



คู่มือการก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง
(Mechanically Stabilized Earth Wall (MSE Wall))
โดยวิธีเสริมกำลังในดินด้วยแถบวัสดุโพลิเมอร์
โครงการอ่างเก็บน้ำมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี



จัดโดย
ทีมงานจัดการความรู้สำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่

ร่วมกับ

สำนักงานก่อสร้างชลประทานขนาดใหญ่ที่ ๒ สพญ.

ซึ่งเป็นไปตามแผนงานการจัดการความรู้เพื่อสนับสนุนประเด็นยุทธศาสตร์กรมชลประทาน
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๘

กันยายน ๒๕๕๘



คู่มือการก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง
(Mechanically Stabilized Earth Wall (MSE Wall))
โดยวิธีเสริมกำลังในดินด้วยแถบวัสดุโพลีเมอร์
โครงการอ่างเก็บน้ำมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี



จัดโดย
ทีมงานจัดการความรู้สำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่
ร่วมกับ

สำนักงานก่อสร้างชลประทานขนาดใหญ่ที่ ๒ สพญ.

ซึ่งเป็นไปตามแผนงานการจัดการความรู้เพื่อสนับสนุนประเด็นยุทธศาสตร์กรมชลประทาน
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๘

กันยายน ๒๕๕๘

คำนำ

คู่มือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานการตามประเด็นยุทธศาสตร์ ที่เลือกมาจัดการความรู้ของสำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ กรมชลประทาน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๘ รายละเอียดของคู่มือเล่มนี้จะกล่าวถึงการดำเนินการก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง (Mechanically Stabilized Earth Wall (MSE Wall)) ซึ่งจะเป็นงานที่อยู่ในสัญญางานก่อสร้างถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งขวา รูปแบบของกำแพงกันดินเสริมกำลัง จะเป็นแนวกำแพงโดยมีถนนสัญจรอยู่ด้านบน โดยแนวกำแพงกันดินเสริมกำลังจะเลาะไหล่เขารอบบริเวณอ่างเก็บน้ำมวกเหล็กฝั่งขวา และอีกงานจะอยู่ในสัญญางานก่อสร้างถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งซ้าย รูปแบบของกำแพงกันดินเสริมกำลังจะมีลักษณะเป็นคอสะพาน โดยแนวกำแพงกันดินเสริมกำลังจะอยู่ทั้งสองฝั่งของสะพาน

ผู้จัดทำหวังว่าคู่มือเล่มนี้ จะสามารถนำไปเป็นองค์ความรู้ปฏิบัติงานให้แก่บุคคลที่สนใจได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

สำนักงานก่อสร้างชลประทานขนาดใหญ่ที่ ๒
สำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่
กันยายน ๒๕๕๘

สารบัญ

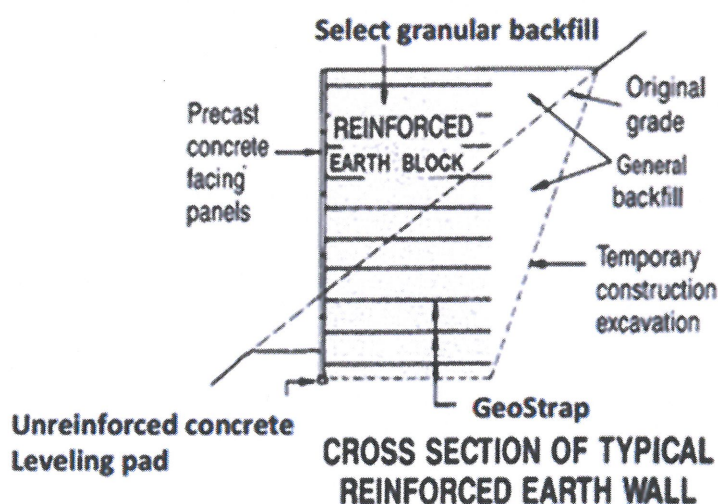
หน้า

บทที่ ๑	บทนำและวัตถุประสงค์	๑
	๑.๑ บทนำ	๑
	๑.๒ วัตถุประสงค์	๑
บทที่ ๒	ส่วนประกอบและวัสดุของกำแพงกันดินเสริมกำลัง	๒
	๒.๑ ส่วนประกอบของกำแพงกันดินเสริมกำลัง	๒
	๒.๒ วัสดุของกำแพงกันดินเสริมกำลัง	๒
บทที่ ๓	เครื่องมือและเครื่องจักรของงานกำแพงกันดินเสริมกำลัง	๗
	๓.๑ เครื่องมือในการหล่อแผ่นคอนกรีต	๗
	๓.๒ เครื่องมือในการติดตั้งแผ่นคอนกรีต	๗
	๓.๓ การหล่อแผ่นคอนกรีต	๘
บทที่ ๔	การติดตั้งแผ่นคอนกรีต	๙
	๔.๑ ขั้นตอนการติดตั้งแผ่นคอนกรีตของกำแพงแถวแรก	๙
	๔.๒ ขั้นตอนการติดตั้งแผ่นคอนกรีตของกำแพงแถวที่สองและแถวถัดไป	๑๔
	๔.๓ ขั้นตอนการติดตั้งแผ่นคอนกรีตของกำแพงแถวสุดท้าย	๑๘
บทที่ ๕	งานกำแพงกันดินที่เกี่ยวข้องกับกรมชลประทาน	๑๙
	๕.๑ งานกำแพงกันดินเสริมกำลังที่มีลักษณะเป็นแบบคอสะพาน	๑๙
	๕.๒ งานกำแพงกันดินเสริมกำลังที่มีลักษณะเป็นแนวกำแพงโดยมีถนนอยู่ด้านบน	๒๐
บทที่ ๖	สรุป	๒๒
บทที่ ๗	ข้อเสนอแนะ	๒๓
	เอกสารและสิ่งอ้างอิง	๒๔
	ภาคผนวก ก	๒๕
	ภาคผนวก ข	๕๑
	ภาคผนวก ค	๕๔

บทที่ ๑ บทนำและวัตถุประสงค์

๑.๑ บทนำ

ระบบกำแพงกันดินแบบ Reinforced Earth เป็น composite material ระหว่างดิน และแถบวัสดุโพลีเมอร์ (GeoStrap) โดยแรงที่เกิดขึ้นในมวลดินเนื่องจากน้ำหนักของมันเองจะทำให้เกิดแรงกดทับบนแถบวัสดุโพลีเมอร์ ที่อยู่ในดินและจะถ่ายผ่านไปยังแถบวัสดุโพลีเมอร์ด้วยแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างดินและแถบวัสดุโพลีเมอร์ ซึ่งระบบกำแพงกันดินแบบนี้ จะประกอบด้วย แผ่นคอนกรีตสำเร็จที่ใช้ ก่อสร้างเป็นผิวหน้าของกำแพง เพื่อป้องกันการพังทลายของวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) โดยยึดกับแถบวัสดุโพลีเมอร์ ซึ่งจะแทรกตัวอยู่ในชั้นดิน



รูปที่ ๑.๑ การป้องกันการพังทลายของวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill)

๑.๒ วัตถุประสงค์

ตามที่ สำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ กำหนดให้มีโครงการศึกษาดูงานเทคนิคการก่อสร้างโครงการอ่างเก็บน้ำมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี เพื่อมุ่งหวังให้บุคลากรของสำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ได้มีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะเกี่ยวกับเทคนิคเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่นำมาใช้ในการก่อสร้างโครงการขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เป็นไปตามแผนการจัดการความรู้เพื่อสนับสนุนประเด็นยุทธศาสตร์ และแผนกลยุทธ์ เสริมสร้างความผาสุกความพึงพอใจและแรงจูงใจของบุคลากรในการปฏิบัติงาน เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตการทำงานกรมชลประทาน

โดยการศึกษาดูงานเทคนิคการก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง จะอยู่ในงานจ้างก่อสร้างถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งขวาและงานจ้างก่อสร้างถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งซ้าย ซึ่งลักษณะการใช้งานของกำแพงกันดินเสริมกำลังจะแตกต่างกัน สำหรับงานจ้างก่อสร้างถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งขวากำแพงจะมีด้านเดียวขนาดไปกับแนวภูเขาและมีถนนอยู่ด้านบน และสำหรับงานจ้างก่อสร้างถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งซ้ายแนวกำแพงกันดินเสริมกำลังจะมีสองด้านอยู่บริเวณฝั่งซ้ายและฝั่งขวาเป็นลักษณะของคอสะพาน

บทที่ ๒

ส่วนประกอบและวัสดุของกำแพงกันดิน

๒.๑ ส่วนประกอบของกำแพงกันดิน

ฐานคอนกรีตปรับระดับ (Concrete Leveling Pad)

- คอนกรีตหล่อในที่ ใช้ปรับระดับดินเดิม เพื่อใช้กำหนดแนวและเป็นฐานของกำแพง เป็นคอนกรีตล้วน ไม่เสริมเหล็ก ขนาดและความยาวของ Leveling Pad อ้างอิงตามแบบก่อสร้าง

แผ่นคอนกรีตกำแพงกันดิน (Precast Concrete Facing Panels)

- แผ่นคอนกรีตหล่อสำเร็จ ใช้ประกอบและติดตั้งเป็นกำแพงกันดิน มีหลายแบบและหลายขนาด ตามความเหมาะสมของแต่ละโครงการ

แถบวัสดุโพลีเมอร์ (GeoStrap)

- แผ่นวัสดุโพลีเมอร์ โพลีเอทเธอลื่นเสริมกำลังด้วยเส้นใยโพลีเอสเตอร์ จำนวนความกว้างและความยาว ขึ้นอยู่กับการออกแบบ

๒.๒ วัสดุของกำแพงกันดิน

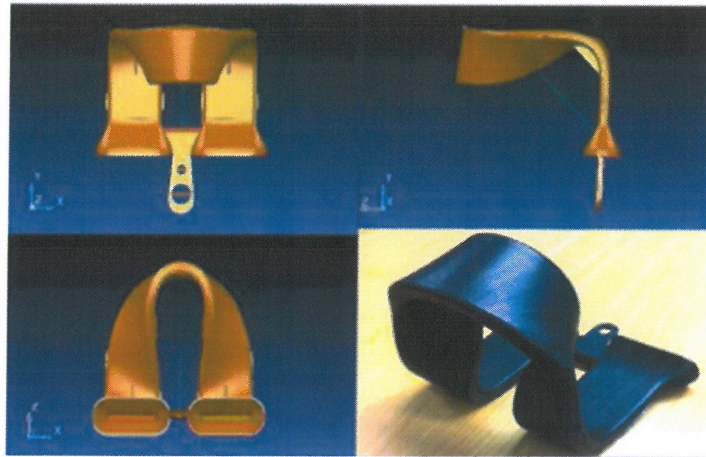
วัสดุในการหล่อแผ่นคอนกรีต

- คอนกรีต (Concrete) : กำลังอัดประลัยน้อยที่สุด (f_c') ที่อายุ ๑ วัน เท่ากับ ๘๐ ksc. ที่อายุ ๒๘ วัน เท่ากับ ๓๕๐ ksc. ขนาดลูกบาศก์ ๑๕ X ๑๕ X ๑๕ ซม. ค่าการยุบตัว เท่ากับ ๗.๕± ๒.๕ ซม.



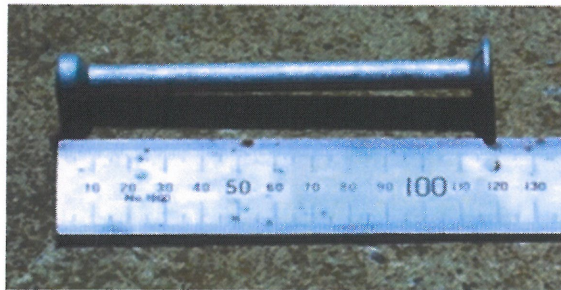
รูปที่ ๒.๑ การหาค่ากำลังอัดประลัย และการหาค่ายุบตัวของคอนกรีต (Concrete)

- GeoMega : ปลอกโพลีเมอร์ ผังในแผ่นคอนกรีต ขนาดและคุณสมบัติตามมาตรฐานบริษัทผู้ผลิต



รูปที่ ๒.๒ ปลอกโพลีเมอร์ (GeoMega)

- สมอยก (Lifting Anchor):ขนาดมาตรฐาน ยาว ๑๒ ซม. รับน้ำหนักได้อย่างน้อย ๑๓๐๐ กก. ต่อ ๑ ตัว คุณสมบัติอื่นๆ ระบุในแบบก่อสร้าง



รูปที่ ๒.๓ สมอยก (Lifting Anchor)

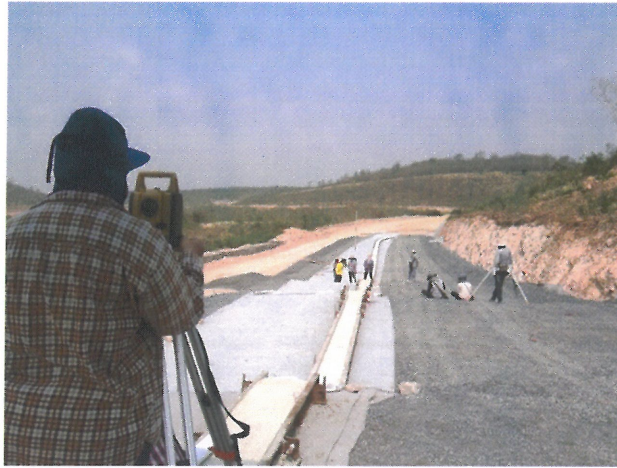
- เหล็กเสริม (Reinforcement Steel) : เหล็กตะแกรง DB ๘ mm. ตามมาตรฐาน มอก.๗๓๗-๒๕๔๘
- น้ำยาทาแบบ และน้ำยาบ่มคอนกรีต (Release Agent and Curing compound)



รูปที่ ๒.๔ เหล็กเสริม(Reinforcement Steel)
และน้ำยาทาแบบ (Release Agent and Curing compound)

วัสดุในการติดตั้งแผ่นคอนกรีต

- คอนกรีต (Concrete) : กำลังอัดประลัยน้อยที่สุด (f_c') ที่อายุ ๒๘ วัน เท่ากับ ๑๘๐ ksc. ขนาดลูกบาศก์ ๑๕ X ๑๕ X ๑๕ ซม. เทปรับระดับก่อนติดตั้งแผ่นคอนกรีตกำแพงกันดิน



รูปที่ ๒.๕ การเทคอนกรีตปรับระดับก่อนติดตั้งแผ่นคอนกรีต

- วัสดุป้องกันดินไหลออก (Geotextile) : เป็นแผ่นปิดระหว่างรอยต่อของแผ่นคอนกรีตกำแพงกันดินทั้งในแนวนอนและแนวตั้งเพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุดินถมเสริมกำลังเม็ดละเอียดหลุดออกมาตามรอยต่อแผ่นคอนกรีต โดยที่ geotextile จะยอมให้น้ำในวัสดุดินถมเสริมกำลังซึมผ่านออกมาได้ขนาดที่ใช้ ปิดรอยต่อใช้ตามที่ระบุไว้ในแบบ



รูปที่ ๒.๖ การติดตั้งแผ่นปิดระหว่างรอยต่อ (Geotextile)

- แถบวัสดุโพลีเมอร์ (GeoStrap) คุณสมบัติและมาตรฐานตามบริษัทผู้ผลิตจำนวน ความกว้างและความยาวขึ้นอยู่กับการออกแบบ



รูปที่ ๒.๗ แถบวัสดุโพลีเมอร์ (GeoStrap)

- สมอยึด (Peg) : ตะปูสำหรับยึดปลายแผ่นวัสดุเสริมกำลังให้อยู่ ในตำแหน่งที่ต้องการ



รูปที่ ๒.๘ การยึดปลายแผ่นวัสดุเสริมกำลังหรือสมอยึด (Peg)

- แผ่นยางรอง(Rubber Pads) : ค่าความแข็ง ๘๐ + ๕ IRDH คุณสมบัติอื่นๆ ขนาดและรูปร่าง ระบุตามแบบก่อสร้าง



รูปที่ ๒.๙ การติดตั้งแผ่นยางรอง (Rubber Pads)

- วัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) : คุณสมบัติระบุตามแบบก่อสร้าง



รูปที่ ๒.๑๐ การลำเรียงวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill)

บทที่ ๓

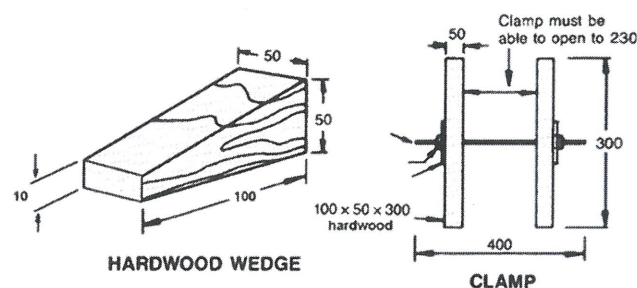
เครื่องมือและเครื่องจักรของงานกำแพงกันดิน

๓.๑ เครื่องมือในการหล่อแผ่นคอนกรีต

- แบบหล่อแผ่นคอนกรีต (Mould) : แบบหล่อสำเร็จรูป ขนาดและรูปแบบตามแบบก่อสร้าง
- อุปกรณ์ยึดประกอบแบบหล่อ : ได้แก่ สลักเกลียว, Bolts, Nuts, Washer, ค้อน และประแจ
- เครื่องจี้คอนกรีต (Vibrator)

๓.๒ เครื่องมือในการติดตั้งแผ่นคอนกรีต

- รถเครนขนาดเล็ก หรือรถเฮียบ (Crane or Hiab) : เพื่อใช้ยกแผ่นคอนกรีตติดตั้งบริเวณก่อสร้าง
- รถเกลี่ย (Grader) : เพื่อใช้ชุด, ถม และปรับระดับหน้าวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) แต่ละชั้น
- รถบด (Roller) : เพื่อใช้ บดอัดวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill)
- รถตบดิน (Small Vibrating Roller) : ขนาดไม่เกิน ๑ ตัน เพื่อใช้บดอัดวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) ในบริเวณที่ห่างจากแผ่นคอนกรีตกำแพงกันดินเป็นระยะต่ำกว่า ๑.๐ เมตร
- อุปกรณ์สำหรับยกแผ่นคอนกรีต (Coupling Link & Lifting Eye)
- ค้ำยัน (Bracing) : สำหรับการติดตั้งกำแพงแถวแรก
- ไม้เนื้อแข็ง (Hardwood Wedge) : สำหรับปรับระดับแผ่นคอนกรีต ดูรูปด้านล่าง
- ปากกาไม้เนื้อแข็ง (Clamp) : สำหรับยึดจับแผ่นคอนกรีตให้ ได้แนวดังแสดงในภาพที่ ๑
- ชะแลง : สำหรับปรับแนว, ระยะ ของแผ่นคอนกรีต
- ประแจ : สำหรับขันยึดปากกาไม้เนื้อแข็ง (Clamp)
- ระดับน้ำ : ความยาว ๑.๒๐ เมตร
- ลูกดิ่ง
- อุปกรณ์ก่อสร้างทั่วไป ได้แก่ สวดสลิง, เชือกไนลอน, พลั่ว, ค้อน, ไม้กวาด, ซอล์ก ฯลฯ



รูปที่ ๓.๑ ปากกาไม้เนื้อแข็ง

๓.๓ การหล่อแผ่นคอนกรีต

ก่อนการเทคอนกรีต

- ปรับพื้นที่สำหรับการหล่อให้ได้ระดับ
- เตรียมแบบหล่อ, วัสดุและอุปกรณ์ในการหล่อแผ่นคอนกรีต
- ประกอบแบบหล่อให้ได้ระดับ และทำความสะอาดแบบหล่อ
- อุดรอยร้าวของแบบหล่อพร้อมทั้งทาน้ำยาทาแบบให้ทั่ว
- วางเหล็กเสริมให้ ได้ ตามแบบก่อสร้าง
- ติดตั้ง GeoMega และอุปกรณ์ยกแผ่นคอนกรีตให้ได้ตามแบบและแนวนหนา
- แจ้งให้ทางผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อมาตรวจสอบก่อนการเทคอนกรีต
- เมื่อการตรวจสอบแบบหล่อนก่อนการเทคอนกรีต และได้รับการอนุมัติจากทางผู้ควบคุมงานเรียบร้อยแล้ว จึงทำการเทคอนกรีต

หลังการเทคอนกรีต

- เมื่อคอนกรีตมีอายุ ๑ วัน จึงทำการถอดแบบหล่อออก
- ทำเครื่องหมายบอก ประเภท, ชนิด, หมายเลขและวันที่ทำการหล่อแผ่นคอนกรีต
- ตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้องของแผ่นคอนกรีตที่หล่อ
- ปั่นแผ่นคอนกรีตด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีตหรือบ่มด้วยน้ำ
- แจ้งให้ทางผู้ควบคุมงานทราบเพื่อตรวจสอบแผ่นคอนกรีตที่หล่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- เมื่อการตรวจสอบแผ่นคอนกรีตหลังการเทคอนกรีตได้ รับการอนุมัติจากทางผู้ควบคุมงานเรียบร้อยแล้ว จึงนำแผ่นคอนกรีตไปจัดเก็บและนำไปติดตั้งต่อไป

บทที่ ๔ การติดตั้งแผ่นคอนกรีต

๔.๑ ขั้นตอนการติดตั้งแผ่นคอนกรีตของกำแพงแถวแรก

- ปรับพื้นที่แนวที่จะก่อสร้างกำแพงให้ได้ระดับและความกว้างตามที่ระบุในแบบก่อสร้าง (อาจจะมีการถมและบดอัดดินถ้าจำเป็น)
- วางไม้แบบและเทคอนกรีต Leveling Pad ให้ได้ขนาดและระดับที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
- ทำเครื่องหมายบอกแนวการวางแผ่นคอนกรีต
- แจ้งให้ทางผู้ควบคุมงานทราบ ก่อนเริ่มงานติดตั้งแผ่นคอนกรีตแถวแรก



รูปที่ ๔.๑.๑ การติดตั้งไม้แบบและเทคอนกรีตปรับระดับ (Leveling Pad)

- วางแนวกำแพงแถวเริ่มต้นโดยเริ่มจาก Leveling Pads ที่ระดับต่ำที่สุด



รูปที่ ๔.๑.๒ การติดตั้งแผ่นคอนกรีตแถวแรก

- วางแผ่นคอนกรีตขนาดมาตรฐานและเครื่องแผ่นมาตรฐาน ลงบน Leveling Pads ปรับผิวหน้าแผ่นคอนกรีตให้ได้ แนวและระดับตามแบบทั้งในแนวตั้งและแนวนอน
- ยึดแผ่นคอนกรีตด้วยปากกาไม้เนื้อแข็ง (Clamp) พร้อมทั้งติดตั้งค้ำยัน



รูปที่ ๔.๑.๓ การยึดแผ่นคอนกรีต

- ดำเนินการตามขั้นตอนจนการตั้งแผ่นคอนกรีตแถวแรกเสร็จเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ ๔.๑.๔ การค้ำยันแผ่นคอนกรีต

- ปิดรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีตด้วย geotextile ด้านหลังกำแพง เพื่อไม่ให้วัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) ไหลออก



รูปที่ ๔.๑.๕ การปิดรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีต (Geotextile)

- ถมและบดอัดวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) เป็นชั้นๆตามมาตรฐาน จนถึงระดับล่างของ GeoMega แถวแรกสำหรับการบดอัดหลังแนวกำแพง ระยะไม่เกิน ๑.๐ เมตร ควรใช้เครื่องบดอัดดิน ขนาดไม่เกิน ๑ ตัน หลังจากบดอัดวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) เรียบร้อยแล้วทำการตรวจสอบแนวของกำแพงอีกครั้ง



รูปที่ ๔.๑.๖ การถมและบดอัดวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill)

- ดำเนินการขุดร่อง (Trench) เป็นแนวนานกับกำแพงโดยห่างจากแนวกำแพงประมาณ ๒.๐ ม. โดยรูปแบบของการขุดดังแสดงในภาพ ซึ่งขนาดร่อง กว้าง ๕๐ ซม. ลึก ๑๕ ซม.



รูปที่ ๔.๑.๗ การขุดร่อง (Trench)

- ดำเนินการติดตั้งแถบวัสดุเสริมกำลัง GeoStrap ให้ตั้งฉากกับแนวกำแพง โดยตอกยึดปลายด้วยสมอยึด (ตะปู)



รูปที่ ๔.๑.๘ การยึดแถบวัสดุเสริมกำลัง (GeoStrap)

- แจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อตรวจสอบแนวและระดับของกำแพง, แถบวัสดุเสริมกำลัง (GeoStrap) การถมและการบดอัดวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill)
- ดำเนินการถมวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) โดยทิศทางการถมดินเริ่มจาก ส่วนปลายของแถบวัสดุเสริมกำลัง (GeoStrap) เข้าหาแผ่นคอนกรีต ระวังอย่าให้เครื่องจักรสัมผัส แถบวัสดุเสริมกำลัง (GeoStrap)
- ดำเนินการบดอัดวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) โดยทิศทางการบดอัดดินเริ่มจาก ด้านหลังแผ่นคอนกรีต ไปทางส่วนปลายของแถบวัสดุเสริมกำลัง (GeoStrap) สำหรับการบดอัดหลังแนว กำแพง ระยะไม่เกิน ๑.๐ เมตร ควรใช้เครื่องบดอัดดินขนาดไม่เกิน ๑ ตัน



รูปที่ ๔.๑.๙ การบดอัดหลังจากยัดแถบวัสดุเสริมกำลัง (GeoStrap)

- ถมและบดอัดวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) ให้ได้ระดับครึ่งหนึ่งของแผ่นคอนกรีต มาตรฐานแถวแรกและดำเนินการติดตั้งแผ่นคอนกรีต แถวที่ ๒ ต่อไป



รูปที่ ๔.๑.๑๐ การถมและบดอัดดินถมเสริมกำลังก่อนติดตั้งแผ่นคอนกรีตแถวที่ ๒

๔.๒ ขั้นตอนการติดตั้งแผ่นคอนกรีตของกำแพงแถวที่สองและแถวถัดไป

- วางแผ่นคอนกรีตแถวถัดไป ลงบนเครื่องแผ่นมาตรฐานแถวแรก พร้อมทั้งจัดแนวของแผ่นคอนกรีตให้เป็นแนวเดียวกันปรับระยะเพื่อสำหรับดินถม (โดยทั่วไปจะเผื่อ ประมาณ ๑.๐-๑.๕ ซม.ต่อความสูงกำแพง ๑.๐ เมตร) ให้กับแผ่นคอนกรีต โดยใช้ลิ้มตอกเข้าไปในรอยต่อแนวนอนของกำแพงและยึดแผ่นคอนกรีตเข้าด้วยกัน



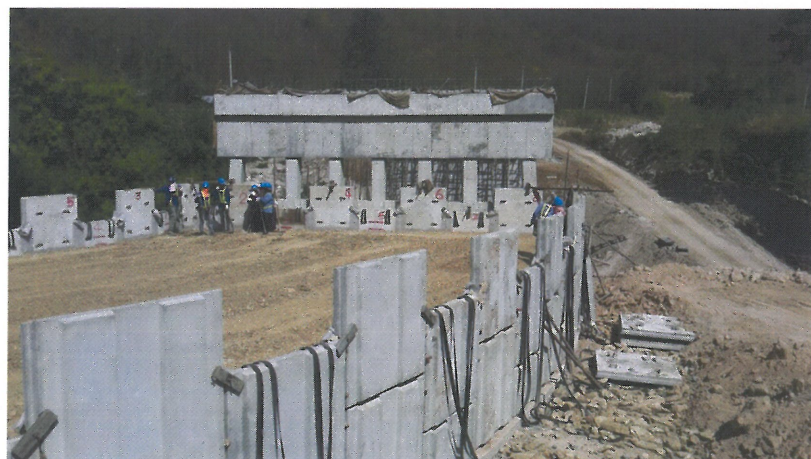
รูปที่ ๔.๒.๒ การวางแผ่นคอนกรีตแถวถัดไป

- ปิดรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีตด้วย geotextile ให้ เรียบร้อยก่อนที่จะทำการถมและบดอัดวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) จนถึงระดับ GeoMega ของแผ่นคอนกรีตแถวที่ติดตั้งไปก่อนแล้ว



รูปที่ ๔.๒.๔ การปิดรอยต่อระหว่างแผ่นคอนกรีตต่อจากแผ่นคอนกรีตที่ ๑

- ติดตั้งแถบวัสดุเสริมกำลัง GeoStrap บนวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) ที่บดอัดและขุดร่อง (Trench) เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ ๔.๒.๕ การติดตั้งแถบวัสดุเสริมกำลังในแถวที่ ๒

- แจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อตรวจสอบแนวและระดับของกำแพง, แถบวัสดุเสริมกำลัง (GeoStrap) การถมและบดอัดวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) โดยถมและบดอัดวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) ให้ได้ระดับเต็มแผ่นคอนกรีตแถวที่ติดตั้งไปก่อนแล้ว
- ถอดไม้ค้ำยันแผ่นคอนกรีตแถวที่ติดตั้งไปแล้วออก
- ถมดินด้านหน้ากำแพงก่อนที่ความสูงของกำแพงจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของความสูงกำแพงที่จะทำการก่อสร้าง หรือก่อนที่จะสูงถึง ๕ เมตร (ใช้ค่าที่น้อยกว่า)



รูปที่ ๔.๒.๖ การถมดินหน้ากำแพง

๔.๓ ขั้นตอนการติดตั้งแผ่นคอนกรีตของกำแพงแถวสุดท้าย

- เมื่อทำการติดตั้งแผ่นคอนกรีตแถวสุดท้ายเรียบร้อยแล้ว โดยแผ่นคอนกรีตแถวบนสุดจะมีขอบเรียบ (ขอบอาจจะตัดตรงหรือตัดเฉียง) ความสูงจะแตกต่างกันตามความสูงของกำแพง ซึ่งตำแหน่งของแผ่นคอนกรีตแผ่นบนสุดจะระบุลงในแบบก่อสร้าง
- หลังจากทำการถมและบดอัดวัสดุดินถมเสริมกำลัง (Select granular backfill) ชั้นสุดท้ายเรียบร้อยแล้ว ถอดปากกาไม้เนื้อแข็ง (Clamp) และลิ้มปรับระดับออก



รูปที่ ๔.๓.๑ การติดตั้งแผ่นคอนกรีตแถวสุดท้าย

- แจ้งให้ผู้ควบคุมงานทราบ เพื่อตรวจสอบแนวและระดับของกำแพง, การถมและบดอัด ทำการหล่อและติดตั้ง Coving ปิดด้านบนของกำแพง (ถ้ามีระบุในแบบ)



รูปที่ ๔.๓.๒ การหล่อและติดตั้ง (Coving)

- วิศวกรหน่วยงานหรือผู้จัดการหน่วยงาน ส่งมอบงานเมื่อทำการติดตั้งแผ่นคอนกรีตแถวสุดท้ายเรียบร้อยแล้ว

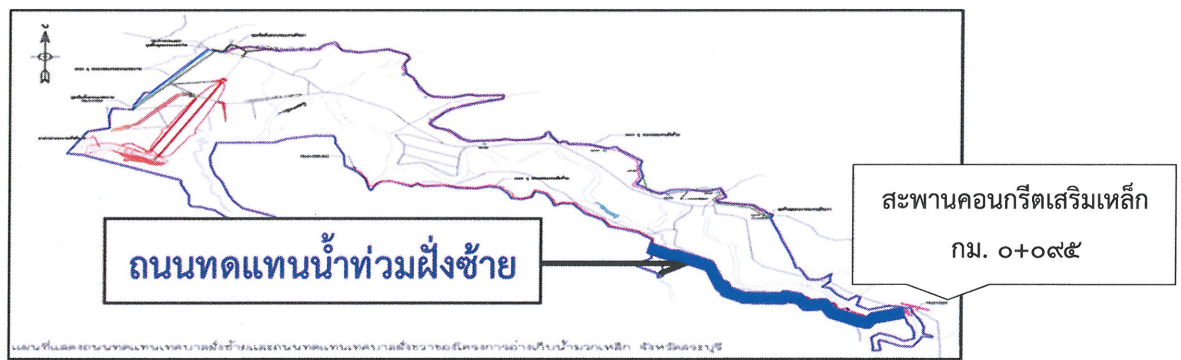
บทที่ ๕

งานกำแพงกันดินเสริมกำลังที่เกี่ยวข้องกับกรมชลประทาน

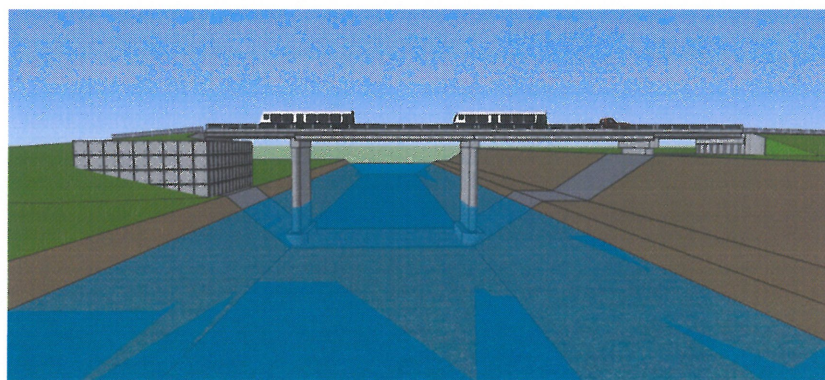
งานกำแพงกันดินเสริมกำลังที่เกี่ยวข้องกับกรมชลประทาน ที่ดำเนินการของสำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ สำนักงานก่อสร้างชลประทานขนาดใหญ่ที่ ๒ จะอยู่ในสัญญางานก่อสร้างถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งซ้ายและถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งขวา โดยมีสัญญาและรูปแบบ ดังนี้

๕.๑ งานกำแพงกันดินเสริมกำลังที่มีลักษณะรูปแบบคอสะพาน

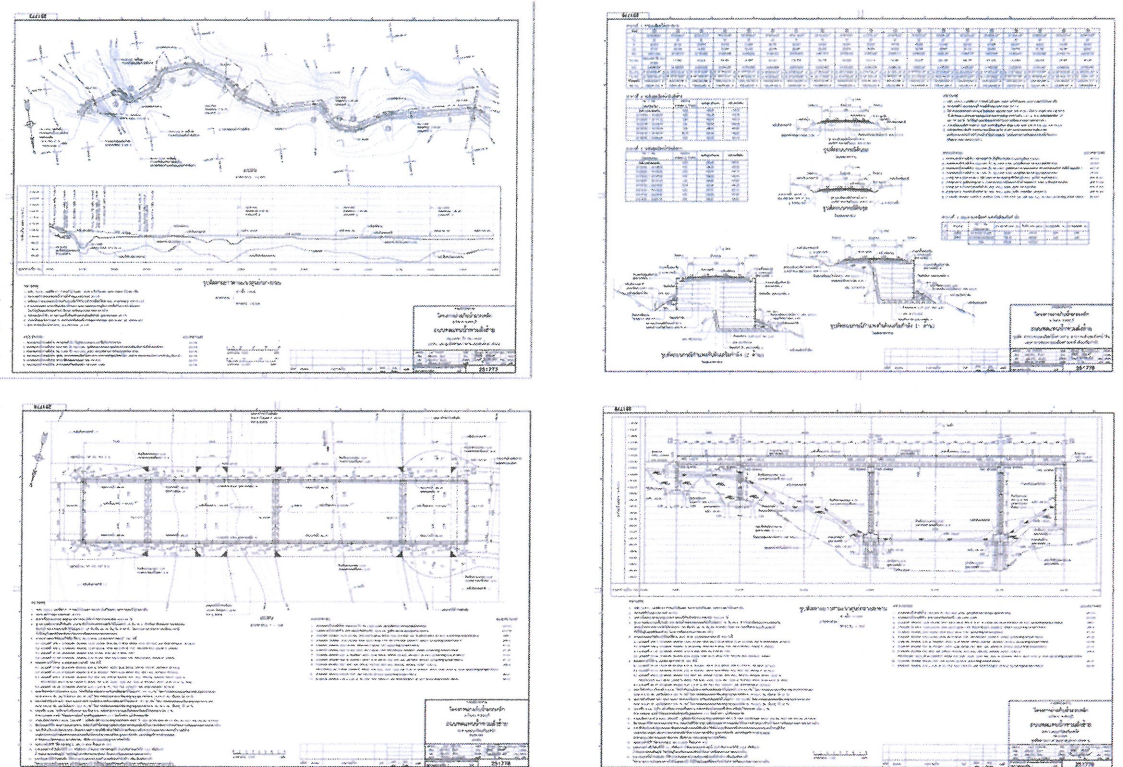
งานดังกล่าวจะอยู่ในงานก่อสร้างถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งซ้าย สัญญาเลขที่ จส.๓/๒๕๕๗ (กสพ.) ลงวันที่ ๘ เมษายน ๒๕๕๗ โดยลักษณะจะเป็นกำแพงกันดินเสริมกำลังในรูปแบบของคอสะพาน บริเวณสะพานคอนกรีตสะพานที่ กม.๐+๐๙๕ ซึ่งมีพื้นที่รวมกำแพงกันดินเสริมกำลังประมาณ ๑,๑๘๒ ตร.ม.



รูปที่ ๕.๑.๑ ผังบริเวณงานถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งซ้าย



รูปที่ ๕.๑.๒ ลักษณะกำแพงกันดินเสริมกำลังเป็นแบบคอสะพาน



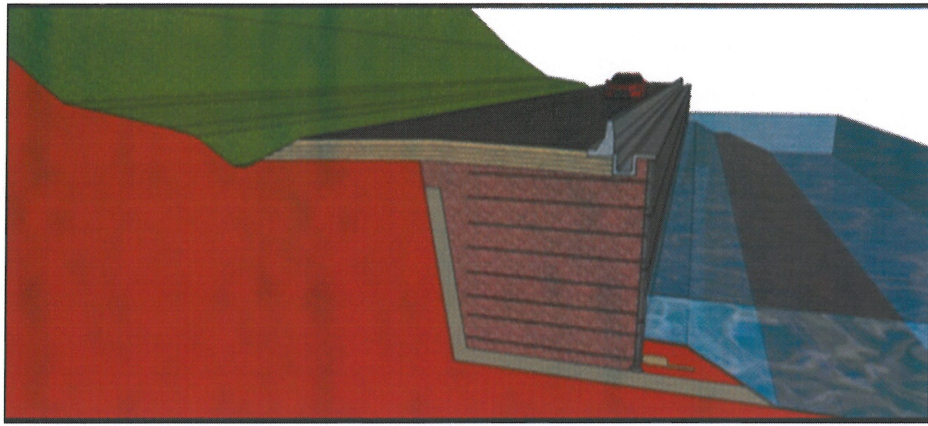
รูปที่ ๕.๑.๓ แบบก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลังที่มีลักษณะเป็นคอสะพาน

๕.๒ งานกำแพงกันดินเสริมกำลังที่มีลักษณะเป็นแนวกำแพงโดยมีถนนอยู่ด้านบน

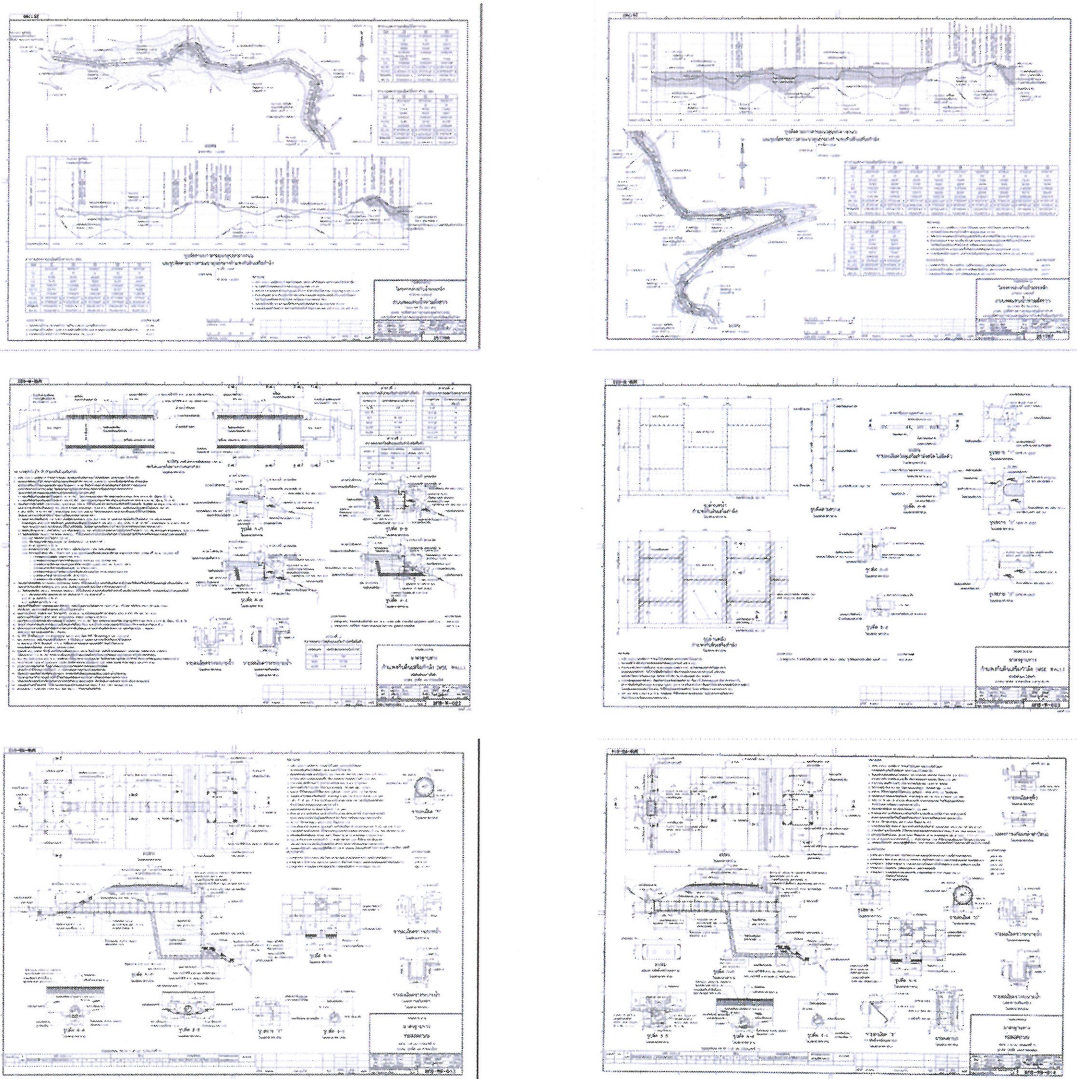
งานดังกล่าวจะอยู่ในงานก่อสร้างถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งขวา สัญญาเลขที่ กจ.๑๕/๒๕๕๗ (กสพ.) ลงวันที่ ๑๑ เมษายน ๒๕๕๗ โดยลักษณะจะเป็นแนวกำแพงเกาะไหลเขารอบเขื่อนมวกเหล็กฝั่งขวา และมีถนนอยู่ด้านบน ซึ่งถ้ากำแพงกันดินเสริมกำลังมีความสูงก็จะออกแบบให้มีที่ระบายน้ำ พื้นที่ราบกำแพงกันดินเสริมกำลังมีพื้นที่ประมาณ ๓,๖๑๐ ตร.ม.



รูปที่ ๕.๒.๑ ผังบริเวณงานก่อสร้างถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งขวา



รูปที่ ๕.๒.๒ ลักษณะกำแพงกันดินเสริมกำลังเป็นแบบที่มีถนนอยู่ด้านบน



รูปที่ ๕.๒.๓ แบบก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลังที่มีลักษณะถนนอยู่ด้านบน

บทที่ ๖

สรุป

จากการประเมินแบบสอบถามในการตรวจสอบงานก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลังของผู้ควบคุมงาน นั้นได้เป็นที่ยอมรับ ซึ่งหลักเกณฑ์พื้นฐานในการออกแบบต่างๆ ได้ผ่านการเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญในทุกๆ ด้าน เช่น เกณฑ์ในการออกแบบกำแพงกันดินเสริมกำลัง, ความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุเสริมกำลังกับวัสดุดินถม เป็นต้น ดังนั้นความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในการก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง และพื้นฐานข้อมูลวัสดุงานก่อสร้าง เพื่อเป็นไปตามมาตรฐานข้อกำหนดและเป็นที่ยอมรับของผู้รับจ้างและผู้ควบคุมงาน ส่งผลต่อคุณภาพที่ได้เป็นไปตามมาตรฐานของงานก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง

ในปัจจุบันปัญหาความเสียหายที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของเชิงลาด ส่งผลให้งานก่อสร้างเกิดความล่าช้าและยังทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น จึงต้องนำวิธีการก่อสร้างแบบกำแพงกันดินเสริมกำลังมาประยุกต์ใช้ โดยการเสริมกำลัง ซึ่งเป็นอีกหนึ่งวิธีที่แก้ไขการเคลื่อนตัวของเชิงลาดทางได้เป็นอย่างดี เฉพาะนั้นจึงต้องมีแผนการตรวจและทดสอบควบคู่กับงานก่อสร้างเพื่อให้มีความถูกต้องตรงตามแบบมาตรฐานที่กำหนดไว้

บทที่ ๗

ข้อเสนอแนะ

๑. ให้ศึกษาแบบก่อสร้างรายละเอียด ๆ ให้เข้าใจ
๒. ต้องมั่นใจว่าดินฐานรากมีความแข็งแรงและได้รับการเตรียมพื้นที่อย่างเหมาะสม
๓. ตรวจสอบระดับของ Leveling pad ให้ถูกต้องตามแบบ
๔. ต้องทดสอบวัสดุดินถมให้เป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดก่อนนำมาใช้งานในพื้นที่ที่ก่อสร้าง
๕. ตรวจสอบแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปให้ถูกต้องตามแบบ
๖. ตรวจสอบวัสดุเสริมกำลัง เช่น เหล็กแถบวัสดุเสริมกำลัง (GeoStrap), เหล็กตะแกรง , geogrid ให้ถูกต้องตามแบบ
๗. ห้ามนำแผ่นคอนกรีตที่ไม่เป็นไปตามแบบข้อกำหนดหรือเสียหายมาใช้งาน
๘. ต้องมั่นใจว่าแผ่นคอนกรีตวัสดุเสริมกำลังและแผ่นกรอง (geotextile) เก็บในสถานที่ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันความเสียหาย
๙. ติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนด
๑๐. การลงวัสดุดินถมและการบดทับให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนด
๑๑. ห้ามถมวัสดุแต่ละชั้นเกินกว่า ๑๕ เซนติเมตร เพราะการบดอัดชั้นวัสดุที่หนากว่านี้ต้องใช้พลังงานในการบดอัดมากจะทำให้แผ่นผนังคอนกรีตถูกดันออกจากแนวที่ต้องการได้
๑๒. ให้ใช้แผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ผลิตมาโดยเฉพาะ สำหรับบริเวณมุมของกำแพง ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบให้ผู้ออกแบบพิจารณาด้วย
๑๓. วัสดุเสริมกำลังจะต้องไม่เอียงเกิน ๑๕ องศา ในทุกทิศทาง กรณีที่มีวัสดุขวางอยู่ เช่น ระบบระบายน้ำ , อุปกรณ์ตรวจวัดพฤติกรรมของงานกำแพงกันดินเสริมกำลัง ถ้ามีกรณีเช่นให้รายงานผู้ออกแบบ
๑๔. ตรวจสอบแนวของผนังกำแพงเป็นประจำและปรับให้ได้แนว เพราะการบดอัดอาจมีผลกระทบต่อแนวกำแพง
๑๕. น้ำที่ใช้ในงานก่อสร้างต้องเป็นไปตามมาตรฐาน
๑๖. ห้ามทากาวที่แผ่นกรอง (geotextile) แต่ให้ทากาวที่ผนังกำแพง แล้วติดแผ่นกรอง (geotextile) ลงไป เพราะถ้าทากาวที่แผ่นกรอง (geotextile) จะทำให้น้ำไม่สามารถระบายผ่านแผ่นกรองได้
๑๗. ห้ามขุดไถ่ ๆ กับด้านหน้าของกำแพงกันดินเสริมกำลัง ถ้าจะต้องขุดในบริเวณดังกล่าวจะต้องให้ผู้ออกแบบพิจารณาและอนุมัติก่อน
๑๘. วัสดุดินถมคัดเลือก (Select Granular Backfill) เป็นวัสดุคุนละชนิด กับวัสดุคัดเลือก (Select Material)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

๑. การตรวจสอบและแนะนำวัสดุสร้างทางในงานก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง RSS/MSE Wall , กรมทางหลวง โดย. โสวรา ดวงแข คีรี
๒. การก่อสร้างคันทางเสริมกำลังดินประเภตลาดชันสูง (Steeply Inclined Slope) โดยระบบวิธี Concrete Vertical Block Wall ในการก่อสร้างแก้ไข Slide กรมทางหลวง โดย. ปรีชา จีรวรรณวาสนา , สุรพล สงวนแก้ว , ลลิต สวัสดิมงคล
๓. มาตรฐานวิธีการก่อสร้าง กำแพงกันดิน โดยวิธีเสริมกำลังในดินด้วยแถบวัสดุโพลีเมอร์ โครงการก่อสร้างถนนทดแทนน้ำท่วมฝั่งซ้าย โครงการอ่างเก็บน้ำมวกเหล็ก จ.สระบุรี โดย บริษัทเฟรย์สซีเนท(ไทยแลนด์)จำกัด

ภาคผนวก ก

คุณสมบัติทางวิศวกรรม

งานกำแพงกันดินเสริมกำลัง

๑. ขอบเขตของงาน

งานกำแพงกันดินเสริมกำลัง หมายถึง การจัดหาวัสดุ ได้แก่ แผ่นผนังคอนกรีตหล่อสำเร็จ คอนกรีตปรับระดับบริเวณใต้ผนังกำแพง Geotextile, Rubber pad, Spacer Block, Clamps, วัสดุเสริมกำลัง, วัสดุดินถมคัดเลือก, ดินซีเมนต์ รวมถึงเครื่องจักรเครื่องมือในการผลิต ขนย้าย ก่อสร้าง ติดตั้ง และงานระบายน้ำ งานท่อพีวีซี งานคอนกรีตลาด งานวัสดุรอยต่อ ตลอดจนงานอื่นๆ สำหรับงานก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลังที่กำหนดในแบบ หรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างพิจารณาเห็นสมควร

๒. หลักเกณฑ์ทั่วไป

งานกำแพงกันดินเสริมกำลังจะต้องดำเนินการก่อสร้างให้ได้แนว ระดับ ขนาด รายละเอียดอื่นๆ และความแข็งแรงในแต่ละส่วนจะต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอคุณลักษณะ คุณภาพของวัสดุ และวิธีการก่อสร้าง ต่อคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนไม่น้อยกว่าสามสิบ (๓๐) วัน จึงจะเริ่มงานก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลังได้

๓. ส่วนประกอบของงานกำแพงกันดินเสริมกำลัง

๓.๑ วัสดุเสริมกำลัง

วัสดุเสริมกำลังให้เลือกใช้ คือ แถบวัสดุโพลีเมอร์ ซึ่งมีเส้นใยโพลีเอสเตอร์อยู่ด้านใน และหุ้มด้วยโพลีเอทิลีนชั้นนอก โดยมีคุณสมบัติตามตารางดังนี้

Grade (kN)	Minimum Tensile Strength (kN)	Minimum Width (mm)
๓๗.๕	๓๗.๕	๔๙
๕๐	๕๐	๔๙
๖๕	๖๕	๔๙

หรือชนิดแถบเหล็กชุบสังกะสี ขนาด ๕๐ x ๔ มิลลิเมตร หรือขนาดและรูปร่างสามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต ซึ่งต้องผลิตตามมาตรฐาน ASTM A๕๗๒ เกรด ๖๕ และชุบสังกะสี (Hot-Dip Galvanized) ไม่น้อยกว่า ๖๑๐ กรัมต่อตารางเมตร ตามมาตรฐาน ASTM A๑๒๓ หรือเทียบเท่า และรับแรงดึงสูงสุดได้

ไม่น้อยกว่า ๕๕๐ MPa. ซึ่งแถบเหล็กที่นำมาใช้จะต้องขึ้นรูปมาเป็นชิ้นเดียว ห้ามทำการเชื่อม (Welding) เองในภายหลัง โดยมีได้เชื่อมมาจากโรงงานผู้ผลิต ส่วนข้อต่อสำหรับวัสดุเสริมกำลัง (Tie Strip) ต้องผลิตตามมาตรฐาน ASTM A๑๐๑๑ เกรด ๓๖ และผ่านการชุบสังกะสีไม่น้อยกว่า ๖๑๐ กรัมต่อตารางเมตร ตามมาตรฐาน ASTM A๑๒๓ หรือเทียบเท่า และต้องรับแรงสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๕๕๐ MPa. ตามมาตรฐาน ASTM A๕๗๒ เกรด ๖๕ โดยขนาดและรูปร่างสามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต

วัสดุเสริมกำลังและข้อต่อสำหรับวัสดุเสริมกำลังดังกล่าวที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างจะสามารถใช้ได้ก็ต่อเมื่อได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการตรวจการจ้างก่อนจึงสามารถที่จะเลือกใช้ได้ โดยต้องมีเอกสารหนังสือรับรอง พร้อมผลการทดสอบคุณสมบัติจากโรงงานผู้ผลิต เสนอคณะกรรมการตรวจการจ้างเพื่อพิจารณา

๓.๒ แผ่นคอนกรีตผิวหน้า (Concrete Facing)

แผ่นคอนกรีตผิวหน้าที่ใช้ เป็นแบบคอนกรีตหล่อสำเร็จ (Precast Concrete) รูปทรงสี่เหลี่ยม ขนาดโดยละเอียดเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้างและความหนาไม่น้อยกว่า ๑๔ เซนติเมตร

คอนกรีตสำหรับหล่อแผ่นคอนกรีตผิวหน้ากำแพงจะต้องเป็นไปตามที่ระบุ ดังนี้

- คอนกรีตต้องรับแรงอัดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๗๐ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยการทดสอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอก ขนาด Ø ๑๕ x ๓๐ เซนติเมตร เมื่ออายุได้ ๑ วัน
- คอนกรีตต้องรับแรงอัดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๓๐๐ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยการทดสอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอก ขนาด Ø ๑๕ x ๓๐ เซนติเมตร เมื่ออายุได้ ๒๘ วัน
- ขนาดมวลหยาบที่ใหญ่สุดไม่เกิน ๒๕ มิลลิเมตร

๓.๓ แผ่นกรองใยสังเคราะห์ (Geotextile)

วัสดุกรอง (Fitter) ที่ใช้ติดตั้งระหว่างรอยต่อแผ่นคอนกรีตผิวหน้า จะต้องเป็นแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) น้ำหนักไม่น้อยกว่า ๑๔๐ กรัมต่อตารางเมตร หรือเทียบเท่า และทำการติดตั้งตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง และคุณสมบัติอื่นๆ เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง

๓.๔ วัสดุปรับฐาน (Leveling Pad)

วัสดุปรับฐาน (Leveling Pad) ให้ใช้คอนกรีตหยาบ ซึ่งจะต้องมีกำลังรับแรงอัดสูงสุดไม่น้อยกว่า ๑๘๐ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยการทดสอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอก ขนาด Ø ๑๕ x ๓๐ เซนติเมตร เมื่ออายุได้ ๒๘ วัน

๓.๕ วัสดุดินถมคัดเลือก (Select Backfill)

งานนี้ประกอบด้วยการเลือกใช้วัสดุดินถมเสริมกำลัง และการก่อสร้างดินถมเสริมกำลัง สำหรับกำแพงกันดินเสริมกำลัง โดยการก่อสร้างต้องเป็นไปตามแนว ระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

วัสดุที่ช่วยในการเสริมกำลังดิน แบ่งออกได้เป็น ๒ ประเภทคือ วัสดุเสริมกำลังที่ไม่สามารถยืดได้ (Inextensible Reinforcement) ได้แก่ เหล็กเสริม (Steel Reinforcement) และวัสดุเสริมกำลังที่สามารถยืดได้ (Extensible Reinforcement) ได้แก่ วัสดุสังเคราะห์ที่ใช้ในงานธรณีเทคนิค (Geosynthetics) ซึ่งวัสดุที่ใช้เสริมกำลังเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้วัสดุดินถมเสริมกำลัง

(๑) วัสดุ

วัสดุที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุดินถมเสริมกำลังต้องได้รับการทดสอบและรับรองในห้องทดลองก่อนที่จะนำมาใช้ แหล่งวัสดุที่นำมาใช้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้าง วัสดุที่นำมาใช้ทำวัสดุดินถมเสริมกำลังในกรณีที่มีได้ระบุคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

๑.๑ ค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.๑๐๒ “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (LL) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ ๓๐

๑.๒ ค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.๑๐๓ “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit (PL) และ Plasticity Index (PI) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ ๖

๑.๓ ค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (Coefficient of Uniformity, C_u) มากกว่า ๔

๑.๔ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เมื่อทดลองตามมาตรฐาน AASHTO T-๒๘๙ : “Determining pH of Soil for Use in Corrosion Testing” อยู่ระหว่าง ๕-๑๐ สำหรับดินถมที่ใช้เหล็กเสริม และอยู่ระหว่าง ๓-๑๐ สำหรับดินถมเสริมกำลังที่ใช้วัสดุสังเคราะห์

๑.๕ ปริมาณสารอินทรีย์ เมื่อทดลองตามมาตรฐาน AASHTO T-๒๖๗ ‘Determination of Organic Content in Soils by Loss on Ignition’ ไม่เกินร้อยละ ๑ โดยมวล

๑.๖ ค่ามุมแรงเสียดทานภายใน (Internal Friction Angle) เมื่อทดลองตามมาตรฐาน AASHTO T-๒๓๖ : “Direct Shear Test of Soils under Consolidated Drained Conditions” สำหรับวัสดุที่ผ่านตะแกรงเบอร์ ๑๐ ที่ทำการบดทับให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ ๙๕ ของความแน่นสูงสุดเมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.๑๐๘ “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” ไม่น้อยกว่า ๓๒ องศา

๑.๗ วัสดุที่นำมาใช้เป็นวัสดุดินถมเสริมกำลังต้องมีขนาดผละ เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.๒๐๕ “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุ โดยผ่านตะแกรงแบบล้าง” โดยมีขนาดผละของวัสดุดินถมเสริมกำลังตามตาราง ดังนี้

ชนิดวัสดุเสริมกำลัง	ร้อยละที่ผ่านตะแกรงโดยมวล Percent Passing (%)					
	ขนาดตะแกรง (Sieve Size)					
	๓๗ มม. (๑ ๑/๒ นิ้ว)	๑๘.๗๕ มม. (๓/๔ นิ้ว)	๙.๕ มม. (เบอร์ ๔)	๐.๔๒๕ มม. (เบอร์ ๔๐)	๐.๑๕๐ มม. (เบอร์ ๑๐๐)	๐.๐๗๕ มม. (เบอร์ ๒๐๐)
วัสดุเสริมกำลังที่ไม่สามารถยืดได้ (Inextensible Reinforcement)	๑๐๐	-	๓๐-๑๐๐	๑๕-๑๐๐	๕-๖๕	๐-๑๕
วัสดุเสริมกำลังที่สามารถยืดได้ (Extensible Reinforcement)	-	๑๐๐	๓๐-๑๐๐	๑๕-๑๐๐	๕-๖๕	๐-๑๕

หมายเหตุ ขนาดผลของมวลรวมของดินถมเสริมกำลังอาจพิจารณาเปลี่ยนแปลงตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานที่ได้ระบุไว้ในแบบ หากมีการแก้ไขต้องได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการตรวจการจ้าง

๑.๘ กรณีนำเหล็กมาใช้ในการเสริมรับกำลังหรือมีการวางท่อเหล็กในดินถมเสริมกำลัง วัสดุดินถมเสริมกำลังต้องมีคุณสมบัติไฟฟ้าเคมี (Electrochemical properties) ดังนี้

๑.๘.๑ ค่าความต้านทานกระแสไฟฟ้า เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน AASHTO T-๒๘๘ : “Standard Method of Test for Determining Minimum Laboratory Soil Resistivity” ไม่น้อยกว่า ๓,๐๐๐ Ω cm

๑.๘.๒ ปริมาณซัลเฟต เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน AASHTO T-๒๙๐ : “Standard Method of Test for Determining Water-Soluble Sulfate Ion Content in Soil” ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ ppm.

๑.๘.๓ ปริมาณคลอไรด์ เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน AASHTO T-๒๙๑ : “Standard Method of Test for Determining Water-Soluble Chloride Ion Content in Soil” ไม่น้อยกว่า ๑๐๐ ppm.

หมายเหตุ ถ้าดินถมเสริมกำลังมีค่าความต้านทานกระแสไฟฟ้ามากกว่าหรือเท่ากับ ๕,๐๐๐ Ω cm ไม่จำเป็นต้องทำการทดสอบหาปริมาณซัลเฟตและคลอไรด์ตามข้อ ๑.๘.๒ และ ๑.๘.๓

(๒) การกองวัสดุ

บริเวณที่เตรียมไว้กองวัสดุดินถมเสริมกำลัง จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างก่อน ต้นไม้ พุ่มไม้ ตอไม้ ไม้ผุ ขยะ วัชพืช หรือสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ จะต้องกำจัดออกไปให้พ้นบริเวณ และทำการปรับระดับพร้อมทั้งบดทับให้ทั่วประมาณ ๒-๓ เทียว จนเรียบและแน่น เพื่อมิให้น้ำท่วมขังและมีการระบายน้ำดีพอ

วัสดุดินถมเสริมกำลังจากแหล่งที่ผ่านการทดสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้ว และเตรียมที่จะนำมาใช้งานดินถมเสริมกำลัง ให้กองไว้เป็นกองๆ (Stockpile) ในปริมาณที่พอสมควร และความสูงแต่ละกองไม่ควรเกิน ๕ เมตร

สำหรับวัสดุดินถมเสริมกำลังที่ได้จากแหล่งหลายๆ แห่ง ซึ่งผ่านการทดสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้ว ให้แยกกองแต่ละแหล่งในแต่ละช่วงไป หรือตามที่ผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างกำหนด ถ้าประสงค์จะนำมากองเพื่อเตรียมไว้ใช้งานดินถมเสริมกำลัง ให้แยกกองวัสดุแต่ละแหล่งแล้วดำเนินการเก็บตัวอย่างทดสอบคุณภาพตามที่ระบุไว้ในแบบ ห้ามนำวัสดุจากแหล่งที่ยังไม่ผ่านการทดสอบคุณภาพมาใช้

ในการกองวัสดุและการขนส่ง ให้ระวังการเกิดการแยกตัว (Segregation) ของส่วนหยาบและส่วนละเอียด หากเกิดการแยกตัวให้ทำการเกลี่ยส่วนผสมใหม่ให้เข้ากันและผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างอาจเก็บตัวอย่างทดสอบคุณภาพใหม่ได้

หากการทดสอบคุณภาพของตัวอย่างวัสดุดินถมเสริมกำลังไม่ได้ตามข้อกำหนด ไม่ว่าในกรณีใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนหรือแก้ไขปรับปรุงตามดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้าง จนวัสดุดินถมเสริมกำลังมีคุณภาพถูกต้อง โดยที่ค่าใช้จ่ายต่างๆ เป็นภาระของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

(๓) เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆ รวมทั้งเครื่องมือจราจรที่จำเป็นจะต้องใช้ในการดำเนินงานด้านวัสดุและการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาด ปริมาณและอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

(๔) วิธีการก่อสร้าง

๔.๑ การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

ก่อนเริ่มงานดินถมเสริมกำลัง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมพร้อมในด้านต่างๆ รวมทั้งอุปกรณ์อำนวยความสะดวกๆ ทั้งนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างแล้ว

ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับแต่งพื้นที่ก่อสร้าง รวมงานรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างบริเวณที่จะทำการก่อสร้างดินถมเสริมกำลังให้ปราศจากวัชพืชและสิ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ ที่กีดขวางการก่อสร้าง หรืออาจยังความเสียหายให้แก่ความมั่นคงแข็งแรงของดินถมเสริมกำลังที่จะก่อสร้างหรือภายหลังการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องเกลี่ยและกลบแต่งหลุมบ่อที่มีอยู่เดิม หรือส่วนที่เกิดจากการถางป่าและขุดต่อ แล้ว บดทับให้ได้แนว ระดับ ความลาด ขนาด รูปร่าง และความแน่นตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ ก่อนที่จะเริ่มงานดินถม เสริมกำลัง

๔.๒ การก่อสร้าง

ภายหลังที่ได้ดำเนินการตามข้อ ๔.๑ แล้ว ให้ราดน้ำชั้นดินเดิมหรือชั้นอื่นใดที่รองรับวัสดุดินถม เสริมกำลังให้เปียกชื้นสม่ำเสมอโดยทั่วตลอด ใช้เครื่องจักรที่เหมาะสม เช่น รถบรรทุกกระบะยก ขนวัสดุดินถมเสริมกำลังจากกองวัสดุไปปูลงบนชั้นวัสดุเดิมที่ได้เตรียมไว้ แล้วตีแผ่ เกลี่ยวัสดุดินถมเสริมกำลัง คลุกเคล้า และผสมน้ำเพิ่มให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm 2\%$ โดยประมาณ

การก่อสร้างดินถมเสริมกำลังให้ก่อสร้างเป็นชั้นๆ โดยให้มีความหนาหลังบดทับชั้นละ ไม่เกิน ๒๐๐ มิลลิเมตร เพื่อที่จะให้วัสดุดินถมเสริมกำลังมีความแน่นตามที่ออกแบบไว้

ทำการบดทับดินถมเสริมกำลังด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม ซึ่งได้รับความเห็นชอบจาก ผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้ส่วนของดินถมเสริมกำลังที่อยู่ใกล้โครงสร้างน้อยกว่า ๑ เมตร ให้ใช้ เครื่องมือบดทับขนาดเล็กที่ผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างเห็นว่าเหมาะสมเข้าไปทำการบดทับ โดยไม่ อนุญาตให้ใช้เครื่องจักรหนักเข้าใกล้บริเวณที่เป็นโครงสร้าง เพื่อป้องกันความเสียหายต่อโครงสร้าง

ดินถมเสริมกำลังต้องได้ระนาบเพื่อทำให้การปูวัสดุเสริมกำลังอยู่ในระดับที่ต้องการ ในการ ก่อสร้างดินถมเสริมกำลังต้องระมัดระวังมิให้เกิดการหย่อนหรือการพับของวัสดุเสริมกำลัง

ห้ามใช้เครื่องจักรปฏิบัติงานโดยตรงต่อวัสดุเสริมกำลัง เพื่อป้องกันความเสียหายต่อวัสดุเสริม กำลัง ควรปูวัสดุดินถมเสริมกำลังอย่างน้อย ๑๕๐ มิลลิเมตร (๖ นิ้ว) ก่อนที่จะเริ่มการปฏิบัติงานของเครื่องจักร บนวัสดุเสริมกำลัง

คณะกรรมการตรวจการจ้างอาจนุโลมให้ใช้รถบดล้อยางทำงานบนวัสดุเสริมกำลังได้ในกรณี ที่ใช้ความเร็วรถบดน้อย นอกจากนี้ควรหลีกเลี่ยงการหยุดอย่างฉับพลันหรือการเลี้ยวโค้งอย่างกะทันหัน เพื่อ ป้องกันมิให้เกิดการเคลื่อนตัวและความเสียหายของวัสดุเสริมกำลัง

หลังจากการก่อสร้างในแต่ละวันให้มีการเตรียมวิธีการระบายน้ำชั่วคราว เพื่อป้องกันมิให้น้ำขัง บนวัสดุดินถมเสริมกำลัง

๔.๓ การควบคุมคุณภาพขณะก่อสร้าง

เมื่อได้ก่อสร้างดินถมเสริมกำลังซึ่งหนาไม่เกิน ๒๐๐ มิลลิเมตร จนได้ความยาวพอเหมาะ ให้ ดำเนินการตรวจสอบความแน่นและปริมาณน้ำของวัสดุดินถมเสริมกำลัง หากผลที่ได้เป็นไปตามข้อกำหนดก็ให้ ดำเนินการก่อสร้างชั้นทางในชั้นถัดไปได้

ปริมาณน้ำในดินถมเสริมกำลังก่อนและหลังทำการบดอัดทับต้องกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในแต่ละชั้นของวัสดุดินถมเสริมกำลัง ควรมีปริมาณน้ำไม่มากหรือน้อยกว่าปริมาณน้ำที่ทำให้ความแน่นสูงสุดร้อยละ ๒ (Optimum Moisture Content $\pm$ ๒%)

น้ำที่ใช้ต้องสะอาด ปราศจากสิ่งสกปรก และไม่มีผลต่อวัสดุดินถมเสริมกำลัง และไม่อนุญาตให้ชนวัสดุดินถมเสริมกำลังที่มีปริมาณน้ำมากเกินไปยังสถานที่ก่อสร้าง

ผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างอาจจะตรวจสอบคุณภาพหลังการผสมคลุกเคล้าแล้ว หากพบว่าตอนใดคุณภาพไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปรับปรุง แก้ไข จนได้วัสดุที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

๔.๔ การทดสอบความแน่นของการบดทับ

การบดทับดินถมเสริมกำลังต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ ๙๕ ของความแน่นแห้งสูงสุดตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.๑๐๘ “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” หรือที่กำหนดไว้ในแบบ อย่างไรก็ตามมีข้อยกเว้นสำหรับบริเวณที่ใกล้โครงสร้างในระยะ ๑ เมตร ยอมให้การบดทับดินถมเสริมกำลังมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ ๙๐ ของความแน่นแห้งสูงสุด

๓.๖ งานระบายน้ำ

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ มาทำงาน Subdrain ให้แล้วเสร็จ มีขนาด รูปร่าง แนว และระดับ ตามที่แบบกำหนดไว้ หรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง โดยใช้หินย่อยขนาด ๓/๔" ผสมกับหินย่อยขนาด ๓/๘" ในอัตราส่วน ๓ : ๑ ซึ่งหินย่อยที่ใช้จะต้องมีความแข็งแรง ทนทาน ปราศจากก้อนดินเหนียว ตะกอนและอินทรีย์วัตถุเจือปน ค่าความต้านทานต่อการขัดสีเมื่อทดลองโดยเครื่อง Los Angeles Abrasion ส่วนสูญหายต้องไม่เกิน ๕๐% และค่าความคงทน (Soundness) เมื่อทดลองโดยใช้โซเดียมซัลเฟต ส่วนที่สูญหายไปต้องไม่เกิน ๑๔%

๓.๗ ดินซีเมนต์ (Soil Cement)

งานนี้ประกอบด้วยการก่อสร้างรองพื้นทางที่ใช้ดินผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำ โดยจะก่อสร้างเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้นไปบนชั้นวัสดุคัดเลือก หรือชั้นอื่นใดที่ได้เตรียมไว้และได้รับการตรวจสอบว่าถูกต้องแล้ว โดยการปูหรือเกลี่ยแต่ง และบดทับให้ถูกต้องตาม แนว ระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

(๑) วัสดุ

(ก) ดิน

ดินที่ใช้ผสมกับปูนซีเมนต์นี้ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามที่ได้ระบุไว้ในแบบ หรือตามความเห็นชอบของคณะกรรมการตรวจการจ้าง ต้องเป็นวัสดุที่ปราศจากหน้าดิน วัชพืช หรืออินทรีย์วัตถุอื่นๆ และไม่มีสารอื่นที่อาจเป็นอันตรายต่อคุณภาพของดินซีเมนต์เจือปนอยู่

ในกรณีที่มิได้ระบุคุณสมบัติของดินไว้เป็นอย่างอื่น ดินที่จะใช้ทำดินซีเมนต์จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

๑) เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.๒๐๕/๒๕๑๗ “วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุ โดยผ่านตะแกรงแบบล่าง” มีขนาดเม็ดโตสุดไม่เกิน ๕๐ มิลลิเมตร และส่วนที่ผ่านตะแกรงขนาด ๐.๐๗๕ มิลลิเมตร (เบอร์ ๒๐๐) ไม่เกินร้อยละ ๔๐

๒) มีค่า Liquid Limit เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.๑๐๒/๒๕๑๕ “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (L.L.) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ ๔๐

๓) มีค่า Plasticity Index เมื่อทดสอบตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.๑๐๓/๒๕๑๕ “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit และ Plasticity Index” ไม่เกินร้อยละ ๒๐

(ข) ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติถูกต้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.๑๕ “ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์” ปูนซีเมนต์ที่ใช้อาจบรรจุอยู่ในไซโล หรือเป็นแบบบรรจุถุงก็ได้ ถ้าเป็นแบบบรรจุถุงผู้รับจ้างจะต้องจัดทำโรงเก็บปูนซีเมนต์ที่เหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้ปูนซีเมนต์ขึ้น

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ตลอดงานตามสัญญาต้องเป็นตราและประเภทเดียวกัน เว้นแต่จะได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างเป็นอย่างอื่น

ห้ามนำปูนซีเมนต์ที่จับตัวเป็นก้อนปนอยู่มาใช้งาน เว้นแต่จะได้มีการออกแบบส่วนผสมใหม่ และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างแล้ว

(ค) น้ำ

น้ำที่นำมาใช้ผสมหรือบ่มชั้นรองพื้นทางดินซีเมนต์ จะต้องสะอาด ปราศจากสารต่างๆ เช่น เกลือ น้ำมัน กรด ด่าง และอินทรีย์วัตถุ หรือสารอื่นใด ที่จะเป็นอันตรายแก่ชั้นรองพื้นทางดินซีเมนต์ ทั้งนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างจากผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้งาน

ห้ามใช้น้ำทะเลในการผสม หรือบ่ม ชั้นรองพื้นทางดินซีเมนต์

(๒) เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ในการดำเนินงานทางด้านวัสดุ และการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาด และอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามที่ผู้ควบคุมงานของผู้รับจ้างเห็นสมควร

ถ้าเครื่องจักรและเครื่องมือขึ้นใดทำงานได้ไม่เต็มที่ หรือทำงานไม่ได้ผลตามวัตถุประสงค์ ผู้รับจ้างจะต้องทำการแก้ไข หรือจัดหาเครื่องจักรและเครื่องมืออื่นใด มาทดแทน หรือเพิ่มเติม ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้าง

(ก) โรงผสมแบบติดตั้งกับที่ (Stationary Plant)

๑) ลักษณะทั่วไปของโรงผสมแบบติดตั้งกับที่ วัสดุต่างๆ ของส่วนผสมดินซีเมนต์ให้จัดอัตราส่วนเป็นน้ำหนักทั้งหมด โดยวัสดุดิน ปูนซีเมนต์ และน้ำ จะผสมรวมกันในโรงผสม การซึ่งวัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการผสมดินซีเมนต์จะต้องดำเนินการตามที่ผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

ปริมาณของวัสดุที่ใส่เข้าไปในเครื่องผสมจะต้องไม่มากเกินไป จนทำให้ดินซีเมนต์ผสมไม่เข้ากัน และถ้าหากพบว่าดินซีเมนต์ผสมไม่เข้ากัน ผู้รับจ้างจะต้องลดอัตราการใส่วัสดุเข้าไปในเครื่องผสมลงตามสัดส่วนของวัสดุแต่ละอย่าง

ผู้รับจ้างอาจจะเลือกใช้โรงผสมแบบชุด (Batch Mixer) หรือแบบผสมต่อเนื่อง (Continuous Mixer) ก็ได้ โดยเครื่องจักรที่จะใช้งานจะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างก่อน

โรงผสมแบบชุดหรือแบบผสมต่อเนื่องต้องมีเครื่องบ่อนวัสดุ และมาตรวัดปริมาณวัสดุที่ผ่านเข้าไปในเครื่องผสมตามปริมาณที่ได้กำหนดไว้จากการออกแบบ

โรงผสมดินซีเมนต์อาจจะดัดแปลงมาจากโรงผสมซีเมนต์คอนกรีต หรือโรงผสมแอสฟัลต์คอนกรีตก็ได้ แต่จะต้องอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้อย่างเหมาะสม โดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างก่อนนำมาใช้งาน

๒) โรงผสมดินซีเมนต์แบบชุด โรงผสมแบบชุดจะประกอบด้วย เครื่องผสมที่มีตัวผสมที่เหมาะสม ทำหน้าที่คลุกเคล้าดินซีเมนต์ให้เข้ากันดี

โรงผสมแบบชุดจะต้องมีเครื่องจับเวลาของการผสมติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ผู้ควบคุมสามารถจะมองเห็นได้อย่างชัดเจน เครื่องจับเวลาจะต้องสามารถอ่านเวลาละเอียดถึง ๒ วินาที นอกจากนี้โรงผสมจะต้องติดตั้งเครื่องนับจำนวนชุดที่ผสมแล้วเสร็จติดอยู่กับไม้ด้วย

เวลาของการผสมให้เริ่มนับเมื่อวัสดุทุกอย่างถูกใส่ลงในห้องผสมจนถึงเวลาเมื่อดินซีเมนต์ถูกปล่อยออกจากห้องผสม การผสมจะต้องดำเนินต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งดินซีเมนต์มีลักษณะคลุกเคล้าเข้ากันอย่างดี โดยสังเกตจากสีและลักษณะของส่วนผสมที่ควรจะมีลักษณะกลมกลืนกันดี โดยปกติเวลาของการผสมไม่ควรจะน้อยกว่า ๓๐ นาที

เครื่องชั่งที่ใช้ชั่งปูนซีเมนต์ในแต่ละชุดจะต้องอ่านได้ละเอียดกว่าเครื่องชั่งที่ใช้ชั่งดิน

๓) โรงผสมดินซีเมนต์แบบผสมต่อเนื่อง โรงผสมแบบนี้จะจัดสัดส่วนของดินและปูนซีเมนต์ โดยส่งจากยูนิตผ่านสายพานหรือเครื่องป้อนอื่นใด ผ่านเข้าไปยังโรงผสมอย่างต่อเนื่อง ปริมาณของดิน ปูนซีเมนต์ และน้ำ จะถูกควบคุมโดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ

ระบบการป้อนดินเข้าสู่โรงผสมอาจจะเป็นระบบทางกลหรือทางไฟฟ้าก็ได้ แต่ควรเป็นระบบเดียวกันกับระบบการป้อนปูนซีเมนต์

ในการผสมดินซีเมนต์แบบผสมต่อเนื่อง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องชั่งสำหรับชั่งหามวลของดิน ปูนซีเมนต์ และน้ำ เพื่อตรวจสอบส่วนผสมให้ถูกต้อง

๔) เครื่องชั่ง เครื่องชั่งที่ใช้ในการชั่งหามวลของ ดิน ปูนซีเมนต์ และน้ำ จะต้องเป็นแบบคาน มีความละเอียดผิดพลาดไม่เกินร้อยละ ๐.๕ ของมวลที่ชั่ง

กรณีควบคุมปริมาณน้ำโดยใช้ปริมาตร เครื่องมือควบคุมปริมาณน้ำจะต้องมีความละเอียดผิดพลาดไม่เกินร้อยละ ๐.๕๐ ของปริมาตรที่ตวง

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาตม้น้ำหนักมาตรฐานขนาด ๒๕ กิโลเมตร อย่างน้อย ๑๐ ตม้น ไว้ที่หน้างาน เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องชั่ง

ห้ามใช้เครื่องชั่งซึ่งเป็นแบบที่ใช้สปริง

การคิदन้าหนักปูนซีเมนต์อาจจะใช้วิธีชั่งโดยตรง หรือจากการนับจำนวนถุงบรรจุมาตรฐานก็ได้ โดยทั่วไปปูนซีเมนต์บรรจุในถุงมาตรฐานจะหนัก ๕๐ กิโลกรัม ถ้าใช้วิธีชั่งก็จะมีเครื่องชั่งและถั่งสำหรับชั่งปูนซีเมนต์ต่างหาก พร้อมทั้งรางและเครื่องมือผสมอื่นๆ เพื่อใช้สำหรับปล่อยให้ปูนซีเมนต์ออกจากถั่งชั่งไปสู่ห้องผสม การดำเนินงานในเรื่องนี้จะต้องใช้วิธีการที่เหมาะสม และได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้าง

(ข) โรงผสมแบบเคลื่อนที่ (Travelling Plant)

โรงผสมแบบเคลื่อนที่ที่ต้องสามารถผสมดินกับปูนซีเมนต์และน้ำให้มีลักษณะคลุกเคล้าเข้ากันได้อย่างสม่ำเสมอ ระหว่างเคลื่อนที่ไปในหน้างานสนาม ต้องมีเครื่องป้อนตัววัสดุ คอยป้อนวัสดุเข้าห้องผสมโดยอัตโนมัติได้อย่างต่อเนื่อง และปล่อยวัสดุผสมออกจากโรงผสม มีท่อพ่นน้ำ หรือท่อพ่นสารชนิดเหลวอื่นใดเพื่อปรับปรุงคุณภาพดินต่อเข้ากับห้องผสม และสามารถพ่นน้ำหรือพ่นสารชนิดเหลวอื่นใดเข้าผสมกับดินและปูนซีเมนต์ในห้องผสมได้ในปริมาณที่ต้องการ

ดินที่ถูกตักป้อนเข้าโรงผสมแบบเคลื่อนที่ จะต้องได้รับการคลุกเคล้าให้มีลักษณะสม่ำเสมอแล้ว กองเรียง (Windrow) ตลอดช่วงที่ทำการผสมในแต่ละครั้ง ปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมกับดินจะต้องคำนวณปริมาณให้พอเหมาะกับปริมาณของดิน แล้วใช้เครื่องโรยหรือกองเรียงกระจายไปบนชั้นของกองดินอย่างสม่ำเสมอตลอดช่วง

โรงผสมแบบเคลื่อนที่ที่สามารถตักบ่อนวัสดุดินและปูนซีเมนต์เข้าผสมในห้องผสมได้หมดทั้งกองเรียงในแนวที่เคลื่อนที่ผ่านไป ส่วนผสมดิน ปูนซีเมนต์และน้ำ ที่ผสมเข้ากันดีแล้วจะถูกปล่อยออกรอการตีแผ่เกลี่ยแต่ง บดทับ ในชั้นต่อไป

อัตราความเร็วของการผสมและการเคลื่อนที่ของโรงผสมให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้าง

(ค) การผสมที่หน้างาน (Mix-in-Place)

เครื่องจักรที่ใช้สำหรับผสมดินกับปูนซีเมนต์ที่หน้างานสนามต้องเป็นแบบที่มีใบมีดสำหรับผสมดินซีเมนต์ติดตั้งอยู่และอาจมีท่อพ่นน้ำหรือพ่นสารชนิดเหลวอื่นใดเพื่อปรับปรุงคุณภาพดินต่อเข้ากับที่ผสมติดตั้งอยู่หรือไม่ก็ได้ และต้องเป็นเครื่องจักรแบบที่ได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างแล้วว่าสามารถผสมคลุกเคล้าดินกับปูนซีเมนต์ให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอได้

ดินที่จะผสมกับปูนซีเมนต์ต้องได้รับการคลุกเคล้าให้มีลักษณะสม่ำเสมอ ก่อนแล้วตีแผ่กระจายไปบนถนนตลอดช่วงที่ทำการผสมในแต่ละครั้ง ปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมกับดินจะต้องคำนวณปริมาณให้พอเหมาะกับปริมาณของดินแล้วเกลี่ยกระจายอย่างสม่ำเสมอไปบนผิวหน้าของชั้นดินที่เตรียมไว้แล้ว

จำนวนเที่ยวของการผสมขึ้นอยู่กับชนิดและประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ใช้ผสม เช่น เครื่องจักรชนิดที่มีใบมีดสำหรับผสมแบบหลายแกนหมุน (Multi-Rotor Type) ติดตั้งอยู่สามารถผสมดินซีเมนต์ให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอเพียงการผสม ๑-๒ เที่ยว ส่วนเครื่องจักรชนิดที่มีใบมีดสำหรับผสมแบบแกนหมุนเดี่ยว (Single-Rotor Type) ติดตั้งอยู่จะต้องใช้จำนวนเที่ยวของการผสมหลายๆ เที่ยว จึงจะทำให้ดินซีเมนต์ผสมเข้ากัน จำนวนเที่ยวของการผสมไม่ว่าเครื่องจักรชนิดใดก็ตามให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้าง

หากดินที่ได้เตรียมไว้ถูกอัดแน่น ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้ผสมดินซีเมนต์ไม่สามารถผสมดินให้เข้ากับปูนซีเมนต์และน้ำได้ดีแล้ว ให้ทำการขุดคุ้ย (Scarify) ดินก่อนการผสม อาจใช้รถเกลี่ยช่วยในการเกลี่ยผสมได้บ้าง แต่ห้ามใช้รถเกลี่ยเป็นเครื่องจักรผสมดินซีเมนต์โดยตรง และห้ามทำการผสมดินซีเมนต์ที่หน้างาน หากไม่มีเครื่องจักรที่ใช้สำหรับผสมดินซีเมนต์

(๓) ข้อกำหนดที่ใช้ในการออกแบบส่วนผสมดินซีเมนต์

(ก) อัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์และน้ำที่ใช้ผสมกับดินนั้น ผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้ที่หน้างาน และอาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับการทดลองหาค่ารับแรงอัดของแท่งตัวอย่างดินซีเมนต์ ทั้งในห้องทดลองและจากการทำร่องพื้นทางทดลองในสนาม

(ข) ในการออกแบบส่วนผสมของดินซีเมนต์เพื่อหาปริมาณซีเมนต์ที่จะผสมกับดินและน้ำ ให้ถือเอาค่า Unconfined Compressive Strength ของแท่งตัวอย่างดินซีเมนต์ที่ได้จากการทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.๑๐๕/๒๕๑๕ “วิธีการทดลองหาค่า Unconfined Compressive Strength ของดิน” โดยอนุโลม ซึ่งแท่ง

ตัวอย่างดินซีเมนต์ทดสอบจะถูกบดอัดในแบบตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.๑๐๘/๒๕๑๗ “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” ภายหลังการบ่มในถุงพลาสติกเพื่อมิให้ความชื้นเปลี่ยนแปลงนาน ๗ วัน แล้วนำไปแช่น้ำนาน ๒ ชั่วโมง จะต้องมียุทธศาสตร์เท่ากับ ๗ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (๑๐๐ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(ค) ปริมาณน้ำในดินที่ใช้ในการเตรียมแท่งตัวอย่างดินซีเมนต์ เพื่อการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดตามวิธีการทดลองในข้อ (ข) ให้ใช้ปริมาณน้ำในดินที่ Optimum Moisture Content ซึ่งได้จากการทดลองการบดอัดดิน ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.๑๐๘/๒๕๑๗ “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” ปริมาณน้ำในดินปริมาณนี้ใช้เป็นแนวทางในการควบคุมการบดทับในสนามขณะทำการก่อสร้างรองพื้นทางดินซีเมนต์

หมายเหตุ หากต้องการหาปริมาณน้ำในดินที่ Optimum Moisture Content ที่แท้จริงของส่วนผสมดินซีเมนต์แล้ว ให้หาจากการทดลองบดอัดดินซีเมนต์ที่อัตราส่วนของปูนซีเมนต์จากส่วนผสมที่ให้กำลังรับแรงอัด ๗ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบตามข้อ (ข) แล้วดำเนินการตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท.๑๐๘/๒๕๑๗ “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำในดินที่ Optimum Moisture Content ซึ่งได้จากการบดอัดดินซีเมนต์ จะให้ค่าที่ไม่แตกต่างไปจากปริมาณน้ำในดินที่ Optimum Moisture Content ซึ่งได้จากการบดอัดดินตามข้อ (ค) โดยวิธีการทดลองแบบเดียวกันมากนัก

(๔) วิธีการก่อสร้าง

(ก) การทดลองในแปลงทดลองแปลงแรก

ปริมาณปูนซีเมนต์ที่จะใช้เป็นส่วนผสมดินซีเมนต์ระหว่างการทดลองก่อสร้างแปลงแรก จะหาได้จากการทดลองผสมดินซีเมนต์ในห้องทดลอง โดยใช้ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนต่างๆ ที่ปริมาณน้ำในดินที่ Optimum Moisture Content ตามข้อ (๓) (ค) แล้วเตรียมแท่งตัวอย่างทดสอบและบ่มในถุงพลาสติก โดยไม่ให้ความชื้นเปลี่ยนแปลง ตามวิธีการต่างๆ เช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในข้อ (๓) (ข) และเลือกส่วนผสมทดลองที่ให้ค่ากำลังรับแรงอัดในช่วงร้อยละ ๑๐๕ ถึงร้อยละ ๑๒๕ (โดยทั่วไปควรเลือกที่ประมาณค่าตัวกลาง คิตรง้อยละ ๑๑๕) ของค่ากำลังรับแรงอัดที่ ๗ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ เป็นส่วนผสมที่จะใช้ระหว่างก่อสร้างในแปลงทดลองแปลงแรก ซึ่งควรจะมีความยาวประมาณ ๒๐๐-๕๐๐ เมตร แต่ทั้งนี้ส่วนผสมของดินซีเมนต์จะต้องใช้ปูนซีเมนต์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๓ โดยมวลของดิน

(ข) ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมในระหว่างการก่อสร้าง

ปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมในระหว่างการก่อสร้าง จะต้องคิดเพื่อประสิทธิภาพของการผสมด้วย เมื่อใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ตามที่ได้เลือกไว้แล้วตามข้อ (ก) ประสิทธิภาพของการผสม สามารถจะคิดคำนวณได้จากสูตรดังนี้

ประสิทธิภาพของการผสม = กำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์จากการผสมในสนาม

กำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์จากการผสมในห้องทดลอง

เมื่อ กำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์จากการผสมในสนาม หาได้จากการทดลอง

กำลังรับแรงอัดดินซีเมนต์ที่เตรียมจากตัวอย่างที่ได้จากการผสมในสนาม

และ กำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์จากการผสมในห้องทดลอง คือ กำลังรับ

แรงอัดของดินซีเมนต์จากค่าที่ได้เลือกไว้แล้วตามข้อ (ก)

โดยทั่วไปการผสมในสนามจะมีประสิทธิภาพของการผสมน้อยกว่าการผสมในห้องทดลอง กล่าวอีกนัยหนึ่ง แท่งตัวอย่างดินซีเมนต์ที่เตรียมจากการผสมในสนามจะให้กำลังรับแรงอัดน้อยกว่าแท่งตัวอย่างดินซีเมนต์ที่เตรียมจากห้องทดลอง เมื่อใช้ปริมาณปูนซีเมนต์เท่ากัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการก่อสร้างจะต้องเพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้รับกำลังรับแรงอัดตามที่ต้องการ และปริมาณปูนซีเมนต์ที่ต้องการนี้ คือ ปริมาณปูนซีเมนต์ ณ จุดที่ได้ทำการปรับแก้ค่ากำลังรับแรงอัดตามข้อ (ก) (ข) ด้วยประสิทธิภาพของการผสม

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเป็นแหล่งวัสดุ เครื่องจักร เครื่องมือ หรือสิ่งอื่นใดที่มีผลทำให้ประสิทธิภาพของการผสมเปลี่ยนไป จะต้องทำการตรวจสอบหาประสิทธิภาพของการผสมใหม่ทุกครั้ง เพื่อปรับส่วนผสมให้ถูกต้องอยู่เสมอ

การบดทับและปริมาณน้ำในดินที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างการก่อสร้าง ก็มีผลทำให้ต้องมีการปรับปริมาณปูนซีเมนต์ให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงด้วย

(ค) การก่อสร้าง

ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ให้เป็นไปตามข้อ (ก) สำหรับแปลงก่อสร้างแปลงแรก และตามข้อ (ข) สำหรับแปลงก่อสร้างต่อไป

ปริมาณน้ำในดินที่ใช้ในระหว่างการผสมดินซีเมนต์ในสนามให้ใช้ Optimum Moisture Content + ๒% โดยประมาณ เพื่อเผื่อไว้สำหรับการสูญเสียความชื้นในขณะผสมและก่อนการบดทับ

กรณีโรงผสมแบบติดตั้งกับที่ ภายหลังที่ได้ผสมดินซีเมนต์เข้ากันดีแล้ว ให้ใช้เครื่องจักรที่เหมาะสม เช่น รถบรรทุกกระบะยกขนดินซีเมนต์จากโรงผสมไปปูลงบนชั้นดินเดิม หรือชั้นทางอื่นใดที่ผ่านการทดสอบความแน่น มีค่าลาดและระดับ ได้ตามแบบ โดยปูลงไปในที่ที่ได้จัดเตรียมไว้แล้วทำการบดทับให้แน่น โดยใช้เครื่องมือบดทับที่เหมาะสม ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มผสมจนกระทั่งเสร็จการบดทับไม่ควรเกิน ๒ ชั่วโมง

กรณีโรงผสมแบบเคลื่อนที่ หลังจากที่ได้ส่วนผสมดิน ปูนซีเมนต์ และน้ำ ที่ผสมเข้ากันดีแล้วถูกปล่อยออกกองเรียงไปบนถนน ให้ใช้รถเกลี่ย ตีแผ่ เกลี่ยแต่ง แล้วทำการบดทับให้แน่น โดยใช้เครื่องมือบดทับที่เหมาะสม ระยะเวลาตั้งแต่ส่วนผสมถูกปล่อยออกกองเรียงไว้จนกระทั่งเสร็จการบดทับไม่ควรเกิน ๒ ชั่วโมง

กรณีการผสมที่โรงงาน ให้ผสมดินกับปูนซีเมนต์ให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอแล้วค่อยพ่นน้ำผสมลงไป หลังจากผสมน้ำเข้ากับส่วนผสมดินซีเมนต์ดีแล้ว ภายใน ๑๕ นาที ควรบดทับให้ได้มากที่สุด เพื่อให้ได้ความแข็งแรงของถนนที่ดีที่สุด ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มผสมจนกระทั่งเสร็จการบดทับไม่ควรเกิน ๒ ชั่วโมง

ควรทำการพ่นน้ำเลี้ยงผิวหน้าของรองพื้นทางดินซีเมนต์ในขณะที่บดทับ และภายหลังบดทับให้ขึ้นอยู่ตลอดเวลา น้ำที่พ่นลงไปนั้นนอกจากจะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์ ดินและน้ำให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น อันจะมีผลทำให้กำลังรับแรงอัดของดินซีเมนต์เพิ่มขึ้นแล้ว ยังจะช่วยลดรอยแตกผิวอันเนื่องมาจากการสูญเสียความชื้นหลังการบดทับด้วย

ให้ทำการพ่นน้ำเลี้ยงผิวหน้าของรองพื้นทางดินซีเมนต์ติดต่อกันในช่วง ๓ วันแรก ภายหลังการบดทับเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวในวรรคข้างต้น

ภายหลังการบดทับให้ทำการแต่งระดับชั้นสุดท้าย (Fine Grading) ทันที

(ง) การควบคุมคุณภาพขณะก่อสร้าง

การก่อสร้างรองพื้นทางดินซีเมนต์ ให้ก่อสร้างเป็นชั้นๆ โดยให้ความหนาหลังการบดทับแต่ละชั้นไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิเมตร

เมื่อได้ก่อสร้างรองพื้นทางดินซีเมนต์ซึ่งแบบกำหนดไว้หนาไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิเมตร จนได้ความยาวพอเหมาะในแต่ละวันแล้ว ให้ดำเนินการทดสอบความแน่นของการบดทับตามข้อ ๑) และทดสอบกำลังรับแรงอัดตามข้อ ๒) หากผลทดลองเป็นไปตามข้อกำหนดก็ให้ดำเนินการก่อสร้างชั้นทางในชั้นต่อไปได้

ในกรณีที่แบบชั้นรองพื้นทางดินซีเมนต์กำหนดไว้หนาเกินกว่า ๑๕๐ มิลลิเมตร ให้ผู้รับจ้างก่อสร้างรองพื้นทางเป็นชั้นๆ ให้แต่ละชั้นมีความหนาเท่าๆ กัน และแต่ละชั้นไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิเมตร โดยที่เมื่อได้ก่อสร้างรองพื้นทางชั้นแรกจนได้ความยาวพอเหมาะที่จะก่อสร้างรองพื้นทางในชั้นถัดไปแล้ว ให้ดำเนินการทดสอบความแน่นของการบดทับตามข้อ ๑) และทดสอบกำลังรับแรงอัดตามข้อ ๒) หากผลการทดลองเป็นไปตามข้อกำหนดก็ให้ดำเนินการก่อสร้างรองพื้นทางดินซีเมนต์ชั้นถัดไปได้

ก่อนการปูรองพื้นทางดินซีเมนต์ชั้นถัดไป ให้ทำการพ่นน้ำให้ผิวหน้าของชั้นรองพื้นทางดินซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไว้แล้วชุ่มชื้น ถ้าผิวหน้าของชั้นรองพื้นทางดินซีเมนต์เรียบเป็นมัน ให้ผู้รับจ้างทำการครูดผิวหน้าของชั้นรองพื้นทางดินซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไว้แล้วให้เป็นริ้วรอยก่อนแล้วค่อยพ่นน้ำให้ชุ่มชื้น

ผิวหน้าของรองพื้นทางดินซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไปแล้วควรมีความชุ่มชื้นพอสมควร ในขณะที่ทำการปูรองพื้นทางดินซีเมนต์ในชั้นถัดไปเพื่อช่วยให้ชั้นดินซีเมนต์เกาะยึดกันดี ผิวหน้าที่หยาบของรองพื้นทางดิน

ซีเมนต์ที่ได้ก่อสร้างไปแล้วที่มีความชื้นพอเหมาะจะช่วยให้เกิดการเกาะยึดที่ดีกับชั้นรองพื้นทางดินซีเมนต์ที่ก่อสร้างทับลงไป

ผู้รับจ้างอาจก่อสร้างชั้นรองพื้นทางดินซีเมนต์ให้มีความหนาแต่ละชั้น เกินกว่า ๑๕๐ มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน ๒๐๐ มิลลิเมตร ก็ได้ ทั้งนี้ต้องแสดงรายการเครื่องจักรและเครื่องมือที่เหมาะสม แสดงวิธีการปฏิบัติงาน และต้องก่อสร้างแปลงทดลองยาวประมาณ ๒๐๐-๕๐๐ เมตร ให้ตรวจสอบคุณภาพก่อน เพื่อขอรับการพิจารณาอนุญาตจากผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้าง หากพบว่าระหว่างการก่อสร้างมีปัญหาเกี่ยวกับความแน่นหรือกำลังรับแรงอัดของรองพื้นทางดินซีเมนต์ส่วนบนและส่วนล่างไม่ได้ตามข้อกำหนด ผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างอาจพิจารณาระงับการก่อสร้างรองพื้นทางชั้นละมากกว่า ๑๕๐ มิลลิเมตร ได้

๑) การทดสอบความแน่นของการบดทับ งานรองพื้นทางดินซีเมนต์จะต้องทำการบดทับให้ได้ความแน่นแห้งสม่ำเสมอตลอด ไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๙๕ หรือตามที่กำหนดไว้ในแบบของความแน่นแห้งสูงสุด ที่ได้จากการทดลองตัวอย่างดินซีเมนต์ จากแหล่งวัสดุแต่ละแหล่งหรือแต่ละกอง ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. ๑๐๘/๒๕๑๗ “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน”

การทดสอบความแน่นของการบดทับ ควรดำเนินการทดสอบในวันที่ทำการบดทับเสร็จตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. ๖๐๓/๒๕๑๗ “วิธีการทดลองหาค่าความแน่นของวัสดุในสนามโดยใช้ทราย” ทุกระยะประมาณ ๑๐๐ เมตร ต่อความกว้าง ๑ ช่องจราจร หรือพื้นที่ประมาณ ๕๐๐ ตารางเมตร ต่อ ๑ หลุมตัวอย่างหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบเป็นอย่างอื่น

๒) การทดสอบกำลังรับแรงอัด ให้เตรียมแท่งตัวอย่างทดสอบ โดยการเก็บตัวอย่างตัวแทน ๓ ตัวอย่าง ในช่วงงานก่อสร้างแต่ละช่วง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ของดินซีเมนต์หนาไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิเมตร พื้นที่ไม่เกิน ๑,๕๐๐ ตารางเมตร และให้ถือว่าตัวอย่างตัวแทน ๓ ตัวอย่างนี้ เป็น ๑ ชุดทดสอบ

ภายหลังการบดอัดให้ดันตัวอย่างดินซีเมนต์ออกจากแบบ และบ่มไว้ในถุงพลาสติก เพื่อป้องกันมิให้ตัวอย่างสูญเสียความชื้นเป็นระยะเวลานาน ๗ วัน เมื่อครบ ๗ วัน ให้นำตัวอย่างทดสอบแต่ละชุด (๓ ตัวอย่าง) ออกจากถุงพลาสติก แช่น้ำไว้นาน ๒ ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำตัวอย่างดินซีเมนต์ไปทดสอบกำลังรับแรงอัด ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. ๑๐๕/๒๕๑๕ “วิธีการทดลองหา Unconfined Compressive Strength ของดิน” โดยอนุโลม

ค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยของดินซีเมนต์ในช่วงงานก่อสร้างแต่ละช่วงจะต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ ทั้งนี้อนุญาตให้มีแท่งดินซีเมนต์ที่มีกำลังรับแรงอัดต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในแบบได้ไม่เกิน ๑ ก้อน แต่ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๕ ของค่าที่กำหนด

๓) การทดสอบซ้ำ ในกรณีที่มีค่าความแน่นของการบดทับตามข้อ ๑) หรือค่ากำลังรับแรงอัดตามข้อ ๒) ต่ำกว่าที่กำหนด ผู้รับจ้างอาจขอให้เจาะเก็บตัวอย่างดินซีเมนต์ช่วงที่เป็นปัญหา เพื่อนำตัวอย่างมาทดสอบกำลังรับแรงอัดใหม่ โดยดำเนินการในลักษณะเดียวกับข้อ ๒)

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยเฉลี่ยของตัวอย่างที่เจาะจากสนามจำนวน ๓ ก้อน ที่อายุไม่เกิน ๒๘ วัน จะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๕ ของกำลังรับแรงอัดที่กำหนดในแบบ จึงจะถือว่า ดินซีเมนต์ในช่วงนั้นใช้ได้

ถ้าผลการทดสอบไม่ได้ตามที่กำหนดนี้ ถือว่าดินซีเมนต์ใช้ไม่ได้ ผู้รับจ้างจะต้องรื้อเอาดินซีเมนต์ในช่วงนี้ออกทิ้งไป และให้ทำการก่อสร้างดินซีเมนต์ชั้นใหม่ให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนด

ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการทดสอบซ้ำ และค่าใช้จ่ายในการรื้อเอาดินซีเมนต์ที่ใช้ไม่ได้ตามข้อกำหนดนี้ออกทิ้งไปทั้งสิ้น

(จ) การบ่มและการเปิดการจราจร

ให้ผู้รับจ้างบ่มดินซีเมนต์ทุกชั้น โดยพ่นน้ำลงไปบนผิวหน้าของดินซีเมนต์ที่ก่อสร้างเสร็จแล้วให้ ผิวหน้าชุ่มชื้นตลอดเวลาติดต่อกันนานอย่างน้อยที่สุด ๓ วัน และทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า ๗ วัน นับจากวันที่บดทับเสร็จ จึงจะ ก่อสร้างชั้นทางชั้นถัดไปได้ ในช่วงเวลาของการบ่ม อนุญาตให้เปิดการจราจรได้ตามปกติ

(ฉ) เครื่องมือเจาะเก็บตัวอย่างดินซีเมนต์

ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมเครื่องมือเจาะเก็บตัวอย่างดินซีเมนต์ประจำไว้ที่หน้างาน โดยเครื่องมือ ดังกล่าวจะต้องมีสภาพที่สามารถจะใช้งานได้ตลอดเวลา

๔. ขอบเขตการทำงานกำแพงกันดินเสริมกำลัง

งานกำแพงกันดินเสริมกำลัง ประกอบด้วย ดินเดิม ฐานคอนกรีตปรับระดับบริเวณใต้แผ่นผนังคอนกรีต วัสดุเสริมกำลัง วัสดุดินถมและอื่นๆ

๔.๑ ขั้นตอนการเตรียมพื้นที่ (Preparation of the site)

นอกจากเตรียมพื้นที่ตามวิธีการก่อสร้างตามมาตรฐานที่ ทล.-ท.๑๐๕/๒๕๕๐ แล้ว ให้ตรวจสอบดินฐาน ราก ถ้าพบว่า คุณสมบัติดินฐานรากเปลี่ยนไปหรือแตกต่างไปจากดินฐานรากที่สำรวจมาก่อน ต้องให้ความสำคัญ และแจ้งคณะกรรมการตรวจการจ้างทราบเพื่อการวิเคราะห์เสถียรภาพของกำแพงใหม่

๔.๒ ก่อสร้างฐานคอนกรีตปรับระดับบริเวณใต้ผนังกำแพง (Leveling Pad)

ทำการเตรียมพื้นที่เพื่อก่อสร้างฐานคอนกรีตปรับระดับบริเวณใต้ผนังกำแพงตามแบบ โดยที่เมื่อ เทคอนกรีตปรับระดับแล้วต้องบ่มอย่างน้อย ๑๒ ชั่วโมงก่อนเริ่มประกอบแผ่นผนังกำแพง เพื่อให้ผนัง ได้ระดับและได้ตั้ง คอนกรีตปรับระดับจึงต้องได้ระดับได้ตั้ง และลาดเอียงตามที่แบบกำหนด แผ่นผนังคอนกรีตที่วาง บนคอนกรีตปรับระดับ อาจจะต้องปรับระดับได้บ้างแต่ไม่เกิน ๓/๑๖ นิ้ว ถ้าผนังกำแพงไม่ไ้ระดับผนังคอนกรีต แต่ละชั้นจะประกอบกันไม่สนิทและมีปัญหาเวลาเข้ามา

๔.๓ แผ่นผนังคอนกรีตหล่อเหล็ก (Wall Facing Panels)

โดยทั่วไปแผ่นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กจะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือหกเหลี่ยม โดยสามารถวางต่อกันได้สนิท ก่อนที่จะวางบนแผ่นผนังคอนกรีตแต่ละแผ่นจะต้องตรวจสอบว่าเป็นแผ่นที่ถูกต้องโดยกำหนดหมายเลขกำกับที่หลังแผ่นผนังคอนกรีตไว้ล่วงหน้าให้ชัดเจน เพื่อให้ง่ายต่อการก่อสร้าง และเนื่องจากความสูงของกำแพงจะมีหลายระดับ ทำให้จำนวนของแผ่นผนังขึ้นกับความสูงที่ต้องการและต้องให้ความสำคัญมากในการตรวจสอบกรณีแผ่นผนังเกิดความเสียหายด้วย นอกจากนี้ระยะห่างระหว่างแผ่นผนังจะต้องถูกต้องตามแบบ เพราะอาจทำให้เกิดการแตกที่มุมถ้าระยะห่างระหว่างแผ่นผนังไม่ถูกต้อง โดยใช้ spacer bar ช่วยในการวางแผ่นผนังให้มีระยะห่างที่ถูกต้อง นอกจากนี้ให้ใช้ลิ้มไม้ช่วยในการปรับให้แผ่นผนังกำแพงได้ตั้ง โดยที่ผู้รับจ้างทำการเตรียมลิ้มไม้ซึ่งลิ้มไม้ที่ใช้ต้องเตรียมไว้ไม่เกิน ๓ ขนาด เพื่อความสะดวกในการทำงานจะง่ายต่อการ

การเอ่อออก การตรวจสอบแนว ระดับทั้งแนวตั้งและแนวดิ่ง ต้องทำอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดเนื่องจากกรณีแนวผิดไปจากแบบไม่มากจะได้แก้ไขได้ทันเวลาที่

๔.๔ การจัดเก็บแผ่นผนังคอนกรีต (Panel Storage)

การจัดเก็บแผ่นผนังคอนกรีต ควรวางไว้ให้ระดับซ้อนกันได้โดยใช้ลูกปูนหรือแท่งไม้รองระหว่างแผ่นเพื่อป้องกันความเสียหายจากการถลอกของสังกะสีที่ชุบเหล็กและการโก่งตัวเสียรูปของเหล็กบริเวณรอยต่อด้านหลังผนังกำแพงที่ใช้สำหรับต่อประสานกับวัสดุเสริมกำลัง และป้องกันไม่ให้ผิวคอนกรีตของแผ่นผนังคอนกรีตสกปรก

๔.๕ วัสดุเสริมกำลังในดิน (Soil Reinforcement)

ต้องตรวจสอบวัสดุเสริมกำลังที่ใช้งาน ถ้าเป็นเหล็กแถบหรือเหล็กตะแกรงต้องตรวจสอบความเรียบร้อยไม่ให้โก่งงอ ฉีกขาด วัสดุชุบสังกะสีไม่หลุดลอกหรือถลอก ถ้าเป็นวัสดุพลาสติกเสริมกำลัง เช่น geogrid ต้องไม่มีรอยฉีกขาด ไม่แตกแตกทิ้งไว้ นอกจากนี้จะต้องตรวจสอบความยาวของวัสดุเสริมกำลังที่ใช้งานให้เป็นไปตามแบบ นอกจากนี้ทิศทางการวางตัวของวัสดุเสริมกำลัง ต้องตั้งฉากกับแผ่นผนังของกำแพงด้วย แต่จะยอมให้เอียงได้ไม่เกิน ๑๕ องศา ทิศทางการวางตัวของวัสดุเสริมกำลังในกรณีมีสิ่งกีดขวางทั้งกรณีขวางในแนวนอนและแนวดิ่ง แต่ถ้าต้องเอียงมากกว่า ๑๕ องศา ต้องบันทึกตำแหน่งไว้ และผู้รับจ้างต้องคำนวณแรงดึงใหม่เนื่องจากอาจจะต้องเพิ่มความยาวของวัสดุเสริมกำลัง ณ จุดนั้นๆ

๔.๖ การถมดินของวัสดุดินถมเสริมกำลัง

ตรวจสอบวัสดุดินถมเสริมกำลังเป็นไปตามมาตรฐานที่ ทล.-ม.๑๐๕/๒๕๕๐ ขั้นแรกทำการลงวัสดุดินถมหลังกำแพงให้ขนานกับกำแพงลงวัสดุเป็นชั้นๆ กะให้บดทับแล้วชั้นประมาณ ๑๕ เซนติเมตร โดยขีดกำหนดระดับของแต่ละชั้นไว้ที่หลังกำแพงโดยทิศทางการบดทับขนานกับผนังกำแพงให้ลงวัสดุให้สม่ำเสมอ โดยให้เริ่มลงวัสดุจากระยะห่างจากผนังประมาณ ๑ เมตร และลงวัสดุออกไปทางด้านปลายของวัสดุเสริมแรง

๔.๗ การบดอัด (Compaction)

บริเวณ ๑ เมตร ติดกับกำแพงให้ใช้เครื่องมือบดทับแบบสันที่มีน้ำหนักไม่เกิน ๑,๐๐๐ ปอนด์ ส่วนบริเวณห่างจากกำแพงประมาณ ๑ เมตร ให้ใช้รถบดขนาดไม่เกิน ๘ ตัน รถบดล้อเรียบและรถบดล้อยางสามารถใช้ได้ แต่รถบดล้อหนามห้ามใช้เพราะจะไปทำความเสียหายต่อวัสดุเสริมกำลังได้

ในการบดทับ รถบดต้องเคลื่อนที่ในทิศทางขนานกับกำแพงและไม่เข้าใกล้ในระยะ ๑ เมตร จากผนังกำแพงและบดทับออกไปเรื่อยๆ ออกจากด้านใกล้กำแพงไปทางด้านปลายของวัสดุเสริมกำลัง

ค่าความชื้นของวัสดุดินถม ทั้งก่อนและระหว่างบดทับจะต้องสม่ำเสมอตลอดความหนาของชั้นที่ทำการบดทับ วัสดุดินถมนี้จะต้องมีค่าความชื้นด้าน dry side ของค่าความแน่นสูงสุด (OMC)

๔.๘ การจบการทำงานในแต่ละวัน (Days end)

ผู้รับจ้างต้องทำการแต่งดินถมชั้นสุดท้ายในแต่ละวันให้เอียงออกจากผนังกำแพง เพื่อให้น้ำฝนระบายออกไปทางด้านตรงข้ามกับผนังกำแพง และระบายออกไปจากกำแพง ถ้าไม่ทำทางเพื่อระบายน้ำจะเป็นปัจจัยที่ทำให้ผนังกำแพงพังเนื่องจากเกิดแรงดันน้ำกระทำต่อผนังกำแพง และจะทำให้ น้ำกัดเซาะดินถมบริเวณใกล้ผนังกำแพง ดินถมบริเวณด้านหน้ากำแพงบริเวณฐานคอนกรีตปรับระดับกำแพงจะต้องถมทันทีเท่าที่เป็นไปได้ ฝนที่ตกหนักจะทำให้ น้ำที่ไหลมาปริมาณมากตามกำแพง อาจทำให้เกิดการกัดกร่อนเซาะพังหลายบริเวณคอนกรีตปรับระดับกำแพงได้

๔.๙ ข้อควรระวังอื่นๆ

ก่อนทำการก่อสร้างจริงจะต้องตรวจสอบแบบและระบายน้ำ ระบบไฟฟ้าให้แสงสว่างและอื่นๆ เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ หรือในกรณีที่ไม่การทำงานต้องมีแรงมากระทำมากกว่าที่แบบกำหนดไว้ ผู้รับจ้างต้องทบทวนข้อมูลในการออกแบบด้วย

ถ้ามีแหล่งน้ำใกล้กับกำแพงกันดินเสริมกำลัง จะต้องตรวจสอบไม่ให้น้ำมากัดเซาะกำแพง หรือกรณีที่ปลายที่ท่อระบายน้ำของกำแพงอยู่ใกล้หน้ากำแพง น้ำจากท่อระบายอาจมีผลกระทบมากัดเซาะกำแพงได้ การขุดใกล้ๆ กำแพงกันดินเสริมกำลังที่มีอยู่เดิมอาจทำให้มีผลกระทบต่อเสถียรภาพของกำแพงได้

๕. ขั้นตอนการก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง

(๑) เอาวัสดุไม่พึงประสงค์ออกให้หมดพร้อมปรับระดับพื้นที่ให้พร้อมก่อสร้าง

(๒) บดทับให้พื้นที่แน่นพอที่เครื่องจักรจะทำงานได้ โดยใช้รถบดสันสะเทือนมีน้ำหนักอย่างน้อย ๘ ตัน อย่างน้อย ๕ รอบ

(๓) ขุดร่องเตรียมพื้นที่สำหรับเทคอนกรีตฐานรากคอนกรีตปรับระดับบริเวณใต้ผนังกำแพง (Leveling Pad)

(๔) งานฐานคอนกรีตปรับระดับบริเวณใต้ผนังกำแพง ต้องบ่มคอนกรีตอย่างน้อย ๑๒ ชั่วโมง ก่อนที่จะติดตั้งแผ่นผนัง

(๕) ติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตแถวแรกบนฐานคอนกรีตปรับระดับ โดยมีค้ำยันช่วยประคอง ในกรณีที่มีแผ่นผนังคอนกรีตแบบครึ่งแผ่นด้วยให้ใช้ spacer bar ช่วยในการติดตั้งด้วย ต่อจากนั้นในการติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตแถวที่สองให้ใช้ค้ำยันดันเอนไปด้านหลังประมาณ ๑/๘ นิ้ว เพื่อเผื่อเวลาถมวัสดุดินถมหลังกำแพงจะทำให้แผ่นผนังอยู่ในแนวตั้งพอดี

(๖) ทากาวบริเวณซ้าย-ขวาของรอยต่อของแผ่นผนังคอนกรีต เพื่อติดแผ่น geotextile ป้องกันการไหลของวัสดุดินถมขนาดเม็ดเล็กๆ ไม่ให้ไหลออกไปตามรอยต่อเหล่านี้ ห้ามทากาวบนแผ่น geotextile โดยตรง เพราะจะทำให้แผ่น geotextile อุดตันน้ำระบายออกไม่ได้

(๗) ขั้นตอนการเริ่มลงวัสดุดินถมและบดทับเป็นชั้นๆ จนถึงระดับที่จะติดตั้งวัสดุเสริมกำลังกับแผ่นคอนกรีตแถวแรก การถมดินยังไม่ถมให้ยันกับผนังกำแพงจนกว่าจะติดตั้งวัสดุเสริมกำลังยึดกับแผ่นผนังคอนกรีต พร้อมทั้งถมดินทับวัสดุเสริมกำลังบดอัดจนได้ระดับ ๑๕ เซนติเมตร แล้วเสร็จ เพื่อป้องกันดินดันผนังพังออกจากแนวที่กำหนด

(๘) การติดตั้งวัสดุเสริมกำลังให้ยึดติดจากกับผนังคอนกรีต ส่วนกรณีวัสดุเสริมกำลังเป็นวัสดุ geosynthetic จะต้องให้แรงกระทำเพื่อให้วัสดุเสริมกำลังเกิดแรงดึงเริ่มต้นด้วย

(๙) ในส่วนของวัสดุดินถมนั้นจะก่อสร้างเป็นชั้นๆ ชั้นละ ๑๕ เซนติเมตร หรือกะให้พอดีกับระดับของจุดที่จะติดตั้งวัสดุเสริมกำลังกับแผ่นผนังคอนกรีต แต่ไม่เกิน ๑๕ เซนติเมตร ส่วนในการพ่นน้ำเพิ่มในวัสดุดินถมเพื่อการบดทับนั้นจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ แนวการบดทับให้ทำในทิศทางขนานกับผนังกำแพงคอนกรีต โดยเริ่มที่ระยะห่างจากผนังประมาณ ๑ เมตร ออกไปทางด้านปลายของวัสดุเสริมกำลัง ต่อจากนั้นจึงลงวัสดุบริเวณที่เว้นไว้ (ระยะประมาณ ๑ เมตร หลังกำแพง)

(๑๐) การบดทับจะบดทับขนานกำแพงและบดทับออกไปทางด้านปลายของวัสดุเสริมกำลัง

(๑๑) สำหรับบริเวณ ๑ เมตร ติดกับกำแพงที่เว้นไว้นั้น ให้ทำการบดอัดให้เรียบร้อยด้วยเครื่องจักรที่มีน้ำหนักไม่เกิน ๑,๐๐๐ ปอนด์ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับผนังกำแพง ป้องกันไม่ให้ผนังกำแพงเคลื่อนออกไปจากจุดที่ต้องการ

(๑๒) เมื่อติดตั้งผนังกำแพงพร้อมบดทับดินถมทับวัสดุเสริมกำลังชั้นถัดไปแล้วเสร็จ ให้เอาลิ่มไม้ที่ติดตั้งอยู่ในชั้นก่อนหน้าออก

(๑๓) ก่อนก่อสร้างผนังกำแพงจนถึงชั้นบนสุดให้ทำการถมดินด้านหน้ากำแพงให้แล้วเสร็จ

(๑๔) กรณีที่มี Barrier เมื่อก่อสร้างกำแพงจนถึงชั้นบนสุดให้ติดตั้ง Barrier ที่ทำหน้าที่ยึดแผ่นผนังคอนกรีตของกำแพงกันดินเสริมกำลัง

๖. ความคลาดเคลื่อนในการก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง

ค่าความคลาดเคลื่อนในแนวดิ่งจะไม่มากกว่า ๕ มิลลิเมตรต่อความสูง ๑ เมตร หรือเมื่อพิจารณาความสูงโดยรวมทั้งหมดไม่ควรจะมากกว่า ๑๐๐ มิลลิเมตร ส่วนความคลาดเคลื่อนด้านข้างไม่เกิน ๒๕ มิลลิเมตร ที่ทุกๆ ระยะ ๔.๕๐ เมตร

๗. ข้อควรทำและข้อห้ามในงานก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง

- (๑) ให้ศึกษาแบบก่อสร้างรายละเอียดต่างๆ ให้เข้าใจ
- (๒) ให้ศึกษาคู่มือการก่อสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลังที่ได้จากผู้ออกแบบ
- (๓) ต้องมั่นใจว่าดินฐานรากมีความแข็งแรงและได้รับการเตรียมพื้นที่อย่างเหมาะสม
- (๔) ตรวจสอบระดับของ Leveling pad ให้ถูกต้องตามแบบ
- (๕) ต้องมีใบรับรอง (certificate) จากบริษัทผู้ผลิตและจัดจำหน่ายวัสดุเสริมกำลังและแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูป และส่วนประกอบที่ใช้อื่นๆ ให้ครบถ้วน
- (๖) ต้องทดสอบวัสดุดินถมให้เป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนดก่อนนำเข้ามาใช้งานที่พื้นที่ก่อสร้าง
- (๗) ตรวจสอบแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปให้ถูกต้องตามแบบ
- (๘) ตรวจสอบวัสดุเสริมกำลัง เช่น เหล็กแถบ, เหล็กตะแกรง, geogrid ให้ถูกต้องตามแบบ
- (๙) ห้ามนำแผ่นผนังคอนกรีตที่ไม่เป็นไปตามแบบข้อกำหนดหรือแตกเสียหายมาใช้งาน
- (๑๐) ต้องมั่นใจว่าแผ่นผนังคอนกรีต วัสดุเสริมกำลังและแผ่นกรอง geotextile เก็บในสถานที่ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันความเสียหาย
- (๑๑) ติดตั้งแผ่นผนังคอนกรีตให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนด
- (๑๒) การลงวัสดุดินถมและการบดทับให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนด
- (๑๓) ห้ามถมวัสดุแต่ละชั้นหนาเกินกว่า ๑๕ เซนติเมตร เพราะการบดอัดชั้นวัสดุที่หนากว่านี้ต้องใช้พลังงานในการบดอัดมาก จะทำให้แผ่นผนังคอนกรีตถูกดันออกจากแนวที่ต้องการได้
- (๑๔) ให้ใช้แผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปที่ผลิตมาโดยเฉพาะสำหรับชั้นส่วนบริเวณมุมของกำแพง ถ้าไม่มีกำหนดไว้ในแบบ ให้ผู้รับจ้างพิจารณาด้วย
- (๑๕) วัสดุเสริมกำลังจะต้องไม่เอียงเกิน ๑๕ องศา ในทุกทิศทาง ในกรณีที่มีวัตถุขวางอยู่ เช่น งานท่อ คอนกรีตระบายน้ำ ถ้ามีกรณีเช่นนี้ให้ผู้รับจ้างพิจารณาด้วย

(๑๖) ตรวจสอบแนวของผนังกำแพงเป็นประจำและปรับให้ได้แนว เพราะการบดอัดอาจไปกระทบแนวของผนังกำแพงได้

(๑๗) น้ำที่ใช้ในการก่อสร้างต้องเป็นไปตามมาตรฐาน

(๑๘) ห้ามทากาวที่แผ่นกรอง geotextile แต่ให้ทากาวที่ผนังกำแพงแล้วติดแผ่นกรอง geotextile ลงไป เพราะถ้าทากาวที่แผ่นกรอง geotextile จะทำให้น้ำไม่สามารถระบายผ่านแผ่นกรองออกไปได้

(๑๙) เอลิมไม้ออกให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

(๒๐) ห้ามขุดใกล้ๆ กับด้านหน้าของกำแพงกันดินเสริมกำลัง ถ้าจะขุดในบริเวณดังกล่าวจะต้องให้คณะกรรมการตรวจการจ้างตรวจสอบและอนุมัติก่อนทำการขุด

(๒๑) วัสดุเสริมกำลังใกล้กับด้านบนสุดของกำแพงกันดินเสริมกำลัง จะต้องขนานกับชั้นดินถมที่บดอัด จะไม่ให้เสริมกำลังเข้าไปอยู่ในชั้น subbase เนื่องจากวัสดุชั้น subbase ต้องมีการผสมคลุกเคล้าด้วยเครื่องจักร จะทำให้วัสดุเสริมกำลังเสียหาย

(๒๒) ห้ามตัดวัสดุเสริมกำลัง ในกรณีที่มีวัตถุขวางอยู่ ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบแก้ไขต่อไป

๘. งานคอนกรีตคาน

๘.๑ ขอบเขตของงาน

งานนี้ประกอบด้วย งานวางระบายน้ำและงานคอนกรีตคานตลอดแนวกำแพงกันดินเสริมกำลังตามที่ระบุในแบบ รวมทั้งการเตรียมผิว การบดอัดตามลาดเอียง และพื้นที่ของวางระบายน้ำนั้นๆ จัดทำระบบระบายน้ำซึม กระทั่งคอนกรีตให้แน่น ตกแต่งผิว บ่มคอนกรีต ตลอดจนการสร้างรอยต่อในพื้นคอนกรีต และการอุดรอยต่อต่างๆ รวมทั้งการจัดหาวัสดุ วัสดุร่อยต่อ น้ำยาบ่มคอนกรีต งานลดระดับน้ำใต้ดิน และน้ำที่ระบายอยู่หรือระบายน้ำฝน หรืองานที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

๘.๒ วัสดุ

คอนกรีตที่ใช้ในงานคอนกรีตคาน ต้องรับแรงกดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑๗๕ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยส่วนผสมของคอนกรีตต้องมีอัตราส่วนน้ำ-ซีเมนต์ไม่เกิน ๐.๕๕

๘.๓ วิธีการก่อสร้าง

พื้นที่องและลาดเอียงของวางระบายน้ำ หรือบริเวณดินกำแพงกันดินเสริมกำลังต้องขุด ปาด และบดอัดด้วยเครื่องจักรให้แน่นได้รูปร่างและขนาดตามที่กำหนดในแบบ ก่อนทำการคานผิว ในที่ซึ่งเป็นดินอ่อน ผู้รับจ้างจะต้องขุดดินอ่อนเหล่านั้นออกและถมกลับด้วยวัสดุคัดเลือกที่เหมาะสม ในบริเวณซึ่งขุดดินออกลึกกว่าระดับที่กำหนดต้องทำการถมกลับด้วยวัสดุคัดเลือกที่เหมาะสม หรือตามที่ผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างเห็นสมควร

การถลุงวัสดุบริเวณลาดเอียงต้องกระทำโดยการตัดลาดเอียงนั้น ให้เป็นรูปขั้นบันไดก่อนทำการถลุงวัสดุใหม่ลงไป วัสดุที่ถลุงทุกแห่งต้องทำการบดอัดให้ได้ความแน่นไม่น้อยกว่า ๙๕% ของความแน่นแห้งสูงสุด เมื่อทดสอบตามวิธีการของ ASTM-D-๖๙๘-Method A

ก่อนทำการเทคอนกรีต ผู้รับจ้างต้องจัดเตรียมและสร้างรางหรือพื้นกระดานที่แข็งแรงทั้งสองด้านของฝั่งเพื่อใช้แขวน Template ในการกำหนดระยะและระดับ และความลาดเอียงของรางระบายน้ำให้แน่นอนและถูกต้อง รางหรือพื้นกระดานจะต้องวางหรือตอกติดกับหลักที่มั่นคงสามารถรับน้ำหนักต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างได้โดยไม่มีการทรุดตัว

ผู้รับจ้างจะต้องทำการก่อสร้างชุดระบายน้ำใต้ดิน ซึ่งประกอบด้วย Weephole ในตำแหน่งซึ่งระบุไว้ในแบบแปลน มาตรฐานการก่อสร้าง Weephole ต้องวางให้ผิวด้านหน้าเรียบเสมอกับผิวคอนกรีตที่จะทำการดาดชั้นสุดท้าย

พื้นและลาดเอียงทั้งสองด้านของรางระบายน้ำ ต้องทำให้ชุ่มน้ำก่อนทำการดาดคอนกรีต และต้องระวังไม่ให้ชุ่มน้ำมากเกินไป จนเป็นเหตุให้ผิวที่บดแต่งไว้แล้วมีคุณสมบัติเลวลง

รอยต่อสำหรับพื้นคอนกรีตที่ดาดต้องจัดทำให้ได้รูปร่าง ขนาด ตามที่แสดงในแบบ การทำสีป้องกันการยึดเกาะ (Bond Breeding Paint) หรือหยอดแอสฟัลท์ซีเมนต์ผสมทรายบริเวณรอยต่อต้องทำด้วยความระมัดระวัง

การเทคอนกรีตต้องเทให้ต่อเนื่องกันในระหว่างรอยต่อทั้งสองแห่ง และเทช่วงเว้นช่วงรอยต่อต้องจัดเตรียมไว้ให้ตรงแนว ระดับและสอดคล้องกับค่าความคลาดเคลื่อนที่ระบุไว้การเทคอนกรีตให้เทจากด้านล่างขึ้นไปตามลาดเอียง การตกแต่งให้ปาดจากด้านล่างสู่ด้านบนเสมอคอนกรีตที่เทต้องตบและกระทุ้งให้ทั่ว เพื่อให้แน่ใจว่าได้คอนกรีตที่เนื้อแน่นและมีคุณภาพสม่ำเสมอ ถ้าหากใช้เครื่องเขย่าคอนกรีตต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง และต้องเคลื่อนที่ไปมาในคอนกรีตอย่างสม่ำเสมอ และต้องไม่ให้คอนกรีตเกิดการแยกตัว

ผิวหน้าของคอนกรีตทั่วไปต้องปาดให้เรียบด้วยเกรียงไม้ ส่วนของผิวโค้งบริเวณด้านล่างและขอบบนให้ปาดและตกแต่งด้วยเกรียงโลหะให้ได้รูปร่างตามแบบ

หลังจากการเทคอนกรีตแล้วต้องบ่มด้วยน้ำหรือบ่มด้วยน้ำยาบ่มคอนกรีต ติดต่อกันเป็นเวลาอย่างน้อย ๑๔ วัน

๘.๔ ความคลาดเคลื่อนและข้อจำกัดของงานคอนกรีตดาด

(๑) ผิวของพื้นคอนกรีตที่ดาดในช่วงใดช่วงหนึ่งระหว่างรอยต่อ จะมีระดับผิวแห่งใดแห่งหนึ่งคลาดเคลื่อนจากผิวทั่วไปในผืนนั้น ๆ ได้ไม่เกิน ± 5 มิลลิเมตร

(๒) ความหนาของคอนกรีตที่ดาดจะต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในแบบ

(๓) รอยต่อทุกรอยต้องตรงได้ระดับและผิดไปจากแนวและระดับที่แสดงไว้ได้ไม่เกิน ๑๐ มิลลิเมตร ในระยะ ๓.๐๐ เมตร

๙. งานท่อระบายน้ำพีวีซี

๙.๑ ท่อไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และก่อสร้างงานท่อระบายน้ำพีวีซี ซึ่งกำหนดไว้ในแบบ งานดังกล่าวจะอยู่ในส่วนใต้ของลาดด้านข้างของงานคอนกรีตลาดตลอดแนวกำแพงกันดินเสริมกำลัง ทั้งนี้ เพื่อจุดประสงค์ในการลดแรงดันของน้ำใต้ดิน ชนิด ขนาด จำนวน และตำแหน่งของท่อระบายน้ำพีวีซีจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแบบ หรือตามคำสั่งของคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้าง

๙.๒ วัสดุ

(๑) ท่อพีวีซี

ท่อระบายน้ำพีวีซี ชนิดรูปท่อน และชนิดไม่เจาะรูปท่อน รวมทั้งข้อต่อและรอยเชื่อมต่างๆ ให้ผู้รับจ้างใช้ตามที่กำหนดไว้ในแบบ ถ้าในกรณีที่ไม่กำหนดไว้ให้ใช้ท่อพีวีซีตาม มอก.๑๗-๒๕๓๒ ชั้นคุณภาพ ๑๓.๕ และข้อต่อ (Fitting) ตาม มอก.๑๑๓๑-๒๕๓๕

๙.๓ วิธีการก่อสร้าง

(ก) ท่อไป

ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาและติดตั้งท่อระบายน้ำพีวีซี และอุปกรณ์ตามที่กำหนดไว้ในแบบ

(ข) ตัวอย่างและการทดสอบ

ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างท่อระบายน้ำพีวีซี ให้คณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างตรวจสอบและอนุมัติก่อนนำมาใช้งานตามวิธีการที่ระบุไว้ในแบบ ในการส่งตัวอย่างของวัสดุท่อพีวีซี ซึ่งใช้ผลิตท่อลดแรงดันน้ำดังกล่าว ผู้รับจ้างควรแนบใบรับรองการทดสอบ หรือ Catalog ของโรงงานผู้ผลิตมาด้วย

(ค) การติดตั้ง

- ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมพื้นที่ที่จะติดตั้งท่อระบายน้ำพีวีซี และวัสดุกรองให้เรียบร้อย โดยจะต้องบดอัดและแต่งให้เรียบร้อยตามแบบ หรือตามคำสั่งของคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้าง หลังจากกำหนดจุดติดตั้งท่อระบายน้ำพีวีซีให้แน่นอนก่อนจึงติดตั้งท่อระบายน้ำพีวีซี แล้วเทคอนกรีตตามขนาดและความหนาที่ระบุในแบบ (Drawings)

- ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องระมัดระวังไม่ให้ท่อระบายน้ำพีวีซีอุดตันด้วยสาเหตุใดๆ ก็ตาม และก่อนที่จะทำการตรวจรับงาน ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาด จนเป็นที่ยอมรับของคณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานก่อสร้างของผู้ว่าจ้างก่อน

๑๐. แผ่นใยไสร้อยต่อคอนกรีต (Elastic Filler)

จะต้องประกอบด้วยวัสดุเส้นใยที่ได้จากธรรมชาติหรือวัสดุเส้นใยสังเคราะห์อื่นๆ ที่เหมาะสม นำมาอัดเป็นแผ่นและอาบด้วยยางมะตอยชนิดเหลวและต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

(๑) การดูดน้ำ เมื่อแช่แผ่นใยในน้ำ อุณหภูมิ $21 \pm 3^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา ๒๔ ชั่วโมง จะต้องดูดน้ำ ไม่มากกว่า ๑๕% โดยปริมาตร

(๒) ความแน่นของแผ่นใย จะต้องไม่น้อยกว่า ๓๐๕ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อแผ่นใยอยู่ในลักษณะแห้ง (Air Dry)

(๓) แรงกด แรงที่ใช้กดแผ่นใยจนความหนาลดลง ๕๐% ของความหนาเดิมจะต้องอยู่ระหว่าง ๗-๕๓ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ถ้าแผ่นใยมีความหนามากกว่า ๑๒.๕ มิลลิเมตร และแรงกดจะต้องอยู่ระหว่าง ๗-๘๘ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ถ้าแผ่นใยมีความหนาน้อยกว่า ๑๒.๕ มิลลิเมตร โดยมียางมะตอยไหลออกจากแผ่นใยไม่มากกว่า ๓% โดยน้ำหนัก และเมื่อปล่อยให้แผ่นใยคืนตัวเป็นเวลา ๑๐ นาที แผ่นใยจะต้องคืนตัวจนมีความหนาอย่างน้อย ๗๐% ของความหนาเดิม

(๔) การขยายตัว นำแผ่นใยวางลงในที่บังคับ ๓ ด้าน ปล่อยให้ด้านหนึ่งว่างไว้เมื่อกดแผ่นใยตาม ข้อ (๓) แล้วแผ่นใยจะยืดออกจากด้านที่ว่างไว้ ส่วนที่ยืดออกจะต้องไม่เกิน ๖ มิลลิเมตร

๑๑. การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน

(๑) กำแพงกันดินเสริมกำลัง

การวัดปริมาณ คณะกรรมการตรวจการจ้างจะตรวจวัดปริมาณงานกำแพงกันดินเสริมกำลัง เมื่อผู้รับจ้างได้ทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้วและมีพื้นที่ต่อเนื่องตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นตารางเมตร ตามขอบเขตที่แบบก่อสร้างกำหนดไว้หรือตามปริมาณงานที่ทำได้จริงภายในขอบเขตที่คณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ โดยให้ยึดถือการวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

การจ่ายเงิน คณะกรรมการตรวจการจ้างจะจ่ายเงินค่างานกำแพงกันดินเสริมกำลังให้อัตราต่อหน่วยเป็นตารางเมตร ตามที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญา ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัสดุ ได้แก่ แผ่นผนังคอนกรีตหล่อสำเร็จ, คอนกรีตปรับระดับบริเวณใต้ผนังกำแพง, geotextile, Rubber pad, Spacer Block, Clamps และวัสดุเสริมกำลัง ค่าเครื่องจักร เครื่องมือในการหล่อแผ่นคอนกรีต การติดตั้งแผ่นคอนกรีตและวัสดุเสริมกำลัง ค่าขนส่ง ค่าเครื่องมือจราจรต่างๆ ในระหว่างการก่อสร้าง แรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

(๒) วัสดุดินถมคัดเลือก (Select Backfill)

การวัดปริมาณ คณะกรรมการตรวจการจ้างจะตรวจวัดปริมาณงานวัสดุดินถมคัดเลือก เมื่อผู้รับจ้างได้ทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้วและมีระยะทางที่ต่อเนื่องตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่แบบก่อสร้างกำหนดไว้หรือตามปริมาณที่ทำได้จริงภายในขอบเขตที่คณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ โดยให้ยึดถือการวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

การจ่ายเงิน คณะกรรมการตรวจการจ้างจะจ่ายเงินค่างานวัสดุดินถมคัดเลือกให้อัตราต่อหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ตามที่แสดงในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญา ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ ค่าจัดหาบ่อยืมดิน ทางลำเลียง ค่าขนส่ง ค่ามัดมัดแน่น ค่าเครื่องหมายจราจรต่าง ในระหว่างการก่อสร้าง แรงงานและค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

(๓) ดินซีเมนต์ (Soil Cement)

การวัดปริมาณงาน คณะกรรมการตรวจการจ้างจะตรวจวัดปริมาณงานดินซีเมนต์ เมื่อผู้รับจ้างได้ทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้วและมีระยะทางที่ต่อเนื่องตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร โดยคณะกรรมการตรวจการจ้างจะทำการตรวจวัดปริมาณงานนั้นมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่แบบก่อสร้างกำหนดไว้ หรือตามปริมาณงานที่ทำได้จริงภายในขอบเขตที่คณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ โดยยึดถือการวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

การจ่ายเงิน คณะกรรมการตรวจการจ้างจะจ่ายเงินค่างานดินซีเมนต์ให้อัตราต่อหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ตามที่แสดงในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญา ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ ค่าจัดหาบ่อยืมดิน ทางลำเลียง ค่าขนส่ง ค่ามัดมัดแน่น ค่าเครื่องหมายจราจรต่างๆ ในระหว่างการก่อสร้าง แรงงานและค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

(๔) งานระบายน้ำ

๔.๑ หินคละขนาด

การวัดปริมาณงาน คณะกรรมการตรวจการจ้างจะตรวจวัดปริมาณงานหินคละขนาด ตามที่แสดงไว้ในรายการใบแจ้งปริมาณงานและราคาสัญญา เมื่อผู้รับจ้างได้ทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว มี ขนาด รูปร่าง แนว ระดับ และมีพื้นที่ต่อเนื่องตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ตามขอบเขตที่แบบก่อสร้างกำหนดไว้ หรือภายในขอบเขตของคณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ

การจ่ายเงิน คณะกรรมการตรวจการจ้างจะจ่ายเงินค่างานหินคละขนาดให้อัตราต่อหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ตามที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญา ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ ค่ามัดมัดแน่น ตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

๔.๒ แผ่นกรองใยสังเคราะห์ (Geotextile)

การวัดปริมาณงาน คณะกรรมการตรวจการจ้างจะตรวจวัดปริมาณงานแผ่นกรองใยสังเคราะห์เมื่อผู้รับจ้างจัดหาวัสดุที่มีคุณภาพตามที่กำหนด ทำการติดตั้งและปูหินคละขนาดปิดทับแล้ว การวัดปริมาณงานมีหน่วยเป็นตารางเมตร ตามขอบเขตที่แบบก่อสร้างกำหนดไว้ หรือตามปริมาณงานที่ได้จริงภายในขอบเขตที่คณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการ โดยยึดถือการวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

การจ่ายเงิน คณะกรรมการตรวจการจ้างจะจ่ายเงินค่าแผ่นกรองใยสังเคราะห์ในอัตราต่อหน่วยเป็นตารางเมตร ตามที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาของสัญญาฯ ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาและติดตั้ง วัสดุ ค่าแรง ตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

(๕) งานคอนกรีตดาด

คอนกรีตดาดต้องดาดและเทให้ต่อเนื่องกันเต็มรูปตัดให้ได้รูปร่าง แนว ระดับความหนาตามที่กำหนดไว้ในแบบ พร้อมทั้งจัดทำรอยต่อ ตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ การดาดคอนกรีตต้องให้เป็นระยะต่อเนื่องกันตลอดหรือตามที่คณะกรรมการตรวจการจ้างเห็นสมควร การวัดปริมาณงานคอนกรีตดาดมีหน่วยเป็นตารางเมตรตามขอบเขตของแบบที่กำหนดไว้หรือปริมาณที่ได้จริงภายในขอบเขตของคณะกรรมการตรวจการจ้างสั่งการโดยวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์ อัตราต่อหน่วยนี้ให้รวมถึงค่าใช้จ่ายในการจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ การทำงานคอนกรีต ค่าไม้แบบ และต่อรื้อแบบ และอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

(๖) งานท่อระบายน้ำพีวีซี

ปริมาณงานท่อระบายน้ำพีวีซี จะทำการตรวจวัดมีหน่วยเป็นเมตร ตามขอบเขตที่กำหนดในแบบ หรือตามปริมาณงานที่ทำจริงภายในขอบเขตที่ผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างกำหนด โดยให้ยึดถือวิธีการวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์

การจ่ายเงิน จ่ายให้อัตราราคาต่อเมตร ตามที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาตามสัญญาฯ ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการจัดหาท่อพีวีซี และข้อต่อ ตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

(๗) งาน Elastic Filler

คณะกรรมการตรวจการจ้างจะวัดปริมาณงานให้ เมื่อผู้รับจ้างจัดหาวัสดุ Elastic Filler ที่มีคุณภาพตามที่กำหนดทำการติดตั้งตามที่แสดงไว้ในแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว การวัดปริมาณงานมีหน่วยเป็นตารางเมตรที่แสดงไว้ในใบแจ้งปริมาณงานและราคาสัญญาฯ โดยยึดถือวิธีการวัดปริมาณงานของคณะกรรมการตรวจการจ้างเป็นเกณฑ์ และจะจ่ายเงินให้อัตราต่อหน่วยเป็นตารางเมตร ซึ่งประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการจัดหาและติดตั้ง วัสดุ ค่าแรง ตลอดจนค่าใช้จ่ายอื่นๆ เพื่อให้งานบรรลุวัตถุประสงค์

ภาคผนวก ข

- อธิบายการติดตั้งสมอยึด (peg) ซึ่งมีผลต่อการรับน้ำหนัก

หากตำแหน่งสมอยึด คือ peg ที่ยึดระหว่างแถบวัสดุโพลีเมอร์กับดิน Select Granular Backfill ตรงปลายด้านตรงข้ามกับแผ่นคอนกรีต ในระหว่างติดตั้งนั้น เป็นเพียงตัวยึดเพื่อให้แถบวัสดุโพลีเมอร์อยู่ในแนว และตำแหน่ง ไม่บิดเบี้ยว เสียรูปทรงในระหว่างที่ถมดินเท่านั้น ไม่มีผลต่อการรับน้ำหนักใดๆ ดังแสดงในรูป



- อธิบายคุณสมบัติของวัสดุดินถมคัดเลือก (Select Granular Backfill)

คุณสมบัติของวัสดุดินถมคัดเลือก (Select Granular Backfill) อธิบายได้โดยสังเขปดังนี้

หลักการออกแบบระบบกำแพงดินเสริมกำลัง (MSE Wall) เป็นการออกแบบโดยอาศัยแรงเสียดทานระหว่างดินถม กับวัสดุเสริมกำลัง เป็นตัวรับแรงดันดินด้านข้าง ดังนั้น ดินถมที่นำมาใช้ในระบบดังกล่าว จำเป็นต้องเลือกวัสดุที่เป็นทรายหรือกรวด และจะต้องเป็นไปตามเกณฑ์ดังนี้

- ปริมาณอนุภาคที่ผ่านตะแกรงเบอร์ ๒๐๐ ต้องไม่มากกว่า ๑๕%
- ค่า pH อยู่ระหว่าง ๕ ถึง ๑๐
- มุมเสียดทานภายใน $\phi > 32^{\circ}$

- ผลกระทบที่อาจเกิดจากการกัดเซาะของปริมาณน้ำที่ไหลจากท่อระบายน้ำ

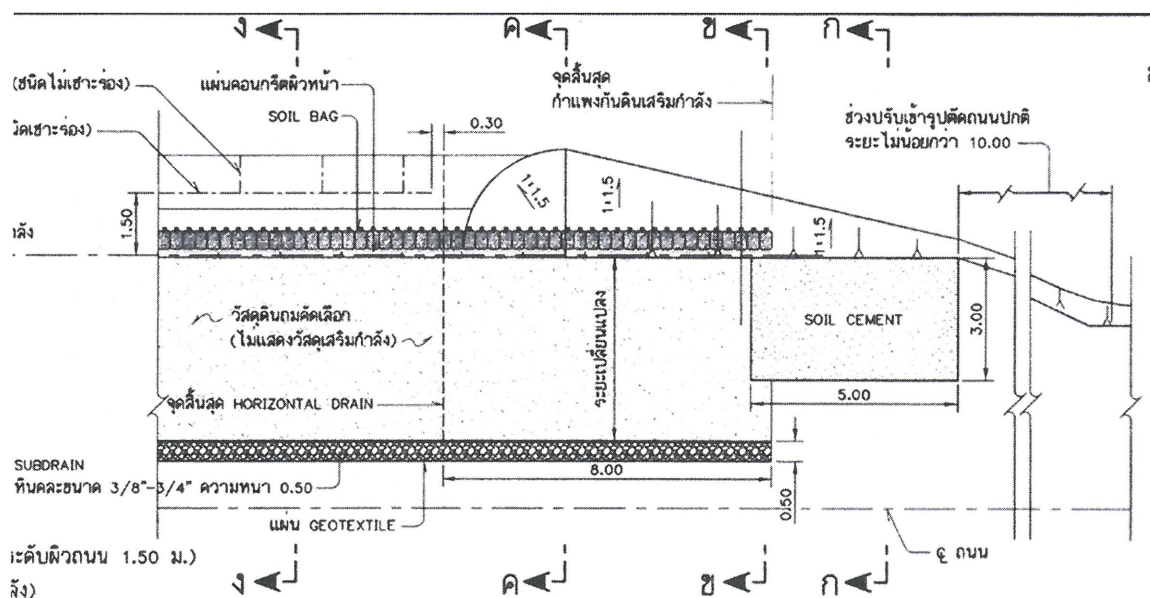


สามารถตอบแยก เป็น ๒ กรณี ดังต่อไปนี้

กรณีที่แรก มีปริมาณน้ำในอ่างอยู่เหนือฐานกำแพง MSE Wall น้ำที่ไหลจากท่อระบายน้ำ ก็จะไหลลงไปรวมกับน้ำในอ่าง ดังนั้นจึงไม่มีผลใดๆ ที่จะเกิดการกัดเซาะที่ฐานกำแพง

กรณีที่สอง มีปริมาณน้ำในอ่างอยู่ใต้ฐานกำแพง MSE Wall น้ำที่ไหลจากท่อระบายน้ำ อาจจะไปกัดเซาะที่ฐานกำแพง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบป้องกันการกัดเซาะ และมีการตรวจสอบบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

- เหตุผลความจำเป็นในการถมดินผสมซีเมนต์



ดินซีเมนต์ตามรายละเอียดดังแสดงในรูป มีจุดประสงค์เพื่อให้ดินบริเวณดังกล่าวมีความแข็งแรงมากกว่าปกติ เพื่อป้องกันการกัดเซาะจนเกิดการพังทลายจนเข้ามกระทบถึงโครงสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลัง แต่ทั้งนี้ อาจใช้รูปแบบอื่นๆ ก็ได้ เช่นการใช้กำแพง (MSE Wall) หักฉาก ๙๐ องศา ซึ่งทั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อเป็นการป้องกันการกัดเซาะที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

- อายุการใช้งานแถบวัสดุโพลีเมอร์ (GeoStrap)

สมมุติฐานการออกแบบ โครงสร้างกำแพงดินเสริมกำลังนี้ ถูกออกแบบไว้ใช้งาน ๗๕ ปี (Design life) ดังนั้น อายุการใช้งานแถบวัสดุโพลีเมอร์ (GeoStrap) สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๗๕ ปี ในสภาพแวดล้อมปกติ

- การตรวจสอบการใช้งาน และการบำรุงรักษา

โครงสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลังเป็นการออกแบบโดยใช้แรงเสียดทานที่เกิดขึ้น ระหว่างวัสดุดินถม คัดเลือกกับวัสดุเสริมกำลัง ซึ่งแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นทำให้สามารถพิจารณาวัสดุดินถมคัดเลือกและวัสดุเสริมกำลังเป็นมวลดินก้อนหนึ่ง (Composite Material) ด้วยหลักการนี้ทำให้มวลดินสามารถต้านทานแรงดันดินด้านข้างได้ ซึ่งการตรวจสอบการใช้งานสามารถทำการตรวจสอบได้ง่าย ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษใดๆ เพียงแค่ใช้การตรวจสอบด้วยตาเปล่า (Visual Inspection) เป็นระยะๆ ว่า ตำแหน่งและระดับกำแพงมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เช่นเดียวกับงานโครงสร้างทางอื่นๆ ทั่วๆ ไป

ส่วนการบำรุงรักษา ที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ คือ ช่วงฐานรากของกำแพง ซึ่งจะมีระยะฝังของดินด้านหน้ากำแพง โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงกำแพงที่มีท่อระบายน้ำ หากมีการกัดเซาะดินด้านหน้าที่ฐานกำแพง จะต้องรีบดำเนินการซ่อมแซมโดยเร็ว มิเช่นนั้นจะทำให้เกิดการหลุดตัวของโครงสร้างกำแพงกันดินเสริมกำลังได้

ภาคผนวก ค

รูปกำแพงกันดินเสริมกำลังที่มีลักษณะเป็นแบบคอสะพาน





ภาคผนวก ง

รูปกำแพงกันดินเสริมกำลังที่มีลักษณะเป็นแนวกำแพงมีถนนอยู่ด้านบน





