

บทความสำหรับการเผยแพร่

การศึกษาพฤติกรรมของดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต

A Study of Landslide Behaviors in Phuket Province

ศุนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จังหวัดภูเก็ต เป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดดินถล่ม เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาหินแกรนิต ซึ่งเมื่อฝนเปลี่ยนแปลงเป็นตะกอนทรายหยาบปนกับดินเหนียว มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินต่ำ และอยู่ในอยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากการสำรวจพบว่ามีร่องรอยการเกิดดินถล่มจำนวนมากในบริเวณลาดเขาที่มีถนนตัดผ่าน งานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาและติดตามพฤติกรรมของดินถล่ม โดยผลที่ได้จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาแนวโน้มของการเกิดดินถล่มในพื้นที่ และหาแนวทางในการแก้ไขป้องกันต่อไป

1. ความเป็นมาของโครงการ

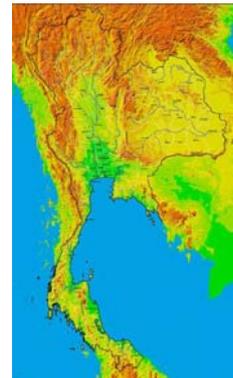
ปัญหาดินถล่มในแหล่งชุมชน บริเวณลาดเชิงเขาในประเทศไทยมีมานานแล้ว ซึ่งในแต่ละครั้งก็ทำให้เกิดความเสียหายให้กับชีวิตและทรัพย์สิน รวมทั้งเกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ยิ่งในระยะหลังนี้ยังมีผลกระทบมากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างที่ได้มีการบันทึกในตารางที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิประเทศในบางพื้นที่เป็นที่ราบสลับไหล่เขา ซึ่งเอื้อให้เกิดดินถล่มได้ ได้แก่พื้นที่ทางตอนเหนือของประเทศต่อเนื่องเรื่อยมาทางฝั่งทิศตะวันตก ลงไปจนถึงตอนล่างของประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 1

ตารางที่ 1 การเกิดน้ำหลากและดินถล่มที่รุนแรงในประเทศไทย

เวลา	สถานที่	ความเสียหายต่อชีวิต
พฤศจิกายน 2513	อ.ทับสะแก จ.ประจวบคีรีขันธ์	12 ราย
มกราคม 2518	อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช	58 ราย
ธันวาคม 2525	กิ่งอ.ศรีบรรพต จ.พัทลุง	4 ราย
พฤศจิกายน 2531	อ.พิปูน จ.นครศรีธรรมราช	> 350 ราย
สิงหาคม 2542	อ.เขาคิชฌกูฏ จ. จันทบุรี	1 ราย
พฤษภาคม 2544	อ.วังชัน จ.แพร่	> 30 ราย
สิงหาคม 2544	อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	> 100 ราย

สำหรับจังหวัดภูเก็ต ก็ได้รับผลกระทบจากการเกิดดินถล่ม เช่นกัน เนื่องจากมีลักษณะเป็นเกาะอยู่ทางฝั่งทะเลด้านตะวันตกของภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งเป็นฝั่งที่เกิดการจมตัวของแผ่นดิน ทำให้ภูเขาที่โผล่พ้นน้ำกลายเป็นเกาะและบริเวณชายฝั่งมีความลาดชัน โดยมีการสะสมตัวของ

ตะกอนทรายเป็นหาดทรายโดยรอบ รวมทั้งอยู่ในเขตมรสุม ทำให้มีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดดินถล่มขึ้นได้ ดังที่มีรายงานความเสียหายจากอุทกภัย และดินถล่ม เมื่อเดือนตุลาคม 2544



รูปที่ 1 ลักษณะภูมิประเทศของประเทศไทย

2. แนวทางการวิจัยด้านดินถล่ม

โครงการวิจัยเกี่ยวกับดินถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทยของศุนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพี และฐานราก ได้มีการดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2541 โดยมีเป้าหมายในการแก้ไข และป้องกันภัยพิบัติจากดินถล่มอย่างยั่งยืน โดยโครงการวิจัยดังกล่าวสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะคือ

- โครงการวิจัยระยะที่ 1 เป็นการศึกษาพฤติกรรมการเกิดดินถล่มในระยะเริ่มต้น มีการพัฒนาเครื่องมือทดสอบและติดตามพฤติกรรมของดิน และพัฒนาแผนการจัดการภัยธรรมชาติ

- โครงการวิจัยระยะที่ 2 เป็นการศึกษาพฤติกรรมของดินถล่มต่อเนื่องจากระยะที่ 1 พร้อมทั้งจัดทำแผนที่แสดงโอกาสเกิดดินถล่มในพื้นที่เป้าหมาย

- โครงการวิจัยระยะที่ 3 เป็นการศึกษาเพื่อจัดทำกรอบการตัดสินใจในระดับนโยบายในการป้องกันภัยดินถล่ม โดยเน้นไปในการศึกษาและจัดทำแผนที่เสี่ยงภัย และเสนอแนะแนวทางในการแก้ไข

สำหรับโครงการวิจัย “การศึกษาพฤติกรรมของดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต” เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยระยะที่ 2 ซึ่งจะทำการศึกษาด้านพฤติกรรมทางด้านวิศวกรรมของดินถล่ม บริเวณไหล่เขาทางฝั่งทิศตะวันตกของเกาะ โดยจะดำเนินการสำรวจเก็บข้อมูลดินถล่ม ทดสอบคุณสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับดินถล่ม และติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมของดินที่เปลี่ยนแปลงไปตามความชื้นในมวลดินเนื่องจากฝนตก

3. ลักษณะทั่วไปของเกาะภูเก็ต

1. ลักษณะพื้นที่จังหวัดภูเก็ต ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของภาคใต้ด้านชายฝั่งทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย เป็นเกาะที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย มีเนื้อที่โดยรวม ประมาณ 543.3 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดพังงาทางด้านทิศเหนือ นอกนั้นล้อมรอบด้วยทะเลอันดามัน จังหวัดภูเก็ต มีเขตการปกครองส่วนภูมิภาคแบ่งออกเป็น 3 อำเภอ 17 ตำบล 103 หมู่บ้าน และมีองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น 3 รูปแบบ คือ องค์การบริหารส่วนจังหวัด (1 อบจ.) เทศบาล (6 เทศบาล) และองค์การบริหารส่วนตำบล (13 อบต.) พื้นที่ส่วนใหญ่ 77% เป็นภูเขาซึ่งวางตัวอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเป็นส่วนใหญ่มีพื้นที่ราบระหว่างเชิงเขาต่อเชื่อมกับหาดทราย จึงเป็นพื้นที่ท่องเที่ยวที่สำคัญเป็นส่วนใหญ่ เช่น หาดบางเทา หาดกมลา หาดป่าตอง หาดกะรน หาดกะตะ เป็นต้น ดังรูปที่ 2

2. ลักษณะทางธรณีวิทยา บริเวณด้านตะวันตกของจังหวัดภูเก็ต บริเวณอ่าวกมลา อ่าวป่าตอง และอ่าวกะรน ลักษณะของอ่าวเหล่านี้จะอยู่ระหว่างหัวแหลมและเว้าโค้งเข้าไปในแผ่นดิน มีหาดทรายอยู่ตรงกลาง เรียกว่า หาดก้นอ่าว (Pocket beach) หาดทรายลักษณะนี้จะต่อเนื่องกับพื้นที่ลาดเขาและภูเขาด้านใน และมักจะมีที่ลุ่มหรือลากูนขนานกับหาดทรายแนวนอกสุดที่ติดกับทะเล ซึ่งทางน้ำบนภูเขาจะไหลผ่านที่ลุ่มและหาดทรายเหล่านี้่ออกสู่ทะเล



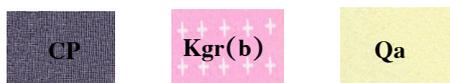
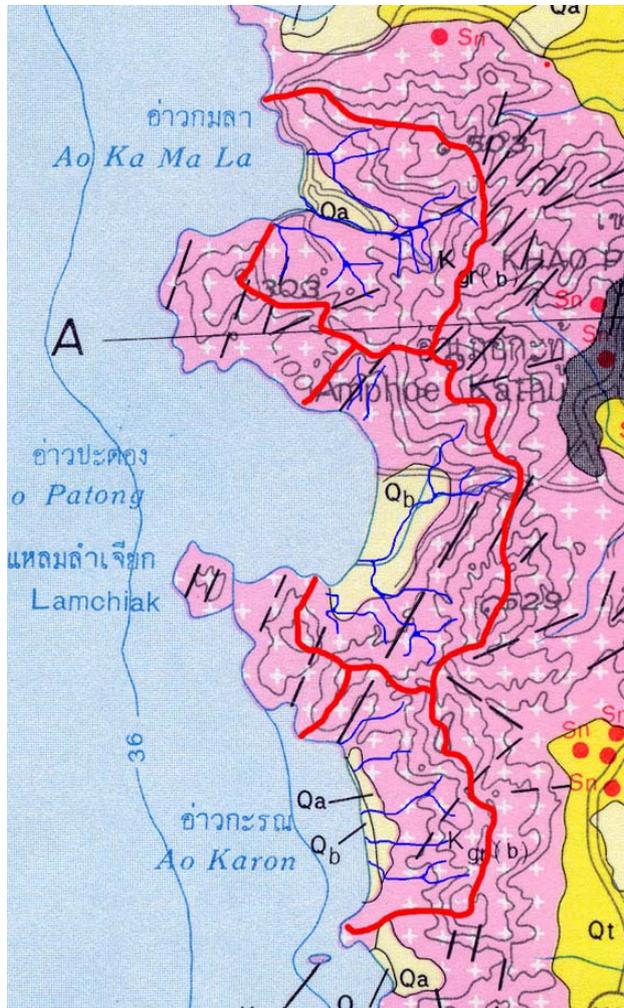
— ขอบเขตพื้นที่รับน้ำ
— แม่น้ำ

รูปที่ 2 ลักษณะภูมิประเทศของชุมชน กมลา ป่าตองและกะรน

จากแผนที่ธรณีวิทยาพระราชบัญญัติ มาตราส่วน 1:250,000 กรมทรัพยากรธรณี (2528) พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วย หินชุด Kgr (b) ซึ่งเป็นแกรนิต ชนิดไบโอไทต์แกรนิต ยุคครีเทเชียส มีเนื้อหยาบและมักจะมีลักษณะเป็นดอก หรือเห็นเป็นแท่งของแร่เฟลสป่า หินแกรนิตเมื่อผุจะแตกออกเป็นกาบ ร่อนออกเป็นแผ่นหนา และจะเหลือหินเนื้อสดอยู่ตรงกลาง มีลักษณะกลมมน และถ้าผุไปนาน ๆ จะเปลี่ยนสภาพเป็นตะกอนทรายหยาบปนกับดินเหนียว ซึ่งน้ำจะชะล้างให้พังทลายได้ง่าย หินแกรนิตเป็นหินชนิดเดียวที่พบทางฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ต ทั้งในพื้นที่ภูเขา หัวแหลมและชายทะเลโดยเฉพาะในพื้นที่ภูเขา หินแกรนิตที่อยู่ตอนบนจะผุพังมาก

ส่วนบริเวณชายหาดจะประกอบด้วยตะกอนชุด Q_1 Q_2 ตะกอนกลุ่มนี้จัดเป็นตะกอนที่เกิดขึ้นหลังสุด โดยตะกอน Q_1 เป็นกรวดทรายและดินเหนียวที่เกิดจากน้ำพัดพามาตามลาดเขาและลำน้ำ ส่วนมากจะอยู่ใกล้ภูเขา ส่วนตะกอน Q_2 เป็นตะกอนที่เกิดจากการสะสมตัวจากน้ำทะเล ประกอบด้วยตะกอนทรายในบริเวณหาดทราย ทรายปนดินเหนียวในบริเวณที่ลุ่มหลังหาดหรือลากูน และดินเหนียว ทรายแป้ง และซากไม้ผุ ในบริเวณที่ราบน้ำขึ้นถึงป่าชายเลน

3. ลักษณะดิน จากการสำรวจและจำแนกดิน โดยกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน พบว่า บริเวณพื้นที่เชิงเขาและภูเขา เป็นดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินแกรนิต เนื้อดินเป็นกลุ่มดินเนื้อละเอียด ได้แก่ ดินเหนียวปนทรายหยาบ เป็นดินสีชมพู (มากกว่า 1.5 เมตร) ดินมีการระบายน้ำดี และมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีสีน้ำตาล สีน้ำตาลปนเหลือง หรือสีแดงปนเหลือง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ (pH 4.5-5.5) การยึดตัวของดินปานกลาง มักพบหินแกรนิต โผล่กระจายระเจจายเป็นหย่อมๆ ประมาณ 1-5 % ของพื้นที่ และสภาพพื้นที่มีความลาดชันสูง (มากกว่า 20%) ดินมีโอกาสเกิดการชะล้างพังทลายหรือเกิดการถล่มของดินสูง



รูปที่ 3 ลักษณะทางธรณีวิทยาของชุมชนกมลา ป่าตอง และกระรน

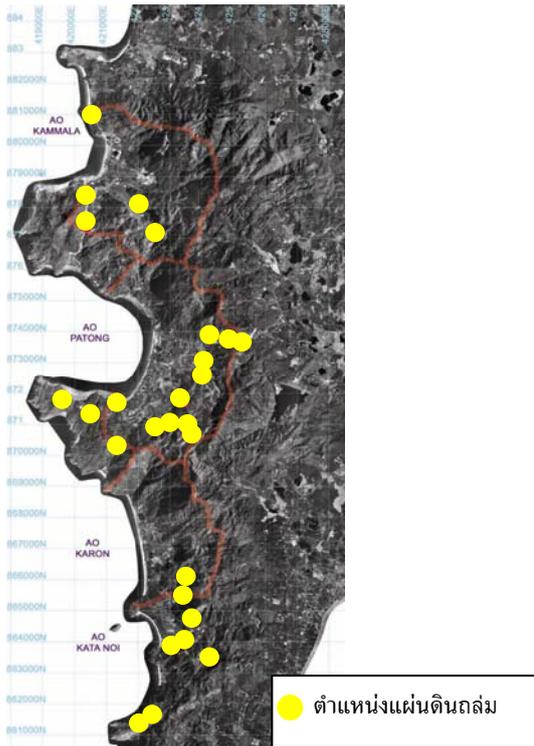
4. สภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน ภูมิอากาศของจังหวัดภูเก็ต มีลักษณะแบบเขตร้อนชื้น อยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีอากาศร้อนชื้นตลอดปี มี 2 ฤดูกาล คือ ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง เดือนพฤศจิกายน และฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม ถึง เดือนมีนาคม อุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดปี อยู่ในช่วง 28-32°C ปริมาณน้ำฝน จากข้อมูลการวัดน้ำฝนที่สถานีอ่างเก็บน้ำบางวาด อำเภอกะทู้ ในช่วง ปี พ.ศ.2534 ถึง พ.ศ.2544 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี ประมาณ 2,662.2 มิลลิเมตร จำนวนวันฝนตกเฉลี่ยทั้งปี 180 วัน สำหรับเดือนตุลาคม ซึ่งถือเป็นว่าเป็นช่วงที่ฝนตกชุกเดือนหนึ่งในรอบปี จากข้อมูลสถิติที่อ่างเก็บน้ำบางวาด อำเภอกะทู้ ซึ่งอยู่ใกล้บริเวณที่เกิดอุทกภัยมากที่สุด พบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ.2542-2544 จะมีปริมาณฝนสะสมทั้งเดือน อยู่ในช่วง 300-500

4. ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สำรวจเก็บข้อมูลดินถล่มในพื้นที่เป้าหมาย
2. สำรวจพื้นที่โดยรอบ คัดเลือกพื้นที่ต้นแบบเพื่อใช้ในการศึกษาพฤติกรรมโดยละเอียด
3. สำรวจและทดสอบคุณสมบัติของดินในสนาม รวมทั้งเก็บตัวอย่างดินเข้าสู่ห้องปฏิบัติการ
4. การติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมของดิน และเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน
5. การทดสอบคุณสมบัติของดินในห้องปฏิบัติการ

5. ผลการวิจัย

1. การสำรวจเก็บข้อมูลดินถล่ม บริเวณฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ต ซึ่งประกอบด้วยบริเวณไหล่เขาเหนืออำเภอภราดร ป่าตอง และ อำเภอกระรน ซึ่งเกิดดินถล่มภายหลังจากมีฝนตกหนักเมื่อวันที่ 20-22 ตุลาคม 2546 โดยพบว่า มีร่องรอยการเกิดดินถล่ม 31 แห่ง อยู่ในบริเวณอำเภอภราดร 6 แห่ง ป่าตอง 15 แห่ง และกระรน 9 แห่ง ร่องรอยที่พบส่วนใหญ่เป็นบริเวณลาดเขาที่มีถนนตัดผ่าน หรือเป็นบริเวณที่มีการปรับพื้นที่เพื่อสร้างที่อยู่อาศัย ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งส่วนใหญ่ดินถล่มในพื้นที่เหนืออำเภอกระรนจะมีขนาดใหญ่กว่าบริเวณอื่น ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 4 ตำแหน่งของดินถล่มในพื้นที่เป้าหมาย



ค. ร่องรอยการเกิดดินถล่ม อ่าวป่าตอง

รูปที่ 5 ร่องรอยการเกิดดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต



ก. ร่องรอยการเกิดดินถล่ม อ่าวกมลา



ข. ร่องรอยการเกิดดินถล่ม อ่าวกะรน

2. พื้นที่ต้นแบบ (Training Area) ได้ทำการคัดเลือกบริเวณที่มีหลักฐานว่าเคยมีดินถล่มเกิดขึ้นมาก่อนในอดีต และมีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้นได้หากมีฝนตกหนักเกิดขึ้นอีก โดยในครั้งนี้ได้คัดเลือกพื้นที่ต้นแบบไว้ 2 พื้นที่คือ

- บริเวณไหล่เขาเหนืออ่าวกมลา ช้างฝ้ายน้ำล้น บ้านบางหวาน ตำบลกมลา เขตอำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต
- บริเวณไหล่เขาเหนืออ่าวป่าตอง ริมถนนห้าสิบปี ตำบลป่าตอง เขตอำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต

3. ผลการทดสอบคุณสมบัติของดิน บริเวณพื้นที่ต้นแบบ ทั้ง 2 แห่ง โดยได้ทำการทดสอบคุณสมบัติของดินในสนามรอบบริเวณดังกล่าว รวมทั้งในบ่อสังเกตการณ์ (Observation Well) และเก็บตัวอย่างดินไปทดสอบในห้องปฏิบัติการ

- การทดสอบในสนาม ประกอบด้วย การทดสอบหาความหนาแน่นและความชื้นในมวลดินด้วยวิธี Nuclear Density Test การหยั่งทดสอบชั้นดิน และกำลังของดินด้วยวิธี Kunzelstab Penetrometer โดยมีผลการทดสอบเป็นดังนี้

จากการทดสอบหาความหนาแน่น และความชื้นของมวลดินด้วยวิธี Nuclear Density Test บริเวณพื้นที่ต้นแบบเหนืออ่าวกมลา พบว่าชั้นดินที่ความลึกตั้งแต่ผิวดินลงไปจนถึงที่ระดับ 2.0 เมตร มีความหนาแน่นเปียกประมาณ

1.7-1.9 T/m³ ความหนาแน่นแห้งประมาณ 1.3-1.6 T/m³ และมีความชื้นในมวลดินประมาณ 20-44% ส่วนบริเวณพื้นที่ต้นแบบเหนืออ่าวป่าตอง พบว่าชั้นดินที่ความลึกตั้งแต่ผิวดินลงไปจนถึงที่ระดับ 2.0 เมตร มีความหนาแน่นเปียกประมาณ 1.7-2.0 T/m³ ความหนาแน่นแห้งประมาณ 1.3-1.6 T/m³ และมีความชื้นในมวลดินประมาณ 20-40%



รูปที่ 6 ตำแหน่งของพื้นที่ต้นแบบ (Training Area)

การทดสอบ Kunzelstab Penetrometer บริเวณเหนืออ่าวกมลา และป่าตอง แสดงผลในรูปที่ 7 ซึ่งพบว่าในพื้นที่อ่าวกมลา พบชั้นดินอ่อนอยู่ชั้นบนจนถึงความลึกประมาณ 2.5 เมตร มีค่า KPT \approx 3 - 10 blows/20cm และพบชั้นดินค่อนข้างแข็งที่ความลึกประมาณ 4 เมตรลงไป ส่วนในพื้นที่อ่าวป่าตอง พบว่าชั้นดินอ่อนจากผิวดินจนถึงความลึกที่ประมาณ 2.5 เมตร (KPT \approx 3-8 blows/20cm) และดินมีความแข็งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามความลึก

จากผลการทดสอบ KPT สามารถนำมาพิจารณาความแข็งแรงของชั้นดินได้ว่า ในส่วนบนของลาดดินพบชั้นดินแข็งอยู่ที่ความลึกประมาณ 3-4 เมตร ด้านล่างของลาดดินไม่พบชั้นหินที่ชัดเจน แต่ลาดดินมีแนวโน้มแข็งแรงมากขึ้นเมื่อชั้นดินลึกมากขึ้น บริเวณพื้นที่อ่าวกมลา ผลการทดสอบแสดงให้เห็นการหยั่งพบชั้นหินลอยเป็นช่วง ๆตามความลึก

- สำหรับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ จะเป็นการทดสอบคุณสมบัติของดินทางกายภาพ ซึ่งพบว่าดินในบริเวณพื้นที่ต้นแบบทั้งสองแห่ง ที่ความลึกตั้งแต่ผิวดินลงไปจนถึงความลึกประมาณ 5 เมตร มีลักษณะเป็นดินทรายปนดินตะกอน (SM) มีความยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินต่ำ

4. การติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมของดิน ประกอบด้วย Tensiometer เป็นเครื่องมือตรวจวัดแรงดึงน้ำในมวลดิน และ Inclinometer เป็นเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของลาดดินในบริเวณพื้นที่ต้นแบบ

การติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน เพื่อเป็นการหาปริมาณน้ำฝนในบริเวณพื้นที่ศึกษาและบันทึกเป็นค่าสถิติเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาโอกาสเกิดดินถล่มต่อไป

เครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมของดิน จะใช้ในการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่างๆ ของลาดดินที่ทำให้เกิดดินถล่ม อันเนื่องมาจากฝนตกหนัก โดยคาดว่าจะใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 2-3 ปี (2-3 ฤดูฝน)

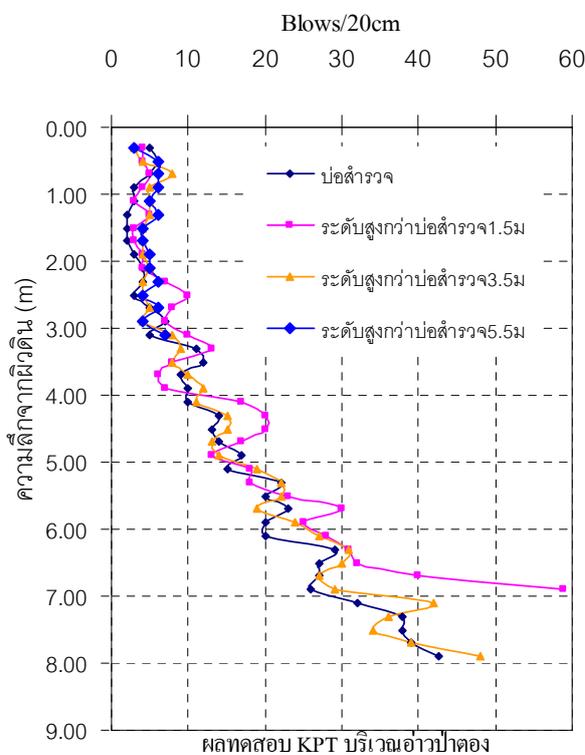
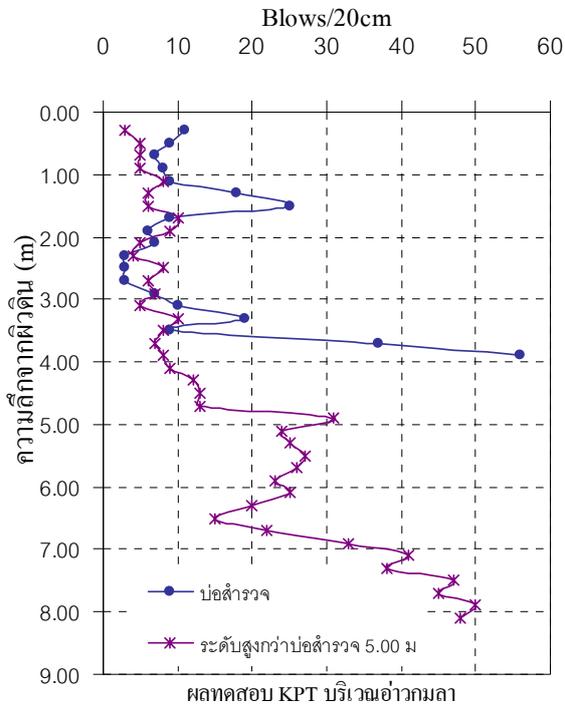
6. แนวทางการพยากรณ์และการเตือนภัย

เป็นขบวนการหนึ่งที่มีส่วนช่วยให้ขบวนการ หรือระบบการป้องกัน และบรรเทาสาธารณภัย สามารถดำเนินการไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยป้องกัน หรือลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากดินถล่ม

การพยากรณ์ที่มีความน่าเชื่อถือ และสามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้เป็นเวลานาน ทำให้สามารถวางแผนการเตือนภัยได้อย่างเป็นขั้นตอน และมีประสิทธิภาพ

วิธีการพยากรณ์ สามารถทำได้ 2 วิธี คือการพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองทางปฐพีวิทยา โดยจะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินอันเนื่องมาจากปัจจัยกระตุ้นและการพยากรณ์โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรมของดินโดยตรง สามารถแบ่งได้เป็นการตรวจวัดที่ผิวดินโดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ผิวของลาดเอียง เช่นการเคลื่อนตัว การเกิดรอยแตก เป็นต้น และการตรวจวัดใต้ผิวดิน เช่นการวัด

การเคลื่อนตัวด้านข้าง การวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในมวลดิน ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกำลังรับแรงเฉือนของดิน



รูปที่ 7 ผลการทดสอบ Kunzelstab Penetrometer

การเตือนภัยเป็นขั้นตอนที่มีความอ่อนไหวสูง การเตือนภัยที่มีความคลาดเคลื่อนจะทำให้ขาดความเชื่อมั่น ส่วนการเตือนภัยที่ต้องการให้มีความถูกต้องมักจะต้องดำเนินการเมื่อใกล้จะเกิดภัยพิบัติ ซึ่งไม่ว่าจะเป็นแบบใดก็ไม่สามารถช่วยลดความเสียหายได้ ดังนั้นการเตือนภัยที่ดีควรมีลำดับขั้นของการเตือน และจัดให้มีผู้ดำเนินการในแต่ละขั้นตอน ซึ่งจะสอดคล้องกับช่วงเวลาในการเตรียมการและระดับความเชื่อมั่นในการพยากรณ์

7. สรุป

1. ปัญหาดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต สำหรับพื้นที่ไหล่เขาทางด้านทิศตะวันตกของเกาะภูเก็ต เป็นพื้นที่ซึ่งพบร่องรอยการเกิดดินถล่มอยู่มาก โดยเฉพาะบริเวณที่มีการตัดถนนผ่าน และบริเวณที่มีการปรับพื้นที่เพื่อสร้างที่อยู่อาศัย

จากข้อมูลของกรมทรัพยากรธรณี และกรมพัฒนาที่ดินพบว่า ดินบริเวณไหล่เขาเป็นดินที่เกิดจากการผุพังของหินแกรนิต โดยมีลักษณะเป็นดินทรายปนดินเหนียว มีความยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินปานกลาง มีหินแกรนิตโผล่กระจายเป็นหย่อมๆ ประมาณ 1-5 % ของพื้นที่ และสภาพพื้นที่มีความลาดชันสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบคุณสมบัติดินจากพื้นที่ต้นแบบทั้งสองแห่ง จึงมีโอกาสเกิดการชะล้างพังทลายหรือเกิดการถล่มของดินสูง

2. จากข้อมูลดินถล่มในพื้นที่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นบริเวณไหล่เขาที่ถนนตัดผ่านนั้น เป็นข้อมูลที่ได้จากส่วนราชการและองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง เช่น อบต. และเทศบาล เป็นต้น หน่วยงานเหล่านี้จะให้ความสำคัญเฉพาะในส่วนที่จะเกิดความเสียหายกับประชาชนเท่านั้น ดังนั้นพื้นที่ส่วนที่เป็นป่าซึ่งอยู่ลึกเข้าไปในหุบเขาจึงไม่มีการรวบรวมข้อมูลไว้ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีดินถล่มเกิดขึ้นในบริเวณนั้นได้ ดังนั้นจึงควรที่จะทำการศึกษาต่อในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอที่จะประเมินสถานการณ์ดินถล่มได้อย่างถูกต้อง และสามารถวางแผนการในการป้องกันได้อย่างเหมาะสม

3. จังหวัดภูเก็ต เป็นจังหวัดที่มีประชากรอยู่อย่างหนาแน่น มีอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นอาชีพหลัก ซึ่งนับวันก็จะยิ่งมีความเจริญเติบโตมากขึ้น ทำให้มีการพัฒนาทางด้านที่อยู่อาศัย และเส้นทางคมนาคมมากขึ้นตามไปด้วย และมีแนวโน้มว่าจะรุกล้ำเข้าไปในพื้นที่ป่ามากขึ้น ซึ่งอาจจะได้รับผลกระทบจากดินถล่มได้ ดังนั้นการศึกษาดัง

พฤติกรรมดินถล่ม และนำมาพิจารณาร่วมกับนโยบายการพัฒนาจังหวัด จะต้องดำเนินการโดยเร็ว โดยต้องได้รับความร่วมมือกับทุก ๆ ฝ่าย ทั้งทางด้านข้อมูล กำลังบุคคลากร และงบประมาณสนับสนุน จึงจะทันต่อการเจริญเติบโตของพื้นที่ได้ และสามารถช่วยในการกำหนดทิศทางและขอบเขตพื้นที่ของการพัฒนา เพื่อลด หรือป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นจากดินถล่มได้

4. แนวทางที่ต้องดำเนินการในขั้นต่อไป เพื่อให้สอดคล้องกับความจำเป็นในพื้นที่ ประกอบด้วย

- การศึกษาพฤติกรรมดินถล่มต่อเนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์หาแนวโน้มของการเกิดดินถล่มในพื้นที่ได้

- ศึกษาหามูลค่าความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สิน รวมทั้งความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ อันเนื่องมาจากการเกิดดินถล่ม เพื่อวิเคราะห์หาความเสี่ยงภัย และหาแนวทางในการแก้ไข ป้องกัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะอนุกรรมการตรวจสอบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสาเหตุการเกิดอุทกภัยในพื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดภูเก็ต, 2545, รายงานการตรวจสอบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสาเหตุการเกิดอุทกภัยในพื้นที่อำเภอกระบุรี จังหวัดภูเก็ต, กรุงเทพฯ, 19 หน้า
- [2] นงลักษณ์ ไทยเจียมอารีย์, คุณสมบัติดินทางวิศวกรรมเพื่อการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำน้ำก้อ ต.น้ำก้อ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [3] วรากร ไหมเรียง, 2546, โครงการ ”การพัฒนาแผนหลักการจัดการภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม”, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 160 หน้า
- [4] ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก, 2543, โครงการวิจัยระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [5] ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก, 2545, รายงานการพัฒนาข้อเสนอโครงการ การศึกษาแผ่นดินถล่มและการแก้ไขที่ยั่งยืน, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา,

คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 32 หน้า

- [6] ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก, 2546, ข้อเสนอโครงการ “พฤติกรรมของดินถล่มที่เกิดจากฝนตกหนัก”, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 72 หน้า
- [7] สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, ธรรมนูญฐานประเทศไทยจากห้วงอวกาศ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 251 หน้า
- [8] หทัยทิพย์ ทศนภักดิ์, 2544, การประเมินศักยภาพการเกิดแผ่นดินถล่มบริเวณจังหวัดภูเก็ต, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ภาควิชาธรณีวิทยา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 120 หน้า

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

ลำดับ	วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลที่ได้รับจริง	ผลการดำเนินงาน
1.	ศึกษากำลังของดินที่เปลี่ยนแปลงไปตามความชื้นในมวลดิน ที่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม	ข้อมูลคุณสมบัติของดินที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความชื้นในมวลดิน ในพื้นที่เป้าหมาย	<ol style="list-style-type: none"> คุณสมบัติดินทางกายภาพ คุณสมบัติทางด้านกำลังรับแรงเฉือนของดินจากการทดสอบในสนาม ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับแรงดึงน้ำในมวลดิน ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงน้ำในมวลดินกับปริมาณฝน ข้อมูลร่องรอยการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ 	เป็นไปตามวัตถุประสงค์
2.	ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของดินในพื้นที่เป้าหมายที่เกิดขึ้นเนื่องจากฝนตกหนัก	ลักษณะของพื้นที่และพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงความชื้นในมวลดินอันเนื่องมาจากฝนตก	<ol style="list-style-type: none"> ติดตั้งเครื่องมือวัดแรงดึงน้ำในมวลดิน (Tensiometer) ติดตั้งเครื่องมือวัดการเคลื่อนตัวของลาดดินไหลช้า (Inclinometer) ติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน 	เป็นไปตามวัตถุประสงค์

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

โครงการ "การศึกษาพฤติกรรมของดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต" เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยพฤติกรรมทางวิศวกรรมของดินถล่มที่เกิดจากฝนตกหนัก โดยจะดำเนินการในส่วนของการสำรวจเก็บข้อมูลแผ่นดินถล่มที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ศึกษาลักษณะทั่วไปและคุณสมบัติดินในพื้นที่ รวมทั้งติดตั้งพฤติกรรมของดินที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากฝนตก ซึ่งผลที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

ผลที่ได้รับจากงานวิจัย	กิจกรรมที่นำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์
ข้อมูลการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ไหล่เขาด้านตะวันตกของเกาะภูเก็ต	นำไปใช้ในการวางแผนการป้องกันภัยแผ่นดินถล่มเบื้องต้น โดยพิจารณาเปรียบเทียบจากข้อมูลแผ่นดินถล่ม
ข้อมูลคุณสมบัติดินในพื้นที่ต้นแบบและการติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมของดินเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นในมวลดิน	<ol style="list-style-type: none">วิเคราะห์หาแนวโน้มของการเกิดแผ่นดินถล่ม โดยในการนี้จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาความสัมพันธ์ของการเกิดแผ่นดินถล่มกับปริมาณฝนจัดทำแผนที่แสดงโอกาสเกิดแผ่นดินถล่ม (Landslide Hazard Map)จัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม (Landslide Risk Map) โดยจะต้องทำการศึกษาผลกระทบต่อชีวิต และทรัพย์สินร่วมด้วย