

รูปแบบ Abstract (บทคัดย่อ)

Project Code : TRG5880102

(รหัสโครงการ)

Project Title : การวิเคราะห์พฤติกรรมแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำที่ขึ้นกับเวลาของดินเหนียวอ่อนทะเล (ชื่อโครงการ) ภายใต้อุณหภูมิจากการศึกษาดินเหนียวปากพนัง**Investigator :** ผศ.ดร.ธนนท์ ชูอุปการ

(ชื่อนักวิจัย)

E-mail Address : tanan.c@psu.ac.th**Project Period :** 2 ปี

(ระยะเวลาโครงการ)

พื้นที่อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำใกล้ทะเลฝั่งตะวันออกของภาคใต้ ซึ่งเป็นที่ราบลุ่มอันเกิดจากการตกตะกอนทับถมกันของดินเหนียว ปัจจุบันกลายเป็นเมืองที่มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้จากการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรมที่เพิ่มขึ้นในทศวรรษที่ผ่านมา และโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งจะมีพลังงานความร้อนจากอุตสาหกรรมต่างๆ ถ่ายเทลงสู่ดินบริเวณรอบองค์อาคาร ดังนั้นการศึกษาถึงพฤติกรรมการทรุดตัวของดินเหนียว ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แปรผันไปตามอัตรา (Rate dependent) มีความสำคัญมากในงานทางวิศวกรรม ซึ่งนำไปสู่การศึกษาเพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้างฐานรากอาคารและโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ รวมไปถึงวิธีการการปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวอ่อนในอนาคต

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านวิศวกรรมของดินเหนียวด้วยอุณหภูมิจากการเปลี่ยนแปลงไปส่งผลต่อความแข็งแรงของดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งดินเหนียวที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ดินเหนียวเป็นดินเม็ดละเอียด มีความเชื่อมแน่น และมีคุณสมบัติทางด้านประจุไฟฟ้า มีโมเลกุลของน้ำยึดเกาะอยู่ล้อมรอบอนุภาคเม็ดดิน จึงทำให้มีดินเหนียวความเป็นพลาสติกสูง และมีความสามารถในการระบายน้ำที่ต่ำ ดังนั้นพฤติกรรมการรับแรงของดินเหนียวจะมีพฤติกรรมที่ขึ้นกับเวลาหรือความหนืดของดิน การส่งผ่านความร้อนลงสู่ดินมีผลต่อน้ำในมวลดิน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของดิน เนื่องจากดินเหนียวมีความสามารถในการระบายน้ำที่ช้ากว่าการนำความร้อน ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมความเค้น ความเครียด และกำลังของดินเหนียวอ่อนปากพนัง ภายใต้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและอัตราการเฉือน โดยทำการทดสอบแรงอัดสามแกนแบบอัดตัวคายน้ำ และเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ ให้ความร้อนในเงื่อนไขไม่ระบายน้ำ (undrained heat) และ ให้ความร้อนในเงื่อนไขระบายน้ำ (drained heat) ที่อุณหภูมิห้อง 45 และ 60 องศาเซลเซียส และอัตราความเครียดที่แตกต่างกัน 0.02% 0.075% 1.0% และ 6.0% ต่อ

นาที่ ตามลำดับ ในตอนท้ายของงานวิจัยนี้จะได้นำเสนอผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด และกำลังรับแรงเฉือนของดินเหนียวอ่อนปากพั้งที่ทำการให้ความร้อนในเงื่อนไขระบายน้ำ (drained heat) และในเงื่อนไขไม่ระบายน้ำ รวมทั้งทำการเปรียบเทียบกับค่าทดสอบที่อุณหภูมิห้อง

จากผลการทดสอบพบว่าดินเหนียวปากพั้งจัดเป็นดินเหนียวอินทรีย์ ที่มีความเป็นพลาสติกสูง (Organic clay, OH) และอุณหภูมิส่งผลต่อค่าขีดจำกัดพลาสติกและค่าขีดจำกัดเหลวของดินเหนียวปากพั้ง โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ค่าขีดจำกัดเหลวลดลงอย่างเห็นได้ชัด อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลต่อการลดลงของน้ำหนักมวลดินและอินทรีย์วัตถุในมวลดิน ซึ่งไม่ได้เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างโมเลกุลของดินแต่อย่างใด

อัตราความเครียดส่งผลต่อพฤติกรรมการรับกำลังของดินเหนียวปากพั้ง เมื่ออัตราความเครียดสูง ทำให้กำลังรับแรงเฉือนของดินสูงขึ้นในทุกๆสภาวะการอัดแน่นเกินตัว โดยความร้อนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อกำลังรับแรงเฉือนของดินที่อัตราการเฉือนช้ามากกว่าอัตราการเฉือนเร็ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการระบายแรงดันน้ำออกจากมวลดิน หากให้ความร้อนโดยให้แรงดันน้ำสามารถระบายออกได้ จะทำให้มวลดินมีสามารถรับแรงเฉือนได้มากกว่าการทดสอบที่อุณหภูมิห้อง แต่หากการนำความร้อนได้เร็วกว่าความสามารถในการระบายน้ำออกจากมวลดิน ส่งผลให้มวลดินมีความแข็งแรงลดลง การให้ความร้อนทำให้ดินถึงจุดวิบัติเร็วขึ้น ซึ่งเร็วกว่าการทดสอบโดยการให้ความร้อนแบบระบายน้ำเล็กน้อย อัตราความเครียดและอุณหภูมิมิมีผลต่อสัมประสิทธิ์ความดันน้ำที่จุดวิบัติ (pore pressure parameter at failure, A_p) ที่ค่าอัตราการอัดแน่นเกินตัวต่ำมากกว่าที่อัตราการอัดแน่นเกินตัวสูง และพบว่าการทดสอบแบบให้ความร้อนแบบระบายน้ำให้แนวโน้มค่าสัมประสิทธิ์ของความดันน้ำที่จุดวิบัติสูงกว่าการทดสอบแบบให้ความร้อนแบบไม่ระบายน้ำ และการทดสอบที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้อุณหภูมิยังส่งผลให้ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นที่จุดวิบัติมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และมีเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในค่าโมดูลัสยืดหยุ่นซีแคนต์ การทดสอบที่อุณหภูมิสูง ในเงื่อนไขการให้ความร้อนแบบระบายน้ำ ให้ขอบเขตสถานะ (state boundary) กว้างที่สุด ค่าความชันของเส้นสถานะวิกฤติของการทดสอบแบบให้ความร้อนแบบไม่ระบายน้ำ มีค่าต่ำกว่าการทดสอบแบบให้ความร้อนแบบระบายน้ำ และการทดสอบที่อุณหภูมิห้อง

คำหลัก : ดินเหนียวปากพั้ง, เครื่องทดสอบแรงอัดสามแกน, อัตราความเครียด, อุณหภูมิ, ให้ความร้อนแบบไม่ระบายน้ำ

รูปแบบ Abstract (บทคัดย่อ)

Project Code : TRG5880102

(รหัสโครงการ)

Project Title : Investigation of time-dependent undrained shear behavior of soft marine clay
(ชื่อโครงการ) under thermal loading: case study of Pakphanang clay**Investigator :** Asst.Dr.Tanan Chub-uppakarn

(ชื่อนักวิจัย)

E-mail Address : tanan.c@psu.ac.th**Project Period :** 2 ปี

(ระยะเวลาโครงการ)

Pakphanang, Nakhon Si Thammarat province is located in the eastern coast of the southern of Thailand. The lowland plain is formed by deposition of soft marine clay. The past decade to the present, the city is the one of the rapid development. There are a large number of the constructions, houses, Industrial plants and nuclear power plants that could happen in the future. The heat from industries is transferred to the soil surrounding the building. Consequently, engineer must clearly understand the rate-dependent behavior of clay that is very important to predict soil behavior and design structure.

Changes in soil engineering behavior because of the changing temperature affect the strength of clay. Clay is fine grain soil, cohesive, electrostatic attraction, double layer adsorb clay particle that relate to high plasticity and low permeability. Thus, shear strength behavior of clay depends on time-dependent behavior or viscosity of soil. Heat conduction causes pore water that is important to affect strength of clay. Since the permeability of clay is lower than its conductivity. Accordingly, this study focuses on investigating the time-dependent undrained shear behavior of marine clay under both thermal and mechanical loading. Isotropic consolidated undrained *triaxial* compression *tests* with controlled temperature and strained rates are carried out for this purpose. The shearing temperatures were room, 45, and 60 degrees Celsius in undrained heating condition and drained heating condition. Shear rates were 0.02%, 0.075%, 1.0%, and 6.0% per minute. Soil behavior in term of the effect of the overconsolidation ratios (OCR) were 1, 2, 4 and 8 are also investigated. At the end of this paper, we will present a

comparative study of the relationship between stress and strain, shear strength of soft clay at high temperature (drained heating and undrained heating) and room temperature.

The test results were indicated that the Pakphanung marine clay is classified in high plasticity Organic clay, OH. Heat affects decreasing of plastic index and liquid limit. Noticeably, the higher the temperature, the lower the liquid limit, soil mass and also organic matter. Anyway, it did not affect molecular structure.

The strain rates affect undrained shear behavior, showed that high strain rate, high shear strength for any OCR. Heat is a factor that stimulates the strength of Pakphanung clay, especially, in low strain rate. It depends on the ability to drain excess water from the soil mass. The drained heating causes the higher shear strength than the non-heating test. On the other hand, the heat conductivity is faster than the ability to drain excess pore pressure built by undrained heat, the soil strength will decrease. Heating causes the soil reaches the point of failure slightly faster than drained heating test. Stress and thermal affect the water pressure coefficient at the failure point (A_f) at low OCR, which is higher than high OCR. The drained heating test showed higher A_f than undrained heat test and room temperature test. Moreover, the temperature also contributes to the modulus of elasticity at the point of failure. Clearly, increase the modulus of elasticity secant. Drained heating tests give the highest state boundary. The slope of the critical state of undrained heat is lower than the drained heating and non-heating.

Keywords : Pakphanang clay, Triaxial apparatus, strain rate, Temperature, Undrained heating