

อิทธิพลของวัสดุปรับเสถียรภาพจากการรرمชาติต่อคุณสมบัติทางกล

และความสามารถในการต้านทานการฉล้างของราวกันอันตรายจากดินเหนียวหลักแมง

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

ฐานัน ศุภกิจวัฒนา^{1*}, เอกพิสิษฐ์ บรรจงเกลี้ยง², รัฐภูมิ ปริชาตปรีชา³, ธนพล เพ็ญรัตน์⁴

Thapanee Supakitwattana^{1*}, Eakphisit Banjongkliang², Rattapoohm Parichatprecha³, Tanapon Phenrat⁴

¹ นักศึกษาปริญญาโท, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยนเรศวร

² อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาบริหารงานก่อสร้าง, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

³ อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาชีววิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร

⁴ อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของวัสดุปรับสภาพดินเหนียวต่อคุณสมบัติทางกลและความต้านทานการฉล้างของราวกันอันตรายจากดินเหนียวหลักแมง โดยใช้วัสดุปรับสภาพดินเหนียวสองชนิด คือ น้ำยาพารา และกากน้ำตาล ในงานวิจัยนี้ใช้สัดส่วนของ ดินเหนียว : ทราย : น้ำ คงที่ โดยผันแปรปริมาณวัสดุปรับสภาพดินในปริมาณที่ต่างกัน ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด และความต้านทานการฉล้าง แสดงให้เห็นว่า น้ำยาพาราช่วยเพิ่มกำลังรับแรงอัดและความต้านทานการฉล้างของน้ำได้ดีกวากากน้ำตาล ยิ่งไปกว่านั้นสัดส่วนผสมและวิธีขึ้นรูปที่เหมาะสม สามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนาราวกันอันตรายจากหลักแมงดินเหนียวได้ โดยขั้นตอนการทดสอบตลอดจนรายละเอียดของผลการทดสอบได้แสดงไว้ในบทความนี้

คำสำคัญ: ราวกันอันตรายดินเหนียวหลักแมง, สมบัติด้านความต้านทานการฉล้างของดินเหนียวผสมหลักแมง, 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 และควบคุมไม่ให้ยวดายานที่เสียการทรงตัววิ่งออกนอกเส้นทางหรือทำให้เกิดอันตรายข้างทาง ลดความรุนแรงจากอุบัติเหตุต่อผู้ขับขี่ป้องกันอันตรายต่อคนเดินเท้า และการจราจรรบข้าม[1] ทั้งนี้ปัจจุบันมักมีการติดตั้งราวกันอันตรายจากเหล็กและคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีการใช้วัสดุที่ไม่สอดคล้องกับการสร้างถนนเชิงนิเวศน์ และเนื่องจากต้นทุนที่สูงทำให้การติดตั้งราวกันอันตราย

ตั้งกล่าวอาจไม่เพียงพอ โดยเฉพาะถนนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ร้าย

การปลูกหลักแมงเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำของหลายหน่วยงานในประเทศไทย ทำให้ปัจจุบันมีการปลูกหลักแมงทั่วประเทศ ซึ่งเพียงวัตถุประสงค์ดังกล่าวยังไม่เพียงพอจะจุใจกับอุบัติเหตุที่มีการปลูกหลักแมงทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ร้าย ทั้งนี้ การปลูกหลักแมงจำเป็นต้องดูแลรักษาโดยตัดใบออก อาจเพื่อเร่งการแตกกอ ลดปัญหาอัคคีภัยในหน้าแล้ง เป็นต้น แม้จะมีการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากใบหลักแมงในรูปแบบต่างๆ อาทิ ใช้ทำวัสดุคุณภาพดี นุ่งหง้าม หัตถกรรม และ

อาหารสัตว์ก็ยังไม่เพียงพอต่อปริมาณใบหญ้าแห้งที่เกิดขึ้นทำให้ต้องเผาทำลายเป็นจำนวนมาก ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน [2] ปัจจุบันมีงานวิจัยที่ใช้ใบหญ้าแห้งเป็นวัสดุปรับสภาพในรูปแบบต่างๆร่วมกับดินเหนียว เพื่อใช้ในงานทางวิศวกรรมโยธา [3] เช่น ก่อสร้างบ้าน ยุ่งชา และพัฒนาหลักนำทางจากดินเหนียวหญ้าแห้ง เป็นต้น จากงานวิจัยดังกล่าวยังแสดงว่าเส้นใยหญ้าแห้งสามารถใช้เพิ่มประสิทธิภาพกำลังรับแรงตัด และเป็นวัสดุปรับสภาพร่วมกับดินเหนียวทำให้คงตัว ไม่แตกร้าว [4-6] เหมาะสมในการใช้งานร่วมกับดินเหนียวเพื่อพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

น้ำย่างพารา ปรับปรุงคุณสมบัติของอิฐดินดิบได้ เพราะมีพลังงานสะสมรวมไม่สูง การนำความร้อนต่ำ เป็นพอลิเมอร์ที่ไม่ละลายน้ำ ยึดหยุ่น และสามารถยึดประสานได้ เพิ่มความทนทานต่อการซีดด้วยน้ำ และลดการดูดซึมน้ำของอิฐดินดิบได้ [7-8] น้ำย่างพารา ช่วยเพิ่มกำลังอัดของอิฐดินดิบ กำลังตัด การป้องกันน้ำ และการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นผลจากแผ่นพิล์ม และเส้นใยต่างๆ ที่แทรกตัวตามช่องว่างของอนุภาคต่างๆ [9]

การกัน้ำด้วย เป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำด้วย ปรับปรุงสมบัติของอิฐดินดิบได้ โดยใช้ในปริมาณร้อยละ 5-15 ของน้ำหนักดิน จะให้กำลังอัดใกล้เคียงการผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ในสัดส่วนที่เท่ากัน [10]

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาวัสดุธรรมชาติ คือ น้ำย่างพารา และการกัน้ำด้วย เพื่อหาวัสดุที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบของดินต่อคุณสมบัติทางกล และความต้านทานการซีดด้วย เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับรากันอันตรายดินเหนียวหญ้าแห้ง โดยประยุกต์จากมาตรฐานกรรมทางหลวง (รูปที่ 1) ที่มีสมบัติทางกล และทางกายภาพเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานกับถนนเชิงนิเวศน์ โดยเน้นสร้างมูลค่าให้เส้นใยหญ้าแห้ง สร้างงานสร้างรายได้ให้กับชุมชนและลดความมุ่นแรงของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนน



รูปที่ 1 ตัวอย่างรากันอันตรายชนิดทำจากไม้ที่นิยมติดตั้งบนถนน เชิงนิเวศน์ [11]

1. วัสดุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาอิทธิพลของวัสดุปรับเปลี่ยนรูปภาพจากธรรมชาติต่อสมบัติทางกล และความต้านทานการซีดด้วย ของรากันอันตรายจากดินเหนียวหญ้าแห้ง ดังนี้

1) ศึกษาอิทธิพลของวัสดุปรับสภาพดินเหนียว ประกอบด้วย น้ำย่างพารา และการกัน้ำด้วย ต่อสมบัติทางกล และความต้านทานการซีดด้วย

2) ศึกษา และออกแบบรูปแบบวิธีขึ้นรูปที่เหมาะสมต่อสมบัติทางกลและความต้านทานการซีดด้วย ซึ่งประยุกต์ใช้วัสดุปรับเปลี่ยนรูปภาพของดินที่เหมาะสมในการขันรูปรากันอันตรายดินเหนียวหญ้าแห้ง

2. การเตรียมวัสดุ

2.1 หญ้าแห้ง

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



รูปที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมหญ้าแห้งเพื่อใช้ขันรูปรากันอันตรายจากดินเหนียวหญ้าแห้ง
(ก) ตัดหญ้าแห้ง
(ข) ตากหญ้าแห้ง
(ค) หญ้าแห้งขนาด 1 เมตร
(ง) สับหญ้าแห้งขนาด 3-5 เซนติเมตร

รูปที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมหญ้าแห้งเพื่อใช้ขันรูปรากันอันตรายจากดินเหนียวหญ้าแห้ง

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

ทรายแม่น้ำละเอียดจากจังหวัดนนทบุรี อบแห้ง โมดูลัสความละเอียด ASTM C 33 [13] 2.93

2.4 น้ำย่างพารา ชนิดพิริวัลคานิท เป็นของเหลวขันเหนียวสีขาว ซึ่งเป็นน้ำย่างพาราที่ยังไม่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยกรดฟอร์มิก (HCOOH) หรือกำมะถัน (S)

2.5 กาหน้าตาล เป็นของเหลวข้นเหนียวสีน้ำตาลดำ ที่เป็นผลผลิตได้จากการกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อย

3. การทดสอบ

3.1 การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

การตรวจสอบด้วยตาเปล่า (Visual Inspection) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาตร และการแตกกร้าวของชิ้นตัวอย่าง

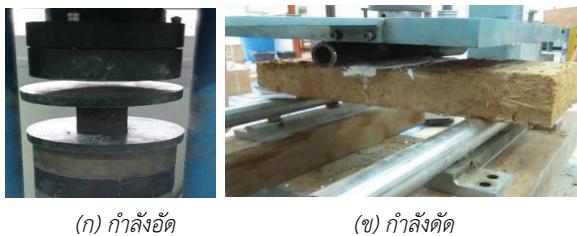
3.2 การทดสอบสมบัติทางกล

3.2.1 กำลังรับแรงอัด

ทดสอบกำลังอัดโดยใช้ ASTM C109 [14] (รูปที่ 3) ตัวอย่างขนาด $10 \times 10 \times 10$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ภายหลังชิ้นตัวอย่างแห้งจนน้ำหนักคงที่

3.2.2 ทดสอบกำลังต้านทานแรงดัด (Flexural strength)

ทดสอบกำลังต้านทานแรงดัด ตามมาตรฐาน ASTM C 293-79 โดยวิธี Center-Point Loading [15] ตัวอย่างขนาด $7 \times 20 \times 45$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ภายหลังชิ้นตัวอย่างแห้งจนน้ำหนักคงที่



รูปที่ 3 การทดสอบกำลังรับแรงอัดและกำลังต้านทานรับแรงดัด

3.3 ทดสอบความต้านทานการฉาลล้าง

การทดสอบความต้านทานการฉาลล้าง โดย UTS Spray Test เป็นการทดสอบเรื่องอายุการใช้งานของตัวอย่าง เทียบกับการจำลองฝน และสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันโดยใช้แรงดันน้ำ 70 kPa แสดงดังรูปที่ 4 เพื่อคาดคะเนอายุความเสียหาย หรือสึกหรอของชิ้นตัวอย่างดินเหนียวขนาด $10 \times 10 \times 10$ ลูกบาศก์เซนติเมตร [16] ดังนี้

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

โดย T = เวลาของการทดสอบ (นาที)

R = ผนตกลดล้าง (มิลลิเมตรต่อปี)

W = 0.5 เมื่อมีความเร็วลมเฉลี่ยในช่วงผนตกลอยกว่า 4 เมตร / วินาที

และ

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

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



รูปที่ 4 วิธีทดสอบความต้านทานการฉาลล้าง

4. ส่วนผสม

ส่วนผสมที่ได้จากการทดลองปรับปริมาตรที่เหมาะสมใช้งานระหว่างดินเหนียว ทราย และปริมาณน้ำที่ได้โดยน้ำหนัก 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 และกาหน้าตาล (Molasses : M) ในปริมาณร้อยละ 2 (M2), 4 (M4) และ 6 (M6) ของน้ำหนักดินเหนียว

ตารางที่ 1 สัดส่วนผสมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุปูรับสภาพ (โดยน้ำหนัก)

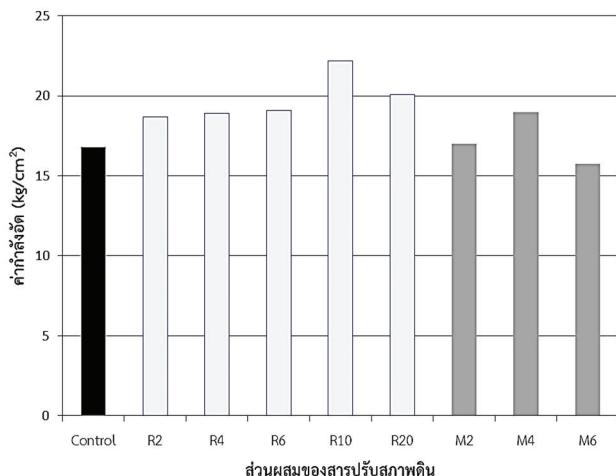
สูตรส่วนผสม	ดิน	ทราย	น้ำ	ยางพารา (โดยน้ำหนักของดินเหนียวและทราย) ร้อยละ	กาหน้าตาล (โดยน้ำหนักของดินเหนียว) ร้อยละ
Control	1	1.3	0.46	0	0
R2	1	1.3	0.46	2	0
R4	1	1.3	0.46	4	0
R6	1	1.3	0.46	6	0
R10	1	1.3	0.46	10	0
R20	1	1.3	0.46	20	0
M2	1	1.3	0.46	0	2
M4	1	1.3	0.46	0	4
M6	1	1.3	0.46	0	6

5. ผลทดสอบ

5.1 คุณสมบัติทางกล

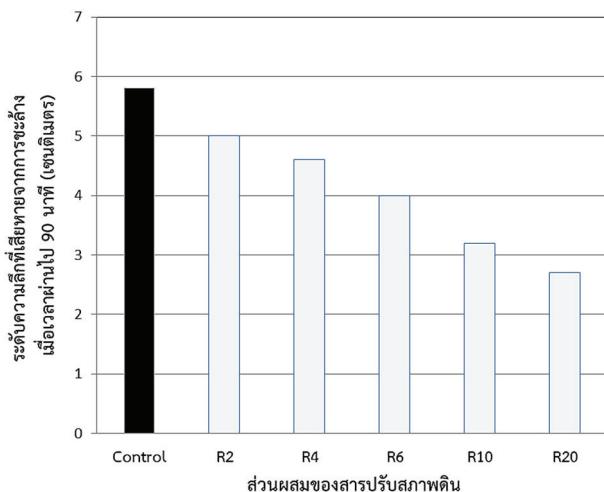
รูปที่ 5 แสดงผลทดสอบ สรุปได้ว่าการปรับเปลี่ยนสภาพของดินเหนียวด้วยน้ำยางพาราและกาหน้าตาล สามารถพัฒนา กำลังให้สูงขึ้น โดยน้ำยางพารา และกาหน้าตาลให้กำลังสูงสุด

22.3 และ 19 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ในการทดสอบร้อยละ 10 ของน้ำหนักดินและทราย และก้าน้ำต่ำร้อยละ 4 ของน้ำหนักดิน ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ส่วนผสมที่พัฒนา กำลังอัดดีที่สุด คือ น้ำยางพาราปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักดินเหนียวและทราย



รูปที่ 5 ผลทดสอบกำลังอัดของตัวอย่างดินเหนียวผสมสารปรับเสียรภาพ

5.2 ความต้านทานการซีดล้ำ

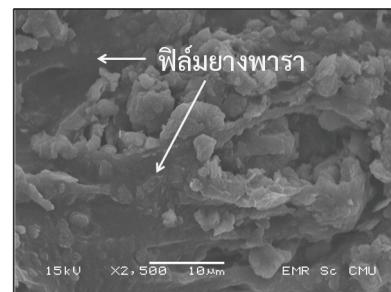


*หมายเหตุ สารปรับสภาพอื่นนอกเหนือจากแสดงในรูปนี้ มีผลทดสอบเลี้ยงหายทั้งหมด (ซีดล้ำในเวลา 90 นาที)

รูปที่ 6 ผลการทดสอบค่าการต้านทานการซีดล้ำของตัวอย่างดินเหนียวผสมสารปรับสภาพ

จากรูปที่ 6 แสดงว่าการปรับเสียรภาพของดิน ด้วย ยางพาราสามารถพัฒนาความต้านทานการซีดล้ำได้ดี โดยผสม ยางพาราร้อยละ 10 และ 20 ของน้ำหนักดินเหนียวและทราย เกิดความเสียหายจากการซีดล้ำเพียง 3.2 เซนติเมตร และ 2.7 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งคาดคะเนได้ว่าที่อายุการใช้งาน 50 ปี ขึ้นตัวอย่างจะเสียหาย 6.4 เซนติเมตร และ 5.4 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนก้าน้ำต่ำนั้นเกิดการหลุดเนื่องจากแรงดันน้ำ ก่อนเวลา 90 นาที แสดงว่าไม่สามารถพัฒนาความต้านทานการซีดล้ำได้

ผลการทดสอบสารปรับเสียรภาพทั้งสองชนิด แสดงว่า ยางพารามีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งให้ค่าที่สูงที่สุดในการทดสอบกำลังอัดเมื่อใช้ยางพาราในอัตราร้อยละ 10 และให้ค่าที่สูงในการทดสอบการต้านการซีดล้ำเมื่อใช้ยางพาราร้อยละ 10-20 ของน้ำหนักดินและทราย โดยรายงานวิเคราะห์เพื่อเลือกสารปรับเสียรภาพที่เหมาะสมที่สุดคือ น้ำยางพารา ในอัตราร้อยละ 10 ของน้ำหนักดินและทราย ทั้งนี้เนื่องจากการใช้น้ำยางพาราร้อยละ 20 ของน้ำหนักดินและทรายนั้น มีผลในด้านการแข็งตัวเร็วของเนื้อยางและเป็นการประยัดตันทุนการผลิต ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์สมบัติของน้ำยางพาราในปริมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนักดินเหนียวและทราย ด้วยกระบวนการ SEM (รูปที่ 7) พบว่าเมื่อน้ำยางพาราแห้งจะจับตัวเป็นพิล์มยางพาราห่อหุ้ม อนุภาคดิน ทำให้ดินเหนียวที่ มีกำลังอัดและความต้านการซีดล้ำด้วยน้ำสูงขึ้น [18]



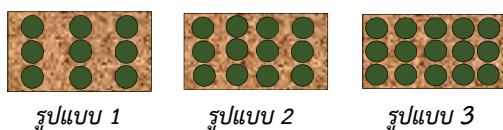
รูปที่ 7 SEM Micrographs (x2,500) ของตัวอย่างที่ผสมน้ำยางพาราร้อยละ 10 โดยน้ำหนักดินเหนียว และทราย



รูปที่ 8 ขั้นตอนผสมขึ้นรูปสุด

6. ส่วนผสมของการศึกษาการออกแบบรูปแบบและขั้นรูป รากันอันตรายดินเหนียวหลักแหก

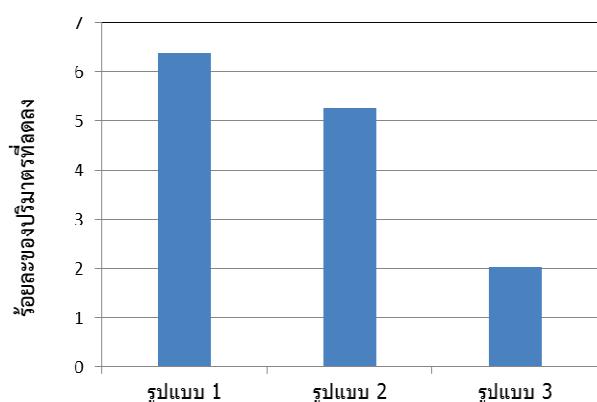
ผลการทดสอบวัดปรับสภาพดินเหนียว และส่วนผสมระหว่างดินเหนียว ทราย และน้ำที่ได้จากการทดลองปรับปริมาณที่เหมาะสมใช้งาน เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการขันรูปปรา瓦กันอันตรายดินเหนียวหลักแหก คือ ดินเหนียว:ทราย:น้ำ เท่ากับ 1:0.5:0.34 ผสมหลักแหกสัดขนาด 3-5 เซนติเมตร ร้อยละ 60 โดยปริมาตร [4] เพื่อขันรูปปรา瓦กันอันตรายตามแบบที่เตรียมไว้ขนาด $0.20 \times 0.07 \times 1.00$ ลูกบาศก์เมตร และขั้นรูปทั้งหมดสามรูปแบบ โดยวิธีหลักแหกมัดกำลังเป็นแท่งยาวหนึ่งเมตร จำนวนสามชั้น ชั้นละสามแท่ง (แบบที่ 1) ชั้นละสี่แท่ง (แบบที่ 2) และชั้นละห้าแท่ง (แบบที่ 3) ดังรูปที่ 8 และรูปที่ 9



รูปที่ 9 หน้าตัดการขันรูปปรา瓦กันอันตรายดินเหนียวหลักแหก

7. ผลทดสอบสมบัติรากันอันตรายดินเหนียวหลักแหก

7.1 ผลการทดสอบทางกายภาพ



รูปที่ 10 ผลทดสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาตร
ของรากันอันตรายดินเหนียวหลักแหก

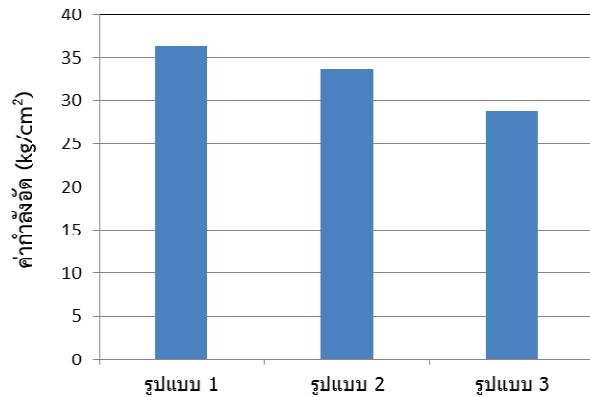
รูปที่ 10 แสดงว่าปริมาณแห่งหลักแหกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของรากันอันตรายดินเหนียวหลักแหก เมื่อมีปริมาณหลักแหกมาก ลักษณะให้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรจะน้อยลง เมื่อเสริมแห่งหลักแหกสามชั้น จากชั้นละสามแท่ง เป็นชั้นละห้า แท่ง สามารถลดอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาตรหรือการหดตัวได้สิ่งร้อยละ 68 ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณหลักแหกช่วยลดการหดตัวให้กับชิ้นตัวอย่าง

7.2 สมบัติทางกล

7.2.1 กำลังอัด

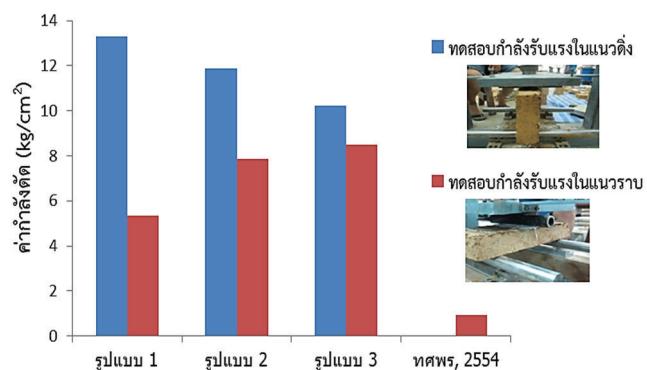
รูปที่ 11 แสดงว่าการเสริมเส้นใยหลักแหกสามชั้น ชั้นละสามแท่ง มีกำลังอัดสูงสุด 36 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และ

การเสริมเส้นใยหลักแหกสามชั้น ชั้นละห้าแท่ง มีกำลังอัด 29 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งให้ผลต่ำสุด ซึ่งสรุปได้ว่า ปริมาณแห่งหลักแหกมีผลต่อค่ากำลังอัด โดยเมื่อเสริมแห่งหลักแหกน้อย ทำให้มีปริมาณเนื้อดินมากขึ้น จึงทำให้รากันอันตรายดินเหนียวหลักแหกมีความแข็งแรงมากขึ้น



รูปที่ 11 กำลังรับแรงดัดของรากันอันตรายดินเหนียวหลักแหก
ในสองทิศทางการทดสอบ

7.2.2 การทดสอบกำลังรับแรงดัด

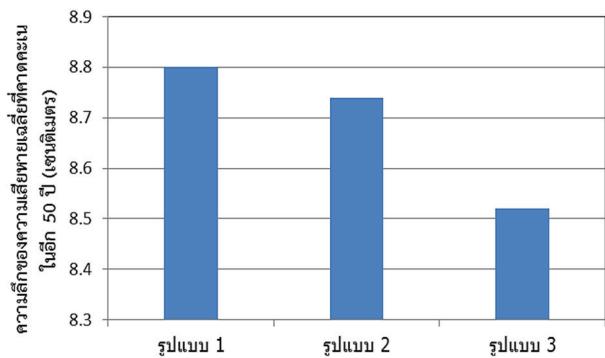


รูปที่ 12 ผลทดสอบกำลังรับแรงดัดของรากันอันตราย
ดินเหนียวหลักแหกทั้งสองทิศทาง

รูปที่ 12 แสดงผลการทดสอบ พบว่าการเสริมเส้นใยหลักแหกสามชั้น ชั้นละสามแท่ง มีกำลังรับแรงดัดสูงสุด 13.4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อทดสอบในแนวตั้ง และการเสริมเส้นใยหลักแหกสามชั้น ชั้นละห้าแท่ง มีกำลังรับแรงดัดมีค่าสูงสุด 8.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อทดสอบในแนวราบ สรุปได้ว่าปริมาณแห่งหลักแหกมีผลต่อค่ากำลังดัดในการทดสอบทั้งสองทิศทาง เมื่อทดสอบกำลังรับแรงดัดกับรากันอันตรายดินเหนียวหลักแหกในแนวตั้ง มีค่าลดลงเมื่อใส่หลักแหกมากขึ้น แต่มีอัตราการหดตัวลดลงในแนวราบ กลับมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อใส่แห่งหลักแหกมากขึ้น การวิบัติส่วนใหญ่แตกแบบบุบตัว (Crushing) ผลทดสอบที่สุดเปรียบเทียบกับเสาหลักนำทาง ดินเหนียวหลักแหกที่ไม่ได้ผสมสารปรับเสถียรภาพของดิน และใช้กระบวนการทดสอบกำลังรับแรงดัดและวิธีการขันรูปที่คล้ายกัน ตามงานวิจัยของ ทศพ. เหติองก์ลัยานคุณและคณะ (2554) [4] พบว่า ค่ากำลังรับแรงดัดมีการพัฒนาขึ้นถึง 7-8 เท่า

7.3 ทดสอบความต้านทานการฉล้าง

ผลทดสอบแสดงว่า การเสริมแท่งหญ้าแฟกสามารถชั้นชั้นล่าง แท่งที่มีความเสียหายที่เกิดจากแรงดันน้ำมีความลึกเพียง 4.26 เซนติเมตร ในเวลาการทดสอบ 90 นาที คาดว่าอีก 50 ปี รวมกันอันตรายแท่งนี้จะเสียหายจะลึกเพียง 8.52 เซนติเมตร สรุปได้ว่าการเสริมแท่งกำหญ้าแฟกมากขึ้นช่วยลดอัตราการฉล้างจากน้ำได้



รูปที่ 13 ผลทดสอบความต้านทานการฉล้างเมื่อเวลา 50 ปี ของรวมกันอันตรายดินเหนียวหญ้าแฟก

8. สรุปผลศึกษา

ผลศึกษาอิทธิพลของวัสดุปรับสภาพดินเหนียว ต่อสมบัติทางกล และความต้านทานการฉล้าง สรุปได้ว่า น้ำยางพารา เป็นวัสดุปรับสภาพที่ดีที่สุด ปริมาณที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 10 ของน้ำหนักดินเหนียวและทราย โดยน้ำยางพาราจะจับตัวเป็นพิล์มยางพาราห่อหุ้มอนุภาคดินไว้ ทำให้กำลังรับแรงอัด และ ความต้านทานการฉล้างด้วยน้ำสูงขึ้น การก้น้ำตาลเป็นวัสดุปรับสภาพที่เพิ่มความแข็งแรงได้ดีแต่ทันทานการฉล้างต่ำ ดังนั้น ยางพารา จึงเหมาะสมใช้เป็นรูปเป็นรวมกันอันตรายดินเหนียว หญ้าแฟก

รูปแบบการขึ้นรูปที่เหมาะสม สมบัติทางกล และต้านทานการฉล้าง โดยประยุกต์ใช้ยางพาราเป็นสารปรับเสถียรภาพ ของดินที่ร้อยละ 10 ของน้ำหนักดินเหนียวและทราย สรุปได้ว่า การขึ้นรูปที่เหมาะสม คือ การเรียงตัวของแท่งดินเหนียวหญ้า แฟกสามชั้น ชั้นล่างท้าแท่ง โดยเลือกจากการทดสอบผลในแนวราบซึ่งเป็นด้านที่มีโอกาสเกิดแรงปะทะได้สูง

9. ข้อเสนอแนะ

1) ควรศึกษาและทดสอบความทนทานจากแรงปะทะหรือ แรงกระแทก ด้วยพฤติกรรมของรวมกันอันตรายอุอกแบบเพื่อ รองรับแรงปะทะหรือแรงกระแทกเป็นหลัก

2) ควรศึกษาเรื่องการถ่ายตัวของวัสดุอินทรีย์ ซึ่งมีผลต่อ อายุการใช้งาน

3) ควรเปรียบเทียบด้านราคาต้นทุนในการผลิต การติดตั้ง และการขนส่ง กับรวมกันอันตรายที่ใช้โดยทั่วไป

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย. (2548). มาตรฐานการบังกันอุบัติภัยทางถนน. กรุงเทพฯ: กระทรวงมหาดไทย.
- [2] คณะกรรมการด้านวิชาการติดตามและประเมินผล การดำเนินงานพัฒนาและรับรองคุณภาพใช้หญ้าแฟกชัน เนื่องมาจากพระราชดำริ สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2556). สารานุรักษ์เรื่องแฟก (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- [3] Parichatprecha, R., Hengsadeegul, T. & Hincharanan, 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] Luangkalayanakun, 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] Hincharanan, 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. & Laongjant, 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] สำนักบริหารจัดการน้ำและอุกตกวิทยา. (2555). แผนการบริหารจัดการน้ำและการเพาะปลูกฤดูแล้งในเขตชลประทานปี 2557/2558. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[18] Banjongkliang, 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



นางสาวรูปนี ศุภกิจวัฒนา
นิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ประวัติการศึกษา : ปริญญาตรี
สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



ดร.เอกพิสิฐ บรรจงเกลี้ยง
อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์
บัณฑิตสาขาวิชาบริหารงานก่อสร้าง
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์



ดร.รัชวิทย์ ปริชาตปรีชา
อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์
บัณฑิตสาขาวิชาบริหารงานก่อสร้าง
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



ดร.รนพล เพ็ญรัตน์
อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์
บัณฑิตสาขาวิชาบริหารงานก่อสร้าง
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

