

การตรวจสอบและเสริมความมั่นคงของลาดดินฐานรากเสาสัญญาณ

THE INVESTIGATION AND SLOPE STABILIZATION OF TELECOMMUNICATION TOWER FOUNDATION

บุญชัย เจริญเกียรติประดับ¹

ชนาตล คงสมบุญ²

ศราวุธ โกวเครือ³

¹ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

²ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

³นิติบัญญัติโทร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ : เสาสัญญาณโทรศัพท์ขนาดใหญ่อยู่บนฐานรากแผ่ตั้งอยู่บนเนินเขาในอำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต ลาดดินรอบฐานรากถูกขุดออกไปเป็นบริเวณกว้างและลึกมากถึง 15 เมตร ซึ่งอาจทำให้เกิดการพิบัติของฐานรากเสาสัญญาณได้ การศึกษานี้จึงได้เข้าไปทำการสำรวจชั้นดินและวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินในสภาพปัจจุบันพบว่าลาดดินมีสัดส่วนความปลอดภัยลดลงเหลือ 1.24 ในฤดูฝนและค่อนข้างมั่นคงในฤดูแล้ง แต่ถ้ามวลดินยังคงถูกขุดออกไปพบว่าจะต้องเหลือมวลดินด้านนอกของรั้วไว้ไม่น้อยกว่า 6 เมตร และเนื่องจากปัจจุบันลาดดินมีความชันมากและฐานรากยังอยู่ห่างจากขอบลาดดินพอสมควร ทำให้เสาสัญญาณสามารถบรรทุกอุปกรณ์สื่อสารเพิ่มได้อีกโดยลาดดินจะไม่สูญเสียความมั่นคง การศึกษาครั้งนี้ยังได้แนะนำให้เสริมความมั่นคงโดยการถมชั้นหินหรือถมดินไว้ที่ลาดดิน โดยให้คำนึงถึงการป้องกันการกัดเซาะจากน้ำฝน

ABSTRACT : The main telecommunication tower was mounted on shallow foundation on a hilly area at Phuket province. The slope around a foundation was excavated in widely area and about 15 m. in depth. Thus, it might effects a stability of tower foundation. This study intents to investigate and analyze a slope stability. It found that a stability of slope reduces to 1.24 during the rainy season and quite stable during dry season. If soil around a tower foundation is still excavated, the results show that the slope has to keep at least 6 m. away from the tower fence. The fact is that the slope is very steep and very deep. In addition, the excavated zone is quite far away from the foundation. Therefore, the tower can carry more communication equipments without effected a stability factor. The study also introduce methods to stabilized slope by using rock file and soil fill. These methods are necessary for erosion control.

KEYWORDS : Slope stability, Land Slide in Phuket, Stability of slope.

1. บทนำ

โครงการนี้เป็นการศึกษาเพื่อตรวจสอบความมั่นคงของลาดดินบริเวณที่ตั้งของเสาสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ อยู่ริมถนนหมายเลข 4031 ตำบลสาธุ อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต โดยสภาพปัจจุบันพบว่าพื้นที่โดยรอบของฐานรากเสาสัญญาณถูกขุดเปิดหน้าดินลึกประมาณ 10 – 15 เมตร มีความชันประมาณ 75 – 85

องศา รอบฐานรากเสาสัญญาณ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1 ซึ่งอาจทำให้เกิดความไม่มั่นคงต่อลาดดินรอบฐานรากและอาจทำให้ฐานรากเกิดการเคลื่อนพังได้ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความมั่นคงของลาดดินโดยทำการเจาะสำรวจชั้นดินจำนวน 2 หลุม ลึกประมาณ 15 เมตร ทดสอบคุณสมบัติของชั้นดินในสนามและห้องปฏิบัติการเพื่อนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลการทดสอบชั้นดินในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตทั้งที่อิ่มตัวด้วยน้ำ

และไม่อึมตัวด้วยน้ำ เพื่อพิจารณาเลือกพารามิเตอร์ที่เหมาะสม
เพื่อการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน โดยรอบเสาสัญญาณ
และศึกษาวิธีการเสริมความมั่นคงของชั้นดินฐานรากที่เหมาะสม
กับสภาพพื้นที่เพื่อเพิ่มความมั่นคงของฐานรากเสาสัญญาณต่อไป



ภาพที่ 1 สภาพพื้นที่โครงการในปัจจุบัน

การศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย

- 1.การเจาะสำรวจชั้นดินเพื่อสำรวจและทดสอบคุณสมบัติ
ของชั้นดินเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ความ
มั่นคงของลาดดิน
- 2.การวิเคราะห์ตรวจสอบความมั่นคงของลาดดินโดยรอบ
เสาสัญญาณ
- 3.การเสริมความมั่นคงของลาดดินรอบฐานรากเสาสัญญาณ
โทรศัพท์เคลื่อนที่

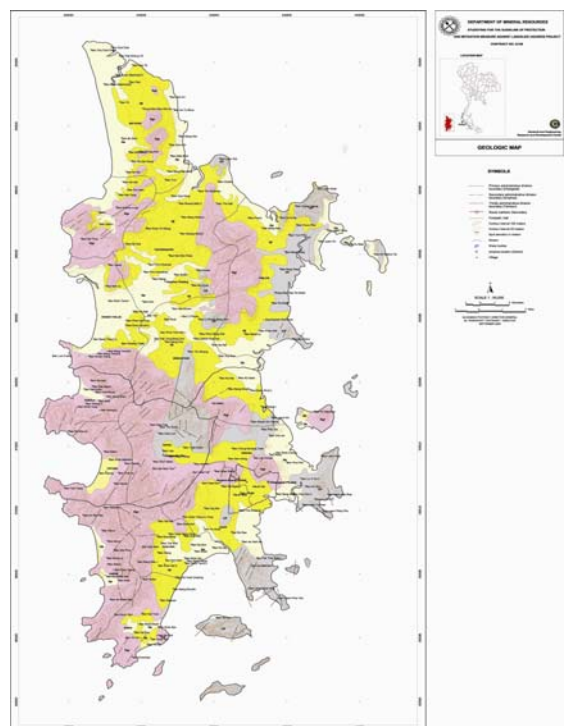
2. การสำรวจชั้นดิน

การเจาะสำรวจชั้นดินได้ดำเนินการเจาะสำรวจจำนวน 2
หลุม คือ BH-1 ลึก 13.95 เมตร และ BH-2 ลึก 15.45 เมตร โดยมี
วัตถุประสงค์จะรายงานถึงลักษณะของสภาพชั้นดินเพื่อการ
วิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินฐานราก เพื่อใช้เป็นข้อมูล
เบื้องต้นในการออกแบบเสริมความมั่นคงของลาดดินอย่าง
เหมาะสมต่อไป

ลักษณะชั้นดินฐานรากบริเวณโครงการเป็นชั้นดินที่เกิดการ
ย่อยสลายของหินแกรนิต ประเภทไบโอไทต์ ฮอร์นเบลนแกรนิต
ลักษณะเม็ดละเอียดถึงปานกลาง ขนาดของผลึกเท่าๆกัน ลักษณะ
ของหินไบโอไทต์แกรนิต เป็นหินเนื้อหยาบและมีลักษณะเป็น

ดอก ภาพที่ 2 แสดงลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่จังหวัดภูเก็ต
(ที่มา:ศูนย์วิจัยวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ม.เกษตรศาสตร์)

การเจาะสำรวจชั้นดินกระทำโดยวิธีการฉีดล้าง(Wash
Boring) เก็บตัวอย่างดินที่ไม่คงสภาพ (Disturbed Sample) โดย
ใช้กระบอกเก็บตัวอย่างแบบกระบอกผ่ามาตรฐาน (Split Spoon
Sampler) ในชั้นดินเหนียวแข็งและชั้นทรายพร้อมกับการทำ
ทดสอบ Standard Penetration Test (SPT) ตามมาตรฐาน ASTM
D1586 เพื่อให้ได้ค่าความแน่นหรือกำลังของดิน ตัวอย่างดินที่ได้
จากกระบวนการเจาะและเก็บตัวอย่างอย่างถูกต้องในสนาม จะ
นำมาทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของดินทางกายภาพและทาง
วิศวกรรมตามมาตรฐานของ ASTM



ภาพที่ 2 ลักษณะทางธรณีวิทยาของ จ.ภูเก็ต

2.1 ผลการสำรวจชั้นดิน

ผลการเจาะสำรวจและทดสอบชั้นดินบริเวณที่ตั้งโครงการ
สามารถสรุปลักษณะของชั้นดินได้ตามรายละเอียด ดังนี้
ชั้นบนเป็นชั้นหน้าดิน(Top Soil) หนาประมาณ 1.0-1.5
เมตร เป็นดินเหนียวปนทรายสีน้ำตาลเทา ค่าปริมาณ ความชื้น
(W_n) 16 % มีค่า Liquid Limit 31-33 % มีค่า Plasticity Index
11-12 % ชั้นดินมีความแน่นปานกลางโดยมีผลทดสอบการตอก
มาตรฐาน (Standard Penetration test , N) 13-24 ครั้งต่อฟุต
ถัดลงไปชั้นที่ 2 เป็นชั้นดินทรายปนดินเหนียวสี น้ำตาล
ความลึก 1.50-6.45 เมตร มีค่า Liquid Limit 15-18 % มีค่า

Plasticity Index 10-15 % ชั้นดินมีความแน่นโดยมีผลทดสอบการตอกมาตรฐาน (Standard Penetration test , N) 29-34 ครั้งต่อฟุต

ถัดลงไปชั้นที่ 3 เป็นชั้นทรายปนดินเหนียวสีน้ำตาลที่มีความลึก 6.45 - 12.00 เมตร มีค่าปริมาณความชื้น 15-16% มีค่า Liquid Limit 23-37% มีค่า Plasticity Index 10-15% ชั้นดินมีความแน่นถึงแน่นมากโดยมีผลทดสอบการตอกมาตรฐาน (Standard Penetration test , N) 37-52 ครั้งต่อฟุต

ชั้นสุดท้ายที่ทำการการสำรวจ เป็นชั้นหินที่ย่อยสลายปนทราย ที่ความลึก 12.0 – 15.0 เมตร มีค่าปริมาณความชื้น 12-14% ชั้นดินมีความแน่นมากโดยมีผลทดสอบการตอกมาตรฐาน (Standard Penetration test , N) 37-52 ครั้งต่อฟุต

BORING LOG		BORING NO.	BB4	JOB NO.	42 004							
PROJECT : เสาสัญญาณโทรศัพท์		DEPTH (m)	13.95	GROUND ELEV. (m)								
LOCATION : อ.เมือง จ.อุบลราชธานี		OBSERVED WATER LEVEL		DATE STATED	19/04/94							
		AFTER BORING (m)		DATE FINISHED	20/04/94							
SOIL DESCRIPTION	DEPTH (m)	SPT (blows/ft)	PL Wn LL			q _c (t/m ²)						
			U	V	W	X	Y	Z	IV			
Medium dense, CLAYEY SAND, grayish brown. (SC)	0.95m.	13				2	4	6	8	1.6	1.2	2.0
Dense, CLAYEY SAND, brown. (SC)	1.9	28										
	2.9	34										
	3.9	34										
	4.9	34										
	5.9	34										
	6.9	34										
	7.9	34										
Dense to very dense, CLAYEY SAND, brown. (SC)	8.9	45										
	9.9	37										
	10.9	37										
	11.9	52										
Very dense, SILTY SAND, brown. (SM)	12.9	51										
	13.9	53										
End of Boring												

ภาพที่ 3 ผลการเจาะสำรวจดิน

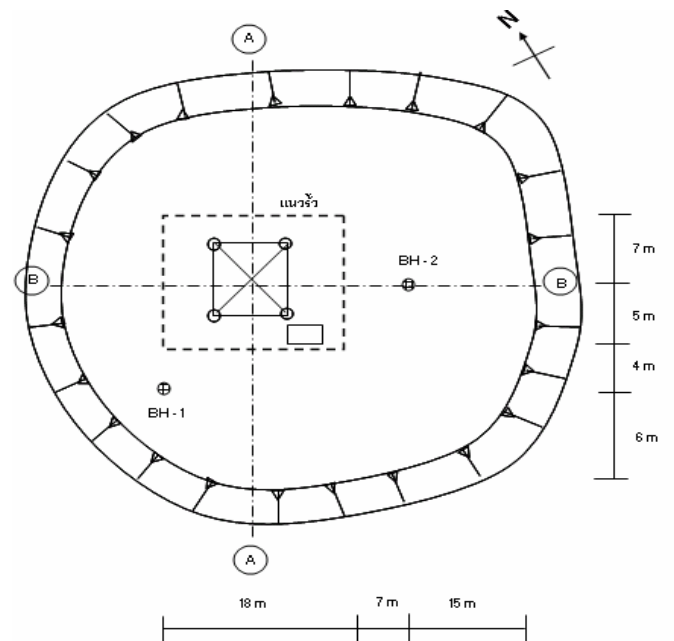
3. การวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

จากผลการเจาะสำรวจดินสามารถแปลผลเพื่อหาค่าแรงยึดเหนี่ยวของมวลดิน (c) และมุมเสียดทานของมวลดิน (φ) โดยใช้ความสัมพันธ์ของค่า N ตาม สมการของ Terzaghi and Pecks อ้างโดย สถาพร ภูวิจิตรจารุ[1] โดยที่ $S_u = N/1.5$ ตัน/ม² และสามารถหาค่า φ ได้จากสมการ $\phi = 27.1 + 0.3N - 0.00054N$ โดยที่ ถ้าค่า N มีค่ามากกว่า 15 ต้องมีการปรับแก้ค่าตามสมการ $N_c = 15 + (N - 15) / 2$ และต้องมีการปรับลดค่า c ของดิน เนื่องจากกำลังรับแรงเฉือนของดินจะมีค่าแปรผกผันกับค่าความอิมตัวของน้ำ

ในมวลดิน [2] โดยในที่นี้ผู้ออกแบบใช้ค่า c เพียง 30% จากค่าที่กำหนดไว้

4. การวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน

เสาสัญญาณของ ORANGE ในพื้นที่ที่ตั้งอยู่บนเนินเขา ที่ถูกขุดเปิดหน้าดินออกไปค่อนข้างลึก ในแนว A-A และ B-B ดังแสดงในภาพที่ 4 ทำให้วิศวกรกังวลว่าอาจจะเกิดการพังถล่มของลาดดินของฐานรากเสาสัญญาณได้ การศึกษานี้จึงได้ทำการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความมั่นคงของลาดดินที่มีความเสี่ยงทั้ง 2 ทิศทาง



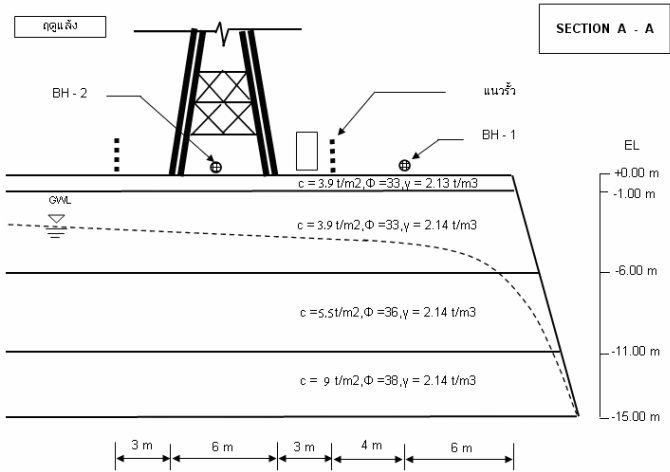
ภาพที่ 4 แผนผังการตรวจสอบความมั่นคงของลาดดิน

4.1 การวิเคราะห์ความมั่นคงในสภาพธรรมชาติ

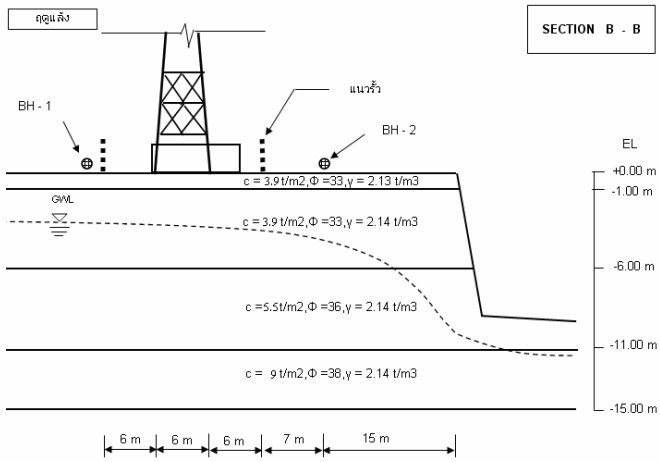
การตรวจสอบความมั่นคงจะพยายามตรวจสอบจากสภาพชั้นดินธรรมชาติ ความลาดชัน อีกปัจจัยหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาด้วยคือปริมาณน้ำฝนที่ค่อนข้างมากซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ก่อให้เกิดลาดดินพังถล่มในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต ดังนั้นการตรวจสอบความมั่นคงในพื้นที่นี้ได้ทำการตรวจสอบเป็น 2 สภาพคือ สภาพชั้นดินในฤดูแล้ง และสภาพชั้นดินในฤดูฝน

ความสำคัญของการวิเคราะห์ความมั่นคง คือการสร้างโมเดลชั้นดินที่ถูกต้องตามสภาพที่เป็นอยู่จริงมากที่สุด การตรวจสอบความมั่นคงของลาดดินฐานรากเสาสัญญาณนี้ ได้วิเคราะห์จากข้อมูลการสำรวจและทดสอบชั้นดิน การออกสำรวจภาคสนามของวิศวกรปฐพี จึงได้เสนอรูปแบบชั้นดินเพื่อใช้ในการตรวจสอบความมั่นคงดังแสดงในภาพที่ 5

จากรูปแบบชั้นดินนำมาวิเคราะห์ความมั่นคงด้วยโปรแกรม Ku-Slope ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินในสภาพปัจจุบันดังแสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 5 รูปแบบของลาดดินฐานรากเสาตึยฐานด้าน A-A



ภาพที่ 6 รูปแบบของลาดดินฐานรากเสาตึยฐานด้าน B-B

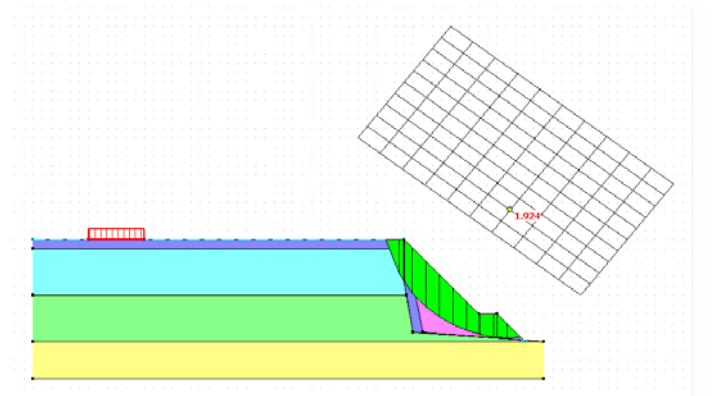
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินในสภาพธรรมชาติ การวิเคราะห์ในแนว A-A

	น้ำหนักบรรทุกของลาดดิน	สัดส่วนปลอดภัยในสถานะ		หมายเหตุ
		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	
1	เสาตึยฐาน	1.34	2.56	
2	เสาตึยฐาน & อุปกรณ์สื่อสาร	1.34	2.56	น้ำหนักอุปกรณ์ถูกติดตั้ง 20% ของน้ำหนักสูงสุด

การวิเคราะห์ในแนว B-B

	น้ำหนักบรรทุกของลาดดิน	สัดส่วนปลอดภัยในสถานะ		หมายเหตุ
		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	
1	เสาตึยฐาน	1.24	2.52	
2	เสาตึยฐาน & อุปกรณ์สื่อสาร	1.24	2.52	น้ำหนักอุปกรณ์ถูกติดตั้ง 20% ของน้ำหนักสูงสุด

ในแนวการวิเคราะห์ A-A มีสถานะเสี่ยงต่อการพิบัติในฤดูฝนที่มีการสะสมแรงดันน้ำเนื่องจากฝน มีสัดส่วนความปลอดภัยเพียง 1.34 และเมื่อเสาตึยฐานบรรทุกอุปกรณ์สื่อสารเพียง 20% ของน้ำหนักอุปกรณ์ทั้งหมด สัดส่วนความปลอดภัยก็มีค่าเท่าเดิม ซึ่งหมายความว่าน้ำหนักบรรทุกที่มากขึ้นไม่มีผลให้เกิดการพิบัติ ที่เป็นเช่นนี้เพราะแนวตัดดินมีความชันและลึกมาก ทำให้แนวการพิบัติเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของลาดดินก่อนที่แนวการเคลื่อนพังจะเคลื่อนผ่านใต้ฐานรากเสาตึยฐาน



ภาพที่ 7 แสดงการหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยโดย Kuslope

ส่วนในแนวการวิเคราะห์ B-B มีสถานะเสี่ยงต่อการพิบัติในฤดูฝนที่มีสัดส่วนความปลอดภัยเพียง 1.24 เพราะว่าลาดดินมีความชันสูงถึง 80° และน้ำหนักบรรทุกบนเสาตึยฐานยังไม่มีผลกระทบต่อกรพิบัติเนื่องจากฐานรากเสาตึยฐานอยู่ห่างจากแนวตัดลาดดินถึง 22 เมตร และลาดดินมีความชันและลึกมาก แนวการพิบัติยังตัดไม่ลึกเข้าใกล้ฐานรากเสาตึยฐาน

และจากผลการวิเคราะห์สามารถประเมินได้ว่าถ้าไม่มีการขุดเปิดหน้าดินไปมากกว่านี้ ลาดดินฐานรากเสาตึยฐานไม่น่าจะพิบัติในช่วงฤดูแล้ง

4.2. การตรวจสอบความมั่นคงของลาดดินเมื่อเสาตึยฐานติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มขึ้น

การตรวจสอบความมั่นคงนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความมั่นคงของลาดดินขณะที่เสาตึยฐานต้องรับน้ำหนักจากอุปกรณ์ที่จะถูกติดตั้งเพิ่มเติม เมื่อเกิดแรงลมสูงสุดตามที่ออกแบบไว้ ฐานรากด้านใดด้านหนึ่งจะรับน้ำหนักสูงสุดเพียงด้านเดียว โดยคิดจากข้อมูลการถ่วงน้ำหนักบรรทุกที่ได้รับจากวิศวกรโครงสร้างของบริษัทเสาตึยฐานโทรศัพท์ ว่าเมื่อเสาตึยฐานบรรทุกอุปกรณ์เต็มที่ 100% จะมีน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้น

สูงสุดบนแต่ละฐานรากแผ่เท่ากับ 18 ต้นต่อฐานราก ซึ่งปัจจุบันมีน้ำหนักบรรทุกจากอุปกรณ์เพียง 20% เท่านั้น

ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินเมื่อเสาสัญญาณถูกติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารมากขึ้นบนเสาสัญญาณ ซึ่งขอเสนอเฉพาะในแนวการวิเคราะห์ A-A ในสภาวะฤดูฝนเท่านั้น ที่มีแนวตัดดินชันมากกว่า ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์พบว่าน้ำหนักบรรทุกของอุปกรณ์สื่อสารบนเสาสัญญาณไม่มีผลให้สัดส่วนความปลอดภัยลดลง เพราะฐานรากของเสาสัญญาณยังอยู่นอกแนวภาคคั้นการพิบัติ ซึ่งผลการวิเคราะห์ในแนว B-B ก็ให้ผลการวิเคราะห์เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินในสภาพบรรทุกอุปกรณ์บนเสาสัญญาณ

สภาพน้ำหนักของเสาสัญญาณ	สัดส่วนความปลอดภัย
เสาสัญญาณ & 20%อุปกรณ์สื่อสาร	1.34
เสาสัญญาณ & 40%อุปกรณ์สื่อสาร	1.34
เสาสัญญาณ & 60%อุปกรณ์สื่อสาร	1.34
เสาสัญญาณ & 80%อุปกรณ์สื่อสาร	1.34
เสาสัญญาณ & 100%อุปกรณ์สื่อสาร	1.34

4.3. การตรวจสอบความมั่นคงของลาดดินเมื่อผิวลาดดินถูกกัดกร่อนไป

การตรวจสอบความมั่นคงของลาดดินในกรณีที่มีน้ำฝนกัดเซาะลาดดิน ลาดดินถูกขุดออกไปในแนวการวิเคราะห์ A-A เข้าไปใกล้ฐานรากเสาสัญญาณมากขึ้นนี้ เพื่อใช้ในการระวางการพิบัติที่อาจเกิดขึ้นถ้ายังปล่อยให้ น้ำฝนกัดเซาะชั้นดินเข้าไปเรื่อยๆ ปล่อยให้มีการขุดลาดดินต่อไป ผลที่ได้จะเป็นระยะผิวดินที่ยังเหลือจากการกัดเซาะหรือขุดดิน เป็นระยะจากริ้วเสาสัญญาณออกไปสัมพันธ์กับสัดส่วนความปลอดภัยของลาดดินที่ยังคงเหลืออยู่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินเมื่อถูกน้ำฝนกัดเซาะเข้าใกล้ฐานราก

น้ำหนักของเสาสัญญาณ	สัดส่วนความปลอดภัย	ระยะผิวดินเหลือห่างจากแนวริ้ว
เสาสัญญาณ & 20%อุปกรณ์สื่อสาร	1.21	0
เสาสัญญาณ & 20%อุปกรณ์สื่อสาร	1.24	2
เสาสัญญาณ & 20%อุปกรณ์สื่อสาร	1.30	4
เสาสัญญาณ & 20%อุปกรณ์สื่อสาร	1.34	6
เสาสัญญาณ & 20%อุปกรณ์สื่อสาร	1.34	8
เสาสัญญาณ & 20%อุปกรณ์สื่อสาร	1.34	10

ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่าในกรณีที่เสาสัญญาณบรรทุกอุปกรณ์สื่อสารไว้ 20% ของอุปกรณ์ที่จะต้องติดตั้งทั้งหมด จะต้องเผื่อระยะวางแนวชั้นดินลาดดินไม่ให้เหลือระยะจากริ้วน้อยกว่า 6 เมตร

5. การเสริมความมั่นคงของลาดดิน

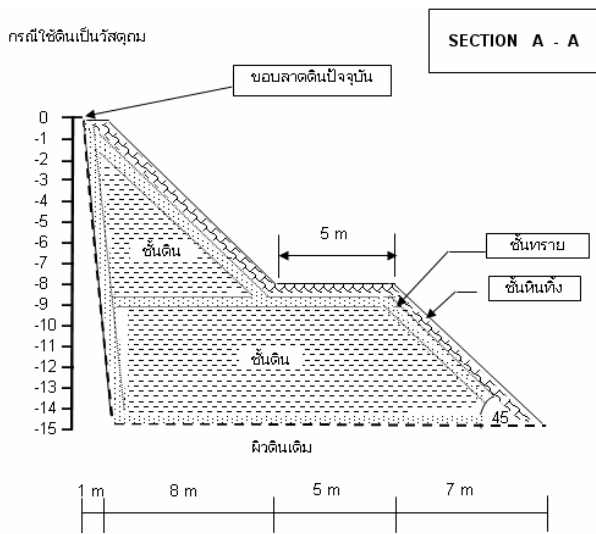
เมื่อมวลดินรอบฐานรากเสาสัญญาณถูกขุดออกไปทำให้ความชันของลาดดินเปลี่ยนไปอย่างมาก ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเคลื่อนตัวของมวลดินรอบฐานรากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อชั้นดินอิ่มตัวด้วยน้ำเนื่องจากปริมาณน้ำฝนตกหนักในฤดูฝน จากผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความมั่นคงของลาดดินและพิจารณาจากสภาพแวดล้อม การจัดหาวัสดุ[3] จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกวิธีเสริมความมั่นคงของลาดดิน โดยวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการแก้ไขในครั้งนี่คือการใช้น้ำหนักกดทับบริเวณปลายล่างของลาดดิน (Berm) โดยได้พิจารณา 2 วิธีดังนี้ คือ

1. Rock Fill เป็นการเพิ่มเสถียรภาพของลาดดินให้ดีขึ้นโดยการใช้หินที่มีน้ำหนักเพียงพอ ถมบริเวณปลายล่างของลาดดินเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของลาดดิน ทั้งยังช่วยระบายน้ำฝนที่ตกลงมาเป็นจำนวนมากให้ไหลซึมไปในชั้นหินออกไป ลดการสะสมแรงดันน้ำในชั้นดิน
2. Soil Fill เป็นการเพิ่มเสถียรภาพของลาดดินให้ดีขึ้นโดยการใช้ดินธรรมชาติในพื้นที่ถมบริเวณปลายล่างของลาดดิน ให้มีน้ำหนักด้านทานเพียงพอเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของลาดดิน แต่ดินเดิมจะไม่สามารถระบายน้ำฝนออกได้ทัน จึงต้องทำการติดตั้งหรือสร้างระบบระบายน้ำเพื่อเร่งระบายน้ำฝนออกจากมวลดิน ไม่ให้สะสมเป็นความดันน้ำในมวลดิน ซึ่งเป็นสาเหตุให้กำลังรับแรงเฉือนของมวลดินลดลง เช่น ระบบท่อระบายน้ำในชั้นดิน (Perforated drain) หรือชั้นทรายระบายน้ำ (Sand Filter)

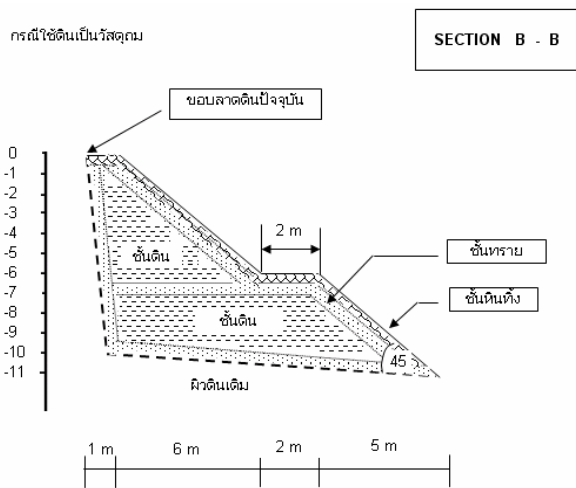
จากการวิเคราะห์ออกแบบทั้งสองวิธีให้ได้สัดส่วนความปลอดภัยเท่ากับ 2.00 ด้วยเหตุผลทางด้านราคาและความสะดวกในการก่อสร้าง จึงได้เลือกรูปแบบของการเสริมความมั่นคงโดยการถมเสริมลาดดินด้วยดินเดิมได้แสดงไว้ในภาพที่ 8 และภาพที่ 9 นอกจากนี้ต้องมีการปกปิดผิวหน้าของบริเวณพื้นที่ที่ตั้งเสาสัญญาณด้วยการปลูกพืชคลุมดินและทำรางระบายน้ำเพื่อลดปริมาณน้ำที่จะซึมลงดิน

6. สรุปผลการสำรวจ ตรวจสอบและเสริมความมั่นคงของลาดดินฐานรากเสาสัญญาณ

การศึกษานี้ได้ทำการตรวจสอบความมั่นคงของลาดดินฐานรากเสาสัญญาณบนเนินเขา ซึ่งเนินเขานี้ได้ถูกขุดดินรอบฐานรากออกไปทำให้เกิดความเสี่ยงที่อาจทำให้เสาสัญญาณเลื่อนไถลลงมาได้ การศึกษานี้จึงได้ทำการสำรวจลักษณะชั้นดินโดยรอบฐานราก เพื่อนำไปวิเคราะห์หาสัดส่วนปลอดภัยของฐานรากเสาสัญญาณ ทั้งยังได้แนะนำทางเลือกของวิธีการเสริมความมั่นคงของลาดดินฐานรากเสาสัญญาณ



ภาพที่ 8 รูปแบบการเสริมความมั่นคงด้วยดินถม แนว A-A



ภาพที่ 9 รูปแบบการเสริมความมั่นคงด้วยดินถม แนว B-B

1. ลักษณะชั้นดินฐานรากของเสาสัญญาณตั้งอยู่บนชั้นดินทรายบนดินเหนียวค่อนข้างแข็งสีน้ำตาล และพบชั้นดินแข็งมากที่ประมาณ 10 – 12 เมตร พื้นที่บริเวณนี้มีปริมาณฝนค่อนข้างสูง

- ลาดดินมีความเสี่ยงต่อการพังทลายในฤดูฝน โดยน้ำฝนจะซึมลงสู่ชั้นดินทำให้มวลดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ทำให้กำลังรับแรงเฉือนของมวลดินลดลง สัดส่วนความปลอดภัยลดลงเหลือ 1.24
- น้ำหนักบรรทุกทุกอุปกรณ์สื่อสารบนเสาสัญญาณไม่มีผลต่อการพังทลายของลาดดิน ถ้ารูปร่าง ความลึก และความชันของลาดดินไม่เปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปัจจุบัน
- เมื่อลาดดินถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝนหรือขุดลาดดินออกไปอีก จะต้องระวังให้เหลือมวลดินหน้ารั้วไม่น้อยกว่า 6 เมตร ถ้าการกัดเซาะเข้าใกล้รั้วมากกว่า 6 เมตร จะทำให้เหลือสัดส่วนความปลอดภัยน้อยกว่า 1.24
- การแก้ไขและปรับปรุงครั้งนี้ได้เลือกวิธี Soil Fill ในการเสริมความมั่นคงของลาดดินฐานรากเสาสัญญาณ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สดาวพร ฤวิจิตรจางู, 2544 , การเจาะสำรวจดินทางวิศวกรรม : การเจาะสำรวจ เก็บตัวอย่างและการทดสอบในสนาม , สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [2] บรรพต กุลสุวรรณ, 2548. การศึกษาพฤติกรรมการพังทลายของลาดดินในพื้นที่ดินน้ำของลุ่มน้ำย่อยแม่น้ำจันทบุรี.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .
- [3] บุญชัย เขิญเกียรติประดับและคณะ , 2545. การประเมินการแก้ไขการพังทลายของลาดดิน: กรณีศึกษาริมตลิ่งแม่น้ำบางปะกงและลุ่มน้ำก้อการประชุมวิชาการ วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 จ.ขอนแก่น