ชนาธิป ศุโภทยาน : พฤติกรรมการไหลซึมและเสถียรภาพของลาดดินตื้นที่มีหน่วยแรงยึดเกาะ (SEEPAGE BEHAVIOR AND STABILITY OF COHESIVE SHALLOW SLOPE) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์, 105 หน้า.

ปัญหาดินถล่มเนื่องจากฝนเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าเกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินและการเปลี่ยนแปลงกำลังของดิน การซึมของฝนลงสู่ลาดดินทำให้ความชื้นในดินเพิ่มขึ้น ส่งผลโดยตรงต่อการลดลงของกำลังรับแรงเฉือนรวมทั้งเสถียรภาพของลาดดิน ความเข้าใจในปฏิสัมพันธ์ดังกล่าวจึงมีส่วนสำคัญในการปรับปรุงและพัฒนาระบบการเตือนภัยดินถล่มให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการร่วมกับการวิเคราะห์เสถียรภาพบนหลักการลาดดินอนันต์เพื่อความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับดินถล่มแบบตื้น ด้วยการศึกษาการตอบสนองทางชลศาสตร์ในลาดดินจากแบบจำลองทางกายภาพการซึมในหนึ่งมิติภายใต้สภาวะฝนที่เป็นไปได้ 3 สภาวะ ประกอบด้วย 1) สภาวะฝนที่มีความเข้มฝนต่ำกว่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของดิน 2) ความเข้มฝนใกล้เคียงกับสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของดิน และ 3) ความเข้มฝนสูงกว่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของดิน ตัวอย่างดินที่ใช้ในการศึกษามี 2 ประเภท จากการทดสอบพบว่า ภายใต้สภาวะฝนที่ 1 การตอบสนองความชื้นในดินจะแบ่งออกเป็นสองช่วงอย่างชัดเจนประกอบด้วยช่วงการซึมและช่วงการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำใต้ดิน ในช่วงแรกความชื้นในดินจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ลงของระนาบความชื้น (Wetting front) จากความชื้นเริ่มต้น (θ_{wi}) ไปถึงความชื้นที่เรียกว่าความชื้นหลังระนาบความชื้น (θ_{wb}) เมื่อระนาบความชื้นดังกล่าวเคลื่อนไปถึงชั้นทึบน้ำที่ถูกจำลองขึ้น ความชื้นในดินจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำใต้ดินจาก θ_{wb} ไปถึงความชื้นที่สภาวะอิ่มตัวด้วยน้ำของดิน (θ_{sat}) เมื่อเปรียบเทียบสภาวะฝนที่ 2 และ 3 พบว่าขนาดของ θ_{wb} จะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของความเข้มฝน จนกระทั่งมีค่าเท่ากับ θ_{sat} เมื่อความเข้มฝนมีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของดิน นอกจากนี้ผลทดสอบยังแสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนตัวของระนาบความชื้นจะเร็วขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความเข้มฝน ดังนั้นการตอบสนองความชื้น ณ สภาวะฝนที่แตกต่างดังกล่าวมาข้างต้นจะส่งผลโดยตรงต่อระยะเวลาในการวิบัติรวมทั้งความลึกของระนาบวิบัติของลาดดิน จากข้อสรุปที่ได้ เมื่อนำไปประเมินเสถียรภาพด้วยหลักการลาดดินอนันต์ พบว่าสำหรับทุกๆความเข้มฝนที่ดัชนีการซึม (i/k_s) มีค่าน้อยกว่า 1.0 เสถียรภาพของลาดดินจะค่อยๆลดลงตามความลึกของระนาบความชื้น (Z_w) ที่เพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาหน่วยแรงยึดเกาะประสิทธิผลของดิน (c') ของดินที่มีค่าหน่วยแรงยึดเกาะประสิทธิผลสูงจะส่งผลให้เสถียรภาพของลาดดินสูงตามไปด้วย ทั้งนี้การวิบัติของลาดดินอาจเกิดได้ทั้งในช่วงระยะการซึมหรือระยะอิ่มตัวด้วยน้ำ ขึ้นอยู่กับค่าของหน่วยแรงยึดเกาะประสิทธิผล มุมเสียดทานภายในประสิทธิผล และความชันของลาดดิน จากการวิเคราะห์ดังกล่าวในงานวิจัยนี้

สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการระบุตำแหน่งที่เหมาะสมต่อการติดตั้งเครื่องมือเพื่อเฝ้าระวังดินถล่มระดับตื้นได้ในอนาคต ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินเมื่อเกิดภัยพิบัติดังกล่าว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2560

ลายมือชื่อนักศึกษา ชนาธิป ศุโภทยาน
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

CHANATHIP SUPOTAYAN : SEEPAGE BEHAVIOR AND STABILITY OF COHESIVE SHALLOW SLOPE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. AVIRUT CHINKULKIJNIWAT, Ph.D., 105 PP.

SEEPAGE/RAINFALL INFILTRATION/WETTING FRONT/SHALLOW SLOPE/ STABILITY ANALYSIS/ONE-DIMENSIONAL INFILTRATION MODEL

Landslides triggered by rainfall are widely known disaster related to the interactions between the change of soil water content and strength of the sloping ground. The infiltration of rainwater into the soil results in increment of soil water content, and hence the drop of shear strength and factor of safety against slope failure. Understanding this interaction is vital to enhance the landslides warning system such that mitigation of landslide disaster can be performed effectively. This thesis presents a series of laboratory experiments together with the stability analysis on the infinite slope principle for a basic understanding of shallow landslide. This research investigated the seepage response in the soil using a one-dimensional infiltration model under 3 rainfall conditions depending on the rainfall intensity (i) and the coefficient of saturated permeability of the soil (k_s) ; 1) $i < k_s$, 2) $i \simeq k_s$, 3) $i > k_s$. Two soil types used in this study were silty sand (SM) and poorly graded sand with silt (SP-SM). The test found that, under the 1st rainfall condition, the change of soil volumetric water content can be divided into two phases : infiltration phase and rising of water table phase. The infiltration phase involved the downward movement of the wetting front. In this phase, the water content increased from the initial value of the volumetric water content (θ_{wi}) to the final volumetric water content called volumetric water

content behind wetting front (θ_{wb}) to reach saturated water content (θ_{sat}). When the wetting front reached the impervious layer, the water content in the soil increased due to the rising of water table. The magnitude of θ_{wb} increased with increasing the magnitude of rainfall intensity. The magnitude of θ_{wb} was equal to θ_{sat} when the rainfall intensity was equal to the permeability coefficient of the soil. In addition, the results showed that the wetting front velocity also depended on the rainfall intensity. Therefore, the seepage responses under different rainfall conditions might affect the time of failure as well as the depth of failure plane. In a view of slope stability, when the infiltration index (i/k_s) was less than 1.0, the stability decreased with increasing the advance of wetting front (Z_w). The cohesion played an important role to the stability of the slope. Results from this study might enhance the efficiency of current warning system.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Civil Engineering Student's Signature Ch. Supotayan

Academic Year 2017 Advisor's Signature