

ความแข็งแรงของดินไม่อิ่มตัวเพื่อการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดเขา

UNSATURATED SOIL STRENGTH FOR MOUNTAIN SLOPE STABILITY ANALYSIS

วรกร ไม้เรียง (Warakorn Mairaing)

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน Email: fengwkm@ku.ac.th

นงลักษณ์ ไทยเจียมอารีย์ (Nonglak Thaijemaree)

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

บทคัดย่อ : แผ่นดินถล่มเป็นภัยพิบัติที่ทำความเสียหายให้แก่ชีวิตและทรัพย์สินซึ่งนับวันยังมีแนวโน้มที่จะมีความรุนแรงขึ้นตลอดเวลาช่วง 10-20 ปีมานี้ ฝนตกหนักเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ดินบริเวณพื้นที่ภูเขาถล่มโดยการทำดินชุ่มน้ำ ในต้นฤดูฝนดินไหลเขาที่ไม่อิ่มตัวและอยู่เหนือระดับน้ำใต้ดินมีแรงดันน้ำเป็นลบหรือเป็นแรงดูด(Suction)สูงจะยังคงมีความมั่นคง เมื่อความชื้นในมวลดินสูงขึ้นจากทฤษฎีของหน่วยแรงประสิทธิผล จะพบว่าความแข็งแรงของดินก็จะลดลงตามความชื้นในมวลดินที่เพิ่มขึ้น พฤติกรรมนี้เกิดจากการทำลายแรงดูดของน้ำและอากาศในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน การศึกษาความแข็งแรงของดินภูเขาที่ไม่อิ่มตัวในประเทศไทยยังมีน้อยมาก จึงได้มีการสำรวจและทดสอบดินเป็นกรณีตัวอย่าง จากการเกิดพิบัติดินถล่มที่ลุ่มน้ำก้อ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ตัวอย่างดินคงสภาพที่ระดับความลึกและสภาพทางธรณีวิทยาต่างๆ ได้ถูกเก็บมาทดสอบที่สภาวะความชื้นในดินที่แตกต่างกันโดยวิธี Multi-stage Direct Shear Test พบว่าเมื่อความชื้นเกินกว่าร้อยละ 85 โดยน้ำหนักแล้วความเชื่อมั่นจะสลายไปจนหมด และความแข็งแรงของดินจะสามารถแทนด้วยระนาบ 3 มิติ คล้ายทฤษฎีของ Mohr-Coulomb หากมีการเพิ่มอัตราส่วนความอิ่มตัวเป็นแกนตัวแปรอิสระขึ้น ผลของการศึกษาทำให้สามารถวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดเขาที่ปริมาณน้ำฝนต่างๆ ได้และสามารถนำมาสร้างเป็นกราฟแสดงขอบเขตปริมาณน้ำฝนวิกฤตซึ่งจะใช้ในการวัดติดตามความเข้มของน้ำในสนามและเตือนภัยการเกิดแผ่นดินถล่มได้ล่วงหน้า

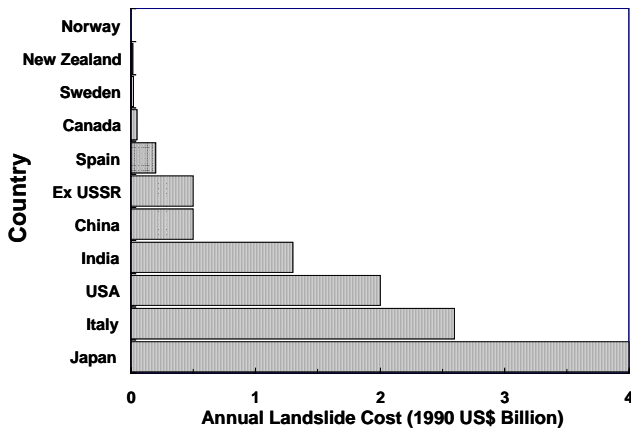
ABSTRACT : Landslides are the natural hazards causing loss of lives and casualties especially for Thailand during the last 10-20 years. Normally heavy rains on the mountainous area are among the triggering factors. When rainy season started, unsaturated soil with high suction is still stable. The soil strength is decreased as the soil saturation increased due to percolating water. This behavior cause by the diminishing of the suction within the soil mass according to the theory of effective strength. Study of unsaturated soil strength in Thailand is very limited, thus the landslide on Nam Kor watershed area, Lum Sak, Phetchabun is set for the study case. The undisturbed soil samples from various depths and geology were obtained. And the soil strengths by multi-stage direct shear tests at the different water contents were performed. The results show that when percent of water contents in soil were more than 85, the soil cohesion is neglected. The soil strength can be represented by 3-D plane similar to Mohr-Coulomb Envelopes with the saturation ratio as the additional axis. This study also shows that the landslide prediction and warning can be done by using critical rainfall envelope calculated by various patterns of possible rainfall associated with stability analyses of the slopes on this location.

KEYWORDS : Landslide prediction, unsaturated soil, critical rainfall, Nam Kor watershed area.

1. ภัยพิบัติของดินถล่มจากลาดเขาเมื่อฝนตกหนัก

1.1 ความเสียหายจากดินถล่มเนื่องจากฝนตกหนัก

ดินถล่มจากลาดเขาเมื่อฝนตกหนักถือเป็นภัยพิบัติที่ก่อให้เกิดการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินต่อมนุษย์ ในต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น อิตาลี สวิตเซอร์แลนด์ เปรู บราซิล จีน อินเดีย เนปาล ฟิลิปปินส์ ฮังการี เป็นต้น ล้วนเป็นประเทศที่ได้รับความเสียหายอย่างหนักเกือบทุกปี Christopher Kilburn (www.ucl.ac.uk/geolsci/runout) ได้ประเมินมูลค่าความเสียหายจากแผ่นดินถล่มในรอบปีไว้ดังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ประเมินมูลค่าความเสียหายจากแผ่นดินถล่มในแต่ละปี

(www.ucl.ac.uk/geolsci/runout)

ในประเทศไทยในช่วง 10-20 ปีที่ผ่านมา ก็ได้รับความเสียหายไม่น้อยเช่นกันและนับวันดูเหมือนจะทวีความรุนแรงขึ้นเนื่องมาจากการตั้งถิ่นฐานของประชาชนเข้าไปอยู่ในเขตที่มีอันตรายจากแผ่นดินถล่มมากขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการพัฒนา ตารางที่ 1 เป็นตัวอย่างเหตุการณ์จากแผ่นดินถล่มและน้ำหลากอย่างรุนแรงในประเทศไทย

ตารางที่ 1 ตัวอย่างความเสียหายจากแผ่นดินถล่ม (วารสาร และคณะ, 2546)

ช่วงเกิดเหตุการณ์	พื้นที่	ผู้เสียชีวิต
พฤศจิกายน 2513	อ.ทับสะแก จ.ประจวบคีรีขันธ์	12
มกราคม 2518	อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช	58
ธันวาคม 2525	กิ่งอ.ศรีบรรพต จ.พัทลุง	4
พฤศจิกายน 2531	อ.พิปูน จ.นครศรีธรรมราช	>200
สิงหาคม 2542	อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี	1
พฤษภาคม 2544	อ.วังชัน จ.แพร่	>30
สิงหาคม 2544	อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	135

1.2 แนวทางการแก้ไขและการวิจัยที่ดำเนินการในปัจจุบัน

เมื่อเกิดฝนตกหนักและแผ่นดินถล่มเกิดขึ้นในพื้นที่ต้นน้ำในหุบเขามักจะไม่มีมาตรการเตือนภัยหรือการแจ้งเตือนที่ไม่ทันเหตุการณ์ โดยเฉพาะที่เกิดขึ้นในเวลากลางคืนจึงเกิดความเสียหายที่ค่อนข้างรุนแรง ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการพิบัติเนื่องจากเมื่อซึมลงในชั้นดินจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของดินคือลดความแข็งแรง เพิ่มแรงดันน้ำในมวลดิน และทำให้เกิดการพังทลาย เป็นต้น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่มในประเทศไทย ยังถึงว่ามีผลการดำเนินการน้อยมากเมื่อเทียบกับต่างประเทศและมักจะทำการวิจัยภายหลังเกิดการพิบัติครั้งใหญ่และลดน้อยลงเมื่อไม่มีการพิบัติช่วงต่อๆ มา วารสารและคณะ (2546) ได้สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้เป็น 4 กลุ่มคือ

1. งานวิจัยเพื่อวิเคราะห์สภาพและสาเหตุของการเกิดแผ่นดินถล่ม
2. งานวิจัยเพื่อปรับปรุงลาดดินให้มีความมั่นคงมากขึ้น
3. งานวิจัยเพื่อการจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัย
4. งานวิจัยเพื่อหาแนวทางในการบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติจากแผ่นดินถล่ม

โดยยังไม่มีงานวิจัยเชิงพื้นฐานทางปฐพีกลศาสตร์ที่สามารถบอกถึงสาเหตุทางกลศาสตร์ที่ก่อให้เกิดการพิบัติของลาดดินได้ การวิจัยลักษณะดังกล่าวซึ่งต้องศึกษาพฤติกรรมทางกลศาสตร์และความแข็งแรงของดินลาดเขาที่ไม่อิ่มตัวและมีการเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากความชื้นจากการไหลซึมของน้ำฝนลงสู่มวลดิน

1.3 วัตถุประสงค์ในการศึกษาความแข็งแรงของดินไม่อิ่มตัว

เพื่อเป็นพื้นฐานที่จะคาดการณ์การพิบัติของดินลาดเขาโดยการวิเคราะห์ความมั่นคง (Stability analysis) และนำไปสู่การเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต การศึกษาความแข็งแรงของดินไหลเขาที่ไม่อิ่มตัวจึงมีความจำเป็น โดยการตั้งเป้าหมายและวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในสนามที่เหมาะสม
2. ศึกษาความแข็งแรงของดินธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงไปตามร้อยละของความอิ่มตัวต่างๆ กันที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างฝนตกหนัก
3. ศึกษาแนวทางการวิเคราะห์ความมั่นคงดินลาดเขาในรูปแบบของฝนต่างๆ ทั้งความเข้มและช่วงเวลาฝนตก

2. คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินไม่อิ่มตัว

2.1 บทบาทของดินไม่อิ่มตัวต่อความมั่นคงของลาดดิน
 ลาดดินไหลเขาโดยเฉพาะมวลดินที่อยู่ส่วนบนเหนือกว่าระดับน้ำใต้ดินจะอยู่ในสภาวะไม่อิ่มตัว ดังนั้นจะมีความดันน้ำที่เป็นลบ (Negative Pore Pressure) เนื่องแรงดึงดูดผิวของความชื้นที่เกาะอยู่ระหว่างเม็ดดินโดยเฉพาะในฤดูแล้ง ซึ่งจะเพิ่มแรงที่เพิ่มความแข็งแรงของดิน ดังนั้นจะสังเกตเห็นว่าลาดดินตัดใหม่จะยังมั่นคงอยู่ได้แม้จะมีความชื้นมากดังแสดงในรูปที่ 2 แต่เมื่อมีฝนตกหรือระดับน้ำใต้ดินสูงขึ้นความดันที่เป็นลบนี้อาจถูกทำลายไปและอาจกลับเป็นความดันน้ำที่เป็นบวก (Positive Pore Pressure) ดังนั้นลาดดินดังกล่าวจะเกิดการพังทลายได้ในช่วงที่มีฝนตกหนักและความชื้นในมวลดินสูงขึ้น



รูปที่ 2 ลาดดินธรรมชาติหรือที่กัดเซาะเป็นแนวคิง

Fredlund and Rahardjo (1993) ได้ตั้งเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงของลาดดินธรรมชาติที่ไม่อิ่มตัวไว้ดังนี้

1. ความดันน้ำในมวลดินจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรในขณะที่ฝนตกเป็นระยะเวลานานๆ และจะสามารถทำนายค่าความดันน้ำดังกล่าวได้อย่างไร
2. ตำแหน่งของผิวที่มีโอกาสพังทลายจะเปลี่ยนแปลงไปจากผลของฝนตกหรือไม่
3. ถ้าไม่นำความดันน้ำที่เป็นลบมาคิดจะมีผลต่อการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินหรือไม่
4. อัตราส่วนปลอดภัยที่วิเคราะห์ได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและฤดูกาลอย่างไร
5. จะมีการเคลื่อนตัวด้านข้างของลาดดินที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความดันน้ำหรือไม่

2.2 ทฤษฎีของหน่วยแรงประสิทธิผลของดินไม่อิ่มตัว

ตามทฤษฎีของหน่วยแรงประสิทธิผลของ Terzaghi (1943) กำลังรับแรงเฉือนของดินอิ่มตัวที่อยู่ใต้ระดับน้ำจะขึ้นอยู่กับหน่วยแรงประสิทธิผลที่ส่งผ่านในเนื้อดินและความเหนียวของดิน

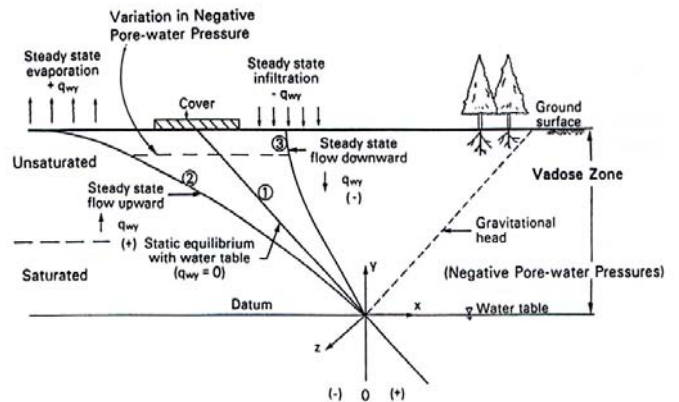
$$\bar{\tau} = \bar{c} + (\sigma_n + u) \tan \bar{\phi} \quad (1)$$

เมื่อ $\bar{\tau}$ = Effective shear strength, \bar{c} = Cohesion

σ = Total stress, u = Pore pressure,

$\bar{\phi}$ = Angle of internal friction

ส่วนของชั้นดินที่อยู่เหนือระดับน้ำใต้ดิน (Vadose zone) จะประกอบด้วยดินอิ่มตัว (Capillary saturated zone) และดินที่ไม่อิ่มตัว (Unsaturated zone) ดังรูปที่ 3 หากไม่มีน้ำซึมลงมาหรือระเหยขึ้นไปจากผิวดินและระดับน้ำใต้ดินคงที่แล้วเส้นแรงดันน้ำจะสมดุลที่เส้น (1) ในขณะที่เส้น (2) และ (3) หมายถึงมีการระเหยในฤดูแล้งและมีน้ำซึมลงในฤดูฝนตามลำดับ ทั้งสามกรณีจะมีแรงดันน้ำที่เป็นลบทั้งสิ้น



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของความดันน้ำเหนือระดับใต้ดิน

เมื่อพิจารณาความแข็งแรงประสิทธิผลของดินที่ไม่อิ่มตัวซึ่งมวลดินก็จะประกอบด้วย เนื้อดิน (Solid) น้ำ (Water) อากาศ (Air) และผิวบางที่กั้นระหว่างน้ำและอากาศ (Contractile skin) ดังนั้นแรงดันในโพรงระหว่างเม็ดดินจึงประกอบด้วยแรงดันของทั้งน้ำ (u_w) และอากาศ (u_a) ผสมอยู่ด้วยกัน Bishop (1959) เสนอสมการกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผลของดินไม่อิ่มตัวในรูปแบบเดียวกับของ Terzaghi ไว้ดังนี้

$$\tau = c' + (\sigma_n - u_a) \tan \Phi' + (u_a - u_w) [(\chi)(\tan \phi')] \quad (2)$$

where :

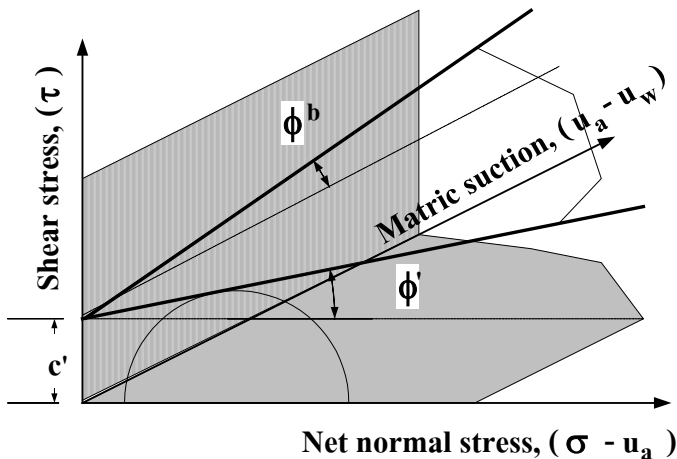
- τ = shear strength of unsaturated soil,
- c' = effective cohesion,
- ϕ' = angle of frictional resistance,
- $(\sigma_n - u_a)$ = net normal stress,
- $(u_a - u_w)$ = matric suction and
- χ = a parameter dependent on the degree of saturation

ค่าของ χ จะแปรผันตามความชื้นในดิน เมื่อดินอิ่มตัว $\chi = 1$ และ ดินแห้ง $\chi = 0$

ในขณะที่ Fredlund et al. (1978) เสนอความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงเฉือนของดินเป็นเทอมที่เกี่ยวข้องกับ ความเหนียวแรงเสียดทานจาก net normal stress และ แรงเสียดทานจาก matric suction เป็น

$$\tau = c' + (\sigma_n - u_a) \tan \Phi' + (u_a - u_w) \tan \phi^b \quad (3)$$

- เมื่อ $\tan \phi'$ = ความเสียดทานจาก net normal stress
- $\tan \phi^b$ = ความเสียดทานจาก matric suction



รูปที่ 4 Mohr-Coulomb Envelope สามมิติของดินไม่อิ่มตัว

3. การสำรวจและทดสอบดินไม่อิ่มตัว

3.1 การสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในสนาม

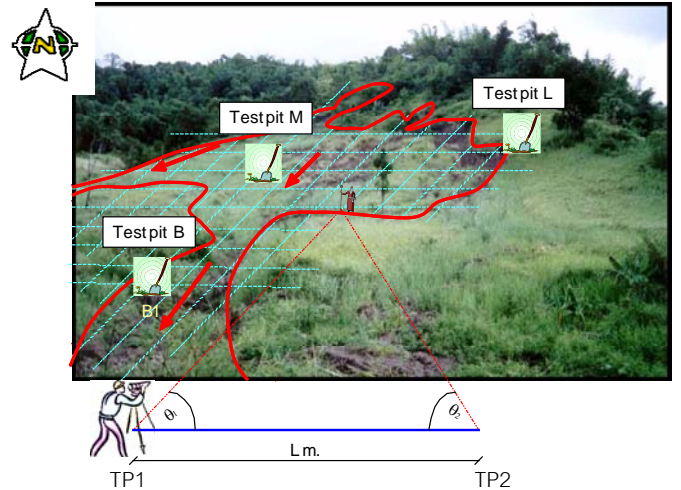
การสำรวจและเก็บตัวอย่างดินลาดเขาโดยเฉพาะที่เกิดการพิบัติจากฝนตกหนักในพื้นที่รับน้ำจะต้องคำนึงถึงการความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ซึ่งส่วนมากจะต้องใช้วิธีการเดินเท้าและนำ

เครื่องมือเท่าที่จำเป็นเข้าไปเท่านั้น การเตรียมการก่อนเข้าพื้นที่สำรวจจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะการศึกษาเส้นทางและบริเวณ การเกิดดินถล่มจาก แผนที่ทหาร แผนที่กลุ่มดิน แผนที่ธรณีวิทยาและภาพถ่ายดาวเทียม ได้มีการประยุกต์จากคำแนะนำของ Geotechnical Control Office (GCO, 2000) ของฮ่องกง มาใช้ในการดำเนินการ โดยจะยกกรณีศึกษาของ พื้นที่บริเวณลุ่มน้ำก้อต.น้ำก้อ อ.หล่มสัก จ.ชัยภูมิ

การสำรวจพื้นที่ภูมิประเทศบริเวณดินถล่มจะต้องมีการคัดเลือกพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของการถล่มทั้งบริเวณได้โดยการพิจารณาทั้งลักษณะทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ สภาพพืชปกคลุมและทางน้ำ แล้วทำการสำรวจภูมิประเทศโดยสำรวจด้วยกล้องสำรวจและกำหนดจุดการเก็บตัวอย่างดินในสนาม โดยตำแหน่งของการเก็บตัวอย่างต้องสามารถเป็นตัวแทนของดินที่มีการพิบัติแล้วหรือดินเดิมตามธรรมชาติได้ ดังเช่นแสดงในรูปที่ 5 ก และ 5 ข



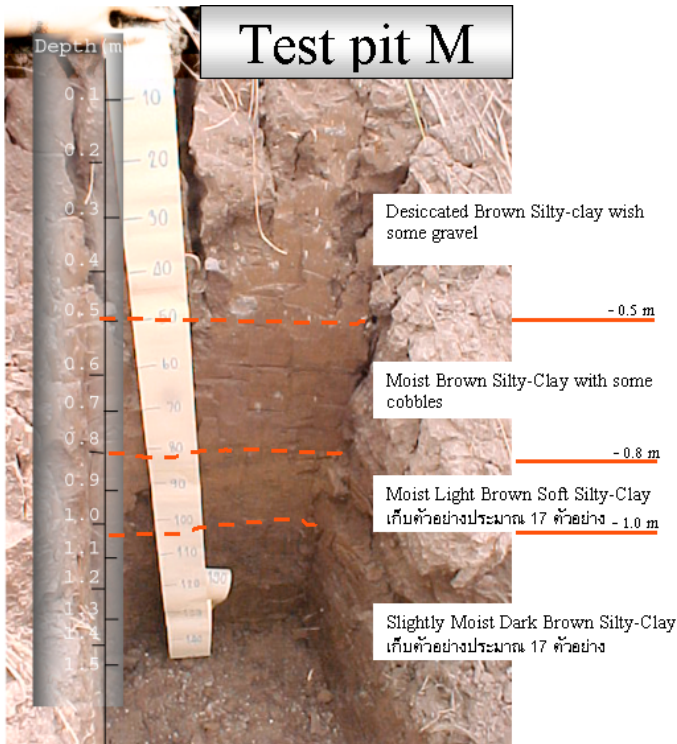
(ก) ลาดดินถล่มบริเวณลำน้ำแสนสุระ



(ข) วิธีการสำรวจด้วยกล้อง theodolite

รูปที่ 5 การสำรวจภูมิประเทศและการกำหนดตำแหน่งการเก็บตัวอย่างดิน

การสำรวจชั้นดินในสนามและเก็บตัวอย่างดินประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ การขุดหลุมสำรวจและจำแนกชั้นดิน การเก็บตัวอย่างดิน และการทดสอบคุณสมบัติดินในสนาม ดังแสดงในรูปที่ 6ก และ 6ข



(ก) ลักษณะชั้นดินของ Test pit M



(ข) การเก็บตัวอย่างด้วยกระบอกรับตัวอย่าง

รูปที่ 6 การสำรวจชั้นดินและการเก็บตัวอย่างดิน

3.2 การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

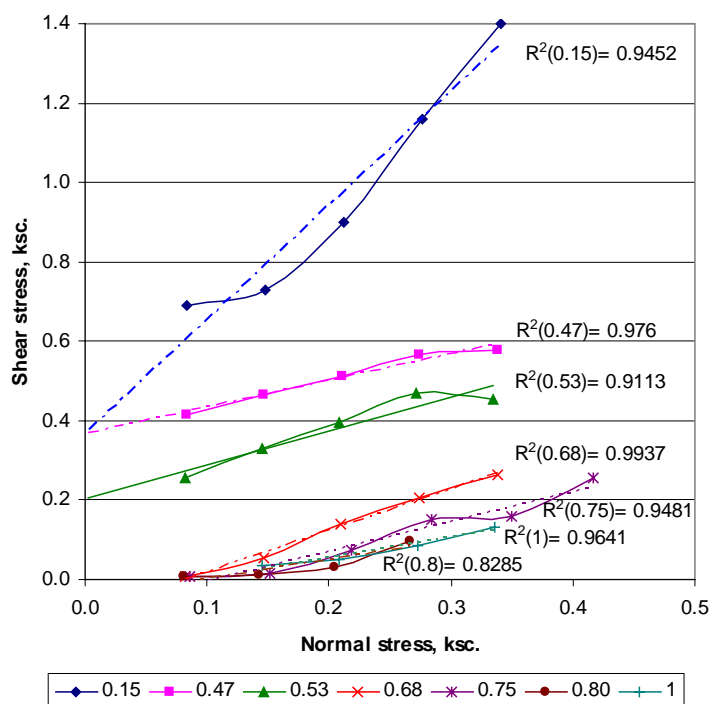
ตัวอย่างดินคงสภาพที่เก็บได้จะนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของดินและทดสอบกำลังรับน้ำหนักโดยวิธี Consolidated Drained Direct Shear Test ทั้งแบบ Single-state และ Multi-state เพื่อประหยัคจำนวนตัวอย่างที่จะต้องทำการทดสอบด้วยอัตราความเร็วของตัวอย่างอยู่ในช่วง 0.007- 0.6 มม.ต่อนาที ตามการแนะนำของ Ho and Fredlund (1982)

การทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติของความแข็งแรงของดินที่เปลี่ยนแปลงไปตามความชื้นสามารถกระทำได้ด้วยการเพิ่มความชื้นโดยการพ่นน้ำให้ตัวอย่างที่มีการบ่มไว้ในตู้ควบคุมความชื้น (Dessicators) จนได้ความชื้นตามต้องการ ดังตัวอย่างการทดสอบในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ช่วงร้อยละของความอิ่มตัวของดินตัวอย่างที่ทดสอบ

Test pit	Depth (m.)	Initial water Content (%)	Degree of saturation (%)						
			10-20	35-45	50-60	60-70	70-80	80-90	95-100
L	0.9	0.47	✓	✓	✓	✓	✓		✓
M	0.9	0.87		✓	✓	✓	✓	✓	✓
M	1.5	0.87		✓	✓	✓	✓	✓	✓
B	1	0.55		✓	✓		✓	✓	✓

ตัวอย่างผลการทดสอบความแข็งแรงที่ความอิ่มตัวที่ 0.68, 0.75, 0.80 และ 1.00 ของ Test Pit L จะพบว่า ดินจะมีความแข็งแรงแปรผกผันกับความชื้นในดินหรือร้อยละของความอิ่มตัวในมวลดินดังแสดงในรูปที่ 7 และมักจะพบว่าเมื่อร้อยละของความอิ่มตัวเกิน 85 จะไม่ปรากฏค่าความเชื่อมแน่น(Cohesion) อย่างชัดเจนเนื่องการสลายตัวของ Contractile skin ตามที่ Fredlund (1993) ได้เคยเสนอไว้



รูปที่ 7 Mohr-Coulombs envelope ของตัวอย่างดิน Test pit L ที่ค่าความอิ่มตัว

ถ้านำผลการทดสอบความแข็งแรงมาเขียนเป็นกราฟ 3 มิติ หรือผิวระนาบ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Shear Strength (τ), Normal Stress (σ) และ Saturation Ratio (S) ก็จะปรากฏเป็นพื้นผิวโค้งที่แสดงในรูปที่ 8 ของ ตัวอย่างจาก Test pit L., M(0.9m.), M(1.5m.) และ B ตามลำดับ และสามารถเขียนเป็นสมการของพื้นผิวระนาบได้ดังนี้

$$\text{Test pit L.} \quad \tau = 1.10 - 1.41 S + 0.30 \sigma \quad r^2 = 0.925 \quad (4)$$

$$\text{Test pit M.(0.9m.)} \quad \tau = 0.17 - 0.20 S + 0.71 \sigma \quad r^2 = 0.899 \quad (5)$$

$$\text{Test pit M.(1.5m.)} \quad \tau = 0.27 - 0.34 S + 0.88 \sigma \quad r^2 = 0.842 \quad (6)$$

$$\text{Test pit B.} \quad \tau = 0.95 - 1.19 S + 1.47 \sigma \quad r^2 = 0.718 \quad (7)$$

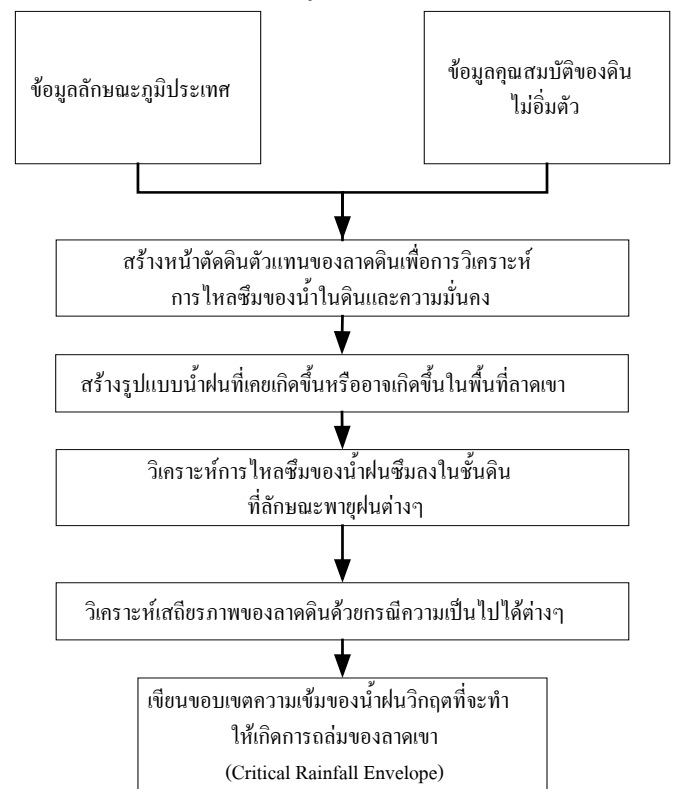
เมื่อ τ = Shear stress (ksc.)

S = Saturation ratio

σ = Normal stress (ksc.)

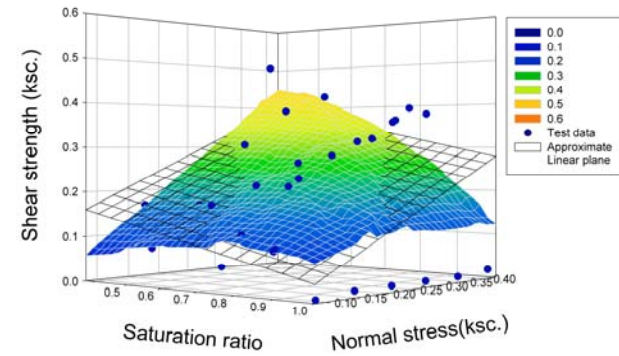
4. การวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดเขาเมื่อฝนตกหนัก

ในการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดเขาเมื่อฝนตกหนักมีวัตถุประสงค์เพื่อการเตือนภัยหากมีแนวโน้มว่าจะเกิดการถล่มของของลาดเขา และอาจมีผลสืบเนื่องถึงความเสียหายที่จะเกิดขึ้นตามมาจากโคลนไหลเข้าทำลายบ้านเรือนประชาชนด้านท้ายน้ำโดยใช้ความเข้มและรูปแบบของน้ำฝน ซึ่งมีขั้นตอนต่อจากการหาคุณสมบัติความแข็งแรงของดินที่ไม่อิ่มตัวดังแสดงในรูปที่ 9

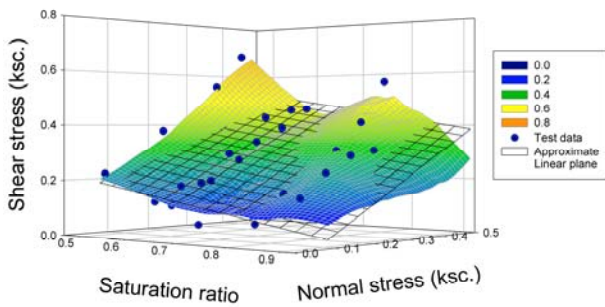


รูปที่ 9 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาขอบเขตวิกฤตของน้ำฝนเพื่อการเตือนภัย

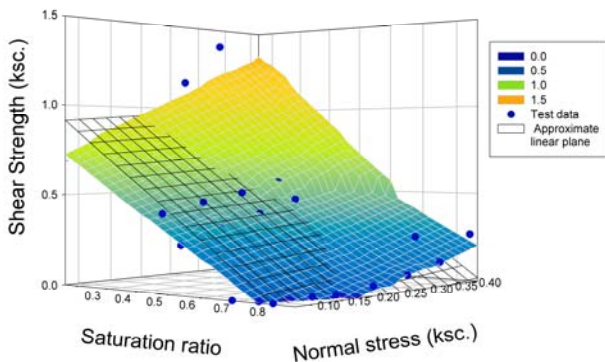
ในการวิเคราะห์การไหลซึมของน้ำฝนลงมาจากในชั้นดินต้องใช้โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ของการไหลแบบไม่อิ่มตัวของชั้นดิน ส่วนการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินอาจใช้โปรแกรมการพิบัติชนิด Circular หรือ Non-circular Failure Plan ก็ได้ โดยที่คุณสมบัติด้านความแข็งแรงของดินจะแปรผันไปตามความชื้นของดินที่กระจายไป



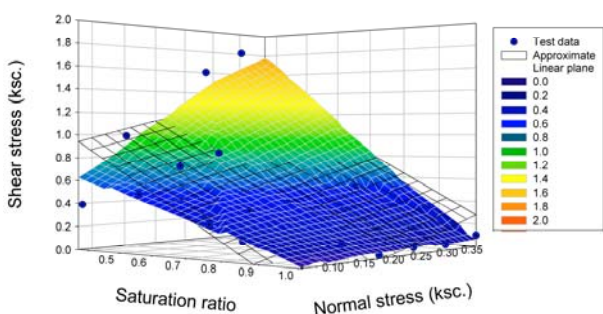
(ก) Test pit L



(ข) Test pit M ที่ความลึก 0.9 เมตร



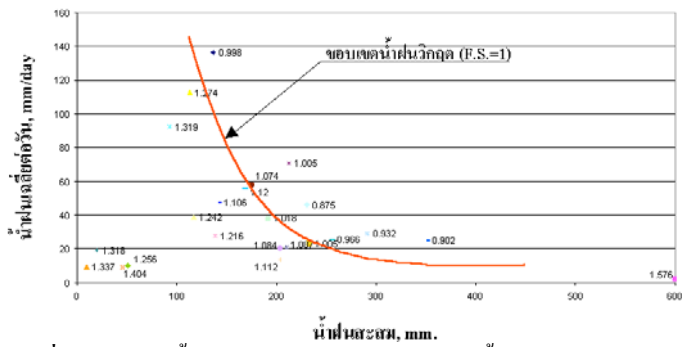
(ค) Test pit M ที่ความลึก 1.5 เมตร



(ง) Test pit B

รูปที่ 8 ผลของการเขียน Mohr-Coulomb 's Envelopes 3 มิติ ของดินที่มีร้อยละของการอิ่มตัวต่างๆ

ในมวลดิน ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ในกรณีของ หมู่บ้านน้ำก้อ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ได้แสดงขอบเขตน้ำฝนวิกฤตไว้ในรูปที่ 10



รูปที่ 10 ขอบเขตน้ำฝนวิกฤตของลาดดินบริเวณลุ่มน้ำก้อ อ.หล่มสัก จ. เพชรบูรณ์

5. สรุป

การถล่มของดินลาดเขาเป็นพิบัติภัยที่มีสาเหตุหลักจากฝนตกหนัก และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายให้ชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนทางด้านท้ายน้ำมีแนวโน้มจะมากขึ้นทุกปี ทั้งนี้เพราะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินและราษฎรเข้ามาปลูกสร้างบ้านเรือนในบริเวณทางน้ำและโคลนไหลผ่าน ความรู้ทางด้านปฐพีกลศาสตร์ของดินไม่เี่ยมตัวโดยเฉพาะด้านความแข็งแรงและการไหลซึมของน้ำผ่านมวลดินเป็นพื้นฐานสำคัญในการนำไปวิเคราะห์เตือนภัยยังมีผู้ศึกษาวิจัยน้อยมากสำหรับดินในประเทศไทย การเกินตัวอย่างของดินไม่เี่ยมตัวและการทดสอบในห้องปฏิบัติการจะต้องมีเทคนิคพิเศษเพื่อควบคุมความชื้นของมวลดินในช่วงต่างๆเพื่อให้ได้ค่าความแข็งแรงของดินที่มีการแปรผันไปตามความชื้นดังกล่าว ผลของการทดสอบของดินจากพื้นที่ต้นน้ำ ต.น้ำก้อ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ พบว่ามีความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงเฉือนแปรผันตามหน่วยแรงตั้งฉากและความเี่ยมตัวของน้ำในมวลดิน สามารถเขียนได้เป็นสมการระนาบ และยังสามารถนำไปคำนวณวิเคราะห์พร้อมกับการไหลซึมของน้ำจากความเี่ยมของฝนในรูปแบบต่างๆสร้างเป็นขอบเขตน้ำฝนวิกฤตที่สามารถใช้ในการเตือนภัยต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วรากรและคณะ, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ “ การพัฒนาแผนหลักการจัดการภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม” เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2546
- [2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ข้อเสนองานวิจัย โครงการ “ พฤติกรรมทางวิศวกรรมของดินถล่มที่เกิดจากฝนตกหนัก” เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2546

- [3] นงลักษณ์ ไทยเจียมอารีย์, คุณสมบัติของดินไม่เี่ยมตัวเพื่อการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน: กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำก้อ, วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต(วิศวกรรมโยธา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546
- [4] Fredlund, D.G. and H. Rahardjo, Soil Mechanics of Unsaturated Soils, John Weiley and Sons Inc., 1993
- [5] Terzaghi, K., Theoretical Soil Mechanics of Unsaturated Soils, John Weiley and Sons Inc., 1943