อัตราการไหลตามแนวของแผ่นวัสดุสังเคราะห์จีโอคอมโพสิตภายใต้สภาวะที่ถูกประกบด้วยดิน

อภินันท์ บูริตธรรม[1*] สุขสันติ์ หอพิบูลสุข[2] และ อาทิตย์ อุดมชัย[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาพฤติกรรมการไหลตามแนวของวัสดุจีโอคอมโพสิตในห้องปฏิบัติการภายใต้ความเค้นกดทับความลาดเชิงชลศาสตร์ และดินประกบทั้ง 2 ด้าน การศึกษานี้ใช้เครื่องทดสอบอัตราการไหลตามแนวของแผ่นวัสดุสังเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นเฉพาะเพื่อให้สามารถจำลองสภาวะที่วัสดุจีโอคอมโพสิตถูกล้อมรอบด้วยดิน แผ่นจีโอคอมโพสิตถูกประกบด้วยดินทรายปนดินเหนียวในสองกรณี คือจีโอคอมโพสิตถูกประกบด้วยชั้นดินด้านล่าง และถูกประกบด้วยชั้นดินสองด้าน (ด้านบนและล่าง) ความเค้นกดทับในแนวดิ่งบนจีโอคอมโพสิตเท่ากับ 50, 100 และ 150 กิโลปาสคาล อัตราการไหลตามแนวมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D 4716 (ไม่มีดินประกบ) เมื่อถูกประกบด้วยชั้นดินด้านล่าง ขณะที่ อัตราการไหลตามแนวของวัสดุจีโอคอมโพสิตจะลดลงเป็นอย่างมากเมื่อถูกประกบด้วยชั้นดินสองชั้น การลดลงของอัตราการไหลเกิดจากการคอดของจีโอคอมโพสิตและการอุดตันของดินเม็ดละเอียดเมื่อถูกกระทำด้วยความเค้นกดทับในแนวดิ่งส่งผลให้พื้นที่ระบายน้ำของวัสดุจีโอคอมโพสิตลดลง อัตราการไหลมีค่าลดลงอย่างมากตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณดินเม็ดละเอียด

คำสำคัญ: จีโอคอมโพสิต, อัตราการไหลตามแนว, สภาวะดินประกบ, การพัฒนาเครื่องทดสอบ

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
[2] ศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ และผู้อำนวยการ ศูนย์เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
[3] นักวิจัยศูนย์เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +668 8086 8091 อีเมล: apinun_ce@hotmail.com

_19(001-008)1.indd 1 3/19/62 BE 1:34 PM

Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Vol. 9 No. 3 September – December, 2018

Hydraulic Transmissivity of Geocomposite Under Soil Surrounded Condition

Apinun Buritatum[1*] Suksun Horpibulsuk[2] and Artit Udomchai[3]

Abstract

This research investigates the flow behavior of geocomposite materials in the laboratory testing under pressure stress, hydraulic gradient and soil Surrounded, a modified transmissivity test apparatus was developed to estimate the transmissivity of geocomposite under real working conditions. Two scenarios were conducted in which the geocomposite material was placed on a soil layer for case Ⅰ, for the second scenario the geocomposite was embedded between soil layers, subsequently the soil-geocomposite systems were subjected to different magnitudes of vertical effective stress of 50, 100, and 150 kPa, respectively. The obtained results indicate that the transmissivity of geocomposite slightly changed for the first condition (case Ⅰ) compared to conventional method, namely ASTM D 4716, whereas there was a significant change found in the case Ⅱ. This might be due to the effect of other factors that occurred in the second scenario such as clogging, bending of geocomposite layer leading to a decrease in the performance of geocomposite.

Keywords: Geocoposite, Hydraulic Transmissivity, Soil Surrounded Condition, Developed Test Apparatus

[1] Master Degree Graduate, School of Civil Engineering, Suranaree University of Technology
[2] Professor, School of Civil Engineering and Director, Center of Excellence in Innovation for Sustainable Infrastructure Development, Suranaree University of Technology
[3] Researcher, Center of Excellence in Innovation for Sustainable Infrastructure Development, Suranaree University of Technology
[*] Corresponding Author Tel. +668 8086 8091 e-mail: apinun_ce@hotmail.com

_19(001-008)1.indd 2 3/19/62 BE 1:34 PM

1. บทนำ

วัสดุจีโอคอมโพสิตคือวัสดุใยสังเคราะห์ที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในงานวิศวกรรมธรณีเทคนิคโดยมีหน้าที่เป็นวัสดุกรองและระบายน้ำออกจากมวลดินทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ค่าการไหลตามแนว (Transmissivity) ของจีโอคอมโพสิตในปัจจุบันจึงเป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบและการใช้งาน [1] ค่าการไหลตามแนวของจีโอคอมโพสิตตามมาตรฐาน ASTM D 4716 [2] ที่ใช้เป็นการจำลองการไหลผ่านแผ่นวัสดุสังเคราะห์ตัวอย่างภายใต้ความเค้นที่กระทำผ่านแผ่นเหล็กผิวเรียบ ซึ่งเป็นการบังคับหน้าตัดของตัวอย่างให้เกิดความสม่ำเสมอตลอดการทดสอบ [3] แต่สภาพจริงในสนามจีโอคอมโพสิตติดตั้งในดินบดอัด จึงเกิดการคอดขณะบดอัดดิน นอกจากนี้อนุภาคของดินยังก่อให้เกิดการอุดตันตามรูของแผ่นวัสดุสังเคราะห์ [4] และส่งผลให้ความสามารถในการระบายน้ำตามแนวของวัสดุสังเคราะห์ลดลง ดังนั้น การไหลตามแนวของวัสดุสังเคราะห์ที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องมือทดสอบที่ปราศจากดินประกบจึงมีค่าสูงเกินความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในสนาม

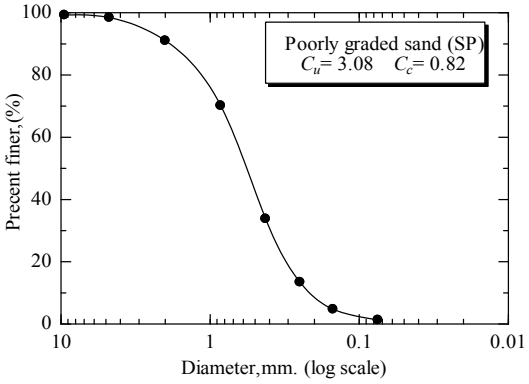
งานวิจัยนี้พัฒนาเครื่องมือทดสอบการไหลตามแนวของวัสดุสังเคราะห์ที่สามารถทดสอบได้ทั้งในสภาวะไม่มีดินประกบ (ตามมาตรฐาน ASTM D 4716 [2]) และในสภาวะที่มีดินประกบแผ่นวัสดุจีโอคอมโพสิตซึ่งเป็นสภาวะที่เกิดขึ้นกับการใช้งานจริงในภาคสนาม รวมทั้งศึกษาค่าอัตราการไหลตามแนวของแผ่นวัสดุสังเคราะห์จีโอคอมโพสิตที่ความความเค้นกดทับต่าง ๆ ทั้งสภาวะที่มีดินและไม่มีดินประกบ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาอิทธิพลของปริมาณดินเม็ดละเอียดที่มีผลกระทบต่ออัตราการไหลตามแนวของแผ่นจีโอคอมโพสิต

2. ขอบเขตงานวิจัย

แผ่นวัสดุสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดสอบค่าการไหลตามแนวเป็นวัสดุจีโอคอมโพสิต และทรายที่ใช้ในการประกบวัสดุจีโอคอมโพสิตมีขนาดคละไม่ดี เพื่อจำลองอิทธิพลของดินเม็ดละเอียด ผู้วิจัยได้เพิ่มปริมาณดินเม็ดละเอียด (ผ่านตะแกรงเบอร์ 200) ในดินทรายทดสอบในปริมาณร้อยละ 20, 60 และ 80 ของปริมาณทรายโดยน้ำหนัก ความเค้นกดทับในแนวดิ่งที่กระทำบนแผ่นวัสดุจีโอคอมโพสิตเท่ากับ 50, 100 และ 150 กิโลปาสคาล ค่าความลาดเชิงชลศาสตร์เท่ากับ 0.1, 0.3, 0.5 และ 1.0 ดินที่ประกบชั้นบนและชั้นล่างของแผ่นวัสดุจีโอคอมโพสิตมีความหนาชั้นละ 0.05 เมตร

3. วัสดุอุปกรณ์

3.1 คุณสมบัติพื้นฐานของดินตัวอย่าง



รูปที่ 1 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดิน

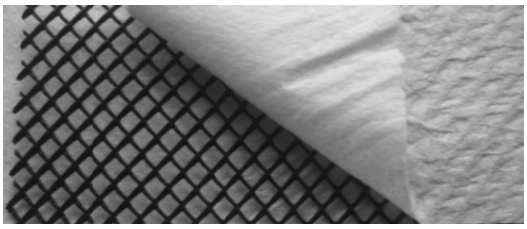
จากรูปที่ 1 แสดงการจำแนกขนาดคละของดินตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยกรวดร้อยละ 0.3 ทรายร้อยละ 97 ดินตะกอนและดินเหนียวขนาดเล็กกว่า 0.075 มิลลิเมตรร้อยละ 2.7 ขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 0.53 มิลลิเมตร สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอเท่ากับ 3.08 และสัมประสิทธิ์ความโค้งเท่ากับ 0.82 จากการจำแนกตามระบบเอกภาพ (USCS) [5] ดินตัวอย่างที่ทดสอบนี้จัดเป็นดินทรายที่มีขนาดคละไม่ดี (SP) ความถ่วงจำเพาะและสัมประสิทธิ์การซึมผ่านเท่ากับ 2.72 และ 2.3×10^{-2} เซนติเมตรต่อวินาที ตามลำดับ

ดินเม็ดละเอียดที่นำมาผสมเพิ่มลงในทรายตัวอย่างมีขนาดเล็กกว่า 0.075 มิลลิเมตรมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 2.70 และ ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านเท่ากับ 4.6×10^{-8} เซนติเมตรต่อวินาที

3.2 คุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุสังเคราะห์ตัวอย่าง

วัสดุจีโอคอมโพสิต ประกอบด้วยวัสดุแกนกลางเป็นจีโอเนต และวัสดุชั้นกรองทั้งสองด้านที่ประกบเป็นจีโอเทคไทล์ชนิดไม่ถักทอมีความหนาเท่ากับ 9.0 มิลลิเมตร กำลังแรงดึงด้านยาวเท่ากับ 21 กิโลนิวตันต่อเมตร กำลังแรงดึงด้านขวางเท่ากับ 17 กิโลนิวตันต่อเมตร ค่าอัตราการไหลตามแนวเท่ากับ 4.5×10^{-4}

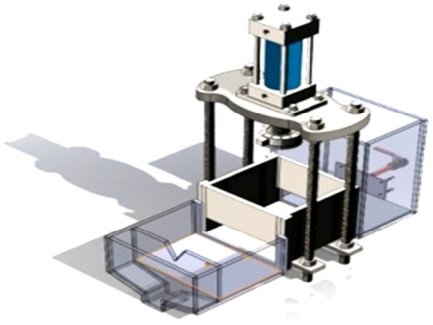
ตารางเมตรต่อวินาที ที่ความลาดเชิงชลศาสตร์เท่ากับ 1.0 และความเค้นเท่ากับ 50 กิโลปาสคาล ลักษณะของวัสดุจีโอคอมโพสิตแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผ่นวัสดุสังเคราะห์จีโอคอมโพสิต

3.3 เครื่องทดสอบ

เครื่องทดสอบอัตราการไหลตามแนวของแผ่นวัสดุสังเคราะห์พัฒนาขึ้นตามมาตรฐาน ASTM D 4716 [1] และเพิ่มอุปกรณ์เสริมเพื่อให้สามารถทดสอบได้ในสภาวะที่แผ่นวัสดุถูกประกบด้วยดิน โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมช่องทางการไหลให้สามารถปรับขนาดช่องทางการไหลให้เท่ากับขนาดของวัสดุตัวอย่างขณะที่ทำการทดสอบเมื่อที่ความหนาของวัสดุเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความเค้น ลักษณะของเครื่องทดสอบอัตราการไหลตามแนวของวัสดุสังเคราะห์แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 เครื่องทดสอบอัตราการไหลตามแนวของแผ่นวัสดุสังเคราะห์

4. วิธีการทดสอบ

การทดสอบในงานวิจัยนี้ประยุกต์จากมาตรฐาน ASTM D 4716 [2] โดยการเพิ่มดินที่ใช้ประกบแผ่นวัสดุจีโอคอมโพสิต และทำการบดอัดดินที่ความชื้นเหมาะสมตามเงื่อนไขการทดสอบแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เงื่อนไขการทดสอบ

Sample	Bottom soil (mm.)	Top soil (mm.)	% Sand (%)	% Clays (%)
Std	0	0	0	0
Sand 100% (B)	50	0	100	0
Sand 100%(TB)	50	50	100	0
Sand 80% Clays 20% (B)	50	0	80	20
Sand 80% Clays 20% (TB)	50	50	80	20
Sand 40% Clays 60% (TB)	50	50	40	60
Sand 20% Clays 80% (B)	50	0	20	80
Sand 20% Clays 80% (TB)	50	50	20	80

เมื่อ

Std คือการทดสอบตามมาตรฐาน

Sand 100% (B) คือการทดสอบโดยใช้ทรายประกบด้านเดียว

Sand 100% (TB) คือการทดสอบโดยใช้ทรายประกบสองด้าน

Sand 80% Clays20% (B) คือการทดสอบโดยใช้ทรายร้อยละ 80 ต่อการใช้ดินเหนียวร้อยละ 20 ประกบด้านเดียว

Sand 80% Clays20% (TB) คือการทดสอบโดยใช้ทรายร้อยละ 80 ต่อการใช้ดินเหนียวร้อยละ 20 ประกบสองด้าน

Sand 40% Clays60% (B) คือการทดสอบโดยใช้ทรายร้อยละ 40 ต่อการใช้ดินเหนียวร้อยละ 60 ประกบด้านเดียว

Sand 40% Clays60% (TB) คือการทดสอบโดยใช้ทรายร้อยละ 40 ต่อการใช้ดินเหนียวร้อยละ 60 ประกบสองด้าน

Sand 20% Clays80% (B) คือการทดสอบโดยใช้ทรายร้อยละ 20 ต่อการใช้ดินเหนียวร้อยละ 80 ประกบด้านเดียว

Sand 20% Clays80% (TB) คือการทดสอบโดยใช้ทรายร้อยละ 20 ต่อการใช้ดินเหนียวร้อยละ 80 ประกบสองด้าน

4.1 ขั้นตอนการทดสอบ

4.1.1 ผสมดินตัวอย่างในอัตราส่วนที่กำหนดในเงื่อนไขการทดสอบซึ่งระบุไว้ในตารางที่ 1

4.1.2 บดอัดดินตัวอย่างชั้นล่างด้วยความเค้นสูงสุดที่ใช้ในการทดสอบ ในฐานของเครื่องทดสอบ

4.1.3 วางแผ่นวัสดุทดสอบที่บริเวณชั้นล่างของฐานรองรับตัวอย่าง

4.1.4 ในกรณีที่ใช้ดินประกบสองด้านบนและล่าง หลังจากติดตั้งตัวอย่างทดสอบแล้วเสร็จ ให้บดอัดดินชั้นบนด้วยความเค้นเล็กน้อยก่อนที่จะทำการทดสอบ

4.1.5 ติดตั้งอุปกรณ์ให้แรง และปล่อยน้ำใส่ในอ่างเก็บน้ำ

4.1.6 ให้แรงต่อตัวอย่างทดสอบด้วยความเค้นกดทับเล็กน้อย ผ่านแผ่นเหล็กที่ใช้กดทับแผ่นตัวอย่างด้วยค่า 5-10 กิโลปาสคาลและเพิ่มระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำช้าๆ เพื่อปล่อยให้น้ำไหลผ่านตัวอย่างจนอยู่ในสภาวะที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งตัวอย่างจะต้องอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำอยู่ตลอดเวลา

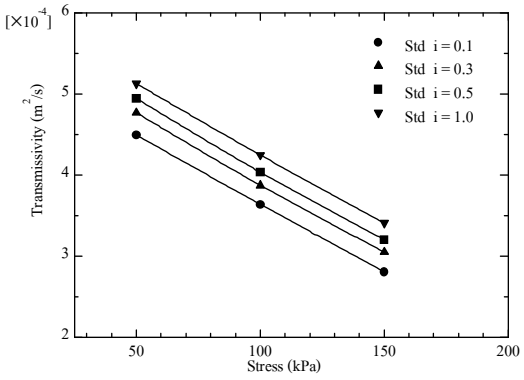
4.1.7 หลังจากกดแผ่นวัสดุตัวอย่างด้วยความเค้นข้างต้นเป็นเวลา 15 นาทีแล้ว ทำการเพิ่มแรงผ่านเครื่องควบคุมเพื่อให้ได้ค่าความเค้นตามต้องการ และเพิ่มระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำให้ตรงกับความลาดชันเชิงชลศาสตร์ที่เลือกใช้ในการทดสอบ

4.1.8 ปล่อยให้น้ำไหลผ่านตัวอย่างทดสอบเป็นปริมาตรอย่างน้อย 0.0005 ลูกบาศก์เมตร บันทึกเวลาการไหลที่น้ำไหลผ่านตัวอย่างทดสอบไปแล้ว 0.0005 ลูกบาศก์เมตร ทำซ้ำอีกอย่างน้อย 3 ครั้ง

4.1.9 หลังจากทดสอบจนครบทุกค่าความลาดเชิงชลศาสตร์ที่เลือกใช้แล้ว จึงจะเพิ่มความเค้นจนถึงค่าความเค้นสูงสุดที่ใช้ในการทดสอบ

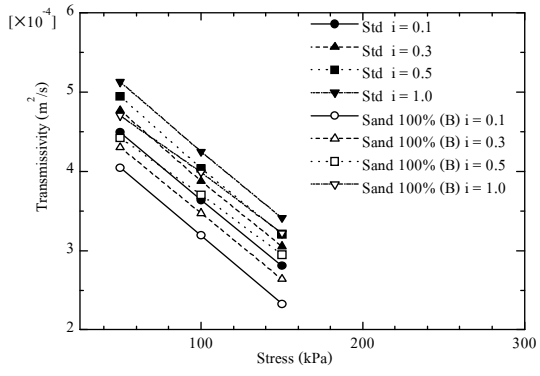
5. ผลการทดสอบ

5.1 อัตราการไหลตามแนวของแผ่นวัสดุสังเคราะห์จีโอคอมโพสิตเมื่อใช้ดินประกบด้านเดียว



รูปที่ 4 อัตราการไหลตามแนวกับความเค้นที่ความลาดเชิงชลศาสตร์ต่าง ๆ โดยการทดสอบมาตรฐาน

จากรูปที่ 4 แสดงอัตราการไหลตามแนวกับความเค้นที่ความลาดเชิงชลศาสตร์ต่าง ๆ ผลการทดสอบมาตรฐานพบว่า อัตราการไหลตามแนวจะลดลงเมื่อความเค้นเพิ่มขึ้นในทุกความลาดเชิงชลศาสตร์ [6] เนื่องจากความเค้นที่กดทับจะทำให้ความหนาของแผ่นจีโอคอมโพสิตลดลง ส่งผลให้ช่องทางการไหลของน้ำที่ไหลผ่านตัวอย่างมีค่าลดลง [7]

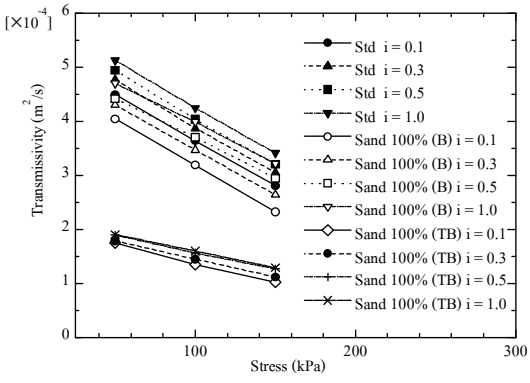


รูปที่ 5 อัตราการไหลตามแนวกับความเค้นที่ความลาดเชิงชลศาสตร์ต่าง ๆ เมื่อใช้ทรายประกบด้านเดียว

จากรูปที่ 5 แสดงอัตราการไหลตามแนวกับความเค้นที่ความลาดเชิงชลศาสตร์ต่าง ๆ เมื่อใช้ทรายประกบ จีโอคอมโพสิตด้านเดียว ผลการทดสอบพบว่าอัตราการไหลตามแนวมีค่าลดลงตามความลาดเชิงชลศาสตร์ [8] และความเค้นกดทับ ยกตัวอย่างเช่น ที่ความลาดเชิงชลศาสตร์เท่ากับ 0.1 อัตราการไหลตามแนวลดลง ร้อยละ 9.97, 12.29 และ 17.00 สำหรับความเค้นกดทับที่ 50, 100

และ 150 กิโลปาสคาลตามลำดับ เมื่อเทียบกับการทดสอบมาตรฐาน เนื่องจากชั้นทรายที่ประกบใต้แผ่นจีโอคอมโพสิต จะบีบอัดตัวอย่างทดสอบได้มากกว่าการให้ความเค้นผ่านแผ่นเหล็กแต่ค่าอัตราการไหลตามแนวยังเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก เนื่องจากก่อนที่จะทำการทดสอบ ดินที่ใช้ประกบด้านล่างได้รับความเค้นจากการบดอัดจนแน่นและมีพื้นผิวเรียบ การดัดตัวของแผ่นวัสดุจีโอคอมโพสิตเนื่องจากความเค้นของชั้นดินจึงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย

5.2 อัตราการไหลตามแนวของแผ่นวัสดุสังเคราะห์จีโอคอมโพสิตเมื่อใช้ดินประกบสองด้าน



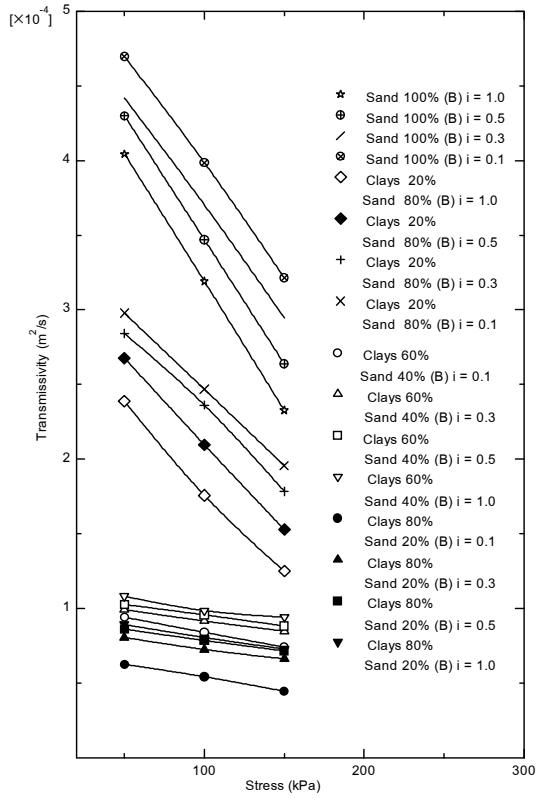
รูปที่ 6 อัตราการไหลตามแนวกับความเค้นที่ความลาดเชิงชลศาสตร์ต่าง ๆ เมื่อใช้ทรายประกบสองด้าน

จากรูปที่ 6 แสดงอัตราการไหลตามแนวกับความเค้นที่ความลาดเชิงชลศาสตร์ต่างๆ เมื่อใช้ทรายประกบสองด้าน ผลทดสอบอัตราการไหลตามแนวของจีโอคอมโพสิตเมื่อมีดินประกบสองด้านมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดตามการเพิ่มขึ้นของความลาดเชิงชลศาสตร์ [8] และความเค้นกดทับ ยกตัวอย่างเช่น ที่ความลาดเชิงชลศาสตร์เท่ากับ 0.1 อัตราการไหลตามแนวมีค่าลดลงร้อยละ 60.94, 62.86 และ 63.29 สำหรับความเค้นกดทับที่ 50, 100 และ 150 กิโลปาสคาลตามลำดับ

ผลทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าชั้นดินที่ใช้ประกบตัวอย่างจีโอคอมโพสิตมีอิทธิพลต่อการลดลงของอัตราการไหลตามแนวอย่างมาก [9] เนื่องจากวัสดุจีโอคอมโพสิตจะถูกบีบอัดด้วยชั้นดินทั้งด้านบนและด้านล่าง และค่าอัตราการไหลที่ลดลงเป็นสาเหตุจากการอัดตัวของดินชั้นบน เนื่องจากมีความแน่นต่ำกว่าดินประกบชั้นล่างเมื่อให้ความเค้นสูงขึ้น อนุภาคของดินจะเข้าไปอุดในช่องการไหลผ่านหน้าตัดของแผ่นวัสดุจีโอคอมโพสิตส่งผลให้พื้นที่หน้าตัดของช่องการไหลในวัสดุจีโอคอมโพสิตลดลง

5.3 อัตราการไหลตามแนวของแผ่นวัสดุสังเคราะห์จีโอคอมโพสิตเมื่อใช้ดินประกบด้านเดียว และเพิ่มปริมาณดินเม็ดละเอียด

จะเห็นได้จากผลทดสอบข้างต้นว่า การลดลงของหน้าตัดจีโอคอมโพสิตมีผลให้อัตราการไหลตามแนวลดลง หัวข้อนี้จะกล่าวถึงปัจจัยเนื่องจากการอุดตันของเม็ดดินในแผ่นจีโอคอมโพสิต โดยการเพิ่มปริมาณดินเม็ดละเอียดแล้วเปรียบเทียบอัตราการไหลตามแนวที่เปลี่ยนแปลงกับการทดสอบโดยใช้ทรายประกบ

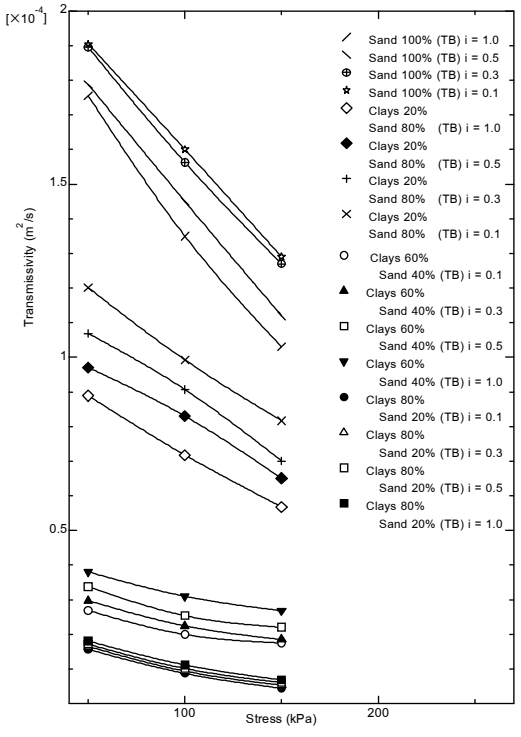


รูปที่ 7 อัตราการไหลตามแนวกับความเค้นที่ความลาดเชิงชลศาสตร์ต่าง ๆ เมื่อใช้ทรายประกบด้านเดียวและเพิ่มปริมาณดินเม็ดละเอียด

จากรูปที่ 7 แสดงอัตราการไหลตามแนวกับความเค้นที่ความลาดเชิงชลศาสตร์ต่าง ๆ ผลการทดสอบพบว่า

อัตราการไหลตามแนวที่ค่าความลาดเชิงชลศาสตร์เท่ากับ 0.1 สำหรับความเค้นที่ 50 กิโลปาสคาลลดลงร้อยละ 40.98, 68.20, 80.91 สำหรับความเค้นที่ 100 กิโลปาสคาลลดลงร้อยละ 44.93, 73.71, 83.03 และสำหรับความเค้นที่ 150 กิโลปาสคาลลดลงร้อยละ 46.36, 76.75 และ 84.56 ตามลำดับ และทุกความลาดเชิงชลศาสตร์อัตราการไหลตามแนวมีค่าลดลง จะเห็นได้ชัดเจนว่า เมื่อเพิ่มปริมาณดินเม็ดละเอียดเป็นร้อยละ 60 และ 80 อัตราการไหลตามแนวมีค่าลดลงอย่างชัดเจนเนื่องจากดินเม็ดละเอียดเกิดการยุบตัวได้สูงกว่าดินเม็ดหยาบที่ความเค้นกดทับเดียวกัน ทำให้พื้นที่หน้าตัดของแผ่นตัวอย่างทดสอบถูกบีบอัดได้มากกว่านอกจากนี้ ดินเม็ดละเอียดที่มีขนาดอนุภาคเล็กสามารถอุดตันช่องทางการไหลของแผ่นตัวอย่างทดสอบได้

5.4 อัตราการไหลตามแนว ของแผ่นวัสดุสังเคราะห์จีโอคอมโพสิตเมื่อใช้ดินประกบสองด้าน และเพิ่มประมาณดินเม็ดละเอียด



รูปที่ 8 อัตราการไหลตามแนวกับความเค้นที่ความลาดเชิงชลศาสตร์ต่าง ๆ เมื่อใช้ทรายประกบสองด้านและเพิ่มปริมาณดินเม็ดละเอียด

จากรูปที่ 8 แสดงอัตราการไหลตามแนวกับความเค้นที่ความลาดเชิงชลศาสตร์ต่าง ๆ เมื่อใช้ดินประกบสองด้าน และเพิ่มปริมาณดินเม็ดละเอียดร้อยละ 20, 60 และ 80 ผลการทดสอบพบว่าอัตราการไหลตามแนวที่ค่าความลาดเชิงชลศาสตร์เท่ากับ 0.1 สำหรับความเค้นที่ 50 กิโลปาสคาลลดลงร้อยละ 44.84, 81.90, 91.08 สำหรับความเค้นที่ 100 กิโลปาสคาลลดลงร้อยละ 46.88, 82.98, 93.55 และสำหรับความเค้นที่ 150 กิโลปาสคาลลดลงร้อยละ 49.35, 83.02 และ 95.71 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าทุกความลาดเชิงชลศาสตร์อัตราการไหลตามแนวมีค่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลทดสอบที่ใช้ทรายประกบด้านเดียวและเพิ่มปริมาณดินเม็ดละเอียดแสดงในรูปที่ 7 นอกจากนี้รูปที่ 8 แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าในกรณีดินประกบสองด้านอัตราการไหลตามแนวจะมีค่าที่ต่ำมากเมื่อปริมาณดินเม็ดละเอียดเพิ่มสูงขึ้นและมีค่าต่ำกว่าทุกกรณีที่ได้ทดสอบมาก่อนหน้านี้ เมื่อเพิ่มความเค้นกดทับสูงขึ้นเรื่อย ๆ ดินชั้นบนเกิดการอัดตัวและอนุภาคของเม็ดดินสามารถแทรกเข้าไปในวัสดุจีโอคอมโพสิตทำให้เกิดการอุดตัน นอกจากนี้ ดินชั้นล่างที่มีปริมาณดินเม็ดละเอียดสูง แม้จะได้รับการบดอัดมาก่อนที่จะทำการทดสอบจนอยู่ในสภาพแน่นแล้วแต่เมื่อความเค้นเพิ่มสูง อนุภาคของดินเม็ดละเอียดที่มีจำนวนมากก็สามารถแทรกตัวเข้าไปอุดตันในช่องการไหลได้ การคอดงอและการอุดตัวของอนุภาคดินเหนียวจึงทำให้ประสิทธิภาพในการระบายน้ำและอัตราการไหลตามแนวของจีโอคอมโพสิตลดลงอย่างมาก

6. สรุปผล

งานวิจัยนี้ศึกษาอัตราการไหลตามแนวของแผ่นวัสดุสังเคราะห์จีโอคอมโพสิตในสภาวะที่ถูกดินประกบ ซึ่งจะแบ่งลักษณะของชั้นดินที่ประกบเป็นสองลักษณะ คือ การประกบชั้นเดียว และการประกบสองชั้น ดินประกบเป็นทรายหยาบปนดินเหนียวในปริมาณร้อยละ 20, 60 และ 80

ผลจากการศึกษาพบว่า ชั้นดินที่ประกบวัสดุจีโอคอมโพสิตมีอิทธิพลเป็นอย่างมากต่ออัตราการไหลตามแนว อัตราการไหลตามแนว จีโอคอมโพสิตที่ถูกประกบด้วยดินสองด้านมีค่าต่ำกว่าอัตราการไหลตามแนวของ จีโอคอมโพสิตที่ถูกประกบด้วยดินด้านเดียวอย่างมาก อัตราการ

ไหลตามแนวของจีโอคอมโพสิตที่ประกบด้วยดินด้านเดียวมีค่าต่ำกว่าอัตราการไหลตามแนวของจีโอคอมโพสิตที่ไม่มีดินประกบเพียงเล็กน้อย

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าดินที่ประกบจีโอคอมโพสิตจะเกิดการอัดตัวเมื่อถูกกระทำด้วยความเค้นกดทับและก่อให้เกิดการคอดของจีโอคอมโพสิต การประกบด้วยดินสองด้านก่อให้เกิดการคอดตัวของจีโอคอมโพสิตมากกว่าการประกบด้วยดินด้านเดียว การคอดตัวของจีโอคอมโพสิตทำให้การไหลผ่านของน้ำช้าลง ส่งผลให้อัตราการไหลผ่านน้อยลง

การศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าปริมาณดินเม็ดละเอียดมีอิทธิพลต่ออัตราการไหลตามแนว ซึ่งส่งผลให้อัตราการไหลลดลงอย่างมากทั้งในการทดสอบแบบประกบด้วยดินเพียงด้านเดียวและด้วยดินทั้งสองด้าน การลดลงของอัตราการไหลเกิดจากการอุดตันของดินเม็ดละเอียดในช่องการไหลของจีโอคอมโพสิตภายใต้การกระทำของความเค้นในแนวดิ่ง ส่งผลให้พื้นที่ระบายน้ำลดลง

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Han Yong Jeon, et al. (2003). "Analysis of the drainage performance of geotextile composites under confined loads." Polymer Testing. Vol.23 No.6 : 239–244.

[2] American Society of Testing and Materials (ASTM). (1989). Standard Test Method for Determining the (In-plane) Flow Rate per Unit Width and Hydraulic Transmissivity of a Geosynthetic Using a Constant Head. ASTM D 4716. West Conshohocken : PA.

[3] Koerner, R.M. (2005). Designing with Geosynthetics. 5th Edition. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall.

[4] D.V. Raisinghani, B.V.S. Viswanadham. (2010). "Evaluation of permeability characteristics of a geosynthetic-reinforced soil through laboratory tests." Geotextiles and Geomembranes. Vol.28 : 579–588.

[5] Das, B.M. (1983). Advance Soil Mechanic. McGraw-Hill : Singapore.

[6] Dhani B. Narejo. (2005). "Determination of transmissivity of synthetic drainage materials at low gradients." Geotextiles and Geomembranes. Vol.23 : 534–539.

[7] Koerner, R. M., and Bove, J. A. (1983). "In-Plane Hydraulic Properties of Geotextiles." Geotechnical Testing Journal, ASTM. Vol.6 No.4 : 190-195.

[8] Knight, M.A., Kotha, S.M. (2001). "Measurement of geotextile-water characteristic curves using a controlled outflow capillary pressure cell." Geosynthetics International. Vol.8 No.3 : 271- 282.

[9] Bouazza, A., Freund, M., Nahlawi, H. (2006). "Water retention of nonwoven polyester geotextiles." Polymer Testing. Vol.25 No.8 : 1038-1043.