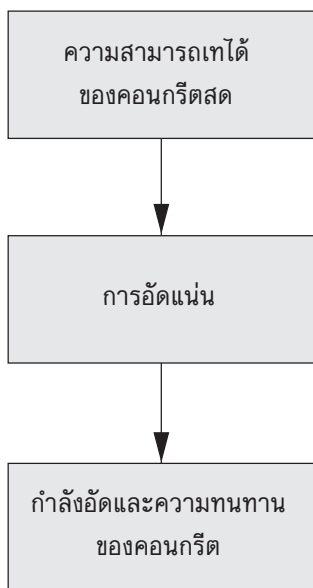


บทที่ 7

คุณสมบัติของคอนกรีตสด

เมื่อได้พิจารณาวัสดุองค์ประกอบของคอนกรีตแล้ว ในบทนี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติของคอนกรีตสด ซึ่งมีความสำคัญมาก เนื่องจากคุณสมบัติของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว เช่น กำลังอัด, การคงตัว ความทนทาน การต้านทานและการซึมผ่านของน้ำ ล้วนแต่เป็นผลมาจากการอัดแน่น และการทำให้คอนกรีตอัดแน่น รวมถึงการขนส่ง การเทลงแบบ และการแต่งผิวหน้า โดยไม่มีการแยกตัว ล้วนแต่เป็นผลมาจาก ความสามารถเทได้ ของคอนกรีตสดทั้งสิ้น



รูปที่ 7.1 คุณสมบัติของคอนกรีตสด ส่งผลโดยตรงต่อกำลังและความทนทาน

7.1 คำนิยาม

ความสามารถเทได้ (Workability)

คือปริมาณงานที่ใช้ในการอัดคอนกรีตให้แน่นโดยปราศจากการแยกตัว

การยึดเกาะ (Cohesion)

คือคุณสมบัติของเนื้อคอนกรีตที่สามารถจับรวมตัวเป็นกลุ่มหรือสลายตัวออกจากกันได้ยาก

ความชื้นเหลว (Consistency)

คือสภาพความเหลวของคอนกรีตซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำเป็นส่วนใหญ่ ความชื้นเหลวเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของความสามารถในการใช้งาน และสามารถวัดค่าได้ชัดเจนในรูปของค่ายุบตัว, การไหล เป็นต้น

การแยกตัว (Segregation)

คือการแยกออกของส่วนประกอบต่าง ๆ ในเนื้อคอนกรีต ทำให้ส่วนผสมมีเนื้อไม่สม่ำเสมอ

การเยิ้ม (Bleeding)

คือการแยกตัวชนิดหนึ่ง เกิดขึ้นเมื่อส่วนประกอบที่หนักกว่าจมตัวลงดันน้ำซึ่งเบาที่สุดขึ้นสู่ผิวคอนกรีต

7.2 ความสามารถเทได้

คำจำกัดความของความสามารถเทได้ก็คือผลรวมของพลังงานหรือกำลังงานที่จะเอาชนะแรงเสียดทานในระหว่างอนุภาคที่จะก่อให้เกิดการอัดแน่นของคอนกรีตอย่างสมบูรณ์

โดยทฤษฎีพลังงานนี้จะต้องเอาชนะแรงเสียดทานภายในระหว่างอนุภาคของส่วนผสมในเนื้อคอนกรีต แต่ในทางปฏิบัติพลังงานที่ใส่เข้าไปนี้จะต้องเอาชนะทั้งแรงเสียดทานภายในระหว่างอนุภาค แรงเสียดทานระหว่างส่วนผสมคอนกรีตกับไม้แบบและเหล็กเสริม นอกจากนี้พลังงานบางส่วนจะสูญเสียไปในการเขย่าไม้แบบ และเขย่าคอนกรีตที่อัดแน่นเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นในทางปฏิบัติเป็นการยากที่จะวัดค่าความสามารถเทได้ของคอนกรีตตามคำนิยาม สิ่งที่เราวัดความสามารถเทได้เป็นวิธีการที่เราประยุกต์มาใช้ให้เหมาะสมเท่านั้น

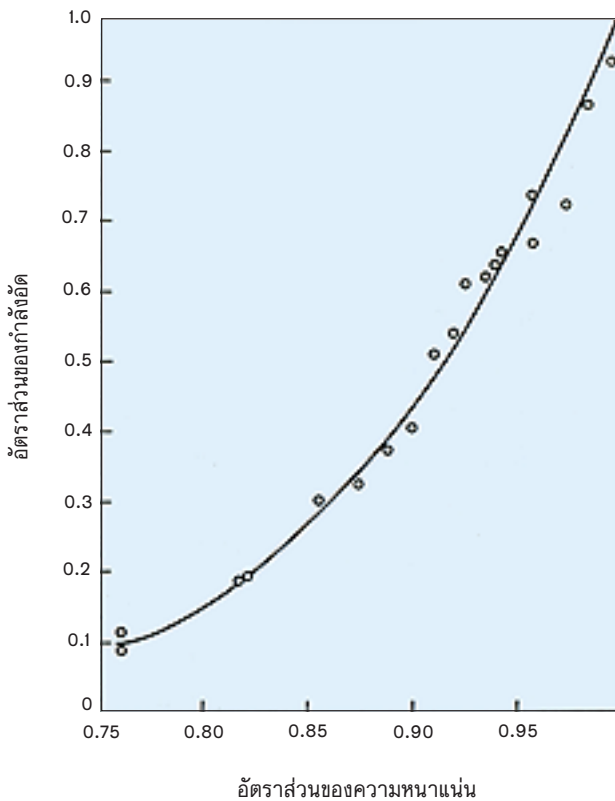
เพราะว่ากำลังอัดของคอนกรีตจะผันแปรหรือถูกระทบโดยตรงโดยช่องว่างที่ปรากฏอยู่ในเนื้อคอนกรีตที่อัดแน่น ดังนั้นควรทำให้คอนกรีตมีความหนาแน่นมากที่สุดเท่าที่จะเป็น

ไปได้ นั่นคือจำเป็นต้องทำให้คอนกรีตมีความสามารถเท่าได้เพียงพอเพื่อให้คอนกรีตมีความสามารถอัดแน่นได้ดี โดยใช้พลังงานที่เหมาะสมภายใต้สภาพที่กำหนด

ในรูปที่ 7.2 จะเห็นว่า ช่องว่างที่อยู่ในเนื้อคอนกรีตจะทำให้ค่าความหนาแน่นของคอนกรีตลดลง และส่งผลให้กำลังอัดลดลงอย่างมากโดยช่องว่างที่เกิดขึ้น 5% สามารถทำให้กำลังอัดคอนกรีตลดลงถึง 30% ช่องว่างที่อยู่ในเนื้อคอนกรีตมี 2 ประเภทคือ

- 1) ช่องว่างเนื่องจากการจี๋เย่าไม่ดี (Entrapped Air)
- 2) ช่องว่างที่เกิดจากน้ำส่วนเกิน (Excess Water) ที่ระเหยออกไป

การลดช่องว่างนี้ทำได้โดยการเลือกใช้คอนกรีตที่มีค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่ต่ำ เลือกใช้มวลรวมที่มีส่วนคละดีคอนกรีตต้องมีความเหลวพอที่จะจี๋เย่าเข้าแบบได้ง่าย รวมทั้งควรเลือกใช้น้ำยาผสมคอนกรีตที่มีประสิทธิภาพ และที่สำคัญที่สุดคือต้องมีการจี๋เย่าคอนกรีตอย่างถูกต้องและเพียงพอ



รูปที่ 7.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความหนาแน่นและอัตราส่วนของกำลังอัด

การทดสอบความสามารถเท่าทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับความแข็งของคอนกรีต ตามปกติทั่ว ๆ ไปนิยมใช้การทดสอบการยุบตัวซึ่งเป็นวิธีการทดสอบที่แพร่หลายที่สุด แต่ยังมีวิธีอื่น ๆ อีกดังแสดงในตารางที่ 7.1

การทดสอบ	มาตรฐานการทดสอบ	ขอบข่ายการใช้
1) การอัดแน่น	BS 1881	คอนกรีตแข็ง-แข็งมาก
2) เวลา Vebe	BS 1881	คอนกรีตแข็ง-แข็งมาก
3) การยุบตัว	ASTM C 172/BS 1881	คอนกรีตทั่วไป
4) การจมตัวของลูกบอลล์	ASTM C 360	คอนกรีตเหลวปานกลาง
5) การไหลตัว	DIN 1048	คอนกรีตเหลวมาก

ตารางที่ 7.1 การทดสอบความสามารถเท่าของคอนกรีต

7.3 องค์ประกอบที่มีผลต่อความสามารถเทได้

ความสามารถเทได้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ ที่มาเกี่ยวข้องดังนี้

องค์ประกอบ	ผลกระทบ
<p>1) จำนวนน้ำในส่วนผสม</p> <p>2) คุณสมบัติของหิน-ทราย</p> <p>3) ส่วนผสมของคอนกรีต</p> <p>4) ชนิดของปูนซีเมนต์</p> <p>5) สารผสมเพิ่ม</p>	<ul style="list-style-type: none"> • เพิ่มน้ำจะทำให้เกิดการหลอ่ลื่นในระหว่างอนุภาพมากขึ้น • น้ำที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดช่องว่างเมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วมากขึ้นดังนั้นควหาปริมาณน้ำที่เหมาะสม • ปริมาณน้ำที่พอเหมาะกะกับช่องว่างระหว่างมวลรวมจึงมีผลต่อการหลอ่ลื่น • หินทรายที่มีส่วนคละดีจะทำให้คอนกรีตมีความสามารถเทได้ดี • หินที่กลมผิวเกลี้ยงจะให้การลื่นไหลดีกว่าหินที่แบนและผิวขรุขระ • ความพรุนของมวลรวมจะทำให้การดูดซึมน้ำสูงและลดความสามารถเทได้ลง • ถ้าต้องการให้ความสามารถเทได้เท่ากันมวลรวมที่ละเอียดต้องใช้น้ำในส่วนผสมมากกว่ามวลรวมที่หยาบ • ภายได้ส่วนผสมที่มีอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์คงที่ค่าความสามารถเทได้จะเพิ่มขึ้นถ้าอัตราส่วนของมวลรวมต่อซีเมนต์ (A/C) ลดลง • ส่วนผสมที่มีอัตราส่วนทรายต่อมวลรวมทั้งหมด (S/A) ต่ำสามารถก่อให้เกิดการแยกตัวได้รวมทั้งความสามารถในการเทได้จะต่ำลงด้วย • ถ้าใช้ทรายในส่วนผสมมากอาจทำงานง่ายขึ้น แต่จะลื่นเปลืองปริมาณซีเมนต์มากขึ้น ถ้าจะคงกำลังอัดเท่าเดิม • ปูนซีเมนต์ที่มีความละเอียดมากจะต้องการน้ำมาก • สารผสมเพิ่มที่เป็นผงละเอียด จะช่วยเพิ่มความลื่นไหลแทนส่วนของซีเมนต์ • สารเพิ่มฟองอากาศ (Air Entraining Agent) จะทำให้การลื่นไหลดีขึ้นแต่กำลังอัดอาจลดลง • น้ำยาประเภทลดน้ำและยึดเวลาการก่อตัวจะช่วยเพิ่มการลื่นไหล

นอกจากนี้ยังมีอีก 2 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถเทได้ของคอนกรีตนั้นคือ

- 1) เวลาและ
- 2) อุณหภูมิ

คอนกรีตสดจะแข็งตัวตามเวลาที่ผ่านไป ที่เป็นเช่นนี้เพราะน้ำผสมคอนกรีตบางส่วนถูกดูดซับไปโดยมวลรวม บางส่วนระเหยไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งคอนกรีตที่ถูกแสงแดดและลม เช่นคอนกรีตที่ใช้ทั่วไปในประเทศไทย และน้ำบางส่วนถูกใช้ไปในปฏิกิริยาไฮเดรชัน ความแข็งตัวของคอนกรีตสามารถวัดได้โดยการวัดความสามารถเทได้ที่สูญเสียไปกับเวลาที่ผ่านไปโดยรู้กันในชื่อว่า “Slump Loss” ซึ่งผันแปรกับ

- 1) ปริมาณปูนซีเมนต์ในส่วนผสม
- 2) ชนิดของปูนซีเมนต์
- 3) อุณหภูมิของคอนกรีต
- 4) ความสามารถเทได้เริ่มต้น

กล่าวคือ ถ้าอากาศร้อน การสูญเสียน้ำจะเร็วความสามารถเทได้จะลดลงหรือ ณ อุณหภูมิสูง การก่อตัวจะเกิดเร็วขึ้น เวลาการทำงานและความสามารถเทได้จะลดลงเป็นต้น การทดสอบ Slump Loss อยู่ในหัวข้อ 7.8

7.4 การยึดเกาะและการแยกตัว

ส่วนผสมของคอนกรีตที่ดีจะต้องมีความสามารถเทได้ ไม่มีการแยกตัวขององค์ประกอบ (Segregation) หรือคอนกรีตควรมีความสม่ำเสมอเนื้อเดียวกันตลอดทุกส่วนนั้นคือคอนกรีตมีการยึดเกาะ (Cohesion) ที่ดีนั่นเอง



รูปที่ 7.3 คอนกรีตที่ออกแบบไม่ถูกต้องจะแยกตัว

• รูปแบบของการแยกตัวของคอนกรีต

- 1) มวลรวมหยาบแยกตัวออกจากส่วนผสม เนื่องจากการเคลื่อนที่ของคอนกรีตผ่านทางชั้นหรือมวลรวมหยาบจมตัวลงมากกว่ามวลรวมละเอียด
- 2) น้ำปูนแยกตัวออกจากส่วนผสมเนื่องจากส่วนผสมเหลวมากเกินไป

• สาเหตุของการแยกตัวของคอนกรีต

- 1) ใช้หินทรายที่มีความถ่วงจำเพาะแตกต่างกันมาก
- 2) ใช้สัดส่วนผสมคอนกรีตที่ไม่เหมาะสม เช่น เหลวหรือแข็งมากเกินไป
- 3) การขนย้าย การเทลงแบบ และการจี้เขย่าไม่ถูกวิธี
 - ลำเลียงคอนกรีตที่เหลวมากไปเป็นระยะทางไกล
 - เทคอนกรีตไหลผ่านรางที่เปลี่ยนทิศทาง
 - ปล่อยคอนกรีตผ่านสิ่งกีดขวาง
 - จี้เขย่าคอนกรีตนานเกินไป
 - จี้เขย่าให้คอนกรีตไหลไปตามแบบหรือให้คอนกรีต

แผ่เป็นพื้นที่กว้าง

• วิธีการป้องกันการแยกตัว

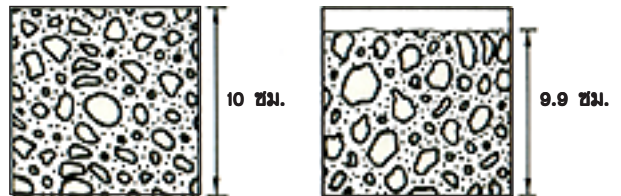
- 1) ใช้หินทรายที่มีขนาดคละดีมีความถ่วงจำเพาะที่แตกต่างกันไม่มาก
- 2) ทำให้คอนกรีตเหลวและมีความสามารถเทได้โดยใช้น้ำยาประเภทลดน้ำหรือน้ำยาลดน้ำจำนวนมาก
- 3) เลือกสัดส่วนผสมคอนกรีตให้เหมาะสม
- 4) ใช้เครื่องจี้เขย่าคอนกรีตอย่างถูกวิธี



รูปที่ 7.4 คอนกรีตที่เหลวมากด้วยน้ำยาผสมคอนกรีตไม่มีการแยกตัว

7.5 การเยิ้ม

การเยิ้ม (Bleeding) คือ การคายน้ำจากส่วนผสมคอนกรีตซึ่งเกิดหลังจากการจี้เขย่าคอนกรีตเข้าแบบแล้วลักษณะที่สำคัญคือจะมีน้ำบางส่วนที่ลอยตัวขึ้นมาอยู่ที่ผิวหน้าของคอนกรีตสดเนื่องจากองค์ประกอบที่เป็นของแข็งในส่วนผสมจมตัวลงและดันน้ำที่เป็นองค์ประกอบที่เบาที่สุดให้ลอยตัวขึ้นการหาค่าการเยิ้มสามารถแสดงออกมาเป็นปริมาณซึ่งได้จากอัตราส่วนค่ายุบตัวลงต่อหน่วยความสูงของคอนกรีตดังแสดงในตัวอย่าง



รูปที่ 7.5 การหาค่าการเยิ้มของคอนกรีต

$$\text{ค่าการเยิ้ม} = \frac{0.1 \times 100}{10.0} = 1\%$$

การเยิ้มจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพคอนกรีตใน 2 ลักษณะคือ

1) ผิวด้านบนของคอนกรีตมีค่าอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์สูงสุดหรือมีกำลังอัดต่ำที่สุด เมื่อคอนกรีตแข็งตัวมีแนวโน้มที่จะเกิดการเป็นฝุ่นที่ผิว (Dusting) และถ้าต้องเทคอนกรีตทับบนผิวนี้เช่นการเทคอนกรีตฐานรากขนาดใหญ่จะเกิดชั้นที่อ่อนแอและเป็นรูพรุนทำให้โครงสร้างนี้ขาดความทนทาน

2) นอกจากน้ำที่ลอยตัวขึ้นมาแล้ว น้ำบางส่วนจะถูกกักไว้ได้มวลรวมหยาบหรือเหล็กเสริม ก่อให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างมอร์ต้าและมวลรวมหรือเหล็กเสริมลดลงอย่างมาก และเมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว จะเกิดช่องว่างเรียงตัวในทิศทางเดียว การซึมผ่านของน้ำในคอนกรีตจะเพิ่มขึ้น การเยิ้มนี้อาจพบได้บ่อยในงานเทคอนกรีตพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น พื้นถนน เป็นต้น



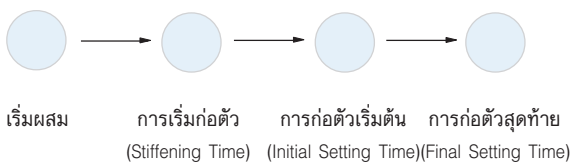
รูปที่ 7.6 การเยิ้มของคอนกรีตก่อให้เกิดช่องว่างเรียงตัวในทิศทางเดียว

• ปัจจัยที่มีผลต่อการเยิ้ม

- 1) ปริมาณน้ำในส่วนผสม การลดน้ำจะลดการเยิ้ม
- 2) คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ การเยิ้มจะลดลงเมื่อใช้ปูนซีเมนต์ที่มีความละเอียดเพิ่มขึ้น
- 3) องค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์ซีเมนต์ที่เป็นต่างมากหรือที่มี C_3A มากจะมีการเยิ้มน้อย
- 4) อุณหภูมิ
- 5) สัดส่วนคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ปริมาณมากมีแนวโน้มจะเกิดการเยิ้มน้อยกว่าคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์น้อย
- 6) สารกักกระจายฟองอากาศจะลดการเยิ้ม

7.6 เวลาการก่อตัว (Setting Time)

เวลาการก่อตัวมีความสำคัญมากต่อการทำงานคอนกรีตโดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเวลาการเทคอนกรีต การก่อตัวจะมี 3 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 7.7



รูปที่ 7.7 ขั้นตอนการก่อตัวของคอนกรีต

1) การเริ่มก่อตัว (Stiffening Time) คือเวลาที่คอนกรีตเหลวรับแรงเสียดทานจากเครื่องทดสอบได้ 5 กก./ตร.ซม. หรือ 70 ปอนด์/ตารางนิ้ว ณ เวลาคอนกรีตเริ่มแข็งกระด้าง

2) การก่อตัวเริ่มต้น (Initial Setting Time) คือเวลาที่คอนกรีตเหลวรับแรงเสียดทานได้ 35 กก./ตร.ซม. หรือ 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว ณ เวลาคอนกรีตจะแข็งตัวแล้ว ถ้าเทคอนกรีตสดทับลงไปอีกจะก่อให้เกิด Cold Joint

3) การก่อตัวสุดท้าย (Final Setting Time) คือเวลาที่คอนกรีตแข็งตัวสมบูรณ์ โดยสามารถรับแรงเสียดทานได้ 276 กก./ตร.ซม. หรือ 4,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว

การทำงานเทคอนกรีตจะต้องให้เสร็จสิ้นก่อนเวลาการเริ่มก่อตัว ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาด้านน้ำยาผสมคอนกรีตประเภทยืดเวลาการก่อตัว ซึ่งยืดเวลาการก่อตัวได้ ตั้งแต่ 2-8 ชั่วโมง

• ปัจจัยที่มีผลต่อการก่อตัว

การก่อตัวของคอนกรีตขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ ประการที่สำคัญคือ

- 1) ชนิดของปูนซีเมนต์ ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ C_3A , C_3S และยิบซั่มในส่วนผสม
- 2) อุณหภูมิของอากาศ
- 3) ความชื้นสัมพัทธ์
- 4) ความหนาบางของโครงสร้างคอนกรีต

ในบางกรณีอาจมีปัญหาด้านการก่อตัวผิดปกติของคอนกรีตซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1) การก่อตัวผิดจังหวะ (False Set) คือ หลังจากผสมระยะหนึ่งคอนกรีตจะแข็งตัวชั่วคราวแต่พอผสมต่อไป ก็จะมีเหลวเหมือนคอนกรีตปกติ สาเหตุเกิดจากโมเลกุลของน้ำในยิบซั่มถูกดึงออกไปในขบวนการบด ดังนั้นเมื่อเริ่มผสม ยิบซั่มนี้จะตั้งน้ำบางส่วนเพื่อคืนตัวเป็นยิบซั่มอย่างเดิม โดยเริ่มจับเป็นกลุ่มแล้ว ค่อย ๆ กระจายตัวออก จึงทำให้เกิดการแข็งตัวชั่วคราวหนึ่ง

2) การก่อตัวเร็ว (Flash Set) ลักษณะการก่อตัวจะเกิดขึ้นเร็วมากและจะไม่คืนกลับสู่สภาพเหลวอีก กรณีเช่นนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีส่วนผสมของ Calcium Aluminate หรือ Monosulfo Aluminate มากเกินไป

7.7 คุณสมบัติของคอนกรีตสดที่ดี

คอนกรีตสดคือ คอนกรีตที่ยังมีความเหลวเหมาะที่จะนำไปใช้งานจะต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญที่ถือว่าเป็นคอนกรีตที่ดีดังนี้

- ผสมได้เพียงพอจนมีเนื้อสม่ำเสมอเหมือนกันทั้งไม่
- มีความสามารถเทได้
- ไม่เกิดการแยกตัว ระหว่างการลำเลียงหรือขณะเทคอนกรีต
- ไม่เกิดการย้้มมากเกินไปจนทำให้การแต่งผิวหน้าไม่สะดวก และมีผลกระทบต่อคุณภาพของคอนกรีตเมื่อแข็งตัวแล้ว
- มีเวลาในการก่อตัวนานพอที่สามารถทำงานได้
- มีอุณหภูมิพอเหมาะไม่สูงเกินไป จนมีผลกระทบต่อความสามารถเทได้ และเวลาในการก่อตัว
- ควรมีปริมาณฟองอากาศพอเหมาะ ซึ่งมีผลต่อความสามารถเทได้
- สำหรับคอนกรีตที่ใช้เตด้วยบ่มควรมีคุณสมบัติที่สำคัญคือต้องไม่แยกตัวเมื่อถูกแรงอัดจากบ่ม และไหลในท่อได้สะดวก
- สำหรับคอนกรีตที่ใช้เทฐานรากขนาดใหญ่ การมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ มีค่ายุบตัวสูง Slump Loss ช้า และใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ต่ำ เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน

7.8 การทดสอบคอนกรีต

• วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบว่า ส่วนผสมคอนกรีตที่ถูกรอกแบบไว้ นั้น มีคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น ค่ายุบตัว, เวลาการแข็งตัว, ปริมาณอากาศตามที่ต้องการหรือไม่ การทดสอบแต่ละอย่างที่จะกล่าวต่อไปนี้ผู้ออกแบบส่วนผสมคอนกรีตจะเลือกทดสอบเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานเท่านั้น

• มาตรฐานที่ใช้

ASTM C 192
Standard Method of
MAKING AND CURING CONCRETE TEST
SPECIMENTS IN THE LABORATORY

• วิธีการทดสอบ

หลังจากออกแบบส่วนผสมคอนกรีตเรียบร้อยแล้ว นำส่วนผสมที่ได้มาทำการชั่งน้ำหนัก ซีเมนต์ หิน ทราย รวมทั้งวัดปริมาตรน้ำและน้ำยา ตามส่วนผสมโดยต้องคำนวณปรับน้ำหนักของหิน ทราย ตามค่าความชื้นในสภาพที่เป็นจริง เสร็จแล้วนำวัสดุติดดังกล่าวเทใส่โม้

โม้ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมี 2 ลักษณะคือ

- 1) โม้แบบ Tilt
- 2) โม้แบบ Pan



โม้แบบ Tilt



โม้แบบ Pan

รูปที่ 7.8 ลักษณะเครื่องผสมคอนกรีตที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

ก่อนที่จะผสมคอนกรีตใช้จริง ควรผสมมอร์ต้า เคลือบไม้ก่อน เพื่อส่วนผสมคอนกรีตที่ผสมถูกต้องและเพื่อให้วัตถุดิบทั้งหมดผสมเข้ากันได้ดี ลำดับการใส่วัตถุดิบจึงมีความสำคัญ โดยจะใส่ หิน ปูนซีเมนต์ ทราย น้ำตามลำดับ ถ้ามีการใช้น้ำยาผสมคอนกรีตจะผสมน้ำยากับน้ำแล้วเทส่วนผสมใส่ในไม้

• **วิธีการผสมตามมาตรฐานมีดังนี้**

- 1) ผสมส่วนผสม 3 นาที
- 2) หยุดเครื่องผสม 3 นาทีปิดฝาไม้กันไม่ให้น้ำระเหยออก
- 3) ผสมต่ออีก 2 นาที

หลังจากผสมเสร็จเรียบร้อยให้เทคอนกรีตใส่รถเข็นเพื่อนำไปทดสอบ

1. การวัดอุณหภูมิ

วัดอุณหภูมิอากาศ และวัดอุณหภูมิของคอนกรีต บันทึกเป็นข้อมูลไว้ใช้ในการวิเคราะห์ ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิมีผลต่อคุณสมบัติคอนกรีต เช่น เวลาการก่อตัว และความสามารถในการเทได้ เป็นต้น

2. การทดสอบค่าการยุบตัว

วัตถุประสงค์

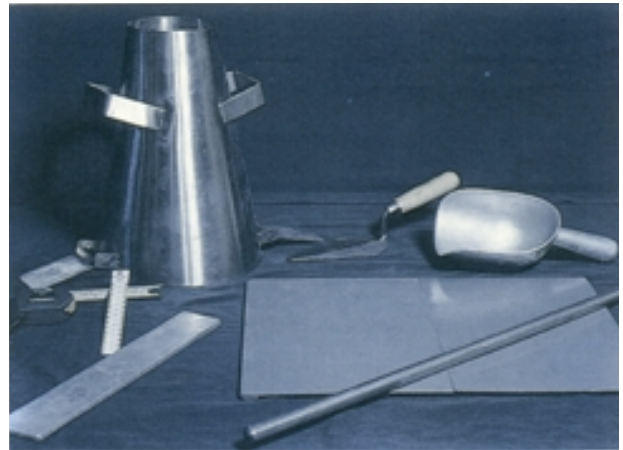
เพื่อหาความสามารถไหลได้ หรือความสามารถในการเทคอนกรีตลดลงแบบ

มาตรฐานที่ใช้

ASTM C 143
Standard Test Method of
SLUMP OF PORTLAND CEMENT CONCRETE

อุปกรณ์

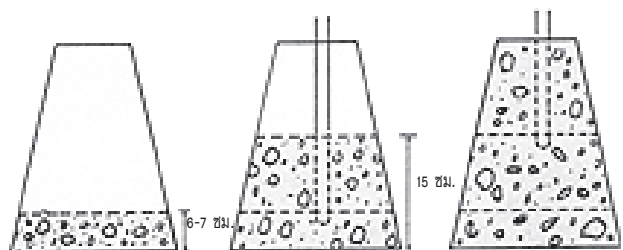
- 1) โคนรูปทรงกรวยตัด เส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน 10 ซม. และด้านล่าง 20 ซม. สูง 30 ซม. มีหูจับและแผ่นเหล็กยื่นออกมาให้เท้าเหยียบทั้ง 2 ข้าง
- 2) เหล็กดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. ยาว 60 ซม. ปลายกลมมน
- 3) แผ่นเหล็กสำหรับรอง
- 4) ช้อนตัก เกรียงเหล็ก ตลับเมตรหรือไม้วัด



รูปที่ 7.9 อุปกรณ์ทดสอบค่ายุบตัว

วิธีทดสอบ

- 1) นำอุปกรณ์จุ่มน้ำให้เปียก
- 2) วางแผ่นเหล็กลงกับพื้นราบ นำโคนขึ้นวางใช้เท้าเหยียบปลายทั้ง 2 ข้าง
- 3) ใช้ช้อนตักตักคอนกรีตใส่ลงในโคนโดยแบ่งเป็น 3 ชั้น แต่ละชั้นให้มีปริมาณเท่า ๆ กัน ชั้นที่ 1 ใส่คอนกรีตในโคนสูงประมาณ 6-7 ซม. ต่ำด้วยเหล็กดำ 25 ครั้ง ในการตาดังกล่าวให้ทั่วพื้นที่ ใส่คอนกรีตชั้นที่ 2 จนได้ส่วนสูงประมาณ 15 ซม. ต่ำให้ทะลุถึงคอนกรีตชั้นที่ 1 เล็กน้อย ใส่คอนกรีตชั้นที่ 2 จนเต็มต่ำให้ทะลุคอนกรีตชั้นที่ 2 เพียงเล็กน้อยปาดผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบรวมทั้งทำความสะอาดบริเวณโคนและแผ่นเหล็กรอง
- 4) ดึงโคนขึ้นตรง ๆ ไม่หมุน



รูปที่ 7.10 ปริมาณคอนกรีตที่ใส่ในโคนและการต่ำ

5) วางโคนลงข้าง ๆ คอนกรีตแล้ววัดค่าการยุบตัวของคอนกรีต

ค่ายุบตัวคือ ค่าระยะที่คอนกรีตยุบตัวจากเดิม โดยวัดที่จุดกึ่งกลางของคอนกรีตที่ยุบตัวในการวัดให้วัดละเอียดถึง 0.5 ซม.



รูปที่ 7.11 การวัดค่ายุบตัว

รูปแบบการยุบตัวของคอนกรีต

การยุบตัวของคอนกรีตโดยทั่วไปมี 3 แบบ คือ

- 1) การยุบตัวแบบถูกต้องเป็นการยุบตัวของคอนกรีตภายใต้น้ำหนักของตัวคอนกรีต
- 2) การยุบตัวแบบเฉือนเป็นการยุบตัวที่เกิดจากการเลื่อนไถลของคอนกรีตส่วนบน ในลักษณะเฉือนลงปาด้านข้าง
- 3) การยุบตัวแบบล้ม เป็นการยุบตัวที่เกิดจากคอนกรีตมีความเหลวมาก



ยุบตัวแบบถูกต้อง
(True Slump)



ยุบตัวแบบเฉือน
(Shear Slump)



ยุบตัวแบบล้ม
(Collapse Slump)

รูปที่ 7.12 รูปแบบการยุบตัว

ค่าคลาดเคลื่อนในค่าการยุบตัว

มาตรฐานทั่วไปกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนในค่าการยุบตัว มีค่า ± 2.5 ซม. เช่น ถ้าต้องการค่ายุบตัว 7.5 ซม. ค่าที่ยอมรับได้คือ 7.5 ± 2.5 ซม. หรือ 5-10 ซม.

ค่ายุบตัวสำหรับงานชนิดต่าง ๆ และงานพิเศษแสดงอยู่ในตารางที่ 7.2 และ 7.3

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่ายุบตัว (ซม.)
ฐานราก	7.50 ± 2.5
แผ่นพื้น, คาน, ผนัง ค.ส.ล.	10.0 ± 2.5
เสา	10.0 ± 2.5
คาน ค.ส.ล.และผนังบาง ๆ	10.0 ± 2.5

ตารางที่ 7.2 ค่าการยุบตัวสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่ายุบตัว (ซม.)
ถนน, สนามบิน	5.0 ± 2.5
งานที่ใช้คอนกรีตปี้ม	10.0 ± 2.5
เสาเข็มเจาะระบบแห้ง	10.0 ± 2.5
งานเทคอนกรีตใต้น้ำ (Trimie)	มากกว่า 15
งานคอนกรีตที่มีเหล็กเสริมหนาแน่น	มากกว่า 15

ตารางที่ 7.3 ค่าการยุบตัวสำหรับงานพิเศษบางประเภท

3. การทดสอบเวลาก่อตัว

วัตถุประสงค์

เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมที่จะนำคอนกรีตไปใช้งาน

มาตรฐานที่ใช้

ASTM C 403

Standard Test Method of

TIME OF SETTING OF CONCRETE

MIXTURE BY PENETRATION RESISTANCE

อุปกรณ์

- 1) เครื่องมือหาเวลาการก่อตัวของคอนกรีต
- 2) ตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4
- 3) เหล็กดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม.
- 4) แบบรูปทรงลูกบาศก์ 15 x 15 x 15 ซม.
- 5) ฆ็อนยาง, ลูกยาง, เทอร์โมมิเตอร์



รูปที่ 7.13 อุปกรณ์ทดสอบเวลาการก่อตัวของคอนกรีต

วิธีการทดสอบ

- 1) นำคอนกรีตร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4
 - 2) นำส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 เทลงแบบลูกบาศก์ที่เตรียมไว้โดยใส่ให้ความสูงต่ำกว่าขอบแบบประมาณครึ่งซม.
 - 3) ใช้เหล็กดำให้ทั่วพื้นที่ ใช้ฆ็อนยางตีข้างๆ แบบเพื่อไล่ฟองอากาศออกจากส่วนผสม
 - 4) วัดอุณหภูมิ
 - 5) ปาดผิวหน้าให้เรียบ
 - 6) วางทิ้งไว้เมื่อมีน้ำลอยตัวขึ้นมาให้ใช้ลูกยางดูดน้ำออก
 - 7) ยกแบบวางบนเครื่องทดสอบที่ใส่หั่วกดไว้เรียบร้อยแล้ว แล้วกดให้หั่วกดจมในเนื้อคอนกรีต 2.5 ซม. จดค่าน้ำหนักที่ขึ้นบนสเกล เวลาตั้งแต่เริ่มผสมจนถึงเวลากด และขนาดของหั่วกด
- หั่วกดที่ใช้มีให้เลือกตั้งแต่ขนาดพื้นที่ 1, 1/2, 1/4, 1/10, 1/20, 1/40 ตารางนิ้ว ในการทดสอบจะเลือกหั่วกดให้เหมาะสมกับสภาพคอนกรีตโดยในช่วงแรกจะใช้หั่วกดขนาดใหญ่และเมื่อเวลาผ่านไปคอนกรีตยิ่งแข็งตัว จะเลือกหั่วกดขนาดเล็กลง ในการทดสอบต้องหาแรงต้านทานอย่างน้อย 6 จุดเพื่อนำมาเขียนกราฟ

การคำนวณ

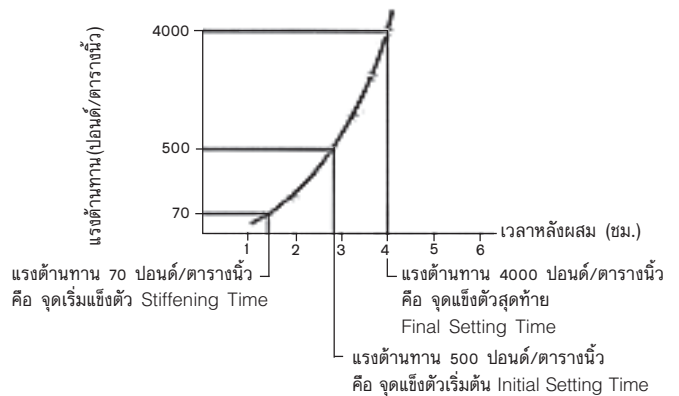
$$\text{แรงต้านทาน} = \frac{\text{น้ำหนักที่อ่านได้จากสเกล}}{\text{พื้นที่หั่วกด}}$$

การเขียนกราฟ

เมื่อได้ค่าแรงต้านทานและเวลาหลังจากผสมนำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟ

แกนนอน คือ เวลาหลังจากผสมคอนกรีต หน่วยเป็นชั่วโมง
แกนตั้ง คือ ค่าแรงต้านทาน หน่วยเป็น ปอนด์/ตารางนิ้ว หรือ กก./ตร.ซม.

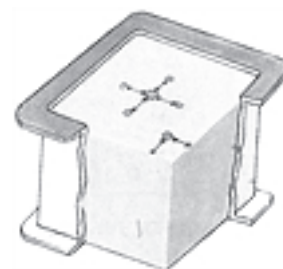
ลงจุดที่ได้และลากเส้นกราฟนำกราฟมาหาค่าเวลาการก่อตัวของคอนกรีต



รูปที่ 7.14 กราฟแสดงวิธีการหาเวลาการก่อตัวของคอนกรีต

ข้อควรระวัง

1. ในการใช้หั่วกดคอนกรีตนี้ระยะระหว่างช่องที่กดต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของหั่วกดที่ใช้ และต้องไม่น้อยกว่าครึ่งนิ้ว
2. จุดที่กด จะต้องห่างจากขอบไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว



รูปที่ 7.15 ระยะช่องว่างของการทดสอบเวลาการก่อตัว

4. การทดสอบปริมาณอากาศ

วัตถุประสงค์

งานก่อสร้างบางประเภท เช่น งานก่อสร้างห้องเย็น, งานก่อสร้างเขื่อน ในข้อกำหนดให้ใช้คอนกรีตที่มีปริมาณอากาศ 3-5% ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจสอบว่าปริมาณอากาศในคอนกรีตเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่

ปริมาณอากาศถ้าน้อยกว่าข้อกำหนดจะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านความทนทาน

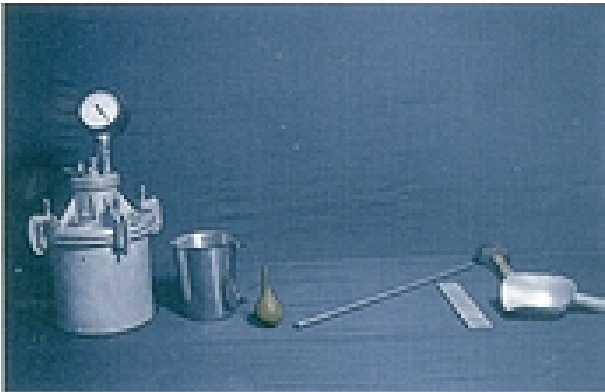
ปริมาณอากาศถ้ามีมากเกินไปจะทำให้กำลังอัดของคอนกรีตต่ำลง

อุปกรณ์

- 1) แอร์มิเตอร์
- 2) เหล็กต๋าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม.
- 3) ฆ้อนยาง, ลูกยาง, ภาชนะใส่น้ำ แผ่นเหล็กสำหรับ

ปิดหน้า

- 4) ช้อนตัก



รูปที่ 7.16 อุปกรณ์ทดสอบปริมาณอากาศ

วิธีทดสอบ

- 1) นำอุปกรณ์ทั้งหมดไปจุ่มน้ำให้เปียก
- 2) ตักคอนกรีตใส่ลงในแอร์มิเตอร์ โดยแบ่งเป็น 3 ชั้นเท่า ๆ กันในแต่ละชั้นต๋า 25 ครั้งด้วยเหล็กต๋า
- 3) ใช้ฆ้อนยางตีรอบ ๆ แอร์มิเตอร์ 10-15 ครั้ง เพื่อไล่อากาศในคอนกรีตออกให้หมด

4) ใช้แผ่นเหล็กปิดหน้าคอนกรีตให้เรียบ ทำความสะอาดบริเวณขอบแอร์มิเตอร์ ปิดฝาและขันสกรูให้แน่น

5) เปิดวาล์วสำหรับใส่น้ำทั้งสองข้าง ใช้ลูกยางดูดน้ำใส่จนเต็มโดยสังเกตจากน้ำที่ไหลออกมาอีกด้านหนึ่งเมื่อน้ำเต็มปิดวาล์ว

6) อัดอากาศเข้าไปในหม้อลมที่อยู่บริเวณฝาปิดจนเต็มโดยสังเกตจากหน้าปิดของเครื่อง เข็มจะชี้ที่เลขศูนย์

7) กดปุ่มอัดอากาศ ดูค่าปริมาณอากาศจากหน้าปิด

8) บันทึกค่า

การประเมินผล

ในการหาปริมาณอากาศควรทำ 2 ครั้ง และค่าที่ได้ทั้ง 2 ต้องแตกต่างกันไม่เกิน 0.2% นำค่าที่ได้ทั้ง 2 มาหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยที่ได้คือค่าปริมาณอากาศในคอนกรีต

5. การทดสอบหน่วยน้ำหนัก

วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบหน่วยน้ำหนักของคอนกรีตหน่วยน้ำหนักที่ได้จากการคำนวณว่า ถูกต้องหรือไม่

มาตรฐานที่ใช้

BS 1881 : PART 107

Method of Determination of DENSITY OF COMPACTED FRESH CONCRETE

อุปกรณ์

- 1) ถังใส่คอนกรีตขนาดมาตรฐาน ความจุ 10 ลิตร
- 2) เหล็กต๋าหน้าตัดเหลี่ยมจัตุรัส พื้นที่ 1 ตารางนิ้ว
- 3) เหล็กปิดหน้าคอนกรีต
- 4) เครื่องชั่งที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 กก.
- 5) ช้อนตัก



รูปที่ 7.17 อุปกรณ์ทดสอบหน่วยน้ำหนัก

วิธีทดสอบ

- 1) ชั่งน้ำหนักถังเปล่าบันทึกค่าไว้
- 2) นำคอนกรีตใส่ลงในถัง โดยแบ่งเป็น 6 ชั้น ใช้เหล็กต๋า ต่ำคอนกรีตให้แน่น ในแต่ละชั้นต้องต๋ามไม่น้อยกว่า 60 ครั้ง ทำจนครบ 6 ชั้น
- 3) ใช้เหล็กปาดหน้าคอนกรีตให้เรียบ
- 4) นำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งบันทึกน้ำหนักที่ได้
- 5) นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาหน่วยน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{หน่วยน้ำหนักคอนกรีต} = \frac{\text{น้ำหนักคอนกรีตในถัง}}{\text{ปริมาณถัง}}$$

ในการคำนวณหน่วยน้ำหนัก ควรให้มีความละเอียดถึง 10 กก./ลบ.ม.

6. การทดสอบการไหลตัว

วัตถุประสงค์

ปัจจุบันมีการใช้คอนกรีตที่มีความเหลวมากซึ่งจะทำให้เหลวโดยการใส่น้ำยาลดน้ำจำนวนมาก (Superplasticizer) คอนกรีตที่ได้จะมีค่ายุบตัวมากกว่า 15 ซม. การทดสอบการยุบตัวไม่เหมาะสมจึงใช้วิธีการวัดการไหลของคอนกรีตแทน

มาตรฐานที่ใช้

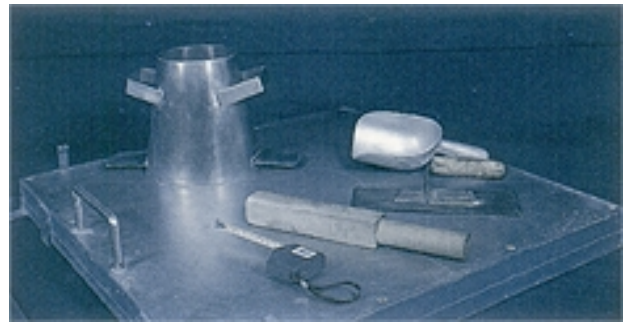
DIN 1048 : PART 1

Method for

DETERMINATION OF FLOW

อุปกรณ์

- 1) โต๊ะเขย่า (Flow table) ขนาด 70 x 70 ซม.
- 2) โคนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางด้านบน 13 ซม. ด้านล่าง 20 ซม. สูง 20 ซม. มีหูจับและแผ่นเหล็กยื่นออกมาให้เท้าเหยียบ
- 3) ไม้ต๋าหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 40 x 40 มม.
- 4) ช้อนตัก, เกรียงเหล็ก



รูปที่ 7.18 อุปกรณ์ทดสอบการไหลตัว

วิธีการทดสอบ

- 1) ทำอุปกรณ์ทั้งหมดให้เปียก
- 2) วางโคนลงกลางโต๊ะเขย่าให้ตรงรอยขีด ใช้เท้าเหยียบปลายทั้ง 2 ข้าง
- 3) ตักคอนกรีตใส่โคน 2 ชั้น แต่ละชั้นต๋าด้วยไม้ต๋า 10 ครั้ง
- 4) เมื่อต๋าชั้นสุดท้ายเสร็จ ปาดผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบ ทำความสะอาดโต๊ะเขย่า
- 5) ยกโคนขึ้นตรง ๆ
- 6) ยกโต๊ะเขย่าขึ้นให้ถึงขอบและปล่อยลงทำอย่างนี้ 15 ครั้ง คอนกรีตจะแผ่กระจายบนโต๊ะเขย่า
- 7) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของคอนกรีตที่แผ่ออก โดยวัด 2 แนวที่ตั้งฉากกัน
- 8) ค่าการไหลตัวของคอนกรีต คือ ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางทั้ง 2 ที่วัดได้

การประเมินผล

มาตรฐานกำหนดว่า คอนกรีตที่ไหลตัว (Flow Concrete) ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง ทั้ง 2 แนว ต้องมากกว่า 55 ซม.

ในการทดสอบการไหลตัวของคอนกรีตนี้ ยังสามารถบอกได้ว่าคอนกรีตนั้นเหมาะที่จะนำไปใช้งานหรือไม่ โดยดูจากคอนกรีตหลังจากการทดสอบ ถ้าคอนกรีตมีการแยกตัวแสดงว่าคอนกรีตนั้นไม่เหมาะที่จะนำไปใช้งานให้ทำการปรับส่วนผสมใหม่

7. การทดสอบการสูญเสียค่าการยุบตัว (Slump Loss)

วิธีการทดสอบนี้ เป็นการจำลองสภาพคอนกรีตที่อยู่ในไม่ผสม

วัตถุประสงค์

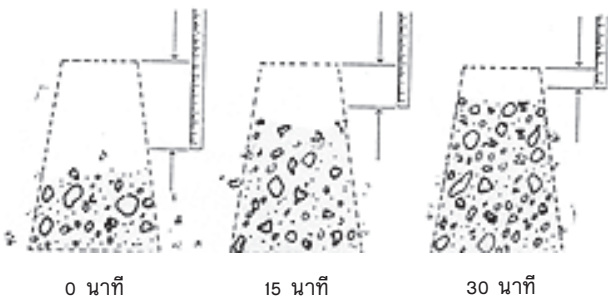
เพื่อดูว่าคอนกรีตนั้นจะมีค่ายุบตัวลดลงตามเวลาอย่างไร

อุปกรณ์

ในการทดสอบนี้ใช้อุปกรณ์ชุดเดียวกับอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบค่ายุบตัว

วิธีการทดสอบ

- 1) นำคอนกรีตที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้ว วัดอุณหภูมิ และหาค่ายุบตัวเริ่มต้น
 - 2) เทคอนกรีตกลับใส่ไม่ผสมทั้งไว้โดยปิดฝาไม้ให้น้ำระเหยออก และควรเปิดเครื่องผสมเป็นระยะ
 - 3) เทคอนกรีตมาหาค่ายุบ และบันทึกค่า
 - 4) ทำเช่นนี้ทุก ๆ 15 นาทีจนคอนกรีตไม่มีค่ายุบตัว นำผลทดสอบที่ได้มาหาเวลาที่เหมาะสมในการที่จะนำคอนกรีตไปใช้งาน
- ค่ายุบตัวของคอนกรีตเมื่อเวลาผ่านไป



0 นาที

15 นาที

30 นาที

รูปที่ 7.19 การสูญเสียค่าการยุบตัว

เวลาหลังผสม นาที	การยุบตัว (ซม.)	
	ไม่ใส่น้ำยา	ใส่น้ำยาประเภทยึดเวลาการก่อตัว
0	10	10
15	9	10
30	7.5	9
60	5	7.5
90	3	6

ตารางที่ 7.4 การสูญเสียค่าการยุบตัวของคอนกรีตที่ใส่และไม่ใส่น้ำยาผสมคอนกรีต

7.9 การวัดค่าความสามารถเทได้อื่น ๆ

นอกจากการวัดความสามารถเทได้โดยวิธีหาค่ายุบตัว และการทดสอบการไหลของคอนกรีตที่กล่าวไปแล้ว ยังมีวิธีการทดสอบความสามารถเทได้ที่เหมาะสมกับงานประเภทต่าง ๆ อีกโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การทดสอบสัดส่วนการอัดแน่น

วัตถุประสงค์

เพื่อหาว่าคอนกรีตนั้น ๆ มีความสามารถทำงานได้มากน้อยขนาดใด วิธีการนี้เหมาะสำหรับการวัดความสามารถทำงานได้ของคอนกรีตที่แห้งหรือมีความสามารถทำงานได้ต่ำ เพราะการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการทำงานได้ของคอนกรีตที่แห้งเพียงเล็กน้อยจะทำให้ค่า Compacting Factor เปลี่ยนไปมาก แต่สำหรับคอนกรีตที่มีความสามารถทำงานได้สูง จะให้ค่าไม่แตกต่างกันมาก

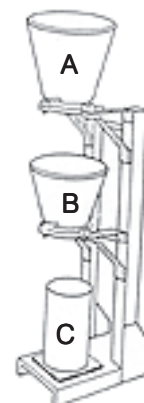
มาตรฐานที่ใช้

BS 1882 : PART 103 : 1983

Method for Determination of COMPACTING FACTOR

อุปกรณ์

- 1) เครื่อง Compacting Factor ซึ่งประกอบด้วยกรวยบน (A) กรวยล่าง (B) และภาชนะรูปทรงกระบอก (C) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 มม. สูง 300 มม.
- 2) เหล็กต๋า
- 3) เครื่องชั่ง 25 กก.
- 4) ข้อนตัก, เกรียงเหล็ก



รูปที่ 7.20 อุปกรณ์ทดสอบสัดส่วนการอัดแน่น

วิธีการทดสอบ

- 1) ใช้ช้อนตัก ตักคอนกรีตใส่ในกรวยบน (A) จนเต็ม ปาดผิวหน้าจนเรียบ
- 2) เปิดฝาล่างของกรวยบน (A) ให้คอนกรีตตกลงมา ในกรวยล่าง (B) ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าจะมีคอนกรีตส่วนหนึ่งล้น ออกไป
- 3) เปิดฝาล่างของกรวยล่าง (B) ให้คอนกรีตตกลงใน ภาชนะรูปทรงกระบอก (C)
- 4) ปาดผิวหน้าคอนกรีตในภาชนะรูปทรงกระบอก (C) ให้เรียบ
- 5) ชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักของคอนกรีตในภาชนะ C ถือว่าเป็น Weight of Partially Compacted Concrete
- 6) เทคอนกรีตในภาชนะ C ออกจากนั้นนำคอนกรีต ใหม่ใหม่เป็นชั้น ๆ 6 ชั้น เท่า ๆ กัน กระทั่งให้แน่นอย่างเต็มที่ ปาดผิวหน้าให้เรียบ
- 7) ชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักคอนกรีตอัดแน่นในภาชนะ C ถือว่าเป็น Weight of Fully Compacted Concrete
- 8) คำนวณหาค่า Compaction Factor (C.F.)

$$C.F. = \frac{\text{Weight of Partially Compacted Concrete}}{\text{Weight of Fully Compacted Concrete}}$$

ค่าที่ได้จะบอกเป็นเลขทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ข้อควรระวัง

- 1) ส่วนผสมคอนกรีตต้องมีขนาดใหญ่สุดของหินไม่เกิน 1 นิ้วครึ่ง หรือ 38 มม.
- 2) ในกรณีที่คอนกรีตแห้งมาก ๆ คอนกรีตจะมาอุดกันที่ ด้านล่างของกรวยและจะค้างต้องใช้เหล็กกระทุ้งแยงให้คอนกรีต ไหลลงไปข้างล่าง

2. การทดสอบวีบี (Vebe Test)

ชื่อ Vebe นี้ได้มาจากชื่อของ V.Bahrner ชาวสวีเดน ผู้คิดค้นและพัฒนาวิธีการทดสอบนี้

มาตรฐานที่ใช้

BS 1881 : PART 104 : 1983

Method for Determination of VEBE TIME

อุปกรณ์

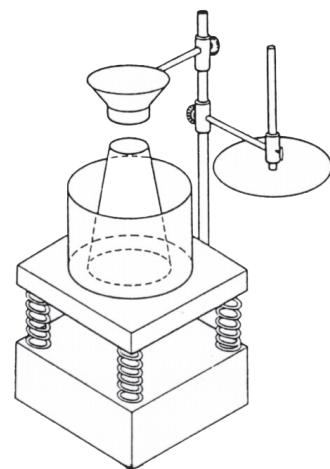
- 1) ชุดเครื่องมือมาตรฐานสำหรับทดสอบ Vebe ที่ประกอบด้วยกรวยตัด ชุดเขย่ามาตรฐาน
- 2) เหล็กต๋า
- 3) ช้อนตัก, เกรียงเหล็ก
- 4) นาฬิกาจับเวลา

วิธีการทดสอบ

- 1) วางกรวยสำหรับหาค่ายุบตัวที่กลางชุดเขย่าตักคอนกรีตใส่แล้วตั้งกรวยขึ้น
- 2) เลื่อนแผ่นแก้ววางลงบนคอนกรีต
- 3) เริ่มทำการเขย่าจนกว่าผิวของแผ่นแก้วสัมผัสกับคอนกรีตทั่วแผ่น โดยสังเกตช่องอากาศใต้แผ่นแก้วจะค่อย ๆ ถูกกำจัดไป
- 4) จับเวลาตั้งแต่เริ่มเขย่าจนเสร็จ เป็นวินาที เวลาที่ได้คือ เวลาวีบี

วิธี Vebe นี้ เหมาะสำหรับทดสอบในห้องปฏิบัติการเท่านั้น และเหมาะสำหรับคอนกรีตที่ค่อนข้างแห้งโดยเวลาวีบีอยู่ระหว่าง 5-30 วินาที วิธีนี้ไม่ควรใช้กับส่วนผสมคอนกรีตที่มีมวลรวมขนาดใหญ่เกิน 1 นิ้วครึ่ง นอกจากนี้การใช้ความชำนาญในการบอกถึงเวลาที่ผิวล่างของแผ่นแก้วสัมผัสกับคอนกรีตทั่วทั้งแผ่น ทำให้เวลาวีบีที่ได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับผู้ทำการทดสอบ

วิธี Vebe นี้เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดสอบ Compacting Factor แล้วพบว่าวิธี Compacting Factor อาจเกิดข้อผิดพลาดในคอนกรีตที่มีความแห้งมาก ๆ เนื่องจากคอนกรีตจะติดกรวยไม่ค่อยไหลลงแต่วิธีวีบีนี้จะให้ค่าที่ดีกว่าและเป็นวิธีที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง ๆ อย่างมาก



รูปที่ 7.21 อุปกรณ์ทดสอบ Vebe

3. การทดสอบการจมของลูกบอลสแตนเลส

วิธีนี้เป็นการทดสอบความสามารถเทได้ของคอนกรีตที่ง่ายและทำได้รวดเร็ว โดยสังเกตจากการรวมของลูกกลมโลหะเคลลี่ (Kelly Ball)

มาตรฐานที่ใช้

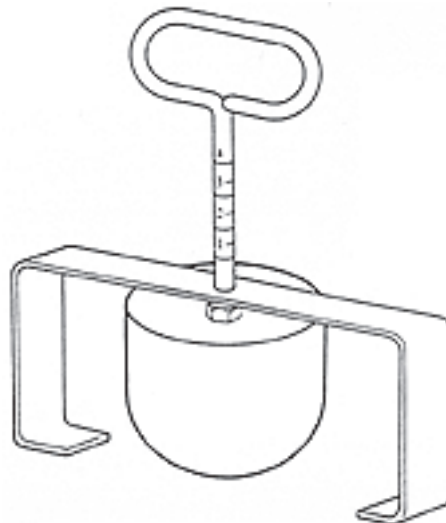
ASTM C 360
Test for BALL PENETRATION IN FRESH PORTLAND CEMENT CONCRETE

อุปกรณ์

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบนี้ได้คิดค้นโดย J.W. Kelly จึงตั้งชื่อว่า Kelly Ball ซึ่งประกอบด้วยลูกกลมโลหะเคลลี่ (Kelly Ball) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.2 ซม. หนัก 14 กก.

วิธีการทดสอบ

- 1) ตักคอนกรีตที่ผสมเสร็จใหม่ๆ ใส่ในภาชนะซึ่งมีความลึกไม่น้อยกว่า 20 ซม. และความกว้างทางด้านข้างไม่น้อยกว่า 45 ซม.
- 2) หย่อนลูกกลมโลหะเคลลี่อย่างเบาๆ ลงบนคอนกรีตซึ่งทำให้เรียบได้ระดับแล้ว
- 3) สังเกตความลึกของการจมตัวอ่านจากสเกลของเครื่องมือนี้



รูปที่ 7.22 Kelly Ball