



ข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิค (ด้านวิศวกรรม)

งานว่าจ้างติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมเขื่อน
โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่มาว
อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่



กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

ข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิค (ด้านวิศวกรรม)
งานว่าจ้างติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมเขื่อน โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่มาว
อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
1. งานขุดดิน	1
2. งานคอนกรีต	2
3. งานเสริมเหล็กคอนกรีต	12
4. งาน Non - Shrink Mortar	13
5. งานเสาเข็ม	14
6. งาน Settlement Plate	15
7. งาน Piezometer (Vibrating Wire Piezometer)	16



ข้อกำหนดรายละเอียดทางเทคนิค (ด้านวิศวกรรม)
งานว่าจ้างติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมเขื่อน โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่มาว
อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมรายละเอียดทั้งหมดเพื่อการอนุมัติการใช้งานต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างอย่างน้อย 60 วันก่อนการดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด โดยรายละเอียดทั้งหมดของงาน Settlement Plate และ Piezometer (Vibrating Wire Piezometer) ต้องระบุรายละเอียดอย่างน้อยคือ ตำแหน่งการติดตั้ง ชนิด รุ่น คุณสมบัติที่ระบุในข้อกำหนดละเอียดทางเทคนิคของอุปกรณ์ที่ใช้งานอย่างชัดเจน

1. งานดินขุด (Excavation)

1.1 ทั่วไป

งานดินขุดประกอบไปด้วย งานดินขุดบริเวณที่กำหนดในแบบและ/หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด รวมถึง การขนย้ายไปทิ้งตามสถานที่เหมาะสมและ/หรือตามผู้ว่าจ้างกำหนด จึงจะดำเนินงานอื่นๆ ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ในแบบ

1.2 รูปร่าง (Dimension)

(ก) ผู้รับจ้างจะต้องทำการขุดดินให้ได้แนว ระดับ ขนาด ตามที่กำหนดไว้ในแบบหรือตามผู้ว่าจ้างสั่งการ ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างสั่งให้เปลี่ยนแปลง แก่ไขระดับ หรือขนาดผิดไปจากในแบบ ผู้รับจ้างจะเรียกร้อง ค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากราคาต่อหน่วยที่ระบุไว้ในบัญชีราคาตามสัญญาได้ การดำเนินการขุดใดๆ ที่ผู้รับจ้างกระทำ เพื่อความปลอดภัยในการทำงาน หรือการนำวัสดุที่ได้จากการขุดไปทิ้ง หรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในแบบ จะต้องอยู่ภายใต้ขอบเขตที่ได้รับอนุญาตและค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจะต้องเป็นภาระความรับผิดชอบของผู้รับจ้างเอง

(ข) ผู้ว่าจ้างอาจสั่งผู้รับจ้างทำการขุด เป็นชั้นเป็นตอนของระดับชั้นดินหรือหิน จนกระทั่งเห็นว่ามีความมั่นคงเหมาะสมตามความเห็นชอบของผู้ว่าจ้าง ในกรณีเช่นนี้ผู้รับจ้างจะเรียกร้องค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มขึ้นมิได้

2.3 ลาดด้านข้าง การพังทลายของดินและดินฐานรากที่ไม่เหมาะสม

(ก) ในระหว่างการขุด หากปรากฏว่า สภาพทางธรณีวิทยาของดินไม่สามารถขุดให้ลาดด้านข้างเป็นไปตามแบบได้ หรือกรณีที่พิจารณาเห็นว่าลักษณะของดินฐานรากไม่เหมาะสม ผู้ว่าจ้างสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบให้ตรงกันกับสภาพที่เป็นจริง หรือออกหนังสือให้แก้ไขความลาดชันและแนวของการขุดได้



(ข) หากขุดเกินหรือเกิดการพังทลายซึ่งผู้รับจ้างจะพิจารณาเห็นว่าเกิดจากระบบธรรมชาติ เช่นดินเลื่อนหรือปฏิบัติการไม่ถูกวิธี ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการขนย้ายวัสดุที่เกินนี้ออกไปให้หมด และถมกลับในส่วนที่ขุดเกินโดยการบดอัดให้แน่นดีเหมือนเดิม โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างด้วย ทั้งนี้จะไม่มีการคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมแต่อย่างใด

1.4 ข้อควรระมัดระวังในการขุด

- (ก) ผู้รับจ้างจะต้องหามาตรการในการป้องกันและตรวจสอบ เพื่อให้ได้แนว ขนาด และระดับให้ใกล้เคียงกับ แนวที่ต้องการให้มากที่สุด
- (ข) การขุดดินจะต้องกระทำในสภาพที่แห้งอยู่เสมอ ถ้าบริเวณที่จะขุดมีสภาพเปียกหรือมีน้ำขังจะต้องทำการ ระบายน้ำออกให้หมดก่อนที่จะเริ่มลงมือขุด
- (ค) ในการขุดดิน (Earth section) จะต้องขุดให้รู้ปัดตามแบบหรือตามที่ยูว่าจ้างกำหนดและตบแต่งให้เรียบ ด้วยเครื่องมือหรือเครื่องถาก เครื่องเกลี่ย หรือเครื่องจักร อุปกรณ์ที่คล้ายคลึงกัน

2. งานคอนกรีต (Concrete)

การออกแบบส่วนผสม (Proportioning of concrete)

➤ ทัวไป

- คอนกรีตจะต้องประกอบด้วย ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ วัสดุมวลละเอียด วัสดุมวลหยาบ น้ำและสารเคมีผสม คอนกรีตตามที่กำหนดไว้ วัสดุดังกล่าวจะต้องนำมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันดี จนได้ความชื้นเหลวที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน
- ขนาดของตะแกรงที่ใช้ จะมีขนาดเป็นมิลลิเมตร เพื่อให้เป็นไปตาม ASTM E11 หรือ ASTM E-323

➤ มาตรฐานของคอนกรีต

- คอนกรีตแต่ละชนิด จะต้องมียัตราส่วนผสม วิธีการผสมและขั้นตอนต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานตามมาตรฐาน American Society of Testing Materials (ASTM)

➤ อัตราส่วนผสมคอนกรีต

- ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการออกแบบ และกำหนดส่วนผสมของคอนกรีตแต่ละประเภทที่ต้องใช้งาน เพื่อให้แน่ใจว่าได้คุณภาพตามที่ได้กำหนดไว้ในข้อกำหนดวิศวกรรม
- กำลังอัดของคอนกรีต (Compression strength) ที่น้อยที่สุดเมื่ออายุ 28 วันจะใช้กำลังอัดประลัย 175 กก./ตร. ซม. หรือตามที่ระบุในแบบ



➤ การควบคุมส่วนผสมคอนกรีต

- ก่อนเริ่มการทำงานคอนกรีตผู้รับจ้างต้องเสนอขออนุมัติต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง เกี่ยวกับรายละเอียดของคอนกรีตประเภทต่างๆ โดยต้องทำการทดลองหลายๆ ตัวอย่างให้แก่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทำการตรวจสอบจนเป็นไปตามข้อกำหนดทางวิศวกรรม
- แหล่งที่มาของวัสดุ และชนิดของอัตราส่วนผสมคอนกรีตจะต้องเป็น แหล่งเดียวกับที่ได้ทำการออกแบบและทดสอบไว้ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงนอกจากจะได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

➤ การควบคุมความสามารถเทได้ (Workability)

- หลังจากทีปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องผสมลงสู่แบบแล้ว ก่อนทำการเขย่าหรือทำให้แน่น ค่าความยุบตัว (Slump) ของคอนกรีต จะต้องไม่เกินไปกว่า
 - 1) 80 มม. สำหรับคอนกรีตที่เทโดยการใช้แบบและมีเหล็กเสริม
 - 2) 50 มม. สำหรับคอนกรีตประเภทอื่นๆ
- ผู้ว่าจ้างอาจกำหนดให้ค่ายุบตัวของคอนกรีตน้อยกว่านี้ได้ ถ้ายังสามารถทำงานได้สะดวก

➤ การขนส่งคอนกรีต

- การขนส่งคอนกรีตและการเท โดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ใดๆ เช่น ถัง รางเทกรวยรับคอนกรีต รถบรรทุกชนิดมีใบกวนในตัว หรือรถสูบล้อคอนกรีต โดยไม่ทำให้ค่าความยุบตัวของคอนกรีตเกินกว่าที่กำหนดไว้ในข้อ 3.2.5 ที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้น

คุณภาพวัสดุสำหรับคอนกรีต

➤ ซีเมนต์ ซีเมนต์ต้องได้มาตรฐาน ASTM C 150 Type I

➤ น้ำผสมคอนกรีต

- น้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีต ปูนทรายหรือวัสดุมวลรวม หรือน้ำสำหรับบ่มคอนกรีต ต้องเป็นน้ำจืดมีคุณสมบัติ ปราศจากอินทรีย์วัตถุ กรด ด่าง เกลือ น้ำมัน สิ่งโสโครก และสิ่งเจือปนอื่นๆ ในปริมาณที่ก่อให้เกิดอันตรายกับคอนกรีตและมีตะกอนแขวนลอยอยู่ไม่เกิน 2,000 ส่วนในล้านส่วน มีคุณสมบัติตาม ASTM C94

➤ วัสดุมวลรวม (Aggregates)

- วัสดุมวลรวมละเอียด (Fine Aggregate) เปอรี่เซ็นต์ของมวลที่ไม่พึงประสงค์ที่ปนอยู่ในวัสดุมวลรวมละเอียด จะต้องม้ค่าไม่เกินตามตารางข้างล่างนี้



รายการ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (% by weight)
วัสดุที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มม.	20
วัสดุน้ำหนักเบา	20
อินทรีวัตถุ	00
ดินเหนียว	10
สสารอื่นๆ	20

- วัสดุมวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) ที่จะใช้ผสมคอนกรีตต้องมี เปอร์เซ็นต์ของ วัสดุที่ไม่พึงประสงค์ในขนาดต่างๆ ไม่เกินจากตารางต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

รายการ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (% by weight)
วัสดุที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มม.	0.5
วัสดุน้ำหนักเบา	2.0
อินทรีวัตถุ	0.0
ดินเหนียว	0.5
สสารอื่นๆ	1.0

การเทคอนกรีต

➤ ทัวไป

เครื่องมือเครื่องใช้ในการเทคอนกรีต รวมทั้งลำดับการเทคอนกรีต ต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน และผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างทราบล่วงหน้าก่อนดำเนินการเทคอนกรีตอย่างน้อย 48 ชั่วโมง

ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างอาจสั่งให้รื้อทุบคอนกรีต และนำคอนกรีตใหม่มาเปลี่ยน ถ้าหากเทคอนกรีตก่อนได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง และไม่พิจารณาจ่ายเงินให้

➤ วิธีการเทคอนกรีต

- (ก) ในการเทคอนกรีต ต้องเทลงไปในลักษณะเป็นชั้นๆ ไปในทางราบจนกระทั่งเสร็จในชั้นนั้นๆ และชั้นต่อไปก็ปฏิบัติในทำนองเดียวกันในขณะที่คอนกรีตยังเหลวอยู่ ระยะสูงสุดที่เทคอนกรีตลงสู่แบบต้องไม่เกิน 1.50 ม. นอกจากนี้จะหาเครื่องมือใดๆ



ที่เหมาะสมมารองกันคอนกรีตที่ มีแรงดันอัดได้ไว้ และในขณะจากผู้ควบคุม
งานของผู้ว่าจ้างด้วย

- (ข) ความหนาของคอนกรีตแต่ละชั้น ควรอยู่ระหว่าง 30 - 60 ซม. หรือตามที่ผู้ควบคุม
งานกำหนด
- (ค) การเทคอนกรีตทุกครั้งจะต้องเทต่อเนื่องตั้งแต่เริ่ม จนกระทั่งเสร็จสิ้นการเท
นอกจากจะมีเหตุฉุกเฉิน หรืออุปสรรคที่ไม่สามารถเลี่ยงได้ และมีความจำเป็นต้อง
หยุดเทคอนกรีต ผู้รับจ้างต้องหาวิธีที่เหมาะสม โดยการทำรอยต่อก่อสร้าง
(Construction Joints) โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างด้วย
- (ง) คอนกรีตที่เทเสร็จแล้วแต่ละชั้น ต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการทำให้คอนกรีตมี
เนื้อแน่นสม่ำเสมอ ไม่มีรูพรุน จับยึดแน่นกับผิวไม้แบบ และสิ่งฝังจมในเนื้อ
คอนกรีต โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างด้วย
- (จ) การเทคอนกรีตลงไปในรูปแบบที่มีการเสริมเหล็ก ต้องระมัดระวังที่จะไม่ให้ส่วนผสม
เกิดการแยกตัว หรือเกิดการกระแทกเหล็กเสริมจนเกิดการขยับตัว หรือเคลื่อนย้าย
ไปได้ ต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ที่เหมาะสม เช่น รางเทคอนกรีต ท่อหรือกรวยที่
สามารถนำคอนกรีตลงไปในรูปแบบที่แคบหรือบริเวณที่มีความลึก จนสามารถทำให้
คอนกรีตแทรกตัวกับเหล็กเสริมได้อย่างทั่วถึงกันตลอดทั้งหมด การเทคอนกรีตบน
พื้นลาดเอียง ต้องใช้ส่วนผสมที่มีค่ายุบตัวต่ำ โดยเริ่มเทจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน
การเกลี่ยคอนกรีตและทำให้คอนกรีตแน่นอาจใช้บรรทัดยาวพาดบนโครงไม้ที่ปรับ
แนวเอียงได้ตามต้องการ โครงไม้ที่วางเพื่อใช้เป็นแนวหรือระดับต้องรื้อออกไป
ก่อนที่คอนกรีตจะเริ่มก่อตัว
- (ฉ) การเทคอนกรีตระหว่างฝนตก ห้ามเทคอนกรีตกลางแจ้งในขณะกำลังมีฝนตก
นอกจากจะมีเครื่องป้องกันมิให้เกิดผลเสียหายแก่คอนกรีตนั้น โดยต้องได้รับความ
เห็นชอบจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน หรือถ้าพิจารณาว่าฝนตกหนักและอาจ
ชะล้างเอาปูนหรือปูนทรายออกไป จะต้องหยุดการเทคอนกรีตทันที แล้วเตรียม
ทำผิวหน้าไว้เป็นรอยต่อก่อสร้างด้วย
- (ช) การเทคอนกรีตระยะที่สอง (Second Stage Concrete)
ในกรณีที่ปฏิบัติงานคอนกรีตใดๆ ไม่สามารถที่จะเทให้เสร็จได้ในครั้งเดียวและมี
ความจำเป็นต้องเทคอนกรีตในระยะที่สองต่อจากของเดิม งานจึงจะเสร็จสมบูรณ์
นั้น ผู้รับจ้างจะต้องทำรอยต่อก่อสร้าง (Construction Joint)



การทำรอยต่อ

➤ รอยต่อก่อสร้าง (Construction Joints)

(ก) บริเวณที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างผิวของคอนกรีตเก่ากับคอนกรีตใหม่ เรียกว่า รอยต่อก่อสร้าง ซึ่งรอยต่อก่อสร้างนี้ต้องยึดเกาะกันแน่นเป็นเนื้อเดียว และมีกำลังของคอนกรีตเท่ากันรอยต่อก่อสร้างอาจจะบรูไว้ในแบบหรือจากการกำหนดขึ้นของผู้ว่าจ้าง การทำรอยต่อก่อสร้างจะกระทำเมื่อมีเหตุที่จะต้องหยุดเทคอนกรีตไปเกินกว่า 1 ชั่วโมง

(ข) การทำรอยต่อก่อสร้างควรพยายามให้คอนกรีตมีการหดตัวน้อยที่สุด หลังจากเทคอนกรีต และควรอยู่ในตำแหน่งที่สามารถรับแรงเค้นภายในอาคารนั้นได้เป็นอย่างดี บริเวณขอบหรือริมอาคารคอนกรีตควรหลีกเลี่ยงอย่าให้มีรอยต่อเกิดขึ้น จุดตัดของรอยต่อคอนกรีตและผิวหน้าของคอนกรีตที่มองเห็นได้ง่าย จะต้องให้เป็นแนวเส้นตรง

(ค) การเตรียมรอยต่อ เมื่อคอนกรีตเริ่มก่อตัวแต่ยังไม่ถึง Final Set ให้ฉีดล้างผิวหน้าให้น้ำปูนหลุดออกไปให้หมด จนเหลือแต่วัสดุมวลหยาบที่แข็งแรงเท่านั้น หลังจากนั้นจะทิ้งระยะเวลาไว้พอสมควรก่อนที่จะมีการเทคอนกรีตครั้งต่อไป ต้องทำความสะอาดผิวน้ำนั้นอีกครั้งด้วยน้ำฉีดพ่นแรงดันสูง

(ง) ถ้าผิวหน้าคอนกรีตเดิมขวางด้วยเหล็กเสริม ซึ่งไม่สามารถเข้าไปทำความสะอาดได้สะดวก ควรปล่อยให้คอนกรีตแข็งตัวเสียก่อน ต่อจากนั้นจะต้องทำความสะอาดโดยใช้เครื่องพ่นทรายในการทำความสะอาดและจะต้องทำทันทีก่อนจะมีการเทคอนกรีตในชั้นต่อไป หรือ ทำการกะเทาะผิวหน้าให้ขรุขระด้วยเครื่องมือ เช่น เหล็กสกัด เพื่อให้ผิวหน้าที่เคลือบด้วย ปูนซีเมนต์และทรายออกจนเห็นเนื้อคอนกรีตที่แกร่ง และทำความสะอาดด้วยการเป่าด้วยเครื่องอัดลมที่มีความดันไม่น้อยกว่า 10 กก./ตร.ซม. หรือน้ำฉีดที่มีกำลังมากพอที่จะชะล้างสิ่งที่ไม่ต้องการออกได้หมดตามต้องการ

➤ รอยต่อเผื่อขยายและรอยต่อเผื่อหด (Expansion and Contraction Joints)

(ก) ในการปฏิบัติงานคอนกรีตจะยอมให้มีรอยต่อได้โดยคอนกรีตอยู่ชิดกันจะสามารถขยายตัว หดตัวหรือการทรุดตัวของฐานรากที่ไม่เท่ากันเรียกว่ารอยต่อเผื่อขยายตัวและรอยต่อเผื่อหดตัว

(ข) รอยต่อดังกล่าวจะบรูไว้ในแบบ หรืออาจกำหนดขึ้นโดยความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

ค) ผิวหน้าของคอนกรีตด้านตรงข้ามของรอยต่อ จะเรียบและไม่มีรอยร้าว

ดังนั้นจึงต้องทาหรือหุ้มด้วยวัสดุที่กำหนดให้โดยผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง เพื่อป้องกันมิให้ผิวหน้าทั้งสองยึดติดกัน

(ง) ผิวหน้าของรอยต่อแผ่ขยายตัวและรอยต่อเหือดตัว ต้องทำความสะอาดโดยการเอาเศษปูน หรือวัสดุแปลกปลอมตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างสั่งการ

➤ วัสดุอุดรอยต่อ (Joint Sealer)

(ก) วัสดุอุดรอยต่อ สำหรับรอยต่อแผ่ขยายต้องจัดหาและทำการติดตั้งตามที่ระบุไว้ในแบบ หรือโดยการกำหนดของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(ข) วัสดุ

(1) วัสดุที่จะใช้อุดรอยต่อต้องมีคุณสมบัติตาม ASTM D 3405

(2) วัสดุอุดรอยต่อเมื่อหยอดแล้วต้องมีความยืดหยุ่นได้ วัสดุอุดรอยต่อนี้เมื่อได้รับความร้อนประมาณ 150 - 200 ฟาเรนไฮต์ จะกลายเป็นของเหลว และสามารถไหลได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อย่างอื่นเข้าช่วย การหยอดจะต้องกระทำขณะที่วัสดุนี้มีความร้อนอยู่

(3) การจะใช้วัสดุอุดรอยต่อในแนวตั้ง ต้องใช้วัสดุที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งผู้รับจ้างต้องเสนอและต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างด้วย

การบ่มคอนกรีต

➤ ทั่วไป

ก่อนเริ่มงานเทคอนกรีต เครื่องมือเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ในการบ่มคอนกรีต ต้องจัดเตรียมไว้ให้พร้อมและเพียงพอ พร้อมที่จะใช้งานได้ทันที

➤ ระยะเวลาในการบ่ม

ในการบ่มคอนกรีต ควรเริ่มบ่มให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเร็วได้หลังจากที่คอนกรีตเริ่มก่อตัว และต้องต่อเนื่องกันไปตลอดระยะเวลาอย่างน้อย 14 วัน นับจากวันที่เทเสร็จ ทั้งคอนกรีตที่เทโดยใช้แบบหรือไม่ใช้แบบ คอนกรีตที่เทโดยใช้แบบ หลังจากถอดแบบเสร็จแล้ว จะต้องทำการบ่มทันที

วิธีการบ่มคอนกรีตจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเสียก่อนตามประเภทของผิวหน้าคอนกรีตและวิธีบ่มคอนกรีต ดังแสดงในตารางข้างล่างนี้



วิธีบ่มคอนกรีตชนิดใช้แบบและน้ำใช้แบบ

ผิวหน้าคอนกรีต	ประเภท	วิธีการบ่ม
ผิวหน้าชนิดมีแบบ ผิวหน้าติดกับดินถมหรือคอนกรีต	F1	น้ำ , Water wax base white water-emulsion, resin-base curing compound
อาคารประกอบของเขื่อนดิน รอยต่อ ก่อสร้าง รอยต่อเพื่อขยาย	F2	น้ำ , Water wax base, white water-emulsion
ผิวหน้าที่เห็นได้ชัด หรือผิวโชว์	F3	Clear curing compound water emulsion resin-base
ผิวหน้าคอนกรีตที่ไม่มีแบบ ผิวหน้าที่ปกคลุมด้วยวัสดุ	U1	น้ำ , White wax base, white water-emulsion, resin-base curing compound, polyethylene film
พื้น เช่น ทางระบายน้ำล้น อาคารส่ง น้ำ และอาคารลดกระแสน้ำ	U3	น้ำ, หรือ polyethylene film

➤ การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำ (Water Curing)

การบ่มคอนกรีตด้วยน้ำนั้น จะต้องรักษาผิวหน้าของคอนกรีตให้เปียกชุ่มตลอดเวลา ปิดด้วยวัสดุชุ่มน้ำหรือใช้เครื่องพ่นน้ำ (Sprinkler) หรือวิธีอื่นใดก็ตาม ที่จะรักษาผิวหน้าของคอนกรีตให้เปียกชุ่มอยู่ตลอดเวลา น้ำที่ใช้บ่มต้องเป็นน้ำที่ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อผิวหน้าคอนกรีต

➤ การบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต (Membrane curing)

(ก) การบ่มโดยใช้สารผสมทางเคมี ซึ่งประกอบด้วย ส่วนผสมที่เป็นของเหลว ทำนองเดียวกับที่บ่มด้วยน้ำ แต่ต้องได้รับอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน สารผสมเหล่านี้ส่วนผสมจะประกอบไปด้วย สารกึ่งใสกึ่งทึบ โดยไม่มีสีหรือสารกึ่งใสกึ่งทึบเร็ว ผสมสีขาว มีคุณภาพตามมาตรฐาน ASTM C309 ซึ่งส่วนผสมจะต้องมีความข้นเหลวสม่ำเสมอ การบรรจุใส่ถังรวมทั้งการขนส่งจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ส่วนผสมยังคงรักษาคุณภาพเหมือนสถานะเดิมตลอดเวลา

(ข) น้ำยาบ่มคอนกรีตต้องพ่นลงไปในผิวหน้าคอนกรีต เพื่อให้คลุมผิวสม่ำเสมอและมีความต่อเนื่อง



- (ค) เศษวัสดุ ปูน หินทราย ที่ติดอยู่ตามผิวหน้าคอนกรีต ต้องเป็นรอยให้หมดก่อนที่จะพ่นน้ำยาลงไป ผิวหน้าคอนกรีตที่ยังตบแต่งไม่เรียบร้อยจะต้องตบแต่งก่อนที่จะทำการพ่นน้ำยาลงไป
- (ง) หลังจากถอดแบบแล้ว ทำการพ่นด้วยน้ำบางๆ บนผิวหน้าคอนกรีตจนกระทั่งเห็นว่าบนผิวหน้าของคอนกรีตไม่สามารถดูดซับความชื้นได้อีกแล้ว ขณะที่ผิวของคอนกรีตยังหมาดๆอยู่ ให้เริ่มทำการบ่มด้วยน้ำยาทันที
- (จ) การพ่นน้ำยาต้องระวังเพื่อให้แน่ใจว่า ส่วนผสมของน้ำยานั้นเคลือบคลุมผิวหน้าของคอนกรีตได้ทั่วทั้งหมด หากมีการซ่อมเสริมใดๆ และเมื่อซ่อมแล้วเสร็จต้องให้ความชื้นกับผิวคอนกรีตส่วนนั้นและการเคลือบปิดผิวคอนกรีตด้วยน้ำยาให้ใช้วิธีการเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในข้อ (ง)
- (ฉ) เครื่องมือในการพ่นบ่มคอนกรีตด้วยน้ำยานี้ รวมทั้งวิธีการพ่น จะต้องปฏิบัติให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ Bureau of Concrete Manual ฉบับล่าสุด และภายในระยะเวลา 21 วันนับจากวันพ่นน้ำยาบ่มคอนกรีต ผู้รับจ้างต้องระมัดระวังผิวหน้าคอนกรีต ไม่ให้ถูกรบกวนด้วยยวดยานหรือการกระทำที่ก่อให้เกิดความเสียหาย
- (ช) น้ำยาบ่มคอนกรีตต้องมีใบรับรองของโรงงานผู้ผลิต เพื่อแสดงว่ามีคุณสมบัติตามข้อกำหนดทางวิศวกรรมจึงจะได้รับความเห็นชอบ การอนุมัติของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจากเอกสารดังกล่าว มิได้ทำให้ผู้รับจ้างหมดภาระในการรับผิดชอบต่อการจัดหาวัสดุที่ดีตามสัญญาแต่ประการใด ผู้รับจ้างต้องส่งตัวอย่างของน้ำยาบ่มคอนกรีตและผ่านการทดลองจนเป็นที่พอใจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น การเก็บตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ ASTM C 309
- (ซ) ผิวที่เคลือบด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต หากได้รับความเสียหายหรือลอกออกจากผิวของคอนกรีตในระยะเวลา 14 วัน หลังจากการฉีดยา ผู้รับจ้างจะต้องทำการพ่นน้ำยาซ่อมแซมโดยทันที



การประเมินผลทดสอบกำลังของคอนกรีต

➤ ทัวไป

- (ก) ผู้รับจ้างจะต้องเก็บแท่งตัวอย่างคอนกรีตจากเครื่องผสมคอนกรีต รถขนส่งคอนกรีตเก็บจากแบบหรือเก็บจากที่อื่นๆ ในขณะที่กำลังชนหรือกำลังเทอยู่
- (ข) ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เมื่อมีความจำเป็นจะต้องเก็บตัวอย่าง หรือเมื่อผู้ว่าจ้างต้องการที่จะสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการทดลองเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามที่กล่าวต่อไปข้างล่างนี้
- (ค) การทดลองหาลำดับอัดของคอนกรีต ต้องทำการทดลองโดยใช้แท่งคอนกรีตทรงกระบอกตามข้อกำหนดของ ASTM C31 และ ASTM C39

➤ ความถี่และจำนวนตัวอย่าง

ผู้รับจ้างจะต้องทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีต ในช่วงเวลาที่เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างต้องการ ตลอดระยะเวลาการทำงาน โดยทั่วไปความถี่ในการเก็บตัวอย่างของคอนกรีต จะเก็บตามวิธีข้างล่างนี้

(ก) สำหรับอาคารขนาดเล็ก

ไม่เกิน 10 ลบ.ม.	1	ตัวอย่าง
10 – 40 ลบ.ม.	2	ตัวอย่าง
40 – 80 ลบ.ม.	3	ตัวอย่าง

- (ข) ในการเทเป็นปริมาณมากๆ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเครื่องมือสำหรับเก็บตัวอย่างจำนวน 3 ชุดๆละ 2 แท่ง จากคอนกรีตทุกๆ 300 ลบ.ม. ของการปฏิบัติงานคอนกรีตในแต่ละวัน (หรือกะ) แต่ต้องไม่น้อยกว่า 6 แท่งของคอนกรีตแต่ละประเภทและแต่ละกะ

➤ การทดสอบกำลังของคอนกรีต

- (ก) การทดลองหาลำดับอัดของคอนกรีตของแต่ละตัวอย่าง ต้องใช้ค่าเฉลี่ยของสองแท่งตัวอย่าง เมื่ออายุครบ 28 วัน
- (ข) เพื่อให้เป็นไปตามรายละเอียดข้อกำหนดทางวิศวกรรม ค่าเฉลี่ยกำลังอัดของคอนกรีตแต่ละประเภท จะต้องมีความไม่น้อยกว่ากำลังอัดค่าเฉลี่ยที่กำหนดและกำลังอัดจากการทดลองแท่งคอนกรีตตัวอย่างใดๆ ต้องไม่น้อยกว่า 90 % ของกำลังอัดที่ต้องการ



➤ คอนกรีตที่ใช้ไม่ได้ (Rejection)

- (ก) คอนกรีตส่วนใดๆของงาน ที่ผู้ว่าจ้างได้ทำการทดสอบจากแท่งตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของคอนกรีตบริเวณนั้น ถ้าผลปรากฏว่าไม่ผ่านการทดสอบ คอนกรีตบริเวณนั้นใช้ไม่ได้ ผู้รับจ้าง
- (ข) จะต้องทำการรื้อคอนกรีตบริเวณนั้น และทำการเทใหม่ทันที ตามคำสั่งของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง
- (ค) ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการรื้อคอนกรีตที่ไม่ผ่านการทดสอบ รวมทั้งการเท-คอนกรีตใหม่ทดแทนจนเป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้น เป็นของผู้รับจ้างทั้งหมด ผู้ว่าจ้างจะไม่จ่ายเงินค่าใช้จายดังกล่าวให้

แบบหล่อคอนกรีต (Form work)

➤ ทัวไป

- (ก) แบบหล่อคอนกรีตจะต้องมีความแน่นหนา แข็งแรง เพียงพอที่จะรับแรงกระทำอันเนื่องมาจากการเทคอนกรีต การเขย่าคอนกรีต และหลังเทคอนกรีตแล้วเสร็จ แบบหล่อต้องอยู่ใน สภาพแข็งแรงคงที่เหมือนเดิม รักษารูปร่างของคอนกรีตให้อยู่ใน พิกัดความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ได้ มีความแน่นหนาปกปิดมิดชิดพอที่ป้องกันมิให้น้ำปูนจากส่วนผสมคอนกรีตไหลซึมออกมาได้
- (ข) วัสดุที่ใช้ทำแบบต้องทำให้น้ำของคอนกรีตเรียบ ได้แก่
 - แบบไม้ แผ่นไม้ต้องไม่โก่งงอ สม่่าเสมอกันทั้งแผ่น ปราศจากตาไม้ ปุ่ม รอย ฝุ่น หรือตำหนิอื่นๆ
 - แบบเหล็ก
- (ค) ความคลาดเคลื่อนของขนาด แนว ระดับของอาคารคอนกรีต ที่แสดงไว้ในแบบหรือโดยการสั่งการของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก็ตาม จะต้องมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในพิสัยที่กำหนดให้ดังนี้
 - โครงสร้างทั่วไป +/- 15 มม
 - ช่องเปิดของพื้นและกำแพง +/- 12 มม
 - พื้น กำแพง ชั้นบันได +/- 10 มม
 - อาคาร สันฝาย และอาคารเพื่อติดตั้งเครื่องกลไกต่างๆ +/- 5 มม



ผู้ว่าจ้างอาจมีความต้องการให้ผู้รับจ้างทำแบบรายละเอียดหรือวิธีแก้ไข วิธีทำใหม่
ถ้างานคอนกรีตมีความคลาดเคลื่อนเกินพิกัดที่กำหนดให้ข้างบนนี้ โดยค่าใช้จ่ายต่างๆ
ที่เกิดขึ้นเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

➤ การถอดแบบ

การถอดแบบออกจากคอนกรีต จะกระทำได้เมื่อคอนกรีตมีกำลังอัดเพียงพอที่จะไม่ทำให้คอนกรีตเสียหาย อย่างไรก็ตามห้ามทำการถอดแบบก่อน 24 ชั่วโมง
หลังจากที่เทคอนกรีตเสร็จจะระยะเวลาที่น้อยที่สุด นับจากเสร็จสิ้นการเทคอนกรีต จนกระทั่ง
ถอดแบบนั้น ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้สำหรับอาคารที่มีความสำคัญ
เมื่อผู้รับจ้างได้รับการอนุมัติให้ทำการถอดแบบได้แล้ว ต้องรีบการถอดให้เร็วที่สุดและเมื่อ
ถอดแบบออกแล้ว ต้องทำการบ่มทันที ขณะเดียวกันถ้าหลังจากการถอดแบบแล้วมีผิวหน้า
คอนกรีตที่จะต้องทำการซ่อมแซม จะต้องซ่อมแซมทันทีที่ถอดแบบออก

3. เหล็กเสริมคอนกรีต

3.1 ทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งเหล็กเสริมทั้งหมดที่จะใช้กับงานคอนกรีต ตามที่ระบุไว้ใน
แบบ (Drawing) หรือโดยคำสั่งของผู้ว่าจ้าง เหล็กเสริมทั้งหมดจะต้องแสดงรายละเอียด
ตามข้อกำหนดของ ACI 315-80

3.2 วัสดุ

(ก) เหล็กเส้น จะต้องเป็นเหล็กชั้นคุณภาพ SR 24 เหล็กกลมตามมาตรฐาน
มอก.20 -2527 และ SD 30 เหล็กข้ออ้อยตาม มอก.24-2527

(ข) กำลังดึงที่จุดคานง อย่างน้อยต้องมีค่าตามนี้

SR 24 2400 KSC.

SD 30 3000 KSC.

(ค) ใบรับรองคุณภาพของเหล็กเส้น จะต้องแนบไปกับการส่งของด้วย

3.3 การใส่เหล็กเสริม

(ก) ระยะหุ้มเหล็ก

หากมิได้กำหนดไว้ในแบบแล้ว ผิวเหล็กจะต้องมีคอนกรีตหุ้มอย่างน้อยกว่าดังนี้

(1) คอนกรีตที่หล่อติดกับดินหรือหิน

80 มม.

(2) คอนกรีตที่โผล่ขึ้นจากดิน น้ำ หรืออากาศ คอนกรีตเททับคอนกรีตหยาบ

- เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 16 มม

50 มม

- เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 16 มม

40 มม



(3) คอนกรีตที่ไม่ลึ้มผิวดิน

- ได้สะพาน	25	มม
- กำแพง เสา	40	มม

(ข) วัสดุยึดหรือหนูนเหล็กเสริม

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเหล็กค้ำ ตะขอหัว โลหะอื่นๆ หรือลูกปูน ต้องเตรียมไว้ให้พร้อมและเพียงพอที่จะใช้งาน เพื่อจับยึดเหล็กเสริมให้อยู่ในสภาพมั่นคง ลูกปูนที่จะใช้ในการหนูนเหล็กต้องมีกำลังตามข้อกำหนดของคอนกรีตชนิดนั้นๆ ด้วย

(ค) ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการใส่เหล็กให้ถูกต้อง การตัดเหล็ก การงอเหล็ก การวางเหล็กจะมีความถูกต้องตามประเภท ขนาด รูปร่าง ความยาว จุดเชื่อมต่อ ตำแหน่งและจำนวนเส้น หลังจากการติดตั้งลงในแบบแล้ว

3.4 การต่อเหล็กเสริม

(ก) เมื่อมีความจำเป็นจะต้องต่อความยาวของเหล็กจะต้องมีระยะเหลื่อมกัน โดยการเชื่อมหรือเครื่องมืออื่นๆ

(ข) รอยต่อหรือการต่อเหล็ก โดยทั่วไป จะระบุไว้ในแบบ (Drawings) แต่ผู้รับจ้างอาจได้รับอนุญาตให้ต่อเหล็กได้ในตำแหน่งอื่นๆ นอกจากที่ระบุไว้ นั้น หากได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง รอยต่อเหล็กหรือการเหลื่อมเหล็กต้องจัดระยะช่วงรอยต่อตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด ฉะนั้นการที่จะอนุญาตให้ทำการต่อเหล็กโดยทั่วไปแล้ว จะจำกัดระยะห่างให้อยู่ในระยะไม่น้อยกว่า 8.00 ม. ในทางราบ และ 4.00 ม. ในทางตั้ง โดยการวัดจากศูนย์กลางถึงศูนย์กลางของระยะเหลื่อมนั้น อย่างไรก็ตาม ถ้าไม่จำเป็นควรพยายามให้มีการต่อน้อยที่สุด

4. Non - Shrink Mortar ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา Non - Shrink Mortar เพื่อใช้ในงานตามสัญญา โดยจะต้องมีคุณสมบัติเท่ากับหรือเทียบเท่าตามที่ระบุข้างล่างนี้ หรือตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด โดยก่อนนำมาใช้งานต้องผ่านการอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อน

➤ คุณสมบัติทั่วไป

- (1) เป็นปูนนอนทริงชนิดสำเร็จรูป พร้อมใช้งาน มีลักษณะเป็นผงสีขาว
- (2) ค่าการยึดเกาะบนผิวคอนกรีต (Bonding Strength) ไม่มากกว่า 4.5 MPa
- (3) ค่ารับแรงอัดไม่น้อยกว่า (Compressive Strength) 65 MPa (w/c = 16% , 28 day)
- (4) ค่าการขยายตัว (Expansion) ที่ 28 วันไม่น้อยกว่า 1.4 %



(5) ระยะเวลาในการใช้งานไม่เกิน ๖ เดือน

(6) Setting Time / ชั่วโมง

(7) ปริมาณการใช้ 1.875 กก / ลบ.ม

➤ การใช้งาน

- (1) พื้นผิวที่ต้องการติดต้องสะอาด ปราศจากฝุ่น คราบดิน สิ่งสกปรก โดยใช้แปรงลวด กระดาษทราย หรือใช้เครื่องไฟเบอร์เจียรออก
- (2) ควรพรมน้ำที่พื้นผิวคอนกรีตให้ชุ่มก่อนการเทคอนกรีตบนจริง
- (3) ผสมด้วยเครื่องปั่นเท่านั้น ความเร็วประมาณ 500 รอบ / นาที
- (4) ควรเทวัสดุไปในทิศทางเดียวกัน และต้องบ่มวัสดุทันทีที่ปูนเริ่มเซ็ทตัว และบ่มต่อเนื่องจนวัสดุเย็นลงเท่าอุณหภูมิปกติ

5. งานเสาค้ำ

5.1 ทัวไป

ผู้รับจ้างต้องนำเสาค้ำคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีขนาดมาตรฐานและเสาค้ำคอนกรีต ต้องได้มาตรฐาน มอก.395-2524 หรือ มอก.396-2524 ของกระทรวงอุตสาหกรรม และผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบการเสริมเหล็กของเสาค้ำ ขนาด ความยาว เป็นลายลักษณ์อักษรต่อผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างก่อน

เสาค้ำคอนกรีตที่จะนำมาใช้ต้องเป็นเสาค้ำใหม่ ไม่มีสัณฐานใดแตกหรือเสียหาย ดังนั้นการเก็บและการยกเสาค้ำ จะต้องทำตามวิธีการที่โรงงานแนะนำ หรือโดยวิธีการที่ไม่ทำให้เสาค้ำนั้น เกิดการเสียหาย แตก หัก หรือบิ่น เวลาขนส่ง จะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ อย่าให้หล่นหรือเกิดการกระแทกกันอย่างรุนแรง

หลังจากการตอกเสาค้ำแล้ว หัวเสาค้ำจะต้องถูกทุบเพื่อให้เหล็กเสริมโผล่ เหล็กเสริมต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 0.40 เมตร เพื่อนำไปเชื่อมต่อเหล็กรับแรงดึง (Tie rod) จากผนังกันดิน

5.2 การตอกเสาค้ำ

- (ก) การตอกเสาค้ำจะต้องตอกตรงแนวและจุดที่ได้ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังให้เสาค้ำอยู่ในตำแหน่งที่ตั้งตรงและได้แนวตั้งตามแบบ



(ข) การตอกต้องอย่าให้เสาเข็มเคลื่อนที่จนเกินไป และต้องมีการลบเพื่อป้องกันหัวเสาเข็มแตก ถ้าแตกหรือหักผู้รับจ้างต้องเปลี่ยนเสาเข็มใหม่ โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดผู้รับจ้างจะต้องออกค่าใช้จ่ายเอง

5.3 การจัดบันทึกในระหว่างการตอกเสาเข็ม

ในการตอกเสาเข็มแต่ละต้น ให้จัดทำระเบียบเสาเข็มตอกส่งให้แก่คณะกรรมการตรวจการจ้าง ภายหลังจากที่ได้ทำการตอกเสาเข็มแล้ว และจะต้องบันทึกข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

- (ก) วัน เดือน ปี ที่ทำการตอก
- (ข) ชนิดของเสาเข็ม
- (ค) จำนวนเสาเข็ม
- (ง) ระดับดินเดิมก่อนเริ่มทำการตอก
- (จ) ความลึกที่ตอกเสาเข็ม
- (ฉ) ชนิดและสภาพของวัสดุที่ใช้รองหัวเสาเข็ม
- (ช) ความยาวจริง (ระดับที่ตัดเสาเข็ม - ระดับปลายเสาเข็ม pile tip)

6. งาน Settlement Plate ต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- Settlement Plate และ Anchor Bolt ต้องทำมาจาก Stainless Steel
- Settlement Plate ต้องมีรูปทรงเป็นแผ่นวงกลม ความหนา 10 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.10 เมตร
- รายละเอียดบน Settlement Plate ต้องให้รายละเอียดถูกต้องครบถ้วน และเรียบร้อย โดย Settlement Plate ทุกตำแหน่งต้องมีค่าระดับ (Elevation) ต้องเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level) และค่าพิกัด (UTM - WGS84) โดยให้ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5 มิลลิเมตร สำหรับค่าระดับ (Elevation)
- ตำแหน่งการติดตั้ง Settlement Plate ต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง ก่อนดำเนินการใดๆ
- การติดตั้ง Settlement Plate
 - บนพื้นคอนกรีต ต้องสกัดพื้นคอนกรีต ให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 0.30x0.30 เมตร ความลึกไม่น้อยกว่า 0.20 เมตร ล้างทำความสะอาด และติดตั้ง Settlement

Plate โดยยึดด้วย Anchor Bolt เชื่อมแผ่น Stainless Steel ให้แน่น ไม่ขยับ และเท-ฉาบจนเต็มด้วย Non-Shrink Mortar

- บนพื้นดิน-หิน ต้องขุดดิน-หิน ให้มีขนาดไม่เล็กกว่า 0.40x0.40 เมตร ความลึกไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร ตามแบบ ดอกเสาเข็ม I - 18x18x80 เมตร หรือดอก Galvanized Iron Pipe ศก. 75 มิลลิเมตร หรือวางอยู่บนชั้นหินพิศ (Base Rock) ตั้งแบบหล่อคอนกรีต วางเหล็กเสริมตามแบบ และเทคอนกรีต พร้อมทั้งติดตั้ง Settlement Plate โดยยึดด้วย Anchor Bolt (เชื่อมแผ่น Stainless Steel ให้แน่น ไม่ขยับ)

7. งาน Piezometer (Vibrating Wire Piezometer) จำนวน 1 ชุด คุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 1) หลุมเจาะที่มีขนาด $\varnothing$ 72 มม. หรือมากกว่า
- 2) วางตำแหน่ง Pore Pressure Cell อยู่ในช่วงการอ่านซึ่งเป็นทรายอิ่มตัวและมีความยาวอยู่ระหว่าง 1-3 ม.
- 3) การ Plug ต้อง Plug ด้วยวัสดุ Clay (Bentonite Pellets) เพื่อป้องกัน Pore Pressure Cell
- 4) การอัดฉีดน้ำปูน ต้องมีอัตราส่วน Cement Mortar (W/C > 1)
- 5) Casing ต้องเป็นวัสดุที่ทนทานไม่กัดกร่อน
- 6) Pore Pressure Cell ควรหุ้มด้วย Filter ที่หั่วเข้า ตามข้อกำหนดต่อไปนี้
 - Permeability < 10^{-6} cm/s ✓
 - Air Entry Valve > 0.2 MPa ✓
- 7) สายเคเบิลควรเป็นแบบ Watertight กันน้ำซึมได้ Cell ควรเหมาะสมกับช่วงการวัดระหว่าง 0 ถึง 1.3 MPa ✓ โดยมีค่าความถูกต้องของเครื่องวัด 0.2% ของช่วงการอ่าน
- 8) ผู้รับจ้างต้องจัดส่ง Pore Pressure Cell และเอกสารประกอบมาพร้อมกัน ได้แก่ หมายเหตุลำดับบันทึกการสอบเทียบ/อุปกรณ์อ่านค่า Piezometer ควรผลิตหรือจำหน่ายโดยบริษัทเดียวกันกับ Piezometer และควรเป็นระบบ Portable Data Logging ทั้งนี้รวมถึงอุปกรณ์อื่นที่จำเป็นในการระบาย
- 9) ชุดแสดงผลและบันทึกผลการทดสอบ (Vibrating Wire Readout/Logger Unit)
 - เป็นชุดแสดงผลแบบใช้พลังงานจากแบตเตอรี่แบบพกพา ✓ สำหรับวัดและแสดงค่าจากอุปกรณ์ Vibrating Wire Gauge ได้ ✓
 - แสดงค่าการวัดเป็นตัวเลข LCD with backlight แบบ 4 แถว 20 ตัวอักษร ✓

- มีหน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 128 KB และหน่วยความจำแฟลชอย่างน้อย 4,000 ข้อมูล ✓
- สามารถส่งถ่ายข้อมูลไปสู่เครื่องประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านทางช่องเสียบสัญญาณแบบ RS 232C ที่ติดตั้งมาพร้อมกับตัวเครื่องในรูปแบบ ASCII ไฟล์ได้ ✓
- สามารถทำการวัดค่าการสั่นสะเทือนได้ในช่วง 180 ถึง 2300 μs ด้วยความละเอียด 0.01 μs , ค่าความถี่ 435 ถึง 5600 Hz ด้วยความละเอียด 0.01 Hz ✓
- สามารถทำการวัดค่าอุณหภูมิในช่วง - 40 ถึง 170°C ด้วยความละเอียด 0.1°C ✓
- สามารถทำการวัดค่าความต้านทาน (Resistance) ในช่วง 0 ถึง 100 $k\Omega$ ด้วยความละเอียด 0.1 % ของค่าการวัดสูงสุด (Full Scale) โดยใช้แบตเตอรี่แบบประจุไฟใหม่ได้ สามารถใช้งานได้ยาวนานไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมงในการใช้งานแบบเปิดไฟหน้าจอสว่าง (Back Light Activated) ✓

10) หัววัดความดัน (Vibrating Wire Piezometer) จำนวน 1 ชุด ต้องมีรายละเอียดดังนี้

- มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บรรจุภายในเรือนโครงรูปทรงกระบอกที่ทำจากวัสดุไร้สนิม (Stainless Steel Housing) ✓
- มีค่าความแม่นยำในการวัดอ่านค่า (Accuracy) 0.5% และค่าความละเอียดในการอ่าน (Resolution) 0.25% ของค่าสูงสุด (Full Scale) ✓
- ติดตั้งระบบป้องกัน Surge Protector , Resist Electrical และ Radio Frequency Interferences ตามข้อกำหนด IEEE และ CEI ✓
- มีสายส่งสัญญาณที่ใช้กับงานติดตั้งบนพื้นผิว และสามารถติดตั้งหรือฝังในคอนกรีตแบบสายคู่

11) ระบบการวัดอัตโนมัติทางไกล จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- อุปกรณ์ต้องสามารถอ่านค่า และบันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติโดยตัวกำหนดตารางเวลา และความถี่ในการอ่านค่าล่วงหน้า ✓
- อุปกรณ์ต้องสามารถส่งข้อมูลผ่าน Communication Port โดยตรงกับ Computer หรือส่งข้อมูลทางไกลผ่านระบบ GPRS ✓
- อุปกรณ์ต้องสามารถตั้งค่าตารางการอ่านค่า และบันทึกข้อมูลบน Data Logger ผ่าน Communication Port ✓
- ต้องมีโปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล เพื่อใช้จัดการข้อมูลที่ได้รับจาก Data Logger โดยสามารถแสดงผลในรูปแบบตาราง และกราฟได้ ✓



- ต้องสามารถส่งออก file และส่งออกข้อมูลใน Auto Backup ได้
Microsoft Excel ได้ ✓

- 12) ผู้ขายจะต้องดำเนินการลาติการใช้งาน จนผู้ใช้งานสามารถนำไปปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง
ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้
- 13) อุปกรณ์ทุกชนิดต้องรับประกันคุณภาพ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

