

กรมทางหลวง

มาตรฐานดินถมกำแพงดินเสริมกำลัง

* * * * *

กำแพงดินเสริมกำลัง (Mechanically Stabilized Earth Wall) หมายถึง กำแพงที่ใช้กับงานดินถมที่มีวัสดุเสริมแรงพร้อมกับการควบคุมการบดอัดแต่ละชั้น โดยองค์ประกอบที่สำคัญของกำแพงดินเสริมกำลังมีองค์ประกอบดังนี้ คือ 1) วัสดุเสริมกำลัง (Reinforcing Material) 2) วัสดุดินถมเสริมกำลัง (Reinforced Backfill) และ 3) ผิวหน้ากำแพง (Facing)

งานนี้ประกอบด้วยการเลือกใช้วัสดุดินถมเสริมกำลัง และการก่อสร้างดินถมเสริมกำลัง สำหรับกำแพงดินเสริมกำลัง โดยการก่อสร้างต้องเป็นไปตามแนว ระดับ ความลาด ขนาด ตลอดจนรูปตัดตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ

วัสดุที่ช่วยในการเสริมกำลังดิน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ วัสดุเสริมกำลังที่ไม่สามารถยืดได้ (Inextensible Reinforcement) ได้แก่ เหล็กเสริม (Steel Reinforcement) และวัสดุเสริมกำลังที่สามารถยืดได้ (Extensible Reinforcement) ได้แก่ วัสดุสังเคราะห์ที่ใช้ในงานธรณีเทคนิค (Geosynthetics) ซึ่งวัสดุที่ใช้เสริมกำลังเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้วัสดุดินถมเสริมกำลัง

1. วัสดุ

วัสดุที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุดินถมเสริมกำลังต้องได้รับการทดสอบและการรับรองในห้องทดลองก่อนที่จะนำมาใช้ แหล่งวัสดุที่นำมาใช้ต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวง วัสดุที่นำมาใช้ทำวัสดุดินถมเสริมกำลังในกรณีที่ไม่ได้ระบุคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1.1 ค่า Liquid Limit เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 102 “วิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (LL) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 30

1.2 ค่า Plasticity Index เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 103 “วิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit (PL) และ Plasticity Index (PI) ของดิน” ไม่เกินร้อยละ 6

1.3 ค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (Coefficient of Uniformity, C_u) มากกว่า 4

1.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เมื่อทดลองตามมาตรฐาน AASHTO T-289: “Determining pH of Soil for Use in Corrosion Testing” อยู่ระหว่าง 5 – 10 สำหรับดินถมที่ใช้เหล็กเสริม และ อยู่ระหว่าง 3 – 10 สำหรับดินถมเสริมกำลังที่ใช้วัสดุสังเคราะห์

1.5 ปริมาณสารอินทรีย์ เมื่อทดลองตามมาตรฐาน AASHTO T-267: "Determination of Organic Content in Soils by Loss on Ignition" ไม่เกินร้อยละ 1.0 โดยมวล

1.6 ค่ามุมแรงเสียดทานภายใน (Internal Friction Angle) เมื่อทดลองตามมาตรฐาน AASHTO T-236: "Direct Shear Test of Soils under Consolidated Drained Conditions" สำหรับวัสดุที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 10 ที่ทำการบดทับให้มีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นสูงสุดเมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 108 "วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน" ไม่น้อยกว่า 32 องศา

1.7 วัสดุที่นำมาใช้เป็นวัสดุดินถมเสริมกำลังต้องมีขนาดคละ เมื่อทดลองตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 205 "วิธีการทดลองหาขนาดเม็ดของวัสดุ โดยผ่านตะแกรงแบบล้าง" ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดคละของวัสดุดินถมเสริมกำลัง*

ชนิดวัสดุเสริมกำลัง	ร้อยละที่ผ่านตะแกรงโดยมวล Percent Passing (%)					
	ขนาดตะแกรง (Sieve Size)					
	37 มม. (1 1/2 นิ้ว)	18.75 มม. (3/4 นิ้ว)	4.75 มม. (เบอร์ 4)	0.425 มม. (เบอร์ 40)	0.150 มม. (เบอร์ 100)	0.075 มม. (เบอร์ 200)
วัสดุเสริมกำลังที่ไม่สามารถยืดได้ (Inextensible Reinforcement)	100	-	30-100	15-100	5-65	0-15
วัสดุเสริมกำลังที่สามารถยืดได้ (Extensible Reinforcement)	-	100	30-100	15-100	5-65	0-15

หมายเหตุ * ขนาดคละของมวลรวมของดินถมเสริมกำลังอาจพิจารณาเปลี่ยนแปลงตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานที่วิศวกรผู้ออกแบบได้ระบุไว้ในแบบ หากมีการแก้ไขต้องได้รับความเห็นชอบจากกรมทางหลวง

1.8 กรณีนำเหล็กมาใช้ในการเสริมรับกำลังหรือมีการวางท่อเหล็กในดินถมเสริมกำลัง วัสดุดินถมเสริมกำลังต้องมีคุณสมบัติไฟฟ้าเคมี (Electrochemical properties) ดังนี้

1.8.1 ค่าความต้านทานกระแสไฟฟ้า เมื่อทดลองตามมาตรฐาน AASHTO T-288: "Standard Method of Test for Determining Minimum Laboratory Soil Resistivity" ไม่น้อยกว่า 3 000 Ω cm

1.8.2 ปริมาณซัลเฟต เมื่อทดลองตามมาตรฐาน AASHTO T-290 "Standard Method of Test for Determining Water-Soluble Sulfate Ion Content in Soil" ไม่เกิน 200 ppm.

1.8.3 ปริมาณคลอไรด์ เมื่อทดลองตามมาตรฐาน AASHTO T-291: "Standard Method of Test for Determining Water-Soluble Chloride Ion Content in Soil" ไม่เกิน 100 ppm.

หมายเหตุ ถ้าดินถมเสริมกำลังมีค่าความต้านทานกระแสไฟฟ้ามากกว่าหรือเท่ากับ 5 000 Ω cm ไม่จำเป็นต้องทำการทดลองหาปริมาณซัลเฟตและคลอไรด์ตามข้อ 1.8.2 และ 1.8.3

2. การกองวัสดุ

บริเวณที่เตรียมไว้กองวัสดุดินถมเสริมกำลัง จะต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานก่อน ต้นไม้ พุ่มไม้ ตอไม้ ไม้ผุ ขยะ วัชพืช หรือสิ่งไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ จะต้องกำจัดออกไปให้พ้นบริเวณ และทำการปรับระดับพร้อมทั้งบดทับให้ทั่วประมาณ 2-3 เทียว จนเรียบและแน่น เพื่อมิให้น้ำท่วมขังและมีการระบายน้ำดีพอ

วัสดุดินถมเสริมกำลังจากแหล่งที่ผ่านการทดสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้ว และเตรียมที่จะนำมาใช้งานดินถมเสริมกำลัง ให้กองไว้เป็นกอง ๆ (Stockpile) ในปริมาณที่พอสมควร และความสูงแต่ละกองไม่ควรเกิน 5 เมตร

สำหรับวัสดุดินถมเสริมกำลังที่ได้จากแหล่งหลาย ๆ แห่ง ซึ่งผ่านการทดสอบคุณภาพว่าใช้ได้แล้ว ให้แยกกองแต่ละแหล่งในแต่ละช่วงไป หรือตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานกำหนด ถ้าประสงค์จะนำมากองเพื่อเตรียมไว้ใช้งานดินถมเสริมกำลัง ให้แยกกองวัสดุแต่ละแหล่งแล้วดำเนินการเก็บตัวอย่างทดสอบคุณภาพตามวิธีการของกรมทางหลวง ห้ามนำวัสดุจากแหล่งที่ยังไม่ผ่านการทดสอบคุณภาพมาใช้งาน

ในการกองวัสดุและการขนส่ง ให้ระวังการเกิดการแยกตัว (Segregation) ของส่วนหยาบและส่วนละเอียด หากเกิดการแยกตัวให้ทำการเกลี่ยส่วนผสมใหม่ให้เข้ากันและนายช่างผู้ควบคุมงานอาจเก็บตัวอย่างทดสอบคุณภาพใหม่ได้

หากการทดสอบคุณภาพของตัวอย่างวัสดุดินถมเสริมกำลังไม่ได้ตามข้อกำหนด ไม่ว่าจะในกรณีใดก็ตาม ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนหรือแก้ไขปรับปรุงตามดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน จนวัสดุดินถมเสริมกำลังมีคุณภาพถูกต้อง โดยที่ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เป็นภาระของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

3. เครื่องจักรและเครื่องมือ

ก่อนเริ่มงานผู้รับจ้างจะต้องเตรียมเครื่องจักรและเครื่องมือต่าง ๆ รวมทั้งเครื่องหมายจราจรที่จำเป็นจะต้องใช้ในการดำเนินงานด้านวัสดุและการก่อสร้างไว้ให้พร้อมที่หน้างาน ทั้งนี้ต้องเป็นแบบ ขนาด ปริมาณและอยู่ในสภาพที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

4. วิธีการก่อสร้าง

4.1 การเตรียมการก่อนการก่อสร้าง

ก่อนเริ่มงานดินถมเสริมกำลัง ผู้รับจ้างจะต้องเตรียมพร้อมในด้านต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์อำนวยความสะดวก ภัย ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานแล้ว

ผู้รับจ้างจะต้องทำการปรับแต่งพื้นที่ก่อสร้าง รวมงานหรือถอนสิ่งปลูกสร้างบริเวณที่จะทำการก่อสร้างดินถมเสริมกำลังให้ปราศจากวัชพืชและสิ่งไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ ที่กีดขวางการก่อสร้าง หรืออาจยัง ความเสียหายให้แก่ความมั่นคงแข็งแรงของดินถมเสริมกำลังที่จะก่อสร้างหรือภายหลังการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องเกลี่ยและกลบแต่งหลุมบ่อที่มีอยู่เดิม หรือส่วนที่เกิดจากการถางป่าและขุดต่อ แล้วบดทับให้ได้แนว ระดับ ความลาด ขนาด รูปร่าง และความแน่นตามที่ได้แสดงไว้ในแบบ ก่อนที่จะเริ่มงานดินถมเสริมกำลัง

4.2 การก่อสร้าง

ภายหลังที่ได้ดำเนินการตามข้อ 4.1 แล้ว ให้ราดน้ำชั้นดินเดิมหรือชั้นอื่นใดที่รองรับวัสดุดินถมเสริมกำลังให้เปียกชื้นสม่ำเสมอโดยทั่วตลอด ใช้เครื่องจักรที่เหมาะสม เช่น รถบรรทุกกระบะยกขนวัสดุดินถมเสริมกำลังจากกองวัสดุไปปูลงบนชั้นวัสดุเดิมที่ได้เตรียมไว้ แล้วตีแผ่ เกลี่ยวัสดุดินถมเสริมกำลัง คลุกเคล้า และผสมน้ำเพิ่มให้มีปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content $\pm 2\%$ โดยประมาณ

การก่อสร้างดินถมเสริมกำลังให้ก่อสร้างเป็นชั้น ๆ โดยให้มีความหนาหลังบดทับชั้นละไม่เกิน 200 มิลลิเมตร เพื่อให้วัสดุดินถมเสริมกำลังมีความแน่นตามที่ยอกแบบไว้

ทำการบดทับดินถมเสริมกำลังด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากนายช่างผู้ควบคุมงานแล้ว ทั้งนี้ส่วนของดินถมเสริมกำลังที่อยู่ใกล้โครงสร้างน้อยกว่า 1 เมตร ให้ใช้เครื่องมือบดทับขนาดเล็กที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นว่าเหมาะสมเข้าไปทำการบดทับ โดยไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องจักรหนัก เข้าใกล้กับบริเวณที่เป็นโครงสร้าง เพื่อป้องกันความเสียหายต่อโครงสร้าง

ดินถมเสริมกำลังต้องได้ระนาบเพื่อทำให้การปูวัสดุเสริมกำลังอยู่ในระดับที่ต้องการ ในการก่อสร้างดินถมเสริมกำลังต้องระมัดระวังมิให้เกิดการหย่อนหรือการพับของวัสดุเสริมกำลัง

ห้ามใช้เครื่องจักรปฏิบัติงานโดยตรงต่อวัสดุเสริมกำลัง เพื่อป้องกันความเสียหายต่อวัสดุเสริมกำลัง ควรปูวัสดุดินถมเสริมกำลังอย่างน้อย 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ก่อนที่จะเริ่มการปฏิบัติงานของเครื่องจักรบนวัสดุเสริมกำลัง

นายช่างผู้ควบคุมงานอาจอนุญาตให้ใช้รถบดล้อยางทำงานบนวัสดุเสริมกำลังได้ในกรณีที่ใช้ความเร็วรถบดน้อย นอกจากนี้ควรหลีกเลี่ยงการหยุดอย่างฉับพลันหรือการเลี้ยวโค้งอย่างกะทันหัน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนตัวและความเสียหายของวัสดุเสริมกำลัง

หลังจากการก่อสร้างในแต่ละวันให้มีการเตรียมวิธีการระบายน้ำชั่วคราว เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำขังบนวัสดุดินถมเสริมกำลัง

4.3 การควบคุมคุณภาพขณะก่อสร้าง

เมื่อได้ก่อสร้างดินถมเสริมกำลังซึ่งหนาไม่เกิน 200 มิลลิเมตร จนได้ความยาวพอเหมาะ ให้ดำเนินการตรวจสอบความแน่นและปริมาณน้ำของวัสดุดินถมเสริมกำลัง หากผลที่ได้เป็นไปตามข้อกำหนดก็ให้ดำเนินการก่อสร้างชั้นทางในชั้นถัดไปได้

ปริมาณน้ำในดินถมเสริมกำลังก่อนและหลังทำการบดทับต้องกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในแต่ละชั้นของวัสดุดินถมเสริมกำลัง ควรมีปริมาณน้ำไม่มากหรือน้อยกว่าปริมาณน้ำที่ทำให้ความแน่นสูงสุดร้อยละ 2 (Optimum Moisture Content $\pm 2\%$)

น้ำที่ใช้ต้องสะอาด ปราศจากสิ่งสกปรก และไม่มีผลต่อวัสดุดินถมเสริมกำลัง และไม่อนุญาตให้ชนวัสดุดินถมเสริมกำลังที่มีปริมาณน้ำมากเกินกำหนดไปยังสถานที่ก่อสร้าง

นายช่างผู้ควบคุมงานอาจจะตรวจสอบคุณภาพหลังการผสมคลุกเคล้าแล้ว หากพบว่าตอนใดคุณภาพไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด ผู้รับจ้างต้องดำเนินการปรับปรุง แก้ไข จนได้วัสดุที่มีคุณภาพตามข้อกำหนด โดยผู้รับจ้างเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น

4.4 การทดสอบความแน่นของการบดทับ

การบดทับดินถมเสริมกำลังต้องมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของความแน่นแห้งสูงสุด ตามวิธีการทดลองที่ ทล.-ท. 108 “วิธีการทดลอง Compaction Test แบบสูงกว่ามาตรฐาน” หรือที่กำหนดไว้ในแบบ อย่างไรก็ตามมีข้อยกเว้นสำหรับบริเวณที่ใกล้โครงสร้างในระยะ 1 เมตร ยอมให้การบดทับดินถมเสริมกำลังมีความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของความแน่นแห้งสูงสุด

5. หนังสืออ้างอิง

Standard No. DH-S 105/2550

มาตรฐานที่ ทล.-ม. 105/2550

South Carolina Department of Highway: *Supplemental specifications for Mechanically Stabilized Earth Wall*

* * * * *