แบบเสนอโครงการพิเศษ  
ภาควิชาเทคโนโลยีธรณี คณะเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

โดย  
นางสาวจุฬารัตน์ แสงประกาย  
รหัสประจำตัว 573160167-4

ประกอบรายวิชา 694 494 โครงการพิเศษด้านเทคโนโลยีธรณี

(Special Projects in Geotechnology)  
ภาคการศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2560

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.ดร.กฤติกา ตระกูลงาม

อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา

อ.ดร.ณัฐวิโรจน์ ศิลารัตน์

แบบเสนอโครงการ

ภาควิชาเทคโนโลยีธรณี คณะเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

# ชื่อโครงการ

|  |  |
| --- | --- |
| ชื่อภาษาไทย: | การพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความดันดินด้านข้างที่สภาวะพักในดินที่ไม่มีความเชื่อมแน่น |
| ชื่อภาษาอังกฤษ: | Determination of the coefficient of lateral stress at rest in a non-cohesive soil |

# ความสำคัญและความเป็นมาของโครงการ

การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ความดันดินด้านข้างที่สภาวะพัก (K0) ของดินที่ไม่มีความเชื่อมแน่นมีความจำเป็นสำหรับการใช้ในงานทางด้านวิศวกรรมฐานราก โดยเฉพาะเพื่อการวิเคราะห์แรงที่มากระทำต่อโครงสร้างเพื่อการออกแบบโครงสร้างต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้งานวิจัยในอดีตที่ผ่านมากว่า 60 ปี ยังไม่มีสมการที่สามารถประเมินสัมประสิทธิ์ความดันดินด้านข้างที่สภาวะพักสำหรับดินทั้งที่ไม่มีความเชื่อมแน่น (non-cohesive soil) และดินที่มีความเชื่อมแน่น (cohesive soil) ดังนั้นในปี 2017 เถื่อนนาดี (Thuennadee & Trakoolngam, 2017) จึงได้ทำการเสนอสมการใหม่โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะประเมินค่า K0 ของดินทั้งสองชนิด ซึ่งสมการดังกล่าว ได้พิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพที่ดีเยี่ยมสำหรับการหาค่า K0 ของดินที่มีความเชื่อมแน่น ทั้งในด้านความแม่นยำ และความสะดวกในการใช้งาน ทั้งนี้ ยังไม่ทราบแน่ชัดถึงประสิทธิภาพของการหาค่า K0 ของดินที่ไม่มีความเชื่อมแน่น ดังนั้นหากสมการดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการประเมินค่า K0 ของดินทั้งสองชนิดได้จะทำให้งานทางด้านธรณีวิศวกรรมมีความสะดวกขึ้นอย่างมากและเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบทางวิศวกรรม

# งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานศึกษาวิจัยนี้ อ้างอิงสมการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความดันดินด้านข้างที่สภาวะพักของ Jaky (1944) และของ Thuennadee & Trakoolngam (2017)

# ผู้ดำเนินงาน

## อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.ดร.กฤติกา ตระกูลงาม

## นักศึกษาผู้รับผิดชอบโครงการ

นางสาวจุฬารัตน์ แสงประกาย รหัสประจำตัว 573160167-4

# วัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการหาค่าสัมประสิทธิ์ความดันดินด้านข้างที่สภาวะพักจากสมการของเถื่อนนาดี (Thuennadee & Trakoolngam, 2017) โดยเปรียบเทียบกับผลการคำนวณจากสมการของเจ้กกี้ (Jaky, 1944)

# ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้ ใช้วิธีการเตรียมตัวอย่างดินที่ไม่มีความเชื่อมแน่น โดยการเก็บตัวอย่างดินมาให้มีความหน้าแน่นแห้งมวลรวม (bulk density) และเติมน้ำให้ได้ปริมาณความชื้น (water content) ที่ต้องการซึ่งมีจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 9 ตัวอย่าง ได้แก่

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ชื่อตัวอย่าง | Bulk density (kg/m3) | Water content (%) |
| D1W1 | 1,800 | 10 |
| D1W2 | 1,800 | 15 |
| D1W3 | 1,800 | 20 |
| D2W1 | 2,000 | 10 |
| D2W2 | 2,000 | 15 |
| D2W3 | 2,000 | 20 |
| D3W1 | 2,200 | 10 |
| D3W2 | 2,200 | 15 |
| D3W3 | 2,200 | 20 |

# ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

## ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาการหาค่าสัมประสิทธิ์ความดันดินด้านข้างที่สภาวะพักด้วยสมการของเจ้กกี้และสมการของเถื่อนนาดี

## เตรียมตัวอย่างดิน

### เก็บตัวอย่างดินที่ไม่มีความเชื่อมแน่นจากบริเวณสระน้ำในมหาวิทยาลัยขอนแก่นมาตากให้แห้ง หรืออบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมงจนเย็น

### ทำการวิเคราะห์ขนาดตะกอน (grain size analysis) ตามมาตรฐาน ASTM D 421-85โดยร่อนดินผ่านตะแกรงเบอร์ 4, 10, 20, 40, 60, 100 และเบอร์ 200 จากนั้นพล๊อตเปอร์เซ็นต์ตะกอนค้างตะแกรงเพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของตะกอน

### คลุกดินให้เข้ากัน จากนั้นแบ่งตัวอย่างโดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster sampling) ให้ได้ 9 ตัวอย่างที่มีลักษณะดินที่คล้ายกัน

### ชั่งน้ำหนักดิน

### หาค่าความถ่วงจำเพาะ โดยประเมินอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของแข็งในดิน ต่อน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน ตามมาตรฐาน ASTM D 854

### แบ่งดินเป็นสามส่วน แล้วผสมน้ำให้ได้ปริมาณความชื้น (water content) ร้อยละ 10, 15 และ 20 คลุกให้เข้ากัน จากนั้นห่อตัวอย่างดินด้วยพลาสติกใสหลายชั้นเพื่อรักษาความชื้น

### บดอัดดินให้มีความหนาแน่นมวลรวม (bulk density) สามค่า ได้แก่ 1,800 2,000 และ 2,200 kg/m3 โดยแบ่งการบดอัดเป็น 5 ชั้นต่อ 1 ตัวอย่าง และทำการทดลองจำนวนครั้งที่ต้องปล่อยค้อนสำหรับแต่ละตัวอย่าง เพื่อให้ได้ความหนาแน่นที่ต้องการ

### โดยนำดินบดอัดแล้วมาจัดเก็บรักษาไม่ให้ถูกกระทบกระเทือนและไม่ให้สูญเสียความชื้น

## ดำเนินการทดสอบหาค่ามุมเสียดทาน (Friction angle)

### นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ จำนวน 9 ตัวอย่าง มาทดสอบกำลังรับแรงเฉือน (Direct shear test) ตามมาตรฐาน ASTM D 3080-90

### เตรียมพิมพ์ตัวอย่างโดยขันหมุดยึดพิมพ์ให้พิมพ์บน – ล่างติดกันแน่นใส่หินพรุนและฐานพรุน

### ดันตัวอย่างคงสภาพที่ออกจากกระบอกบาง ตัดตัวอย่างตามพิมพ์วงแหวนปาดหัวท้ายให้ตัวอย่างเรียบเสมอกัน

### ใช้แท่งดันตัวอย่างค่อย ๆ ดันตัวอย่างจากวงแหวนลงในพิมพ์ทดสอบ ปิดทับด้วยหินพรุน ฐานพรุน และฐานปิดทับบน

### นำกล่องใส่พิมพ์ตัวอย่างเข้าติดตั้งบนเครื่องทดสอบ จัดวางกล่องให้อยู่ในระยะทดสอบ โดยให้พิมพ์ตัวอย่างเกี่ยวเข้ากับตัวขับเคลื่อนของเครื่อง

### ติดตั้งแท่นให้น้ำหนักแนวดิ่งและมาตรวัดการเคลื่อนตัวแนวดิ่งเพื่อตรวจสอบการทรุดตัวของตัวอย่าง

### ติดตั้งวงแหวนวัดแรงเข้ากับเครื่องทดสอบ ปรับมาตรวัดแรงไปที่ค่าเริ่มต้นศูนย์ พร้อมติดตั้งมาตรวัดการเคลื่อนตัวในแนวเฉือน

### ใส่น้ำหนักที่คาน โดยคานน้ำหนักมีสัดส่วน การกด 1:10 ตามค่าความเค้นปกติ ซึ่งกำหนดให้มีค่า 88.26, 98.07, 107.88 KPa สำหรับตัวอย่างดินที่มีความหนาแน่น 1,800 2,000 และ 2,200 kg/m3 ตามลำดับ

### สำหรับการทดสอบในภาวะไม่มีการระบาย หรือหลังการยุบอัดตัวคายน้ำสิ้นสุดในกรณีที่ให้ตัวอย่างยุบอัดตัว เริ่มปรับระดับหมุดระยะให้พิมพ์ตัวอย่างเผยอขึ้น ≈ 1-2 มิลลิเมตร (หมุนหมุดประมาณ ½ - 1 รอบ ทวนเข็มนาฬิกา) จากนั้นจึงค่อยๆถอดหมุดยึดพิมพ์ออก เพื่อให้พิมพ์ตัวอย่างสามารถเคลื่อนได้โดยไม่มีการครูดระหว่างพิมพ์

### เริ่มเฉือนตัวอย่าง จดบันทึกค่าการเคลื่อนตัวในแนวเฉือนกับแรงเฉือน อาจบันทึกทุกๆ 5-10 ช่อง ของมาตรวัดการเคลื่อนตัวในแนวเฉือนในช่วงต้นและเพิ่มเป็นทุก 20 ช่อง ใช้ความเร็วในการเฉือน 0.5 มิลลิเมตร/นาที

### เมื่อถึงจุดวิบัติทำการเฉือนต่อไปอีก 5 มิลลิเมตร เพื่อให้ได้ค่ากำลังเฉือนคงเหลือ (residual shear strength) เมื่อแรงเฉือนที่ใช้เริ่มคงที่

### คำนวณหาค่า shear strength parameter ซึ่งเป็นค่าเฉพาะตัวของดินแต่ละชนิด การคำนวณหาได้จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง shear stress กับ normal stress ได้ค่ามุมเสียดทานภายในประสิทธิผล นำไปแทนค่าหาค่าสัมประสิทธิ์ความดันดินด้านข้างที่สภาวะพัก

## วิเคราะห์ผลการทดสอบและอภิปรายผล

นำข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการแทนค่าในสมการของเจ้กกี้และสมการของเถื่อนนาดี และหาความสัมพันธ์ของสมการทั้งสอง จากนั้นประเมินประสิทธิภาพของการหาค่าสัมประสิทธิ์ความดันดินด้านข้างที่สภาวะพักสำหรับดินที่ไม่มีความเชื่อมแน่นจากสมการของเถื่อนนาดี

## สรุปผลการศึกษาและจัดทำรูปเล่มโครงการพิเศษ

## นำเสนอโครงการพิเศษ

# ตารางระยะเวลาดำเนินงาน

ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 4 เดือน ตั้งแต่ 8 มกราคม 2561 ถึง 23 เมษายน 2561 โดยมีรายละเอียดดังนี้



# งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินงาน

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ลำดับ | รายการ | จำนวน | หน่วย | ราคา  (บาท/หน่วย) | รวม (บาท) |
| 1 | การทดสอบกำลังต้านทานแรงเฉือนของดิน | 9 | ตัวอย่าง | 3,000 | 27,000 |
| 2 | จัดทำรูปเล่ม | 4 | เล่ม | 500 | 2,000 |
| รวมทั้งสิ้น | | | | | 29,000 |

# ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาดำเนินงานครั้งนี้ ได้แก่ การทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างสมการของเจ้กกี้ (Jaky, 1944) และสมการของเถื่อนนาดี (Thuennadee & Trakoolngam, 2017) เพื่อนำไปใช้ในการปรับสมการของเถื่อนนาดีให้มีความแม่นยำสำหรับการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความดันดินด้านข้างที่สภาวะพักสำหรับดินที่ไม่มีความเชื่อมแน่น

# เอกสารอ้างอิง

Jaky, J., (1944). The coefficient of earth pressure at rest. In Hungarian. **Journal of the Society of Hungarian Architects and Engineering**, 78(22), 355–358.

Thuennadee, P., & Trakoolngam, K. (2017). A simplified method for estimating coefficient of earth pressure at rest (K0) in cohesive soils. **Proceedings of the The 7th International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment (GEOMATE)**. Tsu, Mie, Japan: The GEOMATE International Society.