

คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ผุพังมาจากหินแกรนิตยุคครีเตเชียสในประเทศไทย สำหรับการสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินโอกาสในการเกิดดินถล่ม

Engineering Properties of Residual Soil of Cretaceous Granite in Thailand for Landslide Hazard Assessment Modelling

สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์¹ และ สุรย์ พัฒนาประทีป²

¹ รองศาสตราจารย์ และ ² นิสิตปริญญาโท

หน่วยวิจัยดินถล่ม ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก (GERD)

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

E-mail: ¹ soralump_s@yahoo.com, ² fritterguitar@hotmail.com

บทคัดย่อ

ดินถล่มเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่สร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก สาเหตุในการเกิดดินถล่มประกอบด้วยปริมาณฝนที่ตกหนักมากเกินไป, ธรณีวิทยาของหินต้นกำเนิด และสาเหตุอื่นๆ การสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินพื้นที่โอกาสในการเกิดดินถล่มโดยวิธีทางวิศวกรรมนั้น จำเป็นต้องทราบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ผุพังมาจากหินต้นกำเนิด จากการศึกษาข้อมูลสถิติในการเกิดดินถล่ม สุทธิศักดิ์ (2554)พบว่า ชุดหินที่มีความถี่ในการเกิดดินถล่มสูงสุดคือหินแกรนิตยุคครีเตเชียส ดังนั้นในบทความนี้จึงมุ่งนำเสนอวิธีการทดสอบและผลการศึกษาค้นสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ผุพังมาจากหินแกรนิตยุคครีเตเชียส คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ศึกษาประกอบไปด้วยคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรม, คุณสมบัติทางด้านกำลังรับแรงเฉือนของดินที่ลดลงตามการเพิ่มขึ้นของความชื้นในดินและคุณสมบัติทางด้านการไหลซึมของดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินพื้นที่โอกาสในการเกิดดินถล่มต่อไป

คำสำคัญ: ดินที่ผุพังมาจากหิน, คุณสมบัติดินทางวิศวกรรม, ดินถล่ม

Abstract

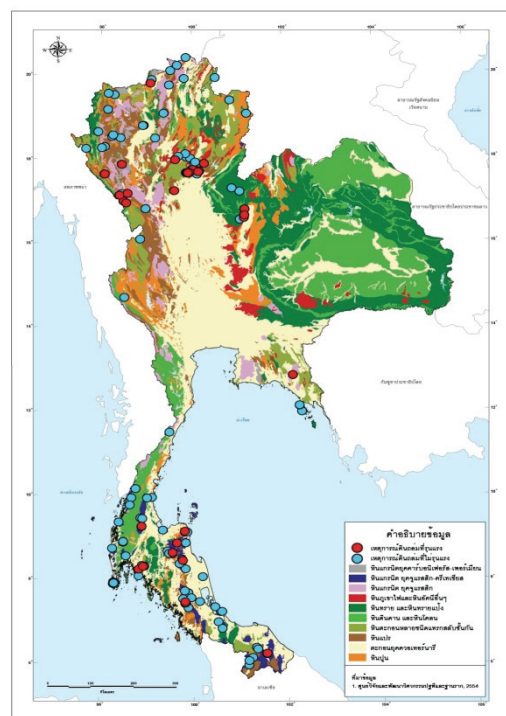
Landslide is one of natural disaster in Thailand which required loss of life and valuable property which are discovered major causing from heavy rainfall, geology of parent rock and etc. Landslide hazard assessment model need to know the engineering properties of residual soil from parent rock. Base on the statistical analysis of landslide event was studied by Suttisak 2011, it was found that Cretaceous granite had highest frequency of landslide event. Therefore, In this article are focused on engineering properties of residual soil from cretaceous granite for perform on behalf of parameters determination in model. This article will present in term of engineering properties such basic properties, shear strength reduction parameters and permeability function of unsaturated soil to use for create database of landslide hazard model.

Keywords: residual soil, engineering properties, landslide

1. คำนำ

สถิติในการเกิดดินถล่มในประเทศไทยจากการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513-2554 [1] สุทธิศักดิ์ (2554) พบว่ามีจำนวนเหตุการณ์ในการเกิดดินถล่มทั้งหมด 152 เหตุการณ์ แบ่งออกเป็นเหตุการณ์ที่สร้างความเสียหายเป็นบริเวณกว้างและที่มีความเสียหายเฉพาะจุด ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียสะสมเป็นจำนวนมาก

ดังนั้นเพื่อที่จะลดความเสียหายที่เกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบเพื่อใช้ประเมินโอกาสในการเกิดดินถล่มที่เกิดจากฝนตกหนัก [2] สันติและสุทธิศักดิ์ (2555) ได้พัฒนาแบบจำลองการไหลซึมที่ใช้ในการวิเคราะห์ลาดดินธรรมชาติที่มีการสะสมตัวของดินที่ผุพังมาจากหิน โดยมีสมมุติฐานว่าลาดดินตามธรรมชาตินั้นอยู่ในสภาวะไม่อิ่มตัวด้วยน้ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในลาดดินจากน้ำฝน ค่าแรงดันน้ำในดินจะลดลงและทำให้กำลังรับแรงเฉือนในดินเปลี่ยนแปลงไปจนเป็นสาเหตุให้ลาดดินเกิดการพิบัติ



รูปที่ 1 ตำแหน่งการเกิดดินถล่มในประเทศไทย พ.ศ. 2513-2554 [1]

แบบจำลองดังกล่าวประกอบไปด้วยแบบจำลองหลักๆ 2 แบบจำลองคือแบบจำลองการไหลซึมของลาดดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำและแบบจำลองเสถียรภาพของลาดดิน ทั้งนี้ในการสร้างแบบจำลองทั้ง 2 จำเป็นต้องทราบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ผุพังมาจากหินทั้งในสภาพอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ซึ่งประกอบไปด้วยคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรม, คุณสมบัติทางด้านกำลังรับแรงเฉือนของดินที่ลดลงตามการเพิ่มขึ้นของความชื้นในดินและ คุณสมบัติทางการไหลซึมของดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ ในบทความนี้จะนำเสนอคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ผุพังมาจากหินแกรนิตในยุคครีเตเชียส เนื่องจากการศึกษาข้อมูลทางสถิติในการเกิดดินถล่มเทียบกับชุดหินที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม [1] พบว่าชุดหินดังกล่าวมีความอ่อนไหวในการเกิดดินถล่มที่สูงที่สุดในประเทศไทย

2. หินแกรนิตยุคครีเตเชียสในประเทศไทย

[3] Soralump et al , (2012) ได้จำแนกกลุ่มหินที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มในประเทศไทยได้เป็น 11 กลุ่ม ในมาตราสวานแผนที่ความละเอียดตามข้อมูลแผนที่ทางธรณีวิทยา 1:250,000 ของกรมทรัพยากรธรณี พบว่าเมื่อทำการจำแนกหินแกรนิตที่พบในประเทศไทยออกตามอายุในการเกิด, ปัจจัยทางธรณีวิทยาและสถิติในการเกิดเหตุการณ์ดินถล่ม สามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ หินแกรนิตยุคคาร์บอนิเฟอรัสและเพอโม-ไตรแอสสิก, ยุคไตรแอสสิก, ยุคครีเตเชียส ซึ่งหินแกรนิตที่เกิดในยุคครีเตเชียสพบว่ามีควมถี่ในการเกิดเหตุการณ์ดินถล่มต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับหินแกรนิตยุคอื่นๆ และสูงที่สุดเมื่อเทียบกับหินทุกชนิดในประเทศไทย

พื้นที่ที่พบหินแกรนิตในยุคครีเตเชียสนั้นโดยส่วนมากจะพบในบริเวณภาคตะวันตกและภาคใต้ของประเทศไทย กระจายอยู่ในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี, ราชบุรี, เพชรบุรี, ประจวบคีรีขันธ์, ระนอง, สุราษฎร์ธานี, นครศรีธรรมราช, พังงา, กระบี่, ภูเก็ต และนราธิวาส ดังแสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เคยเกิดภัยดินถล่มที่สำคัญในอดีตมาก่อนเช่น พื้นที่เขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช หรือพื้นที่เขาพนม จังหวัดกระบี่ เป็นต้น เมื่อนำมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่พบว่ามามีปริมาณพื้นที่ 4,758.89 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 0.93 ของพื้นที่ทั้งประเทศ

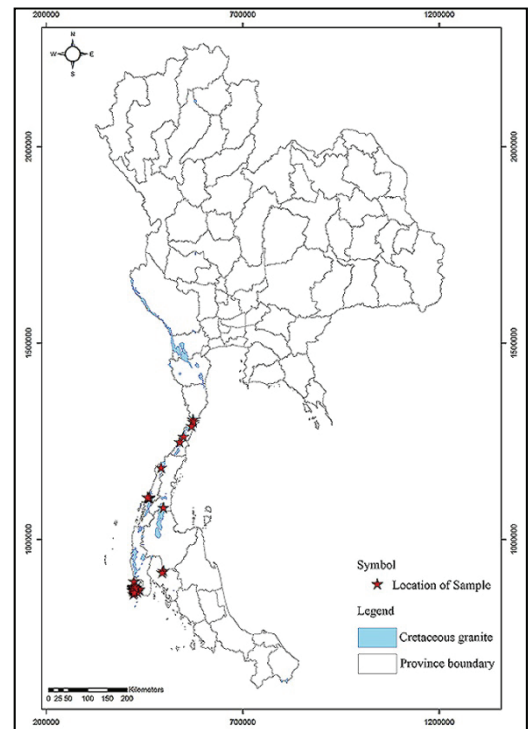
2.1 ลักษณะทางกายภาพของหินแกรนิตในยุคครีเตเชียส

หินแกรนิตกำเนิดจากหินหนืดที่เย็นตัวภายในเปลือกโลก (Intrusive) หลังจากนั้นเกิดการเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกจนเกิดการยกตัว ทำให้หินหนืดที่เย็นตัวได้เปลือกโลก ซึ่งมีความหนาแน่นต่ำถูกดันตัวขึ้นมากลายเป็นยอดเขา หินแกรนิตมีลักษณะของผลึกที่ชัดเจน เนื้อหยาบเมื่อสัมผัสด้วยตาเปล่าจะมีเนื้อดอกเด่นชัด เนื้อดอกประกอบด้วยแร่ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ และไบโอไทต์ แร่ดอกเฟลด์สปาร์แสดงหน้าผลึกกึ่งสมบูรณ์ขนาดประมาณ 2-5 ซม. บางแห่งมีการเรียงตัวของแร่ดอก แสดงดังรูปที่ 3

2.2 ลักษณะการผุพังของหินแกรนิตในธรรมชาติ

การศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ผุพังมาจากหินต้นกำเนิดนั้นจำเป็นต้องทราบลักษณะในการผุพังของหินต้นกำเนิด จากการศึกษาระดับการผุพังของหินต้นกำเนิด [4] Deree and Patton (1971) พบว่าหินแกรนิตเมื่อผ่านกระบวนการผุพังจนกลายเป็นดิน (weathering process) จะให้ลักษณะการสะสมตัวที่หนา มีระดับการ

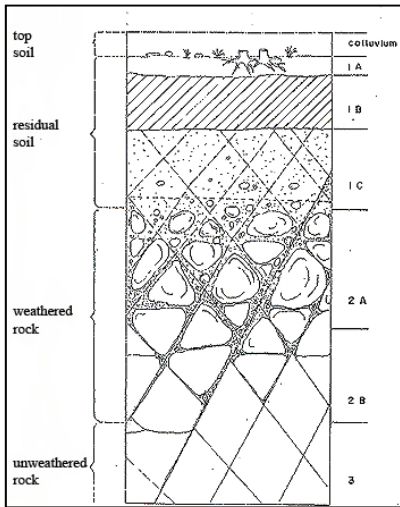
ผุพังจนเกิดการสะสมตัวออกเป็น 3 ส่วนกว้างๆคือ residual soil, weathered rock และ unweathered rock ซึ่งในแต่ละชั้นยังแบ่งย่อยได้ตามลักษณะของเม็ดดิน, ขนาดของเม็ดดิน และคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างไปตามแร่ประกอบของหินต้นกำเนิด ลักษณะของระดับการผุพังแสดงดังรูปที่ 4 โดยในชั้นที่เป็นระดับ residual soil จะอยู่ในโซน 1a-1c จะมีลักษณะทางโครงสร้างเป็นดินจนเกือบหมด แต่ในระดับ 1c จะยังมีสภาพโครงสร้างของหินต้นกำเนิดหลงเหลืออยู่บ้างแต่ลักษณะเป็นเนื้อดิน แร่ควอตซ์จะยังมีผลึกเหลืออยู่ส่วนแร่เฟลด์สปาร์จะผุสลายกลายเป็นแร่ประกอบดินเหนียว



รูปที่ 2 ตำแหน่งของหินแกรนิตยุคครีเตเชียสและตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างที่พบในประเทศไทย



รูปที่ 3 ลักษณะเนื้อดอกของหินแกรนิตในยุคครีเตเชียส



รูปที่ 4 ระดับการผุพังของดินที่สลายมาจากหินแกรนิต [4]

3. คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ผุพังมาจากหินที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินโอกาสเกิดดินถล่ม

คุณสมบัติทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองประเมินโอกาสในการเกิดดินถล่มนั้นประกอบด้วยคุณสมบัติของดินทางวิศวกรรมหลัก 2 ประการ อันได้แก่ คุณสมบัติการลดลงของกำลังรับแรงเฉือนของดินที่เปลี่ยนไปตามระดับความชื้นที่เพิ่มขึ้น และคุณสมบัติการไหลซึมน้ำผ่านมวลดิน ตามทฤษฎีของดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Unsaturated soil) คุณสมบัติดังกล่าวได้มาจากการทดสอบในสนามและการเก็บตัวอย่างดินทั้งแบบถูกรบกวน (Disturbed samples) และไม่ถูกรบกวน (Undisturbed samples) เพื่อการทดสอบหาคุณสมบัติของดินต่างๆ ในห้องปฏิบัติการตามวิธีการที่อธิบายโดย [5] สุทธิศักดิ์ และวรวิชัย (2552) โดยตัวอย่างดินที่ผุพังจากหินแกรนิตยุคครีเตเชียสจำนวน 96 ตัวอย่างได้จากการเก็บตัวอย่างจากการวิจัยที่ดำเนินการโดยหน่วยวิจัยดินถล่มศูนย์วิจัยวิศวกรรมปฐพีฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 จนถึงปัจจุบัน

3.1 คุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของดินที่ผุพังมาจากหินแกรนิตในยุคครีเตเชียส

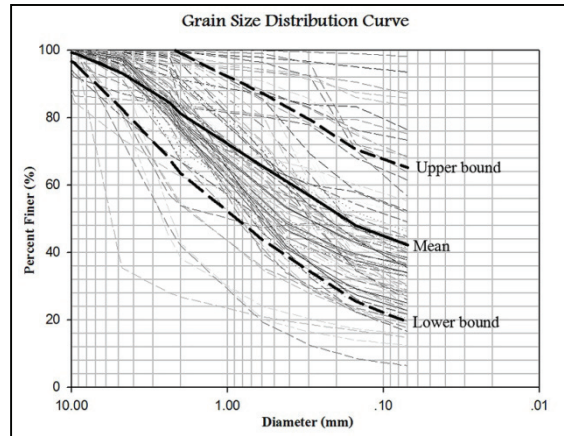
คุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมที่ได้ทำการศึกษาประกอบไปด้วยขนาดผลของเม็ดดิน (Grain Size Analysis), พิกัดอัตราตะเบริก (Atterberg's Limit), การจำแนกชนิดดินตามระบบ USCS จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

การหาขนาดผลของเม็ดดินพบว่าขนาดผลของตัวอย่างโดยส่วนใหญ่จะมีค่าเฉลี่ยของการกระจายตัวเป็นสัดส่วนของกรวดเท่ากับร้อยละ 18.79, สัดส่วนของทรายร้อยละ 39.03, สัดส่วนของตะกอนทรายและดินเหนียวร้อยละ 42.18 แสดงดังรูปที่ 5

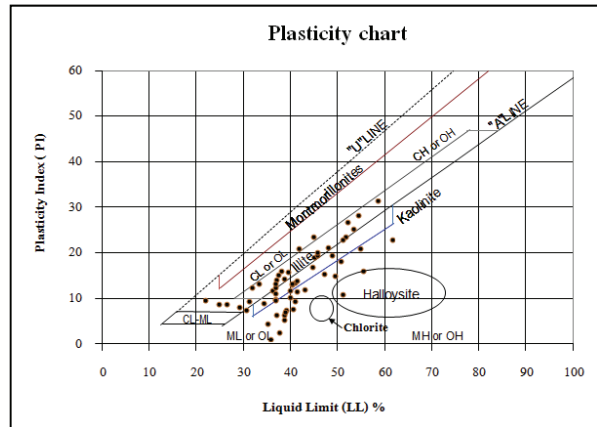
ผลการทดสอบหาพิกัดอัตราตะเบริกพบว่าตัวอย่างจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมพบว่า เป็นตัวอย่างดินที่มีความเหนียวมีค่าพิกัดอัตราตะเบริก ค่าเฉลี่ยพิกัดเหลว (Liquid Limit) เท่ากับ 41.33, พิกัดพลาสติก (Plastic Limit) เท่ากับ 27.14 และค่าดัชนีพลาสติก (Plastic Index) เท่ากับ 14.09 รูปที่ 6 แสดงลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล ซึ่งพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะเกาะกลุ่มบริเวณเส้น A-line จัด

อยู่ในแร่ประกอบจำพวก kaolinite และ illite ซึ่งเป็นแร่ที่ผุพังจากแร่ประกอบหินต้นกำเนิด

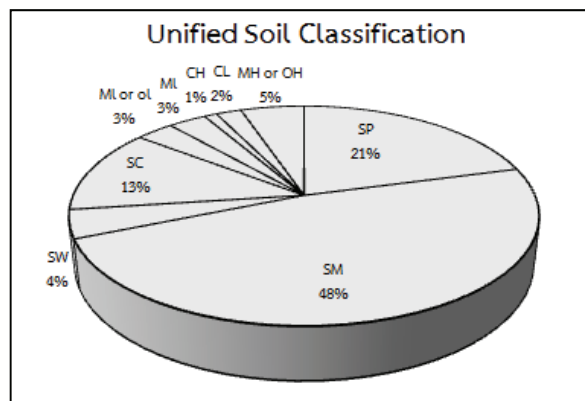
เมื่อนำข้อมูลการหาขนาดผลของเม็ดดินและพิกัดอัตราตะเบริก มาทำการจำแนกชื่อเรียกตามระบบ USC พบว่าตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นดินประเภท SM เป็นส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 48 และเป็นดินประเภท SP ร้อยละ 21 แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 5 ขนาดผลของดินที่ผุพังมาจากหินแกรนิตยุคครีเตเชียส



รูปที่ 6 ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลพิกัดอัตราตะเบริก



รูปที่ 7 ร้อยละการจำแนกดินตามระบบ USC

3.2 คุณสมบัติทางด้านกำลังรับแรงเฉือนของดิน

คุณสมบัติทางด้านกำลังรับแรงเฉือนที่เปลี่ยนแปลงตามความชื้น เป็นคุณสมบัติสำคัญที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองดินถล่มที่เกิดจากฝนตกหนัก ในการทดสอบหาลักษณะกำลังรับแรงเฉือนของดินที่ผู้พึ่งมาจากหินใช้วิธีการทดสอบแบบ KU-MDS ([6] วรากรและคณะ, 2546 และ [5] สุทธิศักดิ์ และ วรวัชร, 2552) เป็นการทดสอบที่ใช้เครื่องมือ Direct Shear Test แบบ Multi Stage เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงเฉือนที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อความชื้นเปลี่ยนไป โดยสร้างความสัมพันธ์ในรูปแบบ 3 มิติเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ [5] ดังแสดงดังรูปที่ 8 ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมโดยทั่วไปของค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ ดังแสดงตามสมการที่ (1)

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

โดยที่ τ = กำลังรับแรงเฉือนของดิน

c' = effective cohesion

c_s = apparent cohesion

σ_n = normal stress

u_a = pore air pressure

ϕ' = effective friction angle

สมการแสดงความสัมพันธ์ของค่า apparent cohesion (c_s) ที่เปลี่ยนแปลงตามความชื้นที่เพิ่มขึ้น [7] ส่งผลให้กำลังรับแรงเฉือนของดินมีค่าลดลง สามารถแสดงสมการจากข้อมูลของดินแกรนิตในรูปที่ 8 ได้ดังสมการที่ (2)

$$\tau = \tau_0 - a(Sr) + b(\sigma) \quad (2)$$

τ_0 ค่าคงที่จากกราฟความสัมพันธ์ในระบบ 3 แกน เท่ากับ 0.774

a ความชันของความสัมพันธ์ระหว่าง Sr กับ τ เท่ากับ 0.762

b ความชันของความสัมพันธ์ระหว่าง σ กับ τ เท่ากับ 0.457

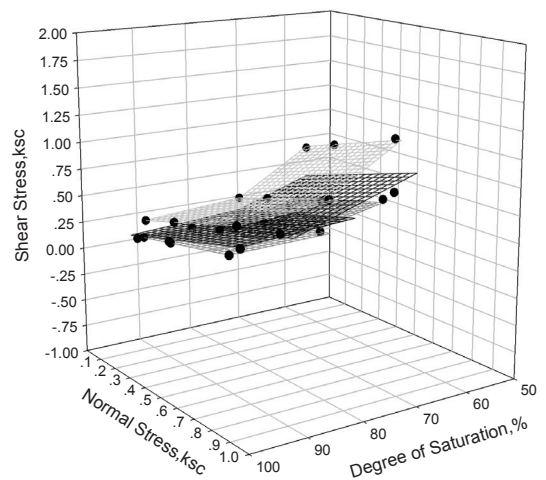
จากสมการดังกล่าวจะพบว่าค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินนั้นมีค่าลดลงจนเกือบคงที่เมื่อค่าความอิ่มตัวของดินมากกว่าประมาณ 80% นั้นหมายถึงว่าดินไม่จำเป็นต้องอิ่มตัว 100% ถึงจะเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มสูงที่สุด

เมื่อนำข้อมูลผลการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของดินที่ผู้จากหินแกรนิตยุคครีเตเชียส มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อศึกษาเรื่องการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Cohesion และ Friction angle แสดงในรูปที่ 9 และการกระจายตัวของข้อมูลแสดงในรูปที่ 10 และ 11 พบว่าค่า Friction angle มีการกระจายตัวแบบ Normal distribution ที่มีค่า Coefficient of variation (COV) เท่ากับ 25.03% โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.81 ทั้งนี้ค่า COV ที่ได้มีค่าที่มากกว่าค่าโดยทั่วไปของดินทรายที่เป็นดินตะกอน ที่มีค่า COV ประมาณ 9-12% [8] Phoon and Kulhawy(1999) ทั้งนี้ความแปรปรวนที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวอาจเกิดจากตัวอย่างดินผู้มีระดับความผู้ที่ต่างกันทำให้ขนาดและรูปร่างของเม็ดดินแตกต่างกันไป จึงทำให้เกิดความแปรปรวนเชิงพื้นที่ (Spatial variation) ทั้งนี้การกระจายตัวของค่า Friction angle พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับค่าความอิ่มตัวของดิน

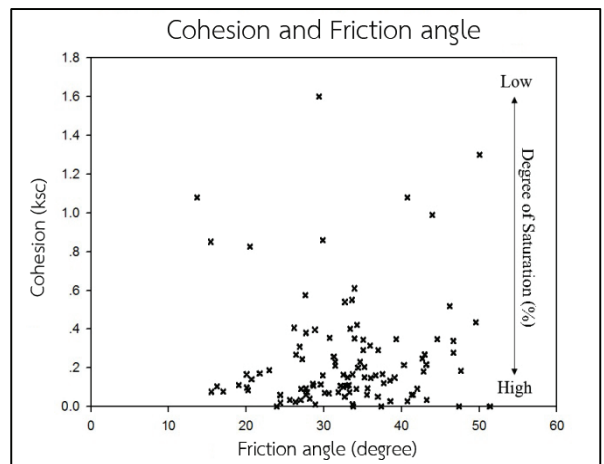
ในขณะที่ค่า Cohesion พบว่ามีการกระจายตัวในลักษณะเบ้ขวาอย่างชัดเจนซึ่งเกิดมาจากค่า apparent cohesion ที่ไม่ควรจะมีในการทดสอบตัวอย่างสุดท้ายของผู้แต่ไม่สามารถเสี่ยงได้ โดยพบว่าส่วนเบ้

ขวาของค่า Cohesion ซึ่งเป็นส่วนค่ามาก เกิดจากดินที่ไม่อิ่มตัวอันเป็นผลเนื่องมาจากการเตรียมตัวอย่างตัวอย่างสุดท้ายของการทดสอบ KU-MDS ใน Direct shear box จะดำเนินการโดยการแช่น้ำ (Soaked) ไม่ใช่การทำให้อิ่มตัวด้วยแรงดัน ซึ่งจะตรงกับสภาพความเป็นจริงของดินผุบนภูเขาที่ถูกทำให้ชุ่มด้วยน้ำฝนภายใต้การไหลซึมตามแรงโน้มถ่วง ซึ่งจะเกิดการอิ่มตัวตามการสมมุติในทฤษฎีได้นั้นเป็นไปได้ยาก

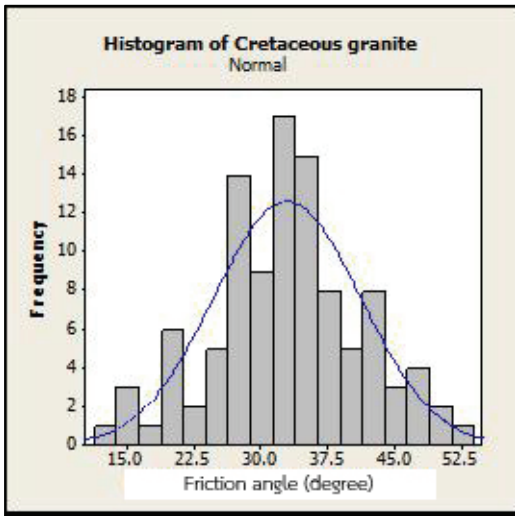
อย่างไรก็ตามพฤติกรรมการเบ้ขวาของค่า Cohesion ดังกล่าวนั้นได้สอดคล้องกับพฤติกรรมของของดินตะกอน [8] ทำให้ควรพิจารณาลักษณะความแปรปรวนดังกล่าวในการวิเคราะห์ที่แบบจำลองเพื่อความน่าจะเป็นในการพิบัติของดินถล่ม



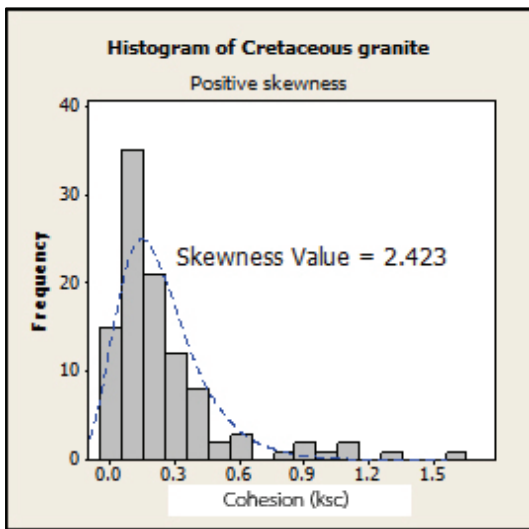
รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงเฉือนและความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปของหินแกรนิตในยุคครีเตเชียส [5]



รูปที่ 9 ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลคุณสมบัติกำลังรับแรงเฉือน



รูปที่ 10 ลักษณะการกระจายตัวของค่า Friction angle



รูปที่ 11 ลักษณะการกระจายตัวของค่า Cohesion

3.3 คุณสมบัติทางการไหลซึมของดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ

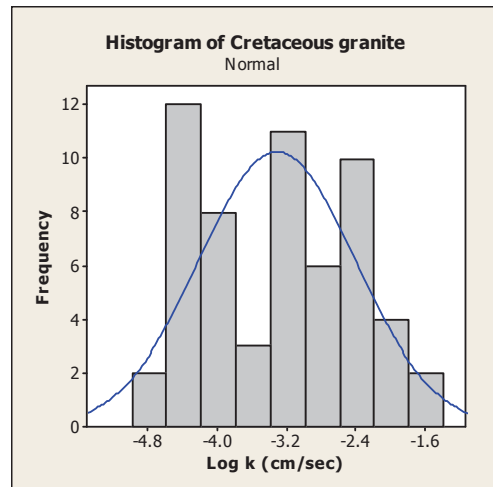
พฤติกรรมในการบีบตัวของลาดดินธรรมชาตินั้นจะเกิดขึ้นเมื่อในลาดดินนั้นมีการลดลงของกำลังรับแรงเฉือนอันเนื่องมาจากการเพิ่มความชื้นในมวลดิน ซึ่งปัจจัยนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีน้ำฝนไหลซึมลงสู่ลาดดิน ทำให้ต้องมีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางการไหลซึมของน้ำผ่านดิน โดยการวิเคราะห์นั้นต้องใช้ความรู้ในด้าน กลศาสตร์ของดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Unsaturated Soil Mechanics) ประกอบด้วยเนื่องจากในลาดดินธรรมชาติส่วนใหญ่จะอยู่ในสถานะไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ

การกระจายตัวของค่า \log ของความสามารถในการซึมผ่านของดินที่ศึกษา (Saturated Hydraulic conductivity) แสดงดังรูปที่ 12 โดยได้ข้อมูลจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้พบว่ามีลักษณะการกระจายตัวใกล้เคียงกับ Normal distribution โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $2.51E-03$ cm/sec และมีค่า COV เท่ากับ 194.06%

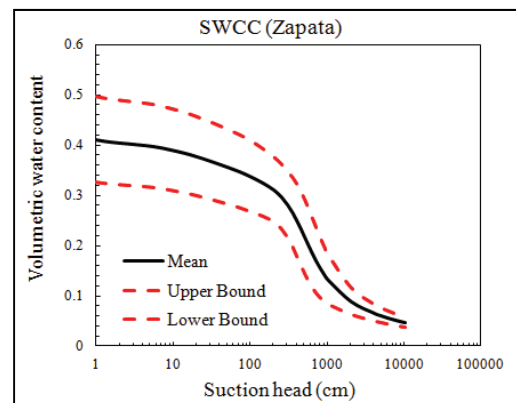
นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติของดินที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการไหลซึมของน้ำฝนในลาดดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำได้แก่ Soil Water Characteristic Curve (SWCC) หรือเส้นอัตราลักษณะของดิน และ Permeability Function (PF) คุณสมบัติเหล่านี้จำเป็นในการวิเคราะห์

เพื่อสร้างแบบจำลองในการไหลซึมของน้ำสู่มวลดิน ทั้งนี้ความสัมพันธ์ของคุณสมบัติกล่าวหาได้จากข้อมูลคุณสมบัติพื้นฐานของดิน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ [9] Brook & Corey (1964) และ [10] Zapata (1999)

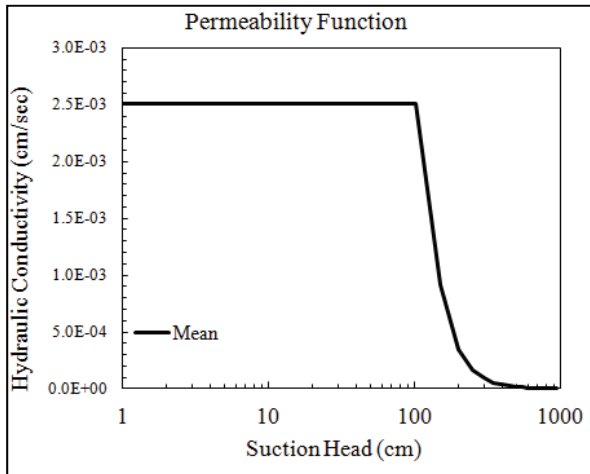
การประมาณค่า Soil Water Characteristic Curve (SWCC) นั้นใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Zapata (1999) ซึ่งได้ทำการศึกษาจากดิน 190 ประเภท โดยจำแนกดินออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ดินที่มีความเหนียว ($PI > 0$) ประมาณ 70 ชนิด และดินที่ไม่มีค่าความเหนียว ($PI = 0$) ประมาณ 120 ชนิด โดยที่ดินกลุ่มที่มีความเหนียวจะพิจารณาความสัมพันธ์จากปริมาณของมวลดินที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 200 และดัชนีความเหนียว (PI) ส่วนกลุ่มดินที่ไม่มีค่าความเหนียวจะพิจารณาจากขนาดของเม็ดดินที่มีปริมาณของดินขนาดเล็กกว่าอยู่ 60% โดยน้ำหนัก (D_{60}) เมื่อนำผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของดินที่ศึกษาที่ได้รับรวบรวมไว้มาทำการวิเคราะห์ ทำให้ได้ผลการประมาณค่า SWCC แสดงดังรูปที่ 13 จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากการประมาณค่า SWCC มาวิเคราะห์ Permeability Function ความสัมพันธ์นี้จะขึ้นอยู่กับค่าแรงดูดน้ำในมวลดิน (Matric Suction) ที่ส่งผลต่อค่าความสามารถในการซึมผ่านของน้ำในมวลดิน (Saturated Hydraulic Conductivity) การประมาณค่าจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาครั้งนี้ จะใช้การประมาณผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Brook & Corey ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ ดังแสดงดังรูปที่ 14



รูปที่ 12 การกระจายตัวของข้อมูลค่าความซึมผ่าน (log value)



รูปที่ 13 ผลการประมาณค่า SWCC [10]



รูปที่ 14 ผลการประมาณค่า permeability function [9]

4. สรุปผลการศึกษา

ดินที่ผู้ฟังมาจากหินแกรนิตยุคครีเตเชียสเมื่อได้ทำการศึกษพบว่าโดยส่วนมากจะเป็นดินประเภท SM ซึ่งสอดคล้องกับชนิดองค์ประกอบของแร่ที่ผู้ฟังมาจากหินต้นกำเนิด สามารถสรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ผู้ฟังมาจากหินได้ดังแสดงในตารางที่ 1 เมื่อนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์เชิงสถิติพบว่าข้อมูลมีความแปรปรวนค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าคุณสมบัติทางวิศวกรรมบางประการไม่สอดคล้องในเรื่องข้อมูลเชิงสถิติ เนื่องมาจากงานวิจัยที่ทำการรวบรวมไว้เป็นดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนซึ่งมีความแตกต่างจากดินที่ผู้ฟังในภูเขาจากหินต้นกำเนิดที่มีลักษณะโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไป

ตารางที่ 1 สรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินที่ผู้ฟังมาจากหินแกรนิตยุคครีเตเชียสที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองประเมินโอกาสเกิดดินถล่ม

parameter type	mean	cov (%)
Liquid limit (%)	41.33	19.97
Plastic limit (%)	27.24	20.27
Plastic index	14.09	46.48
Porosity	0.41	20.54
Passing # 200 (%)	45.51	43.10
Hydraulic conductivity (cm/sec)	3.E-03	194.06
Cohesion (ksc)	0.25	115.76
Friction angle (degree)	32.81	25.03

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนบทความขอขอบคุณ กรมทรัพยากรธรณี ,คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกรมทรัพยากรน้ำ

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์, “ฐานข้อมูลดินถล่ม”, ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก, 2554
- [2] สันติ ไทยยืนวงษ์และสุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์, “แบบจำลองปริมาณน้ำฝนเพื่อประเมินโอกาสในการเกิดดินถล่ม”, การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 17 วิศวกรรมโยธากับการพัฒนาเชิงบูรณาการ, ระหว่างวันที่ 9-11 พฤษภาคม 2555, ณ โรงแรมเซนทาราแกรนด์ จังหวัดอุดรธานี
- [3] Soralump,S.,Yangsanphu,S.and Phattanaprateep,S. “Grouping residual soil in Thailand for landslide Analysis”. Tokyo Tech -KU Joint seminar, 2012
- [4] Deree and Patton, “slope stability in residual soils”. Proc. 4th Panamerican Conf. Soil Mech., Puerto Rico, 1, p.87-170, 1971
- [5] สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์ และ วรวิษฐ์ ตอวิวัฒน์, “พฤติกรรมการรับแรงเฉือนเมื่อความชื้นเปลี่ยนแปลงไปของดินที่ผุสลายอยู่กับที่ในประเทศไทยเพื่อสนับสนุนการเตือนภัยดินถล่มและการออกแบบทางธรณีวิศวกรรม”, การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14 , ระหว่างวันที่ 13-15 พฤษภาคม 2552, ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- [6] วรากร ไม้เรียง และ นงลักษณ์ ไทยเจียมอารีย์. 2546, เสถียรภาพของลาดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำก้อโดยใช้คุณสมบัติทางวิศวกรรม . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [7] Lu N. and W. Likos . Unsaturated Soil Mechanics . John Wiley & Son, Inc., 2004 , pp. 229
- [8] Phoon, K.K. and Kulhawy, F.H. “Characterization of geotechnical variability.” Canadian Geotechnical Journal 36(4), p. 612-624, 1999
- [9] Brooks, R. J., and A. T. Corey, “Hydraulic properties of porous media”, Hydrol. Pap. 3, Colo. State Univ., Fort Collins, 1964.
- [10] Zapata ,C. “ Uncertainty in Soil-Water Characteristic Curve and Impact on Unsaturated Shear Strength Predictions”, Ph.D. Dissertation, 1999, Arizona State University, Tempe, Arizona, USA.