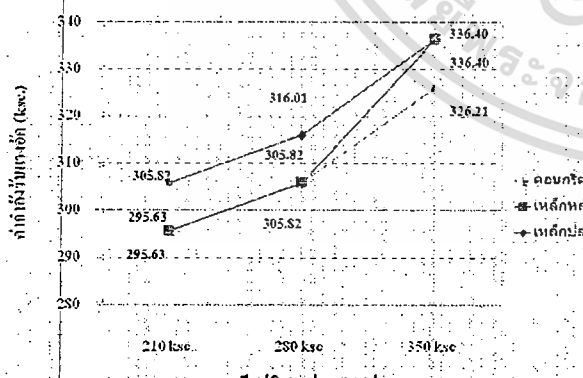
4.1 อิทธิพลของระยะหุ้ม



รูปที่ 4.1 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.2 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.



รูปที่ 4.3 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

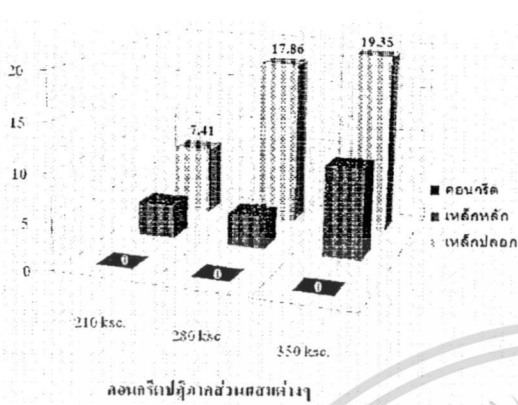
รูปที่ 4.1 - 4.3 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม. และ 3.50 ซม. โดยแยกเป็นปฏิภาคส่วนผสมต่างๆ ซึ่งพบว่า ระยะหุ้ม 1.50 ซม. และ 2.50 ซม. ค่าของเหล็กปลอกมีกำลังรับแรงอัดมากที่สุด รองลงมาจะเป็นค่าของเหล็กหลัก และค่าคอนกรีตจะมีกำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด เนื่องจากระยะทางการกดกระแทกและสะท้อนกลับมาที่เครื่องมือเป็นระยะทางที่น้อย ทำให้ผลของเหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต จึงมีอิทธิพลมาก

แต่ที่ระยะหุ้ม 3.50 ซม. ค่ากำลังรับแรงอัดของเหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต จะมีค่าใกล้เคียงกัน และเท่ากัน เนื่องจากพลังงานในการกดกระแทกและสะท้อนกลับมาที่เครื่องมือนั้นมีระยะทางมากที่สุด จากความหนาของระยะหุ้มทำให้สามารถมีการกระจายพลังงานของเครื่องมือในเนื้อคอนกรีตได้เต็มที่ ค่าที่ได้จึงเป็นค่าที่เสมือนค่าของคอนกรีต จึงทำให้ที่ระยะหุ้ม 3.50 ซม. มีผลต่อค่ากำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด แสดงในรูปที่ 4.3

และถ้าหากพิจารณาค่ากำลังรับแรงอัดของปฏิภาคส่วนผสม 210 กก/ชม³, 280 กก/ชม³ และ 350 กก/ชม³ โดยแยกเป็นระยะหุ้มต่างๆ ซึ่งพบว่า ส่วนใหญ่ค่าของเหล็กปลอกมีกำลังรับแรงอัดมากที่สุด รองลงมาจะเป็นค่าของเหล็กหลัก และค่าคอนกรีตจะมีกำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด

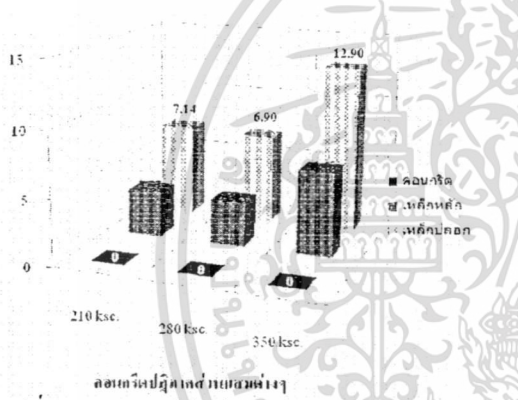
แต่ในปฏิภาคส่วนผสม 350 กก/ชม³ ที่ระยะหุ้ม 3.50 ซม. มีความสามารถส่งถ่ายพลังงานการกระแทกและสะท้อนกลับได้ดี จึงทำให้อิทธิพลของเหล็กปลอกและเหล็กหลักมีอิทธิพลชัดเจนขึ้น ซึ่งทำให้สามารถเห็นอิทธิพลของเหล็กปลอก และเหล็กหลัก มีค่ากำลังรับแรงอัด ที่แตกต่างออกไปจากคอนกรีต โดยจะต่างจากในปฏิภาคส่วนผสม 210 กก/ชม³ และ 280 กก/ชม³ ที่ค่าเหล็กหลักจะมีเท่ากับคอนกรีต ดังแสดงในรูปที่ 4.3

เปอร์เซ็นต์เชิงปริมาตร



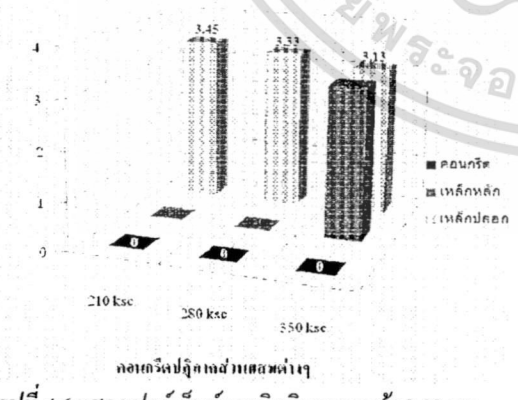
รูปที่ 4.4 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม 1.50 ซม.

เปอร์เซ็นต์เชิงปริมาตร



รูปที่ 4.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม 2.50 ซม.

เปอร์เซ็นต์เชิงปริมาตร



รูปที่ 4.6 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลระยะหุ้ม 3.50 ซม.

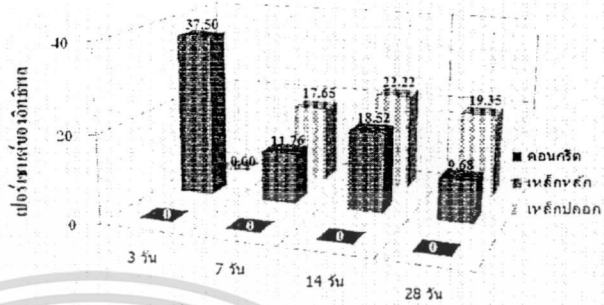
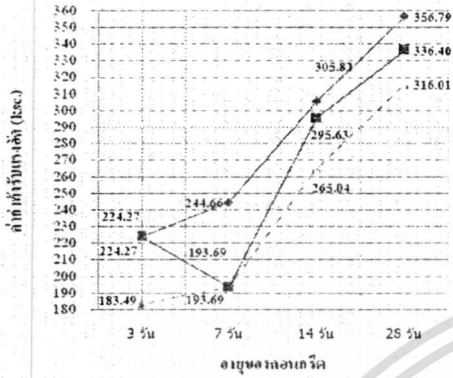
รูปที่ 4.4 - 4.6 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพล เหล็กปลอก, เหล็กหลัก ต่อคอนกรีต โดยตั้งให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเป็นค่าตั้งต้น(เท่ากับ 0) เพื่อเทียบกับ เหล็กปลอกและ เหล็กหลัก ที่ระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม.และ 3.50 ซม. โดยแยกเป็นปริมาตรส่วนผสมต่างๆ ซึ่งพบว่า เปอร์เซ็นต์ของอิทธิพล เหล็กปลอก, เหล็กหลัก ที่ระยะหุ้ม 1.50 ซม.และปริมาตรส่วนผสม 350 กก/ชม³ มีเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลมากที่สุด ซึ่งให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นประมาณ 19 % และ 10 % ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.4

4.2 อิทธิพลของอายุของคอนกรีต

รูปที่ 4.7 - 4.9 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม.และ 3.50 ซม.ที่ปริมาตรส่วนผสม 350 กก/ชม³ โดยแยกเป็นอายุของคอนกรีตต่างๆ ซึ่งพบว่า ที่อายุคอนกรีต 3 วัน และ 7 วัน ค่ากำลังรับแรงอัดของเหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต มีแนวโน้มไม่ไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากกำลังของคอนกรีตยังไม่คงที่ ซึ่งสอดคล้องกับข้อแนะนำของเครื่องว่า ให้ใช้เครื่องมือชนิดที่แสมเมอร์ที่อายุช่วง 14 - 56 วัน จึงเป็นเหตุทำให้ที่อายุคอนกรีต 3 วัน ค่าที่ได้มีอิทธิพลของกำลังรับแรงอัดค่อนข้างสูง โดยเหตุผลที่ทำการทดสอบที่ 3 วัน และ 7 วัน ก็เพื่อให้ทราบตัวเลขเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเป็นแนวบรรทัดฐานไว้อ้างอิงต่อไป

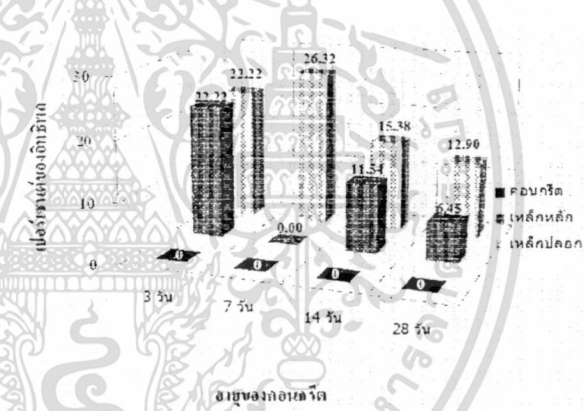
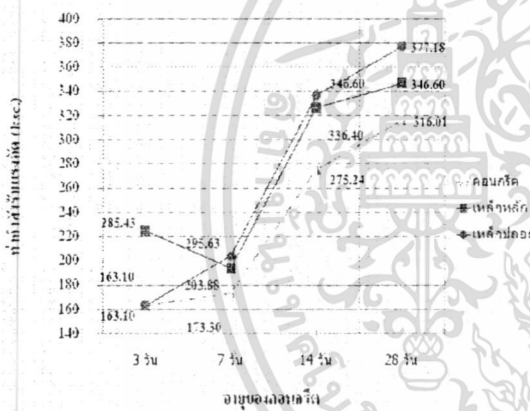
รูปที่ 4.10 - 4.12 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพล เหล็กปลอก, เหล็กหลัก ต่อคอนกรีต ที่ระยะหุ้ม 1.50 ซม., 2.50 ซม.และ 3.50 ซม. ที่ปริมาตรส่วนผสม 350 กก/ชม³ โดยแยกเป็นอายุของคอนกรีตต่างๆ ซึ่งพบว่า เปอร์เซ็นต์ของอิทธิพล เหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต ที่ 3 วัน มีเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลมากที่สุด เนื่องจากคอนกรีตอยู่ในช่วงกำลังพัฒนากำลังรับแรงอัด โดยเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพล เหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต ให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นอยู่ที่ได้ประมาณ 35 % และ 38 % ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.12 และ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



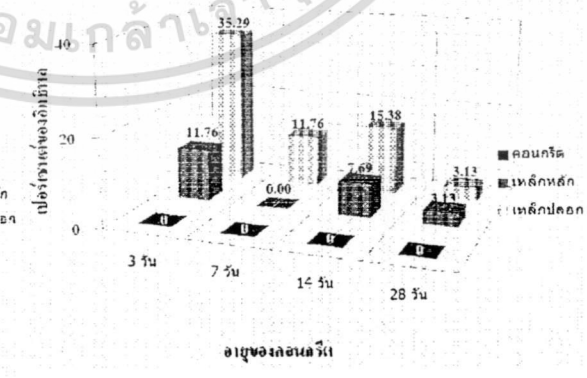
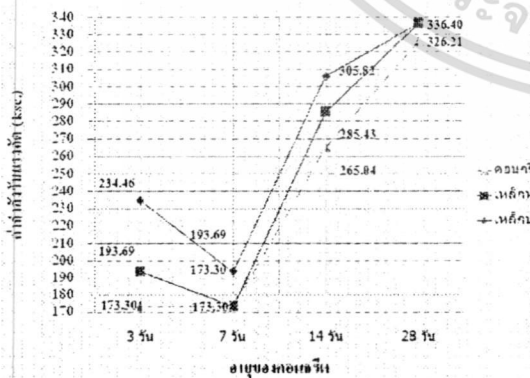
รูปที่ 4.7 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 1.50 ซม.

รูปที่ 4.10 แสดงเปอร์เซ็นต์ค้ำค้ำของระยะหุ้ม 1.50 ซม.



รูปที่ 4.8 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 2.50 ซม.

รูปที่ 4.11 แสดงเปอร์เซ็นต์ค้ำค้ำของระยะหุ้ม 2.50 ซม.



รูปที่ 4.9 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

รูปที่ 4.12 แสดงเปอร์เซ็นต์ค้ำค้ำของระยะหุ้ม 3.50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 สรุป

5.1 อิทธิพลบริเวณแนวเหล็กปลอก และ แนวเหล็กหลัก จะมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับแนวคอนกรีตของตัวอย่างเสา คอนกรีตเสริมเหล็กที่ทุกระยะหุ้มเหล็ก โดยเฉพาะปฏิภาค ส่วนผสม 350 กก/ชม³ กับที่ระยะหุ้ม 1.50 ซม. จะมีอิทธิพลมากที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลบริเวณแนวเหล็ก ปลอก และ แนวเหล็กหลัก มากกว่าแนวคอนกรีต โดยให้ กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นประมาณ 19% และ ประมาณ 10% ตามลำดับ

5.2 อิทธิพลบริเวณแนวเหล็กปลอก และ แนวเหล็กหลัก ส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับแนวคอนกรีตของ ตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่อายุคอนกรีตต่างๆ โดย เปอร์เซ็นต์ของอิทธิพล เหล็กปลอก, เหล็กหลัก กับคอนกรีต ที่ 3 วันจะมีอิทธิพลมากที่สุด โดยให้กำลังรับแรงอัดสูงขึ้นอยู่ที่ ประมาณ 38% และ ประมาณ 35% ตามลำดับ

6 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือจากหน่วยงานต้นสังกัดของ ข้าพเจ้า ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้การ สนับสนุนสถานที่และเครื่องมือต่างๆ สำหรับการทำงานวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งบริษัท ซีโน-ไทย เอ็นจิเนียริง แอนด์ คอนสตรัคชัน จำกัด (มหาชน) และบริษัท ผลิตภัณฑ์คอนกรีตชลบุรี จำกัด (มหาชน) ที่ได้เอื้อเฟื้อ วัสดุและบุคลากรที่มีความชำนาญในด้าน ต่างๆ สำหรับการหล่อตัวอย่างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

7 เอกสารอ้างอิง

[1] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2550. 2,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 6. มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ บริษัท โกลบอล กราฟฟิค จำกัด.

[2] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 2538. พิมพ์ครั้งที่ 4. มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธี หน่วยแรงใช้งาน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ บริษัท โกลบอล กราฟฟิค จำกัด.

[3] วิบูลย์ วุฒินุณ, สมชาย สำลีรงค์กุล และสุพจน์ ศรี นิล, 2548. การเปรียบเทียบการประเมินกำลังคอนกรีต โดยคลื่นอัลตราโซนิค, ชนิดท์แฮมเมอร์ และการ ทดสอบแบบทำลาย.การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธา แห่งชาติครั้งที่ 10. ชลบุรี.

[4] สนั่น เจริญเฝ้าและวินิต ช่อวิเชียร, 2537. พิมพ์ครั้งที่ 7. คอนกรีตเสริมเหล็ก. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

[5] ศิริวัฒน์ ไชยชนะ, 2542. 1,000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 2. ปฏิบัติการคอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ. พรินต์.

[6] ชัชวาลย์ เศรษฐบุศร, 2537. พิมพ์ครั้งที่ 3. คอนกรีต เทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุ ก่อสร้าง จำกัด.

[7] สราวุธ ศรีอัยเรืองศรี, 2539. ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณเหล็กเสริม ระยะหุ้มเหล็กเสริมและปฏิภาค ส่วนผสมของคอนกรีตในมวลคอนกรีตเสริมเหล็กกับค่า กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบแบบ ไม่ทำลายด้วยวิธีคอนกรีต เทส แฮมเมอร์. งานวิจัย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายสุริโย พูลสวัสดิ์
วัน เดือน ปีเกิด	เกิดเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ.2523 ที่จังหวัดยะลา
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จากภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ในปีการศึกษา 2548 ปัจจุบันศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2551
ประสบการณ์การทำงาน	โดยในปี พ.ศ. 2548 ได้เข้าทำงานในตำแหน่งวิศวกรรมโยธา บริษัทจีไอ-เทคโนโลยี คอนซัลแตนท์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้