



รูปที่ ๒ แสดงสภาพความเสียหายบริเวณเชิงลาด (Side Slope)



รูปที่ ๓ แสดงสภาพพื้นที่ของสายทาง

๔.๑. ตรวจสอบสภาพความเสียหายเบื้องต้น และกำหนดแนวทางการเก็บข้อมูลสำรวจ

ในขั้นตอนนี้ผู้เสนองานได้ตรวจสอบสภาพความเสียหายเบื้องต้นด้วยสายตา (Visual Inspection) บริเวณช่วงที่เกิดการพังทลายของเชิงลาดคันทาง สาย ชพ.๔๐๑๑ แยกทางหลวงหมายเลข ๔๑๙๘ บ้านท้องเกร็ง อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ ช่วงกม.ที่ ๔+๙๕๐ ถึง กม.ที่ ๕+๐๑๐ พร้อมทั้งกำหนดแนวทางการจัดเก็บข้อมูลสำรวจแก่ชุดสำรวจ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์และออกแบบ ประกอบด้วย

- สภาพความเสียหาย ได้แก่ ตำแหน่ง และความยาวของความเสียหาย
- รูปตัดตามขวาง (Cross Section) โดยกำหนดให้ชุดสำรวจจัดเก็บข้อมูลระดับตามแนวตัดขวางด้านฝั่งเชิงลาดคันทางจนถึงระดับฐานเชิงลาดธรรมชาติ
- รูปตัดตามยาว (Profile)
- สภาพภูมิประเทศ (Topographic)
- ระดับน้ำใต้ดิน
- ตรวจสอบคุณสมบัติดินฐานราก
- ฯลฯ

๔.๒. รวบรวมข้อมูลที่ต้องใช้ในการออกแบบ

ในขั้นตอนนี้ผู้เสนองานได้รวบรวมข้อมูลแบบแปลน รูปตัดตามขวาง รูปตัดตามยาว และสภาพภูมิประเทศในบริเวณที่เกิดความเสียหายจากชุดสำรวจ และรวบรวมข้อมูลสภาพลักษณะชั้นดินบริเวณโดยรอบและกำหนดเจาะสำรวจชั้นดินเพิ่มเติม ทั้งนี้ได้ระบุในแบบก่อสร้างให้ผู้รับจ้างเจาะสำรวจสภาพชั้นดินในขั้นตอนการก่อสร้าง เพื่อทบทวนความมั่นคงแข็งแรงของโครงสร้างคันทางเสริมกำลังอีกครั้ง

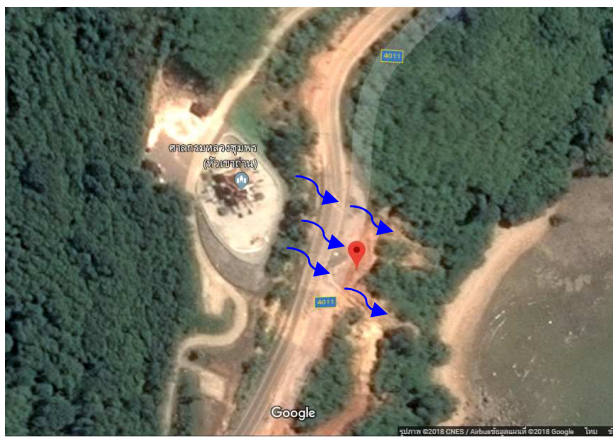
๔.๓. ศึกษาทฤษฎี/ มาตรฐาน/ คู่มือ/ โปรแกรมในการออกแบบ

ผู้เสนองานได้ศึกษาทฤษฎี/ มาตรฐาน/ คู่มือ/ โปรแกรมในการออกแบบ ดังนี้

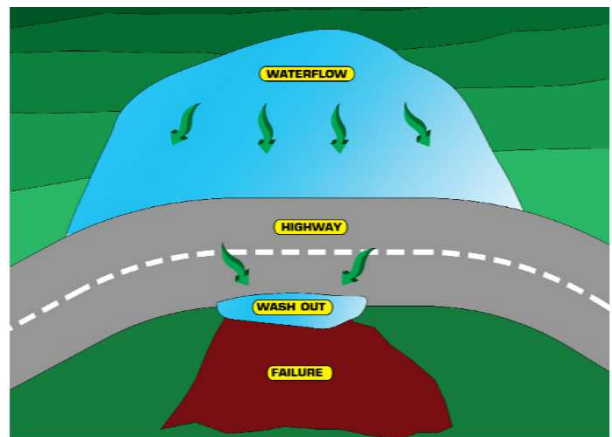
- กรมทางหลวงชนบท (๒๕๕๒), “คู่มือปฏิบัติงานแก้ไข ป้องกันความเสียหายของเชิงลาด”
- โปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพลาดคันทาง Slide
- US Army Corps of Engineers (๒๐๐๓), "Slope Stability", ENGINEER MANUAL Federal Highway Administration (FHWA), “Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes Design and Construction Guidelines, FHWA-NHI-๐๐-๐๔๓
- ทฤษฎีการออกแบบถนนลาดยาง โดยวิธี AI ๑๙๙๑
- ฯลฯ

๔.๔. วิเคราะห์สาเหตุของความเสียหาย

ในขั้นตอนนี้ผู้เสนองานได้วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เพื่อหาแนวทางการแก้ไขที่เหมาะสม โดยสาเหตุประการแรกเป็นเรื่องข้อจำกัดของเขตทาง เนื่องจากที่จุดเสียหาย ชำยทางเป็นศาลกรมหลวงชุมพร (หัวเขาถ่าน) ในขณะที่ขทาง เป็นที่ลาดชันติดทะเลอ่าวไทย ด้วยสภาพภูมิประเทศลักษณะนี้ส่งผลให้เชิงลาดคันทางที่มีความลาดชันสูงกว่าปกติ ประการที่สอง เกิดจากน้ำไหลข้ามทาง จากบริเวณด้าน Back Slope หลากลั่นรางระบายน้ำ ข้ามมากัดเซาะบริเวณด้านเชิงลาดของคันทาง ดังแสดงในรูปที่ ๕ ทำให้เชิงลาดของคันทางมีความลาดชันมากกว่าความลาดชันเดิมที่ออกแบบไว้โดยปลอดภัย และอิทธิพลของน้ำยังทำให้เกิดความขึ้นในมวลดินคันทางเดิมส่งผลให้หน่วยน้ำหนักของมวลดินคันทางเดิมมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าหน่วยน้ำหนักของคันทางเดิมในสภาวะปกติ หรือที่เรียกว่า อยู่ในสภาวะดินอิ่มตัว (Saturated soil) คันทางเดิมจึงแบกรับน้ำหนักมากกว่าสภาวะปกติ ดังนั้นจากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้คันทางเกิดการขาดเสถียรภาพและเคลื่อนตัวเสียหายตามมา



จุดเสียหายจากภาพถ่ายทางอากาศ



แสดงความเสียหายสาเหตุจากน้ำไหลข้ามทาง

รูปที่ ๕ แสดงน้ำกัดเซาะผิวหน้าของเชิงลาดคันทางเนื่องจากน้ำผิวดินไหลข้ามผิวจราจร

สำหรับการออกแบบแก้ไขดินสภาพนั้น ผู้เสนองานได้พิจารณาเลือกใช้รูปแบบคันทางเสริมกำลังดิน (Reinforced Slope System, RSS) และคันทางเสริมกำลังประเภทลาดชันสูง (Steeply Inclined Slope) โดยมีรูปแบบทางเลือกที่เหมาะสม ๔ รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ ๑ Gravity Wall

(รูปที่ ๕)

รูปแบบที่ ๒ คันทางเสริมแรง(Reinforce Steep Slope, RSS)

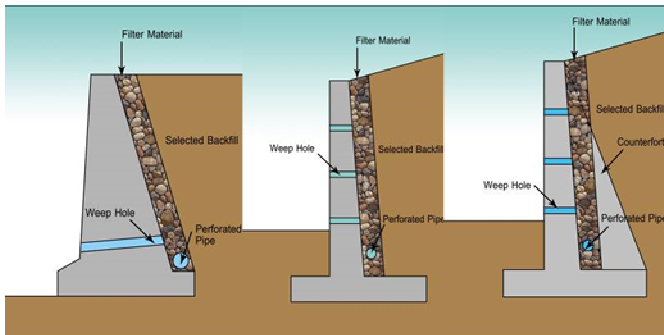
(รูปที่ ๖)

รูปแบบที่ ๓ คันทางเสริมแรง (RSS) ร่วมกับ Soil Nail

(รูปที่ ๗)

รูปแบบที่ ๔ คันทางเสริมแรง (RSS) ร่วมกับ Gabion

(รูปที่ ๘)

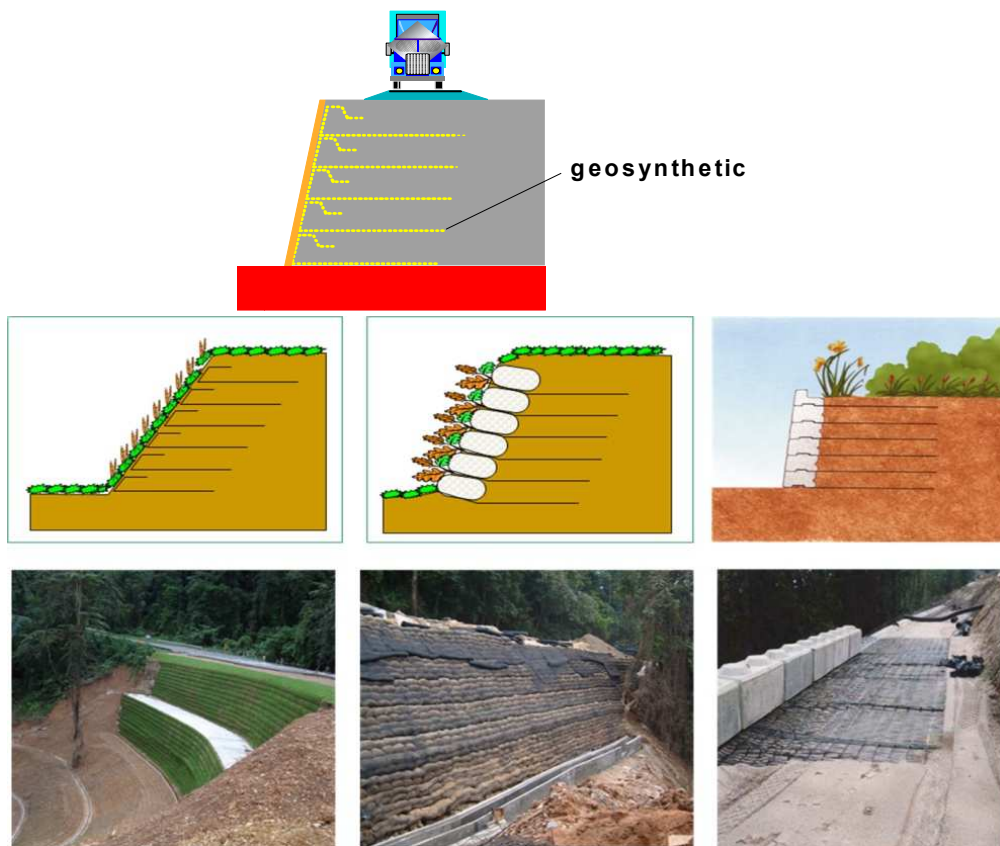


(ก) กำแพงกันดิน คสล

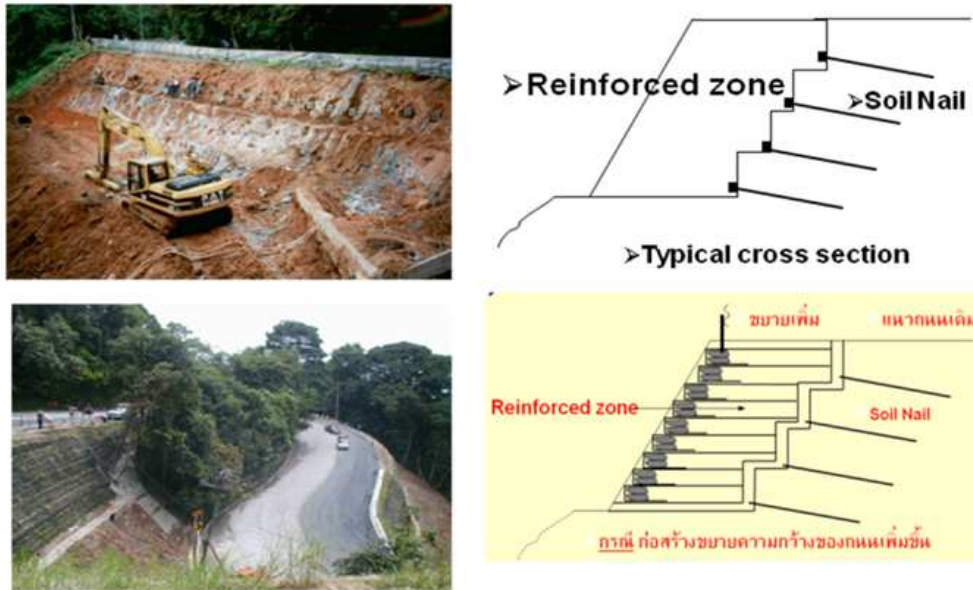


(ข) กำแพงกันดิน Gabion wall

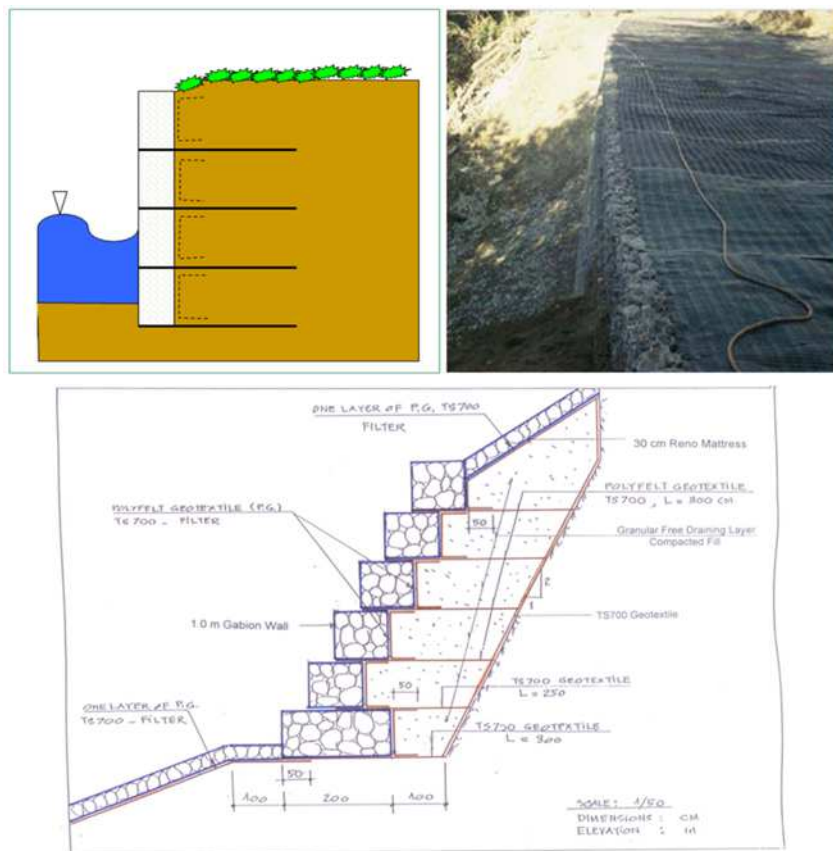
รูปที่ ๕ กำแพงกันดินแบบ Gravity Wall



รูปที่ ๖ คันทางเสริมแรง (Reinforced Steep Slope, RSS)



รูปที่ ๗ ค้นทางเสริมแรง (Reinforced Steep Slope, RSS) ร่วมกับ Soil Nail



รูปที่ ๘ ค้นทางเสริมแรง (Reinforce Steep Slope, RSS) ร่วมกับ Gabion

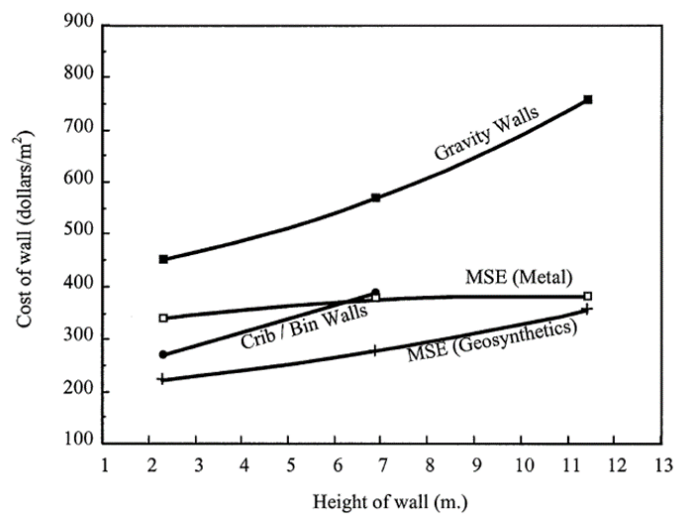
สรุปผลการพิจารณาถึงข้อดี-ข้อเสียของค้นทางเสริมแรง (Reinforced Steep Slope, RSS) และค้นทางเสริมกำลังประเภทลาดชันสูง (Steeply Inclined Slope) แต่ละรูปแบบ แสดงดังตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ แสดงการเปรียบเทียบคันทางเสริมแรง (Reinforced Steep Slope, RSS) และคันทางเสริมกำลัง
ประเภทลาดชันสูง (Steeply Inclined Slope) รูปแบบต่างๆ

CASE	1 Gravity Wall	2 คันทางเสริมแรง	3 คันทางเสริมแรง ร่วมกับ Soil Nail	4 คันทางเสริมแรง ร่วมกับ Gabion
รูปภาพประกอบ				
.. มูลค่า การ ก่อสร้าง	\$\$\$\$	\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$
2. รั้ว การ ทำงาน	ใช้น้ำหนักของตัวเองต้านทานแรงดันดินทางด้านข้าง	เพิ่มกำลังต้านทานแรงดันดินด้วยการเสริมวัสดุเสริมกำลังประเภทเหล็ก	เพิ่มกำลังต้านทานแรงดันดินด้วยการเสริมวัสดุเสริมกำลังประเภทวัสดุสังเคราะห์ (Geosynthetics) หรือ เหล็ก ร่วมกับการใช้ระบบ Soil nail เพื่อเพิ่มเสถียรภาพในขั้นตอนการขุดเปิดลาดดิน ในกรณีที่มีพื้นที่ในการ ขุดเปิดลาดดินเพื่อทำการก่อสร้างค่อนข้างน้อย	เพิ่มกำลังต้านทานแรงดันดินด้วยการเสริมวัสดุเสริมกำลังประเภทวัสดุสังเคราะห์ (Geosynthetics) หรือ เหล็ก ร่วมกับการใช้กล่อง Gabion เป็นระบบปิดผิวหน้า (Facing) เพื่อป้องกันการกัดเซาะจากน้ำ
3. ข้อดี	• มีวิธีการก่อสร้างที่ไม่ซับซ้อน • พื้นผิวของวัสดุสามารถป้องกันการกัดเซาะจากน้ำได้ดี • ช่วยแก้ปัญหาเสถียรภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพกรณีที่มีข้อจำกัดด้านเขตทาง	• มีวิธีการก่อสร้างที่ไม่ซับซ้อน • ช่วยแก้ปัญหาเสถียรภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ - กรณีที่มีข้อจำกัดด้านเขตทาง	• มีข้อดีเหมือนกับระบบกำแพงกันดินเสริมกำลังด้วย วัสดุสังเคราะห์ (Geosynthetics) หรือ เหล็ก • Soil nail ช่วยเพิ่มเสถียรภาพในขั้นตอนการขุดเปิดลาดดิน ในกรณีเสถียรภาพการขุดเปิดลาดดินในระหว่างการก่อสร้างไม่เพียงพอ	• มีข้อดีเหมือนกับรูปแบบที่ 2 • กล่อง Gabion ช่วยป้องกันการกัดเซาะจากน้ำ ในกรณีที่ต้องก่อสร้างติดกับลำน้ำ
4. ข้อเสีย/ ปัญหาที่พบในการก่อสร้าง/ข้อจำกัดอื่นๆ	• โครงสร้างมีขนาดใหญ่ขึ้นอยู่กับความสูงของกำแพงกันดิน • ปัจจุบันหินที่นำมาใส่กล่อง Gabion หาได้ยาก และมีราคาแพง • ความสูงในการก่อสร้างจำกัด (ไม่เกิน 5 เมตร) • มีราคาก่อสร้างสูงเมื่อเทียบกับวิธีอื่น • ต้องระมัดระวังเรื่องการตรวจสอบกำลังรับแรงแบกทานของดินฐานรากเป็นพิเศษ เนื่องจากวัสดุที่นำมาก่อสร้างมีหน่วยน้ำหนักค่อนข้างสูง • เป็นวิธีการที่ไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเนื่องจากต้องระเบิดภูเขาเพื่อนำหินมาใช้ในการก่อสร้าง	• มีราคาก่อสร้างสูงกว่า เมื่อเทียบกับกำแพงกันดินเสริมกำลังด้วยวัสดุสังเคราะห์ • ต้องระวังเรื่องการกัดกร่อนของเหล็ก • ใช้งานร่วมกับระบบปิดผิวหน้า (Facing) ได้ไม่หลากหลายเมื่อเทียบกับวัสดุสังเคราะห์ (Geosynthetics)	• ผู้รับจ้างติดตั้ง Soil nail ต้องมีเครื่องจักรเฉพาะทาง และ มีความชำนาญ • ราคาก่อสร้างให้สูงขึ้นกว่าคันทางเสริมกำลังดิน (MSE wall) รูปแบบที่ 2	• ปัจจุบันหินที่นำมาใส่กล่อง Gabion หาได้ยากและมีราคาแพง

ตารางที่ ๒ เปรียบเทียบคะแนนของรูปแบบการแก้ไขดินสภาพแต่ละรูปแบบ

ปัจจัยที่พิจารณา	รูปแบบการแก้ไขดินสภาพ					
	รูปแบบที่ 1 (Gravity Wall)		รูปแบบที่ 2 คันดินเสริมแรง		รูปแบบที่ 3 คันดินเสริมแรง ด้วย Soil nail	รูปแบบที่ 4 คันดินเสริมแรง ร่วมกับ Gabion
	กำแพงกัน ดิน คสล.	กำแพงกันดิน Gabion wall	เสริมกำลัง ด้วยวัสดุ สังเคราะห์	เสริมกำลัง ด้วยเหล็ก (MSE WALL)		
ด้านการก่อสร้าง						
1.ระยะเวลาที่ใช้ในการ ก่อสร้าง	1 (มาก)	2 (ปานกลาง)	3 (น้อย)	3 (น้อย)	3 (น้อย)	2 (ปานกลาง)
2. กระบวนการในการ ควบคุมคุณภาพงาน	1 (มาก)	2 (ปานกลาง)	3 (น้อย)	3 (น้อย)	2 (ปานกลาง)	2 (ปานกลาง)
3. ความยุ่งยากในการ ขนส่งวัสดุก่อสร้าง	1 (มาก)	1 (มาก)	3 (น้อย)	3 (น้อย)	2 (ปานกลาง)	2 (ปานกลาง)
ด้านราคาก่อสร้าง	1 (\$\$\$\$\$)	1.5 (\$\$\$\$\$)	3 (\$)	2.5 (\$\$)	2 (\$\$\$)	2 (\$\$\$)
ด้านสิ่งแวดล้อม (ความกลมกลืนกับ ธรรมชาติ)	1 (น้อย)	1 (น้อย)	3 (มาก)	1 (น้อย)	1 (น้อย)	1 (น้อย)
รวม	5	7.5	15	12.5	8.5	9



รูปที่ ๙ กราฟแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนค่าก่อสร้างคันทางเสริมกำลังดินรูปแบบต่างๆ

จากผลการเปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย รวมถึงราคาก่อสร้างของคันทางเสริมกำลังดิน (Reinforced Steep Slope, RSS) (หรือ MSE Geosynthetics) และคันทางเสริมกำลังประเภทลาดชันสูง (Steeply Inclined Slope) รูปแบบต่างๆ ทั้ง ๔ รูปแบบดังแสดงในตารางที่ ๑ และรูปที่ ๙ ผู้เสนองานได้พิจารณาเปรียบเทียบคะแนนรูปแบบการแก้ไขคืนสภาพของแต่ละรูปแบบสรุปได้ดังตารางที่ ๒ และพบว่ารูปแบบที่ ๒ คันดินเสริมแรง (Reinforced Steep Slope, RSS) เสริมกำลังด้วยวัสดุสังเคราะห์ เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยมีคะแนนเท่ากับ ๑๕ คะแนน

ในการออกแบบรายละเอียดเสริมกำลังเชิงลาดคันทาง โดยวิธีคันดินเสริมแรง (Reinforced Steep Slope, RSS) เสริมกำลังด้วยวัสดุสังเคราะห์ ผู้เสนองานได้ทำการตรวจสอบเสถียรภาพทั้งเสถียรภาพภายนอกและภายใน โดยจะต้องมีอัตราส่วนปลอดภัยในระดับที่มีเสถียรภาพมั่นคง ดังนี้

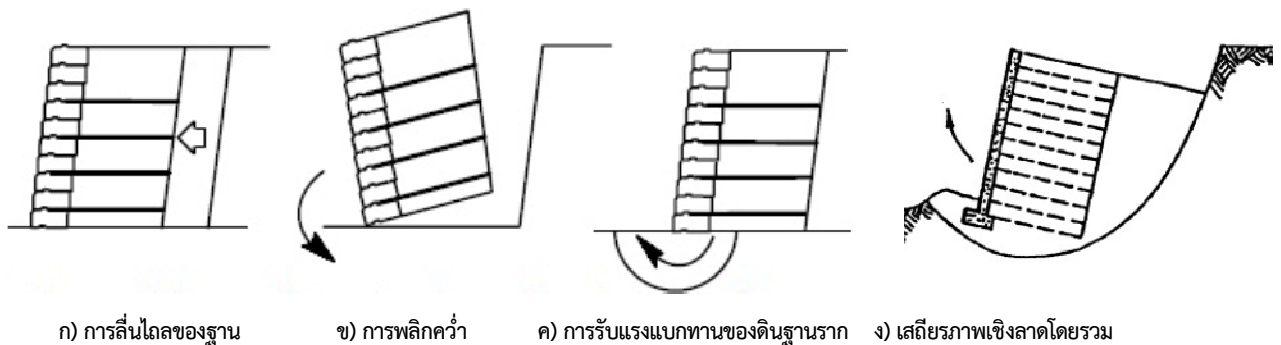
๑) เสถียรภาพภายนอก (External Stability) หมายถึงความมั่นคงของโครงสร้างดินเสริมกำลังเชิงลาดแบบเสริมกำลังด้วยวัสดุสังเคราะห์ โดยสมมติให้เป็นโครงสร้างกึ่งแข็งแรง (Semi-Rigid structure) และมีแรงดันดินภายนอกกระทำต่อด้านหลังของโครงสร้างดินเสริมกำลังเชิงลาดแบบเสริมกำลังด้วยวัสดุสังเคราะห์ ซึ่งรูปแบบการพังทลายของเสถียรภาพภายนอก ประกอบด้วย (รูปที่ ๑๐)

การเลื่อนไถลของฐาน (Base Sliding) รูป ก)

การพลิกคว่ำ (Overturning) รูป ข)

การรับแรงแบกทานของดินฐานราก (Bearing Capacity) รูป ค) และ

เสถียรภาพเชิงลาดโดยรวม (Overall Slope Stability) รูป ง)



รูปที่ ๑๐ แสดงลักษณะรูปแบบการพังทลายภายนอกของ
โครงสร้างดินเสริมกำลังเชิงลาดแบบเสริมกำลังด้วยวัสดุสังเคราะห์

โดย Federal Highway Administration (FHWA) (๒๐๐๑) “Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes Design & Construction Guidelines” ได้กำหนดอัตราส่วนปลอดภัย (Factor of Safety; F.S) ที่เหมาะสมเพียงพอของเสถียรภาพภายนอก (รายละเอียดในภาคผนวก ง.) สรุปได้ดังตารางที่ ๓

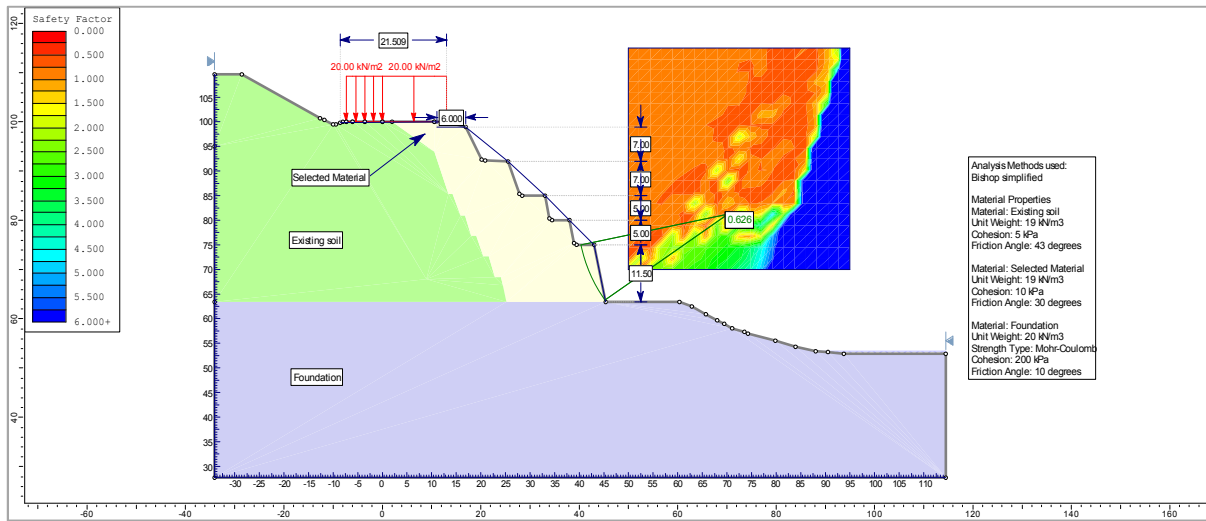
ตารางที่ ๓ แสดงเกณฑ์มาตรฐานอัตราส่วนปลอดภัย

ลักษณะการพังทลาย (Failure Mode)	เกณฑ์มาตรฐานอัตราส่วนปลอดภัย (F.S)
การเลื่อนไถลของฐาน (Base Sliding)	> 1.5
การพลิกคว่ำ (Overturning)	> 2.0
การรับแรงแบกทานของดินฐานราก (Bearing Capacity)	> 2.5
เสถียรภาพโดยรวม (Overall Slope Stability)	> 1.3

ผู้เสนองานได้กำหนดวิธีการก่อสร้างคันทางกลับมาสู่สภาพการใช้งานของถนนเดิม ในหน้าตัดถมสูงที่สุดมีความสูง ๓๖.๕ เมตร แบ่งเป็น ๕ Berm ความสูง ๓ berm ด้านล่าง เท่ากับ ๕.๐๐ เมตร สำหรับ ๒ Berm ขึ้นบน ความสูง ๗.๐๐ เมตร โดยมีระยะถอยถลักลับที่แต่ละ Berm เท่ากับ ๔.๐-๕.๐ เมตร สรุปผลการวิเคราะห์อัตราส่วนปลอดภัย (Factor of Safety; F.S) ของเสถียรภาพภายนอก ได้แสดงในตารางที่ ๔

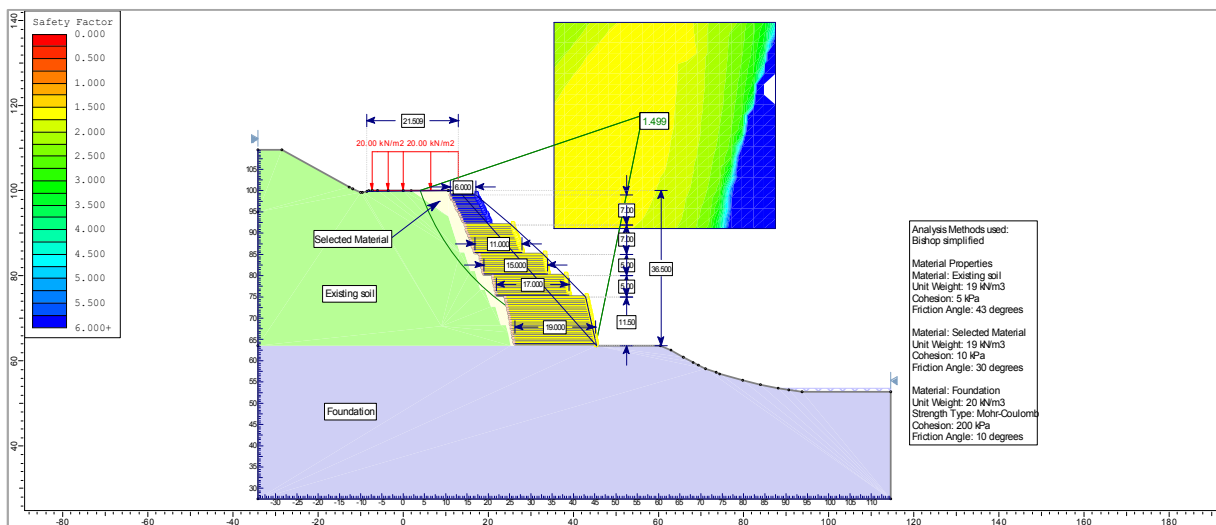
ตารางที่ ๔ สรุปผลการตรวจสอบเสถียรภาพภายนอก (External Stability)

ลักษณะการพังทลาย (Failure Mode)	อัตราส่วนปลอดภัย (Factor of Safety; F.S)
การเลื่อนไถลของฐาน (Base Sliding)	2.06 > 1.5 <u>OK</u>
การพลิกคว่ำ (Overturning)	2.51 > 2.0 <u>OK</u>
การรับแรงแบกทานของดินฐานราก (Bearing Capacity)	2,375 kPa



รูปที่ ๑๑ ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพลาดคันทางกรณีที่ไม่ได้เสริมกำลังดิน,

$$F.S. = 0.626 \leq 1.5 \text{ Not OK}$$

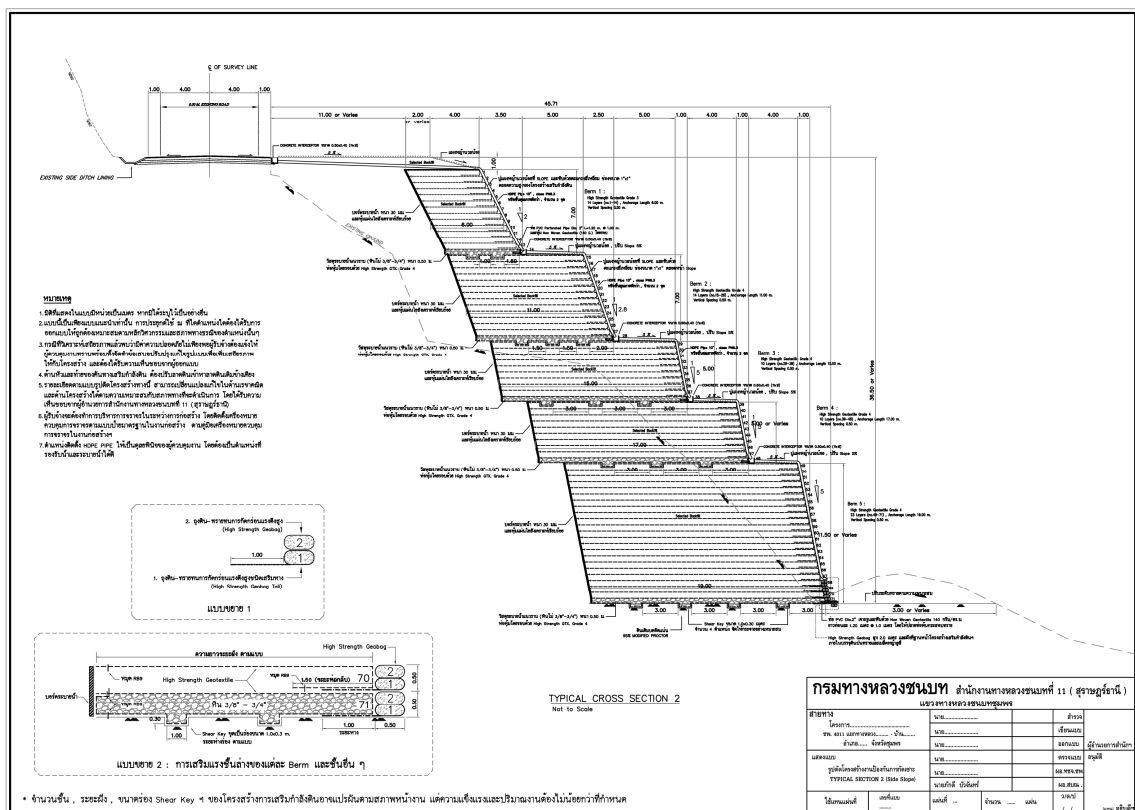


รูปที่ ๑๒ ผลการวิเคราะห์เสถียรภาพลาดคันทางกรณีเสริมกำลังดินด้วยวัสดุสังเคราะห์,

$$F.S. = 1.5 \geq 1.5 \text{ OK}$$

๔.๕. จัดทำรายละเอียดแบบก่อสร้างและรายการข้อกำหนด

ในขั้นตอนนี้ผู้เสนองานได้กำหนดรายการก่อสร้างและคุณสมบัติวัสดุในรูปตัดโครงสร้างทาง (Typical Cross Section) ของคันดินเสริมแรง (Reinforced Steep Slope, RSS) เสริมกำลังด้วยวัสดุสังเคราะห์ ช่วงกม.ที่ ๔+๙๕๐ ถึง กม.ที่ ๕+๐๑๐ ระยะทาง ๐.๐๖๐ กิโลเมตร โดยมีลักษณะ ๕ Berm ความสูงมากที่สุด ๓๖.๕ เมตรดังแสดงในรูปที่



รูปที่ ๑๓ รูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางของคันทางเสริมแรงด้วยวัสดุสังเคราะห์ (Reinforced Steep Slope, RSS) ช่วงกม.ที่ ๔+๙๕๐ ถึง กม.ที่ ๕+๐๑๐

๕. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)

หลังจากที่ได้ดำเนินการออกแบบแก้ไขการพังทลายของเชิงลาดคันทางด้วยวิธีคันทางเสริมแรง (Reinforced Steep Slope; RSS) โดยเสริมกำลังด้วยวัสดุสังเคราะห์ ช่วงกม.ที่ ๔+๙๕๐ ถึง กม.ที่ ๕+๐๑๐ ระยะทาง ๐.๐๖๐ กิโลเมตร ผลสำเร็จในขั้นสุดท้ายของงาน คือ ได้แบบก่อสร้างโครงการแก้ไขการพังทลายของเชิงลาดคันทางพร้อมระบบระบายน้ำบริเวณเชิงลาดคันทาง ระยะทางรวม ๐.๐๖๐ กิโลเมตร ทั้งนี้ผู้เสนองานได้ติดตามประเมินผลการออกแบบ ตั้งแต่ในช่วงระหว่างการก่อสร้าง และหลังจากเปิดให้บริการไปแล้ว เพื่อนำมาปรับปรุงแนวทางการออกแบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ผู้เสนองานได้ติดตามประเมินผลช่วงระหว่างการก่อสร้างโดยในช่วงก่อนเริ่มต้นการก่อสร้างสำนักงานทางหลวงชนบทที่ ๑๑ (สุราษฎร์ธานี) ได้ดำเนินการเจาะสำรวจสภาพชั้นดินเพื่อทบทวนความเหมาะสมของแบบก่อสร้าง พบว่าผลการเจาะสำรวจสภาพชั้นดินมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับที่ใช้ในการออกแบบจึงนำใช้แบบก่อสร้างไปใช้ในการก่อสร้างได้ รายละเอียดผลการเจาะสำรวจสภาพชั้นดินแสดงไว้ในภาคผนวก ก. โดยมีขั้นตอนการก่อสร้างดังแสดงในรูปที่ ๑๔



รูปที่ ๑๔ ขั้นตอนการก่อสร้าง

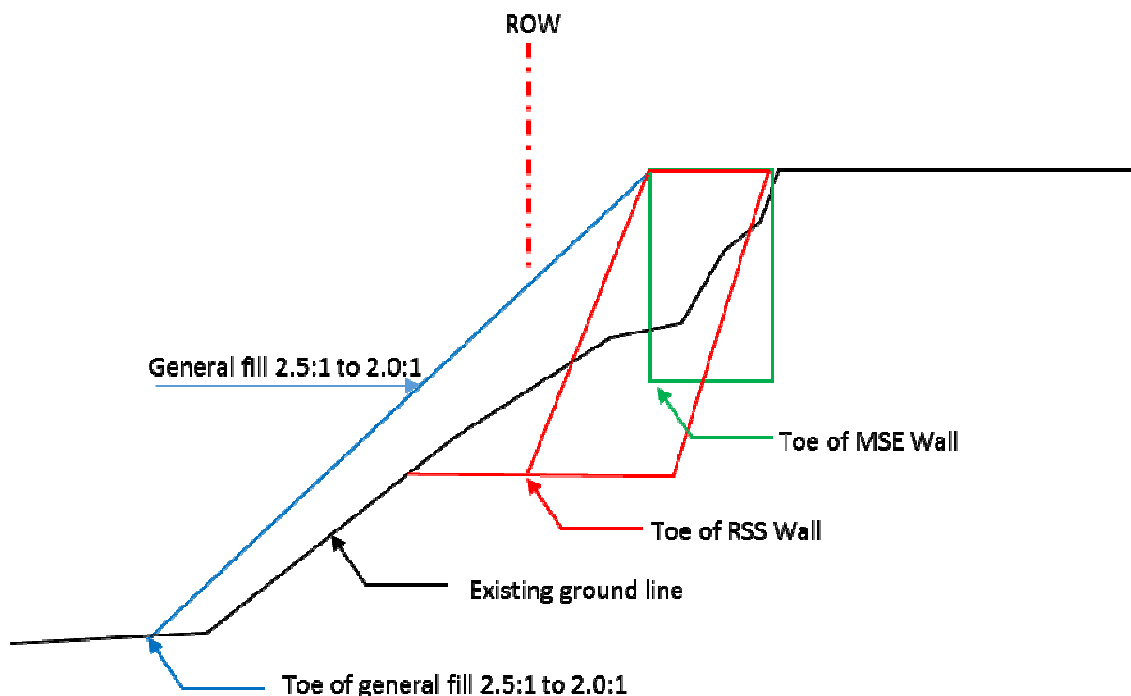
๖. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ

เป็นการประยุกต์ใช้ระบบการเสริมกำลังด้วย Soil Nail ร่วมกับการใช้วัสดุ Geosynthetic ชนิด Geomat ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาดegradation ของ Back Slope และเป็นการป้องกัน Erosion พร้อมกัน ซึ่งวิธีการนี้ถือเป็นรูปแบบหนึ่งที่ใช้สำหรับการป้องกันเชิงลาด Back Slope ที่ประสบปัญหาเขตทางจำกัด และการปรับลาดความชันของ Back Slope ไม่สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่ ซึ่งสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติงานไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบโครงการก่อสร้างอื่น ๆ ที่มีลักษณะเดียวกัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อไป

๗. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

๗.๑. พื้นที่เขตทางที่จำกัด

เนื่องจากการก่อสร้างเสริมคันทางขึ้นใหม่โดยใช้ Side Slope (ราบ: ดิ่ง) = ๒.๕:๑ หรือ ๒:๑ จำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการถมกลับจำนวนมาก ส่งผลให้มีระยะ Toe Slope ของเชิงลาดคันทางเกินเขตทาง จึงต้องพิจารณารูปแบบการแก้ไขปัญหที่สามารถก่อสร้างในเขตทางได้ ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดการก่อสร้างเกินเขตทางที่กำหนด จึงพิจารณาออกแบบเป็นคันทางเสริมกำลังดิน หรือคันทางเสริมกำลังประเภทลาดชันสูง ดังแสดงในรูปที่ ๑๕



รูปที่ ๑๕ แสดงการเปรียบเทียบ Toe Slope ของเชิงลาดคันทางรูปแบบต่างๆ กับเขตทาง

๗.๒. งานอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ทาง

บริเวณจุดเสียหายเป็นจุดอันตรายต่อผู้ใช้ทางค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นทางโค้งและเหวลึก หลังจากสำรวจพบความเสียหายเกิดขึ้น ทางแขวงทางหลวงชนบทชุมพรได้ตั้งป้ายเตือนและแผงกั้นคอนกรีตตลอดแนว ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้สัญจรทางหลวงชนบทชุมพร จึงดำเนินการก่อสร้างคันทางใหม่ ดังแสดงในรูปที่ ๘ ผู้เสนองานได้ดำเนินการตรวจสอบเสถียรภาพของการขุดเปิดลาดดินเพื่อก่อสร้างคันทางใหม่ในระยะ Slope (ราบ: ดิ่ง) = ๑:๓ พบว่า $FS = ๑.๑๕$ ซึ่งถือว่าเพียงพอต่อการขุดดินชั่วคราวเพื่อก่อสร้างคันทางเสริมแรง ดังนั้นในการขุดเปิดลาดดินเพื่อก่อสร้างคันทางใหม่ จึงดำเนินการผ่านไปด้วยความปลอดภัย ผลการวิเคราะห์เชิงลาดดินชั่วคราว ดังแสดงในรูปที่ ๑๖



รูปที่ ๑๖ แสดงการตั้งป้ายเตือนและแผงกั้นเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ทาง

๘. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

เนื่องจากถนนบริเวณจุดตัดมีเขตทางแคบโดยมีคูระบายน้ำพร้อมขนานไปกับถนนทั้งสองข้างทางและมีท่อลอดเหลื่อมอยู่ใต้ถนนจึงทำให้บริเวณสี่แยกมีพื้นที่จำกัดในการดำเนินการให้เป็นไปตามข้อกำหนดของหลักเกณฑ์ตามหลักวิศวกรรมได้เต็มรูปแบบ จึงจำเป็นต้องปรับแก้รูปแบบของวงเวียนให้มีขนาดที่เหมาะสมโดยให้มีประสิทธิภาพสูงสุดตามขนาดพื้นที่ที่มีเพื่อสามารถรองรับการใช้งานของรถทุกขนาดที่ผ่านบริเวณสี่แยก

๙. ข้อเสนอแนะ

ควรสำรวจด้วยวิธีทางธรณีฟิสิกส์ เพื่อประเมินลักษณะทางธรณีวิทยาและเพื่อประกอบการออกแบบ

๑๐. การเผยแพร่ผลงาน (ถ้ามี)

ใน Website ของสำนักงานทางหลวงชนบทที่ ๑๑ (สุราษฎร์ธานี)

๑๑. ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน

๑.....นายจเร พรหมประสาท.....

สัดส่วนของผลงาน๒๐%.....

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ

(นายพิสุทธิ์ สุทธิพูน)

ผู้ขอประเมิน

วันที่/...../.....

ขอรับรองว่าสัดส่วนการดำเนินการข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ (ถ้ามี)

รายชื่อผู้มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ
นายจเร พรหมประสาท	

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ

(นายโกศล กาญจนภาส)

ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล

วันที่/...../.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไป

วันที่/...../.....

หมายเหตุ คำรับรองจากผู้บังคับบัญชาอย่างน้อยสองระดับ คือ ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล และผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไปอีกหนึ่งระดับ เว้นแต่ในกรณีผู้บังคับบัญชาดังกล่าวเป็นบุคคลเดียวกัน ก็ให้มีการรับรองหนึ่งระดับได้

ผลงานลำดับที่ ๓ งานสำรวจความเสียหายของถนนบนพื้นที่ดินอ่อนด้วยวิธีทางธรณีฟิสิกส์ เพื่อแนะนำการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาคอนกรีตตัวโดยใช้วัสดุ Geosynthetic

๑. เรื่อง

งานสำรวจความเสียหายของถนนบนพื้นที่ดินอ่อนด้วยวิธีทางธรณีฟิสิกส์ เพื่อแนะนำการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาคอนกรีตตัวโดยใช้วัสดุ Geosynthetic

๒. ระยะเวลาที่ดำเนินการ

มกราคม ๒๕๖๒ ถึง เมษายน ๒๕๖๒

๓. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

๑. ผู้เสนองานได้ตรวจสอบสภาพความเสียหาย โดยพบว่าสายทางดังกล่าวเป็นถนน ๒ ช่องจราจร กว้าง ๖.๐๐ ม ไหล่ทางข้างละ ๐.๐ – ๐.๕ ม โดยรวมเป็นถนนที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ดินอ่อน บริเวณอำเภอลำลูกเกด จังหวัดนครราชสีมา ลักษณะทางกายภาพเป็นทุ่งนาหรือสวนปาล์ม บางจุดพบว่าเป็นคูน้ำขนาบข้างถนนทั้งด้านซ้ายและขวาทาง ความเสียหายโดยรวมเป็นลักษณะถนนทรุดตัวและมีรอยแตกตามยาว และความกว้างของรอยแตกประมาณ ๓-๕ ซม ซึ่งเกิดทั่วไปตลอดแนวของถนน การซ่อมบำรุงแบบปกติด้วยการรีไซเคิลผิวจราจรเดิม (Recycling) นั้น แม้ว่าวิธีดังกล่าวจะทำให้ผิวจราจรที่แตกร่วนนั้นหายไปในช่วงแรก แต่ในระยะยาวถนนมักจะเสียหายรูปแบบเดิมๆ ซึ่งมักจะเกิดขึ้นภายในเวลาไม่เกิน ๑ ปี เนื่องจากวิธีการนี้จะทำให้ถนนที่เสียหายนั้นมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น เสถียรภาพของคันทางลดต่ำลงและส่งผลกระทบต่อถนนแตกร่วนเสียหายเช่นเดิมในเวลาเพียง ๑ – ๒ ปี เท่านั้น

๒. ลักษณะทางธรณีวิทยาโดยรวมจะเป็นดินตะกอนชายฝั่งทะเลโดยอิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลง ซึ่งพบว่าเป็นดินเหนียว ทรายแป้ง และทรายละเอียดของที่ลุ่มราบน้ำขึ้นถึง ที่ลุ่มขึ้นแฉะ ที่ลุ่มน้ำขังป่าชายเลนและชวากทะเล

๓. ผลการทดสอบด้วยวิธี Resistivity survey พบว่า บริเวณดังกล่าวเป็นดินเหนียวรองรับใต้ชั้นโครงสร้างทาง โดยชั้นดินเหนียวกำลังต้านทานค่อนข้างหนา (ค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า ๓.๕๐ ohm-m สอดคล้องกับข้อมูลทางธรณีวิทยาของพื้นที่เช่นกัน)

๔. ในการทดสอบด้วยวิธี Screw Driving Sounding Test, SDS ผู้เสนองานได้ทดสอบในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับการทดสอบด้วยวิธี Resistivity Survey ซึ่งได้ดำเนินทั้งหมด ๕ จุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าช่วงความลึก ๒ เมตร ถึง ๑๒ เมตร มีค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินที่ต่ำ

๕. จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ควรใช้เสาเข็มสี่เหลี่ยม ขนาด ๐.๒๒ x ๐.๒๒ ยาวไม่น้อยกว่า ๙.๐ ม จำนวน ๔ แถว ตอกสลับฟันปลา @๑.๐x๐.๕ ม ในบริเวณที่ถนนเสียหายและเขตทางจำกัด หรือในกรณีที่มีเขตทางสามารถก่อสร้าง Berm ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า ๔.๕๐ ม สูงไม่น้อยกว่า ๑.๕-๒.๐ ม. ได้เช่นกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้ และความเหมาะสม เนื่องจากมีข้อจำกัดของเขตทาง และพิจารณาในด้านการประหยัด