

อิทธิพลของวัสดุปรับเสถียรภาพจากธรรมชาติต่อคุณสมบัติทางกล และความสามารถในการต้านทานการชะล้างของราวกันอันตรายจากดินเหนียวหญ้าแฝก

Influence of Natural Clay Stabilizers on Mechanical and Anti-Leaching Properties of Vetiver-Clay Composite Guard Rail

ฐาปณี ศุภกิจวัฒนา^{1*}, เอกพิสิษฐ์ บรรจงเกลี้ยง², รัฐภูมิ ปรีชาตปรีชา³, ธนพล เพ็ญรัตน์⁴
Thapanee Supakitwattana^{1*}, Eakphisit Banjongklian², Rattapoom Parichatprecha³, Tanapon Phenrat⁴

¹ นักศึกษาปริญญาโท, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยนเรศวร

² อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาบริหารงานก่อสร้าง, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

³ อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร

⁴ อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร

* Corresponding authors e-mail: milasinee@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของวัสดุปรับสภาพดินเหนียวต่อสมบัติทางกลและความต้านทานการชะล้างของราวกันอันตรายจากดินเหนียวหญ้าแฝก โดยใช้วัสดุปรับสภาพดินเหนียวสองชนิด คือ น้ำยางพารา และกากน้ำตาล ในงานวิจัยนี้ใช้สัดส่วนของ ดินเหนียว : ทราย : น้ำ คงที่ โดยผันแปรปริมาณวัสดุปรับสภาพดินในปริมาณที่ต่างกัน ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด และความต้านทานการชะล้าง แสดงให้เห็นว่า น้ำยางพาราช่วยเพิ่มกำลังรับแรงอัดและความต้านทานการชะล้างของน้ำได้ดีกว่ากากน้ำตาล ยิ่งไปกว่านั้นสัดส่วนผสมและวิธีขึ้นรูปที่เหมาะสม สามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนาราวกันอันตรายจากหญ้าแฝกดินเหนียวได้ โดยขั้นตอนการทดสอบตลอดจนรายละเอียดของผลการทดสอบได้แสดงไว้ในบทความนี้

คำสำคัญ: ราวกันอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝก, สมบัติด้านความต้านทานการชะล้างของดินเหนียวผสมหญ้าแฝก, วัสดุปรับเสถียรภาพของดินเหนียว

Abstract

This study aimed to investigate the influence of natural clay stabilizers in mechanical and anti-leaching properties of vetiver-clay guard rail. Two kinds of clay stabilizers namely, natural rubber latex and molasses, were applied as stabilized materials, with various portions of stabilizers were varied and the proportion of clay: sand: water was kept constant. The obtained results, shows that the natural rubber latex was the most suitable stabilizer. Mechanical and anti - leaching properties can be significantly increased by adding only 10% of natural rubber latex. Furthermore, the optimum mixture proportions with suitable molding technique could be applied as the vetiver-clay guard rail. The details of testing procedures, analysis and the results were discussed.

Keywords: Vetiver-clay Guard rail, Anti-Leaching Properties of Vetiver-Clay, Clay stabilizers materials

1. บทนำ

ราวกันอันตราย (Guard Rail) ช่วยป้องกัน และควบคุมไม่ให้ยานพาหนะที่เสียการทรงตัววิ่งออกนอกเส้นทางหรือทำให้เกิดอันตรายข้างทาง ลดความรุนแรงจากอุบัติเหตุต่อผู้ขับขี่ ป้องกันอันตรายต่อคนเดินเท้า และการจราจรรอบข้าง[1] ทั้งนี้ ปัจจุบันมักมีการติดตั้งราวกันอันตรายจากเหล็กและคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีการใช้วัสดุที่ไม่สอดคล้องกับการสร้างถนนเชิงนิเวศน์ และเนื่องจากต้นทุนที่สูงทำให้การติดตั้งราวกันอันตราย

ดังกล่าวอาจไม่เพียงพอ โดยเฉพาะถนนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

การปลูกหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำของหลายหน่วยงานในประเทศไทย ทำให้ปัจจุบันมีการปลูกหญ้าแฝกทั่วประเทศ ซึ่งเพียงวัตถุประสงค์ดังกล่าวยังไม่เพียงพอจะจูงใจเกษตรกร ทั้งนี้ การปลูกหญ้าแฝกจำเป็นต้องดูแลรักษาโดยตัดใบออก อาจเพื่อเร่งการแตกกอ ลดปัญหาอัคคีภัยในหน้าแล้ง เป็นต้น แม้จะมีการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากใบหญ้าแฝกในรูปแบบต่างๆ อาทิ ใช้ทำวัสดุคลุมดิน มุงหลังคา หักถักรวม และ

อาหารสัตว์ก็ยังไม่เพียงพอต่อปริมาณใบหญ้าแฝกที่เกิดขึ้นทำให้ต้องเผาทำลายเป็นจำนวนมาก ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน [2] ปัจจุบันมีงานวิจัยที่ใช้ใบหญ้าแฝกเป็นวัสดุปรับปรุงสภาพในรูปแบบต่างๆร่วมกับดินเหนียว เพื่อใช้ในงานทางวิศวกรรมโยธา [3] เช่น ก่อสร้างบ้าน ยุงฉาง และพัฒนาหลักนำทางจากดินเหนียวหญ้าแฝก เป็นต้น จากงานวิจัยดังกล่าวยังแสดงว่าเส้นใยหญ้าแฝกสามารถใช้เพิ่มประสิทธิภาพกำลังรับแรงดัด และเป็นวัสดุปรับปรุงสภาพร่วมกับดินเหนียวทำให้คงตัว ไม่แตกร้าว [4-6] เหมาะสมในการใช้งานร่วมกับดินเหนียวเพื่อพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

น้ำยางพารา ปรับปรุงคุณสมบัติของอิฐดินดิบได้ เพราะมีพลังงานสะสมรวมไม่สูง การนำความร้อนต่ำ เป็นพอลิเมอร์ที่ไม่ละลายน้ำ ยึดหยุ่น และสามารถยึดประสานได้ เพิ่มความทนทานต่อการชะล้างด้วยน้ำ และลดการดูดซึมน้ำของอิฐดินดิบได้ [7-8] น้ำยางพารา ช่วยเพิ่มกำลังอัดของอิฐดินดิบ กำลังดัด การป้องกันน้ำ และการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นผลจากแผ่นฟิล์ม และเส้นใยต่างๆ ที่แทรกตัวตามช่องว่างของอนุภาคต่างๆ [9]

กากน้ำตาล เป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาล ใช้ปรับปรุงสมบัติของอิฐดินดิบได้ โดยใช้ในปริมาณร้อยละ 5-15 ของน้ำหนักดิน จะให้กำลังอัดใกล้เคียงการผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ในสัดส่วนที่เท่ากัน [10]

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาวัสดุธรรมชาติ คือ น้ำยางพารา และกากน้ำตาล เพื่อหาวัสดุที่สามารถปรับปรุงสภาพของดินต่อคุณสมบัติทางกล และความต้านทานการชะล้าง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับราวกันอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝก โดยประยุกต์จากมาตรฐานกรมทางหลวง (รูปที่ 1) ที่มีสมบัติทางกลและทางกายภาพเหมาะสำหรับการนำไปใช้งานกับถนนเชิงนิเวศน์ โดยเน้นสร้างมูลค่าให้เส้นใยหญ้าแฝก สร้างงานสร้างรายได้ให้กับชุมชนและลดความรุนแรงของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนน



รูปที่ 1 ตัวอย่างราวกันอันตรายชนิดที่ทำจากไม้ที่นิยมติดตั้งบนถนนเชิงนิเวศน์ [11]

1. วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาอิทธิพลของวัสดุปรับปรุงสภาพจากธรรมชาติต่อสมบัติทางกล และความต้านทานการชะล้าง ของราวกันอันตรายจากดินเหนียวหญ้าแฝก ดังนี้

1) ศึกษาอิทธิพลของวัสดุปรับปรุงสภาพดินเหนียวประกอบด้วย น้ำยางพารา และกากน้ำตาล ต่อสมบัติทางกลและความต้านทานการชะล้าง

2) ศึกษา และออกแบบรูปแบบวิธีขึ้นรูปที่เหมาะสมต่อสมบัติทางกลและความต้านทานการชะล้าง ซึ่งประยุกต์ใช้วัสดุปรับปรุงสภาพของดินที่เหมาะสมในการขึ้นรูปราวกันอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝก

2. การเตรียมวัสดุ

2.1 หญ้าแฝก

ใช้แฝกพันธุ์แฝกดอน จากอำเภอหนองมะโมง จังหวัดชัยนาท นำมาตากทิ้งไว้ประมาณ 14 วัน หรือให้ได้ความชื้นประมาณร้อยละ 10-14 จะมีค่ากำลังรับแรงดึงประมาณ 80 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังรูปที่ 2 ซึ่งส่วนแรกตัดขนาด 1 เมตร เพื่อนำมาทำแท่งเส้นใยหญ้าแฝก และส่วนที่สองสับให้ได้ขนาด 3-5 ซม. [4]



(ก) ตัดหญ้าแฝก



(ข) ตากหญ้าแฝก



(ค) หญ้าแฝกขนาด 1 เมตร



(ง) สับหญ้าแฝกขนาด 3-5 เซนติเมตร

รูปที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมหญ้าแฝกเพื่อใช้ขึ้นรูปราวกันอันตรายจากดินเหนียวหญ้าแฝก

2.2 ดินเหนียว

ดินเหนียวมีเนื้อดินสีแดงส้ม จากนาข้าวจังหวัดอุทัยธานี อบแห้งในอุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส มีค่า Plastic Index 27.1 ตามมาตรฐาน ASTM 4318 [12] เป็นดินกลุ่ม CH (Inorganic clays of high plasticity, fat clay) จำแนกด้วยระบบ Unified Soil Classification

2.3 ทราย

ทรายแม่น้ำละเอียดจากจังหวัดนครนายก อบแห้ง โมดูลัสความละเอียด ASTM C 33 [13] 2.93

2.4 น้ำยางพารา ชนิดพรีวัลคาไนท์ เป็นของเหลวข้นเหนียวสีขาว ซึ่งเป็นน้ำยางพาราที่ยังไม่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยกรดฟอร์มิก (HCOOH) หรือกำมะถัน (S)

2.5 กากน้ำตาล เป็นของเหลวข้นเหนียวสีน้ำตาลดำ ที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อย

3. การทดสอบ

3.1 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

การตรวจสอบด้วยตาเปล่า (Visual Inspection) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาตร และการแตกร้าวของชิ้นตัวอย่าง

3.2 การทดสอบสมบัติทางกล

3.2.1 กำลังรับแรงอัด

ทดสอบกำลังอัดโดยใช้ ASTM C109 [14] (รูปที่ 3) ตัวอย่างขนาด 10x10x10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ภายหลังขึ้นตัวอย่างแห้งจนน้ำหนักคงที่

3.2.2 ทดสอบกำลังต้านทานแรงดัด (Flexural strength)

ทดสอบกำลังต้านทานแรงดัด ตามมาตรฐาน ASTM C 293-79 โดยวิธี Center-Point Loading [15] ตัวอย่างขนาด 7x20x45 ลูกบาศก์เซนติเมตร ภายหลังขึ้นตัวอย่างแห้งจนน้ำหนักคงที่



(ก) กำลังอัด

(ข) กำลังดัด

รูปที่ 3 การทดสอบกำลังรับแรงอัดและกำลังต้านทานรับแรงดัด

3.3 ทดสอบความต้านทานการชะล้าง

การทดสอบความต้านทานการชะล้าง โดย UTS Spray Test เป็นการทดสอบแรงอายุการใช้งานของตัวอย่าง เทียบกับการจำลองฝน และสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันโดยใช้แรงดันน้ำ 70 kPa แสดงดังรูปที่ 4 เพื่อคาดคะเนอายุความเสียหายหรือสึกหรอของชิ้นตัวอย่างดินเหนียวขนาด 10x10x10 ลูกบาศก์เซนติเมตร [16] ดังนี้

$$T = (R/10) \cdot W$$

โดย T = เวลาของการทดสอบ (นาท)

R = ฝนตกเฉลี่ย (มิลลิเมตรต่อปี)

W = 0.5 เมื่อมีความเร็วลมเฉลี่ยในช่วงฝนตกน้อยกว่า 4 เมตร / วินาที

และ

Predicted Average Loss
of Speciment Thickness = $2 \cdot (\text{Erosion depth})$
Over 50 Year Period

ในปี พ.ศ.2554 ฝนตกเฉลี่ยสูงสุดทั้งปีตามภูมิภาคในประเทศไทยมีค่าประมาณ 1,800 มิลลิเมตร (เกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ ครอบคลุม 66 จังหวัดในประเทศไทย) ความเร็วลมเฉลี่ยต่ำกว่า 4 เมตร/วินาที [17] ดังนั้น เวลาทดสอบเท่ากับ $(1,800/10) \times 0.5 = 90$ นาท แล้วจึงวัดความลึกของรอยกัดเซาะ เพื่อคาดคะเนความเสียหาย หรือสึกหรอของชิ้นตัวอย่างดินเหนียวที่อายุ 50 ปี = $2 \times$ ค่าความลึกที่วัดได้ [16] เมื่อฉีดพ่นน้ำจนครบ 90 นาท



รูปที่ 4 วิธีทดสอบความต้านการชะล้าง

4. ส่วนผสม

ส่วนผสมที่ได้จากการทดลองปรับปริมาตรที่เหมาะสมใช้งานระหว่างดินเหนียว ทราย และปริมาณน้ำที่ได้ โดยน้ำหนัก คือ ดินเหนียว:ทราย:น้ำ 1:1.3:0.46 และใช้น้ำยางพารา (Rubber Latex : R) ในปริมาณร้อยละ 0 (Control), 2 (R2), 4 (R4), 6 (R6), 10 (R10) และ 20 (R20) ของน้ำหนักดินเหนียวและทราย และกากน้ำตาล (Molasses : M) ในปริมาณร้อยละ 2 (M2), 4 (M4) และ 6 (M6) ของน้ำหนักดินเหนียว

ตารางที่ 1 สัดส่วนผสมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุปรับสภาพ (โดยน้ำหนัก)

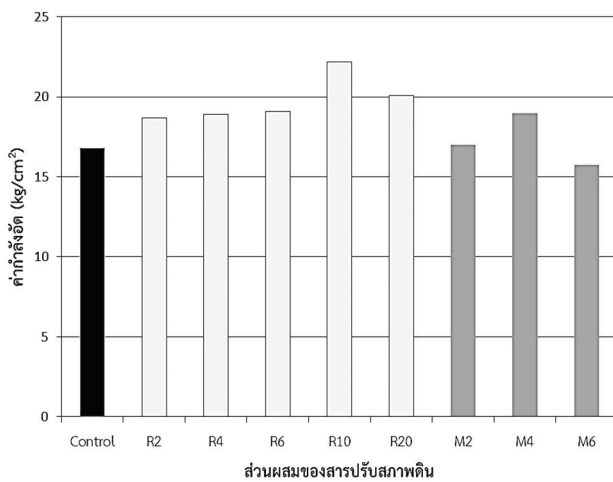
สูตรส่วนผสม	ดิน	ทราย	น้ำ	ยางพารา (โดยน้ำหนักของ ดินเหนียวและ ทราย) ร้อยละ	กากน้ำตาล (โดยน้ำหนักของ ดินเหนียว) ร้อยละ
Control	1	1.3	0.46	0	0
R2	1	1.3	0.46	2	0
R4	1	1.3	0.46	4	0
R6	1	1.3	0.46	6	0
R10	1	1.3	0.46	10	0
R20	1	1.3	0.46	20	0
M2	1	1.3	0.46	0	2
M4	1	1.3	0.46	0	4
M6	1	1.3	0.46	0	6

5. ผลทดสอบ

5.1 คุณสมบัติทางกล

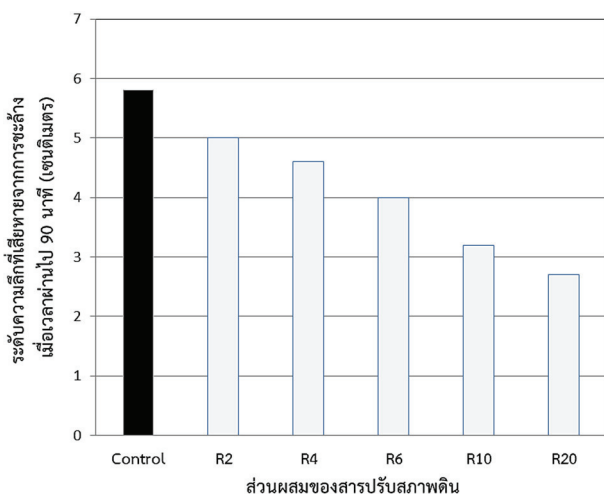
รูปที่ 5 แสดงผลทดสอบ สรุปได้ว่าการปรับเสถียรภาพของดิน เหนียวด้วยน้ำยางพาราและกากน้ำตาล สามารถพัฒนา กำลังให้สูงขึ้น โดยน้ำยางพารา และกากน้ำตาลให้กำลังสูงสุด

22.3 และ 19 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในปริมาณการผสม ร้อยละ 10 ของน้ำหนักดินและทราย และกากน้ำตาลร้อยละ 4 ของน้ำหนักดิน ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ส่วนผสมที่พัฒนา กำลังอัดดีที่สุด คือ นํ้ายางพาราปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนัก ดินเหนียวและทราย



รูปที่ 5 ผลทดสอบกำลังอัดของตัวอย่างดินเหนียวผสมสารปรับ เสถียรภาพ

5.2 ความต้านทานการชะล้าง

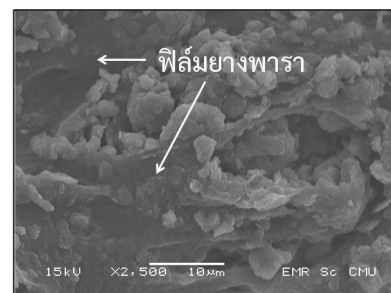


*หมายเหตุ สารปรับสภาพอื่นนอกเหนือจากแสดงในรูปนี้ มีผลทดสอบเสียหาย ทั้งหมด (ชะล้างในเวลา 90 นาที)

รูปที่ 6 ผลการทดสอบค่าการต้านทานการชะล้างของตัวอย่างดิน เหนียวผสมสารปรับสภาพ

จากรูปที่ 6 แสดงว่าการปรับเสถียรภาพของดิน ด้วย ยางพาราสามารถพัฒนาความต้านทานการชะล้างได้ดี โดยผสม ยางพาราร้อยละ 10 และ 20 ของน้ำหนักดินเหนียวและทราย เกิดความเสียหายจากการชะล้างเพียง 3.2 เซนติเมตร และ 2.7 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งคาดคะเนได้ว่าที่อายุการใช้งาน 50 ปี ขึ้นตัวอย่างจะเสียหาย 6.4 เซนติเมตร และ 5.4 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนกากน้ำตาลนั้นเกิดการทะลุเนื่องจากแรงดันน้ำ ก่อนเวลา 90 นาที แสดงว่าไม่สามารถพัฒนาความต้านทานการ ชะล้างได้

ผลการทดสอบสารปรับเสถียรภาพทั้งสองชนิด แสดงว่า ยางพารามีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งให้ค่าที่สูงที่สุดในการ ทดสอบกำลังอัดเมื่อใช้ยางพาราในอัตราร้อยละ 10 และให้ค่าที่ สูงในการทดสอบการต้านทานการชะล้างเมื่อใช้ยางพาราร้อยละ 10- 20 ของน้ำหนักดินและทราย โดยเราสามารถวิเคราะห์เพื่อเลือก สารปรับเสถียรภาพที่เหมาะสมที่สุดคือ นํ้ายางพารา ในอัตรา ร้อยละ 10 ของน้ำหนักดินและทราย ทั้งนี้เนื่องจากการใช้นํ้า ยางพาราร้อยละ 20 ของน้ำหนักดินและทรายนั้น มีผลในด้าน การแข็งตัวของเนื้อยางและเป็นการประหยัต้นทุนการผลิต ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์สมบัติของนํ้ายางพาราในปริมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนักดินเหนียวและทราย ด้วยกระบวนการ SEM (รูปที่ 7) พบว่าเมื่อนํ้ายางพาราแห้งจะจับตัวเป็นฟิล์มยางพาราห่อหุ้ม อนุภาคดิน ทำให้ดินเหนียวที่มีกำลังอัดและความต้านทานการชะ ล้างด้วยนํ้าสูงขึ้น [18]



รูปที่ 7 SEM Micrographs (x2,500) ของตัวอย่างที่ผสม นํ้ายางพาราร้อยละ 10 โดยน้ำหนักดินเหนียว และทราย



(ก) ผสมส่วนผสมทั้งหมด โดยไม่ใส่หุ้ญญ่แฝก



(ข) หุ้ญญ่แฝกความยาว 1 เมตร ชุบส่วนผสม แล้วก่้าเป็นแท่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว



(ค) ผสมส่วนผสมชุดใหม่ ใส่หุ้ญญ่แฝกกลับ 3-5 เซนติเมตร



(ง) หล่อขึ้นรูป



(จ) ตากตัวอย่างจนแห้ง

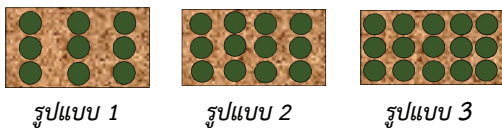


(ฉ) รวากันอันตรรายดินเหนียว หุ้ญญ่แฝกที่สำเร็จ

รูปที่ 8 ขั้นตอนผสมขึ้นรูปวัสดุ

6. ส่วนผสมของการศึกษาการออกแบบรูปแบบและชั้นรุกรานอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝก

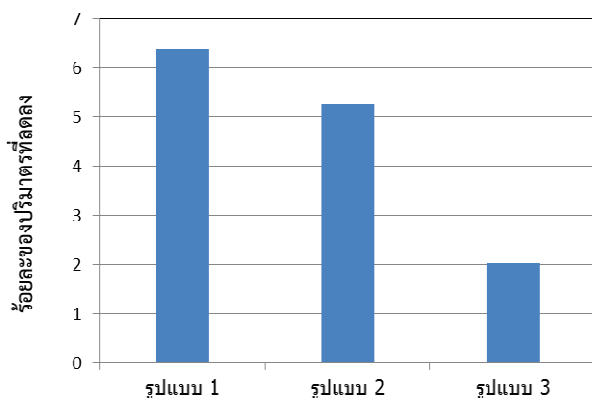
ผลการทดสอบวัสดุปรับสภาพดินเหนียว และส่วนผสมระหว่างดินเหนียว ทราย และน้ำที่ได้จากการทดลองปรับปริมาตรที่เหมาะสม เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการขึ้นรูปรุกรานอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝก คือ ดินเหนียว:ทราย:น้ำ เท่ากับ 1:0.5:0.34 ผสมหญ้าแฝกสับขนาด 3-5 เซนติเมตร ร้อยละ 60 โดยปริมาตร [4] เพื่อขึ้นรูปรุกรานอันตรายตามแบบที่เตรียมไว้ ขนาด 0.20x0.07x1.00 ลูกบาศก์เมตร และขึ้นรูปทั้งหมดสามรูปแบบ โดยวางหญ้าแฝกมัดก้าเป็นแท่งยาวหนึ่งเมตร จำนวนสามชั้น ชั้นละสามแท่ง (แบบที่ 1) ชั้นละสี่แท่ง (แบบที่ 2) และชั้นละห้าแท่ง (แบบที่ 3) ดังรูปที่ 8 และรูปที่ 9



รูปที่ 9 หน้าตัดการขึ้นรูปรุกรานอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝก

7. ผลทดสอบสมบัติรุกรานอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝก

7.1 ผลการทดสอบทางกายภาพ



รูปที่ 10 ผลทดสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของรุกรานอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝก

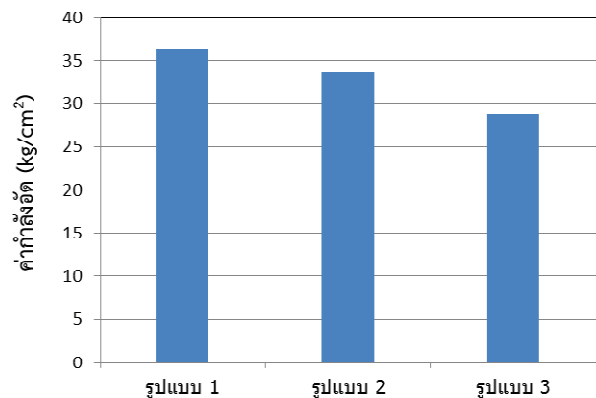
รูปที่ 10 แสดงว่าปริมาณแท่งก้าหญ้าแฝกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของรุกรานอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝก เมื่อมีปริมาณหญ้าแฝกมาก ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรจะน้อยลง เมื่อเสริมแท่งก้าหญ้าแฝกสามชั้น จากชั้นละสามแท่ง เป็นชั้นละห้า แท่ง สามารถลดอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาตรหรือการหดตัวได้ถึงร้อยละ 68 ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณหญ้าแฝกช่วยลดการหดตัวให้กับชั้นตัวอย่าง

7.2 สมบัติทางกล

7.2.1 กำลังอัด

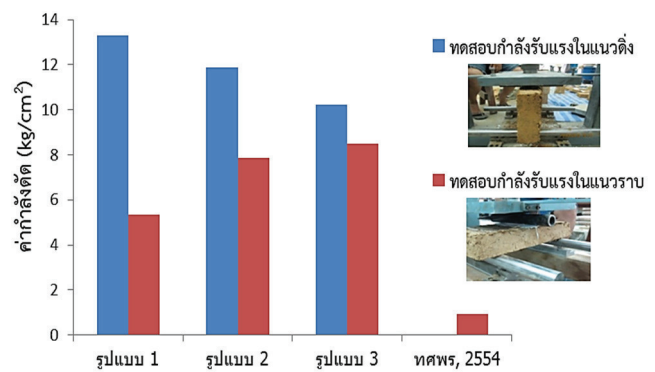
รูปที่ 11 แสดงว่าการเสริมเส้นใยหญ้าแฝกสามชั้น ชั้นละสามแท่ง มีกำลังอัดสูงสุด 36 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ

การเสริมเส้นใยหญ้าแฝกสามชั้น ชั้นละห้าแท่ง มีกำลังอัด 29 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งให้ผลต่ำสุด ซึ่งสรุปได้ว่าปริมาณแท่งก้าหญ้าแฝกมีผลต่อค่ากำลังอัด โดยเมื่อเสริมแท่งก้าหญ้าแฝกน้อย ทำให้มีปริมาณเนื้อดินมากขึ้น จึงทำให้รุกรานอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝกมีความแข็งแรงมากขึ้น



รูปที่ 11 กำลังรับแรงอัดของรุกรานอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝกในสองทิศทางทดสอบ

7.2.2 การทดสอบกำลังรับแรงดัด

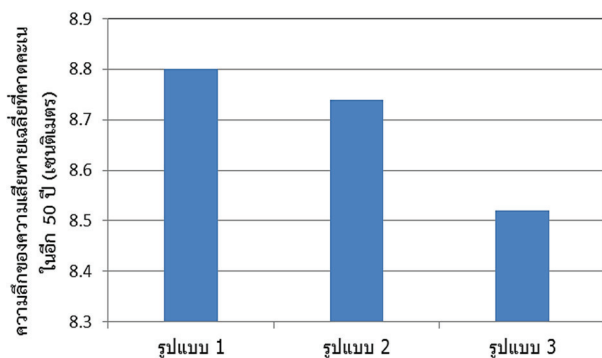


รูปที่ 12 ผลทดสอบกำลังรับแรงดัดของรุกรานอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝกทั้งสองทิศทาง

รูปที่ 12 แสดงผลการทดสอบ พบว่าการเสริมเส้นใยหญ้าแฝกสามชั้น ชั้นละสามแท่ง มีกำลังรับแรงดัดสูงสุด 13.4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อทดสอบในแนวตั้ง และการเสริมเส้นใยหญ้าแฝกสามชั้น ชั้นละห้าแท่ง มีกำลังรับแรงดัดมีค่าสูงสุด 8.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อทดสอบในแนวราบ สรุปได้ว่าปริมาณแท่งก้าหญ้าแฝกมีผลต่อค่ากำลังดัดในการทดสอบทั้งสองทิศทาง เมื่อทดสอบกำลังรับแรงดัดกับรุกรานอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝกในแนวตั้ง มีค่าลดลงเมื่อใส่หญ้าแฝกมากขึ้น แต่เมื่อทดสอบในแนวราบ กลับมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อใส่แท่งก้าหญ้าแฝกมากขึ้น การวิบัติส่วนใหญ่มักแตกแบบยุบตัว (Crushing) ผลทดสอบดีที่สุดเปรียบเทียบกับเสาหลักนำทางดินเหนียวหญ้าแฝกที่ไม่ได้ผสมสารปรับเสถียรภาพของดิน และใช้กระบวนการทดสอบกำลังรับแรงดัดและวิธีการขึ้นรูปที่คล้ายกัน ตามงานวิจัยของ ทศพร เหลืองกลัยณคุณและคณะ (2554) [4] พบว่า ค่ากำลังรับแรงดัดมีการพัฒนาขึ้นถึง 7-8 เท่า

7.3 ทดสอบความต้านทานการชะล้าง

ผลทดสอบแสดงว่า การเสริมแท่งหญ้าแฝกสามชั้น ชั้นละห้าแท่ง มีความเสียหายที่เกิดจากแรงดันน้ำมีความลึกเพียง 4.26 เซนติเมตร ในเวลาการทดสอบ 90 นาที คาดว่าอีก 50 ปี รวากันอันตรายแท่งนี้จะเสียหายจะลึกเพียง 8.52 เซนติเมตร สรุปได้ว่าการเสริมแท่งหญ้าแฝกมากขึ้นช่วยลดอัตราการถูกชะล้างจากน้ำได้



รูปที่ 13 ผลทดสอบความต้านทานการชะล้างเมื่อเวลา 50 ปี ของรวากันอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝก

8. สรุปผลศึกษา

ผลศึกษาอิทธิพลของวัสดุปรับปรุงสภาพดินเหนียว ต่อสมบัติทางกล และความต้านทานการชะล้าง สรุปได้ว่าน้ำยางพาราเป็นวัสดุปรับปรุงสภาพที่ดีที่สุด ปริมาณที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 10 ของน้ำหนักดินเหนียวและทราย โดยน้ำยางพาราจะจับตัวเป็นฟิล์มยางพาราห่อหุ้มอนุภาคดินไว้ ทำให้กำลังรับแรงอัด และความต้านทานการชะล้างด้วยน้ำสูงขึ้น กากน้ำตาลเป็นวัสดุปรับปรุงสภาพที่เพิ่มความแข็งแรงได้ดีแต่ทนทานการชะล้างต่ำ ดังนั้นยางพารา จึงเหมาะจะใช้น้ำยางเป็นรวากันอันตรายดินเหนียวหญ้าแฝก

รูปแบบการขึ้นรูปที่เหมาะสม สมบัติทางกล และต้านทานการชะล้าง โดยประยุกต์ใช้น้ำยางพาราเป็นสารปรับเสถียรภาพของดินที่ร้อยละ 10 ของน้ำหนักดินเหนียวและทราย สรุปได้ว่าการขึ้นรูปที่เหมาะสม คือ การเรียงตัวของแท่งดินเหนียวหญ้าแฝกสามชั้น ชั้นละห้าแท่ง โดยเลือกจากการทดสอบผลในแนวราบซึ่งเป็นด้านที่มีโอกาสเกิดแรงปะทะได้สูง

9. ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรศึกษาและทดสอบความทนทานจากแรงปะทะหรือแรงกระแทก ด้วยพฤติกรรมของรวากันอันตรายออกแบบเพื่อรองรับแรงปะทะหรือแรงกระแทกเป็นหลัก
- 2) ควรศึกษาเรื่องการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ ซึ่งมีผลต่ออายุการใช้งาน
- 3) ควรเปรียบเทียบด้านราคาต้นทุนในการผลิต การติดตั้ง และการขนส่ง กับรวากันอันตรายที่ใช้โดยทั่วไป

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย. (2548). *มาตรฐานการป้องกันอุบัติภัยทางถนน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงมหาดไทย.
- [2] คณะอนุกรรมการด้านวิชาการติดตามและประเมินผล การดำเนินงานพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2556). *สำรณารูเรื่องแฝก (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- [3] Parichatprecha, R., Hengsadeegul, T. & Hinchiran, N. (2011). Development of Eco-Guide Post for Traffic Safety in Rural Areas by Using Hybrid Vetiver - Clay Composites. In Rajasekharan, R. (Ed.), *Proceedings of the 5th International Conference* (pp. 9-10). Lucknow, India.
- [4] Luangkalyanakun, T., Satirasetthavee, D., Hengsadeeku, T. & Parichatprecha, R. (2010). Development of low-cost guide post by using vetiver clay composites. In Makaratat, N. (Ed.), *Proceedings of The 6th Annual concrete conference* (pp. 557-563). Bangkok: Thailand Concrete Association.
- [5] Nimityongsakul, P. & Hengsadeegul, T. (2004). Construction of Paddy Storage Silo Using Vetiver Grass and Clay. *Assumption University journal of Technology*, 7(3), pp. 120-128.
- [6] Hengsadeegul, T. & Nimityongsakul, P. (2007). Prefabricated Vetiver Grass Clay Composite Block for Low-Cost Housing. *TCA E-Magazine*, 1(2), 34-46.
- [7] Hinchiran, N., Worasamutprakarn, C. & Podchanawarapan, S. (2008). *Production of Soil Brick Composite from Rice Husk and Natural Rubber Latex* (TRF Report No. RDG5050043). Bangkok: The Thailand Research Fund.
- [8] Laokomain, V. (2004). *Improving water resistance of adobe house construction* (Master Dissertation). Thammasart University, Bangkok.
- [9] Khamput, P., Suweero K. & Laongiant, W. (2008). Improvement of adobe properties by using natural rubber. In Panyachapo, P. (Ed.), *Proceedings of The 13th National Convention on Civil Engineering* (pp. MAT 262 - MAT 268). Bangkok: The Engineering Institute of Thailand Under H.M. The King's Patronage.
- [10] Vilane, B.R.T. (2010). Assesment of Stabilisation of adobe by confined compression tests. *Biosystems Engineering*, 106(4), 551-558.
- [11] Southern Guard Rail. (2001). Wooden Guard Rail. Retrieved from <http://www.southernguardrail.com/WoodenGuardRails/tabid/68/Default.aspx>, 2013
- [12] American Society for Testing and Materials. (2010). ASTM D4318 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils. In Sean J. Bailey, Nicole C. Baldini & Scott Emery (Ed.), *Annual*

Book of ASTM Standard: Vol. 04.08. Philadelphia, PA, USA: American Society for Testing and Materials.

- [13] American Society for Testing and Materials. (2011). ASTM C33/C33M Standard Specification for Concrete Aggregates. In Sean J. Bailey, Nicole C. Baldini & Scott Emery (Ed.), *Annual Book of ASTM Standard: Vol. 04.02*. Philadelphia, PA, USA: American Society for Testing and Materials.
- [14] American Society for Testing and Materials. (2011). ASTM C109/C109M Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars. In Sean J. Bailey, Nicole C. Baldini & Scott Emery (Ed.), *Annual Book of ASTM Standard: Vol. 04.02*. Philadelphia, PA, USA: American Society for Testing and Materials.
- [15] American Society for Testing and Materials. (2011). ASTM C293-07 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Center-Point Loading). In Sean J. Bailey, Nicole C. Baldini & Scott Emery (Ed.), *Annual Book of ASTM Standard: Vol. 04.02*. Philadelphia, PA, USA: American Society for Testing and Materials.
- [16] Heathcote, K.A. & Moore, G.J. (2004). *The UTS Durability Test for Earth Wall Construction* (4th ed.). Sydney: University of Technology Sydney.
- [17] สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา. (2555). *แผนการบริหารจัดการน้ำและการเพาะปลูกฤดูแล้งในเขตชลประทานปี 2557/2558*. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [18] Banjongkhang, B., Wattanachai, P. & Parichatprecha, R. (2015). *Evaluation of strength and microstructure of adobe stabilized with blended rubber latex and sodium silicate*. Kasetsart Journal, 49(2), 288–300.

10. ชีวประวัติ



นางสาวฐานาปณี ศุภกิจวัฒนา
นิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ประวัติการศึกษา : ปริญญาตรี
สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



ดร.เอกพิชิต บรรจงเกลี้ยง
อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร
บัณฑิตสาขาวิชาบริหารงานก่อสร้าง
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์



ดร.รัฐภูมิ ปรีชาตปรีชา
อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร
บัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



ดร.ธนพล เพ็ญรัตน์
อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร
บัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

