

สถานการณ์และปัญหาแผ่นดินถล่มในประเทศไทย

Landslide Conditions and Problems in Thailand

วรากร ไม้เรียง (Warakorn Mairaing)¹

บรรพต กุลสุวรรณ (Bunpoat Kunsuwan)²

¹รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ mairaing@yahoo.com

²นักวิจัยศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ beebunpoat@yahoo.com

บทคัดย่อ : เหตุการณ์ดินถล่มในประเทศไทยในยุคแรกเกิดขึ้นตามปกติตามธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกแต่ไม่มีผลกระทบต่อมนุษย์และเศรษฐกิจของประเทศมากนัก แต่ในช่วง 30 ปีหลังมานี้ประชาชนเพิ่มขึ้นและต้องเข้าไปอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยจึงได้ มีเหตุการณ์ดินถล่มเกิดขึ้นมากและความสูญเสีย ทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ตามปกติการเกิดดินถล่มมีสาเหตุเนื่องมาจากปัจจัยทางธรณีวิทยา ปริมาณฝน สภาพภูมิประเทศ รวมทั้งการใช้พื้นที่ของมนุษย์ ทำให้ต้องมีการศึกษาด้านแผ่นดินถล่มเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้านดินถล่มอย่างจริงจังและนำมาประยุกต์ในการจัดการภัยธรรมชาติแผ่นดินถล่ม โดยการแสดงพื้นที่เสี่ยงภัย การจัดแบ่งโซนของพื้นที่ชุมชนให้เหมาะสม สร้างระบบเตือนภัยและการหนีภัยที่ถูกต้อง ทั้งนี้เพื่อลดความเสี่ยงหรือความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

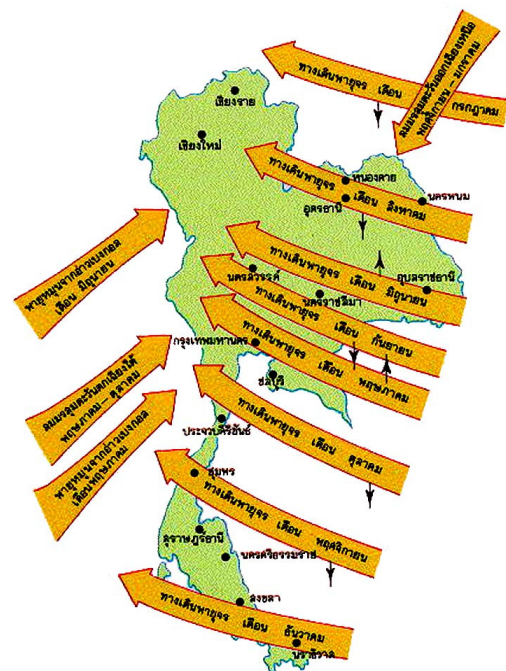
บทความนี้จะกล่าวถึงสถานการณ์แผ่นดินถล่มในปัจจุบัน แนวทางการศึกษาวิจัยที่ดำเนินมาในอดีตและที่กำลังดำเนินการอยู่โดยจะเน้นวิธีการทางธรณีเทคนิคที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการอธิบายพฤติกรรมของดินถล่มจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินจากฝน ซึ่งจะนำไปสู่การจัดการปัญหาแผ่นดินถล่มโดยการทำความเข้าใจให้ประชาชนทราบ ใช้กฎหมายผังเมืองที่เหมาะสม ใช้มาตรการทางภาษีที่ดินหรือใช้สิ่งก่อสร้างที่ป้องกันในจุดวิกฤต และการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อชีวิตและทรัพย์สินอย่างเป็นตัวเลขที่ชัดเจนในอนาคต

KEYWORDS : Landslide problems, Thailand, Stability analyses

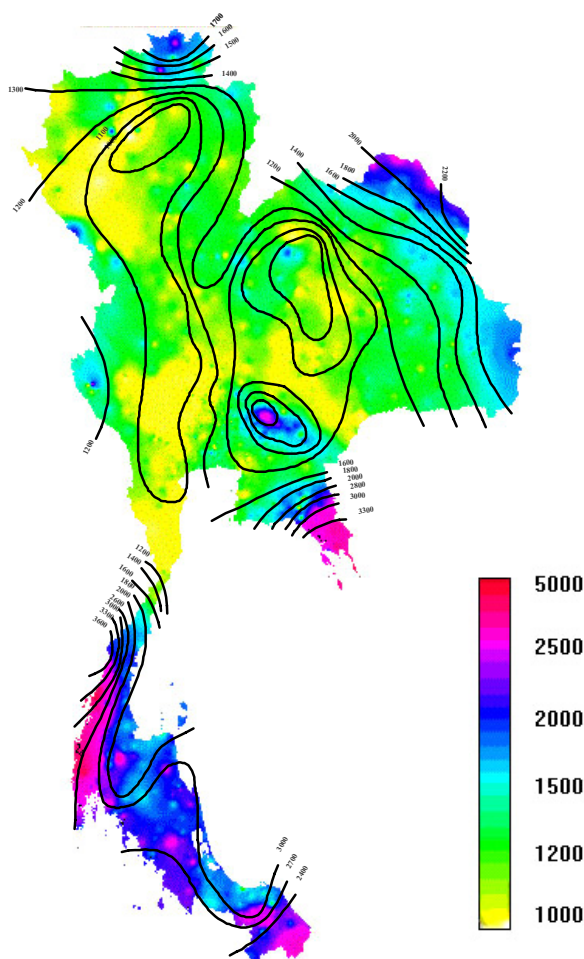
1. บทนำ

1.1 ภูมิอากาศ

ประเทศไทยอยู่เขตร้อนชื้นของโลก มีลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบเขตร้อน (Tropical climate) พื้นที่ทั้งหมดของประเทศอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม 2 ด้าน คือ ลมมรสุมจากตะวันตกเฉียงใต้ แลบบมหาสมุทรอินเดีย และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากทะเลจีนใต้ ทำให้ประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบสะวันนาและแบบป่าฝนเมืองร้อนแสดงดังรูปที่ 1 ที่มีสภาพอากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกชุก ติดต่อกันโดยเฉลี่ยประมาณ 6 เดือน มีค่าน้ำฝนเฉลี่ยรายปีแสดงดังรูปที่ 2 โดยภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงไปและภาคตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดจันทบุรี ตราด จะมีฝนมากกว่า 2000 มม.ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้ประเทศไทยมีโอกาสที่เผชิญกับภัยจากแผ่นดินถล่มในฤดูฝนเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ไหล่เขาและที่ราบเชิงเขาที่มีลำน้ำไหลผ่านจากเขาผ่าน

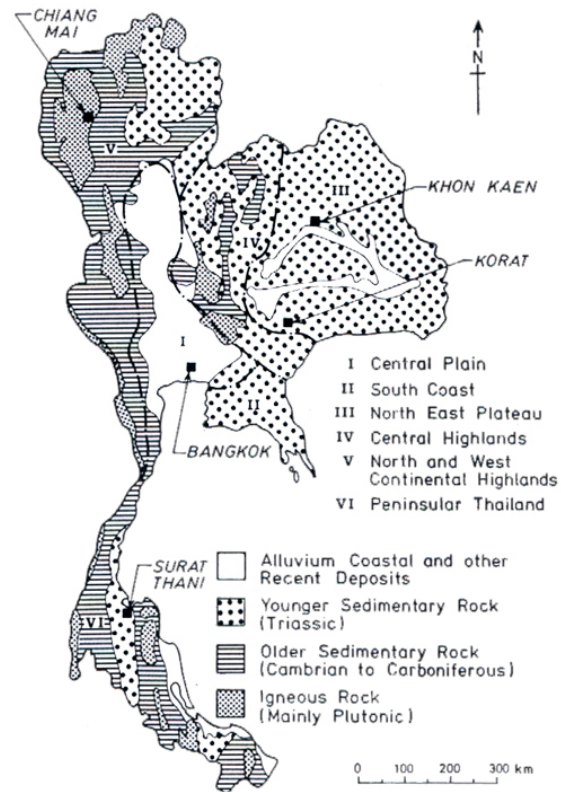


รูปที่ 1 เส้นทางร่องมรสุมต่างๆ ในประเทศไทย



รูปที่ 2 ปริมาณการกระจายของน้ำฝนเฉลี่ยรายปี

ประเทศไทย และบางส่วนของภาคตะวันออก ระดับของการกัดกร่อนผุพัง และโครงสร้างทางธรณีวิทยาของหินดังกล่าวก็จะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโอกาสแผ่นดินถล่มได้ง่ายขึ้นทั้งในชั้นดินและในชั้นหิน



รูปที่ 3 สภาพทาง ธรณีวิทยาของประเทศไทย

1.2 สภาพทางธรณีวิทยา

ลักษณะทางธรณีวิทยาของประเทศไทย จำแนกชนิดของหินที่มีการกระจายตัวในแต่ละภูมิภาคได้ดังรูปที่ 3 ภาคเหนือมีลักษณะเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน ประกอบด้วยกลุ่มหินหลัก 3 ชนิด ได้แก่ หินแปร หินตะกอนอายุเก่า และหินอัคนี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการตกสะสมตัวของหินตะกอนภายในแอ่ง หินที่พบส่วนใหญ่เป็นหินตะกอน อาทิ หินทราย หินทรายแป้ง และหินดินดาน ภาคกลางมีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำตะกอนที่ตกสะสมประกอบด้วยตะกอนแม่น้ำและตะกอนเชิงเขาอายุอ่อน ภาคตะวันออกมีลักษณะเป็นภูเขาซับซ้อนแต่ไม่สูงชันเหมือนภาคเหนือ ประกอบด้วยกลุ่มหิน 3 ชนิดเช่นเดียวกัน ภาคตะวันตกมีลักษณะเป็นที่อกเขาสูงสลับซับซ้อนต่อเนื่องกัน หินส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนอายุเก่า พบหินแปรและหินอัคนีเป็นส่วนน้อย และภาคใต้มีลักษณะเป็นภูเขาและที่ราบเชิงเขาประกอบด้วยหินตะกอนทั้งอายุเก่าและอ่อน หินแปร และหินอัคนี โดยหินอัคนีที่พบในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นหินอัคนีแทรกซอน (Plutonic rocks) ที่พบมากที่สุดคือหินแกรนิต โดยมีการกระจายตัวอยู่บริเวณภาคเหนือ แถบชายฝั่งตะวันตกของ

การเกิดน้ำหลากและแผ่นดินถล่มในเขตภูเขาและต่อเนื่องถึงที่ราบเชิงเขาเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นควบคู่กัน ซึ่งในอดีตมักจะเกิดขึ้นเป็นวัฏจักรตามธรรมชาติอยู่แล้วเนื่องจากภูมิประเทศเป็นที่สูงชันหากมีปริมาณน้ำฝนตกมากและสภาพป่าเกิดการเปลี่ยนแปลงไป เช่น เกิดไฟป่า ความแห้งแล้งผิดปกติ ในปีก่อนๆ เป็นต้น ก็จะเกิดดินถล่มและมีตะกอนพัดพามากับลำน้ำดังมีหลักฐานทางธรณีวิทยาปรากฏเป็นตะกอนดินตามที่ราบเชิงเขาให้เห็นอยู่มากมายที่เรียกว่า “ตะกอนรูปพัด” (Alluvium fan) ในที่เหล่านี้ในอดีตไม่มีผู้คนเข้าไปตั้งรกรากอยู่อาศัยและยังมิได้มีการบันทึกเป็นหลักฐานไว้ในอดีต จึงไม่มีเหตุการณ์พิบัติภัยที่ถูกเล่าสืบทอดกันมา เมื่อประชากรเพิ่มขึ้นมีการรุกเข้าไปตั้งถิ่นฐานในเขตพื้นที่ดังกล่าวและหากมีการตัดไม้ทำลายป่าหรือเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่รับน้ำเป็นปัจจัยกระตุ้นด้วยแล้ว ย่อมเร่งทำให้น้ำหลากและแผ่นดินถล่มให้เกิดเร็วขึ้นกว่าที่เคยเกิดในสภาพปกติ

1.3 ปัญหาของแผ่นดินถล่ม

การพิบัติของลาดดินในบริเวณภูมิประเทศที่เป็นพื้นที่สูงชันและมักเกิดขึ้นร่วมกับน้ำหลากเป็นส่วนใหญ่ สาเหตุในการพิบัติของลาดดินที่ผ่านมาประกอบด้วย สาเหตุจากธรรมชาติ ได้แก่ ปัจจัยทางภูมิประเทศ ความลาดชันและปัจจัยทางดิน อีกสาเหตุคือสาเหตุจากมนุษย์ ได้แก่ กิจกรรมในการใช้พื้นที่และเปลี่ยนแปลงลาดดิน ซึ่งจากข้อมูลในปี 2504 มีพื้นที่ป่าไม้ 183 ล้านไร่ ปี 2517 มีพื้นที่ป่าไม้ 119 ล้านไร่ และปี 2539 พื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือ 80 ล้านไร่ จะเห็นว่าพื้นที่ป่าไม้ลดลงเนื่องจากจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น จึงมีการขยายตัวของพื้นที่เพื่อการใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้น ทำให้มีการเข้าใช้พื้นที่ที่มีความลาดชันเพิ่มขึ้น และมีโอกาสได้รับผลกระทบเนื่องจากการพิบัติของลาดดิน โดยตะกอนดินที่เกิดจากการพิบัติของลาดดิน เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน ทำให้ให้เกิดผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม จึงควรมีการศึกษาการบริหารจัดการด้านการป้องกันและลดผลกระทบ เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมรับภัยแผ่นดินถล่ม

1.4 กรอบความคิดในการแก้ปัญหา

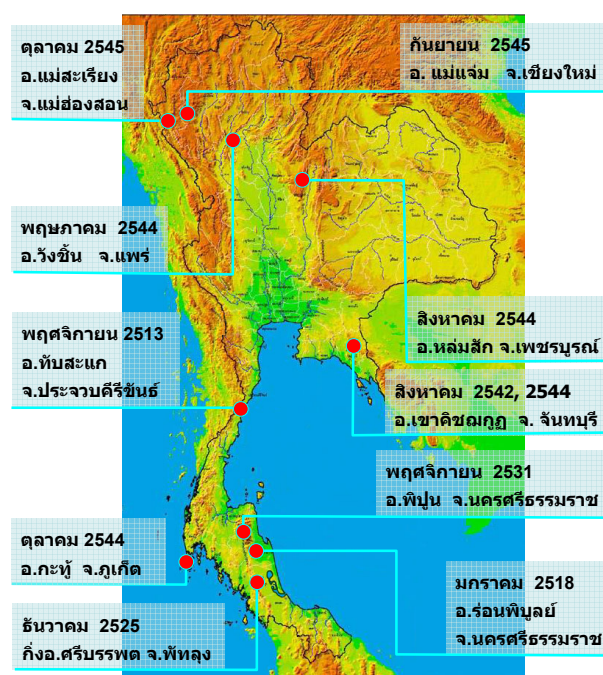
ตามปกติการพิบัติของลาดดินที่เกิดขึ้นจะนำมาซึ่งความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก โดยภัยพิบัติที่เกิดจากแผ่นดินถลมนับเป็นภัยพิบัติที่สามารถศึกษา คาดการณ์ และเตือนภัยล่วงหน้ามากกว่าภัยพิบัติทางธรรมชาติชนิดอื่น ดังนั้นถ้าได้มีการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ จะมีโอกาสที่จะลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้มาก

แต่การจัดการด้านแผ่นดินถล่มจะต้องกระทำอย่างเป็นระบบ และจะต้องมีการร่วมมือกันจากหลายสาขาวิชา และหลายภาคส่วนที่เกี่ยวข้องให้ครบทั้งวงจร เช่น การคาดการณ์พายุฝน การตรวจวัดปริมาณน้ำฝน การวัดความชื้นในดิน การวัดปริมาณน้ำท่า การวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน การประกาศเตือนภัย การเฝ้าระวัง การอพยพหนีภัย การให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ประสบภัย การฟื้นฟูสภาพพื้นที่ประสบภัย ซึ่งในปัจจุบันถ้าให้เป็นหน้าที่ของหน่วยงานราชการ กรมกองใดหรือกระทรวงใดแต่เพียงผู้เดียวก็มักจะมิมีข้อจำกัดในการดำเนินการ ทำให้การปฏิบัติงานล่าช้าหรือหากขาดระบบการประสานงานที่ดีก็จะทำงานซ้ำซ้อนกัน ผู้ประสบภัยได้รับการช่วยเหลือไม่ทั่วถึง โดยจะเป็นการให้การช่วยเหลือหลังจากเกิดเหตุแล้วซึ่งเป็นการบริหารจัดการในเชิงตั้งรับ (Reactive approach) ดังนั้นเพื่อที่จะให้การบริหาร

จัดการภัยพิบัติที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องเป็นการบริหารจัดการเชิงรุก (Proactive approach) โดยตั้งเป้าหมายในการลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากภัยพิบัติให้มากที่สุดและเหมาะสม มีการเตรียมแผนการรับมือกับภัยพิบัติที่จะเกิดขึ้น ให้ความรู้กับมวลชนที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่เสี่ยงภัย เตรียมแผนการหนีภัยและประชาสัมพันธ์ให้มวลชนทราบก่อนการเกิดภัย เมื่อมีภัยพิบัติเกิดขึ้นมีความพร้อมในการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัย โดยมีการสั่งงานจากหน่วยงานกลางอย่างเป็นระบบหลังเกิดภัยพิบัติอย่างทันท่วงที ภายหลังจากที่ภัยพิบัติผ่านพ้นไปแล้วมีการช่วยเหลือในการดำรงชีพ พื้นฟูอาชีพและสภาพจิตใจของผู้ประสบภัย

2. ประวัติการเกิดแผ่นดินถล่มในประเทศไทย

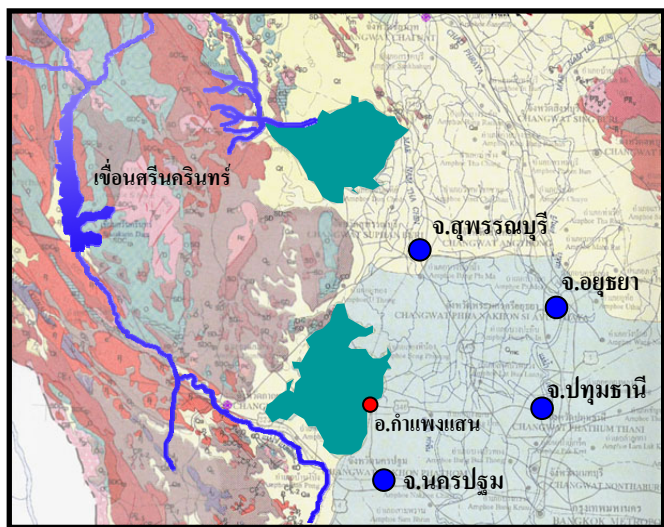
การเกิดแผ่นดินถล่มเกิดขึ้นทำให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นทำให้การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศต้องหยุดชะงักลง เนื่องจากงบประมาณมีอยู่ค่อนข้างจำกัด แล้วยังต้องนำมาใช้ในการให้ความช่วยเหลือกับผู้ประสบภัยและฟื้นฟูบูรณะพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ และที่สำคัญคือสภาพจิตใจของผู้ที่สูญเสียทั้งญาติพี่น้องและทรัพย์สินให้สามารถดำเนินชีวิตได้ตามปกติดังเดิม สำหรับพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มมีดังนี้



รูปที่ 4 บริเวณที่เคยเกิดแผ่นดินถล่มครั้งใหญ่ในอดีต

2.1 หลักฐานแผ่นดินถล่มยุคธรณีกาล

สำหรับประเทศไทย การพิบัติของลาดดินที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาตินั้นมีมานานหลายร้อยหลายพันปีมาแล้วในยุคธรณีกาลดังปรากฏเป็นหลักฐานจากร่องรอยตะกอนน้ำพัดพารูปพัด (Alluvium fan) จากแผนที่ธรณีวิทยาที่พบได้บริเวณภาคตะวันตกจากแม่น้ำแควน้อยและแควใหญ่ จ. กาญจนบุรี และแม่น้ำสะแกกรัง จ. อุทัยธานี ดังรูปที่ 5 เมื่อลำน้ำไหลลงจากพื้นที่เขาเข้าสู่ที่ราบก็จะเกิดการตกตะกอนเป็นพื้นที่กว้างบริเวณหลายอำเภอ เช่น อ.เมือง อ.ท่าม่วง อ.กำแพงแสน เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันเป็นแหล่งทรายก่อสร้างที่สำคัญที่ใช้ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล และยังมีพื้นที่เช่นนี้ที่กระจายอยู่มากมาย ตาม ลุ่มน้ำปิง, วัง, ยม, น่าน ในภาคเหนือ ลุ่มน้ำตาปีในภาคใต้ ลุ่มน้ำป่าสักในภาคกลางตอนบน และลุ่มน้ำปราจีนบุรีในภาคตะวันออก เป็นต้น (โสภณ, 2515; สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2544) Brand (1985) กล่าวว่า การเกิดลาดดินถล่มในประเทศไทยไม่ค่อยเป็นที่ตระหนักมากนักในอดีต เพราะประชาชนไม่ได้รับผลกระทบโดยตรง ประชาชนส่วนมากอาศัยอยู่ในพื้นที่ราบลุ่มภาคกลาง



รูปที่ 5 พื้นที่ตะกอนน้ำพัดพารูปพัดขนาดใหญ่ทางตะวันตก

2.2 แผ่นดินถล่มในยุค 20 ปีหลัง

การเกิดแผ่นดินถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทยในอดีตมักเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีความลาดชันและเป็นพื้นที่ป่า ดังนั้นจึงไม่ค่อยได้มีการบันทึกไว้หรือไม่ค่อยมีผลกระทบทำให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิต แต่ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา มีการเข้าใช้พื้นที่ที่มีความลาดชันเพิ่มมากขึ้น โดยมีเหตุการณ์ที่สร้างความสูญเสียชีวิต แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งแผ่นดินถล่มที่สร้างความเสียหาย มีลักษณะการพิบัติกรณีตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 1 แผ่นดินถล่มในยุค 30 ปีหลัง

ปี	ที่ตั้ง	ความสูญเสีย
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	> 200 ราย
พฤศจิกายน 2531	อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช	12 ราย
สิงหาคม 2542	อ.เขาคิชฌกูฏ จ. จันทบุรี	1 ราย
กันยายน 2543	อ.หล่มสัก และ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์	10 ราย
พฤษภาคม 2544	อ.วังชัน จ.แพร่	> 30 ราย
สิงหาคม 2544	อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	> 100 ราย
พฤษภาคม 2547	อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่	1 ราย
พฤษภาคม 2547	อ.แม่ระมาด จ.ตาก	5 ราย
กรกฎาคม 2547	อ.แม่เฒ่า จ.เชียงใหม่	1 ราย
ตุลาคม 2547	อ.เมือง จ.กระบี่	3 ราย

2.2.1. ที่ อ.พิปูน และ อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช พ.ศ. 2531 ก่อให้เกิดวิกฤตการณ์แผ่นดินถล่มและน้ำท่วมอย่างรุนแรงครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 3200 ตารางกิโลเมตร และเกิดความเสียหายเป็นมูลค่ารวมมากกว่า 7000 ล้านบาท มีสาเหตุมาจากการปริมาณน้ำฝน, การตัดไม้เพื่อทำการเกษตร และจากลักษณะภูมิประเทศของเขาหลวงกับลักษณะทางธรณีของหินอัคนี

2.2.2. ที่ อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี พ.ศ. 2542 มีฝนตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำจันทบุรี ทำให้เกิดแผ่นดินถล่มในลำน้ำสาขาของแม่น้ำจันทบุรีตอนล่าง ซึ่งในเขต จ.จันทบุรีมีมูลค่าความเสียหายกว่า 300 ล้านบาท และในปี 2544 ได้เกิดการพิบัติของลาดดินอีกในบริเวณเขาคิชฌกูฏและเกิดอุทกภัย โดยมีมูลค่าความเสียหายกว่า 330 ล้านบาท

2.2.3. ที่ อ.วังชัน จ.แพร่ สุโขทัย พ.ศ. 2544 เกิดลาดดินถล่มตามแนวเทือกเขาฝั่งตะวันออกของอำเภอวังชันและน้ำท่วมสร้างความเสียหายนับร้อยล้านบาท สาเหตุที่อาจจะทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน, ลักษณะทางธรณีวิทยา และสภาพการใช้พื้นที่ ซึ่งก็คือลักษณะของพื้นที่ปลูกบริเวณนั้น

3. พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม

การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดเก็บในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาพิจารณาร่วมกัน อาจทำได้ 4 วิธี เรียงลำดับจากง่ายและรวดเร็ว แต่มีข้อผิดพลาดค่อนข้างสูงไปสู่วิธีที่พยายามใช้เวลานาน แต่มีความถูกต้องและเป็นประโยชน์มากกว่าดังนี้ (วรกร, 2542)

1.วิธีทางธรณีสัณฐาน (Geomorphology Method): โดยการวิเคราะห์จากลักษณะภูมิประเทศ ร่องน้ำ และลาดเขา

2.วิธีดัชนีปัจจัยรวม (Weighted Factor Index): โดยการนำปัจจัยที่เกิดจากธรรมชาติและมนุษย์กระทำมาจัดจำแนกลำดับความรุนแรงและให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย แล้วคิดออกมาเป็นแต้มคะแนนรวมเพื่อจัดลำดับความรุนแรงหรือโอกาสเสี่ยงในแต่ละพื้นที่ วิธีนี้ต้องปรับแก้ความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้น

3.วิธีทางธรณีเทคนิค (Geotechnical Engineering Method): โดยการสำรวจและทดสอบคุณสมบัติทางธรณีวิทยาและวิศวกรรมปฐพีของชั้นดินและหิน ร่วมกับอิทธิพลของความชื้นที่เปลี่ยนแปลง แล้ววิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินและหินจากรูปแบบทางกลศาสตร์เพื่อหาระดับความมั่นคง

4.วิธีการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis Method): โดยการดำเนินการต่อจากวิธีที่ 2 และ 3 โดยการศึกษาทางสถิติของโอกาสที่จะเกิดการวิบัติและผลเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่จะเกิดขึ้นตามมา

หลายหน่วยงานในประเทศไทย มีความพยายามที่จะศึกษาหาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มเพื่อนำไปเตือนภัย หาทางแก้ไขป้องกันหรือจัดแบ่งเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดผลกระทบจากแผ่นดินถล่มน้อยที่สุด ดังตัวอย่าง ได้แก่

3.1 กรมทรัพยากรธรณี (2544)

ได้ศึกษาสาเหตุของเหตุการณ์พิบัติพื้นที่ ต.น้ำก้อ-น้ำซุน จ.เพชรบูรณ์ จากปัจจัยต่าง ๆ อันได้แก่ สภาพธรณีวิทยา ความลาดชัน ปริมาณน้ำฝน สภาพการใช้ที่ดิน ซึ่งพบว่าโคลนดินถล่มเกิดขึ้นจากสภาพธรณีวิทยาที่เอื้ออำนวย หินมีการผุพังสูง พื้นที่ป่าปกคลุมอยู่น้อย โดยมีปริมาณฝนตกมากกว่าปกติเป็นปัจจัยเร่งให้เกิดดินถล่ม

3.2 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2548)

ได้ทำการศึกษาและจัดทำแผนที่โอกาสเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ภาคใต้ โดยใช้ดัชนีปัจจัยรวม (Weighted Factor Index) จากปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดดินถล่ม ได้แก่ ลักษณะชนิดดินและความลาดชัน ปริมาณฝน สภาพการใช้ที่ดิน ระดับความสูงของพื้นที่ ซึ่งแต่ละปัจจัยมีค่าถ่วงน้ำหนักเป็นเลขโดดที่แตกต่างกัน และมีระดับคะแนนตามช่วงค่าของปัจจัยนั้น ๆ

3.3 Wichai Pantanahiran (1994)

ใช้หลัก Logistic Regression Analysis เพื่อประเมินโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มในบริเวณพื้นที่ลาดเขาเขต อ.พิปูน และเขาคีรีวงศ์ จ.นครศรีธรรมราช โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจาก Remote Sensing ประกอบด้วยตัวแปรต่อไปนี้ Elevation , Adjusted aspect , TM4 , Flow accumulation , Brightness , Wetness , Slope , Flow direction

3.4 ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2546)

ได้ศึกษาพฤติกรรมของดินถล่มมาอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ พื้นที่ต.น้ำก้อ จ.เพชรบูรณ์ อ.วังชิ้น จ.แพร่ อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี ต.ป่าตอง จ.ภูเก็ต โดยทำการศึกษาในด้านคุณสมบัติของดินทางวิศวกรรม เพื่อประเมินความมั่นคงของลาดภูเขา โดยเฉพาะเมื่อเกิดฝนตกหนักซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดดินถล่ม

3.5 สถาบันวิจัยและพัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและเดือนภัย กรมพัฒนาที่ดิน (2548)

จัดทำแผนที่แสดงโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มในประเทศไทย โดยพิจารณาถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม ได้แก่ การใช้ที่ดิน พืชพรรณ ลักษณะชนิดดิน ความลาดชัน และปริมาณฝน โดยวิเคราะห์บนระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ ที่รูปแบบการพิบัติเป็นแบบลาดอนันต์ (Infinite Slope)

โดยพื้นที่ที่มักจะเกิดการพิบัติจะอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีลักษณะของชุดหินแกนนิตและหินตะกอน (Mudstone) ประกอบกับพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง และมีการตกของน้ำฝนซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ฝนตก (Duration) และปริมาณของน้ำฝน (Return period)

4. การศึกษาวิเคราะห์โดยทั่วไป

4.1 วิธีการวิเคราะห์แผ่นดินถล่ม

วิธีการวิเคราะห์แผ่นดินถล่ม นั้นต้องเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ สำรวจพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่ม เพื่อหาสาเหตุและผลกระทบที่เกิดจากแผ่นดินถล่ม โดยแบ่งออกเป็น การศึกษาคุณสมบัติของชั้นดินและหินที่เกิดการพิบัติ และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากแผ่นดินถล่ม ซึ่งประกอบด้วย ดิน หิน และต้นไม้ ซึ่งไหลรวมมากับน้ำและสร้างความเสียหายให้กับ

พื้นที่ด้านท้ายน้ำ ซึ่งในปัจจุบันก็ได้มีการศึกษาในเรื่องของการพัฒนาตะกอนดินและหินที่เกิดจากแผ่นดินถล่ม

ตะกอนดินและหินที่ถูกพัดพาจากพื้นที่ของลาดดินที่เกิดการพังทลายไปตามลำน้ำ ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมการไหลของน้ำเนื่องจากตะกอนดินและหินตกตะกอนทำให้ตื้นเขินหรือกีดขวางทางน้ำ ก่อให้เกิดความเสียหายให้กับทรัพย์สินและชีวิตและการศึกษาขนาดกระจายและขนาดตะกอนดินและหินทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากขนาดของหินและดินที่ถูกพัดพานั้นมีความแตกต่างกันมากและละเอียดกัน จึงได้วิเคราะห์และการเก็บตัวอย่างตะกอนแยกออกเป็นส่วนๆ โดยในบริเวณต้นน้ำ ด้วยเทคนิค Image Analysis สำหรับตะกอนหินขนาดใหญ่และขนาดกลาง ด้วยโปรแกรม AutoCAD และโปรแกรม Sigma Scan Pro และแยกตัวอย่าง (Sample Splitter) ตะกอนดินและหินขนาดเล็กมาทำ Sieve Analysis ในห้องปฏิบัติการ

4.2. การบูรณาการองค์ความรู้

การศึกษาเรื่องแผ่นดินถล่มให้เกิดความเข้าใจถึงพฤติกรรมต้องร่วมกันทำการวิเคราะห์จากหลายสาขาวิชา เพื่อให้การศึกษารอบคลุมปัจจัยที่ทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม เช่น ธรณีวิทยา วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม ป่าไม้ เป็นต้น นอกจากนี้ควรมีการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดพฤติกรรม เพื่อสร้างความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น

5. การศึกษาแผ่นดินถล่มโดยวิธีทางธรณีเทคนิคหรือวิธีทางวิศวกรรม

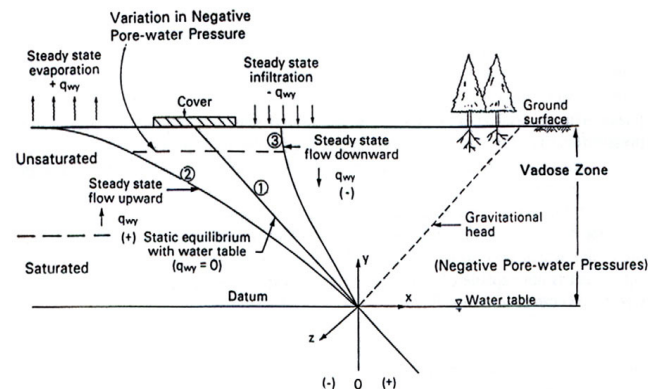
5.1. พื้นฐานทางวิศวกรรมในการวิเคราะห์แผ่นดินถล่ม

5.1.1. คุณสมบัติของดินที่ไม่อิ่มตัวไปด้วยน้ำ

การศึกษาแผ่นดินถล่มด้วยวิธีทางธรณีเทคนิค คือการวิเคราะห์ความมั่นคงของมวลดินบนลาดเขาที่ซึมซับน้ำฝนในระดับต่างๆ ดังนั้นคุณสมบัติของดินในพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่มจึงเป็นปัจจัยทางวิศวกรรมที่สำคัญ โดยเฉพาะในกรณีที่ดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Unsaturated Soil) ดินจะมีหน่วยแรงประสิทธิผลเพิ่มขึ้น เนื่องจากแรงดึงผิวของส่วนที่สัมผัสระหว่างอากาศกับน้ำที่เรียกว่า Contractile Skin (Fredlund, 1993) หากมีมากพอก็จะไม่เกิดการพังทลาย ดังรูปที่ 6 และถ้าพิจารณาชั้นดินในสภาวะปกติดังรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าดินในช่วงเหนือระดับน้ำใต้ดินมีทั้งอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว เรียกว่าช่วง Vadose Zone จะมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับการไหลของน้ำจากภายนอกซึมลงไปในชั้นดิน

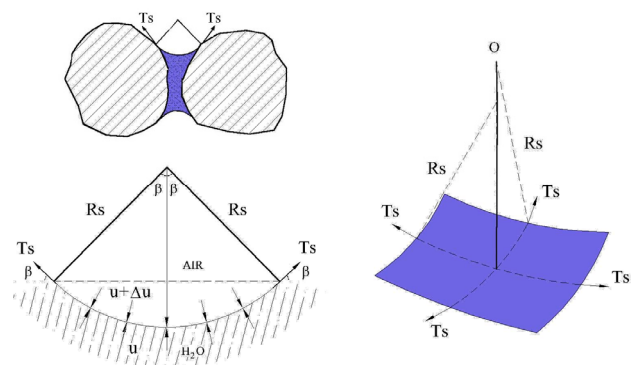


รูปที่ 6 การตัดลาดดินใหญ่ๆ



รูปที่ 7 ลักษณะเส้นระดับน้ำของชั้นดินทั่วไป (Fredlund, 1993)

ความแตกต่างระหว่าง Saturated Soil กับ Unsaturated Soil (Fredlund, 1993) มี 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ แรงดันของน้ำและอากาศในมวลดิน โดยที่ผิวของ Contractile Skin นี้มีแรงดันน้ำ (u) และผลต่างของแรงดันอากาศในมวลดินกับแรงดันน้ำคือ ($u_a - u_w$) คือ Matric Suction ซึ่งเป็นผลต่างของ Pore-Air และ Pore-Water Pressure กระทำที่ผิวของ Contractile ในรูปที่ 8 จะมีต่อค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณน้ำในมวลดิน



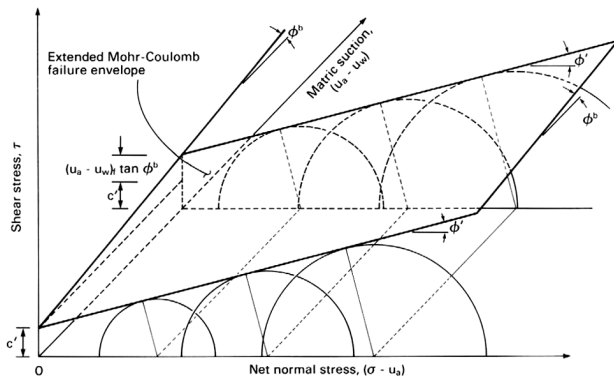
รูปที่ 8 แสดงแรงดันและแรงดึงที่ผิว Contractile (Fredlund, 1993)

Fredlund (1978) พบว่าในกรณีดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ จะมีเทอมที่ประกอบด้วยแรงดันของน้ำและอากาศในสมการที่ 1 โดยมีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง ดังรูปที่ 9 โดยที่ ϕ_b เป็น

ความสัมพันธ์ระหว่าง Matric Suction กับ Cohesion (c') คือถ้ายังมีค่า Matric Suction มากขึ้นค่า ϕ_b ก็จะมากขึ้นด้วย และในกรณีที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำแล้ว $\phi' = \phi^b$ ซึ่งก็จะได้สมการในรูปของสมการหน่วยแรงประสิทธิผลดังสมการที่ 2

$$\tau = c' + (\sigma_n - u_a) \tan \phi' + (u_a - u_w) \tan \phi^b \quad (1)$$

$$\tau_{ff} = \sigma'_{ff} \tan \phi' + c' \quad (2)$$



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ของการวิบัติของดินในรูปของ Unsaturated Soil

5.1.2. Multi-Stage Direct Shear Test

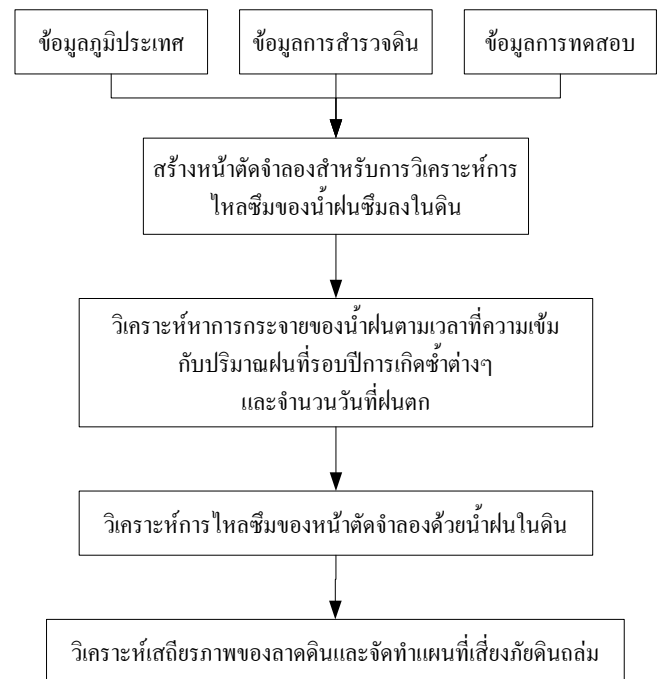
ในการทดสอบ Direct Shear ทั่วไป ใช้ตัวอย่างในการทดสอบอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง (Conventional Test) เพื่อหาความสัมพันธ์ในรูปแบบ Mohr-Coulomb Envelope จะได้ Shear Strength Parameter (c, ϕ) แต่มีวิธีที่สามารถหาพารามิเตอร์เหล่านี้ได้โดยใช้เพียงแค่ตัวอย่างเดียว ทดสอบโดยเลื่อนตัวอย่างจนเกือบถึงจุดวิบัติของในแต่ละ Normal Load อย่างน้อย 3 -4 Normal Load วิธีการทดสอบแบบนี้เหมาะสมกับตัวอย่างที่มีความแปรปรวนสูงซึ่งวิธีนี้ให้ค่า c, ϕ ที่น่าเชื่อถือกว่าในการทำการทดสอบแบบปกติธรรมดา และในกรณีที่ตัวอย่างน้อยวิธีนี้ก็ยังสามารถทดสอบให้ได้ค่า Shear Strength Parameter

Taylor (1950) and Fleming (1952) เป็นผู้ที่ประสบความสำเร็จในการนำ Multi-Stage Test หาค่า Shear Strength Parameter (c, ϕ) ของดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ Kenny and Watson (1961) ได้ทดสอบ Triaxial แบบ Multi-Stage ของดินอิ่มตัวเปรียบเทียบกับแบบการทดสอบธรรมดา พบว่า ค่า Shear Strength parameter (c, ϕ) ใกล้เคียงกันมาก ส่วน Lumb (1964) ทดสอบ Multi-Stage Triaxial ในดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ เปรียบเทียบกับแบบการทดสอบธรรมดา พบว่าค่า Shear Strength Parameter

แทบจะไม่แตกต่างกันเลย บุญรอด (2532) ได้ทำการทดสอบกำลังของดินตัวเชื่อมห้วยปะทาว พบว่าในการทดสอบดินด้วยการทดสอบ Triaxial แบบ Conventional จะให้ค่าสูงกว่าแบบ Multi-Stage อยู่เล็กน้อยเฉลี่ยประมาณ 10 % และได้ทำการทดสอบ Direct Shear กับ Triaxial เปรียบเทียบกันพบว่า ค่า Shear Strength parameter ของ Direct Shear Test ให้ค่าต่ำกว่าเล็กน้อย

5.2. วิธีการวิเคราะห์ทางวิศวกรรม

การศึกษาโดยวิธีนี้พิจารณาจากกลศาสตร์ของดิน ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากความชื้นจากน้ำฝน ทั้งทางด้านกำลังของดินที่ลดลง และแรงดันน้ำที่เพิ่มขึ้น เมื่อมวลดินมีความชื้นสูงขึ้น โดยมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 10

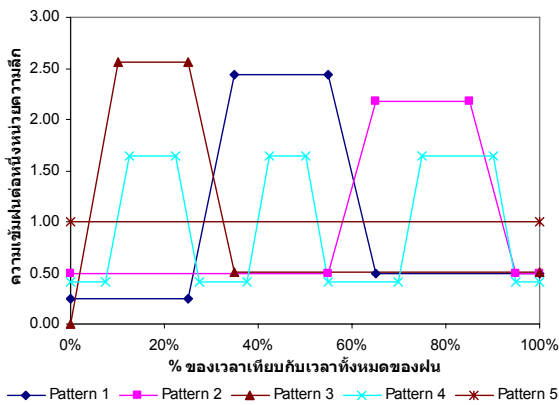


รูปที่ 10 ขั้นตอนการวิเคราะห์โดยวิธีทางธรณีเทคนิค

5.2.1. การวิเคราะห์รูปแบบฝนและการไหลซึมลงในชั้นดิน

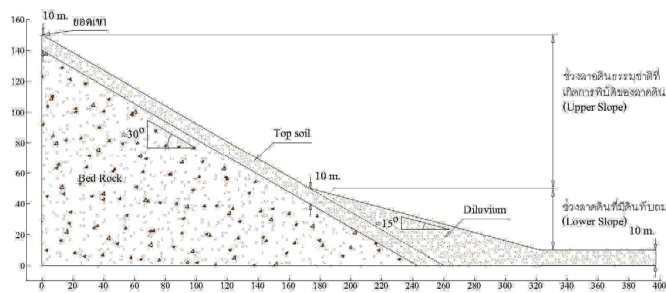
น้ำฝนเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญ ในการเกิดแผ่นดินถล่ม จึงมีการวิเคราะห์ข้อมูลของน้ำฝน เพื่อหารูปแบบฝน ที่ตกในพื้นที่เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของรูปแบบฝน กับการไหลซึมลงในชั้นดินจากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนทุก 3 ชั่วโมงของสถานี 480201 ที่อยู่ใกล้เคียงกับบริเวณพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่มที่เขาหินผก และทำการแจกแจงฝนตามเวลา (Time Distribution of Rainfall) ได้ผลดังรูปที่ 11 และวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยปริมาณฝน (มม.) สูงสุด

รายปี ช่วงเวลาที่ฝนตก (Duration) และที่คาบความถี่ของการเกิดซ้ำ (Return period) ต่างๆ เพื่อวิเคราะห์การไหลซึมและเสถียรภาพของลาดดิน

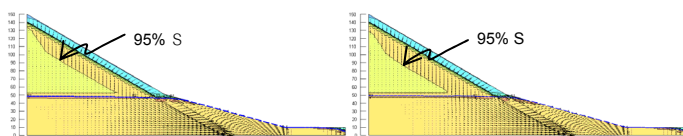


รูปที่ 11 รูปแบบการกระจายของฝน

การวิเคราะห์การไหลซึมของน้ำฝนลงในมวลดิน ต้องทำการศึกษาหาหน้าตัดลาดดิน โดยพิจารณาข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมและแผนที่เส้นชั้นความสูง เพื่อหาความลาดชันเฉลี่ยของลาดดินที่เกิดดินถล่ม ในส่วนของข้อมูลลักษณะของชั้นดินได้จากการสำรวจพื้นที่ที่เกิดดินถล่ม การทดสอบ Kunzelstab Penetration Test และผลการเจาะสำรวจของโครงการของโครงการก่อสร้างในพื้นที่ใกล้เคียง ทำให้ได้หน้าตัดสำหรับการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 12 และผลการวิเคราะห์การไหลซึมที่ Return period ต่างๆ ของรูปแบบฝนที่ 2 และ Duration 10 วัน บนลาดดินได้ผลดังรูปที่ 13 ที่แสดงให้เห็นถึงขอบเขตของค่าความอิ่มตัวที่เท่ากับในมวลดินเกิดขึ้นที่ความลึกแตกต่างกัน

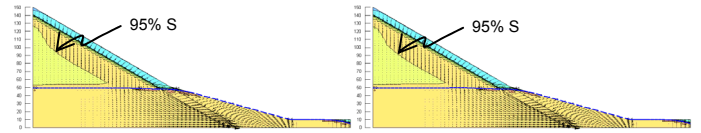


รูปที่ 12 หน้าตัดแบบจำลองของการวิเคราะห์การไหลซึม



ก. กรณี Return Period 5 ปี

ข. กรณี Return Period 10 ปี



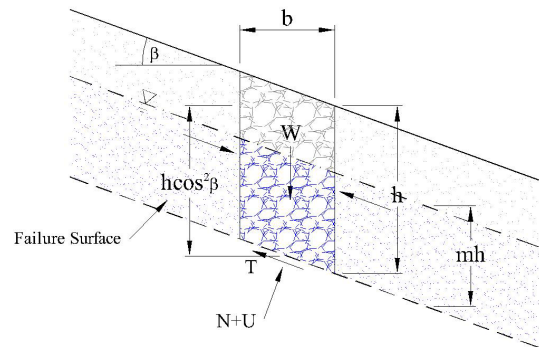
ค. กรณี Return Period 100 ปี

ง. กรณี return Period 200 ปี

รูปที่ 13 ค่าความอิ่มตัวของ การไหลซึมที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ ในวันที่ 25

5.2.2. การวิเคราะห์ความมั่นคงรวมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

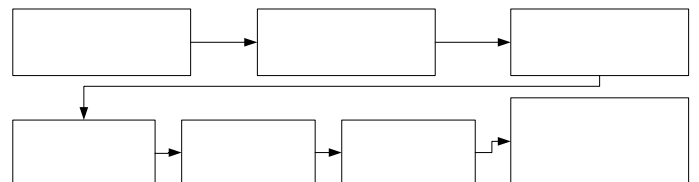
เสถียรภาพของลาดดินลดลง เนื่องจากน้ำฝนเกิดการไหลซึมในมวลดิน ทำให้ความชื้นในมวลดินสูงขึ้น ส่งผลให้กำลังรับแรงเฉือนของมวลดินลดลง โดยใช้การวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินแบบลาดอนันต์ (Infinite Slope) ที่ใช้หลักการสมดุลของแรงที่มีแรงกระทำบนลาดดินแสดงดังรูปที่ 14 และสามารถแสดงสมการการวิเคราะห์ค่าความปลอดภัย (Factor of Safety, F.S.) ของมวลดินที่ค่าความอิ่มตัวต่างๆดังสมการที่ 3



รูปที่ 14 Free Body Diagram ของแท่งดิน วิธี Infinite Slope

$$F.S. = \frac{c + h \cos^2 \beta \tan \phi [(1-m)\gamma' + m(\gamma_{sat} - \gamma_w)] + \ln(S) \tan \alpha}{h \sin \beta \cos \beta [(1-m)\gamma' + m\gamma_{sat}]} \quad (3)$$

การวิเคราะห์ความมั่นคงรวมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะเป็นการนำผลการวิเคราะห์การไหลซึมในมวลดินและการวิเคราะห์ความมั่นคง จัดทำเป็นแผนที่เสี่ยงภัยดินถล่ม ด้วยการพิจารณาที่ความลาดชันต่างๆ ของพื้นที่และนำมาคำนวณค่า F.S. โดยนำข้อมูลจากเส้นชั้นความสูงของพื้นที่ มาจัดทำเป็นข้อมูลแบบ Raster Map ของความลาดชันของพื้นที่ แสดงขั้นตอนดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 ขั้นตอนการจัดเตรียม Raster Map

6. การตรวจวัดในสนามและการเตือนภัยแผ่นดินถล่ม

เป้าหมายที่สำคัญ ประการหนึ่งในการศึกษาแผ่นดินถล่มคือ การที่สามารถเตือนภัยผู้ที่ได้รับผลกระทบได้ล่วงหน้า จะทำให้ลดการสูญเสียชีวิต ค่าดัชนีที่ใช้ในการเตือนภัยอาจมีตั้งแต่ การเคลื่อนตัวของดิน ความชื้นในมวลดิน ปริมาณและรูปแบบของปริมาณน้ำฝน สีนํ้าหรือความขุ่นของน้ำ ไปจนถึงกระแทกความเข้มของเมฆฝนที่สำรวจได้ด้วยเรดาร์ การเลือกดัชนีในการตรวจวัดจะต้องเหมาะสมกับพื้นที่ ความรู้ของบุคลากร องค์ความรู้และประสบการณ์ และงบประมาณที่มี อย่างไรก็ตามการตรวจวัดที่รู้ก่อนล่วงหน้านานๆถึงจะทำให้มีการเตรียมการได้ก่อนแต่ก็มักจะมีผลคลาดเคลื่อนสูงเช่นกัน

6.1. การตรวจวัดในสนามทางด้านวิศวกรรมปฐพี

Tensiometer เป็นเครื่องมือวัดแรงดึงน้ำในมวลดิน (Matrix Suction) เพื่อวัดสภาพการเปลี่ยนแปลงของแรงดึงน้ำ สามารถบ่งบอกถึงความชื้นในมวลดิน ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญทำให้คุณสมบัติของกำลังรับแรงเฉือนในมวลดินที่มีไม่อิ่มตัว (Unsaturated soil) เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีฝนตก ส่งผลให้เกิดการพังทลายของลาดดิน

Inclinometer เป็นเครื่องมือตรวจวัดการเคลื่อนตัวของลาดดิน ในบริเวณลาดดินที่มีโอกาสเกิดการพังทลายของลาดดิน พร้อมกับการศึกษาคุณสมบัติของชั้นดินตามแนวความลึกในระหว่างการติดตั้ง Inclinometer โดยข้อมูลการเคลื่อนตัวของชั้นดินเป็นข้อมูลที่บ่งบอกถึงลาดดินที่มีแนวโน้มที่จะเกิดการพังทลาย

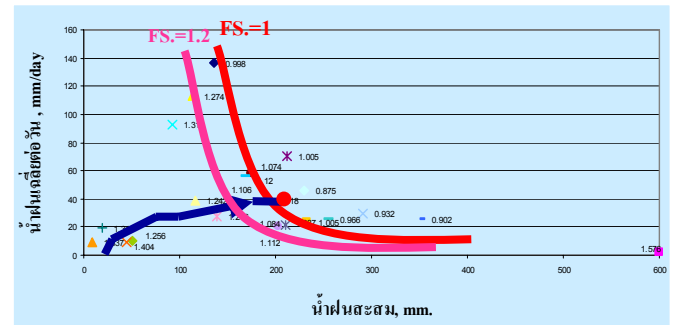
Rain Gauge เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดปริมาณน้ำฝน ที่เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเกิดการพิบัติของลาดดิน เมื่อตรวจวัดแล้วจะต้องเทียบค่าถึงรูปแบบและปริมาณน้ำฝนที่ส่งผลทำให้เกิดการพิบัติของลาดดินซึ่งมีการวิเคราะห์เตรียมไว้ล่วงหน้าแล้ว

Kunzelstab Penetrometer เป็นวิธีการหยั่งทดสอบความแข็งแรงของชั้นดินในสนาม โดยใช้แรงกระแทกส่งแท่งทดสอบผ่านชั้นดินลงไป ซึ่งแรงต้านการเคลื่อนที่ของแท่งทดสอบสามารถใช้ประมาณค่ากำลัง และความหนาของชั้นดิน ผลการทดสอบที่ได้ จะทำให้ทราบคุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดินในเบื้องต้น โดยเป็นการหาค่ากำลังของดินทางอ้อม มักจะใช้ในการสำรวจความหนาของชั้นดินที่อาจจะเกิดการบีบอัด

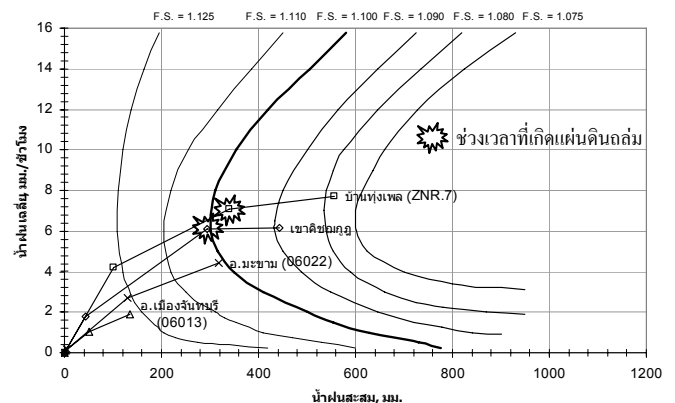
6.2. การเตือนภัยแผ่นดินถล่ม

ดัชนีใดที่มีความสัมพันธ์ที่ดีกับการเกิดดินถล่ม และสามารถ
ตรวจวัดได้ก่อนล่วงหน้านานก่อนเกิดแผ่นดินถล่ม ก็จะเป็นดัชนี

เดือนกษัตริย์ ในปัจจุบันปริมาณความชื้นและรูปแบบการตกของ
น้ำฝน ถือได้ว่าเป็นดัชนีที่ดีที่สุด ดังนั้นในการวิเคราะห์เพื่อเดือน
กษัตริย์พยายามหาปริมาณ “น้ำฝนวิกฤต” เพื่อการเดือนกษัตริย์ ตัวอย่าง
น้ำฝนวิกฤตในตำบลน้ำก้อ อ.หล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ แสดงดัง
รูปที่ 16 และของพื้นที่ เขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี (แผนที่ระหว่าง
5434IV) ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธีทางเทคนิคแสดงไว้ในรูปที่ 17
ผลการศึกษานี้ได้สอดคล้องกับผลการสำรวจปริมาณน้ำฝนที่ทำให้
ให้เกิดดินถล่มในเกาะฮ่องกงที่เสนอโดย Lumb(1975) ซึ่งแสดง
ไว้ในรูปที่ 18

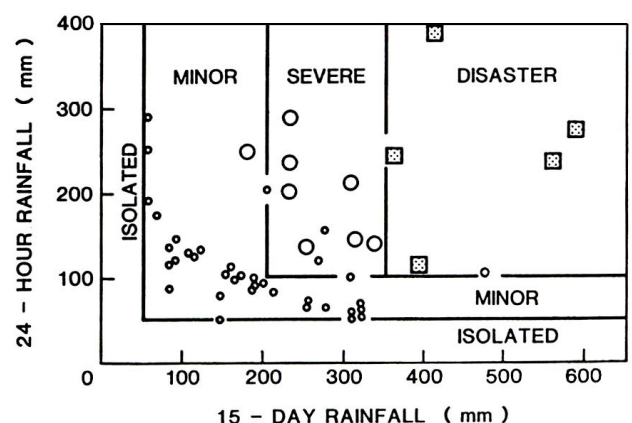


รูปที่ 16 ขอบเขตน้ำฝนวิกฤต (นงลักษณ์, 2546)



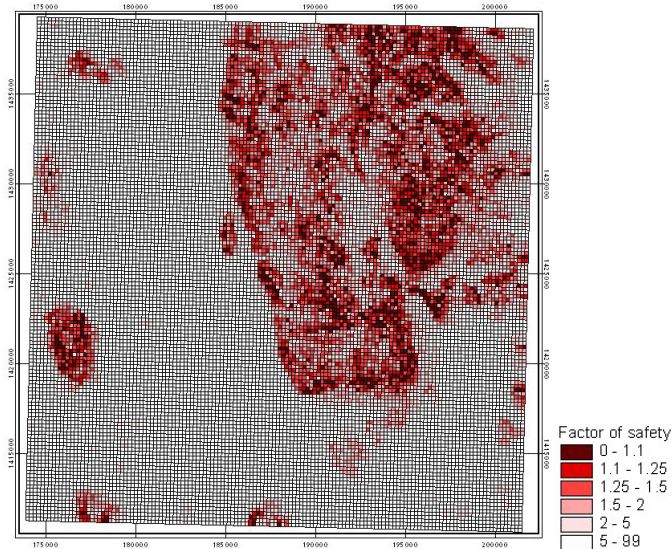
รูปที่ 17 ขอบเขตน้ำฝนวิกฤต เหตุการณ์ดินถล่มในอดีต (บรรพต, 2548)

การนำเอาปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ในพื้นที่มาเป็นดัชนีในการ
เตือนภัยมีข้อดีอยู่หลายประการด้วยกันคือ การตรวจวัดทำได้ง่าย

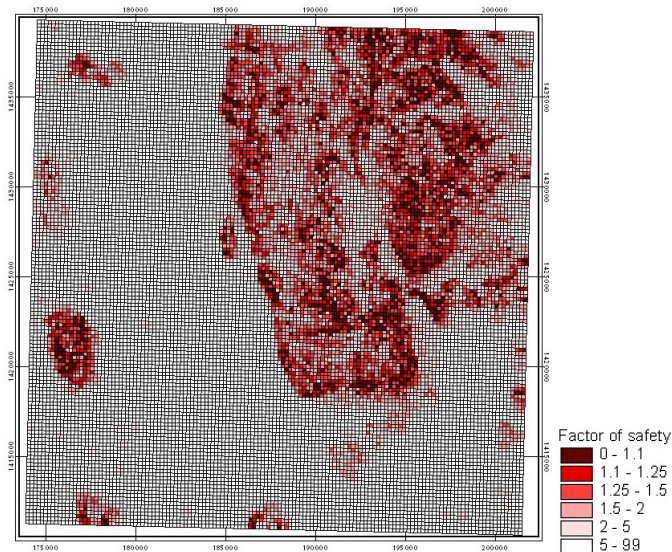


รูปที่ 18 ปริมาณน้ำฝนที่ทำให้เกิดดินถล่มในฮ่องกง

โดยบุคลากรในท้องถิ่น เครื่องมือมีราคาไม่แพงมากนักและมีศักยภาพที่จะวัดได้แบบอัตโนมัติแล้วส่งสัญญาณเข้าสู่ศูนย์เตือนภัยรูปที่ 19 แสดงการคำนวณคาดการณ์ล่วงหน้าโดยแบบจำลองบริเวณถึงบริเวณที่มีโอกาสถล่มเมื่อมีฝนตกหนัก



ก. ในสถานะเริ่มต้น



ข.สถานะฝนตกหนัก

รูปที่ 19 แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม (บรรพต, 2548)

7. แนวทางการศึกษาในระยะยาว

การศึกษาเรื่องแผ่นดินถล่มในอนาคตนั้นควรศึกษาถึงพฤติกรรมของการพิบัติ ด้วยการติดตั้งเครื่องมือวัด แล้วนำมาจำลองพฤติกรรมที่เกิดขึ้น เพื่อสร้างพื้นฐานความรู้และความเข้าใจ รวมไปถึงการพัฒนาแผนที่เสี่ยงและแผนที่โอกาสเกิดดินถล่ม เพื่อนำมาใช้ในการร่วมกับการตัดสินใจในการเตือนภัยและวางแผนในการป้องกันหรือแผนการช่วยเหลือในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ดินถล่ม ทำให้เมื่อมีการศึกษาโดยรวมทั้งหมดจะนำมาสู่การจัดการภัยธรรมชาติแผ่นดินถล่มที่ครบวงจรดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 การจัดการภัยธรรมชาติแผ่นดินถล่ม

ในอดีตการจัดการภัยธรรมชาติแผ่นดินถล่มนั้นส่วนมากจะมีมากในช่วงฟื้นฟูคือหลังจากเกิดดินถล่ม แต่ในปัจจุบันนั้นได้มีการวางแผนการจัดการดินถล่มในช่วงปกติ และช่วงก่อนเกิดภัยดินถล่ม เช่นการจัดอบรมสัมมนาให้ความรู้เกี่ยวกับดินถล่ม และการศึกษาจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยดินถล่ม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสนใจในเรื่องแผ่นดินถล่มมากขึ้น เนื่องจากประชาชนได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์ดินถล่มกันมากในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาเรื่องแผ่นดินถล่มอาจต้องผนวกในเรื่องของดินถล่มที่เกิดขึ้นเนื่องจากการมนุษย์มีการเปลี่ยนแปลงสภาพในธรรมชาติ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดดินถล่มที่สร้างความเสียหายได้ รวมทั้งต้องมาการศึกษาหาแนวทางในการเพิ่มเสถียรภาพให้กับพื้นที่ที่เกิดดินถล่ม

8. สรุป

ปัญหาภัยพิบัติดินถล่มในประเทศไทยถึงแม้ว่าจะมีมาตั้งแต่ยุคเวลาในรัชกาลมาแล้ว แต่นับวันยังทวีความรุนแรงขึ้นจากการที่ประชากรของประเทศเพิ่มขึ้นและเข้าไปใช้พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงขึ้นเรื่อยๆ การศึกษาและคาดการณ์แผ่นดินถล่มสามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในท้องถิ่น ความรุนแรงที่เกิดขึ้น และองค์ความรู้ที่มี ซึ่งหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในประเทศไทยเองก็ยังใช้วิธีที่แตกต่างกันอยู่ จนบางครั้งผู้นำเอาแผนที่เสี่ยงภัยไปใช้งานจะเกิดความสับสนขึ้นได้

วิธีทางธรณีเทคนิคเป็นวิธีที่คำนวณความมั่นคงของลาดดินได้โดยตรง และสามารถอธิบายพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในดินขณะที่เกิดฝนตกหนักได้อย่างชัดเจนจึงเป็นพื้นฐานของงานศึกษาวิจัยด้านดินถล่มที่ดีและมีศักยภาพที่จะทำการจำลองสภาพดินถล่มได้ในลักษณะรวดเร็วตามปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้โดยตรงใน

พื้นที่ แต่ก็มิใช่อำนาจของการนำไปประยุกต์ใช้ จะต้องอยู่ในพื้นที่ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องไม่แปรผันมากนัก ทั้งยังต้องใช้เวลาในการสำรวจและทดสอบคุณสมบัติดินในห้องปฏิบัติการ จึงต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในอนาคต

การจัดการภัยพิบัติแผ่นดินถล่มมีลักษณะเป็นสหวิทยาการจึงจะต้องมีการประสานงานกันระหว่างหลายสาขาวิชา หลายหน่วยงานทั้งภาครัฐ และเอกชน ตลอดจนต้องมีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างฐานความรู้เพื่อนำไปสู่การเตือนภัยและลดภัยพิบัติในระยะยาวต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] วรากร ไม่เรียง และคณะ. 2545. การพัฒนาแผนหลักการจัดการภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) กรุงเทพฯ
- [2] วรากร ไม่เรียง. 2542. วิศวกรรมเขื่อนดิน. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [3] บรรพต กุลสุวรรณ, 2548. การศึกษาพฤติกรรมการบีบอัดของลาดดินในพื้นที่ต้นน้ำของกลุ่มน้ำย่อยแม่น้ำจันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [4] นงลักษณ์ ไทรเจียมอารีย์. 2546. คุณสมบัติดินทางวิศวกรรมเพื่อการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินในพื้นที่กลุ่มน้ำน้ำก้อ ต.น้ำก้อ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [5] บุญรอด กุปติพัทธ์. 2532. การศึกษาความเหมาะสมของการทดสอบกำลังของดินตัวเชื่อมห้วยปะทิว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [6] Fleming, H.D. 1952. Undrained triaxial compression tests on a decomposed pyllite. pp 112-122. In First Australia New Zealand Conf. Soil Mech. And Found. Eng. Australia.
- [7] Fredlund, D.G. and H. Rahardjo. 1993. **Soil Mechanics for Unsaturated Soils.** John Wiley & Son, INC., New York.
- [8] Kenney, T.C. and G.H. Watson. 1961. Multiple-Stage Triaxial Test for Determining c' and f' of Saturated soils. pp.191-195. In 5th Int. Conf. Soil Mech. Vol.1.
- [9] Taylor, D.W. 1950. A triaxial shear investigation on a partially saturated soil. pp. 180-191. In ASTM. Spec. Tech. Pub. No. 106.

- [10] Transportation Research Board. 1996. Landslides Investigation and Mitigation, National Academy Press, Washington, D.C.