ธนากรณ์ รักคบ : การพัฒนาสมการทำนายเส้นโค้งการรับน้ำหนักบรรทุกและการพังตัวสำหรับดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (DEVELOPMENT OF MATHEMATIC MODEL FOR LOADING COLLAPSE CURVE IN UNSATURATED SOILS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์, 78 หน้า.

เส้นโค้งการรับน้ำหนักบรรทุกและการพังตัว (Loading collapse curve, LC curve) คือ พื้นผิวครากของดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ ที่อยู่บนระนาบความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง และแรงดึงน้ำ ดังนั้น เส้นโค้งการรับน้ำหนักบรรทุกและการพังตัว จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญ ของแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและความเครียดของดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ ภายใต้ทฤษฎีอิลาสโต – พลาสติก ซึ่งมีสองส่วนสำคัญที่จะเป็นตัวกำหนดพื้นผิวคราก นั่นก็คือ สภาวะเริ่มต้นของพื้นผิวคราก และวิวัฒนาการการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวครากเมื่อเกิดการครากของดิน ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอหลักการวิธีการสำหรับประมาณ สภาวะเริ่มต้นของพื้นผิวคราก สำหรับดินที่ไม่มีเชื่อมแน่นไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ จากเส้นทางด้านแห้งของเส้นโค้งคุณลักษณะการอุ้มน้ำ ที่เป็นคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เริ่มต้นด้วยการแสดงให้เห็นถึงแหล่งที่มา สำหรับหน่วยแรงประสิทธิผลเฉลี่ยของดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ โดยใช้แนวคิดจากการพิจารณาปริมาตรในโพรงดิน ที่สอดคล้องกับแรงดึงน้ำที่เกิดขึ้นในโพรง หลังจากนั้น จากแนวคิดดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้สำหรับทำการคำนวณหาหน่วยแรงประสิทธิผลเฉลี่ยสูงสุดที่ดินเคยได้รับ ($p'_{\max}$) ซึ่งการคำนวณค่าหน่วยแรงประสิทธิผลเฉลี่ยสูงสุดที่ดินเคยได้รับ จะมีทั้งดินที่มีการอัดตัวคายน้ำแบบปกติ และอัดตัวคายน้ำแบบมากกว่าปกติ ที่อยู่ภายใต้การเพิ่มแรงดึงน้ำจากสภาวะเริ่มต้นอิ่มตัวด้วยน้ำ จากนั้นผลที่แสดงถึงสภาวะเริ่มต้นของพื้นผิวคราก โดยสมการที่นำเสนอ จะใช้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะการอัดตัวของดิน และทฤษฎีพฤติกรรมการแข็งด้วยความเครียด (strain hardening) ร่วมกัน และจะแสดงอยู่บนระนาบของหน่วยแรงประสิทธิผลเฉลี่ย กับแรงดึงน้ำ ซึ่งลักษณะสภาวะเริ่มต้นของพื้นผิวครากในช่วงแรก หน่วยแรงประสิทธิผลเฉลี่ยจะมีค่าคงที่ตลอดการเพิ่มขึ้นของแรงดึงน้ำ จนกระทั่งถึงแรงดึงน้ำที่อากาศเข้า จากนั้นหน่วยแรงประสิทธิผลเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง ตามการเพิ่มของแรงดึงน้ำ การประมาณนี้จะเหมาะสมสำหรับดินเม็ดใหญ่ ที่อนุภาคของดินไม่มีพันธะเชื่อมติดกัน (cohesionless soil) จะมีโครงสร้างของดินเป็นลักษณะของอนุภาคโดดๆ และทำหน้าที่อย่างอิสระ เป็นรูปแบบที่เรียกว่า “โครงสร้างของดินแบบเดี่ยว” (single grain structure) ดังนั้นในโครงสร้างที่เป็นดินเหนียวที่มีความซับซ้อนสูง การประมาณด้วยวิธีนี้จะไม่สามารถใช้ได้ จากนั้นจะใช้การวัดผลจากการทดสอบของพื้นผิวครากในงานวิจัยของ Uchaipichat and Khalili

(2009) มาทำการตรวจสอบและยืนยันผลกับสมการที่คำนวณได้ ซึ่งพบว่าผลที่ได้จากการวัด และการคำนวณทั้งคู่ มีความสอดคล้องและตรงกันดีมาก

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2557 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

TANAKORN RAKKOB : DEVELOPMENT OF MATHEMATIC MODEL FOR LOADING COLLAPSE CURVE IN UNSATURATED SOILS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. AVIRUT CHINKULKIJNIWAT, Ph.D., 78 PP.

CONSTITUTIVE MODEL/UNSATURATED SOILS/EFFECTIVE MEAN STRESS

A very important feature of unsaturated soils included in the elasto-plastic models is a shift in preconsolidation pressure or yield limit with suction, referred to as the loading collapse (LC) curve. The LC curve is typically defined in the matric suction versus mean stress plane to account for the effects of matric suction. The main advantage of the models including LC curve is that they can reproduce some basic features in unsaturated soils such as collapse and swelling upon wetting. There are two important aspects in determining an LC curve: the initial LC curve and its evolution with yielding. This report presents a rational method to approximate the initial LC curve of an unsaturated cohesionless soil from its water retention characteristic curve (WRC) along the drying path. The report begins with a derivation of an expression for the effective mean stress of an unsaturated soil by considering its pore volumes and the corresponding air entry suctions. Subsequently, the same consideration is further used to calculate the maximum effective mean stresses experienced by a soil (p'_{max}) for a soil subjected to drying to a certain magnitude of applied suctions. The calculated p'_{max} values are derived for both normally consolidated and overconsolidated soils that are subjected to being dried from their initially saturated state. The WRC along the drying path is incorporated into the proposed equation by considering the pore volumes and their corresponding air entry

suction. Bearing in mind that the soil is subjected to a change in its volume while being dried, the calculated p'_{max} values do not represent stress values at a specific soil volume. The calculated p'_{max} values and information on the compression characteristics of the soil are combined through strain hardening to determine the p'_{max} values along a specific soil volume and, hence, the LC curve. The approximation is applicable for cohesionless soil, whose soil fabric has a so-called "single grain structure" form. Because the pore structure of cohesive soil is highly complex, this approximation is not applicable to cohesive soil. The test results from Uchaipichat and Khalili (2009) are used to verify the proposed methodology. A good agreement between the measured and calculated LC curves is found**.**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Civil Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2014 Advisor's Signature _____