KINGDOM OF THAILAND

MINISTRY OF TRANSPORT DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ (Recommended Typical Drawing)

โครงการศึกษาการแก้ไขป้องกันการชะล้างพังทลายและเคลื่อนตัวของเชิงลาด

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
กรมทางหลวง

(ปรับปรุงใหม่ 2555)

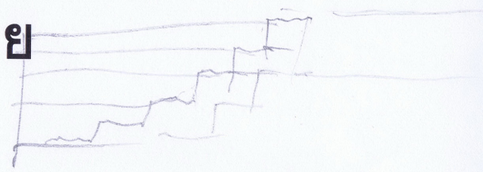
KINGDOM OF THAILAND

MINISTRY OF TRANSPORT

DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ (Recommended Typical Drawing)

โครงการศึกษาการแก้ไขป้องกันการชะล้างพังทลาย และเคลื่อนตัวของเชิงลาด



สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง

กรมทางหลวง

มกราคม 2555

สารบัญแบบ

แผ่นที่	ชื่อแบบ	แบบเลขที่
1	สารบัญแบบ	-
2	กล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (GABION) และ รายละเอียดคุณลักษณะ (SPECIFICATION)	ER-01
3	กล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (MATTRESS) และ รายละเอียดคุณลักษณะ (SPECIFICATION)	ER-02
4-6	วิธีการติดตั้งกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (GABION) และ แมทเทรส (MATTRESS)	ER-03/1 - ER-03/3
7	กำแพงกันดินเกเบี้ยน (GABION RETAINING WALL)	ER-04
8	การป้องกันน้ำกัดเซาะบริเวณปลายเชิงลาด (TOE SLOPE) ที่อยู่ติดลำน้ำ (GABION WALL FOR TOE SLOPE PROTECTION)	ER-05
9	การป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอดกลม Ø 1.00-1.50 ม. (INLET & OUTLET PROTECTION OF PIPE CULVERT Ø 1.00-1.50 ม.)	ER-06
10	การป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอดคู่ Ø > 1.00 ม. (INLET & OUTLET PROTECTION OF DOUBLE PIPE CULVERT Ø > 1.00 ม.)	ER-07
11	การป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำลดระดับของท่อลอด (INLET & OUTLET PROTECTION OF CULVERT WITH DROP STRUCTURE.)	ER-08
12	การป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอดเหลี่ยม (INLET & OUTLET PROTECTION OF BOX CULVERT)	ER-09
13	การป้องกันการกัดเซาะด้านท้ายน้ำของ ท่อลอดเหลี่ยมขนาดใหญ่ (OUTLET PROTECTION OF MULTIPLE BOX CULVERT)	ER-10
14	การป้องกันการกัดเซาะคอสะพาน (BRIDGE ABUTMENT PROTECION)	ER-11
15	การป้องกันการกัดเซาะตอม่อสะพาน (BRIDGE PIER PROTECION)	ER-12
16-17	คันทางเสริมกำลังดินด้วย GEOGRIDS	ER-13/1 - ER-13/2
18-19	SOIL NAIL	ER-14/1 - ER-14/2
20-21	ตาข่ายป้องกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 1	ER-15/1 - ER-15/2
22-24	ตาข่ายป้องกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 2	ER-16/1 - ER-16/3
25-26	ระบบระบายน้ำใต้ดิน (SUBDRAIN)	ER-17/1 - ER-17/2
27	การปลูกหญ้า (SODDING)	SP-101
28	SHOTCRETE BACK SLOPE AND SIDE SLOPE PROTECTION	SP-103
29	กระสอบคอนกรีตเรียงป้องกันลาดคันทาง (SACKED-CONCRETE SLOPE PROTECTION)	SP-104
30	RIP - RAP SLOPE PROTECTION FOR EMBANKMENT SLOPE	SP-105
31	การปลูกหญ้าด้วยวิธีพ่นเมล็ดหญ้าเพื่อป้องกันเชิงลาดถนน (HYDROSEEDING FOR SLOPE PROTECTION)	SP-205
32	การปลูกหญ้าแฝกป้องกันเชิงลาดถนน (VETIVER GRASSING FOR HIGHWAY SLOPE PROTECTION)	SP-205/2
33-34	การใช้วัสดุปกคลุมผิวหน้าเชิงลาด เพื่อป้องกันการกัดเซาะ (Erosion Control Blanket)	SP-206/1 - SP-206/2
35	SIDE DITCH LINING & DROP INLET CROSS DRAIN	DS-201
36	CONCRETE DITCH AT HILLSIDE	DS-202
37	R.C. DRAIN OUTLET FOR R.C.P. CULVERT	DS-203
38	CATCH BASIN AT INLET FOR R.C.P. CULVERT	DS-301
39	CONCRETE CURB AND DRAIN CHUTE FOR EMBANKMENT PROTECTION	DS-302
40	STEPPED DRAIN CHUTE	DS-303
41	CROSS SECTION FOR DEEP CUT AND HIGH FILL	TS-501

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

สารบัญแบบ

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. -
SHEET NO. 01

กล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (GABION) และ รายละเอียดคุณลักษณะ (SPECIFICATION)

วัตถุประสงค์ : กล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) เป็นวัสดุที่สามารถนำมาประกอบเป็นโครงสร้าง เพื่อใช้ในการก่อสร้างกำแพงกันดินป้องกันการเคลื่อนตัวของมวลดินด้าน Back Slope, Side Slope และการป้องกันการกัดเซาะ Toe Slope ที่อยู่ติดลำน้ำ รวมไปถึงงานป้องกันการกัดเซาะบริเวณปาก Inlet และ Outlet ของท่อลอดถนน การป้องกันการกัดเซาะคอสะพาน และตอม่อสะพานซึ่งเป็นความเสียหายที่เกิดขึ้นบ่อยในพื้นที่ถนนบนเขาลาดชันที่มีฝนตกชุก แบบแนะนำฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานเกิดความเข้าใจในเรื่องวัสดุกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) สามารถนำไปใช้ในการออกแบบ เพื่อแก้ไขปัญหาการเคลื่อนตัวของมวลดิน (Landslide) และการป้องกันการกัดเซาะ (Erosion) ได้อย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

ขอบเขตการใช้งาน : รูปแบบต่างๆ ที่นำเสนอในแบบแนะนำฉบับนี้เป็นรูปแบบที่ผ่านการวิเคราะห์ด้านเสถียรภาพมาแล้วระดับหนึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างปลอดภัย โดยที่ผู้ใช้จำเป็นอย่างยิ่งจะต้องศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญในการออกแบบ อาทิเช่น ทิศทางน้ำไหล ระดับน้ำสูงสุด ระดับน้ำต่ำสุด ลักษณะของความเสียหายที่เกิดขึ้น ความรุนแรงของการกัดเซาะ เป็นต้น เพื่อนำไปประกอบการพิจารณาเลือกรูปแบบโครงสร้างที่เหมาะสมประหยัด และปลอดภัย อย่างไรก็ตามในกรณีของโครงสร้าง Gabion Wall ที่มีความสูงเกินกว่า 5.0 เมตร ควรปรึกษาวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญ เพื่อทำการคำนวณตรวจเสถียรภาพ และค่าความปลอดภัยต่างๆ ก่อน

ข้อจำกัด : โดยทั่วไปในการออกแบบประยุกต์ใช้ Gabion Wall จะออกแบบโดยใช้ความสูงไม่เกิน 5.0 เมตร หากมีความจำเป็น ควรปรึกษาวิศวกรด้านวิศวกรรมธรณี เพื่อเลือกเทคนิควิธีที่เหมาะสม กรณีที่พบว่า ดินบริเวณนั้นเป็นดินเปรี้ยว หรือเป็นดินที่มีแร่ธาตุเกลือสูง หรือบริเวณที่อยู่ติดชายทะเล ควรเลือกใช้ลวดตาข่ายชนิดเคลือบสังกะสีหุ้ม PVC.

ข้อดีของโครงสร้างที่ใช้กล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion)

ความยืดหยุ่น (Flexibility)

ประโยชน์ที่เด่นชัดที่สุดของโครงสร้างนี้ คือ ความยืดหยุ่น ซึ่งลักษณะของตัวตาข่ายที่สามารถนำไปติดตั้งในสถานที่ต่าง ๆ โดยไม่เกิดการแตกหัก ซึ่งคุณสมบัตินี้มีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการติดตั้งบนพื้นที่มีการทรุดตัว หรือถูกน้ำกัดเซาะ

ความแข็งแรง (Strength)

ความแข็งแรง และความยืดหยุ่นของโครงตาข่ายให้โครงสร้างมีความทนทาน และสามารถรองรับแรงดันจากดิน หรือแรงกระแทกของกระแสน้ำได้

การระบายน้ำ (Permeability)

โครงสร้างของ Gabion มีคุณสมบัติในการระบายน้ำช่วยลดแรงดันของน้ำใต้ดินที่กระทำกับตัวโครงสร้างได้เป็นอย่างดี

ความคงทน (Durability)

องค์ประกอบของ Gabion และ Mattress มีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ประสิทธิภาพของโครงสร้างจะเพิ่มขึ้น ไม่เสื่อมสภาพเมื่อถูกใช้งาน เนื่องจากวัสดุที่มาสะสมในกล่องลวดตาข่าย เช่น ตะกอน, ดิน และพืชที่ปกคลุมอยู่จะช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับโครงสร้าง

ประหยัด (Economy)

การติดตั้งโครงสร้าง Gabion จะช่วยประหยัดต้นทุน และค่าใช้จ่ายมากกว่าโครงสร้างแบบแข็ง (Rigid หรือ Semi-Rigid) เช่น RC Wall , Concrete Lining เนื่องจาก

- ต้องการการบำรุงรักษาน้อย
- การก่อสร้าง หรือติดตั้งทำได้ที่หน้างาน หรือบริเวณใกล้เคียง
- ไม่ต้องเตรียมพื้นผิวมาก เพียงแต่ทำให้ราบ
- ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการทำทางระบายน้ำ เพราะโครงสร้างสามารถระบายน้ำได้ดี

รักษาสภาพแวดล้อม (Ecology)

โครงสร้างนี้นอกจากจะสามารถตกแต่งพื้นที่ให้สวยงามตามธรรมชาติแล้ว ยังเอื้อต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช และช่วยรักษาระบบนิเวศน์รอบ ๆ ให้คงอยู่ เหมาะสำหรับการตกแต่งพื้นที่ที่ลาดชัน

รายละเอียดคุณลักษณะของกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) ชนิดเคลือบสังกะสี (Hot dip galvanized) และชนิดเคลือบสังกะสีหุ้ม PVC

1) ลักษณะทั่วไป

กล่องลวดตาข่าย Gabion ทั้งชนิดเคลือบสังกะสี (Hot dip galvanized) และชนิดเคลือบสังกะสีหุ้มพีวีซี จะต้องมีรูปแบบขนาดมิติต่างๆ ดังที่แสดงในแบบ หรือกำหนดในเอกสารนี้ชนิด และขนาดของลวดต่างๆ ที่ประกอบเป็นตัวกล่องได้กำหนดรายละเอียดในหัวข้อต่อไป กล่องลวดตาข่าย Gabion จะถูกแบ่งออกเป็นช่องด้วยแผ่นไดอะแฟรมที่ระยะ 1 เมตร ตามความยาวของกล่อง กล่องที่ส่งมาถึงหน่วยงานต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้ผลิต และการหีบห่อที่ดีไม่เกิดความเสียหายเมื่อขนส่งมาถึงหน่วยงานก่อสร้าง

2) ตาข่าย (Mesh)

ช่องตาข่ายจะต้องเป็นรูปหกเหลี่ยมซึ่งต่อกันด้วยการพันสามเกลียว ขนาดช่องของตาข่ายประมาณ 100 มม. ± 10% โดยวัดจากระยะห่างของแกนซึ่งพันเกลียว

3) ลวด (Wire)

ลวดทุกชิ้นที่ใช้ประกอบเป็นกล่องลวดตาข่าย Gabion รวมถึงลวดที่ใช้พันระหว่างก่อสร้าง จะต้องได้มาตรฐาน BS 1052/1980 ว่าด้วยลวดเหล็กเหนียว (Mild steel wire) มีค่าความต้านทานแรงดึงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง ≥ 38 กก./ตร.มม. ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีก่อนที่จะหุ้มพีวีซี และประกอบเป็นตาข่ายเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดที่ใช้ทำตาข่าย 2.7 มม. และมีความหนาของพีวีซีที่เคลือบ 0.40 - 0.50 มม. ผลสุดท้ายจะได้ความหนาทั้งหมด 3.7 มม. โดยประมาณ

4) การยึดตัวของลวด

ลวดเหล็กเหนียวก่อนที่จะเคลือบพีวีซี เมื่อนำมาทดสอบแรงดึงโดยใช้ตัวอย่างขนาด 30 ซม. ค่าการยืดตัวจะต้องไม่น้อยกว่า 12 %

5) การเคลือบสังกะสี (Galvanizing)

ลวดที่ใช้ประกอบเป็นกล่องลวดตาข่าย Gabion รวมถึงลวดพันระหว่างก่อสร้าง จะต้องชุบสังกะสีได้มาตรฐาน BS 443/1982 หรือ มอก.71 น้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบบนตัวลวดจะต้องเป็นไปตามตารางข้างล่างนี้

เส้นผ่าศูนย์กลางลวด	ชนิดของลวด	น้ำหนักขั้นต่ำของสังกะสีที่เคลือบ
2.2 มม.	ลวดพัน	240 กรัม / ม.^{2}
2.7 มม.	ลวดถัก	260 กรัม / ม.^{2}
3.4 มม.	ลวดโครง	275 กรัม / ม.^{2}

การยึดเกาะของสังกะสีกับลวดสามารถทดสอบได้ โดยการนำลวดนั้นมาพันรอบแกนเหล็กซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าลวด 4 เท่า โดยพัน 6 รอบแล้ว จะต้องไม่เกิดการแตกร้าวของเนื้อสังกะสีซึ่งทดสอบได้โดยการใช้นิ้วขูดถูไปบนผิว และต้องไม่มีสังกะสีหลุดออกมา

6) การเสริมโครงกล่อง (Selvedges)

ทุกขอบของกล่องลวดตาข่าย Gabion, แผงไดอะแฟรมจะต้องเสริมลวดโครงด้วยเครื่องจักรให้เรียบร้อยและช่วยให้ตัวตาข่ายแข็งแรง ลวดที่ใช้เสริมโครงจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าลวดที่ใช้ทำตาข่าย สำหรับตาข่ายขนาดช่อง 10x12 ซม. ซึ่งใช้ลวดถัก 2.7 มม. ให้ใช้ลวดเสริมโครงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3.4 มม.

7) ขนาดมิติของกล่อง Gabion ชนิดเคลือบสังกะสี และชนิดเคลือบสังกะสีหุ้มพีวีซี

ขนาดมาตรฐานของกล่องลวดตาข่าย Gabion เป็นไปตามขนาดมิติต่างๆ ดังนี้

- ความกว้าง = 1.00 เมตร
- ความยาว = 2.00, 3.00, 4.00 เมตร
- ความสูง = 0.50 หรือ 1.00 เมตร

8) ลวดที่ใช้ยึดและพันกล่อง

ลวดที่ใช้สำหรับยึดแผงไดอะแฟรม ฝาปิดและพันระหว่างกล่องลวดตาข่าย Gabion จะต้องจัดหาให้ไม่น้อยกว่า 5 เปอร์เซนต์ โดยน้ำหนักของตัวกล่อง โดยขนาดของลวดพันที่ใช้คือ 2.2 มม.ไม่รวมเนื้อพีวีซี

9) ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Tolerance)

ลวด (Wire)

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของเส้นผ่าศูนย์กลางลวดคือ | 5 %

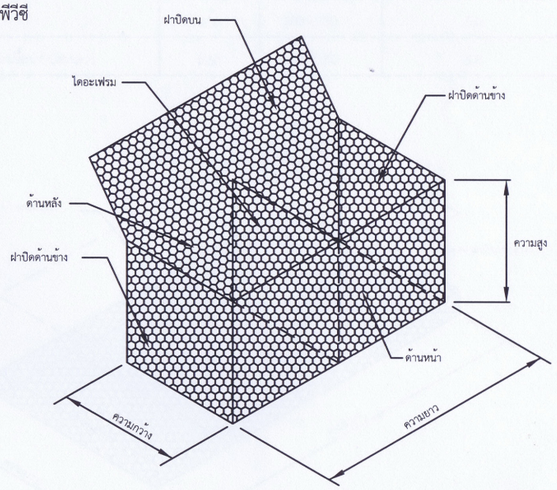
กล่องลวดตาข่าย Gabion

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้สำหรับความกว้างและความสูงคือ | 5 %

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้สำหรับความยาวคือ | 3 %

10) ก่อนทำการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) จำนวน 1 กล่อง เพื่อทำการตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุตามข้อกำหนด 2) ถึง 9)



รูปที่ 1. แสดงขนาดมิติของกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (GABION)

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
กล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (GABION) และ
รายละเอียดคุณลักษณะ (SPECIFICATION)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
รวมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-01
SHEET NO. 02

กล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (MATTRESS) และ รายละเอียดคุณลักษณะ (SPECIFICATION)

วัตถุประสงค์ : กล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (Mattress) เป็นรูปแบบพิเศษของกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยนที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ในแนวราบต่อความหนาค่อนข้างมาก ทำจากลวดเหล็กชุบสังกะสีพันเกลียว เช่นเดียวกับเกเบี้ยน แต่มีขนาดลวดและช่องตาข่ายเล็กกว่า เหมาะสำหรับใช้ในการป้องกันการกัดเซาะของเชิงลาดดินถม (Side Slope) ที่อยู่ติดลำน้ำ หรือป้องกันน้ำกัดเซาะบริเวณคอสะพาน , ตอม่อสะพาน , บริเวณปากด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอดกลม (Pipe Culvert) และท่อลอดเหลี่ยม (Box Culvert)

ขอบเขตการใช้งาน : ผู้ออกแบบจะต้องศึกษาความรุนแรงของการกัดเซาะ เพื่อให้สามารถเลือกความหนาของกล่องลวดตาข่ายแมทเทรสที่เหมาะสมได้ โดยทั่วไปในการออกแบบจะมีความสูงหรือความหนาของโครงสร้างชนิดนี้ให้เลือกอยู่ 3 ขนาด คือ 0.17 ม., 0.23 ม. และ 0.30 ม. นอกจากนั้น ควรคำนึงถึงแหล่งวัสดุท้องถิ่นที่จะนำมาใช้ในการบรรจุกล่องด้วย จะช่วยประหยัดค่างานก่อสร้างได้

ข้อจำกัด : - โครงสร้างแมทเทรส ช่วยป้องกันการกัดเซาะที่ผิวหน้าของเชิงลาดจากกระแสน้ำ และน้ำผิวดินเท่านั้น ไม่ได้มีส่วนช่วยในการเพิ่มเสถียรภาพให้กับเชิงลาด ดังนั้นก่อนที่จะออกแบบเพื่อนำไปใช้ ผู้ออกแบบจะต้องตรวจสอบจนมั่นใจแล้วว่า เชิงลาดนั้น ๆ มีเสถียรภาพเพียงพอ

- กรณีที่พบว่า ดินบริเวณนั้นเป็นดินเปรี้ยว หรือเป็นดินที่มีแร่ธาตุเกลือสูง หรือบริเวณที่อยู่ติดชายทะเล ให้เลือกใช้ลวดตาข่ายชนิดเคลือบสังกะสีหุ้ม PVC

ข้อดีของโครงสร้างที่ใช้กล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (Mattress)

ความยืดหยุ่น (Flexibility)

ประโยชน์ที่เด่นชัดที่สุดของโครงสร้างนี้ คือ ความยืดหยุ่น ซึ่งลักษณะของตัวตาข่ายที่สามารถนำไปติดตั้งในสถานที่ต่าง ๆ โดยไม่เกิดการแตกหัก ซึ่งคุณสมบัตินี้มีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการติดตั้งบนพื้นที่มีการทรุดตัว หรือถูกน้ำกัดเซาะ

ความแข็งแรง (Strength)

ความแข็งแรง และความยืดหยุ่นของโครงตาข่ายให้โครงสร้างมีความทนทาน และสามารถรองรับแรงดันจากดิน หรือแรงกระแทกของกระแสน้ำได้

การระบายน้ำ (Permeability)

โครงสร้างของ Mattress มีคุณสมบัติในการระบายน้ำช่วยลดแรงดันของน้ำใต้ดินที่ที่กระทำกับตัวโครงสร้างได้เป็นอย่างดี

ความคงทน (Durability)

องค์ประกอบของ Gabion และ Mattress มีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ประสิทธิภาพของโครงสร้างจะเพิ่มขึ้น ไม่เสื่อมสภาพเมื่อถูกใช้งาน เนื่องจากวัสดุที่มาสะสมในกล่องลวดตาข่าย เช่น ตะกอน, ดิน และพืชที่ปกคลุมอยู่จะช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับโครงสร้าง

ประหยัด (Economy)

การติดตั้งโครงสร้าง Mattress จะช่วยประหยัดต้นทุน และค่าใช้จ่ายมากกว่าโครงสร้างแบบแข็ง (Rigid หรือ Semi-Rigid) เช่น RC Wall , Concrete Lining เนื่องจาก

- ต้องการการบำรุงรักษาน้อย
- การก่อสร้าง หรือติดตั้งทำได้ที่หน้างาน หรือบริเวณใกล้เคียง
- ไม่ต้องเตรียมพื้นผิวมาก เพียงแต่ทำให้ราบ
- ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการทำทางระบายน้ำ เพราะโครงสร้างสามารถระบายน้ำได้ดี

รักษาสภาพแวดล้อม (Ecology)

โครงสร้างนี้นอกจากจะสามารถตกแต่งพื้นที่ให้สวยงามตามธรรมชาติแล้ว ยังเอื้อต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช และช่วยรักษาระบบนิเวศน์รอบ ๆ ให้คงอยู่ เหมาะสำหรับการตกแต่งพื้นที่ที่ลาดชัน

รายละเอียดคุณลักษณะของกล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (Mattress) ชนิดเคลือบสังกะสี (Hot dip galvanized) และชนิดเคลือบสังกะสีหุ้ม PVC

1) ลักษณะทั่วไป

กล่องลวดตาข่าย Mattress ทั้งชนิดเคลือบสังกะสี (Hot dip galvanized) และชนิดเคลือบสังกะสีหุ้มพีวีซี จะต้องมีรูปแบบขนาดมิติต่างๆ ดังที่แสดงในแบบ หรือกำหนดในเอกสารนี้ชนิด และขนาดของลวดต่างๆ ที่ประกอบเป็นตัวกล่องได้กำหนดรายละเอียดในหัวข้อต่อไป กล่องลวดตาข่าย Mattress จะต้องมีแผงล่าง แผงด้านข้าง แผงด้านปลาย แผงกั้นไดอะแฟรม และฝาปิด กล่องลวดตาข่าย Mattress จะถูกแบ่งเป็นช่องด้วยแผ่นไดอะแฟรมที่ระยะ 1 เมตร ตามความยาวของกล่อง กล่องที่ส่งมาถึงหน่วยงานต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้ผลิต และการหีบห่อที่ที่ดีไม่เกิดความเสียหาย เมื่อขนส่งมาถึงหน่วยงานก่อสร้าง

2) ตาข่าย (Mesh)

ช่องตาข่ายจะต้องเป็นรูปหกเหลี่ยมซึ่งต่อกันด้วยการพันสามเกลียว ขนาดช่องของตาข่ายประมาณ 60 มม. ±10% โดยวัดจากระยะห่างของแกนซึ่งพันเกลียว

3) ลวด (Wire)

ลวดทุกชิ้นที่ใช้ประกอบเป็นกล่องลวดตาข่าย Mattress รวมถึงลวดที่ใช้พันระหว่างก่อสร้าง จะต้องได้มาตรฐาน BS 1052/1980 ว่าด้วยลวดเหล็กเหนียว (Mild steel wire) มีค่าความต้านทานแรงดึงเฉลี่ย ⩾ 38 กก./ตร.มม. ลวดเหล็กเคลือบสังกะสีก่อนที่จะหุ้มพีวีซี และประกอบเป็นตาข่ายเส้นผ่าศูนย์กลางของลวดที่ใช้ทำตาข่าย 2.0 หรือ 2.2 มม. และมีความหนาของพีวีซีที่เคลือบ 0.40 - 0.50 มม. ผลสุดท้ายจะได้ความหนาทั้งหมด 3.0 มม. โดยประมาณ

4) การยึดตัวของลวด

ลวดเหล็กเหนียวก่อนที่จะเคลือบพีวีซี เมื่อนำมาทดสอบแรงดึงโดยใช้ตัวอย่างขนาด 30 ซม. ค่าการยืดตัวจะต้องไม่น้อยกว่า 12 %

5) การเคลือบสังกะสี (Galvanizing)

ลวดที่ใช้ประกอบเป็นกล่องลวดตาข่าย Mattress รวมถึงลวดพันระหว่างก่อสร้าง จะต้องชุบสังกะสีได้มาตรฐาน BS 443/1982 หรือ มอก.71 น้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบบนตัวลวดจะต้องเป็นไปตามตารางข้างล่างนี้

เส้นผ่าศูนย์กลางลวด	ชนิดของลวด	น้ำหนักขั้นต่ำของสังกะสีที่เคลือบ	
2.0, 2.2 มม.	ลวดพัน	240 กรัม / ม.	2
2.0, 2.2 มม.	ลวดถัก	240 กรัม / ม.	2
2.7 มม.	ลวดโครง	260 กรัม / ม.	2

การยึดเกาะของสังกะสีกับลวดสามารถทดสอบได้ โดยการนำลวดนั้นมาพันรอบแกนเหล็กซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าลวด 4 เท่า โดยพัน 6 รอบแล้ว จะต้องไม่เกิดการแตกร้าวของเนื้อสังกะสีซึ่งทดสอบได้โดยการใช้นิ้วขูดดูไปบนผิว และต้องไม่มีสังกะสีหลุดออกมา

6) การเสริมโครงกล่อง (Selvedges)

ทุกขอบของกล่องลวดตาข่าย Mattress , แผงไดอะแฟรมจะต้องเสริมลวดโครงด้วยเครื่องจักรให้เรียบร้อย และช่วยให้ตัวตาข่ายแข็งแรง ลวดที่ใช้เสริมโครงจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าลวดที่ใช้ทำตาข่าย สำหรับตาข่ายขนาดช่อง 6x8 ม. ซึ่งใช้ลวดถัก 2.2 มม. ให้ใช้ลวดเสริมโครงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 2.7 มม.

7) ขนาดมิติของกล่องลวดตาข่าย MATTRESS ชนิดเคลือบสังกะสี และชนิดเคลือบสังกะสีหุ้มพีวีซี

ขนาดมาตรฐานของกล่องลวดตาข่าย MATTRESS เป็นไปตามขนาดมิติต่างๆ ดังนี้

- ความกว้าง = 1.00, 2.00 เมตร
- ความยาว = 2.00, 3.00, 4.00, 6.00 เมตร
- ความสูง = 0.17, 0.23 และ 0.30 เมตร

8) ลวดที่ใช้ยึดและพันกล่อง

ลวดที่ใช้สำหรับยึดแผงไดอะแฟรม ฝาปิดและพันระหว่างกล่องลวดตาข่าย MATTRESS จะต้องจัดหาให้ไม่น้อยกว่า 5 เปอร์เซนต์ โดยน้ำหนักของตัวกล่องโดยขนาดของลวดพันที่ใช้ คือ 2.0, 2.2 มม. ไม่รวมเนื้อพีวีซี

9) ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Tolerance)

ลวด (Wire)

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของเส้นผ่าศูนย์กลางลวดคือ | 5 %

กล่องลวดตาข่าย Mattress

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้สำหรับความกว้างและความสูงคือ | 5 %

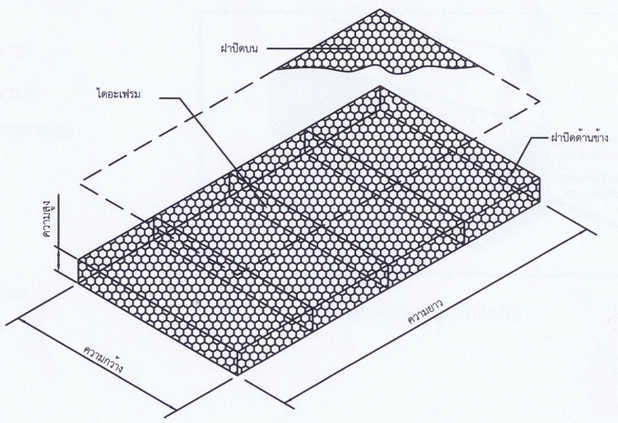
ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้สำหรับความยาวคือ | 3 %

10) ก่อนทำการก่อสร้าง

ผู้รับจ้างจะต้องส่งตัวอย่างกล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (Mattress) จำนวน 1 กล่อง เพื่อทำการตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุตามข้อ 2) ถึง 9)

ตารางที่ 1. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของกล่องลวดตาข่าย , ขนาดของหิน และความเร็วของกระแสน้ำ

รูปแบบ	ความสูง (เมตร)	ขนาดของหิน (มม.)	ความเร็วของกระแสน้ำ (เมตร / วินาที)
กล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (Mattress)	0.17	70 - 150	4.0
	0.23	70 - 150	4.5
	0.30	100 - 150	5.0
กล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion)	0.50	100 - 150	5.8



รูปที่ 1. แสดงขนาดมิติของกล่องลวดตาข่ายแมทเทรส (MATTRESS)

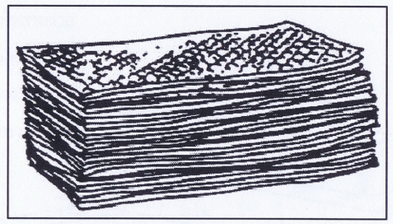
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
กล่องลวดตาข่ายแมทเทรส MATTRESS และ
รายละเอียดคุณลักษณะ (SPECIFICATION)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-02
SHEET NO. 03

วิธีการติดตั้งกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (GABION) และ แมทเทรส (MATTRESS)



รูป "A" แสดงลักษณะบรรจุภัณฑ์ของกล่องเกเบี้ยน

บรรจุภัณฑ์ (Packing) ดูรูป "A"

กล่องลวดตาข่าย เกเบี้ยน (Gabion) ที่จะส่งมาถึงหน่วยงานจะพับเป็นแผ่นแบนทับกันเป็นชั้น น้ำหนักประมาณ 700-800 กิโลกรัมต่อมัด

ชนิดและขนาดของวัสดุจะแยกกันเป็นกองๆ

- กล่อง Gabions จะผลิตมาเป็นกล่องสำเร็จรูป พร้อมฝาปิด
- กล่อง Mattress จะถูกบรรจุแยกกันเป็นกองของตัวกล่องและกองของฝาปิด หรือในบางกรณีจะมีกองของและกองของฝาปิดมัดส่งมาในกองเดียวกัน ก่อนการติดตั้งควรตรวจสอบชนิดของวัสดุที่ได้รับว่าตรงตามข้อกำหนดที่ต้องการหรือไม่

ขนาดหินที่ใช้ในกล่อง Gabions หินจะต้องมีความแข็ง และทนทาน มีขนาดตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

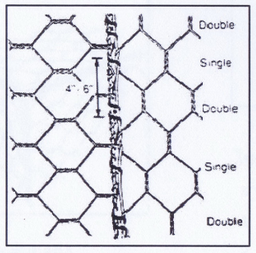
ตารางที่ 1 แสดงขนาดของหินที่ใช้บรรจุกล่องลวดตาข่าย เกเบี้ยน และ แมทเทรส

ชนิดของโครงสร้าง	ขนาดของหิน
GABION ทุกขนาด และ Mattress ที่มีความสูง 300 มม.	100-150 มม.
Mattress ที่มีความสูง 170 มม. และ 230 มม.	75-150 มม. (แต่ไม่เกิน 2/3 ของความสูงของ Mattress)

การมัดลวด (Wiring)

ลวดผูกกล่อง จะต้องมัดให้ต่อเนื่องกันเป็นเส้นเดียวห้ามตัดให้ขาดออกจากกัน ดังรูป "B"

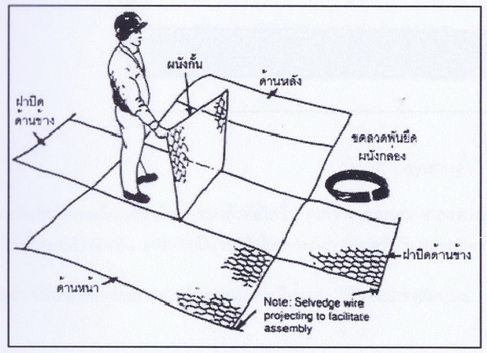
การพันเกลียวเดี่ยวและเกลียวคู่จะต้องให้มีระยะห่างกัน 100 -150 มม. (4 - 6 นิ้ว)



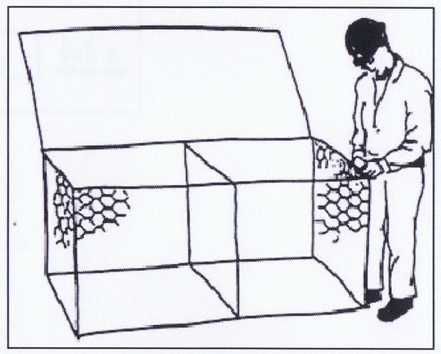
รูป "B" แสดงการพับลวดระหว่างผนังกล่อง

การประกอบชิ้นส่วน Gabions

1. แผ่กล่อง Gabions ออกบนพื้นผิวที่แข็ง และเรียบ ดูรูป "C"
2. ยกผนังกั้นขึ้น ด้านข้างกล่อง ในแนวตั้ง ให้เป็นรูปกล่องที่มีฝาปิด มัดมุมด้านบนของกล่องบริเวณลวดโครง (Selvedge wire) โดยเริ่มมัดจากด้านบนลงมาด้านล่าง ดูรูป "D"

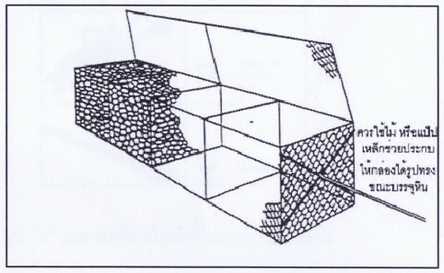


รูป "C" แสดงการเตรียมตามขั้นตอนที่ 1



รูป "D" การเตรียมตามขั้นตอนที่ 2

3. วางกล่อง Gabions ที่ยังไม่ใส่หินลงในบริเวณต้องการ และมัดแต่ละกล่องเข้าไว้ด้วยกันก่อน ดูรูป "E"
4. บรรจุหินตามขนาดในตารางที่ 1 กล่องเกเบี้ยนจะเกิดแรงดึง ทำให้เกิดการยืดของลวดขึ้น และเรียงอยู่ในสภาพที่เหมาะสม
5. โครงสร้าง Gabions ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยชั้นของ Gabions มากกว่า 1 ชั้น จำเป็นต้องผูกลวดเข้าไว้ด้วยกันทั้งด้านบน , ด้านล่าง และด้านข้าง เพื่อทำให้โครงสร้าง Gabions เป็นโครงสร้างที่ต่อเนื่องเป็นชิ้นเดียวกัน แต่ไม่จำเป็นต้องผูกทุกแนว ดูรูป "F"



รูป "E" แสดงการวางกล่องและผูกยึดติดกัน

หมายเหตุ

แบบแนะนำชุดนี้ประกอบด้วยแบบจำนวน 3 แผ่น ได้แก่ แบบเลขที่ ER-03/1, ER-03/2 และ ER-03/3 การใช้งานต้องใช้ควบคู่กับแบบเลขที่ ER-01 หรือ ER-02 แล้วแต่กรณี

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

วิธีการติดตั้งกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (GABION) และ แมทเทรส (MATTRESS)

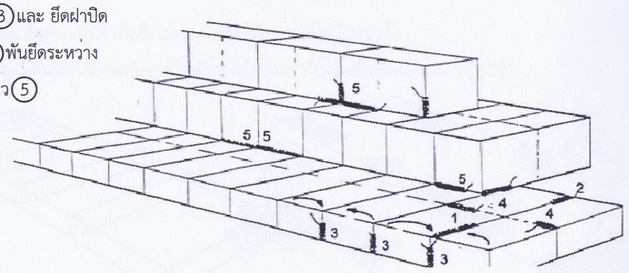
สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
รวมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	ER-03/1
SHEET NO.	04

วิธีการติดตั้งกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (GABION)

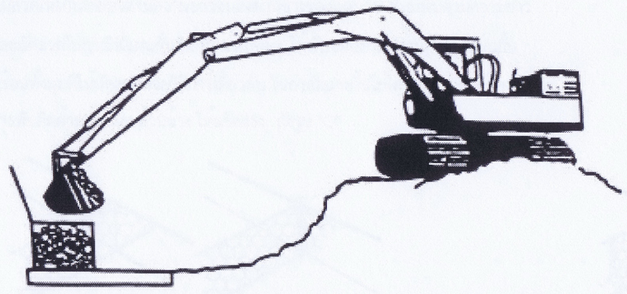
Key :

ควรวางกล่องให้หลังชนกัน เพื่อให้สามารถปิดฝาได้ตามแนว (2) หลังจากเติมหินแล้ว พันยึดกล่องลวดเข้าด้วยกันตามแนว (3) และ ยึดฝาปิดกับแผ่นไดอะแฟรมตามแนว (4) พันยึดระหว่างกล่องบน และ กล่องล่างตามแนว (5)



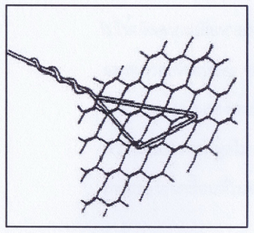
รูป "F" แสดงวิธีการผูกยึดกล่องเข้าด้วยกัน ในแต่ละชั้น

6. กรณีโครงสร้าง Gabions มีความสูง 1 เมตร ควรใส่หิน 1/3 ของความสูงก่อน หินควรมีลักษณะกลม ขนาด 100 - 150 มม. จะสามารถทำให้ช่องว่างลดลงได้โดยการใช้หินก้อนเล็กแทรกลงไป ถ้าหากต้องการให้ผิวด้านหน้าดูสวยงามควรใช้คนจัดเรียงหิน การบรรจุหินด้วยเครื่องจักรหนัก ควรกระทำด้วยความระมัดระวัง และมีระยะความสูงในการหย่อนหิน ไม่เกิน 1.00 เมตร ดังแสดงไว้ในรูป "G"

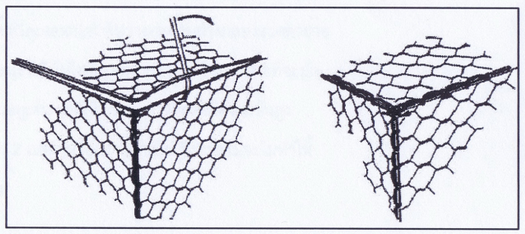


รูป "G" แสดงวิธีการหย่อนหินบรรจุลงกล่องลวดตาข่ายด้วยเครื่องจักรหนัก

7. กรณีที่ลวดตาข่ายขาด ต้องใช้ลวดซ่อมแซมพันระหว่างด้านหน้ากับด้านหลัง การใช้ลวดขึงระหว่างผนังกล่อง (ดูรูปที่ "H") จะช่วยป้องกันการบวมของกล่อง Gabions ระหว่างบรรจุหินได้ และเมื่อใส่หินจนเต็มแล้วให้ทำการผูกยึด ฝากล่องเข้ากลับตัวกล่อง ดังรูป "I"

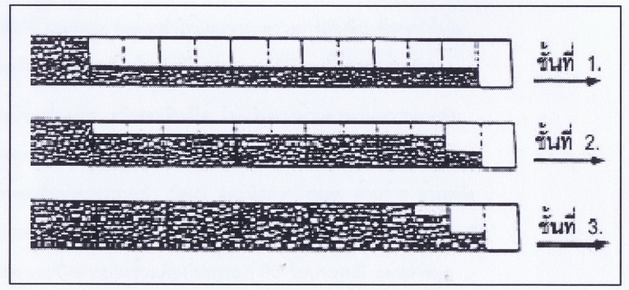


รูป "H" แสดงวิธีการใช้ลวดผูกยึดระหว่างผนังกล่อง เพื่อป้องกันการบวมระหว่างใส่หิน



รูป "I" แสดงวิธีการใช้ลวดผูกยึดฝากล่องเข้ากับตัวกล่อง

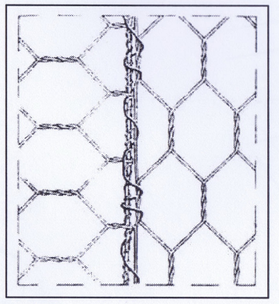
8. เติมหินใน Gabions เป็นชั้นๆจากปลายด้านใดด้านหนึ่งไปทีละแถวเพื่อสะดวกในการผูกกล่องแต่ละกล่องในชั้นต่อๆ ดังรูป "J"



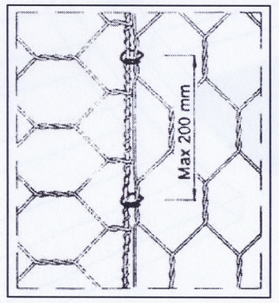
รูป "J" Layering

9. ควรเติมหินให้ล้นเล็กน้อย เผื่อการยุบตัวที่เกิดขึ้น สูงกว่าขอบบนของกล่องประมาณ 30 มม. เผื่อการยุบตัวของหิน จากการจัดเรียงตัวใหม่ ระวังการขาดที่บริเวณขอบด้านบนของแผ่นกั้นกลาง

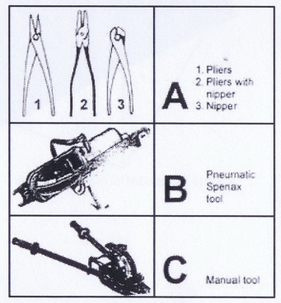
10. ปิดฝา ปรับระดับให้เหมาะสม มัดลวดทุกด้านให้แน่น เป็นอันเสร็จสมบูรณ์



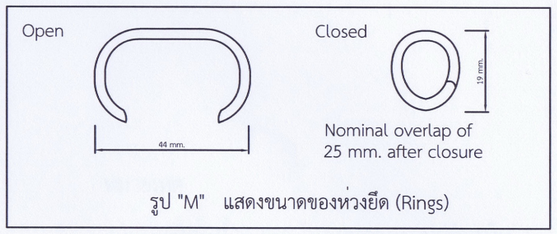
รูป "K" แสดงการผูกยึดด้วยการพันลวด (Lacing Wire)



รูป "L" แสดงการผูกยึดด้วยการใช้ห่วงยึด (Rings)



รูป "N" แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการผูกยึดกล่อง



รูป "M" แสดงขนาดของห่วงยึด (Rings)

ในการผูกยึดระหว่างผนังกล่อง และฝาปิด หรือการยึดแต่ละกล่องเข้าหากัน อาจทำได้ 2 วิธี คือ

1. โดยการพันลวด ดังรูป "K"
2. การใช้ห่วงยึด ดังรูป "L"

หมายเหตุ

แบบแนะนำชุดนี้ประกอบด้วยแบบจำนวน 3 แผ่น ได้แก่ แบบเลขที่ ER-03/1, ER-03/2 และ ER-03/3
การใช้งานต้องใช้ควบคู่กับแบบเลขที่ ER-01 หรือ ER-02 แล้วแต่กรณี

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

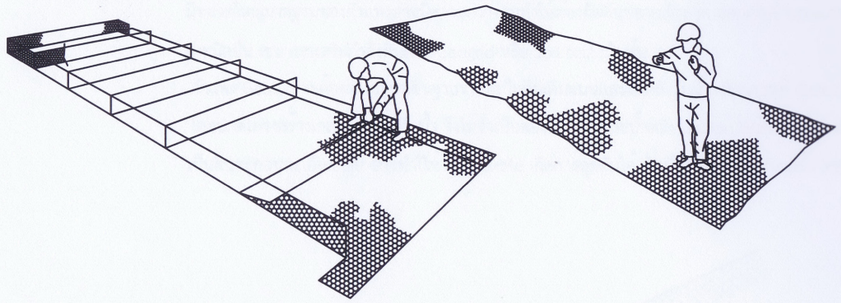
วิธีการติดตั้งกล่องลวดตาข่าย (GABION)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	ER-03/2
SHEET NO.	05

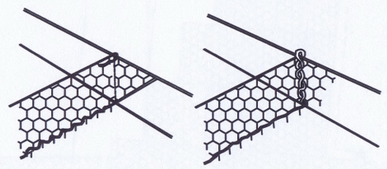
วิธีการติดตั้งกล่องลวดตาข่าย แมทเทรส (MATTRESS)

1. แผ่ Mattress ออกบนพื้นผิวที่แข็ง แล้วแยกขอบด้านข้างให้อยู่ในแนวตั้ง
2. ในกรณีที่มีแผ่นกั้นแยกกับ Mattress ให้พับขอบให้สูงเท่ากับแผ่นกั้นทั้งสองด้าน (ดูรูป"O")

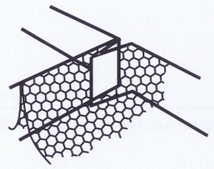


รูปที่ "O" การขึ้นรูปตามขั้นตอนที่ 1 & 2

3. การมัดแผ่นกั้นกับด้านข้าง ในกรณีที่มีแผ่นกั้นแยกกับ Mattress งอลวด (ดูรูป"P") โครงให้พันกับด้านข้างของ Mattress ชั่วคราว หลังจากนั้นดึงลวดด้านล่างให้ตึงแล้วพันลวดให้เป็นเกลียวตามความยาวจนถึงด้านข้างของแผ่นกั้น ที่มุมพับตามความยาว และมัดลวดในกรณีที่แผ่นกั้นติดกับ Mattress ให้พับขอบตามความสูงของแผ่นกั้น พร้อมทั้งมุมก็ให้มัดลวดด้วยวิธีการเดียวกัน ในกรณีแผ่นกั้นไม่ได้แยกจากตัวกล่อง ให้ทำการพันยึดด้านล่างและด้านข้าง ให้แข็งแรง ดังรูป "Q"



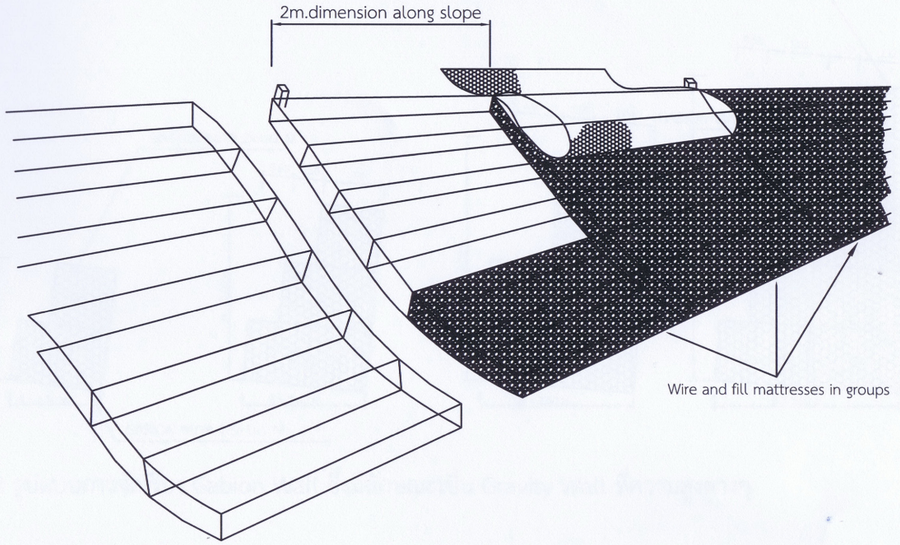
รูปที่ "P" แสดงการพันยึดแผ่นกั้นเข้ากับแผ่นข้าง



รูปที่ "Q" แสดงการพันยึดแผ่นกั้นที่เกิดจากการพับของแผงล่าง

4. นำ Mattress ไปวางที่ต้องการ ในบริเวณที่มีความลาดชัน ควรวาง Mattress ขนาด 2 เมตร ตามความกว้างของความลาดชัน ขณะวางกล่องลวดตาข่าย Mattress บนเชิงลาดจะต้องระวังไม่ให้เกิดความเสียหายต่อแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) ที่ปูวางอยู่ด้านล่างกล่องลวดตาข่าย แมทเทรส Mattress จะต้องทำการมัดในขณะที่ยังไม่ใส่หิน เพราะว่ามันเป็นการยากที่จะมัด Mattress 2 กล่องเข้าด้วยกันในขณะที่หินอยู่เต็ม กรณีที่บริเวณการติดตั้งมีความชันสูง ควรจะมีการตอกมุดไม้ บริเวณด้านบนทุกๆ 2 เมตร หรือเท่าที่จำเป็น ซึ่งหมุดไม้จะไม่ทำให้ Mattress เคลื่อนที่ในขณะที่ทำการเติมหิน

5. แผ่นกั้นแบบที่แยกกับ Mattress จะต้องทำให้แผ่ออกระหว่างการเติมหิน ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดปัญหาในขณะเปิดฝา (ปัญหานี้จะไม่เกิดกับ Mattress ที่มีแผ่นกั้นติดมาด้วยกัน)
6. วัสดุที่นำไปเติมจะใช้เครื่องจักร หรือคนเติมก็ได้ โดยเริ่มจากด้านล่างของความลาดชันและควรเติมทีละกล่อง
7. เติมหินให้ล้นเล็กน้อยเผื่อเกิดการทรุดตัว ปิดฝา และมัดลวดทั้งหมด ด้านข้าง ด้านหลัง แผ่นกั้น โดยใช้การพันเกลียวแบบเดี่ยว และแบบคู่ เพื่อเป็นการประหยัดเวลา และลวดมัดใส่หินหลายๆ กล่อง และปิดฝากล่องข้างเคียงไปพร้อมๆ กัน ในบางกรณี แผ่นฝาของกล่องลวดตาข่าย แมทเทรส Mattress จะทำมาเป็นม้วน โดนมีขนาดกว้าง 2.0 ม. ยาว 25.0 ม.



รูป "R" แสดงขั้นตอนการวางกล่อง Mattress ตามขั้นตอนที่ 4 - 7

หมายเหตุ

แบบแนะนำชุดนี้ประกอบด้วยแบบจำนวน 3 แผ่น ได้แก่
แบบเลขที่ ER-03/1, ER-03/2 และ ER-03/3
การใช้งานต้องใช้ควบคู่กับแบบเลขที่ ER-01 หรือ ER-02 แล้วแต่กรณี

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
วิธีการติดตั้งกล่องลวดตาข่าย แมทเทรส
(MATTRESS)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-03/3
SHEET NO. 06

กำแพงกันดิน เกเบี้ยน (GABION RETAINING WALL)

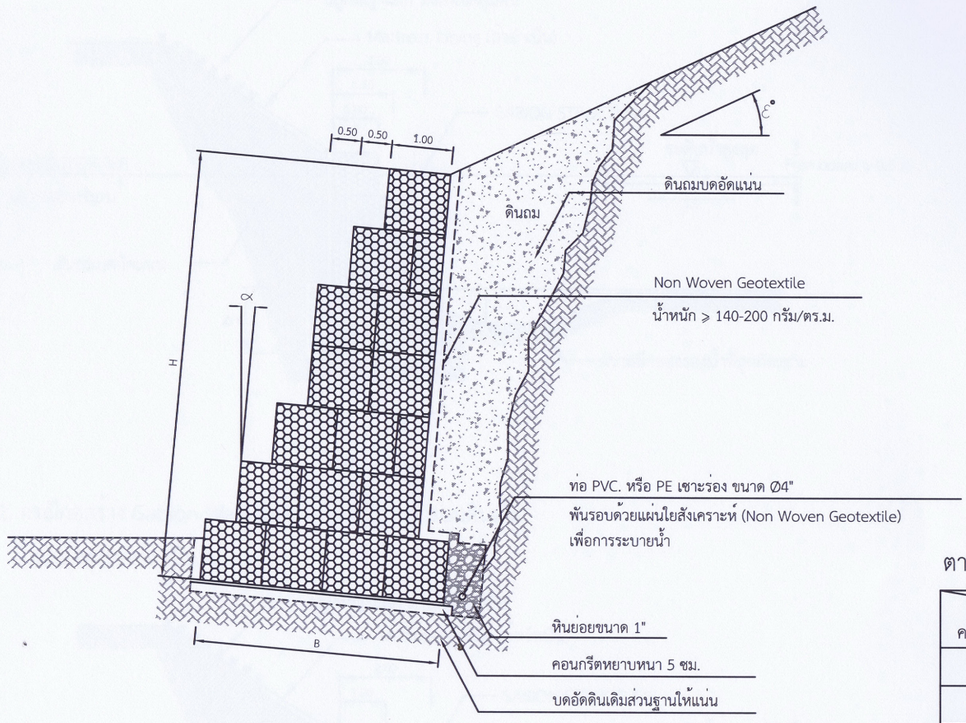
วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถ นำรูปแบบของกำแพงกันดิน Gabion ที่ความสูงต่างๆ ไปประยุกต์ใช้งานในการก่อสร้างกำแพงกันดิน
เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของมวลดินด้าน Back Slope หรือ Side Slope และ ป้องกันการกัดเซาะจากลำน้ำบริเวณปลายเชิงลาด (Toe Slope)

ขอบเขตของการใช้งาน : การออกแบบโดยใช้กล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) ทำเป็นกำแพงกันดิน จำเป็นต้องคำนึงถึงต้นทุนค่าก่อสร้าง หากไม่มีวัสดุหินธรรมชาติ
ในบริเวณนั้น และแหล่งหินจากโรงโม่หินอยู่ห่างไกลมาก ควรพิจารณาใช้เทคนิควิธีอื่นที่เหมาะสม และประหยัดกว่า

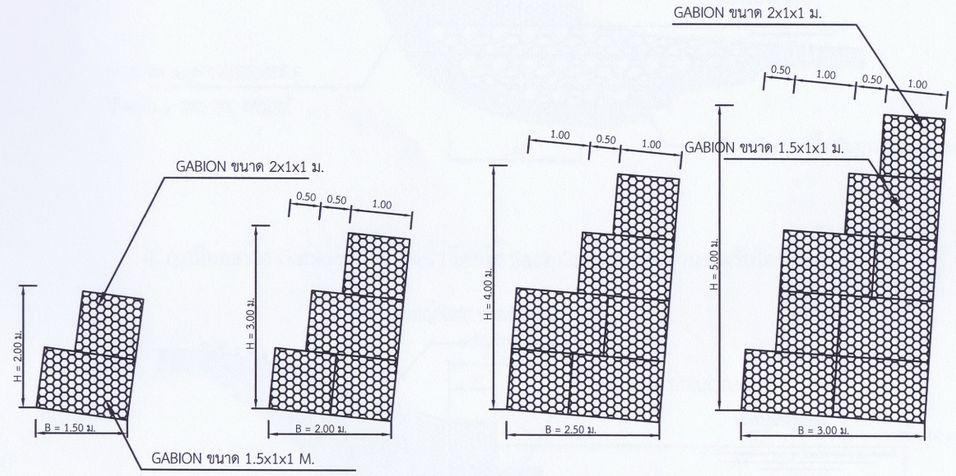
ข้อจำกัด : - Gabion Wall ที่แสดงในแบบที่มีลักษณะเป็น Gravity Wall ในกรณีที่มีความสูงเกิน 5.0 เมตร จะทำให้กำแพง
มีขนาดใหญ่มากฐานของกำแพงอาจมีความกว้างจนทำให้ต้องตัดดินปลายเชิงลาด ออกเป็นจำนวนมาก ควรพิจารณาใช้
เทคนิคอื่น เช่น การเสริมกำลังดินด้วย Geogrid หรือ Soil Nail เป็นต้น

: - กำแพง Gabion จะต้องวางอยู่บนดินฐานรากที่เป็นดินเดิมแน่นและมีกำลังรับน้ำหนักบรรทุก (Bearing Capacity) สูงเพียงพอต่อน้ำหนักของกำแพงทั้งหมด

: - โดยปกติโครงสร้างเกเบี้ยนจะไม่ทึบน้ำ จึงไม่จำเป็นต้องใส่ชั้นระบายน้ำหลัง Gabion Wall แต่ในบางกรณีที่ดินด้านหลังกำแพง
เป็นดินตะกอนละเอียด Silt อาจทำให้ Geotextile เกิดการอุดตันได้ จำเป็นต้องทำชั้นระบายน้ำ (Filter Zone)



รูปที่ 1 Typical Section Gabion Wall



รูปที่ 2 รูปแบบการจัดเรียง Gabion Wall ซึ่งมีลักษณะเป็น Gravity Wall ที่ความสูงต่างๆ

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณวัสดุที่ใช้ต่อความยาวกำแพง 1.00 ม. ที่ระดับความสูงต่างๆ

ความสูงของกำแพง / ปริมาณวัสดุ	Gabion 2x1x1 ม. (ยxกxส)	Gabion 1.5x1x1 ม. (ยxกxส)	หินบรรจุกล่อง	Non Woven Geotextile
H = 2.00 ม.	0.5 กล่อง	1.0 กล่อง	2.5 ลบ.ม.	2.5 ตร.ม.
H = 3.00 ม.	1.5 กล่อง	1.0 กล่อง	4.5 ลบ.ม.	3.5 ตร.ม.
H = 4.00 ม.	1.5 กล่อง	3.0 กล่อง	7.5 ลบ.ม.	4.5 ตร.ม.
H = 5.00 ม.	1.5 กล่อง	5.0 กล่อง	10.5 ลบ.ม.	5.5 ตร.ม.

ตัวย่อ

α° = มุมลาดเอียงของแนวกำแพง (ประมาณ 4°-6° องศา)
B = ความกว้างของฐานกำแพง Gabion (เมตร)
H = ความสูงของกำแพง Gabion (เมตร)
H/B = อัตราส่วนรูปทรงกำแพง
β° = มุมลาดเอียงของเชิงลาด (องศา)

หมายเหตุ :

1. หน่วยมิติที่แสดงในแบบ มีหน่วยเป็นเมตร
2. Gabion Wall ไม่ควรออกแบบให้มีความสูงเกินกว่า 5.0 เมตร
3. หินที่ใช้บรรจุกล่อง Gabion ควรมีขนาด 100-150 มม. ตามที่ระบุไว้ในแบบเลขที่ ER-03/1
4. เพื่อความสวยงามด้านภูมิทัศน์ การจัดเรียงหินควรใช้ความปราณีต และควรทำตามคำแนะนำวิธีการติดตั้งทุกขั้นตอน
5. การปรับพื้น และเทคอนกรีตหยาบจะช่วยให้สามารถตั้งกำแพงกันดินที่ทำมุมเอียงได้และช่วยให้การก่อสร้างได้รูปทรงที่สวยงาม

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
กำแพงกันดิน เกเบี้ยน
(GABION RETAINING WALL)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-04
SHEET NO. 07

การป้องกันน้ำกัดเซาะบริเวณปลายเชิงลาด (TOE SLOPE) ที่อยู่ติดลำน้ำ

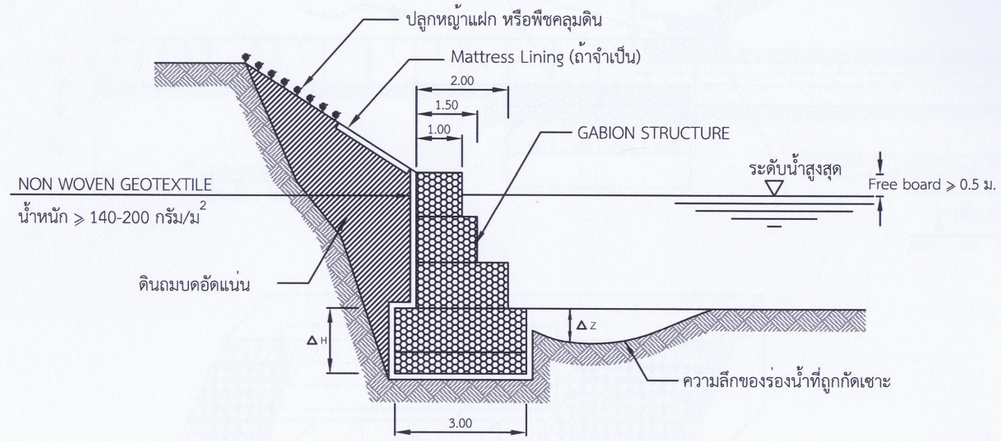
(GABION WALL FOR TOE SLOPE PROTECTION)

วัตถุประสงค์ : แบบแนะนำนี้เหมาะสมสำหรับใช้กับงานป้องกันการกัดเซาะด้าน Side Slope ของถนนบนเขาที่อยู่ติดลำน้ำมีกระแสน้ำไหลเร็ว และความแตกต่างของระดับน้ำมาก ซึ่งจะเกิดปัญหาเรื่องการกัดเซาะปลายเชิงลาด Toe Slope จนเกิดความเสียหายไปถึงผิวจราจร

ขอบเขตของการใช้งาน : ผู้ออกแบบจะต้องศึกษาสภาพภูมิประเทศ บริเวณที่ถูกกัดเซาะ ระดับน้ำสูงสุด-ต่ำสุด ทิศทางและความเร็วของน้ำ เพื่อประกอบการพิจารณารูปแบบที่เหมาะสมในการก่อสร้างต่อไป ในบางกรณีที่มีเขตทางเพียงพอ และกระแสน้ำไม่รุนแรง ก็อาจออกแบบโดยใช้ Mattress Lining ซึ่งจะประหยัดค่าก่อสร้างได้มากกว่า และวัสดุที่ใช้บรรจุกล่องควรใช้หิน หรือกรวดแม่น้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ในพื้นที่งานนั้น

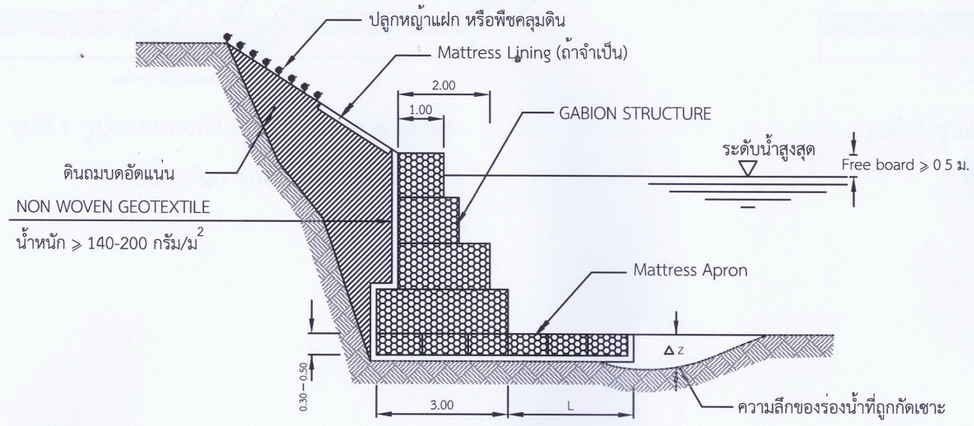
ข้อจำกัด :
- รูปแบบที่นำเสนอในแบบแนะนำนี้ ไม่เหมาะสมที่จะใช้กับดินฐานรากที่เป็นดินอ่อน (Soft Clay)
- กรณีที่ต้องออกแบบที่ความสูงเกิน 5.0 เมตร อาจใช้รูปแบบผสม ระหว่าง Gabion Wall และ Mattress Lining

1. กรณีก่อสร้าง Gabion Wall ในที่แห้ง โดยมีฐานฝังดิน



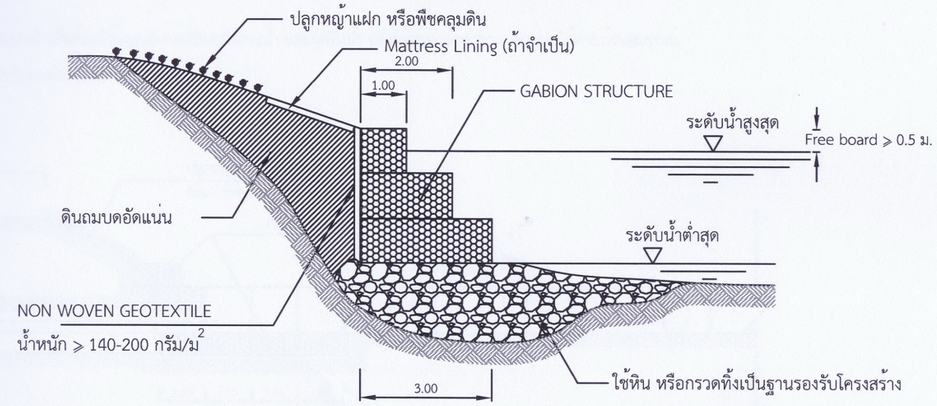
ΔH > ΔZ

2. กรณีก่อสร้าง Gabion Wall ในที่แห้ง โดยมีฐานวางบนดินเดิม และ Mattress เป็น Apron

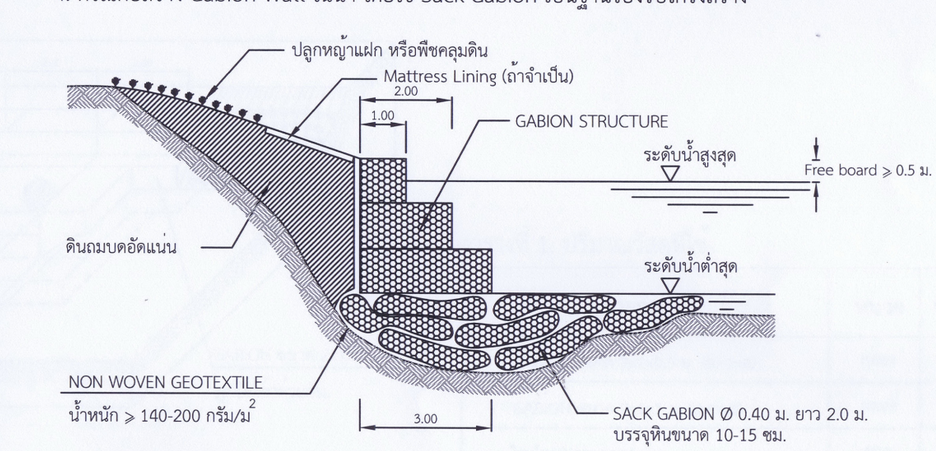


L ≥ 1.5 – 2 ΔZ

3. กรณีก่อสร้าง Gabion Wall ในน้ำ โดยใช้หิน หรือกรวดทิ้งเป็นฐานรองรับโครงสร้าง



4. กรณีก่อสร้าง Gabion Wall ในน้ำ โดยใช้ Sack Gabion เป็นฐานรองรับโครงสร้าง



หมายเหตุ

- มิติเป็นเมตร นอกจากที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น
- ความสูงของ Gabion Wall เปลี่ยนไป ให้ดูรูปแบบการจัดเรียง Gabion Retaining Wall ในแบบเลขที่ ER-04
- วิธีการติดตั้งและบรรจุหินลงกล่องลวดตาข่าย Gabion ให้ทำตามแบบแนะนำ เลขที่ ER-03/1 และ ER-03/2
- กรณีที่ระดับน้ำสูงสุดมากกว่า 5.0 ม. ควรออกแบบโดยใช้ Matress ปูบนเชิงลาดเหนือ Gabion Wall
- ก่อนทำการออกแบบ ผู้ออกแบบควรศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระดับน้ำสูงสุดและความเร็วกระแสน้ำในช่วงวิกฤตเพื่อกำหนดความสูงของ Gabion Wall ได้อย่างถูกต้อง

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
การป้องกันน้ำกัดเซาะบริเวณปลายเชิงลาด (Toe Slope) ที่อยู่ติดลำน้ำ
(GABION WALL FOR TOE SLOPE PROTECTION)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	ER-05
SHEET NO.	08

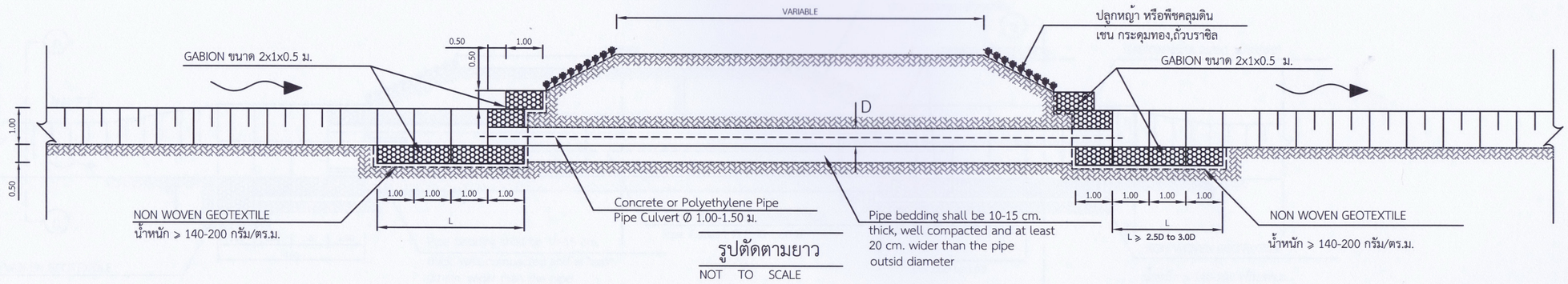
การป้องกันน้ำกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอดกลม ∅ 1.00-1.50 ม.

(INLET & OUTLET PROTECTION OF PIPE CULVERT ∅ 1.00-1.50 ม.)

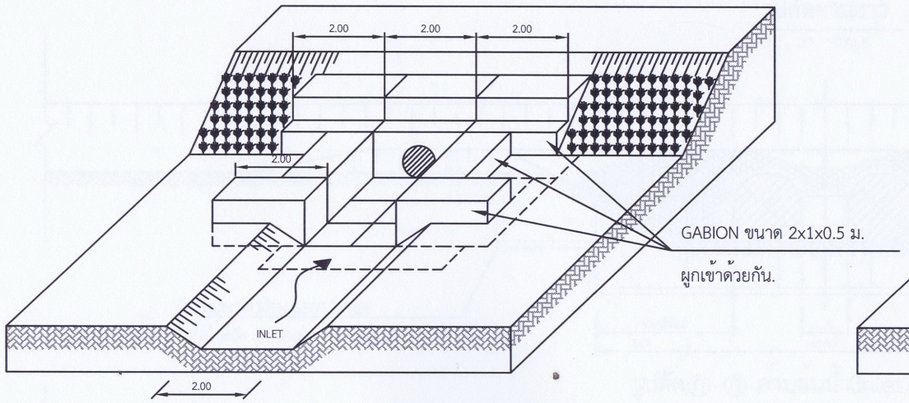
วัตถุประสงค์ : การป้องกันน้ำกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอด โดยใช้โครงสร้างที่ยืดหยุ่น (Flexible Structure) เช่น กล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) หรือ แมทเทรส (Mattress) จะช่วยป้องกันการกัดเซาะบริเวณรอบๆ ท่อลอดได้เป็นอย่างดี และให้ผลดีกว่าโครงสร้างประเภทแข็ง (Rigid Structure) เช่น ดาดคอนกรีต (Concrete Lining) หรือโครงสร้างกึ่งแข็ง (Semi Rigid Structure), เช่น หินเรียงยาแนว (Mortar Rip Rap) เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลเร็ว และมีน้ำกัดเซาะรุนแรง

ขอบเขตของการใช้งาน : แบบแนะนำนี้แสดงการจัดเรียงกล่องลวดตาข่าย เกเบี้ยน Gabion ด้านต้นน้ำและด้านท้ายน้ำ โดยกำหนดความยาวไว้ที่ระยะหนึ่งเท่านั้น ผู้ออกแบบจำเป็นต้องมีข้อมูลสำรวจเรื่องปริมาณน้ำ และจุดทิ้งน้ำ เพื่อให้สามารถทำการออกแบบได้ครบถ้วนสมบูรณ์

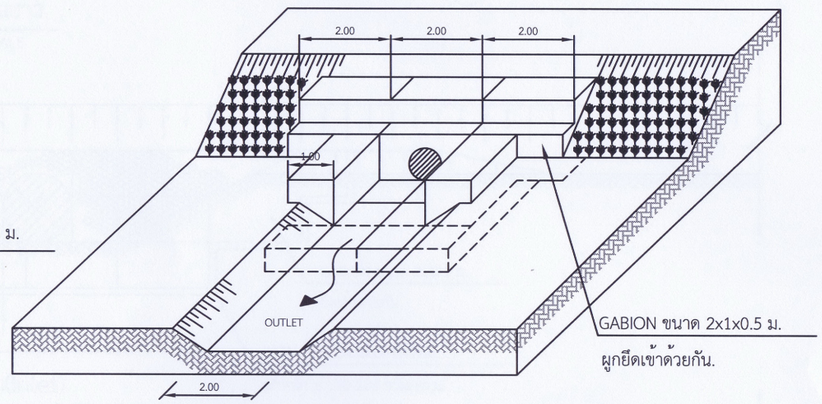
ข้อจำกัด
- โครงสร้าง Gabion ควรจะต้องวางอยู่บนชั้นดินฐานรากที่แน่น และมีกำลังรับน้ำหนักบรรทุก (Bearing Capacity) เพียงพอ ห้ามนำไปใช้ในบริเวณที่เป็นดินอ่อน (Soft Clay)
- แบบนี้เหมาะสมกับถนนที่ตัดผ่านทางน้ำธรรมชาติขนาดเล็ก ในกรณีที่เป็นทางน้ำขนาดใหญ่ควรพิจารณาใช้ Box Culvert หรือ สะพาน



รูปตัดตามยาว
NOT TO SCALE



รูปที่ 1. รูปแสดงการเรียงกล่องลวดตาข่าย Gabion
เพื่อป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำ (Inlet)



รูปที่ 2. รูปแสดงการเรียงกล่องลวดตาข่าย Gabion
เพื่อป้องกันการกัดเซาะด้านท้ายน้ำ (Outlet)

ตารางที่ 1. ปริมาณวัสดุที่ใช้

รายการ	หน่วย	จำนวน
GABION ขนาด 2x1x0.5 ม. (ยxกxส)	กล่อง	36
GABION ขนาด 2x1x1 ม. (ยxกxส)	กล่อง	12
หินใหญ่บรรจุกล่อง	ลบ.ม.	42
GEOTEXTILE	ตร.ม.	76

หมายเหตุ :
1. มิติเป็นเมตร นอกจากที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น
2. ปริมาณวัสดุที่แสดงในตารางที่ 1 คำนวณจากขนาดท่อ และระยะแนวป้องกันการกัดเซาะที่ค่าหนึ่ง เมื่อมีการปรับเปลี่ยนแบบให้เข้ากับสภาพหน้างาน ปริมาณวัสดุก็จะเปลี่ยนแปลงด้วย
3. การคิดปริมาณงานของกล่องลวดตาข่าย GABION คิดเป็น ลบ.ม.
4. การคิดปริมาณงานของกล่องลวดตาข่าย MATTRESS คิดเป็น ตร.ม.

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
การป้องกันน้ำกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอดกลม ∅ 1.00-1.50 ม.
(INLET & OUTLET PROTECTION OF PIPE CULVERT ∅ 1.00-1.50 ม.)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
รวมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-06
SHEET NO. 09

การป้องกันน้ำกัดเซาะด้านต้นน้ำและท้ายน้ำของท่อลอดคู่ ∅ > 1.00 ม.

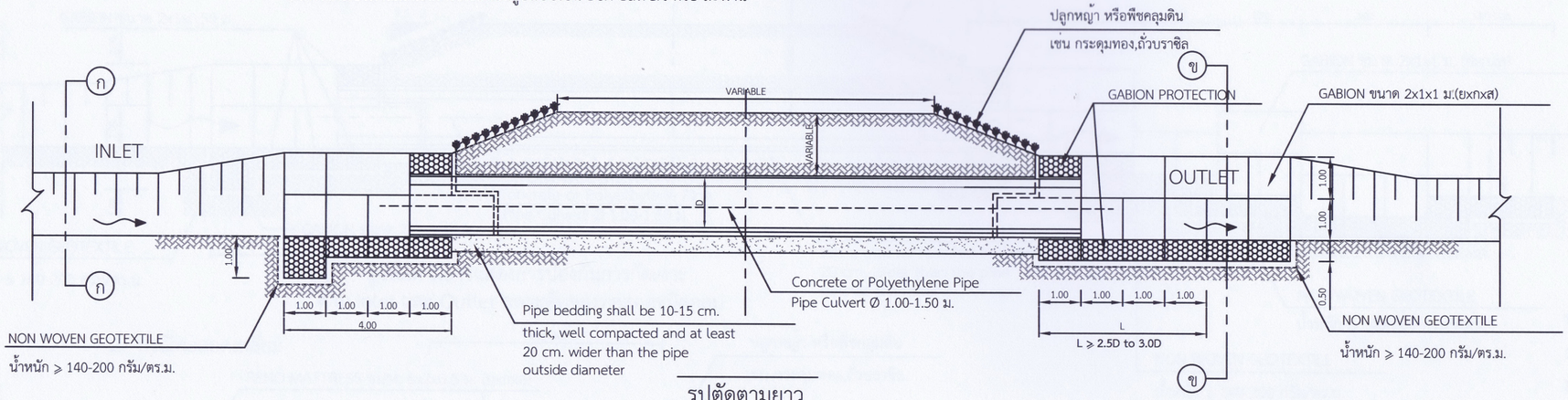
(INLET & OUTLET PROTECTION OF PIPE CULVERT ∅ > 1.00 ม.)

วัตถุประสงค์ : การป้องกันน้ำกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอด โดยใช้โครงสร้างที่ยืดหยุ่น (Flexible Structure) เช่น กล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) หรือ แมทเทรส (Mattress) จะช่วยป้องกันการกัดเซาะบริเวณรอบๆ ท่อลอดได้เป็นอย่างดี และให้ผลดีกว่าโครงสร้างประเภทแข็ง (Rigid Structure) เช่น ดาดคอนกรีต (Concrete Lining) หรือโครงสร้างกึ่งแข็ง (Semi Rigid Structure), เช่น หินเรียงยาแนว (Mortar Rip Rap) เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลเร็ว และมีการกัดเซาะรุนแรง

ขอบเขตของการใช้งาน : แบบแนะนำนี้แสดงการจัดเรียงกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) ด้านต้นน้ำและท้ายน้ำ โดยกำหนดความยาวไว้ที่ระยะหนึ่งเท่านั้น ผู้ออกแบบจำเป็นต้องมีข้อมูลสำรวจเรื่องปริมาณน้ำ และจุดทิ้งน้ำ เพื่อให้สามารถทำการออกแบบได้ครบถ้วนสมบูรณ์

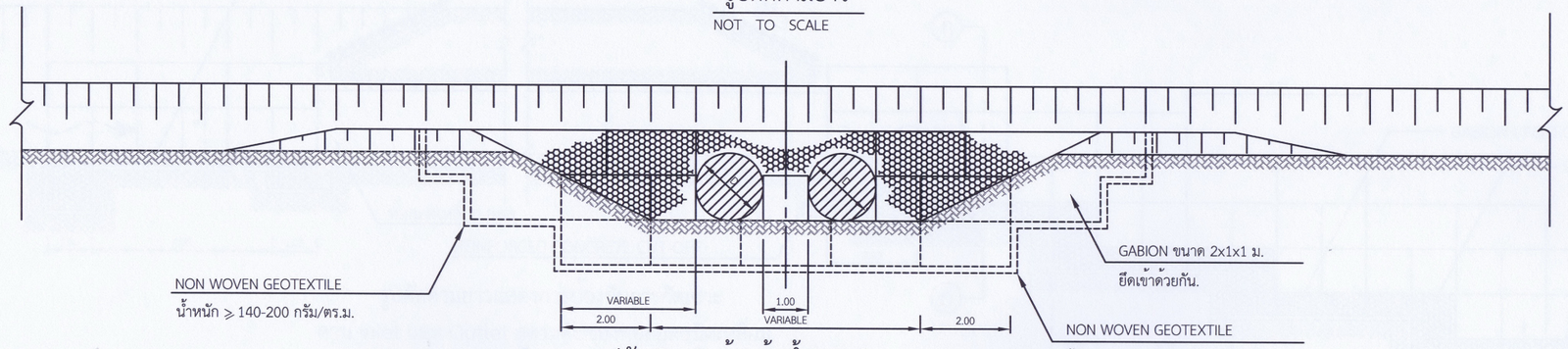
ข้อจำกัด : - โครงสร้าง Gabion ควรจะต้องวางอยู่บนชั้นดินฐานรากที่แน่น และมีกำลังรับน้ำหนักบรรทุก (Bearing Capacity) เพียงพอ ห้ามนำไปใช้ในบริเวณที่เป็นดินอ่อน (Soft Clay)

- ในกรณีที่มีปริมาณน้ำมาก ควรเปลี่ยนรูปแบบเป็น Box Culvert หรือ สะพาน



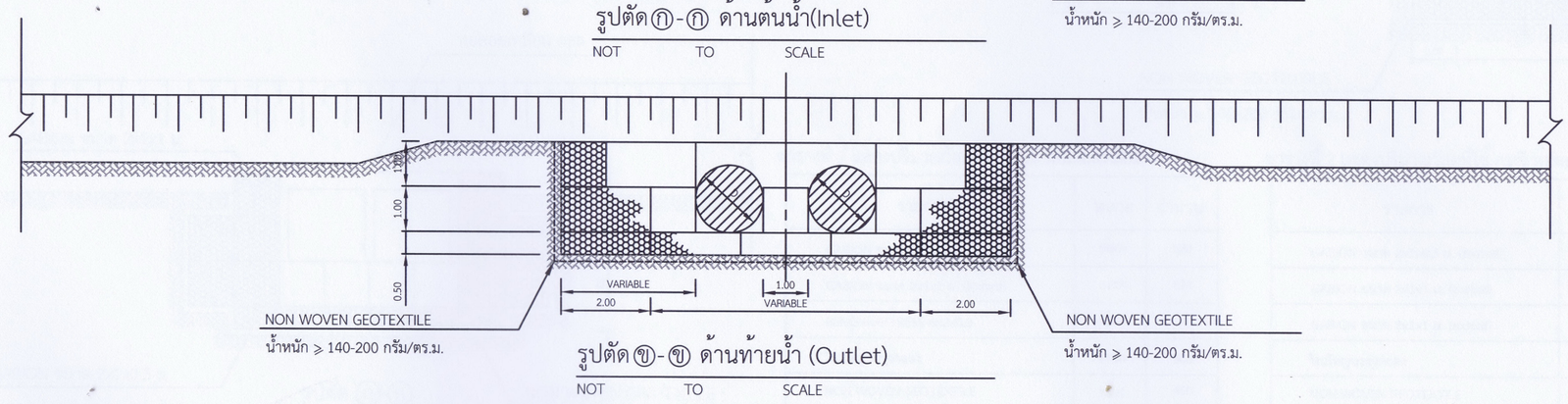
รูปตัดตามยาว

NOT TO SCALE



รูปตัด ก-ก ด้านต้นน้ำ(Inlet)

NOT TO SCALE



รูปตัด ข-ข ด้านท้ายน้ำ (Outlet)

NOT TO SCALE

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณวัสดุที่ใช้

รายการ	หน่วย	จำนวน
GABION ขนาด 2x1x0.5 ม. (ยxกxส)	กล่อง	55
GABION ขนาด 2x1x1 ม. (ยxกxส)	กล่อง	47
หินใหญ่บรรจุกล่อง	ลบ.ม.	139
GEOTEXTILE	ตร.ม.	200

หมายเหตุ :

1. มิติเป็นเมตร นอกจากที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น
2. ปริมาณวัสดุที่แสดงในตาราง คำนวณจากขนาดท่อ และระยะแนวป้องกันการกัดเซาะที่ค่าหนึ่ง ว่าเมื่อมีการปรับเปลี่ยนแบบให้เข้ากับสภาพหน้างานปริมาณวัสดุก็จะเปลี่ยนแปลงด้วย
3. การคิดปริมาณงานของกล่องลวดตาข่าย Gabion คิดเป็น ลบ.ม.
4. การคิดปริมาณงานของกล่องลวดตาข่าย Mattress คิดเป็น ตร.ม.

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
การป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำและท้ายน้ำออกของท่อลอดคู่ ∅ > 1.00 ม.
(INLET & OUTLET PROTECTION OF PIPE CULVERT ∅ > 1.00 ม.)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-07
SHEET NO. 10

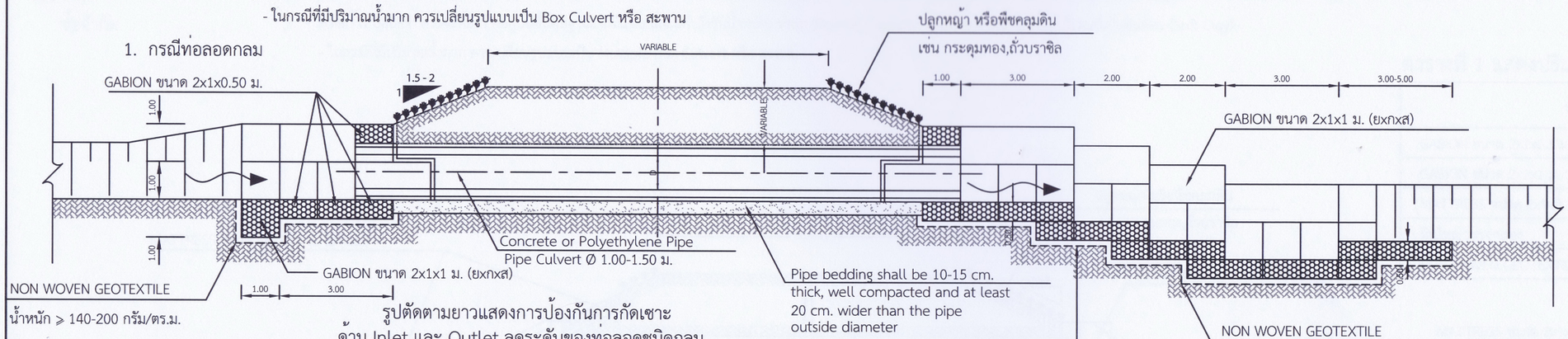
การป้องกันน้ำกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำลดระดับของท่อลอด
(INLET & OUTLET PROTECTION OF CULVERT WITH DROP STRUCTURE)

วัตถุประสงค์ : การป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอด โดยใช้โครงสร้างที่ยืดหยุ่น (Flexible Structure) เช่น กล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) หรือ แมทเทรส (Mattress) จะช่วยป้องกันการกัดเซาะบริเวณรอบๆ ท่อลอดได้เป็นอย่างดี และให้ผลดีกว่าโครงสร้างประเภทแข็ง (Rigid Structure) เช่น ดาดคอนกรีต (Concrete Lining) หรือโครงสร้างกึ่งแข็ง (Semi Rigid Structure), หินเรียงยาแนว (Mortar Rip Rap) เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลเร็ว และมีการกัดเซาะรุนแรง

ขอบเขตของการใช้งาน : แบบแนะนำนี้แสดงการจัดเรียงกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) ด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำ โดยกำหนดความยาวไว้ที่ระยะหนึ่งเท่านั้น ผู้ออกแบบจำเป็นต้องมีข้อมูลสำรวจเรื่องปริมาณน้ำ และจุดทิ้งน้ำ เพื่อให้สามารถทำการออกแบบได้ครบถ้วนสมบูรณ์

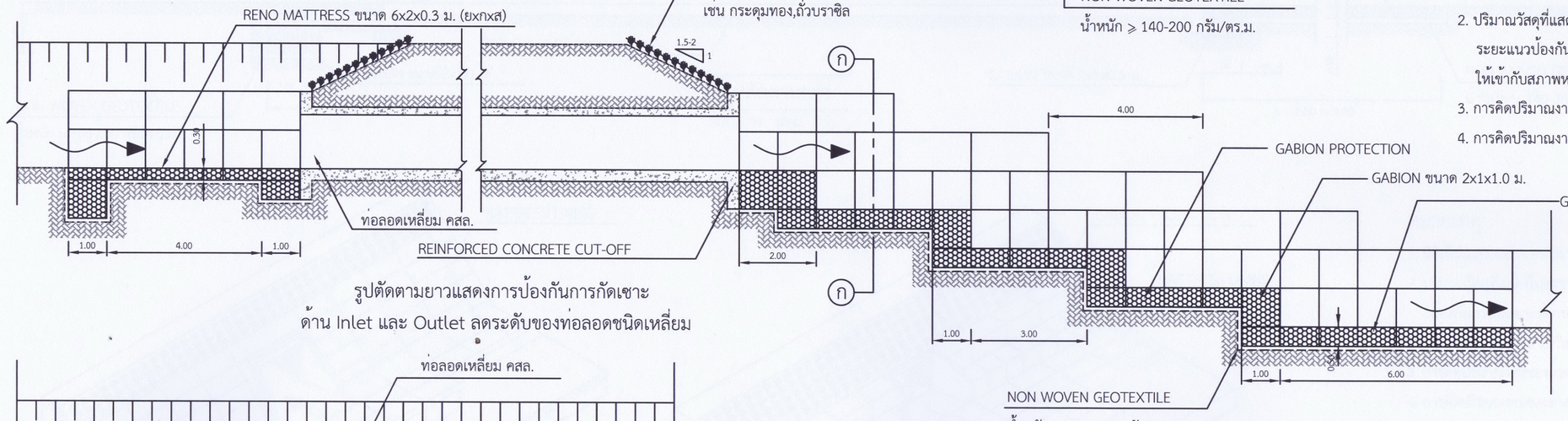
ข้อจำกัด : - โครงสร้าง Gabion ควรจะต้องวางอยู่บนชั้นดินฐานรากที่แน่น และมีกำลังรับน้ำหนักบรรทุก (Bearing Capacity) เพียงพอ ห้ามนำไปใช้ในบริเวณที่เป็นดินอ่อน (Soft Clay)
- ในกรณีที่มีปริมาณน้ำมาก ควรเปลี่ยนรูปแบบเป็น Box Culvert หรือ สะพาน

1. กรณีท่อลอดกลม

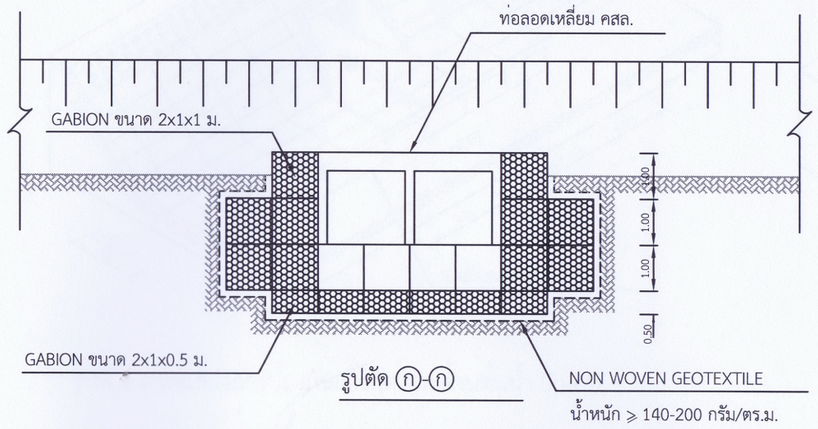


รูปตัดตามยาวแสดงการป้องกันการกัดเซาะ
ด้าน Inlet และ Outlet ลดระดับของท่อลอดชนิดกลม

2. กรณีท่อลอดเหลี่ยม



รูปตัดตามยาวแสดงการป้องกันการกัดเซาะ
ด้าน Inlet และ Outlet ลดระดับของท่อลอดชนิดเหลี่ยม



ตารางที่ 1 แสดงปริมาณวัสดุที่ใช้ กรณี ท่อลอดเหลี่ยม

รายการ	หน่วย	จำนวน
GABION ขนาด 2x1x0.5 ม. (ยxกxส)	กล่อง	120
GABION ขนาด 2x1x1 ม. (ยxกxส)	กล่อง	182
RENO MATTRESS 6x2x0.3	กล่อง	4
หินใหญ่บรรจุกล่อง	ลบ.ม.	500
NON WOVEN GEOTEXTILE	ตร.ม.	450

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณวัสดุที่ใช้ กรณี ท่อลอดกลม

รายการ	หน่วย	จำนวน
GABION ขนาด 2x1x0.5 ม. (ยxกxส)	กล่อง	69
GABION ขนาด 2x1x1 ม. (ยxกxส)	กล่อง	44
GABION ขนาด 3x1x1 ม. (ยxกxส)	กล่อง	8
หินใหญ่บรรจุกล่อง	ลบ.ม.	181
NON WOVEN GEOTEXTILE	ตร.ม.	300

หมายเหตุ :

1. มิติเป็นเมตร นอกจากที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น
2. ปริมาณวัสดุที่แสดงในตาราง คำนวณจากขนาดท่อ และระยะแนวป้องกันการกัดเซาะที่ค่าหนึ่งว่าเมื่อมีการปรับเปลี่ยนแบบให้เข้ากับสภาพหน้างานปริมาณวัสดุก็จะเปลี่ยนแปลงด้วย
3. การคิดปริมาณงานของกล่องลวดตาข่าย Gabion คิดเป็น ลบ.ม.
4. การคิดปริมาณงานของกล่องลวดตาข่าย Mattress คิดเป็น ตร.ม.

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
การป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำลดระดับของท่อลอด
(INLET & OUTLET PROTECTION OF CULVERT WITH DROP STRUCTURE)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-08
SHEET NO. 11

การป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอดเหลี่ยม
(INLET & OUTLET PROTECTION OF BOX CULVERT)

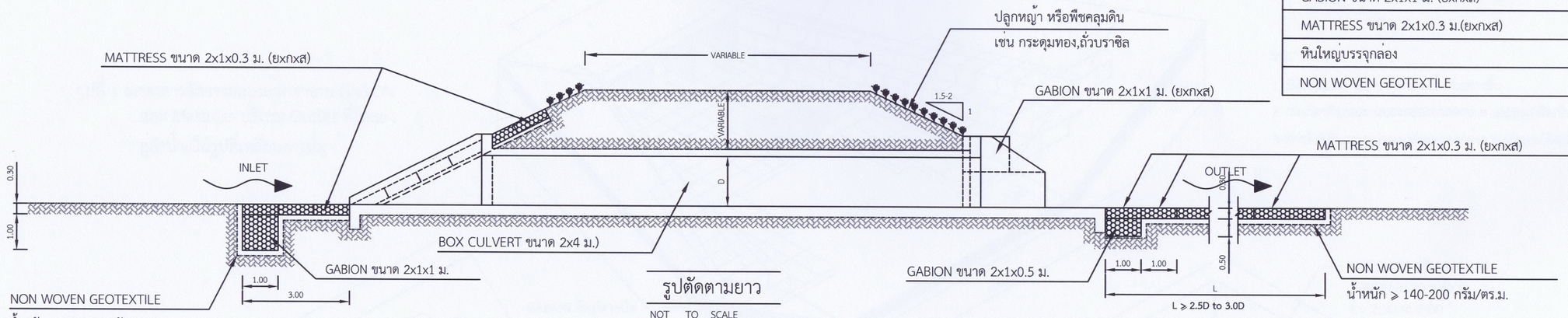
วัตถุประสงค์ : การป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอด โดยใช้โครงสร้างที่ยืดหยุ่น (Flexible Structure) เช่น กล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) หรือ แมทเทรส (Mattress) จะช่วยป้องกันการกัดเซาะบริเวณรอบๆ ท่อลอดได้เป็นอย่างดี และให้ผลดีกว่าโครงสร้างประเภทแข็ง (Rigid Structure) เช่น ดาดคอนกรีต (Concrete Lining) หรือโครงสร้างกึ่งแข็ง (Semi Rigid Structure), เช่น หินเรียงยาแนว (Mortar Rip Rap) เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลเร็ว และมีการกัดเซาะรุนแรง

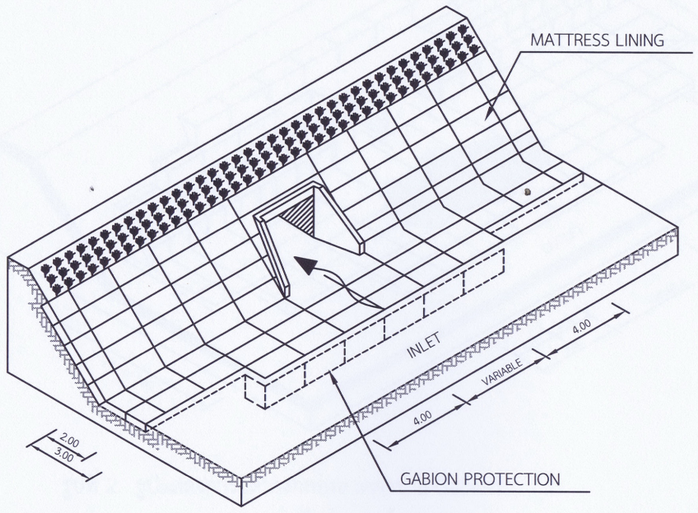
ขอบเขตของการใช้งาน : แบบแนะนำนี้แสดงการจัดเรียงกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) ด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำ โดยกำหนดความยาวไว้ที่ระยะหนึ่งเท่านั้น ผู้ออกแบบจำเป็นต้องมีข้อมูลสำรวจเรื่องปริมาณน้ำ และจุดทิ้งน้ำ เพื่อให้สามารถทำการออกแบบได้ครบถ้วนสมบูรณ์

ข้อจำกัด : - โครงสร้าง Gabion ควรจะต้องวางอยู่บนชั้นดินฐานรากที่แน่น และมีกำลังรับน้ำหนักบรรทุก (Bearing Capacity) เพียงพอ ห้ามนำไปใช้ในบริเวณที่เป็นดินอ่อน (Soft Clay)
- ในกรณีที่มีปริมาณน้ำมาก ควรเปลี่ยนรูปแบบเป็น Multiple Box Culvert หรือ สะพาน

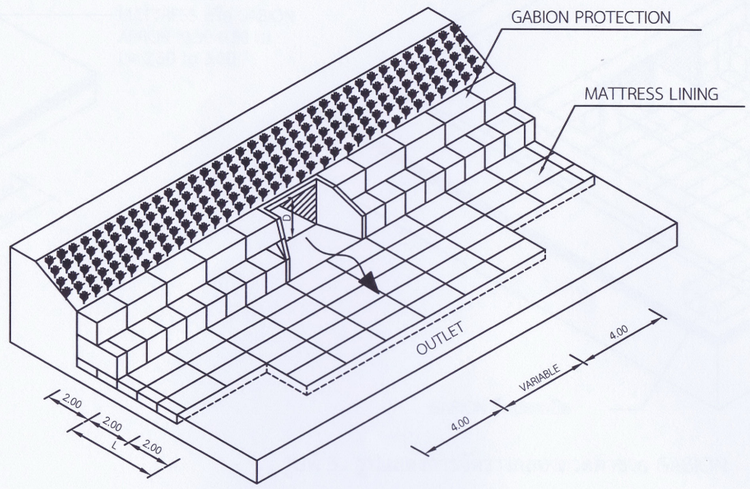
ตารางที่ 1 แสดงปริมาณวัสดุที่ใช้

รายการ	หน่วย	จำนวน
GABION ขนาด 2x1x0.5 ม. (ยxกxส)	กล่อง	22
GABION ขนาด 2x1x1 ม. (ยxกxส)	กล่อง	11
MATTRESS ขนาด 2x1x0.3 ม.(ยxกxส)	กล่อง	107
หินใหญ่บรรจุกล่อง	ลบ.ม.	65
NON WOVEN GEOTEXTILE	ตร.ม.	200





รูปที่ 1 ภาพแสดงการป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำ (Inlet)



รูปที่ 2 ภาพแสดงการป้องกันการกัดเซาะด้านท้ายน้ำ (Outlet)

หมายเหตุ :

1. มิติเป็นเมตร นอกจากที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น
2. ปริมาณวัสดุที่แสดงในตาราง คำนวณจากขนาดท่อ และระยะแนวป้องกันการกัดเซาะที่ค่าหนึ่งว่าเมื่อมีการปรับเปลี่ยนแบบให้เข้ากับสภาพหน้างานปริมาณวัสดุก็จะเปลี่ยนแปลงด้วย
3. การคิดปริมาณงานของลวดตาข่าย Gabion คิดเป็น ลบ.ม.
4. การคิดปริมาณงานของลวดตาข่าย Mattress คิดเป็น ตร.ม.

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
การป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอดเหลี่ยม
(INLET & OUTLET PROTECTION OF BOX CULVERT)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-09
SHEET NO. 12

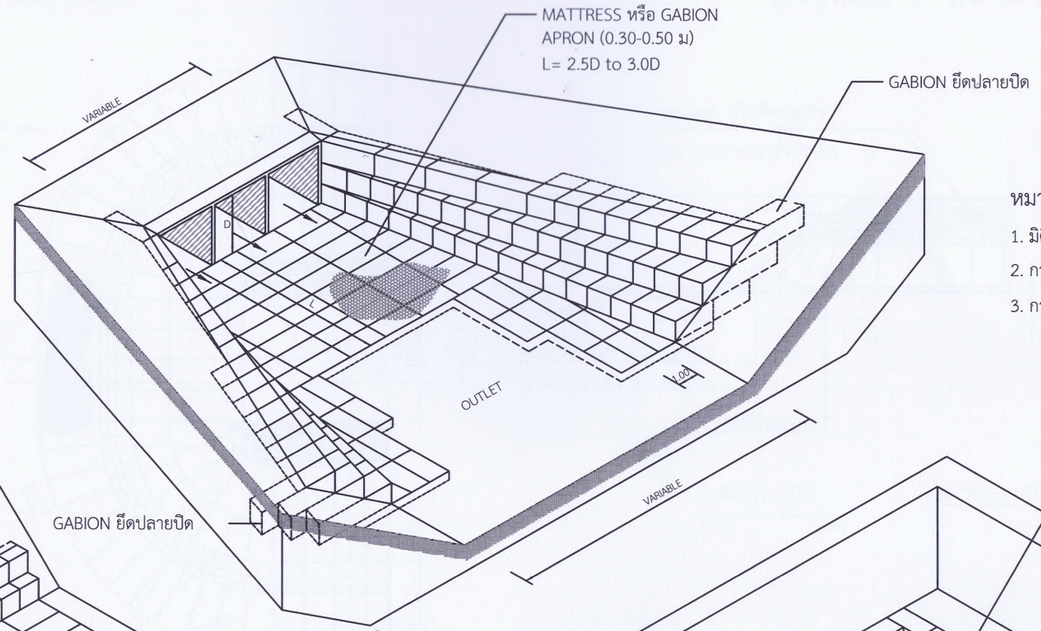
การป้องกันการกัดเซาะด้านท้ายน้ำของท่อลอดเหลี่ยมขนาดใหญ่

(OUTLET PROTECTION OF MULTIPLE BOX CULVERT)

วัตถุประสงค์ : การป้องกันการกัดเซาะด้านต้นน้ำ และท้ายน้ำของท่อลอด โดยใช้โครงสร้างที่ยืดหยุ่น (Flexible Structure) เช่น กล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน (Gabion) หรือ แมทเทรส (Mattress) จะช่วยป้องกันการกัดเซาะบริเวณรอบๆ ท่อลอดได้เป็นอย่างดี และให้ผลดีกว่าโครงสร้างประเภทแข็ง (Rigid Structure) เช่น ดาดคอนกรีต (Concrete Lining) หรือโครงสร้างกึ่งแข็ง (Semi Rigid Structure) , เช่น หินเรียงยาแนว (Mortar Rip Rap) เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลเร็ว และมีการกัดเซาะรุนแรง

ขอบเขตของการใช้งาน : แบบแนะนำนี้แสดงการจัดเรียงกล่องลวดตาข่ายเกเบี้ยน Gabion ด้านท้ายน้ำ โดยกำหนดความยาวไว้ที่ระยะหนึ่งเท่านั้น ผู้ออกแบบจำเป็นต้องมีข้อมูลสำรวจเรื่องปริมาณน้ำ และจุดทิ้งน้ำ เพื่อให้สามารถทำการออกแบบได้ครบถ้วนสมบูรณ์

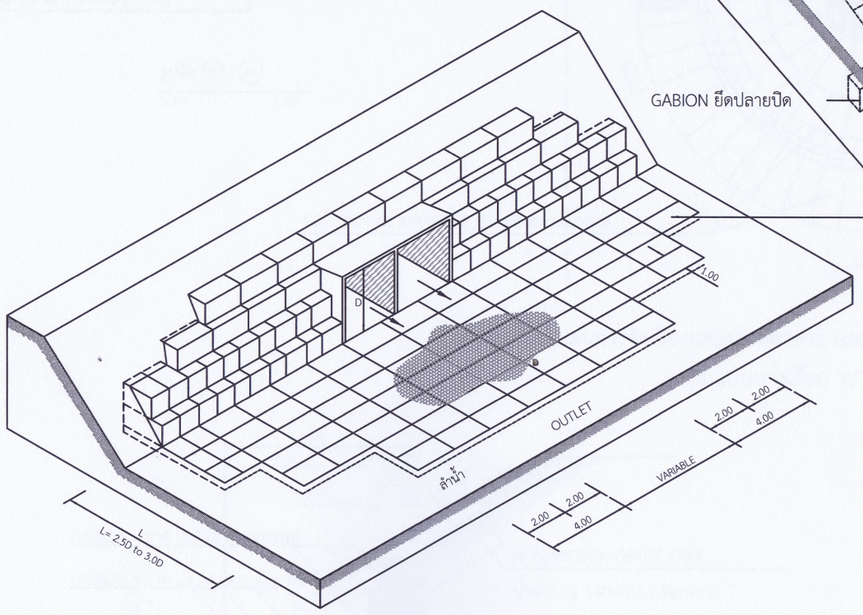
ข้อจำกัด : - โครงสร้าง Gabion ควรจะต้องวางอยู่บนชั้นดินฐานรากที่แน่น และมีกำลังรับน้ำหนักบรรทุก (Bearing Capacity) เพียงพอ ห้ามนำไปใช้ในบริเวณที่เป็นดินอ่อน (Soft Clay)
- ในกรณีที่มีปริมาณน้ำมาก ควรเปลี่ยนรูปแบบโดยออกแบบเป็นสะพานแทน



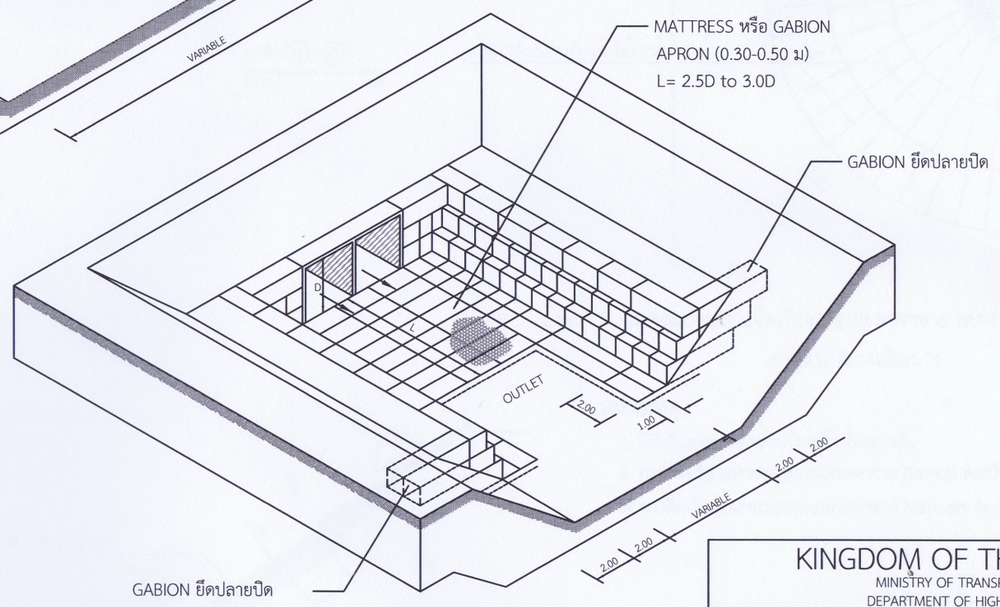
รูปที่ 1 แสดงการจัดวางกล่องลวดตาข่าย GABION และ Mattress บริเวณ Outlet ที่ไหลลงสู่ลำน้ำเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

หมายเหตุ :

1. มิติเป็นเมตร นอกจากที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น
2. การคิดปริมาณงานของกล่องลวดตาข่าย Gabion คิดเป็น ลบ.ม.
3. การคิดปริมาณงานของกล่องลวดตาข่าย Mattress คิดเป็น ตร.ม.



รูปที่ 2. รูปแสดงการจัดวางกล่องลวดตาข่าย Gabion และ Mattress ที่อยู่ติดลำน้ำ



รูปที่ 3. รูปแสดงการจัดวางกล่องลวดตาข่าย GABION และ Mattress บริเวณ Outlet ที่ไหลลงสู่ลำน้ำเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
การป้องกันการกัดเซาะด้านท้ายน้ำของท่อลอดเหลี่ยมขนาดใหญ่
(OUTLET PROTECTION OF MULTIPLE BOX CULVERT)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	ER-10
SHEET NO.	13

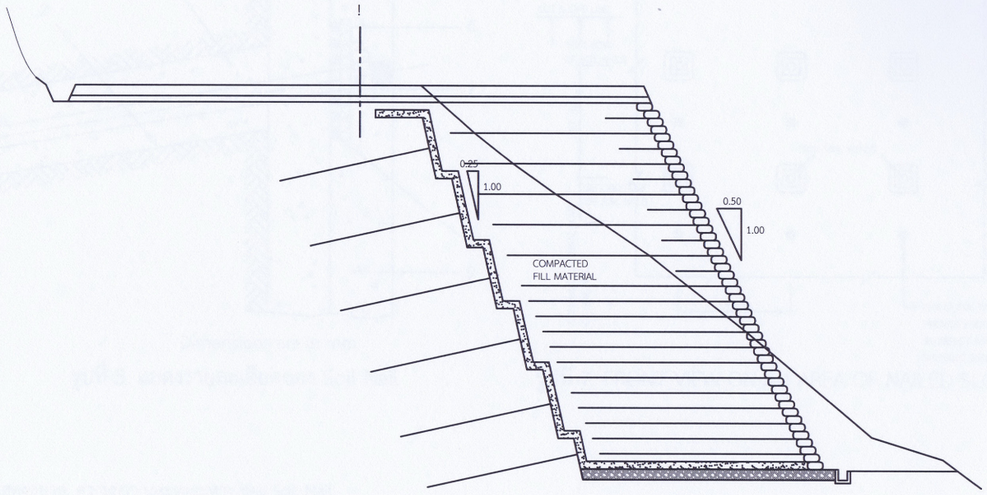
SOIL NAIL

วัตถุประสงค์ : Soil Nailing เป็นเทคนิคทางด้านวิศวกรรมธรณี ในการเสริมกำลังดินเพื่อเพิ่มเสถียรภาพให้กับเชิงลาดดินที่ถูกตัดในลักษณะที่ลาดชันกว่าปกติ แนวคิดพื้นฐานของ Soil Nail ประกอบไปด้วย การใช้วัสดุเสริมกำลังดินที่เป็นเหล็กข้ออ้อย ชุบสังกะสีสอดเข้าไปในรูเจาะ อัดฉีดน้ำปูนทราย (Mortar) ให้เต็ม เหล็กข้ออ้อยจะช่วยเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนของดินบริเวณนั้น เป็นผลให้เกิดการเพิ่มเสถียรภาพ แก่เชิงลาดนั้น ผิวหน้าเชิงลาดที่ติดตั้ง Soil Nail จะถูกพ่นทับด้วย Shotcrete เพื่อป้องกันการชะล้างดินผิวหน้า

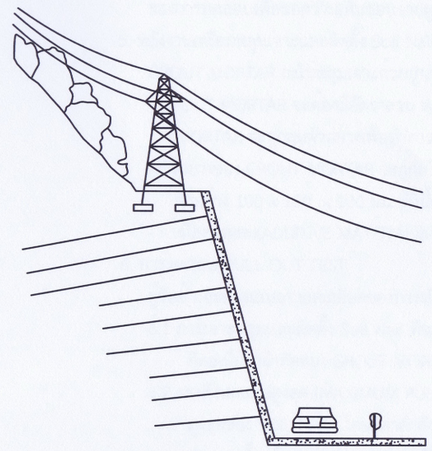
ขอบเขตการใช้งาน : Soil Nail เป็นวิธีการเสริมกำลังดินที่มีค่างานต่อหน่วย (Unit Cost) สูงเมื่อเทียบกับเทคนิคอื่นๆ Soil Nail เหมาะสำหรับใช้ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องทำการก่อสร้างตัดเชิงลาดดิน ที่มีความลาดชันสูงๆ เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านเขตทาง (Right of way) หรือในกรณีของการป้องกันสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ชิดเขตทาง หรืออยู่บนเชิงลาดส่วนบน Back Slope เช่น บ้านพักอาศัย, อาคาร, วัด, เสาส่งไฟฟ้าแรงสูง เป็นต้น
ในบางกรณี อาจใช้ Soil Nail ทำหน้าที่เป็น Temporary Support สำหรับงานแก้ไขปัญหา การชะล้างพังทลายของเชิงลาดด้าน Side Slope หรือในกรณีที่ต้องการขยายช่องทางจราจร

ข้อจำกัด : - Soil Nailing เป็นวิธีการเสริมเสถียรภาพแก่เชิงลาดดินเท่านั้น ในกรณีที่พบชั้นหินและไม่สามารถเจาะรูสอดเหล็กข้ออ้อยได้ ควรเปลี่ยนไปใช้เทคนิคอื่นที่เหมาะสมกว่า เช่น Rock Bolt ทั้งนี้ให้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของวิศวกรผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมธรณี (Geotechnical Engineer)

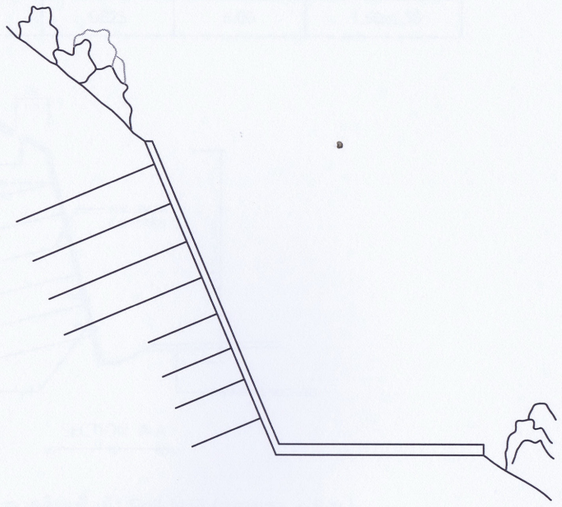
- แบบแนะนำนี้ ใช้สำหรับเชิงลาดดินตัดที่ต้องการเสริมเสถียรภาพ และมีความสูงไม่เกิน 8.0 เมตร เท่านั้น สำหรับเชิงลาดดินตัดที่มีความสูงมากกว่านี้ ต้องทำการออกแบบและดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมธรณีเท่านั้น



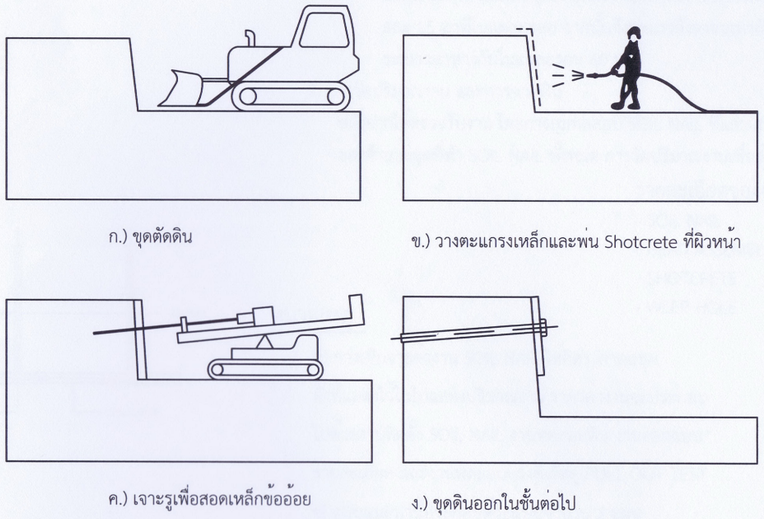
รูปที่ 1. กรณีเป็น Temporary Support ของคันทางเสริมกำลังดิน



รูปที่ 3. กรณี Back Slope ติดเสาส่งไฟฟ้าแรงสูง



รูปที่ 2. กรณีตัด Back Slope ชิดเขตทาง



ก.) ขุดตัดดิน

ข.) วางตะแกรงเหล็กและพ่น Shotcrete ที่ผิวหน้า

ค.) เจาะรูเพื่อสอดเหล็กข้ออ้อย

ง.) ขุดดินออกในชั้นต่อไป

รูปที่ 4. แสดงขั้นตอนการเสริมกำลังด้วยวิธี Soil Nail

หมายเหตุ :

แบบแนะนำนี้ประกอบด้วยแบบจำนวน 2 แผ่น
ที่ต้องใช้ประกอบร่วมกันคือแบบ เลขที่ ER-14/1 และ ER-14/2

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

SOIL NAIL

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-14/1
SHEET NO. 18

รายละเอียดคุณลักษณะทั่วไปของคันทางเสริมกำลังดินที่ใช้ GEOGRID

รายละเอียดคุณลักษณะทั่วไปของคันทางเสริมกำลังดินที่ใช้ GEOGRID

1. คันทางเสริมกำลังดินด้วย GEOGRID สำหรับงานแก้ไขปัญหาการเคลื่อนตัวของเชิงลาดด้าน SIDE SLOPE จะนำมาใช้ในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านเขตทาง (RIGHT OF WAY) หรือกรณีที่ปลายเชิงลาดอยู่ติดลำน้ำ ,คลอง หรือกรณีที่จุดเสียหายมีลักษณะเป็นเหวลึก ต้องถมดินเป็นจำนวนมาก
2. การออกแบบและก่อสร้างคันทางเสริมกำลังดินด้วย GEOGRID จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS 8006 (CODE OF PRACTICE FOR STRENGTHENED/REINFORCED SOILS AND OTHER FILLS)
3. ผู้รับจ้างทำการสำรวจดินฐานราก ทุกระยะ 50 ม. ตลอดแนวทางของคันทางเสริมกำลังดินด้วย Geogrid นี้และเจาะสำรวจดินหลุมลึก อย่างน้อย 1 หลุม เจาะเพื่อทดสอบดังต่อไปนี้
   - STANDARD PENETRATION TEST (SPT)
   - ความลึกของหลุมเจาะ ควบคุมโดยใช้ค่า SPT ไม่น้อยกว่า 30 BLOWS/ฟุต
   - การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ
   - DIRECT SHEAR TEST
   - การทดสอบอื่นๆ ภายใต้การกำกับของวิศวกร
4. วัสดุคัดเลือก (SELECTED BACKFILL) สำหรับก่อสร้างคันทางเสริมกำลังดินด้วย Geogrid จะต้องบดอัดให้ได้ความแน่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของความหนาแน่นแห้งสูงสุด ผู้รับจ้างจะต้องนำส่งตัวอย่างวัสดุคัดเลือกเพื่อทำการทดสอบหาค่า PARAMETERS ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ และควรมี คุณสมบัติอื่นๆ ที่สำคัญดังนี้
   4.1 เป็นวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น
   4.2 มีค่า Friction Angle (Ø) ไม่น้อยกว่า 32 องศา
   4.3 มีส่วนละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่เกิน 25%
   4.4 มีค่า PLASTIC INDEX (PI) ไม่เกิน 15%
5. ตาข่ายเสริมกำลังดิน (GEOGRID) เป็นชนิดที่ใช้ในงานก่อสร้างเสริมกำลังดินเชิงลาดสำหรับงานทางจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
   5.1 วัสดุเสริมกำลังดิน จะต้องผลิตภายใต้หลักประกันคุณภาพ ตามมาตรฐาน ISO 9001 (EN 29002/BS 5750 หรือเทียบเท่า) และ ผู้รับจ้าง จะต้องจัดเตรียม และนำส่งเอกสารระบบหลักประกันคุณภาพการผลิตซึ่งเป็นที่รับรองตามมาตรฐาน ISO 9001 (EN 29002/BS 5750 หรือเทียบเท่า)
   5.2 GEOGRID จะต้องไม่ทำปฏิกริยาใดๆ กับสารเคมีที่มีอยู่ในดินธรรมชาติ และไม่มีส่วนผสมของ SOLVENT ไม่ทำปฏิกริยาใดๆ กับน้ำ, เกลือ, สภาพความเป็นกรดและด่างของดิน นอกจากนั้นจะต้องไม่เกิดการย่อยสลายทางชีวภาพ
   5.3 การทดสอบตัวอย่างวัสดุเสริมกำลังดิน GEOGRIDS ให้ทดสอบหาคุณสมบัติที่ห้องปฏิบัติการของสถาบันที่เชื่อถือได้ โดยได้รับความเห็นชอบจากสำนักทางหลวงเจ้าของงาน
   5.4 ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียด ขั้นตอน และวิธีการติดตั้ง GEOGRID รวมถึงการออกแบบรายละเอียดการก่อสร้างให้กับวิศวกรผู้ควบคุมงาน ซึ่งจะต้องประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้
   ก. ใบรับรองคุณภาพการผลิตจากโรงงานผู้ผลิตว่าได้ผลิตตามมาตรฐานที่กำหนดไว้
   ข. ใบรับรองคุณสมบัติของวัสดุ GEOGRID
   ค. รายละเอียดขั้นตอนการติดตั้งวัสดุ GEOGRID
   ง. ข้อเสนอทางเทคนิคการต่อเชื่อมรอยต่อของวัสดุ
   จ. ส่งตัวอย่าง GEOGRIDS ที่ได้จากการจัดเก็บสุ่มตัวอย่างที่หน้างานโดยช่างผู้ควบคุมงาน เพื่อทดสอบหาคุณสมบัติที่ห้องปฏิบัติการ
6. วัสดุชั้นระบายน้ำ (DRAINAGE LAYER)
   6.1 ชั้นวัสดุเพื่อการระบายน้ำในแนวราบ เป็นกรวดหรือหินย่อยขนาด 3/8 "-3/4" ห่อด้วยแผ่นใยสังเคราะห์น้ำหนัก 140-200 กรัม/ตร.ม. ความหนาของชั้นระบายน้ำไม่น้อยกว่า 0.5 ม.
   6.2 ชั้นวัสดุเพื่อการระบายน้ำในแนวตั้ง อาจใช้วัสดุประเภทเดียวกับ ข้อ 6.1 หรือใช้วัสดุสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงาน มีลักษณะเป็นแกนพลาสติก (Plastic Core) ห่อด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ น้ำหนัก140-200 กรัม/ตร.ม. ทั้งนี้ให้พิจารณาความสามารถในการไหลของวัสดุให้เหมาะสมกับพื้นที่
7. แผ่นใยสังเคราะห์ (GEOTEXTILE) ที่ใช้เพื่อการระบายน้ำ เป็นแผ่นใยสังเคราะห์ชนิดไม่ถักทอ (Non Woven Geotextile)ผลิตจากเส้นใย 100% Polypropylene (PP), ทนต่อรังสี UV มีคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

คุณสมบัติ	มาตรฐานการทดสอบ	หน่วย	เกณฑ์กำหนด
- น้ำหนัก	ISO 9864	กรัม/ตร.ม.	140-200
- ความหนา	ISO 9863	มม.	1.4-1.9
- TENSILE STRENGTH	ISO 10319	kN/m.	11-15
- ELONGATION	ISO 10319	%	35-75
- อัตราการไหลในแนวตั้งฉากกับแผ่น (100 mm. Head)	ISO 11058	ลิตร/ตร.ม/วินาที	160-190

ผู้รับจ้างจะต้องนำส่งเอกสารแคตตาล็อกแสดงคุณสมบัติวัสดุ และวิธีการติดตั้ง พร้อมชิ้นตัวอย่างต่อวิศวกรผู้ควบคุมงาน พิจารณาก่อนใช้งาน

8. ถุงบรรจุดิน (Soil Bag) ประกอบด้วย
   8.1 ถุงกระสอบป่านมีขนาด 40x70 ซม. โดยประมาณเมื่อบรรจุดินแล้วจะมีความหนาประมาณ 12.5 ซม.
   8.2 เมล็ดหญ้าที่ใช้บรรจุในถุง จะต้องประกอบด้วยพืชประเภทหญ้าและถั่ว ได้แก่ หญ้ารูซี่, หญ้าพลิแคทูลั่ม, หญ้ากินนีสีม่วง, และเมล็ดหญ้าตระกูลถั่ว เช่น ถั่วฮามาต้า, ถั่วท่าพระ, ถั่วไมยราพ เป็นต้น ควรใช้ชนิดของหญ้าไม่น้อยกว่า 3 ชนิด ผสมกัน
   8.3 ดินที่บรรจุในถุง บริเวณก้นถุงบรรจุด้วยหน้าดิน (Top Soil) ผสมปุ๋ยอินทรีย์ อัตราส่วนดิน :ปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 7:1 โดยปริมาตร และเมล็ดหญ้า ใน ข้อ 8.2 ในปริมาณชนิดละ 2-3 กรัม/ถุง ครึ่งถุงส่วนบนให้บรรจุดินในพื้นที่ก่อสร้างจนเต็มถุง ร้อยปิดปากถุงให้แน่น
9. ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอรายการคำนวณ, รูปแบบรายละเอียด และขั้นตอนการก่อสร้าง รวมถึงผลทดสอบดินฐานราก, วัสดุคัดเลือก, GEOGRID และวัสดุอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างคันทางเสริมกำลังดินให้กับวิศวกรผู้ควบคุมงาน พิจารณาอนุมัติก่อนที่จะเริ่มดำเนินการเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 60 วัน
10. ข้อแนะนำในการติดตั้งตาข่ายเสริมกำลังดิน
    10.1 ทำการตัดลาดคันทางให้ได้ความลึกและความกว้างตามลักษณะที่กำหนดไว้ในรูปแบบตัดขวาง (Typical Cross-Section) และรูปแบบการตัดขวางเฉพาะบริเวณ บดอัดดินบริเวณฐานที่ก่อสร้างคันทางเสริมกำลังดินให้แน่นตามมาตรฐานการก่อสร้าง ปูวาง Geotextile ชั้นวัสดุระบายน้ำแนวราบ และ Geotextile ตามลำดับ
    10.2 วางตาข่ายเสริมกำลังดินหลัก (ชนิดรับแรงในทิศทางเดียว) ชั้นล่างสุดมีความยาวหรือระยะฝังเท่ากับ 70% ของความสูง ตามที่กำหนดไว้ในแบบ โดยให้เผื่อปลายบริเวณด้านหน้าคันทางไว้เพื่อทำการม้วนกลับ (Wrap Around) อีกประมาณ 1.50 เมตร
    เนื่องจากตาข่ายเสริมกำลังดินหลักมีค่ากำลังรับแรงดึงสูงสุดในทิศทางตามยาวของแผ่นตาข่าย ดังนั้น ในการจัดวางตาข่ายในพื้นที่ก่อสร้างต้องจัดวางในลักษณะให้ทิศทางตามยาวของตาข่ายตั้งฉากกับแนวเส้นกึ่งกลางถนน (แนว Center line)
    10.3 วางถุงบรรจุดิน (Soil Bags) ตำแหน่งตามแบบและรูปรายละเอียด "A" ถมวัสดุดินถมที่มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดและทำการบดอัดดินให้ได้ความหนาแน่นตามมาตรฐานการก่อสร้างดินถมคันทางและติดตั้งชั้นวัสดุแผ่นระบายน้ำในแนวตั้ง บริเวณด้านหลังที่ติดกับงานตัดคันทาง การถมวัสดุดินถมและการบดอัด ให้ถม บดอัดเป็นชั้นๆ หนาชั้นละประมาณ 25 ซม. หรือเท่ากับ 1 ถุง Soil Bag จนถึงระดับตาข่ายหลักชั้นต่อไป โดยใช้เครื่องจักรบดอัดที่มีขนาดเหมาะสมกับสภาพขนาดพื้นที่งาน และให้ได้ความหนาแน่นตามมาตรฐานการก่อสร้างคันทาง
    10.4 ม้วนตาข่ายที่เผื่อไว้ม้วนกลับเข้ามาในคันทาง วางตาข่ายเสริมกำลังดินหลักของชั้นต่อไป ทำการยึดตาข่ายชั้นล่างกับตาข่ายชั้นบนด้วยวัสดุต่อยึด ให้เผื่อปลายด้านหน้าไว้ เพื่อทำการม้วนกลับภายหลัง
    10.5 จัดวางถุงบรรจุดินและทำตามข้อ 10.3 และ ข้อ 10.4 จนได้ความสูงของงานตาข่ายเสริมกำลังดินตามที่ออกแบบไว้
    10.6 ขณะที่ทำการถมวัสดุลงบนตาข่ายเสริมกำลังดิน จะต้องดึงตาข่ายให้ตึงอยู่เสมอ และเพื่อป้องกันมิให้ตาข่ายได้รับความเสียหายต้องระวังไม่ให้เครื่องจักรในการก่อสร้างทับบนตาข่ายโดยตรง
    10.7 ให้ฉีดน้ำลงบนผิวหน้าของถุงบรรจุดิน เมื่อสิ้นสุดการทำงานในแต่ละวัน และบำรุงรักษาจนกว่าหญ้าจะงอกขึ้นบริเวณด้านหน้าของกระสอบป่าน
11. การวัดปริมาณงานและการจ่ายเงิน
    11.1 คันทางที่ก่อสร้างโดยการเสริมกำลังดินด้วย GEOGRID จะวัดปริมาณงานเป็นตารางเมตรของพื้นที่ด้านหน้าคันทางในแนวดิ่ง (VERTICAL PROTECTION AREA) ดังที่ได้แสดงไว้ในแบบที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จ และตรวจรับงานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว
    11.2 การเบิกจ่ายค่างานของคันทางเสริมกำลังดินด้วย GEOGRID ให้คิดเป็นราคา ต่อ ตารางเมตร จากปริมาณงานตามข้อ 11.1 ราคาค่างานจะประกอบไปด้วยค่าวัสดุ GEOGRID และการติดตั้ง งานวางถุงกระสอบป่านบรรจุดิน, งานวางท่อระบายน้ำ PVC เจาะรู, งานทดสอบดินฐานราก, งานออกแบบรายละเอียด, งานทดสอบวัสดุ และงานอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อให้การก่อสร้างแล้วเสร็จสมบูรณ์
    11.3 งานขุดตัดคันทาง ให้คิดค่างาน "ROADWAY EXCAVATION" ตามมาตรฐานการก่อสร้างของกรมทางหลวง
    11.4 งานบดอัดวัสดุคัดเลือก สำหรับคันทางเสริมกำลังดิน, งานดินถมทั่วไป, งานหินถม, หินย่อย เพื่อการระบายน้ำ ให้คิดค่างานแยกต่างหาก โดยจ่ายเป็น ลบ.ม.
    11.5 วัสดุเพื่อการระบายน้ำแนวตั้ง (GEOCOMPOSITE), แผ่นใยสังเคราะห์ ให้คิดค่างานแยกต่างหาก โดยจ่ายเป็นตารางเมตร

หมายเหตุ :

แบบแนะนำนี้ประกอบด้วยแบบจำนวน 2 แผ่น ที่ต้องใช้ประกอบร่วมกัน คือแบบ เลขที่ ER-13/1 และ ER-13/2

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

รายละเอียดคุณลักษณะทั่วไปของคันทางเสริมกำลังดินที่ใช้ GEOGRID

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-13/2
SHEET NO. 17

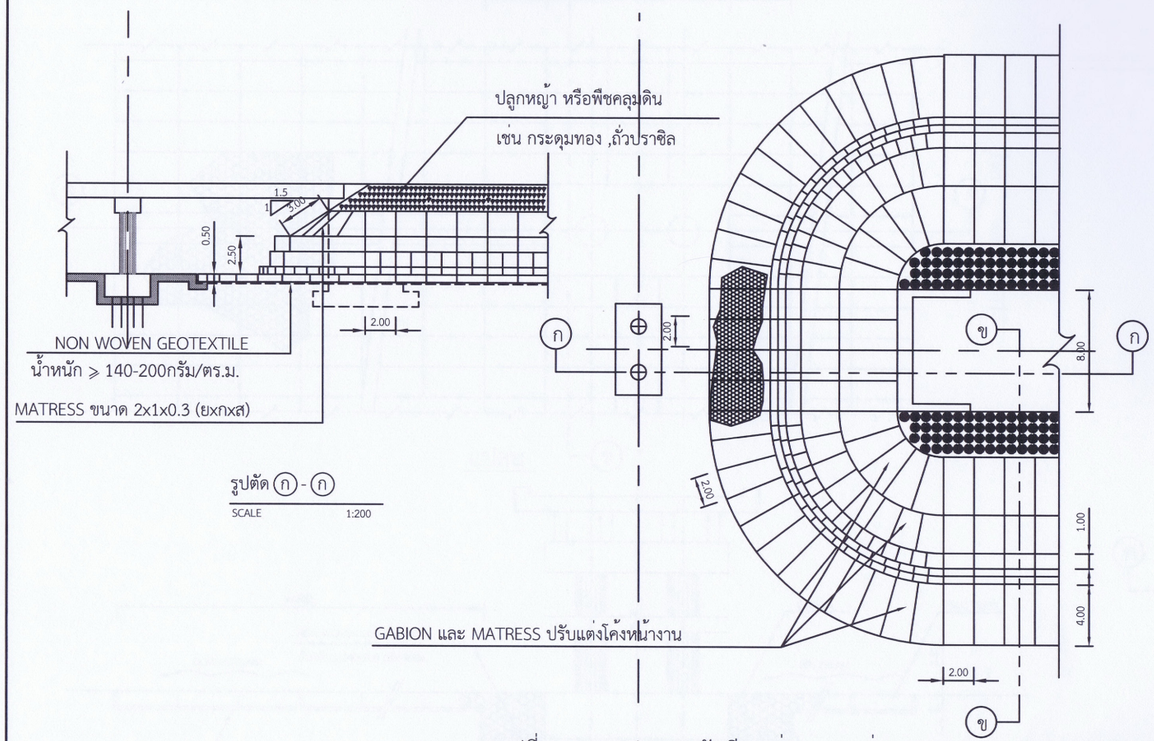
การป้องกันการกัดเซาะคอสะพาน
(BRIDGE ABUTMENT PROTECTION)

วัตถุประสงค์ : ในพื้นที่เขตภูเขาสูง กระแสน้ำจะไหลเร็ว และหมุนวนเกิดการกัดเซาะอย่างรุนแรงบริเวณตอม่อ และคอสะพาน การใช้โครงสร้างประเภท Rigid เช่น Concrete Lining ในการป้องกันการกัดเซาะคอสะพานจะไม่ได้ผลดี เท่ากับการเลือกใช้โครงสร้างประเภทยืดหยุ่น เช่น Gabion และ Mattress ซึ่งก่อสร้างได้ง่าย และสามารถใช้วัสดุท้องถิ่น เช่น หิน ,กรวดแม่น้ำ นำมาประกอบเป็นโครงสร้างได้ ช่วยประหยัดต้นทุนค่าก่อสร้างได้เป็นอย่างมาก

ขอบเขตการใช้งาน : การเลือกใช้ทางเลือก "ก" หรือ "ข" ขึ้นอยู่กับความเร็วของกระแสน้ำ และความรุนแรงของการกัดเซาะ ทางเลือก "ก" จะให้ความแข็งแรง และปลอดภัยมากกว่า

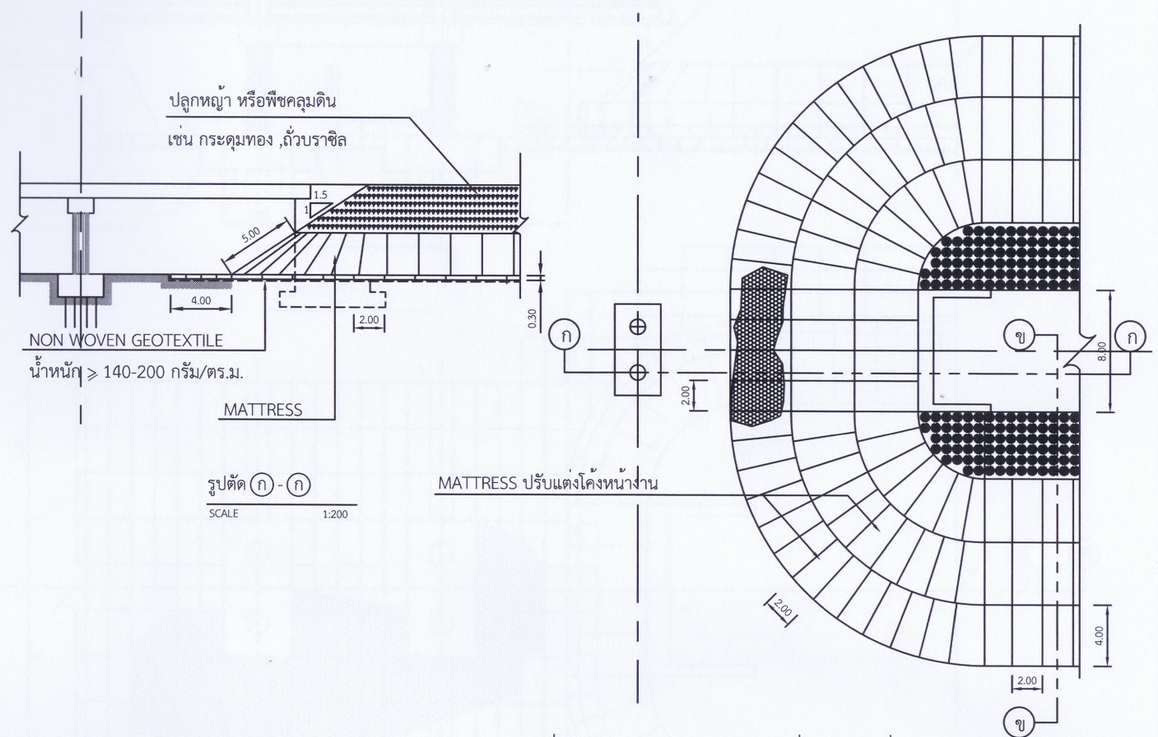
ข้อจำกัด : แบบแนะนำนี้เหมาะสำหรับสะพานที่อยู่ในเขตภูเขาสูงมีความต่างระดับมาก กระแสน้ำไหลเร็ว เกิดการกัดเซาะรุนแรง นอกจากนั้นยังสามารถหาวัสดุท้องถิ่นธรรมชาติ เช่น กรวดแม่น้ำ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นโครงสร้างได้ การก่อสร้างควรจะทำในหน้าแล้ง และความสูงของโครงสร้างควรพ้นระดับน้ำสูงสุดปกติ

1. ทางเลือก "ก" ใช้โครงสร้าง GABION และ MATTRESS

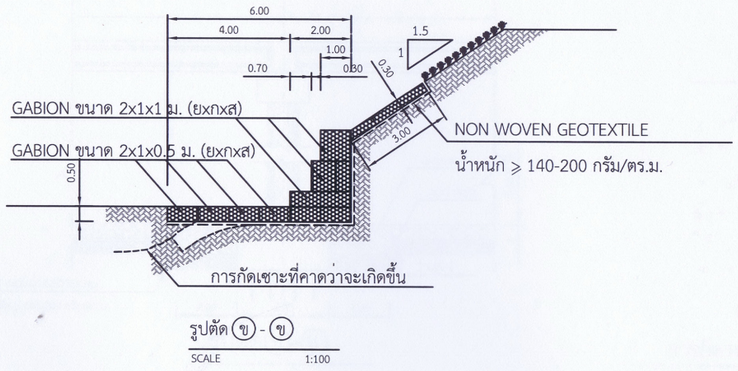


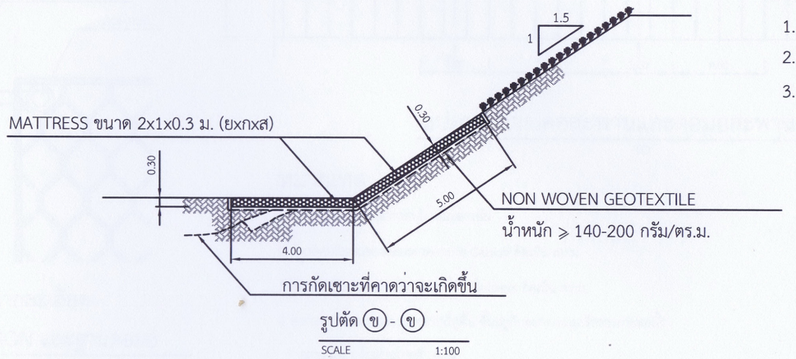
รูปที่ 1. แสดงแปลนการจัดเรียงกล่องลวดตาข่าย GABION และ MATTRESS ตามแบบทางเลือก "ก"

2. ทางเลือก "ข" ใช้โครงสร้าง MATTRESS อย่างเดียว



รูปที่ 2. แสดงแปลนการจัดเรียงกล่องลวดตาข่าย MATTRESS ตามแบบทางเลือก "ข"





หมายเหตุ :

1. มิติเป็นเมตร นอกจากที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น
2. การคิดปริมาณงานของกล่องลวดตาข่าย Gabion คิดเป็น ลบ.ม.
3. การคิดปริมาณงานของกล่องลวดตาข่าย Mattress คิดเป็น ตร.ม.

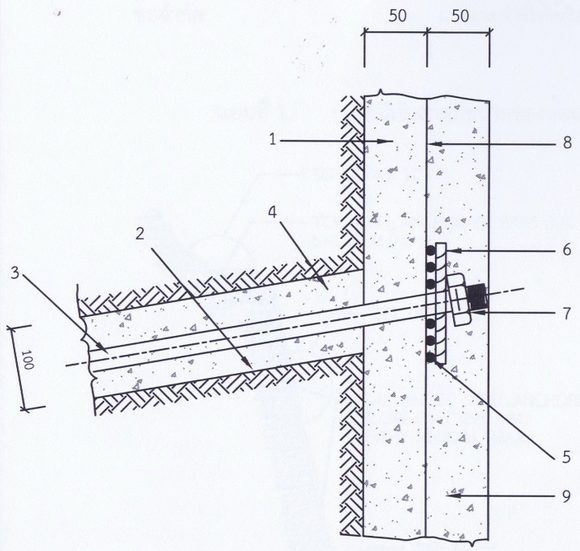
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
การป้องกันการกัดเซาะคอสะพาน
(BRIDGE ABUTMENT PROTECTION)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	ER-11
SHEET NO.	14

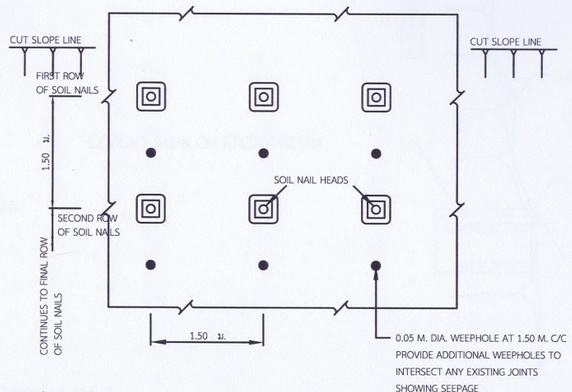
SOIL NAIL



Dimensions are in mm

รูปที่ 5. แสดงรายละเอียดของ Soil Nail

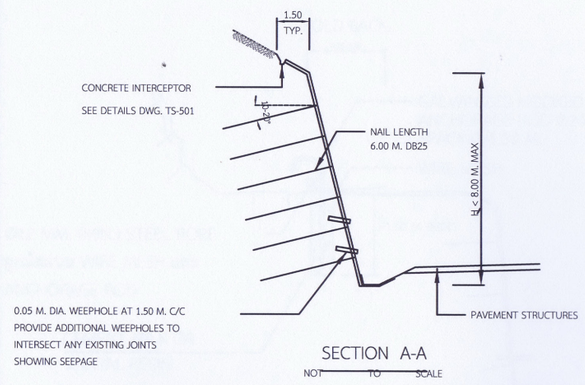
1. Shotcrete ผิวหน้า ชั้นที่ 1.
2. หลุมเจาะขนาด 100 มม.
3. เหล็กข้ออ้อย Ø 25 มม. (เคลือบสังกะสี)
4. อัดฉีดน้ำปูนทราย (Grout Mortar)
5. 6 - RB 9 มม.
6. แผ่นเหล็กขนาด 150x150x12 มม. (เคลือบสังกะสี)
7. M 24 washer และ Nut (เคลือบสังกะสี)
8. Wire mesh Ø 3.15 มม. @ 10x10 ซม.
9. Shotcrete ผิวหน้า ชั้นที่ 2.



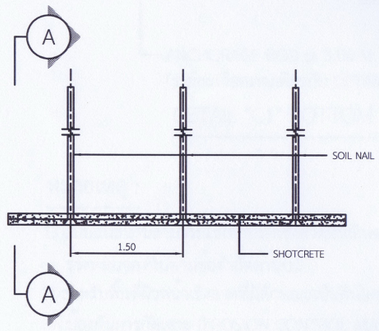
รูปที่ 7. FRONT VIEW ON AN AREA OF NAILED SLOPE

ตารางที่1 แสดงขนาด, ความยาว และระยะห่าง ของ Soil Nail

NO.	CUT HEIGHT IN SOIL (M.)	NAIL SIZE	NAIL LENGTH (M.)	NAIL SPACING (M.)
1	5.00 < H < 8.00	DB25	6.00	1.50x1.50



รูปที่ 6. แสดงการตัดเชิงลาดดินเพื่อฝัง Soil Nail (ความสูง < 8 ม.)



รูปที่ 8. แสดงภาพแปลนบางส่วน

รายละเอียดคุณลักษณะทั่วไปของ Soil Nailing :

1. Soil Nail ประกอบด้วยเหล็กข้ออ้อย, ตัวยึดจัดศูนย์กลาง (CENTRALIZER), และส่วนปิดหัว (HEAD ASSEMBLY) เหล็กข้ออ้อยที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติตาม มอก. 24-2548 และชุบสังกะสีโดยการจุ่มร้อนมีความหนาไม่น้อยกว่า 110 ไมครอน ส่วนที่เป็นเกลียวจะทำขึ้นภายหลังจากการชุบสังกะสี และจะต้องทาสีกันสนิม น็อตทำจากเหล็กเกรด 8.8 สามารถรับแรงกระทำได้ไม่น้อยกว่า 85% ของแรงดึงประลัยของเหล็กข้ออ้อยที่ใช้เป็น Soil Nail
2. ระยะห่างและความยาวของ Soil Nail ตามแบบแนะนำนี้ เป็นเพียงรูปแบบเบื้องต้นผู้รับจ้างจะต้องทำการสำรวจรายละเอียดทางวิศวกรรมธรณี และทำการทดสอบ PULL OUT TEST อย่างน้อย 2% ของปริมาณจำนวน Soil Nial ที่ต้องติดตั้งในบริเวณนั้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลยืนยันว่า Soil Nail ที่ให้ออกแบบสามารถรับแรงดึงได้ตามที่คำนวณไว้ ผู้รับจ้างจะต้องทำแบบรายละเอียดที่ใช้ในการก่อสร้างพร้อมทั้งรายการคำนวณ การวิเคราะห์ เสถียรภาพของเชิงลาดที่ได้รับการเสริมกำลังดินด้วยวิธี Soil Nail
3. การเจาะหลุมเพื่อติดตั้ง Soil Nail จะกระทำโดยใช้เครื่องเจาะแบบ PERCUSSION ROTARY โดยใช้ลมเป่าเศษดินและหินในหลุมเจาะ ห้ามใช้น้ำในการทำความสะอาดหลุมเจาะ หลุมเจาะจะเบี่ยงเบนไปจากตำแหน่งที่กำหนดไม่เกิน 2%
4. Soil Nail ที่ทำการทดสอบ PULL OUT TEST จะต้องทำการติดตั้งและทดสอบก่อนทำการก่อสร้าง Soil Nail ถาวร และไม่เป็นส่วนหนึ่งของ Soil Nail ถาวร ค่าใช้จ่ายในการทดสอบเป็นของผู้รับจ้าง โดยผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของการทดสอบเพื่อขอความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อน
5. หลังงานเตรียมหลุมเจาะและติดตั้ง Soil Nail ที่ประกอบเสร็จแล้ว ลงในหลุมเจาะผู้รับจ้างจะต้องทำการอัดฉีดน้ำปูน GROUT MORTAR ลงในหลุมเจาะด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้
   - GROUT MORTAR จะต้องมีอัตราส่วน W/C RATIO เท่ากับ 0.40 ภายหลังการผสม และก่อนนำไปใช้ฉีดอัด ส่วนผสม MORTAR จะถูกสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM. 939-87 (FLOWCONE METHOD)
   - ตัวอย่างของ GROUT MORTAR จะถูกเก็บเพื่อทำการทดสอบกำลังอัดที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน โดยมีขนาดวัสดุตัวอย่าง 100 x 100 x 100 มม. ทั้งนี้ค่ากำลังอัดของก้อนวัสดุตัวอย่างที่อายุ 28 วัน จะต้องไม่น้อยกว่า 30 MPa
   - การใส่สารผสม(ADDITIVE MATERIAL)ลงใน GROUT MORTAR จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน BS 5075 PART 1:1982
6. การทดสอบ PULL OUT TEST
   ผู้รับจ้างจะต้องเสนอรายละเอียดของการทำ PULL OUT TEST ซึ่งประกอบด้วย
   6.1 การเจาะหลุมและติดตั้ง Soil Nail ที่จะทำการทดสอบในสนาม การทดสอบ PULL OUT TEST จะสามารถกระทำได้ก็ต่อเมื่อค่าจำกัดของ GROUT MORTAR มีค่าไม่น้อยกว่า 28 MPa
   6.2 แรงดึงทดสอบสูงสุด (MAXIMUM PULL-OUT FORCE IN TESTING, "TP") มีค่าเท่ากับ 80% ของกำลังรับแรงดึงสูงสุดของ SOIL NAIL โดยมีค่ากำลังรับแรงดึงเริ่มต้น (INITIAL PULL-OUT STRENGTH, "TA") เท่ากับ 5% ของ TP จากนั้น ทำการแบ่งช่วงของแรงดึงทดสอบเป็น 5 ค่า โดยแต่ละค่ามีขนาดเท่ากับ T โดย T = (TP-TA) / 5
   6.3 วงรอบของการดึงทดสอบแบ่งเป็น 5 รอบ โดยแต่ละรอบจะมีค่าแรงดึงทดสอบสูงสุด คือ T1, T2, T3, T4 และ T5 โดยจะวัดค่าการยืดตัว (DEFORMATION) ของ SOIL NAIL ณ ตำแหน่งแรงดึงสูงสุด และดึงค้างไว้ที่ 1, 2, 4, 8 และ 15 นาทีในแต่ละรอบ จากนั้นจึงลดแรงดึงลงจนเท่ากับค่าเริ่มต้น ก่อนที่จะทำการทดสอบรอบต่อไป ทั้งนี้ จะต้องมีระยะเวลาห่างกันในแต่ละรอบ 60 นาที
7. การวัดปริมาณงาน และการจ่ายเงิน
   หลังจากได้ตรวจรับงาน โดยการสุ่มทดสอบ SOIL NAIL ที่แล้วเสร็จด้วยวิธี PULL OUT TEST เป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 3% ของจำนวนจุดที่ทำ SOIL NAIL ทั้งหมด การวัดปริมาณงานเพื่อจ่ายเงิน ให้คิดดังนี้

รายละเอียดของงาน	PAY UNIT
- SOIL NAIL	M
- HEAD ASSEMBLY	POINT
- SHOTCRETE	SQ.M.
- WEEP HOLE	POINT

หมายเหตุ

ก) การเบิกจ่ายค่างาน SOIL NAIL ให้คิดราคาต่อชุด ดังที่แสดงไว้ในใบแสดงปริมาณงาน ราคาค่างานจะประกอบไปด้วยงานติดตั้ง SOIL NAIL งานทดสอบดิน งานออกแบบรายละเอียด และงานทดสอบแรงดึงวัสดุ PULL OUT TEST

ข) แบบแนะนำนี้ประกอบด้วยแบบจำนวน 2 แผ่น ที่ต้องใช้ประกอบร่วมกันคือแบบ เลขที่ ER-14/1 และ ER-14/2

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

SOIL NAIL

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	ER-14/2
SHEET NO.	19

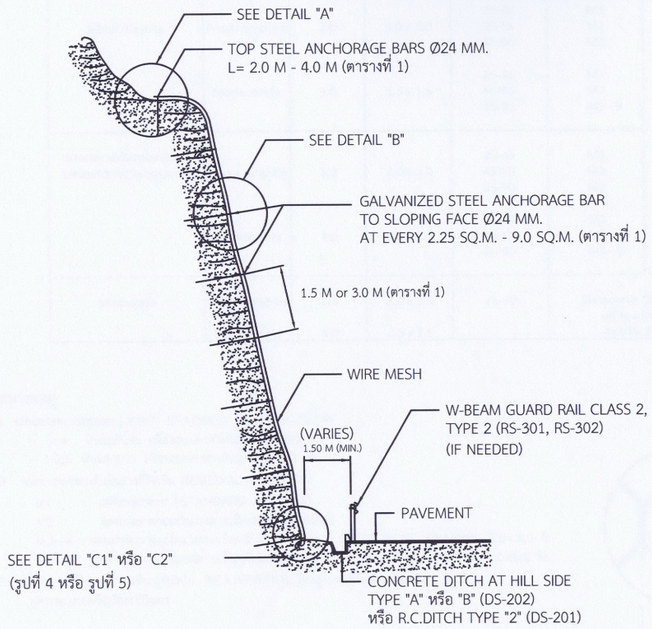
ตาข่ายป้องกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 2

วัตถุประสงค์ : การตัดถนนบนเขาผ่านสภาพภูมิประเทศที่เป็นหินผุ หรือหินเสื่อมสภาพ มักจะพบเห็นปัญหาหินร่วงลงมากีดขวางการจราจรในช่วงฤดูฝน การใช้ตาข่ายป้องกันหินร่วงแบบเสริมแรงเชิงลาดนี้จะช่วยเสริมความแข็งแรงและลดการหลุดร่อนของหินบนเชิงลาดได้สาเหตุของหินร่วงส่วนใหญ่เกิดจากการตัดเขาด้าน Back Slope ที่เป็นหินในลักษณะชันมาก และปัจจัยภายนอกที่ทำให้เกิดหินร่วงเกิดจากการกระทำของน้ำ, ลม, เกิดการกัดเซาะด้านล่างของเชิงลาด, การดันตัวของรากต้นไม้ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ปัจจัยภายในอาจเกิดจากสภาพทางธรณีวิทยาของหินเกิดรอยแตกร้าว ความไม่ต่อเนื่องของเนื้อหิน เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาหินร่วง

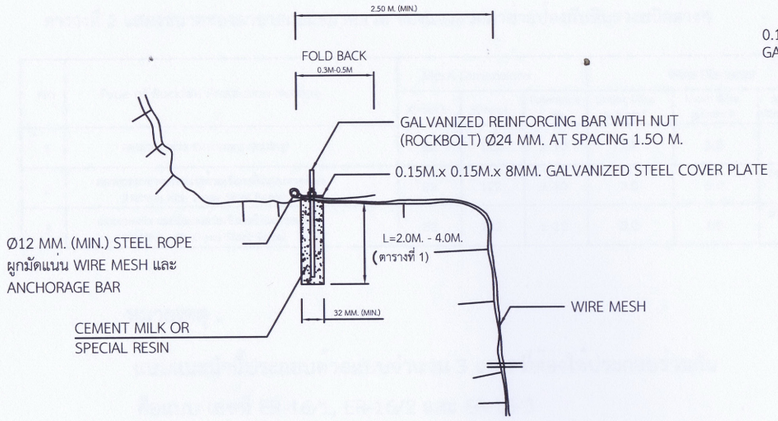
ขอบเขตของแบบแนะนำ : วิศวกรผู้ออกแบบจำเป็นจะต้องศึกษาขนาดของก้อนหิน และลักษณะการร่วงหล่นลงมา เช่น เป็นลักษณะของหินผุขนาดเล็ก (Ravelling) , หินเดี่ยวขนาดใหญ่ (Boulder) เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

ข้อจำกัด : แบบแนะนำนี้ใช้ได้กับเชิงลาดที่มีเสถียรภาพเพียงพอและไม่มีการเคลื่อนตัวของชั้นหินในลักษณะของ Planar or Wedge Slide

แบบที่ 2 : กรณีเชิงลาดมีขนาดของก้อนหินที่ร่วงเกิน 30 ซม. ความหนาของชั้นผิวดินที่ไม่มั่นคงเกิน 50 ซม.

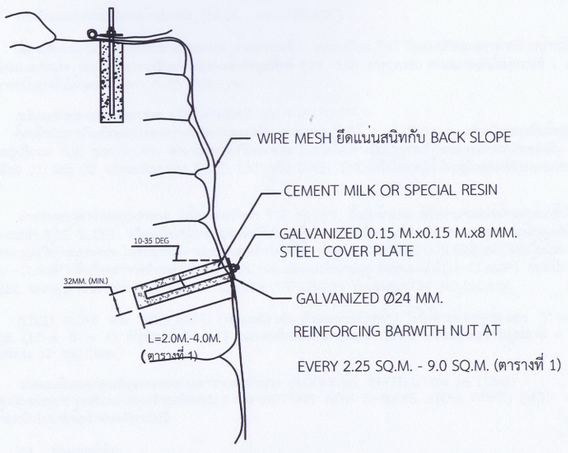


GENERAL VIEW OF ROCKFALL PROTECTION NETTING (STRENGTHENING SYSTEM)

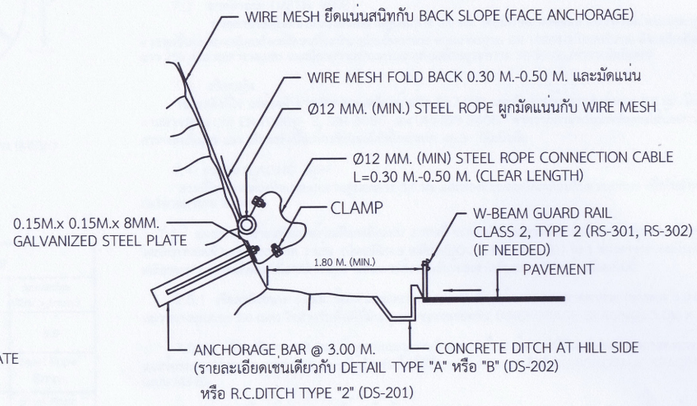


DETAIL "A" TOP ANCHORAGE

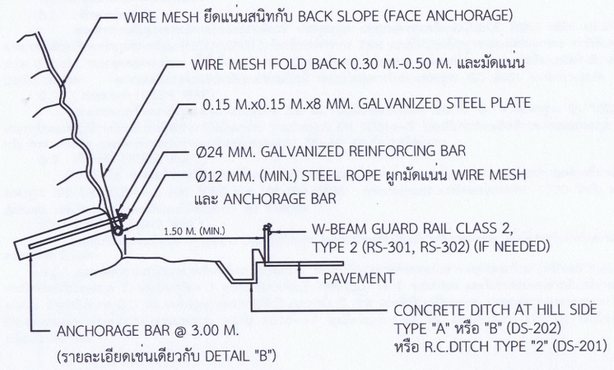
(ดูข้อกำหนดข้อ 2 ประกอบ)



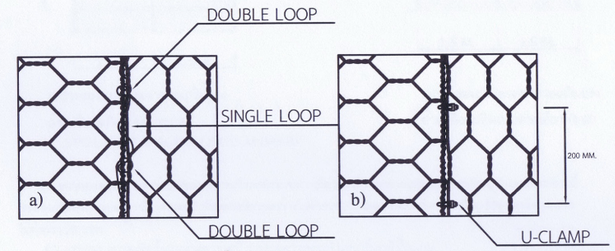
DETAIL "B" FACE ANCHORAGE



DETAIL "C1" BOTTOM TREATMENT แบบ OPEN END



DETAIL "C2" BOTTOM TREATMENT แบบ FIXED END



วิธีการผูกต่อแผงตาข่าย (WIRE MESH)

a) แบบใช้ CONTINUOUS BINDING

b) แบบใช้ U-CLAMP

(ดูข้อกำหนดข้อ 5 ประกอบ)

หมายเหตุ :

1) แบบแนะนำนี้สามารถใช้ได้กับทั้งเชิงลาดที่มีลักษณะเป็นหินล้วน หรือ เป็นหินปนดิน ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการร่วงหล่นของหินตามข้อจำกัดด้านบน

2) แบบแนะนำนี้ประกอบด้วยแบบจำนวน 3 แผ่น ที่ต้องใช้ประกอบร่วมกัน คือแบบเลขที่ ER-16/1, ER-16/2 และ ER-16/3

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

ตาข่ายป้องกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 2

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

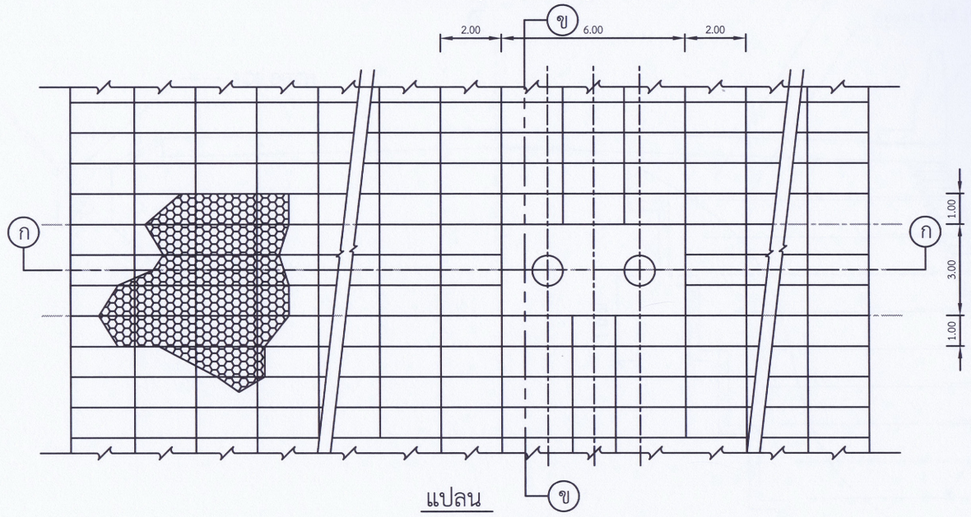
DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	ER-16/1
SHEET NO.	22

การป้องกันการกัดเซาะตอม่อสะพาน
(BRIDGE PIER PROTECTION)

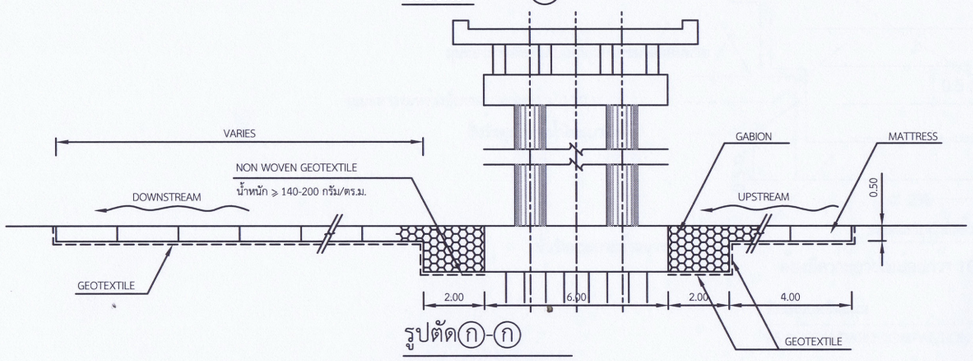
วัตถุประสงค์ : ในพื้นที่เขตภูเขาสูง กระแสน้ำมีความเร็วสูงและมีลักษณะหมุนวนทำให้เกิดการกัดเซาะบริเวณฐานตอม่อสะพานขึ้นได้จนทำให้เกิดการทรุดตัวเสียหายตัวโครงสร้างสะพาน
การป้องกันโดยใช้โครงสร้าง Gabion และ Mattress วางรอบฐานตอม่อเป็นวิธีที่ได้ผลดี มีประสิทธิภาพ และประหยัด

ขอบเขตของการใช้งาน : ระยะที่กำหนดในแบบเป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งเท่านั้น ขนาดพื้นที่ การจัดวาง Mattress ขึ้นอยู่กับลักษณะสภาพภูมิประเทศของลำน้ำและท้องน้ำนั้นๆ

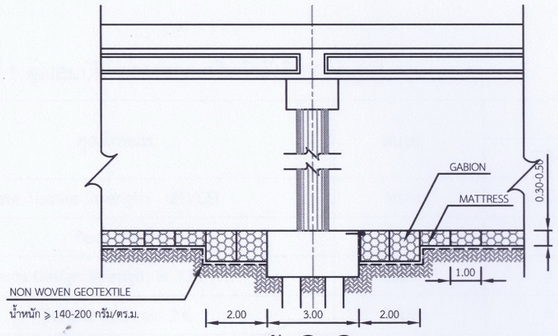
ข้อจำกัด : แบบแนะนำนี้เหมาะสำหรับสะพานที่อยู่ในเขตภูเขาสูงมีความต่างระดับมาก กระแสน้ำไหลเร็ว
และจะมีวัสดุธรรมชาติ เช่น กรวดแม่น้ำ สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุโครงสร้างกล่องลวดตาข่ายได้
การก่อสร้างควรจะทำในฤดูแล้ง และความสูงของโครงสร้างควรพ้นระดับน้ำสูงสุดปกติ



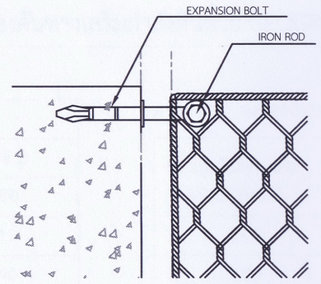
แปลน



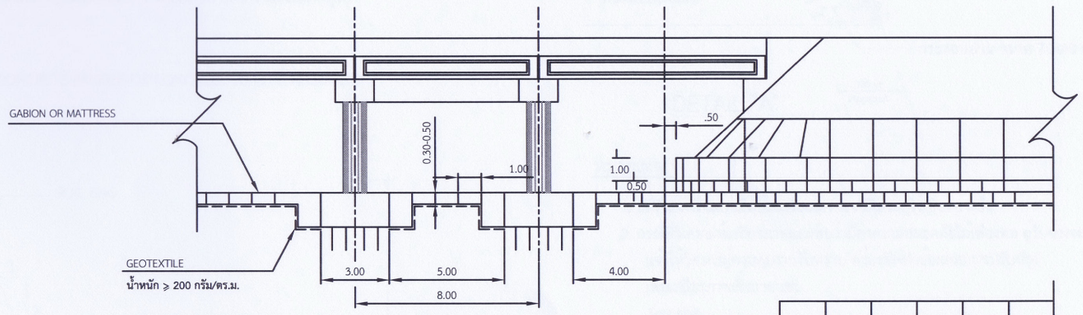
รูปตัด ก-ก



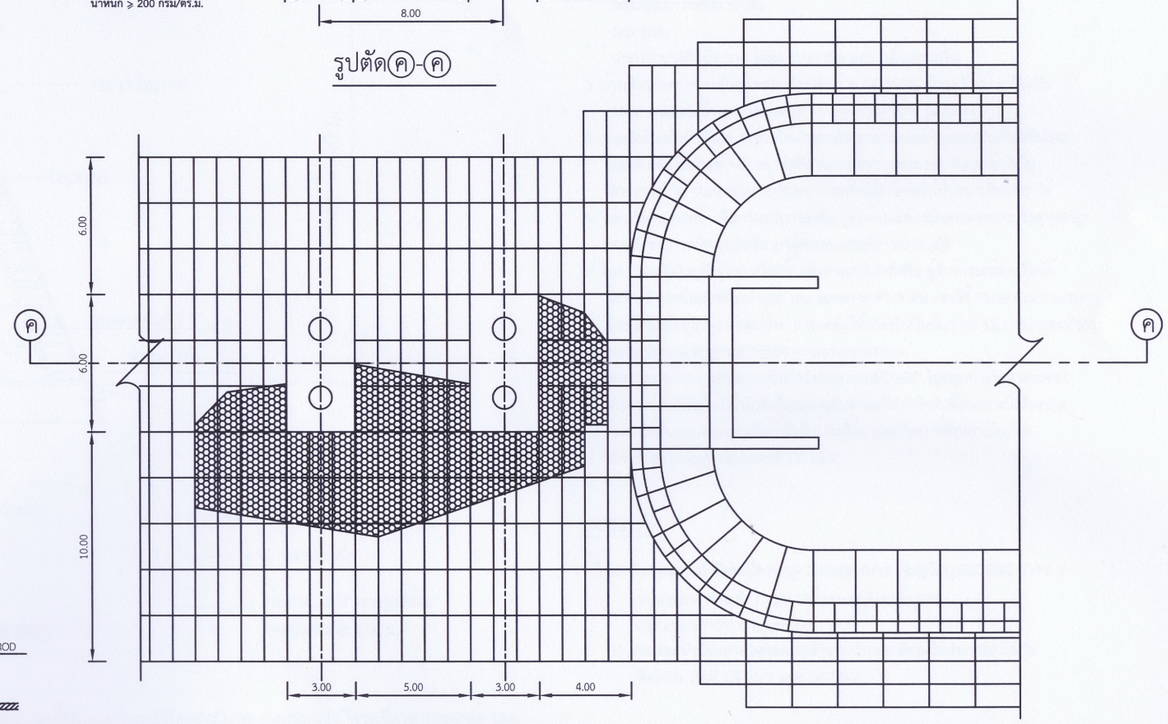
รูปตัด ข-ข



แบบขยาย รายละเอียด
การยึดระหว่าง GABION และฐานตอม่อ



รูปตัด ค-ค



แปลนบริเวณคอสะพานและตอม่อสะพาน
NOT TO SCALE

หมายเหตุ

1. มิติเป็นเมตร นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น
2. การคิดปริมาณของกล่องลวดตาข่าย Gabion คิดเป็น ลบ.ม.
3. การคิดปริมาณของกล่องลวดตาข่าย Mattress คิดเป็น ตร.ม.
4. ความหนาของกล่องลวดตาข่ายที่ปูพื้น ขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วของกระแสน้ำ
ดูตารางที่ 1 ในแบบเลขที่ ER-02

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
การป้องกันการกัดเซาะตอม่อสะพาน
(BRIDGE PIER PROTECTION)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
รวมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	ER-12
SHEET NO.	15

ตาข่ายป้องกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 2

ตารางที่ 1 ความยาวและระยะห่างของสมอยึดหิน และชนิดของแผงลวดตาข่ายป้องกันหินร่วง สำหรับสภาพหิน ชนิดต่างๆในเชิงลาด

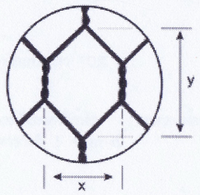
Rock Type	Weathering	Anchorage Length (m)	Anchorage Spacing (m)	Slope Gradient (Deg)	Remedial Methods	
					Joint Spacing "Low"	Joint Spacing "High"
Granite/Basalt/ Rhyolite/Andesite	Fresh-Slightly	2.0	3.0 x 3.0	25-45	M1	M2
				45-65	M2	M3 - A
				65-90	M2	M3 - A
	Moderately	3.0	3.0 x 3.0	25-45	M1	M2
				45-65	M2	M3 - A
				65-90	M3 - A	M3 - A
Schist/Gneiss	Fresh-Slightly	2.0	3.0 x 3.0	25-45	M1	M2
				45-65	M2	M3 - A
				65-90	M2	M3 - A
	Moderately	3.0	1.5 x 1.5	25-45	M1	M2
				45-65	M2	M3 - B
				65-90	M3 - B	M3 - B
Siltstone/Shale/Slate Limestone/Sandstone	Fresh-Slightly	3.0	3.0 x 3.0	25-45	M1	M2
				45-65	M2	M3 - A
				65-90	M2	M3 - A
	Moderately	4.0	1.5 x 1.5	25-45	M1	M2
				45-65	M2	M3 - B
				65-90	M3 - B	M3 - B
Mudstone	Fresh-Slightly	3.0	3.0 x 3.0	25-90	Shotcrete 100mm THK with wiremesh 4x100x100mm	
	Moderately	4.0	1.5 x 1.5			

หมายเหตุ

1 ระยะห่างของรอยแตก (JOINT SPACING) บน BACK SLOPE
- Low หินแตกน้อย หรือรอยแตกห่างกันมากกว่า 50 ซม
- High หินแตกมาก หรือรอยแตกห่างกันน้อยกว่า 50 ซม

2 ชนิดลวดตาข่ายกันหินร่วงที่ใช้เป็น REMEDIAL METHODS
- M1 แผงลวดตาข่าย (STANDARD NETTING)
- M2 แผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบทางเดียว
- M3–A แผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบสองทาง มี STEEL ROPE SPACING 3.0x3.0 M
- M3–B แผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบสองทาง มี STEEL ROPE SPACING 1.5x1.5 M

3 สภาพการเสื่อมสลายของหิน (ROCK WEATHERING) ให้อยู่ในดุลพินิจของนายช่าง ผู้ควบคุมงานหรือนักธรณีวิทยา



รูปที่7 แสดงรูปร่างของช่องตาข่าย (MESH)

ตารางที่ 2 แสดงขนาดช่องตาข่ายและขนาดลวด ของแผงลวดตาข่ายป้องกันหินร่วงชนิดต่างๆ

No	Type of Rockfall Protection Netting	Mesh Dimensions			Wire Diameter		
		X(mm.)	Y(mm.)	Tolerance %	Lacing Wire ≥(mm.)	Mesh Wire ≥(mm.)	Selvedge Wire ≥(mm.)
1	แผงลวดตาข่าย (Standard Netting)	82	122	± 10	2.2	3.0	3.9
2	แผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบทางเดียว (Netting with 1-way Steel Rope)	82	122	± 10	3.0	3.0	Steel Rope 8mm.
3	แผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบสองทาง (Netting with 2-way Steel Rope)	82	122	± 10	3.0	3.0	Steel Rope 8mm.

หมายเหตุ :

แบบแนะนำนี้ประกอบด้วยแบบจำนวน 3 แผ่น ที่ต้องใช้ประกอบร่วมกัน คือแบบ เลขที่ ER-16/1, ER-16/2 และ ER-16/3

รายการก่อสร้างและข้อกำหนด

1. แบบป้องกันหินร่วงจากเชิงลาด (ROCKFALL PROTECTION NETTING) ตามรายละเอียดนี้ เป็นแบบแนะนำโดยทั่วไปเท่านั้น และประยุกต์ใช้กับ BACK SLOPE ที่ขนาดของก้อนหินร่วงก้อนโตที่สุดไม่เกิน 1 ลบ.ม และในกรณีที่หินร่วงมีความรุนแรงหรือขนาดของก้อนหินมีขนาดโตมาก หรือ SLOPE มีลักษณะ IRREGULAR มีความจำเป็น จะต้องได้รับการออกแบบเสริมความแข็งแรงพิเศษเฉพาะที่นั้นๆเพิ่ม

2. การยึดแผงตาข่ายส่วนบน (TOP ANCHORAGE) ให้ดำเนินการดังนี้

ในกรณีที่ BACK SLOPE มีลักษณะเป็นหินแข็งมาก (FISSURED HARD ROCK) หรือเป็นหินแน่นแข็ง (COMPACT ROCK)ให้เจาะรูในหินลึกไม่น้อยกว่า 2 – 4 เมตร ตามลักษณะของเชิงลาดในตารางที่ 1 แล้วฝังด้วยGALVANIZED ROCKBOLT ขนาด DB ≥ 24 พร้อมทั้งยารูใหลนิทด้วย CEMENT MILK หรือ SPECIAL RESIN ระยะห่าง (SPACING) ของจุดยึดต้องไม่เกิน 1.5 เมตร (ตรายละเอียด "A" ประกอบ) และแต่ละจุดยึดต้องรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 0.35 TONS/M ในส่วนลวดตาข่าย (WIRE MESH) จะต้องผูกยึดแนบกับ STEEL ROPE ที่มีความยาวต่อเนื่องและมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 12 มม. และพับลวดตาข่ายกลับ (FOLD BACK) ประมาณ 0.30 ม. – 0.50 ม. ผูกมัดให้แนบ

3. การยึดแผงตาข่ายบริเณหน้าเชิงลาด (FACE ANCHORAGE)

ให้ดำเนินการตามสภาพและประเภทของหิน ตามตารางที่ 1, รายละเอียด "B" โดยการยึดแผงตาข่ายกับหน้าของเชิงลาดและให้ตึงแนบแข็งแรง ระยะห่างของจุดยึดแต่ละจุดจะต้องคลุมพื้นที่ 2.25 - 9.00 ตารางเมตร ตามสภาพหินในตารางที่ 1 แต่ละจุดยึดสามารถรับแรงดึงได้ไม่น้อย กว่า 0.35 TONS/M

4. บริเวณส่วนล่างสุดของตาข่าย (TREATMENT AT THE FOOT)

ต้องดำเนินการในลักษณะให้สามารถเปิดปลายออกได้ ประมาณ 0.30 ม. – 0.50 ม. เพื่อเปิดออกเก็บก้อนหินที่ตกร่วงมากองอยูบริเวณ TOE ของ SLOPE ตามระยะเวลาที่เหมาะสม ในการนี้ให้ดำเนินการตามลักษณะ และประเภทของหิน ตามแบบรายละเอียด C1 และ C2 การจะเลือกแบบ FIXED END หรือ OPEN END ถ้าไม่ได้ระบุไว้ ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

5. การวางแผงตาข่ายคลุมเชิงลาด ให้ใช้การคลี่จาก TOE SLOPE ขึ้นไปข้างบน หรือสามารถนำม้วนตาข่ายขึ้นไปข้างบนแล้วคลี่ลงมาหา TOE SLOPE หรือจะใช้เครื่องมืออุปกรณ์อื่นใด เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพสูงสุด และต้องผูกมัดรอยต่อระหว่างแผงให้ประสานแนน ในกรณีที่มิได้ระบุเป็นแบบอื่นใดให้ใช้ แบบ (a) CONTINUOUS BINDING หรือใช้แบบ (b) โดยใช้คลิป (U–CLAMP) ยึดเชือกลวดเหล็กกล้าทก ๆระยะ 20 ซม. แหนการใช้ลวดผูก ลักษณะคลิป (U–CLAMP) ต้องเป็น COATED STEEL ขนาด Ø ไม่น้อยกว่า 3.00 มม., TENSILE STRENGTH ไม่น้อยกว่า 150 KG/SQ.MM.

6. STEEL ROPE หรือ WIRE ROPE (เชือกสลิง หรือ เชือกลวดเหล็กกล้า) ให้ใช้ตามมาตรฐาน มอก. 514–2531 แบบ6 (12 + 6 + 1) สัญลักษณ 6 x 19 ,แกนเหล็กกลา ชั้นคุณภาพ 1570 เคลือบสังกะสีชั้นคุณภาพ ค ขนาดเส้นผ่าศูนยกลาง 12 มม. (Min)

7. รายละเอียดและคุณลักษณะของลวดตาข่ายกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) ของ แผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบ 2 ทาง (NETTING WITH 2–WAYS STEEL ROPE) (M3) จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

7.1 ลักษณะทั่วไป

แผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบ 2 ทางนี้ ประกอบด้วย แผงลวดตาข่ายชนิด DOUBLE TWIST WIRE MESH ที่เกิดจากการพันลวดเป็นตาข่ายรูปหกเหลี่ยม (HEXAGONAL) โดยที่ตามแนวยาว และแนวขวางของแผงลวดตาข่าย จะมีเชือกสลิง (STEEL ROPE) ขนาด 8.0 มม. รอยอยูภายในเป็นระยะๆ ทั้งนี้เพื่อช่วยในการถายแรงภายในระบบแผงตาขายและช่วยให้การผ่านแรงไปยังสมอยึดหินมีประสิทธิภาพมากขึ้น แผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบ 2 ทางนี้ จะต้องได้รับการรับรอง มาตรฐาน ISO 9001 จากโรงงานผู้ผลิต

7.2 ลวดตาข่าย (MESH WIRE)

ลวดตาข่ายที่ใช้ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0 มม. โดยมีค่าคลาดเคลื่อน ±0.10 มม. ตามมาตรฐาน EN 10223-3 ลวดทุกชิ้นจะต้องเคลือบสังกะสีก่อนที่จะนำมาถักเป็นตาข่าย ตามมาตรฐาน EN 10244-2 โดยปริมาณ สังกะสีเคลือบจะต้องไม่น้อยกวา 255 กรัม ตอตารางเมตร และมีค่าความตานทานแรงดึงเฉลี่ยอยูระหวาง 38-50 กก./ตารางมิลลิเมตร

7.3 เชือกสลิง

เชือกสลิงที่ใช้ จะต้องทำจากเชือกลวดเหล็กกล้าชนิด 6x7 IWR และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.0 มม. โดยมีการเคลือบสังกะสีตามมาตรฐาน UNI EN 10264–2, DIN 3060 และ UNI ISO 2408. คาความตานทานแรงดึงต้องไม่น้อยกว่า 1770 นิวตัน ตอตารางมิลลิเมตร และ เชือกสลิงนี้จะต้องรับแรงดึงได้ไม่ต่ำกว่า 40.3 กิโลนิวตัน

7.4 ลวดพัน (LACING WIRE)

ลวดที่ใช้พันจะต้องมีขนาดเส้นผานศูนย์กลาง 3.0 มม และต้องมีคุณสมบัติเหมือนกับลวดตาข่าย เพื่อใช้สำหรับพันยึดต่อระหว่างแผงลวดตาขาย 2 แผง

7.5 แผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบ 2 ทางนี้ จะต้องเกิดจากการพันลวดเป็นตาข่ายรูปหกเหลี่ยม (HEXAGONAL) โดยใช้การบิดพันเกลียวของลวด 2 เส้น เป็นเกลียว 3 เกลียว (DOUBLE TWISTED) ใน 1 ช่องตาข่าย และในขั้นตอนของการพันเกลียวระหว่างการผลิตนั้น เชือกสลิงขนาด 8.0มม.จะต้องถูกถักร้อยเข้าไปในแผงลวดตาข่ายดังต่อไปนี้

7.5.1 เชือกสลิงขนาด 8.0มม. ร้อยตามแนวยาวบริเวณขอบทั้ง 2 ข้างของแผงลวดตาข่าย (ทุกระยะ 3.0 เมตร) และร้อยตามแนวขวางทุกระยะ 3.0 เมตร ใช้สำหรับพื้นที่ที่มีระยะหางของสมอยึดหิน (ANCHORAGE SPACING) 3.0M X 3.0M (แบบ M3-A)

7.5.2 เชือกสลิงขนาด 8.0มม. ร้อยตามแนวยาวบริเวณขอบทั้ง 2 ข้างและที่กึ่งกลางของแผงลวดตาข่าย (ทุกระยะ 1.5 เมตร) และร้อยตามแนวขวางทุกระยะ 1.5 เมตร ใช้สำหรับพื้นที่ที่มีระยะหางของสมอ ยึดหิน (ANCHORAGE SPACING) 1.5M x 1.5M (แบบ M3-B)

โดยเชือกสลิงที่ร้อยตามแนวขวางนั้น จะต้องร้อยผ่านทะลุเกลียวของแผงลวดตาข่าย และที่ปลายทั้งสองข้างทำเป็นบ่วงคล้องรอบเชือกสลิงที่บริเวณขอบแผงลวดตาข่าย ขนาดของช่องตาข่ายจะต้องเป็นไปตาม มาตรฐาน ASTM A975–97 โดยมีความกว้าง 82 มม. และมีความยาว 122 มม. โดยมีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10%

7.6 ขนาดของแผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบ 2 ทางแผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบ 2 ทางนี้ จะต้องผลิตสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิตโดยจะต้องมีความกว้างไม่ต่ำกว่า 3.0 เมตร มีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 5% และมีความยาวไม่ต่ำกว่า 20 เมตร

7.7 การประกอบและติดตั้งแผงลวดตาข่ายนี้ จะต้องถูกวางตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ โดยแต่ละแผงลวดตาข่ายนี้จะต้องวางต่อกันไป และทำการพันยึดรอบระหว่างขอบของแผงลวดตาข่าย 2 แผง การพันยึดระหว่างแผงให้ทำตามแบบ โดยการใช้ลวดพัน พันต่อเนื่อง (CONTINUOUS BINDING) ระหว่างขอบทั้ง 2 ของ แผงลวดตาข่าย โดยวิธีพัน 2 รอบ สลับกับพัน 1 รอบ ทุกๆ ระยะ 100 มม. โดยแต่ละรอบของการพันจะต้องดึงลวดพันให้แนนเพื่อป้องกันไม่ให้มีช่องเปิดระหว่างแผงลวดตาข่าย หรือใช้วิธีการยึดต่อด้วยคลิป (U-CLAMP) ทุกๆระยะ 20 ซม. นอกจากนี้การต่อยึดด้วยวิธีอื่น เช่น การใช้แหวนยึด (LAP LINK) ยังสามารถทำได้โดยให้ทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตการติดตั้งร่วมกับการใช้สมอยึดหิน (ROCKBOLT) จะต้องติดตั้งโดยให้สมอยึดหิน ยึดแน่นกับแผงลวดตาข่าย บริเวณส่วนที่เป็นเชือกสลิงเป็นหลักเพื่อช่วยในการถ่ายแรง

8. รายละเอียดและคุณลักษณะของลวดตาข่ายกันหินรวง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) ของ แผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบทางเดียว (NETTING WITH 1–WAY STEEL ROPE) (M2) จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

8.1 ลักษณะโดยทั่วไป

ลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบทางเดียวนี้ ประกอบด้วย แผงลวดตาข่ายชนิด DOUBLE TWIST WIRE MESH ที่เกิดจากการพันลวดเป็นตาข่ายรูปหกเหลี่ยม (HEXAGONAL) โดยที่ขอบด้านซาง 2ข้าง และที่บริเวณกึ่งกลางของแผงลวดตาข่าย จะมีเชือกสลิง ขนาด 8.0 มม รอยอยูตลอดความยาว ทั้งนี้เพื่อชวยในการถายแรงภายในระบบแผงตาขาย และชวยให้การผานแรงไปยังสมอยึดหินมีประสิทธิภาพมากขึ้น แผงลวด ตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบทางเดียวนี้ จะต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 จากโรงงานผู้ผลิต

8.2 ลวดตาข่าย (MESH WIRE)

ลวดตาข่ายที่ใช้ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0 มม. โดยมีค่าคลาดเคลื่อน ±0.10 มม. ตามมาตรฐาน EN 10223–3 ลวดทุกชิ้นจะต้องเคลือบสังกะสีก่อนที่จะนำมาถักเป็นตาข่าย ตามมาตรฐาน EN 10244–2 โดยปริมาณสังกะสีเคลือบจะต้องไม่น้อยกว่า 255 กรัม ตอตารางเมตร และมีค่าความตานทานแรงดึงเฉลี่ยอยูระหวาง 38–50 กก./ตารางมิลลิเมตร

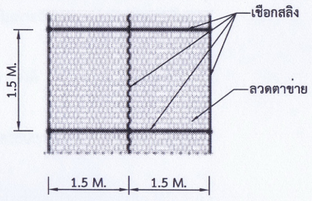
8.3 เชือกสลิง (STEEL ROPE)

เชือกสลิงที่ใช้ จะต้องทำจากเชือกสลิงเหล็กชนิด 6x7 IWR และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.0 มม.โดยมีการเคลือบสังกะสีตามมาตรฐาน UNI EN 10264–2, DIN 3060 และ UNI ISO 2408. คาความตานทานแรงดึงต้องไม่น้อยกว่า 1770 นิวตัน ตอตาราง มิลลิเมตร และเชือกสลิงนี้จะต้องรับแรงดึงได้ไม่ตกว่า 40 กิโลนิวตัน

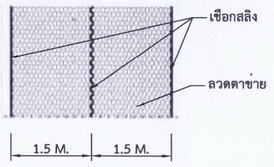
8.4 ลวดพัน (LACING WIRE)

ลวดพันที่ใช้จะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0 มิลลิเมตร และต้องมีคุณสมบัติเหมือนกับลวดตาข่าย เพื่อใช้สำหรับพันยึดต่อระหว่างแผงลวดตาขาย 2 แผง

8.5 แผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบทางเดียวนี้ จะต้องเกิดจากการพันลวดเป็นตาข่ายรูปหกเหลี่ยม (HEXAGONAL) โดยใช้การบิดพันเกลียวของลวด 2 เส้นเป็นเกลียว 3 เกลียว (DOUBLE TWISTED) ใน 1 ของตาขาย และในขั้นตอนของการพันเกลียวระหว่างการผลิตนั้น เชือกสลิงขนาด 8.0 มม จะต้องถูกถักร้อยเข้าไปที่บริเวณขอบทั้ง 2 ข้าง และที่บริเวณกึ่งกลางของแผงลวดตาข่ายตลอดความยาวของแผง ขนาดของช่องตาข่ายจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A975–97 โดยมีความกว้าง 82 มม. และมีความยาว 122 มม. โดยมีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10%



รูปร่างของแผงลวดตาข่ายเสริมแรง
ด้วยเชือกสลิงแบบสองทาง
STEEL ROPE SPACING 1.5X1.5 M (M3-B)



รูปร่างของแผงลวดตาข่ายเสริมแรง
ด้วยเชือกสลิงแบบทางเดียว (M2)

8.6 ขนาดของแผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบทางเดียวแผงลวดตาข่ายเสริมแรงด้วยเชือกสลิงแบบทางเดียวนี้ จะต้องผลิตสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิตโดยต้องมีความกว้างไม่ต่ำกว่า 3.0 เมตร โดยมีค่าคลาดเคลื่อน 5% และมีความยาวไม่ต่ำกว่า 20 เมตร

8.7 การประกอบและติดตั้งแผงลวดตาข่ายนี้ จะต้องถูกวางตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ โดยแต่ละแผงลวดตาข่ายนี้จะต้องวาง ต่อกันไป และทำการพันยึดรอบระหว่างขอบของแผงลวดตาข่าย 2 แผง การพันยึดระหว่างแผงให้ทำตามแบบ โดยการใช้ลวดพัน พันต่อเนื่อง (CONTINUOUS BINDING) ระหว่างขอบทั้ง 2 ของ แผงลวดตาข่าย โดยวิธีพัน 2 รอบ สลับกับพัน 1 รอบ ทุกๆ ระยะ 100 มม. โดยแต่ละรอบของการพันจะต้องดึงลวดพันให้แนนเพื่อป้องกันไม่ให้มีช่องเปิดระหว่างแผงลวดตาข่าย หรือใช้วิธีการยึดต่อด้วยคลิป (U-CLAMP) ทุกๆระยะ 20 ซม. นอกจากนี้การต่อยึดด้วยวิธีอื่น เช่น การใช้แหวนยึด (LAP LINK) ยังสามารถทำได้โดยให้ทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตการติดตั้งร่วมกับการใช้สมอยึดหิน (ROCKBOLT) จะต้องติดตั้งโดยให้สมอยึดหิน ยึดแน่นกับแผงลวดตาข่าย บริเวณส่วนที่เป็นเชือกสลิงเป็นหลักเพื่อช่วยในการถ่ายแรง

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

ตาข่ายป้องกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 2

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

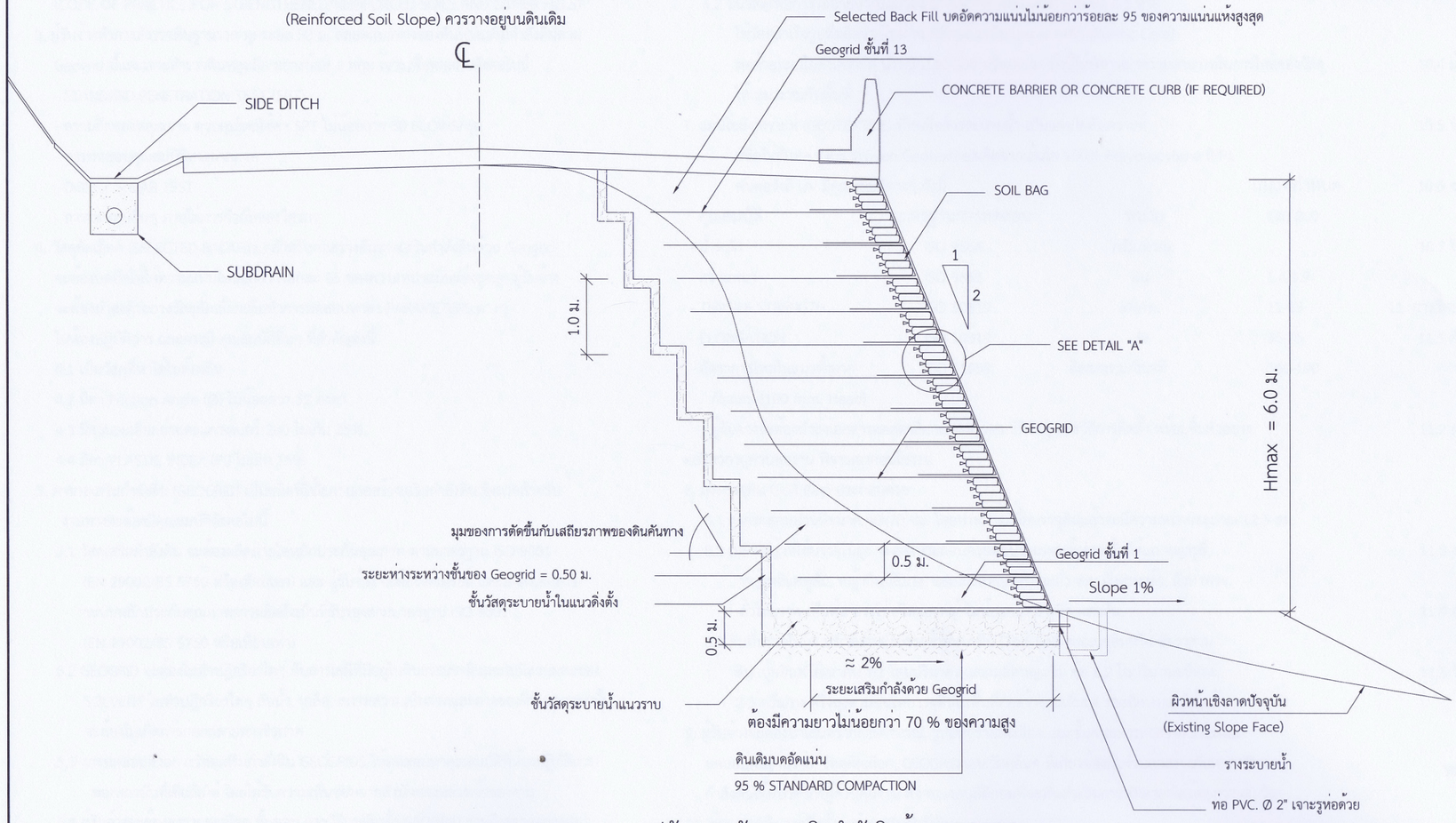
DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-16/2
SHEET NO. 23

คันทางเสริมกำลังดินด้วย GEOGRIDS

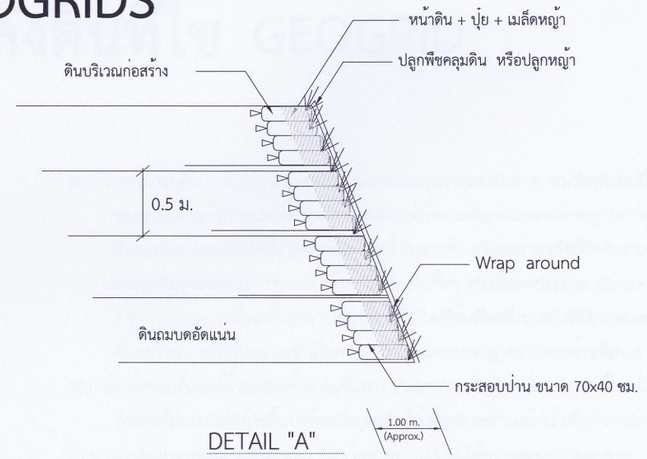
วัตถุประสงค์ : คันทางเสริมกำลังดิน เหมาะสำหรับใช้ในการแก้ปัญหาการเคลื่อนตัว
ของมวลดินด้าน Side Slope โดยใช้ตาข่ายเสริมกำลังดิน (Geogrid) เพิ่มกำลังรับแรงเฉือนให้กับมวลดิน ทำให้สามารถก่อสร้างเชิงลาดที่ชันได้
(Steep Slope) ลดงานดินถม และประหยัดค่าก่อสร้างได้มากกว่าคันทางดินถมปกติ

ขอบเขตของการใช้งาน : **แบบแนะนำนี้ใช้สำหรับก่อสร้างคันทางเสริมกำลังดินที่มีความสูงไม่เกิน 6.00 ม. เท่านั้น** วัสดุที่ใช้ในการถมบดอัดจะต้องตรวจสอบ
และควบคุมคุณภาพให้ได้ตามข้อกำหนดงานก่อสร้าง ผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้วัสดุผิวหน้า (Facing) ของกำแพงได้หลายอย่าง
เช่น กระสอบป่านบรรจุดิน บล็อกคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นต้น

ข้อจำกัด : คันทางเสริมกำลังดิน (Reinforced Soil Slope) จะต้องสร้างอยู่บนดินฐานรากที่มั่นคง (Firm Foundation) ที่มีกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของดิน
(Bearing Capacity) เพียงพอ และไม่มีปัญหาเรื่องเสถียรภาพของเชิงลาดทั้งหมด (Overall Stability) โดยทั่วไปฐานของคันทางเสริมกำลังดิน
(Reinforced Soil Slope) ควรวางอยู่บนดินเดิม



รูปตัดแสดงคันทางเสริมกำลังดินด้วย GEOGRID



หมายเหตุ

1. มิติที่แสดงในแบบมีหน่วยเป็นเมตร หากมิได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น
2. กรณีที่วิเคราะห์เสถียรภาพและพบว่ามีค่าความปลอดภัยไม่เพียงพอ ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้วิศวกรผู้ควบคุมงานรับทราบ พร้อมจัดทำข้อเสนอการปรับปรุงเพิ่มเสถียรภาพเชิงลาด เช่น
   - Soil Nail
   - การปรับปรุงดินฐานราก โดยการตอกเข็ม และเทพื้นคอนกรีต
3. ด้านหัวและท้ายของคันทางเสริมกำลังดินด้วย GEOGRID ควรปรับเข้าหาดินเดิม และควรป้องกันน้ำเซาะ โดยเสริมด้วยกล่องลวดตาข่าย GABION
4. การตัดดินเป็นขั้นบันได จะช่วยให้เกิดแรงยึดเกาะระหว่างคันทางเสริมกำลังดินใหม่และดินเดิมได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามหากพบว่าระยะ Set Back เข้าไปในผิวจราจรมาก จนต้องปิดการจราจร อาจหลีกเลี่ยงโดยตัดเป็นแนวเอียง 60° ได้
5. ก่อนเริ่มงานก่อสร้างคันทางเสริมกำลังดิน ผู้รับจ้างจะต้องนำส่งผลทดสอบวัสดุทุกชนิด รวมถึงรายการคำนวณให้วิศวกรผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติ
6. ในการบดอัดวัสดุคัดเลือก เพื่อสร้างคันทางเสริมกำลังดิน ผู้รับจ้างจะต้องเลือกใช้เครื่องจักรเครื่องมือที่เหมาะสม เช่น รถบดขนาด1-3 ตัน และใช้ Plate Compactor ในบริเวณที่อยู่ใกล้กระสอบป่าน การบดอัดให้กระทำเป็นชั้นๆ ละ 12.5 ซม. และทำการทดสอบตามมาตรฐานการก่อสร้างของกรมทางหลวง
7. ระหว่างการก่อสร้างคันทางเสริมกำลังดินด้วย GEOGRID ในฤดูฝน ผู้รับจ้างจะต้องทำการป้องกันไม่ให้มีน้ำผิวดินไหลเข้าสู่คันทางเสริมกำลังดินที่ก่อสร้างนี้เนื่องจากจะทำให้ดินถมบดอัดสูญเสียกำลังรับแรงเฉือน และเกิดการพังทลายในที่สุด
8. วิธีการก่อสร้างให้ดูในแบบเลขที่ ER-13/2

NOTE :

ก) คันทางเสริมกำลังดินที่ความสูง 5.0 และ 6.0 ม. จะปูวัสดุ GEOGRID TYPE 2 อยู่ส่วนล่าง จำนวน 7 และ 9 ชั้นตามลำดับและปูวัสดุ GEOGRID TYPE-1 อยู่ส่วนบน

ข) แบบแนะนำนี้ประกอบด้วยแบบจำนวน 2 แผ่น ที่ต้องใช้ประกอบร่วมกัน คือแบบ เลขที่ ER-13/1 และ ER-13/2

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของตาข่ายเสริมกำลังดิน Geogrids

คุณลักษณะ	หน่วย	ค่าที่ยอมรับ	
		TYPE 1	TYPE 2
Ultimate Tensile Strength MD/CD	kN/m.	⩾ 60/30	⩾ 80/30
Peak Strain	%	⩽ 11	⩽ 11
Long Term Design Strength at 120 yrs.	kN/m.	⩾ 30	⩾ 40
Tensile at Strain 2%	kN/m.	> 10	> 15
Tensile at Strain 5%	kN/m.	> 25	> 30

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนชั้นและระยะฝังของวัสดุ Geogrids ที่ระดับความสูงต่างๆ

ความสูงคันทางเสริมกำลังดิน , (เมตร)	ระยะฝังของ GEOGRID (เมตร)	จำนวนชั้นของ Geogrid	
		TYPE 1	TYPE 2
3.00	2.50	-	7
4.00	3.00	-	9
5.00	3.50	4	7
6.00	4.50	4	9

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

คันทางเสริมกำลังดินด้วย GEOGRIDS

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-13/1
SHEET NO. 16

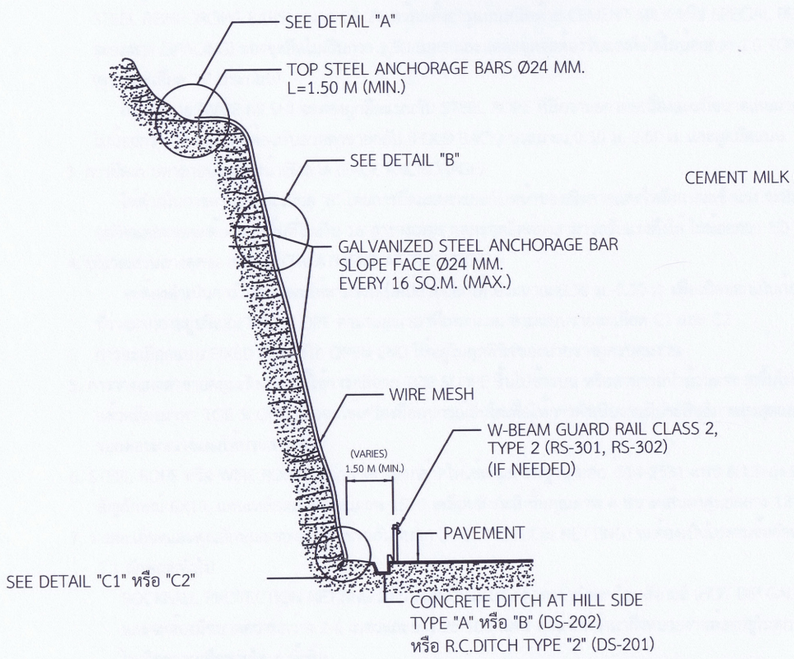
ตาข่ายป้องกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 1

วัตถุประสงค์ : การตัดถนนบนเขาผ่านสภาพภูมิประเทศที่เป็นหินผุ หรือหินเสื่อมสภาพ มักจะพบเห็นปัญหาหินร่วงลงมากีดขวางการจราจรในช่วงฤดูฝน การใช้ตาข่ายป้องกันหินร่วงเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยควบคุมการร่วงของหินให้อยู่ในขอบเขตจำกัด สาเหตุของหินร่วงส่วนใหญ่เกิดจากการตัดเขาด้าน Back Slope ที่เป็นหินในลักษณะชันมาก และปัจจัยภายนอกที่ทำให้เกิดหินร่วงเกิดจากการกระทำของน้ำ , ลม , เกิดการกัดเซาะด้านล่างของเชิงลาด , การดันตัวของรากต้นไม้ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ปัจจัยภายในอาจเกิดจากสภาพทางธรณีวิทยาของหินเกิดรอยแตกร้าว ความไม่ต่อเนื่องของเนื้อหิน เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาหินร่วง

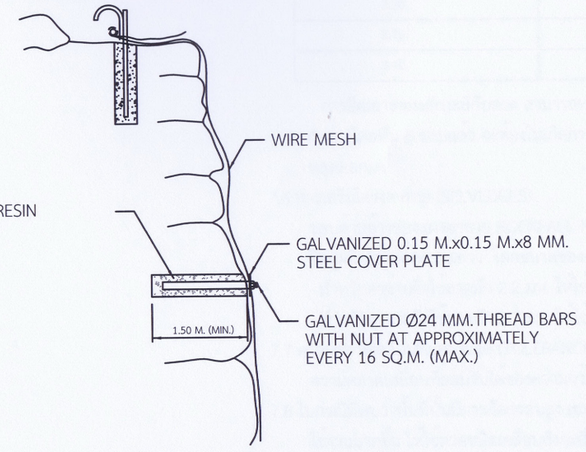
ขอบเขตของแบบแนะนำ : วิศวกรผู้ออกแบบจำเป็นจะต้องศึกษาขนาดของก้อนหิน และลักษณะการร่วงหล่นลงมา เช่น เป็นลักษณะของหินผุขนาดเล็ก (Ravelling) , หินเดี่ยวขนาดใหญ่ (Boulder) เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

ข้อจำกัด : แบบแนะนำนี้ใช้ได้กับเชิงลาดที่มีเสถียรภาพเพียงพอและไม่มีการเคลื่อนตัวของชั้นหินในลักษณะของ Planar or Wedge Slide

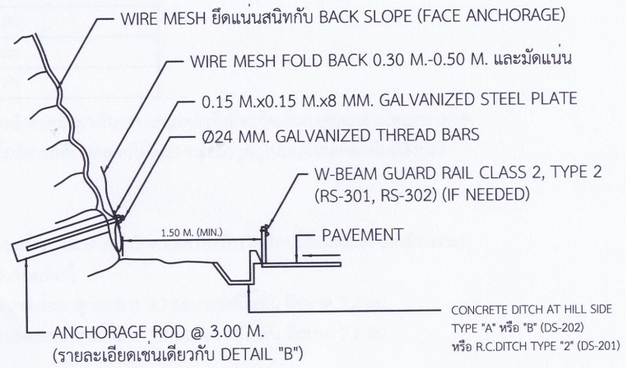
แบบที่ 1 : กรณีเชิงลาดมีขนาดของก้อนหินที่ร่วงไม่เกิน 30 ซม. ความหนาของชั้นผิวดินที่ไม่มั่นคงไม่เกิน 50 ซม.



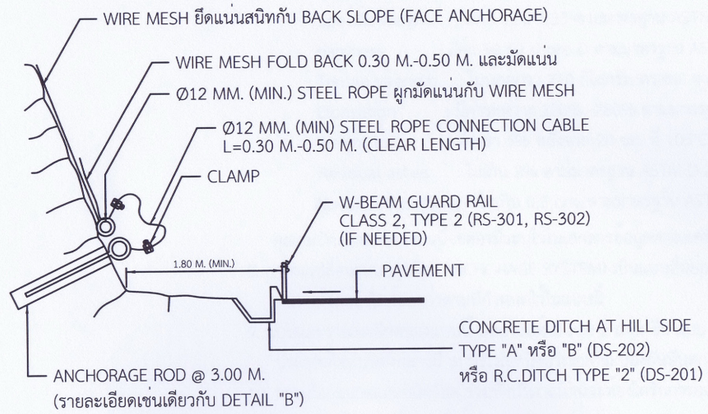
GENERAL VIEW OF ROCKFALL PROTECTION NETTING (DRAPERY SYSTEM)



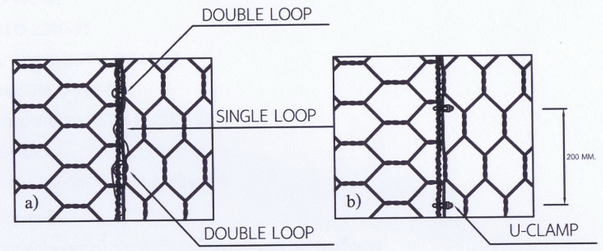
DETAIL "B" FACE ANCHORAGE



DETAIL "C2" BOTTOM TREATMENT แบบ FIXED END



DETAIL "C1" BOTTOM TREATMENT แบบ OPEN END

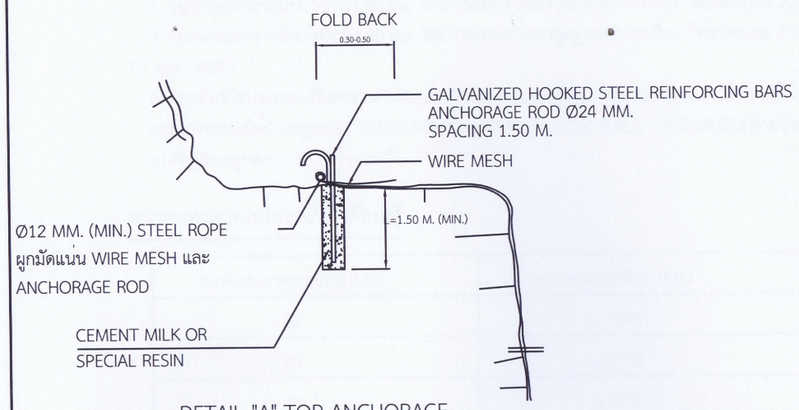


วิธีการผูกต่อแผงตาข่าย (WIRE MESH)

a) แบบใช้ CONTINUOUS BINDING

b) แบบใช้ U-CLAMP

(ดูข้อกำหนดข้อ 5 ประกอบ)



DETAIL "A" TOP ANCHORAGE

(ดูข้อกำหนดข้อ 2 ประกอบ)

หมายเหตุ :

1) แบบแนะนำนี้สามารถใช้ได้กับทั้งเชิงลาดที่มีลักษณะเป็นหินล้วน หรือ เป็นหินปนดิน ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการร่วงหล่นของหินตามข้อจำกัดด้านบน
2) สำหรับพื้นที่ผิวหน้าเชิงลาดที่มีลักษณะเป็นดินโดยส่วนใหญ่ ให้ทำการคลุมพื้นที่ด้วย วัสดุสังเคราะห์สำหรับป้องกันการกัดเซาะ (EROSION CONTROL MATS) อีกชั้นหนึ่งไว้ระหว่างแผงลวดตาข่ายกับผิวหน้าของเชิงลาด เพื่อป้องกันการกัดเซาะผิวหน้าดิน และช่วยในการเจริญเติบโตของพืชคลุมดินตามธรรมชาติ
3) แบบแนะนำนี้ประกอบด้วยแบบจำนวน 2 แผ่น ที่ต้องใช้ประกอบร่วมกัน คือแบบเลขที่ ER-15/1 และ ER-15/2

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

ตาข่ายป้องกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 1

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	ER-15/1
SHEET NO.	20

ตาข่ายป้องกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 1

รายการก่อสร้างและข้อกำหนด

1. แบบป้องกันหินร่วง (ROCK FALL PROTECTION) ตามรายละเอียดนี้ เป็นแบบแนะนำโดยทั่วไปเท่านั้นและประยุกต์ใช้กับ BACK SLOPE ที่ขนาดของก้อนหินร่วงก้อนโตที่สุดไม่เกิน 30 ซม. และชั้นผิวหน้าของเชิงลาดที่มีลักษณะไม่มั่นคง เช่น เป็นหินร่วน ยุ่ยง่าย มีความหนาไม่เกิน 50 ซม. ในกรณีที่หินร่วงมีความรุนแรง หรือขนาดของก้อนหินมีขนาดโต หรือ SLOPE มีลักษณะ IRREGULAR และมีรอยแตกมาก ให้ใช้แผงตาข่ายที่มีการเสริมความแข็งแรงเพิ่มเติม (STRENGTHENING SYSTEM) แบบที่ 2
2. การยึดแผงตาข่ายส่วนบน (TOP ANCHORAGE)
   ให้เจาะรูในหินลึกไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร แล้วฝังด้วย เหล็กข้ออ้อยงอปลายบน (GALVANIZED HOOKED STEEL REINFORCING BARS) ขนาด DB 24 พร้อมทั้งยารูแน่นสนิทด้วย CEMENT MILK หรือ SPECIAL RESIN ระยะห่าง (SPACING) ของจุดยึดไม่เกินกว่า 1.50 เมตร และแต่ละจุดจะต้องรับแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 1.0 TON (ดูรายละเอียด "A" ประกอบ)
   ลวดตาข่าย (WIRE MESH) จะต้องผูกยึดแน่นกับ STEEL ROPE ที่มีความยาวต่อเนื่องและมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 12 มม. โดยต้องพับลวดตาข่ายกลับ (FOLD BACK) ประมาณ 0.30 ม.-0.50 ม. และผูกมัดแน่น
3. การยึดแบบตาข่ายบริเวณหน้าเชิงลาด (FACE ANCHORAGE)
   ให้ดำเนินการตามรายละเอียด "B" โดยการยึดแผงตาข่ายกับหน้าของเชิงลาดและให้ตึงแน่นแข็งแรง ระยะห่างของจุดยึดแต่ละจุดจะต้องคลุมพื้นที่ไม่เกิน 16 ตารางเมตร แต่ละจุดยึดต้องสามารถรับแรงดึงได้ ไม่น้อยกว่า 1.0 TON
4. บริเวณส่วนล่างสุดของตาข่าย (TREATMENT AT THE FOOT)
   จะต้องดำเนินการในลักษณะให้สามารถเปิดปลายออกได้ ประมาณ 0.30 ม.-0.50 ม. เพื่อเปิดออกเก็บก้อนหินที่ร่วงมากองอยู่บริเวณ TOE SLOPE ตามระยะเวลาที่เหมาะสม ตามแบบรายละเอียด C1 และ C2
   การจะเลือกแบบ FIXED END หรือ OPEN END ให้อยู่ในดุลพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน
5. การวางแผงตาข่ายคลุมเชิงลาด ให้ใช้การคลี่จาก TOE SLOPE ขึ้นไปข้างบน หรือสามารถนำม้วนตาข่ายขึ้นไปข้างบนแล้วคลี่ลงมาหา TOE SLOPE หรือจะใช้เครื่องมืออุปกรณ์อื่นใดเพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพสูงสุดและผูกมัดรอยต่อระหว่างแผงให้ประสานแน่น
6. STEEL ROPE หรือ WIRE ROPE (เชือกลวดเหล็กกล้า) ให้ใช้ตามมาตรฐาน มอก. 514-2531 แบบ 6(12+6+1) สัญลักษณ์ 6X19, แกนเหล็กกล้าชั้นคุณภาพ 1570 เคลือบสังกะสี ชั้นคุณภาพ ค ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. (MIN.)
7. รายละเอียดและคุณลักษณะของลวดตาข่ายกันหินตก (SPECIFICATION NETTING) จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้
   7.1 ลักษณะทั่วไป
   ROCKFALL PROTECTION NETTING มีลักษณะเป็นแผงลวดตาข่ายชนิดเคลือบสังกะสี (HOT DIP GALVANIZED) และจะต้องมีขนาดความกว้าง 2-4 เมตรและยาว 25-100 เมตร ตาข่ายที่ส่งมาถึงหน่วยงานต้องอยู่ในสภาพที่ดี ไม่เกิดความเสียหายใด ๆ ทั้งสิ้น
   7.2 ตาข่าย (MESH)
   ช่องตาข่ายจะต้องเป็นรูปหกเหลี่ยม ซึ่งต่อกันด้วยการพัน 3 เกลียว (DOUBLE TWISTED HEXAGONAL MESH)
   1. ขนาดช่องตาข่ายมีขนาดกว้าง 60 มม. วัดจากระยะห่างของจุดศูนย์กลางเกลียว ใช้ลวดขนาด 2.2 มม.
   2. ขนาดช่องตาข่ายมีขนาดกว้าง 80 มม. วัดจากระยะห่างของจุดศูนย์กลางเกลียว ใช้ลวดขนาด 2.7 มม.
   7.3 ลวด (WIRE)
   ลวดทุกชิ้นที่ใช้ประกอบเป็นตาข่ายกันหินตก (ROCKFALL PROTECTION NETTING) รวมถึงลวดที่ใช้พันระหว่างก่อสร้างจะต้องได้มาตรฐาน BS 1052/1980 ว่าด้วยลวดเหล็กเหนียว (MILD STEELWIRE) มีค่าความต้านทานแรงดึงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 38-50 กก/มม.^{2}

ขนาดของลวดเหล็กเคลือบสังกะสี

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)	ความคลาดเคลื่อน (มม.)
2.20	± 0.06
2.70	± 0.08
3.40	± 0.10

7.4 การยืดตัวของลวด
ลวดเหล็กเหนียวเมื่อนำมาทดสอบแรงดึงโดยใช้ตัวอย่างขนาด 30 ซม. ค่าการยืดตัวจะต้องไม่น้อยกว่า 12%

7.5 การเคลือบสังกะสี (GAVANIZING)
ลวดที่ใช้ประกอบเป็นตาข่ายกันหินตก (ROCKFALL PROTECTION NETTING) รวมถึงการพันระหว่างก่อสร้างจะต้องชุบสังกะสีได้มาตรฐาน BS 443/1982 น้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบบนตัวลวดจะต้องเป็นไปตามตารางข้างล่างนี้

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)	น้ำหนักสังกะสีในการเคลือบ (กรัม/ตร.ม.)
2.20	240
2.70	260
3.40	275

การยึดเกาะของสังกะสีกับลวด สามารถทดสอบได้โดยการนำลวดนั้นมาพันรอบแกนเหล็กซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าลวด 4 เท่า โดยพัน 6 รอบแล้ว จะต้องไม่เกิดการแตกร้าวของเนื้อสังกะสีซึ่ง ทดสอบได้โดยการใช้นิ้วขูดถูไปบนผิวและต้องไม่มีสังกะสีหลุดออกมา

7.6 การเสริมโครงตาข่าย (SELVEDGES)
ขอบด้านข้างของแผงตาข่าย ROCKFALL NETTING จะต้องเสริมด้วยลวดโครงถักด้วยเครื่องจักรให้เรียบร้อยแข็งแรง และมีการระบุชื่อผู้ผลิตไว้ตลอดความยาว โดยขนาดของลวดโครงต้องเป็นดังต่อไปนี้
- สำหรับตาข่ายซึ่งใช้ลวดถัก 2.2 มม. ให้ใช้ลวดเสริมโครงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.7 มม. ลวดที่ใช้พัน มีขนาด 2.2 มม.
- สำหรับตาข่ายซึ่งใช้ลวดถัก 2.7 มม. ให้ใช้ลวดเสริมโครงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.4 มม. ลวดที่ใช้พัน มีขนาด 2.2 มม.

7.7 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (TOLERANCE)
ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ของความกว้างช่องตาข่ายคือ ± 10 %

7.8 ในกรณีที่พบว่าพื้นที่นั้นมีการกัดกร่อนสูง เช่น ดินมีฤทธิ์เป็นกรดด่างสูง หรือ ใกล้กับชายทะเล หรือต้องการความทนทานหรืออายุใช้งานมากขึ้น ให้ใช้ลวดชนิดเคลือบสังกะสีและหุ้ม P.V.C. (Poly Vinyl Choride) โดย P.V.C. ที่หุ้มต้องมีความหนาโดยเฉลี่ย 0.50 มม. และไม่มีส่วนใดที่หุ้มต่ำกว่า 0.4 มม. คุณสมบัติของ P.V.C. ให้เป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

Colour	: สีเทา RAL 7037 ตามมาตรฐาน ASTM D 1482-57T
Specific weight	: มีค่า 1.30-1.35 ตามมาตรฐาน ASTM D 792-91
Hardness	: มีค่า 50-60 shore D ตามมาตรฐาน ASTM D 2240-91
Tensile strength	: ไม่น้อยกว่า 210 กิโลกรัม/ตร.ซม. ตามมาตรฐาน ASTM D 412-92
Elongation	: มีค่าระหว่าง 200% -280% ตามมาตรฐานASTM D 412-92
Weight loss	: ต่ำกว่า 5% หลังจาก 24 ชม. ที่ 105°C ตามมาตรฐาน ASTM D 2287-92
Residual ashes	: ไม่เกิน 2% ตามมาตรฐาน ASTM D 2124-62T
Abrasion Resistance	: ไม่เกิน 0.3 cm. ตามมาตรฐาน ASTM D 1242-56(75),test method A

คุณสมบัติดังกล่าวข้างบนนี้จะต้องมีระบุไว้ในเอกสารข้อมูลทางเทคนิคของผู้ผลิต

8. การจะเปลี่ยนระบบจุดยึด (ANCHORAGE SYSTEM) เป็นแบบอื่นย่อมกระทำได้แต่ทั้งนี้ ประสิทธิภาพในการรับแรง, ความแข็งแรงทนทานจะต้องไม่ด้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ในแบบนี้
9. แบบและรายละเอียดของแบบนี้ ประกอบด้วยแบบ 2 แผ่น คือ แบบ ER-15/1 , ER-15/2 ให้ใช้ประกอบคู่กันและการจะประยุกต์ใช้แบบดังกล่าวนี้ ณ บริเวณหนึ่งบริเวณที่จะป้องกันหินตกย่อมกระทำได้
10. การเลือกขนาดและชนิดวัสดุ รวมทั้งปริมาณงานจะต้องได้รับการออกแบบหรือกำหนดให้เหมาะ โดยผู้เชี่ยวชาญของกรมทางหลวงในการดำเนินการเพื่อการจัดจ้าง
11. มิติเป็นเมตร นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น

หมายเหตุ :

แบบแนะนำนี้ประกอบด้วยแบบจำนวน 2 แผ่น ที่ต้องใช้ประกอบร่วมกัน
คือแบบเลขที่ ER-15/1 และ ER-15/2

แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO.SP-501-1/2
ตาข่ายป้องกันหินร่วง
(ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 1

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

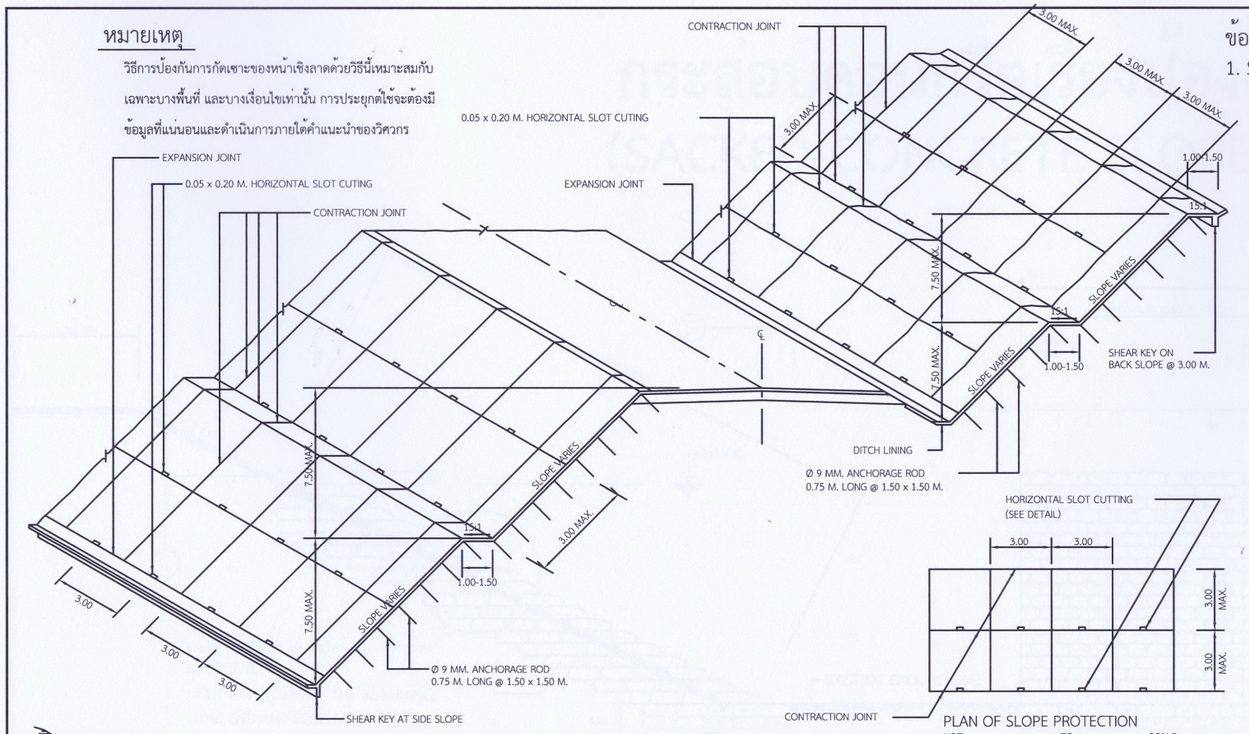
แบบแนะนำ
ตาข่ายป้องกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 1

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
IEC INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

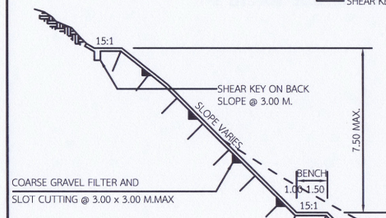
DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-15/2
SHEET NO. 21

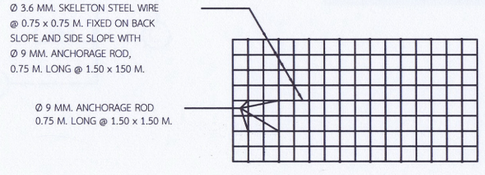
หมายเหตุ

วิธีการป้องกันการกัดเซาะของหน้าเชิงลาดด้วยวิธีนี้เหมาะสมกับเฉพาะบางพื้นที่ และบางเงื่อนไขเท่านั้น การประยุกต์ใช้จะต้องมีข้อมูลที่แน่นอนและคำเนินการภายใต้คำแนะนำของวิศวกร

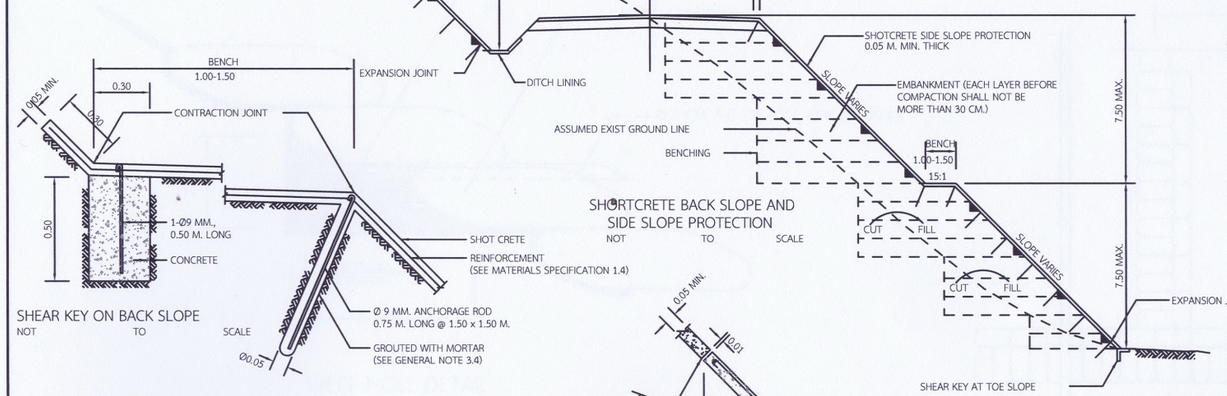


PLAN OF SLOPE PROTECTION
NOT TO SCALE



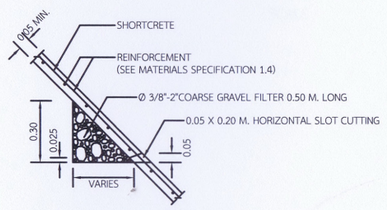


PLAN OF SKELETON STEEL WIRE
NOT TO SCALE

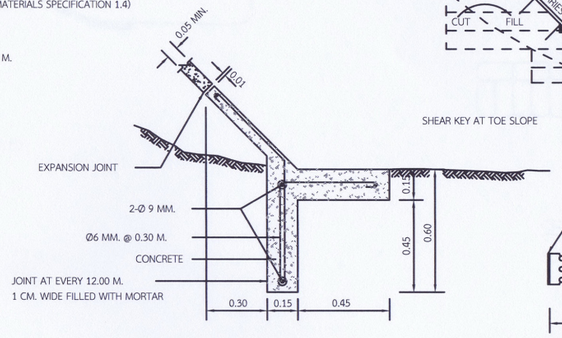


SHORTCRETE BACK SLOPE AND SIDE SLOPE PROTECTION
NOT TO SCALE

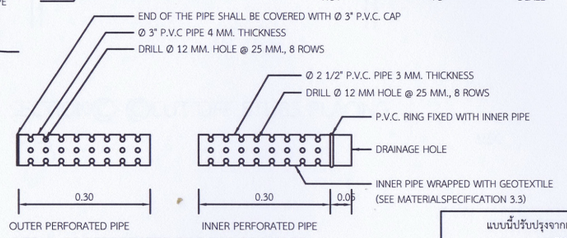
SHEAR KEY ON BACK SLOPE
NOT TO SCALE



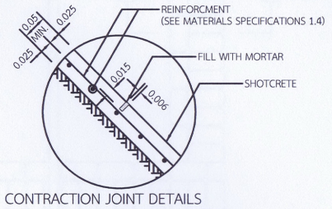
COARSE GRAVEL FILTER AND SLOT CUTTING DETAILS
NOT TO SCALE



SHEAR KEY AT TOE SLOPE
NOT TO SCALE



DETAIL OF PERFORATED PIPE FOR DRAINAGE
NOT TO SCALE



CONTRACTION JOINT DETAILS
NOT TO SCALE

ข้อกำหนดวัสดุ :

1. SHOTCRETE

1.1 ปูนที่ใช้ เป็นปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภท 1 ส่วนผสมประกอบด้วย
ปูน : มวลละเอียดหรือทราย : มวลหยาบ ในอัตราส่วน 1 : 2 : 2
โดยปริมาตร อัตราส่วน น้ำ-ซีเมนต์ (Water-Cement RATIO) =0.40

1.2 มวลละเอียด และ มวลหยาบ จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องขนาดเม็ดของมวลดินที่แสดงในตารางนี้

SIEVE DESIGNATION	PERCENTAGE BY WEIGHT PASSING			
	FINE AGGREGATE	COARSE AGGREGATE		
		TYPE A	TYPE B	TYPE C
1"	-	-	-	100
3/4"	-	-	100	90-100
1/2"	-	100	90-100	-
3/8"	100	85-100	40-70	20-55
NO. 4	95-100	10-30	0-15	0-10
NO. 8	80-100	0-10	0-5	0-5
NO. 16	50-85	0-5	-	-
NO. 30	25-60	-	-	-
NO. 50	10-30	-	-	-
NO. 100	2-10	-	-	-

1.3 Shotcrete จะต้องมีกำลังอัดประลัยไม่น้อยกว่า 250 KSC. (Cylinder) ที่ 28 วัน

1.4 เหล็กเสริมที่ใช้งาน Shotcrete สามารถเลือกใช้แบบหนึ่งแบบใดดังต่อไปนี้

1.4.1 WELDED WIRE MESH 3.15 มม. @ 0.075x0.075 ม. ลวดเหล็กจะต้องได้มาตรฐาน มอก. 194 ตะแกรงเหล็กจะต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตาม AASHTO DESIGNATION M55-75 (ASTM DESIGNATION A185-73) หรือ AASHTO DESIGNATION M32-78 (ASTM DESIGNATION A82-76)

1.4.2 HEXAGONAL STEEL WIRE MESH มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน มอก.208 TYPE "A" ลวดเหล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.25 มม. ขนาดช่องตาข่าย 52 มม. ความยาวแนวตั้ง 55.2 มม. รูปทรงของ STEEL WIRE MESH เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.747

1.4.3 50x50 มม. SQUARE WELDED WIRE MESH มีเส้นผ่าศูนย์กลางลวด 2.0 มม. มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 747

1.5 ANCHORAGE ROD มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 20 เกรด SR 24

2. SHEARKEY

2.1 คอนกรีตจะต้องมีกำลังอัดประลัยไม่น้อยกว่า 210 KSC. (CUBE 15x15x15 ซม.) ที่ 28 วัน โดยมีส่วนผสมสำหรับ 1 ลบ.ม. ดังนี้

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ TYPE 1	350 กก. (ต่ำสุด)
ทราย	0.43 ลบ.ม.
หินย่อยหรือกรวด	0.86 ลบ.ม.
ส่วนยุบของคอนกรีต (SLUMP)	10 ซม. (สูงสุด)

2.2 เหล็กเสริมมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 20 เกรด SR. 24

3. FILTER MATERIAL

3.1 ขนาดของกรวดกรองน้ำ อยู่ระหว่าง 3/8" - 2"

3.2 ท่อ PVC มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 17 ชั้น 13.5

3.3 แผ่นใยสังเคราะห์ที่ใช้เป็นชนิด NONWOVEN GEOTEXTILE มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 140 กรัม/ตร.ม. มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM. 3776

ขั้นตอนการก่อสร้าง :

1. BACK SLOPE PROTECTION

1.1 การพ่น SHOTCRETE เพื่อป้องกัน BACK SLOPE ตามที่แสดงไว้ในแบบควรใช้กับ BACK SLOPE ที่มีโครงสร้างทางธรณีวิทยา เป็น SOFT ROCK เท่านั้น

1.2 เชิงลาดที่จะทำการพ่น SHOTCRETE จะต้องได้รับการตกแต่ง ทำความสะอาดโดยมีความลาดเอียงไม่เกินที่กำหนดในแบบรูปตัดตามมาตรฐาน เลขที่ TS-501

1.3 กรณีที่ BACK SLOPE มีความลาดเอียงมากกว่าที่กำหนดไว้ในแบบ ให้ทำการปรับโดยการ BENCHING ทุกความสูง 7.50 ม. โดยมีระยะ BENCH 1.00-1.50 ม.

2. SIDE SLOPE PROTECTION

2.1 ทำการตัดดินที่หลวมออกจากบริเวณ SIDE SLOPE ที่จะทำการพ่น SHOTCRETE

2.2 ในกรณีที่ SIDE SLOPE มีความลาดชันน้อยกว่าที่กำหนดไว้ในแบบมาตรฐานทำการบดอัดให้แน่นและพ่น SHOTCRETE เพื่อป้องกัน SIDE SLOPE ดังที่แสดงไว้ในรูป

2.3 ในกรณีที่ SIDE SLOPE มีความลาดชันมากกว่าที่กำหนดไว้ในแบบมาตรฐาน ให้ทำการ BENCHING และถมกลับด้วยดินความหนาไม่เกิน 30 ซม. ในแต่ละชั้น และบดอัดให้ได้ 95% ของ STANDARD MAXIMUM DRY DENSITY (ทล.ม. 107/2517) และพ่นทับด้วย SHOTCRETE ที่แสดงไว้ในรูป

3. GENERAL NOTE

3.1 WELDED WIRE MESH จะต้องวางอยู่กึ่งกลางของ SHOTCRETE SLAB และมีระยะทาบไม่น้อยกว่า 15 ซม.

3.2 ในกรณีที่ใช้ HEXAGONAL STEEL WIRE MESH หรือ SQUARE WELDED WIRE จะต้องมีระยะทาบไม่น้อยกว่า 10 ซม. และผูกยึดด้วยลวดทุกระยะ 10 ซม.

3.3 ในบริเวณที่พื้นเชิงลาด เป็นดิน หรือ ทราย ควรพ่น SHOTCRETE บางๆในชั้นแรกให้ทั่วบริเวณที่ต้องการ และทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที จนคอนกรีตเริ่มแข็งตัวหมาดๆ จึงทำการพ่น SHOTCRETE ชั้นที่ 2 ให้ได้ความหนาตามที่กำหนดไว้ในแบบ

3.4 กรณีที่พื้นเชิงลาดเป็น GRANULAR SOIL ควรผังเหล็กหมุด Ø 9 มม. และกรอกปูนทราย โดยใช้อัตราส่วน ปูน : ทราย เท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร (Ø 5 ซม. โดยปริมาณ)

3.5 หากพบว่าบริเวณนั้นมีน้ำใต้ดินซึมออกมาให้เห็น ควรใส่ช่องระบายน้ำตามแบบความถี่และจำนวนที่ใส่ ให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรโครงการ

3.6 กรณีที่พบว่าน้ำใต้ดินซึมออกมาจำนวนมาก ให้ผังท่อเจาะรูเพื่อการระบายน้ำ แทนการเจาะช่องระบายน้ำ ดังหัวข้อ 3.5 ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรโครงการ

3.7 อัตราส่วนผสมของ MORTAR ที่ใช้ในการหยอด CONTRACTION JOINT และ EXPANDSION JOINT คือ ปูน : ซีเมนต์ เท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร

3.8 ขอบเขตของงาน SHOTCRETE คือจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด ของบริเวณที่ถูกกัดเซาะ และควรเผื่อระยะครอบคลุมไว้เล็กน้อยทั้ง 2 ด้าน

3.9 การจ่ายเงินของงาน SHOTCRETE จ่ายเป็นตารางเมตร โดยได้รวมงาน เตรียมและและบดอัดผิวเชิงลาด, EXPANSION JOINT , CONTRACTION JOINT , กรวดระบายน้ำ,ANCHORAGE ROD, MORTAR GROUTING และงานอื่นๆที่จำเป็น

3.10 งานตัด BACK SLOPE หรืองานตัดดินหลวมบน SIDE SLOPE การจ่ายเงินให้คิดเป็นงานขุด หน่วยการจ่ายเงินเป็น ลบ.ม.

3.11 งานถมด้วยดินเดิมและบดอัดบน SIDE SLOPE การจ่ายเงินให้คิดเป็นงานคันทาง หน่วยการจ่ายเงินเป็น ลบ.ม.

3.12 หน่วยมิติที่แสดงในแบบ เป็น เมตร เว้นแต่จะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

ข้อควรระวังสำหรับงาน SHOTCRETE

1. เชิงลาดที่จะทำการพ่น SHOTCRETE จะต้องมีเสถียรภาพ (STABILITY)
2. ตรวจพบการชะล้างผิวหน้าของเชิงลาด แต่ไม่เกิดการเคลื่อนตัวของมวลดิน (LANDSLIDE)
3. ไม่แนะนำให้ทำบนทางหลวง ซึ่งจะนำไปสู่แหล่งท่องเที่ยว หรือจุดชมทิวทัศน์ เช่น เขาค้อ , ดอยตุง

แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. SP-103
- SHOTCRETE BACK SLOPE AND SIDE SLOPE PROTECTION

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
SHOTCRETE BACK SLOPE AND SIDE SLOPE PROTECTION

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	SP-103
SHEET NO.	28

ตาข่ายป้องกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 2

9. รายละเอียดและคุณลักษณะของลวดตาข่ายกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) ของ แผงลวดตาข่าย (STANDARD NETTING) (M1) จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

9.1 ลักษณะโดยทั่วไป

แผงลวดตาข่าย (STANDARD NETTING) นี้ประกอบด้วย แผงลวดตาข่ายชนิด DOUBLE TWIST WIRE MESH ที่เกิดจากการพันลวดเป็นตาข่ายรูปหกเหลี่ยม (HEXAGONAL) โดยจะต้องได้รับการรับรอง มาตรฐาน ISO 9001 จากโรงงานผู้ผลิต

9.2 ลวดตาข่าย (MESH WIRE)

ลวดตาข่ายที่ใช้ต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0 มม. โดยมีค่าคลาดเคลื่อน ±0.10 มม. ตาม มาตรฐาน EN 10223–3 ลวดทุกชิ้นจะต้องเคลือบสังกะสีก่อนที่จะนำมาถักเป็นตาข่าย ตามมาตรฐาน EN 10244–2 โดยปริมาณสังกะสีเคลือบจะต้องไม่น้อยกว่า 255 กรัม ต่อตารางเมตร และมีค่าความต้านทานแรงดึงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 38–50 กก./ตารางมิลลิเมตร

9.3 ลวดโครง (SELVEDGE WIRE)

ลวดโครงที่ขอบแผงลวดตาข่ายนี้ จะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.9 มม. โดยมีค่าคลาดเคลื่อน ±0.15 มม. ตามมาตรฐาน EN 10223–3 ลวดทุกชิ้นจะต้องเคลือบสังกะสีก่อนที่จะนำมาถักเป็นตาข่ายตามมาตรฐาน EN 10244–2 โดยปริมาณสังกะสีเคลือบจะต้องไม่น้อยกว่า 290 กรัม ต่อตารางเมตร และมีค่าความต้านทานแรงดึงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 38–50 กก./ตารางมิลลิเมตร

9.4 ลวดพัน (LACING WIRE)

ลวดพันที่ใช้จะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.2 มิลลิเมตร โดยมีค่าคลาดเคลื่อน ±0.10 มม. ตาม มาตรฐาน EN 10223–3 ลวดทุกชิ้นจะต้องเคลือบสังกะสีตามมาตรฐาน EN 10244–2 โดยปริมาณสังกะสีเคลือบจะต้องไม่น้อยกว่า 240 กรัม ต่อตารางเมตร

9.5 ลักษณะของแผงลวดตาข่าย (STANDARD NETTING)

แผงลวดตาข่ายนี้ จะต้องเกิดจากการพันลวดเป็นตาข่ายรูปหกเหลี่ยม (HEXAGONAL) โดยใช้การบิดพันเกลียวของลวด 2 เส้น เป็นเกลียว 3 เกลียว (DOUBLE TWISTED) ใน 1 ช่องตาข่าย ขนาดของช่องตาข่ายจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A975–97 โดยมีความกว้าง 82 มม. และมีความยาว 122 มม. โดยมีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10%

9.6 ขนาดของแผงลวดตาข่าย (STANDARD NETTING)

แผงลวดตาข่ายนี้ จะต้องผลิตสำเร็จรูปมาจากโรงงานผู้ผลิตโดยจะต้องมีความกว้างไม่ต่ำกว่า 2.0 เมตร โดยมีค่าคลาดเคลื่อน 10% และ มีความยาวไม่ต่ำกว่า 20 เมตร

9.7 การประกอบและติดตั้ง

แผงลวดตาข่ายนี้ จะต้องถูกวางตามตำแหน่งที่ระบุไว้ในแบบ โดยแต่ละแผงลวดตาข่ายนี้จะต้องวางต่อกันไป และทำการพันยึดรอบระหว่างขอบของแผงลวดตาข่าย 2 แผง การพันยึดระหว่างแผงให้ทำตามแบบ โดยการใช้ลวดพัน พันต่อเนื่อง (CONTINUOUS BINDING) ระหว่างขอบทั้ง 2 ของแผงลวดตาข่าย โดยวิธีพัน 2 รอบ สลับกับพัน 1 รอบ ทุกๆ ระยะ 100 มม. โดยแต่ละรอบของการพันจะต้องดึงลวดพันให้แน่นเพื่อป้องกันไม่ให้มีช่องเปิดระหว่างแผงลวดตาข่าย หรือใช้วิธีการยึดต่อด้วยคลิป (U–CLAMP) ทุกๆระยะ 20 ซม. นอกจากนี้การต่อยึดด้วยวิธีอื่น เช่น การใช้แหวนยึด (LAP LINK) ยังสามารถได้โดยให้ทำตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

10. การยืดตัวของลวด

ลวดเหล็กเหนียวเมื่อนำมาทดสอบแรงดึงโดยใช้ตัวอย่างขนาด 30 ซม. ค่าการยืดตัวจะต้องไม่น้อยกว่า 10%

11. การเคลือบสังกะสี (GALVANIZING)

ลวดที่ใช้ประกอบเป็นตาข่ายกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) รวมถึงลวดที่ใช้พัน ระหว่างก่อสร้างจะต้องชุบสังกะสีได้มาตรฐาน BS443/1982 น้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบบนตัวลวดจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 3 ข้างล่างนี้

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณการเคลือบสังกะสีของลวด

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลวด (มม.)	น้ำหนักสังกะสีในการเคลือบ (กรัม/ม^2)
2.2	≥ 240
3.0	≥ 255
3.9	≥ 290

การยึดเกาะของสังกะสีกับลวด สามารถทดสอบได้โดยการนำลวดนั้นมาพันรอบแกนเหล็กซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่าลวด 4 เท่า โดยพัน 6 รอบแล้ว จะต้องไม่เกิดการแตกร้าวของเนื้อสังกะสี ซึ่งทดสอบได้โดยการใช้นิ้วชุดถูไปบนผิวแล้วต้องไม่มีสังกะสีหลุดออกมา

12. สมอยึดหิน (ROCKBOLT, ANCHORAGE BAR) ที่ใช้ให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

12.1 ลักษณะทั่วไป

– ทำจากเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BAR) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 24 มม. ชั้นคุณภาพ SD30 ชุบกัลวาไนซ์ (HOT–DIP GALVANIZED) มีระยะเกลียวประมาณ 100 มม.

– แผ่นเหล็ก (STEEL PLATE) ควรมีขนาด 150x150 มม. และมีความหนาไม่น้อยกว่า 8 มม. แผ่นเหล็กดังกล่าวต้องชุบกัลวาไนซ์ (HOT–DIP GALVANIZED)

– CENTRALIZER ทำจากพีวีซี โดยมีขนาด และความยาวเหมาะสมกับการใช้งาน กำหนดให้ใช้เมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางของหลุมเจาะมีขนาดใหญ่กว่า 1.5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางสมอยึดหิน

12.2 ลักษณะการติดตั้ง

– ผู้รับจ้างต้องดำเนินการวางตำแหน่งหลุมเจาะให้เรียบร้อยก่อนดำเนินการเจาะ เพื่อป้องกันการผิดพลาดของตำแหน่งยึดตาข่ายเสริมแรง

– หลุมเจาะของสมอยึดหินต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 32 มม. เมื่อเจาะจนได้ความลึกที่ต้องการแล้วให้ทำการเป่าหลุมไล่เศษหินที่ตกค้างอยู่ออกให้หมด หากยังไม่ดำเนินการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องดำเนินการอุดหลุมเจาะเป็นการชั่วคราวเพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอมตกลงไปในหลุม

– ทำการประกอบสมอยึดหินเข้ากับ CENTRALIZER ให้เรียบร้อย โดยให้มีระยะห่างระหว่าง CENTRALIZER แต่ละชุดไม่มากกว่า 2.0 ม.

– ตรวจเช็คหลุมเจาะอีกครั้งว่าไม่มีสิ่งแปลกปลอมอยู่ในหลุม ก่อนที่จะติดตั้งสมอยึดหิน

– การผสมน้ำปูนต้องใช้ถังผสมที่มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 1200 รอบต่อนาที เพื่อให้ปูนซีเมนต์ผสมเข้ากันอย่างทั่วถึง หลังจากนั้นต้องถ่ายเข้าถังกวนเพื่อป้องกันการตกตะกอนของน้ำปูนในระหว่างการอัดฉีด

– การอัดฉีดน้ำปูนให้ใช้ปั๊มแบบสองลูกสูบ (DUPLEX PISTONS) เท่านั้น ห้ามมิให้ใช้วิธีการเทลงหลุม เพื่อให้น้ำปูนสามารถแทรกซึมเข้าไปในรอยแตกของหิน และหลุมเจาะได้อย่างทั่วถึง

– ทำการอัดฉีดน้ำปูนลงในหลุมเจาะ โดยน้ำปูนดังกล่าวควรมี W:C เท่ากับ 2:1 ทั้งนี้ผู้รับจ้างอาจเติมสารผสมเพิ่มได้เพื่อให้สะดวกแก่การทำงาน ทั้งนี้ผู้รับจ้างต้องส่งมอบรายละเอียดของสารผสมเพิ่มดังกล่าวให้นายช่างผู้ควบคุมงานก่อนติดตั้งสมอยึดหิน

– ในกรณีที่ใช้สารโพลียูรีเทนเรซิน (PU RESIN) สารดังกล่าวต้องเป็นแบบสองสารประกอบโดยมีอัตราส่วนผสมเท่ากันและควรทำปฏิกิริยาไม่เกินกว่า 3 นาที เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วควรมีค่ารับแรงอัด (COMPRESSIVE STRENGTH) ประมาณ 80 MPa มีกำลังรับแรงดึง (TENSILE STRENGTH) ไม่น้อยกว่า 45 MPa และมีแรงยึดเกาะบนพื้นผิวเปียก (ADHESIVE STRENGTH ON WET SURFACE) ไม่น้อยกว่า 2.0 MPa ทั้งนี้ต้องอุดเรซินให้เต็มหลุม

– ภายหลังจากที่วัสดุทำปฏิกิริยาเสร็จสิ้นแล้ว จึงจะเริ่มดำเนินการติดตั้งแผ่นเหล็ก (STEEL PLATE) และน็อตให้เรียบร้อย โดยแผ่นเหล็กต้องทับลวดตาข่ายกันหินตกให้สนิท

13. การจะเปลี่ยนระบบจุดยึด (ANCHORAGE SYSTEM) เป็นแบบอื่นย่อมกระทำได้โดยทั้งนี้ ประสิทธิภาพในการรับแรง, ความแข็งแรงทนทานจะต้องไม่ด้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ในแบบนี้

14. งานพ่นคอนกรีต (SHOTCRETE) ใช้เฉพาะกรณีที่เชิงลาดมีลักษณะเป็น MUD STONE ตามที่แสดงในตารางที่ 1 รายละเอียดของ Shotcrete ให้ใช้ตามแบบแนะนำหรือแบบมาตรฐาน เรื่อง Shotcrete ของกรมทางหลวง

15. แผ่นวัสดุผ้าใยสังเคราะห์สำหรับป้องกันการกัดเซาะ (EROSION CONTROL MATS) (หากจำเป็นเพื่อป้องกันการกัดเซาะในบางสภาพพื้นที่) มีข้อกำหนดดังนี้

15.1 ลักษณะทั่วไป

– เป็นแผ่นใยสังเคราะห์ที่มีความหนาฟู มีความโปร่งสูง ตัวเส้นใยทำจากสาร POLYPROPYLENE หรือ POLYAMIDE และผสมสารป้องกัน ULTRAVIOLET

15.2 คุณสมบัติต่าง ๆ

คุณลักษณะ	หน่วย	เกณฑ์กำหนด
น้ำหนัก	กรัม/ม.^{2}	ไม่น้อยกว่า 200
TENSILE STRENGTH (MD)	KN/M	ไม่น้อยกว่า 0.5
THICKNESS	MM.	ไม่น้อยกว่า 18
TEMPERATURE RESISTANCE	^{o}C	-30 ถึง 100

การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM หรือ BS หรือ ISO สำหรับค่า TEMPERATURE RESISTANT จะต้องมีระบุไว้ในเอกสารข้อมูลทางเทคนิคของผู้ผลิต

16. การเลือก ขนาด ชนิดของวัสดุ และรูปแบบของ Remedial Method รวมทั้งปริมาณงาน จะต้องได้รับการออกแบบหรือกำหนดให้เหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญของกรมทางหลวงในการดำเนินการเพื่อการจัดจ้าง

17. ในระหว่างการก่อสร้างผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการสำรวจรายละเอียดทางธรณีวิทยาและปรับให้เหมาะสมกับสภาพในสนามและตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

18. แบบและรายละเอียดของแบบนี้ ประกอบด้วยแบบ 3 แผ่น คือ แบบ ER–16/1 , ER–16/2 , ER–16/3 ให้ใช้ประกอบกัน

19. มิติเป็นเมตร นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น

หมายเหตุ :

แบบแนะนำนี้ประกอบด้วยแบบจำนวน 3 แผ่น ที่ต้องใช้ประกอบร่วมกัน คือแบบ เลขที่ ER-16/1, ER-16/2 และ ER-16/3

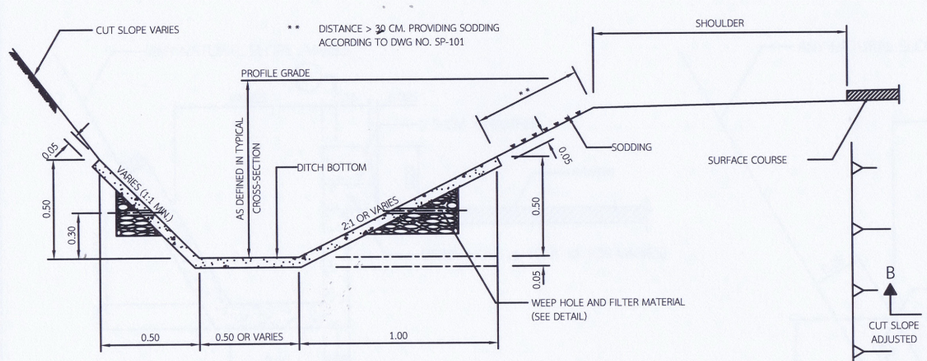
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

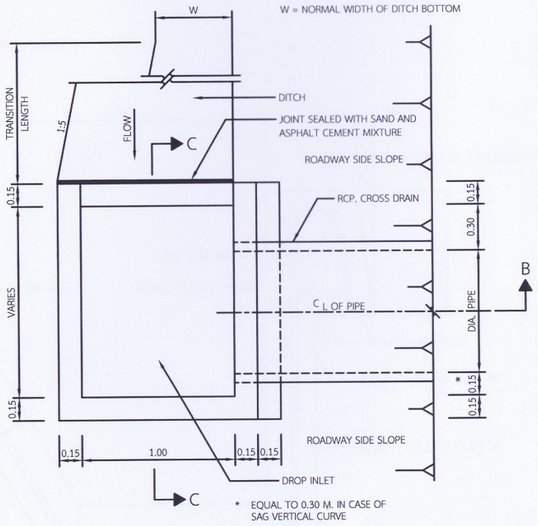
ตาข่ายป้องกันหินร่วง (ROCKFALL PROTECTION NETTING) แบบที่ 2

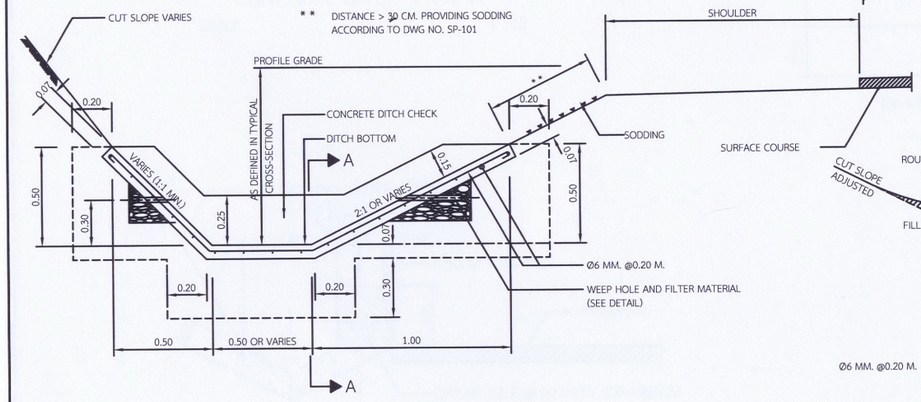
สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-16/3
SHEET NO. 24

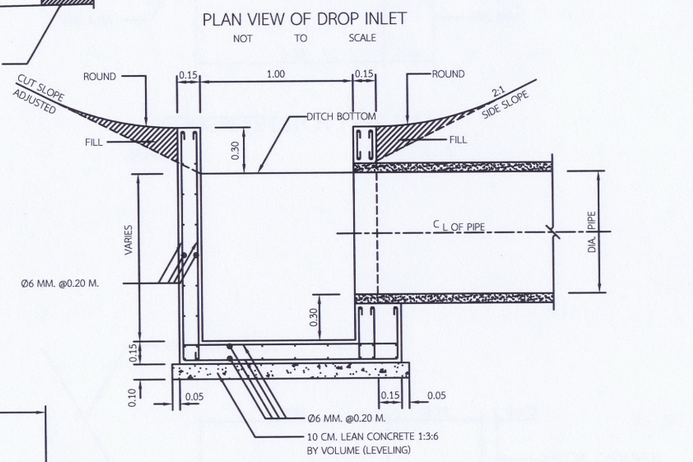


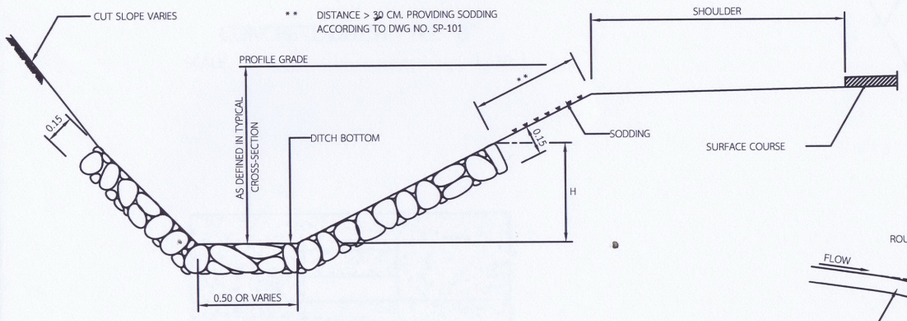
TYPE I PLAIN CONCRETE DITCH LINING
NOT TO SCALE



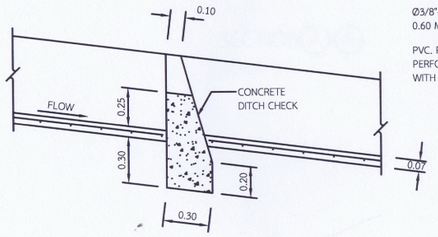


TYPE II REINFORCED CONCRETE DITCH LINING
NOT TO SCALE

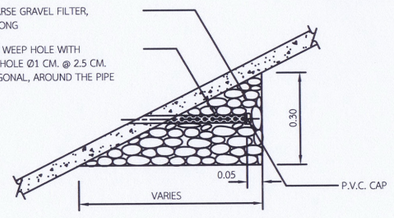




TYPE III MORTAR RIP - RAP DITCH LINING
NOT TO SCALE



SECTION A - A
SCALE 1 : 20



DETAIL OF WEEP HOLE AND FILTER MATERIAL
SCALE 1 : 10

รายการก่อสร้าง

TYPE I, TYPE III CONCRETE DITCH LINING

1.1 ขุดและตกแต่งร่องน้ำให้ได้ตามรูปแบบ, แล้วบดอัดแน่นพอสมควรของร่องน้ำ ตกแต่งให้ลาดเท่ากันหรือลาดใกล้เคียงกันกับลาดของผิวทาง

1.2 คอนกรีตให้ใช้ส่วนผสม 1 : 2 : 4 โดยน้ำหนัก ส่วนยุบ (SLUMP) ไม่มากกว่า 10 ซม.

1.3 ก่อนจะเทคอนกรีต ฉีดน้ำจนทั่วบริเวณที่จะหล่อคอนกรีตให้พอชื้น การเทคอนกรีตให้เทเป็นตอน ๆ (BLOCK)แต่ละตอนยาวไม่เกิน 3.00 ม. ในกรณีที่หล่อในที่, และยาว 0.99 ม. สำหรับแบบหล่อ สำเร็จรูป (PRECAST) และในกรณีนี้ ให้มีจุดยกโดยมีรูขนาด Ø 1 1/2 นิ้ว และเสริมเหล็กขนาด Ø 1/4 นิ้ว งอเป็นวงกลม Ø4" ตรงบริเวณรูที่จะยกรอยต่อของรางคอนกรีตแต่ละตอนกว้างไม่เกิน 1 ซม. สำหรับรอยต่อและรูยกให้อุดด้วยปูนทราย ตามตามอัตราส่วน 1:4 แล้วตกแต่งให้เรียบร้อย

1.4 เหล็กเสริมใช้ตามมาตรฐาน มอก. 20 – 2527 ตำแหน่งเหล็กเสริมให้อยู่ลึกจากผิวคอนกรีต 3 ซม. และ LAPPING สำหรับเหล็ก Ø 1/4 นิ้ว อย่างน้อยกับ 25 ซม.

1.5 เหล็กเสริมให้ใช้ WELDED WIRE FABRIC แทนได้ ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1.5.1 จะต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตาม AASHTO DESIGNATION M. 55-75 (ASTM DESIGNATION A. 185-73) และ และ AASHTO DESIGNATION M.32-78 (DESIGNATION A.82 – 76)

1.5.2 LAPPED SPLICES ของลวดตะแกรงไม่น้อยกว่า 15 ซม.

1.5.3 ขนาดของช่องตะแกรง 2"x2"

1.5.4 ปริมาณลวดเหล็กที่คำนวณจากหน้าตัดลวด (NOMINAL AREA) อย่างน้อยต้องเท่ากับ 0.730 ตร.ซม./ม. ในแต่ละทิศทาง ทั้งนี้ นี้ต้องใช้ WELDED WIRE FABRIC ที่มีลักษณะเรียบไม่ม้วนหรือบิดในทุกทาง และจุดเชื่อมจะต้องหลุดไม่เกิน 1% ในขณะทำการวางเพื่อก่อสร้าง CONCRETE DITCH LINING

1.6 เมื่อเทคอนกรีตเสร็จ แล้วให้ทำการบ่ม (CURING) ตามวิธีปฏิบัติของกรมทางหลวง

TYPE II TYPE MORTAR RIP-RAP DICH LINNG

2.1 ทำเช่นเดียวกับข้อ 1.1

2.2 หินที่ใช้จะต้องเป็นหินที่มีน้ำหนักแต่ละก้อนระหว่าง 20-45 กก. และต้องมีก้อนที่หนักกว่า 35 กก. อย่างน้อย 50% ขนาดและรูปร่างของหิน ให้เลือกหินที่เมื่อเรียงแล้วมีช่องว่างน้อยที่สุดและเรียงได้หนาประมาณ 15 ซม.

2.3 การเรียงหิน ให้เรียงหินก้อนที่หนักกว่า 35 กก. ซึ่งมีอยู่อย่างน้อย 50% ของหินทั้งหมดก่อน จัดเอาก้อนที่หนักที่สุดลงชั้นล่าง ช่องว่างระหว่างหินให้อุดและอัดแน่นด้วยหินที่มีขนาดพอเหมาะให้ผิวของ RIP-RAP เรียบแน่นแล้วใช้ MORTAR สด ปิดที่รอยต่อระหว่างหินจนเต็ม

2.4 ค่าของความสูง H ขึ้นอยู่กับ ROAD WAY GRADE ดังนี้ 2.00%-2.70% เท่ากับ 60 ซม. 2.70%-3.70% เท่ากับ 50 ซม. และมากกว่า 3.70% เท่ากับ 45 ซม. หรือปรับได้ตามความเหมาะสมในสนามตามความเห็นชอบของวิศวกรผู้ควบคุมงาน

หมายเหตุ

1. DITCH LINING ทั้งสามแบบใช้ได้เฉพาะบริเวณที่น้ำฝนไม่เกิน 10 นิ้ว/ชม. กรณีที่น้ำฝนเกินกว่า 10 นิ้ว/ชม. กรมทางหลวงจะออกแบบให้เป็นราย ๆ ไป
2. ให้ก่อสร้าง DITCH LINING โดยพิจารณาถึงลักษณะของดิน, การกัดเซาะ และปริมาณน้ำในร่องน้ำ ในกรณีทั่ว ๆ ไป ให้ก่อสร้าง DITCH LINING เมื่อ ROAD WAY GRADE ชันตั้งแต่ 6% ขึ้นไป
3. ให้ก่อสร้าง DROP INLET ในร่องน้ำ (SIDE DITCH) ที่มีความยาวและลาดชัน หรือในร่องน้ำ (SIDE DITCH) ที่บริเวณโค้งราบและลาดชันในด้านตัดเขาที่สามารถระบายน้ำออกอีกข้างหนึ่งของถนนได้
4. ขนาดของทอกลม ค.ส.ล. ที่จะวางที่ DROP INLET ให้พิจารณาความเหมาะสมในสนาม ในกรณีทั่วไปให้ใช้ท่อขนาด Ø 0.80 ม.
5. คอนกรีตสำหรับงานก่อสร้าง DROP INLET ใน 1 ลบ.ม. ให้มีส่วนผสมดังนี้

   ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 350 กก.
   ทราย 430 ลิตร
   หินย่อยหรือกรวดย่อย 860 ลิตร
   ส่วนยุบตัวของคอนกรีต (SLUMP) ไม่มากกว่า 10 ซม. แรงอัดสูงสุด (ULTIMATE STRENGTH) ของแท่งคอนกรีตทดลองขนาด 15 x 15 x 15 ซม. เมื่ออายุครบ 28 วัน ต้องไม่น้อยกว่า 210 ตร.ซม.

6. เหล็กเสริมสำหรับงานก่อสร้าง DROP INLET ให้ใช้มาตรฐาน มอก. 20-2527, CLEAR COVER 2.5 ซม.
7. การคิดปริมาณงานของงาน DROP INLET ให้คิดงานรวมช่วงแปรความกว้างของกันร่องน้ำปกติเข้าหา DROP INLET ด้วย
8. ปากท่อ CROSS DRAIN ด้วย OUTLET ให้ก่อสร้าง HEAD WALL และในกรณีที่ปากท่อ CROSS DRAIN ไม่อยู่ที่ TOE OF SLOP ให้ก่อสร้าง RC DRAIN CHUTE ด้วย
9. CONCRETE DITCH CHECK
   9.1 ส่วนผสมของคอนกรีตเป็นให้ไปตามข้อ 1.2
   9.2 ให้ก่อสร้างในรางระบายน้ำ TYPE II, TYPE III, ระยะห่าง DITCH CHECK โดยทั่วไปให้ใช้ไม่มากกว่า 150 ม. ,120 ม. ,100 ม. และ 80 ม. สำหรับความลาดชันของ GRADE 6%, 8%, 10% และ 12% ตามลำดับส่วนตำแหน่งให้พิจารณาตามความเหมาะสมในสนามและทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงานที่จะใช้ระยะถี่กว่า นี้ได้ สำหรับภูมิประเทศที่เป็นโกรกเขา, งานตัดลึก, และความยาว ของ GRADE ฯลฯ
10. มิติเป็นเมตร, เว้นแต่ที่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น

แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. DS-201
SIDE DITCH LINING &
DROP INLET CROSS DRAIN

KINGDOM OF THAILAND

MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
SIDE DITCH LINING &
DROP INLET CROSS DRAIN

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	DS-201
SHEET NO.	35

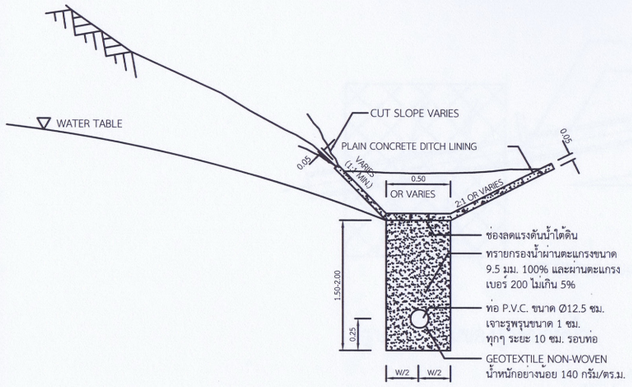
ระบบระบายน้ำใต้ดิน (SUBDRAIN)

วัตถุประสงค์ : น้ำใต้ดินเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของมวลดิน บนด้าน Back Slope และ Side Slope ของทางหลวงบนเขา บนเชิงลาดน้ำใต้ดินจะทำให้ดินสูญเสียกำลังรับแรงเฉือน (Shear Strength) และเพิ่มน้ำหนักของมวลดินจนเชิงลาดขาดเสถียรภาพ และพังทลายในที่สุด น้ำใต้ดินที่ซึมผ่านใต้ชั้นผิวทาง เป็นสาเหตุสำคัญให้ดินฐานรากสูญเสียกำลังรับน้ำหนักบรรทุก (Bearing Capacity) และทำให้ชั้นผิวทางได้รับความเสียหายในที่สุด แบบแนะนำนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจถึงหลักการ และเทคนิคการก่อสร้างระบบระบายน้ำใต้ดิน ที่ใช้ในการแก้ปัญหาน้ำใต้ดิน ได้แก่ Sub Drain และ Horizontal Drain

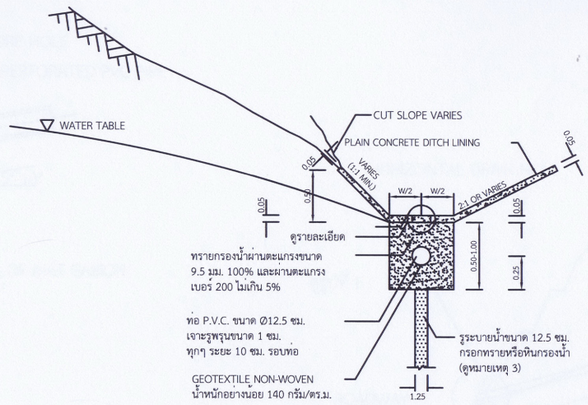
ขอบเขตของแบบแนะนำ : ร่องระบายน้ำใต้ดิน (Subdrain) ใช้ในกรณีต้องการลดระดับน้ำใต้ดิน เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำใต้ดินซึมผ่านใต้ดินผิวทาง ส่วนใหญ่จะติดตั้งอยู่บริเวณปลายเชิงลาดของด้าน Back Slope ใต้ Side Ditch

ข้อจำกัด : การหาอัตราการไหลและปริมาณน้ำใต้ดิน ณ บริเวณหนึ่งบริเวณใด เป็นเรื่องยากลำบาก เนื่องจากปริมาณน้ำและอัตราการไหลจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล การตัดสินใจในการใช้แบบแนะนำนี้ สามารถทำได้โดยการขุดร่องลึกประมาณ 1.0-1.5 ม. บริเวณ TOE BACK SLOPE ทิ้งไว้ และสังเกตุว่ามีน้ำใต้ดินซึมออกมาหรือไม่

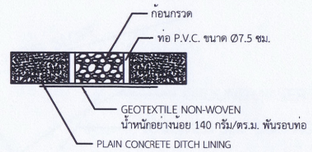
แบบแนะนำการทำแนวร่องระบายน้ำใต้ดิน (SUBDRAIN)-TYPE I ใช้ทรายเป็นวัสดุกรองน้ำ



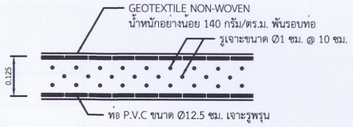
รูปที่ 1 รายละเอียด SUBDRAIN แบบ "A"



รายละเอียด SUBDRAIN แบบ "B"

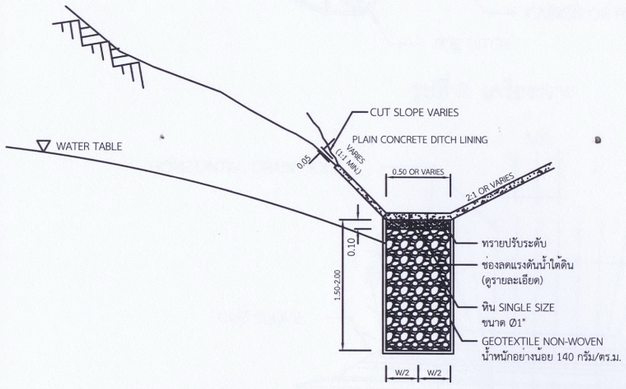


รูปที่ 2 รายละเอียดช่องลดแรงดันน้ำใต้ดิน

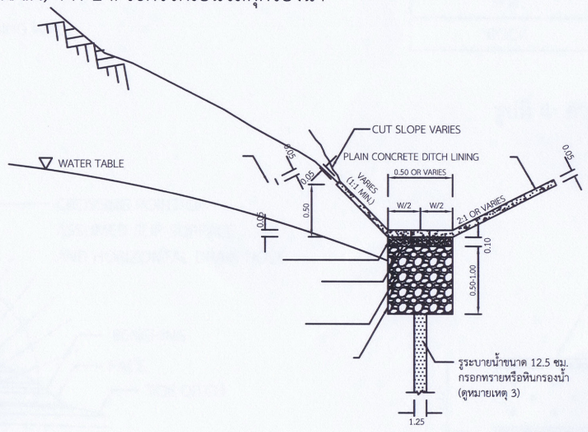


รูปที่ 3 รายละเอียดท่อ P.V.C. CLASS 13.5 เจาะรูพรุน

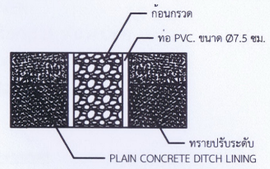
แบบแนะนำการทำแนวร่องระบายน้ำใต้ดิน (SUBDRAIN)-TYPE II ใช้กรวดเป็นวัสดุกรองน้ำ



รูปที่ 4 รายละเอียด SUBDRAIN แบบ "A"



รูปที่ 5 รายละเอียด SUBDRAIN แบบ "B"



รูปที่ 6 รายละเอียดช่องลดแรงดันน้ำใต้ดิน

หมายเหตุ

1. Subdrain สามารถเลือกใช้ได้ทั้งแบบ "A" และแบบ "B"
2. การเลือกใช้ Subdrain ควรพิจารณาดังนี้
   2.1 แบบ "A" เหมาะสำหรับชั้นดินฐานรากที่สามารถขุดออกได้ง่าย หรือ มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ในระดับตื้น (ลึกไม่เกิน 2 ม.)
   2.2 แบบ "B" อาจเลือกใช้ในกรณีที่ชั้นดินฐานรากเป็นหินผุ หรือดินแข็งไม่สามารถขุดลงไปลึกได้ หรือทำได้ยากหรือระดับน้ำใต้ดินอยู่ในระดับลึกมากกว่า 2 ม. ขึ้นไป
3. การก่อสร้าง Subdrain แบบ "B" ให้ใช้สว่านเจาะรูจนถึงถึงระดับความลึกที่คาดว่าจะปรากฏมีน้ำใต้ดิน หรือตามดุลยพินิจของวิศวกรหรือนายช่างควบคุมงาน หลังจากนั้นให้ทำการกรอกทรายกรองน้ำผ่านตะแกรงขนาด 9.5 มม.100% และผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่เกิน 5% (อาจใช้หินกรองน้ำขนาด 9.5 - 19 มม. แทนทรายกรองน้ำได้)
4. การติดตั้งช่องลดแรงดันน้ำใต้ดินบน Side Ditch ให้ทำทุกๆ ระยะ 50 ม. หรือหากระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำเกิน 50 ม. หลังทำการเจาะแล้วเสร็จ ให้นำก้อนกรวดปิดปากหลุม
5. หน่วยเป็น เมตร เว้นแต่ระบุเป็นอย่างอื่น

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

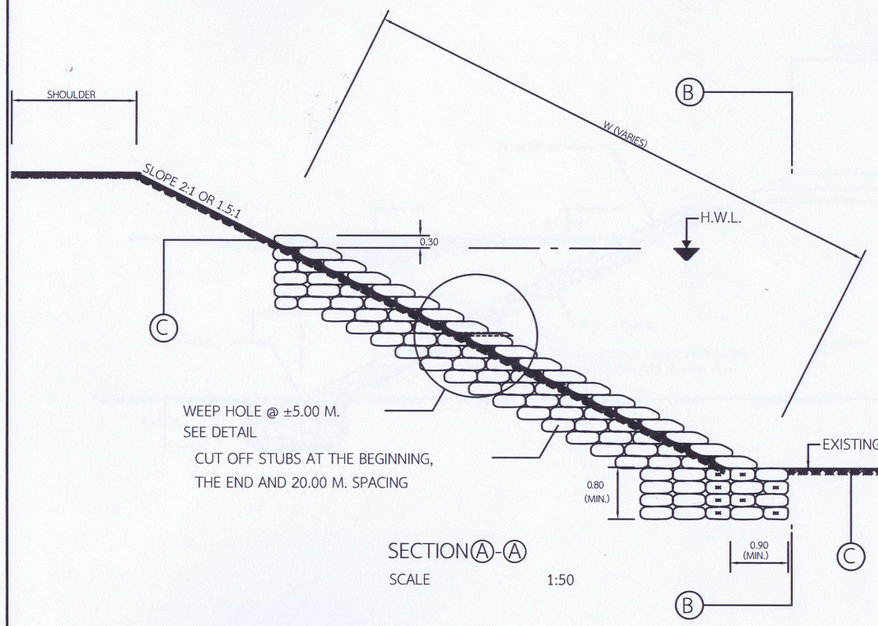
แบบแนะนำ

ระบบระบายน้ำใต้ดิน (SUBDRAIN)

คณะกรรมการกำกับโครงการ ฯ
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

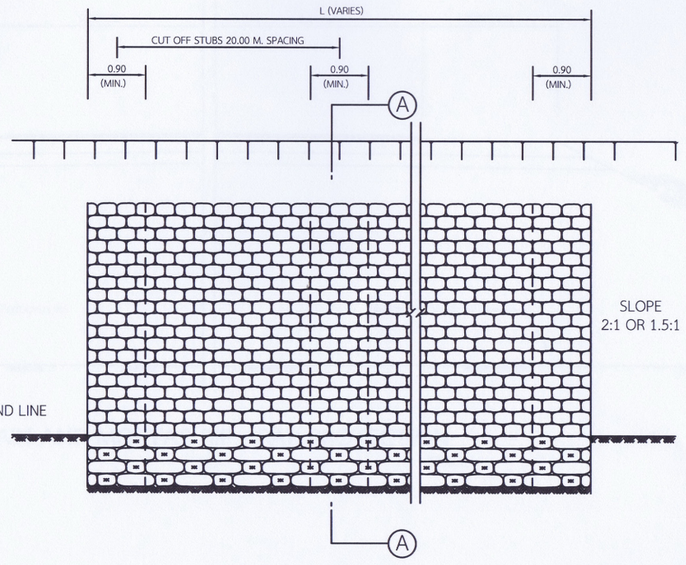
DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-17/1
SHEET NO. 25

กระสอบคอนกรีตเรียงป้องกันลาดคันทาง
(SACKED-CONCRETE SLOPE PROTECTION)



SECTION Ⓐ-Ⓐ

SCALE 1:50



SECTION Ⓑ-Ⓑ

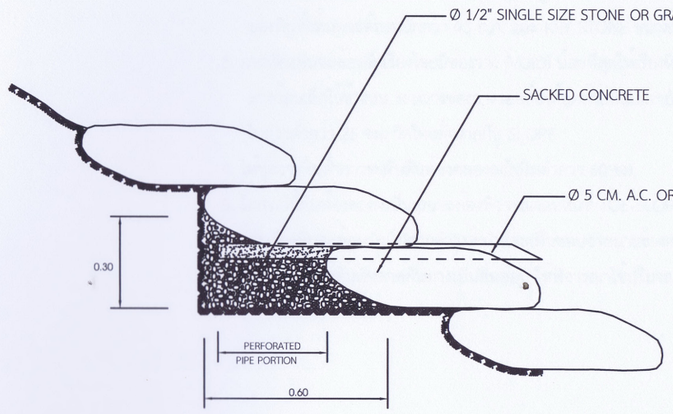
SCALE 1:50

รายการ

1. ลักษณะงาน กระสอบคอนกรีตเรียงป้องกันลาดคันทาง (SACKED CONRCETE SLOPE PROTECTION) คือ การป้องกันลาดคันทางโดยการใช้กระสอบบรรจุซีเมนต์ และมวลรวม วางเหลื่อม ซ้อนเรียงกันบนลาดคันทาง ตามที่กำหนดในแบบ
2. วัสดุ
   2.1 กระสอบ ใช้กระสอบซึ่งทอด้วยวัสดุสังเคราะห์ (เช่น กระสอบที่ใช้บรรจุปุ๋ย) ชนิดที่มีความเหนียวและและทนทาน ขนาดของกระสอบจะต้องใหญ่พอที่จะบรรจุคอนกรีตได้ไม่น้อยกว่า 30 ลิตร โดยมีความหนาเมื่อวางนอนแล้วไม่น้อยกว่า 20 ซม. และพับปิดปากกระสอบได้
   2.2 วัสดุบรรจุกระสอบ ให้ใช้มวลรวม (AGGREGATES) ผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วน 1 :10 โดยปริมาตร มวลรวม (AGGREGATES) ให้ใช้วัสดุซึ่งหาได้ง่ายในภูมิประเทศโดยให้มีการลดหลั่นขนาด (GRADATION) พอสมควรมีขนาดใหญ่ที่สุดไม่เกิน 8 ซม. และมีปริมาณฝุ่น (ผ่านตระแกรง No.200) ไม่เกิน 25%
3. วิธีการก่อสร้าง
   3.1 การบรรจุวัสดุในกระสอบ ให้บรรจุตามข้อ 2.2 ซึ่งผสมกันในลักษณะผสมแห้ง ลงในกระสอบพับปิดกระสอบแล้วเย็บด้วยวัสดุสังเคราะห์ชนิดเดียวกับกระสอบ
   3.2 การเตรียมพื้นที่ ให้ปรับแต่งลาดคันทางให้เป็นไปตามรูปแบบ หรือตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานกำหนด ส่วนที่เป็นดินถมเพิ่ม หรือเป็นดินหลวมตัวให้แน่นพอสมควร
   3.3 การเรียง ให้เรียงตามแบบโดยจะต้องเรียงจากต่ำไปหาสูงเสมอ กระสอบจะต้องวางในลักษณะวางนอนในแนวราบ และวางเหลื่อมกันตามแบบ ด้านปากกระสอบจะต้องไม่หันออกด้านนอก
   3.4 การฉีดน้ำ หลังจากวางเรียงเสร็จพอสมควรแล้วให้ฉีดน้ำบนกระสอบที่เรียงให้ทั่ว ในกรณีที่ใช้เวลาตั้งแต่ผสมมวลรวมและซีเมนต์ จนถึงฉีดน้ำ เกินกว่าสองชั่วโมง หรือเห็นว่าไม่มีการยึดเกาะระหว่างกระสอบดีพอ ให้โรยปูนซีเมนต์ที่รอยต่อระหว่างกระสอบก่อนฉีดน้ำด้วย
4. การจ่ายเงินค่างาน ให้จ่ายตามปริมาณที่ทำจริงในสนาม ในราคาเฉลี่ยต่อตารางเมตร ปริมาณงานเป็นตารางเมตร รวม CUT OFF STUBS

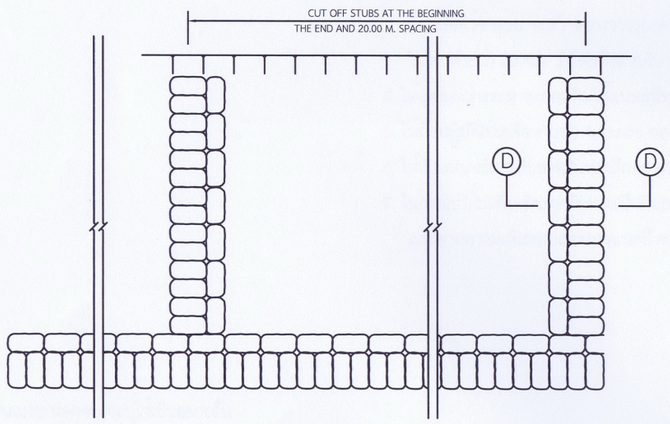
หมายเหตุ

1. CUT OFF STUBS ให้ทำที่หัวท้าย และในกรณีที่ทำป้องกันลาดคันทาง ยาวเกินกว่า 20.00 เมตร ให้ใช้ CUT OFF STUBS ทุกระยะไม่เกิน 20.00 เมตร ด้วยค่างาน CUT OFF STUBS ให้คิดรวมไปในราคาเฉลี่ยต่อ ตารางเมตร
2. การป้องกันชะล้างด้วยวิธีนี้ ใช้เฉพาะในพื้นที่และเงื่อนไขที่เหมาะสมที่มีข้อมูลที่ชัดเจนตามที่วิศวกรแนะนำ
3. มิติเป็นเมตรนอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น



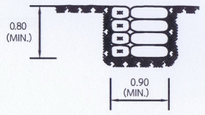
WEEP HOLE DETAIL

SCALE 1:10



SECTION Ⓒ-Ⓒ CUT OFF STUBS PLACING

SCALE 1:50



SECTION Ⓓ-Ⓓ

SCALE 1:50

แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. SP-104
กระสอบคอนกรีตเรียงป้องกันลาดคันทาง
(SACKED-CONCRETE SLOPE PROTECTION)

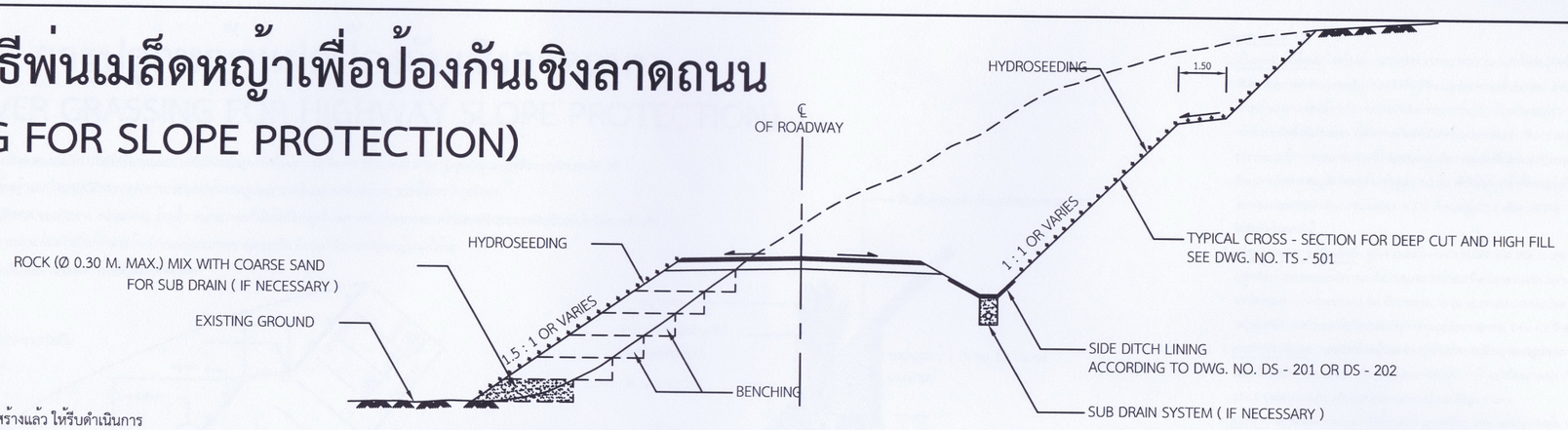
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
กระสอบคอนกรีตเรียงป้องกันลาดคันทาง
(SACKED-CONCRETE SLOPE PROTECTION)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	SP-104
SHEET NO.	29

แบบการปลูกหญ้าด้วยวิธีพ่นเมล็ดหญ้าเพื่อป้องกันเชิงลาดถนน
(HYDROSEEDING FOR SLOPE PROTECTION)



HYDROSEEDING FOR SLOPE PROTECTION

NOT TO SCALE

รายการก่อสร้าง

1. การเตรียมพื้นที่

1.1 หลังจากก่อสร้างงานดินตัดและงานดินถมเสร็จเรียบร้อยตามแบบก่อสร้างแล้ว ให้รีบดำเนินการการพ่นปลูกหญ้าก่อนที่เชิงลาดของถนนจะเกิดการกัดเซาะจนเป็นร่องลึก

1.2 ในกรณีที่ผิวหน้า BACK SLOPE มีลักษณะแข็งให้ทำการปรับแต่งหน้าดินโดยการถากหรือขุดผิวหน้าดินเดิมออกจนผิวหน้าดินมีลักษณะไม่แข็ง โดยส่วนชั้นดินไม่แข็งให้มีความหนาอย่าง น้อย 2.5 ซม. และให้ทำแนวร่องเล็ก ๆ ระยะระหว่างร่องประมาณ 5-7 ซม. ตามความยาวของพื้นที่

1.3 การปรับแต่งผิวหน้าดินของด้าน SIDE SLOPE ให้เป็นไปตามข้อ 1.2 นั้น ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

1.4 ในกรณีพื้นที่เป็นหินก้อนโต (BOULDER) หินผุ หรือหินที่มีน้ำซึมมาก พื้นที่เป็นร่องลึก (RILL) หรือพื้นที่เป็นโพรง (GULLY) การแก้ไขปรับแต่งให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างควบคุมงาน

2. พันธุ์พืชแนะนำและคุณสมบัติของเมล็ด

2.1 โดยทั่วไปแนะนำให้ใช้พันธุ์หญ้าพื้นเมือง หรือพันธุ์หญ้าที่มีการขยายพันธุ์แล้วในประเทศไทย, สำหรับหญ้าหญ้าที่จะใช้เป็น PERMANENT GRASS ในการป้องกันการกัดเซาะ จะต้องเป็นหญ้าอายุค้างปี (PERENNIAL), ระบบรากแน่น, เกาะยึดดินดี, ทนแล้งและสภาพความสมบูรณ์ต่ำของดินได้และให้ผสมกับพืชตระกูลถั่ว เพื่อเป็น NITROGEN CATCHER และในกรณีเห็นสมควรให้ผสมกับหญ้าประเภทอายุสั้น, โตเร็ว เพื่อเป็น SACRIFY GRASS ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน

2.2 พันธุ์พืชแนะนำและคุณสมบัติของเมล็ดมีดังนี้

NO.	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	คุณภาพของเมล็ดพืช			หมายเหตุ
			ความชื้น ไม่เกิน (%)	ความบริสุทธิ์ ไม่น้อยกว่า (%)	ความงอก ไม่น้อยกว่า (%)	
1	หญ้ารูซี่	BRACHIARIA RUZIZIENSIS	10	70	50	
2	หญ้าพลิแคทูลัม	PASPALUM PLICATULUM	10	60	40	
3	หญ้าแพรก	CYNODON DACTYLON	10	50	30	ขยายพันธุ์ด้วยลำต้นได้
4	หญ้าซิกแนลเลี่ยย	BRACHIARIA HUMIDICOLA	10	-	-	ขยายพันธุ์ด้วยเหง้า, ลำต้น
5	หญ้าสตาร์	CYNODON PLECTOSTACHYUS SPP.	10	-	-	ขยายพันธุ์ด้วยเหง้า, ลำต้น
6	หญ้าบาเฮีย	PASPALUM NOTATUM	10	50	30	ขยายขยายพันธุ์ด้วยเหง้าได้
7	หญ้าหวาย	ERAGROSTIS DIPLACHNOIDES	10	50	30	
8	หญ้า WEEPING	ERAGROSTIS PARVIFLORA	10	50	30	
9	หญ้าตีนกา	ELEUCINE INDICA	10	40	25	
10	หญ้า RYE	LOLIUM PERENNE	10	50	30	
11	หญ้า FESCUE	FESTUCA ELATOR	10	50	30	เหมาะสำหรับที่อากาศหนาว
12	หญ้า ACACIA	ACACIA SPP.	10	50	30	
	พืชตระกูลถั่ว					
13	ถั่วลาย	CENTROSEMA PUBESCENS	10	90	50	
14	ถั่วฮามาต้า	STYLOSANTHES HAMATA	10	70	30	
15	ถั่วซิราโตเร	MACROPTILIUM ATROPURPUREUM	12	90	50	

พันธุ์พืชอื่นใดนอกเหนือจากที่กำหนดนี้ ให้ใช้ได้หามีคุณสมบัติตามข้อ 2.1 ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงานและโดยความเห็นชอบของสำนักสำรวจและออกแบบ

2.3 พันธุ์หญ้าตามที่กำหนดใน ข้อ 2.2 ให้ใช้ผสมกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ทั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ ให้ใช้สวนผสมในปริมาณ 15 กรัม/ตร.ม. และให้ผสมพืชตระกูลถั่ว โดยให้มีปริมาณการงอก 10 -15 ต้น/ตร.ม.

2.4 หญ้าใดที่จะสะดวกในการขยายพันธุ์ด้วยลำต้นหรือเหง้าให้ดำเนินการได้ตามความเหมาะสมโดยลดปริมาณส่วนผสมของเมล็ดหญ้าตามที่กำหนดในข้อ 2.3 ลงตามส่วน ทั้งนี้ให้อยู่ในดุลพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน (ดูข้อ 3.1)ประกอบ

3. ส่วนผสมอย่างอื่น

3.1 ให้ผสมลำต้นของหญ้าที่ขึ้นได้ดีในพื้นที่นั้น (LOCAL GRASS STEMS) โดยตัดหญ้านั้นเป็นท่อน ๆ แต่ละท่อนให้มีข้อ (NODE) อย่างน้อย 4 ข้อ และให้ใช้ในปริมาณ 60 - 100 ท่อน / ตารางเมตร

3.2 สารลดความเป็นกรดของดิน โดยทั่วไปค่า PH ของดินที่จะปลูกหญ้าจะต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 5-8 ในกรณีที่ดินมีความเป็นกรดมากให้ใช้สารลดความเป็นกรด ดังนี้

3.2.1 เปลือกหอยเผาป่น (CRUSHED AND BURNED OYSTER SHELL) หรือ

3.2.2 DOLOMITE

ทั้งนี้ให้ใช้ในปริมาณตามความเหมาะสม เพื่อลดสภาพความเป็นกรดของดินให้เป็นกลาง

3.3 ปุ๋ย NPK สูตร 15 : 15 : 15 ใช้ไม่น้อยกว่า 30 กรัม/ ตร.ม.

3.4 TACKIFIER หรือ BINDER MATERIALS แนะนำให้ใช้กาวที่ทำมาจากพืช ไม่ควรใช้ WHITE GLUE หรือ EMULSION ซึ่งได้มาจากปิโตรเลียม จำทำให้เมล็ดพืชงอกช้า ใช้ประมาณ 30 กรัม / ตร.ม.

3.5 WETTING AGENT ใส่เพื่อป้องกันเมล็ดพืชเกาะติดกันเป็นก้อนเวลาผสมและให้เมล็ดพืชเกาะติดพื้นที่ที่พ่นอย่างทั่วถึง, ให้ใช้ตามความเหมาะสม

3.6 INDUSTRIAL DETERGENT ในกรณีที่เห็นสมควรเพื่อเพิ่มค่า K-VALUE (PERMEABILITY) ของดิน ให้ใช้โดยประมาณ 0.1 - 0.2 กรัม / ตร.ม.

3.7 MULCH MATERIALS ใช้ไม่น้อยกว่า 200 กรัม/ ตร.ม.

4. เครื่อง PUMP ให้ใช้ HIGH PRESSURE MACHINE ที่มีความสามารถพ่นได้สูงไม่น้อยกว่า 30 เมตร และหัวพนของท่อจะต้อง เป็นไปในลักษณะที่ให้ส่วนผสมที่พ่นออกไป กระจายคลุมพื้นที่อย่างสม่ำเสมอ

5. ช่วงเวลา การพ่นปลูกหญ้าที่เหมาะสมควรจะกระทำก่อนหน้าฝนประมาณ 2 - 4 สัปดาห์

6. การใส่ปุ๋ยเสริม หลังการพ่นปลูกหญ้าประมาณ 1 เดือน หรือเมื่อสังเกตเห็นว่า หญ้าเริ่มงอกพอสมควรแล้ว ให้พ่นปุ๋ยยูเรียในปริมาณ 10-15 กรัม/ ตร.ม.

7. หลังจากการพ่นปูลกหญ้าแล้วเป็นเวลา 2-3 เดือน พื้นที่ที่พ่นปลูกหญ้าจะต้องมีพืชที่พ่นปลูกขึ้นปกคลุมอย่างน้อย 75% ของพื้นที่โดยเฉลี่ย ยกเว้น ในส่วนที่เป็นดินก้อนแข็งหรือ หินเป็นหย่อม ๆ หรือ BOULDER

8. การตรวจสอบ พื้นที่ใดที่นายช่างผู้ควบคุมงานเห็นว่าการปกคลุมของพืชที่พ่นปลูกไม่ได้ตามเกณฑ์ในข้อ 7 ผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมโดยฉีดพ่นปลูกเสริมและให้ได้ผลตามเกณฑ์ในข้อ 7.

9. การปฏิบัติการอื่นใด นอกจากที่กล่าวนี้ และเป็นไปตามหลักวิชาการเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการงอกและการเจริญเติบโตของพันธุ์พืชย่อมกระทำได้

หมายเหตุ

วิธีการป้องกันการกัดเซาะของหน้าเชิงลาดด้วยวิธีนี้ จะมีความเหมาะสมกับเฉพาะบางพื้นที่ บางเงื่อนไขเท่านั้น การประยุกต์ใช้ให้เป็นไปตามการแนะนำของวิศวกร

แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. SP-205
การปลูกหญ้าด้วยวิธีพนเมล็ดหญ้าเพื่อป้องกันเชิงลาดถนน
(HYDROSEEDING FOR SLOPE PROTECTION)

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
การปลูกหญ้าด้วยวิธีพ่นเมล็ดหญ้าเพื่อป้องกันเชิงลาดถนน
(HYDROSEEDING FOR SLOPE PROTECTION)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
รวมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

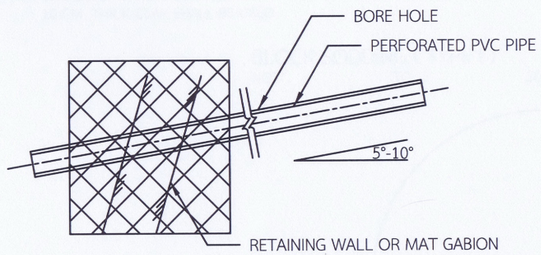
DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	SP-105
SHEET NO.	31

ระบบระบายน้ำใต้ดิน (HORIZONTAL DRAIN)

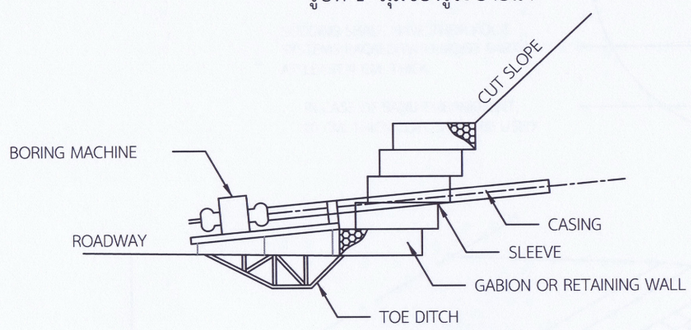
วัตถุประสงค์ : น้ำใต้ดินเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของมวลดิน บนด้าน Back Slope และ Side Slope ของทางหลวงบนเขา บนเชิงลาดน้ำใต้ดินจะทำให้ดินสูญเสียกำลังรับแรงเฉือน (Shear Strength) และเพิ่มน้ำหนักของมวลดินจนเชิงลาดขาดเสถียรภาพและพังทลายในที่สุด น้ำใต้ดินที่ซึมผ่านใต้ชั้นผิวทาง เป็นสาเหตุสำคัญให้ดินฐานรากสูญเสียกำลังรับน้ำหนักบรรทุก (Bearing Capacity) และทำให้ชั้นผิวทางได้รับความเสียหายในที่สุด แบบแนะนำนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจถึงหลักการ และเทคนิคการก่อสร้างระบบระบายน้ำใต้ดิน ที่ใช้ในการแก้ปัญหาน้ำใต้ดิน ได้แก่ Sub Drain และ Horizontal Drain

ขอบเขตของแบบแนะนำ : ช่องระบายน้ำตามแนวราบ (Horizontal Drain) ใช้ในกรณีเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของมวลดิน (Land Slide) โดยการลดระดับน้ำใต้ดินบนเชิงลาดที่ขาดเสถียรภาพ และคาดการณ์ว่าจะเกิดการเคลื่อนตัวของมวลดิน (Land Slide) โดยทั่วไป BACK SLOPE ที่มีความชันปกติ แต่เกิดการเคลื่อนตัวของมวลดิน ส่วนใหญ่สาเหตุจะมาจากน้ำใต้ดิน

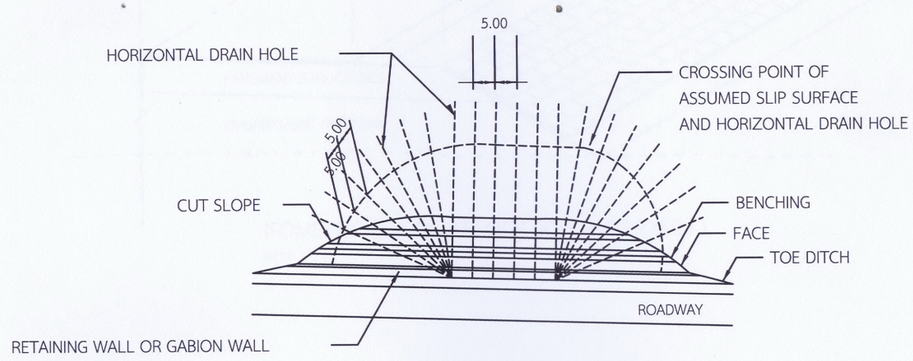
ข้อจำกัด : การหาอัตราการไหลและปริมาณน้ำใต้ดิน ณ บริเวณหนึ่งบริเวณใด เป็นเรื่องยาก เนื่องจากปริมาณน้ำใต้ดิน, อัตราการไหลและทิศทางสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามฤดูกาล การตัดสินใจในการใช้เทคนิคนี้จำเป็นที่จะต้องมีการยืนยันแนวเลื่อน โดยการสำรวจดินหรือสังเกตพบจุดที่มีน้ำใต้ดินซึมออกมาจากบริเวณด้าน BACK SLOPE



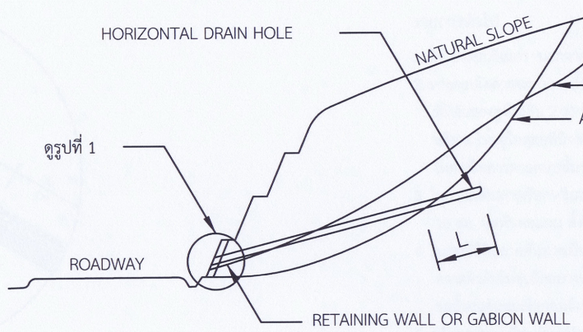
รูปที่ 1 มุมของรูระบายน้ำ



รูปที่ 2 เครื่องเจาะ

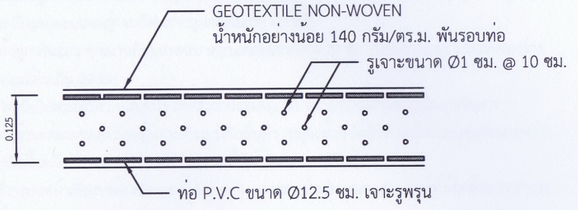


รูปที่ 3 ระยะห่างของรูระบายน้ำ



ORIGINAL GROUND CONDITION	L (m.)
SOIL	10.00
ROCK	3.00

รูปที่ 4 ความลึกในการเจาะ



รูปที่ 5 รายละเอียดท่อ P.V.C. CLASS 13.5 เจาะรูพรุน

ขั้นตอนการก่อสร้าง Horizontal Drain

1. การติดตั้ง Horizontal Drain เพื่อระบายน้ำใต้ดิน จำเป็นที่จะต้องมีการยืนยันแนวเลื่อน (SLIP SURFACE) โดยการเจาะสำรวจดิน
2. การเจาะสำรวจแนวดิ่ง (PERPENDICULAR BORING) สำหรับการสำรวจดินจะต้องดำเนินการอย่างน้อย 1 จุด ในบริเวณผิวหน้าที่เกิด LANDSLIDE หรือมีศักยภาพที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากการเคลื่อนตัวสามารถเกิดขึ้นได้หลายกรณี ตามขอบเขตระหว่างดินตะกอนและหิน (BEDROCK) และระหว่างหินผุมากกับหินผุน้อยดังนั้น การเจาะสำรวจจะต้องดำเนินการเพื่อยืนยันขอบเขตและการเปลี่ยนชนิดดิน
3. การออกแบบ Horizontal Drain ควรมีการวางแผนในการก่อสร้าง 4-5 แห่ง ในหนึ่งพื้นที่รูระบายน้ำจะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มม. โดยมีความลาดประมาณ 3° ถึง 5° องศา เพื่อที่จะระบายน้ำใต้ดินได้ง่าย (ดูรูปที่ 1)
4. ในการเจาะ Horizontal Drain ผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอแผนงานในการทำงานชนิดของเครื่องเจาะและหากพบว่าดินในบริเวณนั้นประกอบกรวดปนดิน จำเป็นต้องใช้ท่อปลอกเพื่อป้องกันหลุมเจาะพังทลาย
5. ระยะห่างระหว่างรูระบายน้ำ จะเป็นทุกๆ 5 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3
6. ท่อระบายน้ำใต้ดิน ให้ใช้ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65-75 มม. เป็นที่ PVC Class 13.5 ชนิดเจาะร่อง ตรงจากโรงงานและห่อด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ชนิดไม่ทอ น้ำหนัก 110 กรัม/ตร.ม.

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

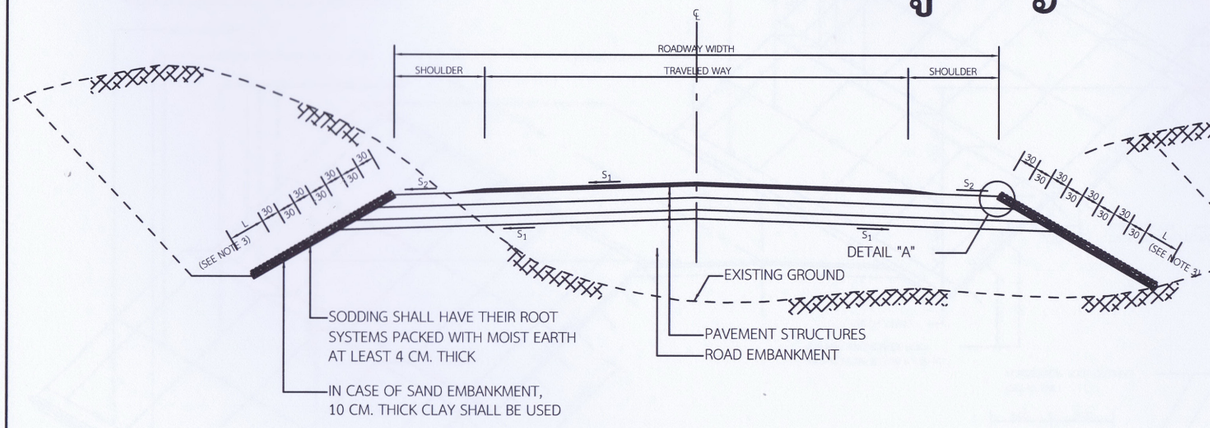
แบบแนะนำ

ระบบระบายน้ำใต้ดิน (HORIZONTAL DRAIN)

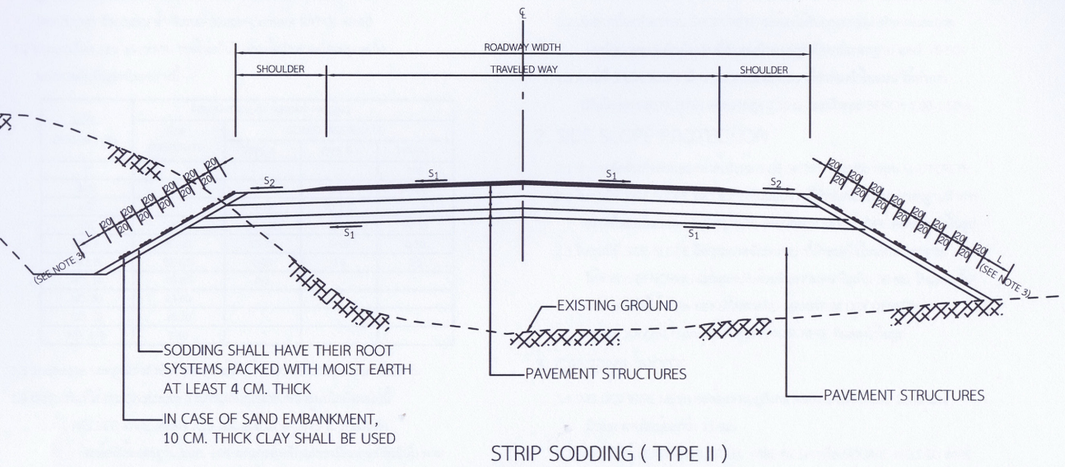
คณะกรรมการกำกับโครงการ ฯ
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. ER-17/2
SHEET NO. 26

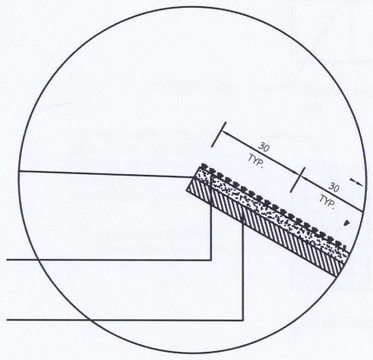
การปลูกหญ้า (SODDING DETAILS)



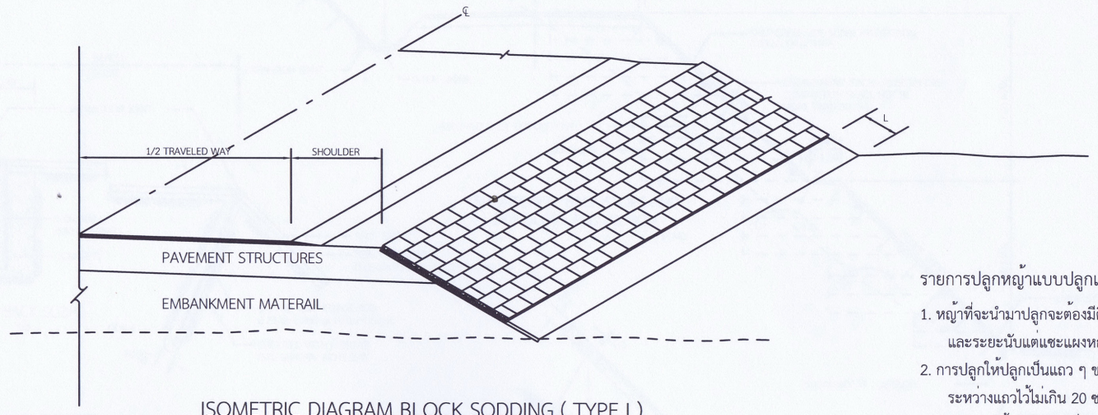
BLOCK SODDING (TYPE I)
NOT TO SCALE



STRIP SODDING (TYPE II)
NOT TO SCALE



DETAIL "A"
NOT TO SCALE



ISOMETRIC DIAGRAM BLOCK SODDING (TYPE I)
NOT TO SCALE

รายการทั่วไป

1. มิติเป็นเซนติเมตร นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น
2. ทางตอนใดควรจะทำการป้องกันลาดคันทางพัง โดยวิธีปลูกหญ้าหรือไม่ ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างโครงการฯ กล่าวคือ ทางตอนใดที่มีคันทางสูงไม่เกิน 2.00 เมตร และไม่ถูกน้ำกัดเซาะ ก็ไม่จำเป็นต้องทำ เว้นแต่ดินคันทางเป็นดินทราย และการเลือกปลูกหญ้าโดยวิธีที่ 1 หรือ 2 ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้รับจ้างเหมา แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากนายช่างโครงการฯ เว้นแต่ที่กำหนดไว้ชัดเจนในแบบให้ดำเนินการตามแบบนั้นๆและ ในท้องที่ใดที่ดินผิวประเภทอินทรีย์ หาได้ยากให้ทำการปลูกโดยวิธีที่ 1
3. ในกรณีที่ดินลาดคันทางไม่เหมาะสมที่จะปลูกหญ้าได้ เช่นดินประเภททรายละเอียดเป็นต้นให้ใส่ดินผิวลงบนลาดคันทางหนา ประมาณ 10 ซม. บดทับพอแน่น ทั้งนี้ให้อยู่กับดุลยพินิจของนายช่างโครงการฯ ดินผิวเป็นชั้นบนสุดของชั้นดินซึ่งเป็นดินอินทรีย์ (ORGANIC SOIL)
4. ในกรณีที่ดินลาดคันทางเป็นดินที่ปลูกหญ้าขึ้นได้ง่าย เมื่อก่อสร้างคันทางจนถึงระดับก่อสร้างผิวทางและตบแต่งลาดคันทางตามแบบแล้วให้คราดผิวดินให้ขุยลึกอย่างน้อย 5 ซม. เพื่อปลูกหญ้าโดยไม่จำเป็นต้องใช้ดินผิวและไม่คิดค่างานดินผิวในกรณีนี้ก่อนจะทำการปลูกหญ้าให้รดน้ำจนดินชุ่มเสียก่อนจึงปลูกหญ้าได้
5. ชนิดของหญ้าที่จะนำมาปลูก จะต้องเป็นหญ้าที่หาง่ายและขึ้นได้งอกงามในถิ่นนั้นและได้รับความเห็นชอบจากนายช่างโครงการฯ
6. การคิดและจ่ายค่างานให้กระทำเมื่อหญ้าที่ปลูกไว้ยืนต้นเต็มพื้นที่ฯ ปลูกหญ้าแล้วสำหรับการปลูกหญ้าตามวิธีที่ 1 และหญ้ายืนต้นแล้วสำหรับวิธีการปลูกหญ้าวิธีที่ 2 และผู้รับจ้างจ้างจะต้องทำการบำรุงรักษาดูแลหญ้าจนกว่าจะหมดอายุประกันผลงาน

รายการปลูกหญ้าแบบปลูกเต็มพื้นที่ (BLOCK SODDING) (TYPE I)

1. แผงหญ้าที่แซะมาปลูกให้มีดินติดรากหนาไม่น้อยกว่า 4 ซม ขนาดของแผงหญ้าประมาณ 30 x 30 ซม. หญ้าและดินจะต้องชุ่มชื้นอยู่เสมอ และระยะเวลานับแต่แซะหญ้าจนถึงเวลาปลูกต้องไม่เกิน 48 ซม. การปลูกให้เรียงแผงหญ้าเป็นแถว ๆ ขนาดกับแนวถนน แต่ละแผงให้ปลายเหลื่อมทับกันประมาณ 1 ซม. รอยต่อตามขวางของแต่ละแนวให้อยู่ประมาณกึ่งกลางของแนวถัดไป
2. การวางแผงหญ้าให้วางไว้ในลักษณะที่เยื้องกัน (STAGGER) ประมาณครึ่งแผง และตบให้แน่นเรียบเสมอกับแผงที่วางก่อน
3. ระยะ "L" ให้เป็นไปตามที่วิศวกรแนะนำ โดยทั่วไปประมาณ 30 ซม. บริเวณตำแหน่งที่ไม่ถูกกัดเซาะ
4. แผงหญ้าที่ปลูกแล้วจะต้องตกแต่งให้หญ้าเกาะตัวแน่นกับพื้นที่ฯ ปลูก ใช้ดินผิวอุดช่องว่างที่รอยต่อตามแนวยาว ระหว่างแผง (หากมี) และลดน้ำให้ชุ่มให้รดน้ำต่อไปจนกว่าหญ้าจะยืนต้น

รายการปลูกหญ้าแบบปลูกเป็นแถบ (STRIP SODDING)(TYPEII)

1. หญ้าที่จะนำมาปลูกจะต้องมีดินติดรากหญ้า หนาไม่น้อยกว่า 4 ซม. และต้องให้ดินและหญ้าชุ่มชื้นอยู่เสมอ และระยะนับแต่แซะแผงหญ้าจนถึงเวลาปลูกต้องไม่เกิน 48 ซม.
2. การปลูกให้ปลูกเป็นแถว ๆ ขนานกับแนวถนน หญ้าแต่ละแถวกว้าง 20 ซม. เป็นอย่างน้อย และเว้นช่องว่างระหว่างแถวไว้ไม่เกิน 20 ซม.
3. ระยะ "L" ให้เป็นไปตามที่วิศวกรแนะนำ โดยทั่วไปประมาณ 30 ซม. บริเวณตำแหน่งที่ไม่ถูกกัดเซาะ
4. หญ้าที่ปลูกแล้วจะต้องตบแต่งให้หญ้าเกาะตัวแน่นกับพื้นที่ฯ ปลูกแล้วจึงใช้ดินผิวเกลี่ยลงบนช่องว่างระหว่างแถวหญ้าอีกชั้นหนึ่ง ประมาณ 0.5 ซม. และรดน้ำให้ชุ่มจนกว่าจะยืนต้น
5. แผงหญ้าที่วางบนหน้าเชิงลาดต้องทำการบดอัดเบา ๆ และระหว่างรอยต่อของแผงหญ้าให้อุดด้วย TOPSOIL จากนั้นต้องดูแลรักษาแผงหญ้า

แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. SP-101
การปลูกหญ้า (SODDING DETAILS)

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

การปลูกหญ้า (SODDING)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

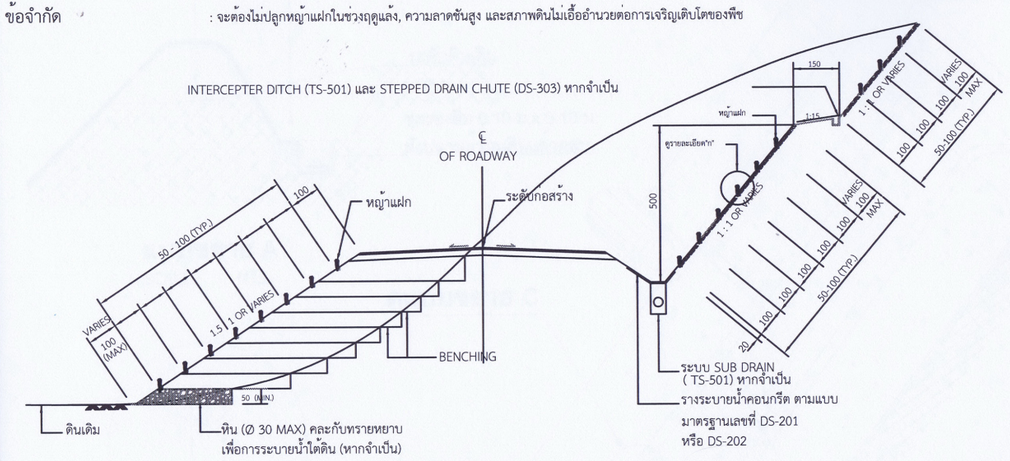
DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	SP-101
SHEET NO.	27

การปลูกหญ้าแฝกป้องกันเชิงลาดถนน
(VETIVER GRASSING FOR HIGHWAY SLOPE PROTECTION)

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้การปลูกหญ้าแฝกในงานแก้ไขป้องกันการชะล้างพังทลายของเชิงลาดถนนเกิด ประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด เพื่อให้เจ้าหน้าที่ของกรมทางหลวง ผู้ควบคุมงาน และผู้รับจ้างรู้จักเทคนิค วิธี และขั้นตอนการปลูกหญ้าแฝกให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ รู้จักพันธุ์หญ้าแฝก เทคนิควิธีการปลูก การประยุกต์ใช้การปลูกหญ้าแฝกในสภาพพื้นที่ต่างๆ รวมทั้งการบำรุงรักษา

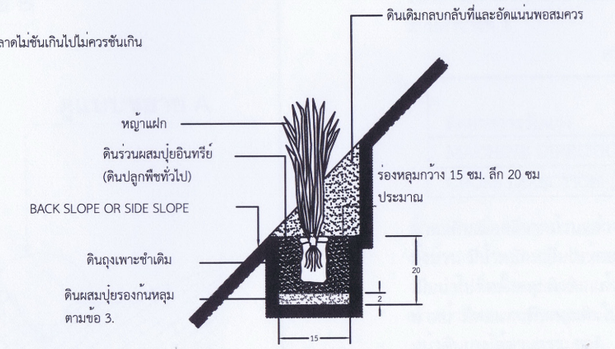
ขอบเขตของแบบแนะนำ : การปลูกหญ้าแฝกใช้ได้ทั่วไปในงานป้องกันการชะล้างพังทลายของเชิงลาด ของคันทาง, คอสะพาน, ร่องน้ำ หญ้าแฝกจะขึ้นได้ดีเมื่อปลูกในสภาพดินที่เหมาะสม ความลาดชันของลาดไม่ชันเกินไปไม่ควรชันเกิน 0.5:1 (60 องศา) และช่วงเวลาการปลูกที่เหมาะสมคือก่อนหน้าฝน และจะต้องดำเนินการตามข้อกำหนดของแบบอย่างเคร่งครัด จึงจะทำให้การปลูกหญ้าแฝกได้ผล

ข้อจำกัด : จะต้องไม่ปลูกหญ้าแฝกในช่วงฤดูแล้ง, ความลาดชันสูง และสภาพดินไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของพืช



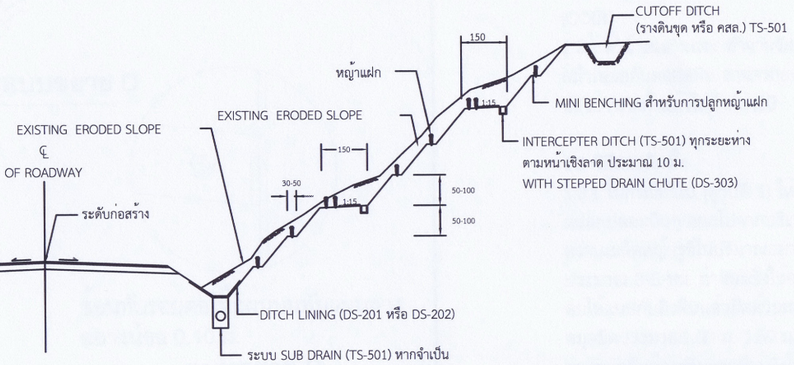
1. แบบรูปตัด : การปลูกหญ้าแฝกบน BACK SLOPE และ SIDE SLOPE

SCALE NTS.



3. แบบรายละเอียด "ก"

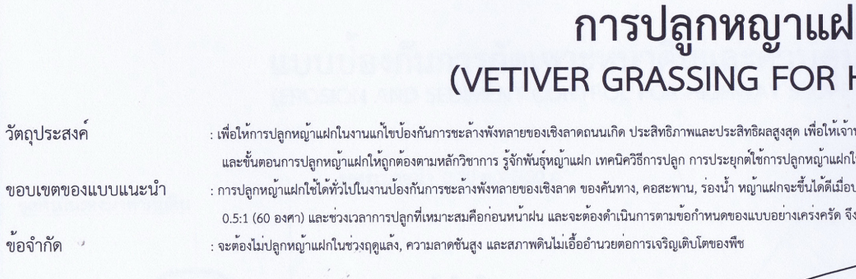
SCALE NTS.



4. แบบรูปตัด : การปลูกหญ้าแฝกด้าน BACK SLOPE

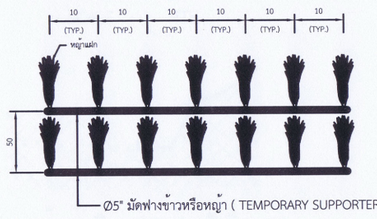
SCALE NTS.

(สำหรับเชิงลาดที่ได้เกิดการชะล้างพังทลายและ/หรือการเคลื่อนตัวของดิน)



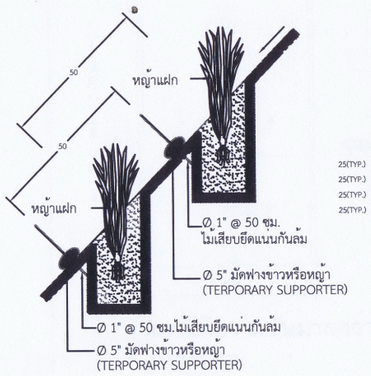
2. แบบการปลูกหญ้าแฝกบน BACK SLOPE และ SIDE SLOPE

SCALE NTS.



5.1 PLAN

SCALE NTS.



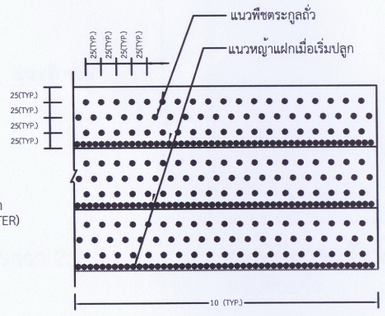
5.2 SECTION

SCALE NTS.

5. แบบการปลูกหญ้าแฝกบริเวณที่มีการชะล้างพังทลายรุนแรง

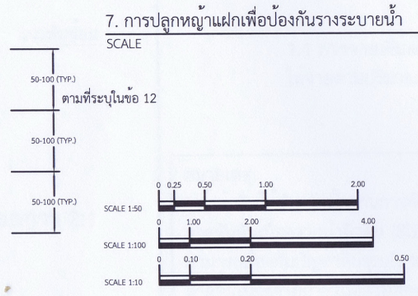
SCALE NTS.

(ดูรายการก่อสร้างข้อ 12)



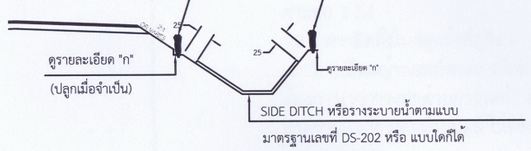
6. แบบการปลูกหญ้าแฝกกรณีปลูกร่วมกับพืชตระกูลถั่ว ARACHIS 'PINTO' (ถั่วบราซิล)

SCALE NTS.



7. การปลูกหญ้าแฝกเพื่อป้องกันรางระบายน้ำ

SCALE NTS.



รายการก่อสร้าง

1. กล้าและพันธุ์หญ้าแฝก : หญ้าแฝก (VETIVERIA ZIZANIOIDES NASH)ให้ใช้พันธุ์ที่ขึ้นเองหรือพันธุ์อื่นใดที่มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและพื้นที่ที่จะปลูกโดยความเห็นชอบของ สำนักเจ้าของงานกรมทางหลวง กล้าหญ้าแฝกจะต้องได้จากวิธีการเพาะชำเพื่อการขยายพันธุ์ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการเกษตรและก่อนที่จะนำต้นกล้าไปปลูกในพื้นที่เป้าหมาย ให้ทำการเพาะชำอภิบาลในถุงพลาสติกดำ (POLY BAG) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว ยาวประมาณ 4-6 นิ้ว (ถุงพับข้าง) หรือภาชนะอื่นที่เหมาะสมที่บรรจุด้วย ดินและปุ๋ยอินทรีย์ อันเหมาะกับการเจริญเติบโตของต้นกล้าถุงละ 1-2 ต้น เพื่อให้ต้นกล้าที่สมบูรณ์แข็งแรงที่อภิบาลไว้เจริญงอกงามและแตกหน่อเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 1/2 เดือนแต่ไม่เกิน 2 เดือน (ACTIVE TILLER) แล้วจึงนำไปปลูกในพื้นที่เป้าหมายได้
2. การขุดหลุมและการเตรียมพื้นที่ : หลังจากก่อสร้าง BACK SLOPE หรือ SIDE SLOPE หรือเชิงลาดตลิ่งลำน้ำเสร็จเรียบร้อยตามแบบก่อสร้างแล้วให้กำหนดแถวหญ้าแฝกที่จะปลูกตามแบบ เฉพาะที่ปั้นๆโดยขุดหลุมเป็นร่องยาวโดยตลอด กว้างประมาณ 15 ซม. ลึกประมาณ 15-20 ซม.(ตามแบบรายละเอียด"n" รูปที่ 3)ตามแถวของหญ้าแฝกที่กำหนดไว้และให้ปรับปรุงดินโดยรองก้นหลุมหนาประมาณ 2 ซม. ด้วยวัสดุปุ๋ยใน ข้อ 3
3. การปรับปรุงดินปลูก : กอนนำกล้าหญ้าแฝกลงปลูกต้องทำการปรับปรุงดินปลูกโดยการรองก้นหลุมปลูกด้วยปุ๋ยยูเรียอัตเม็ดประมาณ 600 กรัม หรือปุ๋ยคอกประมาณ 2 กก. อย่างใดอย่างหนึ่ง นำมาผสมกับปุ๋ยเคมี 15-15-15 ประมาณ 45-60 กรัม ต่อความยาวแถวหญ้าแฝกที่ปลูก 1 เมตร
4. การปลูก : ปลูกมีระยะระหว่างแถวที่กำหนดไว้ในแบบหรือ 1 เมตร ระยะระหว่างต้น 10 ซม. ตามรูป ที่ 1 และ2 กอนการปลูกให้ตัดใบของต้นกล้าให้เหลือความยาวประมาณ 20 ซม. เอาดุ่งเพาะชำออกโดยไม่ให้ดินในถุงหลุดลุ่ยวางกล้าแฝกลงบนปุ๋ย รองก้นหลุมตาม ข้อ 3 กลบร่องหลุมและรอบๆต้นกล้าด้วยดินปลูกพืชจนเสมอดินปากถุง (ตามแบบรายละเอียด "n" รูปที่ 3.)
5. ช่วงเวลาการปลูก : ช่วงเวลาการปลูกที่เหมาะสมเป็นช่วงเวลาต้นฤดูฝนประมาณกลาง เดือนเมษายน-กลาง เดือนสิงหาคม แต่สำหรับภาคใต้บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะวันออกเป็นช่วงตุลาคม - มกราคม โดยหญ้าแฝกควรจะต้องเจริญเติบโตอยู่ในช่วงฤดูฝนเป็นเวลาอย่างน้อย 2 เดือน
6. การดูแลรักษาหลังการปลูก : หลังจากปลูกหญ้าแฝกแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องจัดการ ดูแลต้นกล้าให้เจริญงอกงามโดยให้มีอัตราการรอดตาย ไม่น้อยกว่า 95 % และหลังจากปลูกไปแล้ว 1 เดือน หากปรากฏว่าอัตราการรอดตายน้อยกว่าเกณฑ์กำหนดนี้ ผู้รับจ้างจะต้องปลูกเสริมแซมให้เสร็จสิ้น ภายใน 15 วัน และหลังจากปลูกเสริมแซมแล้ว 1 เดือนจะทำการตรวจสอบอัตราการรอดตาย เช่นเดียวกับข้อกำหนดเดิมดังกล่าวข้างต้น
7. การบำรุงรักษา หลังการปลูก (การตัดใบ กำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ย)

   7.1 ปีที่หนึ่ง - หลักการปลูกประมาณ 30 วันให้โรยปุ๋ย แอมโมเนียมซัลเฟตสูตร 21 : 0 : 0 ในอัตรา 1/2 ช้อนชา หรือ ใช้ปุ๋ยยูเรียสูตร 46 : 0 : 0 ในอัตรา 1/4 ช้อนชา ตอหนึ่งหลุมปลูก
   - ทำการตัดใบ กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ยประมาณ เดือนสิงหาคม หรือ กันยายน ส่วนภาคใต้พื้นที่ชายฝั่งตะวันออกประมาณเดือน กุมภาพันธ์

   7.2 ปีที่สอง - ทำการตัดใบ กำจัดวัชพืชและใส่ปุ๋ย ประมาณเดือน พฤษภาคม และ สิงหาคม หรือ กันยายน ส่วนภาคใต้พื้นที่ ชายฝั่งตะวันออก ประมาณ พฤศจิกายน และ กุมภาพันธ์

   การตัดใบ ให้ตัดใบหญ้าแฝก ให้เหลือความสูงประมาณ 20 - 30 ซม.

   การใส่ปุ๋ย ให้ใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ NPK 15-15-15 ในอัตราส่วนประมาณ 20 กรัมต่อความยาว 1 เมตร ของแถวหญ้าแฝก
8. กรณีปลูกร่วมกับพืชตระกูลถั่ว (ARACHIS 'PINTO') เพื่อให้เกิดความยั่งยืนของหญ้าแฝกในพื้นที่และลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาหลังการปลูก สามารถประยุกต์นำพืชตระกูลถั่ว ARACHIS 'PINTO' (ถั่วบราซิล) มาปลูกระหว่างแถวหญ้าแฝกตามแบบรายละเอียดในรูปที่ 6 เพื่อคลุมดิน ปิดกั้นวัชพืชและให้แร่ธาตุ N แก่ดิน ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการบำรุงรักษาหลังการปลูกเฉพาะในข้อ 7.1 และเฉพาะการตัดใบในข้อ 7.2เท่านั้น
9. การปลูกหญ้าแฝกสำหรับ BANK PROTECTION:สามารถประยุกต์การปลูกหญ้าแฝกป้องกันการชะล้างพังทลายของถนนเรียบลำน้ำทั้งนี้ความยาวของการปลูกที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาพของลำน้ำ โดยอยู่ในดุลพินิจของช่างผู้ควบงาน
10. ในกรณีที่เป็นโครงการบูรณะก่อสร้าง,งานบำรุงทาง : สำหรับ BACK SLOPE ที่ได้เกิดการชะล้างพังทลาย และ / หรือ การเคลื่อนตัวของดินเชิงลาดไปแล้วให้ปรับแต่ง SLOPE ให้เป็นลักษณะขั้นบันไดขนาดเล็ก MINI. BENCHING โดยความสูงแต่ละขั้นประมาณ 50-100 กว้างประมาณ30 - 50 ซม. และปลูกหญ้าแฝกบนแต่ละขั้นตามที่แสดงไว้ในแบบรูปที่ 4
11. ให้พิจารณาก่อสร้างระบบระบายน้ำ (DRAINAGE SYSTEM) ให้มีประสิทธิภาพสมบูรณ์โดยการก่อสร้าง DIVERSION DITCH, INTERCEPTER DITCH, STEPPED DRAINCHUTE และ SUBDRAIN (หากจำเป็น) ตำแหน่งและความยาวให้พิจารณาตามความเหมาะสมในสนาม
12. การเลือกใช้ระยะระหว่างแถวและกล้าหญ้าแฝก ขึ้นอยู่กับสภาพความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน หากความรุนแรงต่ำหรือปานกลางให้ใช้ระยะระหว่างแถว 100 ซม. และ ระยะระหว่างต้นกล้าหญ้าแฝกในแถว 10 ซม.หากในพื้นที่มีความรุนแรงหรือมีแนวโน้มของการชะล้างพังทลายสูงให้ใช้ระยะระหว่างแถว 50 ซม.และในกรณีนี้ให้ประยุกต์ มัดฟางข้าวหรือหญ้าขนาด Ø 5" โดยประมาณ ตอกยึดแน่นกับดินหลังแถวหญ้าแฝกเพื่อเป็น TEMPORARY SUPPORTER ตามรูปที่ 5.1 , 5.2
13. ให้ยกเลิกแบบการปลูกหญ้าแฝกป้องกันเชิงลาดถนน (VETIVER GRASSING FOR HIGHWAY SLOPE PROTECTION)แบบเลขที่ SP - 204 , SP - 206 , SP - 205/1 โดยให้ใช้แบบเลขที่ SP-205/2 นี้แทน มิติเป็นเซ็นติเมตร นอกจากระบุเป็นอย่างอื่น

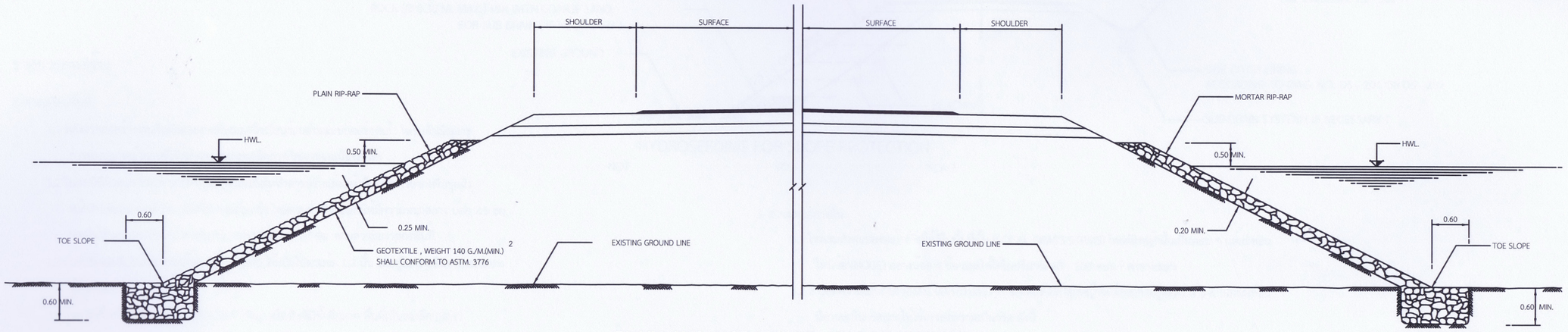
แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. SP-205/2
การปลูกหญ้าแฝกป้องกันเชิงลาดถนน
(VETIVER GRASSING FOR HIGHWAY SLOPE PROTECTION)

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
การปลูกหญ้าแฝกป้องกันเชิงลาดถนน
(VETIVER GRASSING FOR HIGHWAY SLOPE PROTECTION)

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	SP-205/2
SHEET NO.	32



PLAIN AND MORTAR RIP - RAP PROTECTION

NOT TO SCALE

ลำดับการก่อสร้าง หินเรียงไม่ยาแนว (PLAIN RIP-RAP)

1. COMPACT ดินและตบแต่ง SLOPE ตามแบบ TYPICAL CROSS-SECTION
2. ขนาดของหินที่ใช้จะต้องมีน้ำหนักแต่ละก้อนอยู่ในระหว่าง 25-70 ก.ก. และอย่างน้อย 75% ของหินทั้งหมดจะต้องหนักกว่า 45 ก.ก. และ KEY STONE ขนาดที่เหมาะสม
3. การเรียงหินจะต้องจัดเรียงโดยมีช่องว่าง (VOID) น้อยที่สุดให้เรียงหินก้อนใหญ่ที่สุดไว้ข้างล่าง ล่างก้อนเล็กไว้ข้างบน ระหว่างช่องว่างรอยต่อให้อุดด้วยหินเล็กๆอัดแน่น ความหนาของ RIP-RAP ไม่ควรต่ำกว่า 25 ซม. วัดโดยตั้งฉากกับ SLOPE
4. ให้ขุดวางหินต่ำกว่าระดับดินท้องคลองลงไปไม่ต่ำกว่า 60 ซม.
5. ในกรณีที่ดินท้องคลองเป็นเลนจะต้องพิจารณาถมหินที่ TOE-SLOPE ตามความเหมาะสม
6. การเรียงหินจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำและเห็นชอบจากนายช่างควบคุมงาน
7. ในกรณีบริเวณตีนเชิงลาดคันทางเป็นดินอ่อน ให้พิจารณาใช้ปริมาณหินให้เหมาะสม

ลำดับการก่อสร้าง หินเรียงยาแนว (MORTAR RIP-RAP)

1. COMPACT ดินและตบแต่ง SLOPE ตามแบบ TYPICAL CROSS-SECTION
2. ขนาดของหินที่ใช้จะต้องมีน้ำหนักแต่ละก้อนอยู่ในระหว่าง 15-40 ก.ก. และอย่างน้อย 50% ของหินทั้งหมดจะต้องหนักกว่า 30 ก.ก. และ KEY STONE ขนาดที่เหมาะสม
3. การเรียงหินจะต้องจัดเรียงโดยมีช่องว่าง (VOID) น้อยที่สุดให้เรียงหินก้อนใหญ่ที่สุดไว้ข้างล่าง ก้อนเล็กไว้ข้างบน ระหว่างช่องว่างรอยต่อให้อุดด้วยหินเล็กๆอัดแน่น ความหนาของ RIP-RAP ไม่ควรต่ำกว่า 20 ซม. วัดโดยตั้งฉากกับ SLOPE
4. ให้อุดช่องว่างระหว่างก้อนหินให้แน่นสนิทด้วยปูนซีเมนต์ผสมทรายในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร
5. ให้ถือปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 4,5และ6 ของการเรียงหินแบบ PLAIN RIP-RAP
6. ให้เรียงหินบริเวณตีนลาดคันทางลึกอย่างน้อย 60 ซม. จากระดับดินเดิม (ตามแบบ)
7. ในกรณีบริเวณตีนเชิงลาดคันทางเป็นดินอ่อน ให้พิจารณาใช้ปริมาณหินให้เหมาะสม และตามความเห็นชอบและการแนะนำของวิศวกรผู้ควบคุมงาน

รายการ

1. มิติเป็นเมตร นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น
2. การป้องกันชะล้างด้วยวิธีนี้ ใช้เฉพาะในพื้นที่และเงื่อนไขที่เหมาะสมที่มีข้อมูลที่ชัดเจนตามที่วิธีการแนะนำ

แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. SP-105
RIP - RAP SLOPE PROTECTION FOR EMBANKMENT SLOPE

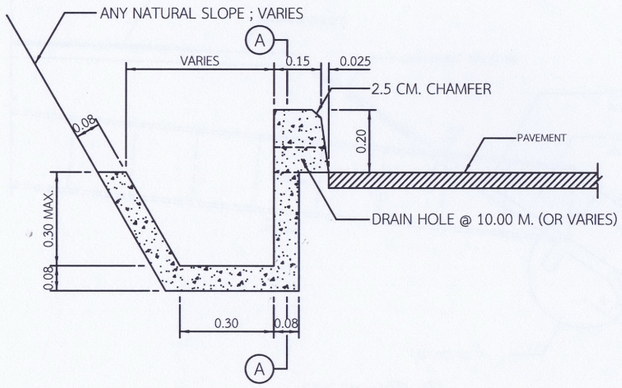
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

RIP - RAP SLOPE PROTECTION FOR EMBANKMENT SLOPE

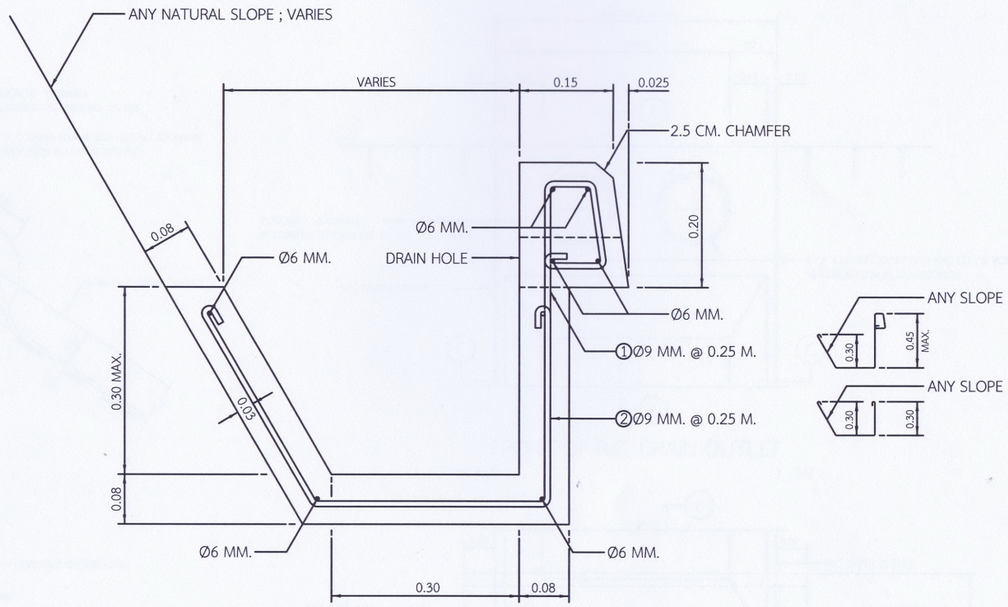
สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	SP-105
SHEET NO.	30



CONCRETE DITCH TYPE "A"

SCALE 1 : 10



CONCRETE DITCH TYPE "A"

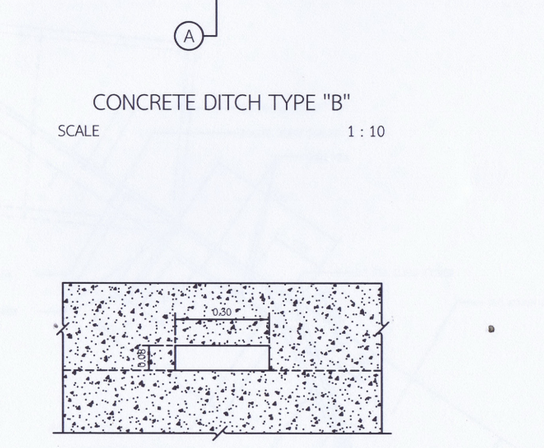
SCALE 1 : 5

รายการ

1. มิติเป็นเมตร นอกจากระบุไว้เป็นอย่างอื่น
2. ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH ของคอนกรีต ไม่น้อยกว่า 180 KSC.
   สำหรับ 15x15x15 CM. CUBE ที่ 28 วัน ส่วนผสมคอนกรีตแนะนำโดยประมาณ
   1 ลบ.ม. ใช้ส่วนผสมดังนี้
   ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 320 ก.ก.
   ทราย 430 ลิตร
   หินย่อยหรือกรวด 860 ลิตร
   ส่วนยุบตัวของคอนกรีต (SLUMP) ไม่มากกว่า 10 ซม.
3. เหล็กเสริมใช้เหล็ก STRUCTURAL GRADE ตามมาตรฐาน มอก. 20 SR 24
4. คอนกรีตหุ้มโดยรอบโครงเหล็ก 3 เซนติเมตร
5. การต่อเหล็กเสริมให้ความยาวของเหล็กซ้อนกันไม่น้อยกว่า 40 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
6. วัสดุต่างๆที่จะนำมาใช้ ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน
7. ให้มี EXPANSION JOINT ห่าง 1 ซม. ทุกๆระยะ 10 เมตร อุดด้วย MORTAR (1:3 โดยปริมาตร)
8. วัสดุก่อสร้างทุกชนิดให้เป็นไปตามมาตรฐานของกรมทางหลวง

หมายเหตุ

1. TYPE A DITCH เป็นรางระบายน้ำสำหรับใช้ในกรณีทั่วๆไป ความลึกของ DITCH ให้พิจารณาปริมาณน้ำประกอบด้วย
2. TYPE B DITCH เป็นรางระบายน้ำสำหรับใช้ในกรณีที่มีน้ำน้อย ซึ่งถ้าใช้ TYPE A แล้วอาจเกิดตะกอนได้ง่าย

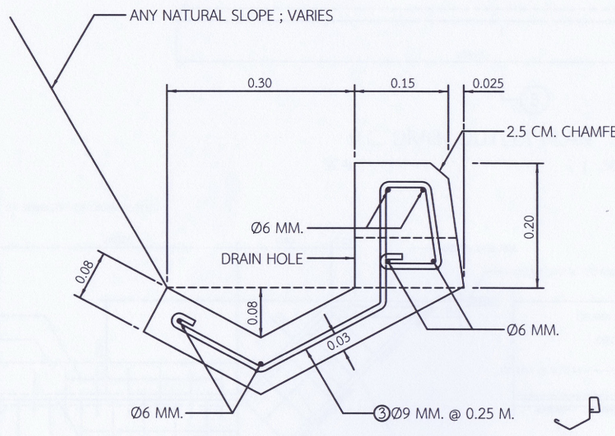


CONCRETE DITCH TYPE "B"

SCALE 1 : 10

SECTION Ⓐ-Ⓐ

SCALE 1:10



CONCRETE DITCH TYPE "B"

SCALE 1 : 5

แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. DS-202
CONCRETE DITCH AT HILLSIDE

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

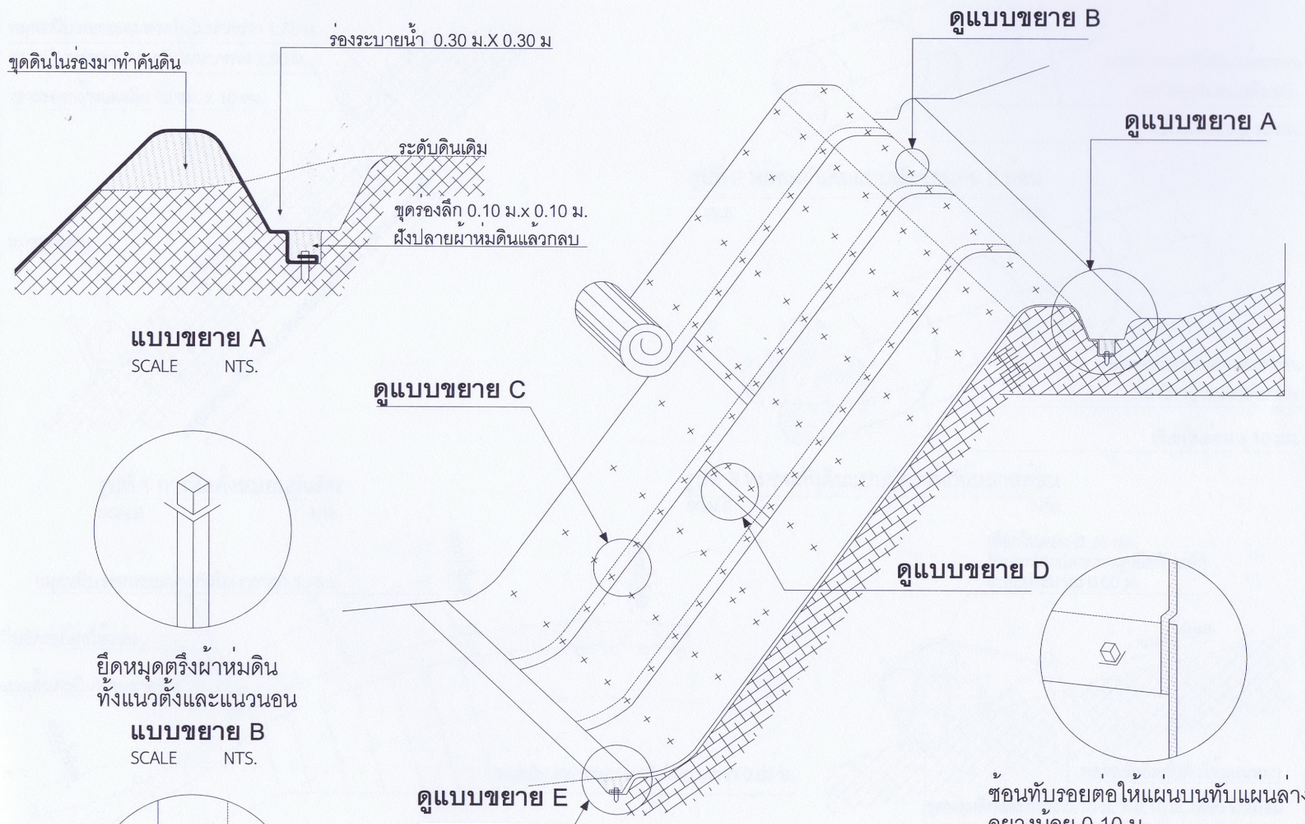
แบบแนะนำ

CONCRETE DITCH AT HILLSIDE

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. DS-202
SHEET NO. 36

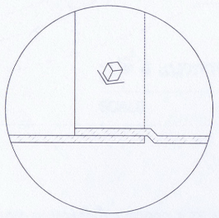
แบบป้องกันการกัดเซาะหน้าดินและควบคุมตะกอนดิน
(EROSION AND SEDIMENT CONTROL FOR HIGHWAY SLOPE PROTECTION)



แบบขยาย A
SCALE NTS.

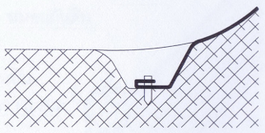
ยึดหมุดตรึงผ้าห่มดิน
ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

แบบขยาย B
SCALE NTS.



ซ้อนทับรอยต่อด้านข้าง
อย่างน้อย 0.10 ม.

แบบขยาย C
SCALE NTS.



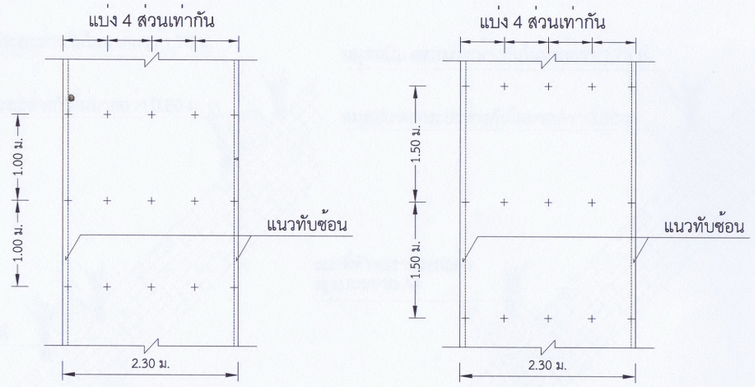
ปลายผ้าห่มดินตอกหมุดฝังยึดแล้ว
ให้กลบดินทับตลอดแนว

แบบขยาย E
SCALE NTS.

ซ้อนทับรอยต่อให้แผ่นบนทับแผ่นล่าง
อย่างน้อย 0.10 ม.

แบบขยาย D
SCALE NTS.

รูปที่ 1 การติดตั้งผ้าห่มดิน
SCALE NTS.



กรณีที่ความชันมากกว่า 2:1
หรือดินร่วน

กรณีที่ความชันน้อยกว่า 2:1
หรือดินแข็ง

รูปที่ 2 ตำแหน่งการยึดหมุดเพื่อการติดตั้งผ้าห่มดิน
SCALE NTS.

1 รายการผ้าห่มดิน (EROSION CONTROL BLANKET หรือ ECB)

1.1 องค์ประกอบและวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้

ผ้าห่มดินประกอบด้วยเส้นใยธรรมชาติที่นำมาทอเป็นผืนแล้วเย็บประกบด้วยตาข่ายเสริมแรง (REINFORCED NETTING) ทั้งสองด้านโดยใช้เครื่องจักร เพื่อให้สามารถรับแรงดึงได้ทั้งทางแนวตั้งและแนวนอนอย่างสม่ำเสมอกัน และมีค่ากำลังรับแรงดึง (TENSILE STRENGTH) ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่ากำลังรับแรงดึงของผ้าห่มดิน

ทิศทางการรับแรง	ความลาดชันของพื้นที่ติดตั้ง		
	≤ 45 องศา	≤ 60 องศา	> 60 องศา
MACHINE DIRECTION (N/10 CM.)	> 120	> 350	> 550
CROSS DIRECTION (N/10 CM.)	> 150	> 550	> 850

ผ้าห่มดินเมื่อคลี่จากม้วนแล้วจะต้องราบเรียบเป็นผืนเดียวกัน โดยไม่ยืดหรือหดตัวตลอดความยาวทั้งม้วน มีน้ำหนักเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 350 ก./ตร.ม. และมีคุณสมบัติในการเก็บความชื้นในตัวเองได้ดี เมื่อนำไปติดตั้งคลุมผิวดินแล้ว สามารถกระตุ้นให้เมล็ดพืชงอกและเติบโตได้ โดยผ้าห่มดินสามารถทำหน้าที่ทดแทนพืชคลุมดินในการป้องกันน้ำกัดเซาะ ระหว่างที่พืชยังไม่เติบโตพอที่จะรักษาหน้าดินเองได้ตามธรรมชาติ

1.2 วัสดุ

1.2.1 เส้นใยธรรมชาติที่นำมาใช้ในการผลิตต้องสามารถย่อยสลายได้เอง (BIO-DEGRADABLE) โดยมีอายุการใช้งานหลังการติดตั้งไม่ต่ำกว่า2ปี เช่น ใยปาล์ม (EFB FIBER) หรือใยมะพร้าว (COIR)

1.2.2 ตาข่ายเสริมแรง ทำจากวัสดุสังเคราะห์ประเภท POLYPROPYLENE (PP) มีความเหนียวสม่ำเสมอกันตลอดผืน สามารถย่อยสลายได้เอง (PHOTO-DEGRADABLE) มีอายุการใช้งานหลังการติดตั้งแล้วไม่ต่ำกว่า2ปี

1.3 วิธีการติดตั้ง

1.3.1 ในกรณีทั่วไป (ดูรูปที่ 1) ให้นำวัสดุตกค้าง เช่น ก้อนหิน รากพืช กิ่งไม้ หรือเศษวัสดุแปลกปลอมอื่นๆ ออกไปจากบริเวณที่จะทำการติดตั้งผ้าหมดิน ตกแต่งหน้าดินให้เรียบ หว่านเมล็ดหญ้ารูซี่ในปริมาณอย่างน้อย 1 กก./400 ตร.ม. พรวนดินกลบให้เมล็ดหญ้าอยู่ลึกประมาณ 3-5 ซม. ถ้าดินแข็งใช้จอบฟันร่องเพื่อหยอดเมล็ดแล้วกลบ หลังจากนั้นจึงปูผ้าห่มดินทับตบให้แนบกับผิวดินแล้วยึดด้วยหมุดไม้หรือวัสดุอื่นใดตามข้อแนะนำของผู้ผลิต ระยะห่างของหมุดยึดประมาณ1.00 ม.-1.50 ม. ขึ้นอยู่กับชนิดของดินและความลาดเอียง (ดูรูปที่ 2) ความยาวของหมุดยึดต้องเพียงพอที่จะฝังในดินโดยไม่โยกคลอน หรือหลุดไหลเนื่องจากน้ำผิวดิน (SURFACE WATER) รอยต่อของผ้าห่มดินต้องเผื่อระยะซ้อนทับกันไม่น้อยกว่า 10 ซม. ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

1.3.2 หากดินที่จะปลูกหญ้าขาดอินทรีย์สาร ให้ใส่ปุ๋ยคอก ในปริมาณ 1 กก./5 ตร.ม.หรือปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในปริมาณ 1 กก./25 ตร.ม. แล้วจึงหว่านเมล็ดหญ้า และติดตั้งผ้าหมดินตามข้อ 1.3.1

1.3.3 การติดตั้งในฤดูแล้งที่ภูมิอากาศไม่เอื้ออำนวยต่อการงอกของเมล็ดพืช ให้คลุกยากันแมลงเข้ากับเมล็ดหญ้าก่อนฝังกลบ เพื่อป้องกันไม่ให้เมล็ดหญ้าถูกมดทำลายก่อนเข้าสู่ฤดูฝน หากต้องการเร่งการงอกด้วยการรดน้ำ ต้องระวังไม่ให้แรงกระแทกของน้ำจากเครื่องสูบน้ำกำลังสูงทำความเสียหายต่อผ้าห่มดิน ให้ฉีดน้ำขึ้นสู่อากาศแล้วตกลงมาในลักษณะคล้ายกับฝนตกตามธรรมชาติ

1.4 การจ่ายเงินค่างาน

ให้จ่ายตามปริมาณงานที่ทำจริงและวัดได้ในสนาม คิดราคาเป็นตารางเมตร

หมายเหตุ
" ผ้าห่มดินใช้สำหรับป้องกันการกัดเซาะของหน้าดินในพื้นที่ลาดชันอันเนื่องจากน้ำผิวดิน (SURFACE WATER) แต่ไม่สามารถป้องกันปัญหาดินยุบตัว หรือปัญหาการเลื่อนไหลของลาดดินเนื่องจากการวิบัติหรือพังทลายของมวลดิน

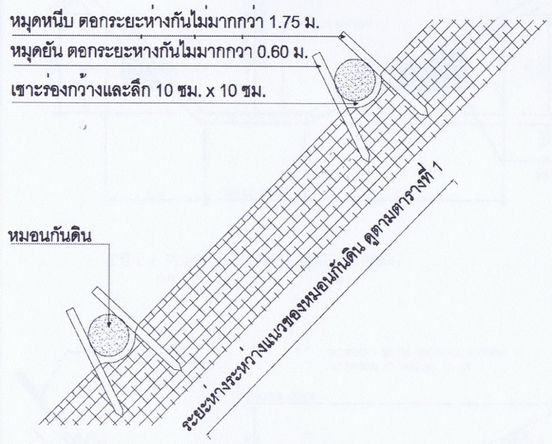
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
การใช้วัสดุปกคลุมผิวหน้าเชิงลาดเพื่อป้องกันการกัดเซาะ
EROSION CONTROL BLANKET

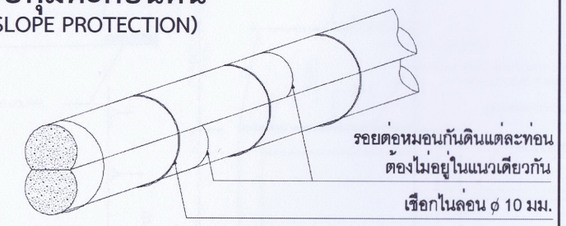
สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. SP-206/1
SHEET NO. 33

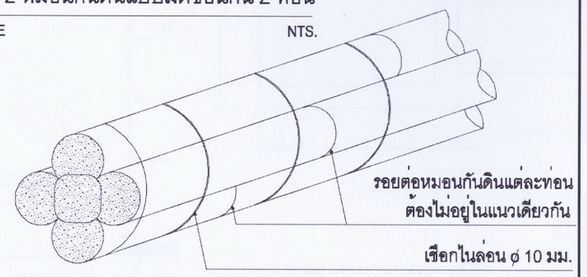
แบบป้องกันการกัดเซาะหน้าดินและควบคุมตะกอนดิน
(EROSION AND SEDIMENT CONTROL FOR HIGHWAY SLOPE PROTECTION)



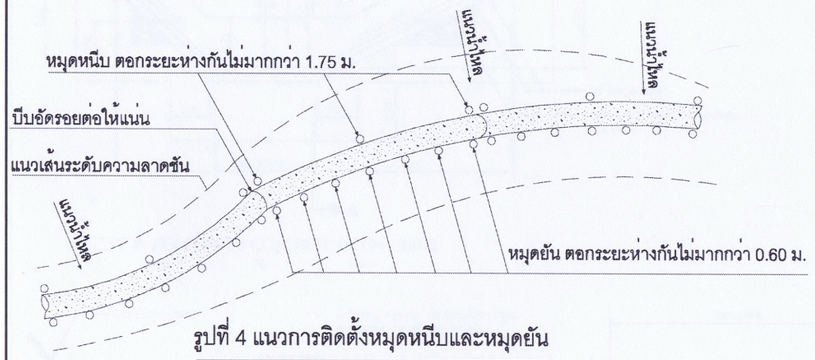
รูปที่ 1 การติดตั้งหมอนกันดิน
SCALE NTS.



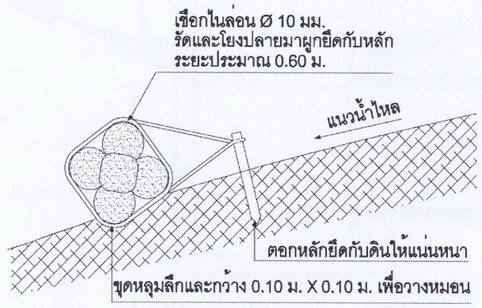
รูปที่ 2 หมอนกันดินแบบมัดซ้อนกัน 2 ท่อน
SCALE NTS.



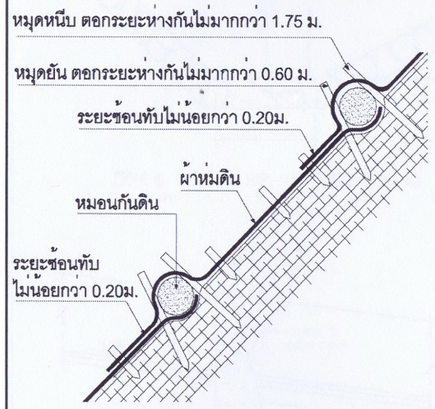
รูปที่ 3 หมอนกันดินแบบมัดรวมกันหลายท่อน
SCALE NTS.



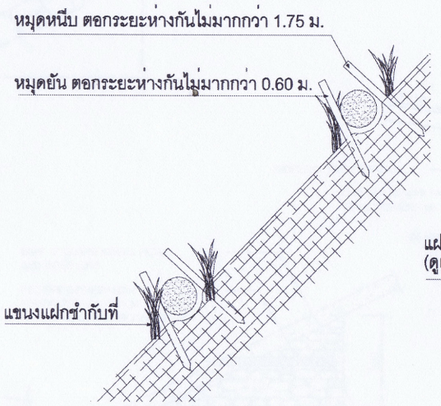
รูปที่ 4 แนวการติดตั้งหมุดหนีบและหมุดยัน
SCALE NTS.



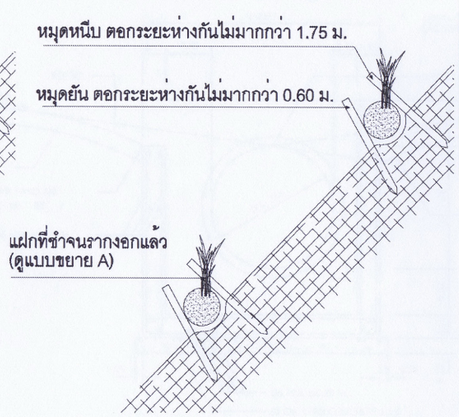
รูปที่ 5 การยึดหมอนกันดินแบบมัดรวมกันหลายท่อน
SCALE NTS.



รูปที่ 6 การติดตั้งหมอนกันดินร่วมกับผ้าห่มดิน
SCALE NTS.



รูปที่ 7 การติดตั้งหมอนกันดินและปลูกแฝกบนพื้นที่
SCALE NTS.



รูปที่ 8 การติดตั้งหมอนกันดินที่ชำแฝกสำเร็จรูป
SCALE NTS.

2 รายการ หมอนกันดิน (EROSION CONTROL LOG หรือ ECL)

2.1 องค์ประกอบและวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้

หมอนกันดินประกอบด้วยเส้นใยธรรมชาติที่นำมาอัดแน่นลงในปลอกตาข่าย ด้วยการใช้เครื่องจักร ให้มีรูปทรงเป็นท่อนกลมสม่ำเสมอตลอดความยาว มีความหนาแน่นเฉลี่ยระหว่าง 85-110 กก./ลบ.ม. ที่ความชื้น (MOISTURE CONTENT) ไม่เกิน 15% ไม่มีรอยต่อของปลอก และมีความแข็งแรงทนต่อแรงดึงไม่ฉีกขาดได้ง่าย เมื่อนำไปติดตั้งบนผิวดินแล้วสามารถโค้งงอ แนบไปกับผิวหน้าดินตามแนวระดับความลาดเอียง

หมอนกันดินใช้ติดตั้งเพื่อลดทอนความเร็วของน้ำผิวดินที่ไหลบ่าลงมาตามความลาดชัน และดักเก็บตะกอนดิน หรือใช้วางขวางแนวทางน้ำเพื่อผันน้ำไปลงยังรางระบายหรือจุดรับน้ำที่จัดเตรียมไว้ (ดูรูปที่ 1)

หมอนกันดินสามารถตัดให้เป็นท่อนสั้นลงตามลักษณะของการใช้งาน หรือนำมามัดซ้อนกัน (ดูรูปที่ 2) หรือมัดรวมกันหลายท่อนในลักษณะเป็นพ่อน (ดูรูปที่ 3) เพื่อใช้ดักตะกอนได้มากขึ้น ตามความเหมาะสม

2.2 วัสดุ

2.2.1 เส้นใยธรรมชาติที่นำมาใช้ในการผลิตต้องสามารถย่อยสลายได้เอง (BIO-DEGRADABLE) โดยมีอายุการใช้งานหลังการติดตั้งไม่ต่ำกว่า2ปี เช่น ใยปาล์ม (EFB FIBER) หรือใยมะพร้าว (COIR)

2.2.2 ปลอกตาข่าย ทำจากวัสดุสังเคราะห์ประเภท POLYPROPYLENE (PP) ที่มีความเหนียวสม่ำเสมอกันตลอดความยาว สามารถย่อยสลายได้เอง (PHOTO-DEGRADABLE) มีอายุการใช้งานหลังการติดตั้งแล้วไม่ต่ำกว่า2ปี

2.3 วิธีการติดตั้ง

2.3.1 ในกรณีทั่วไป (ดูรูปที่ 1)ให้เซาะร่องดินกว้างและลึกประมาณ 10 ซม.x 10 ซม. บนพื้นที่ติดตั้งตามแนวระดับ แล้วจึงวางหมอนกันดินบนร่อง ยึดตรึงด้วยการตอกหมุดไม้หรือวัสดุอื่นใดตามคำแนะนำของผู้ผลิตฝังแน่นกับดิน ไม่โยกคลอน ช่วงระหว่างรอยต่อต้องอัดปลายหมอนกันดินเข้าหากันให้แน่นที่สุด หรือวางให้เหลื่อมกัน เพื่อจะป้องกันไม่ให้เกิดการกัดเซาะตรงรอยต่อได้ (ดูรูปที่ 4) โรยเมล็ดหญ้าหรือชำแฝกลงในร่องเหนือและใต้แนวหมอน การยึดตรึงหมอนกันดินแบบมัดรวมกันหลายท่อนให้ใช้เชือกมัดโยงมาผูกไว้กับหมุดยึด ให้มั่นคง (ดูรูปที่ 5)

2.3.2 ระยะห่างระหว่างแนวของหมอนกันดิน ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ความลาดชันของพื้นที่ติดตั้ง และขนาดของหมอนกันดิน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะห่างระหว่างแนวของหมอนกันดิน

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของหมอนกันดิน	ความลาดชันของพื้นที่ติดตั้ง			
	≤ 30องศา	≤ 45องศา	≤ 60องศา	> 60 องศา
12 ซม.	4.0-6.0 ม.	3.0-4.0 ม.	2.0-3.0 ม.	< 2.0 ม.
16 ซม.	6.0-8.0 ม.	4.0-6.0 ม.	3.0-4.0 ม.	< 3.0 ม.

2.3.3 การติดตั้งบนพื้นที่ที่มีความลาดเอียงเกิน 60องศา หรือชั้นดินร่วนซุยที่หนามากและพร้อมจะสลายเป็นโคลนเมื่อถูกน้ำ รวมทั้งสภาพพื้นที่มีลักษณะเฉพาะอันยากต่อการงอกของพืชหรือยากต่อการตอกหมุดยึด ให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตเป็นกรณีๆไป

2.4 การจ่ายเงินค่างาน

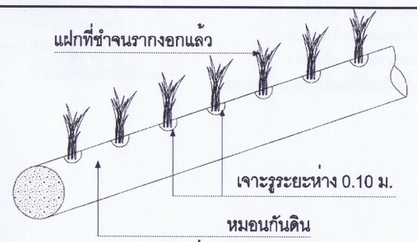
ให้จ่ายตามปริมาณงานที่ทำจริงและวัดได้ในสนาม ให้คิดราคาตามความยาว เป็นเมตร

หมายเหตุ

" บนพื้นที่ลาดชันด้าน SIDE SLOPE ที่มีการปลูกหญ้า ควรติดตั้งหมอนกันดินร่วมกับผ้าห่มดิน โดยติดตั้งหมอนกันดินก่อนตามวิธีการติดตั้งในข้อ 2.3 แล้วจึงติดตั้งผ้าห่มดินคลุมทับ (ดูรูปที่ 6)

" หมอนกันดินสามารถใช้ร่วมกับการปลูกแฝก โดยการชำตามวิธีปกติ เหนือและใต้แนวหมอน เพื่อป้องกันแซนงแฝกระหว่างที่รากยังไม่ยาวพอ มิให้หลุดไหลไปกับน้ำ (ดูรูปที่ 7)

" ในกรณีที่ต้องการปลูกแฝกบนพื้นที่ลาดชันซึ่งคนงานขึ้นไปปลูกได้ยาก สามารถชำแฝกลงไปบนหมอนกันดิน และรดน้ำเป็นเวลาประมาณ1เดือนจนรากของแฝกงอกแทงทะลุใต้หมอน แล้วจึงนำขึ้นไปวางยังแนวที่จัดเตรียมไว้ (ดูรูปที่ 8)



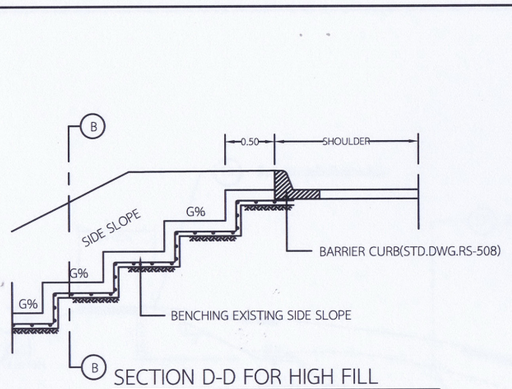
หมอนกันดินที่ชำแฝกสำเร็จรูป
แบบขยาย A
SCALE NTS.

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

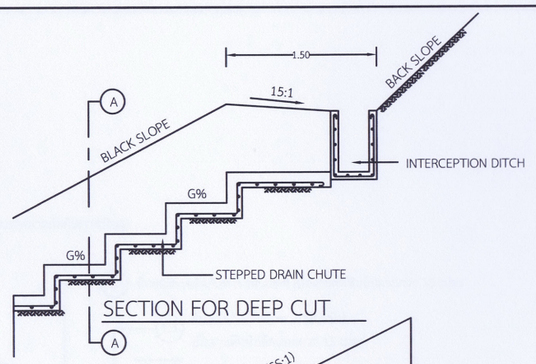
แบบแนะนำ
การใช้วัสดุปกคลุมผิวหน้าเชิงลาดเพื่อป้องกันการกัดเซาะ
EROSION CONTROL BLANKET

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง

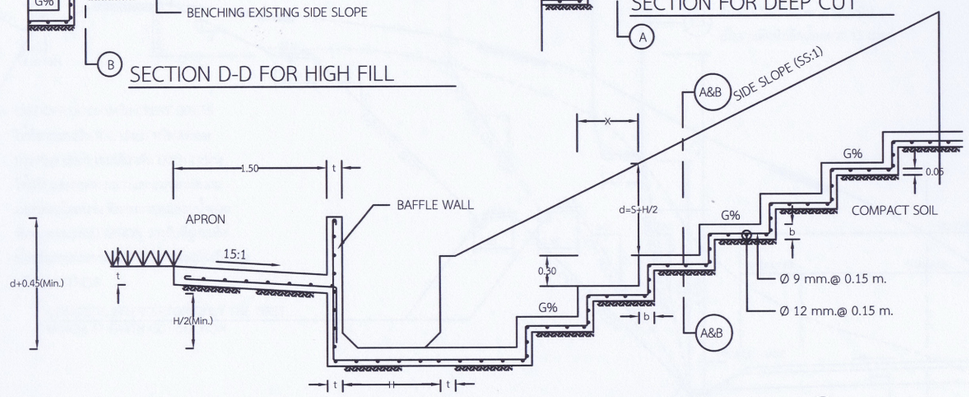
DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. SP-206/2
SHEET NO. 34



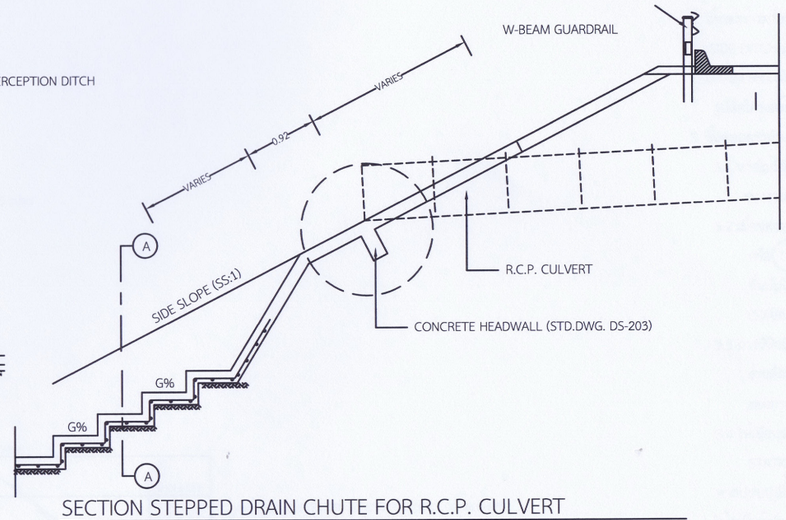
SECTION D-D FOR HIGH FILL



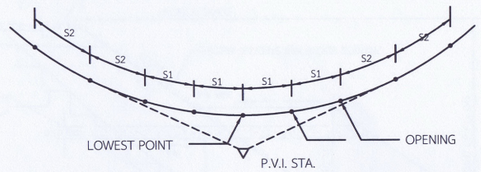
SECTION FOR DEEP CUT



SECTION C-C

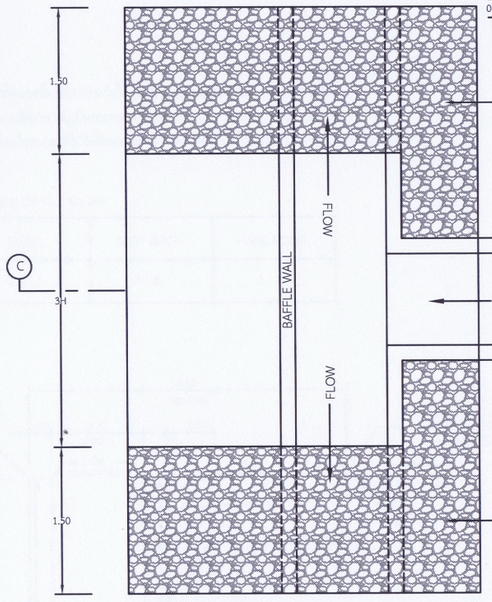


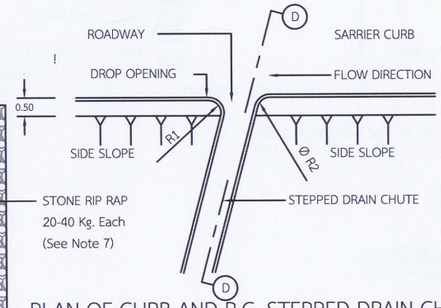
SECTION STEPPED DRAIN CHUTE FOR R.C.P. CULVERT



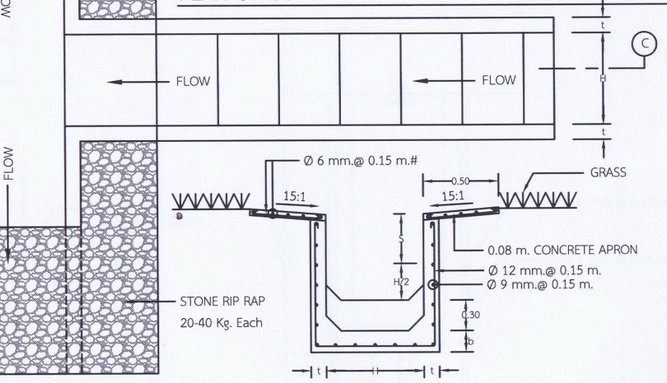
DRAIN CHUTE OPENING ALONG SAG VERTICAL CURVE

EXTERNAL DITCH (WHEREVER REQUIRED)





PLAN OF CURB AND R.C. STEPPED DRAIN CHUTE

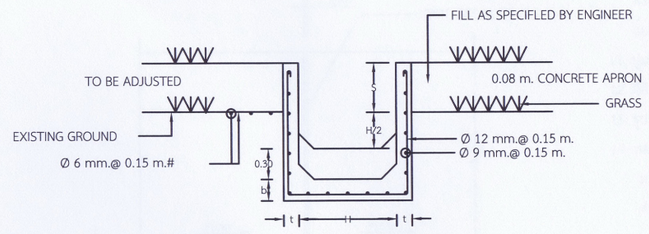


PLAN OF STEPPED DRAIN CHUTE

SECTION A-A

TABLE 2

GRADE (%)	OPENING INTERVALS-M	
	S1	S2
LESS THAN 2%	40-60	60
2%-3%	35-45	50
4% AND MORE	30-40	45



SECTION B-B

TABLE 1

NOMINAL OF CHANNEL H(mm.)			THICKNESS	THICKNESS	SPLASH ALLOWANCE (SEE NOTE 11)	d = S+H/2			GRADIENT(G)			DIMENSION (X) OF STEPPED CHANNELS (X=30° SSA (100-G°SS)) :X < 1.00 M.															REMARKS
(mm.)	to	(mm.)	t(mm.)	b(mm.)	S(mm.)	(mm.)			(%)			1 : 1 (M.)			1.25 :1 (M.)			1.5 :1 (M.)			1.75 :1 (M.)			2 :1 (M.)			
400.00	to	600.00	100.00	150.00	350.00	650.00	to	850.00	3	to	2	0.30	to	0.30	0.38	to	0.38	0.47	to	0.46	0.55	to	0.54	0.65	to	0.83	ใช้กับท่อ Ø 0.40 ม. Ø 0.60 ม. INTERCEPTER และ HIGH EMBANKMENT DRAIN
650.00	to	800.00	125.00	200.00	400.00	725.00	to	800.00	1.8	to	1.5	0.30	to	0.30	0.38	to	0.38	0.48	to	0.48	0.54	to	0.54	0.62	to	0.82	ใช้กับท่อ Ø 0.60
850.00	to	1000.00	150.00	200.00	400.00	825.00	to	800.00	1.25	to	1	0.30	to	0.30	0.38	to	0.38	0.48	to	0.48	0.64	to	0.53	0.62	to	0.81	ใช้กับท่อ Ø 1.00

แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. DS-303
STEPPED DRAIN CHUTE

รายการก่อสร้าง

1. หน่วยมิติที่แสดงในแบบมีหน่วยเป็นเมตร เว้นแต่ที่จะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น
2. DRAINCHUTE แบบขั้นบันได (STEPPED DRAIN CHUTE) ให้ประยุกต์ใช้กับ SIDE SLOPE หรือ BACK SLOPE หรือ BACK SLOPE ที่มีความสูงเกิน 5.00 เมตร
3. ระยะห่างของ DRAIN CHUTE โดยทั่วไปให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน TABLE 2 แต่ทั้งนี้ให้พิจารณาปรับตามความเหมาะสมของสภาพในสนาม ในช่วงที่เป็น SAG CURVE จำเป็นต้องมี STEPPED DRAINCHUTE บริเวณจุดต่ำสุดของโค้งด้วย
4. R1,R2 ให้ใช้ตามที่นายช่างผู้ควบคุมงานแนะนำ
5. ในกรณีที่ ก่อสร้างบน BACK SLOPE ให้กำหนด ระยะห่างของ DRAINCHUTE ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในสนาม โดยรับน้ำจาก INTERCEPTOR DITCH และ หรือ จากตามสภาพความลาดชันของดินเดิม FLOW LINE ของ INTERCEPTOR DITCH เข้าสู่ STEPPED DRAINCHUTE ให้กำหนดในสนามโดยทั่วไปให้ใช้ 1%-2%
6. DRAIN OUTLET หรือ TOE OF STEPPED DRAIN CHUTE พิจารณาให้เหมาะสมในสนามหรือให้รับกับระบบระบายน้ำอย่างอื่น เช่น R.C. DITCH หรือ ร่องน้ำธรรมชาติ และให้ประสานรอยต่อต่อเชื่อมกับระบบระบายน้ำอื่นให้แข็งแรงแน่นสนิท
7. ในกรณีที่พื้นที่บริเวณ TOE OF STEPPED DRAIN CHUTE มีความเหมาะสมให้พิจารณาปลูกหญ้าแฝกตามแบบเลขที่ SP-205/2 แทน STONE RIP RAP ได้ทั้งนี้โดยความเห็นชอบของสำนักเจ้าของงาน
8. คอนกรีตจะต้องรับแรงอัดสูงสุด (ULTIMATE COMPRESSIVE STRENGTH) ได้ไม่น้อยกว่า 180 KSC. สำหรับแท่งทดสอบขนาด 15x15x15 เซนติเมตร ในเวลา 28 วัน

   อัตราส่วนผสมของคอนกรีต 1 ลบ.ม.
   ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ประเภท 1 320 ก.ก. (ต่ำสุด)
   ทราย 0.43 ลบ.ม.
   หินย่อย หรือกรวด 0.86 ลบ.ม.
   ส่วนยุบตัว (Slump) 10 ซม. (สูงสุด)

9. เหล็กเสริมให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.20 GRADE SR 24
10. การประยุกต์ STEPPED DRAIN CHUTE กับท่อ คสล. ขนาดหลายแถวนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ใน TABLE 1 ให้อยู่ในดุลยพินิจนายช่างผู้ควบคุมงาน โดยความเห็นชอบของสำนักสำรวจและออกแบบ
11. ระยะ "S" (SPLASH ALLOWANCE) ให้พิจารณาปรับลดตามความเหมาะสมของปริมาณน้ำและสภาพพื้นที่ในสนามได้ทั้งนี้ตามความเห็นชอบของสำนักเจ้าของงาน

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

STEPPED DRAIN CHUTE

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. DS-303
SHEET NO. 40

CONCRETE CURB AND R.C. DRAIN CHUTE FOR EMBANKMENT PROTECTION

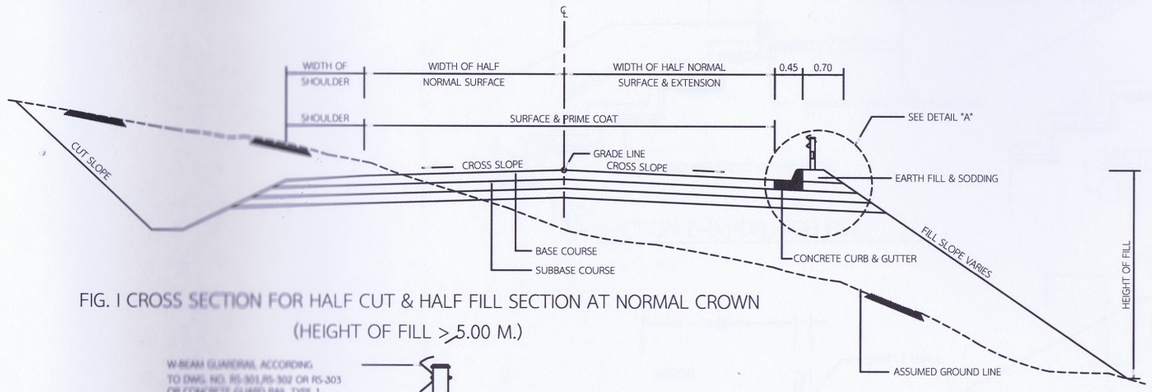


FIG. I CROSS SECTION FOR HALF CUT & HALF FILL SECTION AT NORMAL CROWN
(HEIGHT OF FILL > 5.00 M.)

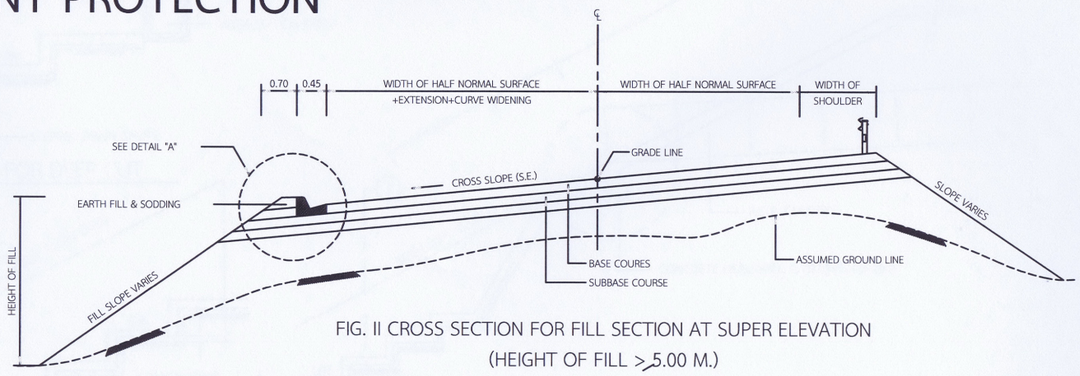


FIG. II CROSS SECTION FOR FILL SECTION AT SUPER ELEVATION
(HEIGHT OF FILL > 5.00 M.)

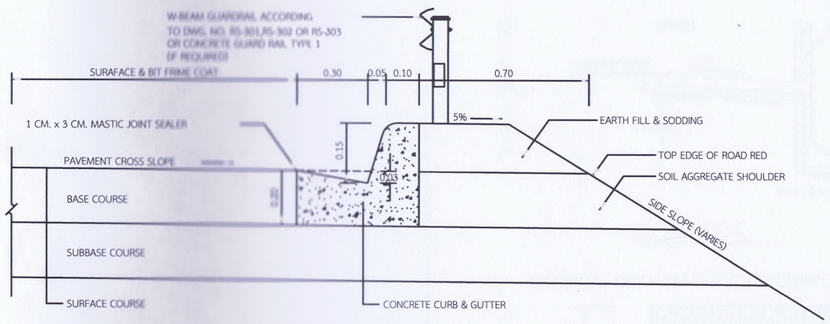


FIG. III DETAIL "A"
NOT TO SCALE

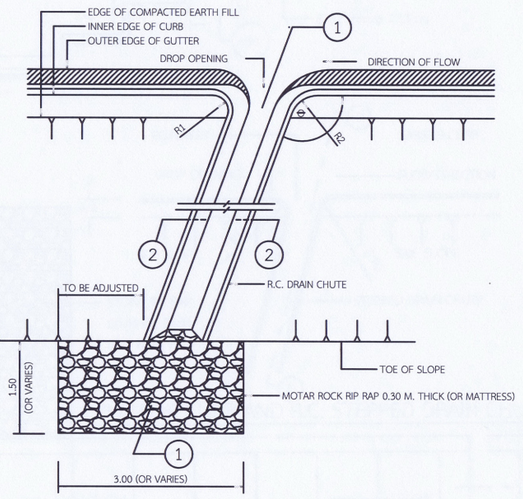
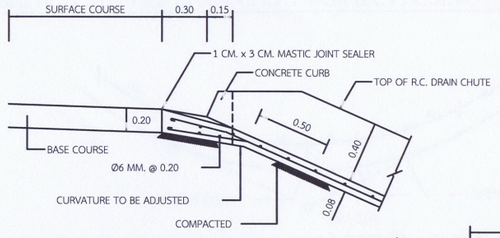


FIG.IV PLAN OF CONCRETE CURB & GUTTER AND R.C. DRAIN CHUTE
NOT TO SCALE



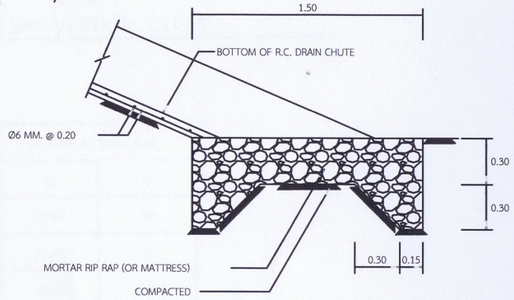


FIG.V SECTION ①-①
NOT TO SCALE

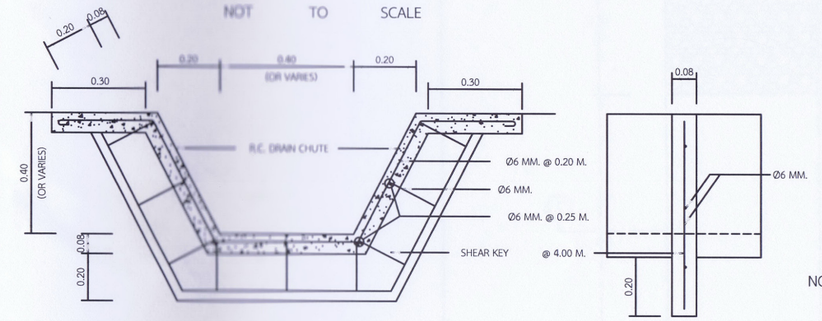
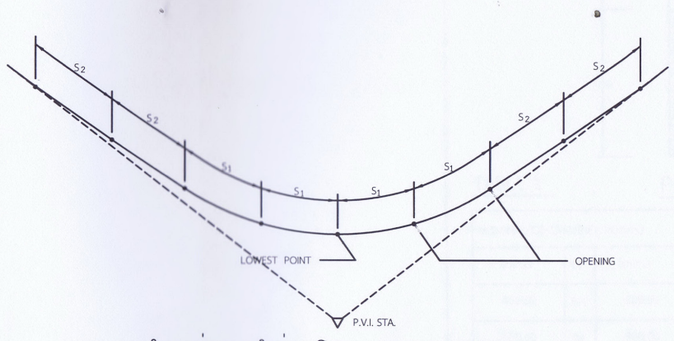


FIG.VI SECTION ②-② R.C. DRAIN CHUTE & SHEAR KEY



ตำแหน่งแนะนำช่องเปิดของ DRAIN CHUTE
บริเวณเป็นโค้งหงาย (SAG CURVE)
NOT TO SCALE

หมายเหตุ

1. ถ้าความสูงของดินถม (HEIGHT OF EMBANKMENT) เกิน 5 ม. ให้ใช้ CONCRETE CURB & GUTTER ทั้ง 2 ข้าง ของทาง ในกรณีที่เป็นช่วง NORMAL CROWN และใช้ข้างในทางข้างเดียว กรณีที่เป็นช่วง SUPER ELEVATION
2. สำหรับทางที่มีความลาดชันไม่เกิน 2% ให้ใช้ R.C. OUTLETS ระยะห่างกัน 40 เมตร หรือตามความเห็นชอบของวิศวกรโครงการ
3. สำหรับทางที่มีความลาดชันมากกว่า 2% และอยู่ในช่วงโค้งหงาย (SAG VERTICAL CURVES) ให้ใช้ R.C. OUTLETS ระยะห่างกัน ตาม TABLE 1
4. R1 , R2 และให้อยู่ในดุลยพินิจของวิศวกรโครงการฯ
5. คอนกรีตใช้อัตราส่วน ซีเมนต์ : ทราย : หิน = 1:2:4 โดยปริมาตร และซีเมนต์ให้ให้ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
6. เหล็กเสริมคอนกรีตให้ใช้ตาม มอก. 20-2527 , SR 24
7. รอยต่อของ CONCRETE CURB & GUTTER มีระยะห่างกัน 4 ม. โดยมีความกว้าง 1 ซม. ซึ่ง SEALED ด้วย MORTAR (ซีเมนต์ : ทราย = 1:3 โดยปริมาตรให้ SEALED หลังจาก ก่อสร้างผิวในส่วนนี้เสร็จ)
8. หินที่ใช้สำหรับ MORTAR RIP-RAP ให้ใช้หินที่มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 20-45 กก./ก้อน ซึ่งอย่างน้อย 50% ต้องหนักมากกว่า 30 กก./ก้อน และให้จัดเรียงหินให้มีช่องว่างน้อยที่สุดแล้วเติม MORTAR (ซีเมนต์ : ทราย = 1:2) ลงในช่องว่าง
9. ให้พิจาณาใช้เรียงหิน MATTRESS หนาอย่างน้อย 0.20 ม. แทน MORTAR ROCK RIP-RAP ได้
10. มิติต่างๆมีหน่วยเป็นเมตร นอกจากจะระบุไว้เป็นอย่างอื่น

TABLE 1

GRADE (%)	ระยะห่างของช่องเปิด (ม.)	
	S_1	S_2
LESS THAN 2%	30	40
2% - 3%	35	45
4 AND MORE	40	55

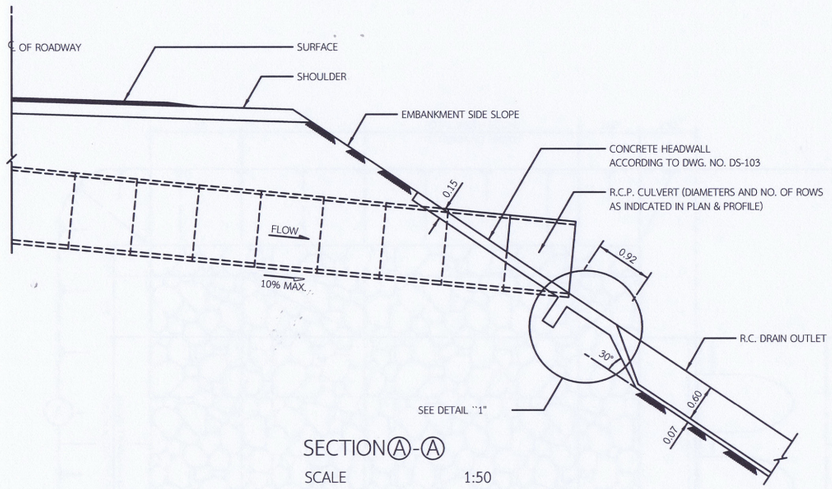
แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. DS-302
CONCRETE CURB AND DRAIN CHUTE
FOR EMBANKMENT PROTECTION

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ
CONCRETE CURB AND DRAIN CHUTE
FOR EMBANKMENT PROTECTION

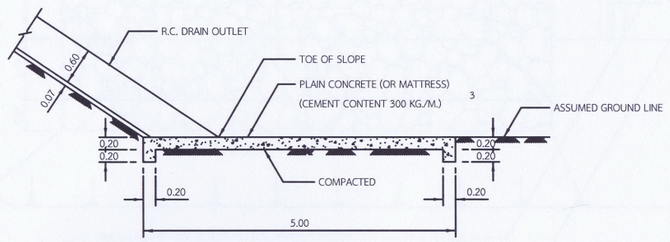
สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
รวมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	DS-302
SHEET NO.	39



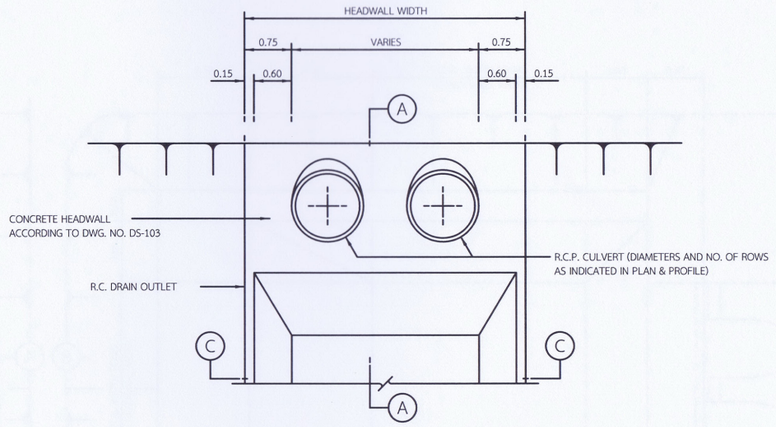
SECTION Ⓐ-Ⓐ

SCALE 1:50



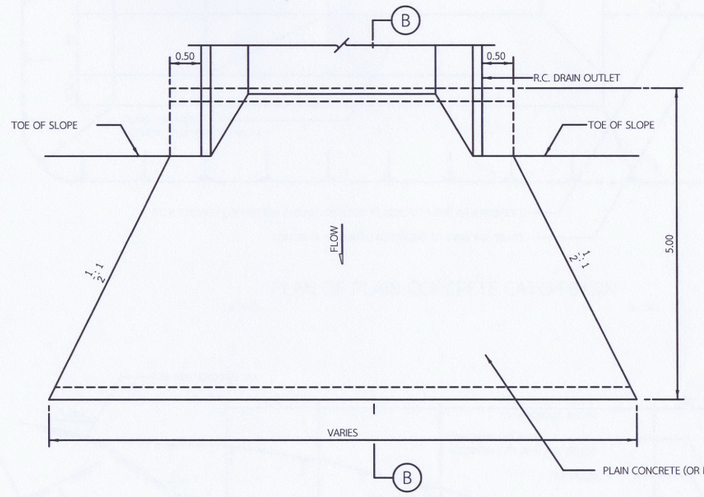
SECTION Ⓑ-Ⓑ

SCALE 1:50



FRONT OF R.C. DRAIN OUTLET

SCALE 1 : 50

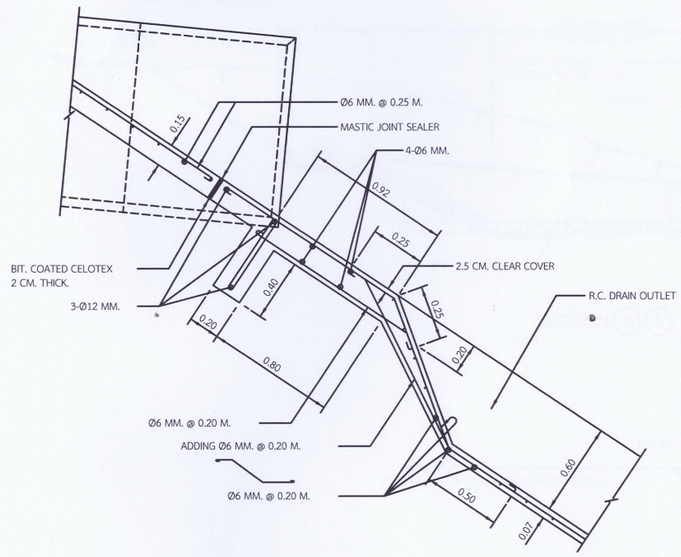


R.C. DRAIN OUTLET PLAN

SCALE 1 : 50

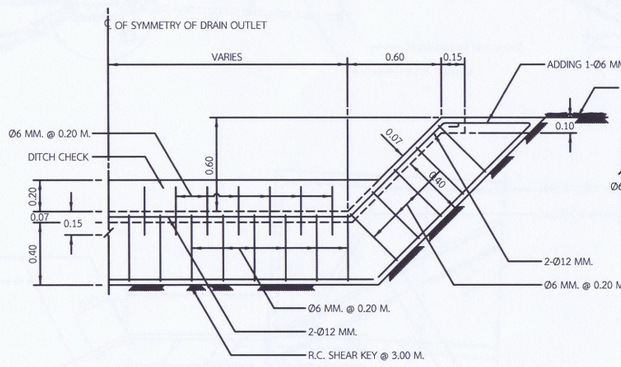
หมายเหตุ

1. มิติเป็นเมตร เว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่น
2. ในกรณีที่ความสูงของ R.C.P. OUTLET มากกว่า 4.00 ม. จากตีนเชิงลาด และอาจจะเกิดการกัดเซาะเชิงลาดได้จะต้องก่อสร้าง R.C. DRAIN OUTLET ตามที่วิศวกรแนะนำ
3. ลาดดินถมคันทางจะต้องบดอัดให้ได้ตามมาตรฐาน ปรับแต่งแนว และความลาดชันตามที่แสดงในแบบนี้
4. ส่วนผสมของคอนกรีตแนะนำใน 1 ลบม. ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ อย่างน้อย 320 ก.ก. ทราย 430 ลิตร หินย่อยหรือกรวด 860 ลิตร ส่วนยุบ (SLUMP) ไม่เกิน 10 ซม. แรงอัดสูงสุด (ULTIMATE STRENGTH) ของแท่งคอนกรีตทดลองขนาด 15x15x15 ซม. เมื่อครบอายุ 28 วัน ต้องไม่น้อยกว่า 180 ก.ก./ตร.ซม.
5. เหล็กเสริมให้ใช้ตามมาตรฐาน ม.อ.ก. 20-2527 ชั้นคุณภาพ SR-24 , CLEAR COVER 2.5 ซม.
6. ให้พิจารณาใช้เรียงหินใน Mattress หนาไม่น้อยกว่า 0.20 ม. แทน Plain Concrete ได้ตามที่วิศวกรแนะนำ



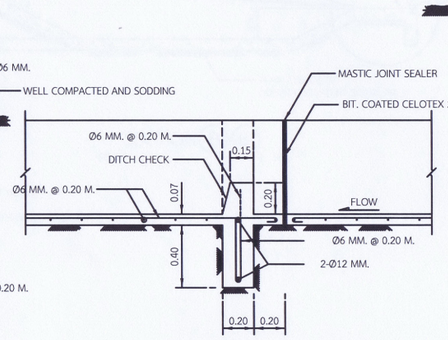
DETAIL `` 1 "

SCALE 1 : 20



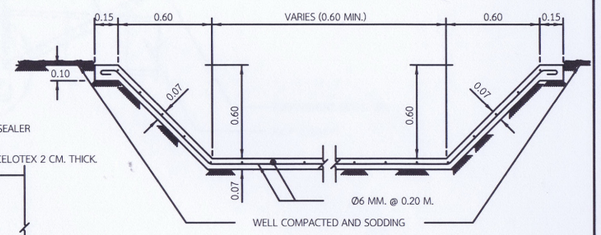
SECTION DRAIN OUTLET AT SHEAR KEY

SCALE 1 : 20



SECTION DRAIN OUTLET
LONGITUDINAL JOINT AND SHEAR KEY

SCALE 1 : 20



SECTION C-℄ C

SCALE 1:20

แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. DS-203
R.C. DRAIN OUTLET FOR R.C.P. CULVERT

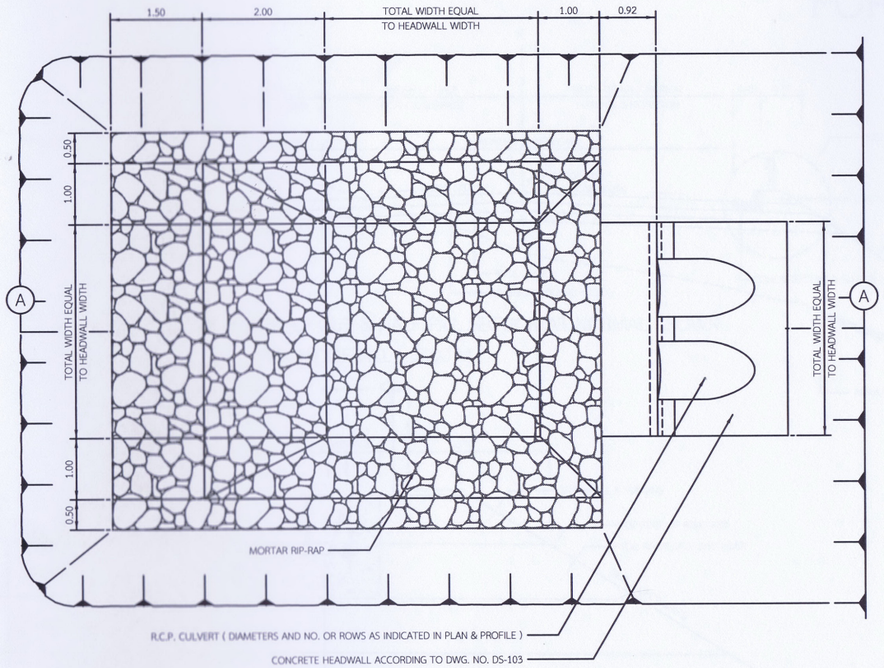
KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

R.C. DRAIN OUTLET FOR R.C.P. CULVERT

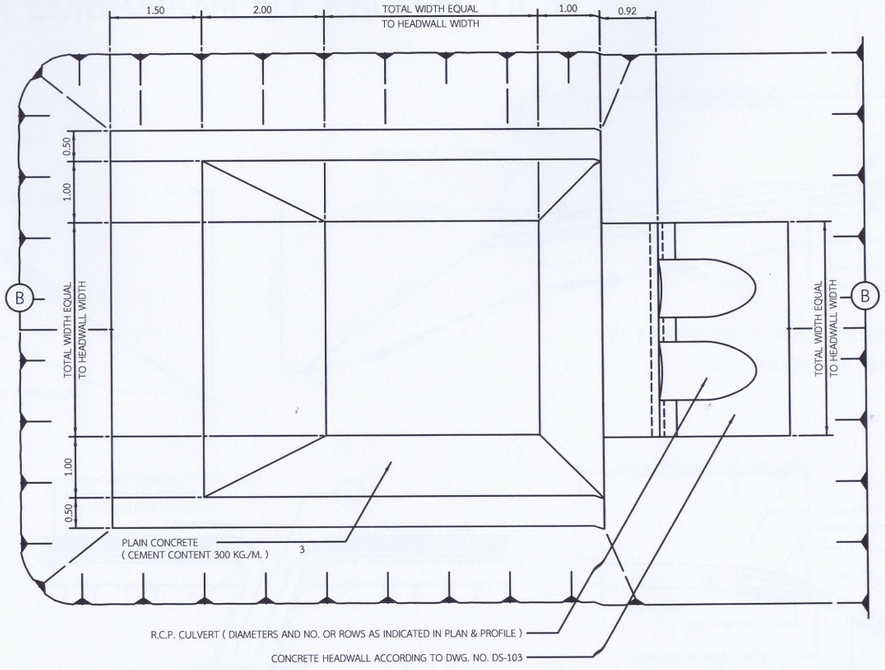
สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. DS-203
SHEET NO. 37



PLAN OF MORTAR RIP-RAP CATCH BASIN

SCALE 1 : 50



PLAN OF PLAIN CONCRETE CATCH BASIN

SCALE 1 : 50

หมายเหตุ

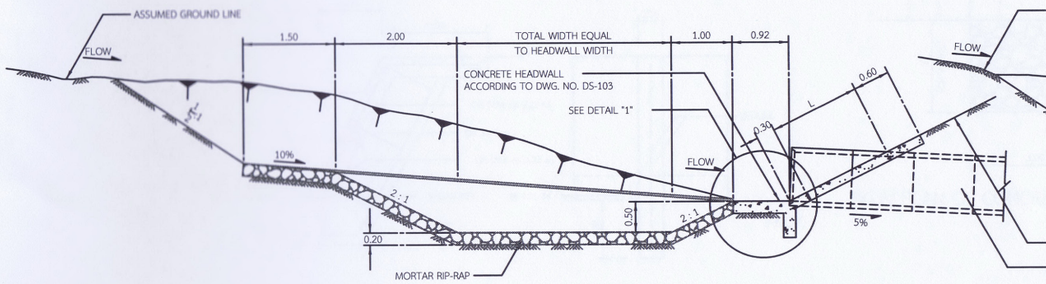
1. หน่วยมิติที่แสดงในแบบมีหน่วยเป็นเมตร เว้นแต่ที่จะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น
2. งานขุด หรืองานก่อสร้างคันทางจะต้องดำเนินการ และบดอัดให้ได้รูปร่าง และขนาดมิติ ตามแบบก่อสร้าง
3. หินที่ใช้ทำหินเรียงยาแนว จะต้องมีน้ำหนัก 20-45 กก. ต่อก้อน และต้องมีหินก้อนที่หนักกว่า 35 กก. อย่างน้อย 50 % ขนาด และรูปร่างของหินให้เลือกหินที่เมื่อวางเรียงแล้ว มีหน้าเรียบอยู่ด้านบน ความหนาหิน 15 ซม. โดยประมาณ หรือตามที่แสดงไว้ในแบบ
4. การเรียงหินให้คัดเลือกหินก้อนที่หนักที่สุดไว้ชั้นล่าง ช่องว่างระหว่างหินให้อุดและอัดแน่นด้วยหินที่มีขนาดพอเหมาะจนได้ผิวที่เรียบ จากนั้นจึงทำการประสานรอยต่อระหว่างหินด้วยปูน Mortar
5. คอนกรีตต้องมีกำลังอัดประลัยไม่น้อยกว่า 180 ksc. (cube. 15x15x15 ซม.) ที่ 28 วัน ส่วนผสมของคอนกรีตมีดังนี้

   ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ประเภท 1 320 ก.ก. (ต่ำสุด)

   ทราย 0.43 ลบ.ม.

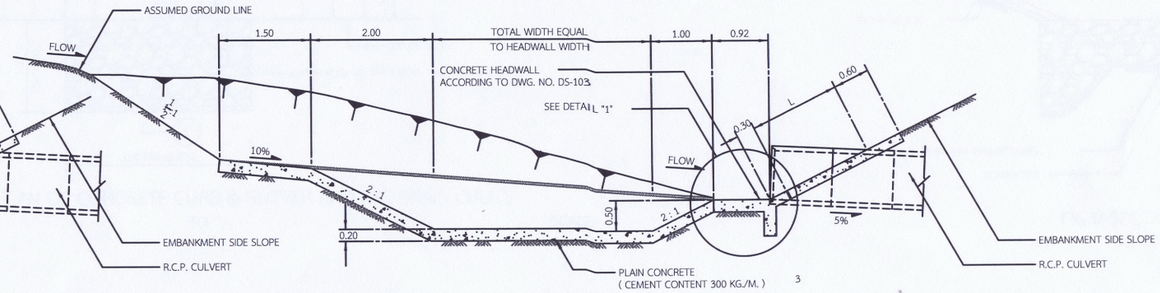
   หินย่อย หรือกรวด 0.86 ลบ.ม.

   ส่วนยุบตัว (Slump) 10 ซม. (สูงสุด)
6. CLEAR CONCRETE COVER 3 ซม.
7. เหล็กเสริมมีคุณสมบัติตาม มอก. 20 เกรด SR 24
8. ส่วนผสมของปูน Mortar = 1 : 2 โดยปริมาตร
9. ยางหยอดร่อง มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 479



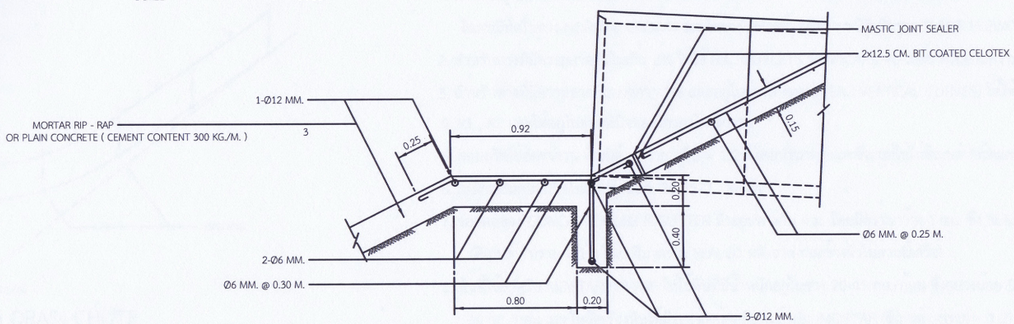
SECTION (A)(A)

SCALE 1 : 50



SECTION (B)(B)

SCALE 1 : 50



DETAIL "1"

SCALE 1 : 20

แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. DS-301
CATCH BASIN AT INLET FOR R.C.P. CULVERT

KINGDOM OF THAILAND

MINISTRY OF TRANSPORT

DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

CATCH BASIN AT INLET FOR R.C.P. CULVERT

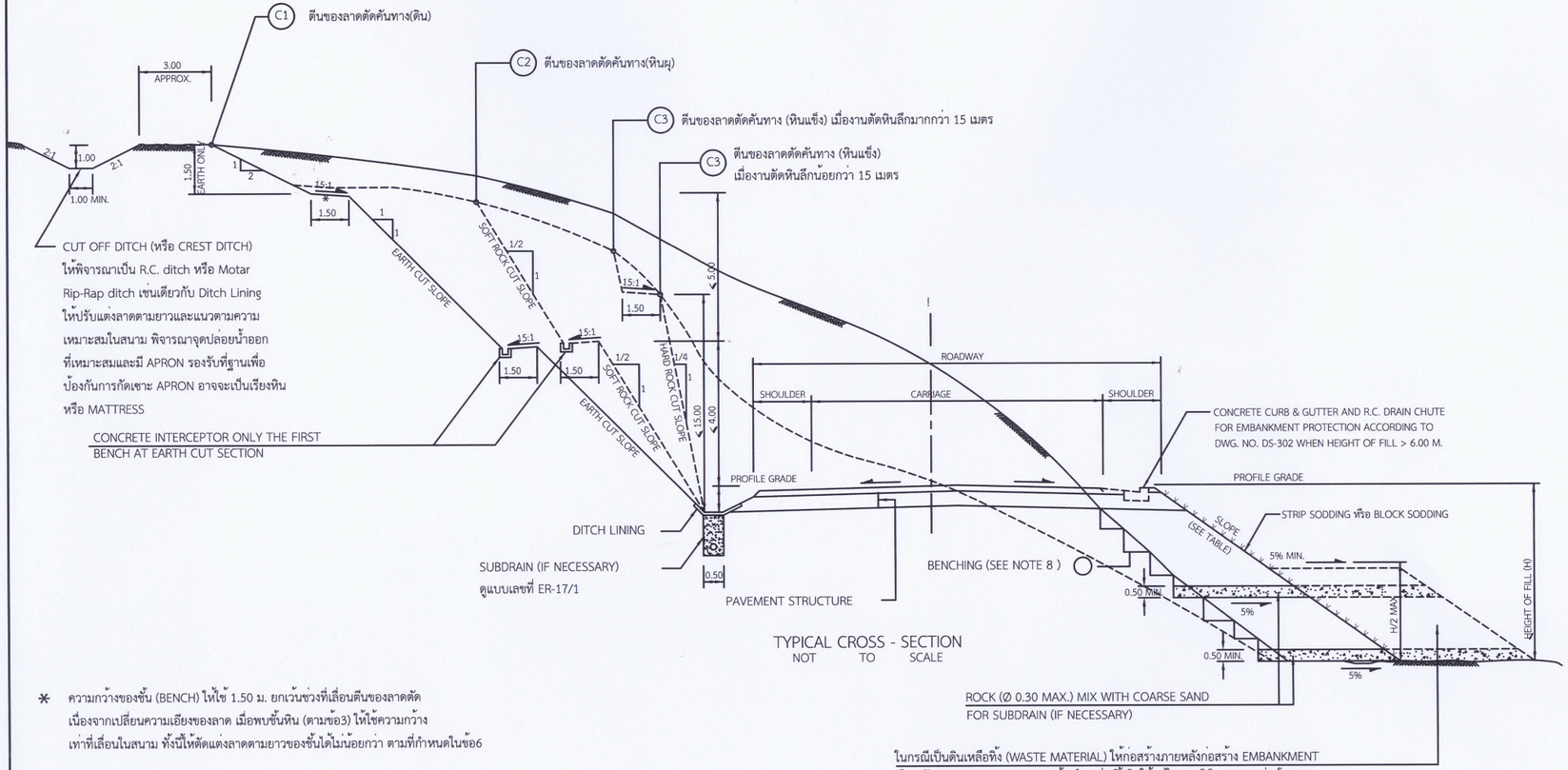
สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง

ร่วมกับ

TESCO LTD.

INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE :	JULY 2008
SCALE :	AS SHOWN
DWG NO.	DS-301
SHEET NO.	38



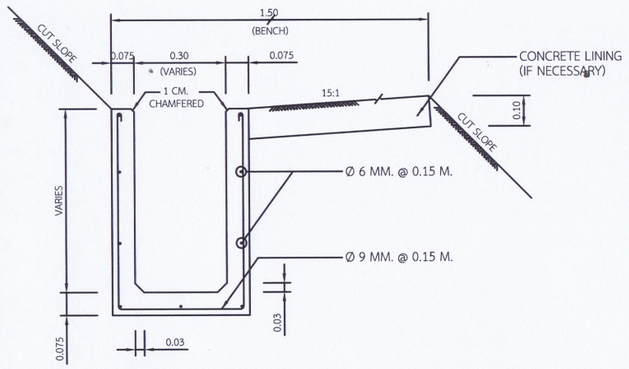
TYPICAL CROSS - SECTION
NOT TO SCALE

* ความกว้างของชั้น (BENCH) ให้ใช้ 1.50 ม. ยกเว้นช่วงที่เลื่อนตีนของลาดตัด
เนื่องจากเปลี่ยนความเอียงของลาด เมื่อพบชั้นหิน (ตามข้อ3) ให้ใช้ความกว้าง
เท่าที่เลื่อนในสนาม ทั้งนี้ให้ตัดแต่งลาดตามยาวของชั้นได้ไม่น้อยกว่า ตามที่กำหนดในข้อ6

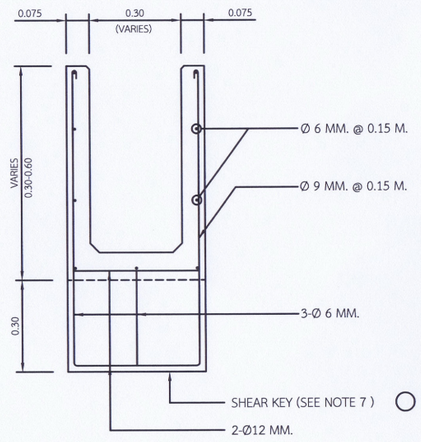
ในกรณีเป็นดินเหลือทิ้ง (WASTE MATERIAL) ให้ก่อสร้างภายหลังก่อสร้าง EMBANKMENT
ถึงระดับ FINISHED SUBGRADE แล้วตำแหน่งทิ้งดินให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างโครงการ

TABLE OF FILL SLOPE

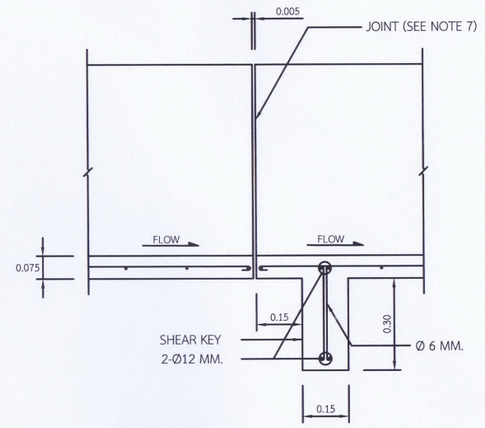
EARTH	SOFT ROCK	HARD ROCK
1.5 : 1	1 : 1	1 : 1



DETAIL OF CONCRETE INTERCEPTOR
NOT TO SCALE



CROSS - SECTION OF CONCRETE
INTERCEPTOR AT SHEAR KEY
NOT TO SCALE



PROFILE SECTION OF CONCRETE INTERCEPTOR
NOT TO SCALE

แบบนี้ปรับปรุงจากแบบของกรมทางหลวงเลขที่ DWG NO. TS-501
STEPPED DRAIN CHUTE

หมายเหตุ

1. ให้ก่อสร้างตามรูปตัดที่แสดงไว้ในแบบนี้ เมื่อความลึกของงานตัดมากกว่า 5.00 เมตร จากระดับก้น SIDE DITCH และช่วงงานถมที่ลาดเชิงเขา (SIDE HILL FILL)
2. โครงสร้างของตัวทางและรายละเอียดอื่นๆ ที่มิได้แสดงไว้ในแบบนี้ ให้เป็นไปตามที่ได้แสดงไว้ในแบบรูปตัดโครงสร้างทาง
3. ขั้นตอนการดำเนินการ ในการขุดและระเบิดหินให้ดำเนินการดังต่อไปนี้
   3.1 หากไม่มีหินโผล่มาจากดินเดิม ให้สมมุติว่าดินเดิมเป็นดิน กำหนดของลาดตัดคันทางไว้ตามลาดตัดของงานตัดดิน(ตามรูป) ซึ่งจะตัดกับแนวสมมุติของดินเดิมที่จุด (C1) แล้วเริ่มงานขุดจากจุดนี้
   3.2 เมื่อขุดงานตาม 3.1 ลงไปถึงระดับหนึ่ง หากพบชั้นหินให้ย้ายตีนของลาดตัดคันทางไปอยู่ที่ (C2) หรือ (C3) หากชั้นหินที่พบเป็นหินผุหรือหินแข็งตามลำดับ ความกว้างของฐานรองรับแบบขั้นบันได (BENCHING) ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างโครงการฯ แต่ต้องคำนึงถึงความมั่นคง (STABILITY) ของลาดดินตัดคันทางเป็นสำคัญและขุดเปลือกดินที่ทับอยู่บนชั้นหินออก
   3.3 การวินิจฉัยแยกประเภทของดิน, หินผุหรือหินแข็งให้ถือตามวิธีการก่อสร้างหัวข้อ 1.2.2 งานตัดหินผุหรือ หัวข้อ 1.2.3 งานตัดหินแข็งในรายการรายละเอียดควบคุมการก่อสร้างของกรมทางหลวง และในดุลยพินิจของนายช่างโครงการฯ
   3.4 ให้เขียนรูปตัดส่วนที่เป็นดิน, เป็นหินผุหรือหินแข็ง(จากการทำระดับในขณะทำงานตัด)ลงในรูปตัดทุกๆ STATION ทุกระยะ 6.25 ม. แล้วคำนวนปริมาณงานแต่ละประเภทจากรูปตัดดังกล่าว
   หากปรากฏมีวัสดุอื่นปะปนอยู่ในลักษณะงานที่ระบุไว้ ให้คิดแยกปริมาณวัสดุนั้นออกจากลักษณะงานที่ระบุให้อยู่ในข้อตกลงของคณะกรรมการตรวจรับงานและผู้รับจ้าง
4. เหล็กเสริมให้ใช้เหล็กตามมาตรฐาน ม.อ.ก. ที่ 20/2524 , 2.5 cm. CLEAR COVER
5. การติดตั้งหรือวางรางระบายน้ำ ค.ส.ล. บนลาดดินตัด ให้ก่อสร้างเฉพาะบริเวณงานตัด ซึ่งดินเดิมเป็นดินทราย กรวด ลูกรัง หินผุ หรือหินดินดาน (SHALE) ยกเว้นหินดินดาน (SHALE SOLID ROCK)
6. ให้วางรางระบายน้ำ ค.ส.ล. ในข้อ 5 ลาดไม่น้อยกว่า 0.3% (LONGITUDINAL SLOPE)
7. ในกรณีที่ต้องการหล่อสำเร็จรางระบายน้ำ ค.ส.ล. ให้หล่อเป็นท่อนยาวท่อนละ 50 ซม. ในกรณีที่เป็นการหล่อในที่ให้มีรอยต่อทุกระยะ 15 ม. รอยต่อทั้งหมดให้กว้าง 0.5 ซม. และอุดรอยต่อด้วยปูนทราย 1:2 โดยปริมาตร
8. ให้ตัดขั้นบันได (BENCHING) บนลาดของดินเดิมหรือคันทางเดิมในช่วงที่เป็นดินถมก่อสร้างโดยที่จำนวนขั้นบันไดขึ้นอยู่กับความสูงของลาดดังกล่าวส่วนตั้งของขั้นบันไดแต่ละขั้น ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมงาน ส่วนนอนของขั้นบันไดแต่ละขั้นให้กว้างพอที่เครื่องจักรบดทับดินสามารถทำงานได้ และให้บดทับให้ได้ความแน่นไม่น้อยกว่า 95%
9. ส่วนผสมคอนกรีตแนะนำโดยประมาณใน 1 ลูกบาศก์เมตร
   ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ อย่างน้อย 320 ก.ก.
   ทราย 430 ลิตร
   หินย่อย หรือกรวด 860 ลิตร
   ส่วนยุบตัว(SLUMP) ไม่เกิน 10 ซม. แรงอัดสูงสุด (ULTIMATE STRENGTH) ของแท่งคอนกรีตทดลองขนาด 15x15x15 ซม. เมื่ออายุครบ 28 วัน ต้องไม่น้อยกว่า 180 ก.ก./ตร.ซม
10. ในขณะที่ทำงานตัดคันทางก่อนที่จะก่อสร้างชั้น PAVEMENT ถ้าปรากฏน้ำซับน้ำซึมในส่วนที่จะเป็นลาดตัดหรือลาดถมของทางก่อสร้าง เมื่อพิจารณาแล้วจะเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายแก่ทางก่อสร้างได้ พิจารณาก่อสร้างงานระบายน้ำใต้ดินตามที่แสดงในแบบนี้ โดยความเห็นชอบของกองสำรวจและออกแบบ
11. ปูนซีเมนต์ให้ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
12. มิติเป็นเมตร เว้นแต่ระบุไว้เป็นอย่างอื่น
13. รูปที่แสดงไม่เป็นไปตามมาตรส่วน (FIGURE NOT TO SCALE)
14. ท่อ P.V.C. ต้องเป็นชนิด D-PLAST RIGID TYPE CLASS 8.5 (PLAIN ENDS) ตามมาตรฐาน ม.อ.ก. ที่ 17-2523 หรือท่อสำเร็จรูปอย่างอื่นที่มีความเหมาะสมทางวิศวกรรมและตามความเห็นชอบของสำนักสำรวจและออกแบบ

KINGDOM OF THAILAND
MINISTRY OF TRANSPORT
DEPARTMENT OF HIGHWAYS

แบบแนะนำ

CROSS - SECTION FOR DEEP CUT AND HIGH FILL

สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง
ร่วมกับ
TESCO LTD.
INTERNATIONAL ENGINEERING CONSULTANTS Co.,LTD.

DATE : JULY 2008
SCALE : AS SHOWN
DWG NO. TS-501
SHEET NO. 41

ATOYOT