

คู่มือ



การตรวจสอบคุณภาพงานก่อสร้าง
อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก
สำนักชลประทานที่ 13



ฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์ด้านวิศวกรรม
ส่วนวิศวกรรมบริหาร
สำนักชลประทานที่ 13
พฤษภาคม 2554

ฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์ด้านวิศวกรรม
ส่วนวิศวกรรมบริหาร
สำนักชลประทานที่ 13 กรมชลประทาน
พฤษภาคม 2554

คำนำ

คู่มือฉบับนี้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานตรวจสอบคุณภาพงานก่อสร้าง
อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก เพื่อให้คณะกรรมการตรวจการจ้างและผู้ควบคุมงานใน
สนาม เกิดความคล่องตัว สามารถประสานงานกับฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์
ด้านวิศวกรรม ซึ่งผู้จัดทำคาดหวังว่าจะเป็นประโยชน์และเกิดประสิทธิภาพในการ
ปฏิบัติงาน โดยจะนำข้อมูลปัญหาอุปสรรค จากการปฏิบัติงานมาปรับปรุงคู่มือใน
ลำดับต่อไป

นายเกร็ดหลวง ปฐมเพทาย
หัวหน้าฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์ด้านวิศวกรรม
ส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักชลประทานที่ 13
พฤษภาคม 2554

สารบัญ

หน้า

คำนำ

1. บทนำ	1
2. วัตถุประสงค์ของคู่มือ	1
3. การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานก่อสร้าง	2
ขั้นตอนที่ 1 ก่อนดำเนินการก่อสร้าง	2
ขั้นตอนที่ 2 ขณะก่อสร้าง	3
ขั้นตอนที่ 3 หลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ	4
4. การทำงานคอนกรีต	5
4.1 วัสดุที่นำมาใช้ในงานคอนกรีต	6
4.2 มาตรฐานการทำงานคอนกรีต	8
5. การทำงานดิน	22

ภาคผนวก

- คำสั่งที่ 286/2553 เรื่องการทดลองและตรวจสอบวัสดุเพื่อควบคุมงานก่อสร้าง	ผ1 - ผ7
- การเก็บตัวอย่างวัสดุและปริมาณ	ผ8 - ผ10
- การทดสอบและระยะเวลาการทดสอบ	ผ11
- เกณฑ์กำหนดความถี่ของการทดสอบเพื่อควบคุมคุณภาพงาน	ผ12
- ตัวอย่างบันทึกข้อความนำส่งวัสดุ	ผ13 - ผ14
- ตัวอย่างแผนงานทดสอบวัสดุ	ผ15 - ผ19
- บทสรุปข้อเสนอแนะ	ผ20 - ผ21
- บรรณานุกรม	ผ22

คู่มือการตรวจสอบคุณภาพงานก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก สำนักชลประทานที่ 13

1. บทนำ

งานก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก จำเป็นต้องควบคุมคุณภาพวัสดุก่อนจะนำมาใช้ในงานก่อสร้าง รวมถึงการควบคุมคุณภาพงานเพื่อให้งานได้ตามมาตรฐานตามแบบกำหนด กล่าวคือ การนำวัสดุที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมมาใช้งาน ควบคุมวิธีการนำมาใช้งานอย่างถูกต้อง และการตรวจสอบคุณภาพงานหลังการดำเนินการแล้วเสร็จ ซึ่งเจ้าหน้าที่ฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์ด้านวิศวกรรมต้องเข้าดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยประสานงานกับเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมงานในสนาม

2. วัตถุประสงค์ของคู่มือ

2.1 เพื่อให้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์ด้านวิศวกรรม ส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักชลประทานที่ 13

2.2 เป็นแนวทางการประสานงานในช่วงเวลาที่เหมาะสม ระหว่างเจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กและเจ้าหน้าที่ฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์ด้านวิศวกรรม

2.3 เพื่อให้ทราบขั้นตอนการทดสอบวัสดุและควบคุมคุณภาพงานก่อสร้าง

2.4 เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการปฏิบัติงานและมีคุณภาพงานก่อสร้างที่ดี ตามมาตรฐานงานก่อสร้าง

3. การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพงานก่อสร้าง

ในการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

3.1 งานร่องแกน / Clay Blanket และงานทำนบดิน (Dam)

จำเป็นต้องใช้ดินที่มีคุณสมบัติค่าการซึมผ่านได้น้ำน้อย โดยตัวทำนบดินสร้างระบบระบายน้ำด้านท้าย เพื่อป้องกันการกัดเซาะ เนื่องจากการรั่วซึม ด้านเหนือน้ำอาจใช้หินทิ้งหรือปลูกหญ้าเพื่อป้องกันการกัดเซาะจากคลื่นลม

3.2 อาคารระบายน้ำ (Spillway) เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อระบายน้ำที่มีปริมาณมากเกินกว่าระดับกักเก็บ มิฉะนั้นอาจล้นทำนบดิน เกิดการกัดเซาะและพังทลายได้

3.3 อาคารจ่ายน้ำ (Outlet) โดยทั่วไปจะเป็นท่อเหล็กเหนียว ด้านเหนือน้ำเป็นจุดรับน้ำพร้อมตะแกรงกันสวะ ท้ายน้ำมีวาล์ว ปิด-เปิด พร้อมอาคารคสล. (Control House) เพื่อควบคุมปริมาณการจ่ายน้ำ

การก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก จำเป็นต้องมีการเตรียมการวางแผนการทำงาน เครื่องจักร เครื่องมือ แผนการก่อสร้าง และพิจารณาถึงปัญหาอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้าง แยกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ก่อนดำเนินการก่อสร้าง

ขั้นตอนที่ 2 ขณะก่อสร้าง

ขั้นตอนที่ 3 หลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ

ขั้นตอนที่ 1 ก่อนดำเนินการก่อสร้าง

1.1 ศึกษาแบบก่อสร้าง, ข้อกำหนดต่าง ๆ ในการก่อสร้าง, สัญญาจ้าง

1.2. วางแผนการปฏิบัติงานก่อสร้าง, แผนเครื่องจักรเครื่องมือ, แผนอัตราค่าจ้าง

1.3. ประชุมเพื่อสรุปแนวทางปฏิบัติในการทำงาน

- 1.4 วางแผนการทดสอบและจัดส่งวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ เพื่อทดสอบคุณสมบัติ
- 1.5 จัดเตรียมสถานที่กองเก็บวัสดุในสนาม

ขั้นตอนที่ 2 ขณะก่อสร้าง

- 2.1 งานร่อนแกน/ Clay Blanket และทำนบดิน
 - 2.1.1 ขุดร่อนแกนให้ลึกได้ตามขนาด ตรวจสอบชั้นดินที่บ้น้ำและทำความสะอาด
 - 2.1.2 จัดเตรียมดินที่จะนำมาใช้งานและทำการทดสอบเพื่อหาค่าจำนวนเที่ยวในการบดอัดสำหรับการควบคุมงาน (ดูเอกสาร หน้า 28)
 - 2.1.3 ในการทดสอบความแน่นใช้อัตราส่วน 1 หลุม/700 ตร.ม. โดยประมาณ อาจใช้เจ้าหน้าที่ในสนามทดสอบเองหรือขอเจ้าหน้าที่จากฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์ฯ ก็ได้
 - 2.1.4 ทำการบดอัดแต่ละชั้นตามมาตรฐานการบดอัดดิน (ดูเอกสาร หน้า 24)

ข้อควรปฏิบัติ

- จัดทำแปลงทดสอบทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนบ่อดิน หรือชั้นดินมีการเปลี่ยนสี
- งาน Clay Blanket เมื่อบดอัดเสร็จควรปิดทับด้วยวัสดุปูทับป้องกันการแตกร้าวของดิน
- ดินบดอัดที่ทิ้งไว้นานก่อนการเริ่มชั้นใหม่ต้องทำการรื้อหน้าดินออกและเพิ่มความชื้นในการบดอัดใหม่
- ตรวจสอบความชื้นของบ่อดินตลอดเวลา หากมีความชื้นมากเกินไปให้ทำการผึ่งแดดทิ้งไว้ก่อนการบดอัด

2.2 งานอาคารระบายน้ำ (Spillway)

2.2.1 ขุดดินบ่อก่อสร้างจนถึงระดับที่สามารถรับน้ำหนักได้ (ดินเดิม/ชั้นหิน) และปรับแต่งให้ได้ระดับความต้องการ

2.2.2 เท Lean คอนกรีต ผูกเหล็ก ตั้งแบบ และงานคอนกรีตอื่น ๆ (คูมาตรฐานการทำงานคอนกรีตหน้า 8-22)

ข้อควรปฏิบัติ

- ตรวจสอบค่า Slump (ความชื้นเหลว) ก่อนเทคอนกรีต
- วางแผนกำหนดรอยต่อของผิวคอนกรีตในการทำงานคอนกรีตทุกครั้ง
- ควบคุมการบดอัดข้างอาคารอย่างใกล้ชิด

2.3 งานอาคารจ่ายน้ำ (Outlet)

2.3.1 ตรวจสอบสภาพบริเวณก่อสร้างมิให้มีการทรุดตัว

2.3.2 เชื่อมต่อท่อพร้อมจัดทำ Collar ป้องกันการเลื่อนไถลและการรั่วซึมข้างท่อ

ข้อควรปฏิบัติ

- ตรวจสอบรอยเชื่อมต่อระหว่างท่อแต่ละท่อน
- ควบคุมการบดอัดข้างท่อด้วยแรงคนอย่างใกล้ชิด

ขั้นตอนที่ 3 หลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ

3.1 คณะกรรมการตรวจสอบงานก่อสร้าง ตามรูปแบบที่ต้องการ

3.2. แก้ไขงานก่อสร้างต่าง ๆ ตามที่คณะกรรมการพิจารณา

3.3. เก็บข้อมูลผลการทดสอบ ผลสำรวจค่าระดับ และเอกสารอื่น ๆ แบบก่อสร้างต่างๆ ประกอบเอกสารส่งมอบงาน

ข้อควรปฏิบัติ

- จัดทำสรุปผลการปฏิบัติงาน ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไขพร้อมภาพถ่าย

- จัดทำ AS-Built Drawing ค่าระดับ/ขนาดต่าง ๆ เพื่อเป็นประวัติ
สำหรับงานปรับปรุง-ซ่อมแซม ต่อไป

4. การทำงานคอนกรีต

ในส่วนของฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์ จะตรวจสอบคุณภาพมาตรฐานของเหล็กเส้นที่นำมาใช้งาน และงานคอนกรีต สำหรับงานดินชุดบ่อก่อสร้าง งานผูกเหล็ก ตั้งแบบ รื้อแบบต่าง ๆ ให้ฝ่ายก่อสร้างพิจารณาดำเนินการ ซึ่งในการทำงานคอนกรีตบางงานจัดซื้อคอนกรีตผสมเสร็จ บางงานจัดซื้อวัสดุ ปูนซีเมนต์ หิน ทรายและนำมาผสมเองในสนาม

การควบคุมคุณภาพคอนกรีตผสมเสร็จ

1. ตรวจสอบอัตราส่วนผสมคอนกรีต (Mixed Design) ของผู้ผลิตให้ได้กำลังอัดไม่น้อยกว่าที่กำหนด
2. ดูระยะเวลาตั้งแต่ผสมที่โรงงานและขนส่งมาถึงหน้างาน
3. ตรวจสอบค่าการยุบตัว Slump Test
4. สุ่มเก็บตัวอย่างแท่งคอนกรีตทุกวันที่มีการเท หรือทุก 50 ลบ.ม. ต่อ 1 ชุด (6 แท่ง)
5. จัดส่งแท่งคอนกรีตเพื่อทดสอบกำลังอัดที่อายุ 7 วัน และ 28 วัน

การควบคุมคุณภาพคอนกรีตผสมเองในสนาม

1. จัดส่งวัสดุ ปูนซีเมนต์ หิน ทราย เพื่อทดสอบคุณสมบัติและออกแบบอัตราส่วนผสมคอนกรีต (Mixed Design)
2. เก็บตัวอย่างแท่งคอนกรีตทุกวันที่มีการเท หรือ ทุก 50 ลบ.ม. ต่อ 1 ชุด (6 แท่ง)
3. จัดส่งแท่งคอนกรีตเพื่อทดสอบกำลังอัดที่อายุ 7 วัน และ 28 วัน

4. หากมีการเปลี่ยนแหล่งวัสดุ ให้จัดส่งห้องปฏิบัติการเพื่อดำเนินการ
ออกแบบอัตราส่วนผสมคอนกรีตใหม่

4.1 วัสดุที่นำมาใช้ในงานคอนกรีต

1. ปูนซีเมนต์

- ปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการผสมคอนกรีตจะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 และมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.15
- ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่ใหม่ ไม่เสื่อมคุณภาพ และไม่เปียกชื้นหรือจับตัวเป็นก้อน
- สร้างห้องเก็บปูนซีเมนต์ ณ บริเวณสถานที่ก่อสร้างให้สามารถกันน้ำกันฝน และกันความชื้นแก่ปูนซีเมนต์ได้เป็นอย่างดี พื้นห้องต้องยกสูงพ้นระดับดินอย่างน้อย 30 เซนติเมตร การกองปูนซีเมนต์ชนิดถุงจะต้องกองซ้อนกันไม่สูงเกิน 14 ถุง สำหรับระยะเวลาการกองไม่เกิน 1 เดือน และไม่สูงเกิน 7 ถุง สำหรับระยะเวลาการกองเกินกว่า 1 เดือน
- ในฤดูฝนห้ามใช้ปูนซีเมนต์ที่เก็บไว้นานกว่า 1 เดือน ส่วนในฤดูแล้งห้ามใช้ปูนซีเมนต์ที่เก็บไว้นานกว่า 3 เดือน นับอายุตั้งแต่โรงงานผลิต
- ปูนซีเมนต์ที่ขนส่งไปเก็บไว้เพื่อใช้งานในบริเวณสถานที่ก่อสร้างจะต้องได้รับการตรวจสอบทุกเที่ยวการขนส่ง และมีปริมาณพอเพียงที่จะไม่ทำให้งานก่อสร้างล่าช้าอันเนื่องมาจากการขาดปูนซีเมนต์

2. มวลรวมละเอียด

มวลรวมละเอียดที่ใช้ในการผสมคอนกรีต ได้แก่ ทรายแม่น้ำ หรือทรายย่อย (Crushed Sand) ที่มีลักษณะหยาบ เป็นเม็ดแฉ่ง สะอาด ปราศจากสารอินทรีย์ และสิ่งไม่พึงประสงค์เจือปน ให้เป็นไปตามคุณสมบัติตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน

3. มวลรวมหยาบ

มวลรวมหยาบที่จะนำมาใช้ผสมคอนกรีตจะต้องมีขนาดไม่ใหญ่กว่า $\frac{1}{4}$ ของส่วนที่แคบที่สุดของโครงสร้างคอนกรีตที่จะเท หรือต้องไม่ใหญ่กว่า $\frac{2}{3}$ ของระยะช่องว่างระหว่างเหล็กเสริม หรือต้องไม่ใหญ่กว่า $\frac{1}{3}$ ของความหนาของแผ่นพื้น

3.1 หินย่อย

หินย่อยที่ใช้ผสมคอนกรีตนี้ต้องเป็นหินที่ไม่ด้วยเครื่องจักร มีลักษณะรูปร่างเหลี่ยมค่อนข้างกลม ให้เป็นไปตามคุณสมบัติตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน

3.2 กรวด

กรวดที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องเป็นกรวดที่มีลักษณะรูปร่างค่อนข้างกลม มีส่วนแบนเรียวน้อยให้เป็นไปตามคุณสมบัติตามมาตรฐานวัสดุของกรมชลประทาน

4. น้ำผสมคอนกรีต

น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตต้องสะอาด ปราศจากต่าง น้ำมัน วัชพืชเน่า และสารเจือปนอื่นๆ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของคอนกรีต

ในกรณีที่สงสัยว่าน้ำดังกล่าวใช้ในการผสมคอนกรีตได้หรือไม่ ให้ดำเนินการตามข้อหนึ่งข้อใดดังต่อไปนี้

4.1 ดำเนินการเปรียบเทียบระหว่างคอนกรีตที่ใช้น้ำที่ต้องการผสมกับคอนกรีตที่ใช้น้ำสะอาด ดังนี้

- กำลังอัดของคอนกรีตต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ของคอนกรีตที่ใช้น้ำสะอาด

- ระยะเวลาการก่อตัวเมื่อเทียบกับคอนกรีตที่ใช้น้ำสะอาดต้องไม่เร็วเกินกว่า 1 ชั่วโมง แต่ไม่ช้ากว่า 1:30 ชั่วโมง

4.2 ส่งตัวอย่างน้ำที่จะใช้ผสมคอนกรีตไปวิเคราะห์ที่สำนักวิจัยและพัฒนา

4.2 มาตรฐานการทำงานคอนกรีต

จำนวนปูนซีเมนต์ มวลรวมละเอียด มวลรวมหยาบแต่ละขนาด น้ำ แร่ผสมเพิ่ม และสารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีตที่จะนำไปใช้ในการผสมคอนกรีตแต่ละครั้ง จะต้องได้มาจากการชั่งน้ำหนักหรือการวัดปริมาตรแล้วแต่กรณีให้ถูกต้องตามสัดส่วนที่กำหนดให้

1. การผสมคอนกรีต

เมื่อได้ใส่ส่วนผสมคอนกรีตทุกชนิด (ยกเว้นน้ำ) ลงในเครื่องผสมคอนกรีตครบแล้วให้ผสมคลุกเคล้าจนเข้ากันดีเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 นาที จึงเติมน้ำ และผสมคอนกรีตคลุกเคล้าให้เข้ากันโดยตลอดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 นาที จนได้คอนกรีตที่มีความชื้นเหลวสม่ำเสมอ เครื่องผสมคอนกรีตจะต้องได้รับการตรวจสอบ ทำความสะอาด กำจัดคอนกรีตที่เหลืค้างติดเครื่องผสมคอนกรีตออกให้หมดเป็นประจำทุกวันเครื่องผสมคอนกรีตจะต้องสามารถทำงานได้ตามกำลังเครื่องยนต์และความจุที่กำหนดไว้

2. อัตราส่วนผสม

อัตราส่วนผสมของคอนกรีตจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของงาน สภาพแวดล้อม บริเวณที่ตั้งของงานก่อสร้าง และแหล่งวัสดุที่ใช้ผสม การกำหนดอัตราส่วนผสมของคอนกรีตจะต้องคำนึงถึงคุณภาพของคอนกรีตเกี่ยวกับความแข็งแรง ความคงทนของคอนกรีต และความสะดวกในการทำงานได้ อัตราส่วนผสมของคอนกรีตนั้นจะต้องคอยตรวจสอบแก้ไขอยู่เสมอ เพื่อที่จะได้คอนกรีตที่มีคุณภาพดีและประหยัด

การกำหนดส่วนผสมของคอนกรีตจะต้องใช้วัสดุผสมคอนกรีต ได้แก่ ปูนซีเมนต์ มวลรวมละเอียดมวลรวมหยาบ รวมถึงแร่ผสมเพิ่มและสารเคมีผสมเพิ่ม (ถ้าใช้) ซึ่งได้จัดเตรียมไว้ที่บริเวณสถานที่ก่อสร้างมาทดลองหาอัตราส่วนผสม โดยส่งให้ฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์ฯ สขบ.13 เป็นผู้กำหนดอัตราส่วนผสม และในกรณีที่ผู้รับจ้างใช้คอนกรีตผสมเสร็จที่สั่งซื้อจากโรงงาน ผู้รับจ้างต้องส่งวัสดุ

ผสมและอัตราส่วนผสมที่ใช้ ฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์ฯ ส่วนวิศวกรรมบริหาร
สขป.13 ตรวจสอบก่อนใช้งานทุกครั้ง

3. อุณหภูมิของคอนกรีต

อุณหภูมิของคอนกรีตขณะทำการเทจะต้องไม่สูงเกิน 40 องศาเซลเซียส และถ้าหากอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย ณ บริเวณก่อสร้างของวันที่ทำการเทคอนกรีตสูงเกิน 35 องศาเซลเซียส ต้องดำเนินการลดอุณหภูมิของวัสดุผสมคอนกรีต โดยการฉีดพ่นน้ำเย็นลงในกองวัสดุมวลรวมหยาบและวัสดุมวลรวมละเอียด หรือเทคอนกรีตในเวลากลางคืน หรือทำหลังคาบังแดดคลุมกองวัสดุตลอดจนหาทางป้องกันอย่าให้เครื่องผสมหรือถังเก็บปูนซีเมนต์ และอุปกรณ์ต่างๆ ถูกแสงแดดโดยตรง หรือใช้กรรมวิธีทั้งหมดประกอบกัน

4. ความชื้นเหลวของคอนกรีต

เนื่องจากความชื้นที่มีอยู่ในวัสดุที่นำมาผสมคอนกรีตอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นจำนวนน้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องคอยปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมขณะผสมคอนกรีตที่เครื่องผสม ทั้งนี้เพื่อให้ได้ความชื้นเหลวที่เหมาะสมและคงที่อยู่ตลอดเวลา การยุบตัว (Slump) ของคอนกรีตสามารถเปลี่ยนแปลงได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ความยากง่ายในการเทลงแบบ และความสามารถในการกระทุ้งหรือเขย่าคอนกรีตในแบบเพื่อให้คอนกรีตมีเนื้อแน่นไม่เกิดโพรง โดยการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมคอนกรีตให้มีการยุบตัวเพิ่มขึ้นตามความต้องการให้เหมาะสมกับสภาพของงาน

ในกรณีคอนกรีตที่จะเทลงแบบมีค่าการยุบตัวน้อยเกินไปไม่เหมาะสมแก่การใช้งาน สามารถเพิ่มค่าการยุบตัวให้แก่คอนกรีตนั้นได้โดยวิธีการเพิ่มน้ำและปูนซีเมนต์ลงไปในส่วนผสม โดยรักษาค่าอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ (W/C) ไว้ไม่ให้สูงกว่าเดิม หรือใช้สารลดน้ำระดับสูง (Water-reducing, high range admixtures) ในอัตราที่ทำให้คอนกรีตมีค่าการยุบตัวตามที่ต้องการ ห้ามเติมน้ำในส่วนผสมเพียงอย่างเดียวเพื่อเพิ่มค่าการยุบตัวให้แก่คอนกรีตโดยเด็ดขาด

5. การตรวจสอบคุณภาพคอนกรีต

การตรวจสอบความชื้นเหลวคอนกรีตสามารถทำได้โดยการทดสอบการยุบตัว (Slump Test) และการทดสอบกำลังอัดแท่งคอนกรีตที่อายุ 7 วัน และ 28 วัน หรือตามที่แบบกำหนด จากการหล่อแท่งคอนกรีตทรงกระบอก ขนาด 6 x 12 นิ้ว หรือทรงลูกบาศก์ ขนาด 6 x 6 x 6 นิ้ว จากส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ในการก่อสร้างนั้นๆ

6. การเก็บตัวอย่างคอนกรีต

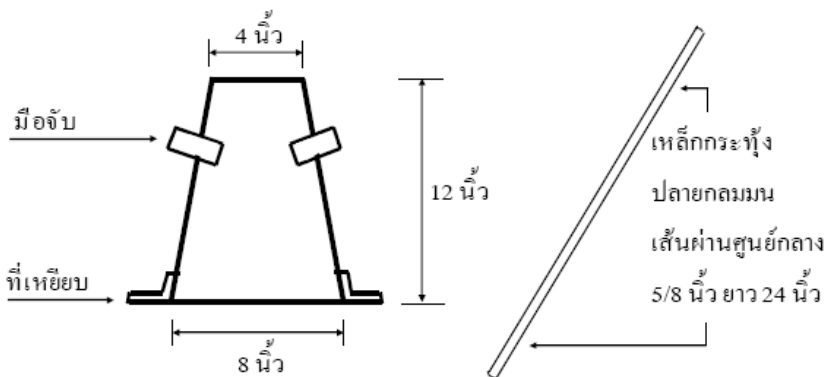
ให้ทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำไปใช้ทดสอบกำลังอัดตามเกณฑ์ดังนี้

- ตัวอย่าง 1 ชุด ประกอบด้วยแท่งคอนกรีต จำนวน 6 แท่ง ซึ่งต้องเก็บในเวลาเดียวกันมีความชื้นเหลวเท่ากัน ในการนี้จะต้องหาค่าการยุบตัว (Slump Test) ด้วยทุกครั้ง

- การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังอัดให้เก็บวันละ 1 ชุด เป็นอย่างน้อย หรือเก็บในกรณีที่คาดว่าคอนกรีตมีความผิดปกติ การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบค่าการยุบตัว (Slump Test) จะเก็บอย่างน้อยวันละ 3 ครั้ง

7. การวัดการยุบตัวของคอนกรีต (Slump Test) โดยใช้กรวยทดสอบการยุบตัว (Slump Cone)

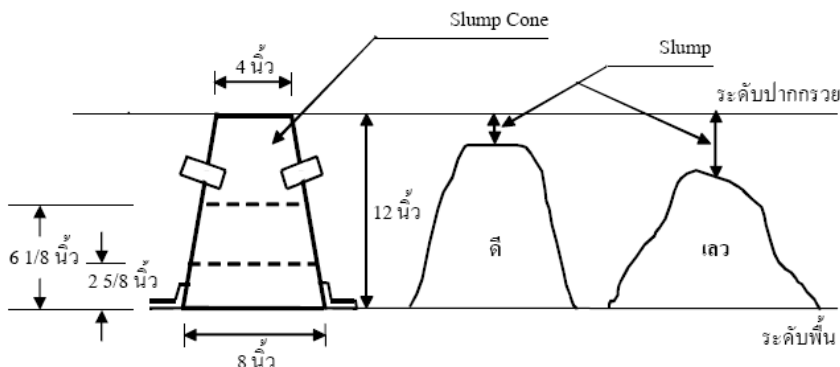
การควบคุมความสามารถเทได้ของคอนกรีตทำได้โดยการหาค่าการยุบตัวโดยวิธี Slump Test ค่าการยุบตัวของคอนกรีตจะต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 2 - 7 นิ้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของงานที่ต้องการเท และความพร้อมของเครื่องมือที่ใช้ในการทำให้คอนกรีตแน่น การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำมาทำการทดสอบหาค่าการยุบตัวจะต้องเก็บให้แล้วเสร็จภายในเวลา 15 นาที การวัดการยุบตัวของคอนกรีต (Slump Test) โดยใช้กรวยทดสอบการยุบตัว (Slump Cone) ซึ่งมีลักษณะเป็นกรวยเปิดทั้งสองด้าน มีเส้นผ่านศูนย์กลางด้านบน 4 นิ้ว (100 มิลลิเมตร) ด้านล่าง 8 นิ้ว (200 มิลลิเมตร) สูง 12 นิ้ว (300 มิลลิเมตร) มีที่เหยียบ และมีมือจับ ดังรูป



วิธีทดสอบ

กรวยทดสอบการยุบตัว (Slump Cone) จะต้องชุบน้ำก่อนทดสอบแล้ว วางลงบนพื้นราบเรียบที่ชื้นและไม่ดูดน้ำ ระหว่างเติมคอนกรีตลงในกรวยและ ขณะทำการทดสอบควรหลีกเลี่ยงมีให้ตัวอย่างคอนกรีตสัมผัสกับแดดและลม ซึ่ง ส่วนผสมคอนกรีตที่ทำการทดสอบการยุบตัวนี้จะต้องมีขนาดโตสุดของมวลรวม หยาบไม่เกิน $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ถ้ามวลรวมหยาบมีขนาดใหญ่กว่า $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ต้องร่อนส่วน ที่ใหญ่เกิน $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ออกก่อนทำการทดสอบ ผู้ทดสอบจะต้องเหยียบบนที่เหยียบ ทั้งสองข้างให้แน่น การเติมคอนกรีตลงในกรวยจะต้องเติม 3 ชั้น ชั้นละประมาณ $\frac{1}{3}$ ของปริมาตรของกรวย ซึ่งความสูงจากชั้นล่างถึงชั้นบนมีดังนี้ 25% นิ้ว 61% นิ้ว และ 12 นิ้ว ในการเติมคอนกรีตจะต้องเฉลี่ยคอนกรีตให้ลงทั่วหน้าตัดกรวย โดยแต่ ละชั้นต้องกระทุ้งด้วยเหล็กกระทุ้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว (16 มิลลิเมตร) ที่มีหัวกลมมนแบบลูกปัด จำนวน 25 ครั้ง การกระทุ้งต้องกระทำให้สม่ำเสมอ วน ไปรอบๆ หน้าตัดของผิวคอนกรีต การกระทุ้งชั้นล่างให้กระทุ้งถึงพื้นพอดี (กระแทกพื้นเบาๆ) ส่วนชั้นที่ 2 และ 3 ให้กระทุ้งลึกลงไปชั้นถัดไปเพียง เล็กน้อย การกระทุ้งในชั้นที่ 3 หลังจากเติมคอนกรีตเต็มกรวยแล้วให้กระทุ้ง จำนวน 15 ครั้งก่อน แล้วเติมคอนกรีตให้เต็มกรวยอีกครั้ง กระทุ้งอีกจำนวน 10 ครั้ง จากนั้นให้ปาดหน้าคอนกรีตให้เรียบ (ถ้าจะต้องเติมคอนกรีตลงในกรวยก่อน

ปาดหน้า ห้ามเติมคอนกรีตสูงจากขอบกรวยเกิน 3 มิลลิเมตร) แล้วกวาดคอนกรีตที่หล่นข้างๆ ฐานกรวยออกให้หมด ยกกรวยขึ้นช้าๆ ในแนวตั้ง ภายในเวลา 3 – 7 วินาที นอกจากนี้จะต้องทำการทดสอบการยุบตัวให้แล้วเสร็จภายในเวลา 2½ นาที



การยุบตัวของคอนกรีตวัดได้จากผลต่างระหว่างความสูงของแบบกรวย (12 นิ้ว) กับความสูงของคอนกรีตโดยเฉลี่ยหลังจากยกแบบกรวยออกแล้ว หากตัวอย่างคอนกรีตซึ่งทลายลงหรือเอียงผิดปกติควรจะทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งด้วยคอนกรีตใหม่ หลังจากวัดการยุบตัวแล้วควรใช้แท่งเหล็กกระทุ้งเคาะข้างๆ ตัวอย่าง 2 - 3 ครั้ง เพื่อดูการทรุดตัวของคอนกรีตสด ซึ่งจะเป็เครื่องมือชี้ให้เห็นคุณภาพของคอนกรีตว่ามีคุณภาพดีหรือเลว ซึ่งคอนกรีตที่มีคุณภาพดีนั้น เมื่อเคาะแล้วจะยุบตัวลงโดยคงรูปเดิมอยู่ ส่วนคอนกรีตเลวจะทลายจากกัน หากสงสัยผลการทดสอบ ควรทำการทดสอบหาค่าการยุบตัว 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

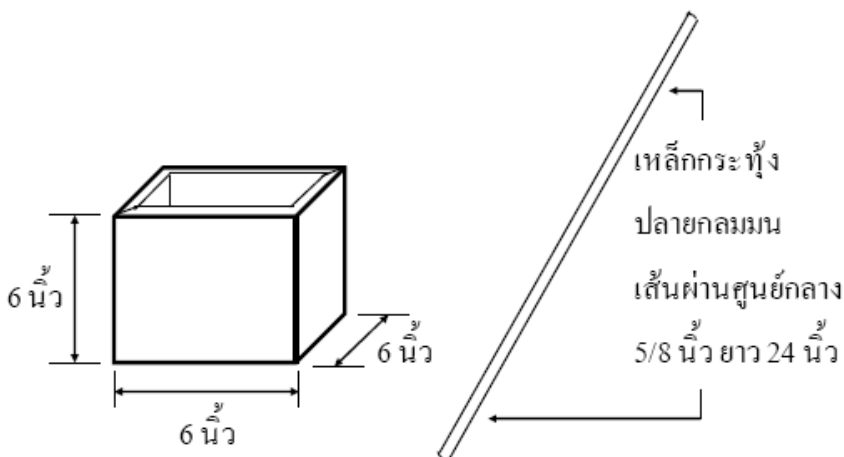
8. การหล่อแท่งคอนกรีต และการแกะแบบหล่อ

8.1 การหล่อแท่งคอนกรีต

แบบหล่อแท่งคอนกรีตเป็นเหล็กที่มีขนาดตั้งระบุในข้อ 5 ก่อนการหล่อต้องทาด้วยน้ำมันทาแบบเสียก่อน โดยคอนกรีตที่จะเก็บตัวอย่างต้องมีขนาดโตสุดของมวลรวมหยาบไม่ใหญ่กว่า 2 นิ้ว ถ้ามวลรวมหยาบมีขนาดใหญ่กว่า 2 นิ้ว

ต้องร่อนเอาส่วนที่ใหญ่เกิน 2 นิ้วออกก่อน ซึ่งส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้หล่อจะต้องเป็นคอนกรีตที่กำลังจะเทลงแบบ การหล่อแท่งคอนกรีตให้ใส่คอนกรีตชั้นละ $\frac{1}{2}$ ของความจุของแบบหล่อ โดยแต่ละชั้นให้กระทุ้งโดยสม่ำเสมอด้วยเหล็กกระทุ้ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{5}{8}$ นิ้ว (16 มิลลิเมตร) ยาว 24 นิ้ว (600 มิลลิเมตร) และปลายมนแบบหัวลูกป็น จำนวน 36 ครั้ง การกระทุ้งชั้นแรกควรกระทุ้งให้กระทบแผ่นเหล็กล่างของแบบหล่อเบาๆ ส่วนการกระทุ้งชั้นสองให้กระทุ้งเพียงผ่านชั้นแรกกลิ้งไปเพียงเล็กน้อยหลังจากกระทุ้งเสร็จในแต่ละชั้นให้เคาะด้านข้างของแบบหล่อโดยรอบจำนวน 10 – 15 ครั้ง เพื่อไล่ฟองอากาศแล้วแต่งหน้าให้เรียบ (ถ้าจำเป็นต้องเติมคอนกรีตลงในแบบหล่อนก่อนแต่งผิวหน้า ห้ามเติมคอนกรีตสูงกว่าแบบหล่อเกิน 3 มิลลิเมตร)

ในกรณีที่หล่อแท่งคอนกรีตโดยใช้เครื่องสั่นคอนกรีตแบบหัวจุ่ม ให้ใส่คอนกรีตเพียงชั้นเดียวให้เต็มแบบหล่อแล้วใช้หัวจุ่มของเครื่องเขย่าที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวจุ่มไม่เกิน 30 มิลลิเมตร จุ่มในเนื้อของคอนกรีตจำนวน 3 จุด แล้วใช้เกรียงปาดหน้าให้เรียบ ซึ่งการเก็บตัวอย่างต้องเก็บให้แล้วเสร็จภายในเวลา 15 นาที



ข้อควรระวังในการหล่อแบบ

- พื้นที่วางแบบหล่อควรมีระดับราบเรียบ
- ขณะทำการหล่อต้องหลีกเลี่ยงการสั่นสะเทือนใดๆ
- ปาดผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบ
- คอนกรีตที่หล่อควรหลีกเลี่ยงการถูกแดดและฝน
- เมื่อผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้งให้ใช้กระสอบชุบน้ำคลุมไว้จนกระทั่ง

ถึงเวลาแกะแบบหล่อ

8.2 การแกะแบบหล่อแท่งคอนกรีต

- การแกะแบบหล่อจะต้องกระทำโดยระมัดระวังและไม่แกะก่อน 16 ชั่วโมง หลังจากหล่อ

- เมื่อแกะแท่งคอนกรีตจากแบบหล่อแล้ว ให้เขียนวัน เดือน ปี ที่ทำการหล่อ ค่าการยุบตัวและหมายเลขแท่งด้วยเครื่องเขียนที่ไม่ลางเลือนเมื่อถูกความชื้นหรือน้ำ

9. การทดสอบแท่งคอนกรีต

แท่งตัวอย่างคอนกรีตที่เก็บได้แล้ว จะดำเนินการทดสอบตามเกณฑ์ต่อไปนี้

9.1 จำนวนแท่งตัวอย่าง

แท่งตัวอย่างคอนกรีต 1 ชุด จำนวน 6 แท่ง จะแบ่งทำการทดสอบโดยทดสอบกำลังอัดที่อายุ 28 วัน จำนวน 3 แท่ง และที่เหลือใช้อีก 3 แท่งทดสอบที่อายุ 7 วัน ที่ห้องทดลอง สำนักชลประทานที่ 13 เพื่อใช้ควบคุมการก่อสร้าง

9.2 เกณฑ์กำหนดค่ากำลังอัด

กำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตทรงกระบอกมาตรฐาน 6×12 นิ้ว ที่อายุ 28 วัน เมื่อใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ล้วน ให้ถือตามเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

ที่	กำลังอัดของแท่งคอนกรีต ที่อายุ 28 วัน	กำลังอัดของแท่งคอนกรีต ที่อายุ 7 วัน	หมายเหตุ
1	แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 140 กก./ ตร.ซม.	ต้องไม่ต่ำกว่า 110 กก./ ตร.ซม.	ถ้าผลการทดสอบ กำลังอัดที่อายุ 7 วัน ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ กำหนดต้องเปลี่ยน ส่วนผสมใหม่ โดย ทันทีตามคำแนะนำ ของผู้ควบคุม งานของผู้ว่าจ้าง แต่การพิจารณา กำลังของคอนกรีต จะพิจารณาที่อายุ 28 วัน
2	แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 175 กก./ ตร.ซม.	ต้องไม่ต่ำกว่า 140 กก./ ตร.ซม.	
3	แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 210 กก./ ตร.ซม.	ต้องไม่ต่ำกว่า 170 กก./ ตร.ซม.	
4	แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 240 กก./ ตร.ซม.	ต้องไม่ต่ำกว่า 210 กก./ ตร.ซม.	
5	แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 300 กก./ ตร.ซม.	ต้องไม่ต่ำกว่า 240 กก./ ตร.ซม.	
6	แบบกำหนดไม่ต่ำกว่า 350 กก./ ตร.ซม.	ต้องไม่ต่ำกว่า 280 กก./ ตร.ซม.	

ในการทดสอบกำลังอัดตัวอย่างแท่งคอนกรีตให้ใช้แบบหล่อแท่งคอนกรีตทรงลูกบาศก์ขนาด $6 \times 6 \times 6$ นิ้ว ($150 \times 150 \times 150$ มิลลิเมตร) เมื่อได้กำลังอัดแท่งคอนกรีตทรงลูกบาศก์แล้ว ให้แปลงค่าเป็นกำลังอัดคอนกรีตทรงกระบอกมาตรฐาน ขนาด 6×12 นิ้ว โดยใช้ความสัมพันธ์ที่กำหนด ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดโตสุดของมวลรวมหยาบที่ใช้ ดังต่อไปนี้

หินย่อยขนาดโตสุด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว

- กำลังอัดทรงกระบอก : $fc' = 0.916 \times \text{กำลังอัดทรงลูกบาศก์} - 23.962$

หินย่อยขนาดโตสุด 1 นิ้ว

- กำลังอัดทรงกระบอก : $fc' = 0.895 \times \text{กำลังอัดทรงลูกบาศก์} - 15.207$

หिनย้อยขนาดโตสุด $\frac{3}{4}$ นิ้ว

- กำลังอัดทรงกระบอก : $fc' = 0.933 \times \text{กำลังอัดทรงลูกบาศก์} - 9.687$

หिनย้อยขนาดโตสุด $\frac{1}{2}$ นิ้ว

- กำลังอัดทรงกระบอก : $fc' = 0.960 \times \text{กำลังอัดทรงลูกบาศก์} - 6.215$

9.3 เกณฑ์การตัดสิน

เกณฑ์การตัดสินใช้ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบกำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตอย่างน้อย 3 แท่งต้องไม่ต่ำกว่ากำลังอัดที่แบบกำหนด และผลการทดสอบกำลังอัดของแต่ละแท่งต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 ของกำลังอัดที่แบบกำหนด

10. เครื่องผสมคอนกรีต

10.1 ใช้เครื่องผสมคอนกรีตชนิดตั้งอยู่กับที่ หรือชนิดติดตั้งบนรถบรรทุกก็ได้โดยเครื่องผสมดังกล่าวจะต้องสามารถผสมปูนซีเมนต์ มวลผสมคอนกรีต น้ำ และสารเคมีผสมเพิ่มให้เป็นเนื้อเดียวกันภายในเวลาผสมที่กำหนด และสามารถจ่ายคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยกตัวของส่วนผสม

10.2 เครื่องผสมคอนกรีตชนิดตั้งอยู่กับที่จะต้องประกอบด้วยตัวไม่ผสมคอนกรีตชนิดวางเอียง และกรวยจ่ายคอนกรีต โดยต้องมีแท่นหรือพื้นยกระดับสำหรับผู้ควบคุมเครื่องผสมจัดวางในตำแหน่งที่ผู้ควบคุมเครื่องสามารถมองเห็นคอนกรีตภายในไม่ผสมในขณะที่ผสมและขณะจ่ายคอนกรีตออกจากไม่ได้ อย่างทั่วถึงชัดเจน และต้องมีแท่นหรือพื้นยกระดับที่สามารถเดินจากห้องควบคุมเพื่อตรวจสอบสภาพคอนกรีตภายในไม่ผสมขณะผสม

10.3 โดยปกติเมื่อบรรจุวัสดุต่างๆ ลงในไม่ผสมจนครบแล้ว จะต้องให้ไม่ผสมหมุนด้วยอัตราความเร็วสม่ำเสมออย่างน้อยจำนวน 12 รอบ โดยปริมาณของวัสดุที่ใช้ผสมแต่ละโมต้องไม่เกินปริมาณความจุของไม่ผสมตามที่

กำหนดโดยโรงงานผู้ผลิตไม่ผสมนั้นๆ และห้ามทำการผสมคอนกรีตด้วยอัตราความเร็วเกินกว่าที่ทางโรงงานกำหนด

10.4 ห้ามเติมน้ำลงในไม่ผสมเพื่อปรับความชื้นเหลวของคอนกรีต หากผู้ควบคุมงานเห็นควรให้เพิ่มความชื้นเหลว จะต้องเติมน้ำและปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับหรือน้อยกว่าอัตราส่วนผสมคอนกรีตเดิมแล้วผสมให้เข้าทั่วถึง

10.5 เครื่องผสมคอนกรีตชนิดติดตั้งบนรถบรรทุก จะต้องสามารถผลิตคอนกรีตสำเร็จให้มีค่ายุบตัวตามที่กำหนด และจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

10.5.1 มาตรวัดปริมาณน้ำผสมคอนกรีตส่วนที่ฉีดออกจากถัง น้ำที่ติดอยู่บนรถบรรทุก โดยต้องมีความแม่นยำสูง

10.5.2 เครื่องมือสำหรับวัดจำนวนรอบการหมุนของไม่ผสม

10.5.3 อุปกรณ์สำหรับการเติมน้ำจากถัง โดยต้องฉีดน้ำออก ด้วยแรงดันให้กระจายอย่างทั่วถึงจากหน้าไม่ถึงท้ายไม่

11. การลำเลียง การเท และการทำให้คอนกรีตแน่น

11.1 การลำเลียงคอนกรีต

วิธีการ เครื่องมือ และระยะเวลาที่ใช้ในการลำเลียงคอนกรีต เพื่อเทลงแบบ ณ จุดก่อสร้างจะต้องสามารถลำเลียงคอนกรีตไปยังแบบให้เร็วที่สุด โดยจะต้องไม่ทำให้มวลรวมหยาบเกิดการแยกตัว (Segregation) ออกจากปูนทราย

11.2 การเทคอนกรีตบนดิน

ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมชั้นดินที่จะเทคอนกรีตทับ โดยต้องขุดดิน ให้ลึกถึงระดับตามแบบโดยที่ระดับดังกล่าวจะต้องปราศจากท่อไม้และวัสดุอันไม่พึงประสงค์ และให้ขุดลึกจากระดับที่ต้องการอีกอย่างน้อย 30 เซนติเมตร แล้วถมดินกลับพร้อมบดอัดแน่นให้มีความแน่นไม่น้อยกว่า 95% Standard Proctor

Compaction Test ก่อนเทคอนกรีตจะต้องตกแต่งผิวหน้าดินให้เรียบ ปูด้วยหิน ย่อย กรวด หรือทราย หนาประมาณ 10 – 20 เซนติเมตร หรือตามที่กำหนดใน แบบ

11.3 การเทคอนกรีตบนหิน

ผิวหน้าของชั้นหินที่จะเทคอนกรีตทับ จะต้องรื้อ และทำความสะอาด สะอาดรอยแตก รอยแยกของหินจนถึงเนื้อหินที่มั่นคงแข็งแรงทั้งด้านล่าง และ ด้านข้างทุกด้านก่อน จากนั้นจึงอุดรอยแตกดังกล่าวด้วยมอร์ตาร์หรือคอนกรีต ทำ ความสะอาดผิวหน้าของหินให้ปราศจากเศษหิน น้ำมัน โคลน ฝุ่นหรือสิ่งใดๆ ที่ เคลือบผิวหน้าหิน ด้วยการฉีดพ่นด้วยลม-น้ำ ความดันสูง (Air-Water Jets) หรือ วิธีการอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพให้ผลดี ก่อนที่จะเทคอนกรีตทับ จะต้องฉีดพรมน้ำ ให้ผิวหน้าหินให้ชื้นอยู่เสมอเป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ก่อนการเทคอนกรีต และในขณะที่เทคอนกรีตนั้นผิวหน้าหินจะต้องอยู่ในสภาพชื้น แต่ต้องไม่มีน้ำขัง

11.4 การทำให้คอนกรีตแน่น

การเทคอนกรีตจะต้องทำให้คอนกรีตมีเนื้อแน่นมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่ให้มีโพรงในเนื้อคอนกรีต และให้เนื้อคอนกรีตเบียดแน่นกับผิวของ แบบ และจับยึดเหล็กที่ฝังไว้แน่น การเขย่าคอนกรีตในโครงสร้างต่างๆ ต้องใช้ เครื่องเขย่าให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน ซึ่งมีทั้งชนิดหัวจุ่ม (Immersion Type Vibrator) และชนิดติดกับแบบ (Form Vibrator) สำหรับชนิดหัวจุ่ม จะต้องสั่นได้อย่างน้อย 7,000 ครั้งต่อนาที เมื่อจุ่มอยู่ในคอนกรีต และชนิดติดกับ แบบจะต้องสั่นได้อย่างน้อย 8,000 ครั้งต่อนาที ในการทำให้คอนกรีตแน่นแต่ละ ชั้นด้วยเครื่องเขย่าชนิดหัวจุ่ม เครื่องเขย่าจะต้องตั้งให้ได้ฉากและจุ่มลงไปถึง คอนกรีตชั้นล่างที่ได้ทำการเขย่าเรียบร้อยแล้วเล็กน้อย ระยะห่างของการจุ่มแต่ละ ครั้งขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวสั่นระยะเวลาในการจุ่มหัวสั่นลงใน คอนกรีตอย่าให้เร็วหรือนานเกินไป ควรใช้เวลาประมาณ 10 วินาทีต่อจุด เพื่อให้ คอนกรีตที่เทใหม่เชื่อมกับคอนกรีตที่ได้เทไปก่อนแล้ว จะต้องไม่เทคอนกรีตเพิ่ม เข้าไปอีกจนกว่าจะได้เขย่าคอนกรีตก่อนหน้าเรียบร้อยแล้วทั้งถึงกันดีแล้ว ในขณะที่เขย่า จะต้องระมัดระวังไม่ให้หัวสั่นสัมผัสกับผิวหน้าของแบบ การทำให้คอนกรีตที่มี

ความหนาน้อยๆ เช่น คอนกรีตถนน หรือคอนกรีตดาดคลองเชื่อมแน่นเป็นเนื้อเดียวกัน ควรใช้เครื่องเขย่าชนิดติดกับแบบ (Form Vibrator) โดยผู้รับจ้างจะต้องเลื่อนจุดยึดเครื่องเขย่าไปจนทั่วผิวคอนกรีต

12. การถอดแบบหล่อ

ต้องถอดแบบหล่อด้วยความระมัดระวังโดยไม่เกิดความเสียหายต่อคอนกรีตและให้ดำเนินการอย่างรวดเร็วที่สุดเท่าที่จะปฏิบัติได้เพื่อไม่ให้เกิดความล่าช้าในการบ่ม และซ่อมผิวคอนกรีต แต่ทั้งนี้การถอดแบบหล่อจะกระทำได้อีกต่อเมื่อเมื่อผู้ควบคุมงานอนุมัติแล้วเท่านั้น โดยต้องรอจนกระทั่งคอนกรีตมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่เกิดความเสียหายต่อการรับกำลังของคอนกรีต

สำหรับระยะเวลาโดยประมาณที่จะถอดแบบและค้ำยันบางส่วนของงานคอนกรีตให้อนุโลมตามข้อกำหนดดังนี้ คือ

- แบบหล่อด้านข้างของตอม่อ เสา และคานที่ไม่รับน้ำหนัก 2 วัน
- แบบหล่อใต้ท้องคานและแผ่นพื้น 21 วัน
(หรือเมื่อคอนกรีตจะมีกำลังอัดไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของค่าที่ออกแบบ)
- ค้ำยันใต้ท้องคาน 28 วัน
(หรือเมื่อคอนกรีตมีกำลังอัดร้อยละ 100 ของค่าที่ออกแบบ)

13. การซ่อมคอนกรีต

การซ่อมคอนกรีตจะต้องกระทำโดยช่างผู้ชำนาญงาน และจะกระทำได้อีกต่อเมื่อมีผู้ควบคุมงานกำกับอยู่ด้วยเท่านั้น นอกจากนี้จะได้รับการเห็นชอบเป็นอย่างอื่น คอนกรีตที่ใช้แบบหล่อถ้ามีการซ่อมจะต้องทำให้เสร็จภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากถอดแบบหล่อ คอนกรีตที่เป็นรวงผึ้ง แตกกร้าว หรือเสียหายอย่างอื่นใดจะต้องสกัดส่วนที่เสียหายออกจนหมด จากนั้นจึงซ่อมแล้วแต่งให้ได้ผิวหน้าตาม

แนวที่กำหนดด้วยปูนทรายแห้ง (Drypack), ปูนทรายเปียก (Mortar), คอนกรีต (Concrete), Epoxies หรือ Non-shrink Concrete ตามความเหมาะสม

13.1 การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง (Drypack)

การซ่อมด้วยปูนทรายแห้ง ใช้ในการซ่อมความเสียหายที่เป็นรูแคบๆ ที่มีขนาดความลึกไม่น้อยกว่าความกว้างของรู หรือร่องอื่นๆ ที่เจาะขึ้นเพื่อซ่อมรอยร้าวสำหรับอุดรูท่ออัดน้ำปูนสำหรับอุดรูหัวนอตเหล็กยึดแบบ ซึ่งปูนทรายแห้งนี้ห้ามใช้อุดด้านหลังเหล็กเสริมหรือรูที่ทะลุลอดหน้าตัดของคอนกรีต และจะต้องมีอัตราส่วนปูนต่อทราย เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร

13.2 การซ่อมด้วยคอนกรีต (Concrete Repairing)

การซ่อมด้วยคอนกรีตจะใช้สำหรับซ่อมความเสียหายที่เป็นรูซึ่งทะลุลอดหน้าตัดของคอนกรีต และไม่มีเหล็กเสริมขวางอยู่ ซึ่งมีเนื้อที่มากกว่า 300×300 ตารางมิลลิเมตร และลึกกว่า 100 มิลลิเมตรหรือสำหรับรูในคอนกรีตที่มีเหล็กเสริมขวางอยู่ มีเนื้อที่มากกว่า 150×150 ตารางมิลลิเมตร และลึกเลยเหล็กเสริมเข้าไป และจะต้องมีอัตราส่วนปูนต่อทรายต่อหินย่อย เท่ากับ 1 : 1 : 1 โดยปริมาตร โดยใช้หินย่อยขนาดโตสุดไม่ใหญ่กว่า $\frac{1}{2}$ นิ้ว

13.3 การซ่อมด้วยปูนทราย (Mortar)

การซ่อมด้วยปูนทรายใช้ซ่อมผิวคอนกรีตที่เป็นแอ่งหรือร่องที่กว้างเกินกว่าที่จะใช้ปูนทรายแห้งได้ และตื้นเกินกว่าที่จะใช้คอนกรีตอุดได้ และจะต้องไม่ลึกกว่าผิวหน้าเหล็กเสริม โดยใช้อัตราส่วนปูนต่อทราย เท่ากับ 1 : 1 โดยปริมาตร

13.4 Epoxies และ Non-Shrink

ใช้ในกรณีที่ต้องการซ่อมคอนกรีตที่ต้องการกำลังอัดสูงๆ โดยการใช้ Epoxies หรือ Non-Shrink ใช้สำหรับงานซ่อมแซมที่มีขนาดเล็ก โดยศึกษาจากคู่มือแนะนำการใช้

14. การป้องกันผิวหนังคอนกรีต

ในระหว่างที่เทคอนกรีตหรือได้เทเสร็จเรียบร้อยแล้วแต่ผิวหน้าของคอนกรีตยังไม่แข็งดี หากเกิดฝนตกจะต้องจัดหาวัสดุมาปิดผิวหน้าคอนกรีตเพื่อป้องกันผิวหน้าคอนกรีตถูกฝนชะล้าง ถ้าจะป้องกันโดยใช้กระสอบคลุมจะต้องไม่ใช่กระสอบที่เคยใส่น้ำตาล เกลือ หรือปุ๋ย โดยจะต้องจัดเตรียมให้พร้อมก่อนเริ่มการเททุกครั้ง

15. การบ่มคอนกรีต

เพื่อป้องกันน้ำในคอนกรีตระเหยออกได้ จำเป็นจะต้องป้องกันผิวคอนกรีตที่สัมผัสกับอากาศและโดนแสงแดดเผาโดยการบ่มด้วยวิธีการที่เหมาะสมเพื่อให้คอนกรีตมีคุณภาพดี

15.1 การบ่มด้วยน้ำ

คอนกรีตเมื่อผิวหน้าแข็งตัวดีแล้วจะต้องทำให้ผิวหน้าชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลาทันทีไม่น้อยกว่า 7 วัน สำหรับคอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์ล้วน และไม่น้อยกว่า 14 วัน สำหรับคอนกรีตที่ใช้เถ้าลอยไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ และไม่น้อยกว่า 21 วัน สำหรับคอนกรีตที่ใช้เถ้าลอยเกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์ และสำหรับคอนกรีตที่ใช้แอสแตมเพมอื่นให้บ่มไม่น้อยกว่า 14 วัน หรือจนกระทั่งเทคอนกรีตใหม่ทับลงไป ผิวหน้าคอนกรีตจะต้องรักษาไว้ให้ชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลาโดยการหล่อน้ำข้างไว้ คลุมด้วยวัสดุที่ชุ่มน้ำ หรือโดยการฉีดน้ำเป็นฝอย ฯลฯ

15.2 การบ่มด้วยสารเคมีบ่มคอนกรีต (Curing Compound)

การบ่มคอนกรีตด้วยสารเคมีบ่มคอนกรีต โดยปกติจะใช้เมื่อไม่สามารถบ่มด้วยน้ำได้ โดยใช้ทาหรือพ่นเป็นฝอยอย่างสม่ำเสมอบนผิวหน้า

คอนกรีตให้ทั่ว โดยใช้สารเคมีบ่มคอนกรีต 1 ลิตร ต่อพื้นที่ไม่เกิน 5 ตารางเมตร สารเคมีบ่มคอนกรีตจะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานวัสดุกรมชลประทาน

การพ่นหรือทาสารเคมีบ่มคอนกรีตลงบนผิวคอนกรีตที่ไม่มีแบบหล่อจะต้องกระทำหลังจากผิวหน้าคอนกรีตเริ่มแห้ง แต่สำหรับผิวคอนกรีตที่ใช้แบบหล่อ ทันทีที่ถอดแบบออกแล้วจะต้องพ่นหรือทาสารเคมีบ่มคอนกรีตลงไปทันที ห้ามพ่นหรือทาลงบนผิวคอนกรีตที่จะต้องเทคอนกรีตทับหรือฉาบผิวโดยเด็ดขาด

5. การทำงานดิน (Soil work)

1. งานดินชุด

1.1 การปรับบริเวณ

บริเวณที่จะทำการก่อสร้าง บ่อยืมดิน บ่อหิน และที่จะกองวัสดุ ฯลฯ ต้องทำการปรับบริเวณโดยการถางป่า ขุดตอ รากไม้ วัชพืช และวัตถุอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์ออกให้หมด

1.2 งานชุด

งานชุด หมายถึง งานชุดดิน ชุดหินหรือรวมถึงงานชุดดินและชุดหิน เพื่อการก่อสร้างฐานรากของอาคารและสิ่งก่อสร้างต่างๆ

1.3 การดำเนินงานชุด

1.3.1 ต้องชุดให้ได้แนว ระดับ และขนาดที่กำหนดในแบบ การชุดต้องทำด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษต้องป้องกันไม่ให้สภาพในธรรมชาติและสิ่งก่อสร้างเดิมที่อยู่นอกขอบเขตแนวการชุดเกิดความเสียหาย

1.3.2 ในกรณีที่แบบมีได้กำหนดแนวเส้นขอบเขตการชุดไว้ ถ้าเป็นการชุดหินให้ใช้ลาด (Slope) 1 : ½ ถ้าเป็นการชุดดินให้ใช้ลาด (Slope) 1 : 1½

1.3.3 ในกรณีที่วัสดุซึ่งอยู่นอกขอบเขตแนวการชุดที่กำหนดในแบบ เช่น หินหลวม (Loose Rock) หินที่มีรอยแยก หรือวัสดุอื่นที่หลวม ซึ่งอาจจะเกิดการเลื่อนไถล (Slide) หล่นลงมาในแนวที่ชุดได้ ต้องทำการชุดออก

1.3.4 ในกรณีที่ทำการขุดเพื่อก่อสร้างงานฐานรากของอาคาร โครงสร้าง ต้องขุดเผื่อออกไปจากแนวที่กำหนดข้างละประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการตั้งไม้แบบ

1.3.5 ในกรณีที่ป็นหิน จะต้องระมัดระวังในการขุดโดยพยายาม รักษาแนวให้ได้ตามที่กำหนดในแบบ ส่วนของหินที่ยื่นออกมาจากแนวที่กำหนดให้ ในแบบอาจยอมให้มีได้ไม่เกิน 15 เซนติเมตร หรือตามความเหมาะสมในสนาม

1.3.6 ในกรณีที่การขุดผิดพลาดไปจากแนวที่กำหนดในแบบหรือเกิดความเสียหายของลาด การพังทลายที่เกิดจากการระเบิด โพรงหินที่เกิดจากความไม่ระมัดระวังในขณะดำเนินการ และความผิดพลาดไม่ว่าจะเนื่องด้วยสาเหตุใดก็ตาม ต้องซ่อมแซมแก้ไขให้มีสภาพดีเสียก่อน

1.3.7 กรณีที่ขุดถึงชั้นหินที่ได้ระดับแล้วพบว่ามียอยแตกหรือรอยแยกของหินจะต้องทำการป้องกันด้วยวิธีการอุดด้วยปูนทราย หรือทำ Slush Grouting หรือ Shot – Crete หรือฝังท่อสำหรับอัดฉีดน้ำปูน วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีรวมกัน หรือปรึกษาผู้ออกแบบก่อนดำเนินการต่อไป

2. งานถมดินบดอัดแน่น

2.1 หลักเกณฑ์ทั่วไป

งานถมดินบดอัดแน่นของตัวเขื่อนหรือทำนบดิน จะต้องกระทำตามเส้นขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบหรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นผู้กำหนด เส้นแบ่งขอบเขตหรือแบ่งส่วนของตัวเขื่อนหรือทำนบดิน อาจเปลี่ยนแปลงไปบ้าง ในขณะทำการก่อสร้าง

หลังจากขุดลอกหน้าดินหรือหิน และทำงานฐานรากเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะถมดินบดอัดแน่นที่ตัวเขื่อนหรือทำนบดินแต่ละส่วน ตลอดจนวัสดุที่จะนำมาใช้เพื่อการก่อสร้างจะต้องผ่านการตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสมเสียก่อน

การถมดินบดอัดแน่นตัวเขื่อนหรือทำนบดิน ต้องกระทำในช่วงเวลาที่ไม่มีการฝนตกห้ามมิให้ทำการบดอัดในช่วงเวลาที่ฝนกำลังตก ซึ่งก่อนที่จะหยุดงาน

ก่อสร้างเป็นการชั่วคราวในช่วงระยะเวลาฝนตก จะต้องรีบทำการบดอัดผิวหน้าดินให้เรียบ และมีสันตรงกลาง เพื่อระบายน้ำฝนมิให้ขังอยู่บนผิวหน้า ห้ามมิให้จอดทิ้ง อุปกรณ์การก่อสร้าง ไว้บนตัวเขื่อนหรือทำนบดินในช่วงระยะเวลาฝนตก และดินยังเปียกชุ่มอยู่ เพราะอาจจะทำให้อุปกรณ์การก่อสร้างติดหล่มได้

2.2 ดินที่จะนำมาใช้

ดินที่จะนำมาใช้ถมบดอัดแน่นต้องเป็นดินที่ได้รับการคัดเลือกแล้ว (Selected Material) และต้องผ่านการทดสอบคุณสมบัติและจำแนกประเภทดินเสียก่อนจึงจะนำไปใช้ได้กรณีที่แบบกำหนดให้ถมดินเป็น Zone ต้องจัดหาดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสมแต่ละ Zone มาทำการบดอัดแน่นตามที่กำหนดในแบบ โดยจัดส่งทดสอบคุณสมบัติเช่นเดียวกัน

ดินที่ได้รับการคัดเลือกแล้ว ต้องทำการขนย้ายแยกกองต่างหากจากวัสดุส่วนอื่นที่จะทิ้ง หรือขนย้ายไปกองไว้ชั่วคราว เมื่อทดสอบคุณสมบัติแล้วจึงทำการขนย้ายไปใช้งานได้

2.3 วิธีการถมดินบดอัดแน่น

การถมดินเพื่อบดอัดแน่น จะต้องนำดินที่จะใช้งาน มาโรยเป็นชั้นในแนวราบ ดินที่นำมาใช้ต้องมีความชื้นถูกต้องตามที่กำหนด การบดอัดต้องบดอัดอย่างสม่ำเสมอตลอดผิวหน้าเพื่อให้มีความแน่นเป็นเนื้อเดียวกันตลอด การถมดินเพื่อบดอัดแน่นให้ปฏิบัติดังนี้

2.3.1 ดินที่นำมาใช้บดอัดต้องได้รับการผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันเป็นอย่างดีมีความชื้น $\pm 2\%$ ของความชื้น OMC. (Optimum Moisture Content) ซึ่งหาได้ตาม สวพ.ทล.305 หรือ สวพ.ทล.306

2.3.2 เศษหินหรือก้อนดินแข็ง ที่มีขนาดโตกว่า 15 เซนติเมตร (สำหรับงานที่ไม่จำเป็นต้องตีบ้น้ำ) ขนาดโตกว่า 7.5 ซม. (สำหรับงานที่ต้องการให้ตีบ้น้ำ) ต้องเก็บทิ้งก่อนทำการบดอัด

2.3.3 การถมดินให้ถมเป็นชั้นๆ ในแนวราบ ความหนาขึ้นอยู่กับวัสดุที่ถม และเครื่องจักรกลที่ใช้บดอัด ซึ่งสามารถกำหนดได้โดยการทำแปลงทดสอบการบดอัด (Test Section) จากวิธีการนี้ทำให้เราทราบได้ว่า เมื่อใช้วัสดุชนิดนี้ใช้เครื่องจักรกลแบบนี้ บดอัดกี่เที่ยว วัสดุหนากี่เซนติเมตร จึงจะได้ความแน่นตามที่ต้องการ โดยมีหลักเกณฑ์คร่าวๆ ดังนี้

2.3.3.1 วัสดุพวกไม่มีแรงยึดเกาะ (Cohesionless), ตะกอนทราย (Silt) ที่มีความเหนียวต่ำให้ใช้ล้อเรียบแบบสั่นสะเทือน (Vibratory Rollers)

2.3.3.2 วัสดุพวก Clay, ตะกอนทราย (SILT) ที่มีความเหนียวปานกลางถึงสูงให้ใช้ล้อหนามธรรมชาติ (Pad Foot) หรือล้อหนามสั่นสะเทือน (Vibratory Pad Foot)

2.3.4 การบดอัดในชั้นต่อไป ถ้าผิวหน้าดินในชั้นที่บดอัดไว้แล้วแห้งและเรียบ ต้องทำให้ชื้นและซุซระ เพื่อที่จะได้เชื่อมเป็นเนื้อเดียวกันกับดินชั้นต่อไป

2.4 การถมบดอัดวัสดุรอง

วัสดุรองต้องเป็นวัสดุที่ไม่มีความเชื่อมแน่น สะอาดและมีส่วนละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ได้ไม่เกิน 5 % การถมเพื่อบดอัดแน่น ให้นำวัสดุรองมาโรยเป็นชั้นในแนวราบ แล้วเติมน้ำให้วัสดุมีความชื้นใกล้จุดอิ่มตัว และทำการบดอัดด้วยรถบดล้อเรียบแบบสั่นสะเทือนให้ได้ความแน่นตามที่กำหนด ทำการทดสอบความแน่นโดยวิธี Relative Compaction Test

2.5 การถมบดอัดพิเศษ

ในบริเวณที่ไม่สามารถใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ขนาดใหญ่เข้าปฏิบัติงานบดอัด เช่นบริเวณรอบๆ อาคารคอนกรีตบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชัน ฯลฯ หรือในบริเวณที่ได้รับรู้ไว้ว่าเป็นการถมบดอัดพิเศษ หรือบริเวณอื่นๆ ที่เห็นสมควรต้องจัดหาเครื่องมือที่เหมาะสมแก่การบดอัดเป็นพิเศษเช่น Vibratory Tamperers ณ บริเวณดังกล่าวข้างต้น โดยบดอัดให้มีความหนาไม่เกิน 10 เซนติเมตรต่อชั้น

และดินมีความชื้นมากกว่า Optimum Moisture Content ประมาณร้อยละ 1 ถึง 2

ระยะห่างจากอาคารที่ต้องใช้เครื่องจักรขนาดเล็กคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$r = \sqrt{\frac{1.3 \times Q \times 0.08}{\gamma \times h}}$$

เมื่อ r คือ ระยะห่างระหว่างอาคารกับรถบดอัด (เมตร)

Q คือ น้ำหนักรถบดอัด (ตัน)

γ คือ ความหนาแน่นดินที่ใช้บดอัด (ตัน/ม.³)

h คือ ความหนาของดินถมตามแบบ (เมตร)

2.6 เกณฑ์กำหนดในการบดอัดแน่น

2.6.1 การตรวจสอบความแน่นของดินที่บดอัดแน่นแล้ว โดยต้องทดสอบทุกๆชั้น ที่ทำการบดอัด จำนวนหลุมที่ต้องทำการทดสอบต่อชั้นต้องเป็นไปดังนี้

จำนวนหลุมที่ทดสอบ = $0.756 + 0.0004 \times$ พื้นที่บดอัดที่จะทดสอบ (ตารางเมตร)

(เศษที่ได้จากการคำนวณให้ปัดขึ้นเป็นจำนวนเต็ม)

2.6.2 ดินถมแต่ละชั้นต้องบดอัดให้มีความแน่นไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบหรือที่กำหนดไว้ในเงื่อนไขเฉพาะของงานก่อสร้าง

2.6.3 ในกรณีที่แบบหรือเงื่อนไขเฉพาะของงานก่อสร้างไม่ได้กำหนดความแน่นของดินถมบดอัดเอาไว้ ให้ถือว่าส่วนที่เป็น Core Zone ต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 ของความแน่นแห้งสูงสุดแบบมาตรฐาน ส่วนที่เป็น Random Zone ต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดแบบมาตรฐาน

2.6.3.1 ส่วนที่เป็น Core Zone ความแน่นแต่ละหลุมที่ทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 95% และค่าเฉลี่ยของความแน่นทุกหลุมที่ทดสอบต้องไม่น้อย

กว่าร้อยละ 98 ของความแน่นแห้งสูงสุดแบบมาตรฐาน ถ้าหากต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าวให้รื้อดินถมชั้นนั้นออก แล้วดำเนินการบดอัดแน่นใหม่

2.6.3.2 ส่วนที่เป็น Random Zone ความแน่นแต่ละหลุมที่ทดสอบต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 93 และค่าเฉลี่ยของความแน่นทุกหลุมที่ทดสอบต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุดแบบมาตรฐาน ถ้าหากต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดดังกล่าวให้รื้อดินถมชั้นนั้นออกแล้วดำเนินการบดอัดแน่นใหม่

2.6.3.3 ส่วนที่เป็นวัสดุรอง ต้องบดอัดให้มีความแน่นไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในแบบหรือที่กำหนดไว้ในเงื่อนไขเฉพาะของงานก่อสร้าง ในกรณีที่แบบหรือเงื่อนไขเฉพาะของงานก่อสร้างไม่ได้กำหนดความแน่นของวัสดุรองเอาไว้ ก็ใช้เกณฑ์การบดอัดให้ได้ค่า Relative density ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2.7 การทำรอยต่อชั้นดินที่บ้น้ำ

การสร้างแผ่นชั้นดินที่บ้น้ำนี้จะต้องดำเนินการก่อสร้างตามขอบเขตที่แสดงไว้ในแบบรายการรายละเอียด หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างจะกำหนดให้ ซึ่งขอบเขตหรือพื้นที่รอยต่อชั้นดินที่บ้น้ำนี้อาจคลาดเคลื่อนได้เล็กน้อยในระหว่างทำการก่อสร้าง โดยรอยต่อในงานบดอัดแบ่งออกได้เป็น

2.7.1 รอยต่อเป็นดิน ให้เปิดหน้าดินประมาณ 5 เซนติเมตร แล้วฉีดน้ำ (Spray) ให้ดินมีความชื้นทั่วผิวหน้าแต่อย่าให้น้ำขังแล้วลงวัสดุคัดเลือกซึ่งที่บ้น้ำโดยมีความชื้นไม่น้อยกว่า Optimum Moisture Content ซึ่งคลุกเคล้ากันแล้วอย่างดีลงไปพร้อมกับเกลี่ยเป็นชั้นบางๆ แล้วทำการบดอัดให้มีความหนาไม่เกินชั้นละ 10 เซนติเมตรขึ้นมา โดยมีความแน่นไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้

2.7.2 รอยต่อเป็นหิน ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับหัวข้อ 1.3.5 กรณีฐานรากที่ขุดถึงชั้นหินในเรื่องงานขุด เมื่อจะทำรอยต่อก็ให้ปูด้วย Contact clay ซึ่งเตรียมได้โดยใช้ดินเหนียวที่ละเอียดมีค่า PI สูง คลุกเคล้ากับน้ำอย่างทั่วถึงโดยมีความชื้นสูงกว่า OMC. ประมาณ 4 ถึง 5% แล้วบดอัดด้วยแรงคนหรือเครื่องจักรเบาให้มีความหนาประมาณ 3 เซนติเมตรจนทั่วบริเวณรอยต่อและให้ดำเนินการลงดินบดอัดปิดทับในบริเวณดังกล่าวก่อนที่ผิวหน้าของ Contact clay จะแห้งจนเกิดรอยแตก มีความหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

2.7.3 รอยต่อบริเวณข้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้างที่เป็นคอนกรีตจะต้องล้างทำความสะอาดบริเวณพื้นผิวด้วยการฉีดน้ำที่มีแรงดันสูง หรือใช้กำลังลมพ่นจนสิ่งสกปรกทั้งหมดหลุดไปและทำให้พื้นผิวคอนกรีตมีความชื้นเพื่อไม่ให้ดูดน้ำ แล้วจึงดำเนินการลง Contact Clay ตามวิธีใน ข้อ 2.7.2 รอยต่อเป็นหิน

2.8 เครื่องจักรและอุปกรณ์สำหรับการถมบดอัดแน่นดินตัวเชื่อม

เครื่องจักรและอุปกรณ์สำหรับการถมบดอัดแน่นดินตัวเชื่อมต้องเป็นเครื่องจักรเครื่องมือ ที่ใช้งานได้ดีและเหมาะสมกับชนิดและประเภทของดิน โดยควรนำมาทำ Field Test เพื่อกำหนดจำนวนเที่ยวในการบดอัดเสียก่อน

2.9 แปลงทดสอบการบดอัด

เพื่อควบคุมคุณภาพของการบดอัดดินให้เป็นไปตามกำหนดในแบบรายการรายละเอียด ให้ทำการบดอัดดินในแปลงทดสอบก่อน โดยปฏิบัติดังนี้

2.9.1 พื้นที่ทำแปลงทดสอบ (Test Section) ต้องสามารถปูดินให้มีความกว้างได้ไม่น้อยกว่า 15 เมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 50 เมตร

2.9.2 ความชื้นของดินที่จะใช้ทำการบดอัดควรอยู่ระหว่าง $\pm 2\%$ ของ OMC.

2.9.3 การปูดินเตรียมบดอัดต้องเกลี่ยดินให้เต็มพื้นที่และมีความหนาสม่ำเสมอ โดยที่ความหนาของดินขึ้นอยู่กับชนิดและน้ำหนักของรถ

2.9.4 การบดอัดยอมให้รถวิ่งได้ไม่เกิน 10 เที่ยวในแต่ละชั้น โดย 1 เที่ยวเท่ากับไปและกลับ

2.9.5 การทดสอบความแน่นต้องทดสอบที่ชั้นที่สองของการบดอัด

2.9.6 กรณีที่ความหนาแน่นไม่ผ่านตามข้อกำหนด ก็ให้ลดความหนาของดินที่ปูลงจากความหนาเดิมในข้อ 2.9.3 จนกว่าจะได้ความหนาแน่นไม่น้อยกว่าข้อกำหนด

ภาคผนวก

สำเนาฉบับ

คำสั่งกรมชลประทาน

ที่ ๒๕๖ / ๒๕๕๓

เรื่อง การทดลองและตรวจสอบวัสดุเพื่อควบคุมงานก่อสร้าง

ตามที่กรมชลประทานได้กำหนดให้มีการทดสอบวัสดุในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) ทุกรายการไว้ เพื่อให้ได้วัสดุที่มีคุณสมบัติตามคุณลักษณะเฉพาะ (Specifications) ที่กำหนด ประกอบกับระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ. ๒๕๓๕ ข้อ ๗๓(๒) กำหนดให้ต้องมีการตรวจรับพัสดุให้ถูกต้องครบถ้วนตามหลักฐานที่ตกลงกันได้

เพื่อให้การทดลองและตรวจสอบวัสดุในการควบคุมงานก่อสร้างเป็นไปด้วยความคล่องตัว รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ จึงให้ยกเลิกคำสั่งกรมชลประทานที่ ๑๑๙/๒๕๔๙ ลงวันที่ ๑๙ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๔๙ และคำสั่งกรมชลประทานที่ ๗๕/๒๕๕๐ ลงวันที่ ๒๗ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๐ และเห็นควรกำหนดวิธีการทดลองและตรวจสอบวัสดุ โดยให้สำนักโครงการขนาดใหญ่และสำนักชลประทานที่ ๑ - ๑๗ ดำเนินการ ดังนี้

๑. ดำเนินการทดลองและตรวจสอบ วัสดุงานดิน คอนกรีต และวัสดุวิศวกรรมอื่นๆ เพื่อควบคุมคุณภาพงานก่อสร้างในสนามได้ทุกรายการทดสอบ

๒. ให้ผู้อำนวยการสำนักโครงการขนาดใหญ่ หรือผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมโครงการขนาดใหญ่ หรือผู้อำนวยการสำนักงานก่อสร้าง ๑ - ๑๔ หรือผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักงานก่อสร้าง ๑ - ๑๔ ผู้อำนวยการสำนักชลประทานที่ ๑ - ๑๗ หรือผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักชลประทานที่ ๑ - ๑๗ เป็นผู้ลงนามรับรองรายงานตามข้อ ๑

๓. ในกรณีสำนักโครงการขนาดใหญ่และสำนักชลประทานที่ ๑ - ๑๗ ไม่สามารถดำเนินการเองได้ตามข้อ ๑ เนื่องจากขาดเครื่องมือหรือเจ้าหน้าที่ ให้ส่งตัวอย่างวัสดุไปทดลองและตรวจสอบที่สำนักวิจัยและพัฒนา หรือมหาวิทยาลัย หรือส่วนราชการอื่นที่มีความพร้อมของเครื่องมือและมีวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาต เป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมระดับสามัญวิศวกรขึ้นไปเป็นผู้ทำการทดสอบ และลงนามรับรองผลการทดสอบ โดยต้องมีสำเนารับรองใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมแนบประกอบด้วย

๔. การลงนามในหนังสือตัวอย่างวัสดุเพื่อการทดสอบตามข้อ ๓ ให้ผู้อำนวยการสำนักโครงการขนาดใหญ่ หรือผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมโครงการขนาดใหญ่ หรือผู้อำนวยการสำนักงานก่อสร้าง ๑ - ๑๔ หรือผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักงานก่อสร้าง ๑ - ๑๔ ผู้อำนวยการสำนักชลประทานที่ ๑ - ๑๗ หรือผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักชลประทานที่ ๑ - ๑๗ เป็นผู้ลงนามนำส่งสำนักวิจัยและพัฒนา และให้ผู้อำนวยการสำนักงานก่อสร้าง ๑ - ๑๔ หรือผู้อำนวยการสำนักชลประทานที่ ๑ - ๑๗ เป็นผู้ลงนามนำส่งมหาวิทยาลัยหรือส่วนราชการอื่น

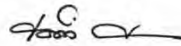
๕. สำหรับวัสดุที่มีการจัดซื้อในปริมาณที่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางแนบท้ายคำสั่งนี้ ให้เชิญผู้อำนวยการมาทำการตรวจสอบตามระเบียบพัสดุฯ และลงนามรับรองไว้เป็นหลักฐาน โดยผู้ชำนาญการนั้น ๆ จะต้องเป็นผู้ดำเนินการโครงการ หรือเจ้าหน้าที่ในโครงการ หรือเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการของสำนักชลประทานที่ ๑ - ๑๗ หรือเจ้าหน้าที่ของสำนักโครงการขนาดใหญ่ หรือเจ้าหน้าที่ของสำนักวิจัยและพัฒนา ซึ่งผู้ชำนาญการดังกล่าวจะต้องเป็นวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมระดับภาคีวิศวกรขึ้นไป

/ให้สำนัก...

ให้สำนักวิจัยและพัฒนาเป็นผู้กำหนดมาตรฐานการทดลองและตรวจสอบวัสดุต่างๆ ให้คำปรึกษา คำแนะนำทางวิชาการ และถ่ายทอดความรู้แก่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านการทดลองและตรวจสอบเป็นครั้งคราวตามที่เห็นสมควร หรือมีการร้องขอ รวมทั้งติดตามประเมินผลการทดลองและตรวจสอบวัสดุของสำนักโครงการขนาดใหญ่และสำนักชลประทานให้เป็นไปตามมาตรฐาน.

ทั้งนี้ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๓



(นายชลิต ดำรงศักดิ์)

อธิบดีกรมชลประทาน



(นายสุภชัย รุ่งศรี)

ผส.วพ.

 /ร่าง
/พิมพ์
/ตรวจ

ตารางแสดงปริมาณวัสดุขั้นต่ำที่ต้องการทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ
แบบห้ำยค้ำถักรมะเลประทาน ที่ ๒๕๖ / ๒๕๕๓ ลงวันที่ ๒๐ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๓

ลำดับ	วัสดุ	รายละเอียดการทดสอบ	ปริมาณขั้นต่ำที่กำหนดให้ทดสอบ	ความถี่ของการทดสอบ ต่อตัวอย่าง
1	ปูนซีเมนต์	- ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) - ความละเอียด โดยเครื่องมือของบเลน (Fineness by Blaine Air Permeability Test) - ระยะเวลาก่อตัว โดยเครื่องมือไคน์และกิลโมร์ (Time of Setting by Vicat Test and Gillmore Test) - กำลังอัดของบล็อกรัด (Compressive Strength)	30 ดีน	ทุก ๆ 30 เมตรกั้น
2	ทราย	- ขนาดตะกะ (Gradation) - ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) - การดูดน้ำ (Absorption) - ตะกอนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (Silt Test) - ก้อนดินหรือวัสดุปุละ (Clay Lump) - ปริมาณสารอินทรีย์ (Organic Impurities)	100 ลบ.ม.	ทุก ๆ 2,000 ลบ.ม.
3	หินย่อยหรือกรวด	- ขนาดตะกะ (Gradation) - ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) - การดูดน้ำ (Absorption) - การขัดสี โดยเครื่องทดสอบเจสิส (Abrasion by Los Angeles Machine)	100 ลบ.ม.	ทุก ๆ 2,000 ลบ.ม.

ลำดับ	วัตถุ	รายละเอียดการทดสอบ	ปริมาณขั้นต่ำที่กำหนดให้ทดสอบ	ค่าเฉลี่ยของการทดสอบต่อตัวอย่าง
(ต่อ)		- ความคงทน โดยน้ำหนักไฮเดรียมซัลเฟต (Soundness by Sodium Sulphate) - ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) - การดูดน้ำ (Absorption) - การขัดสีโดยเครื่องกลอสแอนเจลีส์ (Abrasion by Los Angeles Machine) - ความคงทน โดยน้ำหนักไฮเดรียมซัลเฟต (Soundness by Sodium Sulphate)	100 ลบ.ม.	ทุก ๆ 2,000 ลบ.ม.
4	หินใหญ่	- การหาปริมาณน้ำ (Water Content) - ระยะเวลาการกักตัว (Time of Setting) - กำลังอัดคอนกรีต (Compressive Strength) - สิ่งที่เหลือจากการอบ (Residue Materials) - ปริมาณที่เหมาะสมในการใช้ (Properly Quantity of Dosage)	200 ลิตร	
5	สารเคมีผสมพื้นคอนกรีต	- กำลังอัด (Compressive Strength) - พหุกระบอก (Cylinder) หรือ ลูกบาศก์ (Cube) - กำลังดัด (Flexural Strength)	10 ลบ.ม.	เก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบทุกครั้งที่มีการเท หรือทุกๆ 50 ลบ.ม. สัปดาห์
6	คอนกรีต			

อันดับ	วัสดุ	รายละเอียดการทดสอบ	ปริมาณขั้นต่ำที่กำหนดให้ทดสอบ	ความถี่ของการทดสอบ ตัวอย่าง
7	เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (แต่ละขนาด) -ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 16 มม. หรือเล็กกว่า (ทุกขนาด) -ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ มากกว่า 16 มม. (ทุกขนาด)	-มวลต่อเมตร (Mass) -แรงดึงและส่วนยืด (Tension and Elongation) -การดัดโค้งเย็น (Cold Bend Test)	2 ชิ้น 4 ชิ้น	- น้อยกว่า 30 ตัน เก็บ จำนวน 3 พอยน์ ต่อ 1 ขนาด - ระหว่าง 30 – 60 ตัน เก็บ จำนวน 5 พอยน์ ต่อ 1 ขนาด - มากกว่า 60 ตัน เก็บ จำนวน 7 พอยน์ ต่อ 1 ขนาด
8	เหล็กเส้นพรวนและเหล็กแผ่น	-แรงดึงและส่วนยืด (Tension and Elongation) -การดัดโค้งเย็น (Cold Bend Test)	2 ชิ้น	
9	ลวดเหล็กแรงดึงสูง	-การวัดขนาด (Nominal Size) -แรงดึง (Tensile Strength) -การหาจุดยึดด้วยกราฟ (Proof Strength)	4 ชิ้น	
10	กล่องควดเหล็กเคลือบ สังกะสีหรือเคลือบสังกะสี และหุ้ม พี.วี.ซี (Gabion หรือ Mattress)	-การวัดขนาด (Nominal Size) -แรงดึง (Tensile Strength)	30 กล่อง	เก็บทุก ๆ 200 กล่อง

ลำดับ	วัสดุ	รายละเอียดการทดสอบ	ปริมาณขั้นต่ำที่กำหนดให้ทดสอบ	ความถี่ของการทดสอบ ตัวอย่าง
11	ยางกันน้ำ	- การวัดขนาด (Nominal Size) - ความแข็งโดยชอร์ดูโรมิเตอร์ (Shore Durometer Hardness) - แรงดึงและส่วนยืด (Tension and Elongation) - การแตกตัว (Compression Set) - การเสื่อมแรง (Aging Test) - การดูดซับน้ำ (Water Absorption)	100 เมตร	เก็บทุก ๆ 200 ตร.ม.
12	แผ่นใยสังเคราะห์คอปเปอร์	- ความหนาแน่น (Density) - การดูดซับน้ำ (Water Absorption) - แรงกดและการสูญเสียน้ำหนัก (Compression and Loss of Bitumen) - การคืนตัวของแผ่นใย (Recovery) - การขยายตัว (การปลดปล่อย) (Extrusion) - ปริมาณแอสฟัลท์ (Asphalt Content)	100 ตร.ม.	เก็บทุก ๆ 500 ตร.ม.
13	น้ำยาบ่มคอนกรีต	- ปริมาณน้ำที่สูญหายไป (Loss in Weight of Water) - อัตราการพ่นที่เหมาะสม (Rate of Spraying) - ระยะเวลาที่แห้งตัว (Time of Setting)	200 ลิตร	เก็บทุก ๆ 1000 ลิตร
14	แผ่นโพลีเอทิลีน (Geotextile)	- หน่วยน้ำหนัก (Unit Weight) - อัตราการซึมผ่านของน้ำ (Rate of Flow) - แรงฉีกขาด (Trapezoidal Tear Strength)	400 ตร.ม.	เก็บทุก ๆ 2,000 ตร.ม.

ลำดับ	วัสดุ	รายละเอียดการทดสอบ	ปริมาณขั้นต่ำที่กำหนดให้ทดสอบ	ความถี่ของการทดสอบ โดยตัวอย่าง
(ต่อ)		- แรงดึงยึดจับ (Grab Tensile Strength) - แรงกดทะลุ (C.B.R. Puncture Resistance) - แรงดึงเส้นเด่น (Tensile Strength)	ทดสอบ	
15	ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับงานระบายน้ำ	- ขนาดระบุ (Nominal Size) - แรงกดที่ทำให้ท่อแยกและแรงกดสูงสุด (Three-Edge Bearing) - ปริมาณเหล็กเสริมตามขวางและตามยาว (Reinforcement)	50 ท่อน (ทดสอบที่โรงงานผลิต)	

หมายเหตุ

- หากปริมาณวัสดุมากกว่าปริมาณขั้นต่ำที่กำหนดนี้ ต้องนำวัสดุส่งไปทดสอบคุณสมบัติที่ห้องปฏิบัติการ
- หากปริมาณวัสดุน้อยกว่าปริมาณขั้นต่ำที่กำหนดนี้ ต้องให้ผู้รับอนุญาตที่ได้รับมอบหมายเป็นผู้ลงนามรับรอง และหากผู้จำหน่ายการส่งสิทธิ์ยังไม่มาจึงจะลงนามรับรองคุณสมบัติของวัสดุจากการตรวจพินิจให้ผ่านส่งไปทดสอบได้เลย
- สำหรับงานจ้างเหมาที่ขึ้นชื่อกำหนดในการทดสอบคุณสมบัติแล้ว ให้วิศวกรจะยึดข้อกำหนดในสัญญาเป็นหลัก

การเก็บตัวอย่างวัสดุและปริมาณ

ก่อนที่จะเริ่มงานก่อสร้าง จะต้องส่งตัวอย่างวัสดุก่อสร้างไปทำการตรวจสอบคุณภาพและกำหนดอัตราส่วนผสมคอนกรีตที่ฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์ฯ ส่วนวิศวกรรมบริหาร สขป.13 ตามปริมาณที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณวัสดุที่ใช้เพื่อการทดสอบคุณภาพก่อนนำมาใช้งาน (ต่อ 1 ตัวอย่าง)

(1) ปูนซีเมนต์ (ถุงละ 50 กิโลกรัม)	1 ถุง
(2) ทราย	25 กิโลกรัม
(3) หินย่อย หรือกรวด (แต่ละขนาด)	25 กิโลกรัม
(4) หินใหญ่ ขนาด 0.20 – 0.40 เมตร	4 ก้อน
(5) เหล็กเส้นยาวท่อนละ 0.60 เมตร(แต่ละขนาด)	3 เส้น
(6) เหล็กชนิดอื่นนอกเหนือจากเหล็กเส้น มีขนาดและรูปร่างขึ้น	

ทดสอบตามมาตรฐานกำหนด (แต่ละขนาด)

ทดสอบแรงดึงและส่วนยืด	3 ท่อน
ทดสอบการดัดโค้งเย็น (ถ้ามี)	3 ท่อน
ทดสอบความแข็ง (ถ้ามี)	3 ท่อน
(7) แร่ผสมเพิ่ม	10 กิโลกรัม
(8) สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต	ชนิดผง 1 กิโลกรัม
	ชนิดน้ำ ½ แกลลอน
(9) สารเคมีบ่มคอนกรีต	1 ลิตร
(10) ยางกันน้ำ ยาวท่อนละ 0.30 เมตร (แต่ละชนิด)	1 ท่อน
(11) แผ่นใยใสร้อยต่อคอนกรีต ขนาด 0.30x0.30เมตร	1 แผ่น
(12) แผ่นใยสังเคราะห์ ขนาด 1.50x1.50 เมตร	1 แผ่น

- (13) กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี Gabions
(แต่ละขนาด) 1 กล่อง พร้อมเหล็กถักปิดกล่อง
- (14) กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี Mattress
(แต่ละขนาด) 1 กล่อง พร้อมเหล็กถักปิดกล่อง

2. ปริมาณวัสดุที่ใช้เพื่อหาอัตราส่วนผสม (ต่อหนึ่งอัตราส่วนผสม)

(1) ปูนซีเมนต์ (ถุงละ 50 กิโลกรัม)	1	ถุง
(2) ทราย	150	กิโลกรัม
(3) หินย่อย หรือกรวด (แต่ละขนาด)	200	กิโลกรัม
(4) แร่ผสมเพิ่ม	25	กิโลกรัม
(5) สารเคมีผสมเพิ่มสำหรับคอนกรีต	ชนิดผง	1 กิโลกรัม
	ชนิดน้ำ	½ แกลลอน

3. ปริมาณการเก็บตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบ

- (1) ปูนซีเมนต์
- เก็บทุกๆ 50 เมตริกตัน หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
- (2) แร่ผสมเพิ่ม
- เก็บทุกๆ 10 เมตริกตัน หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
- (3) สารเคมีบ่มคอนกรีต
- เก็บทุกๆ 250 US. แกลลอน หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง
- (4) ทราย หินย่อย กรวด หินใหญ่
- เก็บทุกๆ 2 000 ลบ.ม. หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

(5) เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

- น้อยกว่า 30 ต้น เก็บจำนวน 3 ท่อน ต่อ 1 ขนาด
- ระหว่าง 30 – 60 ต้น เก็บจำนวน 5 ท่อน ต่อ 1 ขนาด
- มากกว่า 60 ต้น เก็บจำนวน 7 ท่อน ต่อ 1 ขนาด

(6) เหล็กgrupพรรณชนิดรีดร้อน

- เก็บทุกๆ 20 ต้น หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

(7) เหล็กgrupพรรณชนิดขึ้นรูปเย็น

- เก็บทุกๆ 10 ต้น หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

(8) เข็มพืดเหล็ก

- เก็บจำนวน 300 ท่อน หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

(9) เหล็กหล่อ

- เก็บจำนวน 50 ต้น หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

(10) เหล็กเส้นแบน

- เก็บจำนวน 10 ต้น หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

(11) เหล็กแผ่น

- เก็บจำนวน 100 แผ่น หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

(12) เหล็กกล้าไร้สนิม

- เก็บจำนวน 100 แผ่น หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

(13) แผ่นใยไผ่รอยต่อคอนกรีต

- เก็บทุกๆ 500 ตร.ม. หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

(14) แผ่นใยสังเคราะห์

- เก็บทุกๆ 2,000 ตารางเมตร หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

(15) กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี Gabions

- เก็บทุกๆ 500 กล่อง หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

(16) กล่องลวดตาข่ายเหล็กเคลือบสังกะสี Mattress

- เก็บทุกๆ 500 กล่อง หรือน้อยกว่า ต่อ 1 ตัวอย่าง

การทดสอบและระยะเวลาการทดสอบ

ทดสอบที่ ห้อง LAB สขป.13	ระยะเวลาทดสอบ จากวันรับวัสดุ
1. หินใหญ่	7 วันทำการ
2. หินย่อย	7 วันทำการ
3. กรวดทรายรองพื้น	7 วันทำการ
4. ทราย	7 วันทำการ
5. ดินก่อสร้าง	7 วันทำการ
6. ดินลูกรังธรรมดา	7 วันทำการ
7. ดินถมคันทาง	7 วันทำการ
8. ชั้นวัสดุคัดเลือก ข.	7 วันทำการ
9. ชั้นวัสดุคัดเลือก ก.	7 วันทำการ
10. ออกแบบ Mixed Design	15 วันทำการ
11. แท่งคอนกรีต	ตามอายุ
12. ท่อ คสล.	7 วันทำการ
ทดสอบที่สำนักวิจัยและพัฒนา	ระยะเวลาทดสอบ จากวันรับวัสดุ
1. เหล็กเส้น	10 วันทำการ
2. เหล็กรูปพรรณ	10 วันทำการ
3. แผ่นชานอ้อย	7 วันทำการ
4. แผ่น Geotex tile	10 วันทำการ
5. แผ่นยางกันน้ำ	10 วันทำการ
6. กร่อง Gabion	15 วันทำการ
7. ปูนซีเมนต์	15 วันทำการ

เกณฑ์กำหนดความถี่ของการทดสอบเพื่อควบคุมคุณภาพงาน

ส่วนต่างๆ ของ เขื่อนและการเก็บ ตัวอย่าง	ชนิดของการทดสอบ	จำนวน
แกนดินทึบน้ำและดินถมตัวเขื่อนส่วนนอก		
(ก) ที่บ่อถมดิน	1.1 ปริมาณความชื้น 1.2 ความถ่วงจำเพาะ 1.3 ขนาดผลของดิน 1.4 Atterberg Limit 1.5 การบดอัดในห้องทดลอง	ทุกวันทำงาน ทุก 10,000 ลบ.ม. หรือเมื่อเปลี่ยนบ่อ ถมดิน
(ข) ที่ตัวเขื่อน	1.6 ความแน่นในสนาม 1.7 สัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ ในสนาม 1.8 ขนาดผลของดิน	ทุก 3,000 ลบ.ม. ทุก 30,000 ลบ.ม. ทุก 10,000 ลบ.ม.
วัสดุในชั้นกรอง		
(ก) ที่แหล่งวัสดุ	2.1 Abrasion Test 2.2 Soundness Test	ทุก 5,000 ลบ.ม. ทุก 5,000 ลบ.ม.
(ข) ที่ตัวเขื่อน	2.3 ขนาดผล 2.4 ความแน่นในสนาม 2.5 ความแน่นสัมพัทธ์	ทุก 5,000 ลบ.ม. ทุก 3,000 ลบ.ม. ทุก 5,000 ลบ.ม.
หินทิ้งหน้าเขื่อน		
ที่ตัวเขื่อน	3.1 ความถ่วงจำเพาะ 3.2 การดูดซึมน้ำ 3.3 ขนาดผล	ทุก 5,000 ลบ.ม. ทุก 5,000 ลบ.ม. ทุก 5,000 ลบ.ม.



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่

เรื่อง ขอสั่งวัสดุเพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติ

เรียน ผวศ.ขบ.๑๓ ผ่าน ผตว.ขบ.๑๓

ตามที่โครงการ.....มีงาน.....
ตามสัญญา/ใบสั่งซื้อเลขที่.....โครงการขอจัดส่งตัวอย่างวัสดุเพื่อทำการ
ทดสอบคุณสมบัติตามรายการดังนี้

ที่	รายการ	จำนวน	รายละเอียด (ที่ต้องระบุ)
1	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ Type.....	ถุง	ยี่ห้อ.....
2	ดินก่อสร้าง	ตัวอย่าง	สำหรับงาน...(ร่องแกน/Zone1,Zone2, Clay Blanket)
3	เหล็กเส้นกลม ขนาด..... มม.	ตัวอย่าง	SR24 บริษัทผู้ผลิต.....
4	เหล็กข้ออ้อย ขนาด..... มม.	ตัวอย่าง	(SD30, SD40) บริษัทผู้ผลิต.....
5	แท่งคอนกรีต	แท่ง	บริเวณที่เก็บ/วันที่เก็บ/กำลังอัด
6	ท่อน้อยขนาด เบอร์.....	ตัวอย่าง	โรงไม้หิน.....
7	เหล็กรูปพรรณขนาด.....	ตัวอย่าง	มอก.
8	เหล็ก.....	ตัวอย่าง	มอก.
9	ทรายหยาบ	ตัวอย่าง	บ่อทราย.....
10	หินใหญ่	ตัวอย่าง	โรงไม้หิน.....
11	ดินลูกรัง	ตัวอย่าง	บ่อลูกรัง.....
12	ท่อ คสล.	ท่อ	โรงงาน...../ชั้น.....
13	แผ่นโยสั้งเคราะห์	ตัวอย่าง	ตาม Spec. กำหนด
14			

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(.....)

ตำแหน่ง.....

หัวหน้าโครงการ

หมายเหตุ ให้แนบใบสั่งซื้อ/สัญญาจ้างมาด้วยทุกครั้ง

วัสดุอื่นๆที่จะส่งมาตรวจสอบคุณภาพ จำเป็นต้องระบุข้อกำหนดเฉพาะ (Specification) แนบมาด้วยทุกครั้งเพื่อความถูกต้องสะดวกและรวดเร็วในการทดสอบ เช่น เหล็กข้ออ้อย SD ... , แผ่นใยสังเคราะห์ต้องมีคุณสมบัติตามแบบระบุไว้ดังนี้..., กร่อง Gabion ข้อกำหนดตามสัญญาระบุไว้ดังนี้..., สารผสมเพิ่มคอนกรีตชนิดใด...ต้องการเพิ่มคุณสมบัติคอนกรีตอย่างไร...(หน่วงการก่อตัว... ชั่วโม่ง , ลดน้ำ...% , หรือทั้งหน่วงและลดน้ำ ? , ปริมาณที่ใช้...) เหล็กแผ่นตามมาตรฐาน ...ชั้นคุณภาพ... ฯลฯ และควรระบุแหล่งที่มาของวัสดุเหล่านั้นมาด้วยเพื่อเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลต่อไป

ผู้ที่นำส่งวัสดุตัวอย่างมาตรวจสอบ ควรเป็นผู้ที่มีความรับผิดชอบ เกี่ยวข้องในการควบคุมงานด้วยเพื่อควบคุมนำวัสดุมาส่งและลงนามส่งตัวอย่างที่ฝ่ายตรวจสอบและวิเคราะห์ด้านวิศวกรรม สำนักชลประทานที่ 13

ปริมาณวัสดุที่จัดส่งให้ดูคำสั่งกรมชลประทานที่ 286/2553 ลงวันที่ 19 ธันวาคม 2553

แผนงานทดสอบวัสดุ โครงการ..... สัญญา.....

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	การทดสอบ
1	งานผันน้ำและสูบน้ำระหว่างก่อสร้าง			
1.1	งานทำนบระหว่างก่อสร้าง (COFFER DAM)		เหมารวม	✕
1.2	งานสูบน้ำระหว่างก่อสร้าง	5,000.00	ลบ.ม.	✕
2	งานเชื่อมเก็บกักน้ำ			
2.1	งานวางป่าและลิ่มต้นไม้	6,730.00	ตร.ม.	✕
2.2	งานขุดเปิดหน้าดิน	6,730.00	ลบ.ม.	✕
2.3	งานดินขุด			
	2.3.1 งานขุดด้วยเครื่องจักร	1,640.00	ลบ.ม.	✕
	2.3.2 ดินขุดยาก	5,560.00	ลบ.ม.	✕
2.4	งานระเบิดหิน	2,845.00	ลบ.ม.	✕
2.5	งานถมบดอัดแน่น 98 % SPCT. (Zone 1)	21,570.00	ลบ.ม.	✓
2.6	งานถมบดอัดแน่น 95 % SPCT. (Zone 2)	99,750.00	ลบ.ม.	✓
2.7	Chimney Drain	2,500.00	ลบ.ม.	✓
2.8	Blanket Drain	13,340.00	ลบ.ม.	✓
2.9	งานหินทิ้ง			
	2.9.1 หินทิ้ง	4,320.00	ลบ.ม.	✓
	2.9.2 กรวดทรายรองพื้น	1,440.00	ลบ.ม.	✓
2.10	งานหินเรียง			
	2.10.1 หินเรียง	1,980.00	ลบ.ม.	✓
	2.10.2 กรวดทรายรองพื้น	990.00	ลบ.ม.	✓
2.11	งาน Rockfill Toe			
	2.11.1 Rockfill Toe	1,870.00	ลบ.ม.	✓
	2.11.2 กรวดทรายรองพื้น	160.00	ลบ.ม.	✓

แผนงานทดสอบวัสดุ โครงการ..... สัญญา.....

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	การทดสอบ
2.12	งานหินเรียงยาแนว			
	2.12.1 หินเรียงยาแนว	14.00	ลบ.ม.	✓
	2.12.2 กรวดทรายรองพื้น	3.00	ลบ.ม.	✓
2.13	งาน Contact Drain			
	2.13.1 หินคละ	33.00	ลบ.ม.	✓
	2.13.2 หินก่อ	24.00	ลบ.ม.	✓
	2.13.3 กรวดทรายรองพื้น	41.00	ลบ.ม.	✓
2.14	งาน Toe Drain			
	2.14.1 หินคละ	104.00	ลบ.ม.	✓
	2.14.2 กรวดทรายรองพื้น	41.00	ลบ.ม.	✓
	2.14.3 ท่อ PVC.Dia 200 มม. ชั้น 13.5	20.00	ม.	✗
	2.14.4 ท่อ PVC.Dia 200 มม. ชั้น 13.5 เจาะรู	105.00	ม.	✗
2.15	งานผิวจราจรถนนบนสันเขื่อนหลัก			
	2.15.1 วัสดุคัดเลือก "ข"	186.00	ลบ.ม.	✓
	2.15.2 วัสดุคัดเลือก "ก"	186.00	ลบ.ม.	✓
	2.15.3 ลูกรับบดอัดแน่น	248.00	ลบ.ม.	✓
2.16	อาคารวัดน้ำและระบายน้ำจากตัวเขื่อน			
	2.16.1 งานถางป่าและล้มต้นไม้		ลบ.ม.	✓
	2.16.2 ดินชุดด้วยเครื่องจักร		ลบ.ม.	✓
	2.16.3 งานหินเรียง			
	1) หินเรียง	15.00	ลบ.ม.	✓
	2) กรวดทรายรองพื้น	8.00	ลบ.ม.	✓

แผนงานทดสอบวัสดุ โครงการ..... สัญญา.....

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	การทดสอบ
	2.16.4 งานหินเรียงยาแนว			
	1) หินเรียงยาแนว	19.00	ลบ.ม.	✓
	2) กรวดทรายรองพื้น	10.00	ลบ.ม.	✓
	2.16.5 ท่อลอดถนน คสล.ขนาด Dia. 1.00 ม. ชั้น 3			
	1) ดินถมบดอัดแน่นรองพื้น	23.00	ลบ.ม.	✓
	2) งานวางท่อลอดถนน คสล.ขนาด Dia. 1.00 ม. ชั้น	26.00	ม.	✓
3	งานอาคาร Out let			
3.1	อาคารรับน้ำทางเข้า			
	3.1.1 งานคอนกรีตเสริมเหล็ก	124.00	ลบ.ม.	✓
	3.1.2 เหล็กเสริมคอนกรีต	5,403.00	กก.	✓
	3.1.3 Rubber Waterstop Type "C"	10.00	ม.	✓
	3.1.4 Transhrack	3.00	ชุด	✓
	3.1.5 เหล็กรูปพรรณ	1,145.00	กก.	✓
3.2	อาคารควบคุมการส่งน้ำ			
	3.2.1 งานชุดเปิดหน้าดิน	220.00	ลบ.ม.	✗
	3.2.2 งานดินชุดยาก	1,940.00	ลบ.ม.	✗
	3.2.3 งานระเบิดหิน	538.00	ลบ.ม.	✗
	3.2.4 งานดินถมบดอัดแน่น 95%	684.00	ลบ.ม.	✓
	3.2.5 ดินถมบดอัดแน่นด้วยเครื่องจักรเบา	500.00	ลบ.ม.	✓
	3.2.6 งานท่อเหล็กเหนียวขนาด $\varnothing$ 0.20 ม.	40.00	ม.	✓

แผนงานทดสอบวัสดุ โครงการ..... สัญญา.....

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	การทดสอบ
4	ทางระบายน้ำและอาคารสลายพลังงาน			
4.1	ค่าที่ดินด้วยเครื่องจักร	11,540.00	ลบ.ม.	✗
4.2	งานดินถมบดอัดแน่น 95% SPCT	5,020.00	ลบ.ม.	✓
4.3	งานระบายน้ำใต้พื้นอาคาร และ ข้างกำแพงอาคาร			
	- ดินขุดด้วยแรงคน	30.00	ลบ.ม.	✗
	- ทราयरองพื้น	23.00	ลบ.ม.	✓
	- หินย่อย/กรวดกรองน้ำ	30.00	ลบ.ม.	✓
	- Plastic Sheet	155.00	ลบ.ม.	✗
	- ท่อกรอง PVC.Dia. 100 มม. เซาะร่องตรง พร้อมอุปกรณ์ประกอบ	160.00	ม.	✗
4.4	งานระบายน้ำข้างกำแพงอาคาร			
	- ทราयरองน้ำ	12.00	ลบ.ม.	✓
	- หินย่อย/กรวดกรองน้ำ	43.00	ลบ.ม.	✓
	- ท่อกรอง PVC.Dia. 100 มม. เซาะร่องตรง พร้อมอุปกรณ์ประกอบ	116.00	ม.	✗
4.5	งานหินทิ้ง			
	- หินทิ้ง	984.00	ลบ.ม.	✓
	- กรวดทราयरองพื้น	492.00	ลบ.ม.	✓
4.6	งานหินเรียงยาแนว			
	- หินเรียงยาแนว	41.00	ลบ.ม.	✓
	- กรวดทราयरองพื้น	21.00	ลบ.ม.	✓
4.7	คอนกรีต $f_c' = 210$ ksc ($F = 1.1639$)	910.00	ลบ.ม.	✓
4.8	เหล็กเสริมคอนกรีต	35,361.00	กก.	✓

แผนงานทดสอบวัสดุ โครงการ..... สัญญา.....

ลำดับ	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	การทดสอบ
4.9	Rubber Waterstop Type "A"	18.00	ม.	✓
4.10	Rubber Waterstop Type "C"	112.00	ม.	✓
4.11	Elastic Joint Filler หนา 0.02 ม.	8.00	ตร.ม.	✓
4.12	Joint Sealant หนา 0.02 ม.	8.00	ม.	✓
4.13	Sealing Compound	104.00	ตร.ม.	✓
4.14	งานติดตั้งเสาและราวกันตกท่อเหล็ก Dia 50 มม. สูง 0.45 ม.	20.00	ม.	✗
4.15	Flap Valve Weephole 100 mm	4.00	ชุด	✗
4.16	Air Vent Pipe	6.00	ชุด	✗
5	อาคารวัดน้ำ			
5.1	คอนกรีต $fc'=210\text{ kgsc}$	448.00	ลบ.ม.	✓
5.2	เหล็กเสริมคอนกรีต	20,442.00	กก.	✓
5.3	Rubber Waterstop Type "C"	56.00	ม.	✓
5.4	Sealing Compound	23.00	ตร.ม.	✓
5.5	งานหินเรียงยาแนว	840.00	ลบ.ม.	✓
5.6	กรวดทรายรองพื้น	420.00	ลบ.ม.	✓
5.7	งานจัดหาและติดตั้งแผ่นวัดระดับน้ำแบบเอียง 1 : 1.5 สูง 2.00 ม.	2.00	ชุด	✗

บทสรุปข้อเสนอแนะ

การตรวจสอบคุณภาพงานก่อสร้างให้เกิดประสิทธิภาพ ต้องมีความสอดคล้องกันตามกระบวนการทำงานก่อสร้าง ปริมาณวัสดุที่ใช้ เวลา ก่อนหลังในแต่ละกิจกรรม ข้อกำหนดที่มีและความถี่ในการทดสอบ โดยต้องกำหนดเป็นแผน และมีการติดตามผลการทดสอบให้สอดคล้องกับแผนการก่อสร้างและรายละเอียดปริมาณงานในแต่ละกิจกรรมการก่อสร้างและข้อกำหนดที่มี

ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะในการควบคุมคุณภาพงานในสนาม

1. ข้อกำหนดของวัสดุไม่สมบูรณ์

งานทดสอบเพื่อควบคุมคุณภาพ จะต้องมีการกำหนดคุณสมบัติไว้ชัดเจน มีมาตรฐานวิธีการทดสอบ และมีการเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบที่เหมาะสม

2. ขาดการวางแผนการควบคุมคุณภาพงานที่ดี

การจัดทำแผนการควบคุมคุณภาพและการติดตามผลเป็นสิ่งสำคัญ และจะเกิดประสิทธิภาพได้ต้องอาศัยการเอาใจใส่และการประสานงานที่ดี

3. ขาดการประสานงานกับหน่วยงานทดสอบที่มีประสิทธิภาพ

การควบคุมงานก่อสร้าง ปกติจะมีรายละเอียดในสัญญาไว้ครบถ้วน ยกเว้น แต่ไปเอารูปแบบต่างๆมาประติดประต่อไม่ครบถ้วนหรือไม่เป็นปัจจุบันมาใช้ ฉะนั้นจึงไม่ควรลืมนึกถึงที่จะทบทวนโดยผู้ที่มีประสบการณ์ในแต่ละเรื่องก่อนจะใช้เป็นรายละเอียดระบุไว้ในข้อตกลง

4. ขาดการติดตามเอาใจใส่ให้เป็นไปตามแผน

งานทดสอบเพื่อควบคุมคุณภาพมีประโยชน์เพื่อใช้ตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุและความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้าง เพื่อให้เป็นไปตามคุณสมบัติที่ต้องการ ดังนั้นการดำเนินงานทดสอบที่ถูกต้องและเหมาะสมต้องมีความสอดคล้องกันกับขั้นตอน ความต่อเนื่องของงาน และระยะเวลาก่อนหลังที่สมเหตุผล

5. ขาดความรู้และประสบการณ์ในการทำงาน

บางครั้งการทำงานในสนามเกิดเหตุสุดวิสัยหรือสภาพดินฟ้าอากาศ ซึ่งหากเตรียมการไว้ไม่ดีพอ ทำให้คุณภาพงานก่อสร้างเสียหายได้

การใช้ประโยชน์จากผลการทดลองเพื่อประกอบการตรวจรับงานเพียงอย่างเดียวเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้องและไม่เกิดประโยชน์ในการควบคุมคุณภาพ

บรรณานุกรม

กลศาสตร์ของดินด้านวิศวกรรม (มณฑะียร กังคศิเทียม, สิงหาคม 2529)

แนวทางการบริหารโครงการและควบคุมงานก่อสร้าง วสท. 2552
(คณะกรรมการสาขาบริหารงานก่อสร้าง)

การควบคุมคุณภาพการก่อสร้างงานคอนกรีต เอกสารฝึกอบรมการควบคุมงาน
ก่อสร้างของกรมชลประทาน 2543 (ปิยดูล สุขโข)

มาตรฐานการทดสอบวัสดุวิศวกรรม (ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิศวกรรม
สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน. 2552)

มาตรฐานวัสดุวิศวกรรม (คอนกรีตและงานดิน) (ส่วนวิจัยและพัฒนาด้าน
วิศวกรรม สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน. 2552)