

การสำรวจพฤติกรรมของดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต

## SOIL INVESTIGATION FOR LANDSLIDE BEHAVIOUR IN PHUKET PROVINCE

ดร.ชนาดล คงสมบูรณ์

อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ :thanadol@yaho.com

รศ.ดร.วรากร ไม้เรียง

ดร.สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ :www.gerd.eng.ku.ac.th

**บทคัดย่อ :** การศึกษาพฤติกรรมของดินถล่มในบริเวณลาดเขาทางด้านตะวันตกของเกาะภูเก็ต โดยการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกสำรวจในพื้นที่ที่น่าจะมีศักยภาพในการเกิดแผ่นดินถล่มบริเวณ ลาดเขาเหนืออ่าวกมลา และลาดเขาเหนืออ่าวป่าตอง ในจังหวัดภูเก็ต การสำรวจทางวิศวกรรมครั้งนี้เพื่อตรวจวัดคุณสมบัติของดินเพื่อทำความเข้าใจพฤติกรรมของดินที่ถล่มเนื่องจากฝนตกหนัก พฤติกรรมของแรงดึงน้ำในมวลดินที่ลดลงเมื่อมีฝนตก อันเป็นปัจจัยที่สำคัญของการลดลงของกำลังรับแรงเฉือนของดินในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตและสามารถพบการถล่มที่มีสาเหตุเนื่องจากฝนตกหนักนี้ในอีกหลายพื้นที่ในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียง การศึกษานี้จึงให้ความสำคัญของความจำเป็นของการสำรวจทางวิศวกรรมปฐพีและสภาพภูมิประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ การทดสอบคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของดินที่มีการทำทดสอบควบคู่กับการทดสอบหาความหนาแน่นและปริมาณน้ำในมวลดินในสนามด้วยเครื่อง Nuclear Density ตลอดแนวลาดเขารวมถึงการติดตั้งเครื่องมือวัดแรงดึงน้ำในมวลดินเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาวิเคราะห์การพิบัติของลาดดินต่อไป

**ABSTRACT :** This paper presents a soil investigation for landslide potential area. In order to study the mechanism of landslides caused by the reduction of matrix suction due to heavy rainfall. The investigated areas are the hill slope area around Kamala Bay and Patong Bay on the west of Phuket island. Increasing of water content is a major factor of soil shear strength reduction in Phuket area. There are many landslide areas cause by heavy rain in Thailand and also in neighbouring countries. The soil investigation program including geographical survey, sample collection, and in-situ test is the important step for landslide analysis. The procedures are soil strength test together with density and water content test along hill slope using nuclear density device and installed tensiometer. This paper highlights an effective soil investigation to be applied to the landslide analysis later on.

**KEYWORDS :** SOIL INVESTIGATION, LANDSLIDE, SOIL EXPLORATION, LANDSLIDE IN PHUKET.

## 1. บทนำ

โครงการวิจัย “การศึกษาพฤติกรรมของดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต” เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยพฤติกรรมทางวิศวกรรมของดินถล่มที่เกิดจากฝนตกหนัก เป็นโครงการวิจัยร่วมระหว่างศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) ซึ่งได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของดินถล่มในบริเวณไหล่เขาทางด้านตะวันตกของเกาะภูเก็ต โดยการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกสำรวจในพื้นที่ที่น่าจะมีศักยภาพในการเกิดแผ่นดินถล่มบริเวณ ลาดเขาเหนือหาดกมลา และลาดเขาเหนือหาดป่าตอง ในจังหวัดภูเก็ต ซึ่งทั้งสองพื้นที่เป็นบริเวณที่เคยเกิดแผ่นดินถล่มมาแล้วในอดีต การศึกษาครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญของการสำรวจภาคสนามที่มีประสิทธิภาพ การติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดอย่างถูกต้องตามหลักวิศวกรรม โดยจะเป็นการดำเนินงานในส่วนของการเก็บตัวอย่างดินทั้งแบบถูกรบกวนและแบบไม่ถูกรบกวนด้วยเทคนิคการเก็บตัวอย่างดินที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อความเหมาะสมในการทดสอบ และทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของชั้นดินในสนาม เพื่อนำตัวอย่างดินมาหาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติด้านกำลังรับแรงเฉือนของดินกับความชื้นในมวลดินที่เปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งตรวจวัดพฤติกรรมทางวิศวกรรมของดินที่เกิดขึ้นในสนามสัมพันธ์กับปริมาณฝนในพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มด้วย

**2. บริเวณพื้นที่ทำการสำรวจ** การสำรวจทางวิศวกรรมครั้งนี้เพื่อศึกษาพฤติกรรมของดินที่ถล่มเนื่องจากฝนตกหนัก ซึ่งได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของดินถล่มในบริเวณไหล่เขาทางด้านตะวันตกของเกาะภูเก็ต โดยการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการเข้าสำรวจพื้นที่ และเป็นพื้นที่ที่น่าจะมีศักยภาพในการเกิดแผ่นดินถล่ม โดยทำการเลือกไว้ 2 พื้นที่ดังนี้

2.1. บริเวณไหล่เขาเหนืออ่าวกมลา ข้างฝายน้ำล้นบ้านบางหวาน ตำบลกมลา เขตอำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต

2.2. บริเวณไหล่เขาเหนืออ่าวป่าตอง ริมนอน 50 ปี ตำบลป่าตอง เขตอำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต

ซึ่งจากข้อมูลการสำรวจ พบว่าทั้งสองพื้นที่เป็นบริเวณที่เคยเกิดแผ่นดินถล่มมาแล้วในอดีต การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินภาคสนาม การเลือกใช้เครื่องมือ

ตรวจวัดพฤติกรรมของชั้นดินสัมพันธ์กับการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่

**3. ผลการสำรวจและทดสอบในสนาม** การออกสำรวจทางวิศวกรรมปฐพีในครั้งนี้เพื่อศึกษาพฤติกรรมของดินที่ถล่มเนื่องจากฝนตกหนัก พฤติกรรมของแรงดึงน้ำ (negative pore pressure) ในมวลดินที่ลดลงเมื่อมีฝนตก อันเป็นสาเหตุหลักที่สำคัญของการลดลงของกำลังรับแรงเฉือนของดินในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตและพื้นที่อื่นอีกหลายจังหวัดที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ความจำเป็นที่ต้องการศึกษาพฤติกรรมการลดลงของกำลังรับแรงเฉือนของดินที่ลดลงสัมพันธ์กับปริมาณฝนในครั้งนี้จะนำไปสู่พื้นฐานการกำหนดหลักการเตือนภัยการเกิดแผ่นดินถล่มที่เกิดจากฝนตกหนักได้อย่างมีหลักวิชาการที่มีข้อมูลการตรวจวัดพฤติกรรมจริงในสนาม การออกสำรวจภาคสนามครั้งนี้จึงได้ทำการเก็บรักษาตัวอย่างดินอย่างถูกต้องเพื่อนำมาทดสอบหาคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมและกำลังรับแรงเฉือนของตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการต่อไป และได้เพิ่มการทดสอบหาความหนาแน่นและปริมาณน้ำในมวลดินในสนามด้วยเครื่อง Nuclear Density ตลอดแนวลาดเขาได้ทำการหึ่งทดสอบความแข็งแรงของชั้นดินด้วย Kunzelstab Penetrometer ทิมสำรวจได้เลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการติดตั้ง Inclinator และชุดบ่อสังเกตการณ์เพื่อติดตั้ง Tensiometer เพื่อติดตามตรวจวัดแรงดึงน้ำในชั้นดินที่เปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้จาก Automatic Rain Gauge ที่ทำการติดตั้งไว้ด้วยในพื้นที่

### 3.1 การเก็บตัวอย่างดินในสนาม

การเลือกตำแหน่งของหลุมสำรวจดินบนพื้นที่ลาดดินที่มีศักยภาพต่อการถล่ม สามารถเป็นตัวแทนของดินบริเวณนั้นได้ การสำรวจครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินในหลุมที่ถูกขุดเพื่อใช้ในการตรวจวัดพฤติกรรมของดิน และตามแนวลาดดินเพื่อคุณลักษณะชั้นดิน ทำการทดสอบ Pocket penetration และเก็บตัวอย่างสำหรับทดสอบความชื้นในดิน สำหรับพื้นที่สำรวจได้ทำการเก็บตัวอย่าง 2 ตำแหน่งด้วยกัน คือ ตำแหน่งในบ่อสังเกตการณ์ (Observation pit) และตำแหน่งของลาดดินถล่ม โดยมีจำนวนตัวอย่างดังในตารางที่ 1

ในการเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบค่าความแข็งแรงของตัวอย่างดินของลาดดินธรรมชาติ จะต้องให้ตัวอย่างมีสภาพที่สามารถเป็นตัวแทนของลาดดินธรรมชาติได้ โดยตัวอย่างต้องเป็นตัวอย่างคงสภาพ (Undisturbed Sample) การเก็บตัวอย่างดินแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นตัวอย่างคงสภาพ สำหรับการทดสอบกำลังรับแรงเฉือน และ Disturbed sample สำหรับทดสอบสมบัติพื้นฐานต่างๆ ประมาณตัวอย่างละ 2 กิโลกรัม

ในส่วนที่เป็น Undisturbed samples คือ การเก็บด้วยกระบอกรับตัวอย่าง PVC ทรงกระบอกรับมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2 นิ้ว ลักษณะของอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง PVC บรรจุอยู่ในกระบอกรับ stainless steel ออกแบบมาเพื่อเก็บตัวอย่างคงสภาพ (Undisturbed Sample) คล้ายการเก็บตัวอย่างด้วยกระบอกรับตัวอย่างเปลือกบาง มีค่า Area Ratio 13% กระบอกรับตัวอย่างลักษณะนี้ได้ถูกออกแบบเป็นพิเศษเพื่อความสะดวกในการนำตัวอย่างดินมาทดสอบ กำลังรับแรงเฉือนในห้องปฏิบัติการแบบ Direct shear



รูปที่ 1 แสดงการทดสอบด้วยเครื่อง Nuclear Density

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่างดินจากการสำรวจ

บ่อสังเกตการณ์ (Observation pit)	พื้นที่อ่าวกมลา	พื้นที่อ่าวป่าตอง
จำนวนตัวอย่าง Undisturbed จากกระบอกรับตัวอย่าง PVC	45	45
จำนวนตัวอย่าง disturbed	1	1
ลาดดินถล่ม	พื้นที่อ่าวกมลา	พื้นที่อ่าวป่าตอง
จำนวนตัวอย่าง disturbed	2	4

### 3.2. การทดสอบด้วย Nuclear Density ของชั้นดินในสนาม

เนื่องจากทางทีมวิจัยยังขาดข้อมูลด้านความหนาแน่นของชั้นดินและยังไม่สามารถหาวิธีที่ตรวจวัดได้อย่างน่าเชื่อถือ ดังนั้นเครื่องมือทดสอบ Nuclear Density รุ่น CPN/MC-1DR Portaprobe ของภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้ถูกนำมาร่วมใช้ในการสำรวจครั้งนี้ซึ่งมีประสิทธิภาพ รูปที่ 1 แสดงการทดสอบ Nuclear Density ซึ่งเป็นวิธีการใหม่ที่ทีมวิจัยเรื่องแผ่นดินถล่มไม่เคยนำมาประยุกต์ใช้มาก่อน นอกจากค่าความหนาแน่นเปียกของดินที่สามารถตรวจวัดได้ด้วยเครื่อง Nuclear Density นี้แล้ว เครื่องมือนี้ยังสามารถตรวจวัด ค่าความหนาแน่นแห้งของดิน ความหนาแน่นของน้ำในมวลดิน ตลอดจนถึงค่าปริมาณน้ำในดินได้อีกด้วย

การทดสอบนี้จะถูกนำมาใช้วัดค่าความหนาแน่นและปริมาณน้ำในมวลดินทันทีหลังจากจุดถึงระดับที่ต้องการวัดค่า โดยทำการตรวจวัดที่ตำแหน่งต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบด้วยเครื่อง Nuclear density ของพื้นที่อ่าวกมลา

Depth (m)	บ่อสังเกตการณ์ (Observation pit)		
	Wet Density (t/m <sup>3</sup> )	Dry Density (t/m <sup>3</sup> )	Water content (%)
1.00	1.871	1.388	25.03
1.45	1.770	1.285	29.44
2.00	1.826	1.308	30.38
Depth (m)	แนวตัดลาดดิน		
	Wet Density (t/m <sup>3</sup> )	Dry Density (t/m <sup>3</sup> )	Water content (%)
2.00	1.691	1.168	38.35
5.00R	1.680	1.257	27.04
5.00L	1.750	1.245	33.25
13.00	1.901	1.576	13.15

ตารางที่3 ผลการทดสอบด้วยเครื่อง Nuclear density ของพื้นที่อ่าวป่าตอง

Depth (m)	บ่อสังเกตการณ์ (Observation pit)		
	Wet Density (t/m <sup>3</sup> )	Dry Density (t/m <sup>3</sup> )	Water content (%)
0.45	1.975	1.582	17.08
1.00	1.789	1.370	22.90
1.50	1.746	1.258	31.33
2.00	1.737	1.319	24.06
Depth (m)	แนวลาดพิบัติดิน		
	Wet Density (t/m <sup>3</sup> )	Dry Density (t/m <sup>3</sup> )	Water content (%)
1.00	1.848	1.519	14.30
2.00	1.759	1.456	14.33
3.00	1.655	1.359	15.98
4.00	1.743	1.465	12.91

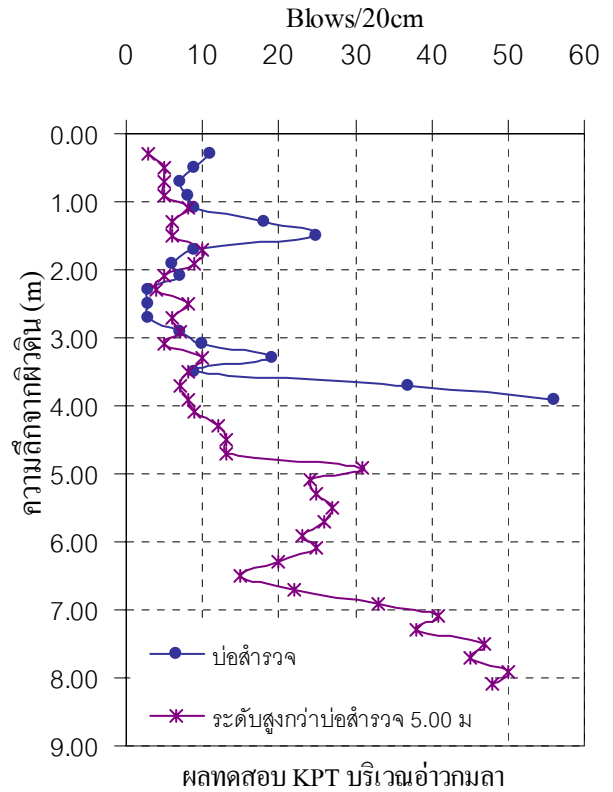
คุณสมบัติของชั้นดินที่ตรวจวัดได้นี้มีประโยชน์อย่างมากในการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน และสามารถคำนวณหาค่าความอิมพัชของน้ำในมวลดินที่ความลึกต่างๆ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการเกิดการพิบัติของลาดดิน

### 3.3 การหยั่งทดสอบ Kunzelstab Penetrometer

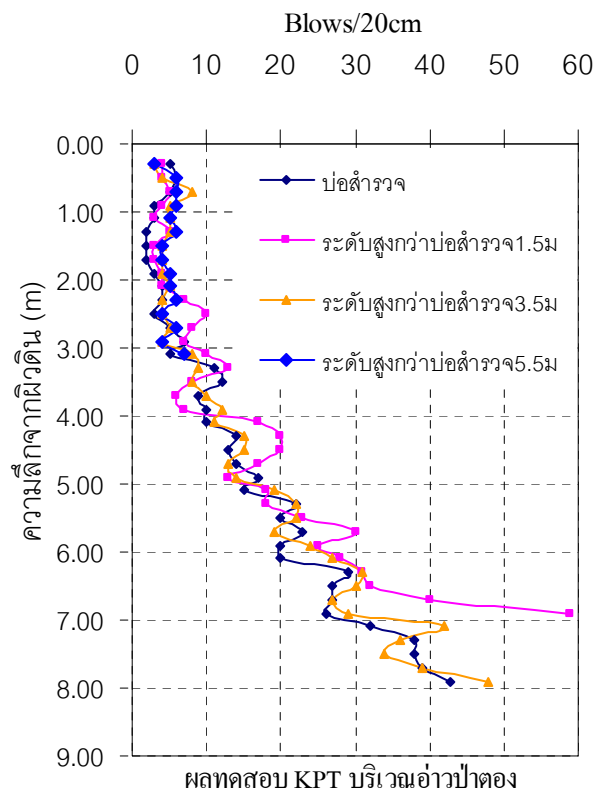
การทดสอบ Kunzelstab Penetration หรือวิธี Light Ram Sounding Test เป็นวิธีการหยั่งทดสอบชั้นดินในสนาม โดยใช้แรงกระแทกส่งแท่งทดสอบผ่านชั้นดินลงไป เป็นการทดสอบกำลังต้านทานที่ปลายของหัวหยั่ง (Cone Head) โดยไม่เกิดแรงเสียดทาน ขึ้นที่ก้านเจาะ เนื่องจากหัวเจาะมีขนาดใหญ่กว่าก้านเจาะ กล่าวคือ หัวเจาะรูปกรวยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ก้านเจาะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ค้อนตอกหนัก 10 กิโลกรัม มีระยะยก 50 เซนติเมตร ทำการทดสอบโดยนับจำนวนครั้งของการตอกทุกระยะ 20 เซนติเมตร (blows/20 cm.) ซึ่งแรงต้านการเคลื่อนที่ของแท่งทดสอบสามารถใช้ประมาณค่ากำลังและความหนาของชั้นดิน ผลของการทดสอบที่ได้นี้จะทำให้ทราบสมบัติทางกายภาพของชั้นดินในเบื้องต้น

วิธีการหยั่งทดสอบนี้สามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งวิธีนี้สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายเนื่องจากมีน้ำหนักเบาจึงเหมาะกับบริเวณภูเขาสูง ป่ารก หรือบริเวณที่ห่างจากถนนมากๆ วิธีนี้ทำได้

อย่างรวดเร็วและประหยัดกว่าการเจาะสำรวจ ผลของการหยั่งก็ยังสามารถบอกให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของชั้นดินนั้นได้ การหยั่งชั้นดินใน 2 พื้นที่สำรวจ มีผลการทดสอบดังนี้



รูปที่2 ผลการหยั่งทดสอบชั้นดินของพื้นที่อ่าวกมลา



รูปที่3 ผลการหยั่งทดสอบชั้นดินของพื้นที่อ่าวป่าตอง

- ผลการหยั่งทดสอบในพื้นที่อ่าวกมลา พบว่าชั้นดินอ่อนอยู่ชั้นบนจนถึงความลึกประมาณ 2.5 เมตร มีค่า KPT  $\approx$  3-10 blows/20cm และพบชั้นดินค่อนข้างแข็งที่ความลึกประมาณ 4 เมตรลงไป
- ผลการหยั่งทดสอบในพื้นที่อ่าวป่าตอง พบว่าชั้นดินอ่อนจากผิวดินจนถึงความลึกที่ประมาณ 2.5 เมตร (KPT  $\approx$  3-8 blows/20cm) และดินมีความแข็งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามความลึก

จากผลการทดสอบ KPT สามารถนำมาพิจารณาความแข็งแรงของชั้นดินได้ว่า ในส่วนบนของลาดดินพบชั้นดินแข็งอยู่ที่ความลึกประมาณ 3-4 เมตร ด้านล่างของลาดดินไม่พบชั้นหินที่ชัดเจน แต่ลาดดินมีแนวโน้มแข็งแรงมากขึ้นเมื่อชั้นดินลึกมากขึ้น บริเวณพื้นที่อ่าวกมลา ผลการทดสอบแสดงให้เห็นการหยั่งพบชั้นหินลอยเป็นช่วงๆตามความลึก

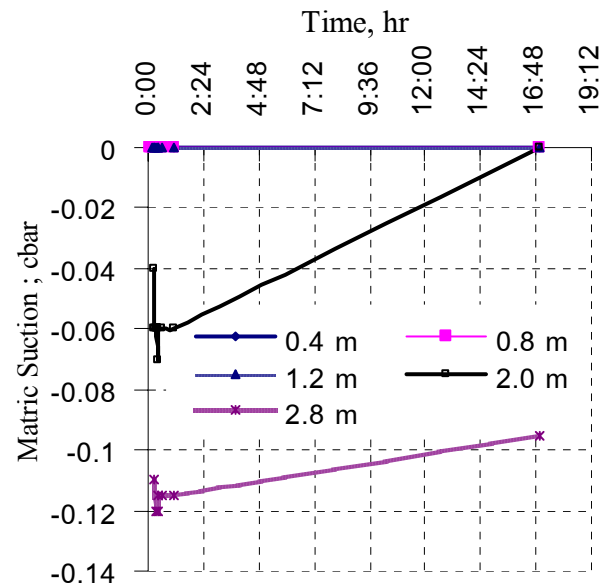


รูปที่ 4 การติดตั้งเครื่องมือวัดแรงดึงน้ำในมวลดิน (Tensiometer)

### 3.4 การติดตั้ง Tensiometer และติดตามผลในบ่อสังเกตการณ์

Tensiometer เป็นเครื่องมือวัดแรงดึงน้ำในมวลดิน ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นต้องตรวจวัดที่สำคัญของ Residual soil ซึ่งแรงดึงน้ำในมวลดินนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม ซึ่งค่าแรงดึงน้ำในมวลดินนี้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้กำลังรับแรงเฉือนของมวลดินเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีฝนตก เป็นผลให้เกิดการพังทลายของลาดดินในพื้นที่ที่ศึกษา แต่เนื่องจากแรงดึงในมวลดินนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม และภูมิอากาศจึงจำเป็นต้องทำการติดตั้ง Tensiometer ไว้ที่ระดับความลึกต่างในหลุมสังเกตการณ์ (observation pit) ในทั้งสองพื้นที่ พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ตรวจวัดได้สัมพันธ์กับข้อมูลน้ำฝนที่ได้ทำการติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนอัตโนมัติ (rain gauge) พร้อมกันไว้ที่อาคารถาวรใกล้เคียงกับพื้นที่สำรวจ เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงกำลังรับแรงเฉือนของดินอันเนื่องจากการลดลงของแรงดึงน้ำในมวลดินแปรเปลี่ยนไปตามปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้ในสนาม

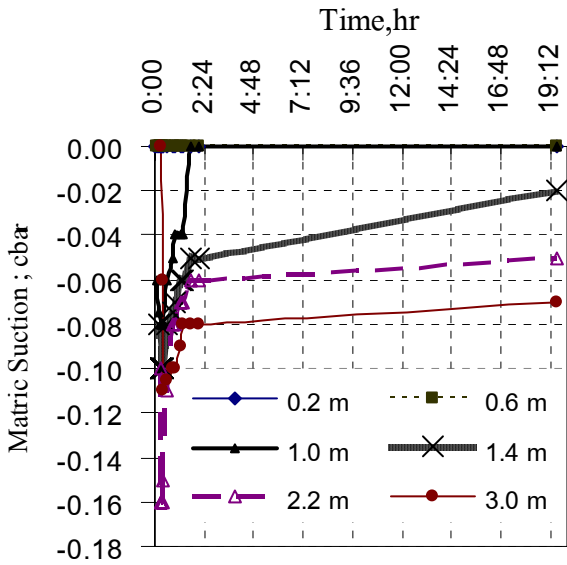
ผลการติดตามตรวจวัดแรงดึงน้ำในมวลดินทั้ง 2 บริเวณได้แสดงไว้ในรูปที่ 5 และ 6



รูปที่ 5 ผลการตรวจวัดค่าแรงดึงน้ำในมวลดินของพื้นที่อ่าวกมลา

จากกราฟในช่วง 1-2 ชั่วโมงแรกหลังจากติดตั้ง ค่าแรงดึงของน้ำในมวลดินมีความแปรปรวนค่อนข้างสูงจากกระบวนการติดตั้ง จากผลการตรวจวัดค่า matrix suction ในบ่อสังเกตการณ์บริเวณอ่าวกมลา และอ่าวป่าตอง พบว่าที่ความลึก 0 – 1.2 เมตร ค่า matrix suction มีค่าใกล้เคียงศูนย์ และเปลี่ยนแปลงตามเวลาน้อยมาก ซึ่งหมายความว่าชั้นดินตอนบนมีความอิ่มตัวตลอดเวลา ขณะทำการตรวจวัด งานวิจัยครั้งนี้ต้องการตรวจวัดค่า matrix suction นี้สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนต่อไปจนผ่านช่วงฤดูฝน ซึ่ง

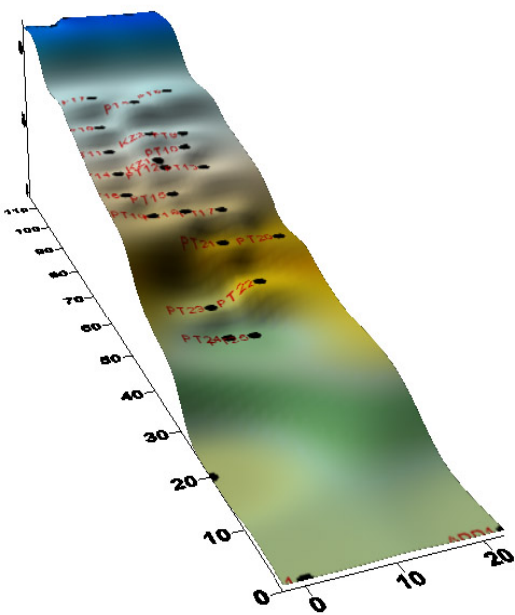
น่าจะเป็นผลการวิจัยนำร่องในการศึกษาพฤติกรรมของแผ่นดินถล่มเนื่องจากฝนตกต่อไป



รูปที่ 6 ผลการตรวจวัดค่าแรงดึงน้ำในมวลดินของพื้นที่อ่าวป่าตอง

### 3.5 การสำรวจสภาพภูมิประเทศของลาดดิน

เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน ทีมสำรวจยังต้องทำการสำรวจสภาพภูมิประเทศ ด้วยกล้องสำรวจ Teodolite เดินสำรวจทางน้ำ การไหลของน้ำบนดิน สภาพต้นไม้ปกคลุมลาดดิน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความมั่นคงต่อไป



รูปที่ 7 สภาพภูมิประเทศของลาดดินที่ทำการสำรวจของพื้นที่อ่าวป่าตอง

## 4. สรุปผลการศึกษา

การแก้ไขภัยพิบัติของแผ่นดินถล่มอันเนื่องมาจากฝนตกหนักในจังหวัดภูเก็ต มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่วิศวกรจะต้องออกแบบและพัฒนาองค์ความรู้และเทคนิคต่างๆในการสำรวจในพื้นที่ดินถล่ม เพื่อเก็บตัวอย่างดิน และติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดและติดตามพฤติกรรมของชั้นดินที่มีศักยภาพในการเกิดการถล่ม

พื้นที่ที่จะทำการทดสอบและติดตามพฤติกรรมในสนาม จะต้องถูกพิจารณาว่าเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพต่อการเกิดดินถล่ม ซึ่งจะต้องศึกษาคุณสมบัติของชั้นดินทั้งแนวตั้งและแนวราบ

การเก็บตัวอย่างดิน และการหยั่งทดสอบชั้นดิน จะต้องพัฒนาทั้งวิธีการและอุปกรณ์ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างสะดวกในพื้นที่ป่ารกทึบ ชื้นแฉะและลาดชัน

ในการสำรวจครั้งนี้ เครื่องทดสอบ Nuclear density ถูกนำมาใช้ในการตรวจวัด ความหนาแน่น ปริมาณน้ำในมวลดินในสนาม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากแรงดึงน้ำในมวลดินเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสูญเสียกำลังของมวลดิน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการพัฒนาวิธีการติดตาม ตรวจวัดค่าแรงดึงน้ำในมวลดินตลอดช่วงฤดูฝน

## กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะวิจัย ซึ่งประกอบด้วย ทีมจากศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ทีมวิจัยจากภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ให้ทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์วิจัยวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, "การศึกษาพฤติกรรมของดินถล่มจังหวัดภูเก็ต", รายงานวิจัยเสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2546
- [2] นงลักษณ์ ไทยเจียมอารีย์, เสถียรภาพของลาดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำก้อ โดยใช้คุณสมบัติทางวิศวกรรม, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.