ผลของอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตต่อการรับกำลังอัดของคอนกรีต

EFFECT OF WATER TEMPERATURE TO COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE

โดย

นายพิสิทธิ์ ค่าอ่อน 33100260

นายสมจิตร ชนินทรพิพัฒ 33100390

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

03331

EFFECT OF WATER TEMPERTURE TO COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE

MR.PISIT KAM-ON

MR.SOMCHIT CHANINTHORNPIPAT

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENTS FOR THE DEGREE

BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตต่อการรับกำลังอัดของคอนกรีต

EFFECT OF WATER TEMPERATURE TO COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE.

โดย นายพิสิทธิ์ คำอ่อน

นายสมจิตร ชนินทรพิพัฒ

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ อำนวย พานิชกุลพงศ์

บทคัดย่อ : อุณหภูมิของน้ำย่อมจะเปลี่ยนไปตามสภาพภูมิอากาศ ทำให้มีผลกระทบต่อการรับกำลังอัดของคอนกรีต ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจว่า เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้การรับกำลังอัดของคอนกรีตเป็นเช่นไร ดังนั้นจึงเกิดเป็นโครงการพิเศษเรื่อง " ผลของอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตต่อการรับกำลังอัดของคอนกรีต " ในการทดลองนี้จะใช้น้ำที่มีอุณหภูมิต่างๆมาผสมในคอนกรีต โดยควบคุมน้ำให้มีอุณหภูมิ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80 องศาเซลเซียส มีการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต 200 และ 300 KSC และแต่ละชุดตัวอย่างมี 5 ตัวอย่าง แล้วทำการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีตสด , ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้น และ การรับกำลังอัดของคอนกรีตที่ระยะเวลาการบ่ม 7 , 14 และ 28 วัน ตามมาตรฐาน ASTM สุดท้ายจึงนำผลที่ได้จากการทดสอบมาทำการวิเคราะห์หาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง

Abtract : The changing of water temperature depends on the climate and has effect to the compressive strength of concrete. With this reason , it is an interesting case that how compressive strength is altered when the water temperture is changed. So it is coming of this special project " EFFECT OF WATER TEMPERATURE TO COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE " In this experiment , water is mixed in concrete at 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70 and 80 $^{\circ}$C. Concrete is designed for 2 mixed designs 200 and 300 kSC , each set has 5 examples. In this experiment , we find out the slump of concrete mixed design, the initial setting time and the compressive strength of concrete which curing at 7 , 14 , 28 days due to ASTM specification. At the last,using the result from the experiment to analysis and find out the trend of the changing.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ ผลของอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตต่อการรับกำลังอัดของคอนกรีต

EFFECT OF WATER TEMPERTURE TO COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE

นักศึกษา นายพิสิทธิ์ ค่าอ่อน รหัสประจำตัว 33100260

นายสมจิตร ชนินทรพิพัฒ รหัสประจำตัว 33100390

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขา วิศวกรรมการก่อสร้าง

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.อำนวย พานิชกุลพงศ์

คณะกรรมการสอบหัวข้อโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
อ.อำนวย พานิชกุลพงศ์ อ.สกุล ห่อวโนทยาน ผศ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(นายสุรัตน์ หวังเจริญ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ 3 เดือน ส.ค. ปี 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงงานพิเศษ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์อำนวย พานิชกุลพงศ์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ที่ได้ให้ความรู้ ความเข้าใจ คำปรึกษาแนะนำในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนได้กรุณาตรวจสอบโครงงานพิเศษนี้ จนสำเร็จเป็นที่เรียบร้อย และผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านคณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ ที่ได้กรุณาตรวจสอบ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ อันทำให้โครงงานพิเศษนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนั้นขอขอบคุณเพื่อน ๆ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือจนกระทั่งโครงงานพิเศษนี้สำเร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

บทนำ 1

วัตถุประสงค์และขอบเขตการทดลอง 2

เนื้อหาเกี่ยวกับการทดลอง 3

บทที่ 1 วัสดุที่ใช้ทำคอนกรีต 4

บทที่ 2 ปูนซีเมนต์ 8

บทที่ 3 หิน ทราย ในคอนกรีต 10

บทที่ 4 น้ำ 18

บทที่ 5 การหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต 23

การทดสอบหาค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง 31

วิธีการทดลอง 52

สรุปผลการทดลองโครงการ 56

ข้อเสนอแนะ 74

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ผลการทดลองโครงการ

ผลการทดสอบกำลังอัดของแท่งคอนกรีต

ผลการทดสอบ INITIAL SETTING TIME

ภาคผนวก ข รูปภาพประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

บทนำ

น้ำที่นำมาใช้ผสมคอนกรีตเพื่อหา MIXED DESIGN ตามมาตรฐาน ASTM กำหนดให้มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แต่ในความเป็นจริงเราไม่สามารถที่จะควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้เป็นไปตามนั้นได้ หรือถ้าทำได้ก็จะเป็นการสิ้นเปลืองเงินทุนในการดำเนินการ ดังนั้น จึงทำให้เกิดความสนใจว่า ถ้าอุณหภูมิของน้ำที่ใช้มีค่าต่างกันออกไปตามสภาพอากาศในฤดูกาลต่างๆ แล้วจะทำให้การรับกำลังอัดของคอนกรีตเปลี่ยนไปเท่าไร โดยการทดลองจะควบคุมอัตราส่วนในการผสมคอนกรีตให้คงที่ แต่จะเปลี่ยนเฉพาะอุณหภูมิของน้ำเท่านั้น

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากประเทศไทยเรา อากาศมักจะร้อนจัดเป็นเวลาหลายเดือน โดยเฉพาะในฤดูร้อน ฉะนั้น ควรหาวิธีต่างๆ เพื่อลดอุณหภูมิของคอนกรีตให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะอุณหภูมิคอนกรีตยิ่งสูง กำลังของคอนกรีตนั้นจะยิ่งต่ำลง เช่น คอนกรีตที่มีอุณหภูมิขณะผสม 40 องศาเซลเซียส จะมีกำลังประมาณ 86 % ของคอนกรีตที่มีอุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส นอกจากนั้น อาจเกิดหน่วยแรงรองขึ้นภายในเป็นปริมาณมากพอที่จะทำให้คอนกรีตร้าวได้ การลดอุณหภูมิให้ได้ผลจะต้องเริ่มตั้งแต่วัสดุที่ใช้ผสมคอนกรีต เพราะอุณหภูมิคอนกรีตจะสูงกว่าอุณหภูมิของวัสดุที่นำมาผสมเสมอ เช่น ถ้าใช้มวลรวมที่มีอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ผสมกับน้ำที่มีอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส จะให้คอนกรีตมีมีอุณหภูมิประมาณ 34 องศาเซลเซียส สถานที่กองวัสดุรวมทั้งที่เป็นเก็บปูนซีเมนต์ และบ่อเก็บน้ำควรมีหลังคาคลุม ท่อน้ำควรฝังดิน ส่วนที่ถูกแดด ควรทาสีขาวเพื่อสะท้อนความร้อน

ดังนั้นด้วยเหตุผลดังกล่าวเราควรที่จะศึกษาคุณสมบัติของอุณหภูมิน้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีตว่ามีผลต่อการรับกำลังอัดอย่างไร เพื่อนำไปใช้เป็นประโยชน์ต่อไปในภายหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์และขอบเขตการทดลอง

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตเมื่อใช้น้ำที่มีอุณหภูมิระดับต่างๆมาผสม ว่ามีผลต่อการรับกำลังเป็นอย่างไรบ้าง และยังศึกษาถึงค่าการยุบตัวและเวลาก่อตัวเริ่มต้นด้วย เพื่อที่จะนำไปเป็นพื้นฐานในการใช้งานต่อไป สำหรับงานคอนกรีตที่มีการผสมคอนกรีตโดยที่น้ำที่ใช้ผสมมีความอุณหภูมิแตกต่างกัน

ขอบเขตการทดลอง

ได้กำหนดขอบเขตการทดลองดังต่อไปนี้ คือ

1. ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง จะใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

2. ระดับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ทดลอง จะควบคุมให้มีความแตกต่างกัน 5 องศาเซลเซียส คือ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80 องศาเซลเซียส

3. ออกแบบการรับกำลังอัดของตัวอย่างให้มีการรับกำลังอัดได้ 200 และ 300 KSC.

4. ในแต่ละตัวอย่างจะออกแบบให้มีเวลาในการบ่มแตกต่างกัน คือ จะมีการบ่มที่เวลา 7 วัน, 14 วัน และ 28 วันตามลำดับ

5. คุณสมบัติที่ศึกษาได้แก่ การรับกำลังอัดของคอนกรีต ระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้น ค่าการยุบตัวของคอนกรีตสด อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาเกี่ยวกับการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 วัสดุที่ใช้ทำคอนกรีต

คอนกรีตโดยทั่วไปประกอบด้วยวัสดุ 3 ชนิด คือ

1. ปูนซีเมนต์
2. ทรายและหินหรือกรวด (หรือวัสดุอื่นที่เหมาะสม)
3. น้ำ ในบางกรณีอาจใช้น้ำยาผสมคอนกรีตเพื่อประโยชน์เฉพาะบางประการ เช่น พวกที่ทำให้เกิดฟองอากาศ หรือน้ำยาที่เป็นตัวเร่งหรือตัวหน่วงให้คอนกรีตก่อตัวเร็วหรือช้าเป็นต้น

1.1 ปูนซีเมนต์ โดยปกติจะมีปูนซีเมนต์ผสมอยู่ในเนื้อคอนกรีต 10 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ซีเมนต์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด และมีราคาแพงที่สุดในบรรดาวัสดุที่ใช้ผสมทำคอนกรีต เมื่อปูนซีเมนต์ผสมกับน้ำจะเป็นซีเมนต์ขัน (paste) ซึ่งจะทำหน้าที่ห่อหุ้มทรายและหิน และอุดตามช่องระหว่างเม็ดของทรายและหิน รวมทั้งเป็นตัวยึดทรายและหินเข้าด้วยกันเป็นก้อนแข็งมีเนื้อแน่นเรียกว่าคอนกรีต

ปูนซีเมนต์ถูกผลิตขึ้นมาหลายชนิด ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่าง ๆ กันตามความต้องการโดยเฉพาะ และเพื่อความเหมาะสมของแต่ละงาน งานก่อสร้างโดยทั่วไป หรือที่มิได้ระบุไว้เป็นพิเศษแล้ว ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แบบหนึ่ง (ตามมาตรฐานอเมริกา) หรือปูนซีเมนต์ตราช้าง ตราเพชร จัดว่าเป็นปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมสำหรับงานก่อสร้างโดยทั่วไป

1.2 ทรายและหิน เป็นส่วนผสมที่มีปริมาณมากที่สุดในเนื้อคอนกรีต โดยทั่วไปจะมีปริมาณ 66 ถึง 78 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร ฉะนั้นการเลือกใช้ทรายและหินที่เหมาะสมหรือที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่ทำการก่อสร้างจะช่วยให้ได้คอนกรีตที่มีราคาถูกยิ่งขึ้น อย่างไรก็ดีคุณภาพของทรายและหิน หรือวัสดุอื่นที่จะนำมาใช้จะต้องได้ตามมาตรฐานที่กำหนดด้วย ทรายและหินที่ใช้ทำคอนกรีตถูกแบ่งออกเป็น 2 พวก ตามขนาดของเม็ด กล่าวคือ

1.2.1 ทรายหรือวัสดุละเอียด มีขนาดของเม็ดตั้งแต่ 6.4 มม. (1/4") ลงไปจนถึงขนาดเล็กเท่าเม็ดฝุ่น ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปได้แก่ ทรายธรรมชาติ หรือ ทรายที่ทำขึ้น หรือส่วนผสมของทรายทั้งสองชนิดที่กล่าวถึง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 หินหรือวัสดุหยาบ ส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่ได้แก่ หินย่อย กรวด มีขนาดก้อนลดหลั่นกัน และก้อนใหญ่ที่สุดมักมีขนาดไม่เกิน 50 มม. (2")

อันที่จริงแล้วสำหรับคอนกรีตที่มีความแข็งแรงเท่า ๆ กัน การใช้หินขนาดยิ่งโตมากขึ้นจะสิ้นเปลืองปริมาณปูนซีเมนต์ที่จะต้องใช้ลงได้ทำให้ได้คอนกรีตที่มีราคาถูกยิ่งขึ้น ขนาดใหญ่สุดของหินที่จะใช้โดยปรกติ จะถูกบังคับจากรูปร่าง และขนาดของคอนกรีตที่ต้องการตลอดจนความถี่ห่างของเหล็กเสริม โดยทั่วไปกำหนดให้ขนาดขนาดของหินใหญ่ที่สุดที่จะใช้ไม่ควรจะโตกว่า 1/5 ของส่วนที่แคบที่สุดของโครงสร้าง เช่น คาน หรือเสา และไม่ควรโตกว่า 3/4 ของระยะระหว่างผิวเหล็กเสริมคู่ที่ชิดกันที่สุด

ความลดหลั่น (Gradation) ของขนาดของทรายและหินนั้นก็เป็นสิ่งสำคัญ ทรายและหินที่มีขนาดลดหลั่นกันจะช่วยให้เกิดผลดี 2 ประการคือ

1. ก้อนหินและทรายสามารถเรียงตัวกันได้ดี ทำให้มีความแน่นสูง และมีเนื้อคอนกรีตสม่ำเสมอ

2. ลดปริมาณซีเมนต์ข้น (paste) ที่จะต้องไปอุดตามช่องว่างระหว่างก้อนของหินและทราย ช่วยให้ใช้ปูนซีเมนต์น้อยลง ทำให้ราคาถูกยิ่งขึ้น

อัตราส่วนผสมที่ใช้จะเป็นตัวกำหนดความถูกแพงในการทำคอนกรีต ตลอดจนรูปร่างความลดหลั่นของขนาด และขนาดใหญ่ที่สุดของก้อนหินที่ใช้จะมีผลต่อกำลังของคอนกรีตที่ทำ คุณสมบัติโดยทั่วไปของทรายและหินที่ใช้ผสมทำคอนกรีตจะต้องสะอาด แข็งทนทานปราศจากสารเคมีเจือปน ไม่มีดินหรือสิ่งอื่นสิ่งใดห่อหุ้ม ก้อนหินที่มีลักษณะแหลมคม ขรุขระ หรือเป็นแผ่นยาว จะต้องการทรายมาผสมในปริมาณสูงกว่าชนิดที่เป็นก้อนกลม หรือเป็นลูกบาศก์ ทั้งนี้เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีกำลังตามต้องการและในราคาที่ประหยัดที่สุด

1.3 **น้ำ** ในปัจจุบันนี้การทำงานคอนกรีตส่วนใหญ่ (นอกจากในรายที่มีการควบคุมโดยใกล้ชิด) ทั้งผู้ที่ทำงานและผู้ควบคุมแทบมิได้เอาใจใส่เรื่องคุณภาพของน้ำและปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีตเลย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะน้ำเป็นส่วนผสมที่มีราคาถูกมากที่สุด หรืออาจกล่าวได้ว่าแทบไม่มีราคาเลย ผู้ที่ทำงานจะเติมน้ำลงในส่วนผสมให้มาก ๆไว้เพื่อให้สะดวกแก่การทำงานและโดยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ผู้ควบคุมงานบางรายแม้จะรู้อยู่ว่าไม่ควรแต่ก็ปล่อยปละละเลยมิได้เอาใจใส่กวดขัน ยิ่งไปกว่านั้นผู้ควบคุมงานบางรายมิได้รู้ในข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียนี้ จึงปล่อยให้ผู้ทำงานทำไปตามที่เคยทำมา น้ำเป็นส่วนผสมที่มีความสำคัญมากอีกอันดับหนึ่ง เพราะเป็นตัวที่ทำให้ซีเมนต์เกิดการแข็งตัวปริมาณน้ำที่ใส่ลงในส่วนผสมของคอนกรีต มีความสัมพันธ์กับกำลังของคอนกรีต หน้าที่ของน้ำในส่วนผสมมี 2 ประการคือ หนึ่ง เปลี่ยนสภาพส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ทราย และหินที่แห้งให้เป็นวัสดุเปียกทำงานได้สะดวก และสอง ทำปฏิกริยาทางเคมีกับปูนซีเมนต์ ทำให้ส่วนผสมเปียกกลายเป็นมวลแน่นแข็งและมีความแข็งแรง

1.3.1 **ปริมาณของน้ำ** ปริมาณของน้ำที่จะไปทำปฏิกริยาทางเคมีกับปูนซีเมนต์นั้นมีปริมาณที่เกือบจะคงที่คือประมาณ 0.25 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ ส่วนที่ต้องการเพิ่มขึ้นจากนี้ก็คือปริมาณของน้ำที่จะทำให้ส่วนผสมทำงานได้สะดวก ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง ความลดหลั่นของหินและทรายที่ใช้ สภาพดินฟ้าอากาศ รวมทั้งชนิดของงานคอนกรีตที่จะทำขึ้นด้วย การหาปริมาณน้ำที่พอเหมาะในส่วนผสมของคอนกรีตซึ่งใช้ทรายและหินต่าง ๆ กัน รวมทั้งในชนิดของงานคอนกรีตต่าง ๆ กันทำได้โดยง่าย จากการทดสอบซึ่งเรียกว่าทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต (slump test) ซึ่งวิธีทดสอบนี้จะช่วยกำหนดปริมาณน้ำที่พอเหมาะในส่วนผสม เครื่องมือที่ใช้ทดสอบเป็นเครื่องมือที่ทำขึ้นอย่างง่าย ๆ ประกอบด้วยกรวยเหล็กซึ่งควรจะมีความหนาพอที่จะไม่บิดเบี้ยวเสียรูปมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในที่ฐานกว้าง 20 ซม. และที่ปลายบนกว้าง 10 ซม. มีความสูง 30 ซม. และมีแผ่นเหล็ก 2 แผ่น เชื่อมติดที่ใกล้ฐานสำหรับยืนเหยียบขณะทดสอบเพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ พร้อมด้วยท่อนเหล็กสำหรับกระทุ้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.6 ซม. ยาว 60 ซม. มีปลายด้านที่จะใช้กระทุ้งเป็นรูปมน

1.3.2 **วิธีการทดสอบการยุบตัวของคอนกรีต (Slump test)** วางกรวยเหล็กบนพื้นราบที่เรียบ ชุ่มชื้นไม่ดูดน้ำ และมีความกว้างพอที่จะวางกรวยเหล็กได้สองอันใกล้ ๆ กัน เริ่มทดสอบโดยนำคอนกรีตที่ผสมเสร็จใหม่ ๆ เติมลงในกรวยประมาณ 1/3 ของปริมาตรกรวย (ควรใช้คอนกรีตที่มีส่วนผสมอย่างสม่ำเสมอ หมายถึงมิใช่ส่วนที่เริ่มเทออกจากเครื่องผสมหรือส่วนที่ใกล้จะหมดในโม่ผสม) ขณะทดสอบให้ยืนเหยียบบนแผ่นเหล็กที่ฐานกรวย เพื่อมิให้เคลื่อนที่ แล้วใช้ท่อนเหล็กกระทุ้งคอนกรีตในกรวยให้ตลอดและทั่ว ๆ ให้ครบ 25 ครั้ง เติมคอนกรีตชั้นที่สองลงในกรวยให้ได้ประมาณ 2/3 ของปริมาตรกรวยใช้ท่อนเหล็กกระทุ้งให้ตลอดชั้นที่เติมลงไปใหม่และให้ทั่วอีก 25 ครั้ง ปาดขอบบนของกรวยด้วยเหล็กกระทุ้งให้คอนกรีตส่วนที่เกินหลุดไป แล้วกวาดคอนกรีตที่หล่นอยู่โดยรอบฐานออกให้หมดยกกรวยขึ้นตรง ๆ โดยต้องระวังมิให้กระทบเนื้อคอนกรีตภายในกรวย วางกรวยเทียบกับแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนกรีตโดยกลับกรวยหงายขึ้นให้ด้านบนลงล่าง ใช้เหล็กกระทุ้งวางพาดกันกรวยที่หงายขึ้นเทียบส่วนความสูงกับแท่งคอนกรีตแล้ววัดระยะยุบตัวของคอนกรีต การทดสอบควรทำให้เสร็จภายใน 1 1/2 นาทีและจะต้องดำเนินการทดสอบตามวิธีที่กล่าวโดยเคร่งครัด การปฏิบัติใดนอกเหนือไปจากที่ระบุ ทำให้ผิดไปจากมาตรฐาน การทดสอบอาจให้ผลลัพธ์เป็นอย่างอื่น การทดสอบนี้ควรทำทุกครั้งที่มีการเทคอนกรีต รวมทั้งในเมื่อเปลี่ยนไปใช้วัสดุต่างกองกันด้วย

ระยะยุบตัวของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบนี้ จะต้องอยู่ในเกณฑ์กำหนดในแต่ละชนิดของงานคอนกรีตที่แสดงในตารางข้างล่างนี้ พึงระลึกไว้เสมอว่าคอนกรีตที่มีการยุบตัวน้อยที่สุด จะทำให้ประหยัดที่สุด และมีกำลังสูงสุด แต่คอนกรีตที่ข้นเกินไปก็จะทำให้เทลำบาก

ชนิดของงาน	เกณฑ์การยุบตัวของคอนกรีต	
	สูงสุด ซม.	ต่ำสุด ซม.
ฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็ก	12.5	5.0
ฐานรากคอนกรีต ตอม่อ กำแพงใต้ดิน	10.0	2.5
ฐานคอนกรีต คาน กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก	15.0	7.5
เสาอาคาร	15.0	7.5
พื้นทางเท้า	7.5	5.0
งานคอนกรีตที่มีเนื้อคอนกรีตมาก ๆ	7.5	2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ เป็นผลผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเป็นผลิตที่เกิดจากการเผาส่วนผสมต่างๆ จนรวมตัวกันผสมกันสุกพอดี มีส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ แคลเซี่ยมและอลูมิเนียมซิลิเกต ปูนซีเมนต์ที่กล่าวนี้จะหมายถึงปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (portland Cement) ซึ่งเป็นปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (Hydraulic Cement) ที่เมื่อผสมกับน้ำตามส่วนแล้วสามารถก่อตัวและแข็งตัวในน้ำได้ เนื่องจากปฏิกริยาระหว่างน้ำกับส่วนประกอบของปูนซีเมนต์ที่เรียกกันว่า "ไฮเดรชั่น" (Hydration) ตำรับของปูนซีเมนต์ที่เรียกกันว่า "ปอร์ตแลนด์" นี้ได้มาจากการตั้งชื่อของนายโจเซฟ แอสปดิน โดยที่ในปี ค.ศ.1824 เขาได้ทำการจดทะเบียนวิธีการผลิตปูนซีเมนต์อย่างหนึ่ง ซึ่งได้จากการเผาส่วนผสมระหว่างหินปูนและดินเหนียว และเมื่อนำมาบดจะได้ปูนซีเมนต์ที่มีสีเหลือง-เทา คล้ายกับหินในเกาะของเมืองปอร์ตแลนด์ ประเทศอังกฤษ เขาจึงตั้งชื่อว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้มาตอนแรกนี้ยังมีคุณภาพต่ำมาก ทั้งนี้เนื่องจากการเผาส่วนผสมดังกล่าวใช้ความร้อนต่ำ ซึ่งทำให้หินปูนกับดินเหนียวยังรวมตัวไม่ดี

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญที่สุดในการก่อสร้างทางวิศวกรรมปัจจุบัน โดยที่เมื่อผสมกับ หิน กรวด ทราย และน้ำด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมจะได้เป็นคอนกรีตซึ่งเมื่อแข็งและทนทานคล้ายหิน ตัวอย่างสิ่งก่อสร้าง ได้แก่ ฐานราก ตอม่อ เสื่อน กำแพงกันดิน พื้นและถนน เมื่อเสริมด้วยเหล็กเสริมจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับพื้น หลังคา สะพาน อาคาร อุโมงค์ และอื่นๆ หรือเมื่อผสมรวมกับทรายและปูนขาวจะเป็นปูนสำหรับการก่ออิฐก่อหิน เป็นต้น

ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

สมาคมทดสอบวัสดุอเมริกัน (ASTM) และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของประเทศไทย (ม.อ.ก.15) แบ่งปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ออกเป็นประเภทใหญ่ๆ 5 ประเภท คือ

ประเภทที่หนึ่ง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Ordinary Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีต หรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดๆที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษ ธรรมดา และสำหรับใช้ในการก่อสร้างทั่วไป ที่ไม่มีภาวะอากาศรุนแรง หรือในที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันตรายจากซัลเฟตเป็นพิเศษ หรือที่มีความร้อนที่เกิดจากการรวมตัวกับน้ำจะไม่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงขั้นอันตราย ได้แก่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราช้าง ตราพญานาคสีเขียวและตราเพชรเม็ดเดียว

ประเภทสอง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง (Modified Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีตหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดที่เกิดความร้อนและทนซัลเฟตได้ปานกลาง เช่น งานสร้างเขื่อนคอนกรีต กำแพงกันดินหนาๆหล่อท่อคอนกรีตขนาดใหญ่ ตอม่อสะพาน เป็นต้น ได้แก่ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเจ็ดเศียร

ประเภทสาม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แข็งเร็ว (High-early Strength Portland Cement) หรือที่เรียกว่าซุปเปอร์ซีเมนต์ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้ให้กำลังสูงในระยะแรก มีเนื้อเป็นผงละเอียดกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา ผลิตได้โดยการเปลี่ยนสัดส่วนและโดยการเติมสารอื่น โดยการบดให้ละเอียดยิ่งขึ้นหรือโดยการเผาให้ดีขึ้น มีประโยชน์สำหรับทำคอนกรีตที่ต้องการจะใช้เร็ว หรือรื้อแบบเร็ว เช่น เสาเข็มคอนกรีต ถนน พื้นและคานที่ต้องถอดแบบเร็ว เป็นต้น ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตราเอราวัณ ตราพญานาคสีแดง และตราสามเพชร

ประเภทสี่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ (Low-Heat Portland Cement) เป็นปูนที่ให้ความร้อนต่ำสุด ซึ่งปูนชนิดนี้ใช้มากในการก่อสร้างคอนกรีตหนา เช่น เขื่อน เนื่องจากให้อุณหภูมิของคอนกรีตต่ำกว่าปูนซีเมนต์ชนิดอื่นขณะแข็งตัว

ประเภทห้า ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทนซัลเฟตได้สูง (Sulfate-Resistant Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ชนิดที่ต้านทานซัลเฟตได้สูง สำหรับใช้กับโครงสร้างที่อยู่ในที่มีการกระทำของซัลเฟตรุนแรง เช่น น้ำหรือดินที่มีด่าง (Alkaline) สูง มีระยะเวลาการแข็งตัวช้ากว่าประเภทหนึ่ง ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราปลาฉลาม

ปูนซีเมนต์แต่ละประเภทดังกล่าวข้างต้นอาจมีทั้งชนิดกระจายกักฟองอากาศหรือไม่กระจายกักฟองอากาศ ปูนซีเมนต์ชนิดกระจายกักฟองอากาศจะมีสารสำหรับกระจายกักฟองอากาศผสมอยู่ด้วย ซึ่งทำให้ฟองอากาศขึ้นในเนื้อคอนกรีตมาก ทำให้ทนความเย็นได้ดี นอกจากนี้ยังทำให้ใช้น้ำผสมน้อยลง เพราะมีฟองอากาศอยู่ช่วยให้เทง่าย เป็นผลให้กำลังคอนกรีตดีตามไปด้วย สมาคมทดสอบวัสดุอเมริกาให้ข้อกำหนดสำหรับปูนซีเมนต์ชนิดกระจายกักฟองอากาศ 3 ประเภท คือ IA, IIA, และ IIIA ซึ่งตรงกับประเภทที่หนึ่ง สอง และสามตามลำดับ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033317

บทที่ 3 หิน ทราย ในคอนกรีต

ในที่นี้จะได้กล่าวถึงคุณสมบัติของหินและทรายที่จะใช้ทำคอนกรีต เพื่อให้ทราบถึงผลสะท้อนที่จะมีต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ทำขึ้น โดยเลือกเฉพาะข้อที่สำคัญๆ เท่านั้น สำหรับงานก่อสร้างใหญ่ๆหรือที่เป็นงานก่อสร้างชนิดพิเศษ จำเป็นต้องมีการศึกษาคุณสมบัติของหินและทรายที่จะนำมาใช้โดยละเอียด

ในเนื้อคอนกรีต จะเป็นหินและทรายประมาณ 3 ใน 4 ส่วนจึงกล่าวได้ว่าคุณสมบัติของคอนกรีตนั้นส่วนหนึ่งจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของหินและทรายด้วย

อันที่จริงแล้ว ส่วนที่เป็นหินและทรายนั้น อาจเป็นวัสดุอื่นก็ได้ มีมีคุณสมบัติเหมาะสมตามความต้องการใช้งาน แต่เนื่องด้วยหินและทรายเป็ยวัสดุที่หาได้ง่าย มีอยู่ทั่วไป หามาใช้ได้ในราคาไม่แพงนักและถูกกว่าวัสดุอื่นๆที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน จึงใช้หินและทรายกันโดยทั่วไป อย่างไรก็ดีคุณสมบัติของหินและทรายที่จะกล่าวถึงนี้ อาจนำไปใช้เพื่อประกอบการพิจารณาเลือกวัสดุอื่นที่จะนำมาใช้แทนได้ด้วย

คุณสมบัติของหินและทรายที่จะใช้ทำคอนกรีตอาจแบ่งออกได้กว้างๆเป็น 2 อย่าง คือ คุณสมบัติโดยธรรมชาติ และคุณสมบัติที่ถูกทำขึ้น

3.1 **คุณสมบัติโดยธรรมชาติ** เป็นคุณสมบัติประจำตัวซึ่งเปลี่ยนแปลงไม่ได้ ฉะนั้นหินและทรายที่จะนำมาใช้จึงต้องเลือกมาจากแหล่งที่ให้คุณสมบัติตรงกับข้อกำหนด หรือความต้องการ โดยทั่วไปหินและทรายที่ได้มาจากแหล่งที่เคยใช้ได้ผลดีอยู่แล้ว ไม่ใคร่มีปัญหาในด้านคุณสมบัติโดยธรรมชาติ นอกจากนี้ในกรณีที่เกิดข้อสงสัยหรือในเมื่อนำหินและทรายมาจากแหล่งใหม่ที่ไม่เคยใช้ จึงควรได้ตรวจสอบพิจารณาคุณสมบัติต่างๆซึ่งจะกล่าวให้ทราบโดยสังเขป

3.1.1 **ความแข็งแรง (strength)** คุณสมบัติข้อนี้มุ่งไปที่หินหรือวัสดุหยาบกล่าวคือ หินจะใช้ต้องมีความแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักกดได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้สำหรับคอนกรีต มิฉะนั้นแล้วคอนกรีตที่ทำขึ้นจะแตกในเมื่อได้รับแรงกดเพราะหินที่ผสมอยู่แตกเสียก่อนแม้ว่าส่วนที่เป็นซีเมนต์เพสต์จะดีสักเพียงใดก็ตาม เรื่องนี้ไม่ใคร่มีปัญหาเพราะหินที่ใช้ทำคอนกรีตโดยทั่วไป สามารถรับแรงกดได้สูงกว่าที่กำหนดไว้สำหรับคอนกรีต ได้นำผลการทดสอบหินที่ใช้ทำคอนกรีตทั่วๆไปซึ่งจัดทำโดย U.S.Bureau of Public Roads มา

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของหิน		จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ	กำลังรับแรงกดโดยเฉลี่ย กก/ซม.^{2}
แกรนิต	Granite	278	1,800
หินปูน	Limestone	241	1,600
	Sandstone	79	1,300
หินอ่อน	Marble	34	1,200
	Quartzite	26	2,600
	Gneiss	36	1,500
	Schist	31	1,700

ผลการทดสอบชี้ให้เห็นว่า หินที่ใช้อยู่โดยทั่วไป ถ้าเป็นหินที่มิได้ถูกทำลายโดยสภาพดินฟ้าอากาศ (weathering) ทำให้สูญเสียคุณสมบัติไปแล้วจะดีพอสำหรับผสมทำคอนกรีต

3.1.2 ความต้านทานต่อการกระแทกและเสียดสี (Impact and Abrasion Resistance) คุณสมบัติข้อนี้ในสมัยก่อนใช้เป็นตัวชี้คุณภาพหินที่จะนำมาทำคอนกรีต แต่ในปัจจุบันใช้เพียงเฉพาะงานที่ทนต่อการเสียดสีมากๆเท่านั้น เช่น พื้นคอนกรีตที่ต้องรับน้ำหนักรถบรรทุกขนาดใหญ่ เป็นต้น คุณสมบัติข้อนี้ได้จากการทดสอบและวิธีที่นิยมกันมากคือ Los-angles Abrasion Test ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบน้ำหนักของหินที่สูญหายไปในการทดสอบกับกำหนดตามความต้องการที่ระบุไว้

3.1.3 ความคงตัวต่อปฏิกิริยาเคมี (Chemical Stability) หินและทรายที่จะใช้ จะต้องเป็นชนิดที่ไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับปูนซีเมนต์ หินและทรายในบางท้องถิ่น มีสารเคมีผสมอยู่ในเนื้อซึ่งจะทำปฏิกิริยากับด่าง (alkaline) ในปูนซีเมนต์ เกิดเป็นวุ้นและขยายตัวก่อให้เกิดรอยร้าวโดยทั่วไปในคอนกรีต ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการใช้หินและทรายเหล่านั้น จะต้องใช้กับปูนซีเมนต์ที่มีเปอร์เซ็นต์ของด่างต่ำ (low-alkaline cement)

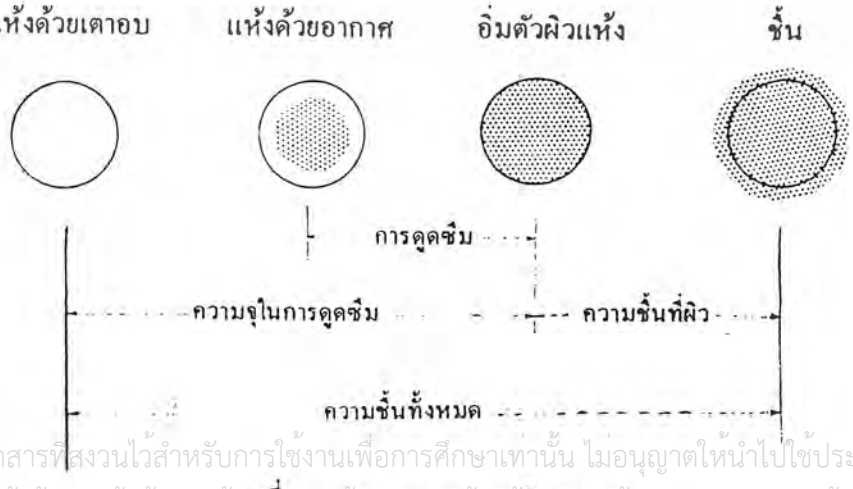
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือปริมาณของโซเดียมและโปรแตสเซียมออกไซด์ในปูนซีเมนต์ไม่เกิน 0.6 เปอร์เซ็นต์

3.1.4 ลักษณะรูปร่างและผิวของก้อนหินและทราย (Particle Shape and Surface Texture) คุณสมบัติข้อนี้เกี่ยวโยงกับปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต ก้อนหินและทรายที่เป็นแผ่นแบนหรือเป็นชิ้นยาวไม่เหมาะที่จะใช้ทำคอนกรีต เพราะจะต้องใส่น้ำในส่วนผสมมากกว่าก้อนกลมหรือรูปลูกบาศก์เพื่อให้ทำงานได้ง่าย (workability) เท่าๆกัน ทำให้เปลืองปูนซีเมนต์ ลดกำลังและแรงยึดเหนี่ยว (bond) ภายในก้อนคอนกรีต ทรายที่ได้จากการย่อยหินมักมีรูปร่างแบนหรือเป็นชิ้นยาวปนอยู่ไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของหินหรือทรายที่ใช้ หินและทรายที่เป็นก้อนกลมช่วยให้ทำงานง่ายและทำให้ประหยัดเพราะต้องการปูนซีเมนต์และน้ำในส่วนผสมน้อยกว่าก้อนที่ เป็นแง่ เป็นมุม แต่กลับให้ผลในการยึดเหนี่ยว (bond) ระหว่างก้อนกับซีเมนต์เพสต์ต่ำกว่า เช่นเดียวกับลักษณะผิวของก้อนหินและทรายซึ่งมีผลโดยตรงกับแรงยึดเหนี่ยว เมื่อมีผงหยาบหรือด้านหรือมีรูพรุนมาก (porosity) จะทำให้แรงยึดเหนี่ยวดี แต่กลับต้องการซีเมนต์เพสต์มากขึ้น อย่างไรก็ดียังไม่มีข้อกำหนดในเรื่องนี้ เท่าที่กล่าวมาเพียงเพื่อให้เห็นถึงคุณลักษณะต่างๆเท่านั้น

3.1.5 ความถ่วงจำเพาะ (Special Gravity) ของหินและทรายขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแร่ธาตุที่เป็นส่วนผสมของหินและทรายและความพรุนของก้อน คุณสมบัติข้อนี้ใช้ในการคำนวณหาส่วนผสมของหินและทรายในคอนกรีต โดยทั่วไปมีค่าระหว่าง 2.4 ถึง 2.9

3.1.6 อำนาจดูดซึมและความชื้นที่ผิว (Absorption and Surface Moisture) โครงสร้างภายในก้อนของและทราย ประกอบด้วยเนื้อของแข็งและช่องว่าง ช่องว่างเหล่านั้นจะดูดความชื้นในอากาศเข้าไปเก็บไว้ การผสมคอนกรีตจึงต้องคำนึงถึงคุณสมบัติข้อนี้เพื่อควบคุมปริมาณน้ำในส่วนผสมให้ได้ความชื้นเหมาะสมที่ อันจะทำให้คอนกรีตมีเนื้อสม่ำเสมอ



รูปที่ 3.1 สภาวะของของวัสดุผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าความชื้นของหินและทรายอยู่ในสภาพน้อยกว่า "แห้งและอิ่มตัว" จะสามารถดูดน้ำเข้าไปได้อีก โดยทั่วไปไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมื่อแห้งและอิ่มตัว แต่ถ้าอยู่ในสภาพ "เปียกหรือชื้น" จะไปเพิ่มปริมาณน้ำให้แก่ส่วนผสมคอนกรีต สำหรับหินอาจเพิ่มได้ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเมื่อแห้งและอิ่มตัว และทรายอาจเพิ่มได้ 10-12 เปอร์เซ็นต์ การผสมคอนกรีตโดยวิธีชั่งน้ำหนักของส่วนผสม จะต้องเพิ่มปริมาณส่วนผสมเท่ากับเปอร์เซ็นต์ความชื้นของส่วนผสมนั้น และลดปริมาณน้ำในส่วนผสมลงในปริมาณที่เท่ากันเพื่อควบคุมให้ส่วนผสมสม่ำเสมอ

ในการตวงส่วนผสมโดยปริมาตร ต้องคำนึงถึงปริมาตรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความชื้นด้วย เมื่อทรายเปียกและถูกเคลื่อนย้าย ความชื้นที่ผิวจะผลักเม็ดทรายให้แยกออกจากกัน ทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้นหรือที่เรียกกันว่า ทรายพองตัว (bulking) ปริมาณการพองตัวขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเม็ดทราย ทรายที่ละเอียดกว่าจะพองตัวมากกว่าเมื่อความชื้นเท่ากัน การตวงส่วนผสมโดยปริมาตรนี้ควรหลีกเลี่ยงถ้าทำได้ เพราะทรายอาจเพิ่มปริมาตรได้หลายสิบเปอร์เซ็นต์ เมื่อมีความชื้น เพื่อเป็นแนวทางได้แสดงค่าการทดสอบการพองตัวสูงสุดของทรายขนาดต่างๆเพื่อทราบ

การพองตัวสูงสุดโดยปริมาตร

ทรายหยาบ	18 เปอร์เซ็นต์
ทรายปานกลาง	29 "
ทรายละเอียด	38 "

มีบางท่านแนะนำให้เพิ่มปริมาตรทรายที่ผสมคอนกรีตขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ ในเมื่อทรายชื้น ซึ่งก็นับว่าเป็นตัวเลขที่พอใช้สำหรับงานคอนกรีตทั่วไปที่ไม่สำคัญนัก

3.1 **คุณสมบัติที่ถูกทำขึ้น** ต้องเอาใจใส่ให้มาก เพราะทำขึ้นได้ และจะช่วยให้คุณภาพของคอนกรีตดีตามขึ้นด้วย

3.2.1 **ความสะอาด** หมายรวมไปถึงสารที่ไม่ต้องการ (Deleterious Substances) ซึ่งปนอยู่ในหินและทราย ถ่านหิน เศษไม้ ก้อนดิน จะลดความทนทาน และถ้าไปอยู่ใกล้ผิวคอนกรีตอาจทำให้คอนกรีตแตก เกิดรอยเปื้อนหรือหลุดออกไปเป็นรูโพรง ปริมาณของสิ่งเจือปนเหล่านี้ต้องไม่มากไปกว่าที่กำหนดไว้ในตารางข้างล่างนี้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งสกปรกที่เจือปน	เปอร์เซ็นต์สูงสุดโดยน้ำหนัก	
	ในทราย	ในหิน
ก้อนดิน	1.00	0.25
ผงละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 200		
คอนกรีตที่รับแรงเสียดสี	3.00	
คอนกรีตทั่วไป	5.00	1.00
ถ่านหินหรือลิกไนท์		
ในงานที่อวดผิวหน้า	0.50	0.50
คอนกรีตทั่วไป	1.00	1.00
วัสดุอ่อน (เช่น รากไม้ เศษไม้)		5.00

ฝุ่นหรือผงละเอียดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ซึ่งห่อหุ้มก้อนหินและทรายอยู่นั้น แม้จะหุ้มอยู่บางๆก็จะทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างหิน ทรายและซีเมนต์เพสต์ลดลงไป และถ้ามีปริมาณสูงจะเป็นผลทำให้ต้องเพิ่มน้ำในส่วนผสม

สารอินทรีย์เป็นสิ่งซึ่งไม่ต้องการ เพราะจะทำให้คุณสมบัติของคอนกรีตเสียไปด้วย การตรวจปริมาณสารอินทรีย์ใช้วิธีแช่ทรายในน้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ขัน 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วเปรียบเทียบสีของน้ำยากับสีมาตรฐาน ทรายที่ใช้ได้จะต้องให้สีของน้ำยาอยู่ภายในขีดกำหนด

การขจัดสิ่งเจือปนทำได้หลายวิธี เช่น ล้างน้ำหรือแยกออกโดยใช้น้ำหรือลม หรือแยกด้วยน้ำยาที่มีความถ่วงจำเพาะสูงหรือแยกด้วยแม่เหล็ก เป็นต้น

3.2.2 การขนย้ายและกองเก็บ เนื่องด้วยความสม่ำเสมอของเนื้อคอนกรีตเป็นสิ่งที่ต้องการ ฉะนั้นหินและทรายจะต้องมีความสม่ำเสมอด้วย การขนย้ายหินและทรายตั้งแต่เริ่มผลิตจนถึงที่กองเก็บ ต้องควบคุมมิให้มีการแยกขนาด (segregation) และต้องมิให้ขนาดที่แตกต่างกันมาปะปนกัน รวมทั้งต้องป้องกันมิให้สิ่งสกปรกอื่นๆมาเจือปน การกองหิน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

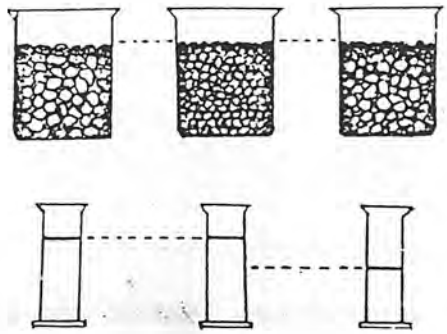
และทรายควรเพิ่มขึ้นเป็นชั้นๆให้มีความหนาเท่าๆกัน กองที่เป็นกรวยสูงๆ จะทำให้เกิดการแยกขนาด หินที่ปล่อยลงมาสายหรือกะพร้อสูงๆ ต้องป้องกันมิให้แตกออกเป็นชิ้นย่อยๆ ขณะที่หินตกลงมาต้องควบคุมมิให้ลมเป่าส่วนที่ละเอียดกว่าแยกออกไปทางหนึ่ง เมื่อจะนำหินและทรายจากกองไปใช้ ควรตักเอาไปเป็นชั้นๆ

3.2.3 **ก้อนใหญ่ที่สุดของหินที่ใช้** (Maximum Size Aggregate) ยิ่งก้อนโตเพียงใดจะยิ่งช่วยให้ใช้ปูนซีเมนต์น้อยลง ทำให้คอนกรีตมีราคาต่ำยิ่งขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องอยู่ในขีดกำหนดดังที่ได้กล่าวไว้ในตอนที่ 6 ด้วย ในที่นี้ขอนำค่าแนะนำโดย ACI มาแสดงเพื่อเป็นแนวทาง

ขนาดที่แคบหรือเล็กที่สุดของหิน	ก้อนใหญ่ที่สุดของหิน-นิ้ว			
	คานเสา กำแพง เสริมเหล็ก	กำแพงไม่เสริมเหล็ก	พื้นเสริมเหล็ก ขนาดหนัก	พื้นเสริมเหล็ก ขนาดเบาหรือไม่เสริม
$2^{1}/_{2}$-5	1/2-3/4	3/4	3/4-1	3/4-$1^{1}/_{2}$
6-11	3/4-$1^{1}/_{2}$	$1^{1}/_{2}$	$1^{1}/_{2}$	$1^{1}/_{2}$-3
12-29	$1^{1}/_{2}$-3	3	$1^{1}/_{2}$-3	3
30หรือมากกว่า	$1^{1}/_{2}$-3	6	$1^{1}/_{2}$-3	3-6

3.2.4 ความลดหลั่นของขนาด (Gradation) ของก้อนหินและทราย เป็นคุณสมบัติที่สำคัญอีกอันหนึ่ง เพราะช่วยให้คอนกรีตใช้ซีเมนต์น้อยลง มีเนื้อแน่นสม่ำเสมอ คุณภาพดีและทำงานง่าย ในที่นี้ได้นำภาพมาแสดงประกอบให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3

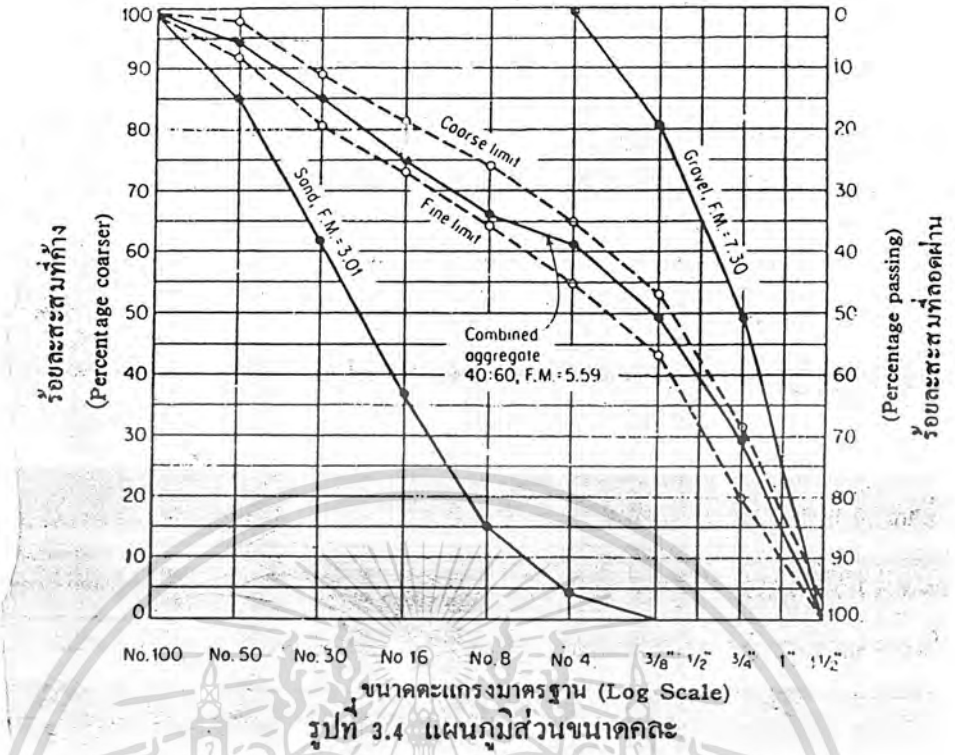
ภาพอักษร (ก) และ(ข) เป็นภาพภาชนะบรรจุหินขนาดเดียวคือ 1" และ 3/8" ตามลำดับ ภาพอักษร (ค) บรรจุหินขนาด 1" และ 3/8" ผสมกัน แก้วตวงข้างใต้ภาพแสดงปริมาณน้ำที่ต้องการเพื่อเติมให้เต็มช่องว่างในแต่ละอัน ทั้งนี้เพื่อแสดงให้เห็นว่าถ้าใช้หินแต่เพียงขนาดเดียวกันแล้ว ปริมาณของช่องว่างจะลดลง ฉะนั้นถ้าใช้หินและทรายหลายๆขนาดมาผสมกันโดยมีสัดส่วนที่พอเหมาะแล้ว จะยิ่งทำให้ช่องว่างเหลือน้อยที่สุด

ในการผสมคอนกรีต ถ้าทำให้มีช่องว่างเกิดขึ้นน้อยที่สุดแล้ว จะช่วยให้เปลืองซีเมนต์เพสต์น้อยที่สุดและจะเป็นผลให้คอนกรีตมีราคาถูกที่สุดด้วย

ขนาดของหินและทรายวัดโดยร่อนผ่านตะแกรงซึ่งมีตาเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส ขนาดของหินเริ่มจากตะแกรงเบอร์ 4, 3/8", 1/2", 3/4", 1" และ 1 1/2" ถ้าใช้หินขนาดใหญ่ขึ้นไปอีก ก็ต้องใช้ตะแกรงซึ่งมีตาใหญ่ขึ้นร่วมไปด้วย ขนาดของตาบนตะแกรงถัดไปจะเพิ่มขึ้นทีละสองเท่า คือเป็น 3" และ 6" สำหรับตะแกรงคัดขนาดทรายมีขนาดเรียงกันคือเบอร์ 4, 8, 16, 30, 50, และ 100 ตัวเลขแสดงเบอร์บอกจำนวนตาของตะแกรงต่อความยาว 1 นิ้ว เช่น ตะแกรงเบอร์ 30 หมายถึงต่อความยาว 1 นิ้ว จะมี 30 ช่อง ฉนั้น 1 ตารางนิ้ว จะมีจำนวนตาทั้งสิ้น 900 ตา เป็นต้น

ความลดหลั่นของขนาดหินและทราย ควรอยู่ในขอบเขตที่กำหนดไว้ดังแสดงไว้ในภาพข้างล่าง โดยคิดเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของหินและทรายที่ผ่านตะแกรงแต่ละขนาดและให้แสดงความลดหลั่นของหินและทรายที่ใช้ตกอยู่ภายในพื้นที่ๆกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แผนภูมิส่วนขนาดคละ

คุณสมบัติเกี่ยวกับการลดหลั่นของขนาดของหินและทราย ยังมีผลต่อการแยกตัวของคอนกรีตปริมาณน้ำที่ผสม ความสะดวกในการทำงาน ความยากง่ายในการตกแต่งผิวหน้าคอนกรีตรวมทั้งการหาสัดส่วนของหินและทรายในส่วนผสม

ในงานก่อสร้างใหญ่ๆ แม้ว่าความลดหลั่นของทรายที่หาได้ในท้องถิ่น จะหลุดออกไปนอกขอบเขตที่กำหนด ก็ควรได้ทำส่วนผสมทดลองขึ้นเปรียบเทียบ ถ้าราคาของส่วนผสมที่ใช้ทรายในท้องถิ่นยังถูกกว่าที่จะนำทรายจากแหล่งอื่นมาใช้แล้ว ควรได้พิจารณาใช้ทรายในท้องถิ่นนั้น ทั้งนี้โดยควบคุมมิให้ข้อเสียอันเนื่องมาจากคุณสมบัติที่ขาดหายไปของทรายในท้องถิ่นมาเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 น้ำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งในการทำคอนกรีต หากแบ่งออกตามสภาพการใช้งานจะได้แก่ (ก) น้ำสำหรับผสมคอนกรีตให้มีความข้นเหลวทำงานง่าย (ข) น้ำสำหรับบ่มคอนกรีตให้แข็งตัวและมีกำลังรับได้ตามต้องการและ (ค) น้ำสำหรับล้างวัสดุผสมให้สะอาดก่อนใช้ผสมคอนกรีต

4.1 น้ำสำหรับผสมคอนกรีต (mixing water)

น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต ต้องสะอาด มีความขุ่นไม่เกิน 2,000 ppm. (ส่วนในล้าน) ปราศจากกรด ด่าง น้ำมันและสารอินทรีย์อื่นๆในปริมาณที่จะเป็นอันตรายต่อคอนกรีตหรือเหล็กเสริม โดยปกติน้ำประปาและน้ำจืดตามธรรมชาติส่วนใหญ่ ซึ่งไม่มีส่วนผสมของน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนหรือจากโรงงานอุตสาหกรรมถือว่ามีคุณภาพดีพอสำหรับงานคอนกรีต ในกรณีที่สงสัย ให้ทำแท่งทดสอบโดยใช้น้ำที่สงสัยและเปรียบเทียบกำลังอัด (ที่อายุ 7 และ 28 วัน) ของก้อนลูกบาศก์มอร์ตาที่ทำจากน้ำที่มีคุณภาพดี หากแท่งทดสอบที่ใช้น้ำที่สงสัยผสมให้กำลังอย่างน้อย 90 เปอร์เซ็นต์ ก็ถือว่าน้ำนั้นมีคุณภาพดีพอ

หน้าที่ของน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต คือ

1. ทำหน้าที่เคลือบหินและทรายให้เปียกเพื่อปูนซีเมนต์จะเข้าเกาะโดยรอบและแข็งตัวยึดให้ติดกันได้

2. ทำหน้าที่หล่อเลี้ยงในวัสดุทั้ง 3 อย่างนี้ เกิดความเหลว สามารถเทและกระทุ้งหรือเขย่าเข้ากับแบบหล่อให้เป็นรูปต่างๆได้

3. ทำหน้าที่เข้าผสมกับปูนซีเมนต์ทำปฏิกิริยาทางเคมีแล้วเกิดความร้อน ที่เรียกว่า heat of hydration ทำให้ผงซีเมนต์ทำปฏิกิริยากลายเป็นวุ้น และเป็นซีเมนต์เพสเตียว ซึ่งเป็นตัวประสานผิวระหว่างเม็ดของวัสดุผสม เกาะยึดกันแน่นเมื่อแข็งตัว

สารที่เจือปนอยู่ในน้ำ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการก่อตัวและกำลังของคอนกรีตได้แก่ ฝุ่นหรือผง (silt) น้ำมัน กรด ด่าง เกลือต่างๆ สารอินทรีย์ต่างๆ น้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น สารต่างๆเหล่านี้ยอมให้เจือปนอยู่ในน้ำได้ไม่เกินกว่าปริมาณที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารที่เจือปน	ปริมาณที่ยอมให้สูงสุด (ส่วนต่อล้าน)
เกลือ	
โซเดียมคาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต	1,000
แคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนต	400
แมกนีเซียมซัลเฟตและคลอไรด์	40,000
โซเดียมคลอไรด์	20,000
โซเดียมซัลเฟต	10,000
กรด	
เกลือของแร่ธาตุ	40,000
ฝุ่นหรือผงหรืออนุภาคลอยตัว	2,000
น้ำทะเล	35,000
น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม	4,000
น้ำโสโครก	400
น้ำตาล	500
ตะไคร่น้ำ	1,000
โปแตสเซียมและโซเดียมไฮดรอกไซด์	0.5-1.0% (โดยน้ำหนักของซีเมนต์)
น้ำมัน	2.0% (โดยน้ำหนักของซีเมนต์)

คาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต ถ้ามีโซเดียมคาร์บอเนตผสมอยู่เป็นปริมาณมาก จะทำให้คอนกรีตแข็งตัวเร็วเกินไป หรือถ้ามีโซเดียมและโปแตสเซียมไบคาร์บอเนตเกินกว่า 0.01 % จะทำให้กำลังของคอนกรีตลดต่ำลง และระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตจะขึ้นอยู่กับจำนวนไบคาร์บอเนตยอมให้มีคาร์บอเนตและไบร์คาร์บอเนตผสมอยู่ไม่เกิน 1,000 ppm.

เกลือของแร่เหล็ก (Iron Salt) ถ้ามีน้อยกว่า 4% หรือ 40,000 ppm. จะไม่ทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงแต่อย่างใด

เกลือของแมกนีเซียม (Mg) ดีบุก (Sn) สังกะสี (Zn) ตะกั่ว (Pb) และทองแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Cu) มีผลกระทบต่อระยะเวลาการก่อตัวและกำลังของคอนกรีตจะลดลง ยอมให้มีได้ไม่เกิน 500 ppm.

โซเดียมคลอไรด์และซัลเฟต น้ำที่มีโซเดียมคลอไรด์ปนอยู่ไม่เกินกว่า 20,000 ppm. อาจใช้ผสมคอนกรีตได้ ส่วนน้ำที่มีโซเดียมซัลเฟตปนอยู่ 0.5% จะทำให้กำลังของคอนกรีตลดต่ำลง 4% แต่ถ้ามีปนอยู่ 1.0% จะทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงไปถึง 10% หากมีปนอยู่มากกว่า 1.0% (10,000 ppm.) จะทำให้คอนกรีตมีกำลังลดลงไปมาก และไม่ควรนำมาใช้ผสมคอนกรีต

น้ำทะเล น้ำทะเลที่มีความเข้มข้นของเกลือ ($NaCl_2$, $MgCl_2$, $MgSO_4$, $CaSO_4$, $CaCl_2$) ละลายอยู่ไม่เกิน 35,000 ppm. (3.5%) สามารถใช้ผสมทำคอนกรีตได้ แต่จะทำให้กำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตลดลง 10-20% แต่ถ้ามีปนอยู่ 5.0% จะทำให้กำลังของคอนกรีตลดลง 30% โดยคอนกรีตจะให้กำลังแข็งแรงเร็วในระยะแรก และจะลดลงเมื่ออายุได้ 28 วัน ถ้าสามารถหาน้ำจืดมาใช้ผสมคอนกรีตได้ ก็ไม่ควรใช้น้ำทะเล ไม่ควรใช้น้ำทะเลในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ทั้งนี้เพราะเหล็กเสริมจะเป็นสนิมและผุง่าย ในงานก่อสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในน้ำทะเลควรมีคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมหนาไม่น้อยกว่า 7 ซม. ในงานคอนกรีตอัดแรงไม่ควรใช้น้ำทะเลหรือน้ำที่มีสารคลอไรด์ผสมคอนกรีต เพราะเหล็กเสริมที่ใช้จะเป็นสนิมโดยง่ายถ้าถูกกับสารคลอไรด์

สำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการจะอวดผิวหน้า หรือจะทาสีหรือจะฉาบปูน หรือจะทำงานประดับอื่นๆอีก ไม่ควรใช้น้ำทะเลเป็นส่วนผสม เพราะอาจเกิดความชื้นและขี้เกลือขึ้นได้

กรดและด่าง น้ำที่มี HCl และ H_2SO_4 หรือกรดอื่นๆ เจือปนอยู่ไม่เกิน 10,000 ppm. สามารถนำมาใช้ผสมทำคอนกรีตได้ โดยไม่ทำให้กำลังคอนกรีตเสียไป น้ำที่มี NaOH รวมอยู่ 0.5%โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ก็จะไม่ทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงเช่นกัน

น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและน้ำโสโครก มีอันตรายต่อคอนกรีต น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีตะกอนประมาณ 40,000 ppm. อาจทำให้กำลังของคอนกรีตลดลง 10% ยอมให้มีน้ำโสโครกได้ไม่เกิน 400 ppm.

น้ำตาล ถ้ามีน้ำตาลละลายอยู่ปนประมาณ 0.03-0.15% โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ จะทำให้การก่อตัวช้าลง แต่ถ้ามีปนอยู่มากกว่า 0.20% จะทำให้การก่อตัวกลับเร็วขึ้น ยิ่งถ้ามีมากกว่า 0.25% การก่อตัวก็จะยิ่งเร็วขึ้นมาก และกำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่อายุ 28 วันก็จะลดลงด้วย

น้ำมัน ในบางครั้งอาจมีน้ำมันปนอยู่ในน้ำ ซึ่งจะทำให้คุณภาพของคอนกรีตเสียไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเป็นน้ำมันปิโตรเลียมบริสุทธิ์ โดยไม่มีน้ำมันพืช หรือน้ำมันสัตว์เจือปนอยู่ด้วย อาจจะไม่ทำให้กำลังของคอนกรีตผิดไป แต่อย่างไรก็ดี ถ้ามีน้ำมันปิโตรเลียมผสมอยู่ในน้ำมากกว่า 2 % โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ คอนกรีตจะมีกำลังลดลงมากกว่า 20 %

ตะไคร่น้ำ มีผลเสียอย่างมากต่อกำลัง และการยึดเหนี่ยวของคอนกรีต และทำให้เกิดช่องว่างและรูพรุนในคอนกรีต ยอมให้ได้ไม่เกิน 1,000 ppm.

ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตขึ้นอยู่กับส่วนผสมและคุณสมบัติของหิน ทรายและซีเมนต์ คอนกรีตจะแข็งแกร่ง ทนทาน มีรูโพรงหรือแน่นทึบก็ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใส่ลงไป ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตโดยมากจะบอกเป็นอัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์โดยน้ำหนัก ถ้าใส่น้ำมากเกินไปคุณภาพของคอนกรีตจะเลวลง เนื่องจากน้ำที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาเคมีกับซีเมนต์ระเหยออกไปเมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว ทำให้เกิดเป็นโพรงช่องว่างในเนื้อคอนกรีต จึงมีกำลังความแข็งแรงในด้านต่างๆน้อยลง

ตารางที่ 2 กำลังอัดของคอนกรีตต่ำสุดสำหรับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่างๆกัน

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์โดยน้ำหนัก	กำลังอัดของคอนกรีตรูปทรงกระบอก 0 15*30 ซม. เมื่ออายุ 28 วัน (กก/ซม^2)	
	คอนกรีตไม่กักฟองอากาศ	คอนกรีตกักฟองอากาศ
0.35	420	335
0.40	350	280
0.50	280	225
0.60	225	180
0.70	175	140
0.80	140	115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำที่ต้องการใช้จริงๆ เพื่อผสมกับปูนซีเมนต์ให้แข็งได้นั้นมีปริมาณน้อยกว่าที่ใช้ในการผสมคอนกรีตสำหรับใช้เทเข้าแบบมาก แต่ถ้าจะใช้น้ำเพียงแต่พอความต้องการของปูนซีเมนต์ดังกล่าว คอนกรีตจะแห้งมากเกินไป จะไม่สะดวกในการที่จะเทลงแบบและกระทุ้งให้เป็นรูปได้ ฉะนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องใช้น้ำมากเกินกว่าที่ปูนซีเมนต์ต้องการจริงๆ แต่ต้องไม่ลืมว่าถ้าใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นเท่าใด กำลังของคอนกรีตก็จะลดลงไปตามลำดับดังตารางที่ 2 ปริมาณที่ใช้เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างน้ำกับซีเมนต์อย่างเพียงพอและสมบูรณ์ ต้องไม่น้อยกว่า 30% ของน้ำหนักของซีเมนต์ ในงานคอนกรีตบางอย่าง เช่น งานคอนกรีตเสริมเหล็กถ้ามีเหล็กมาก จำเป็นต้องผสมคอนกรีตให้เหลวพอที่จะเทให้ลอดเข้าไประหว่างเหล็กได้ นั่นคือต้องใส่น้ำมากขึ้น และถ้าจะให้ได้กำลังคอนกรีตพอกับความต้องการ ต้องเพิ่มปูนซีเมนต์เข้าไป จำไว้เสมอว่าต้องทำให้ส่วนผสมเหลวพอกับความต้องการเท่านั้น อย่าทำให้เหลวมากเกินไปเพราะจะทำให้กำลังคอนกรีตลดลง หรือถ้าจะให้คงที่ก็ต้องเพิ่มปูนซึ่งเป็นการเปลืองโดยใช่เหตุ

4.2 น้ำสำหรับบ่มคอนกรีต (water for curing concrete)

น้ำที่มีสารเจือปน เช่น ฝุ่น น้ำมัน หรือเกลือ ผสมอยู่พอสมควรอาจใช้บ่มคอนกรีตได้ โดยไม่ทำให้เกิดรอยเปื้อนหรือสีบนผิวคอนกรีต น้ำที่มีกรดหรือสารอินทรีย์เจือปนจะต้องได้รับการตรวจสอบก่อนนำไปใช้ จะต้องระวังสารอินทรีย์พวกกรดแทนนิค (tannic acid) เกลือของแร่เหล็ก เพราะอาจก่อให้เกิดรอยเปื้อนเปรอะบนผิวคอนกรีต

4.3 น้ำสำหรับวัสดุผสม (washing water)

การใช้น้ำที่มีสารเจือปน เช่น พวก ฝุ่น เกลือ และสารอินทรีย์ต่างๆ ล้างวัสดุผสมให้สะอาดก่อนที่จะนำมาใช้ผสมทำคอนกรีตนั้น สารเจือปนเหล่านี้จะไปเคลือบอยู่บนผิวของวัสดุผสม และอาจเป็นสาเหตุให้เนื้อคอนกรีตผุกร่อน คอนกรีตแข็งตัวช้า หรือกำลังลดลง ฉะนั้นจึงควรเปลี่ยนน้ำที่ใช้ล้างวัสดุผสมบ่อยๆ เพราะเท่าที่พบเห็น การล้างจะใช้บุ้งกี๋ซึ่งใส่หิน กรวด ทราย และจุ้มลงไปในถัง จนน้ำในถังนั้นดำเป็นโคลนก็ไม่ค่อยเปลี่ยนน้ำกัน ดังนั้น แทนที่จะทำให้วัสดุนั้นสะอาด ก็กลับสกปรกขึ้นไปอีก ปริมาณของสารเจือปนที่ยอมให้มีอยู่ในน้ำสำหรับล้างวัสดุผสมนั้นไม่แน่นอน ควรใช้วิธีทดลองและเปรียบเทียบโดยใช้น้ำที่สารเหล่านี้เจือปน และน้ำสะอาดล้างวัสดุผสมที่จะใช้ผสมคอนกรีตแล้วเปรียบเทียบหาผลเสียหายว่าเป็นอย่างไร

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 การหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต

เป็นการหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างปริมาณของส่วนผสมแต่ละอย่างของคอนกรีตสำหรับงานหนึ่ง ๆ เพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีความข้นเหลวพอเหมาะและสะดวกในการทำงาน และเมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว มีกำลังและความทนทานตามต้องการในราคาที่ประหยัดที่สุด

การหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต อาจทำได้โดยใช้วิธีทดลองผสม หรือใช้วิธีของ ACI ซึ่งเป็นที่นิยมมาก แต่ในการผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่คำนวณได้นั้น จะให้ได้ผลตามต้องการย่อมเป็นไปไม่ได้ ทั้งนี้เพราะวัสดุที่ใช้อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม และคุณสมบัติอาจไม่ตรงตามที่คำนวณ การหาสัดส่วนผสมที่ดีที่สุดนอกจากการคำนวณแล้วต้องทำการผสมจริงดูด้วย เพื่อตรวจสอบและคอยปรับสัดส่วน จนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

นอกจากนี้ การทดลองในห้องปฏิบัติการ ก็อาจให้ผลไม่ตรงกับการนำไปผสมใช้งานต่าง ๆ เหตุผลเนื่องจากเครื่องผสมในห้องปฏิบัติการโดยทั่วไป มีขนาดและลักษณะแตกต่างจากที่ทำเพื่อใช้งานจริง ๆ อนึ่ง ในการปฏิบัติงานจริง ๆ ยังมีขนาดและลักษณะลำเลียง การเท และสภาวะอากาศ สิ่งเหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของคอนกรีต รวมไปถึงข้อมูลจากการทดลองด้วย และก่อนที่จะทำการหาปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีตตามวิธีของ ACI นั้น จะต้องหาคุณสมบัติต่าง ๆ ของ ซีเมนต์ หิน ทราย และน้ำ เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณสัดส่วนต่าง ๆ ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ หาได้จากการทดสอบคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM และข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ กับกำลังอัดประลัยของคอนกรีต เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ Type I (ตราเพชร)

ความถ่วงจำเพาะ	3.125

คุณสมบัติของมวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียด

	ทราย	หิน
ความถ่วงจำเพาะ	2.065	2.618
ค่าความละเอียด	2.650	5.080
หน่วยน้ำหนัก , กก./ม.^{3}	1614.11	1569.015
ค่าการดูดซึม , %	2.2857	0.20165
ความชื้น , %	1.9460	0.0621

คุณสมบัติของน้ำ

อุณหภูมิต่าง ๆ 5 , 10 , 15 , 20 , 25 , 30 , 35 , 40 45 , 50 , 60 , 70 , 80 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับค่าความยุบตัวและวัสดุผสมขนาดต่าง ๆ

ค่าความยุบตัว (ซม.)	ปริมาณน้ำเป็นลิตรต่อคอนกรีต 1 ม^3 สำหรับวัสดุผสมขนาดต่าง ๆ							
	$^3/_8$"	$^1/_2$"	$^3/_4$"	1"	$1^1/_2$"	2"	3"	6"
3 - 5	205	200	185	180	160	155	145	125
8 - 10	225	215	200	195	175	170	160	140
15 - 18	240	230	210	205	185	180	170	-
ปริมาณฟองอากาศ (%) โดยปริมาตร	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์กับกำลังอัดประลัยของคอนกรีต

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของคอนกรีต

ขนาดโตสุดของหิน	ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบในสภาพแห้งและอัดแน่นต่อหน่วยปริมาตรของคอนกรีต สำหรับค่าความละเอียดของทรายต่าง ๆ			
	2.40	2.60	2.80	3.00
$3/_8$" (10 มม.)	0.50	0.48	0.46	0.44
$1/_2$" (12.5 มม.)	0.59	0.57	0.55	0.53
$3/_4$" (20 มม.)	0.66	0.64	0.62	0.60
1" (25 มม.)	0.71	0.69	0.67	0.65
$1\,1/_2$" (40 มม.)	0.76	0.74	0.72	0.70
2" (50 มม.)	0.78	0.76	0.74	0.72
3" (75 มม.)	0.81	0.79	0.77	0.75
6" (150 มม.)	0.87	0.85	0.83	0.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการคำนวณหา Mixed Design

สำหรับคอนกรีตรับกำลังอัดเฉลี่ย 300 กก./ซม.^{2}

1. กำหนดค่ายุบตัว 8 - 10 ซม.

2. ขนาดโตสุดของวัสดุผสมหยาบ 25 มม. จะได้ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ 195 ลิตร ต่อปริมาตร 1 ลบ.ม. ของคอนกรีต

3. สำหรับคอนกรีตที่ต้องการกำลังอัดเฉลี่ย 300 กก./ซม.^{2} จะได้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์โดยน้ำหนักที่ต้องใช้ = 0.55

4. ปริมาณซีเมนต์ที่ต้องการ = $^{195}/_{0.55}$ = 354.54 กก./ลบ.ม. ของคอนกรีต

5. หาปริมาณวัสดุผสมหยาบ จากตาราง เมื่อค่าโมดูลัสความละเอียดของวัสดุผสมละเอียดเท่ากับ 2.650 และขนาดโตสุดของวัสดุผสมหยาบเป็น 25 มม. จะได้ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบในสภาพแห้งและอัดแน่น = 0.68 ลบ.ม./ลบ.ม. ของคอนกรีต
แต่หน่วยน้ำหนักของหิน = 1569.015 กก./ลบ.ม.
ดังนั้นน้ำหนักของวัสดุผสมหยาบที่ใช้ = 0.68 * 1569.015 = 1066.93 กก./ลบ.ม. ของคอนกรีต

6. หาปริมาณวัสดุผสมละเอียด
ปริมาตรเนื้อแท้ของส่วนผสม:

ปริมาตรของน้ำ	= 195/1000	= 0.195 ม.^{3}
ปริมาตรของซีเมนต์	= 354.54/3.125*1000	= 0.113 ม.^{3}
ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบ	= 1066.93/2.618*1000	= 0.4075 ม.^{3}
ปริมาตรฟองอากาศ	= 0.015*1.0	= 0.015 ม.^{3}
ดังนั้น ปริมาตรของส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นทราย		= 0.7305 ม.^{3}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาตรทรายที่ต้องใช้ = 1 - 0.7305 = 0.2695 ม.^{3}

น้ำหนักของทรายแห้ง = 0.2695*2.065*1000 = 556.52 กก.

7. ปรับส่วนผสมเนื่องจากความชื้น

นน.วัสดุผสมหยาบ (เปียก) = 1066.93 (1.000621) = 1067.59 กก.

นน.วัสดุผสมละเอียด (เปียก) = 556.52 (1.01946) = 567.35 กก.

น้ำที่ผิวของวัสดุผสมหยาบ = 1.946 - 2.2857 = -0.3397 %

น้ำที่ผิวของวัสดุผสมละเอียด = 0.0621 - 0.20165 = -0.13955 %

ปริมาณน้ำที่ต้องใช้จริง = 195 + 1066.93(0.3397)/100 + 556.52 (0.13955)/100

= 199.40 กก.

ดังนั้นในคอนกรีต 1 ลบ.ม. จะมีส่วนผสมดังนี้ (รับกำลังอัด 300 กก./ซม.^{2})

ซีเมนต์	354.54	กก.
น้ำ	199.54	กก.
วัสดุผสมหยาบ	1067.59	กก.
วัสดุผสมละเอียด	567.35	กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับคอนกรีตรับกำลังอัดเฉลี่ย 200 กก./ซม.^{2}

1. กำหนดค่ายุบตัว 8 - 10 ซม.

2. ขนาดโตสุดของวัสดุผสมหยาบ 25 มม. จะได้ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ 195 ลิตร ต่อปริมาตร 1 ลบ.ม. ของคอนกรีต

3. สำหรับคอนกรีตที่ต้องการกำลังอัดเฉลี่ย 200 กก./ซม.^{2} จะได้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์โดยน้ำหนักที่ต้องใช้ = 0.70

4. ปริมาณซีเมนต์ที่ต้องการ = $^{195}/_{0.70}$ = 278.57 กก./ลบ.ม. ของคอนกรีต

5. หาปริมาณวัสดุผสมหยาบ จากตาราง เมื่อค่าโมดูลัสความละเอียดของวัสดุผสมละเอียดเท่ากับ 2.650 และขนาดโตสุดของวัสดุผสมหยาบเป็น 25 มม. จะได้ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบในสภาพแห้งและอัดแน่น = 0.68 ลบ.ม./ลบ.ม. ของคอนกรีต
แต่หน่วยน้ำหนักของหิน = 1569.015 กก./ลบ.ม.
ดังนั้นน้ำหนักของวัสดุผสมหยาบที่ใช้ = 0.68 * 1569.015 = 1066.93 กก./ลบ.ม. ของคอนกรีต

6. หาปริมาณวัสดุผสมละเอียด
ปริมาตรเนื้อแท้ของส่วนผสม:

ปริมาตรของน้ำ	= 195/1000	= 0.195 ม.^{3}
ปริมาตรของซีเมนต์	= 278.57/3.125*1000	= 0.089 ม.^{3}
ปริมาตรของวัสดุผสมหยาบ	= 1066.93/2.618*1000	= 0.4075 ม.^{3}
ปริมาตรฟองอากาศ	= 0.015*1.0	= 0.015 ม.^{3}
ดังนั้น ปริมาตรของส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นทราย		= 0.7065 ม.^{3}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาตรทรายที่ต้องใช้ = 1 - 0.7065 = 0.2935 ม.^{3}

น้ำหนักของทรายแห้ง = 0.2935*2.065*1000 = 606.08 กก.

7. ปรับส่วนผสมเนื่องจากความชื้น

นน.วัสดุผสมหยาบ (เปียก) = 1066.93 (1.000621) = 1067.59 กก.

นน.วัสดุผสมละเอียด (เปียก) = 606.08 (1.01946) = 617.87 กก.

น้ำที่ผิวของวัสดุผสมหยาบ = 1.946 - 2.2857 = -0.3397 %

น้ำที่ผิวของวัสดุผสมละเอียด = 0.0621 - 0.20165 = -0.13955 %

ปริมาณน้ำที่ต้องใช้จริง = 195 + 1066.93(0.3397)/100 + 606.08 (0.13955)/100

= 199.47 กก.

ดังนั้นในคอนกรีต 1 ลบ.ม. จะมีส่วนผสมดังนี้ (รับกำลังอัด 200 กก./ซม.^{2})

ซีเมนต์	278.57	กก.
น้ำ	199.47	กก.
วัสดุผสมหยาบ	1067.59	กก.
วัสดุผสมละเอียด	617.87	กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบหาค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์

วัตถุประสงค์

เนื่องจากความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์ คืออัตราส่วนของน้ำหนักต่อปริมาตรเนื้อแท้ของตัวมันเอง ซีเมนต์แต่ละชนิดจะมีความถ่วงจำเพาะเฉพาะตัวคงที่เสมอไป เมื่อใดที่ซีเมนต์เสื่อมคุณภาพลงความถ่วงจำเพาะจะต่ำกว่าปรกติ และเราจะรู้ว่าซีเมนต์นี้ใช้ได้หรือไม่จากการลดน้อยลงของความถ่วงจำเพาะนี้เอง

วัสดุและการจัดเตรียมตัวอย่าง

1. ซีเมนต์ ซีเมนต์ที่นำมาใช้ทดสอบเปรียบเทียบแต่ละชนิดควรเป็นซีเมนต์ใหม่ยังไม่เสื่อมคุณภาพหรือจับเป็นก้อนแข็ง หากเป็นซีเมนต์ใหม่ ให้ตักออกจากถุงหรือภาชนะเก็บได้เลยตามจำนวนที่ต้องการ (ประมาณครั้งละ 100 กรัม) หากเป็นซีเมนต์เก่า ให้เลือกตักจากส่วนตอนกลางหรือภาชนะเก็บในปริมาณ 5 กก. แล้วนำมาทำ quartering คือการเก็บตัวอย่างแบบแบ่งเห็นสี่ส่วนแล้วเลือกเอาเฉพาะสองส่วนตรงข้ามมาใช้ หรือมาแบ่งสี่ส่วนที่เหลือซ้ำอีก เพื่อให้เหลือปริมาณที่ต้องการ

2. น้ำมันก๊าด หรือน้ำมันเบนซิน ประมาณ 500 มล.

อุปกรณ์การทดลอง

1. ขวดแก้วสำหรับหาความถ่วงจำเพาะของเลอชาทาเลีย (La Chatalia) เป็นขวดแก้วใส มีขนาดบรรจุประมาณ 290 มล. ก้นขวดเป็นกระเปาะกลมใหญ่และขยายเป็นปล่องกลมเหนือก้นขวด
2. ตาชั่ง (ความละเอียดอย่างต่ำ 0.2 กรัม)
3. ถ้วยตวง
4. ลวดแยง
5. ผ้าแห้งและแผ่นยาง
6. เทอร์โมมิเตอร์

ขั้นตอนการทดลอง

1. เช็ดขวดแก้วให้สะอาด แล้วเติมน้ำมันก๊าดหรือเบนซินลงในขวดแก้ว ให้ปริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาณอยู่ในระหว่าง 250 มล. และ 251 มล.

2. ใช้ผ้าถูน้ำมันที่ค้างอยู่ภายในช่องหลอดตีบให้หมด เสร็จแล้วนำขวดแก้วลงแช่ในน้ำที่ทราบอุณหภูมิอย่างน้อย 30 นาที จึงยกขึ้นมาอ่านระดับของน้ำมันครั้งแรก โดยให้ค่าที่อ่านได้เป็น n_1 เนื่องจากระดับของน้ำมันก๊าดไม่เรียบตรงเหมือนน้ำธรรมดา ระดับผิวของน้ำมันก๊าดนั้นจะเว้าเป็นรูปโค้งหงาย ดังนั้นการอ่านค่าระดับให้วัดที่จุดต่ำสุดของส่วนโค้ง

3. ค่อยๆเติมซีเมนต์ที่จัดเตรียมไว้ทีละน้อยลงในขวดแก้ว มีข้อควรระวังคืออย่าให้ซีเมนต์หก และอย่าให้มีสารอื่นเจือปน ถึงตอนนี้ระดับของน้ำมันก๊าดหรือเบนซินจะสูงขึ้นมาถึงคอขวดส่วนบน เมื่อเรียบร้อยแล้วให้กลิ้งขวดแก้วไปมาเพื่อไล่ฟองอากาศ การกลิ้งควรใช้ผ้าหรือแผ่นยางนุ่มๆรองรับและข้อสำคัญคือควรปิดจุกขวดแก้วเสียก่อน เพื่อป้องกันการกระฉอกของน้ำมัน

หมายเหตุ ก่อนถึงขั้นตอนนี้หากเกรงว่าซีเมนต์จะขาดไปจากที่เตรียมไว้ ให้นำขวดแก้วที่เติมน้ำมันก๊าดแล้วไปชั่งบันทึกน้ำหนักไว้ก่อน และเมื่อเติมซีเมนต์แล้วก็นำไปชั่งอีกครั้ง จะได้น้ำหนักที่แท้จริงของซีเมนต์ในขวดแก้ว

4. จากนั้นนำไปแช่ในน้ำที่ทราบอุณหภูมินานประมาณ 30 นาที ก่อนยกขวดแก้วขึ้นให้ตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำเสียก่อน ว่าแตกต่างจากการวัดครั้งแรกเกิน 0.2 C หรือไม่ หากเกินจะต้องรอจนกว่าอุณหภูมิของน้ำลดหรือเพิ่มให้อยู่ภายในขอบเขตที่กล่าวแล้ว จึงจะยกขวดแก้วขึ้นมาได้ และอ่านระดับของน้ำมันก๊าดอีกครั้งหนึ่ง โดยให้เป็นระดับ n_2

5. ค่าความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์ จะได้จากค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ครั้ง ค่าที่ได้จะต้องไม่ต่างกันเกิน 0.01 โดยการแทนค่าเพื่อหาความถ่วงจำเพาะจากสมการข้างล่างนี้

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ (Sq gr)} = \frac{\text{น้ำหนักซีเมนต์ที่แท้จริงในขวดแก้ว}}{\text{ปริมาณน้ำมันก๊าดส่วนที่เพิ่ม } (n_2 - n_1)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบหาส่วนขนาดคละของมวลรวมละเอียดและของมวลรวมหยาบ

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบาส่วนขนาดของมวลรวมคละโดยใช้ตะแกรงขนาดมาตรฐาน สำหรับหาค่าพิกัดความละเอียด (Finenes modulus) ซึ่งเป็นดัชนีที่เป็นปฏิภาคโดยประมาณกับขนาดเฉลี่ยของอนุภาคในมวลรวมที่กำหนดให้ นั่นคือมวลรวมยิ่งหยาบ ค่าพิกัดความละเอียดก็ยิ่งสูงขึ้น

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. มวลรวมละเอียด คือ ทราย ประมาณ 500 กรัม
2. มวลรวมหยาบ คือ หินหรือกรวด ประมาณ 5 กก.
3. ตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4, 8, 16, 30, 50 และ 100 สำหรับทราย
4. ตะแกรงมาตรฐานขนาด 3 1/2" ,3" ,2 1/2" ,1" ,3/4" ,1/2" , 3/8" และ 3/16" สำหรับหินหรือกรวด
5. เครื่องเขย่าตะแกรง
6. ตาชั่งขนาดใหญ่

ขั้นตอนการทดลอง

ก) การหาส่วนขนาดคละของทราย

1. เตรียมทรายสำหรับทดสอบ ด้วยการตรวจดูว่าชื้นหรือไม่ ปรกติควรเป็นทรายที่แห้งหากชื้นเกินไปควรอบเสียก่อน

2. เตรียมชุดของตะแกรงด้วยการทำความสะอาด ไม่ให้มีเศษฝุ่นผงค้างอยู่ภายในช่องชั่งน้ำหนักตะแกรงทุกขนาด และบันทึกไว้ พร้อมกับจัดเรียงซ้อนตามลำดับ พร้อมถาดรองอยู่ล่างสุด

3. ค่อยๆเททรายที่เตรียมพร้อมไว้แล้ว ลงในชุดตะแกรง ปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปเข้าเครื่องเขย่า จับเวลาประมาณ 10 นาที

4. ถึงขณะนี้ทรายที่มีเม็ดขนาดต่างๆ จะถูกแยกแยะไปอยู่ในตะแกรงขนาดต่างๆ เช่นกันให้นำตะแกรงที่มีทรายค้างอยู่นั้นไปชั่ง และจดบันทึกไว้อีกครั้งหนึ่ง แล้วคำนวนหาค่าพิกัดความละเอียดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) การหาส่วนขนาดคละของหิน

1. เตรียมหินสำหรับทดลอง หากเป็นหินขนาดเล็กคือมีขนาดโตสุดไม่เกิน 1/2" ให้ใช้ประมาณ 5 กก. แต่หากเป็นหินใหญ่ ควรใช้ประมาณ 20 กก.

2. ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองของทราย ตั้งแต่ข้อ 2-4

หมายเหตุ

1. ค่าพิกัดความละเอียดของมวลรวมจะหาได้จากผลรวมของอัตราที่ค้างอยู่บนตะแกรงทั้งหมด หารด้วย 100

2. ทรายสำหรับใช้ในงานคอนกรีตควรมีค่าพิกัดความละเอียดระหว่าง 2-3.5

3. หินหรือกรวดที่ใช้ในงานคอนกรีตควรมีค่าความละเอียดระหว่าง 5.5-8

4. นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบการเรียงตัวของมวลรวมว่าเหมาะสมหรือไม่จากการพล็อตกราฟของ grading curve และเทียบกับเส้นกราฟมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมของมวลรวมละเอียด

วัตถุประสงค์

เพื่อหาความถ่วงจำเพาะและอัตราดูดซึมของมวลรวมละเอียดเช่น ทราย ภายใต้สภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง นอกจากนี้หินหรือกรวดที่มีขนาดเล็กไม่เกิน 3/4" ก็สามารถใช้วิธีนี้ทดสอบได้เช่นกัน

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ทราย ประมาณ 1200-1500 กรัม ที่อยู่ในสภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง
2. พิคโนมิเตอร์ (Pycnometer) ซึ่งประกอบด้วยขวดโหลแห้งขนาดบรรจุ 1 ควอ๊ตที่มีฝาแก้วปิดในแนวราบสนิทแน่นกับปากขวด
3. ตาชั่ง
4. เทอร์โมมิเตอร์
5. เตาอบ
6. โถแก้วกันความชื้น

ขั้นตอนการทดลอง

1. แบ่งทรายที่เตรียมไว้เป็นสองส่วนเท่าๆกัน ชั่งน้ำหนักและบันทึกค่าแทนด้วย B
2. นำทรายส่วนหนึ่งเข้าเตาอบให้แห้งสนิท ประมาณ 1 ชม. แล้วจึงนำมาใส่ในโถกันความชื้น เพื่อทิ้งให้วัสดุตัวอย่างเย็นลงตามปรกติ จึงนำไปชั่งน้ำหนักใหม่และบันทึกค่าแทนด้วย A
3. เทน้ำที่ทราบอุณหภูมิลงในขวดพิคโนมิเตอร์ให้สูงประมาณ 3/4 ของขวด นำทรายส่วน B เติมลงไป เขย่าหรือคนให้ทั่วเพื่อไล่ฟองอากาศออกให้หมด จากนั้นจึงเติมน้ำลงไปให้เต็มพอดีปากขวดพร้อมกับทำให้ไม่มีอากาศเหลืออยู่เลยเช่นเดียวกัน แล้วจึงปิดฝาแก้วนำไปชั่งและบันทึกค่าแทนด้วย W
4. จากนั้นจึงนำค่าต่างๆมาคำนวนหาตามวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ (เมื่อวัสดุแห้งสนิท)} = \frac{A}{W_c + B - W}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถ่วงจำเพาะ (ภายใต้สภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง) $= \frac{B}{W_c + B - W}$

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

โดยที่

A = น้ำหนักมวลรวมที่ชั่งหลังจากผ่านการอบแห้งสนิท

B = น้ำหนักมวลรวมภายใต้สภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง

W_c = น้ำหนักขวดพิคโนมิเตอร์ที่บรรจุน้ำชนิดเดียวกับที่ใช้ทดสอบเติมปากขวด

W = น้ำหนักขวดพิคโนมิเตอร์ที่บรรจุน้ำและมวลรวม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมของมวลรวมหยาบ

วัตถุประสงค์

เพื่อหาความถ่วงจำเพาะและอัตราการดูดซึมของมวลรวมหยาบ เพื่อประโยชน์ในการออกแบบอัตราส่วนผสมของคอนกรีต

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. มวลรวมหยาบประมาณ 5 กก. ได้มาจากการแบ่งสี่ และตัดเอามวลรวมหยาบที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 ออก
2. ตะกร้าลวด ที่สามารถใส่มวลรวมได้ 5 กก.
3. เตาอบ
4. ตาชั่งขนาดใหญ่
5. ตะแกรงเบอร์ 4
6. โถแก้วกันความชื้น

ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมวัสดุที่จะนำมาทำการทดลองด้วยการล้างให้ทั่วถึง เพื่อให้ฝุ่นผงหรือเศษวัสดุอื่นๆที่ติดอยู่กับผิวหลุดออกจนหมด แล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1-3 ชม.
2. จากนั้นให้แช่วัสดุในน้ำสะอาดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 ชม.
3. นำวัสดุขึ้นขึ้นจากน้ำเมื่อครบเวลา เทลงบนผ้าผืนใหญ่ๆที่สามารถดูดซับน้ำได้ กลิ้งวัสดุไปมาเพื่อให้ผ้าซับน้ำจนสังเกตด้วยตาเปล่าไม่เห็นน้ำอยู่ที่ผิวของวัสดุ แม้ว่าที่จริงแล้วผิวจะยังชื้นอยู่ก็ตามหรือถ้าวัสดุเป็นก้อนใหญ่มาก อาจจับมาเช็ดเป็นก้อนๆไปก็ได้ แต่ต้องระวังไม่ให้เกิดการระเหยหายไปของน้ำขณะอยู่ในขั้นตอนนี้
4. วัสดุที่จบขั้นตอนที่ 3 นี้จะเรียกว่า อยู่ในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (saturated surface dry) ให้นำตัวอย่างวัสดุนี้ชั่งน้ำหนัก เพื่อบันทึกไว้ แล้วรีบใส่ตะกร้าลวด และทำการชั่งวัสดุนี้ในน้ำทันที และบันทึกค่าไว้เช่นกัน
5. หลังจากนั้นนำวัสดุเข้าเตาอบด้วยอุณหภูมิระหว่าง 100-110 องศา ประมาณ 1 ชม. แล้วจึงนำมาใส่ในโถแก้วกันความชื้น เพื่อทิ้งให้วัสดุตัวอย่างเย็นลงตามปรกติอีกประมาณ 1-3 ชม. จึงชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จากนั้นให้นำค่าต่างๆมาทำการคำนวนหาตามวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

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

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

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

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

โดยที่ A = น้ำหนักมวลรวมที่ชั่งในอากาศ หลังจากผ่านการอบแห้งสนิทแล้ว

B = น้ำหนักมวลรวมที่ชั่งในอากาศ ภายใต้สภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง

C = น้ำหนักมวลรวมที่ชั่งในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบหาหน่วยน้ำหนักของมวลรวม

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบหาน้ำหนักของมวลรวมต่อหน่วยปริมาตร ไม่ว่าจะเป็นหิน ทราย หรือมวลรวมผสมก็ตาม ทั้งนี้เพื่อนำไปเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

1. มวลรวม อาทิ ทราย หิน หรือกรวด
2. ตาชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.3 % ของน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบ
3. เหล็กกระทุ้ง เป็นแท่งเหล็กกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. ยาวประมาณ 60 ซม. มีปลายด้านกระทุ้งมนเป็นลักษณะครึ่งวงกลม
4. ภาชนะสำหรับวัดหน่วยน้ำหนัก อาจเป็นภาชนะโลหะรูปทรงกระบอก ควรมีมือจับทั้งสองข้าง ขนาดของภาชนะต้องเป็นไปตามตารางข้างล่างนี้

ปริมาตร ลิตร	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน มม.	ความสูงภายใน มม.	ความหนาน้อยสุด ก้นภาชนะ	ผนังข้าง	ขนาดโตสุด ของมวลรวม มม.
3	155+2	160+2	5.0	2.5	12.5
10	205+2	305+2	5.0	2.5	25.0
15	255+2	295+2	5.0	3.0	37.5
30	355+2	305+2	5.0	3.0	100.0

ขั้นตอนการทดลอง

ก) การหาหน่วยน้ำหนักของน้ำ

1. เติมน้ำใส่ภาชนะให้เต็ม และทำให้ไม่มีฟองอากาศอยู่เลย พร้อมปิดฝาด้วยแผ่นกระจกใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วัดอุณหภูมิของน้ำ เพื่อนำไปคำนวณหาหน่วยน้ำหนัก โดยเทียบจากตารางข้างล่างนี้

3. หาค่าแฟคเตอร์ของภาชนะ โดยการหารหน่วยน้ำหนักของน้ำด้วยในภาชนะ

ข) การทดสอบหาหน่วยน้ำหนักเมื่อมวลรวมอัดตัวแน่น

1. โดยวิธีใช้เหล็กกระทุ้ง (Redding procedure) วิธีนี้เหมาะสำหรับมวลรวมที่มีขนาดโตสุดไม่เกิน 37.5 มม. (1 1/2")

ตารางแสดงค่าหน่วยน้ำหนักของน้ำ

อุณหภูมิ 'C	กก/ม^3
15.6	999.01
18.3	998.53
21.1	997.97
23.0	997.53
23.9	997.32
26.7	996.60
29.4	995.80

1.1 เทมวลรวมสำหรับทดสอบลงในภาชนะให้สูงประมาณ 1/3 เท่า และเกลี่ยผิวหน้าให้เรียบและใช้เหล็กกระทุ้งให้เกือบถึงก้น โดยแผ่กระจายให้ทั่วผิวหน้ารวม 25 ครั้ง จากนั้นใส่มวลรวมลงไปอีกสูง 1/3 เท่า ทำการกระทุ้งเช่นเดียวกัน และใส่ลงไปอีกเป็นขั้นตอนสุดท้าย กระทุ้งอีก 25 ครั้ง เสร็จแล้วให้ปาดผิวหน้าของมวลรวมให้เรียบเสมอกับแนวขอบบนของภาชนะ อย่าให้บุ๋มหรือโปนเป็นอันขาด

1.2 ชั่งน้ำหนักภาชนะที่บรรจุมวลรวมดังกล่าว เพื่อคำนวนหาน้ำหนักเฉพาะของมวลรวมโดยแท้ โดยชั่งให้ได้ความละเอียดถึง 0.1 % แล้วคูณด้วยแฟคเตอร์ที่หาได้ในข้อ 3. ของข้อ ก) จะได้ค่าหน่วยน้ำหนักของมวลรวมเมื่ออัดตัวแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โดยวิธีกระแทกภาชนะ (Jigging procedure) วิธีนี้เหมาะสำหรับมวลรวมที่มีขนาดโตสุดเกินกว่า 37.5 มม. แต่ไม่เกิน 100 มม. (4")

2.1 แบ่งเทมวลรวมใส่ภาชนะเป็นชั้นเช่นเดียวกับวิธีใช้เหล็กกระทุ้ง แต่วิธีนี้ภาชนะควรถูกนำมาวางบนพื้นที่แข็ง เช่นพื้นคอนกรีต เป็นต้น ทั้งนี้เพราะเมื่อเทมวลรวมแต่ละชั้นแล้วให้เอียงภาชนะ เพื่อให้ด้านตรงข้ามสูงขึ้นจากพื้นไม่เกิน 50 มม. และปล่อยให้ตกลงกระแทกพื้น เป็นจำนวน 25 ครั้ง เสร็จแล้วเอียงกลับมาอีกด้านหนึ่ง เพื่อให้ด้านที่ติดพื้นตอนแรกนั้น ยกลอยขึ้นมา 50 มม.บ้าง และปล่อยให้ตกกระแทกพื้นอีก 25 ครั้ง เช่นเดียวกัน ทำเช่นนี้ทั้ง 3 ชั้น จึงปาดผิวหน้ามวลรวมให้เรียบ ไม่ให้ปูดหรือบุ๋ม แล้วนำไปชั่ง

2.2 เมื่อได้น้ำหนักที่แท้ของมวลรวมแล้ว คูณด้วยแฟคเตอร์ที่หาได้ในข้อ 3. ของข้อ ก) ก็จะได้ค่าหน่วยน้ำหนักของมวลรวมเมื่ออัดตัวแน่น เช่นเดียวกันการทดสอบหาปริมาณความชื้นในมวลรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาปริมาณความชื้นของมวลรวม

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบหาอัตราของปริมาณความชื้นทั้งหมดที่อยู่ในมวลรวม โดยการทำให้มวลรวมแห้งด้วยการเผา ซึ่งจะทำให้ได้น้ำหนักที่แท้จริงของมวลรวมสำหรับชั่งผสมคอนกรีต

วัสดุและอุปกรณ์การทดสอบ

1. มวลรวม ใช้ประมาณ 4-6 กก. สำหรับมวลรวมหยาบ และประมาณ 0.5 กก. สำหรับมวลรวมละเอียด
2. ตาชั่ง ที่วัดละเอียด 0.1 %
3. เตาเผา
4. ภาชนะบรรจุตัวอย่าง เช่น ปี๊ป
5. แท่งเหล็กสำหรับคนมวลรวม

ขั้นตอนการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักที่แท้จริงของมวลรวมชั้นที่จะนำมาทดสอบ แล้วเทลงในภาชนะบรรจุ นำไปใส่หรือวางบนเตาเผา ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้สม่ำเสมอ ใช้แท่งเหล็กคนมวลรวมเป็นระยะๆ เพื่อให้มวลรวมทุกก้อนได้รับความร้อนทั่วถึงกัน
2. เมื่อมวลรวมแห้งสนิทดีแล้ว นำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง
3. ปริมาณความชื้นอยู่ในมวลรวม จะหาได้จากสูตร

$$P = 100 (W - D) / D$$

โดยที่ P = ปริมาณความชื้น , %

W = น้ำหนักมวลรวมก่อนเผา

D = น้ำหนักมวลรวมแห้งหลังเผา

ส่วนปริมาณความชื้นรอบผิวของมวลรวม จะหาได้จากค่าแตกต่างระหว่าง ปริมาณความชื้นรวมกับอัตราการดูดซึมของมวลรวมนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีตสด

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีตสด ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตนั้นหากมากไปหรือน้อยเกินไป ก็จะเป็นเหตุให้คอนกรีตเสียกำลังเมื่อแข็งตัวเต็มที่ คอนกรีตที่มีปริมาณน้ำผสมมาก ก็จะมีการยุบตัวค่อนข้างสูง วิธีนี้สามารถทดสอบได้ทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนาม

วัสดุและอุปกรณ์การทดสอบ

1. คอนกรีตสดที่ผสมเสร็จใหม่ๆด้วยอัตราส่วน ซีเมนต์ : ทราย : หิน ต่างๆกันตามต้องการ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน ที่ทำด้วยโลหะซึ่งซีเมนต์ไม่ยึดเกาะผิว ลักษณะเป็นแบบรูปกรวยกลมปลายเปิดทั้งสองข้าง โดยปลายส่วนที่เป็นฐานสำหรับวางสัมผัสพื้น จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 203 มม. (8") และรูปกรวยจะลอบเล็กลงจนเหลือเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลายด้านบน 102 มม. (4") แบบมีความสูง 305 มม. (12") แผ่นโลหะที่นำมาทำเป็นแบบดังกล่าว ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.61 มม. (0.06") และมีที่สำหรับเท้าเหยียบและมือจับอยู่ตรงข้ามกันทั้งสองด้าน

3. เหล็กกระทุ้ง เป็นแท่งเหล็กกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. (5/8") และมีความยาวประมาณ 600 มม. ปลายด้านกระทุ้งจะเป็นมนโค้งครึ่งวงกลม

4. เกรียงเหล็ก

5. ไม้บรรทัดเหล็ก

ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมพื้นสำหรับวางกรวย ควรเป็นพื้นที่แข็ง ราบเรียบและไม่ดูดน้ำ เมื่อวางกรวยเรียบร้อยแล้ว ใช้เท้าทั้งสองข้างเหยียบกดลงบนที่สำหรับเท้าเหยียบให้แน่น

2. นำคอนกรีตสดที่ผสมเสร็จใหม่ๆเทใส่ลงในกรวย โดยเทแบ่งเป็น 3 ชั้น แต่ละชั้นมีปริมาตรเฉลี่ยเท่าๆกัน และแต่ละชั้นให้ใช้เหล็กกระทุ้งให้ทั่ว 25 ครั้ง การกระทุ้งชั้นล่างสุด ให้พยายามกระทุ้งด้วยการตั้งท่อนเหล็กให้ตรง ขณะกระทุ้งบริเวณรอบศูนย์กลางกรวย และเอียงเหล็กตามของกรวยเมื่อกระทุ้งแถวชอบกรวย การกระทุ้งชั้นบนสุดให้พยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยามเติมคอนกรีตให้เต็มแบบตลอดเวลาที่กระทุ้ง เสร็จแล้วปาดผิวบนให้เรียบ

3. ค่อยๆยกกรวยขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร็วสม่ำเสมอ อย่าให้กรวยเอียงหรือก่อให้เกิดการบิดใดๆในคอนกรีตเป็นอันขาด ยกกรวยให้พ้นภายใน 5-10 วินาที และเวลาตั้งแต่เริ่มเทคอนกรีตลงในกรวยจนถึงขั้นตอนสุดท้ายนี้ ไม่ควรเกิน 2 1/2 นาที

4. ให้วัดระยะการทรุดตัวของคอนกรีตทันที โดยนำกรวยที่ยกออกแล้วมาวางข้างเอาเหล็กกระทุ้งวางพาดบนขอบกรวย ให้ปลายเหล็กยื่นเข้ามาเหนือตัวอย่างคอนกรีตที่ยุบตัว และใช้ไม้บรรทัดเหล็กวัดระยะการยุบตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบหาหน่วยน้ำหนักและปริมาณอากาศและรวมทั้งปริมาณมวลรวมผสมหยาบในคอนกรีต

วัตถุประสงค์

การทดลองนี้เพื่อทดสอบหาหน่วยน้ำหนัก และปริมาณอากาศของคอนกรีตขณะผสมเสร็จใหม่ๆ นอกจากนี้ยังหาปริมาณมวลผสมหยาบอีกด้วย

วัสดุและอุปกรณ์การทอลอง

1. ภาชนะที่มีปริมาตรไม่น้อยกว่าปริมาตรของลูกบาศก์ขนาด 150 * 150 มม. และปราศจากรูรั่ว
2. ตาชั่งที่มีความละเอียด 0.1 %
3. เตาอบ

ขั้นตอนการทดลอง

1. การทดสอบให้กระทำทันทีที่คอนกรีตผสมเสร็จเรียบร้อย และเทออกจากโม่ผสมใหม่ๆ
2. ตักคอนกรีตสดใส่ในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ให้เต็มและแน่น ปาดผิวหน้าให้เรียบเสมอขอบบนของภาชนะ นำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักที่แท้จริงของคอนกรีต บันทึกค่าแทนด้วย B และจากผลนี้ทำให้ทราบปริมาตรของคอนกรีตที่ใช้ซึ่งคำนวณได้จากขนาดวัดภายในของภาชนะบันทึกไว้เช่นกันโดยแทนค่าด้วย V
3. นำคอนกรีตในภาชนะไปล้างในน้ำสะอาด จนกระทั่งสามารถแยกมวลผสมออกจากซีเมนต์ และนำมวลผสมนั้นไปร่อนในตะแกรง นำส่วนที่ค้างบนตำแกรงขนาด 4.76 มม. ไปอบในเตาอบที่มีอุณหภูมิประมาณ 110 C เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชม. แล้วนำมาชั่งอีกครั้งหนึ่ง บันทึกค่าแทนด้วย C
4. จากนั้นจึงนำคาต่างๆมาคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$\text{หน่วยปริมาณมวลผสมหยาบในคอนกรีต} = \frac{C}{B} * 100\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตสด $= \frac{B}{V}$ กก/ม.^{3}

หน่วยน้ำหนักที่ปราศจากอากาศ $= \frac{B - C}{V - \left(\frac{V-A}{100} + \frac{C}{1000G} \right)}$ กก/ม.^{3}

โดยที่

A = ปริมาณอากาศในคอนกรีต

B = น้ำหนักคอนกรีตสดที่ใช้ในการทดลอง

C = น้ำหนักของมวลผสมหยาบอบแห้งที่ค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 4.76 มม. และใหญ่กว่า

G = ความถ่วงจำเพาะของมวลผสมหยาบ

V = ปริมาตรของคอนกรีตสดที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

วัตถุประสงค์

ต้องการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตที่อายุต่างๆกัน โดยการใส่แรงอัดโดยตรงกับแบบหล่อคอนกรีตรูปทรงกระบอก ตามมาตรฐาน ASTM

วัสดุและการทดสอบ

1. แท่งคอนกรีตสำหรับทดสอบ
2. เครื่องมือทดสอบกำลังอัด
3. แบบหล่อคอนกรีตรูปทรงกระบอก ทำด้วยโลหะที่ซีเมนต์ไม่เกาะติด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6" และสูง 12"
4. เครื่องชั่งขนาดใหญ่
5. เครื่องผสมคอนกรีต
6. เครื่องมือวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง
7. เครื่องหล่อหมวก (capped) หัวท้ายของแท่งคอนกรีตตัวอย่าง

ขั้นตอนการทดลอง

ก) การเตรียมแบบหล่อ

1. ทำความสะอาดแบบหล่อ อย่าให้มีฝุ่นหรือเศษปูนเก่าติดอยู่ ทาน้ำมันด้านผิวในที่คอนกรีตจะสัมผัสกับแบบให้ทั่ว

2. ตรวจสอบสกรูสำหรับรัดแบบให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ด้วยการประกอบแบบแล้วขันหรือรัดให้แน่น ทั้งนี้เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดรอยแยก หรือแบบหลุดขณะเทคอนกรีตหรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตแน่น

ข) การเตรียมตัวอย่างแท่งคอนกรีต

1. สำหรับคอนกรีตที่ใช้เครื่องผสม พยายามเลือกเอาคอนกรีตที่อยู่ตอนกลางที่เทออกมาจากเครื่องผสมใหม่ๆ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทิ้งแบบที่บรรจุคอนกรีตเรียบร้อยแล้วไว้ในร่มเฉยๆประมาณ 24 ชม. จึงถอดแบบออก นำแท่งคอนกรีตไปบ่ม โดยแช่ในถังบ่ม จนถึงอายุที่ต้องการทดสอบ ตัวอย่างคอนกรีตที่จะนำมาทดสอบ 1 ชุด ควรมีอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง

ค) การทดสอบกำลังอัด

การทดสอบกำลังอัดของแท่งคอนกรีต ให้ทดสอบโดยเร็วที่สุดหลังจากนำขึ้นจากน้ำเมื่อครบอายุ ก่อนทดสอบควรตรวจสอบระนาบของแท่งคอนกรีตว่าแบนราบหรือไม่ ระนาบดังกล่าวไม่ควรเอียงมากกว่า 0.5 องศา (หรือประมาณ 3 มม.) หากไม่อยู่ภายในขอบเขตดังกล่าว ให้ทำการหล่อหมวกหัวท้ายเสียก่อน

ง) การคำนวณ

ค่าความเค้นอัดประลัยของแท่งคอนกรีตจะหาได้จากสูตร

$$f = P/A$$

โดยที่

P = แรงกระทำสูงสุดต่อแท่งตัวอย่าง

A = พื้นที่หน้าตัดของแท่งตัวอย่างที่วัดตั้งฉากกับแรงกระทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลองหาระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตสด

วัตถุประสงค์

เป็นการทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีตสดที่มีค่าการยุบตัวมากกว่าศูนย์ ด้วยการวัดระยะจมของเข็มของเครื่องมือทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

1. แบบบรรจุคอนกรีตสอ ควรเป็นแบบที่มีผิวแข็ง ไม่ดูดซึมน้ำ ไม่โค้งบิด อาจเป็นแบบที่มีหน้าตัดกลมหรือสี่เหลี่ยมก็ได้ ขนาดหน้าตัดอย่างน้อยที่สุดไม่ควรต่ำกว่า 6" และมีส่วนสูงอย่างน้อย 6" เช่นกัน

2. เครื่องมือวัดระยะจม (Penetration Resistance Apparatus) เป็นอุปกรณ์ที่มีทั้งแบบใช้สปริงเป็นกำลังต้าน หรือแบบที่ใช้ไฮดรอลิคก็ได้เช่นกัน ปลายเข็มที่ใช้วัดระยะจมอาจเปลี่ยนขนาดของหน้าตัดที่มีพื้นที่ได้ตั้งแต่ 1", 1/2", 1/4", 1/10",1/20" และ 1/40" ตารางนิ้ว แต่ละปลายเข็มจะมีความยาวไม่ต่ำกว่า 1" เพื่อใช้กดให้จมลงในเนื้อคอนกรีต

ขั้นตอนการทดลอง

1. ผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่ได้ออกแบบไว้ และเทลงในแบบบรรจุคอนกรีตสด ใช้เหล็กกระทุ้งเบาๆ เพื่อไล่ฟองอากาศออกให้หมด เมื่อเรียบร้อยแล้วให้ปาดผิวหน้าให้เรียบพอดีขอบแบบ

2. วิธีทดสอบระยะจม เริ่มด้วยการนำปลายเข็มเครื่องมือสัมผัสกับผิวหน้าคอนกรีต และค่อยๆกดลงอย่างสม่ำเสมอในแนวดิ่ง กระทั่งเข็มจมลงในคอนกรีตเป็นระยะ 1" ซึ่งบนเข็มจะมีขีดเครื่องหมายชี้บอก และบันทึกแรงที่ใช้ในการกดปลายเข็มนี้พร้อมกับเวลาที่ผ่านไปทั้งหมดหลังจากเริ่มเทคอนกรีต สำหรับเวลาที่ใช้สำหรับกดเข็มให้จมลงในคอนกรีตนั้นไม่ควรเกิน 10 วินาที นับจากที่เริ่มให้ปลายเข็มแตะผิวคอนกรีต ในการทดลองดังกล่าวจำเป็นต้องกดเข็มหลายครั้ง ตามช่วงเวลาที่กำหนด ระยะห่างของปลายเข็มสำหรับการกดแต่ละครั้งต้องไม่น้อยกว่า 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเข็มหรือไม่น้อยกว่า 1/2" และไม่น้อยกว่า 1" วัดจากขอบแบบที่บรรจุคอนกรีตสด

3. การทดสอบเพื่อหาระยะเวลาเริ่มก่อตัวของคอนกรีต ให้ทดสอบห่างกันทุกๆ 15 นาที เพื่อนำขนาดของแรงที่วัดได้มาพล็อตกราฟเทียบกับเวลาของการกดแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลักเกณฑ์ในการคำนวณหาระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีต จะอยู่ที่เวลาเมื่อปลายเข็มจมลงในคอนกรีต 1" ใช้แรง 500 psi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. วิธีการทดลองเพื่อหาค่าการยุบตัวของคอนกรีตสด

ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมพื้นสำหรับวางกรวย ซึ่งเป็นพื้นที่แข็ง ราบเรียบและไม่ดูดซึมน้ำ เมื่อวางกรวยเรียบร้อยแล้ว ใช้เท้าสองข้างเหยียบกดลงบนที่สำหรับเท้าเหยียบให้แน่น

2. นำคอนกรีตสดที่ผสมเสร็จใหม่ๆ เทใส่ลงในกรวย โดยเทแบ่งเป็น 3 ชั้น แต่ละชั้นมีปริมาตรเฉลี่ยเท่าๆกัน และแต่ละชั้นให้ใช้เหล็กกระทุ้งให้ทั่ว 25 ครั้ง การกระทุ้งชั้นล่างสุดให้พยายามกระทุ้งด้วยการตั้งท่อนเหล็กให้ตรง ขณะกระทุ้งบริเวณรอบศูนย์กลางกรวย และเอียงเหล็กตามขอบกรวยเมื่อกระทุ้งแถวของกรวย การกระทุ้งชั้นบนสุดให้พยายามเติมคอนกรีตให้เต็มแบบตลอดเวลาที่กระทุ้ง เสร็จแล้วปาดผิวบนให้เรียบ

3. ค่อยๆยกกรวยขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร็วสม่ำเสมอ อย่าให้กรวยเอียงหรือก่อให้เกิดการบิดใดๆในคอนกรีตเป็นอันขาด ยกกรวยให้พ้นภายใน 5-10 วินาที และเวลาตั้งแต่เริ่มเทคอนกรีตลงในกรวยจนถึงขั้นตอนสุดท้ายนี้ ไม่ควรเกิน 2 1/2 นาที

4. ให้วัดระยะการทรุดตัวของคอนกรีตทันที โดยนำกรวยที่ยกออกแล้วมาวางข้างๆ เอาเหล็กกระทุ้งวางพาดบนขอบกรวย ให้ปลายเหล็กยื่นเข้ามาเหนือตัวอย่างคอนกรีตที่ยุบตัว แล้วใช้ไม้บรรทัดเหล็กวัดระยะการยุบตัว

2. วิธีการทดลองหาระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตสด

ขั้นตอนการทดลอง

1. ผสมคอนกรีตตามอัตราส่วนที่ได้ออกแบบไว้ และเทลงในแบบบรรจุคอนกรีตสด ใช้เหล็กกระทุ้งเบาๆ เพื่อไล่ฟองอากาศออกให้หมด เมื่อเรียบร้อยแล้วให้ปาดผิวหน้าให้เรียบพอดีขอบแบบ

2. วิธีทดสอบระยะจม เริ่มด้วยการนำปลายเข็มเครื่องมือสัมผัสกับผิวหน้าคอนกรีต และค่อยๆกดลงอย่างสม่ำเสมอในแนวดิ่ง กระทั่งเข็มจมลงในคอนกรีตเป็นระยะ 1" ซึ่งบนเข็มจะมีขีดเครื่องหมายชี้บอก และบันทึกแรงที่ใช้ในการกดปลายเข็มนี้พร้อมกับเวลาที่ผ่านไปทั้งหมดหลังจากเริ่มเทคอนกรีต สำหรับเวลาที่ใช้สำหรับกดเข็มให้จมลงในคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

นั้นไม่ควรเกิน 10 วินาที นับจากที่เริ่มให้ปลายเข็มแตะผิวคอนกรีต ในการทดลองดังกล่าวจำเป็นต้องกดเข็มหลายครั้ง ตามช่วงเวลาที่กำหนด ระยะห่างของปลายเข็มสำหรับการกดแต่ละครั้งต้องไม่น้อยกว่า 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเข็มหรือไม่น้อยกว่า 1/2" และไม่น้อยกว่า 1" วัดจากขอบแบบที่บรรจุคอนกรีตสด

3. การทดสอบเพื่อหาระยะเวลาเริ่มก่อตัวของคอนกรีต ให้ทดสอบห่างกันทุกๆ 15 นาที เพื่อนำขนาดของแรงที่วัดได้มาพล็อตกราฟเทียบกับเวลาของการกดแต่ละครั้ง

4. หลักเกณฑ์ในการคำนวณหาระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีต จะอยู่ที่เวลาเมื่อปลายเข็มจมลงในคอนกรีต 1" ใช้แรง 500 psi

3. การทดลองการรับกำลังอัดของคอนกรีต

ขั้นตอนการทดลอง

ก) การเตรียมแบบ

1. ทำความสะอาดแบบ อย่าให้มีฝุ่นหรือเศษปูนเก่าติดอยู่

2. ตรวจสอบสกรูที่ใช้ยึดแบบทุกตัวให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ เพื่อป้องกันน้ำปูนซีเมนต์ไหลออกมาตามช่องว่าง หรือป้องกันไม่ให้แบบแตกขณะที่มีการกระทุ้ง

ข) การเตรียมตัวอย่างแท่งคอนกรีต

1. สำหรับคอนกรีตที่ใช้ผสม พยายามใช้คอนกรีตที่อยู่ตอนกลางที่เทออกมาจากเครื่องผสมใหม่ๆ

2. เทคอนกรีตดังกล่าวลงในแบบส่วนหนึ่ง ประมาณให้ได้ ความสูง 1 ใน 3 ของแบบ และใช้เหล็กกระทุ้งให้ทั่ว 25 ครั้ง จากนั้นกระทำเช่นเดียวกันอีก 2 ชั้น เมื่อคอนกรีตเต็มแบบแล้ว จึงปาดผิวหน้าให้เรียบ

3. ทิ้งแบบที่บรรจุคอนกรีตเรียบร้อยแล้วไว้ในร่มประมาณ 24 ชม. จึงถอดแบบออกนำแท่งคอนกรีตไปบ่ม โดยแช่ในถังบ่มจนถึงอายุที่ต้องการทดสอบ ตัวอย่างคอนกรีตที่จะนำมาทดสอบ 1 ชุดควรมีอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง

ค) การทดสอบกำลังอัด

การทดสอบกำลังอัดของแท่งคอนกรีต ให้ทดสอบโดยเร็วที่สุด หลังจากนำขึ้นจากน้ำเมื่อครบอายุ ก่อนทดสอบควรตรวจสอบระนาบหัวท้ายของแท่งคอนกรีตว่าแบนราบหรือไม่ ระนาบดังกล่าวไม่ควรเอียงมากกว่า 0.5 องศา (หรือประมาณ 3 มม.) หากไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในขอบเขตดังกล่าว ให้ทำการหล่อหมวกหัวท้ายเสียก่อน

ง) การคำนวณ

ค่าความเค้นอัดประลัยของแท่งคอนกรีตจะหาได้จากสูตร

$$f = P/A$$

โดยที่

P = แรงกระทำสูงสุดต่อแท่งตัวอย่าง

A = พื้นที่หน้าตัดของแท่งตัวอย่างที่วัดตั้งฉากกับแรงกระทำ = $\pi D^2/4$

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เฉลี่ยจากการวัดสองทิศทางตั้งฉากกัน ที่กึ่งกลางความสูงของแท่งตัวอย่าง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองโครงการ

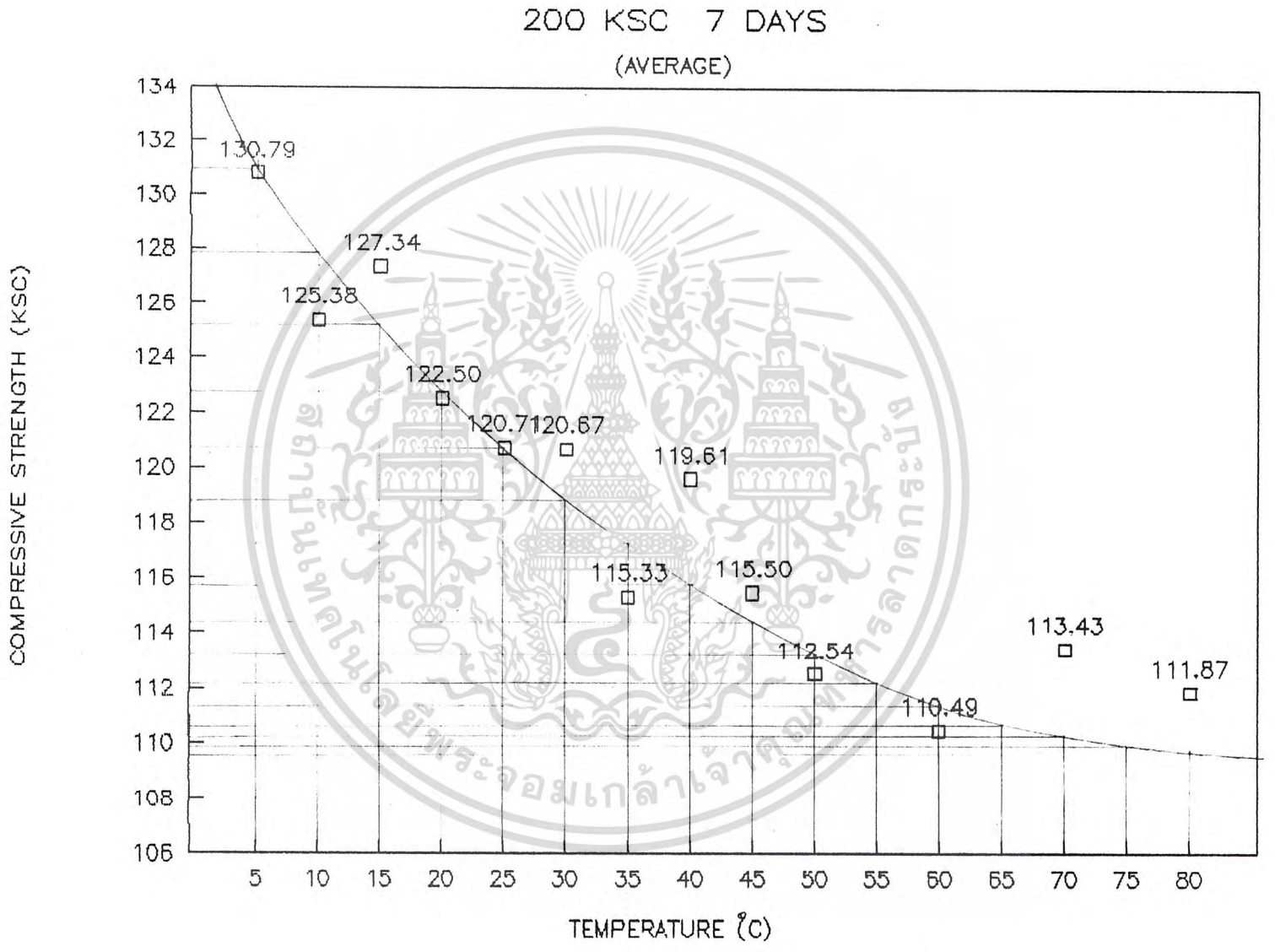
1. เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากกราฟ พบว่าหากใช้น้ำอุณหภูมิยิ่งสูงขึ้น การรับกำลังจะลดน้อยลง เป็นการแปรผกผันกันระหว่างอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสมกับการรับกำลังอัด ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตโดยทั่วๆไปมักจะใช้น้ำที่ 20 องศาเซลเซียสเป็นมาตรฐาน ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต แต่ในบางครั้งน้ำที่ใช้ผสมอาจจะไม่ใช้ 20 องศาเซลเซียสพอดี หรือเนื่องจากสภาพอากาศต่างๆที่มีผลทำให้อุณหภูมิของน้ำที่จะใช้ผสมคอนกรีตเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจจะมีผลต่อการรับกำลังอัดของคอนกรีต ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบเผื่อกำลังไว้ด้วย สามารถดูได้จากตารางข้างล่าง โดยจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการรับกำลังอัดของคอนกรีตที่ 20 องศาเซลเซียสเป็นเกณฑ์ ว่าอุณหภูมิเท่าใดมีผลในการเพิ่มหรือลดการรับกำลังอัดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ โดยจะแยกให้เห็นที่อายุของลูกปูนที่ 7 , 14 และ 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตอายุ 7 วัน จากการออกแบบ 200 ksc ที่ผสมโดยน้ำอุณหภูมิต่าง ๆ เปรียบเทียบกับผสมโดยน้ำอุณหภูมิ 20°C

อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสม (°C)	ความสามารถในการรับแรงอัดของแท่งคอนกรีต (KSC)	% ความสามารถในการรับแรงอัดเทียบกับคอนกรีตที่ใช้น้ำ 20°C ผสม
5	130.8	106.60
10	127.8	104.16
15	125.2	102.04
20	122.7	100.00
25	120.7	98.37
30	118.8	96.82
35	117.2	95.52
40	115.7	94.30
45	114.4	93.24
50	113.2	92.26
55	112.2	91.44
60	111.4	90.79
65	110.6	90.14
70	110.2	89.81
75	109.9	89.57
80	109.6	89.32

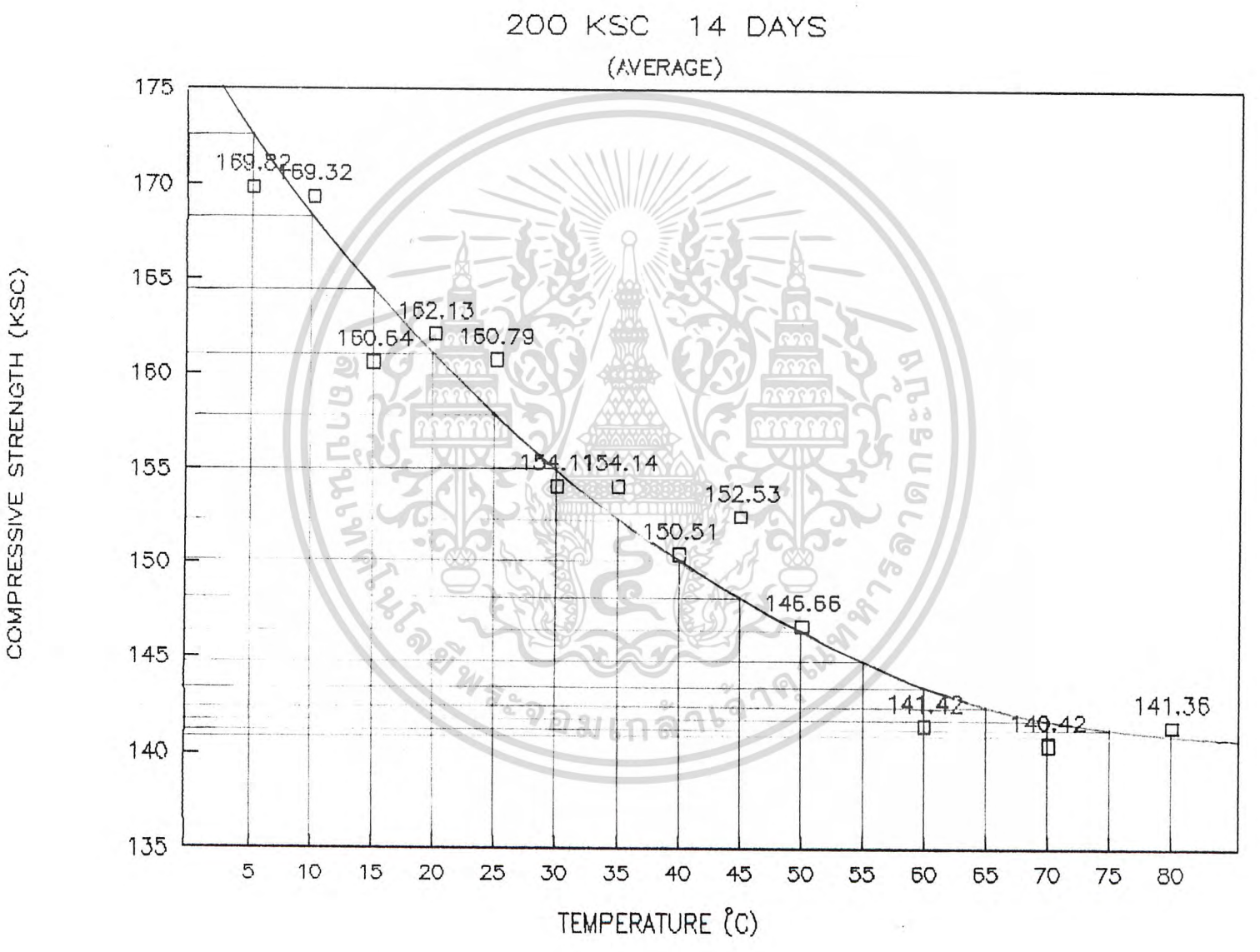
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


200 KSC 7 DAYS
(AVERAGE)
COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
TEMPERATURE (C)
134
132
130
128
126
124
122
120
118
116
114
112
110
108
106
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
130.79
127.34
125.38
122.50
120.71
120.67
119.61
115.33
115.50
112.54
110.49
113.43
111.87

การรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตอายุ 14 วัน จากการออกแบบ 200 ksc ที่ผสมโดยน้ำอุณหภูมิต่าง ๆ เปรียบเทียบกับผสมโดยน้ำอุณหภูมิ 20°C

อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสม (°C)	ความสามารถในการรับแรงอัดของแท่งคอนกรีต (KSC)	% ความสามารถในการรับแรงอัดเทียบกับคอนกรีตที่ใช้น้ำ 20°C ผสม
5	172.6	107.20
10	168.2	104.47
15	164.3	102.05
20	161.0	100.00
25	157.8	98.01
30	155.0	96.27
35	152.3	94.60
40	150.1	93.23
45	148.2	92.05
50	146.3	90.87
55	144.8	89.94
60	143.5	89.13
65	142.4	88.45
70	141.8	88.07
75	141.2	87.70
80	140.8	87.45

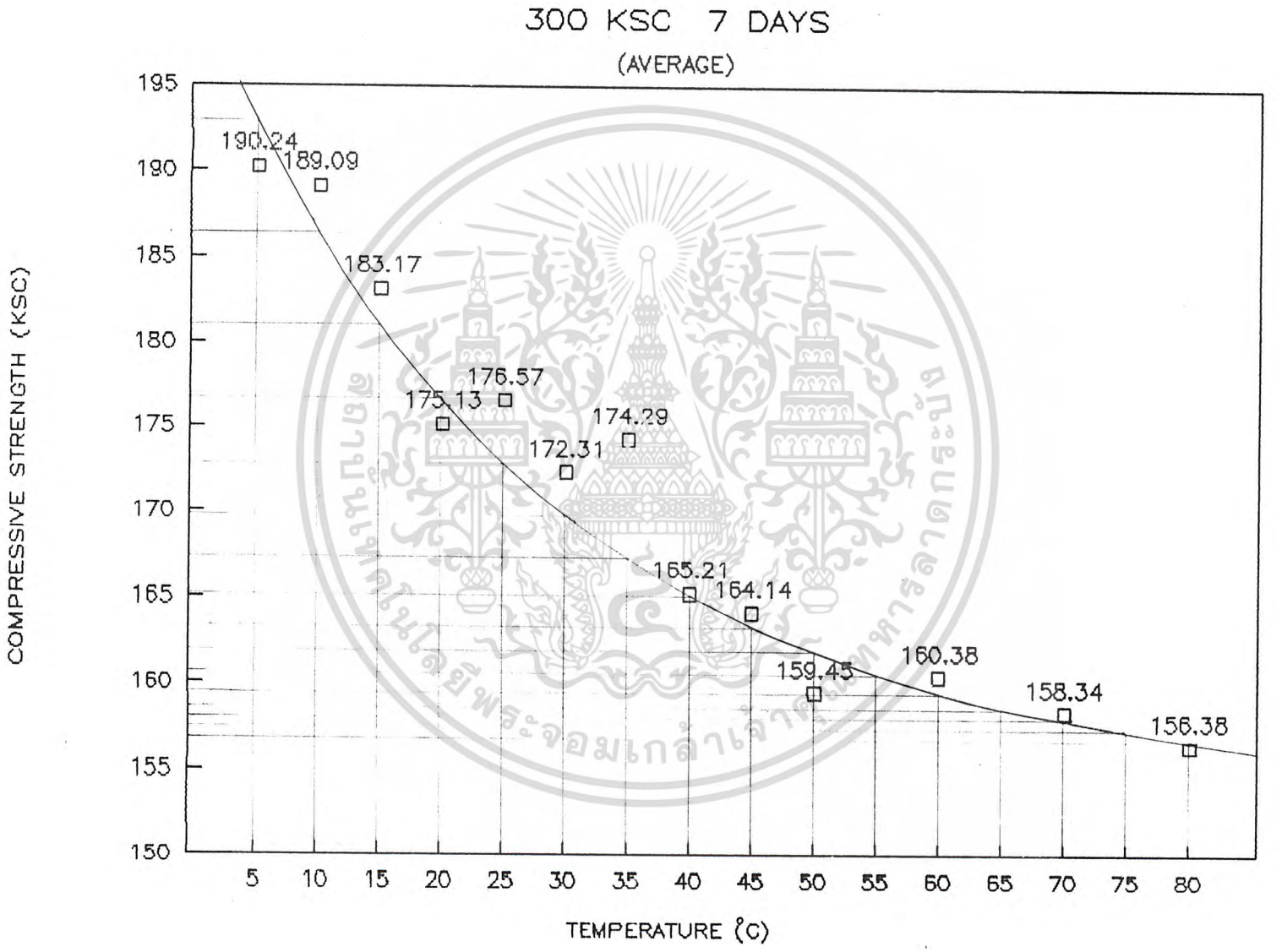
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


200 KSC 14 DAYS
(AVERAGE)
COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
TEMPERATURE (°C)
175
170
165
160
155
150
145
140
135
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
169.82
169.32
162.13
160.64
160.79
154.11
154.14
152.53
150.51
146.66
141.42
140.42
141.36

การรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตอายุ 7 วัน จากการออกแบบ 300 ksc ที่ผสมโดยน้ำอุณหภูมิต่าง ๆ เปรียบเทียบกับผสมโดยน้ำอุณหภูมิ 20 °C

อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสม (°C)	ความสามารถในการรับแรงอัดของแท่งคอนกรีต (KSC)	% ความสามารถในการรับแรงอัดเทียบกับคอนกรีตที่ใช้น้ำ 20 °C ผสม
5	192.9	109.23
10	186.5	105.61
15	181.0	102.49
20	176.6	100.00
25	172.7	97.79
30	169.8	96.15
35	167.3	94.73
40	165.1	93.49
45	163.3	92.47
50	161.8	91.62
55	160.6	90.94
60	159.4	90.26
65	158.6	89.81
70	158.0	89.47
75	157.5	89.19
80	157.0	88.90

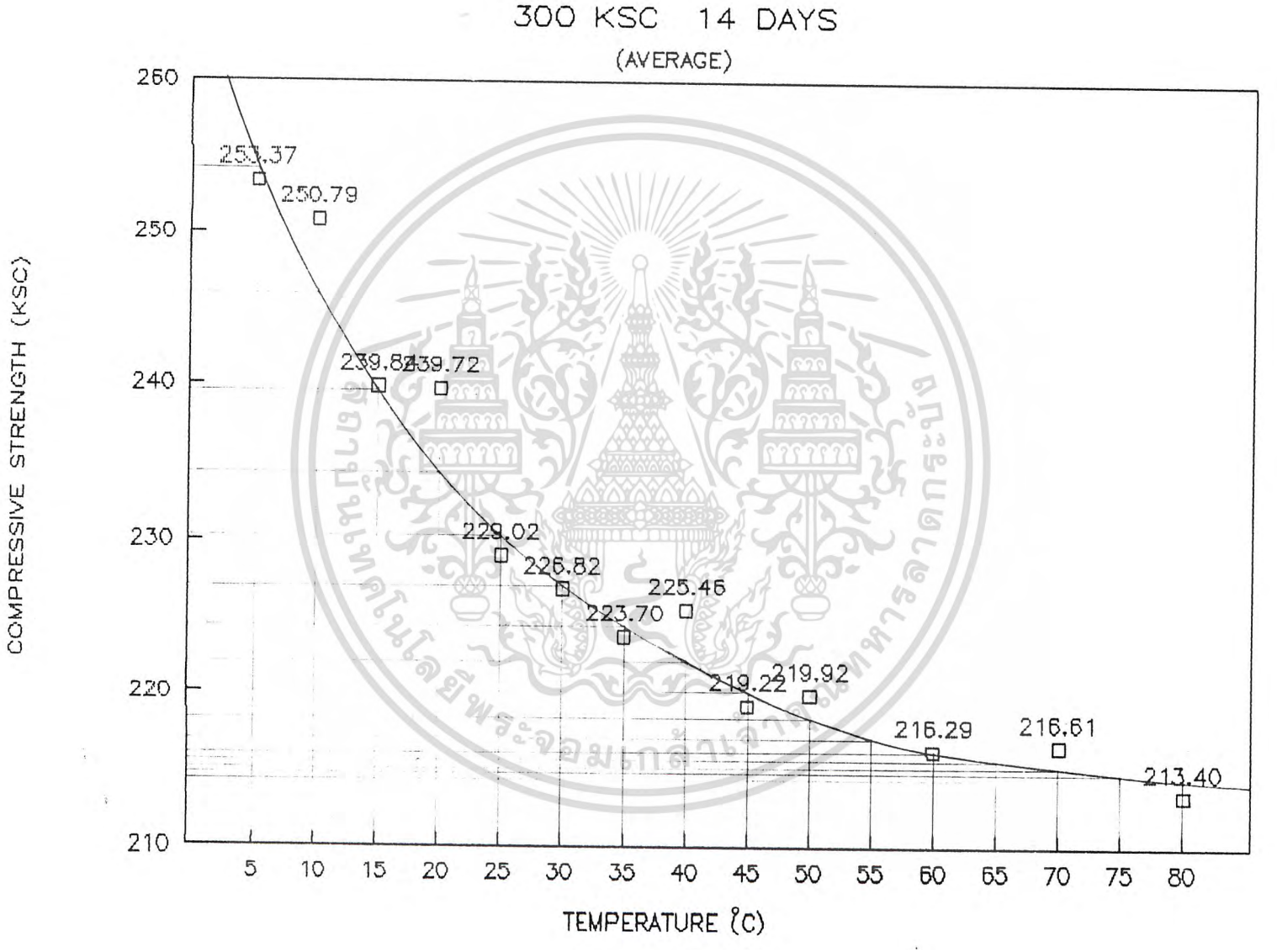
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


300 KSC 7 DAYS
(AVERAGE)
COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
TEMPERATURE (C)
195
190
185
180
175
170
165
160
155
150
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
190.24
189.09
183.17
176.57
175.13
174.29
172.31
165.21
164.14
160.38
159.45
158.34
156.38

การรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตอายุ 14 วัน จากการออกแบบ 300 ksc ที่ผสมโดยน้ำอุณหภูมิต่าง ๆ เปรียบเทียบกับผสมโดยน้ำอุณหภูมิ 20 °C

อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสม (°C)	ความสามารถในการรับแรงอัดของแท่งคอนกรีต (KSC)	% ความสามารถในการรับแรงอัดเทียบกับคอนกรีตที่ใช้น้ำ 20 °C ผสม
5	254.2	108.49
10	246.0	104.95
15	239.5	102.18
20	234.4	100.00
25	230.3	98.25
30	227.3	96.97
35	224.3	95.69
40	221.8	94.62
45	220.0	93.86
50	218.3	93.13
55	216.8	92.49
60	216.0	92.15
65	215.5	91.94
70	215.0	91.72
75	214.7	91.60
80	214.4	91.47

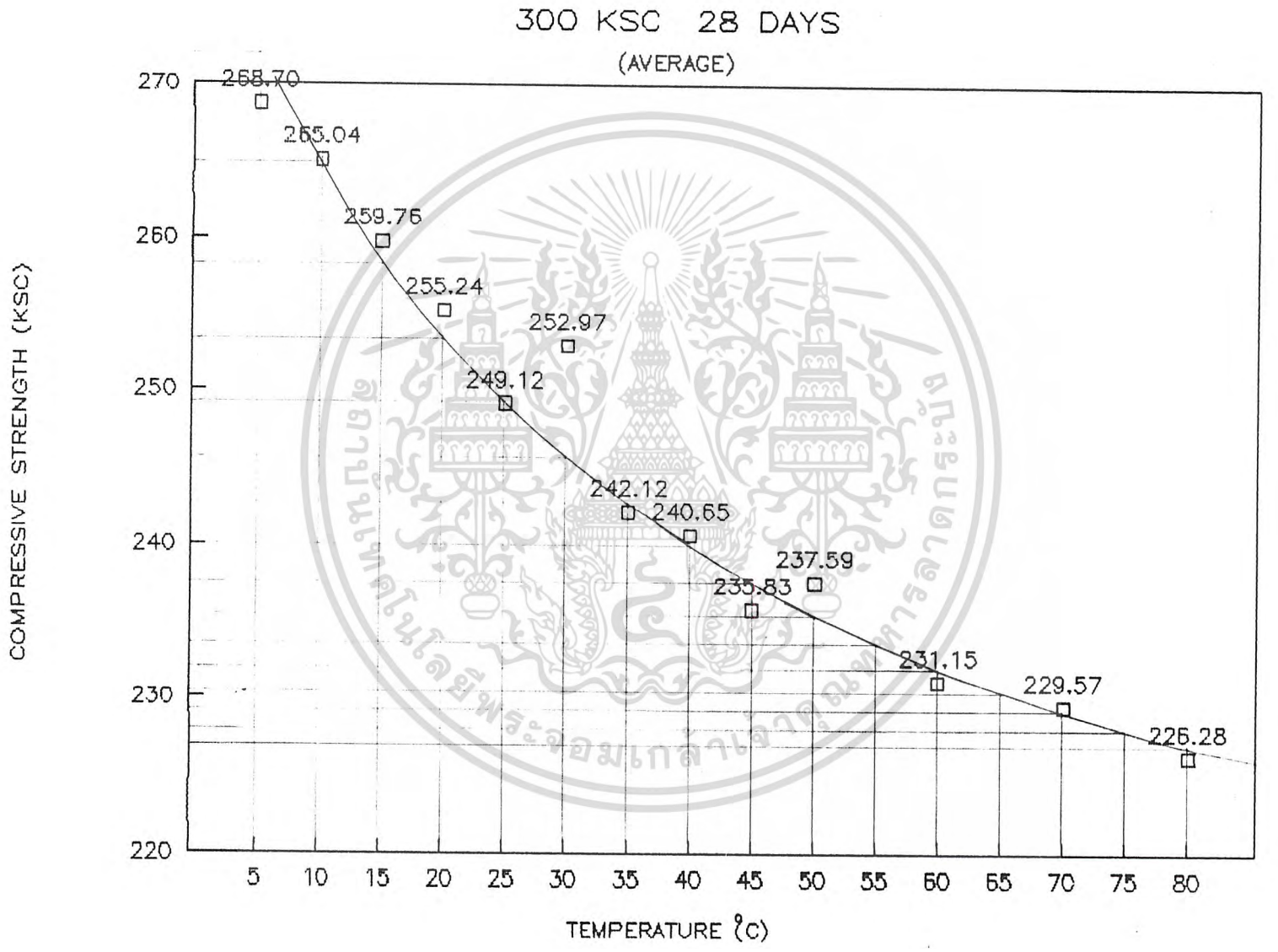
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


300 KSC 14 DAYS
(AVERAGE)
COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
TEMPERATURE (C)
260
250
240
230
220
210
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
253.37
250.79
239.82
239.72
229.02
226.82
225.46
223.70
219.22
219.92
216.29
216.61
213.40

การรับแรงอัดของแท่งคอนกรีตอายุ 28 วัน จากการออกแบบ 300 ksc
ที่ผสมโดยน้ำอุณหภูมิต่าง ๆ เปรียบเทียบกับผสมโดยน้ำอุณหภูมิ 20 °C

อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสม (°C)	ความสามารถในการรับแรงอัดของแท่งคอนกรีต (KSC)	% ความสามารถในการรับแรงอัดเทียบกับคอนกรีตที่ใช้น้ำ 20 °C ผสม
5	272.0	107.38
10	264.9	104.58
15	258.3	101.97
20	253.3	100.00
25	249.2	98.38
30	245.6	96.96
35	242.7	95.82
40	240.0	94.75
45	237.5	93.76
50	235.4	92.93
55	233.5	92.18
60	231.9	91.55
65	230.3	90.92
70	229.0	90.41
75	227.8	89.93
80	226.8	89.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

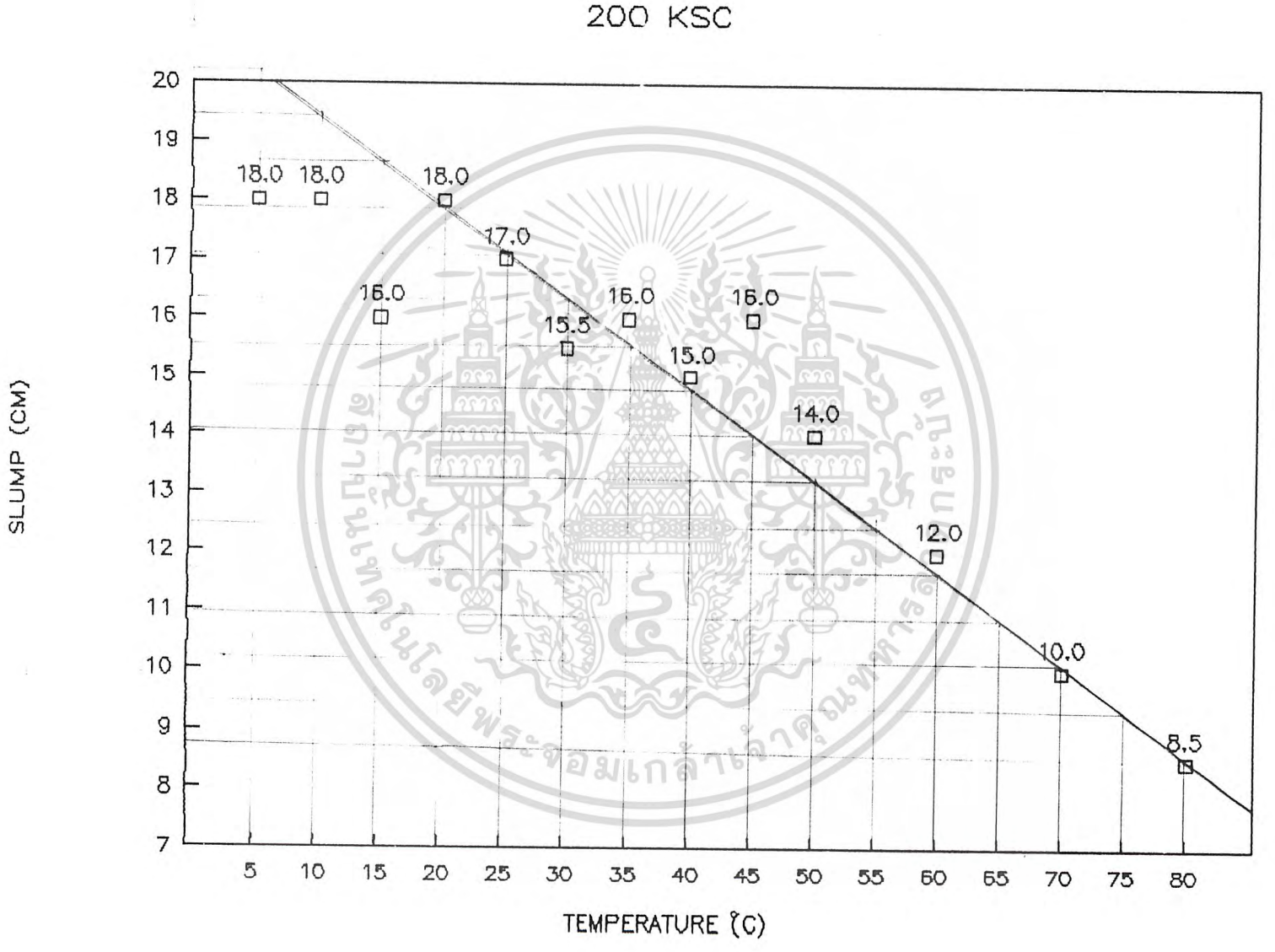

300 KSC 28 DAYS
(AVERAGE)
COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
TEMPERATURE (C)
270
260
250
240
230
220
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
268.70
265.04
259.76
255.24
252.97
249.12
242.12
240.65
237.59
235.83
231.15
229.57
226.28

2. ในเรื่องของค่าการยุบตัว (Slump) ในช่วงอุณหภูมิต่ำๆนั้น จะได้ค่าการยุบตัวสูงมาก ซึ่งจะทำให้ทำงานได้ง่าย (workability) แต่ในช่วงที่ใช้น้ำผสมอุณหภูมิสูงๆ ปรากฏว่าค่าการยุบตัวนั้นมีน้อยลง อาจจะกล่าวได้ว่าค่าการยุบตัวจะแปรผกผันกับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสม ซึ่งตรงกับความสามารถการรับแรงอัดของคอนกรีตด้วย ซึ่งจะพิจารณาจากกราฟที่ได้มาจากการทดลองได้ดังตารางดังนี้

ค่าการยุบตัวของคอนกรีตที่การออกแบบ 200 KSC

อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสม (°C)	ค่าการยุบตัว (SLUMP) (cm)
5	20.21
10	19.43
15	18.64
20	17.85
25	17.07
30	16.28
35	15.49
40	14.71
45	13.92
50	13.13
60	11.56
70	9.99
80	8.42

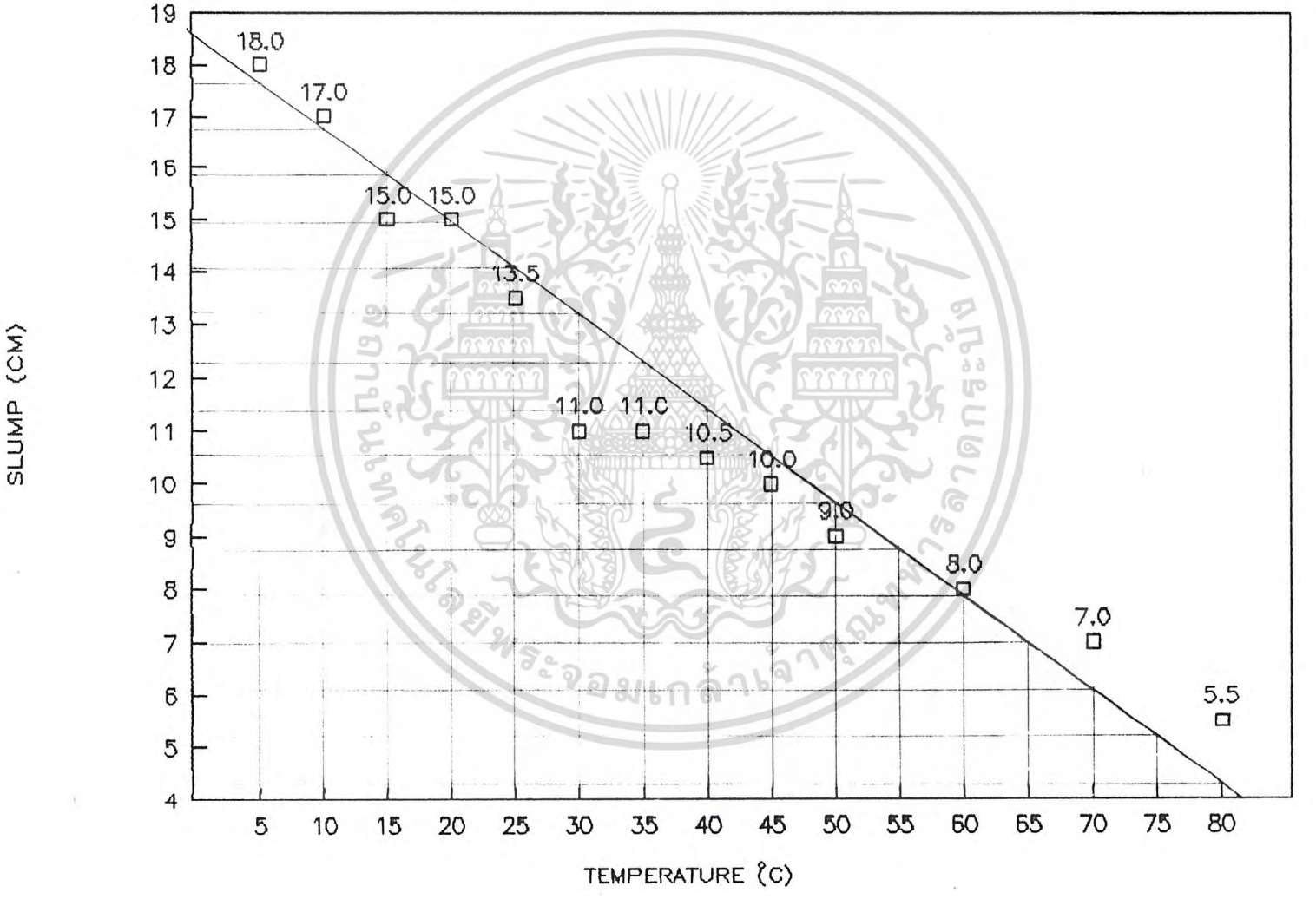
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


200 KSC
SLUMP (CM)
TEMPERATURE (C)
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
18.0
18.0
18.0
17.0
16.0
16.0
16.0
15.5
15.0
14.0
12.0
10.0
8.5

ค่าการยุบตัวของคอนกรีตที่การออกแบบ 300 KSC

อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสม (°C)	ค่าการยุบตัว (SLUMP) (cm)
5	17.70
10	16.80
15	15.90
20	15.00
25	14.09
30	13.19
35	12.29
40	11.39
45	10.49
50	9.59
60	7.79
70	5.98
80	4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


300 KSC
SLUMP (CM)
TEMPERATURE (C)
18.0
17.0
15.0
15.0
13.5
11.0
11.0
10.5
10.0
9.0
8.0
7.0
5.5

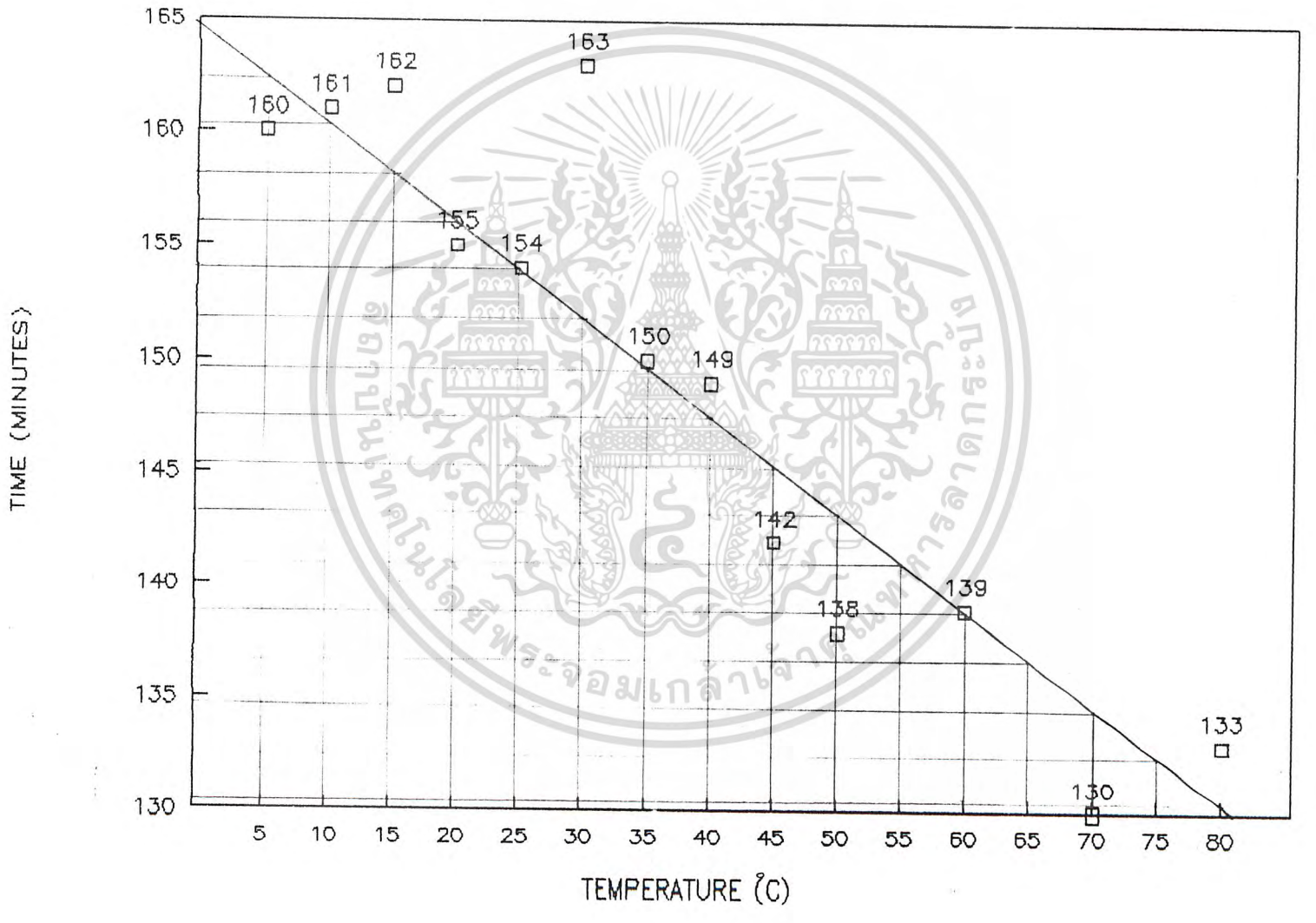
3. เมื่อพิจารณาด้าน INITIAL SETTING TIME ของคอนกรีตที่ออกแบบไว้ 300 KSC จากกราฟแล้วพบว่าเมื่อใช้น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำผสมคอนกรีต จะมีช่วงระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นมากกว่า คอนกรีตที่ใช้น้ำอุณหภูมิสูงผสม ซึ่งหากคอนกรีตมีระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นมาก จะทำให้มีระยะเวลาในการปฏิบัติงานมากขึ้น

จากกราฟสามารถที่จะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตกับช่วงระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นได้ดังตาราง

ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้น (INITIAL SETTING TIME)
จากการทดลองโดยออกแบบคอนกรีต 300 KSC

อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสม (°C)	ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้น (นาที)	เปรียบเทียบเวลาการก่อตัวเริ่มต้นกับคอนกรีตที่ใช้น้ำผสม 20°C (%)
5	162.37	104.10
10	160.24	102.73
15	158.11	101.37
20	155.98	100.00
25	153.85	98.63
30	151.72	97.27
35	149.59	95.90
40	147.46	94.54
45	145.33	93.17
50	143.20	91.81
60	138.94	89.08
70	134.69	86.35
80	130.43	83.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


INITIAL SETTING TIME
TIME (MINUTES)
TEMPERATURE (°C)
165
160
155
150
145
140
135
130
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
160
161
162
163
155
154
150
149
142
139
138
133
130

ข้อเสนอแนะ

1. หากอุณหภูมิของน้ำที่นำมาผสมคอนกรีตยิ่งต่ำเท่าใดก็จะทำให้คอนกรีตมีคุณภาพดีขึ้นเท่านั้น โดยจะทำให้ คอนกรีตมีการรับกำลังอัดสูงขึ้น ค่าการยุบตัวของคอนกรีตสด (Slump) มากขึ้น และใช้เวลาในการก่อตัวเริ่มต้นมากขึ้น ดังนั้นในการผสมคอนกรีตควรที่จะใช้น้ำอุณหภูมิต่ำในการผสม และหลีกเลี่ยงการใช้น้ำอุณหภูมิสูง

2. ข้อผิดพลาดที่เกิดในการทดลองนี้คือ ความสามารถในการรับแรงอัดของคอนกรีตไม่ถึงตามที่ได้ออกแบบ (MIXED DESIGN) ไว้ อาจเกิดได้จากสาเหตุหลายประการคือ ปริมาณความชื้น และค่าการดูดซึม ของหินและทรายอันเนื่องมาจากสภาพอากาศ , การนำซีเมนต์ที่เสื่อมสภาพมาใช้ในการทดลอง

3. หากจะมีการศึกษาในครั้งต่อไป ควรจะพิจารณาถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่ออุณหภูมิของคอนกรีตสดที่พร้อมจะเทลงในแบบ เช่น อุณหภูมิของมวลรวมหยาบ มวลรวมละเอียด รวมถึง อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ผศ.ศิริวัฒน์ ไชยชนะ. "ปฏิบัติการคอนกรีตเทคโนโลยี" . ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุขุม สุขพันธ์โพธาราม. "ปฏิบัติการคอนกรีต" , ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศจ.ดร.วินิต ช่อวิเชียร. "คอนกรีตเทคโนโลยี" , ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิภพ สุนทรสมัย. "ปฏิบัติการและควบคุมงานคอนกรีต" โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

พิภพ สุทรสมัย. "วัสดุวิศวกรรมการก่อสร้าง" กันยายน 2532 , โรงพิมพ์ เอช-เอน การพิมพ์

อรุณ ชัยเสรี. 2535. "เกร็ดความรู้เกี่ยวกับการควบคุมงานก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก" วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ผลการทดลองโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบ

การรับกำลังอัดของแท่งคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบแท่งคอนกรีต

ออกแบบ 200 KSC บ่มในน้ำ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	5	26.0	18.0	7	23100	5.926	5.937	5.9315	178.2737	129.58
2	5	26.0	18.0	7	25300	5.961	5.923	5.9420	178.9055	141.42
3	5	26.0	18.0	7	24900	5.885	5.962	5.9235	177.7932	140.05
4	5	26.0	18.0	7	21600	5.933	5.960	5.9465	179.1766	120.55
5	5	26.0	18.0	7	22200	6.000	5.968	5.9840	181.4435	122.35
AVG										130.79

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	10	27.0	18.0	7	19200	5.944	5.945	5.9445	179.0560	107.23
2	10	27.0	18.0	7	21360	5.962	5.925	5.9435	178.9958	119.33
3	10	27.0	18.0	7	23220	5.980	5.960	5.9700	180.5955	128.57
4	10	27.0	18.0	7	26880	5.860	5.890	5.8750	174.8937	153.69
5	10	27.0	18.0	7	21480	5.997	5.987	5.9920	181.9290	118.07
AVG										125.38

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	15	28.0	16.0	7	25440	5.923	5.964	5.9435	178.9958	142.13
2	15	28.0	16.0	7	20400	5.935	5.908	5.9215	177.6731	114.82
3	15	28.0	16.0	7	22800	5.902	5.863	5.8825	175.3405	130.03
4	15	28.0	16.0	7	24000	5.995	5.972	5.9835	181.4132	132.29
5	15	28.0	16.0	7	21420	6.010	5.990	6.0000	182.4151	117.42
AVG										127.34

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	20	29.0	18.0	7	25380	5.905	5.934	5.9195	177.5531	142.94
2	20	29.0	18.0	7	21180	5.944	5.921	5.9325	178.3339	118.77
3	20	29.0	18.0	7	18300	5.898	5.875	5.8865	175.5790	104.23
4	20	29.0	18.0	7	22800	5.935	5.960	5.9475	179.2368	127.21
5	20	29.0	18.0	7	21360	5.931	5.954	5.9425	178.9356	119.37
AVG										122.50

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	25	30.0	17.0	7	18600	5.998	5.934	5.9660	180.3536	103.13
2	25	30.0	17.0	7	25080	5.972	5.920	5.9460	179.1464	140.00
3	25	30.0	17.0	7	21120	5.963	5.989	5.9760	180.9587	116.71
4	25	30.0	17.0	7	23460	5.953	5.982	5.9675	180.4443	130.01
5	25	30.0	17.0	7	20220	5.933	5.915	5.9240	177.8232	113.71
AVG										120.71

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	30	31.5	15.5	7	19920	5.984	5.980	5.9820	181.3223	109.86
2	30	31.5	15.5	7	21720	5.950	5.922	5.9360	178.5444	121.65
3	30	31.5	15.5	7	22800	5.888	5.868	5.8780	175.0723	130.23
4	30	31.5	15.5	7	19200	5.980	5.982	5.9810	181.2617	105.92
5	30	31.5	15.5	7	24180	5.917	5.944	5.9305	178.2136	135.68
AVG										120.67

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	35	33.0	16.0	7	19800	5.945	5.948	5.9465	179.1766	110.51
2	35	33.0	16.0	7	18000	5.910	5.948	5.9290	178.1235	101.05
3	35	33.0	16.0	7	21600	5.924	5.947	5.9355	178.5143	121.00
4	35	33.0	16.0	7	23040	6.003	5.990	5.9965	182.2024	126.45
5	35	33.0	16.0	7	20940	5.934	5.919	5.9265	177.9733	117.66
AVG										115.33

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	40	35.0	15.0	7	18300	5.926	5.935	5.9305	178.2136	102.69
2	40	35.0	15.0	7	21780	5.971	5.912	5.9415	178.8754	121.76
3	40	35.0	15.0	7	22500	5.950	5.955	5.9525	179.5383	125.32
4	40	35.0	15.0	7	22200	5.931	5.914	5.9225	177.7332	124.91
5	40	35.0	15.0	7	22260	5.974	5.960	5.9670	180.4141	123.38
AVG										119.61

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	45	36.0	16.0	7	19200	5.912	5.914	5.9130	177.1634	108.37
2	45	36.0	16.0	7	18000	5.945	5.932	5.9385	178.6948	100.73
3	45	36.0	16.0	7	21120	5.890	5.901	5.8955	176.1163	119.92
4	45	36.0	16.0	7	22500	5.887	5.890	5.8885	175.6984	128.06
5	45	36.0	16.0	7	21780	5.987	5.962	5.9745	180.8679	120.42
AVG										115.50

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STPENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	50	37.5	14.0	7	19320	5.961	5.984	5.9725	180.7468	106.89
2	50	37.5	14.0	7	19560	5.872	5.893	5.8825	175.3405	111.55
3	50	37.5	14.0	7	21000	5.911	5.923	5.9170	177.4032	118.37
4	50	37.5	14.0	7	18300	5.931	5.937	5.9340	178.4241	102.56
5	50	37.5	14.0	7	21960	5.913	5.944	5.9285	178.0935	123.31
AVG										112.54

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	60	39.5	12.0	7	18180	5.897	5.890	5.8935	175.9969	103.30
2	60	39.5	12.0	7	20700	5.977	6.013	5.9950	182.1112	113.67
3	60	39.5	12.0	7	20880	5.961	5.934	5.9475	179.2368	116.49
4	60	39.5	12.0	7	17520	5.959	5.962	5.9605	180.0212	97.32
5	60	39.5	12.0	7	21720	5.938	5.934	5.9360	178.5444	121.65
AVG										110.49

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	70	42.0	10.0	7	18300	5.978	5.957	5.9675	180.4443	101.42
2	70	42.0	10.0	7	19680	6.005	5.985	5.9950	182.1112	108.07
3	70	42.0	10.0	7	21120	5.910	5.885	5.8975	176.2358	119.84
4	70	42.0	10.0	7	21780	5.939	5.916	5.9275	178.0334	122.34
5	70	42.0	10.0	7	20880	5.962	5.984	5.9730	180.7771	115.50
AVG										113.43

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

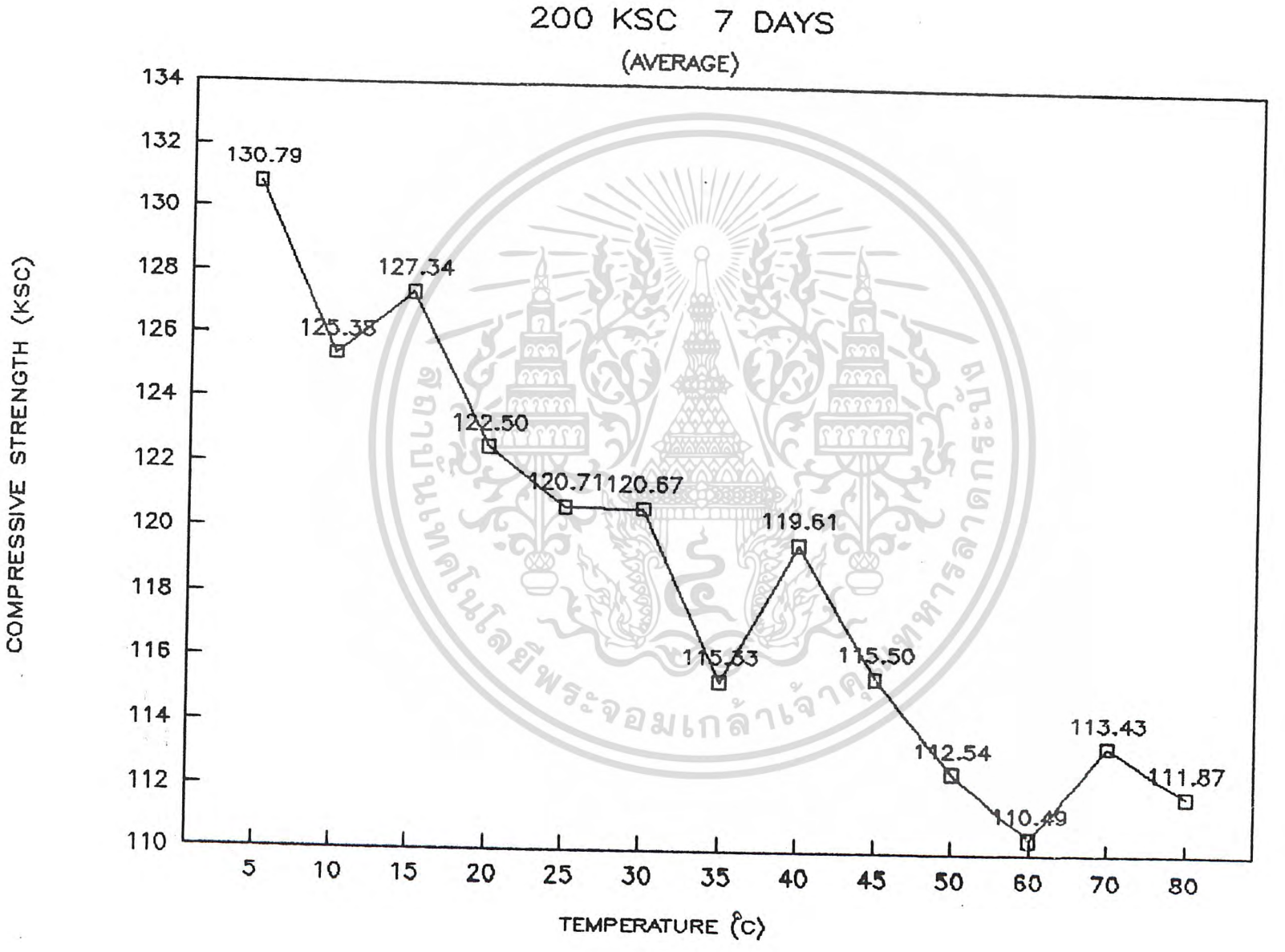
200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	80	43.0	8.5	7	18000	5.890	5.879	5.8845	175.4597	102.59
2	80	43.0	8.5	7	19800	5.959	5.974	5.9665	180.3838	109.77
3	80	43.0	8.5	7	21900	5.960	5.954	5.9570	179.8099	121.80
4	80	43.0	8.5	7	21420	5.934	5.923	5.9285	178.0935	120.27
5	80	43.0	8.5	7	19200	6.005	6.015	6.0100	183.0237	104.90
AVG										111.87

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL


200 KSC 7 DAYS
(AVERAGE)
COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
TEMPERATURE (C)
134
132
130
128
126
124
122
120
118
116
114
112
110
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
60
70
80
130.79
125.38
127.34
122.50
120.71
120.67
115.33
119.61
115.50
112.54
110.49
113.43
111.87

ผลการทดสอบแท่งคอนกรีต

ออกแบบ 200 KSC บ่มในน้ำ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	5	26.0	18.0	14	29700	5.935	5.952	5.9435	178.9958	165.93
2	5	26.0	18.0	14	28800	5.878	5.903	5.8905	175.8177	163.81
3	5	26.0	18.0	14	33900	5.900	5.921	5.9105	177.0137	191.51
4	5	26.0	18.0	14	31380	5.962	5.948	5.9550	179.6892	174.63
5	5	26.0	18.0	14	27600	5.955	5.970	5.9625	180.1421	153.21
AVG										169.82

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	10	27.0	18.0	14	26700	5.950	5.933	5.9415	178.8754	149.27
2	10	27.0	18.0	14	30000	5.919	5.934	5.9265	177.9733	168.56
3	10	27.0	18.0	14	34200	5.945	5.945	5.9450	179.0862	190.97
4	10	27.0	18.0	14	32100	5.921	5.945	5.9330	178.3639	179.97
5	10	27.0	18.0	14	28320	5.949	5.953	5.9510	179.4478	157.82
AVG										169.32

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	15	28.0	16.0	14	25440	5.945	5.954	5.9495	179.3574	141.84
2	15	28.0	16.0	14	31440	5.930	5.935	5.9325	178.3339	176.30
3	15	28.0	16.0	14	33240	5.895	5.889	5.8920	175.9073	188.96
4	15	28.0	16.0	14	29400	5.988	5.956	5.9720	180.7166	162.69
5	15	28.0	16.0	14	24000	5.969	5.947	5.9580	179.8702	133.43
AVG										160.64

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	20	29.0	18.0	14	27780	5.956	5.944	5.9500	179.3875	154.86
2	20	29.0	18.0	14	29040	5.936	5.935	5.9355	178.5143	162.68
3	20	29.0	18.0	14	32880	5.940	5.931	5.9355	178.5143	184.19
4	20	29.0	18.0	14	31200	5.978	6.000	5.9890	181.7469	171.67
5	20	29.0	18.0	14	24720	5.961	5.963	5.9620	180.1118	137.25
AVG										162.13

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	25	30.0	17.0	14	28080	5.946	5.929	5.9375	178.6346	157.19
2	25	30.0	17.0	14	25080	5.920	5.930	5.9250	177.8832	140.99
3	25	30.0	17.0	14	33000	5.915	5.942	5.9285	178.0935	185.30
4	25	30.0	17.0	14	30420	5.916	5.917	5.9165	177.3732	171.50
5	25	30.0	17.0	14	26760	5.962	5.947	5.9545	179.6590	148.95
AVG										160.79

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	30	31.5	15.5	14	30780	5.976	5.980	5.9780	181.0799	169.98
2	30	31.5	15.5	14	28800	5.938	5.931	5.9345	178.4541	161.39
3	30	31.5	15.5	14	25200	5.888	5.914	5.9010	176.4451	142.82
4	30	31.5	15.5	14	26580	5.987	5.952	5.9695	180.5653	147.20
5	30	31.5	15.5	14	26700	5.939	5.948	5.9435	178.9958	149.17
AVG										154.11

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	35	33.0	16.0	14	24300	5.948	5.948	5.9480	179.2670	135.55
2	35	33.0	16.0	14	29100	5.961	5.954	5.9575	179.8401	161.81
3	35	33.0	16.0	14	25440	5.941	5.934	5.9375	178.6346	142.41
4	35	33.0	16.0	14	32400	5.975	5.959	5.9670	180.4141	179.59
5	35	33.0	16.0	14	26700	5.892	5.910	5.9010	176.4451	151.32
AVG										154.14

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	40	35.0	15.0	14	30000	5.921	5.935	5.9280	178.0634	168.48
2	40	35.0	15.0	14	24000	5.895	5.880	5.8875	175.6387	136.64
3	40	35.0	15.0	14	28020	5.967	5.928	5.9475	179.2368	156.33
4	40	35.0	15.0	14	24600	5.855	5.864	5.8595	173.9720	141.40
5	40	35.0	15.0	14	26880	5.967	5.939	5.9530	179.5685	149.69
AVG										150.51

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	45	36.0	16.0	14	29700	5.920	5.950	5.9350	178.4842	166.40
2	45	36.0	16.0	14	25800	5.974	5.975	5.9745	180.8679	142.65
3	45	36.0	16.0	14	27000	5.959	5.981	5.9700	180.5955	149.51
4	45	36.0	16.0	14	25600	5.920	5.900	5.9100	176.9837	144.65
5	45	36.0	16.0	14	29040	6.002	5.989	5.9955	182.1416	159.44
AVG										152.53

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	50	37.5	14.0	14	28200	5.950	5.963	5.9565	179.7797	156.86
2	50	37.5	14.0	14	25200	5.952	5.951	5.9515	179.4780	140.41
3	50	37.5	14.0	14	25560	5.992	5.975	5.9835	181.4132	140.89
4	50	37.5	14.0	14	27840	6.015	5.979	5.9970	182.2327	152.77
5	50	37.5	14.0	14	24840	5.858	5.879	5.8685	174.5069	142.34
AVG										146.66

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	60	39.5	12.0	14	24720	5.963	5.967	5.9650	180.2931	137.11
2	60	39.5	12.0	14	23160	5.988	5.988	5.9880	181.6862	127.47
3	60	39.5	12.0	14	28500	5.899	5.902	5.9005	176.4152	161.55
4	60	39.5	12.0	14	27300	5.905	5.911	5.9080	176.8639	154.36
5	60	39.5	12.0	14	22800	5.969	5.955	5.9620	180.1118	126.59
AVG										141.42

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	70	42.0	10.0	14	22080	5.923	5.914	5.9185	177.4932	124.40
2	70	42.0	10.0	14	24000	5.975	5.980	5.9775	181.0496	132.56
3	70	42.0	10.0	14	28080	5.905	5.950	5.9275	178.0334	157.72
4	70	42.0	10.0	14	26580	5.888	5.852	5.8700	174.5961	152.24
5	70	42.0	10.0	14	24420	5.982	5.960	5.9710	180.6560	135.17
AVG										140.42

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

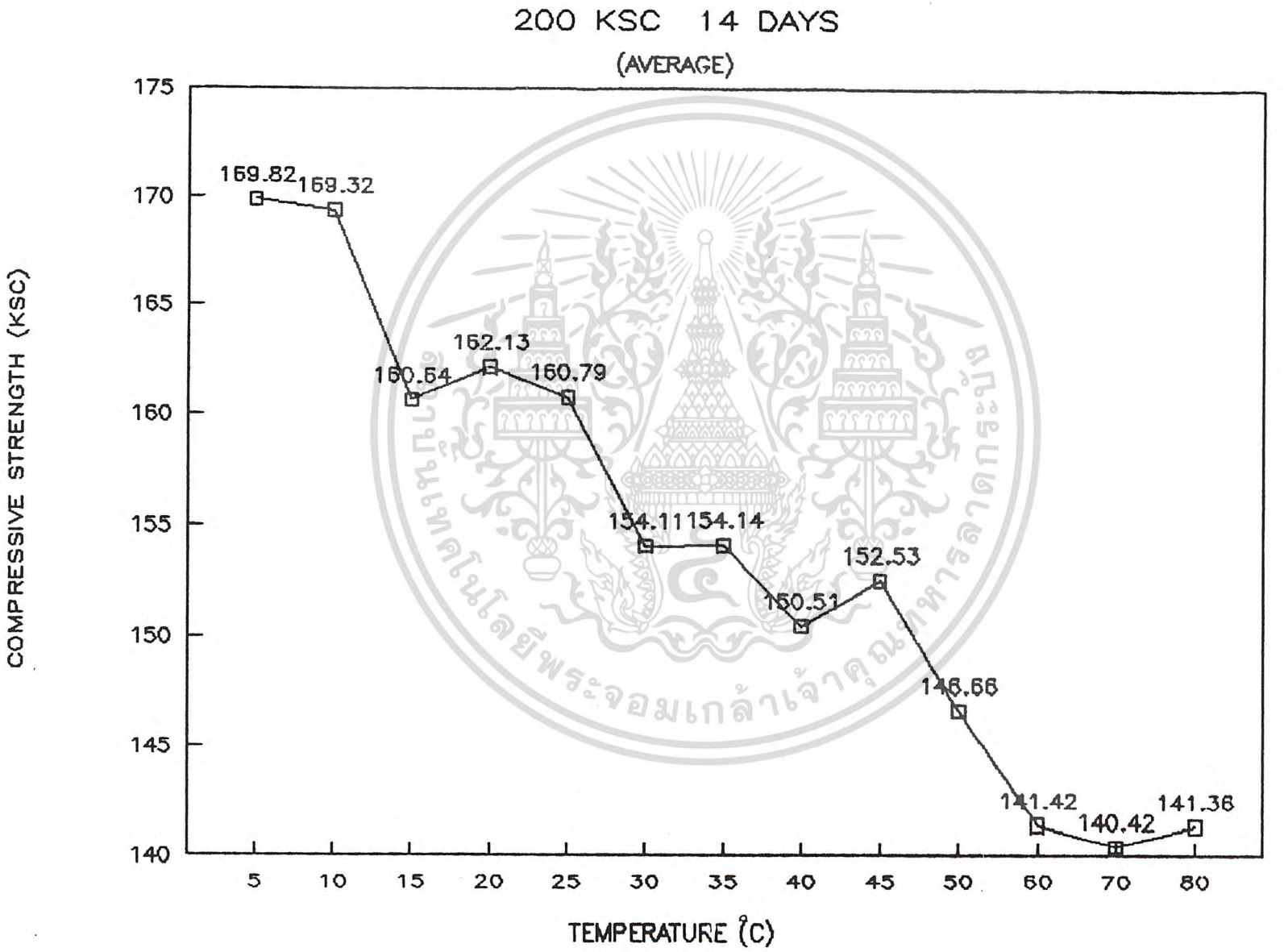
200 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

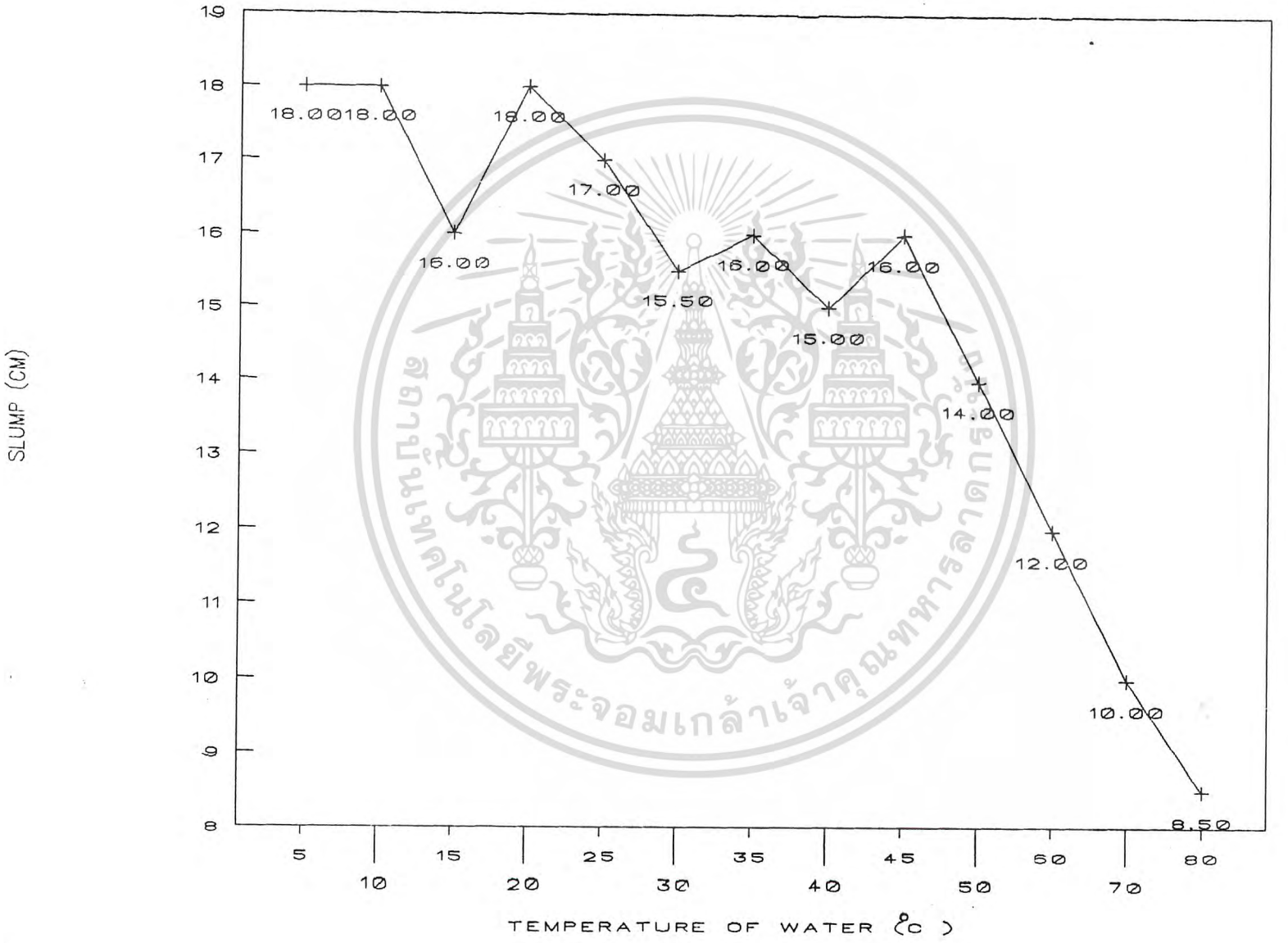
No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	80	43.0	8.5	14	21120	5.982	5.930	5.9560	179.7495	117.50
2	80	43.0	8.5	14	26100	5.928	5.903	5.9155	177.3133	147.20
3	80	43.0	8.5	14	25020	5.865	5.875	5.8700	174.5961	143.30
4	80	43.0	8.5	14	26220	5.967	5.989	5.9780	181.0799	144.80
5	80	43.0	8.5	14	27600	5.955	5.940	5.9475	179.2368	153.99
AVG										141.36

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL


200 KSC 14 DAYS
(AVERAGE)
COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
TEMPERATURE (°C)
175
170
165
160
155
150
145
140
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
60
70
80
169.82
169.32
160.64
162.13
160.79
154.11
154.14
150.51
152.53
146.66
141.42
140.42
141.36

AVERAGE SLUMP OF 200 KSC.



ผลการทดสอบแท่งคอนกรีต

ออกแบบ 300 KSC บ่มในน้ำ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	5	26.0	18.0	7	28800	5.963	6.000	5.9815	181.2920	158.86
2	5	26.0	18.0	7	38520	5.914	5.896	5.9050	176.6844	218.02
3	5	26.0	18.0	7	37920	5.935	5.945	5.9400	178.7851	212.10
4	5	26.0	18.0	7	33000	5.945	5.945	5.9450	179.0862	184.27
5	5	26.0	18.0	7	31680	5.923	5.932	5.9275	178.0334	177.94
AVG										190.24

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	10	27.5	16.0	7	28680	5.886	5.856	5.8710	174.6556	164.21
2	10	27.5	16.0	7	32100	5.919	5.867	5.8930	175.9670	182.42
3	10	27.5	16.0	7	35100	5.921	5.904	5.9125	177.1335	198.16
4	10	27.5	16.0	7	34500	5.965	5.942	5.9535	179.5986	192.09
5	10	27.5	16.0	7	36960	5.911	5.916	5.9135	177.1934	208.59
AVG										189.09

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	15	28.0	14.0	7	36000	5.914	5.914	5.9140	177.2234	203.13
2	15	28.0	14.0	7	28980	6.000	5.985	5.9925	181.9594	159.27
3	15	28.0	14.0	7	33600	5.879	5.874	5.8765	174.9830	192.02
4	15	28.0	14.0	7	33300	5.968	5.976	5.9720	180.7166	184.27
5	15	28.0	14.0	7	31320	5.903	5.911	5.9070	176.8041	177.15
AVG										183.17

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	20	29.0	15.0	7	29280	6.014	5.975	5.9945	182.0808	160.81
2	20	29.0	15.0	7	30000	5.911	6.000	5.9555	179.7193	166.93
3	20	29.0	15.0	7	34200	5.939	5.944	5.9415	178.8754	191.19
4	20	29.0	15.0	7	33480	5.944	5.931	5.9375	178.6346	187.42
5	20	29.0	15.0	7	30120	5.926	5.925	5.9255	177.9133	169.30
AVG										175.13

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	25	30.5	13.0	7	33000	5.902	5.837	5.8695	174.5664	189.04
2	25	30.5	13.0	7	32220	5.945	5.906	5.9255	177.9133	181.10
3	25	30.5	13.0	7	30900	5.918	5.918	5.9180	177.4632	174.12
4	25	30.5	13.0	7	32400	5.940	5.945	5.9425	178.9356	181.07
5	25	30.5	13.0	7	28080	5.929	5.934	5.9315	178.2737	157.51
AVG										176.57

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	30	32.5	10.0	7	33600	5.998	5.954	5.9760	180.9587	185.68
2	30	32.5	10.0	7	28500	5.987	5.922	5.9545	179.6590	158.63
3	30	32.5	10.0	7	33000	5.950	5.908	5.9290	178.1235	185.26
4	30	32.5	10.0	7	31200	5.920	5.940	5.9300	178.1836	175.10
5	30	32.5	10.0	7	28200	5.948	5.964	5.9560	179.7495	156.88
AVG										172.31

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER ?C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE ?C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	35	34.0	11.0	7	34800	5.925	5.958	5.9415	178.8754	194.55
2	35	34.0	11.0	7	33300	5.899	5.922	5.9105	177.0137	188.12
3	35	34.0	11.0	7	25200	5.968	6.018	5.9930	181.9897	138.47
4	35	34.0	11.0	7	27000	5.930	5.921	5.9255	177.9133	151.76
5	35	34.0	11.0	7	35160	5.911	5.913	5.9120	177.1035	198.53
AVG										174.29

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	40	35.0	10.0	7	33000	5.985	5.946	5.9655	180.3234	183.00
2	40	35.0	10.0	7	32400	5.970	5.929	5.9495	179.3574	180.64
3	40	35.0	10.0	7	29460	5.937	6.013	5.9750	180.8982	162.85
4	40	35.0	10.0	7	26100	5.965	5.934	5.9495	179.3574	145.52
5	40	35.0	10.0	7	27600	5.940	5.954	5.9470	179.2067	154.01
AVG										165.21

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	45	36.5	10.0	7	29100	5.922	5.958	5.9400	178.7851	162.77
2	45	36.5	10.0	7	26160	5.931	5.958	5.9445	179.0560	146.10
3	45	36.5	10.0	7	30480	5.975	5.940	5.9575	179.8401	169.48
4	45	36.5	10.0	7	33180	5.925	5.925	5.9250	177.8832	186.53
5	45	36.5	10.0	7	27900	5.946	5.942	5.9440	179.0259	155.84
AVG										164.14

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	50	37.0	8.5	7	33000	5.992	5.953	5.9725	180.7468	182.58
2	50	37.0	8.5	7	30900	5.922	5.905	5.9135	177.1934	174.39
3	50	37.0	8.5	7	27720	5.935	5.938	5.9365	178.5744	155.23
4	50	37.0	8.5	7	24840	5.965	5.950	5.9575	179.8401	138.12
5	50	37.0	8.5	7	26100	5.910	5.931	5.9205	177.6131	146.95
AVG										159.45

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	60	39.0	8.0	7	24600	5.954	5.923	5.9385	178.6948	137.66
2	60	39.0	8.0	7	27900	5.934	5.936	5.9350	178.4842	156.32
3	60	39.0	8.0	7	30600	5.940	5.955	5.9475	179.2368	170.72
4	60	39.0	8.0	7	31800	5.924	5.925	5.9245	177.8532	178.80
5	60	39.0	8.0	7	28680	5.975	5.980	5.9775	181.0496	158.41
AVG										160.38

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	70	41.0	7.0	7	30000	5.982	5.912	5.9470	179.2067	167.40
2	70	41.0	7.0	7	30600	5.865	5.900	5.8825	175.3405	174.52
3	70	41.0	7.0	7	27600	5.909	5.899	5.9040	176.6245	156.26
4	70	41.0	7.0	7	25800	5.900	5.931	5.9155	177.3133	145.51
5	70	41.0	7.0	7	26100	5.887	5.912	5.8995	176.3554	148.00
AVG										158.34

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

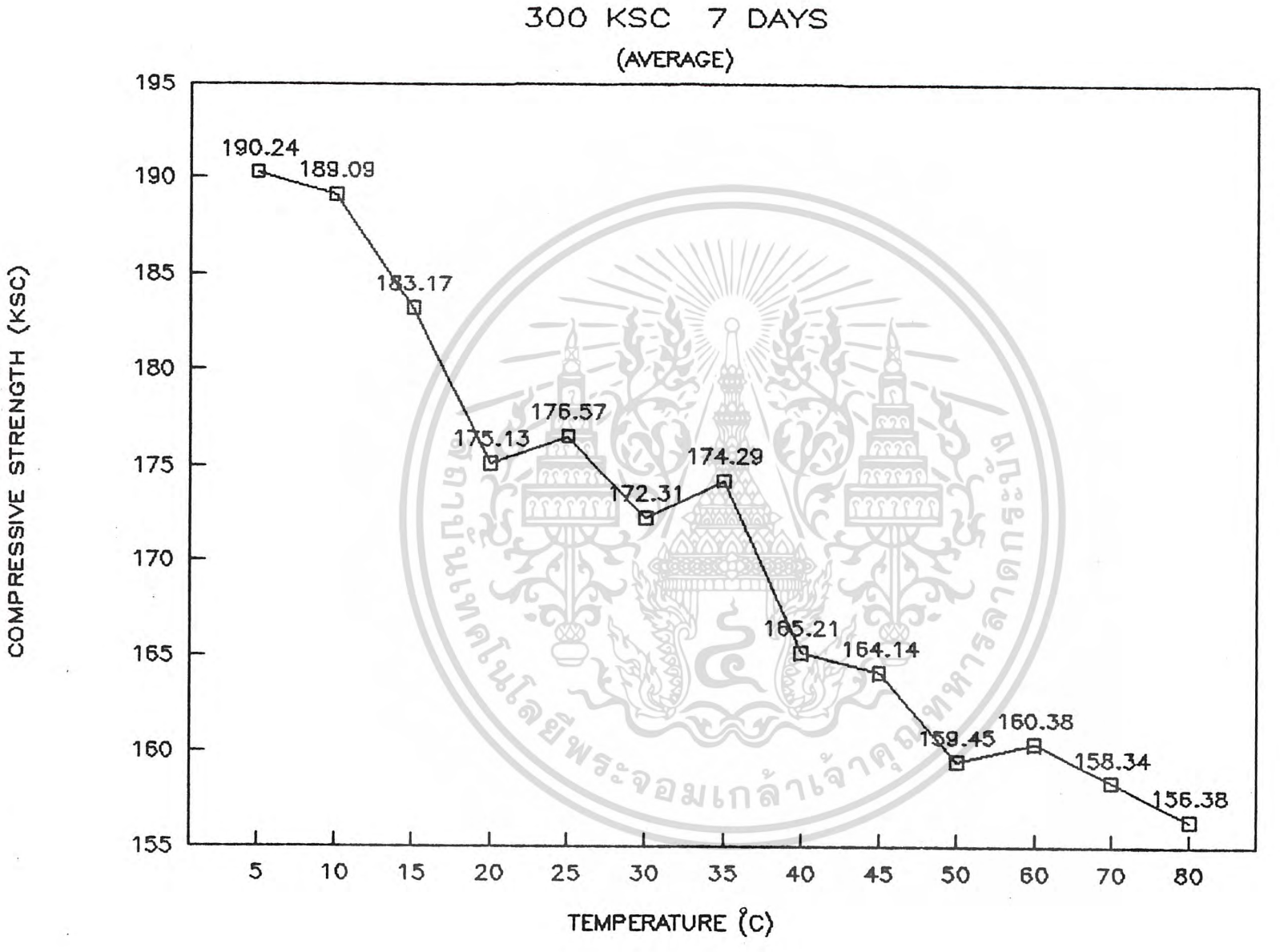
300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	80	42.0	6.5	7	29580	5.977	5.885	5.9310	178.2437	165.95
2	80	42.0	6.5	7	27360	5.937	5.925	5.9310	178.2437	153.50
3	80	42.0	6.5	7	30900	5.927	5.943	5.9350	178.4842	173.12
4	80	42.0	6.5	7	26500	5.945	5.941	5.9430	178.9657	148.07
5	80	42.0	6.5	7	25500	5.966	5.972	5.9690	180.5350	141.25
AVG										156.38

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL


300 KSC 7 DAYS
(AVERAGE)
COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
TEMPERATURE (C)
195
190
185
180
175
170
165
160
155
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
60
70
80
190.24
189.09
183.17
175.13
176.57
172.31
174.29
165.21
164.14
159.45
160.38
158.34
156.38

ผลการทดสอบแท่งคอนกรีต

ออกแบบ 300 KSC บ่มในน้ำ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	5	26.0	18.0	14	45000	5.964	5.853	5.9085	176.8939	254.39
2	5	26.0	18.0	14	43920	5.902	5.967	5.9345	178.4541	246.11
3	5	26.0	18.0	14	41760	5.928	5.927	5.9275	178.0334	234.56
4	5	26.0	18.0	14	48000	5.922	5.915	5.9185	177.4932	270.43
5	5	26.0	18.0	14	46560	5.926	5.933	5.9295	178.1535	261.35
AVG										253.37

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER (°C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE (°C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	10	27.5	16.0	14	45960	5.953	5.930	5.9415	178.8754	256.94
2	10	27.5	16.0	14	39600	5.920	5.933	5.9265	177.9733	222.51
3	10	27.5	16.0	14	42600	5.943	5.947	5.9450	179.0862	237.87
4	10	27.5	16.0	14	49200	5.925	5.941	5.9330	178.3639	275.84
5	10	27.5	16.0	14	46800	5.947	5.955	5.9510	179.4478	260.80
AVG										250.79

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	15	28.0	14.0	14	42000	5.910	5.910	5.9100	176.9837	237.31
2	15	28.0	14.0	14	47400	5.860	5.926	5.8930	175.9670	269.37
3	15	28.0	14.0	14	46200	6.006	5.943	5.9745	180.8679	255.44
4	15	28.0	14.0	14	40800	5.896	5.924	5.9100	176.9837	230.53
5	15	28.0	14.0	14	37380	5.987	5.965	5.9760	180.9587	206.57
AVG										239.84

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	20	29.0	15.0	14	40800	5.956	5.953	5.9545	179.6590	227.10
2	20	29.0	15.0	14	42600	5.954	5.917	5.9355	178.5143	238.64
3	20	29.0	15.0	14	48000	5.925	5.909	5.9170	177.4032	270.57
4	20	29.0	15.0	14	37560	5.923	5.913	5.9180	177.4632	211.65
5	20	29.0	15.0	14	44640	5.942	5.915	5.9285	178.0935	250.65
AVG										239.72

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °C	TEMP. OF MIXED CONCRETE °C	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	25	30.5	13.0	14	43320	5.928	5.929	5.9285	178.0935	243.24
2	25	30.5	13.0	14	39000	5.901	5.898	5.8995	176.3554	221.14
3	25	30.5	13.0	14	43800	5.915	5.969	5.9420	178.9055	244.82
4	25	30.5	13.0	14	36120	5.903	5.914	5.9085	176.8939	204.19
5	25	30.5	13.0	14	41340	5.943	5.925	5.9340	178.4241	231.70
AVG										229.02

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	30	32.5	10.0	14	39360	5.944	5.963	5.9535	179.5986	219.16
2	30	32.5	10.0	14	36960	5.942	5.916	5.9290	178.1235	207.50
3	30	32.5	10.0	14	45360	5.945	6.019	5.9820	181.3223	250.16
4	30	32.5	10.0	14	43560	5.978	5.955	5.9665	180.3838	241.49
5	30	32.5	10.0	14	38400	5.926	5.926	5.9260	177.9433	215.80
AVG										226.82

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STPENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	35	34.0	11.0	14	40500	5.937	5.887	5.9120	177.1035	228.68
2	35	34.0	11.0	14	40020	5.935	5.926	5.9305	178.2136	224.56
3	35	34.0	11.0	14	43500	5.960	5.959	5.9595	179.9608	241.72
4	35	34.0	11.0	14	39120	5.956	5.975	5.9655	180.3234	216.94
5	35	34.0	11.0	14	36900	5.941	5.933	5.9370	178.6045	206.60
AVG										223.70

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	40	35.0	10.0	14	41100	5.820	5.839	5.8295	172.1952	238.68
2	40	35.0	10.0	14	41220	5.943	5.939	5.9410	178.8453	230.48
3	40	35.0	10.0	14	36840	5.907	5.959	5.9330	178.3639	206.54
4	40	35.0	10.0	14	38400	5.934	5.932	5.9330	178.3639	215.29
5	40	35.0	10.0	14	42000	5.944	5.901	5.9225	177.7332	236.31
AVG										225.46

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °C	TEMP. OF MIXED CONCRETE °C	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	45	36.5	10.0	14	41400	5.899	5.904	5.9015	176.4750	234.59
2	45	36.5	10.0	14	37080	5.937	5.915	5.9260	177.9433	208.38
3	45	36.5	10.0	14	40560	5.945	5.900	5.9225	177.7332	228.21
4	45	36.5	10.0	14	36420	5.974	5.975	5.9745	180.8679	201.36
5	45	36.5	10.0	14	39900	5.950	5.920	5.9350	178.4842	223.55
AVG										219.22

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	50	37.0	8.5	14	42000	5.945	5.876	5.9105	177.0137	237.27
2	50	37.0	8.5	14	40800	5.949	5.923	5.9360	178.5444	228.51
3	50	37.0	8.5	14	37320	5.954	5.877	5.9155	177.3133	210.47
4	50	37.0	8.5	14	38880	5.946	5.948	5.9470	179.2067	216.96
5	50	37.0	8.5	14	37020	5.934	5.965	5.9495	179.3574	206.40
AVG										219.92

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	60	39.0	8.0	14	37500	5.966	5.955	5.9605	180.0212	208.31
2	60	39.0	8.0	14	39120	5.913	5.911	5.9120	177.1035	220.89
3	60	39.0	8.0	14	42900	5.926	5.914	5.9200	177.5831	241.58
4	60	39.0	8.0	14	35160	5.936	5.951	5.9435	178.9958	196.43
5	60	39.0	8.0	14	38040	5.914	5.925	5.9195	177.5531	214.25
AVG										216.29

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	70	41.0	7.0	14	38520	5.866	5.885	5.8755	174.9234	220.21
2	70	41.0	7.0	14	39720	5.954	5.954	5.9540	179.6288	221.12
3	70	41.0	7.0	14	36000	5.915	5.953	5.9340	178.4241	201.77
4	70	41.0	7.0	14	41700	5.951	5.957	5.9540	179.6288	232.15
5	70	41.0	7.0	14	37200	5.924	5.963	5.9435	178.9958	207.83
AVG										216.61

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

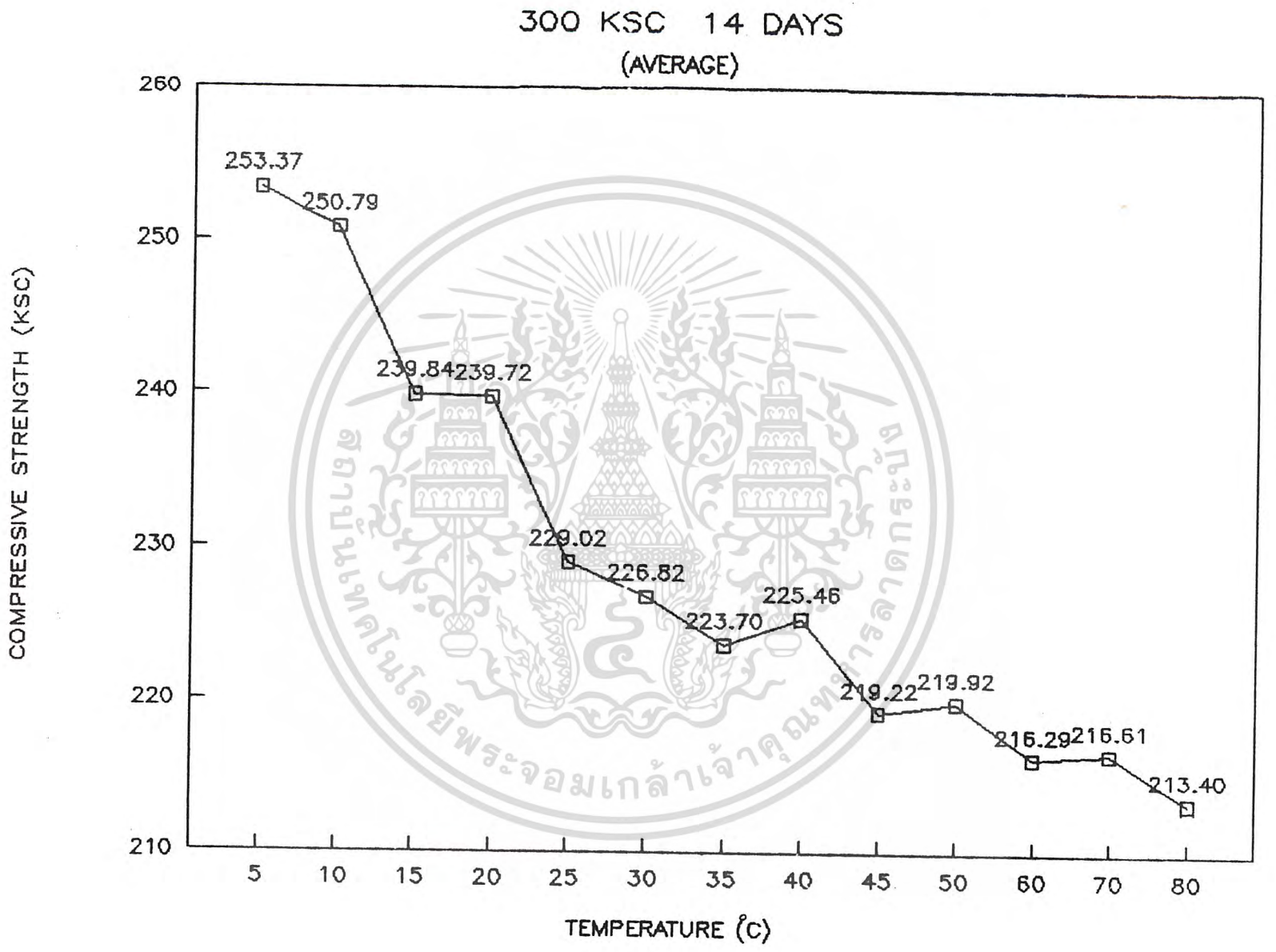
300 KSC

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

No.	TEMP. OF WATER °C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	80	42.0	6.5	14	36240	5.947	5.896	5.9215	177.6731	203.97
2	80	42.0	6.5	14	38220	5.926	5.900	5.9130	177.1634	215.73
3	80	42.0	6.5	14	40500	5.950	5.969	5.9595	179.9608	225.05
4	80	42.0	6.5	14	39840	5.926	5.900	5.9130	177.1634	224.88
5	80	42.0	6.5	14	35520	5.950	5.969	5.9595	179.9608	197.38
AVG										213.40

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL


300 KSC 14 DAYS
(AVERAGE)
COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
TEMPERATURE (°C)
260
250
240
230
220
210
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
60
70
80
253.37
250.79
239.84
239.72
229.02
226.82
223.70
225.46
219.22
219.92
216.29
216.61
213.40

ผลการทดสอบแท่งคอนกรีต

ออกแบบ 300 KSC บ่มในน้ำ 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °C	TEMP. OF MIXED CONCRETE °C	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	5	26.0	18.0	28	47100	5.965	5.932	5.9485	179.2971	262.69
2	5	26.0	18.0	28	51240	5.922	5.924	5.9230	177.7632	288.25
3	5	26.0	18.0	28	48900	5.969	5.986	5.9775	181.0496	270.09
4	5	26.0	18.0	28	48300	5.897	5.914	5.9055	176.7143	273.32
5	5	26.0	18.0	28	43800	5.908	5.926	5.9170	177.4032	246.90
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 1 3,4)										268.70

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	10	27.0	17.0	28	46020	5.961	5.935	5.9480	179.2670	256.71
2	10	27.0	17.0	28	47400	5.913	5.951	5.9320	178.3038	265.84
3	10	27.0	17.0	28	43200	5.933	5.935	5.9340	178.4241	242.12
4	10	27.0	17.0	28	49800	5.867	5.942	5.9045	176.6545	281.91
5	10	27.0	17.0	28	49200	5.957	5.980	5.9685	180.5048	272.57
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 1,2,5)										265.04

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °C	TEMP. OF MIXED CONCRETE °C	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	15	28.0	15.0	28	42300	5.920	5.951	5.9355	178.5143	236.96
2	15	28.0	15.0	28	47100	5.910	5.912	5.9110	177.0436	266.04
3	15	28.0	15.0	28	45720	5.975	5.980	5.9775	181.0496	252.53
4	15	28.0	15.0	28	47520	6.003	5.992	5.9975	182.2631	260.72
5	15	28.0	15.0	28	48000	5.938	5.948	5.9430	178.9657	268.21
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 2,3,4)										259.76

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	20	29.0	15.0	28	45000	5.879	5.894	5.8865	175.5790	256.29
2	20	29.0	15.0	28	46800	5.960	5.953	5.9565	179.7797	260.32
3	20	29.0	15.0	28	44700	5.944	5.958	5.9510	179.4478	249.10
4	20	29.0	15.0	28	40200	6.015	6.000	6.0075	182.8714	219.83
5	20	29.0	15.0	28	48480	5.924	5.951	5.9375	178.6346	271.39
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 1,2,3)										255.24

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	25	30.0	13.5	28	47400	6.007	5.983	5.9950	182.1112	260.28
2	25	30.0	13.5	28	47100	5.900	5.917	5.9085	176.8939	266.26
3	25	30.0	13.5	28	43200	5.955	5.933	5.9440	179.0259	241.31
4	25	30.0	13.5	28	44400	5.947	5.995	5.9710	180.6560	245.77
5	25	30.0	13.5	28	41640	5.931	5.956	5.9435	178.9958	232.63
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 1,3,4)										249.12

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °C	TEMP. OF MIXED CONCRETE °C	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	30	32.0	11.0	28	39120	5.898	5.929	5.9135	177.1934	220.78
2	30	32.0	11.0	28	47760	5.004	5.981	5.9925	181.9594	262.48
3	30	32.0	11.0	28	42660	5.926	5.885	5.9055	176.7143	241.41
4	30	32.0	11.0	28	46020	5.960	5.929	5.9445	179.0560	257.01
5	30	32.0	11.0	28	46260	5.930	5.910	5.9200	177.5831	260.50
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 3,4,5)										252.97

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	35	34.0	11.0	28	45300	5.976	5.943	5.9595	179.9608	251.72
2	35	34.0	11.0	28	43680	5.958	5.958	5.9580	179.8702	242.84
3	35	34.0	11.0	28	46080	5.951	5.985	5.9680	180.4745	255.33
4	35	34.0	11.0	28	39120	5.961	5.954	5.9575	179.8401	217.53
5	35	34.0	11.0	28	41280	5.922	5.935	5.9285	178.0935	231.79
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 1,2,5)										242.12

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	40	35.0	10.5	28	44400	5.949	5.962	5.9555	179.7193	247.05
2	40	35.0	10.5	28	42600	5.965	5.942	5.9535	179.5986	237.20
3	40	35.0	10.5	28	43080	5.975	5.986	5.9805	181.2313	237.71
4	40	35.0	10.5	28	45480	5.939	5.937	5.9380	178.6647	254.56
5	40	35.0	10.5	28	42120	5.961	5.965	5.9630	180.1723	233.78
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 1,2,3)										240.65

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	45	36.0	10.0	28	43380	5.972	5.969	5.9705	180.6258	240.17
2	45	36.0	10.0	28	42000	5.933	5.932	5.9325	178.3339	235.51
3	45	36.0	10.0	28	44400	5.987	5.981	5.9840	181.4435	244.70
4	45	36.0	10.0	28	41400	5.931	5.943	5.9370	178.6045	231.80
5	45	36.0	10.0	28	39600	5.888	5.893	5.8905	175.8177	225.23
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 1,2,4)										235.83

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °C	TEMP. OF MIXED CONCRETE °C	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	50	37.0	9.0	28	39600	5.938	5.975	5.9565	179.7797	220.27
2	50	37.0	9.0	28	42600	5.899	5.935	5.9170	177.4032	240.13
3	50	37.0	9.0	28	40680	5.895	5.915	5.9050	176.6844	230.24
4	50	37.0	9.0	28	43680	5.971	5.956	5.9635	180.2025	242.39
5	50	37.0	9.0	28	45000	5.944	5.914	5.9290	178.1235	252.63
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 2,3,4)										237.59

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °(C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °(C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	60	39.0	8.0	28	39600	5.916	5.911	5.9135	177.1934	223.48
2	60	39.0	8.0	28	42900	6.023	5.992	6.0075	182.8714	234.59
3	60	39.0	8.0	28	44100	6.006	6.014	6.0100	183.0237	240.95
4	60	39.0	8.0	28	40500	5.926	5.913	5.9195	177.5531	228.10
5	60	39.0	8.0	28	41700	5.932	5.958	5.9450	179.0862	232.85
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 2,4,5)										231.85

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °C)	TEMP. OF MIXED CONCRETE °C)	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	70	41.0	7.0	28	42240	5.949	5.989	5.9690	180.5350	233.97
2	70	41.0	7.0	28	43440	5.935	5.938	5.9365	178.5744	243.26
3	70	41.0	7.0	28	38100	5.963	5.963	5.9630	180.1723	211.46
4	70	41.0	7.0	28	43800	5.929	5.921	5.9250	177.8832	246.23
5	70	41.0	7.0	28	36900	5.935	5.936	5.9355	178.5143	206.71
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 1,2,3)										229.57

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL

DEPARTMENT OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY , FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

BANGKOK , THAILAND

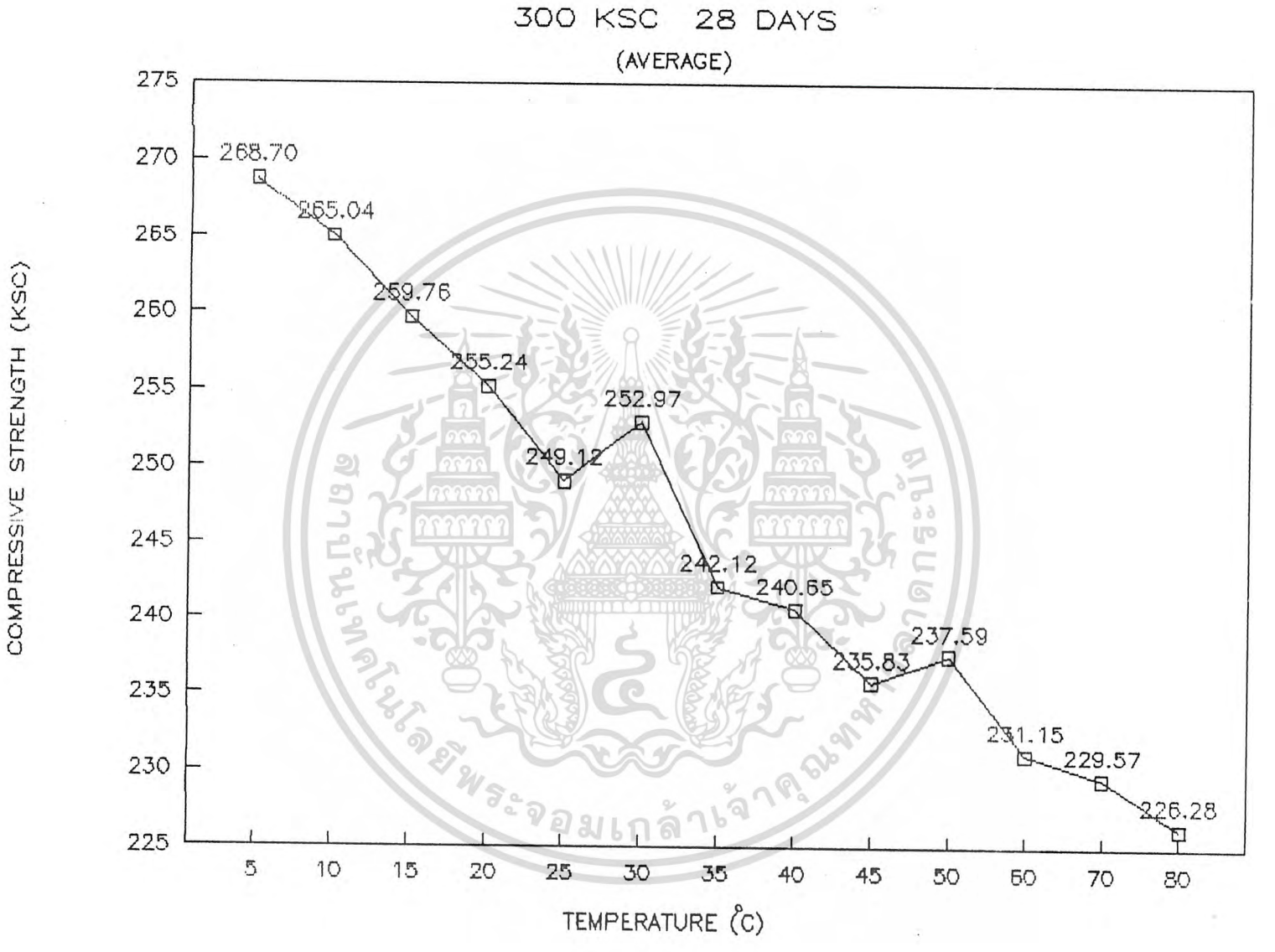
CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

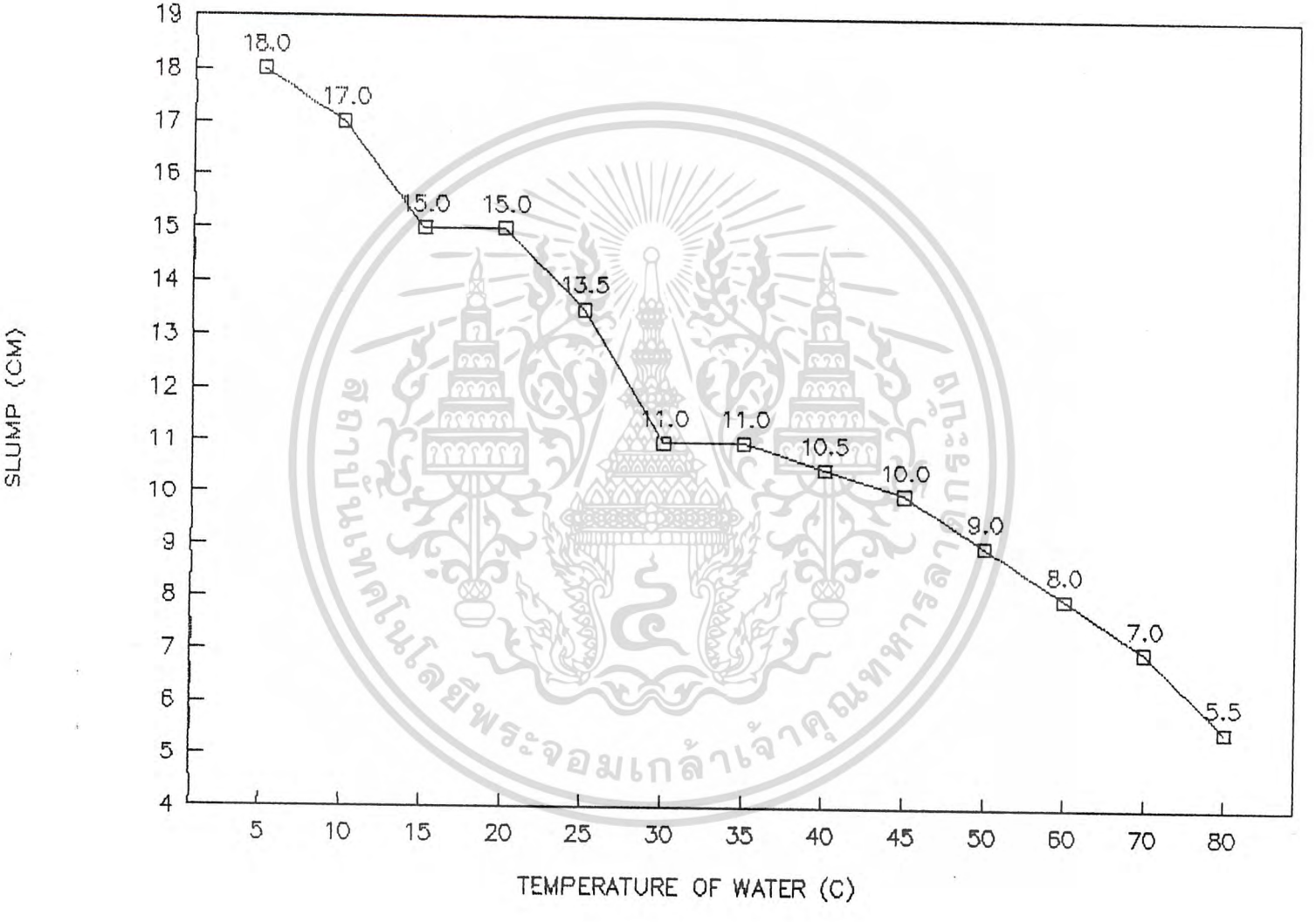
DESIGN TO 300 KSC

No.	TEMP. OF WATER °C	TEMP. OF MIXED CONCRETE °C	SLUMP (CM)	AGES DAYS	LOAD (KG)	d1 (INCH)	d2 (INCH)	D (INCH)	A (CM^2)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
1	80	42.5	5.5	28	38520	5.996	5.993	5.9945	182.0808	211.55
2	80	42.5	5.5	28	41100	5.955	5.975	5.9650	180.2931	227.96
3	80	42.5	5.5	28	39300	5.974	5.959	5.9665	180.3838	217.87
4	80	42.5	5.5	28	42000	5.973	5.920	5.9465	179.1766	234.41
5	80	42.5	5.5	28	40920	5.895	5.879	5.8870	175.6089	233.02
AVERAGE COMPRESSIVE STRENGTH (NO. 2,3,5)										226.28

TYPE OF SAMPLE CYLINDER

METHOD OF CASTED MANUAL


300 KSC 28 DAYS
(AVERAGE)
COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)
TEMPERATURE (°C)
275
270
265
260
255
250
245
240
235
230
225
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
60
70
80
268.70
265.04
259.76
255.24
249.12
252.97
242.12
240.65
235.83
237.59
231.15
229.57
226.28


AVERAGE SLUMP OF 300 KSC
SLUMP (CM)
TEMPERATURE OF WATER (C)
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
60
70
80
18.0
17.0
15.0
15.0
13.5
11.0
11.0
10.5
10.0
9.0
8.0
7.0
5.5

ผลการทดสอบ

INITIAL SETTING TIME

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	30	30	30
30	60	70	45
45	80	80	80
60	170	150	160
75	190	170	180
90	200	210	205
105	180	240	210
120	340	340	340
135	400	400	400
150	450	460	455
165	500	520	510

ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 5 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	80	90	85
30	90	90	90
45	100	100	100
60	140	140	140
75	180	200	190
90	230	230	230
105	280	280	280
120	360	360	360
135	390	390	390
150	460	460	460
165	620	630	525

ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 10 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	40	40	40
30	40	50	45
45	80	80	80
60	140	160	150
75	200	200	200
90	200	210	205
105	280	300	290
120	340	340	340
135	380	380	380
150	470	470	470
165	540	540	540

ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 15 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	20	20	20
30	90	110	100
45	100	100	100
60	140	150	145
75	200	200	200
90	260	260	260
105	230	270	250
120	360	360	360
135	400	400	400
150	440	460	450
165	550	550	550

ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 20 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	80	80	80
30	80	120	100
45	90	110	100
60	130	130	130
75	200	210	205
90	240	240	240
105	300	300	300
120	400	410	405
135	420	420	420
150	450	450	450
165	530	560	550

ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 25 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	60	70	65
30	90	90	90
45	110	130	120
60	150	160	155
75	220	220	220
90	230	170	200
105	330	330	330
120	360	380	370
135	420	420	420
150	440	450	445
165	570	590	580

ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 30 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	80	80	80
30	90	90	90
45	100	100	100
60	130	140	135
75	170	170	170
90	240	240	240
105	310	290	300
120	360	360	360
135	400	400	400
150	420	450	440
165	600	600	600

ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 35 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	40	60	50
30	90	90	90
45	100	100	100
60	150	140	145
75	170	190	180
90	220	220	220
105	300	300	300
120	380	390	385
135	380	340	360
150	510	520	510
165	580	580	580

ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 40 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	80	80	80
30	110	110	110
45	90	110	100
60	110	130	120
75	270	270	270
90	300	300	300
105	340	360	350
120	410	410	410
135	500	510	505
150	550	550	550
165	600	620	610

ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 50 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	80	80	80
30	110	110	110
45	90	110	100
60	110	130	120
75	270	270	270
90	300	300	300
105	340	360	350
120	410	410	410
135	500	510	505
150	550	550	550
165	600	620	610

ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 50 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	60	60	60
30	80	80	80
45	160	160	160
60	180	210	195
75	250	250	250
90	300	300	300
105	320	320	320
120	410	450	430
135	410	540	540
150	560	560	560
165	630	670	650

ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 60 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	80	90	85
30	80	80	80
45	160	170	165
60	170	190	180
75	240	240	240
90	320	320	320
105	400	400	400
120	460	460	460
135	550	550	550
150	590	610	600
165	660	670	665

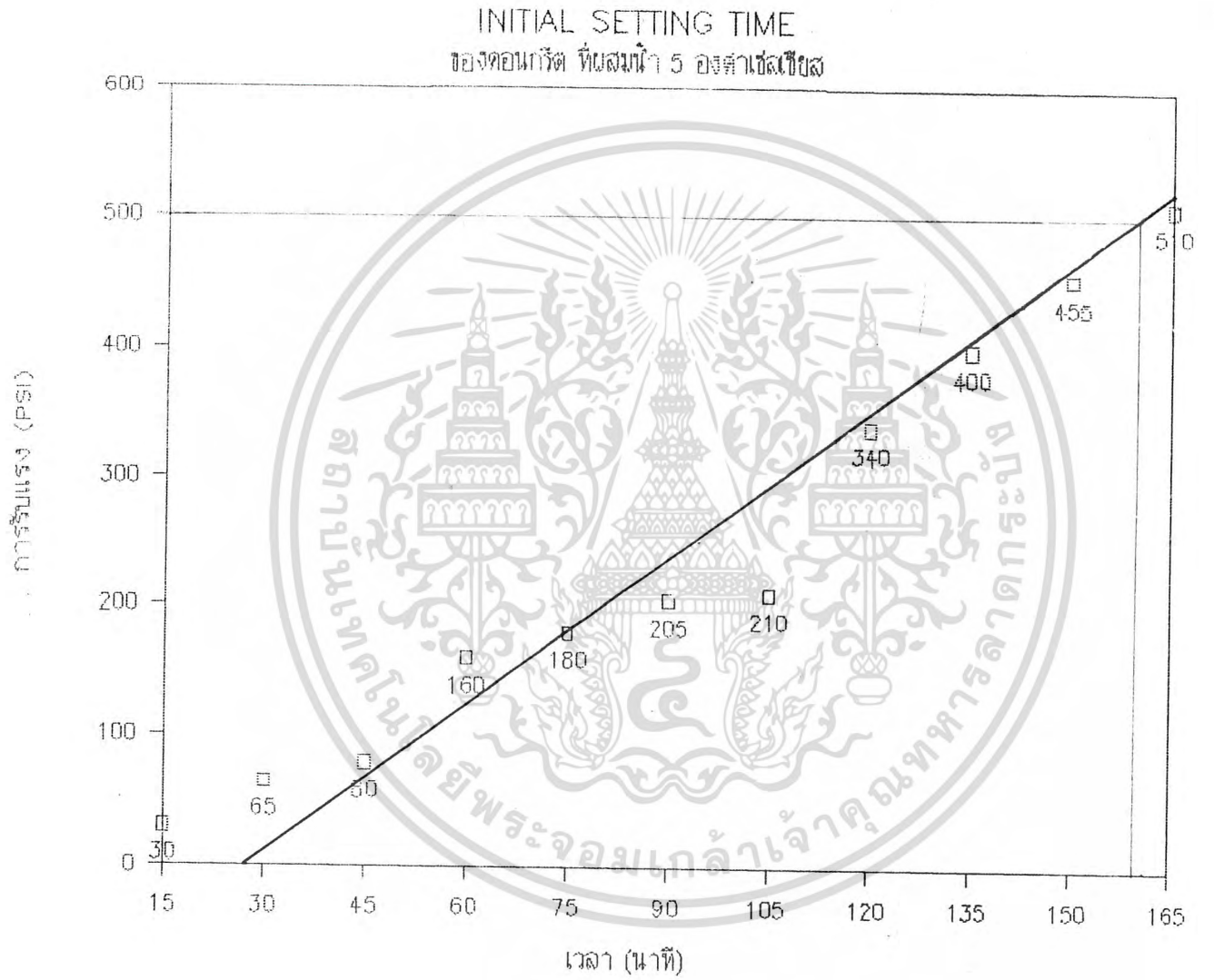
ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 70 องศาเซลเซียส

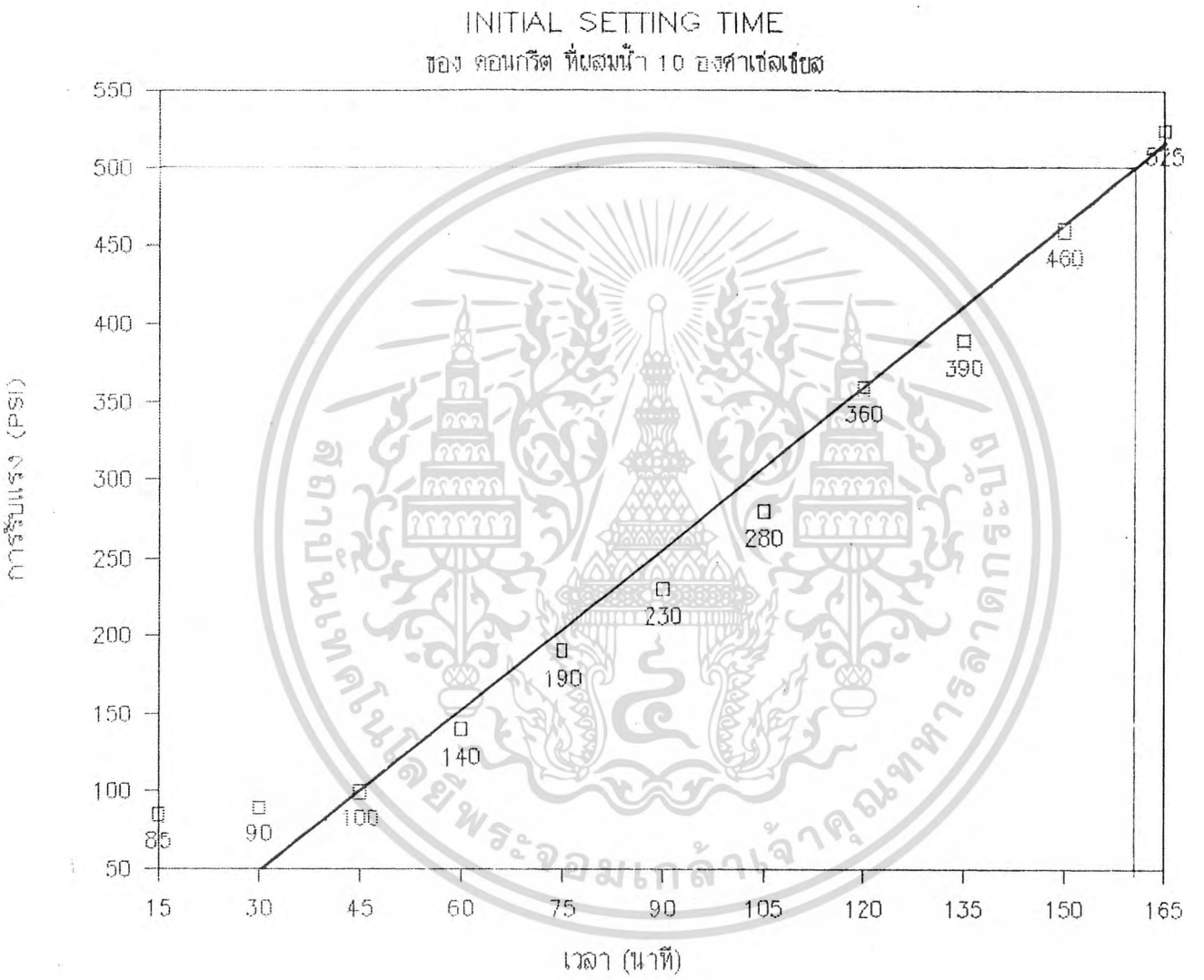
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

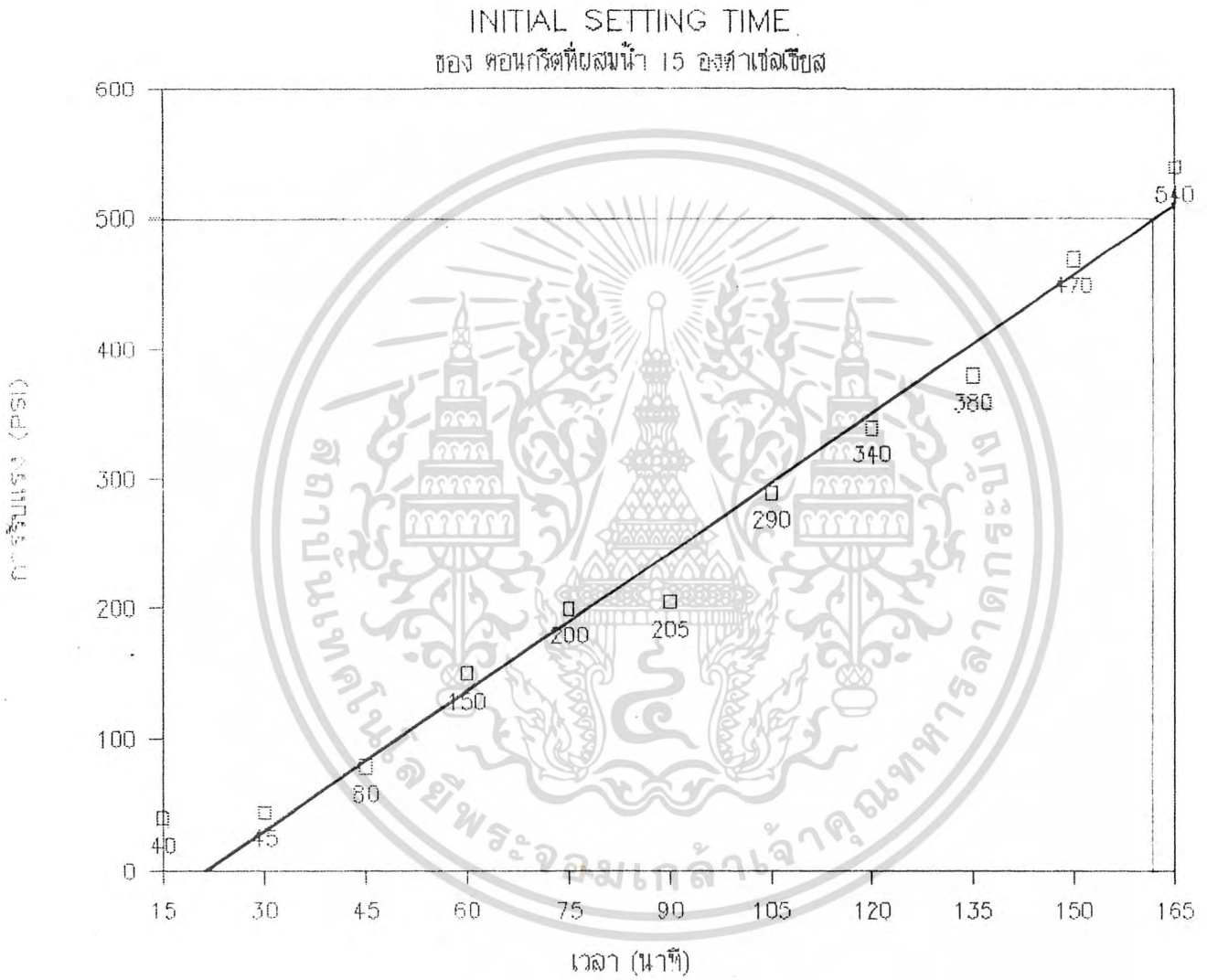
เวลา (นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย (PSI)
15	100	100	100
30	100	120	110
45	200	200	200
60	220	230	225
75	280	280	280
90	340	340	340
105	390	390	390
120	440	440	440
135	520	520	520
150	620	630	625
165	660	660	660

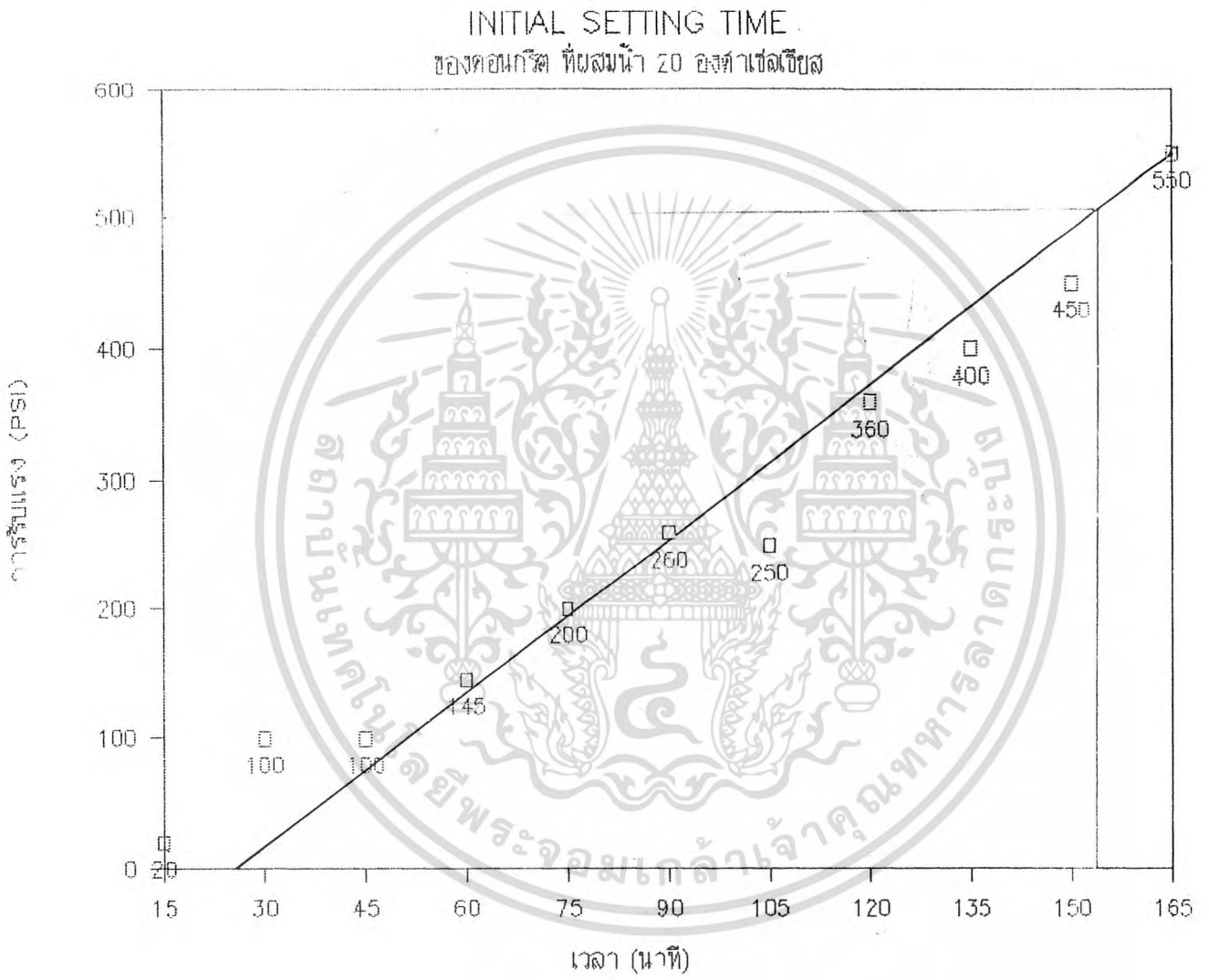
ผลการทดลองการหาระยะเวลาก่อตัวเริ่มต้นของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 80 องศาเซลเซียส

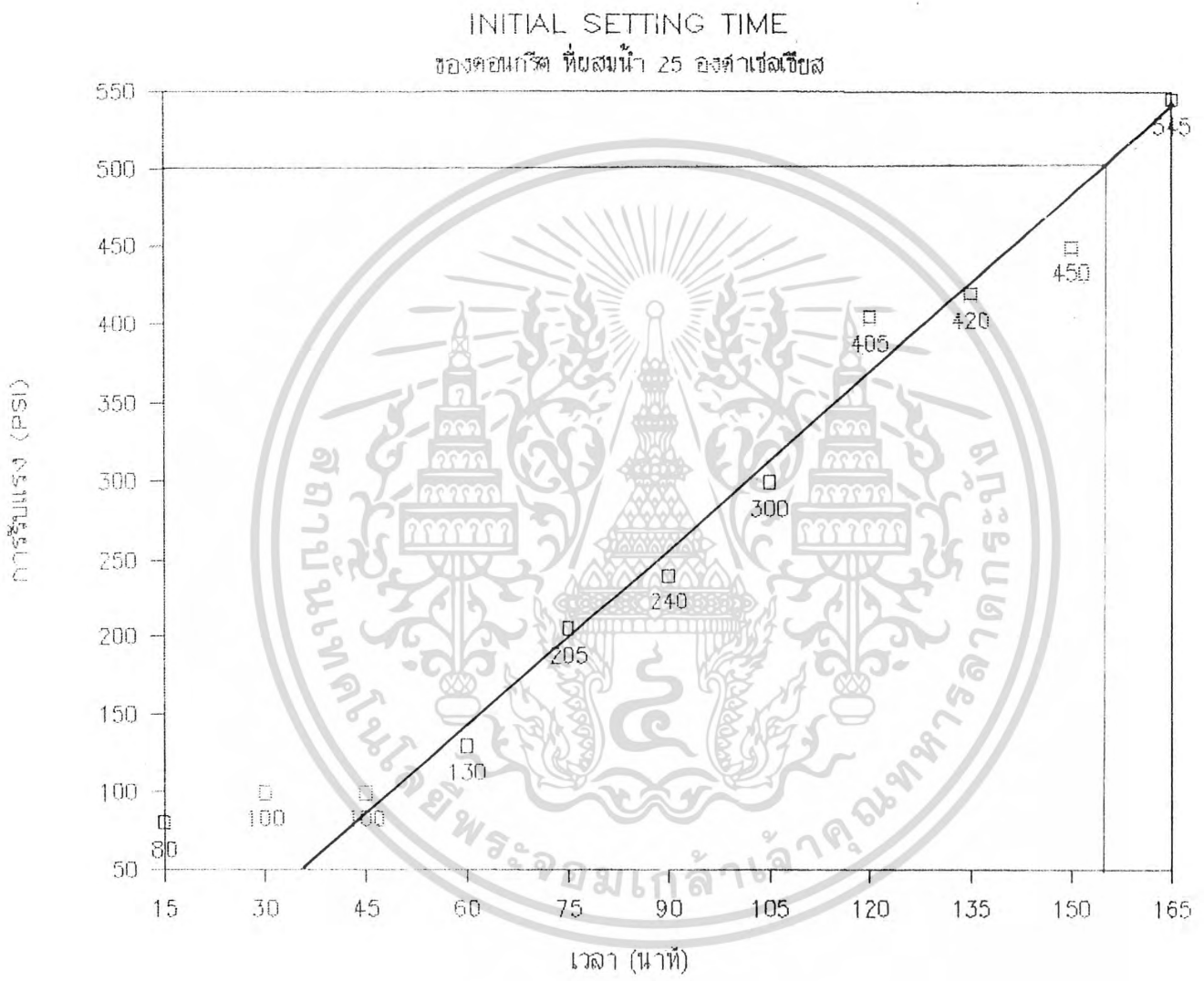
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

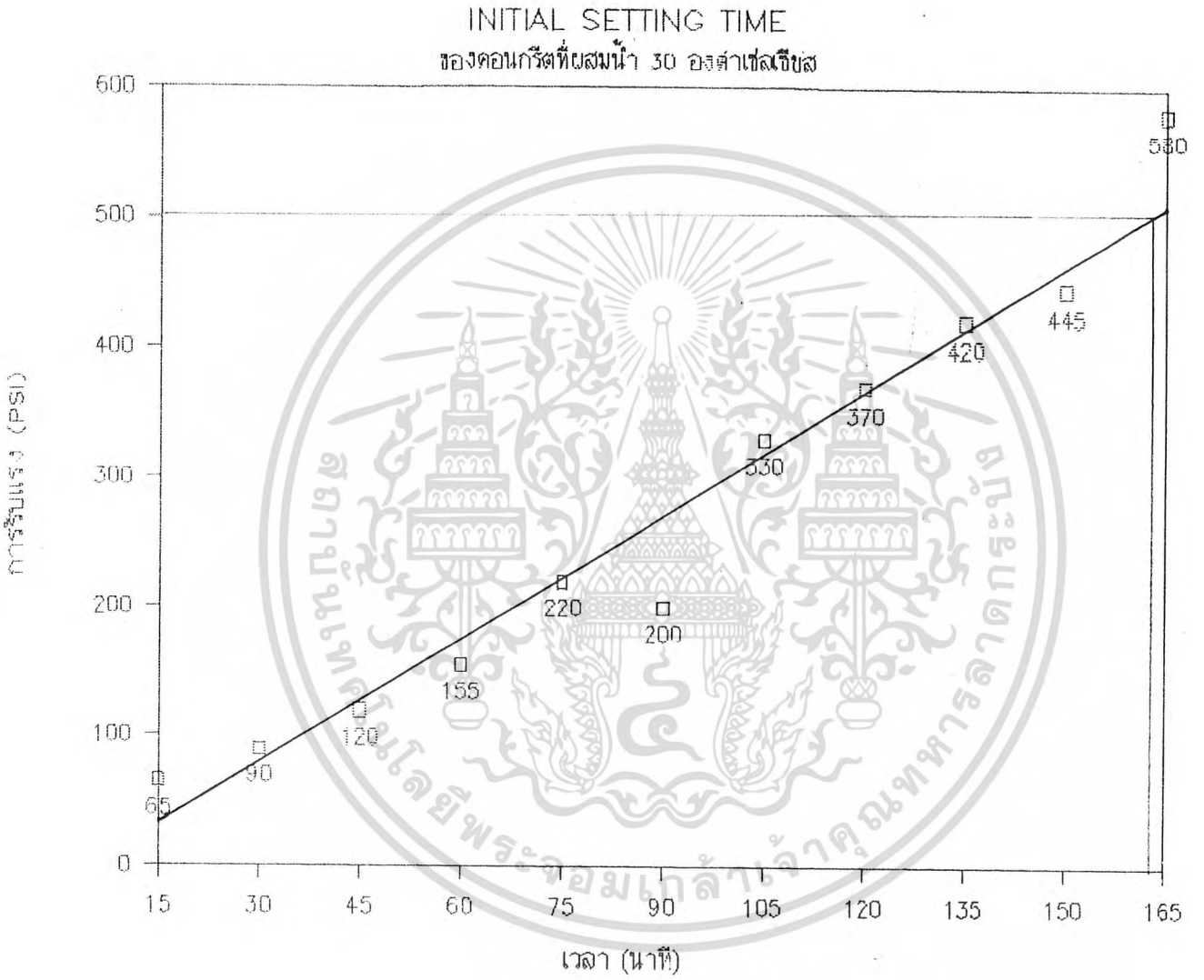

INITIAL SETTING TIME
ของคอนกรีต ที่ผสมน้ำ 5 องศาเซลเซียส
600
500
400
300
200
100
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
30
65
50
160
180
205
210
340
400
455
510
เวลา (นาที)

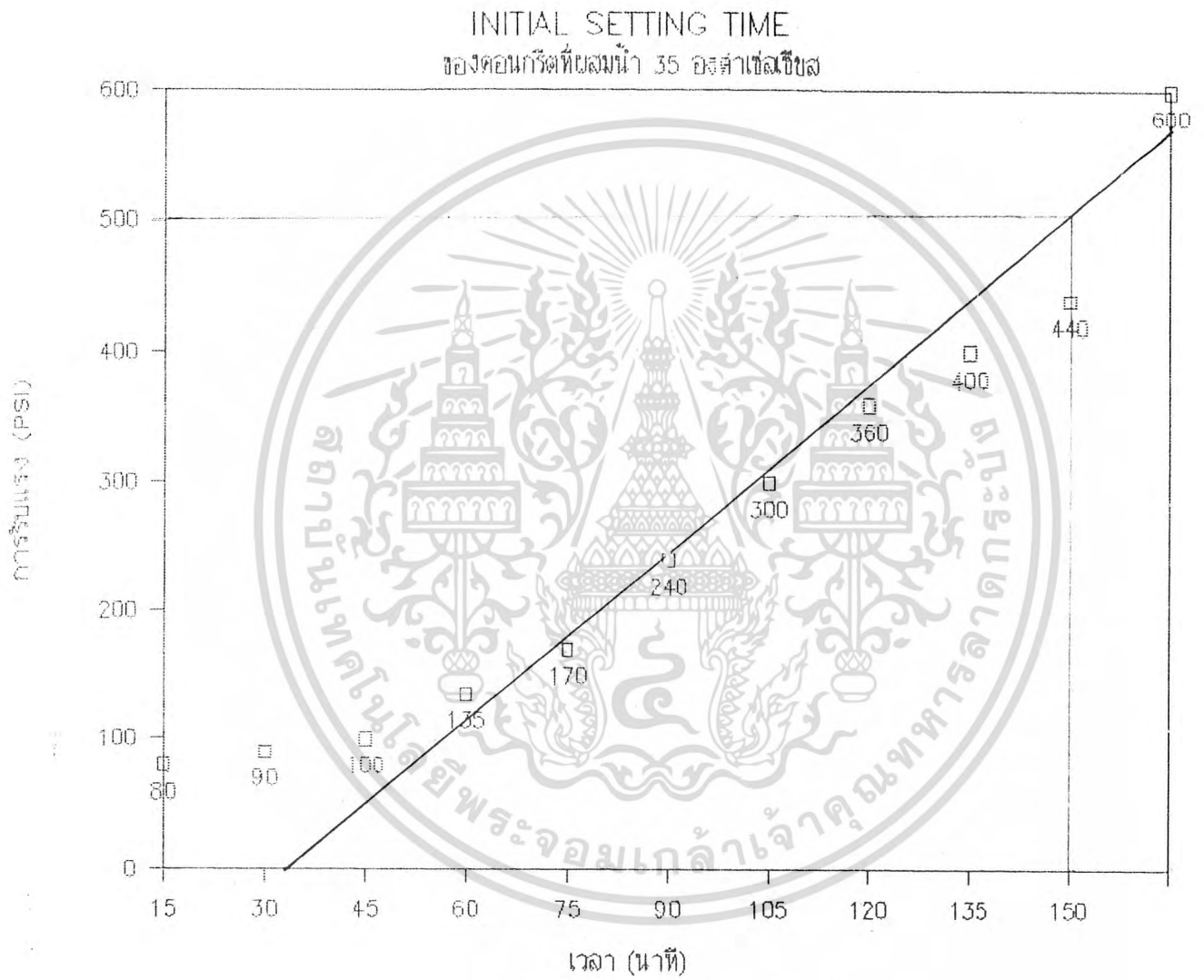

INITIAL SETTING TIME
ของ คอนกรีต ที่ผสมน้ำ 10 องศาเซลเซียส
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
85
90
100
140
190
230
280
360
390
460
515
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
เวลา (นาที)

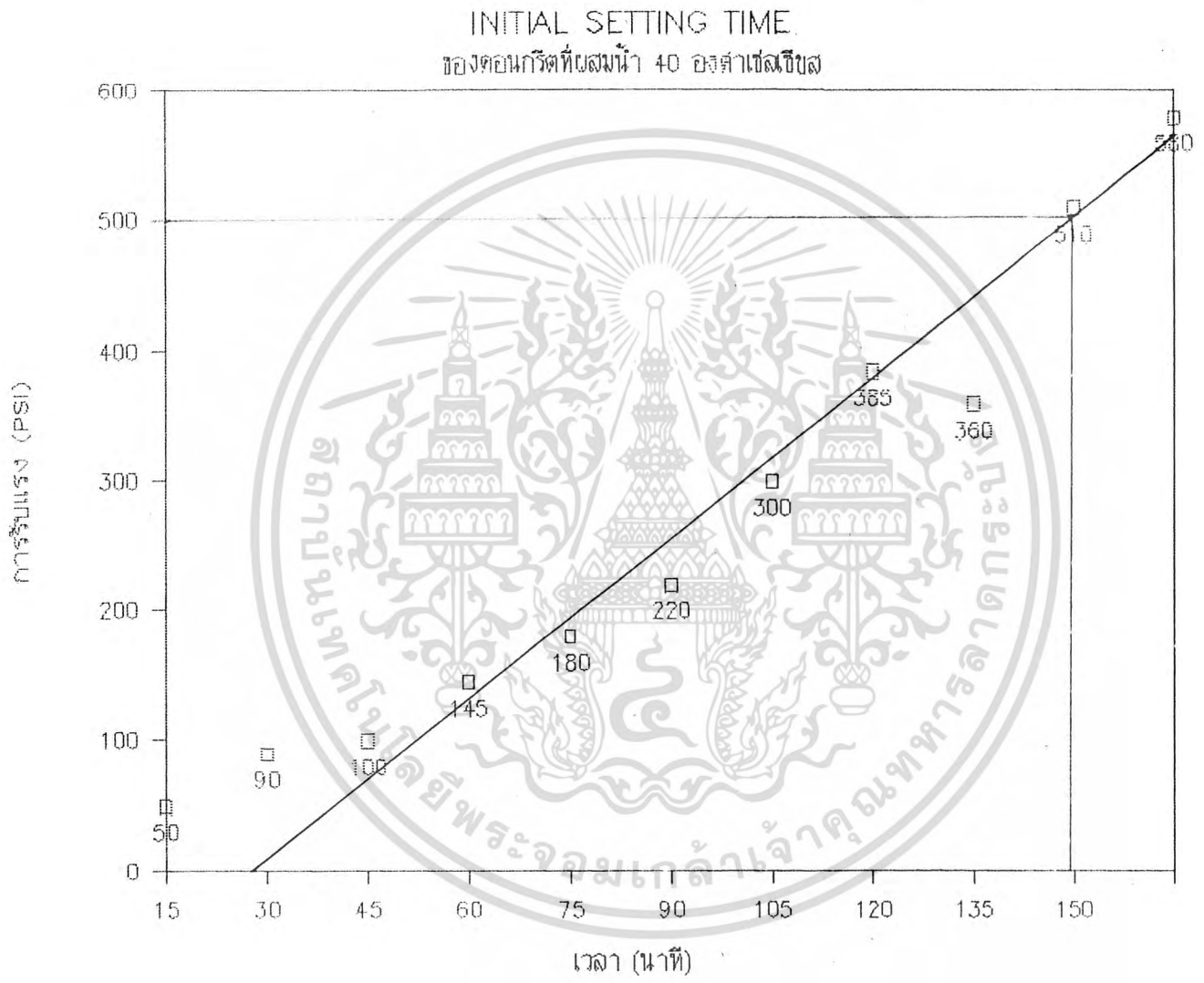

INITIAL SETTING TIME
ของ คอนกรีตที่ผสมน้ำ 15 องศาเซลเซียส
600
500
400
300
200
100
0
40
45
60
150
200
205
290
340
380
470
540
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
เวลา (นาที)

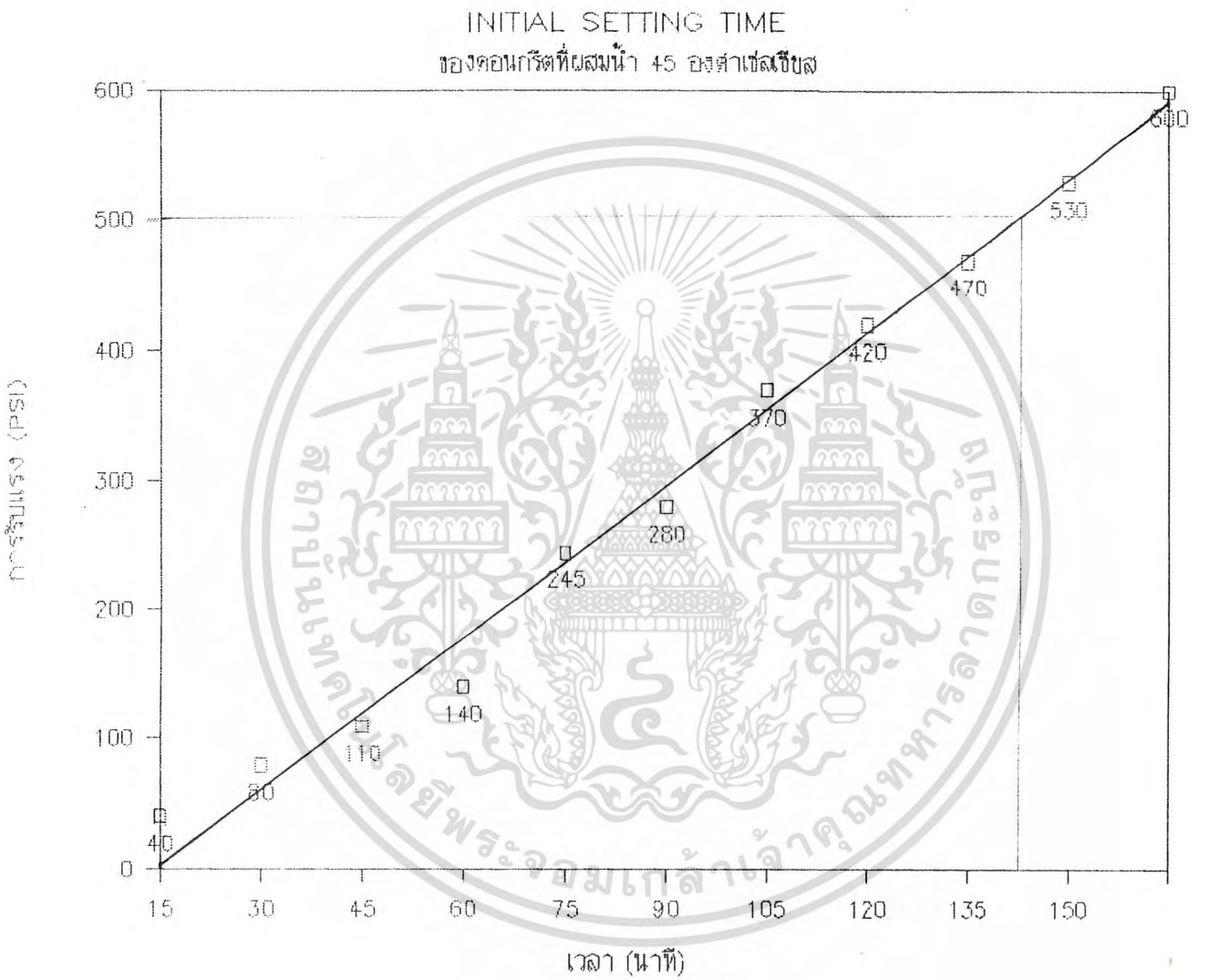

INITIAL SETTING TIME
ของคอนกรีต ที่ผสมน้ำ 20 องศาเซลเซียส
600
500
400
300
200
100
0
20
100
100
145
200
260
250
360
400
450
550
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
เวลา (นาที)

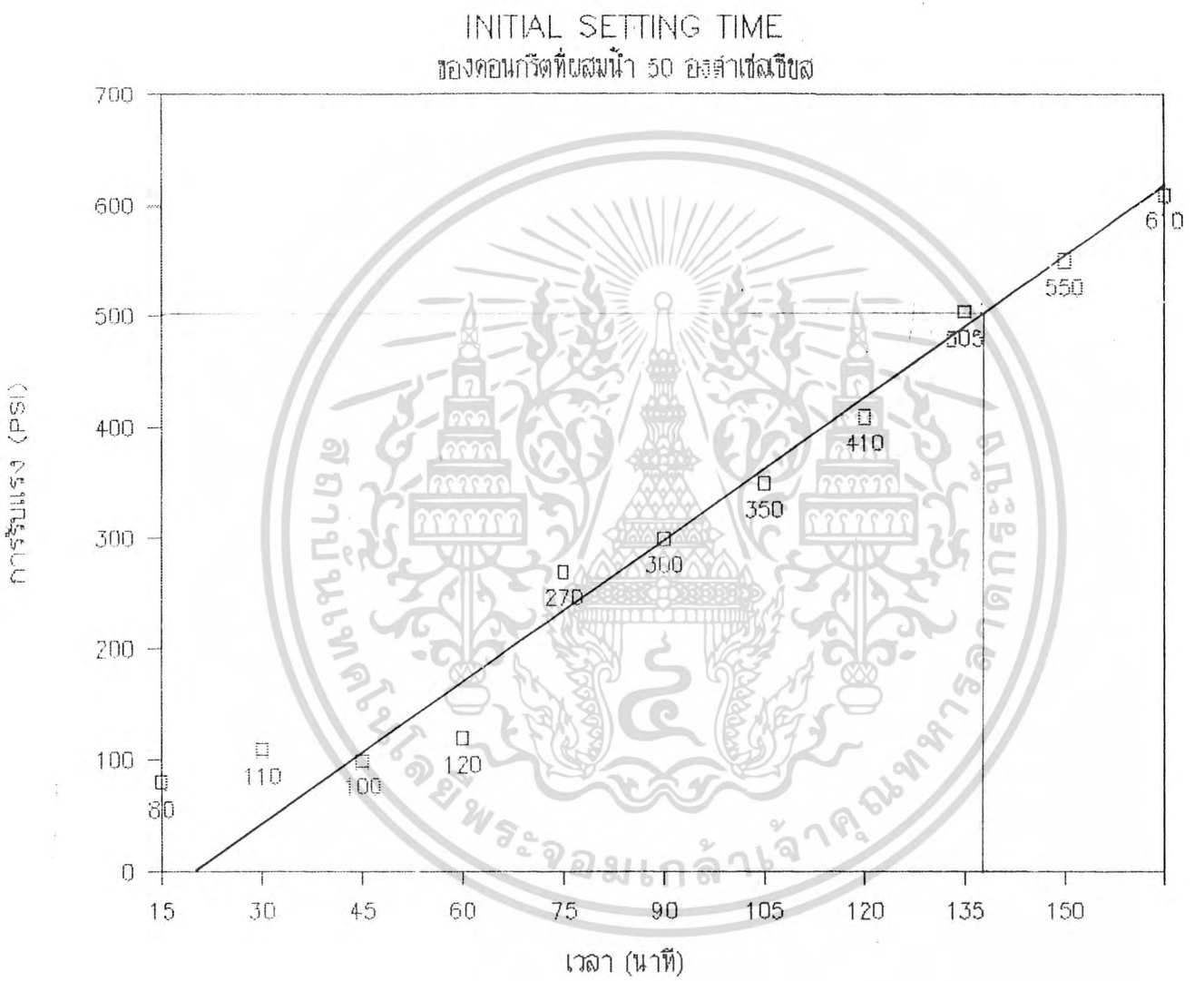

INITIAL SETTING TIME
ของซอนกรีต ที่ผสมน้ำ 25 องศาเซลเซียส
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
กำลังแรงอัด (psi)
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
เวลา (นาที)
80
100
100
130
205
240
300
405
420
450
545

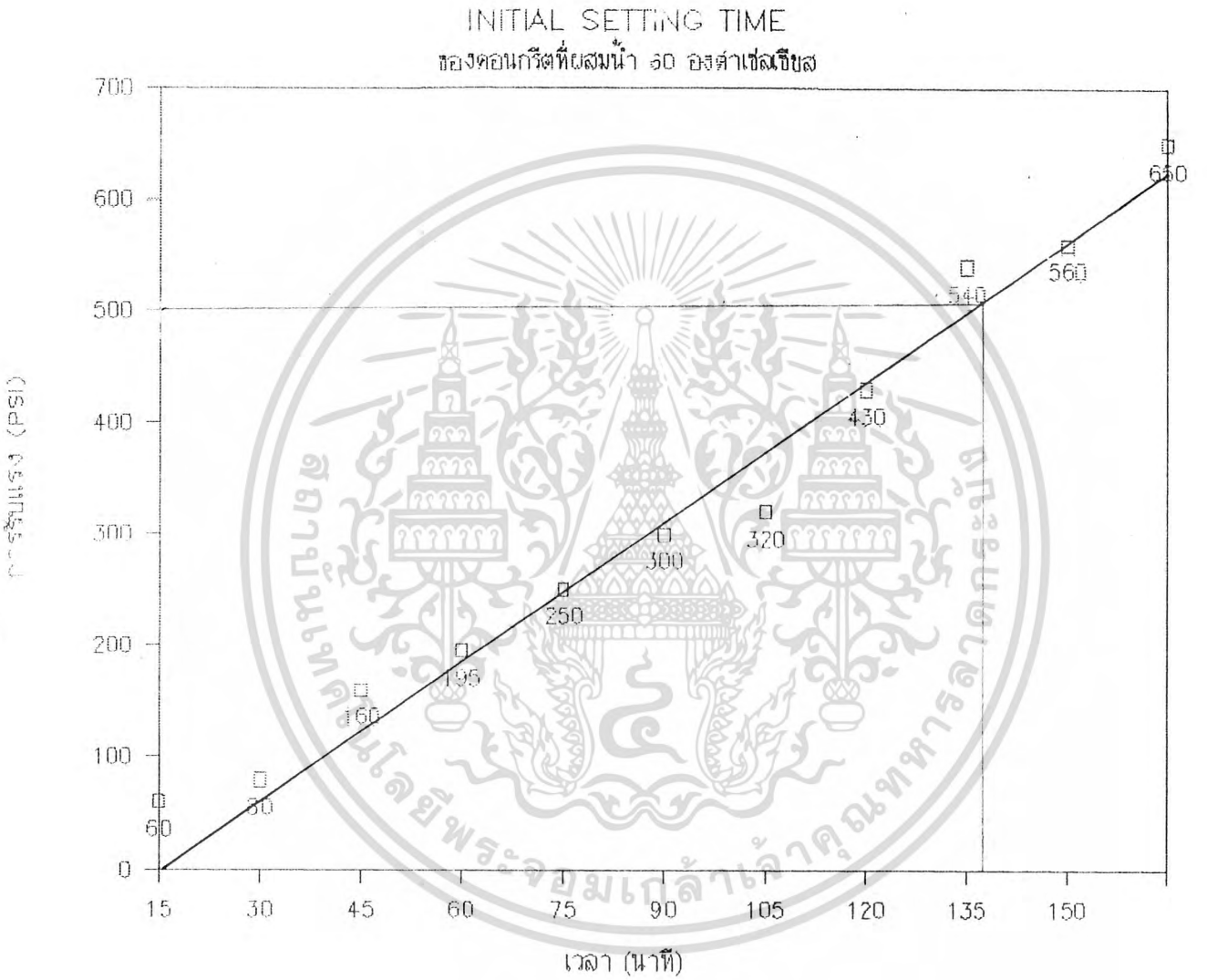

INITIAL SETTING TIME
ของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 30 องศาเซลเซียส
600
500
400
300
200
100
0
65
90
120
155
220
200
330
370
420
445
530
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
165
เวลา (นาที)

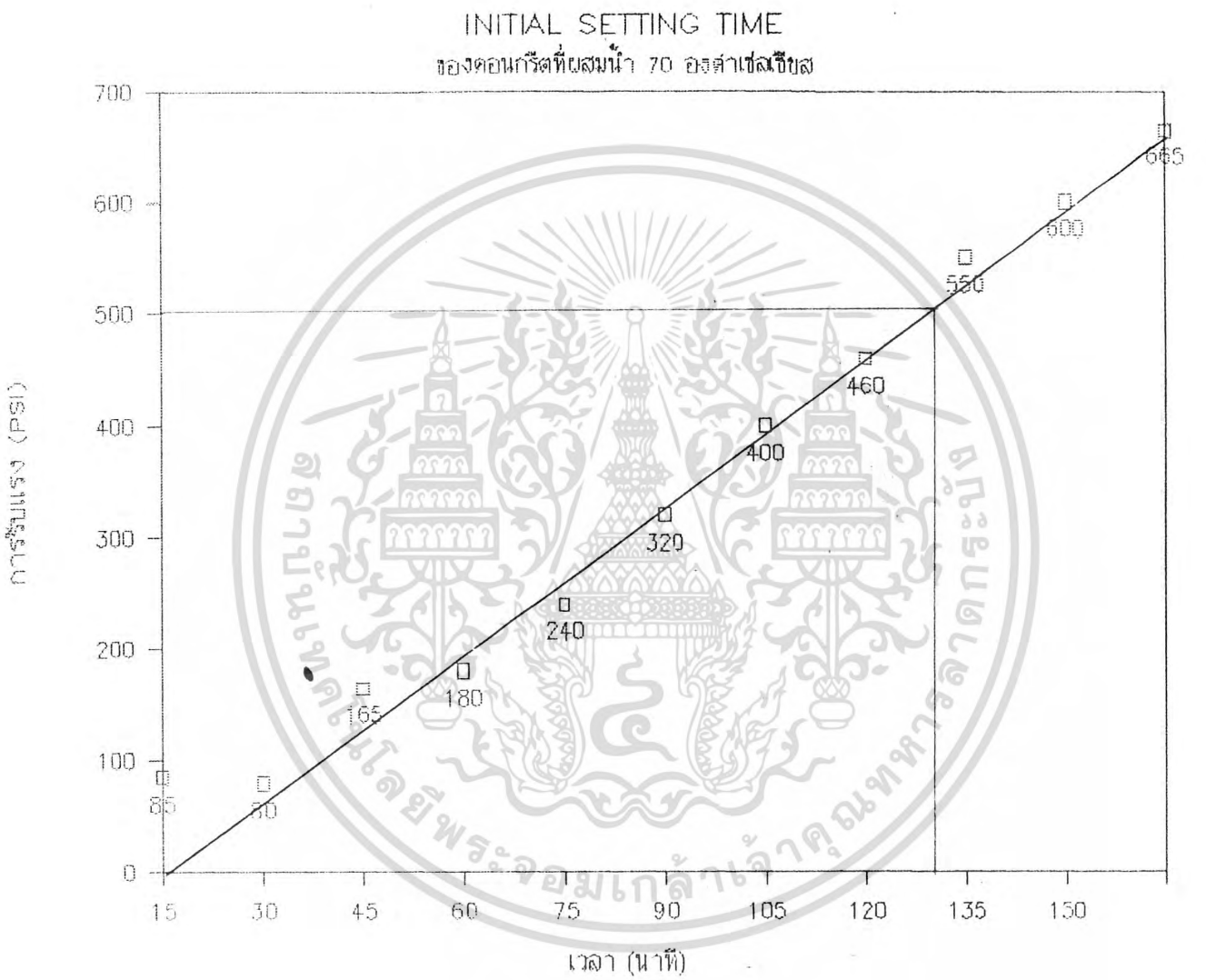

INITIAL SETTING TIME
ของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 35 องศาเซลเซียส
600
500
400
300
200
100
0
600
440
400
360
300
240
170
135
100
90
80
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
เวลา (นาที)
กำลังรับแรง (PSI)

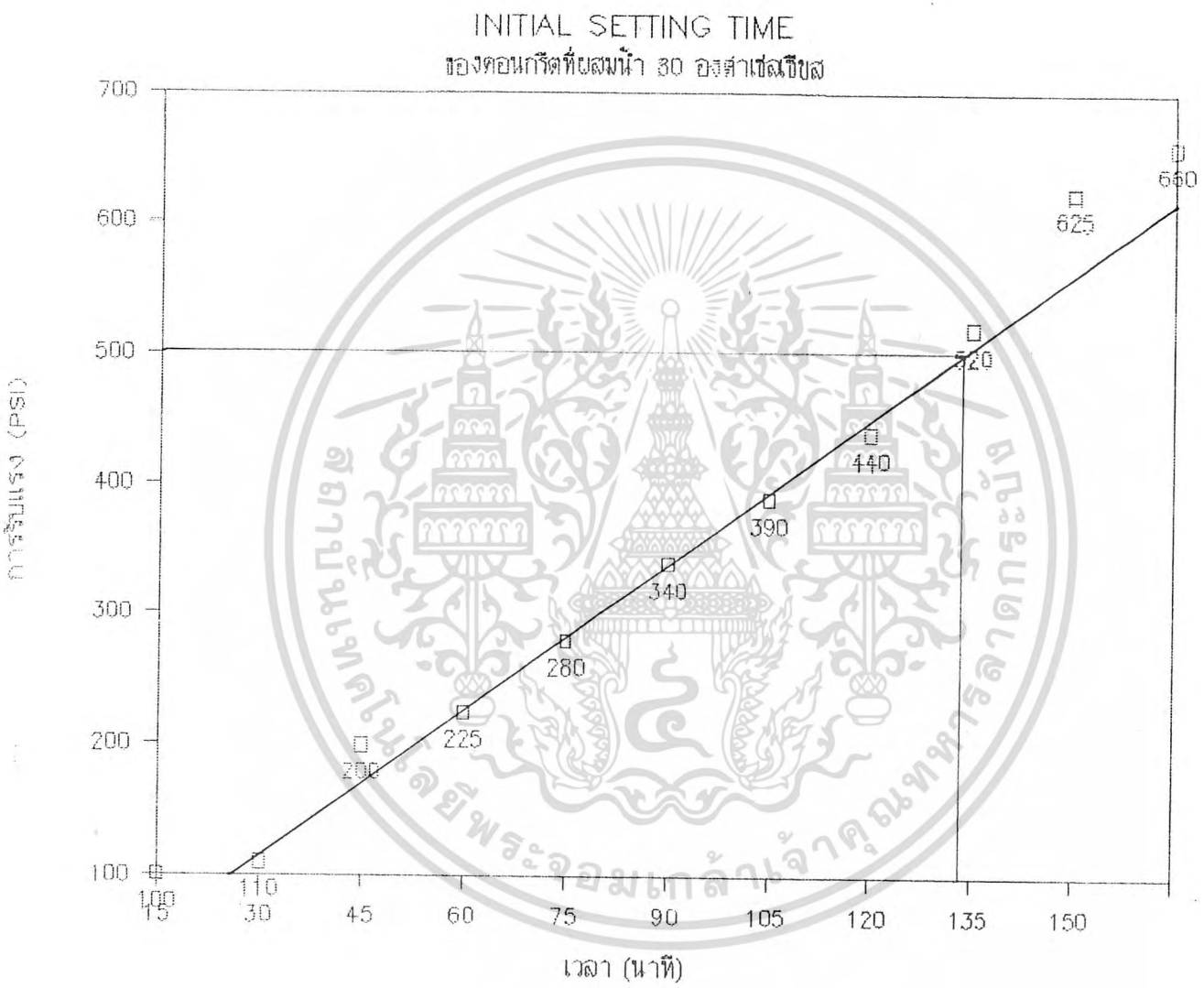

INITIAL SETTING TIME
ของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 40 องศาเซลเซียส
กำลังแรงอัด (PSI)
600
500
400
300
200
100
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
เวลา (นาที)
50
90
100
145
180
220
300
365
360
510
560


INITIAL SETTING TIME
ของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 45 องศาเซลเซียส
600
500
400
300
200
100
0
40
80
110
140
245
280
370
420
470
530
600
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
เวลา (นาที)


INITIAL SETTING TIME
ของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 50 องศาเซลเซียส
กำลังรับแรง (PSI)
เวลา (นาที)
700
600
500
400
300
200
100
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
80
110
100
120
270
300
350
410
503
550
600


INITIAL SETTING TIME
ของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 60 องศาเซลเซียส
700
600
500
400
300
200
100
0
60
80
160
195
250
300
320
430
540
560
650
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
เวลา (นาที)

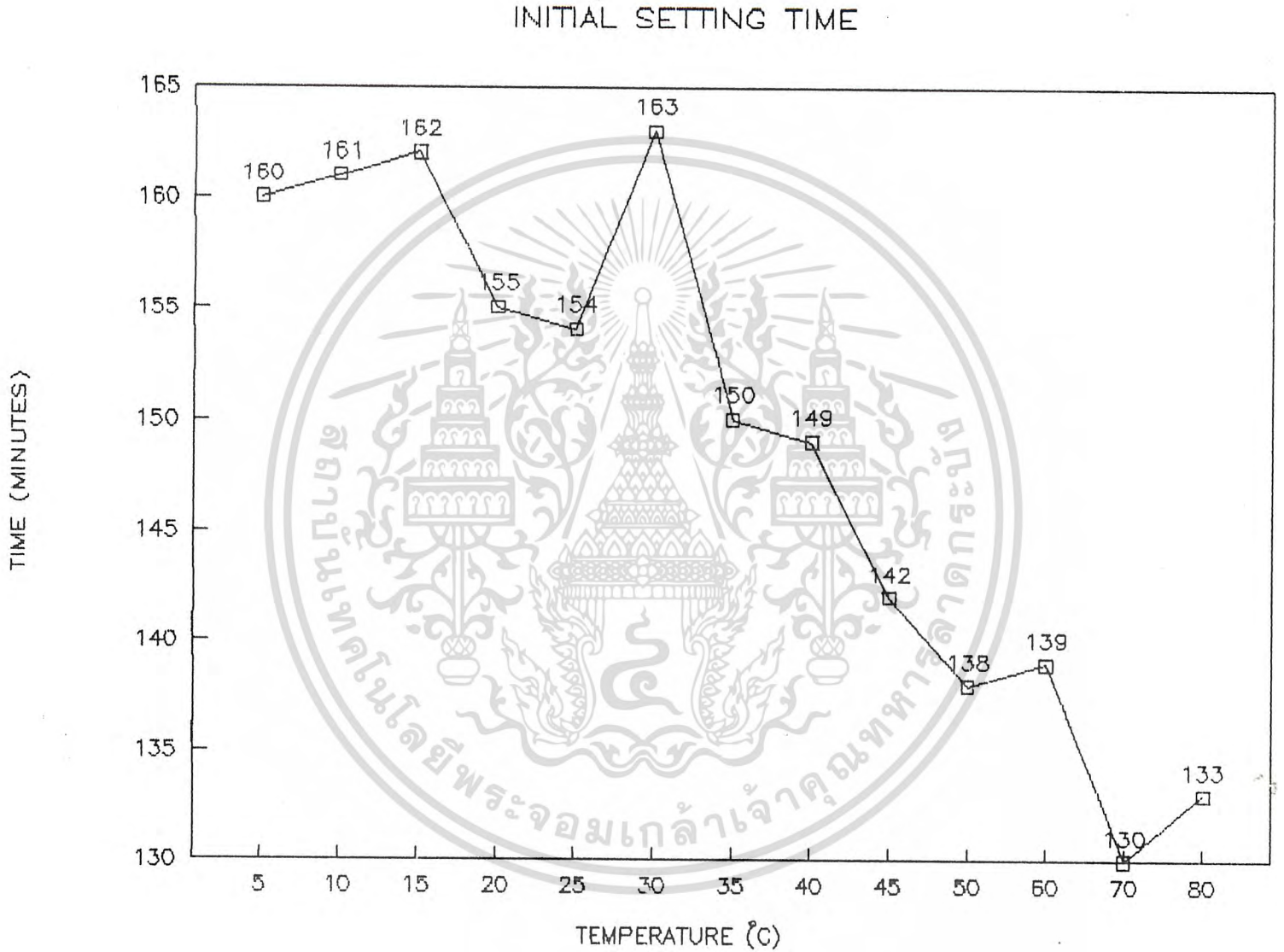

INITIAL SETTING TIME
ของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 70 องศาเซลเซียส
กำลังแรง (PSI)
เวลา (นาที)
700
600
500
400
300
200
100
0
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
85
90
165
180
240
320
400
460
550
600
665


INITIAL SETTING TIME
ของคอนกรีตที่ผสมน้ำ 30 องศาเซลเซียส
700
600
500
400
300
200
100
660
625
520
440
390
340
280
225
200
110
100
15
30
45
60
75
90
105
120
135
150
เวลา (นาที)

อุณหภูมิน้ำที่ใช้ผสม (°C)	เวลาการก่อตัวเริ่มต้น (นาที)
5	160
10	161
15	162
20	155
25	154
30	163
35	150
40	149
45	142
50	138
60	139
70	130
80	133

ตารางแสดงความสัมพันธ์ของเวลาการก่อตัวเริ่มต้นกับอุณหภูมิน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีต

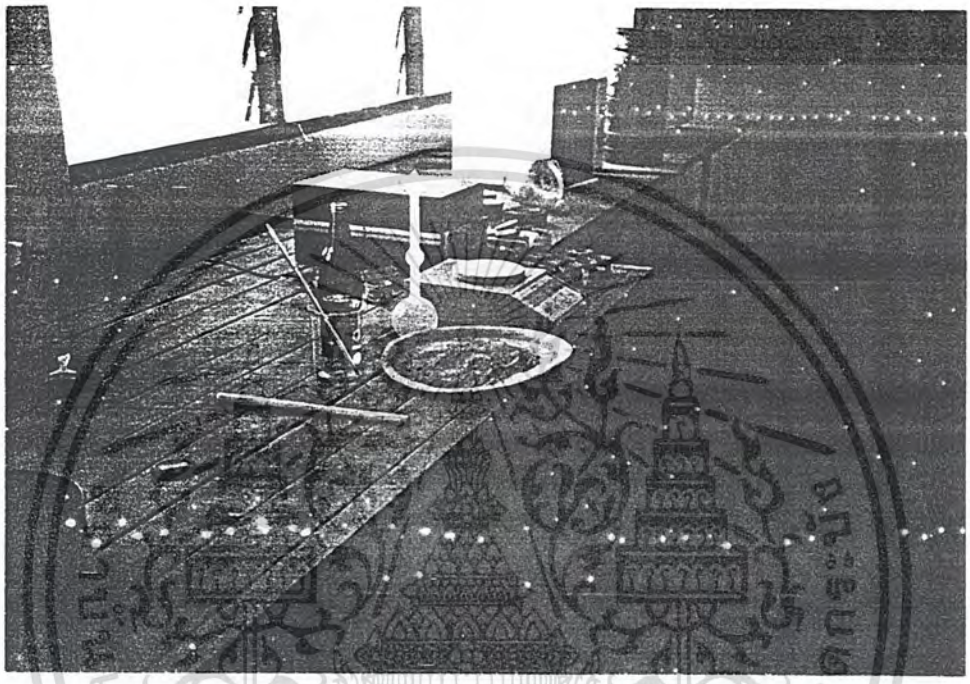
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


INITIAL SETTING TIME
TIME (MINUTES)
TEMPERATURE (°C)
165
160
155
150
145
140
135
130
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
60
70
80
160
161
162
155
154
163
150
149
142
138
139
130
133

ภาคผนวก ข

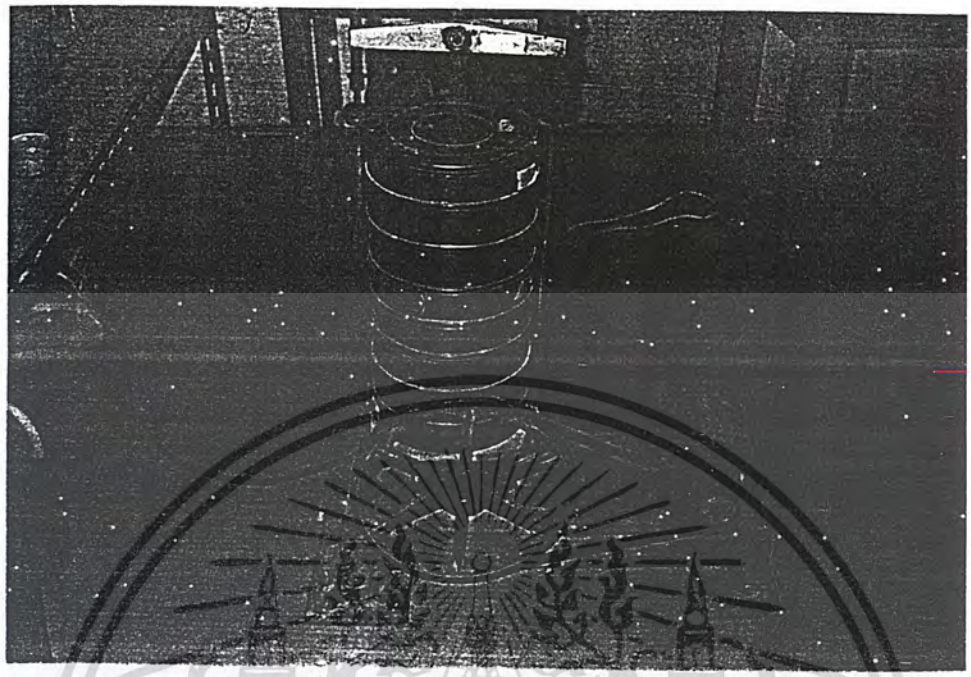
รูปภาพประกอบ

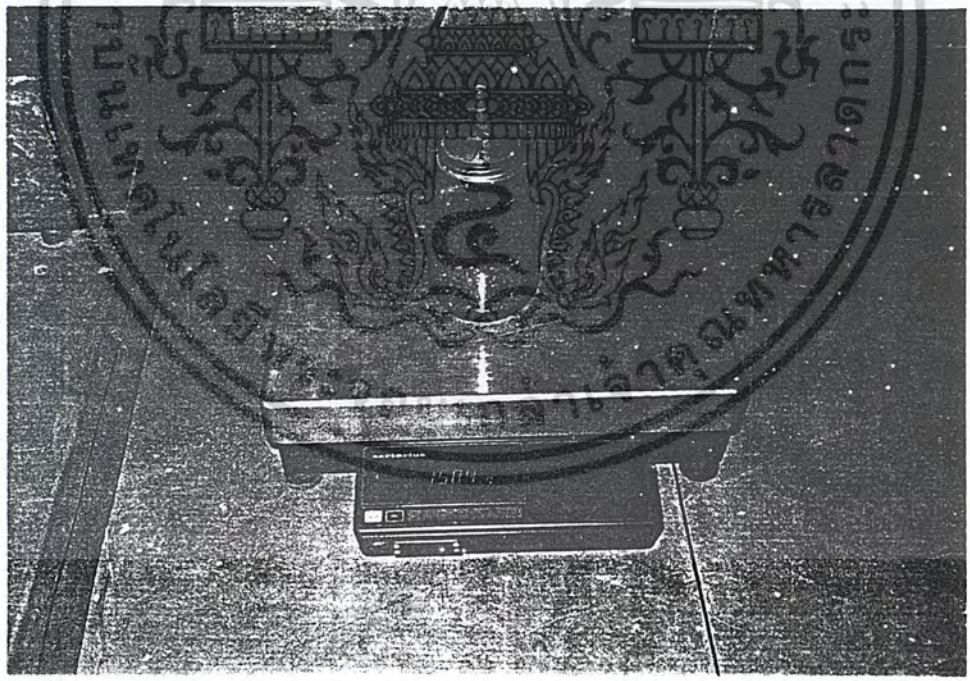
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของปูนซีเมนต์ เพื่อนำไปออกแบบหาอัตราส่วนผสมคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



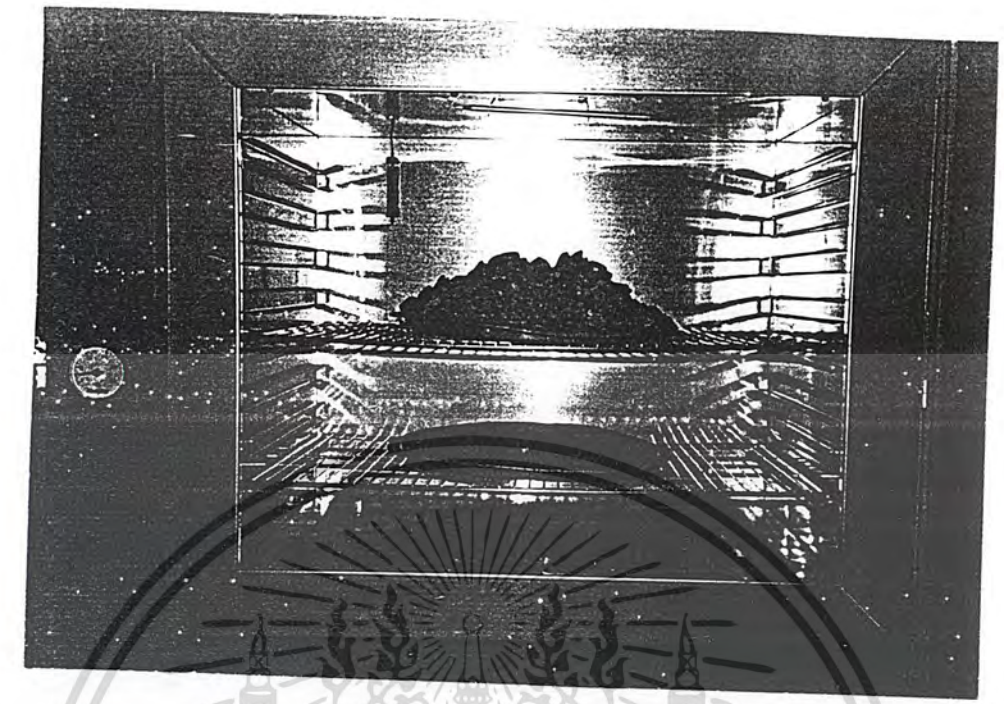


การทดสอบหาคุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุผสมละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

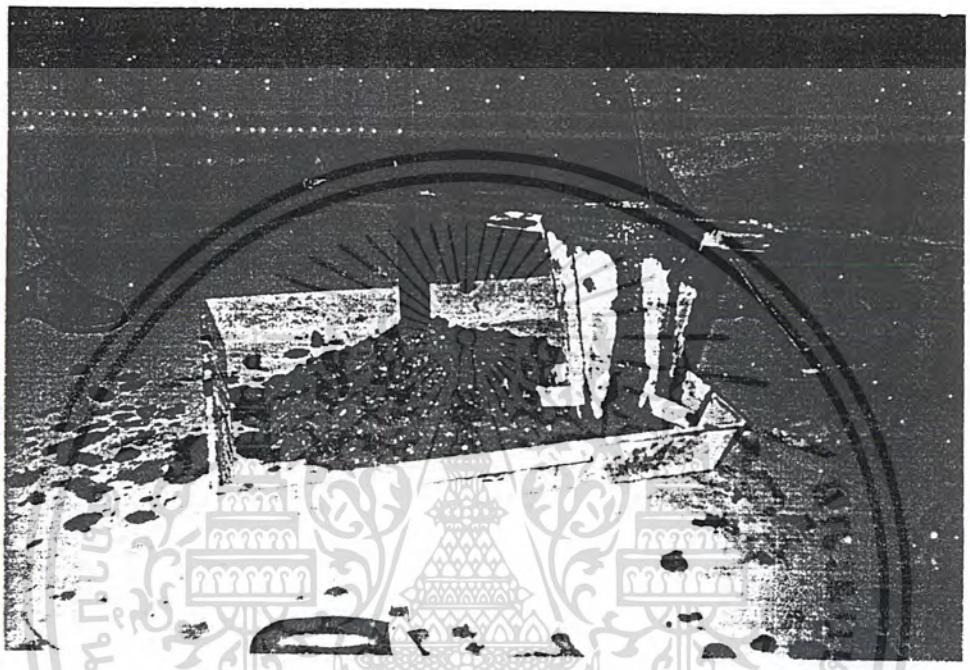
การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบ เพื่อนำไปออกแบบหาอัตราส่วนผสมคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



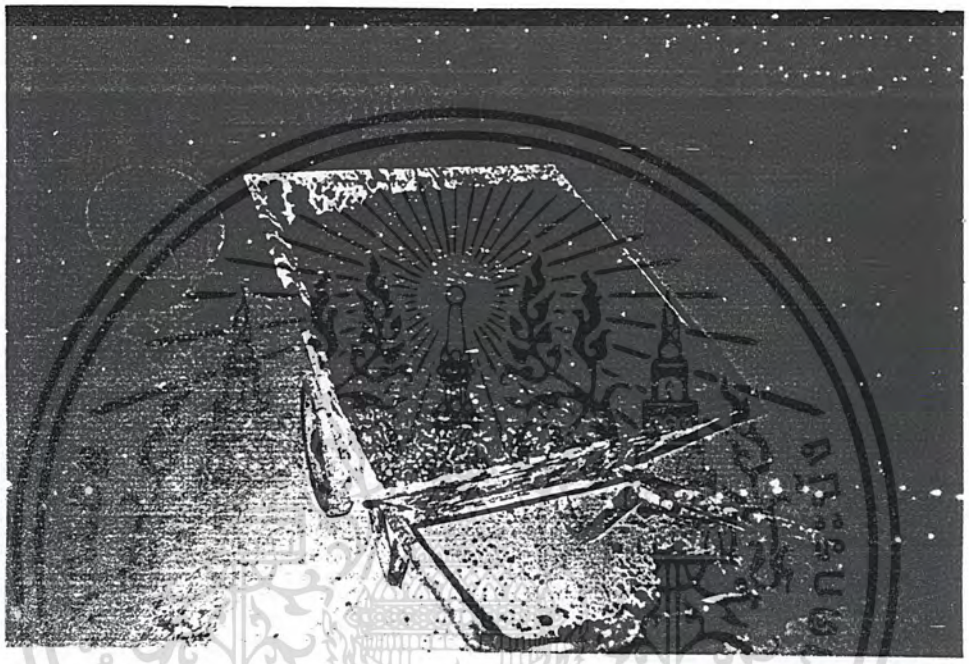
การทดสอบหาค่าความดูดซึม และค่าความชื้น ของวัสดุผสมคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



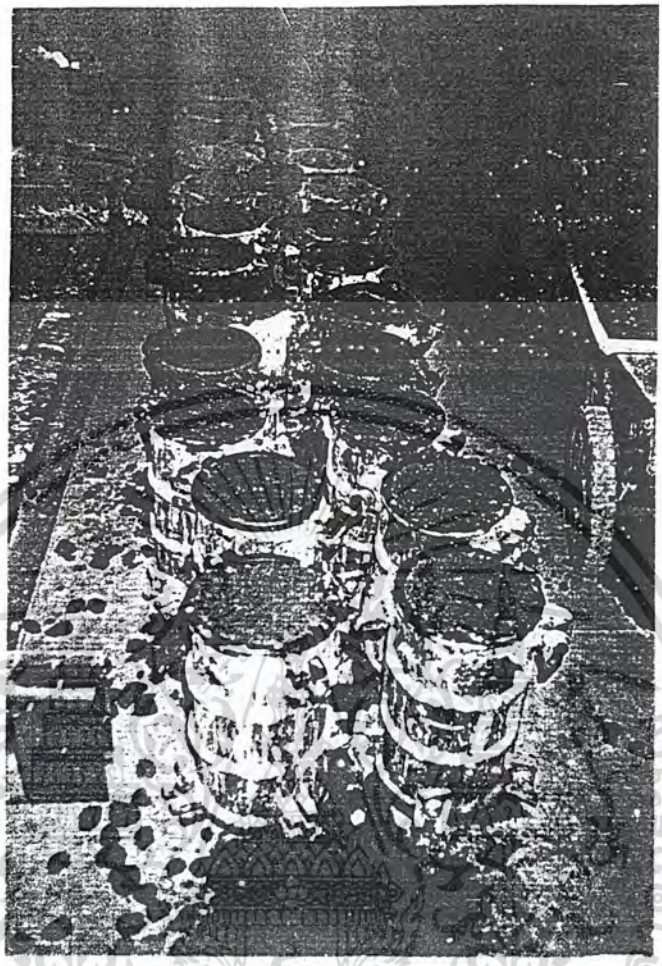
การวัดหาค่า Slump ของคอนกรีต จากรูป จะเห็นว่า
คอนกรีตมีค่าการยุบตัวมาก เพราะน้ำที่ใช้ผสมมีอุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คอนกรีตที่ผสมเสร็จแล้ว ด้วยโม่ผสมชนิดเอียงแล้วเทใส่ที่รองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เทคอนกรีตลง Mole ชนิด Cylinder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่มแท่งคอนกรีตในน้ำสะอาดให้ได้อายุตามกำหนด
แล้วนำขึ้นตากให้แห้ง เตรียมนำไปทดสอบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้