

กำหนดได้ปรับมาใช้ในการแทนที่ในมวลรวมละเอียด (ทรายธรรมชาติหรือทรายแม่น้ำ) ไม่เกินร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก

6.1.2 คุณสมบัติของคอนกรีตผสมเสร็จผสมผงปูนทรายใส่แบบในสภาพสด

1. หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตในสภาพสด (Unit Weight) โดยคอนกรีตผสมเสร็จที่มีส่วนผสมของผงทรายใส่แบบกลุ่ม SSW มีค่าหน่วยน้ำหนักที่ทุกๆ สัดส่วนของปริมาณปูนซีเมนต์ (300, 350 และ 400 กก./ม.³) น้อยกว่าคอนกรีตปกติและมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ในขณะที่การแทนที่ผงปูนทรายใส่แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติทำให้หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตในสภาพสดเพิ่มขึ้น

2. ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดค่าการยุบตัว (Water Requirement) ของคอนกรีตผสมเสร็จซึ่งทำการแทนที่ผงปูนทรายใส่แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์มีความต้องการน้ำที่ทำให้เกิดค่าการยุบตัวเริ่มต้นลดลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตปกติ ในขณะที่การแทนที่ผงปูนทรายใส่แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติทำให้ค่าความต้องการน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของการแทนที่ผงปูนทรายใส่แบบในทรายธรรมชาติที่เพิ่มขึ้น

3. ค่าการยุบตัวเริ่มต้นและการสูญเสียค่าการยุบตัว (Initial Slump and Slump Loss) โดยคอนกรีตซึ่งผสมผงปูนทรายใส่แบบทั้งกลุ่ม SSW และ GSW มีระยะเวลาของการสูญเสียค่าการยุบตัวมากกว่าคอนกรีตปกติ

4. ระยะเวลาการก่อตัว (Setting Time) ของคอนกรีตเสร็จและผสมผงปูนทรายใส่แบบกลุ่ม SSW และ GSW มีระยะเวลาการก่อตัวทั้งเริ่มต้นและสุดท้ายเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตปกติและมีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามสัดส่วนการแทนที่ของผงปูนทรายใส่แบบในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และในทรายธรรมชาติที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ

6.1.3 คุณสมบัติของทางกลคอนกรีตผสมเสร็จที่ผสมผงปูนทรายใส่แบบ

1. กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตผสมเสร็จ (Compressive Strength) โดยคอนกรีตที่ทุกๆ ค่าการยุบตัวเริ่มต้น (5 ± 0.5 , 10 ± 0.5 และ 15 ± 0.5 เซนติเมตร) และปริมาณปูนซีเมนต์ (300, 350 และ 400 กก./ม.³) และทุกอายุมีกำลังรับแรงอัดลดลงเมื่อปริมาณการแทนที่ของผงปูนทรายใส่แบบกลุ่ม SSW มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่เมื่ออายุของคอนกรีตภายใต้การบ่มในน้ำเพิ่มขึ้นทำให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตผสมผงปูนทรายใส่แบบมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่าง

คอนกรีตซึ่งมีร้อยละการแทนที่ของผงฟู้นทรายได้แบบเท่ากับร้อยละ 40 ที่อายุ 180 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 81 ของคอนกรีตปกติซึ่งเพิ่มขึ้นมากกว่าคอนกรีตที่อายุ 3 ถึงร้อยละ 50

สำหรับคอนกรีตผสมเสร็จซึ่งทำการแทนที่ผงฟู้นทรายได้แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติที่ร้อยละ 0 (ทรายธรรมชาติ), 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก พบว่าการแทนที่ผงฟู้นทรายได้แบบกลุ่ม GSW มีผลทำให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตปกติและสัดส่วนของผงฟู้นทรายได้แบบในคอนกรีตมีค่าเพิ่มขึ้น โดยการลดลงของกำลังรับแรงอัดดังกล่าวมีความแตกต่างจากคอนกรีตปกติมากในช่วงแรก ในขณะที่ช่วงหลังมีค่าใกล้เคียงกับคอนกรีต

2. กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีก (Splitting Tensile Strength) ของคอนกรีตปกติและคอนกรีตผสมผงฟู้นทรายได้แบบกลุ่ม SSW มีแนวโน้มการลดลงของกำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกมีลักษณะเดียวกันกับกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต เมื่ออัตราส่วนการแทนที่ของผงฟู้นทรายได้แบบในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 มีค่าเพิ่มขึ้น และสำหรับคอนกรีตซึ่งทำการแทนที่ผงฟู้นทรายได้แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติ พบว่าเมื่ออัตราส่วนการแทนที่ของผงฟู้นทรายได้แบบในทรายธรรมชาติเพิ่มขึ้นทำให้กำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีตมีค่าลดลงมาก

3. โมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) โดยเมื่อร้อยละของการแทนที่ผงฟู้นทรายได้แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นมีค่าลดลง ในขณะที่การแทนที่ผงฟู้นทรายได้แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติ มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นลดลงเมื่อเพิ่มสัดส่วนของผงฟู้นทรายได้แบบมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นคอนกรีตผสมเสร็จทั้งคอนกรีตปกติและที่ผสมผงฟู้นทรายได้แบบส่วนใหญ่มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นที่ 28 วัน สูงกว่าที่มาตรฐาน ACI 318 – 2002 (Building Code Requirements for Structural Concrete) ในขณะที่คอนกรีตที่มีสัดส่วนการแทนที่ของผงฟู้นทรายได้แบบบางส่วนมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย

6.1.4 คุณสมบัติของทางด้านความทนทานคอนกรีตผสมเสร็จที่ผสมผงฟู้นทรายได้แบบ

1. การขยายตัวในน้ำ (Expansion in Water) คอนกรีตซึ่งทำการแทนที่ผงฟู้นทรายได้แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าการขยายตัวในน้ำจนถึงอายุ 28 วัน มีค่าลดลง ในขณะที่เมื่อร้อยละการแทนที่ของผงฟู้นทรายได้แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้ค่าการขยายตัวของคอนกรีตจนถึงอายุ 28 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นจากคอนกรีตปกติเล็กน้อย

2. การหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage) ในรูปของการเปลี่ยนแปลงความยาวของคอนกรีต (Length Change) พบว่าสำหรับการหดตัวแบบแห้งของคอนกรีตผสมผงฟู้นทรายได้แบบกลุ่ม SSW มีแนวโน้มของการหดตัวน้อยกว่าคอนกรีตปกติ ในขณะที่การหดตัวแบบของคอนกรีตปกติ

เปรียบเทียบกับคอนกรีตซึ่งทำการแทนที่ผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติ โดยในทุกๆ อัตราส่วนของคอนกรีตมีค่าการหดตัวแบบแห้งเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงในช่วง 30 วันแรก และมีค่าลดลงตามลำดับเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นเมื่ออัตราส่วนการแทนที่ของผงฝุ่นทรายไส้แบบในทรายธรรมชาติเพิ่มขึ้นทำให้การหดตัวแบบแห้งมีค่าเพิ่มขึ้น

3. ความต้านทานต่อการกระทำเนื่องจากซัลเฟต (Sulfate Resistance) โดยคอนกรีตซึ่งทำการแทนที่ผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 มีค่าการขยายตัวเนื่องจากสารละลายโซเดียม (Na_2SO_4) ซัลเฟตน้อยกว่าคอนกรีตปกติ และการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนปริมาณผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติมีผลทำให้การขยายตัวเนื่องจากสารละลายโซเดียมซัลเฟตมีค่าเพิ่มขึ้น

4. ความทนทานต่อการกัดกร่อนเนื่องจากกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) และกรดอะซิติก (CH_3COOH) โดยคอนกรีตซึ่งทำการแทนที่ผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม SSW หรือทำการแทนที่ผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติมีค่าการสูญเสียน้ำหนักที่อายุต่างๆ น้อยกว่าคอนกรีตปกติ

6.1.5 การนำผงฝุ่นทรายไส้แบบมาใช้เป็นวัตถุดิบของคอนกรีตผสมเสร็จ

จากผลการทดสอบองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพของผงฝุ่นทรายไส้แบบ และคุณสมบัติของคอนกรีตผสมเสร็จ ทั้งในสถานะสด คุณสมบัติทางกลและความทนทาน โดยนำผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม Shell Sand Waste (SSW) และผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม Green Sand and Molding Waste (GSW) มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ โดยคอนกรีตผสมเสร็จมีอยู่ภายใต้ขอบเขตของงานวิจัยนี้มีคุณสมบัติได้แก่ คอนกรีตปกติที่ไม่มีสารผสมเพิ่มเป็นส่วนประกอบ ปริมาณปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในคอนกรีตหนึ่งลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 300, 350 และ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และมีค่าการยุบตัวเริ่มต้น (Initial Slump) ของคอนกรีต เท่ากับ 5 ± 0.5 , 10 ± 0.5 และ 15 ± 0.5 เซนติเมตร ตามลำดับ ได้ข้อสรุปดังต่อไปนี้

1. ในกรณีของการแทนที่ผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม Shell Sand Waste (SSW) ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (ตราภูเขา) เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ที่ใช้ทางด้านกำลังอัดของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน เทียบเคียงกับมาตรฐาน ASTM C 618 (Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Concrete) ซึ่งควรจะทำให้คอนกรีตมีกำลังรับแรง ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 เมื่อเทียบกับคอนกรีตปกติ ดังนั้นอัตราส่วนร้อยละการแทนที่ของผงฝุ่นทรายไส้แบบในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 จึงไม่เกิน ร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก

2. สำหรับการแทนที่ผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติ เมื่อพิจารณาการใช้งานในส่วนของการอัดเป็นสำคัญและหลักเกณฑ์เช่นเดียวกัน ดังนั้นอัตราส่วนร้อยละการแทนที่ของผงฝุ่นทรายไส้แบบในทรายธรรมชาติจึงไม่ควรเกิน ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก

3. เนื่องจากการใช้ผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม SSW มีผลทำให้กำลังดึงของคอนกรีตไม่ลดลงมาก ดังนั้นจึงอนุญาตให้ใช้เป็นวัสดุผลิตคอนกรีตผสมเสร็จสำหรับ โครงสร้างซึ่งทำหน้าที่รับแรงดึงเป็นสำคัญได้ถึง ร้อยละ 30 ในขณะที่คอนกรีตผสมผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม GSW ไม่แนะนำให้ใช้เนื่องจากผลกระทบของการใช้ผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม GSW ผสมคอนกรีตทำให้กำลังดึงลดลงมาก

4. สำหรับปริมาณการใช้ผงฝุ่นทรายไส้แบบเป็นวัสดุในการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จสามารถพิจารณาเปรียบเทียบได้กับการใช้เถ้าลอยซึ่งใช้กันเป็นประจำในโรงงานผลิต โดยมีอัตราส่วนการแทนที่เถ้าลอยในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เท่ากับร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ซึ่งในปัจจุบันทางบริษัทมีอัตราการใช้เถ้าลอยอยู่ที่ประมาณ 200 ตันต่อวัน

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตผสมเสร็จ โดยทำการแทนที่ผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม SSW ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และทำการแทนที่กลุ่ม GSW ในทรายธรรมชาติ ซึ่งใช้คอนกรีตผสมเสร็จประเภทปกติที่ไม่มีการผสมสารผสมเพิ่ม (Admixture) ดังนั้นจึงควรศึกษาผลกระทบของสารผสมเพิ่มอาทิเช่น สารลดน้ำอย่างแรง (Superplastizer) และสารหน่วงการก่อตัว (Retarder) ที่มีต่อคุณสมบัติของคอนกรีตผสมเสร็จผสมผงฝุ่นทรายไส้แบบ ทั้งนี้เพราะโดยทั่วไปในการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จในปัจจุบันจะต้องใส่สารผสมเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของคอนกรีต

2. ในกรณีของผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม GSW ซึ่งทำการแทนที่ในทรายธรรมชาติที่กำหนดไว้ในขอบเขตการศึกษาที่เท่ากับร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก อันเนื่องมาจากข้อจำกัดในเรื่องขนาดผลตามมาตรฐาน ASTM C 33 แต่จากผลการทดสอบ พบว่าผงฝุ่นทรายไส้แบบกลุ่ม GSW ไม่ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของคอนกรีตมาก ดังนั้นจึงควรศึกษาในกรณีที่เมื่ออัตราส่วนการแทนที่เพิ่มขึ้นไปจนกระทั่งใช้ผงฝุ่นทรายไส้แบบเพื่อทดแทนทรายธรรมชาติ

3. ในส่วนของคุณสมบัติทางด้านความทนทาน โดยจะเห็นว่าผงฝุ่นทรายไส้แบบเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรม ดังนั้นการศึกษาในเรื่องการสะสมสารพิษที่ตกค้างจึงเป็นประเด็นที่ควรพิจารณาเพิ่มเติมถึงแม้ว่าจะมีผลการทดสอบว่าผงฝุ่นทรายไส้แบบมีปริมาณสารพิษตกค้างไม่เกินกว่าค่าที่กำหนดของกระทรวงอุตสาหกรรม (ตารางที่ 2.1) โดยทำการศึกษาคุณสมบัติอาทิเช่น การชะล้าง (Leachate) ของสารพิษในระยะยาวประกอบด้วย เป็นต้น

บรรณานุกรม

หนังสือ

ชัชวาล เศรษฐบุตร. คอนกรีตเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร, 2544.

บัญชา ธนบุญสมบัติ. การศึกษาวัสดุโดยเทคนิคดิฟแฟรกชัน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2544.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. การออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตผสมเถ้าลอย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พฤศจิกายน 2542.

คณะกรรมการคอนกรีตและวัสดุ ภายใต้คณะกรรมการวิชาการวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. ความคงทนของคอนกรีต. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บริษัท จุฑทอง จำกัด, สิงหาคม 2543.

Neville, A.M. Properties of Concrete. Fourth Edition, London: Pitman Books Limited, 1995.

J. Bensted and P. Barnes. Structure and Performance of Cements, Second Edition, New York: Spon Press, 2002.

Peter C. Hewlett. Lea's Chemistry of Cement and Concrete. Fourth Edition. New York: John Wiley & Sons Inc., 1998.

S. Mindress, J. Francis Young and David Darwin. Concrete. Second Edition. United State of America: Prentice Hall, 2002.

มาตรฐาน

American Society for Testing and Material. ASTM C 33 “Standard Specification for Concrete Aggregates”. Annual Book of ASTM Standard Vol. 4.02. Philadelphia, PA, USA., 1994.

American Society for Testing and Material. ASTM C 39 “Standard Test Method for Compressive Strength Cylindrical Concrete Specimens”. Annual Book of ASTM Standard Vol. 4.02,. Philadelphia, PA, USA., 1994.

American Society for Testing and Material. ASTM C 138 “Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete”. Annual Book of ASTM Standard Vol. 4.02. Philadelphia, PA, USA., 2001.

American Society for Testing and Material. ASTM C 143 “Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete”. Annual Book of ASTM Standard Vol. 4.02. Philadelphia, PA, USA, 2000.

American Society for Testing and Material. ASTM C 403 “Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance”. Annual Book of ASTM Standard Vol. 4.02. Philadelphia, PA, USA., 1999.

American Society for Testing and Material. ASTM C 469 “Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson’s Ratio of Concrete Compression”. Annual Book of ASTM Standard Vol. 4.02. Philadelphia, PA, USA., 2002.

American Society for Testing and Material. ASTM C 496 “Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens”. Annual Book of ASTM Standard Vol. 4.02. Philadelphia, PA, USA., 1994.

American Society for Testing and Material. ASTM C 618 "Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Concrete". Annual Book of ASTM Standard Vol. 4.02. Philadelphia, PA, USA., 1994.

American Society for Testing and Material. ASTM C 1012 "Standard Test Method for Length Change of Hydraulic-Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution". Annual Book of ASTM Standard Vol. 4.01. Philadelphia, PA, USA., 1994.

American Concrete Institute. ACI 318 "Building Code Requirements for Structural Concrete" An ACI Standard. Farmington Hills, Michigan, USA, 2002.

บทสรุป

H. Asgeirsson and G. Gudmunwon. "Pozzolanic Activity of Silica Dust". Cement and Concrete Research (September 1979): pp. 249-252.

McIntyre, S., Rundman, K., Bailhood, C., Rush, P., Sandell, J., and Stillwell, B., "Benefication and Reuse of Foundry Sand Residuals: A Preliminary Report", AFS Transaction No. 92-143 (1992): pp. 201 – 208.

Naik, T. R., Patel, V. M., Parikh, D.M., and Tharaniyall, M.P., "Utilization of Used Foundry Sand in Concrete", Journal of Material in Civil Engineering Vol. 6 No.2 (1994) : pp. 254 – 263.

Naik, T., and Kraus, R., "Development of Controlled Low Strength Materials", Report No. Rep – 274 Submitted to Kohler Company (1995).

U.S. Department of Transportation, "Foundry Sand Facts for Civil Engineers", A Report (2003): pp. 1 – 68.

Shyh-Yau Wang and C. Vipulanandan, "Foundry Sand for Highway Application", Transportation Research Record No. 1486 (1995) : pp. 213 – 222.

Sung-ro Cho Wang and C. Vipulanandan, "Use of Foundry Sand in Transportation Application", Journal of Transportation Vol. 9 No. 2 (1995): pp. 492 – 499.

Manu Santhanam, Menashi D. Cohen and Jan Olek, "Mechanism of Sulfate Attack: A Fresh Look Part I: Summary of Experimental Results". Cement and Concrete Research (December 2001): pp. 915 – 921.

Manu Santhanam, Menashi D. Cohen and Jan Olek, "Mechanism of Sulfate Attack: A Fresh Look Part 2: Proposed Mechanisms". Cement and Concrete Research (July 2002): pp. 341 – 346.

หน้าที่ 196 – 410
แสดงในแผ่น COMPACT DISK

.

ภาคผนวกที่ จ.1

โรงงานหล่อชิ้นส่วนรถยนต์ของบริษัท โตโยต้าอุตสาหกรรม จำกัด จังหวัดชลบุรี



ภาพที่ จ.1.1 โรงงานหล่อชิ้นส่วนรถยนต์ของบริษัท โตโยต้าอุตสาหกรรม จำกัด



ภาพที่ จ.1.2 Pig Iron วัตถุดิบซึ่งใช้ในกระบวนการหล่อชิ้นส่วนรถยนต์



ภาพที่ จ.1.3 Scrap (Mild Steel) วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการหล่อชิ้นส่วนรถยนต์



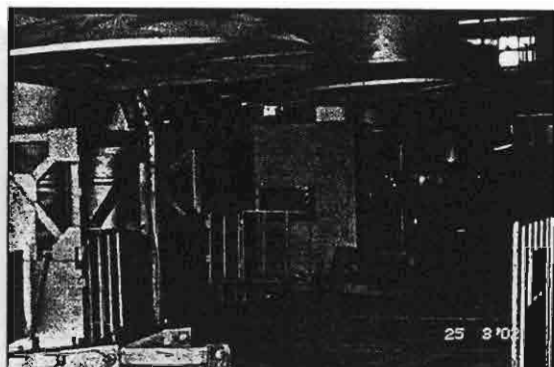
ภาพที่ จ.1.4 สถานที่กองเก็บทรายที่ใช้ทำไส้แบบกระบวนการหล่อชิ้นส่วนรถยนต์



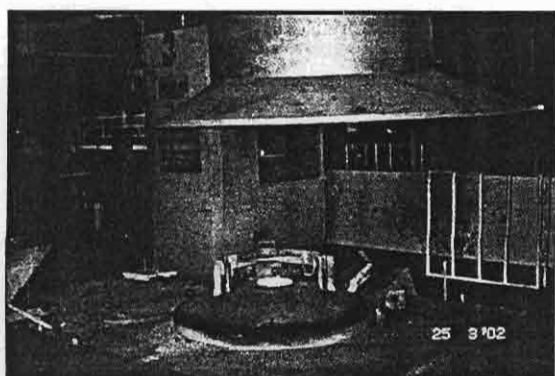
ภาพที่ จ.1.5 ทรายที่ใช้ในกระบวนการหล่อชิ้นส่วนรถยนต์ซึ่งนำเข้ามาจากประเทศออสเตรเลีย



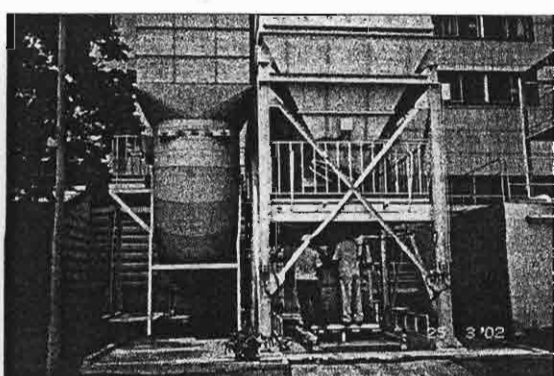
ภาพที่ จ.1.6 แม่แบบซึ่งทำจากทรายใช้ในกระบวนการหล่อชิ้นส่วนรถยนต์



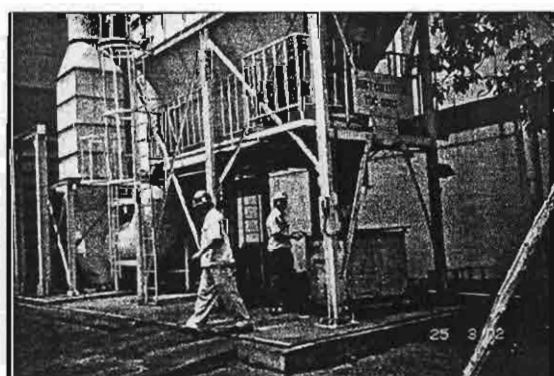
ภาพที่ จ.1.7 บริเวณเตาหลอมโลหะ



ภาพที่ จ.1.8 เตาหลอมโลหะ



ภาพที่ จ.1.9 ผงฝุ่นทรายได้แบบได้แบบกลุ่ม Green Sand และ Molding Waste (TDC-0002)

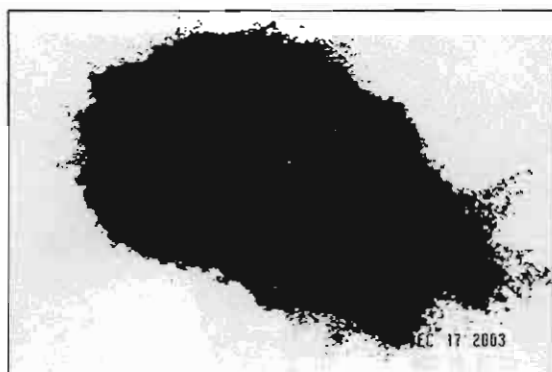


ภาพที่ จ.1.10 ผงฝุ่นทรายได้แบบได้แบบกลุ่ม Finishing Waste (TDC-0003)

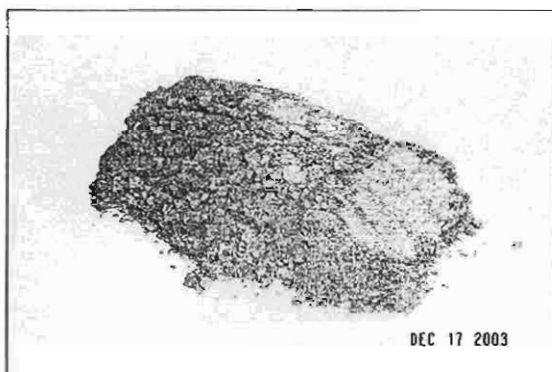


ภาพที่ จ.1.11 ผงฝุ่นทรายได้แบบได้แบบกลุ่มที่มาจาก Shell Sand Waste (TDC-0006)

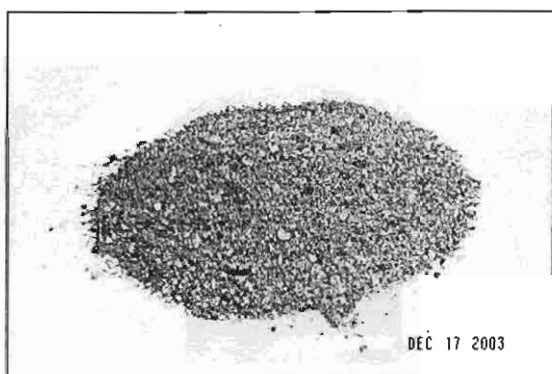
ภาคผนวกที่ จ.2
วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ



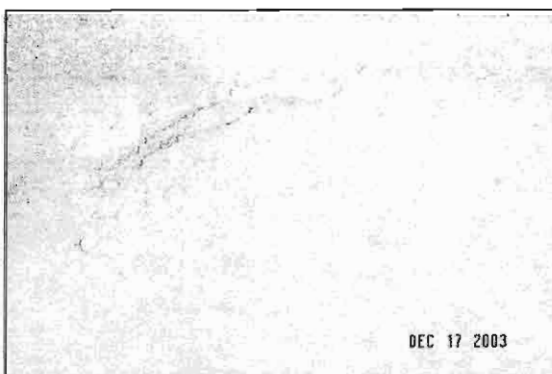
ภาพที่ จ.2.1 ผงฝุ่นทรายได้แบบได้แบบชนิด
Green Sand and Molding Waste (GSW)



ภาพที่ จ.2.2 ผงฝุ่นทรายได้แบบได้แบบชนิด
Shell Sand Waste (SSW)



ภาพที่ จ.2.3 ทรายธรรมชาติ



ภาพที่ จ.2.4 โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)

ภาคผนวกที่ จ.3

การทดสอบการกระจายขนาดผลของอนุภาคผงฝุ่นทรายใต้แบบ



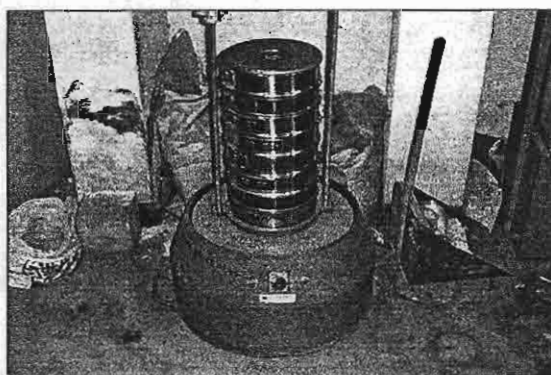
ภาพที่ จ.3.1 ขนาดของตะแกรงที่ใช้ใน
การทดสอบการกระจายขนาดผล



ภาพที่ จ.3.2 การชั่งตะแกรง



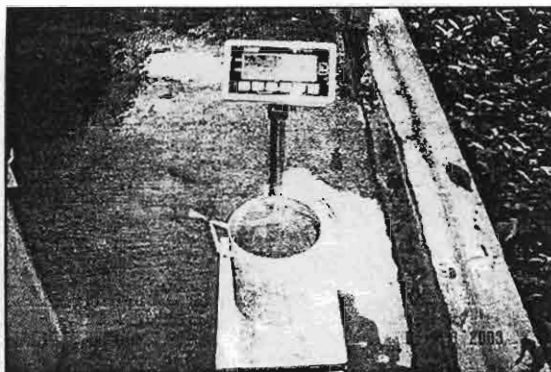
ภาพที่ จ.3.3 การชั่งตัวอย่างทดสอบ
จำนวน 500 กรัม



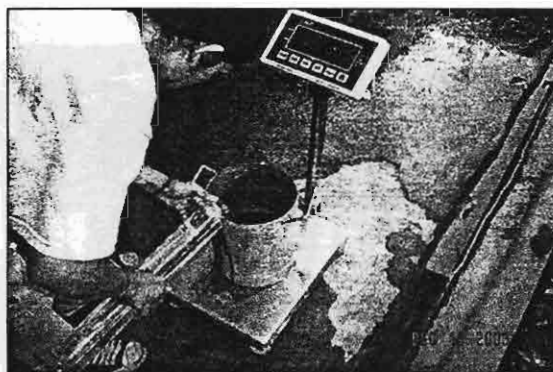
ภาพที่ จ.3.4 การเขย่าในเครื่องเขย่า (Sieve)

ภาคผนวกที่ จ.4

การปรับเทียบถังสำหรับใช้ในการทดสอบหาค่าหน่วยน้ำหนัก



ภาพที่ จ.4.1 การชั่งน้ำหนักถัง



ภาพที่ จ.4.2 การเทน้ำลงในถัง



ภาพที่ จ.4.3 ถังที่ใส่น้ำ หลังจากนำกระโจมมาปรับระดับน้ำให้เสมอขอบถัง
รวมทั้งวัดอุณหภูมิของน้ำเป็นที่เรียบร้อย

ภาคผนวกที่ จ.5

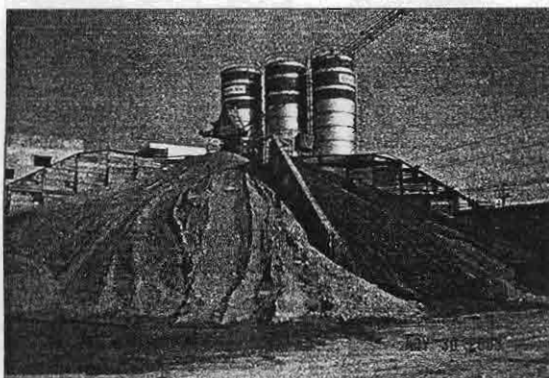
ภาพแสดงการผลิตคอนกรีตผสมเสร็จในโรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จของ
บริษัท เอเชียผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ จำกัด



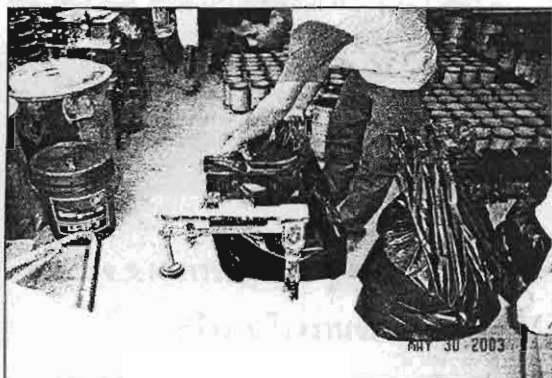
ภาพที่ จ.5.1 โรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จของ
บริษัท เอเชียผลิตภัณฑ์ซีเมนต์ จำกัด



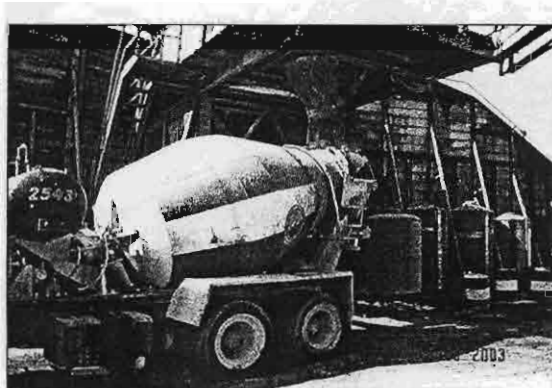
ภาพที่ จ.5.2 แบบหล่อที่ใช้ในการหล่อ
ตัวอย่างคอนกรีตผสมเสร็จ



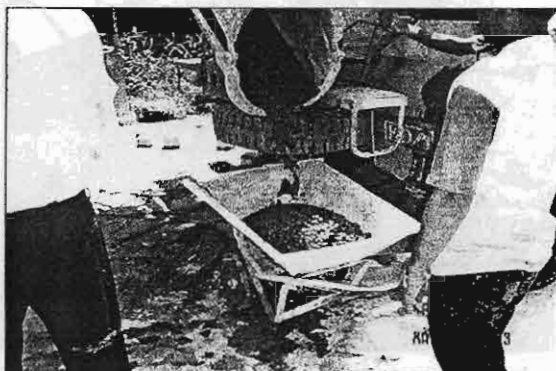
ภาพที่ จ.5.3 เครื่องผสมคอนกรีตผสมเสร็จ



ภาพที่ จ.5.4 การชั่งผงปูนทรายใส่แบบก่อน
นำไปใส่ในเครื่องผสมคอนกรีตผสมเสร็จ



ภาพที่ จ.5.5 การบรรจุคอนกรีตผสมเสร็จลงรถไม่



ภาพที่ จ.5.6 การขนถ่ายคอนกรีตผสมเสร็จ
ลงจากรถไม่



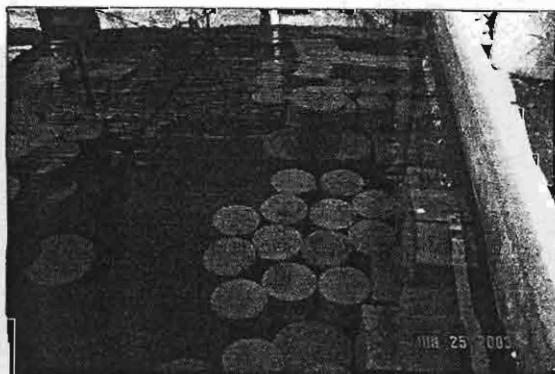
ภาพที่ จ.5.7 การเติมน้ำในรถผสม
คอนกรีตเพื่อให้คอนกรีตมีค่าการยุบตัว
(Slump) ของคอนกรีตได้ตามกำหนดไว้



ภาพที่ จ.5.8 การบรรจุคอนกรีตลงในแบบหล่อ



ภาพที่ จ.5.9 คอนกรีตหลังจากการถอดแบบ



ภาพที่ จ.5.10 การบ่มคอนกรีตในบ่อบ่มที่
สร้างในโรงงานของบริษัทฯ

ภาคผนวกที่ จ.6

การทดสอบหาค่าหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตในสภาพสด (Unit Weight)



ภาพที่ จ.6.1 คอนกรีตผสมเสร็จ



ภาพที่ จ.6.2 การใส่คอนกรีตลงในถังทดสอบ



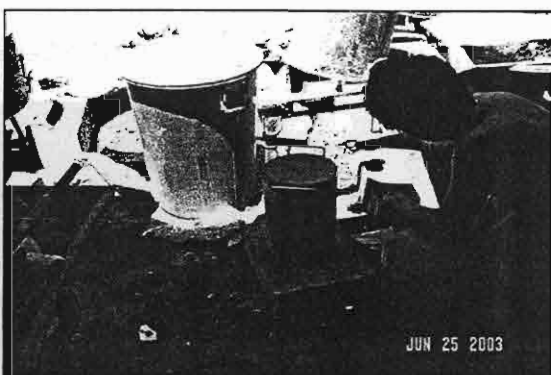
ภาพที่ จ.6.3 การตําคอนกรีตในถังทดสอบ



ภาพที่ จ.6.4 การเคาะที่บริเวณด้านข้างของถังเพื่อไล่ฟองอากาศ



ภาพที่ จ.6.5 การปาดหน้าคอนกรีต



ภาพที่ จ.6.6 การชั่งน้ำหนักของคอนกรีต

ภาคผนวกที่ จ.7

การทดสอบค่าการยุบตัวเริ่มต้น (Initial Slump) และการสูญเสียค่าการยุบตัว (Slump Loss)



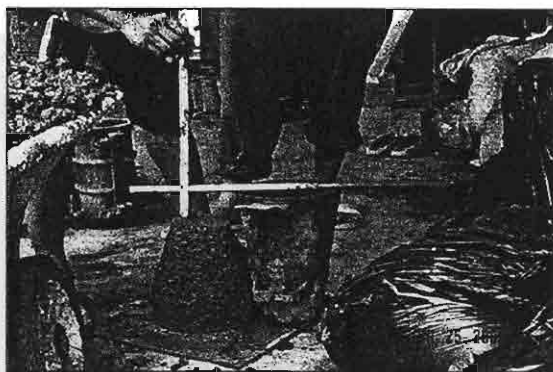
ภาพที่ จ.7.1 คอนกรีตผสมเสร็จ



ภาพที่ จ.7.2 การตําคอนกรีตลงในกรวยทดสอบ



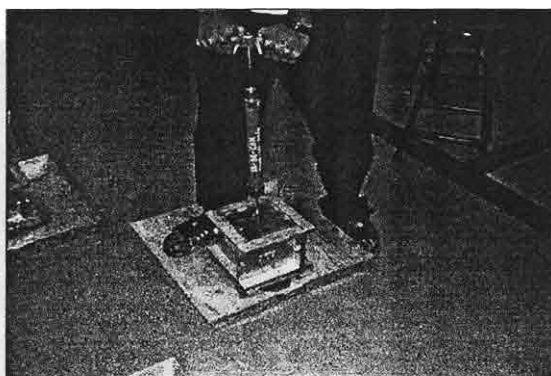
ภาพที่ จ.7.3 การตำคอนกรีตในกรวยทดสอบ



ภาพที่ จ.7.4 การวัดค่าการยุบตัว

ภาคผนวกที่ จ.8

การทดสอบหาระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต



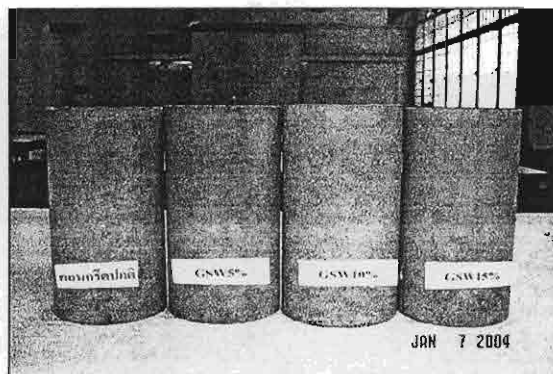
ภาพที่ จ.8.1 การทดสอบระยะเวลาการก่อตัวของคอนกรีต

ภาคผนวกที่ จ.9

ตัวอย่างคอนกรีตผสมเสร็จหลังจากการถอดแบบ



ภาพที่ จ.9.1 คอนกรีตผสม SSW



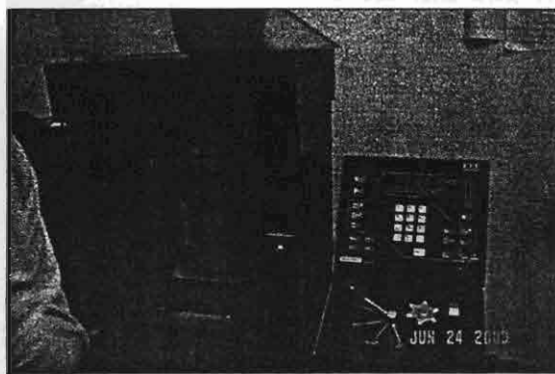
ภาพที่ จ.9.2 คอนกรีต GSW

ภาคผนวกที่ จ.10

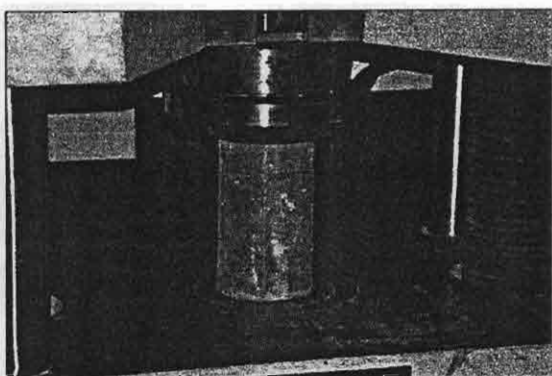
การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต



ภาพที่ จ.10.1 การวัดตัวอย่างคอนกรีต



ภาพที่ จ.10.2 เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด
ของคอนกรีต



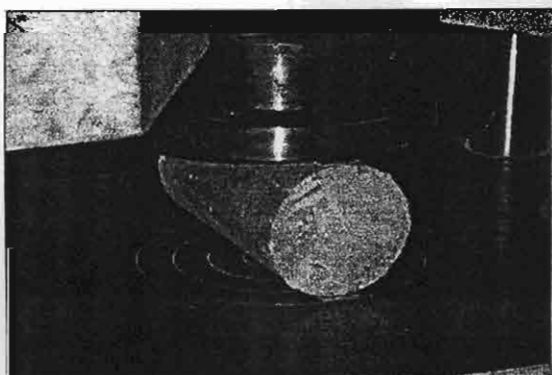
ภาพที่ จ.10.3 การติดตั้งตัวอย่างคอนกรีต



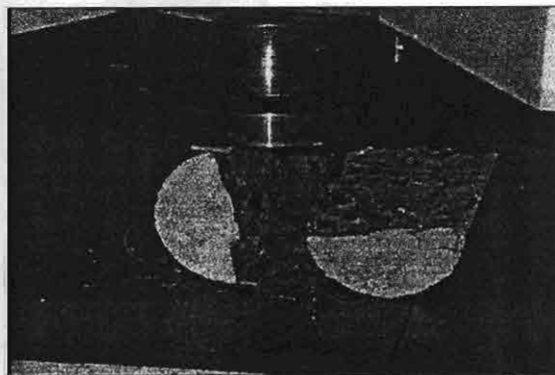
ภาพที่ จ.10.4 สภาพของคอนกรีตหลัง
การทดสอบ

ภาคผนวกที่ จ.11

การทดสอบกำลังรับแรงดึงแบบผ่าซีกของคอนกรีต



ภาพที่ จ.11.1 การติดตั้งตัวอย่างคอนกรีต



ภาพที่ จ.11.2 สภาพของคอนกรีตหลัง
การทดสอบ

ภาคผนวกที่ จ.12

การทดสอบหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน



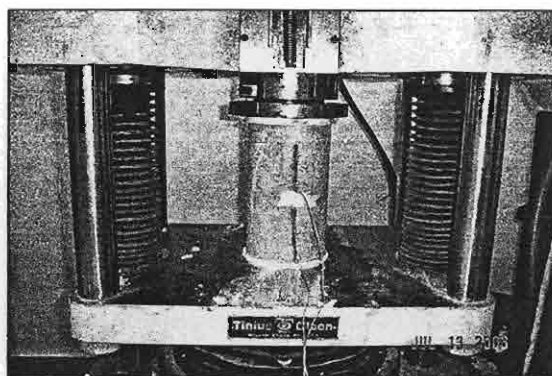
ภาพที่ จ.12.1 การแป๊ะหัวคอนกรีต



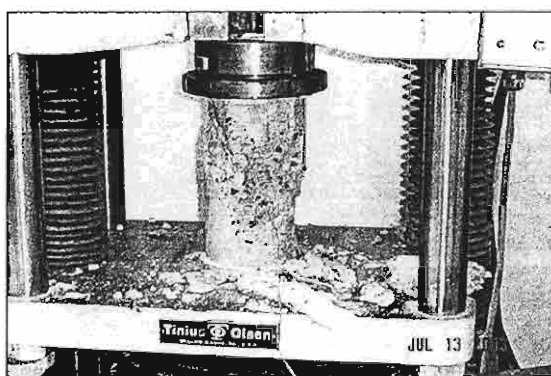
ภาพที่ จ.12.2 คอนกรีตที่ทำการแป๊ะหัว
เป็นที่เรียบร้อย



ภาพที่ จ.12.3 เครื่องทดสอบหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่น



ภาพที่ จ.12.4 การติดตั้งตัวอย่างคอนกรีตเข้า
กับอุปกรณ์วัดการยืด/หดตัว



ภาพที่ จ.12.7 สภาพของคอนกรีตหลังการทดสอบ

ภาคผนวกที่ จ.13

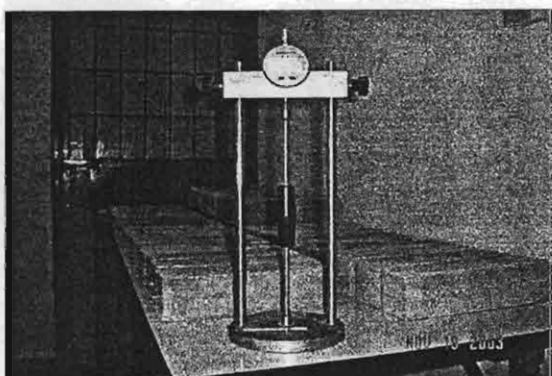
การทดสอบหาค่าหดตัวแบบแห้งของคอนกรีต



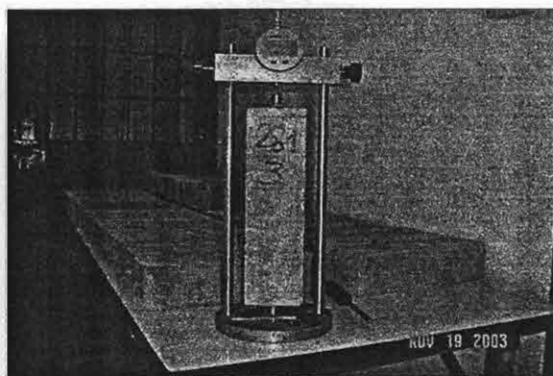
ภาพที่ จ.13.1 การบ่มคอนกรีตในน้ำ



ภาพที่ จ.13.2 คอนกรีตขณะทำการทดสอบ



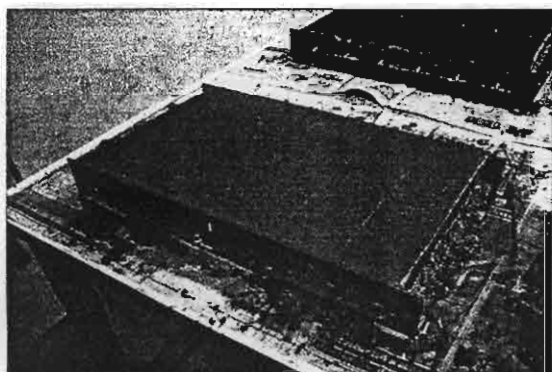
ภาพที่ จ.13.3 เครื่องทดสอบชนิด
Digital Length Comparator



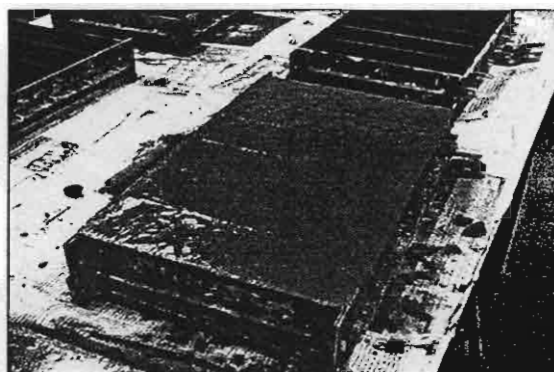
ภาพที่ จ.13.4 การวัดค่าการหดตัวของคอนกรีต

ภาคผนวกที่ จ.14

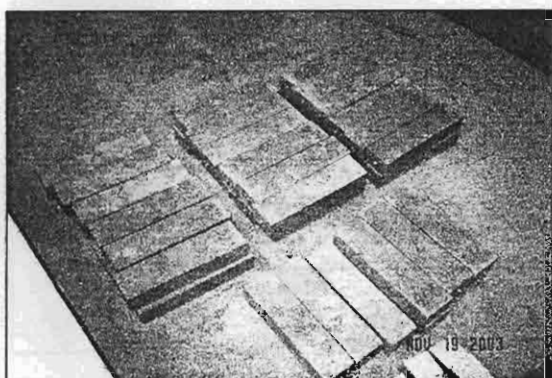
การทดสอบความทนทานต่อโซเดียมซัลเฟตของคอนกรีต



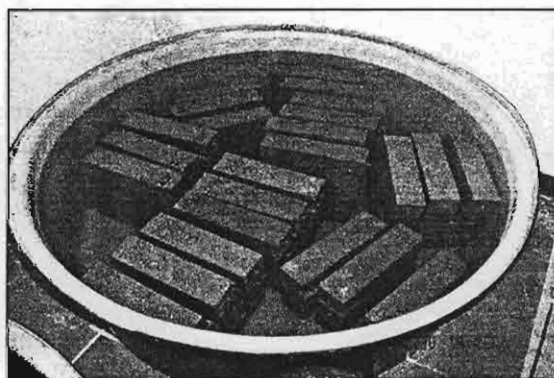
ภาพที่ จ.14.1 การหล่อตัวอย่างคอนกรีต
ผสม GSW



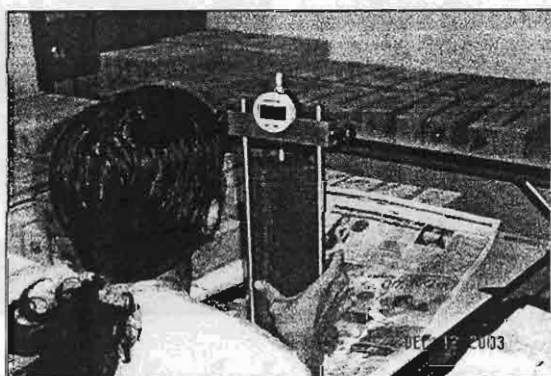
ภาพที่ จ.14.2 การหล่อตัวอย่างคอนกรีต
ผสม SSW



ภาพที่ จ.14.3 การบ่มตัวอย่างในน้ำ



ภาพที่ จ.14.4 การบ่มตัวอย่าง
ในสารละลายโซเดียมซัลเฟต



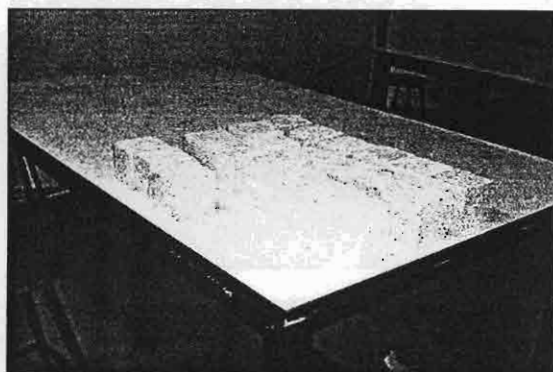
ภาพที่ จ.14.5 การวัดการขยายตัว

ภาคผนวกที่ จ.15

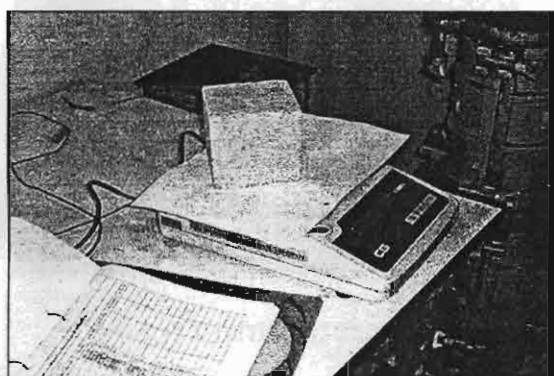
การทดสอบการกัดกร่อนของคอนกรีตเนื่องจากกรด



ภาพที่ จ.15.1 การบ่มตัวอย่างคอนกรีตในน้ำ



ภาพที่ จ.15.2 คอนกรีตก่อนการแช่กรด



ภาพที่ จ.15.3 การชั่งน้ำหนักเริ่มต้น



ภาพที่ จ.15.4 การเรียงตัวอย่างในถังแช่กรด



ภาพที่ จ.15.5 ตัวอย่างคอนกรีตที่เรียงเสร็จแล้ว



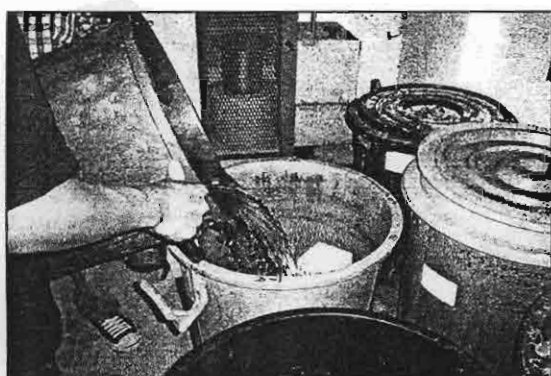
ภาพที่ จ.15.6 กรดที่ใช้ในการทดสอบ
(ก) ซัลฟูริก (H_2SO_4) (ข) อะซิติก (CH_3COOH)



ภาพที่ จ.15.7 การเทกรดในถังผสมสารละลาย



ภาพที่ จ.15.8 การคนสารละลายกรด



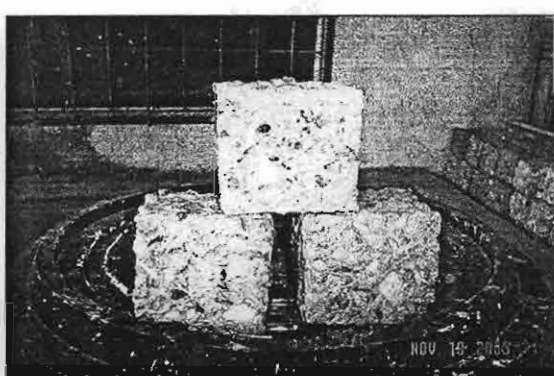
ภาพที่ จ.15.9 การเทสารละลายกรดในถังแช่ตัวอย่าง



ภาพที่ จ.15.10 การเรียงถังแช่กรด



ภาพที่ จ.15.11 ตัวอย่างคอนกรีตที่ผ่านการบ่ม
ในกรดซัลฟริก (H_2SO_4) ซึ่งมีสีขาว



ภาพที่ จ.15.12 ตัวอย่างคอนกรีตที่ผ่านการบ่ม
ในกรดอะซิติก (CH_3COOH) ซึ่งมีสีน้ำตาล