ดึก บุ่ยวัน : การตอบสนองจากการไหลในดินเนื่องจากการยกตัวของระดับน้ำใต้ดินในกำแพงกันดินเสริมกำลัง (SEEPAGE RESPONSES OF MECHANICAL STABILIZED EARTH WALL STRUCTURES INDUCED BY RISING OF UPSTREAM WATER TABLE) อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.อวิรุทธิ์ ชินกุลกิจนิวัฒน์, 241 หน้า

วิทยานิพนธ์นี้ประกอบด้วยสองส่วน ในส่วนแรกนำเสนอผลการตรวจวัดการตอบสนองจากการไหลในดินเนื่องจากการยกตัวของระดับน้ำใต้ดิน ด้วยแบบจำลองกายภาพร่วมกับการวิเคราะห์เชิงตัวเลขด้วยวิธีทางไฟไนท์อิลิเมนต์ เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งกระทบต่อการตอบสนองดังกล่าวภายในกำแพงกันดินเสริมกำลังทั่วไปที่นิยมใช้ดินเม็ดหยาบเป็นวัสดุถม การศึกษาเริ่มจากการทดสอบในแบบจำลองกายภาพเพื่อจำลองการระบายน้ำภายในกำแพงโดยแบ่งออกเป็นสองเงื่อนไข ได้แก่ กำแพงกันดินเสริมกำลังที่ไม่มีระบบระบายน้ำ และมีระบบระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าพื้นที่เสริมกำลังโดยใช้วัสดุประกอบทางธรณีเทคนิค(geocomposite) ซึ่งเป็นวัสดุที่ประกอบด้วยตาข่ายสังเคราะห์ทางธรณีเทคนิค(geonet) เป็นแกนกลางและประกบด้วยวัสดุเส้นใยสังเคราะห์ทางธรณีเทคนิค(geotextile) ผลการทดสอบที่ได้จะนำไปสอบเทียบกับผลการจำลองเชิงตัวเลขด้วยวิธีไฟไนท์อิลิเมนต์ เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ถูกต้องในการนำไปศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิต่อการระบายน้ำภายในกำแพงกันดิน ผลการศึกษาจากแบบจำลองเชิงกายภาพ พบว่า การติดตั้งระบบระบายน้ำด้วยวัสดุประกอบทางธรณีเทคนิค สามารถช่วยลดปริมาณความชื้นรวมทั้งแรงดันน้ำที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่เสริมกำลังได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิต่อการตอบสนองการไหลของน้ำในกำแพงกันดินจากแบบจำลองเชิงตัวเลข ซึ่งแสดงในรูปของการกระจายระดับความอิ่มตัวด้วยน้ำประสิทธิผล(effective saturation, S_e) และระดับเส้นผิวน้ำดิน(phreatic surface) พบว่า การตอบสนองการไหลดังกล่าวขึ้นอยู่กับคุณลักษณะการอุ้มน้ำ(Water Retention Character, WRC) ของดินถมและของวัสดุเส้นใยสังเคราะห์ทางธรณีเทคนิค รวมทั้งอัตราส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของวัสดุประกอบทางธรณีเทคนิคต่อค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของดินถมหรือที่เรียกว่าอัตราส่วนสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้(permeability ratio, $K_{r,net}$) คุณลักษณะการอุ้มน้ำของดินถมจะส่งผลต่อการกระจายระดับความอิ่มตัวด้วยน้ำประสิทธิผลภายในกำแพงกันดินทั้งในและนอกพื้นที่เสริมกำลัง ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของ $K_{r,net}$ ทำให้เกิดการเพิ่มของระดับเส้นผิวน้ำภายในพื้นที่เสริมกำลัง

ส่วนที่สองของวิทยานิพนธ์นำเสนอผลการจำลองเชิงตัวเลขด้วยวิธีทางไฟไนท์อิลิเมนต์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ดินที่ไม่ผ่านข้อกำหนดสำหรับการใช้เป็นดินถมในกำแพงกันดินเสริมกำลัง(marginal soil) มาใช้เป็นวัสดุถมในกำแพงกันดินที่มีการติดตั้งวัสดุประกอบทางธรณี

เทคนิคเป็นระบบระบายน้ำ ในการจำลองจะแบ่งออกเป็นสองรูปแบบจำลอง ได้แก่ 1) รูปแบบการใช้ดินเดิมตามธรรมชาติด้านนอกพื้นที่เสริมกำลังและใช้ดินทรายเป็นวัสดุถมภายในพื้นที่เสริมกำลัง (L-S scenario) และ2) รูปแบบการใช้ดินเดิมด้านนอกกำแพงกันดินเสริมกำลังและดินที่ไม่ผ่านข้อกำหนดเป็นดินถมในพื้นที่เสริมกำลัง (L-L scenario) ผลการจำลองในรูปแบบที่ 1 พบว่า การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินภายนอกพื้นที่เสริมกำลังส่งผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อการกระจายระดับความอิ่มตัวด้วยน้ำประสิทธิผลภายในพื้นที่เสริมกำลัง แต่จะส่งผลกระทบอย่างมากภายนอกพื้นที่ดังกล่าว โดยเมื่อดินมีคุณลักษณะการอุ้มน้ำสูง การกระจายระดับความอิ่มตัวด้วยน้ำประสิทธิผลและแรงดันน้ำภายนอกพื้นที่เสริมกำลังจะสูงตามไปด้วย สำหรับผลการจำลองในรูปแบบที่ 2 พบว่า การใช้ดินที่ไม่ผ่านข้อกำหนดเป็นวัสดุถมภายในพื้นที่เสริมกำลัง ทำให้เกิดการกระจายระดับความอิ่มตัวด้วยน้ำประสิทธิผลภายในพื้นที่ดังกล่าวสูงตามไปด้วย และเปลี่ยนแปลงตามคุณลักษณะการอุ้มน้ำของดิน นอกจากนี้ ผลการจำลองยังแสดงให้เห็นถึง อิทธิพลของอัตราส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของตาข่ายสังเคราะห์ทางธรณีเทคนิคต่อค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของของดินถมภายนอกพื้นที่เสริมกำลัง(K^{outer}) และอัตราส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของตาข่ายสังเคราะห์ทางธรณีเทคนิคต่อค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของดินถมภายในพื้นที่เสริมกำลัง(K^{inner}) ต่อระดับของเส้นผิวน้ำภายในพื้นที่เสริมกำลัง โดยเมื่อ K^{outer} มีค่าต่ำลงจะทำให้ระดับของเส้นผิวน้ำภายในพื้นที่เสริมกำลังสูงขึ้น ในทางกลับกัน เมื่อ K^{inner} มีค่าต่ำกว่า 1765 ระดับของเส้นผิวน้ำภายในพื้นที่เสริมกำลังจะลดลงตามการลดลงของ K^{inner} แต่ระดับดังกล่าวจะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อ K^{inner} มีค่าสูงกว่า 1765

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนักศึกษา

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

DUC BUI VAN : SEEPAGE RESPONSES OF MECHANICAL STABILIZED EARTH WALL STRUCTURES INDUCED BY RISING OF UPSTREAM WATER TABLE. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. AVIRUT CHINKULKIJNIWAT, Ph.D., 241 PP.

MECHANICAL STABILIZED EARTH WALL / WATER RETENTION CHARACTER / GEOCOMPOSITE DRAIN / CAPILLARY BARRIER

This thesis comprises two main parts. The first part established to simulate a typical scenario of Mechanical Stabilized Earth (MSE) walls. The primary target of this part was to figure out the influential factors affecting drainage design considerations for MSE walls using granular soils. Initially, series of physical experiments were conducted under two conditions: with, and without geocomposite drain. The experimental results obtained from physical models of MSE walls were then utilized to perform a series of parametric study using Plaxis 2D. The parametric results indicate that the seepage responses were primarily governed by the Water Retention Character (WRC) of the backfill materials, as well as of geotextiles, and the ratio between the saturated hydraulic conductivity of geonet to that of the soil, $K_{r,net}$. Specifically, the WRC of the soil reflects the distribution of effective saturation in the backfills both inside and outside the protection zone. The lower magnitude of $K_{r,net}$ results in a higher level of the phreatic surface in the protected zone. Another finding from the first main part is the effect of "capillary break phenomenon", the lower magnitude of suction at breakthrough point results in greater amount of water accumulation along the interface. The second part intended to simulate two practical scenarios of MSE walls, in which marginal soil was utilized. In the first scenario, namely L-S, the protected zone was fully filled with sandy soil and the soil outside the

protected zone was in place lateritic soil. The L-S scenario aimed to investigate the influence of hydraulic properties of the soil outside the protected zone on the seepage responses. In addition, the use of different types of soils inside and outside the protected zone was considered through this scenario. The second scenario, namely L-L, was set up to investigate the influence of the use of poorly drained materials on flow response in MSE walls. The computed results show that the hydraulic properties of the soil outside the protected zone play a little role in the moisture profiles in the protected zone, and vice versa. Instead, it significantly affects the moisture content in the unreinforced zone, the greater amount of fine particles (lower g_a and g_n values) of the soil outside the protected zone brings about the wider distribution of high moisture content in the unprotected zone. The ratio of the hydraulic conductivity of geonet to that of the soil outside the protected zone, K^{outer}, play a major role in the level of the phreatic surface in the protected zone. It was also found that the permeability ratio between geonet and the soil placed inside the protected zone, K^{inner}, affected the level of the phreatic surface inside the protected zone, if the magnitude K^{inner} of less than the critical value of 1765. The lower value of K^{inner} results in a lower phreatic surface in the protected zone found. In the case that the geocomposite has insufficient drainage capacity as well as the thickness of drainage system is not well-founded, the use of the backfill material having lower hydraulic conductivity might aggrade the phreatic surface in the unprotected zone. A greater fine particle content (lower g_a and g_n values) in the soil outside the protected zone, results in a wider distribution of the high-water-content area.

School of Civil Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2016 Advisor's Signature _____