รายงานการวิจัย

โครงการ

ผลของสนิมที่มีต่อเหล็กเสริมในงานก่อสร้าง

โดย

นาย อภิชาติ เต็งเจริญกุล 30.1348

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สุรัตน์ หวังเจริญ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา SPECIAL PROJECT ปีการศึกษา 2534

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าอนุมัติ

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ผลของสนิมที่มีต่อเหล็กเสริมในงานก่อสร้าง

โดย นายอภิชาติ เต็งเจริญกุล

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรัตน์ หวังเจริญ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สภาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

..... หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

(อาจารย์ สุรัตน์ หวังเจริญ)

คณะกรรมการวัดผลโครงงานวิจัย

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ สุรัตน์ หวังเจริญ)

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ สุพจน์ ศรีนิล)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ศักดิ์ชัย สถานุพงษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

..... กรรมการ

(อาจารย์ สุวัฒน์ ถิรเศรษฐ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง)

..... กรรมการ

(อาจารย์ อำนวย พานิชกุลพงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ผลของสนิมที่มีต่อเหล็กเสริมในงานก่อสร้าง

โดย นายอภิชาติ เต็งเจริญกุล

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรัตน์ หวังเจริญ

ปัญหาเรื่องสนิมเหล็ก ไม่ว่าจะเกิดด้วยสาเหตุใดๆ เช่น อากาศชื้น การกองเก็บไม่ดี หรืออยู่ในช่วงฤดูฝน ฯลฯ เมื่อมีสนิมเหล็กเกิดขึ้นมาก็จะเป็นปัญหาถกเถียงกันถึงคุณสมบัติต่างๆ ของเหล็กที่เปลี่ยนแปลงไป โดยคุณสมบัติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือคุณสมบัติในด้านแรงยึดเกาะของเหล็ก (bonding) ซึ่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ศึกษาถึงแรงยึดเกาะและอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ โดยนำเหล็กเสริมมากองเก็บด้วยวิธีการ 3 วิธีการ ซึ่งควบคุมตัวแปรต่างๆ แตกต่างกัน จากนั้นจึงนำมาทดสอบหาปริมาณสนิม แรงยึดเกาะและตัวแปรอื่นๆ ในระยะเวลาทุกๆ 7 วัน ซึ่งผลการทดสอบก็พอสรุปได้คือ

ปริมาณสนิมจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ

ความชื้นและอากาศ เป็นตัวแปรที่สำคัญที่ทำให้สนิมเกิดได้ การกองเก็บที่จะช่วยลดอัตราการเกิดสนิมก็ต้องให้ได้รับความชื้นและอากาศน้อยที่สุด

สำหรับในระยะเวลา 48 วันที่ทำการทดสอบด้วยวิธีการกองเก็บทั้งสามนี้ จะเห็นว่าเมื่อปริมาณสนิมเพิ่มขึ้น แรงยึดเกาะก็จะมากขึ้นด้วย

ในระยะเวลาการกองเก็บด้วยวิธีการในงานวิจัยนี้ 48 วัน ยังไม่เกิดสนิมมากถึงขนาด สนิมขุม ได้ มีเพียงสนิมผิวเท่านั้น

จากสรุปการทดสอบนี้จะเห็นว่า สามารถกองเก็บเหล็กด้วยวิธีใดก็ได้ในสามวิธีในงานวิจัยนี้ไว้ได้ถึง 48 วัน ซึ่งยังไม่เกิดสนิมถึงขนาดสนิมขุม ทำให้สามารถวางแผนการเก็บ สั่งซื้อ การใช้ปริมาณเหล็กในหน่วยงาน ฯลฯ ได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมถึงการนำไปดัดแปลงเนื้อหาบางส่วนหรือทั้งหมดในลักษณะเดียวกันนี้ในครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ สุรัตน์ หวังเจริญ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างมากในการทำปริญญานิพนธ์ ตลอดจนได้กรุณาตรวจปริญญานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อย ผู้เขียนยังใคร่ขอกราบขอบพระคุณท่านคณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาตรวจ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ อันทำให้ปริญญานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้เขียนขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องๆ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่ได้ช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจ จนกระทั่งงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

ท้ายสุดนี้ ความดีหรือประโยชน์ทั้งหลายอันพึงได้รับจากปริญญานิพนธ์นี้ ขอมอบให้แก่ บิดามารดา และ ครู อาจารย์ ทุกท่าน เพื่อน้อมรำลึกถึงพระคุณที่ได้ให้การอบรมศึกษาแก่ผู้เขียน

นายอภิชาติ เต็งเจริญกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าอนุมัติ	ก
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 เหล็กเสริมคอนกรีต	1
1.2 การกัดกร่อน	12
1.3 วัตถุประสงค์และขอบข่ายงานวิจัย	15
บทที่ 2 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ	17
2.1 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ	17
บทที่ 3 ขั้นตอนการทำงาน	18
3.1 การเตรียมตัวอย่าง	18
3.2 การทดสอบ	18
3.2.1 การหาปริมาณสนิม	19
3.2.2 การทดสอบหาแรงยึดเกาะ	19
บทที่ 4 ผลการทดสอบ	22
4.1 อธิบายตารางและกราฟ	22
ตาราง-กราฟ	25
บทที่ 5 สรุป-วิเคราะห์ผลการทดสอบ	70
5.1 สรุปผลการทดสอบ	70
5.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบ	71
5.3 การนำไปใช้ประโยชน์	72
รูปประกอบ	73
บรรณานุกรม	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 เหล็กเสริมคอนกรีต

เนื่องจากความต้านทานของคอนกรีตต่อแรงดึงมีเพียงร้อยละ 10 ของความต้านทานต่อแรงอัดเท่านั้น ดังนั้นส่าพังคอนกรีตเองจึงไม่สามารถรับแรงดึงได้สูง แต่โดยเหตุที่เหล็กเป็นวัสดุที่ต้านทานต่อแรงดึงและแรงอัดได้ดี อีกทั้งมีสัมประสิทธิ์การยืดตัวเท่าๆ กับคอนกรีต ดังนั้นการใช้เหล็กเส้นหรือเหล็กท่อนร่วมกับคอนกรีตโดยหล่ออยู่ในเนื้อคอนกรีตในลักษณะที่ให้คอนกรีตรับแรงอัด และรับแรงดึงจึงได้ผลดี

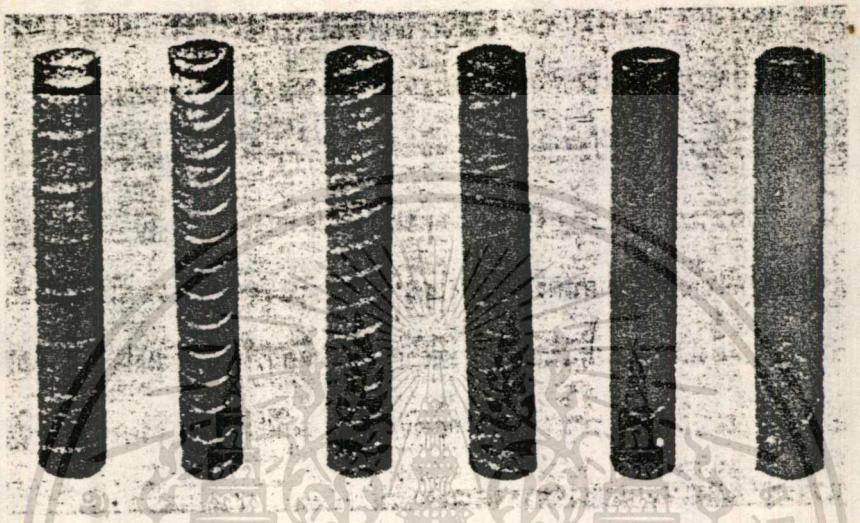
การที่ใช้เหล็กเสริมร่วมกับคอนกรีตในลักษณะดังกล่าว เรียกว่า คอนกรีตเสริมเหล็ก การที่ให้คอนกรีตห่อหุ้มเหล็กนี้ จะทำให้เหล็กทนทานต่อความร้อนและการเป็นสนิมผุกร่อนได้ดี ช่วยให้เหล็กมีความต้านทานต่อแรงดึงได้เต็มที่ ดังนั้นคอนกรีตเสริมเหล็กจึงมีความต้านทานต่อแรงต่างๆ ที่กระทำได้ดีกว่าคอนกรีตล้วนเพียงอย่างเดียว

เหล็กเสริมคอนกรีตที่ใช้กันอยู่ตามธรรมดาทั่วไปเป็นเหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) แบบรีดร้อนมีหน้าตัดกลมเรียบและเป็นเส้นตรงมีความยาวมาตรฐาน ขนาด 10 และ 12 เมตร สำหรับความยาวอื่นที่ไม่ได้มาตรฐาน (7,8,9 เมตร) อาจสั่งโรงงานทำได้หากต้องการเป็นจำนวนมาก การซื้อขายคิดเป็นกิโลกรัมหรือตัน ไม่ควรใช้เหล็กเสริมที่มีขนาดต่ำกว่า 8 มิลลิเมตร เว้นแต่เหล็กปลอกหรือเหล็กลูกตั้ง ทั้งนี้เพราะเหล็กขนาดเล็กมีราคาแพงกว่าเมื่อคิดตามน้ำหนัก

เพื่อที่จะให้เหล็กเสริมที่กำลังรับแรงดึงได้ดี จำเป็นต้องมีการยึดเหนี่ยวที่ดีระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริม ในสมัยก่อนเหล็กท่อนหรือเหล็กเส้นมีหน้าตัดกลมเรียบหรือสี่เหลี่ยม ซึ่งแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กเสริมไม่สามารถรับแรงดึงได้ดีเท่าที่คาดหมายไว้ ในปัจจุบันได้มีการผลิตเหล็กข้ออ้อยซึ่งมีปล้องหรือครีบเกลียวที่ผิวตามความยาวซึ่งช่วยให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมดีขึ้นมากถึงสองเท่าของเหล็กเส้นกลม

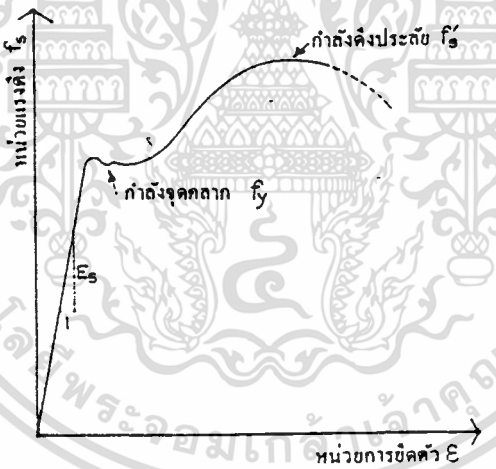


รูปที่ 1.1 เหล็กข้ออ้อย

เหล็กเสริมที่ใช้จะลำเลียงมา ณ ที่ก่อสร้างเป็นมัดๆ และผูกป้ายแสดงเครื่องหมาย ควรเก็บเหล็กเสริมเป็นชั้นๆ ตามขนาดต่างๆ กัน โดยมีที่รองรับและปกคลุมมิให้เปื้อนดินโคลนและฝน เหล็กเสริมต้องไม่ชำรุด ไม่คุ้ง ไม่งอ หรือไม่เป็นสนิมมากในระหว่างที่เก็บหรือในขณะที่ลำเลียงมา เหล็กที่เป็นสนิมบางๆ สีแดงๆ นับว่าไม่เสียหายซึ่งความขรุขระที่ผิวจะทำให้การยึดเหนี่ยวดีขึ้น แต่ถ้าเป็นสนิมมากจนหนาเป็นเหล็กซึ่งจะหลุดโดยง่ายเมื่อถูด้วยกระสอบหรือแปรงด้วยแปรงลวดหรือวิธีอื่นๆ ก็ควรขจัดออกเสียให้หมด สิ่งอื่นๆ ที่มักจะพบเคลือบอยู่ตามส่วนต่างๆ ของเหล็กเสริมก็คือ สี น้ำมัน ไขมัน โคลนแห้งๆ มอร์ตาบางๆ ที่กระเด็นมาแห้งติดกรังอยู่บนเหล็กเสริมก่อนที่จะเทคอนกรีต ถ้ามอร์ตาที่แห้งติดอยู่นั้นมีกำลังน้อยหรือไม่มีเลย ก็ควรจะแปรงออกจากเหล็กนั้นและเอาออกจากแบบให้หมด แต่ถ้าแกะออกยากแม้ปล่อยไว้เช่นนั้นก็อาจจะไม่เป็นภัยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติที่สำคัญของเหล็กเสริมที่ควรทราบเพื่อใช้ในการคำนวณออกแบบหรือการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมได้แก่ โมดูลัสยืดหยุ่น กำลังรับแรงดึง กำลังจุดคลากหรือจุดยืดตลอดจนความยืดตัว ชนิดของเหล็กและขนาดของเหล็กเสริมก่อนนำเหล็กเสริมมาใช้งานและแต่ละครั้งที่สั่งมาใช้ควรทำการทดสอบเหล็กเสริมนั้นๆ ทุกๆ ขนาด เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติว่าถูกต้องตรงตามที่ได้กำหนดไว้ในการออกแบบหรือไม่ จำนวนตัวอย่างที่ใช้อย่างน้อยขนาดละ 3 ท่อน ยาวท่อนละ 90 เซ็นติเมตร เมื่อทำการทดสอบหากำลังรับแรงดึงของเหล็กเสริมตามวิธีมาตรฐาน จะได้เส้นสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงดึงกับหน่วยการยืดตัวของเหล็กดังในรูปที่ 1.2 ซึ่งค่าคุณสมบัติต่างๆ จะหาได้จากเส้นสัมพันธ์นี้ ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กโดยปกติใช้ $E_s = 2.04*10^6$ กก./ซม.^{2}



รูปที่ 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงดึงและหน่วยการยืดตัวของเหล็ก

เหล็กกล้าแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ เหล็กชนิดที่ใช้สำหรับก่อสร้าง เหล็กชนิดแข็งปานกลาง และเหล็กชนิดแข็ง เหล็กชนิดแข็งจะมีกำลังจุดคลากสูงสุด แต่หักง่ายกว่าเหล็กชนิดอื่นเมื่อทำขอ ส่วนเหล็กชนิดที่ใช้สำหรับก่อสร้างมีกำลังจุดคลากต่ำสุด ขนาดของเหล็กเส้นกลมผิวเรียบจะมีตั้งแต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. ถึง 34 มม. ส่วนขนาดของเหล็กข้ออ้อยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 มม. ถึง 32 มม. มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20-2515 และ มอก. 24-2516 ได้กำหนดกำลังจุดคลากและกำลังดึงประลัยของเหล็กเสริมคอนกรีตตามชั้นคุณภาพ ซึ่งต้องไม่น้อยกว่าค่าที่แสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 กำลังจุดคลากและกำลังดึงประลัยของเหล็กเสริมคอนกรีต

ชนิดของเหล็กเสริม	ชั้นคุณภาพ	กำลังจุดคลาก กก./ซม.^{2}	กำลังดึงประลัย กก./ซม.^{2}
เหล็กกลมเรียบ	SR 24	2400	3900
เหล็กข้ออ้อย	SD 24	2400	3900
	SD 30	3000	4900
	SD 35	3500	5000
	SD 40	4000	5700
	SD 50	5000	6300

ควรจัดวางเหล็กเสริมให้มีระยะเรียงพอเหมาะ ดัดงอเหล็กให้ถูกต้อง ต่อทางและผูกมัดเหล็กให้ต่อและยึดกันดี ต้องฝังไว้ใต้ผิวอย่างน้อยที่สุดตามที่กำหนดไว้ และต้องวางให้ตรงอย่างแข็งแรง

<u>การเสริมเหล็กและการดัดงอ</u>

การเสริมเหล็กในคอนกรีตต้องกระทำให้ถูกตำแหน่ง ตามพฤติกรรมการรับน้ำหนักของส่วนโครงสร้างในส่วนของอาคารที่ต้องรับโมเมนต์ดัด และแรงเฉือนอันเนื่องมาจากน้ำหนักบรรทุกในแนวดิ่ง เช่น คานช่วงเดียว พื้นเสริมเหล็กทางเดียว ก็จะเสริมเหล็กทางด้านล่าง เพื่อให้ทำหน้าที่ต้านทางแรงดึงอันเนื่องมาจากโมเมนต์ดัด โดยเสริมเหล็กตามยาวของส่วนโครงสร้างนั้น และหากต้องต้านทานแรงเฉือนมากเกินกว่ากำลังต้าน

ทานแรงเฉือนของคอนกรีต ก็จะเสริมเหล็กเพื่อให้ทำหน้าที่ต้านทานแรงเฉือนในส่วนที่คอนกรีตต้านทานไม่ได้ โดยอาจใช้เหล็กเสริมตามยาวของส่วนโครงสร้างแล้วดัดงอขึ้นตรงตำแหน่งที่ต้องต้านทานแรงเฉือน ซึ่งเรียกว่าเหล็กคอม้า หรือใช้เหล็กเสริมตั้งวางเป็นระยะๆ ตามความยาวของส่วนโครงสร้างตรงตำแหน่งที่ต้องการซึ่งเรียกว่าเหล็กลูกตั้ง เหล็กปลอกเดี่ยวหรือเหล็กปลอกเกลียว ที่ใช้ในเสา นอกจากจะช่วยยึดเหล็กยืนในเสาให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการแล้ว ยังช่วยต้านทางการขยายตัวทางข้างของเสาเมื่อถูกแรงอัด ทำให้รับแรงอัดได้ดีขึ้น นอกจากนี้ปลายเหล็กเสริมก็ควรดัดทำเป็นตาขอด้วยวิธีดัดเย็นเรียกว่า ของอ เพื่อใช้เป็นส่วนช่วยต้านทางแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมให้ดียิ่งขึ้น

การจัดวางเหล็กเสริม

การวางเหล็กเสริมจะต้องวางในตำแหน่งที่ถูกต้องและอย่างน้อยจะต้องมีเหล็กเสริมในส่วนที่คอนกรีตต้องรับแรงดึง มีที่หนุนรองรับแข็งแรงพอ เพื่อให้คอนกรีตหุ้มถูกต้องตามแบบซึ่งอาจเป็นแท่งคอนกรีต ขาตั้งโลหะ เหล็กปลอก หรือเหล็กยึดระยะเรียงก็ได้ และยึดไว้แน่นหนาพอ ซึ่งอาจผูกยึดด้วยลวดเหล็กเบอร์ 18 ระยะคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ สำหรับการวางเหล็กเสริมในโครงสร้างที่รับแรงดัดในผนังและในเสา มีดังนี้

(ก) สำหรับความลึกประสิทธิผล d ไม่เกิน 50 ซม. ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินกว่า 0.50 ซม.

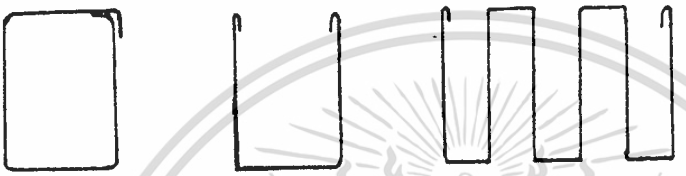
(ข) สำหรับความลึกประสิทธิผล d ไม่เกิน 50 ซม. ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินกว่า 1.00 ซม.

ส่วนตำแหน่งดัดเหล็กคอม้าและตำแหน่งปลายสุดของเหล็กเสริม วัดตามยาวของโครงสร้าง ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกินกว่า 5 ซม. แต่ทั้งนี้ต้องไม่ทำให้ความหนาของคอนกรีตที่หุ้มปลายเหล็กเสริมน้อยกว่าค่าที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"ของอ"

(ก) เหล็กคอม้า



(ข) เหล็กปลอก (ค) เหล็กลูกตั้ง

รูปที่ 1.3

มาตรฐาน ว.ส.ท. ได้กำหนดเกี่ยวกับ "ของอมาตรฐาน" ไว้ดังนี้

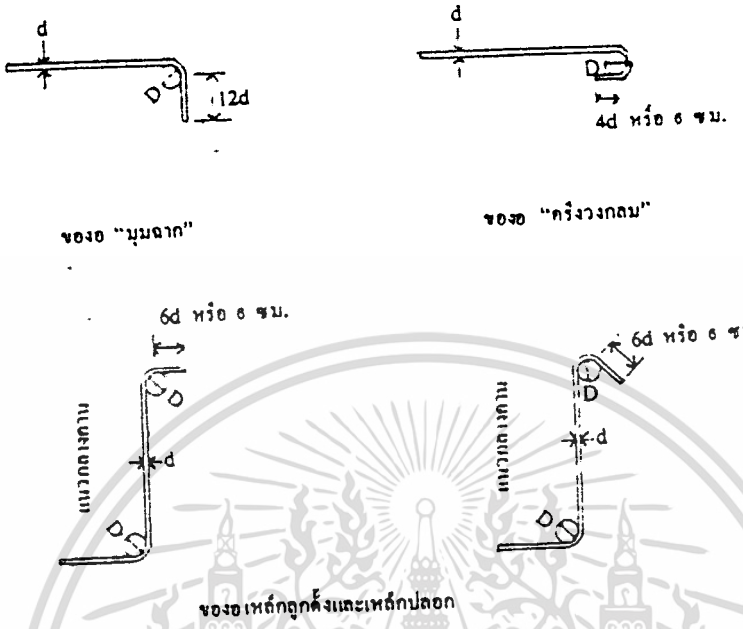
(ก) ส่วนที่งอเป็นครึ่งวงกลมโดยมีส่วนที่ยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 4 เท่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น แต่ระยะที่ยื่นนี้ต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม.

(ข) ส่วนที่งอเป็นมุมฉาก โดยมีส่วนยื่นต่อออกไปถึงปลายสุดของเหล็กอีกอย่างน้อย 12 เท่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น

(ค) สำหรับเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอก ให้งอ 90 องศา หรือ 135 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายขออีกอย่างน้อย 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม. และต้องมีรัศมีวัดด้านในของเหล็กไม่สั้นกว่าหนึ่งเท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น

(ง) ของอมาตรฐานสามารถทานแรงดึงในเหล็กได้ถึง 700 กก./ซม.^{2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.4 ของอมาตรฐาน

นอกจากนี้มาตรฐาน ว.ส.ท. ยังกำหนดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของอด้วย กล่าวคือ เส้นผ่าศูนย์กลางของอการงอเหล็กจะวัดด้านในของเหล็กที่งอ สำหรับเหล็กโครงสร้างและเหล็กชนิดแข็งปานกลางขนาด 6 มม. ถึง 25 มม. ให้ใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของของอเท่ากับ 5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก ส่วนเหล็กชนิดอื่นให้ใช้ดังนี้

ขนาดของเหล็ก	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุด (D)
9 ถึง 15 มม.	5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น
19 ถึง 25 มม.	6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเรียงของเหล็กเสริม

ก. ระยะเรียงของเหล็กเสริมเอกในผนังหรือพื้นต้องไม่เกิน 3 เท่า ของความหนาของผนังหรือพื้น หรือไม่เกิน 30 ซม.

ข. ระยะช่องว่างระหว่างผิวเหล็กตั้งในเสาทุกชนิด ต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็ก หรือ 1.5 เท่าของขนาดวัสดุผสมหยาบใหญ่ที่สุด

ค. ช่องว่างระหว่างผิวเหล็ก ที่อยู่ในชั้นเดียวกันของเหล็กเสริมตามยาว ในคาน จะต้องมากกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็ก หรือ 1.34 เท่าของขนาดโตสุดของวัสดุผสมหยาบหรือ 2.5 ซม.

ง. เมื่อเหล็กเสริมตามยาวของคานมีมากกว่าหนึ่งชั้น ช่องว่างระหว่างผิวเหล็กแต่ละชั้นต้องไม่น้อยกว่า 2.5 ซม. และต้องเรียงเหล็กแต่ละชั้นให้ตรงกัน เพื่อเทคอนกรีตได้สะดวก

ความหนาของคอนกรีตที่หุ้มเหล็ก

- ความหนาของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กที่วัดจากผิวเหล็ก ต้องไม่น้อยกว่าเกณฑ์ต่อไปนี้

สำหรับพื้นและคานดินที่เทลงบนดินโดยไม่มีไม้แบบท้องคาน.....6 ซม.

สำหรับพื้น และ คานดินที่ใช้ไม้แบบท้องคานสำหรับเหล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม. ขึ้นไป.....4 ซม.

สำหรับพื้นและคานคอดินที่ใช้ไม้แบบท้องคานสำหรับเหล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 15 มม. ลงมา.....3 ซม.

สำหรับพื้นและคานในร่มที่ไม่ถูกดิน แดด และน้ำ โดยตรง.....2 ซม.

- ความหนาของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กปลอกของเสาทุกชนิด ต้องไม่น้อยกว่า 3 ซม. หรือ 1.5 เท่าของขนาดวัสดุผสมหยาบที่ใหญ่สุด และต้องเป็นเนื้อเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บคอนกรีตภายในแกนเสา

ารยึดปลายเหล็กเสริมตามยาว

ก. ปลายเหล็กเสริมจะต้องปล่อยเลยจุดที่ไม่ต้องรับแรงไปอีก ไม่น้อยกว่าความลึกของคาน หรือไม่น้อยกว่า 12 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กเสริม ปลายเหล็กเสริมอาจทำเป็นขอตามข้อกำหนด "ของอมาตรฐาน" และมีระยะที่ฝังที่เพียงพอ

ข. เหล็กเสริมรับโมเมนต์บวก จะต้องยื่นเข้าไปในที่รองรับไม่น้อยกว่า 15 ซม. เป็นจำนวนไม่น้อยกว่าหนึ่งในสามสำหรับคานช่วงเดียว และไม่น้อยกว่าหนึ่งในสี่สำหรับคานต่อเนื่อง

ค. เหล็กเสริมรับโมเมนต์ลบ ไม่น้อยกว่าหนึ่งในสามจะต้องปล่อยเลยจุดดัดกลับของโมเมนต์เป็นระยะไม่น้อยกว่าความลึกของคาน หรือหนึ่งในสิบหกของช่วงว่างของคาน

การต่อดามเหล็กเสริม

โดยปกติจะไม่ยอมให้มีการต่อเหล็กเสริม นอกจากที่ได้แสดงไว้ในแบบหรือได้ระบุไว้ การต่อเหล็กเสริมนี้อาจต่อโดยวิธีทาบ วิธีเชื่อม หรือการต่อยึดปลายแบบอื่นๆ ก็ได้ที่ให้มีการถ่ายแรงได้เต็มที่ การต่อเหล็กเสริมโดยปกติต้องมีระยะเหลื่อมกันไม่น้อยกว่า 50 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางสำหรับเหล็กกลมและไม่น้อยกว่า 40 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางสำหรับเหล็กข้ออ้อย ควรหลีกเลี่ยงการต่อเหล็กเสริม ณ จุดที่เกิดหน่วยแรงสูงสุดเท่าที่จะทำได้ และไม่ควรใช้วิธีต่อทาบกับเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 25 มม.

การต่อเหล็กเสริมรับแรงดึง ความยาวของเหล็กข้ออ้อยที่นำมาต่อทาบกันจะต้องไม่น้อยกว่า 24 30 และ 36 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กที่มีกำลังจุดคลาก 2800 3500 และ 4200 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ หรือไม่น้อยกว่า 30 ซม. สำหรับเหล็กเส้นผิวเรียบ ระยะทาบที่ใช้จะเป็น 2 เท่าของค่าที่กำหนดไว้สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

007717

เหล็กข้ออ้อย

การต่อเหล็กเสริมรับแรงอัด สำหรับคอนกรีตที่มีกำลังอัด 200 กก./ซม.^{2} หรือสูงกว่านี้ ระยะทาบของเหล็กข้ออ้อยจะต้องไม่น้อยกว่า 20 24 และ 30 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กที่มีกำลังจุดคลากเท่ากับ 3500 หรือน้อยกว่า และค่า 4200 กับ 5200 กก./ซม.^{2} ตามลำดับ และต้องไม่น้อยกว่า 30 ซม. ถ้ากำลังอัดของคอนกรีตมีค่าต่ำกว่า 200 กก./ซม.^{2} ระยะทาบจะต้องเพิ่มอีกหนึ่งในสามของค่าข้างต้น สำหรับเหล็กเส้นผิวเรียบ ระยะทาบอย่างน้อยจะต้องเป็น 2 เท่าของค่าที่กำหนดไว้สำหรับเหล็กข้ออ้อย

<u>เหล็กเสริมตามขวาง</u>

ในเสาปลอกเดี่ยว เหล็กยืนทุกเส้นจะต้องมีเหล็กปลอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 มม. พันโดยรอบโดยมีระยะเรียงของเหล็กปลอกไม่ห่างกว่า 16 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กยืน หรือ 48 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กปลอก หรือด้านแคบที่สุดของเสานั้น ต้องจัดให้มุมของเหล็กปลอกยึดเหล็กยืนตามมุมทุกมุม และเส้นอื่นๆ สลับเส้นเว้นเส้นโดยมุมของเหล็กปลอกนั้นต้องไม่เกินกว่า 135 องศา เหล็กเส้นที่เว้นต้องห่างจากเส้นที่ถูกยึดไว้ไม่เกิน 15 ซม. ถ้าเหล็กยืนเรียงกันเป็นวงกลม อาจใช้เหล็กปลอกพันให้ครบรอบวงนั้นก็ได้

ในเสาปลอกเกลียว ต้องพันเหล็กปลอกเกลียวต่อเนื่องกันเป็นเกลียวที่มีระยะห่างสม่ำเสมอกัน และยึดให้อยู่ตามตำแหน่งอย่างมั่นคงด้วยเหล็กยึด จำนวนของเหล็กยึดที่ใช้จะขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงปลอกเกลียว เหล็กปลอกควรมีขนาดใหญ่พอ (ไม่เล็กกว่า 6 มม.) และประกอบแน่นหนาพอที่จะไม่ทำให้ขนาดและระยะที่ออกแบบไว้คลาดเคลื่อนได้เนื่องจากการย้ายและติดตั้ง ระยะเรียงศูนย์ถึงศูนย์ของเหล็กปลอกเกลียวจะต้องไม่ห่างเกินกว่า 7 ซม. หรือแคบกว่า 3 ซม. หรือ 1.5 เท่าของขนาดโตสุดของวัสดุผสมหยาบ การใส่เหล็กปลอกเกลียวต้องพันตลอดตั้งแต่ระดับพื้น

หรือจากส่วนบนสุดของฐานรากขึ้นไปถึงระดับเหล็กเสริมเส้นล่างสุดของชั้นเหนือกว่าในเสาที่มีหัวเสา จะต้องพันเหล็กปลอกเกลียวขึ้นไปจนถึงระดับที่หัวเสา ขยายเส้นผ่าศูนย์กลางหรือความกว้างให้เป็น 2 เท่าของขนาดเสา

ในคาน เหล็กปลอกที่ใช้ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 6 มม. และเรียงห่างกันไม่เกิน 16 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริม หรือ 48 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กปลอก ในคานที่มีเหล็กเสริมรับแรงอัดจะต้องใส่เหล็กปลอกตลอดระยะที่ต้องการเหล็กเสริมรับแรงอัด

เหล็กเสริมต้านการยืดหด

ในพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้เป็นส่วนอาคารหรือหลังคา ซึ่งเสริมเหล็กรับแรงทางเดียว จะต้องเสริมเหล็กในแนวตั้งฉากกับเหล็กเสริมเอกเพื่อรับแรงเนื่องจากการยืดหด ขนาดของเหล็กที่ใช้ต้องไม่เล็กกว่า 6 มม. และเรียงเหล็กห่างกันไม่เกิน 3 เท่าของความหนาของแผ่นพื้นหรือ 30 ซม. ปริมาณของเหล็กเสริมที่ใช้จะต้องมีอัตราส่วนเนื้อที่เหล็กต่อหน้าตัดคอนกรีตทั้งหมดไม่น้อยกว่าค่าที่ให้ไว้ดังนี้

พื้นซึ่งเสริมด้วยเหล็กเส้นผิวเรียบ..... 0.0025

พื้นซึ่งเสริมด้วยเหล็กข้ออ้อยและมีกำลังจุดคลากน้อยกว่า 4200 กก./ซม.^{2} .. 0.0020

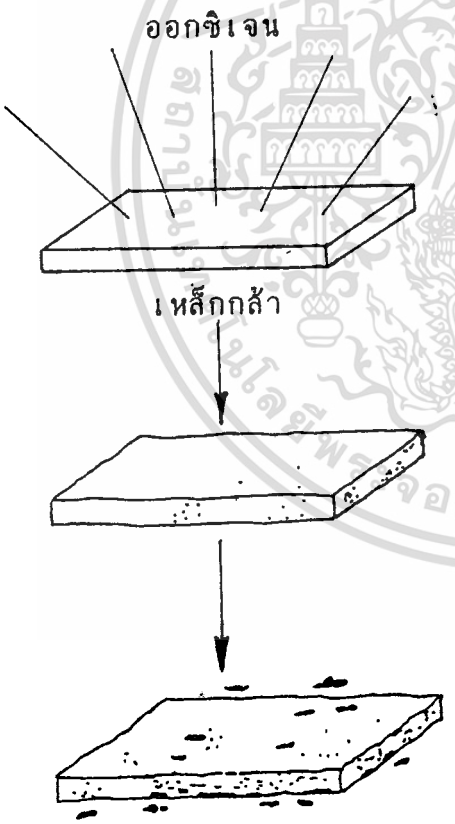
พื้นซึ่งเสริมด้วยเหล็กข้ออ้อยและมีกำลังจุดคลากเท่ากับ 4200 กก./ซม.^{2}
หรือลวดตะแกรงซึ่งระยะเรียงในทิศที่รับแรงห่างไม่เกิน 30 ซม. 0.0018

การออกแบบควรทำรูปเหล็กที่จะต้องดัดให้ง่าย ๆ และยิ่งมีน้อยอย่างยิ่งดี เพราะทุ่นค่าแรงดัด การดัดงอขอต่างๆ ต้องทำให้ถูกต้องตามแบบที่กำหนด มิฉะนั้นเมื่อนำไปผูกเป็นโครงให้เสร็จเสียก่อน แล้วจึงยกเข้าใส่ในแบบ ซึ่งมีที่หนุนรองรับอยู่ให้สูงพ้นแบบตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การกัดกร่อน

การกัดกร่อนเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดการสูญเสียเป็นเงินหลายๆ ล้านบาทต่อปี จึงได้มีการคิดและพัฒนาการใช้โลหะหรือเหล็กที่มีการกัดกร่อนสูงให้มีค่าการกัดกร่อนน้อยลงไปได้แก่การทาสี บนผิวของโลหะที่ต้องการนำไปใช้งานเป็นต้น ด้วยเหตุที่โลหะเหล็กส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมจึงต้องมีคุณสมบัติที่ดีและเหมาะสมด้วย แต่มีข้อเสียเมื่อเหล็กทิ้งไว้ในบรรยากาศจะเกิดปฏิกิริยาของเนื้อเหล็กกับออกซิเจนทำให้เกิดเป็นเหล็กออกไซด์ขึ้น และการกัดกร่อนด้วยสนิมของเหล็กและหลุดร่อนออกมาเป็นเศษเหล็ก การกัดกร่อนจะช้าหรือเร็วจะขึ้นอยู่กับแฟคเตอร์ต่างๆ ได้แก่ปริมาณความชื้นและอากาศ เป็นต้น



ออกซิเจนในบรรยากาศ
จะทำปฏิกิริยากับเหล็ก
เมื่อไม่มีการป้องกัน

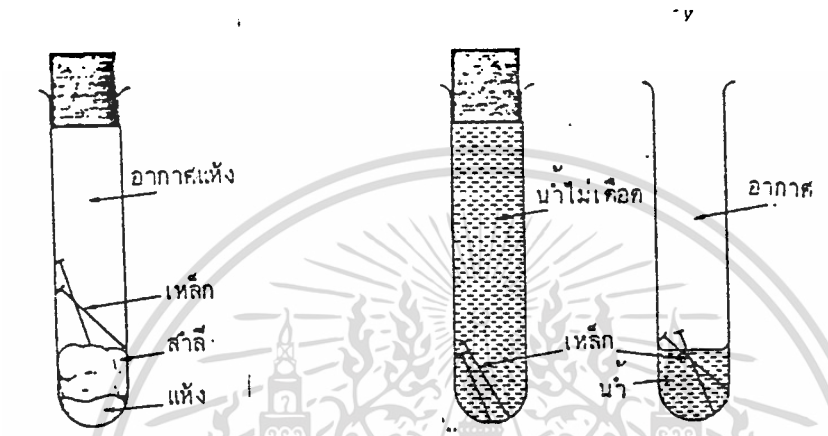
เกิดเป็นฟิล์มของ
ออกไซด์เหล็กขึ้น
ที่บริเวณผิว

กระเทาะสนิมเหล็กออก
และเริ่มทำปฏิกิริยากับ
เหล็กต่อไปอีก

รูปที่ 1.5 แสดงวงจรของการเกิดสนิมในเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองการเกิดสนิมเหล็กดังรูปที่ 1.6

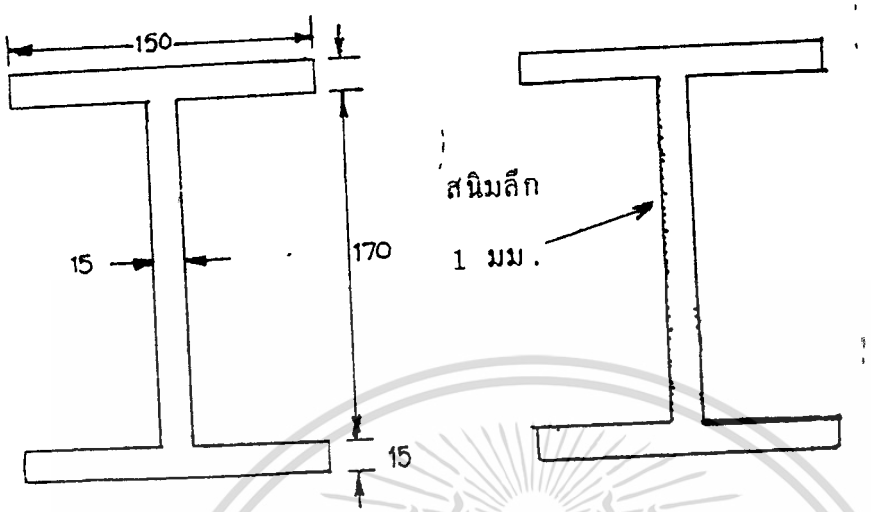


ปิดไม่ให้อากาศและน้ำเข้าได้ | มีน้ำไม่ให้อากาศเข้าภายใน | ปล่อยให้อากาศและน้ำเข้าได้

รูปที่ 1.6 แสดงการเกิดสนิมเหล็ก

จากรูปที่ 1.6 แยกให้เห็นเป็น 3 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกจะนำเหล็กใส่ในหลอดแก้วที่ปรับสภาพอากาศภายในให้เป็นอากาศแห้งและผิดฝาไว้ให้สนิท ส่วนลักษณะที่สองเป็นการทดลองแช่ในน้ำที่ผ่านการต้มแล้วจะพบว่าไม่เกิดเป็นสนิมได้ง่าย ในขณะเดียวกับลักษณะที่สามไม่มีการปิดฝาด้านบนให้อยู่ในบรรยากาศปกติ จะพบว่ามีการเกิดสนิมขึ้นได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขนาดเดิม

พื้นที่ = 150*15 = 2250

+ 150*15 = 2250

+ 170*15 = 2550

7050 มม.^{2}

ภาคตัดของชิ้นงานที่มีสนิมลึก 1 มม.

พื้นที่ใหม่ a

= 148*13 = 1924

+ 148*13 = 1924

+ 170*13 = 2210

6058 มม.^{2}

ถ้าโลหะมีความเค้น

500 นิวตัน/มม.^{2}

= 7050*500

= 3525000 นิวตัน

= 6058*500

= 3029000 นิวตัน

ผลจากสนิมทำให้พื้นที่รับน้ำหนักได้น้อยลง 14 %

รูปที่ 1.7 แสดงผลที่เกิดจากการกัดกร่อนของสนิมเหล็กที่พื้นที่หน้าตัด

จากรูปที่ 1.7 เป็นการแสดงให้เห็นว่าการเกิดสนิมเหล็กที่บริเวณพื้นที่หน้าตัดของโลหะเกิดขึ้นแล้วมีผลทำให้พื้นที่หน้าตัดของโลหะลดลงจากขนาดเดิมประมาณ 14 % ซึ่งจะมีผลโดยตรงกับค่าความแข็งแรงที่สามารถจะรับแรงเอาไว้ได้น้อยลง ดังแสดงไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัตถุประสงค์และขอบข่ายงานวิจัย

ในระยะสอง-สามปีที่ผ่านมา ที่การก่อสร้างได้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงมาก มีงานก่อสร้างมากมาย จะเห็นได้ว่าไม่ว่ามองไปทางใดก็จะพบแต่หน่วยงานก่อสร้าง และไม่เฉพาะแต่ในกรุงเทพฯ เท่านั้น ตามหัวเมืองและแหล่งท่องเที่ยวหรือแหล่งอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น เชียงใหม่ พัทยา ระยอง ฯลฯ ก็มีการก่อสร้างขึ้นอย่างมากมาย สำหรับระบบโครงสร้างที่นิยมใช้ หรือกว่า 80 % ของงานก่อสร้างที่เกิดขึ้นทั้งหมด ล้วนแต่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งเป็นการนำเอาคอนกรีตและเหล็กเสริมมาหล่อรวมกันในลักษณะที่ทำให้ส่วนของอาคารนั้นๆ เช่น คานคอนกรีตเสริมเหล็ก ฯลฯ มีพฤติกรรมในการรับน้ำหนักบรรทุกร่วมกัน โดยอาศัยแนวคิดที่ว่าคอนกรีตเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติต้านทานแรงอัดได้ดี แต่ต้านทางแรงดึงได้ต่ำมาก ส่วนเหล็กเสริมเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติต้านทานแรงดึงและแรงอัดได้ดีพอๆกัน เมื่อเปรียบเทียบในด้านคุณสมบัติและค่าใช้จ่ายแล้ว จึงนำเอาจุดเด่นของวัสดุทั้งสองชนิดมาใช้ คือ ให้คอนกรีตรับแรงอัด และให้เหล็กเสริมรับแรงดึง

จะเห็นว่าเหล็กเสริมมีความสำคัญมากในงานคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งปัญหาหนึ่งของเหล็กเสริมที่เป็นที่ถกเถียงกันในหมู่ผู้ทำงานก่อสร้าง ก็คือ ปัญหาเรื่องสนิมเหล็ก ซึ่งไม่ว่าจะเกิดด้วยสาเหตุใด ๆ เช่น อากาศชื้น การกองเก็บไม่ดี หรืออยู่ในช่วงฤดูฝน ฯลฯ แต่เมื่อเกิดมีสนิมขึ้นมา ก็เป็นที่ถกเถียงกันถึงคุณสมบัติที่สูญเสียไปหรือที่ดีขึ้น สำหรับโครงงานนี้จะได้ศึกษาถึงผลของสนิมที่มีต่อเหล็กเสริม โดยเฉพาะในเรื่องของ แรงยึดเกาะ (bonding) โดยเปรียบเทียบระหว่างการกองเก็บในลักษณะต่าง ๆ ตั้งแต่การกองเก็บอย่างดีจนอย่างทิ้งๆ ขว้างๆ ทั้งหมด 3 ลักษณะ คือ

1. กองเก็บอย่างดี โดยมีวัสดุรองและยกเหล็กขึ้นห่างจากพื้น เพื่อป้องกันมิให้ความชื้นจากพื้นซึมเข้าหาเหล็กได้ รวมทั้งใช้ผ้าพลาสติกคุม เพื่อป้องกันฝนและความชื้นในอากาศอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

2. จำลองสภาพให้คล้ายในฤดูฝน โดยใช้กองเก็บวิธีคล้ายกันกับวิธีที่ 1

แต่ที่แตกต่างกันก็คือ วิธีนี้ไม่ต้องมีพลาสติกคุมเหล็ก และใช้น้ำรดทุกวันเปรียบเสมือนได้รับความชื้นจากฝน

3. กองไว้กับพื้นและรดน้ำทุกวัน เพื่อให้ความชื้นในดินซึมผ่านเข้ามาสู่เหล็กได้

สำหรับเหล็กเสริมที่ใช้ทดสอบในงานวิจัยนี้เป็นเหล็กเสริมขนาด 12 มม. ทั้งเหล็กข้ออ้อยและเหล็กเส้นกลม หลังจากที่นำเหล็กมาเก็บโดยวิธีการทั้งสาม เมื่อเกิดสนิมจะนำมาทดสอบแรงยึดเกาะที่ระยะเวลาต่าง ๆ ซึ่งจะเปรียบเทียบในด้านต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

2.1 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

สำหรับตัวอย่างที่ใช้ทดสอบนั้นใช้เหล็กเสริมขนาด 12 มิลลิเมตร ทั้งเหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อย ซึ่งกองเก็บในลักษณะต่างๆ 3 วิธีดังที่กล่าวมาแล้ว จากนั้นทำการเลือกตัวอย่างจากกองต่างๆ อย่างละ 2 ตัวอย่าง นำมาทดสอบหาปริมาณสนิมที่ระยะเวลาต่างๆ เพราะฉะนั้นที่เวลาหนึ่งๆ จะต้องทดสอบตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 12 ตัวอย่าง โดยมีระหัสแทนตัวอย่างเหล็กแต่ละอย่างดังนี้

A1,A2	เป็นเหล็กข้ออ้อย	กองเก็บด้วยวิธีที่ 1
B1,B2	เป็นเหล็กกลม	กองเก็บด้วยวิธีที่ 1
C1,C2	เป็นเหล็กข้ออ้อย	กองเก็บด้วยวิธีที่ 2
D1,D2	เป็นเหล็กกลม	กองเก็บด้วยวิธีที่ 2
E1,E2	เป็นเหล็กข้ออ้อย	กองเก็บด้วยวิธีที่ 3
F1,F2	เป็นเหล็กกลม	กองเก็บด้วยวิธีที่ 3

เมื่อได้ตัวอย่างเหล็กทั้ง 12 ตัวอย่าง ก็ทำตัวอย่างที่จะทดสอบ โดยผสมคอนกรีตแล้วเก็บตัวอย่างคอนกรีตโดยใช้แบบหล่อทรงกระบอกและเก็บตามมาตรฐานการทดสอบหากำลังอัดของคอนกรีต ตาม ASTM : C 39-72 จากนั้นเอาตัวอย่างเหล็กเสียบลงไปในแบบหล่อ เมื่อคอนกรีตได้อายุ 14 วันแล้วก็นำมาทดสอบหาแรงยึดเกาะต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการทำงาน

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

ขั้นตอนนี้ เป็นการนำเอาเหล็กทั้งที่เป็นเหล็กข้ออ้อยและเหล็กกลมมาทำการกองเก็บเพื่อให้เกิดเป็นสนิม โดยกองเก็บด้วยวิธีการ 3 วิธีคือ

วิธีที่หนึ่ง วิธีนี้จะกองเก็บเหล็กอย่างดีโดยพยายามให้เหล็กที่เก็บได้รับความชื้นน้อยที่สุด ไม่ว่าจะเป็นความชื้นจากดิน หรือความชื้นในอากาศ หรือฝน โดยการกองเหล็กให้สูงจากพื้นประมาณ 30-50 เซ็นติเมตร และใช้ผ้าพลาสติคคลุมเพื่อป้องกันฝนและความชื้นในอากาศ

วิธีที่สอง วิธีนี้เป็นการกองเก็บคล้ายๆ กันกับวิธีแรก ต่างกันก็คือวิธีนี้ไม่ใช้ผ้าพลาสติคคลุม และมีการเอาน้ำรดบนกองเหล็กทุกวัน ในเวลาเช้าและในตอนเย็น โดยรดให้เหล็กเปียกโดยทั่ว สำหรับจุดมุ่งหมายของวิธีนี้ ก็เพื่อให้เหล็กคล้ายกับได้รับน้ำฝน เป็นการเปรียบเทียบกับวิธีแรก

วิธีที่สาม สำหรับวิธีนี้ เป็นวิธีการเก็บเหล็กในสภาพที่แย่ที่สุด โดยให้เหล็กได้รับความชื้นจากดิน และอากาศ โดยกองเหล็กไว้กับดินเลย และยังเอาน้ำรดทุกวันเช่นเดียวกับวิธีที่สองด้วย

3.2 การทดสอบ

สำหรับการทดสอบนี้ จะทดสอบตัวอย่างเหล็กที่ระยะเวลาต่างๆ ซึ่งในการทดสอบนี้ จะทดสอบเหล็กทุกๆ ระยะเวลา 7 วัน และทดสอบเหล็กใหม่ที่ยังไม่เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนิมด้วย เพื่อเป็นการเปรียบเทียบ ในการทดสอบแต่ละครั้งจะใช้ตัวอย่างเหล็กจากการเก็บวิธีละ 4 ตัวอย่าง โดยเป็นเหล็กข้ออ้อย 2 ตัวอย่างและเหล็กกลม 2 ตัวอย่าง โดยค่าที่ทดสอบได้จะเอาทั้ง 2 ตัวอย่างมาเฉลี่ยกัน เมื่อได้เหล็กตัวอย่างแล้วจะนำเหล็กตัวอย่างซึ่งยาวท่อนละ 125 ซม.นี้ มาแบ่งเป็น 2 ท่อน ท่อนหนึ่งยาวประมาณ 30 ซม.ซึ่งท่อนนี้จะนำไปหาปริมาณสนิม ส่วนอีกท่อนหนึ่งที่เหลือจะใช้ในการทดสอบหาแรงยึดเกาะระหว่างผิวคอนกรีตกับเหล็ก

3.2.1 การหาปริมาณสนิม

สำหรับปริมาณสนิมที่เกิดในเหล็กนั้น จะวัดโดยคิดเป็นน้ำหนักสนิมต่อความยาวของเหล็กเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบปริมาณสนิมในเหล็กตัวอย่าง และขั้นตอนต่างๆ มีดังนี้

1. นำเหล็กตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก โดยใช้เครื่องชั่งแบบตัวเลขซึ่งให้ความละเอียดถึง 0.05 กรัม และวัดความยาวของเหล็กตัวอย่าง ชั่งน้ำหนักที่ได้นี้จะเป็นน้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

2. นำเหล็กมาขัดสนิมออกให้หมด โดยการใช้แปรงลวด และใช้น้ำล้างสนิมออก ตากเหล็กให้แห้งแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก ซึ่งจะเป็นน้ำหนักของเหล็กเพียงอย่างเดียว

3. เอาน้ำหนักที่ได้ในข้อแรก ลบออกด้วยน้ำหนักเหล็กในข้อที่ 2 ก็จะได้น้ำหนักของสนิม จากนั้นนำไปหารด้วยพื้นที่ผิวของเหล็ก (ซึ่งได้จากเส้นรอบวงคูณด้วยความยาวของเหล็ก) ก็จะได้น้ำหนักของสนิมต่อพื้นที่ผิวของเหล็กตามต้องการ

3.2.2 การทดสอบหาแรงยึดเกาะ

สำหรับการเปรียบเทียบค่าของแรงยึดเกาะนี้ ก็จะใช้ค่าของแรงต่อพื้นที่ผิวของเหล็กตัวอย่าง ซึ่งขั้นตอนต่างๆ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผสมคอนกรีต ซึ่งคอนกรีตนี้มีอัตราส่วนระหว่าง ซีเมนต์ : ทราย : หิน เท่ากับ 1 : 2.5 : 3.5 และมีอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์ เท่ากับ 0.60 ซึ่งในการผสมครั้งหนึ่งๆ ใช้ส่วนผสมโดยน้ำหนักดังนี้

ซีเมนต์	30	กิโลกรัม
ทราย	75	กิโลกรัม
หิน	105	กิโลกรัม
น้ำ	18	กิโลกรัม

วิธีการผสมในงานนี้ใช้ผสมด้วยเครื่องผสม หรือที่เรียกว่า "โม่" โดยผสมปูนซีเมนต์กับวัสดุแห้งก่อน (ใส่หินแล้วตามด้วยทราย) แล้วจึงเติมน้ำและผสมคลุกเคล้าให้ทั่ว จากนั้นก็เทลงในแบบหล่อลูกปูนรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. และสูง 30 ซม. และเก็บลูกปูนด้วยวิธีมาตรฐาน โดยใส่ในแบบหล่อทีละชั้น ทั้งหมดสามชั้น แต่ละชั้นก็ใช้เหล็กตำ ชั้นละ 25 ครั้ง ลูกปูนทั้งหมดในการหล่อแต่ละครั้งเท่ากับ 14 ลูก

2. เมื่อเอาปูนใส่แบบหล่อเสร็จแล้ว เอาเหล็กตัวอย่างมาเสียบลงบนลูกปูนลึกประมาณ 10-20 ซม. จากนั้นปล่อยให้คอนกรีตแข็งตัวหุ้มเหล็กเอาไว้ เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว (เป็นเวลาประมาณ 1 วัน) ก็แกะแบบหล่อออก แล้วนำลูกปูนไปบ่ม โดยแช่ในบ่อน้ำสำหรับบ่มลูกปูน ซึ่งจะเป็นลูกปูนที่มีเหล็กเสียบอยู่จำนวน 12 ลูก ส่วนอีก 2 ลูกที่เหลือ ใช้ในการทดสอบหากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้ในการหล่อ

3. เมื่อตัวอย่างมีอายุครบ 14 วันก็นำมาทดสอบ โดยลูกปูน 2 ลูก ซึ่งจะใช้ในการหากำลังอัดประลัยนั้นจะนำไปกด โดยเครื่องกดลูกปูน (Testing Machine) ซึ่งจะมีหน้าปัดบอกค่าน้ำหนักประลัย เมื่อได้ค่าน้ำหนักประลัยแล้วก็เอาไปหารด้วยพื้นที่หน้าตัดของลูกปูน ก็จะได้กำลังอัดประลัยของคอนกรีต

4. สำหรับตัวอย่างที่เหลืออีก 12 ลูก จะใช้ในการทดสอบหาแรงยึดเกาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างเหล็กกับคอนกรีต โดยนำไปทดสอบด้วยเครื่องดึงเหล็ก ในลักษณะที่ดึงเหล็กออกจากลูกปูน เมื่อเหล็กหลุดออกจากคอนกรีต ก็บันทึกค่าแรงจากหน้าปัดของเครื่องทดสอบ และทำการวัดความยาวของเหล็กที่เสียบอยู่ในลูกปูน นำเอาค่าแรงดึงที่บันทึกได้มาหารด้วยพื้นที่ผิวของเหล็ก (ซึ่งได้จากเส้นรอบวงของเหล็กคูณด้วยระยะเสียบ) ก็จะได้แรงยึดเกาะต่อพื้นที่ผิวของเหล็ก ซึ่งจะใช้เปรียบเทียบสำหรับเหล็กที่ระยะเวลาและวิธีการต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

ในการทดสอบนี้ ได้กำหนดสัญญลักษณ์แทนตัวอย่างต่างๆ ดังนี้

A1,A2	แทนตัวอย่างเหล็กข้ออ้อยซึ่งเก็บด้วยวิธีที่หนึ่ง
B1,B2	แทนตัวอย่างเหล็กกลมซึ่งเก็บด้วยวิธีที่หนึ่ง
C1,C2	แทนตัวอย่างเหล็กข้ออ้อยซึ่งเก็บด้วยวิธีที่สอง
D1,D2	แทนตัวอย่างเหล็กกลมซึ่งเก็บด้วยวิธีที่สอง
E1,E2	แทนตัวอย่างเหล็กข้ออ้อยซึ่งเก็บด้วยวิธีที่สาม
F1,F2	แทนตัวอย่างเหล็กกลมซึ่งเก็บด้วยวิธีที่สาม
G1,G2,G3	แทนตัวอย่างลูกปูนที่ใช้ทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

ในการทดสอบนี้มีการทดสอบตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 76 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นเหล็กข้ออ้อยและเหล็กกลมอย่างละ 38 ตัวอย่าง และยังมีลูกปูนซึ่งใช้ทดสอบกำลังรับแรงอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้หล่ออีกจำนวน 14 ตัวอย่าง

เริ่มทำการนำเหล็กมาเก็บตามวิธีต่างๆ ทั้งสามวิธีดังที่ได้อธิบายมาแล้วในวันที่ 22 มกราคม พ.ศ.2535 และวันนี้ได้เริ่มทำการทดสอบครั้งแรก เพื่อทดสอบหาแรงยึดเกาะของเหล็กใหม่ ทั้งเหล็กกลมและเหล็กข้ออ้อย ซึ่งผลการทดสอบได้แสดงไว้ใน TABLE No.1 และ GRAPH No.1

4.1 อธิบายตารางและกราฟ

TABLE No.1-7 แสดงถึงการทดสอบหาแรงยึดเกาะระหว่างเหล็กเสริมที่ระยะเวลาต่างๆ ซึ่งเปรียบเทียบเป็นแรงยึดเกาะต่อพื้นที่ผิวของเหล็กตัวอย่างที่สัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับคอนกรีต(ลูกปูน)

GRAPH No.1-7 เป็นกราฟแท่ง ในแต่ละกราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราส่วน F/A ของตัวอย่างเหล็กกลม และเหล็กข้ออ้อยซึ่งเก็บด้วยวิธีการต่างๆ และในแต่ละกราฟก็เก็บจากตัวอย่างซึ่งมีอายุของเหล็กต่างๆ กันด้วย

โดย F = FORCE คือ แรงดึงที่ดึงเหล็กออกจากลูกปูน

A = SURFACE AREA คือ พื้นที่สัมผัสระหว่างเหล็กและคอนกรีต

TABLE No.8-10 แสดงการหาปริมาณสนิม เนื่องจากตัวอย่างในช่วงระยะเวลาแรกยังมีปริมาณสนิมน้อยมาก จึงมิได้ทำการทดสอบหาปริมาณสนิมของตัวอย่างในช่วงระยะเวลาแรก ส่วนผลการทดสอบหาปริมาณสนิมในช่วงระยะเวลาหลังนั้นได้แสดงไว้ใน TABLE No.8-10 นี้ โดย TABLE No.8 เป็นการหาปริมาณสนิมของตัวอย่างที่เก็บเมื่อวันที่ 27/02/2535 และทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะเมื่อวันที่ 12/03/2535 TABLE No.9 เป็นการหาปริมาณสนิมของตัวอย่างที่เก็บเมื่อวันที่ 04/03/2535 และทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะเมื่อวันที่ 18/03/2535 ส่วน TABLE No.10 เป็นการหาปริมาณสนิมของตัวอย่างที่เก็บเมื่อวันที่ 11/03/2535 และทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะเมื่อวันที่ 25/03/2535

GRAPH No.8-10 เป็นกราฟเปรียบเทียบค่า W3/A หรือค่า WEIGHT3 PER SURFACE AREA ซึ่งเป็นค่าของน้ำหนักสนิมต่อหน่วยพื้นที่สัมผัสของเหล็กและคอนกรีต

TABLE No.11-16 แสดงการเปรียบเทียบค่า W3/A และค่า F/A ของเหล็กตัวอย่างต่างๆ ตารางละชนิด และ GRAPH No.11-16 แสดงการเปรียบเทียบค่า F/A ของเหล็กแต่ละชนิดที่อายุของเหล็ก (AGE OF STEEL) ต่างๆ กัน โดย

TABLE No.11 และ GRAPH No.11 ของเหล็กชนิด A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.12 และ GRAPH No.12 ของเหล็กชนิด B

TABLE No.13 และ GRAPH No.11 ของเหล็กชนิด C

TABLE No.14 และ GRAPH No.11 ของเหล็กชนิด D

TABLE No.15 และ GRAPH No.11 ของเหล็กชนิด E

TABLE No.16 และ GRAPH No.11 ของเหล็กชนิด F

ตารางทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีต แสดงค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้ในการหล่อลูกปูน เพื่อทดสอบหาแรงยึดเกาะ ที่ระยะเวลาต่างๆ ทุกครั้งที่มีการหล่อลูกปูนเพื่อทดสอบ

GRAPH No.17-22 เป็นกราฟซึ่งเปรียบเทียบให้เห็นว่ากำลังอัดของคอนกรีตมีผลต่อแรงยึดเกาะ (F/A) อย่างไร

GRAPH No.23-28 เป็นกราฟซึ่งเปรียบเทียบให้เห็นว่า ปริมาณของสนิมมีผลต่อแรงยึดเกาะ (F/A) อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.1

SPECIMEN No.	TYPE OF STEEL	DIAMETER (mm)	FORCE (kg)	LENGHT (cm)	SURFACE AREA (cm^2)	FORCE PER SURFACE AREA (kg/cm^2)
A1	DB	12	2535	16.4	61.8265404	41.00180899
A2	DB	12	2685	15.8	59.5645938	45.07711425
B1	RB	12	3300	28	105.557508	31.262579636
B2	RB	12	3810	30	113.09733	33.687797935
C1	-	-	-	-	-	-
C2	-	-	-	-	-	-
D1	-	-	-	-	-	-
D2	-	-	-	-	-	-
E1	-	-	-	-	-	-
E2	-	-	-	-	-	-
F1	-	-	-	-	-	-
F2	-	-	-	-	-	-

cast 22/01/2535 test 05/02/2535

TABLE No.1 แสดงผลการทดสอบแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อ
วันที่ 22/01/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กใหม่ มีอายุ 0 วัน
กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 263.8 ksc

SPECIMEN No. : ช่องนี้ของตารางแสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2, E1,E2,F1 และ F2

TYPE OF STEEL : โดย DB หมายถึงเหล็กข้ออ้อย และ RB หมายถึงเหล็กกลม

DIAMETER : ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมที่นำมาทดสอบ

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

LENGHT : ความยาวที่เหล็กเสียบเข้าไปในลูกปูน มีหน่วยเป็น เซ็นติเมตร

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.2

SPECIMEN No.	TYPE OF STEEL	DIAMETER (mm)	FORCE (kg)	LENGHT (cm)	SURFACE AREA (cm^2)	FORCE PER SURFACE AREA (kg/cm^2)
A1	DB	12	4455	28.5	107.442463	41.464052991
A2	DB	12	4544	27.6	104.049543	43.671503428
B1	RB	12	3375	28.1	105.934499	31.859309561
B2	RB	12	3405	29.6	111.589365	30.513660345
C1	DB	12	4680	28.6	107.819454	43.405895693
C2	DB	12	4455	28	105.557508	42.204482508
D1	RB	12	3930	29.2	110.081401	35.700853706
D2	RB	12	3735	30.4	114.605294	32.590117407
E1	DB	12	5055	29.4	110.835383	45.608178949
E2	DB	12	4890	29.4	110.835383	44.119484681
F1	RB	12	3615	30.5	114.982285	31.439625541
F2	RB	12	3630	30.4	114.605294	31.673929368

cast 05/02/2535 test 19/02/2535

TABLE No.2 แสดงผลการทดสอบแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อ
วันที่ 05/02/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กที่มีอายุ 14 วัน
กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 235.9 ksc

SPECIMEN No. : ช่องนี้ของตารางแสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2, E1,E2,F1 และ F2

TYPE OF STEEL : โดย DB หมายถึงเหล็กข้ออ้อย และ RB หมายถึงเหล็กกลม

DIAMETER : ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมที่นำมาทดสอบ

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

LENGHT : ความยาวที่เหล็กเสียบเข้าไปในลูกปูน มีหน่วยเป็น เซ็นติเมตร

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.3

SPECIMEN No.	TYPE OF STEEL	DIAMETER (mm)	FORCE (kg)	LENGHT (cm)	SURFACE AREA (cm^2)	FORCE PER SURFACE AREA (kg/cm^2)
A1	DB	12	5100	29.3	110.458392	46.171231482
A2	DB	12	4470	27.6	104.049543	42.960303768
B1	RB	12	3825	26.7	100.656623	38.000479843
B2	RB	12	3720	29.2	110.081401	33.7931745
C1	DB	12	4425	25.4	95.7557394	46.21132924
C2	DB	12	4470	26.3	99.1486593	45.083816882
D1	RB	12	3630	21.2	79.9221132	45.419219471
D2	RB	12	3570	19.9	75.0212289	47.586530537
E1	DB	12	5100	26.4	99.5256504	51.243071304
E2	DB	12	4365	25.1	94.6247661	46.129572414
F1	RB	12	3120	22	82.938042	37.618442934
F2	RB	12	3210	23.3	87.8389263	36.544162539

cast 12/02/2535 test 27/02/2535

TABLE No.3 แสดงผลการทดสอบแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 12/02/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กที่มีอายุ 21 วัน กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 286.0 ksc

SPECIMEN No. : ช่องนี้ของตารางแสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2, E1,E2,F1 และ F2

TYPE OF STEEL : โดย DB หมายถึงเหล็กข้ออ้อย และ RB หมายถึงเหล็กกลม

DIAMETER : ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมที่นำมาทดสอบ

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

LENGHT : ความยาวที่เหล็กเสียบเข้าไปในลูกปูน มีหน่วยเป็น เซ็นติเมตร

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.4

SPECIMEN No.	TYPE OF STEEL	DIAMETER (mm)	FORCE (kg)	LENGHT (cm)	SURFACE AREA (cm^2)	FORCE PER SURFACE AREA (kg/cm^2)
A1	DB	12	3945	23.3	87.8389263	44.911751158
A2	DB	12	4290	22.8	85.9539708	49.910434155
B1	RB	12	3315	24	90.477864	36.638795982
B2	RB	12	3390	25.2	95.0017572	35.683550493
C1	DB	12	4410	21.8	82.1840598	53.660040776
C2	DB	12	4455	23.6	88.9698996	50.07311484
D1	RB	12	3360	23.8	89.7238818	37.448223735
D2	RB	12	2010	14	52.778754	38.083506102
E1	DB	12	4830	21.9	82.5610509	58.502162307
E2	DB	12	4320	22.6	85.1999886	50.704232136
F1	RB	12	3975	29.4	110.835383	35.863998283
F2	RB	12	3885	29	109.327419	35.535458859

cast 19/02/2535 test 04/03/2535

TABLE No.4 แสดงผลการทดสอบแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 19/02/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กที่มีอายุ 28 วัน กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 238.7 ksc

SPECIMEN No. : ช่องนี้ของตารางแสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2, E1,E2,F1 และ F2

TYPE OF STEEL : โดย DB หมายถึงเหล็กข้ออ้อย และ RB หมายถึงเหล็กกลม

DIAMETER : ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมที่นำมาทดสอบ

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

LENGHT : ความยาวที่เหล็กเสียบเข้าไปในลูกปูน มีหน่วยเป็น เซ็นติเมตร

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.5

SPECIMEN No.	TYPE OF STEEL	DIAMETER (mm)	FORCE (kg)	LENGHT (cm)	SURFACE AREA (cm^2)	FORCE PER SURFACE AREA (kg/cm^2)
A1	DB	12	4830	21.1	79.5451221	60.720253769
A2	DB	12	4395	18.9	71.2513179	61.683069584
B1	RB	12	3525	20.7	78.0371577	45.170789197
B2	RB	12	3240	24	90.477864	35.809863946
C1	DB	12	4500	18.1	68.2353891	65.948184063
C2	DB	12	3660	16.2	61.0725582	59.928716069
D1	RB	12	2700	18.7	70.4973357	38.299319729
D2	RB	12	3720	24	90.477864	41.115028975
E1	DB	12	4545	19.2	72.3822912	62.791601712
E2	DB	12	4305	18.7	70.4973357	61.066137568
F1	RB	12	3525	19.7	74.2672467	47.463722659
F2	RB	12	3675	19.5	73.5132645	49.990978159

cast 27/02/2535 test 12/03/2535

TABLE No.5 แสดงผลการทดสอบแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อ
วันที่ 27/02/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กที่มีอายุ 36 วัน
กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 261.4 ksc

SPECIMEN No. : ช่องนี้ของตารางแสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2, E1,E2,F1 และ F2

TYPE OF STEEL : โดย DB หมายถึงเหล็กข้ออ้อย และ RB หมายถึงเหล็กกลม

DIAMETER : ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมที่นำมาทดสอบ

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

LENGHT : ความยาวที่เหล็กเสียบเข้าไปในลูกปูน มีหน่วยเป็น เซ็นติเมตร

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.6

SPECIMEN No.	TYPE OF STEEL	DIAMETER (mm)	FORCE (kg)	LENGHT (cm)	SURFACE AREA (cm^2)	FORCE PER SURFACE AREA (kg/cm^2)
A1	DB	12	5085	20.5	77.2831755	65.796985788
A2	DB	12	4485	19.2	72.3822912	61.962669676
B1	RB	12	3345	18.6	70.1203446	47.703701673
B2	RB	12	2580	17.2	64.8424692	39.788737718
C1	DB	12	4755	18.5	69.7433535	68.178539766
C2	DB	12	4350	18.1	68.2353891	63.749911261
D1	RB	12	2385	18.7	70.4973357	33.83106576
D2	RB	12	2940	19.1	72.0053001	40.830327711
E1	DB	12	4410	20.1	75.7752111	58.198452185
E2	DB	12	4725	19.2	72.3822912	65.278397819
F1	RB	12	3915	21.7	81.8070687	47.856500205
F2	RB	12	3390	23.4	88.2159174	38.428438993

cast 04/03/2535 test 18/03/2535

TABLE No.6 แสดงผลการทดสอบแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อ
วันที่ 04/03/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กที่มีอายุ 42 วัน
กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 222.5 ksc

SPECIMEN No. : ช่องนี้ของตารางแสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2, E1,E2,F1 และ F2

TYPE OF STEEL : โดย DB หมายถึงเหล็กข้ออ้อย และ RB หมายถึงเหล็กกลม

DIAMETER : ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมที่นำมาทดสอบ

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

LENGHT : ความยาวที่เหล็กเสียบเข้าไปในลูกปูน มีหน่วยเป็น เซ็นติเมตร

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.7

SPECIMEN No.	TYPE OF STEEL	DIAMETER (mm)	FORCE (kg)	LENGHT (cm)	SURFACE AREA (cm^2)	FORCE PER SURFACE AREA (kg/cm^2)
A1	DB	12	3930	14.1	53.1557451	73.933682852
A2	DB	12	3615	13.4	50.5168074	71.560341717
B1	RB	12	2550	15.3	57.6796383	44.209708576
B2	RB	12	2640	15.5	58.4336205	45.179469925
C1	DB	12	4320	13.8	52.0247718	83.037365673
C2	DB	12	4800	16.7	62.9575137	76.241892634
D1	RB	12	2955	18.8	70.8743268	41.693517715
D2	RB	12	2625	15.2	57.3026472	45.809401978
E1	DB	12	4800	12.6	47.5008786	101.05076245
E2	DB	12	4635	13.9	52.4017629	88.451222697
F1	RB	12	2220	16.1	60.6955671	36.575982499
F2	RB	12	2925	18.5	69.7433535	41.939480298

cast 11/03/2535 test 25/03/2535

TABLE No.7 แสดงผลการทดสอบแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อ
วันที่ 11/03/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กที่มีอายุ 48 วัน
กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 232.0 ksc

SPECIMEN No. : ช่องนี้ของตารางแสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2, E1,E2,F1 และ F2

TYPE OF STEEL : โดย DB หมายถึงเหล็กข้ออ้อย และ RB หมายถึงเหล็กกลม

DIAMETER : ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมที่นำมาทดสอบ

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

LENGHT : ความยาวที่เหล็กเสียบเข้าไปในลูกปูน มีหน่วยเป็น เซ็นติเมตร

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.8

SPECIMEN NO.	WEIGHT1 (gm)	WEIGHT2 (gm)	WEIGHT1-WEIGHT2=WEIGHT3	LENGHT (cm)	SURFACE AREA (cm^2)	WEIGHT3 PER SURFACE AREA (gm/cm^2)
A1	259.80	259.75	0.05	30.00	113.09700	0.0004421
A2	250.60	250.55	0.05	29.70	111.96603	0.0004466
B1	247.95	247.90	0.05	30.10	113.47399	0.0004406
B2	247.40	247.35	0.05	29.90	112.72001	0.0004436
C1	258.05	257.75	0.15	30.40	114.60496	0.0013088
C2	254.15	254.00	0.15	29.80	112.34302	0.0013352
D1	253.50	253.45	0.05	30.40	114.60496	0.0004363
D2	243.05	242.85	0.20	30.00	113.09700	0.0017684
E1	251.55	251.30	0.25	29.70	111.96603	0.0022328
E2	252.60	252.45	0.15	29.70	111.96603	0.0013397
F1	264.80	264.65	0.15	30.30	114.22797	0.0013132
F2	261.75	261.60	0.15	29.80	112.34302	0.0013352

TABLE No.8 แสดงผลการทดสอบหาปริมาณสนิมของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 27/02/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กที่มีอายุ 36 วัน

SPECIMEN No. : ช่องนี้ของตารางแสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2, E1,E2,F1 และ F2

WEIGHT 1 : น้ำหนักของเหล็กก่อนขัดสนิม คือ น้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

WEIGHT 2 : น้ำหนักของสนิมหลังจากที่ขัดสนิมแล้ว

WEIGHT 3 : ซึ่งได้จาก WEIGHT 1 - WEIGHT 2 หมายถึง น้ำหนักของสนิมอย่างเดียว

LENGHT : ความยาวของเหล็กที่ตัดมาเพื่อหาปริมาณสนิม มีหน่วยเป็นเซ็นติเมตร

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

WEIGHT 3 PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนระหว่าง WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.9

SPECIMEN NO.	WEIGHT1 (gm)	WEIGHT2 (gm)	WEIGHT1-WEIGHT2=WEIGHT3	LENGHT (cm)	SURFACE AREA (cm^2)	WEIGHT3 PER SURFACE AREA (gm/cm^2)
A1	255.45	255.40	0.05	29.30	110.45807	0.0004527
A2	245.80	245.70	0.10	29.20	110.08108	0.0009084
B1	245.65	245.60	0.05	29.00	109.32710	0.0004573
B2	246.35	246.25	0.10	29.00	109.32710	0.0009147
C1	243.00	242.70	0.30	29.20	110.08108	0.0027253
C2	248.90	248.70	0.20	28.90	108.95011	0.0018357
D1	246.80	246.65	0.15	29.20	110.08108	0.0013626
D2	243.35	243.15	0.20	29.20	110.08108	0.0018168
E1	245.65	245.25	0.40	29.20	110.08108	0.0036337
E2	252.80	252.40	0.40	29.20	110.08108	0.0036337
F1	258.10	257.85	0.25	29.30	110.45807	0.0022633
F2	240.65	240.50	0.15	29.40	110.83506	0.0013534

TABLE No.9 แสดงผลการทดสอบหาปริมาณสนิมของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 04/03/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กที่มีอายุ 42 วัน

SPECIMEN No. : ช่องนี้ของตารางแสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2, E1,E2,F1 และ F2

WEIGHT 1 : น้ำหนักของเหล็กก่อนขัดสนิม คือ น้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

WEIGHT 2 : น้ำหนักของสนิมหลังจากที่ขัดสนิมแล้ว

WEIGHT 3 : ซึ่งได้จาก WEIGHT 1 - WEIGHT 2 หมายถึง น้ำหนักของสนิมอย่างเดียว

LENGHT : ความยาวของเหล็กที่ตัดมาเพื่อหาปริมาณสนิม มีหน่วยเป็นเซ็นติเมตร

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

WEIGHT 3 PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนระหว่าง WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.10

SPECIMEN NO.	WEIGHT1 (gm)	WEIGHT2 (gm)	WEIGHT1-WEIGHT2=WEIGHT3	LENGHT (cm)	SURFACE AREA (cm^2)	WEIGHT3 PER SURFACE AREA (gm/cm^2)
A1	236.85	236.75	0.10	28.80	108.57312	0.0009210
A2	238.65	238.55	0.10	28.50	107.44215	0.0009307
B1	221.20	221.10	0.10	28.70	108.19613	0.0009242
B2	235.30	235.20	0.10	28.60	107.81914	0.0009275
C1	248.45	248.25	0.20	28.70	108.19613	0.0018485
C2	242.55	242.25	0.30	29.10	109.70409	0.0027346
D1	226.85	226.70	0.15	28.40	107.06516	0.0014010
D2	231.85	231.55	0.30	28.50	107.44215	0.0027922
E1	249.35	248.85	0.50	28.90	108.95011	0.0045893
E2	239.45	238.85	0.60	28.80	108.57312	0.0055262
F1	246.85	246.60	0.25	28.60	107.81914	0.0023187
F2	237.95	237.75	0.20	28.70	108.19613	0.0018485

TABLE No.10 แสดงผลการทดสอบหาปริมาณสนิมของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 11/03/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กที่มีอายุ 48 วัน

SPECIMEN No. : ช่องนี้ของตารางแสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2, E1,E2,F1 และ F2

WEIGHT 1 : น้ำหนักของเหล็กก่อนขัดสนิม คือ น้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

WEIGHT 2 : น้ำหนักของสนิมหลังจากที่ขัดสนิมแล้ว

WEIGHT 3 : ซึ่งได้จาก WEIGHT 1 - WEIGHT 2 หมายถึง น้ำหนักของสนิมอย่างเดียว

LENGHT : ความยาวของเหล็กที่ตัดมาเพื่อหาปริมาณสนิม มีหน่วยเป็นเซ็นติเมตร

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

WEIGHT 3 PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนระหว่าง WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.11

DATE OF CASTED	AGE OF CONCRETE (DAYS)	fc' (KSC)	AGE OF STEEL (DAYS)	W3/A (GM PER CM^2)	AVERAGE W3/A	F/A (GM/CM^2)	AVERAGE F/A
22/01/2535	14		0	-		41.001808	
22/01/2535	14	263.8	0	-	-	45.077114	43.03946
05/02/2535	14		14	-		41.464052	
05/02/2535	14	235.9	14	-	-	43.671503	42.56777
12/02/2535	15		21	-		46.171231	
12/02/2535	15	286.0	21	-	-	42.960303	44.56576
19/02/2535	14		28	-		44.911751	
19/02/2535	14	238.7	28	-	-	49.910434	47.41109
27/02/2535	14		36	0.000442		60.720253	
27/02/2535	14	261.4	36	0.000446	0.000444	61.683069	61.20166
04/03/2535	14		42	0.000452		65.796985	
04/03/2535	14	222.5	42	0.000908	0.000680	61.962669	63.87982
11/03/2535	14		48	0.000921		73.933682	
11/03/2535	14	232.0	48	0.000930	0.000925	71.560341	72.74701

TABLE No.11 แสดง ค่าปริมาณสนิม ค่าแรงยึดเกาะ และค่าต่างๆ ของเหล็กชนิด A (ได้จาก table no.1-10)

DATE OF CASTED : วันที่เก็บตัวอย่างเหล็กมาทำการหล่อลูกปูนเพื่อจะได้ทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะต่อไป

AGE OF CONCRETE : อายุของคอนกรีตที่ใช้ทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ

fc' : ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้ทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (ksc)

AGE OF STEEL : อายุของเหล็กตัวอย่างในวันที่เก็บมาหล่อลูกปูน เพื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น วัน (day)

W3/A : ค่า WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

AVERAGE W3/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ W3/A ในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบ

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

AVERAGE F/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ F/A

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.12

DATE OF CASTED	AGE OF CONCRETE (DAYS)	fc' (KSC)	AGE OF STEEL (DAYS)	W3/A (GM PER CM^2)	AVERAGE W3/A	F/A (GM/CM^2)	AVERAGE F/A
22/01/2535	14		0	-		31.262579	
22/01/2535	14	263.8	0	-	-	33.687797	32.47518
05/02/2535	14		14	-		31.859309	
05/02/2535	14	235.9	14	-	-	30.513660	31.18648
12/02/2535	15		21	-		38.000479	
12/02/2535	15	286.0	21	-	-	33.793174	35.89682
19/02/2535	14		28	-		36.638795	
19/02/2535	14	238.7	28	-	-	35.683550	36.16117
27/02/2535	14		36	0.000440		45.170789	
27/02/2535	14	261.4	36	0.000443	0.000442	35.809863	40.49032
04/03/2535	14		42	0.000457		47.703701	
04/03/2535	14	222.5	42	0.000914	0.000686	39.788737	43.74621
11/03/2535	14		48	0.000924		44.209708	
11/03/2535	14	232.0	48	0.000927	0.000925	45.179469	44.69458

TABLE No.12 แสดง ค่าปริมาณสนิม ค่าแรงยึดเกาะ และค่าต่างๆ ของเหล็กชนิด B (ได้จาก table no.1-10)

DATE OF CASTED : วันที่เก็บตัวอย่างเหล็กมาทำการหล่อลูกปูนเพื่อจะได้ทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะต่อไป

AGE OF CONCRETE : อายุของคอนกรีตที่ใช้ทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ

fc' : ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้ทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (ksc)

AGE OF STEEL : อายุของเหล็กตัวอย่างในวันที่เก็บมาหล่อลูกปูน เพื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น วัน (day)

W3/A : ค่า WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

AVERAGE W3/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ W3/A ในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบ

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

AVERAGE F/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ F/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.13

DATE OF CASTED	AGE OF CONCRETE (DAYS)	fc' (KSC)	AGE OF STEEL (DAYS)	W3/A (GM PER CM^2)	AVERAGE W3/A	F/A (GM/CM^2)	AVERAGE F/A
/01/2535	14		0	-		-	
/01/2535	14	263.8	0	-	-	-	-
/02/2535	14		14	-		43.405895	
/02/2535	14	235.9	14	-	-	42.204482	42.80518
/02/2535	15		21	-		46.211329	
/02/2535	15	286.0	21	-	-	45.083816	45.64757
/02/2535	14		28	-		53.660040	
/02/2535	14	238.7	28	-	-	50.073114	51.86657
/02/2535	14		36	0.001308		65.948184	
/02/2535	14	261.4	36	0.001335	0.001322	59.928716	62.93845
/03/2535	14		42	0.002725		68.178539	
/03/2535	14	222.5	42	0.001835	0.002280	63.749911	65.96422
/03/2535	14		48	0.001848		83.037365	
/03/2535	14	232.0	48	0.002734	0.002291	76.241892	79.63962

TABLE No.13 แสดง ค่าปริมาณสนิม ค่าแรงยึดเกาะ และค่าต่างๆ ของเหล็กชนิด C (ได้จาก table no.1-10)

DATE OF CASTED : วันที่เก็บตัวอย่างเหล็กมาทำการหล่อลูกปูนเพื่อจะได้ทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะต่อไป

AGE OF CONCRETE : อายุของคอนกรีตที่ใช้ทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ

fc' : ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้ทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (ksc)

AGE OF STEEL : อายุของเหล็กตัวอย่างในวันที่เก็บมาหล่อลูกปูน เพื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น วัน (day)

W3/A : ค่า WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

AVERAGE W3/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ W3/A ในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบ

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

AVERAGE F/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ F/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.14

DATE OF CASTED	AGE OF CONCRETE (DAYS)	fc' (KSC)	AGE OF STEEL (DAYS)	W3/A (GM PER CM^2)	AVERAGE W3/A	F/A (GM/CM^2)	AVERAGE F/A
2/01/2535	14		0	-		-	
2/01/2535	14	263.8	0	-	-	-	-
5/02/2535	14		14	-		35.700853	
5/02/2535	14	235.9	14	-	-	32.590117	34.14548
2/02/2535	15		21	-		45.419219	
2/02/2535	15	286.0	21	-	-	47.586530	46.50287
9/02/2535	14		28	-		37.448223	
9/02/2535	14	238.7	28	-	-	38.083506	37.76586
7/02/2535	14		36	0.000436		38.299319	
7/02/2535	14	261.4	36	0.001768	0.001102	41.115028	39.70717
4/03/2535	14		42	0.001362		33.831065	
4/03/2535	14	222.5	42	0.001816	0.001589	40.830317	37.33069
1/03/2535	14		48	0.001401		41.693517	
1/03/2535	14	232.0	48	0.002792	0.002096	45.809401	43.75145

TABLE No.14 แสดง ค่าปริมาณสนิม ค่าแรงยึดเกาะ และค่าต่างๆ ของเหล็กชนิด D (ได้จาก table no.1-10)

DATE OF CASTED : วันที่เก็บตัวอย่างเหล็กมาทำการหล่อลูกปูนเพื่อจะได้ทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะต่อไป

AGE OF CONCRETE : อายุของคอนกรีตที่ใช้ทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ

fc': ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้ทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (ksc)

AGE OF STEEL : อายุของเหล็กตัวอย่างในวันที่เก็บมาหล่อลูกปูน เพื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น วัน (day)

W3/A : ค่า WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

AVERAGE W3/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ W3/A ในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบ

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

AVERAGE F/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ F/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.15

DATE OF CASTED	AGE OF CONCRETE (DAYS)	fc' (KSC)	AGE OF STEEL (DAYS)	W3/A (GM PER CM^2)	AVERAGE W3/A	F/A (GM/CM^2)	AVERAGE F/A
22/01/2535	14		0	-		-	
22/01/2535	14	263.8	0	-	-	-	-
05/02/2535	14		14	-		45.608178	
05/02/2535	14	235.9	14	-	-	44.119484	44.86383
12/02/2535	15		21	-		51.243071	
12/02/2535	15	286.8	21	-	-	46.129572	48.68632
19/02/2535	14		28	-		58.502162	
19/02/2535	14	238.7	28	-	-	50.704232	54.60319
27/02/2535	14		36	0.002232		62.791601	
27/02/2535	14	261.4	36	0.001339	0.001786	61.066137	61.92886
04/03/2535	14		42	0.003633		58.198452	
04/03/2535	14	222.5	42	0.003633	0.003633	65.278397	61.73842
11/03/2535	14		48	0.004589		101.05076	
11/03/2535	14	232.0	48	0.005526	0.005057	88.451222	94.75099

TABLE No.15 แสดง ค่าปริมาณสนิม ค่าแรงยึดเกาะ และค่าต่างๆ ของเหล็กชนิด E (ได้จาก table no.1-10)

DATE OF CASTED : วันที่เก็บตัวอย่างเหล็กมาทำการหล่อลูกปูนเพื่อจะได้ทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะต่อไป

AGE OF CONCRETE : อายุของคอนกรีตที่ใช้ทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ

fc' : ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้ทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (ksc)

AGE OF STEEL : อายุของเหล็กตัวอย่างในวันที่เก็บมาหล่อลูกปูน เพื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น วัน (day)

W3/A : ค่า WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

AVERAGE W3/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ W3/A ในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบ

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

AVERAGE F/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ F/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE No.16

DATE OF CASTED	AGE OF CONCRETE (DAYS)	fc' (KSC)	AGE OF STEEL (DAYS)	W3/A (GM PER CM^2)	AVERAGE W3/A	F/A (GM/CM^2)	AVERAGE F/A
22/01/2535	14		0	-		-	
22/01/2535	14	263.8	0	-	-	-	-
05/02/2535	14		14	-		31.439625	
05/02/2535	14	235.9	14	-	-	31.673929	31.55677
12/02/2535	15		21	-		37.618442	
12/02/2535	15	286.0	21	-	-	36.544162	37.08130
19/02/2535	14		28	-		35.863998	
19/02/2535	14	238.7	28	-	-	35.535458	35.69972
27/02/2535	14		36	0.001313		47.463722	
27/02/2535	14	261.4	36	0.001335	0.001324	49.990978	48.72735
04/03/2535	14		42	0.002263		47.856500	
04/03/2535	14	222.5	42	0.001353	0.001808	38.428438	43.14246
11/03/2535	14		48	0.002318		36.575982	
11/03/2535	14	232.0	48	0.001848	0.002083	41.939480	39.25773

TABLE No.16 แสดง ค่าปริมาณสนิม ค่าแรงยึดเกาะ และค่าต่างๆ ของเหล็กชนิด F (ได้จาก table no.1-10)

DATE OF CASTED : วันที่เก็บตัวอย่างเหล็กมาทำการหล่อลูกปูนเพื่อจะได้ทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะต่อไป

AGE OF CONCRETE : อายุของคอนกรีตที่ใช้ทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ

fc' : ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้ทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (ksc)

AGE OF STEEL : อายุของเหล็กตัวอย่างในวันที่เก็บมาหล่อลูกปูน เพื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น วัน (day)

W3/A : ค่า WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

AVERAGE W3/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ W3/A ในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบ

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

AVERAGE F/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ F/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH TEST

SPECIMEN NO.	CROSS SECTION (CM^2)	WEIGHT (KG)	SLUMP (CM)	DATE OF CASTED	DATE OF TESTED	AGES (DAYS)	ULTIMATE LOAD (KG)	COMPRESSIVE STRENGTH (KSC)	AVERAGE (KSC)
G1	176.71	12.952	8	22/01/2535	05/02/2535	14	46620	263.822091 38	263.8220
G1	176.71	13.002	8.5	05/02/2535	19/02/2535	14	36000	203.72361496	
G2	176.71	12.742	8.5	05/02/2535	19/02/2535	14	47400	268.23609303	235.9798
G1	176.71	13.065	8.5	12/02/2535	27/02/2535	15	52200	295.3992417	
G2	176.71	12.855	8.5	12/02/2535	27/02/2535	15	48900	276.72457699	286.0619
G1	176.71	12.555	7	19/02/2535	04/03/2535	14	40200	227.49137004	
G2	176.71	12.691	7	19/02/2535	04/03/2535	14	46140	261.10576651	
G3	176.71	12.767	7	19/02/2535	04/03/2535	14	40200	227.49137004	238.6961
G1	176.71	12.865	8	27/02/2535	12/03/2535	14	47940	271.29194726	
G2	176.71	12.753	8	27/02/2535	12/03/2535	14	44460	251.59666448	261.4453
G1	176.71	12.91	10	04/03/2535	18/03/2535	14	39360	222.73781903	
G2	176.71	12.881	10	04/03/2535	18/03/2535	14	39300	222.39627967	222.5680
G1	176.71	12.853	8.5	11/03/2535	25/03/2535	14	42720	241.75202309	
G2	176.71	12.784	8.5	11/03/2535	25/03/2535	14	39300	222.39627967	232.0751

ตารางทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีต

SPECIMEN No. : ช่องนี้ของตารางแสดงระหัสแทนตัวอย่างที่จะทำการทดสอบในการหล่อลูกปูนแต่ละครั้ง

CROSS SECTION : พื้นที่หน้าตัดของลูกปูนที่ทำการทดสอบ

WEIGHT : น้ำหนักของลูกปูน มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

SLUMP : ค่าความข้นเหลวของคอนกรีต มีหน่วยเป็นเซ็นติเมตร (cm)

DATE OF CASTED : วันที่หล่อลูกปูนตัวอย่างที่เก็บมาได้

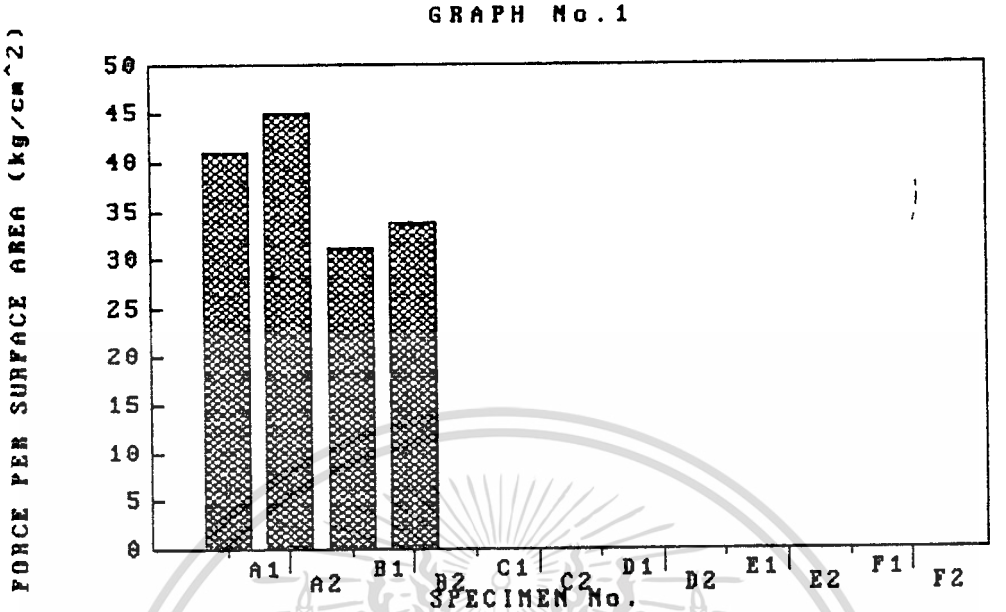
AGE : อายุของคอนกรีตเมื่อวันที่ทำการทดสอบหาค่าแรงยึดเกาะ

ULTIMATE LOAD : น้ำหนักที่ใช้ในการกดลูกปูนตัวอย่าง มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

COMPRESSIVE STRENGTH : เป็นค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร (ksc)

AVERAGE : เป็นค่าเฉลี่ยของ COMPRESSIVE STRENGTH ในการทดสอบครั้งหนึ่งๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GRAPH No.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อ
วันที่ 22/01/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กใหม่ มีอายุ 0 วัน
กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 263.8 ksc
(ค่าต่างๆ ได้จาก TABLE No.1)

SPECIMEN No. : แสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2,E1,E2,F1 และ F2

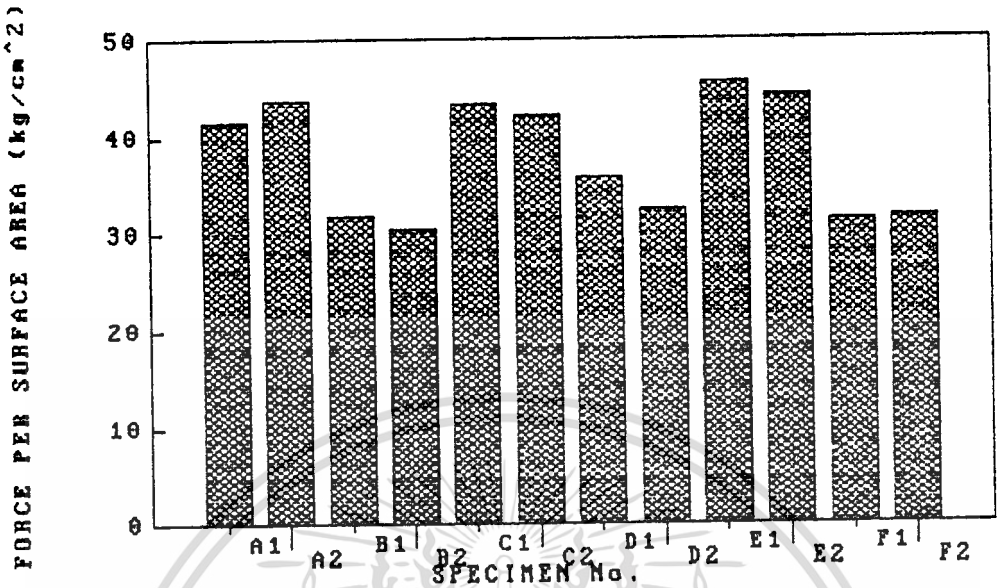
FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.2



GRAPH No.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 05/02/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กใหม่ มีอายุ 14 วัน กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 235.9 ksc (ค่าต่างๆ ได้จาก TABLE No.2)

SPECIMEN No. : แสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2,E1,E2,F1 และ F2

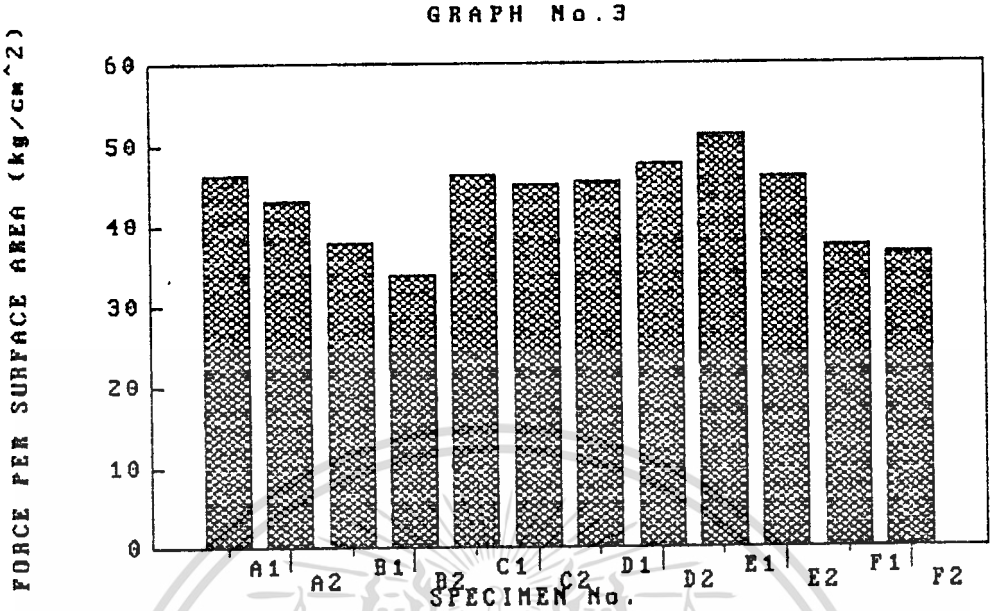
FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.3



GRAPH No.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 12/02/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กใหม่ มีอายุ 21 วัน กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 286.0 ksc (ค่าต่างๆ ได้จาก TABLE No.3)

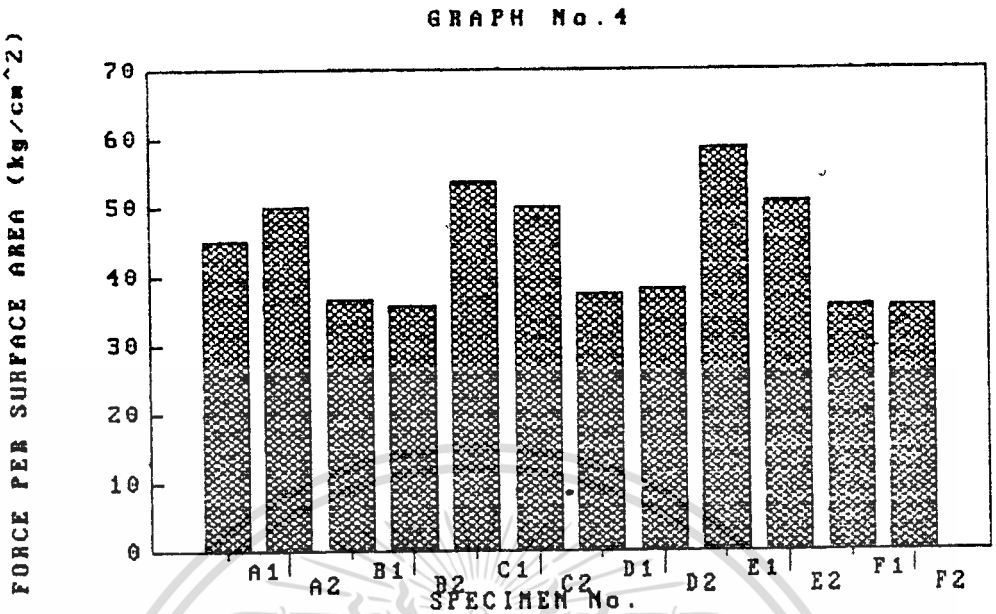
SPECIMEN No. : แสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2,E1,E2,F1 และ F2

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GRAPH No.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 19/02/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กใหม่ มีอายุ 28 วัน ก่าลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 238.7 ksc

(ค่าต่างๆ ได้จาก TABLE No.4)

SPECIMEN No. : แสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2,E1,E2,F1 และ F2

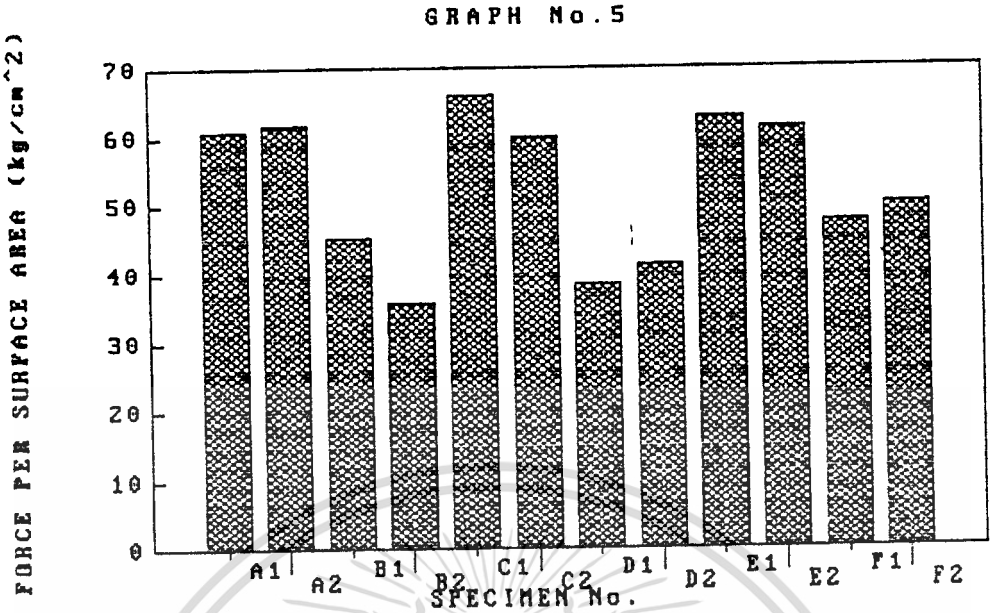
FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.5



GRAPH No.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 27/02/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กใหม่ มีอายุ 36 วัน กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 261.4 ksc

(ค่าต่างๆ ได้จาก TABLE No.5)

SPECIMEN No. : แสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2,E1,E2,F1 และ F2

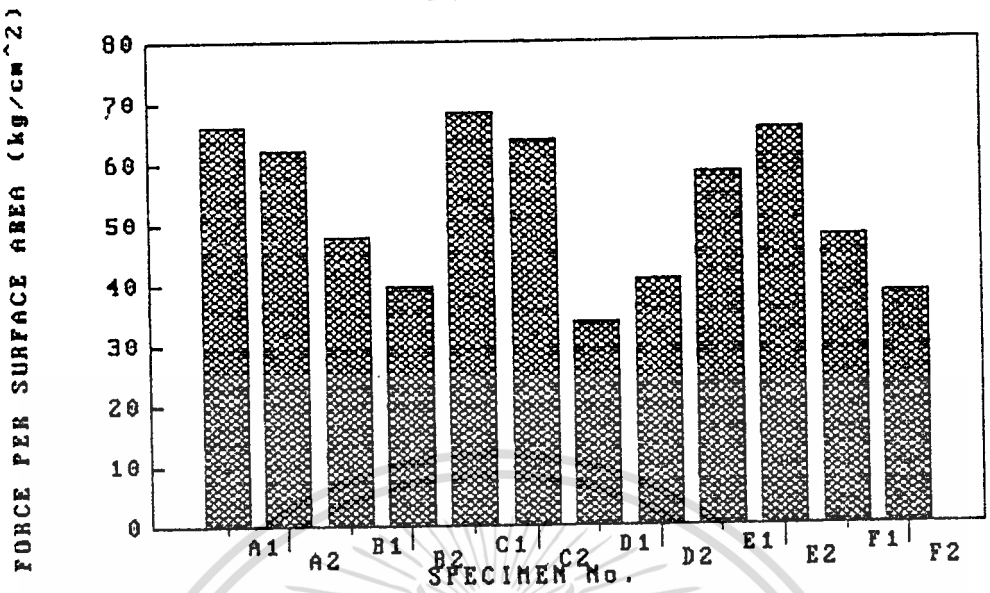
FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No. 6



GRAPH No.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 04/03/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กใหม่ มีอายุ 42 วัน กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 222.5 ksc (ค่าต่างๆ ได้จาก TABLE No.6)

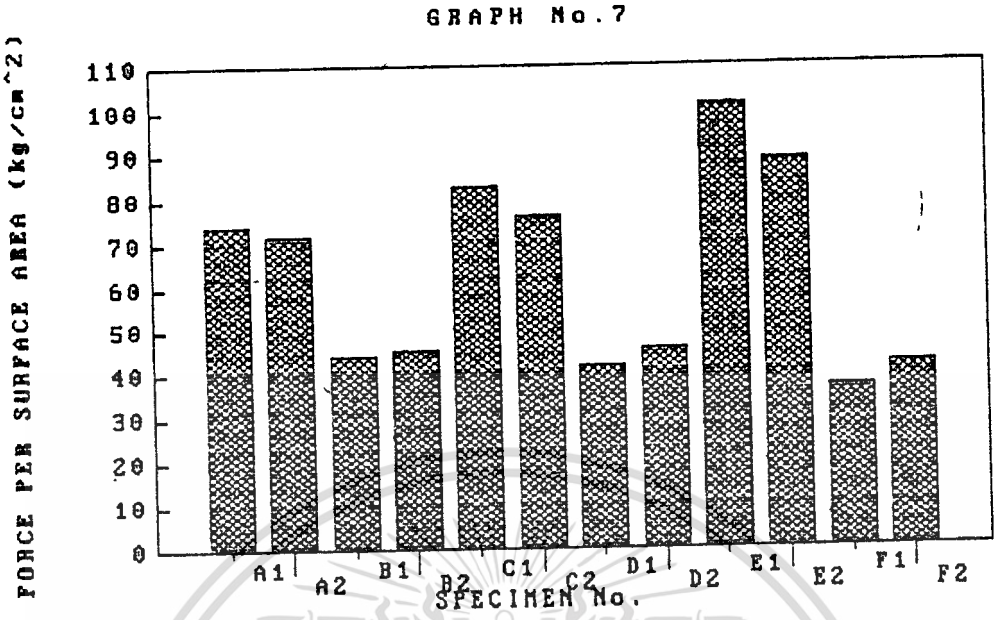
SPECIMEN No. : แสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2,E1,E2,F1 และ F2

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GRAPH No.7 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 11/03/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กใหม่ มีอายุ 48 วัน กำลังอัดของคอนกรีตที่ใช้หล่อเท่ากับ 232.0 ksc (ค่าต่างๆ ได้จาก TABLE No.7)

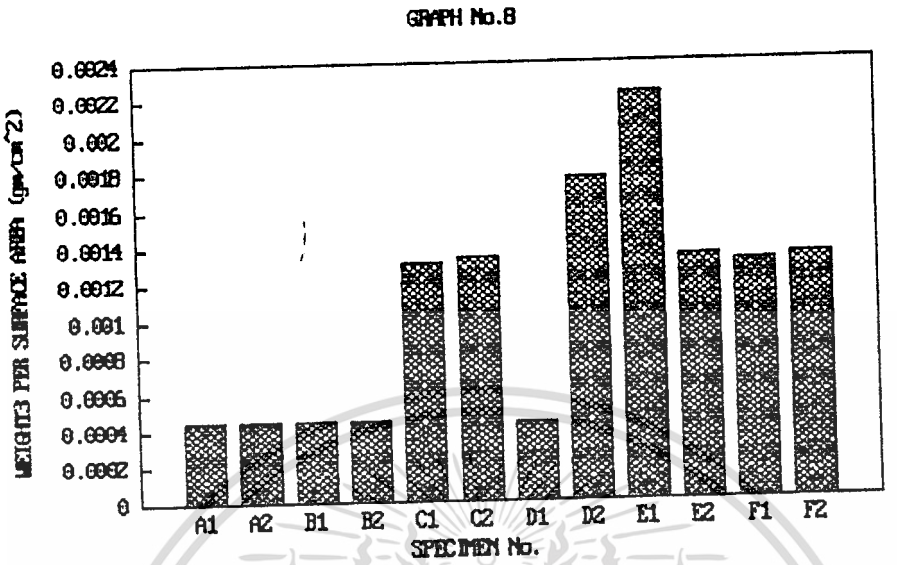
SPECIMEN No. : แสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2,E1,E2,F1 และ F2

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

FORCE PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนของ FORCE PER SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GRAPH No.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสนิมของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 27/02/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กที่มีอายุ 36 วัน

(ค่าต่างๆ ได้จาก TABLE No.8)

SPECIMEN No. : แสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2,E1,E2,F1 และ F2

WEIGHT 1 : น้ำหนักของเหล็กก่อนขัดสนิม คือ น้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

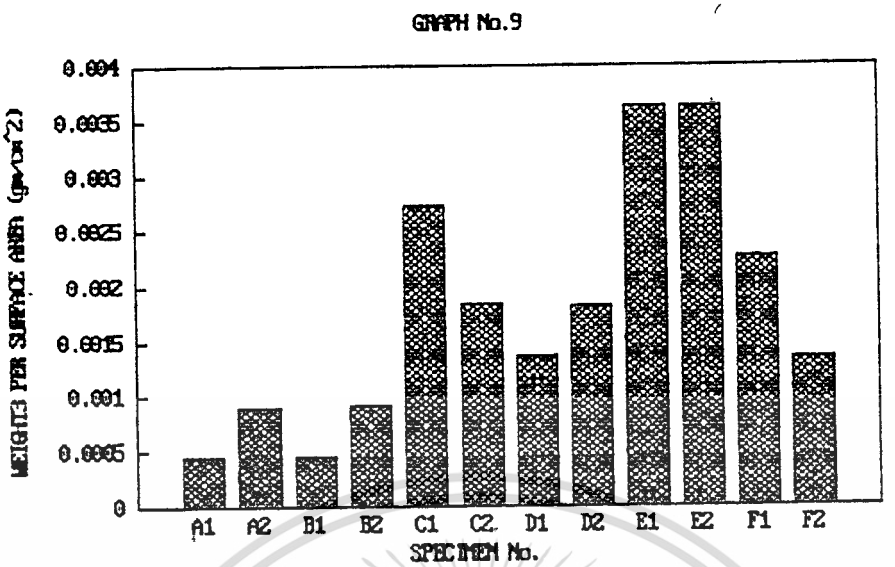
WEIGHT 2 : น้ำหนักของสนิมหลังจากที่ขัดสนิมแล้ว

WEIGHT 3 : ซึ่งได้จาก WEIGHT 1 - WEIGHT 2 หมายถึง น้ำหนักของสนิมอย่างเดียว

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

WEIGHT 3 PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนระหว่าง WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GRAPH No.9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสนิมของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 04/03/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กที่มีอายุ 42 วัน

(ค่าต่างๆ ได้จาก TABLE No.9)

SPECIMEN No. : แสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2,E1,E2,F1 และ F2

WEIGHT 1 : น้ำหนักของเหล็กก่อนขัดสนิม คือ น้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

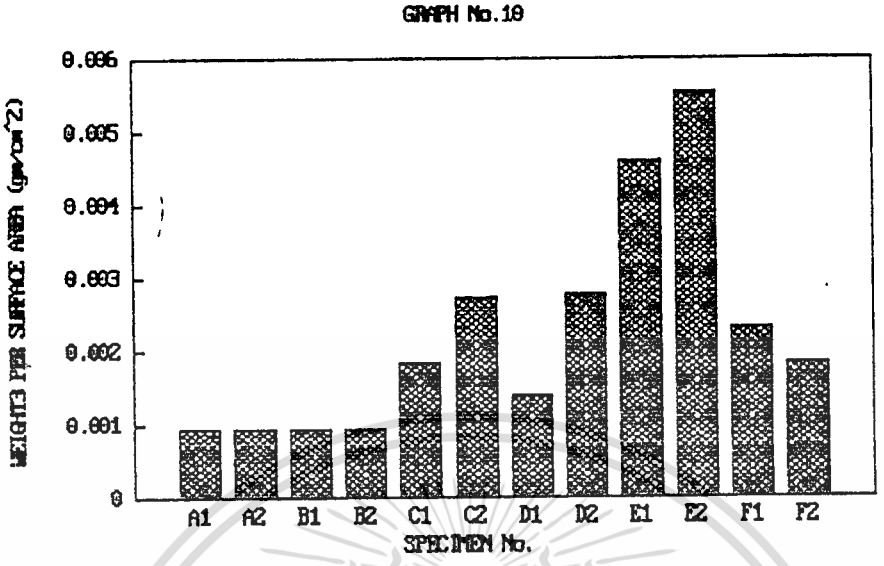
WEIGHT 2 : น้ำหนักของสนิมหลังจากที่ขัดสนิมแล้ว

WEIGHT 3 : ซึ่งได้จาก WEIGHT 1 - WEIGHT 2 หมายถึง น้ำหนักของสนิมอย่างเดียว

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

WEIGHT 3 PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนระหว่าง WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GRAPH No.10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสนิมของตัวอย่างเหล็กที่หล่อเมื่อวันที่ 11/03/2535 ซึ่งเป็นตัวอย่างเหล็กที่มีอายุ 48 วัน

(ค่าต่างๆ ได้จาก TABLE No.10)

SPECIMEN No. : แสดงระหัสแทนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการเก็บต่างๆ ดังที่ได้อธิบายข้างต้น ซึ่งก็จะมี A1,A2,B1,B2,C1,C2,D1,D2,E1,E2,F1 และ F2

WEIGHT 1 : น้ำหนักของเหล็กก่อนขัดสนิม คือ น้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

WEIGHT 2 : น้ำหนักของสนิมหลังจากที่ขัดสนิมแล้ว

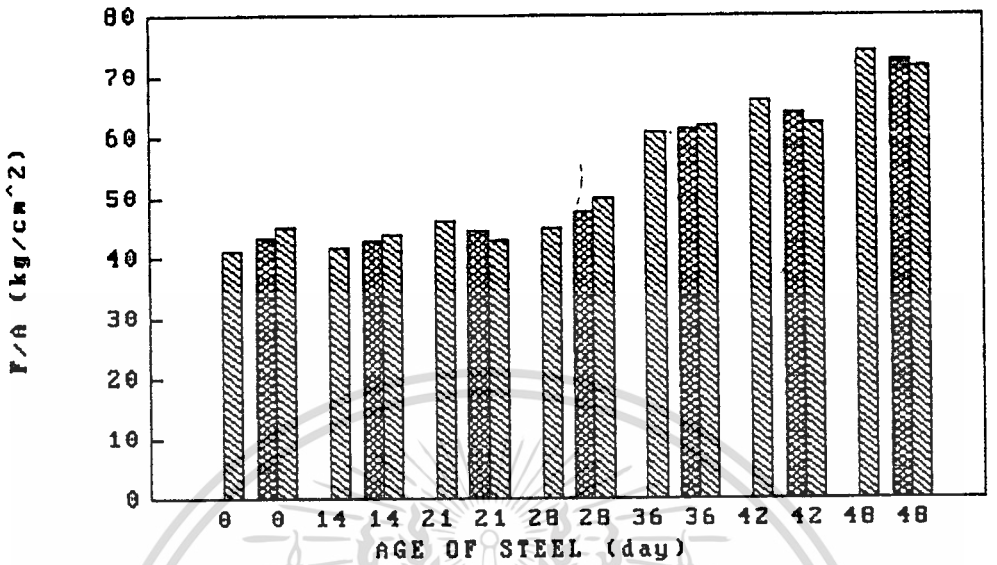
WEIGHT 3 : ซึ่งได้จาก WEIGHT 1 - WEIGHT 2 หมายถึง น้ำหนักของสนิมอย่างเดียว

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

WEIGHT 3 PER SURFACE AREA : เป็นอัตราส่วนระหว่าง WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.11



GRAPH No.11 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด A ที่ระยะเวลาต่างๆ (ได้จาก TABLE No.11)

โดยที่แรเงาสีจางเป็นค่าแรงยึดเกาะ (F/A) ของสองตัวอย่างที่ทดสอบที่เวลาหนึ่งๆ ส่วนที่แรเงาสีเข้มเป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างทั้งสอง

AGE OF STEEL : อายุของเหล็กตัวอย่างในวันที่เก็บมาหล่อลูกปูน เพื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น วัน (day)

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

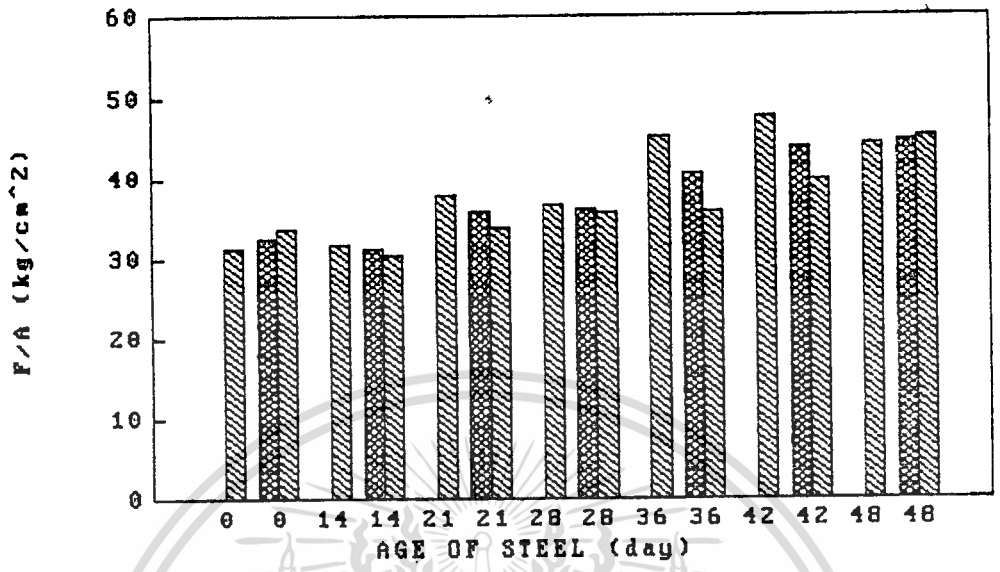
SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

AVERAGE F/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ F/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.12



GRAPH No.12 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด B ที่ระยะเวลาต่างๆ (ได้จาก TABLE No.12)

โดยที่แรเงาสีจางเป็นค่าแรงยึดเกาะ (F/A) ของสองตัวอย่างที่ทดสอบที่เวลาหนึ่งๆ ส่วนที่แรเงาสีเข้มเป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างทั้งสอง

AGE OF STEEL : อายุของเหล็กตัวอย่างในวันที่เก็บมาหล่อลูกปูน เพื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น วัน (day)

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

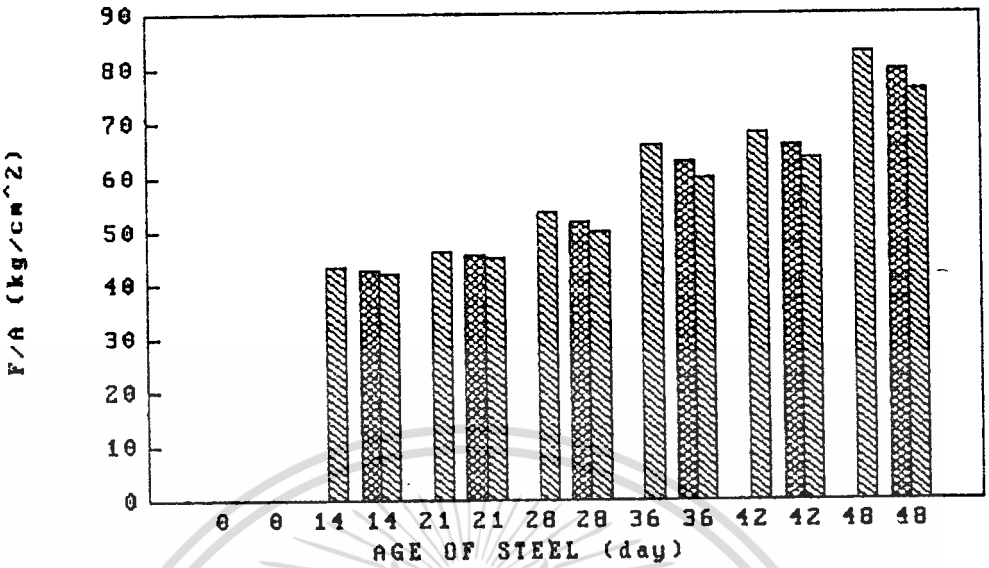
SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

AVERAGE F/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ F/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.13



GRAPH No.13 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด C ที่ระยะเวลาต่างๆ (ได้จาก TABLE No.13)

โดยที่แรเงาสีจางเป็นค่าแรงยึดเกาะ (F/A) ของสองตัวอย่างที่ทดสอบที่เวลาหนึ่งๆ ส่วนที่แรเงาสีเข้มเป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างทั้งสอง

AGE OF STEEL : อายุของเหล็กตัวอย่างในวันที่เก็บมาหล่อลูกปูน เพื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น วัน (day)

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

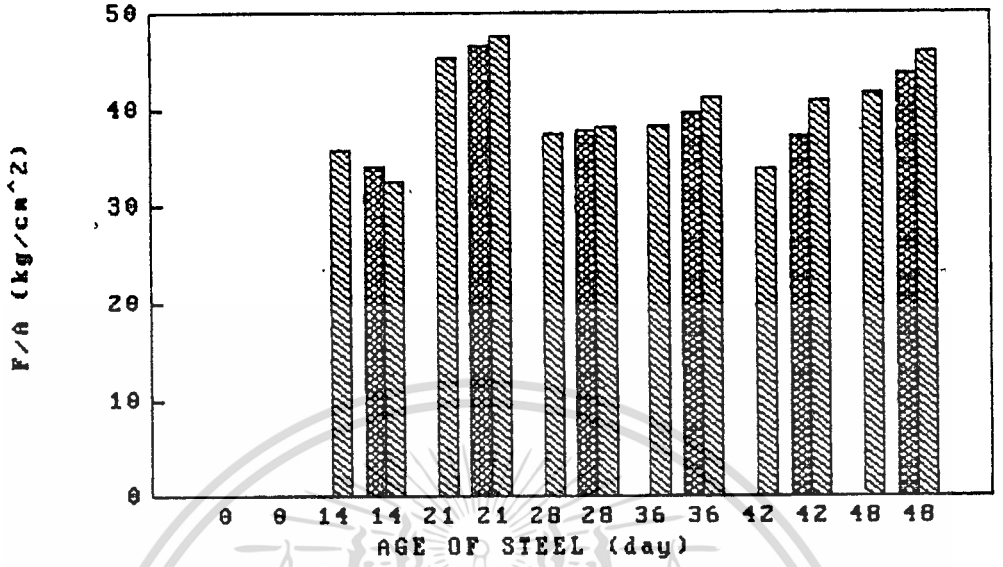
SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

AVERAGE F/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ F/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.14



GRAPH No.14 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด D ที่ระยะเวลาต่างๆ (ได้จาก TABLE No.14)

โดยที่แรเงาสีจางเป็นค่าแรงยึดเกาะ (F/A) ของสองตัวอย่างที่ทดสอบที่เวลาหนึ่งๆ ส่วนที่แรเงาสีเข้มเป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างทั้งสอง

AGE OF STEEL : อายุของเหล็กตัวอย่างในวันที่เก็บมาหล่อลูกปูน เพื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น วัน (day)

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

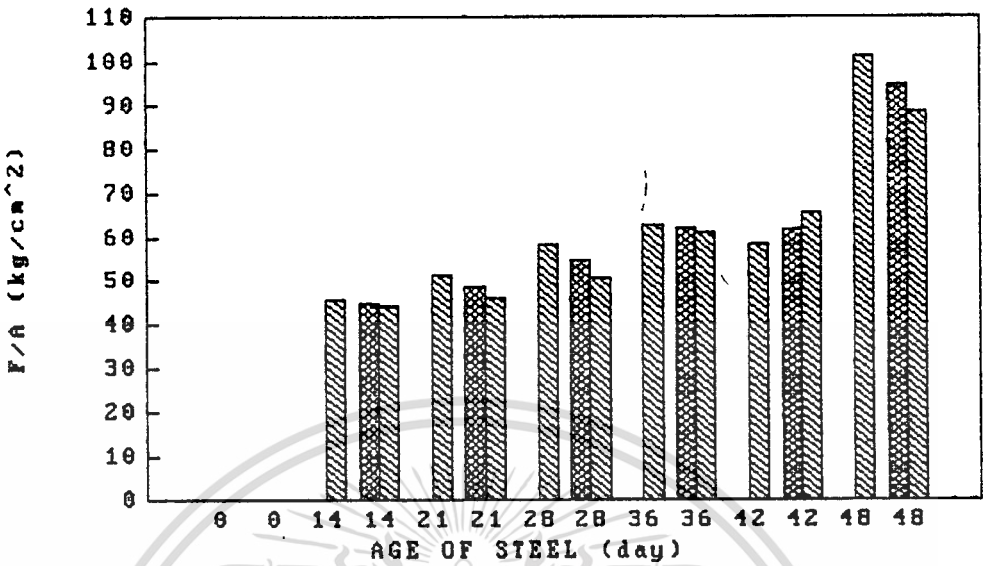
SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

AVERAGE F/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ F/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.15



GRAPH No.15 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด E ที่ระยะเวลาต่างๆ (ได้จาก TABLE No.15)

โดยที่แรเงาสีจางเป็นค่าแรงยึดเกาะ (F/A) ของสองตัวอย่างที่ทดสอบที่เวลาหนึ่งๆ ส่วนที่แรเงาสีเข้มเป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างทั้งสอง

AGE OF STEEL : อายุของเหล็กตัวอย่างในวันที่เก็บมาหล่อลูกปูน เพื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น วัน (day).

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

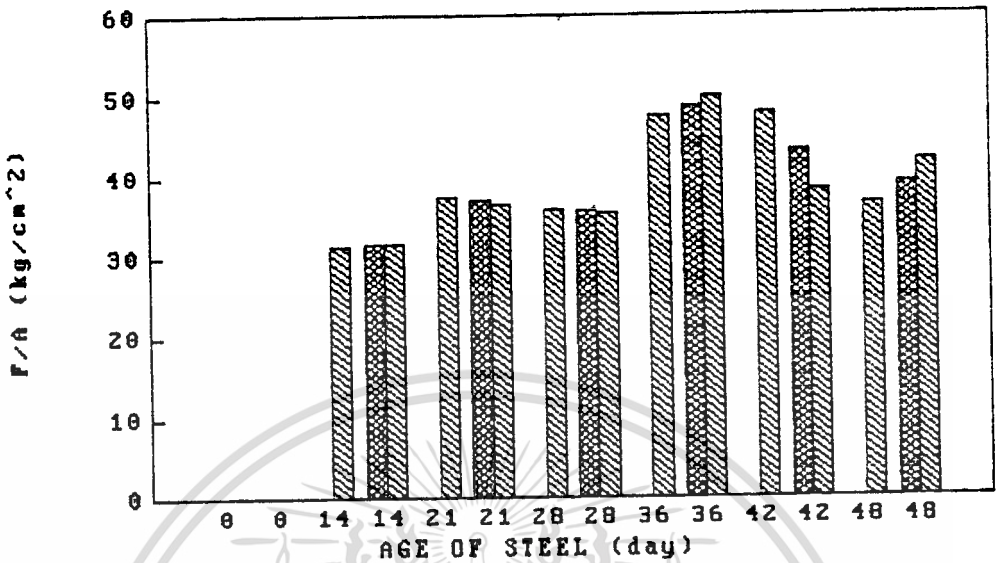
SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

AVERAGE F/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ F/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.16



GRAPH No.16 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด F ที่ระยะเวลาต่างๆ (ได้จาก TABLE No.16)

โดยที่แรเงาสีจางเป็นค่าแรงยึดเกาะ (F/A) ของสองตัวอย่างที่ทดสอบที่เวลาหนึ่งๆ ส่วนที่แรเงาสีเข้มเป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างทั้งสอง

AGE OF STEEL : อายุของเหล็กตัวอย่างในวันที่เก็บมาหล่อลูกปูน เพื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ มีหน่วยเป็น วัน (day)

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

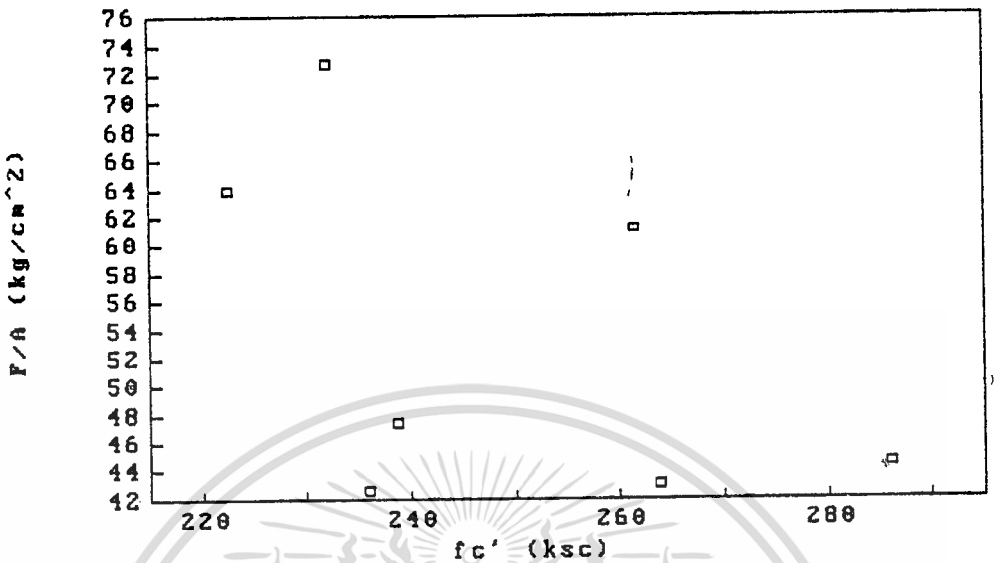
SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

AVERAGE F/A : เป็นค่าเฉลี่ยของ F/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.17



GRAPH No.17 แสดงผลกระทบของกำลังอัดคอนกรีตที่มีต่อค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด A (ได้จาก TABLE No.11)

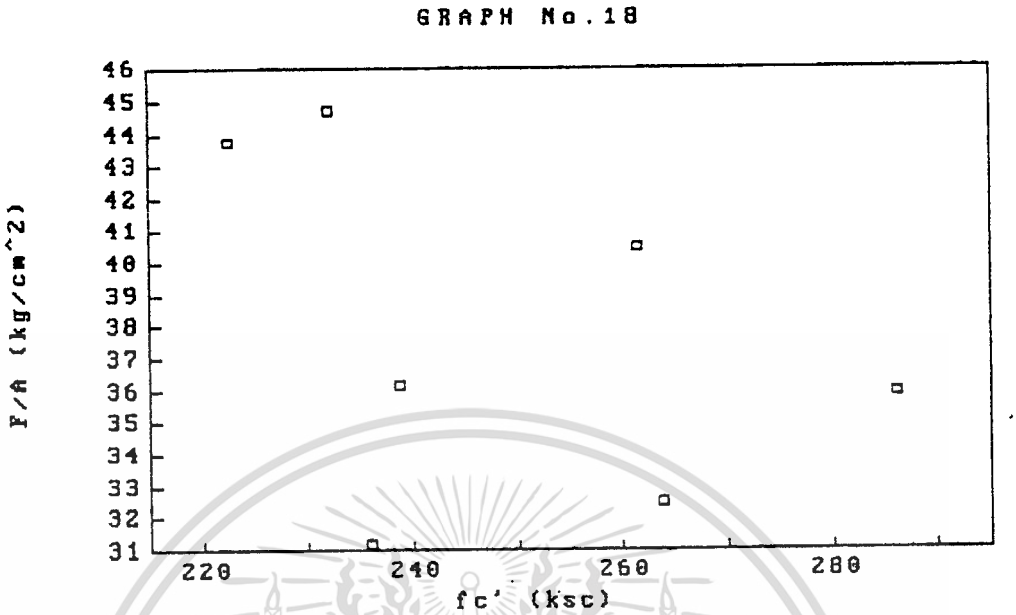
fc' : ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้หล่อลูกปูนทดสอบแรงยึดเกาะ

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GRAPH No.18 แสดงผลกระทบของกำลังอัดคอนกรีตที่มีต่อค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด B (ได้จาก TABLE No.12)

fc' : ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้หล่อลูกปูนทดสอบแรงยึดเกาะ

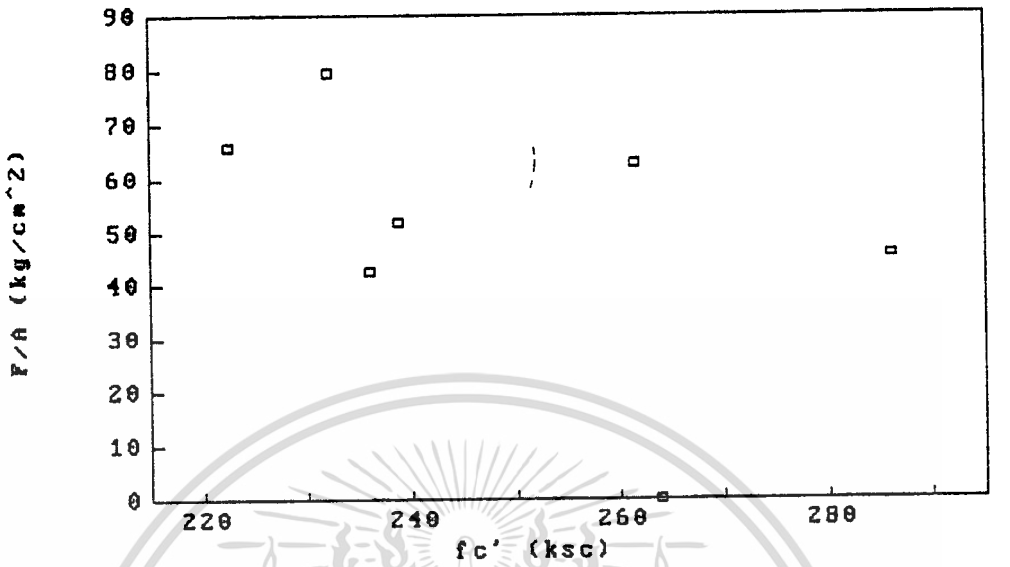
FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.19



GRAPH No.19 แสดงผลกระทบของกำลังอัดคอนกรีตที่มีต่อค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด C (ได้จาก TABLE No.13)

fc' : ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้หล่อลูกปูนทดสอบแรงยึดเกาะ

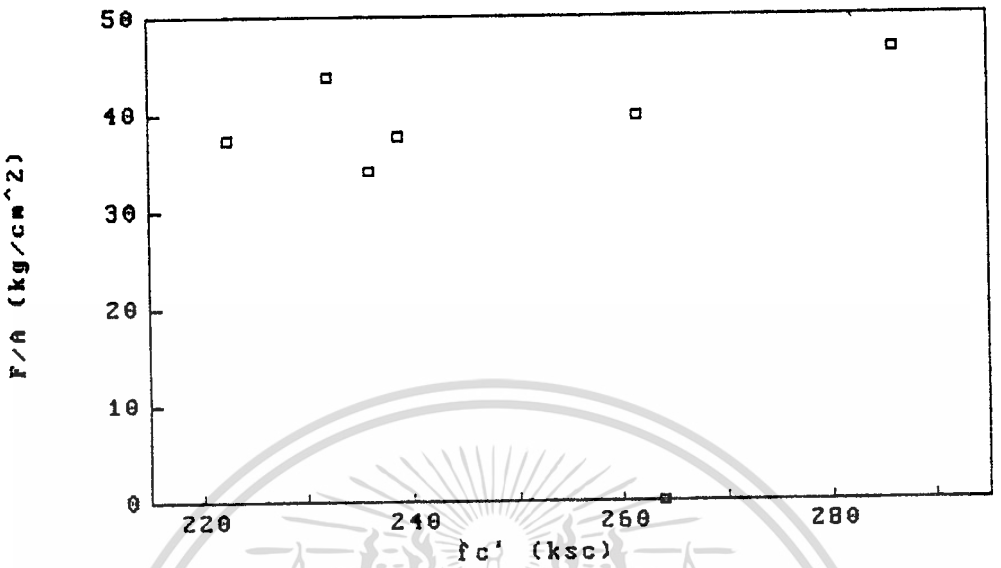
FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.20



GRAPH No.20 แสดงผลกระทบของกำลังอัดคอนกรีตที่มีต่อค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด D (ได้จาก TABLE No.14)

fc' : ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้หล่อลูกปูนทดสอบแรงยึดเกาะ

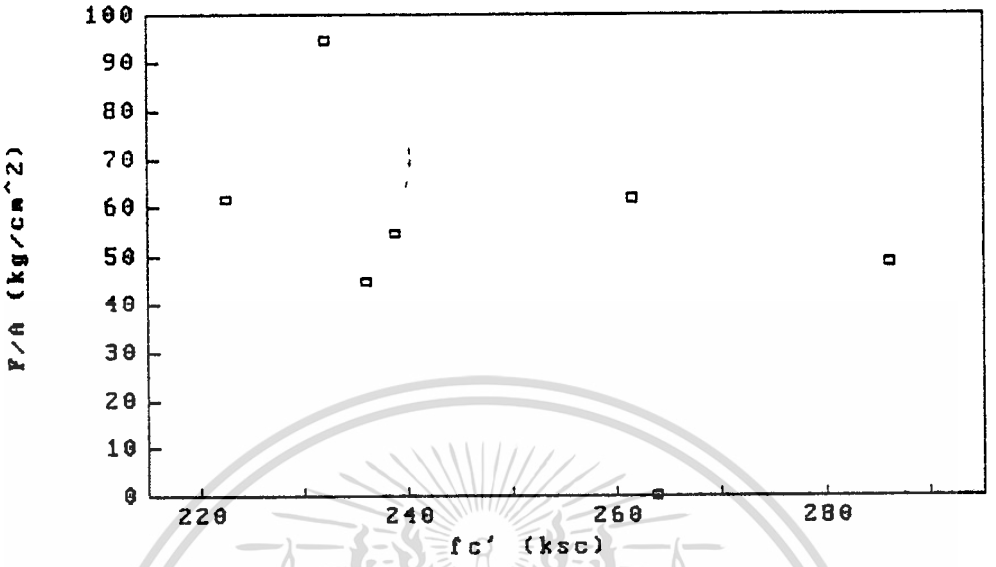
FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.21



GRAPH No.21 แสดงผลกระทบของกำลังอัดคอนกรีตที่มีต่อค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด E (ได้จาก TABLE No.15)

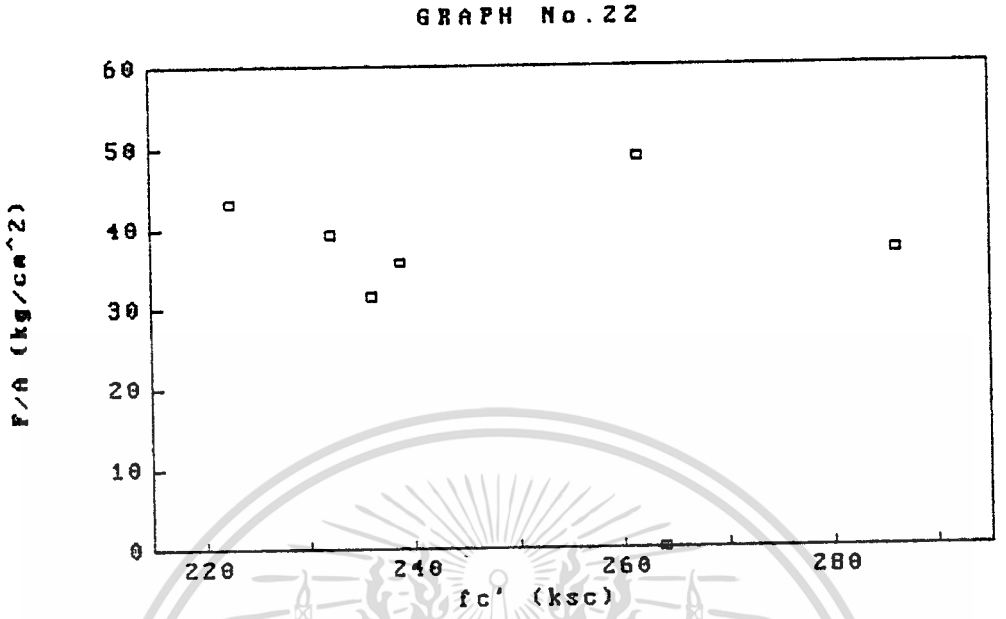
fc' : ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้หล่อลูกปูนทดสอบแรงยึดเกาะ

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GRAPH No.22 แสดงผลกระทบของกำลังอัดคอนกรีตที่มีต่อค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด F (ได้จาก TABLE No.16)

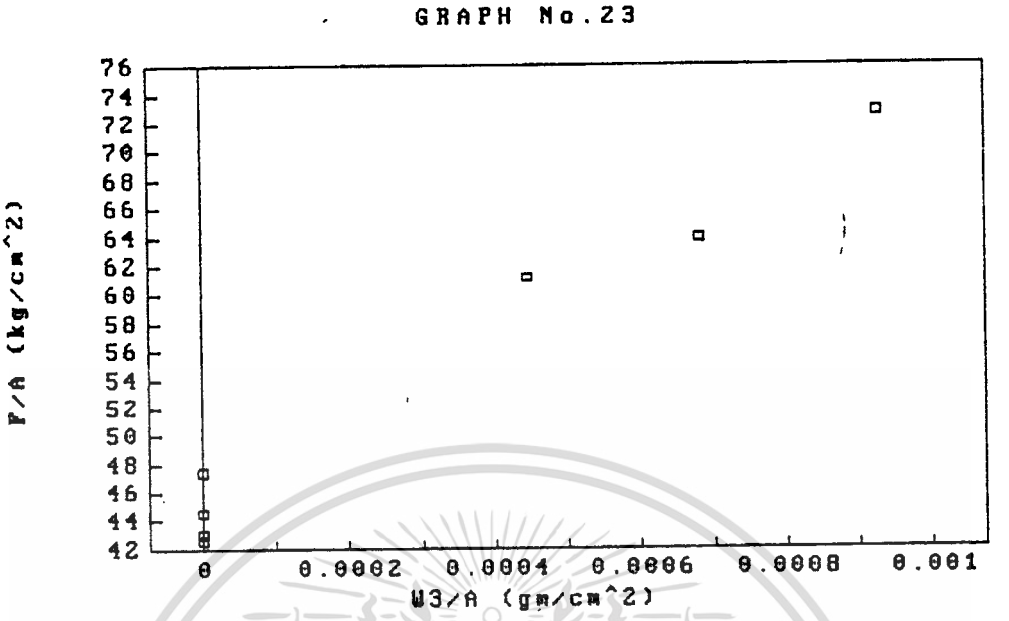
fc' : ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้หล่อลูกปูนทดสอบแรงยึดเกาะ

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GRAPH No.23 แสดงผลกระทบของปริมาณสนิมที่มีต่อค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด A (ได้จาก TABLE No.11)

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

WEIGHT 1 : น้ำหนักของเหล็กก่อนขัดสนิม คือ น้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

WEIGHT 2 : น้ำหนักของสนิมหลังจากที่ขัดสนิมแล้ว

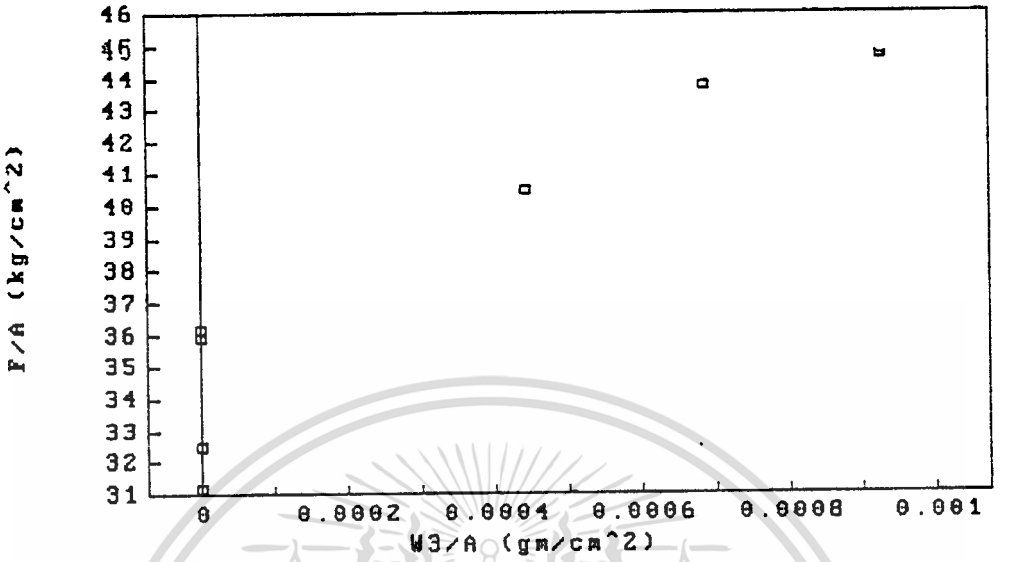
WEIGHT 3 : ซึ่งได้จาก WEIGHT 1 - WEIGHT 2 หมายถึง น้ำหนักของสนิมอย่างเดียว

AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

W3/A : เป็นอัตราส่วนระหว่าง WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.24



GRAPH No.24 แสดงผลกระทบของปริมาณสนิมที่มีต่อค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด B (ได้จาก TABLE No.12)

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

WEIGHT 1 : น้ำหนักของเหล็กก่อนขัดสนิม คือ น้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

WEIGHT 2 : น้ำหนักของสนิมหลังจากที่ขัดสนิมแล้ว

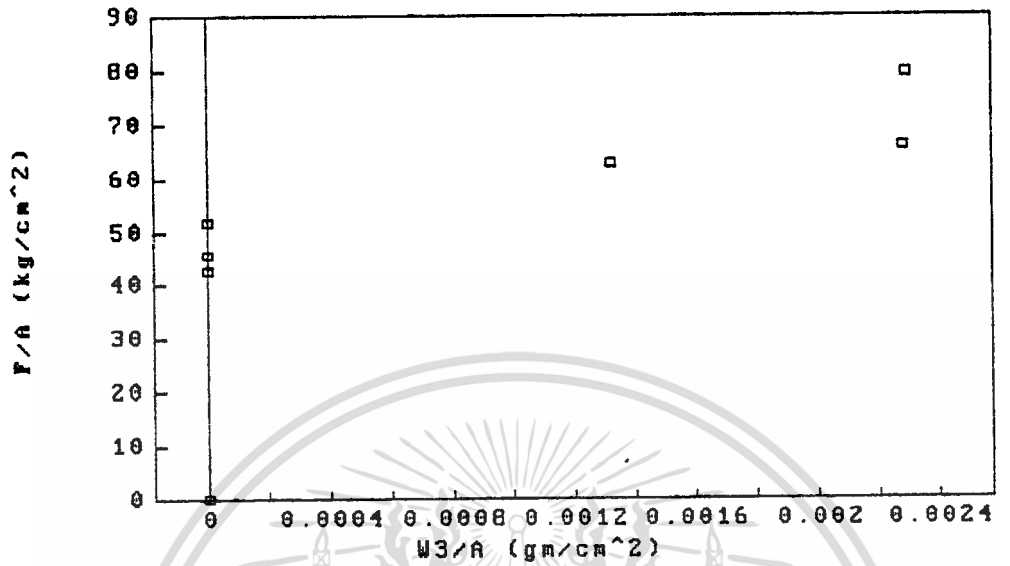
WEIGHT 3 : ซึ่งได้จาก WEIGHT 1 - WEIGHT 2 หมายถึง น้ำหนักของสนิมอย่างเดียว

AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

W3/A : เป็นอัตราส่วนระหว่าง WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.25



GRAPH No.25 แสดงผลกระทบของปริมาณสนิมที่มีต่อค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด C (ได้จาก TABLE No.13)

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

WEIGHT 1 : น้ำหนักของเหล็กก่อนขัดสนิม คือ น้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

WEIGHT 2 : น้ำหนักของสนิมหลังจากที่ขัดสนิมแล้ว

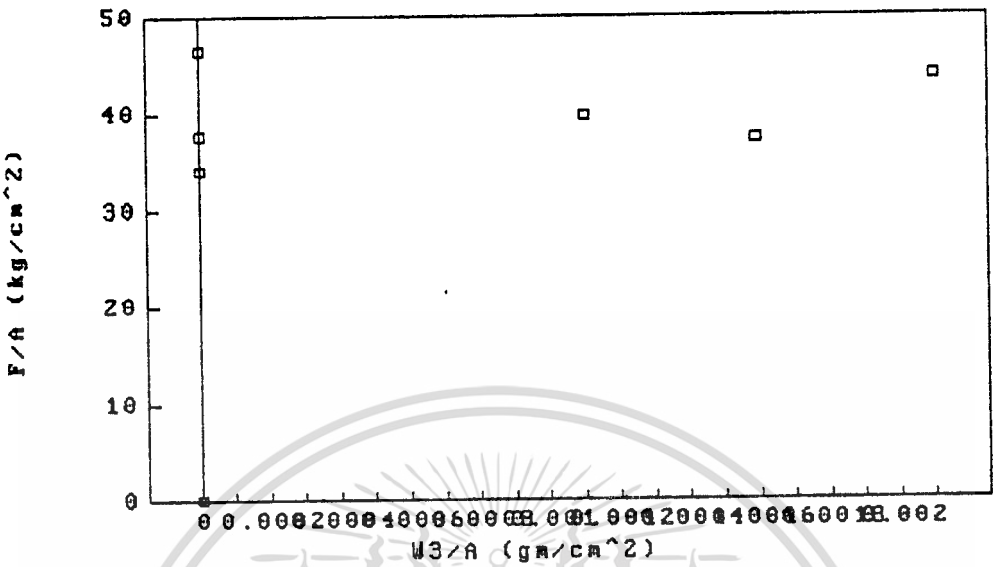
WEIGHT 3 : ซึ่งได้จาก WEIGHT 1 - WEIGHT 2 หมายถึง น้ำหนักของสนิมอย่างเดียว

AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

W3/A : เป็นอัตราส่วนระหว่าง WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.26



GRAPH No.26 แสดงผลกระทบของปริมาณสนิมที่มีต่อค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด D (ได้จาก TABLE No.14)

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A :- เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

WEIGHT 1 : น้ำหนักของเหล็กก่อนขัดสนิม คือ น้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

WEIGHT 2 : น้ำหนักของสนิมหลังจากที่ขัดสนิมแล้ว

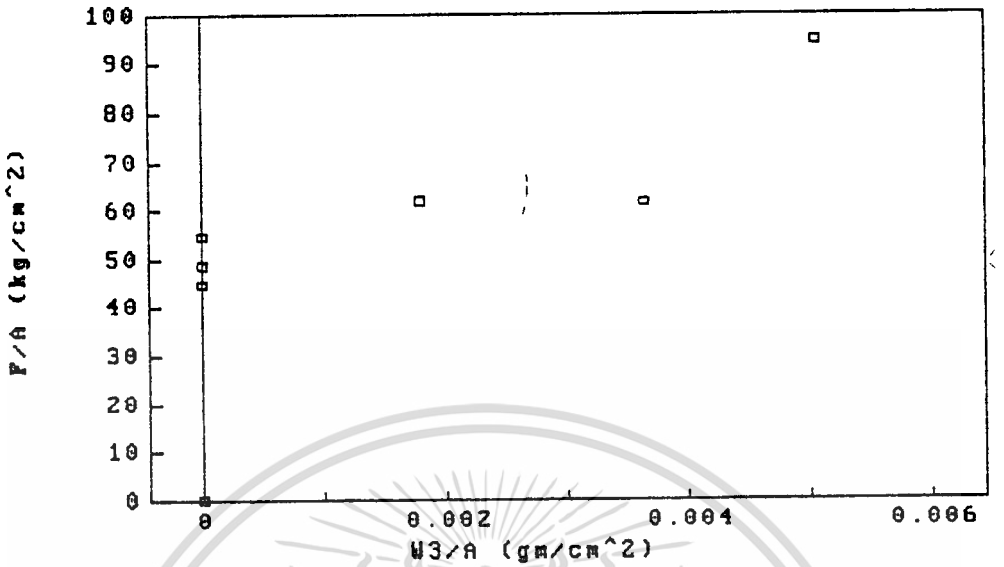
WEIGHT 3 : ซึ่งได้จาก WEIGHT 1 - WEIGHT 2 หมายถึง น้ำหนักของสนิมอย่างเดียว

AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

W3/A : เป็นอัตราส่วนระหว่าง WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAPH No.27



GRAPH No.27 แสดงผลกระทบของปริมาณสนิมที่มีต่อค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด E (ได้จาก TABLE No.15)

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

WEIGHT 1 : น้ำหนักของเหล็กก่อนขัดสนิม คือ น้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

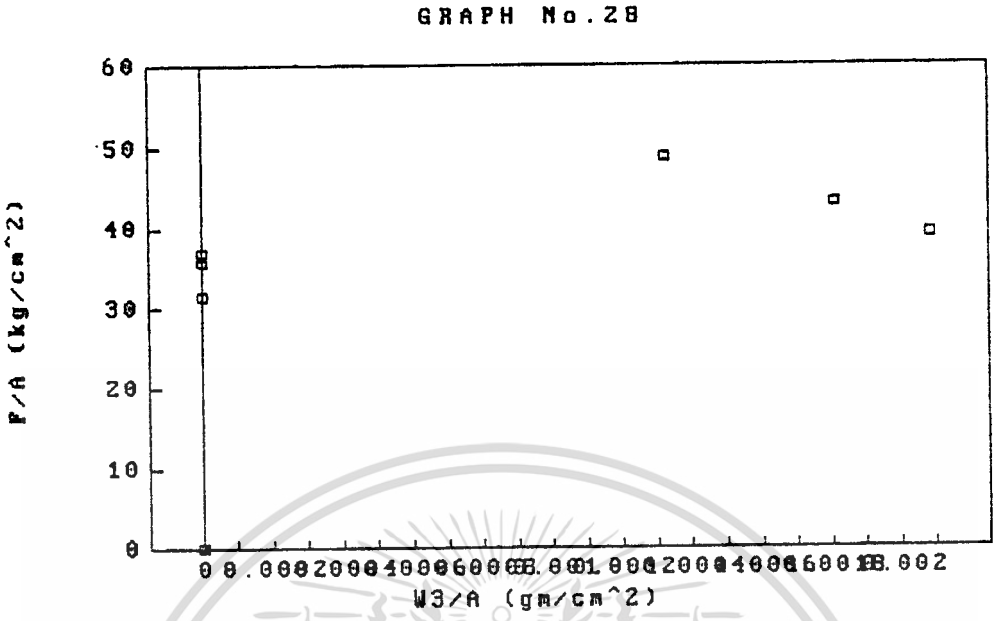
WEIGHT 2 : น้ำหนักของสนิมหลังจากที่ขัดสนิมแล้ว

WEIGHT 3 : ซึ่งได้จาก WEIGHT 1 - WEIGHT 2 หมายถึง น้ำหนักของสนิมอย่างเดียว

AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

W3/A : เป็นอัตราส่วนระหว่าง WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GRAPH No.28 แสดงผลกระทบของปริมาณสนิมที่มีต่อค่าแรงยึดเกาะของเหล็กชนิด F (ได้จาก TABLE No.16)

FORCE : น้ำหนักที่ดึงเหล็กให้หลุดจากลูกปูน

SURFACE AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

F/A : เป็นอัตราส่วนของ FORCE ต่อ SURFACE AREA

WEIGHT 1 : น้ำหนักของเหล็กก่อนขัดสนิม คือ น้ำหนักของเหล็กและสนิมรวมกัน

WEIGHT 2 : น้ำหนักของสนิมหลังจากที่ขัดสนิมแล้ว

WEIGHT 3 : ซึ่งได้จาก WEIGHT 1 - WEIGHT 2 หมายถึง น้ำหนักของสนิมอย่างเดียว

AREA : พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเหล็กกับผิวคอนกรีต

W3/A : เป็นอัตราส่วนระหว่าง WEIGHT 3 ต่อ SURFACE AREA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุป-วิเคราะห์ผลการทดสอบ

5.1 สรุปผลการทดสอบ

1. ปริมาณสนิมเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บ ไม่ว่าจะเป็นเหล็กชนิดใดและกองเก็บด้วยวิธีใด

2. ในวิธีการกองเก็บทั้งสามวิธี จะเรียงลำดับวิธีที่ทำให้เกิดสนิมได้เร็วที่สุดจากมากไปหาน้อยคือ วิธีที่ สาม สอง หนึ่ง ซึ่งเป็นจริงทั้งตัวอย่างเหล็กข้ออ้อยและตัวอย่างเหล็กกลม

3. ที่ระยะเวลาการกองเก็บเท่ากัน และวิธีการกองเก็บเดียวกัน เหล็กข้ออ้อยจะมีปริมาณสนิมมากกว่าเหล็กกลม

4. ไม่ว่าจะกองเก็บด้วยวิธีการใดๆ หรือมีปริมาณสนิมในขนาดใดเหล็กข้ออ้อยจะมีค่าแรงยึดเกาะมากกว่าเหล็กกลมเสมอ

5. ในระยะเวลาการกองเก็บเหล็กด้วยวิธีการต่างๆ ทั้งสามวิธีเป็นเวลา 48 วัน เมื่อปริมาณสนิมเพิ่มขึ้น แรงยึดเกาะก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

6. ในระยะเวลา 48 วันนี้ ไม่ว่าวิธีการกองเก็บใด ยังไม่สามารถทำให้เกิดปริมาณสนิมในขนาดที่เรียกกันว่า "สนิมขุม" ได้ ที่เกิดก็เป็นเพียง "สนิมผิว" เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากข้อสรุปข้อที่ 1 ที่ว่า ปริมาณสนิมเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บนั้น ก็เนื่องจาก ปฏิกิริยาของเหล็กกับออกซิเจนทำให้เกิดเป็นเหล็กออกไซด์ หรือ สนิมเหล็กขึ้น เมื่อเวลาผ่านไป ปฏิกิริยาก็จะดำเนินไปเรื่อยๆ ทำให้ปริมาณสนิมเหล็กเพิ่มขึ้น

ปริมาณสนิมที่เกิดขึ้นในวิธีที่ สาม สอง หนึ่ง มีปริมาณจากมากไปหาน้อยตามลำดับ จากทฤษฎีในหัวข้อที่ 1.3 เรื่องการกัดกร่อน ซึ่งบอกว่า แฟกเตอร์ที่ทำให้สนิมเกิดเร็วก็คือ ความชื้น และ อากาศ เมื่อมาสังเกตุวิธีการเก็บทั้งสามวิธี จะเห็นว่า วิธีที่ได้รับ ความชื้น และ อากาศ มากที่สุดคือ วิธีที่ สาม สอง หนึ่ง ตามลำดับ โดย

วิธีที่สาม ได้รับความชื้นจาก อากาศ(ไม่มีผ้าพลาสติคคลุม) ดิน และมีการรดน้ำทุกวัน เช้า-เย็น

ได้รับออกซิเจนจาก อากาศ(ไม่มีผ้าพลาสติคคลุม)

วิธีที่สอง ได้รับความชื้นจาก อากาศ(ไม่มีผ้าพลาสติคคลุม) และมีการรดน้ำทุกวัน เช้า-เย็น แต่ไม่ได้รับความชื้นจากดิน

ได้รับออกซิเจนจาก อากาศ(ไม่มีผ้าพลาสติคคลุม)

วิธีที่หนึ่ง ได้รับความชื้นจาก อากาศน้อยมาก(มีผ้าพลาสติคคลุม) แต่ไม่ได้รับความชื้นจากดิน และไม่มีการรดน้ำด้วย

ได้รับออกซิเจนจาก อากาศน้อย(มีผ้าพลาสติคคลุม)

จากข้อสรุปข้อที่ 3 การที่เหล็กข้ออ้อยมีปริมาณสนิมมากกว่าเหล็กกลมไม่ว่าจะเก็บด้วยวิธีใดๆ ก็เนื่องจาก เหล็กข้ออ้อยมีครีบออกมา ทำให้มีพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอากาศซึ่งมีความชื้นและออกซิเจนมากกว่าเหล็กกลม เมื่อมีพื้นที่ในการทำปฏิกิริยามากกว่าก็จะ

เกิดปริมาณสนิมมากกว่า

เหล็กข้ออ้อยมีแรงยึดเกาะมากกว่าเหล็กกลม ก็เนื่องจากเหล็กข้ออ้อยมีครีบ ซึ่งจะมีแรงยึดเกาะกับผิวคอนกรีต ทำให้มีแรงยึดเกาะมากกว่า

ในช่วงระยะเวลา 48 วัน ที่ทำการทดสอบนี้ ปริมาณสนิมจะเพิ่มตามระยะเวลา ในทุกกรณีการเก็บ และ เมื่อปริมาณสนิมเพิ่มขึ้น แรงยึดเกาะก็จะเพิ่มขึ้นด้วย (ในระยะเวลาเก็บ 48 วันด้วย วิธีการเก็บ 3 วิธีที่ทดสอบนี้เท่านั้น เหตุที่เป็นเช่นนี้ ก็เกิดจากการที่เหล็กเป็นสนิมที่ผิวของเหล็ก ทำให้ผิวเหล็กขรุขระ และแรงเสียดทานระหว่างผิวเหล็กที่เป็นสนิมกับคอนกรีต เพิ่มขึ้น (นั่นคือแรงยึดเกาะเพิ่มขึ้นนั่นเอง)

ในช่วงระยะเวลา 48 วัน ที่ทำการทดสอบนี้ ไม่มีวิธีกองเก็บใดใน 3 วิธีนี้ ที่ทำให้เกิด "สนิมขุม" ได้ ที่เกิดขึ้นก็เป็นเพียงสนิมผิวเท่านั้น

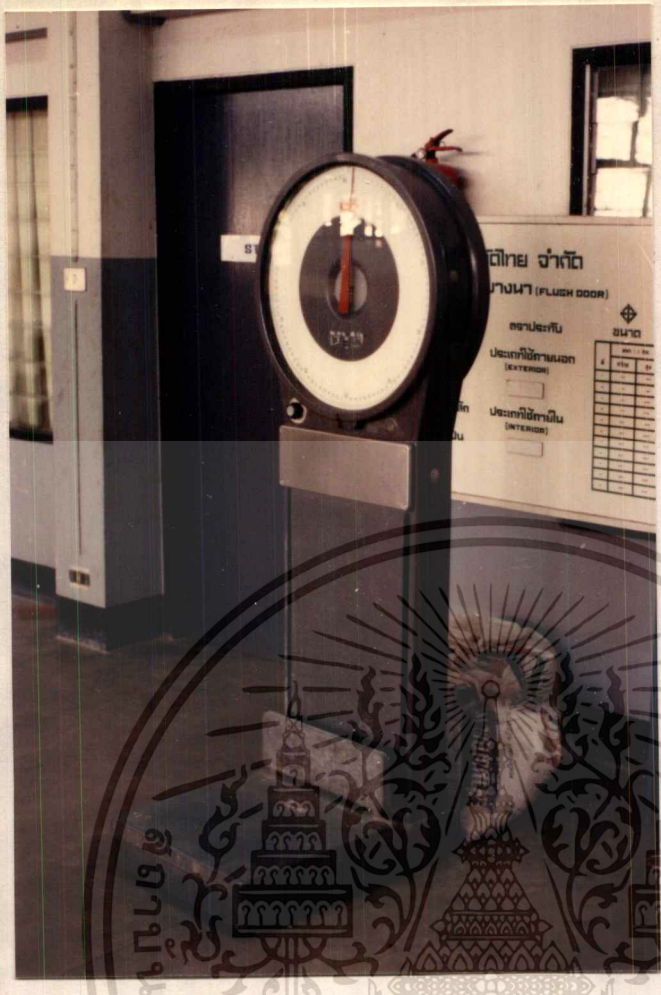
5.3 <u>การนำไปใช้ประโยชน์</u>

จากผลสรุปและวิเคราะห์ข้างบนจะเห็นว่า ในระยะเวลา 48 วันที่กองเก็บเหล็กด้วยวิธีการที่กล่าวมาแล้ว 3 วิธี ผลของสนิมที่มีต่อเหล็กเสริมในแง่ของแรงยึดเกาะยังไม่มีผลร้ายเกิดขึ้น ผลที่ได้คือทำให้แรงยึดเกาะดีขึ้น ปริมาณสนิมที่เกิดในระยะเวลา 48 วันนี้ ยังเป็นเพียงสนิมผิวซึ่งมีผลต่อกำลังรับแรงดึงน้อยมาก ดังนั้นเราพอจะสรุปได้ว่า สำหรับการกองเก็บในวิธีทั่วไปในหน่วยงานก่อสร้าง (คือ ยกพื้นขึ้น ไม่ให้เหล็กได้รับความชื้นจากดิน และไม่ต้องมีผ้าพลาสติคคลุม ซึ่งการกองเก็บแบบนี้คล้ายกับวิธีที่สองในการทดสอบ) สามารถเก็บเหล็กไว้ได้นานถึง 48 วัน ซึ่งพอจะนำไปใช้ในการวางแผนการสั่งซื้อ และสต็อค เหล็กไว้ในหน่วยงานก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงรูปประกอบ

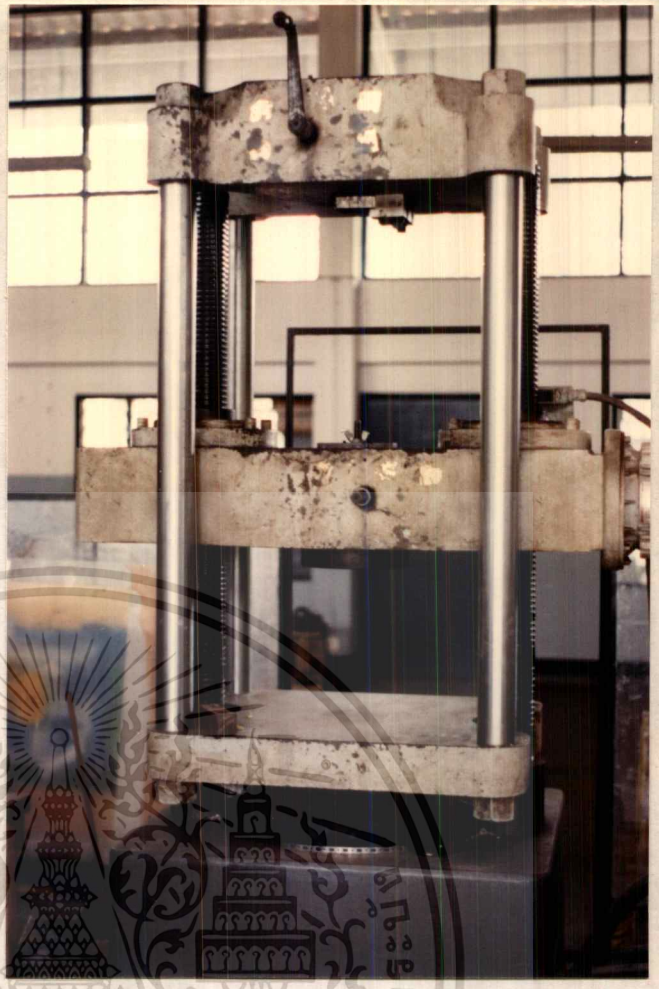
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



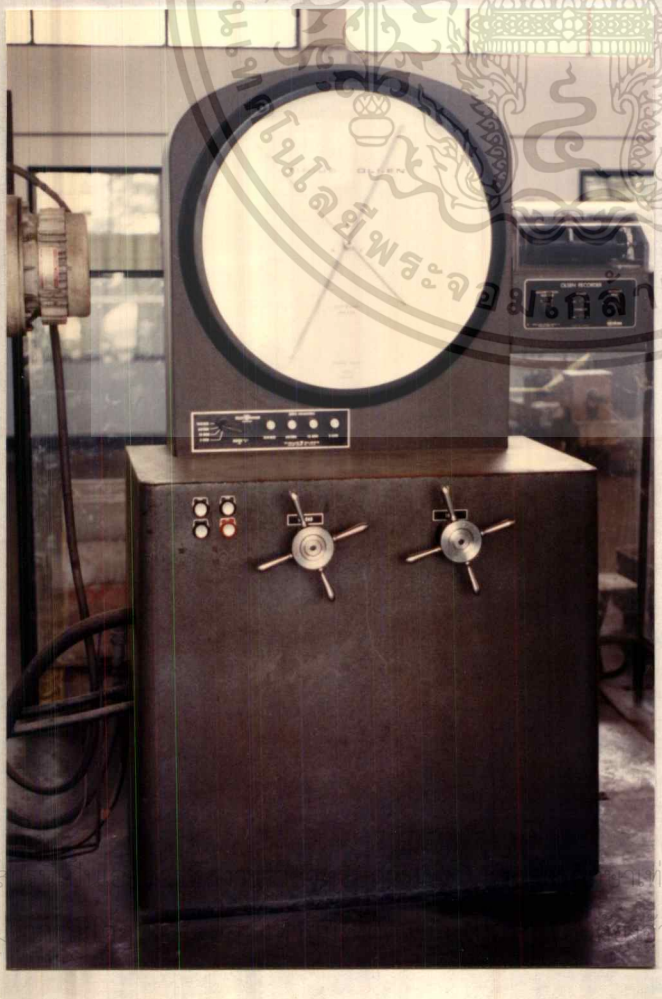
รูปที่ 1 เครื่องชั่งน้ำหนักที่ใช้ชั่ง หิน ทราย ซีเมนต์

รูปที่ 2 "โม่" ใช้ผสมคอนกรีตสำหรับหล่อตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 UNIVERSAL TESTING MACHINE



รูปที่ 4 UNIVERSAL TESTING MACHINE

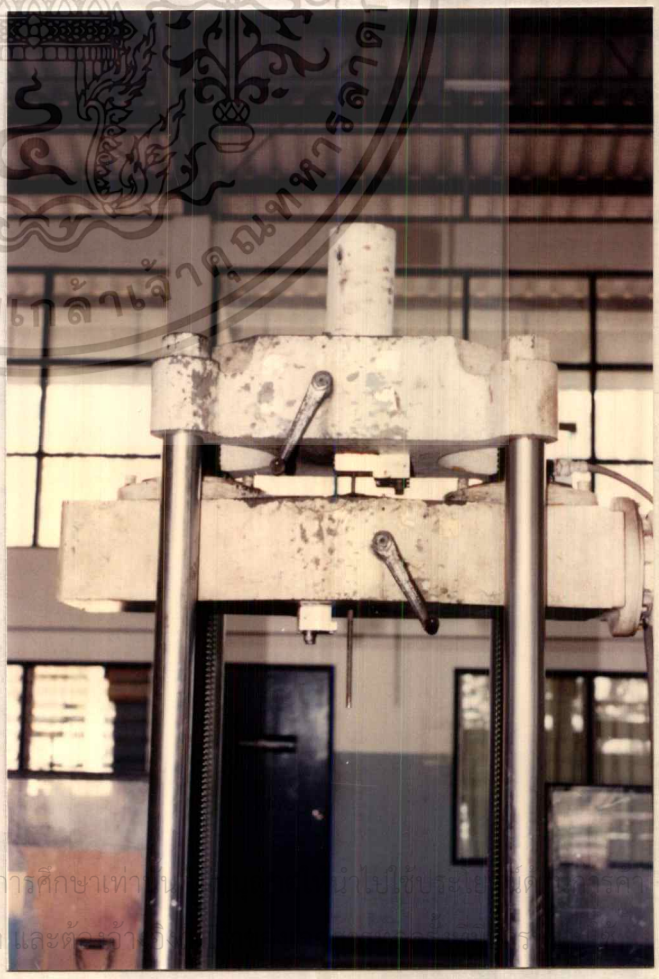
เอกสาร... เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่... ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5 ชั่งน้ำหนักลูกปูนตัวอย่าง

รูปที่ 6 อุปกรณ์สำหรับหล่อหมวกตัวอย่าง

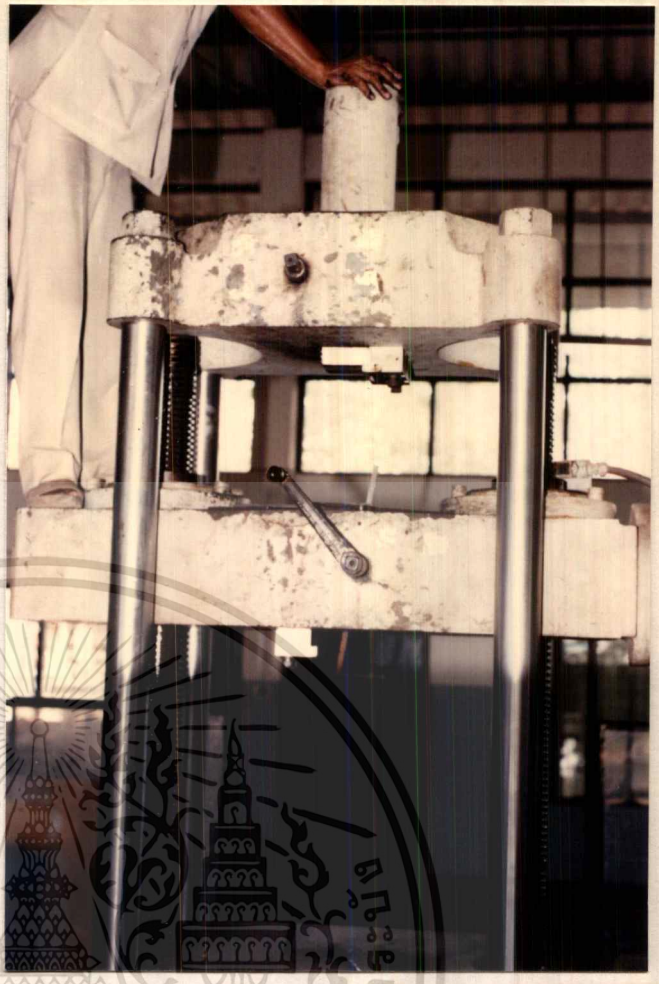
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7 ตัวอย่างสำหรับทดสอบหาแรงยึดเกาะ



รูปที่ 8 ลักษณะการวางตัวอย่างเมื่อทำการทดสอบหาแรงยึดเกาะ

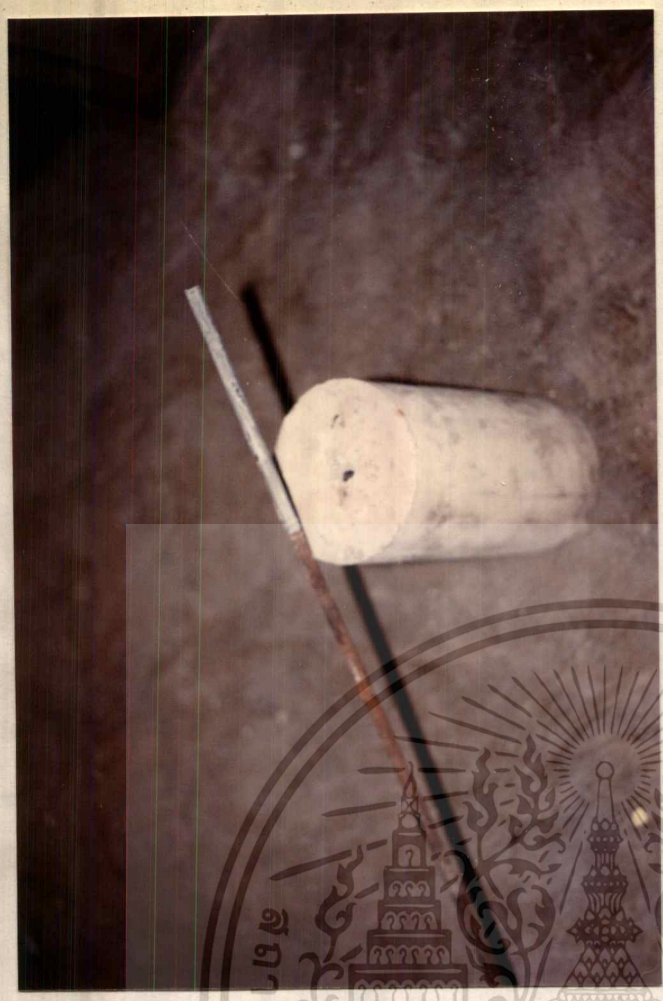
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงาน



รูปที่ 9 ลักษณะการวางตัวอย่าง
เมื่อทำการทดสอบหา
แรงยึดเกาะ

รูปที่ 10 ลักษณะการวางตัวอย่าง
เมื่อทำการทดสอบหา
แรงยึดเกาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

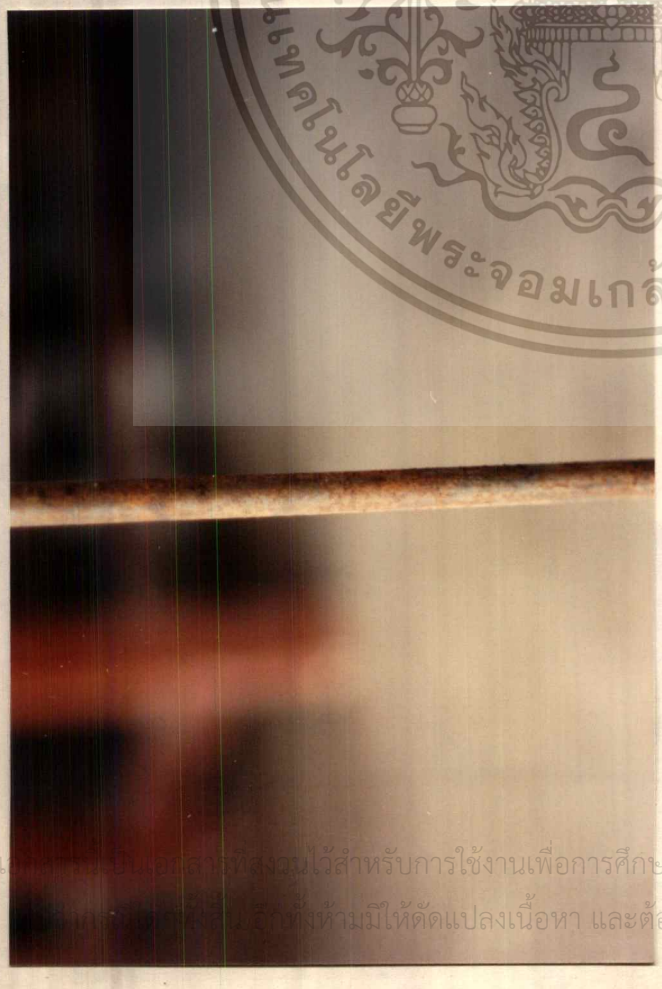


รูปที่ 11 ลักษณะตัวอย่างเมื่อ
เหล็กหลุดออกจากลูกปูน

รูปที่ 12 ลักษณะตัวอย่างเมื่อ
เหล็กหลุดออกจากลูกปูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารหากมีการนำไปใช้

รูปที่ 13 เหล็กข้ออ้อยเก็บด้วย
วิธีที่สาม ที่อายุ 48 วัน



รูปที่ 14 เหล็กกลมเก็บด้วยวิธี
ที่สาม ที่อายุ 48 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
การแสวงหากำไร ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้