ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภินิติ โชติสังกาศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- **เครื่องมือวัดหน่วยแรงของน้ำในช่องว่างดิน (KU-Tensiometer) การวัดศักย์แรงดูดในดินและการทดสอบที่เกี่ยวข้อง**

- **ระบบเตือนภัยดินถล่มและการพัฒนาเกณฑ์การเตือนภัยดินถล่มและแนวทางการปรับปรุงเสถียรภาพของลาด**

ผศ.ดร. อภินิติ โชติสังกาศ
Asst. Prof. Dr. Apiniti Jotisankasa
นักเทคโนโลยีรุ่นใหม่ ประจำปี พ.ศ. 2554

- **เครื่องมือวัดหน่วยแรงของน้ำในช่องว่างดิน (KU-Tensiometer) การวัดศักย์แรงดูดในดินและการทดสอบที่เกี่ยวข้อง**

- **ระบบเตือนภัยดินถล่มและการพัฒนาเกณฑ์การเตือนภัยดินถล่มและแนวทางการปรับปรุงเสถียรภาพของลาด**

ผศ.ดร. อภินิติ โชติสังกาศ
Asst. Prof. Dr. Apiniti Jotisankasa
นักเทคโนโลยีรุ่นใหม่ ประจำปี พ.ศ. 2554

ที่มา/แนวคิด ของการพัฒนาเทคโนโลยี

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกก่อให้เกิดความแปรปรวนของรูปแบบการตกของฝน อาทิ อุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงขึ้น ฝนตกในช่วงสั้นแต่รุนแรง ฝนทิ้งช่วงหรือฤดูแล้งที่ยาวนาน สภาวการณ์เหล่านี้เป็นที่ประจักษ์แล้วว่าได้ก่อให้เกิดธรณีพิบัติภัยต่างๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็น น้ำท่วม โคลนถล่ม หรือแม้กระทั่งภัยแล้ง ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญต่างๆ ของประเทศ เช่น ถนน เขื่อน อ่างเก็บน้ำ หรือ ที่พักอาศัยในบริเวณสูงชัน ซึ่งมีลาดดินเป็นส่วนประกอบสำคัญ เนื่องมาจากคุณสมบัติของดินซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นและสภาพอากาศนั่นเอง ตัวอย่างที่ชัดเจน ได้แก่ การพังทลายของลาดในพื้นที่สูงชัน การแตกร้าวของถนนในช่วงฤดูแล้งที่ยาวนานสลับกับฤดูฝนที่รุนแรง การเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วของหินผุจำพวกหินดินดานหรือหินดินเหนียว รวมไปถึงการเคลื่อนตัวของฐานรากบนดินเหนียวประเภทยืดหดตัวสูง

ตัวแปรที่สำคัญในการวิเคราะห์พฤติกรรมทางกลศาสตร์และชลศาสตร์ของดินคือ แรงดันน้ำในช่องว่าง (pore water pressure) ซึ่งเมื่อมีค่าติดลบ (negative) จะเรียกว่าแรงดูดหรือศักย์แรงดึง (suction or tension potential) และกรณีที่มีค่าบวก (positive) จะเรียกว่าแรงดันน้ำ (pressure) และเป็นตัวแปรที่สำคัญทั้งในการศึกษาด้านวิศวกรรมปฐพี รวมไปถึงฟิสิกส์ของดิน การเกษตร สิ่งแวดล้อม ชลประทาน หรือวนศาสตร์

ในอดีตที่ผ่านมา เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดแรงดันน้ำในช่องว่างดิน ทั้งค่าบวกและลบ ชนิดอิเลกทรอนิกส์ซึ่งสามารถแปรค่าแรงดันเป็นสัญญาณไฟฟ้าได้ รวมไปถึงเครื่องมือทดสอบทางกลศาสตร์สำหรับดินไม่อิ่มน้ำ (unsaturated soil tests) จำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และมักจะมีราคาแพง ทำให้วิศวกร นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถใช้งานได้อย่างทั่วถึง ทำให้ไม่สามารถทราบพฤติกรรมด้านแรงดันน้ำในดินหรือการไหลซึมของน้ำในดินได้อย่างละเอียด ทำให้งานวิศวกรรมปฐพี การวิเคราะห์ด้านดินถล่มอาจทำได้ด้วยความยากลำบาก และต้องอาศัยการตั้งสมมุติฐานและการคาดการณ์เป็นหลัก โดยปราศจากการยืนยันจากผลการตรวจวัดทั้งในสนามและในห้องปฏิบัติการ ยกตัวอย่างการเตือนภัยดินถล่ม ซึ่งแม้การเตือนภัยโดยใช้ปริมาณน้ำฝนเป็นวิธีการที่สะดวกและเหมาะสม แต่ก็จะไม่สามารถบอกสภาวะที่เกิดขึ้นจริงในลาดดินได้ ว่าดินมีสภาวะอุ้มน้ำและมีระดับแรงดันน้ำในช่องว่างดินเท่าใด จึงอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนั้นพฤติกรรมทางกลศาสตร์ของดินไม่อิ่มน้ำยังเป็นสิ่งที่วิศวกรไทยขาดองค์ความรู้อย่างมาก

นอกจากนี้ วิธีการปรับปรุงเสถียรภาพของลาดดินเพื่อลดความเสี่ยงจากพิบัติภัยดินถล่มในระยะยาว ยังมีหลากหลายวิธี อาทิ การปลูกพืชหรือใช้วัสดุปกคลุมและเสริมแรงในดิน รวมไปถึงการลดความชัน และการระบายน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ในการประเมินประสิทธิภาพและข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธี ถ้าวิศวกรสามารถทราบพฤติกรรมด้านการไหลซึมของน้ำในลาดดิน และแรงดันน้ำในดินระหว่างฝนตกรุนแรง ก็จะทำให้สามารถปรับปรุงวิธีการออกแบบและก่อสร้างลาดดินได้ดีขึ้น

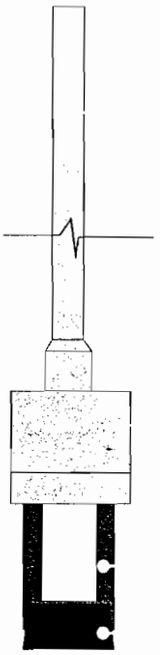
ทั้งนี้ วงการวิศวกรรมโยธาในประเทศไทยจำเป็นต้องตระหนักถึงผลกระทบจากสภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงจะมีต่อโครงสร้างพื้นฐานที่ต้องมีการบำรุงรักษาหรือจัดสร้างขึ้นใหม่อยู่เสมอ เพื่อเตรียมรับมือ พร้อมทั้งปรับรูปแบบการก่อสร้าง และคิดค้นวิธีการต่างๆ ให้สอดคล้องกับสภาพแปรปรวนที่จะเกิดมากขึ้นในอนาคต

ผลงานเด่น กลุ่มที่ 1

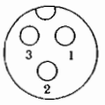
"เครื่องมือวัดหน่วยแรงของน้ำในช่องว่างดิน การวัดศักย์แรงดูดในดิน และการทดสอบที่เกี่ยวข้อง"

เครื่องมือวัดหน่วยแรงของน้ำในช่องว่างดินแบบอิเล็คทรอนิกส์ หรือ เคยู-เทนซิโอมิเตอร์ (KU-Tensiometer) ได้เริ่มพัฒนาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 โดยคณะนักวิจัยได้ออกแบบลักษณะของเครื่องมือวัดไว้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ทุกรูปแบบจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญ 2 ชิ้นส่วนด้วยกัน ดังแสดงในรูปที่ 1 คือ

1) ส่วนรับน้ำปลายดินเผา ซึ่งมีความทึบน้ำพอสมควรวัดด้วยหน่วยค่าแรงดันอากาศผ่าน (air entry pressure) เท่ากับ 1 บาร์ โดยปลายดินเผานี้จะประกอบเข้ากับหลอดอะคริลิก
2) ชุดฐานโลหะประกอบกับเซนเซอร์วัดแรงดันชนิดเทคโนโลยีอิเล็คทรอนิกส์จุลภาค (Micro Electro Mechanical Systems, MEMs) สำหรับกระบวนการใช้งาน จะต้องทำการเติมน้ำในทั้งสองส่วน และดูดฟองอากาศออกจากน้ำให้หมด โดยอาจใช้กระบอกเข็มฉีดยา ปั๊มสุญญากาศมือ หรือใช้ปั๊มสุญญากาศไฟฟ้า



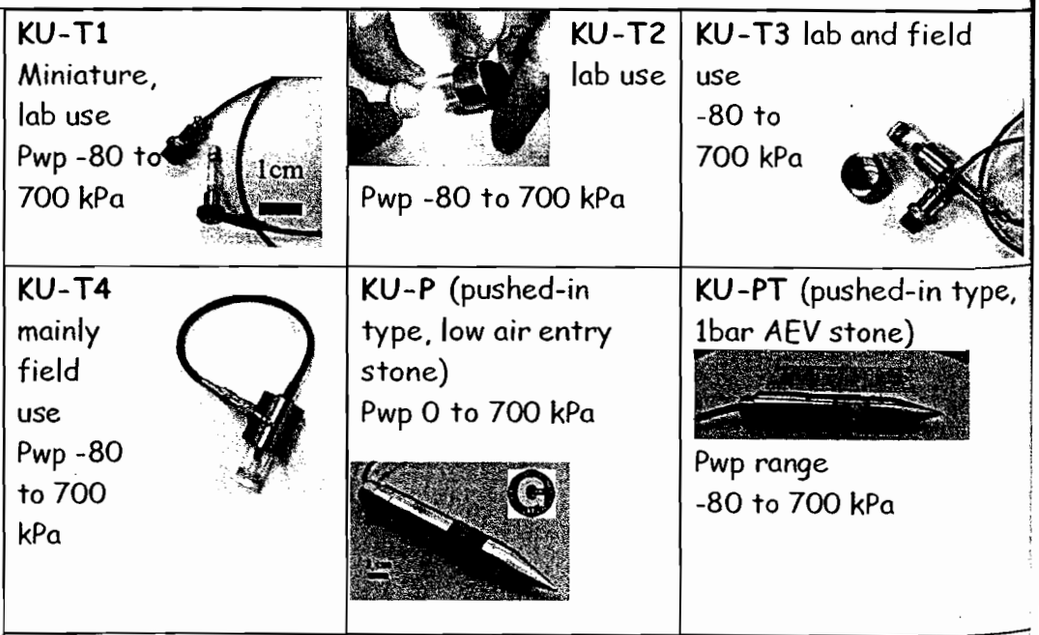
Tightly sealed signal cable
Three cores:
No.1-5 volts-Supply, red core
No.2-Output signal, V, White core
No.3-Ground



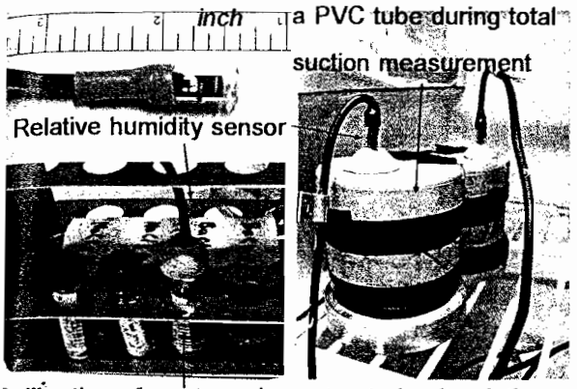
Sensor body: Stainless steel housing a MEMs piezoresistive absolute pressure transducer

Arcylic tube, generaly with length of 20 mm,but different length can be custom-made

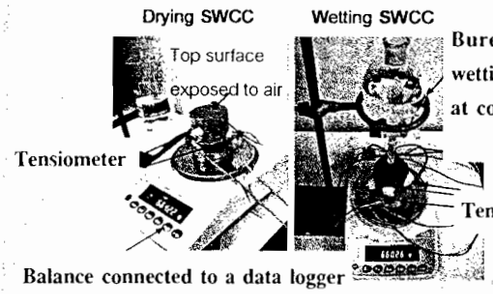
Hign quality 1-BAR air-entry porous ceramic



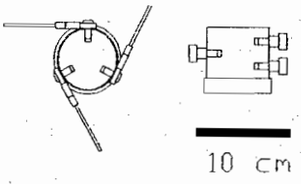
รูปที่ 1



รูปที่ 2

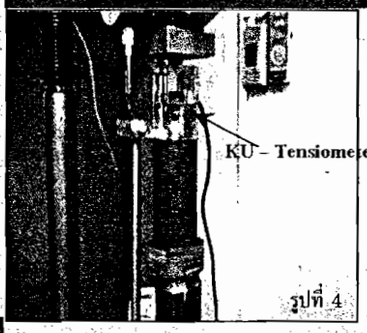


รูปที่ 3



นอกจากการวัดหน่วยแรงของน้ำในดิน นักวิจัยยังได้ดัดแปลงเซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อใช้วัดแรงดูดรวม (total suction) ในดิน ดังแสดงในรูปที่ 2 จึงสามารถวัดศักย์แรงดูดในดินได้ตั้งแต่ค่า 0 ถึง 10^6 kPa

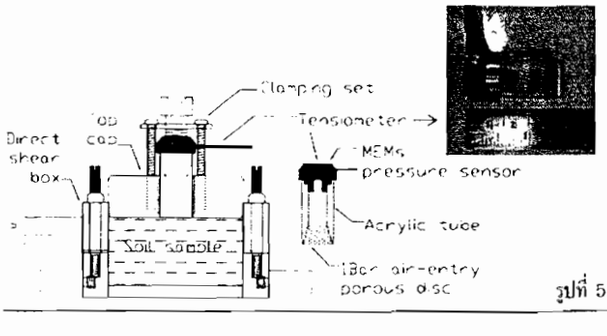
นักวิจัยได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือเคยู-เทนซิโอมิเตอร์ในการทดสอบต่างๆ ได้แก่ การทดสอบเส้นอัตลักษณ์ของดิน (Soil-Water Characteristic Curve) รวมไปถึงสัมประสิทธิการซึมน้ำผ่านดินที่ค่าศักย์แรงดูดต่างๆ (permeability function with suction) โดยได้พัฒนาวิธี continuous measurement หรือ Instantaneous prole ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งใช้หลักการจำลองการระเหยของน้ำจากดินและการจำลองน้ำไหลซึมสู่ดิน และวัดอัตราการเปลี่ยนแปลงของศักย์แรงดูด (suction gradient) ตลอดตัวอย่างดิน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักดินในช่วงแห้งหรือเปียก ทำให้การทดสอบทำได้เสร็จอย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาเพียง 3-4 วัน แต่หากใช้วิธีดั้งเดิม เช่นการใช้หม้อแรงดัน (pressure plate) อาจต้องใช้เวลาถึง 1-2 เดือน การทดสอบเส้นอัตลักษณ์ของดินนี้ยังจำเป็นสำหรับการศึกษาวิจัยด้านการเกษตร ชลประทานและวนศาสตร์ด้วย



รูปที่ 4

การประยุกต์ใช้ เคยู-เทนซิโอมิเตอร์ในการทดสอบอื่นๆได้แก่

- การทดสอบ Unconfined Compression Test ชนิดวัดแรงดูด (suction-monitored unconfined compression test) (รูปที่ 4) สามารถทดสอบกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผลของดินเหนียวอ่อน ได้ด้วยเครื่องมือที่มีราคาถูกกว่าชุดทดสอบสามแกน (tri-axial apparatus) อย่างมาก (50-100 เท่า) และมีค่าทดสอบที่ราคาถูกกว่า ประมาณ 2 เท่า
- การทดสอบเฉือนตรงชนิดวัดแรงดูด (suction-monitored direct shear test) (รูปที่ 5) สำหรับประเมินกำลังรับแรงเฉือนของดินที่สภาวะแรงดันน้ำค่าลบต่างๆ ประยุกต์ใช้ในงานวิจัยด้านดินถล่มและงานวิศวกรรมปฐพีอื่นๆ เครื่องมือทดสอบมีราคาถูกกว่าระบบอื่นๆ ซึ่งนิยมใช้ในต่างประเทศอย่างมาก



รูปที่ 5

การทดสอบต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นนี้ได้ใช้ประโยชน์ในงานวิจัย ความรู้พื้นฐานด้านกลศาสตร์ของดินไม่อิ่มน้ำ และการไหลซึมของน้ำในดินไม่อิ่มน้ำ วิศวกรรมดินถล่ม การเรียนการสอนระดับปริญญาโทวิชา unsaturated soil behaviour และการบริการวิชาการ อาทิ

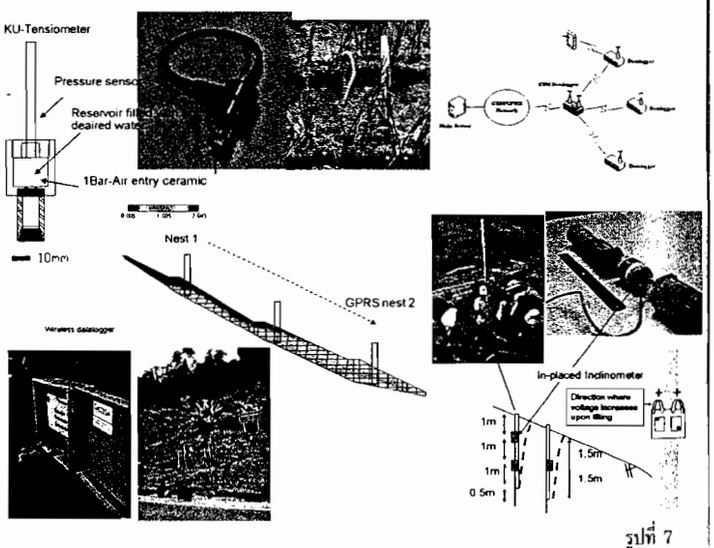
- งานวิจัยระดับปริญญาโทที่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3 เรื่อง, AIT 1 เรื่อง, Kyoto University 2 เรื่อง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1 เรื่อง
- งานวิจัยระดับปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1 เรื่อง
- ดำเนินการวิจัยร่วมกับ Curtin University ในเรื่อง The effect of suction on the behaviour of pavement foundation โดยใช้เครื่องมือดังกล่าว
- ได้จำหน่ายเครื่องมือวัดหน่วยแรงของน้ำในช่องว่างดิน (KU-Tensiometer) แก่หน่วยงานต่างประเทศ อาทิ Curtin University ประเทศออสเตรเลีย, Universidad Catolica de la Santisima Concepcion, ประเทศชิลี, Georgia Institute of Technology, USA, และ บริษัทไทยมารุยาม่า จำกัด และมีการจัดทำคู่มือการใช้งานเป็นภาษาอังกฤษเพื่อเผยแพร่ในวงกว้าง
- ได้ยื่นเรื่องจดสิทธิบัตรจำนวน 2 ฉบับ

ผลงานเด่น กลุ่มที่ 2

"ระบบเตือนภัยดินถล่มและการพัฒนาเกณฑ์การเตือนภัยดินถล่ม และแนวทางการปรับปรุงเสถียรภาพของลาด"

ดังได้กล่าวไว้ข้างต้น การศึกษาพฤติกรรมของลาดดินโดยเครื่องมือวัดจะช่วยให้เกิดองค์ความรู้ทางวิศวกรรมเพื่อช่วยลดโอกาสเกิดดินถล่ม ทั้งในแง่การเตือนภัยดินถล่ม และการออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรมหรือระบบพืชคลุมดินที่เหมาะสมได้ ทั้งนี้ ห้องปฏิบัติการนวัตกรรมทางวิศวกรรมปฐพี ศูนย์วิจัยวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ได้ร่วมมือกับ ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางระบบสมองกลฝังตัวเพื่อการเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ทำการพัฒนาระบบตรวจวัดพฤติกรรมของลาดดิน ซึ่งสามารถวัดพารามิเตอร์สำคัญทางวิศวกรรมปฐพี ได้แก่ แรงดันน้ำ ทั้งค่าบวกและลบ โดยเครื่องมือเทนซิโอมิเตอร์ (tensiometer) รวมไปถึงเครื่องวัดการเคลื่อนตัวด้วยมุมเอียง (inclinometer) ซึ่งเชื่อมโยงกับระบบส่งสัญญาณเครือข่ายระยะไกล (wide area network) อย่างมีประสิทธิภาพ และได้ติดตั้งระบบต้นแบบดังกล่าวไว้ในพื้นที่ทดสอบบริเวณลาดดินริมทางขึ้นเขื่อนขุนด่านปราการชล จังหวัดนครนายก (รูปที่ 7)

ในพื้นที่ทดสอบนี้ ได้มีการสอบเทียบความถูกต้องของเครื่องมือวัด โดยการจำลองพฤติกรรมของลาดด้วยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ (finite element method) ร่วมกับ Tokyo Institute of Technology พบว่าผลการตรวจวัดแรงดันน้ำและการเคลื่อนตัวมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝน และเครื่องมือวัดแรงดันน้ำที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเกณฑ์การเตือนภัยลาดดินถล่มโดยใช้ปริมาณน้ำฝน แรงดันน้ำ และระดับการเคลื่อนตัว และได้เปรียบเทียบผลการตรวจวัดจากระบบซึ่งติดตั้งโดยบริษัท OYO corporation และ Kyoto University ได้ผลสอดคล้องเป็นที่น่าพอใจ งานวิจัยนี้ยังได้รับรางวัลบทความวิจัยด้านวิศวกรรมปฐพีดีเด่นโดยมูลนิธิศาสตราจารย์ ดร. ชัย มุกตพันธุ์ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในปี 2552



รูปที่ 7

นอกจากนั้น ยังได้มีการพัฒนาต้นแบบ เครื่องมือ smart tensiometer ซึ่งสามารถแก้ปัญหาการเติมน้ำในกะเปาะของเครื่องมือวัดโดยประยุกต์ solenoid valve ในการเติมน้ำแบบอัตโนมัติ และรวมไปถึงการประยุกต์กระบอกวัดน้ำฝนมาตรฐานของกรมทรัพยากรธรณี ให้เป็น smart rain gauge ซึ่งสามารถเก็บค่าอัตโนมัติได้

ทั้งนี้เพื่อให้ระบบตรวจวัดมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นในอนาคต จะต้องมีการพัฒนาโปรแกรมการแสดงผลการตรวจวัดทางอินเตอร์เน็ต รวมทั้งการส่งสัญญาณการตรวจวัดสู่เจ้าหน้าที่ในพื้นที่ และการตรวจสอบความทนทานในระยะยาวของเครื่องมือวัดและการประหยัดการใช้พลังงานของระบบต่อไป

ตัวอย่างของการนำไปประยุกต์ใช้ หรือศักยภาพในการพัฒนาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์จริง

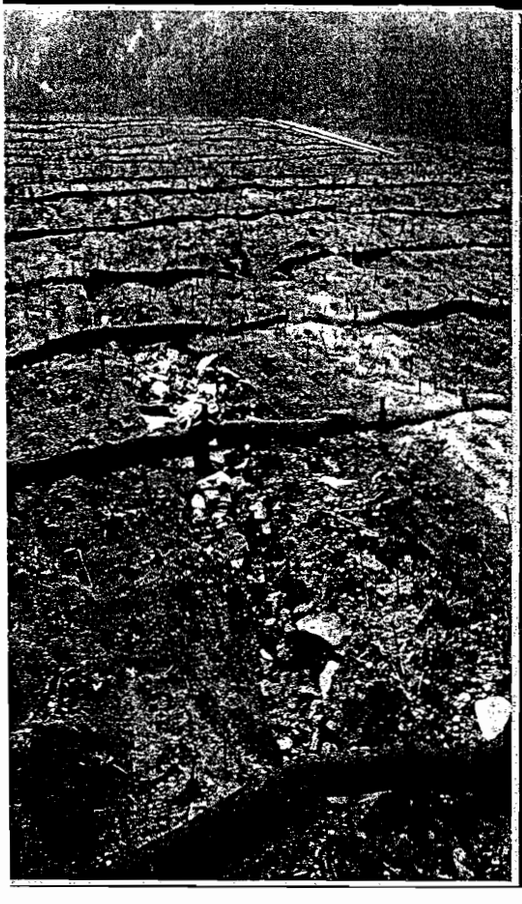
แปลงทดลองพืชยาแบบที่ 1

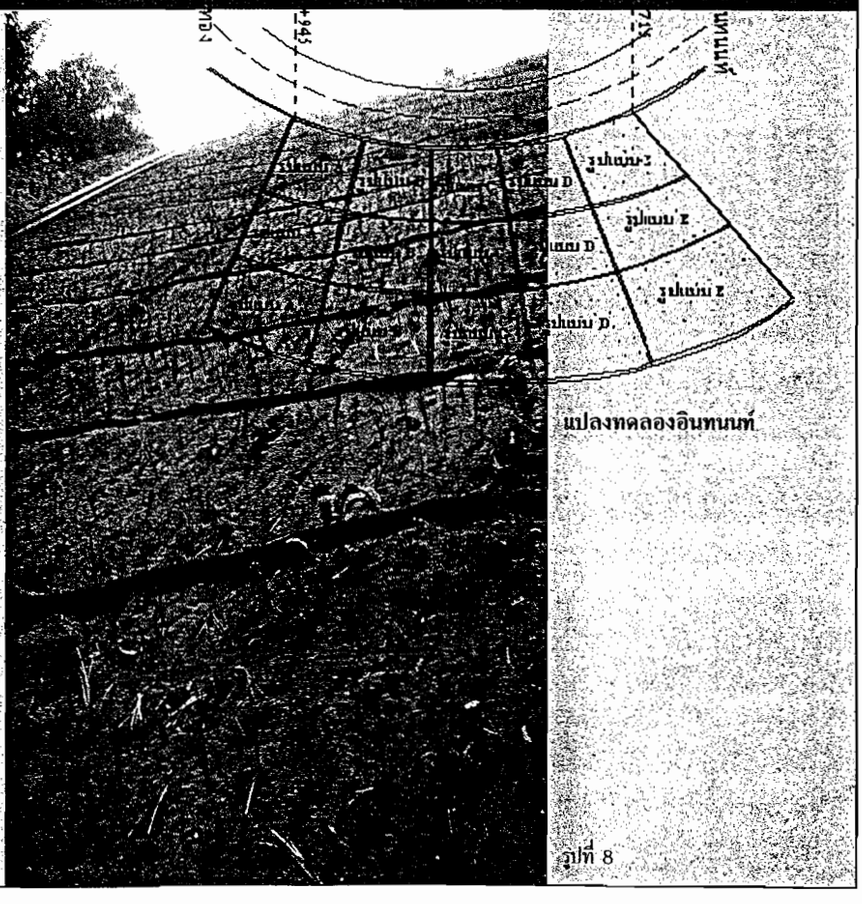
แปลงทดลองพืชยาแบบที่ 2

การศึกษากลไกการป้องกันการกัดเซาะลาดโดยการคลุมดินด้วยวัสดุผสมเคโอลินและวัสดุใยธรรมชาติร่วมกับการปลูกพืช

ได้ติดตั้งเครื่องมือเทนซิโอมิเตอร์เพื่อวัดแรงดันน้ำในช่องว่างดินในลาด และประเมินการไหลของน้ำใต้ดิน รวมไปถึงการสังเกตลักษณะการกัดเซาะ ในแปลงทดลองการป้องกันการกัดเซาะหน้าดิน ในโครงการก่อสร้างทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 สายชลบุรี-พัทยา ซึ่งทดลองปลูกหญ้ารูซี่และหญ้าแฝกรวมไปถึงใช้ผ้าห่มดินร่วมกับหมอนกันดิน (รูปที่ 8) พบว่าการใช้ผ้าห่มดินจะช่วยรักษาความชื้นในดินในช่วงที่เหมาะสมและแทบไม่พบร่องรอยการกัดเซาะหน้าดินและมีปริมาณตะกอนดินตกค้างในรางระบายน้ำค่อนข้างน้อยมาก การติดตามตรวจวัดค่าแรงดันน้ำทั้งด้านบวกและลบ สามารถช่วยอธิบายผลของการใช้วัสดุปกคลุมหน้าดินในช่วงเวลาต่างๆ ได้ และพบว่าสภาพความชื้นและค่าแรงดูดในดิน (soil suction) มีผลต่ออัตราการชะล้างพังทลาย (erosion rate) ของดินอย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนั้นยังได้ศึกษาพฤติกรรมด้านแรงดันน้ำในโครงการการแก้ไขความเสียหายของลาดคันทางทางหลวงหมายเลข 1009 ตอนแยกทางหลวงหมายเลข 108 (จอมทอง) – ดอยอินทนนท์ ช่วงกม.42 (รูปที่ 8) โดยมีการประเมินประสิทธิภาพของการใช้ระบบระบายน้ำในลาดและเปรียบเทียบการใช้วัสดุปกคลุมลาดดินชนิดต่างๆ จำนวน 5 แบบ ซึ่งพบว่าการประยุกต์ใช้ผ้าห่มดิน หมอนกันดิน ร่วมกับการปกคลุมลาดด้วยดินพลาสติกซิตี้สูง (ดินเหนียว) และปลูกหญ้าแฝกร่วมกับถั่วบราซิลจะให้ผลการป้องกันการกัดเซาะได้ดีพอสมควร

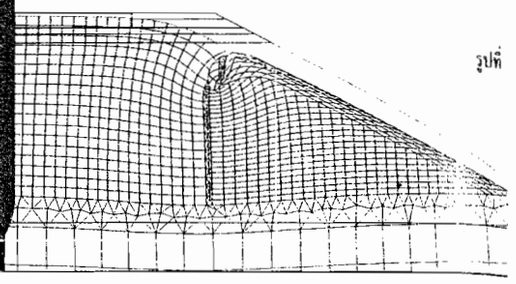




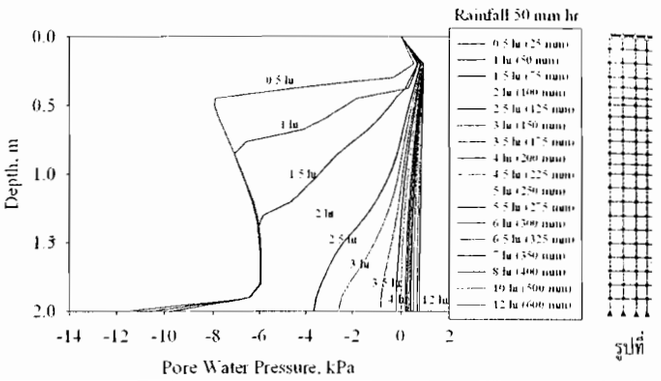
รูปที่ 8

พฤติกรรมของดินเหนียวบดอัดที่เกี่ยวข้องกับการแตกร้าวของไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต

ปัญหาการแตกร้าวของไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีตในพื้นที่ภาคกลาง (รูปที่ 9) ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการนำดินเหนียวพลาสติกสูงมาบดอัดเป็นวัสดุคันทางบริเวณไหล่ทาง เนื่องจากคุณสมบัติของดินเหนียวดังกล่าวมีการยืดหดตัวสูงและกำลังเฉือนเปลี่ยนแปลงได้มากตามปริมาณความชื้น งานวิจัยนี้จึงให้ความสำคัญกับอิทธิพลของสภาพอากาศ โดยเฉพาะจากการคายระเหยและฝนตกสู่ลาด โดยมีการศึกษาเส้นอัตตลักษณ์ของน้ำในดินและกำลังรับแรงเฉือนของดินเหนียวบดอัดเมื่อดินอยู่ในสภาวะแรงดันด้านลบ รวมไปถึงการติดตั้งเครื่องมือวัดแรงดันน้ำบริเวณทางหลวงหมายเลข 357 จังหวัดสุพรรณบุรี การจำลองด้วยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ ทำให้ทราบถึงกลไกที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการแตกร้าวและการพิบัติของไหล่ทางอันเนื่องจากสภาพภูมิอากาศ และนำไปสู่การแนะนำวิธีการแก้ไขปัญหาต่อกรมทางหลวงในที่สุด



รูปที่

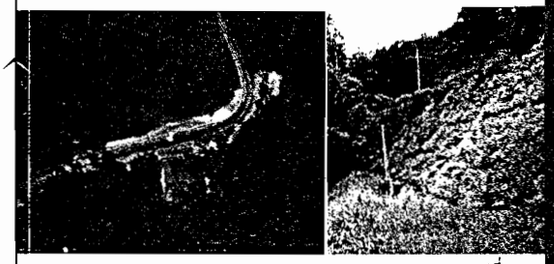


รูปที่

พฤติกรรมทางกลศาสตร์ของดินในพื้นที่ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่มีผลต่อการพิบัติของลาดดิน

เป็นการศึกษากลไกการพิบัติของลาดดินในพื้นที่กว้าง เนื่องจากฝนตกหนักและอิทธิพลจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ต่อการเกิดดินถล่ม โดยเลือกพื้นที่ดินถล่มบริเวณอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ (รูปที่ 10) และศึกษาจากข้อมูลการตรวจวัดพฤติกรรมแรงดันน้ำและการเคลื่อนตัวของลาดดินในสนาม คุณสมบัติทางกายภาพของดิน ความสัมพันธ์ของกำลังรับแรงเฉือนทั้งที่อิ่มตัวด้วยน้ำและไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ พบว่าสาเหตุหลักของการพิบัติของลาดดินเกิดจากปัจจัยร่วมกันของการผุพังของชั้นดินและค่าแรงดันน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากปริมาณน้ำฝนมีค่าสูง นอกจากนั้นยังได้วิเคราะห์การไหลซึมและเสถียรภาพโดยโปรแกรมไฟไนต์อิลิเมนต์พบว่า ปริมาณน้ำฝนวิกฤตที่ทำให้เกิดดินถล่มนั้นขึ้นกับปัจจัยมากมาย อาทิ สภาพการระบายน้ำด้านล่างในชั้นหิน ความหนาของชั้นดิน และค่ากำลังที่เปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากการผุพังของดิน (รวมถึงลักษณะของรากพืชเสริมแรง) ปัจจัยเหล่านี้สามารถแปรปรวนได้ตามลักษณะพื้นที่และเวลาอย่างมาก ซึ่งแสดงถึงระดับความมั่นใจที่มีได้กับการเตือนภัยดินถล่มจากปริมาณน้ำฝน

จากผลการตรวจวัดในช่วงปี 2553 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดน้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่ได้แสดงให้เห็นว่าในระหว่างฝนตกหนักจนเกิดน้ำป่าไหลหลากนั้น ลักษณะแรงดันน้ำจะมีค่าบวกหรือมีลักษณะระดับน้ำใต้ดินเสมือนเกิดขึ้นในลาดดิน องค์ความรู้นี้สามารถนำไปปรับปรุงระบบการเตือนภัยน้ำท่วมดินถล่มที่เหมาะสมยิ่งขึ้นได้



รูปที่ 11

โครงการอื่นๆ

อาทิ การตรวจวัดลักษณะแรงดันน้ำในลาดดินเสริมแรงจำพวก reinforced soil slope ทางหลวงหมายเลข 1950 ก.ม. 178+950 จังหวัด แม่ฮ่องสอน (รูปที่ 11) ซึ่งสร้างจากหินเนื้อดินผุ จากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าอาจมีแรงดันน้ำส่วนเกินเกิดขึ้นได้มากในช่วงที่ฝนตกเกิน 100 มม.ต่อวัน ทำให้ลาดเกิดการเคลื่อนตัวในระยะยาว วิธีเสริมแรงในลาดดินนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมากในพื้นที่ภาคเหนือโดยกรมทางหลวง การศึกษานี้จึงช่วยนำไปปรับปรุงการออกแบบให้ดีขึ้นในอนาคตได้

ผลกระทบต่อประเทศทางอุตสาหกรรม สังคมและเศรษฐกิจ

อุปกรณ์ทดสอบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริงทั้งงานวิจัย และบริการวิชาการ รวมทั้งยังได้เผยแพร่สู่ต่างประเทศ จึงเป็นการพึ่งพาตนเองทางเทคโนโลยี ลดการนำเข้า และยังส่งออกได้ด้วย

องค์ความรู้ด้านพฤติกรรมของลาดดินที่เปลี่ยนแปลงตามสภาพภูมิอากาศทั้งจากการตรวจวัดจริงในสนาม การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จะนำไปใช้ในการปรับปรุงการออกแบบลาดดิน ด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมสอดคล้องกับธรรมชาติมากยิ่งขึ้น ต่อไปในอนาคต ซึ่งจะลดความสูญเสียจากภัยพิบัติทั้งทางสังคมและเศรษฐกิจต่อไป

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ และทรัพย์สินทางปัญญา

กลุ่มที่ 1 เครื่องมือวัดหน่วยแรงของน้ำในช่องว่างดิน การวัดศักย์แรงดูดในดิน และการทดสอบที่เกี่ยวข้อง

บทความวารสารทางวิชาการ

- Jotisankasa, A. and Mairaing, W. (2010). Suction-monitored direct shear testing of residual soils from landslide-prone areas, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, Vol. 136, No. 3, March 1, 2010. (Impact factor = 1.09)

คำขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และคู่มือการใช้งาน

- เครื่องวัดหน่วยแรงของน้ำในช่องว่างดินแบบอิเล็คทรอนิกส์ เลขที่คำขอ 0801000873 วันรับคำขอ 25 ก.พ. 2551
- เครื่องวัดหน่วยแรงของน้ำในช่องว่างดินแบบอิเล็คทรอนิกส์ที่พัฒนาให้ดีขึ้น เลขที่คำขอ 0901001230 วันรับคำขอ 19 มี.ค. 2552
- Jotisankasa, A. 2010. Manual for User of KU Tensiometer and Quick user guide. 2nd edition. Geotechnical Innovation Laboratory, Geotechnical Engineering Research and Development Center, GERD, Kasetsart University.

บทความการประชุมวิชาการ

- อภินิติ โชติสังกาศ และ วิษณุพงศ์ พ่อลิละ, 2551. **การพัฒนาเครื่องมือวัดศักย์แรงดูดน้ำในดิน.** การประชุมวิชาการครั้งที่ 46 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, จัดโดย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บางเขน, 29 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2551, จำนวน 8 หน้า
- วศัน สุทธินุ่น และ อภินิติ โชติสังกาศ 2551. **การทดสอบกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผลของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ โดยการทดสอบ Unconned Compression Test ชนิดวัดแรงดูด suction.** การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 13, จัดโดย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยศรีปทุม ร่วมกับวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 14-16 พฤษภาคม 2551, พัทยา, จำนวน 6 หน้า
- วศัน สุทธินุ่น และ อภินิติ โชติสังกาศ 2552. **กำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผลของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ โดยการทดสอบแรงอัดแบบไร้ขอบเขต และการทดสอบแรงอัดสามแกน** เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 47 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เล่มที่ 7 สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์, 17-20 มีนาคม 2552, หน้า 383-390
- จิติมา เทพพานิช และ อภินิติ โชติสังกาศ 2553. **พฤติกรรมของลาดดินและกำลังเฉือนของดินในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์.** เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 15 จังหวัดอุบลราชธานี 12-14 พฤษภาคม 2553
- ปฏิพัฒน์ บุญเจริญพานิช และ อภินิติ โชติสังกาศ 2553. การปรับปรุงคุณภาพดินทรายแป้งจากหินแกรนิตโดยผสมดินเหนียวเคโอลินในงานวิศวกรรมเชิงลาด. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 15 จังหวัดอุบลราชธานี 12-14 พฤษภาคม 2553
- Jotisankasa, A., Porlila, W., Soralump, S., Mairiang W. (2007). Development of a low cost miniature tensiometer and its applications. Proc. 3rd Asian Conference on Unsaturated Soils (Unsat-Asia 2007), Organized by Geotechnical Research Institute, Hohai University, Nanjing, China, April 21-23, 475-480

- Jotisankasa, A. and Vathananukij, H. (2008). Investigation of soil moisture characteristics of landslide-prone slopes in Thailand. Proc. of the International Conference on Management of Landslide Hazard in the Asia-Pacic Region. Sendai, Japan, November 11-15
- Jotisankasa, A. and Vathananukij, H. & Coop, M. (2009). Soil-water retention curves of some silty soils and their relations to fabrics. Proc. 4th Asia-Pacic Conference on Unsaturated Soils, 23-25 November 2009, Newcastle, Australia
- Jotisankasa, A., Tapparnich, J., Booncharoenpanich, P., Hunsachainan, N. & Soralump, S. (2010). Unsaturated soil testing for slope studies. Proc. International conference on Slope. Thailand 2010. Geotechnique and Geosynthetics for Slope. Chiangmai, Thailand
- Jotisankasa, A. & Tapparnich, J. (2010). Shear and soil-water retention behaviour of a variably saturated residual soil and its implication on slope stability. Unsaturated Soils. Vol. 2, Proc. 5th International conference on unsaturated soils. Barcelona, Spain, 6-8 September 2010. CRC Press.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท
(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)

- กฤช เหลาสุภาพ (2554) "พฤติกรรมของดินเหนียวบดอัดที่เกี่ยวข้องกับการแตกร้าวของไหล่ทางแอสฟัลต์คอนกรีต" วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
- ปฏิพัฒน์ บุญเจริญพานิช (2553) "การศึกษากลไกการป้องกันการกัดเซาะลาดโดยการคลุมดินด้วยวัสดุผสมเคโอลินและวัสดุใยธรรมชาติร่วมกับการปลูกพืช" วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
- จิติมา เทพพานิช (2553) "พฤติกรรมทางกลศาสตร์ของดินในพื้นที่ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่มีผลต่อการพิบัติของลาดดิน" วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
- วศัน สุทธินุ่ม (2552) "การทดสอบกำลังรับแรงเฉือนประสิทธิผลของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ โดยการทดสอบ Unconfined Compression Test ชนิดวัดแรงดูด" วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

กลุ่มที่ 2 ระบบเตือนภัยดินถล่มและ การพัฒนาเกณฑ์การเตือนภัย ดินถล่ม และแนวทางการปรับปรุงเสถียรภาพของลาด

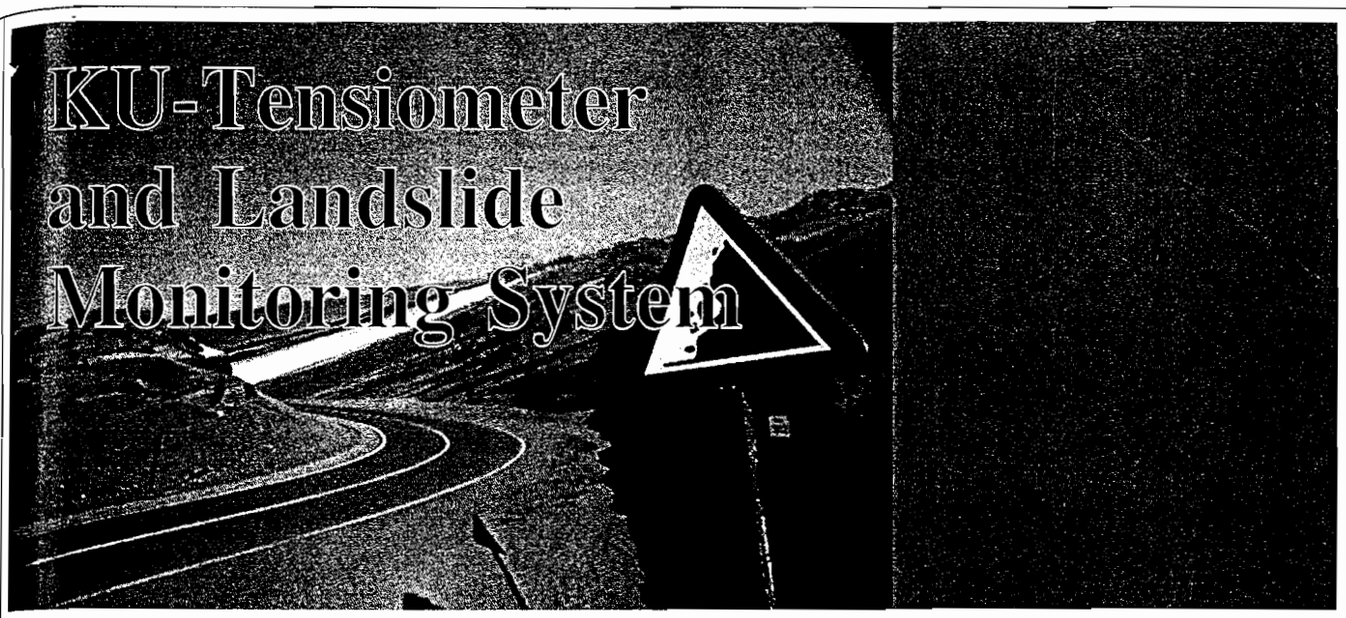
บทความการประชุมวิชาการ

- Jotisankasa, A. & Hunsachainan, N., Kwankeo, N., Chunrod, P. & Mancharoen, J. (2010). Development of a wireless landslide monitoring system. Proc. International conference on Slope. Thailand 2010. Geotechnique and Geosynthetics for Slope. Chiangmai, Thailand
- อภินิติ โชติสังกาศ และ วิษณุพงศ์ พ่อสิละ, 2551. การพัฒนาระบบตรวจวัดพฤติกรรมดินถล่ม. การประชุมวิชาการเทคโนโลยี และนวัตกรรมสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน, จัดโดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 28-29 มกราคม 2551, จำนวน 6 หน้า
- Jotisankasa, A., Takahashi, A., Takeyama, T. & Mairaing, W. (2009) A STUDY OF DEFORMATION BEHAVIOUR OF AN INSTRUMENTED SLOPE SUBJECT TO RAINFALL NEAR THADAN DAM THAILAND.
การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 14 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 13-15 พฤษภาคม 2552 หน้า 141-146
- Jotisankasa, A., Kulsuwan, B., Toll, D., and Rahardjo, H. (2008) Studies of rainfall-induced landslide in Thailand and Singapore, The First European Conference on Unsaturated Soils (E-UNSAT) , Organized by Durham University and University of Glasglow, 2-4 July, 2008, Durham, UK, pp 901-907
- Phantachang, T. & Jotisankasa, A. (2010). Investigation of slope instability of a concrete-faced slope in Chiangrai. Proc. International conference on Slope. Thailand 2010. Geotechnique and Geosynthetics for Slope. Chiangmai, Thailand
- Voottripruex, P., Bergado, D. T., Fowze, JSM, Soralump, S and Jotisankasa, A (2010) Rain-triggered landslide hazard analysis: a case study in Nan province, Thailand, Proc. International Symposium and Exhibition on Geotechnical and Geosynthetics Engineering: Challenges and Opportunities in Climate Change, 7 - 8 December 2010 I Bangkok, Thailand
- อภินิติ โชติสังกาศ และ อัคคพัฒน์ สว่างสุรีย์, 2551, การประยุกต์ใช้ความรู้ทางกลศาสตร์ของดินไม่อิ่มน้ำสำหรับงานเสถียรภาพของลาดดิน, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 13, จัดโดย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยศรีปทุม ร่วมกับวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 14-16 พฤษภาคม 2551, พัทยา, จำนวน 6 หน้า,
- อภินิติ โชติสังกาศ และ สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์, 2551, การตรวจวัดพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของลาดบริเวณโครงการพัฒนาดอยตุง, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 13, จัดโดย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยศรีปทุม ร่วมกับวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 14-16 พฤษภาคม 2551, พัทยาจำนวน 6 หน้า

บทความวารสารทางวิชาการ

อัคคพัฒน์ สว่างสุรีย์, อภินิติ โชติสังกาศ และ ชวลิต จงวัฒนา (2552) แนวทางการป้องกันการกัดเซาะหน้าดินและควบคุมตะกอนดินของลาดคันทางโดยวัสดุเส้นใยธรรมชาติ โยธาสาร ปีที่ 21 ฉบับที่ 6 พฤศจิกายน-ธันวาคม 2552

KU-Tensiometer and Landslide Monitoring System



After obtaining his PhD in Civil Engineering (Soil Mechanics) at Imperial College London in 2005, Apiniti Jotisankasa started his career as a lecturer at the Department of Civil Engineering, Kasetsart University. It was here that he continued his main research on unsaturated soils, which was also his PhD thesis topic, yet placing a strong emphasis on the application of this knowledge to rainfall-induced landslide problems. He adopted the appropriate technology approach in developing a number of techniques and instruments necessary for testing unsaturated soils, including the KU-tensiometer based on MEMs technology which is used for monitoring suction during unconfined compression tests, direct shear and oedometer tests. In addition, the continuous wetting/drying method (based on the instantaneous prole principle) was developed by Dr. Apiniti so that the soil-water characteristics and permeability function with suction can be determined on an undisturbed soil sample in the laboratory over a period of only 3-4 days. The landslide monitoring system has also been developed by the research team and includes pore water pressure monitoring devices, in-place inclinometers and a data-logger based on wireless sensor network technology. The prototype system was installed in a sloping site near Thadan dam in Nakorn Nayok Province in 2007 and since then the data has been continuously monitored. The pore water pressure behaviour has been correlated with the rainfall and the measured slope movement and is in good agreement with the results from numerical analysis. Such systems were later employed in various projects such as cut/fill slopes of the Department of Highways and natural slopes in Uttaradit Province. The research was aimed at a more in-depth understanding of the interaction between climate condition and slope behaviours such as pore water pressure, cracks and movement. The criterion of an early warning system for landslide based on rainfall and pore water pressure measurement has also been critically examined. In addition, the performance of various slope stabilization and erosion control techniques have been studied by means of the developed slope monitoring instruments and visual examination in some slope sites near Pattaya, Maehongson and Doi Intanon, Chiang Mai.