การศึกษาคุณสมบัติทางกลของดินเหนียวที่ผสมแกนกัญชงและเส้นใยกัญชง

The study of Mechanical of Property of Clay Mixed with Hemp Clay and Shiv Clay

ภูริชัย แก้วมา[1] วรรณิกา ขันคำนันตีะ[2*] ณัฐนนท์ คุ้มครุฑ[3] และ กรกฎ นุสิทธิ์[4]

[1,3] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก
[2] สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก
[4] สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก
**Corresponding author; E-mail address: wannika.k@psru.ac.th*

บทคัดย่อ

กัญชงได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในประเทศไทยหลังจากที่รัฐบาลได้ประกาศปลดล็อคให้สามารถผลิต นำเข้า ส่งออก จำหน่าย หรือมีไว้ในครอบครองเมื่อวันที่ 29 มกราคม 2564 ที่ผ่านมา ด้วยคุณประโยชน์มากมายจากทุกส่วนของกัญชงทำให้กัญชงมีศักยภาพที่จะกลายเป็นพืชเศรษฐกิจใหม่ของไทย ซึ่งปัจจุบันพบแหล่งเพาะปลูกมากในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยโดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่มีการเพาะปลูกกัญชงและนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเภทต่างๆ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกลของแกนและเส้นใยของกัญชงมาผสมดินเหนียวซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างชีวภาพ โดยนำแกนและเส้นใยของกัญชงมาผ่านกระบวนการจนได้ความยาวขนาด 0.5 และ 1 ซม. ผสมกับดินเหนียวจากแหล่งดินเหนียวจังหวัดพิษณุโลก ทำการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของวัสดุและออกแบบอัตราส่วนผสมด้วยการกำหนดอัตราส่วนผสมร้อยละ 0.5 และร้อยละ 1 ต่อน้ำหนักของดินเหนียว จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพกำลังอัดด้วยการทดสอบคุณสมบัติกำลังอัดแกนเดียว (Unconfined Compression Test) และการทดสอบแรงอัดแบบสามแกน (Triaxial Test) ผลการทดสอบพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแกนกัญชงในอัตราส่วนผสมทำให้กำลังรับแรงเฉือนลดลง แต่เมื่อเพิ่มเส้นใยกัญชงกำลังรับแรงเฉือนจะสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่ากระบวนการแปรรูป การกำหนดขนาด และการกำหนดปริมาณของกัญชงมีผลต่อประสิทธิภาพการรับแรงของกัญชงผสมดินเหนียว

คำสำคัญ: กัญชง, กำลังอัดแกนเดียว, แรงอัดแบบสามแกน

Abstract

Hemp has received a lot of attention in Thailand after the government announced that it can be produce, import, export, sell or have in possession on January 29, 2021. With the many benefits from all parts of hemp, it has the potential to become a new economic crop in Thailand. Currently, hemp is cultivated and processed into various types of industrial products in northern Thailand, especially in Chiang Mai. In this research was to study the mechanical properties of hemp core and fiber mixed with clay to be used as a bio-building material. Hemp cores and fibers were processed until they were 0.5 and 2 cm long, mixed with clay from Phitsanulok province. The basic properties of the materials were tested, and the mixing ratio was designed by determining the mixing ratio of 0.5% and 1% per weight of clay. Then, the efficiency of compression was tested by unconfined compression test and triaxial compression test. The test results showed that when hemp core was added to the mixing ratio, the shear strength decreased, but when adding hemp fibers, the shear strength will be higher. It was shown that processing, sizing, and quantification of hemp affected the yield performance of hemp mixed with clay.

Keywords: Hemp, Unconfined Compression Test, Triaxial Test

1. ที่มาและความสำคัญ

กัญชงเป็นพืชเศรษฐกิจใหม่ที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก จากนโยบายของรัฐบาลที่ส่งเสริมและพัฒนากัญชาและกัญชง ได้ปลอดล็อคบางส่วนของกัญชาและกัญชงให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยไม่จัดเป็นยาเสพติด ซึ่งกฎกระทรวงกัญชงฉบับใหม่เริ่มบังคับใช้เมื่อวันที่ 29 มกราคม พ.ศ. 2564 [1] ได้เปิดกว้างให้ทุกภาคส่วนทั้งเกษตรกร ภาครัฐ และภาคเอกชน รวมถึงประชาชนทั่วไปสามารถขออนุญาตและนำกัญชงไปใช้ทุกวัตถุประสงค์ตั้งแต่การแพทย์ การศึกษา วิจัย และการค้า เพื่อนำส่วนต่างของกัญชงไปสร้างมูลค่าเพิ่ม เป็นต้น กัญชงหรือเฮมพ์ (Hemp) มีลักษณะที่โดดเด่นกว่าพืชชนิดอื่นๆ โดยสามารถใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนตั้งแต่ช่อดอก ใบ เมล็ด เปลือก ลำต้น เส้นใย กิ่ง และราก นอกจากสารสกัด CBD จากช่อดอก น้ำมัน และโปรตีนจากเมล็ดจะช่วยสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value added) และมีความต้องการในตลาดสูงแล้ว เส้นใย แกน และส่วนอื่นๆของกัญชงยังสามารถใช้ประโยชน์ในด้านวิศวกรรม เช่น ใน

อุตสาหกรรมยานยนต์ วัสดุก่อสร้าง อุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าของพืชชนิดนี้เช่นกัน [2]

ปัจจุบันมีงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ [3-7] ที่สนใจศึกษาการนำเส้นใยพืชประยุกต์ใช้เป็นอัตราส่วนผสมกับดิน เพื่อนำมาใช้ในงานก่อสร้าง Bouhicha et al. ศึกษาเกี่ยวกับการนำดินมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างในประเทศแอลจีเรีย เนื่องจากต้นทุนที่ใช้ในการก่อสร้างมีราคาต่ำและแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างราคาถูก ทำให้วัสดุก่อสร้างที่ทำจากดินเป็นที่นิยมและใช้งานอย่างแพร่หลายในพื้นที่ทะเลทรายและชนบท ปัญหาที่พบในงานก่อสร้างวัสดุที่ทำจากดินที่พบมากได้แก่ ปัญหาการแตกร้าว ปัญหาการหดตัว ความแข็งแรงต่ำ และขาดความทนทาน คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงคุณสมบัติของดินด้วยการใช้เส้นใยธรรมชาติหรือเส้นใยจากพืชมาเป็นอัตราส่วนผสม โดยได้นำฟางข้าวบาร์เลย์สับมาใช้ผสมกับดินที่มีความแตกต่างกันสี่ประเภท และกำหนดปัจจัยความยาวและการแตกตัวของเส้นใยฟางข้าวบาร์เลย์ที่ส่งผลต่อคุณสมบัติต่างๆของดิน โดยได้กำหนดความยาวของเส้นใยบาร์เลย์ที่ 1-2 ซม., 2-4 ซม. และ 4-6 ซม. ผสมเส้นใยลงในดินทั้งสี่ชนิด ซึ่งอัตราส่วนผสมเส้นใยฟางข้าวบาร์เลย์อยู่ที่อัตราส่วนร้อยละ 1, 1.5, 2, 2.5, 3 และ 3.5 พบว่าการเพิ่มปริมาณเส้นใยของฟางข้าวบาร์เลย์จะช่วยลดปัญหาการหดตัวและต้านทานการเสียรูป และความยาวของเส้นใยส่งผลต่อค่าการหดตัวของดิน โดยเส้นใยที่ความยาว 6 ซม. ให้ค่าต้านทานการหดตัวสูงสุด สำหรับคุณสมบัติกำลังอัดพบว่า การเพิ่มปริมาณเส้นใยที่ปริมาณร้อยละ 1.5 จะช่วยเพิ่มกำลังรับแรงอัดให้ดินถึงร้อยละ 10-20 แต่เมื่อเพิ่มปริมาณของเส้นใยที่ร้อยละ 3.5 พบว่ากำลังรับแรงอัดของดินลดลง แต่ยังคงมีกำลังอัดสูงกว่าดินธรรมดาที่ไม่ได้ผสมเส้นใย สำหรับความยาวของเส้นใยไม่มีนัยสำคัญต่อกำลังรับแรงอัด [6] Milllogo et al. ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของเส้นใย Hibiscus Cannabinus หรือในประเทศไทยเรียกพืชชนิดนี้ว่าปอแก้ว ผสมกับดินเหนียวใช้ในการผลิต Pressed Adobe Blocks (PABs) งานวิจัยนี้ทำการผสมเส้นใย Hibiscus Cannabinus ในดินเหนียวที่อัตราส่วนผสมร้อยละ 0.2-0.8 โดยน้ำหนัก และได้กำหนดความยาวของเส้นใยที่ 3 ซม. และ 6 ซม. พบว่าการเพิ่มเส้นใยที่มีความยาวขนาด 3 ซม. ที่อัตราส่วนร้อยละ 0.2-0.6 จะช่วยลดขนาดรูพรุนในก้อนตัวอย่าง ทั้งยังช่วยปรับปรุงลักษณะทางกายภาพและทางกลของตัวอย่างชิ้นงานทดสอบ แต่เมื่อทำการเพิ่มปริมาณเส้นใยที่อัตราส่วนร้อยละ 0.8 ที่ความยาว 6 ซม. กลับส่งผลเสียต่อกำลังรับแรงอัด นอกจากนั้นยังพบคุณสมบัติที่ดีในด้านการรับแรงดัดเนื่องจากเส้นใยธรรมชาติมีความต้านทานแรงดึงสูงและมีการยึดเกาะกับดินเหนียวอีกด้วย และจากการศึกษาพบว่าปริมาณเส้นใยที่เหมาะสมที่จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับดินเหนียวคือ เส้นใยที่ขนาด 3 ซม. ซึ่งใช้อัตราส่วนผสมของเส้นใยต่อน้ำหนักดินที่ร้อยละ 0.4 [7] จากผลการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ชนิด ปริมาณ และขนาดของเส้นใยธรรมชาติ รวมถึงประเภทของดิน เป็นปัจจัยที่สำคัญซึ่งส่งผลต่อคุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุ

งานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการนำส่วนต่างๆที่เหลือใช้ของต้นกัญชงซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย มาใช้เป็นอัตราส่วนผสมกับดินเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเศษพืชที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ เช่นด้านงานวัสดุก่อสร้าง โดยคณะผู้วิจัยสนใจศึกษาการออกแบบคันดินชั่วคราวด้วยวัสดุ Composite Materials สำหรับป้องกันน้ำท่วม และคันดินชั่วคราวอื่นๆ โดยการออกแบบอัตราส่วนผสมระหว่างเศษกัญชงและดินเหนียวที่เหมาะสม ซึ่งจะทำการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมในด้านประสิทธิภาพและความสามารถในการรับแรงเพื่อวิเคราะห์การนำวัสดุดังกล่าวไปใช้งานต่อไป

2. วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 ดินเหนียว

ดินเหนียวที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คัดเลือกจากแหล่งดินเหนียวจังหวัดพิษณุโลก ลักษณะเป็นดินเนื้อละเอียดสีน้ำตาล

รูปที่ 1 ดินเหนียวจากแหล่งจังหวัดพิษณุโลก

2.2 กัญชง (Hemp)

กัญชงที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้มาจากแหล่งเพาะปลูกทางภาคเหนือ โดยมีลักษณะเป็นเศษต้นกัญชงแห้ง

รูปที่ 2 เศษต้นกัญชงแห้ง

2.2.1 เส้นใยกัญชง

เส้นใยกัญชงได้มาจากกระบวนการลอกเส้นใยจากเศษต้นกัญชงแห้ง นำมาผ่านกระบวนการแช่น้ำและตากแห้ง โดยตัดเส้นใยกัญชงให้ได้ความยาวขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร

รูปที่ 3 เส้นใยกัญชง

2.2.2 ก้านกัญชง

ก้านกัญชง ได้จากกระบวนการตัดก้านให้มีขนาดความยาว 0.5 เซนติเมตร

รูปที่ 4 ก้านกัญชง

3. การทดสอบและผลการทดสอบ

3.1 คุณสมบัติเบื้องต้นของดินเหนียว

ทำการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของดินเหนียวเบื้องต้น ผลการทดสอบค่าความถ่วงจำเพาะของดินเท่ากับ 2.62 ผลการทดสอบหาค่า Atterberg Limit [8-9] ของดินตัวอย่าง ได้แก่ ขีดจำกัดความข้นเหลว (Liquid Limit) LL = 33% ขีดจำกัดพลาสติก (Plastic Limit) PL = 19% และค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (Plastic Index) PI = 14 ตามลำดับ โดยค่าของข้อมูลดังกล่าวสามารถจำแนกดินได้อยู่ในกลุ่มของ Clay Low Liquid Limit (CL)

3.2 การทดสอบการบดอัด

การบดอัดดิน คือ การทำให้เม็ดดิน (Soil Particles) ถูกบีบอัดให้เข้าใกล้กันมากที่สุด เป็นผลให้ลดปริมาณช่องว่างของอากาศ (Air Void) ในมวลดิน โดยปริมาณน้ำ (Water Content) ในมวลดินไม่ลดหรือลดน้อยมาก และเมื่อเม็ดดินถูกอัดเข้าใกล้กันมากที่สุดหน่วยน้ำหนักดินจะมากที่สุด (Maximum Dry Density) และปริมาณความชื้นในมวลดินในสภาพนี้จะเรียกว่า ปริมาณความชื้นที่เหมาะสม (Optimum Moisture Content, OMC) [10]

จากสมการของ RR. Proctor (1993) คณะผู้วิจัยได้เทียบพลังงานการคำนวณแบบวิธีการบดอัดดินแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test) และวิธีการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test) ดังนี้

$$\text{Compaction Energy} = \frac{\text{No. of Layer} \times \text{No. Blow per Layer} \times \text{Wt.Rammer} \times \text{Rammer Fall}}{\text{Volume Mold}}$$

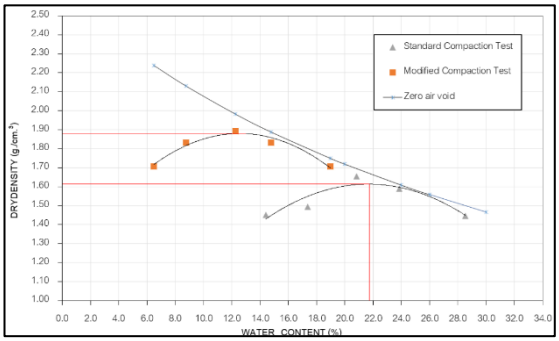
3.2.1 การทดสอบการบดอัดดินเพื่อหาปริมาณความชื้น ด้วยวิธีการบดอัดดินแบบมาตรฐาน (Standard Compaction Test)

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของดินกับปริมาณน้ำที่ใช้ในการบดอัด ตามมาตรฐานได้กำหนดลูกตุ้มเหล็กที่น้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม (5.5 ปอนด์) โดยมีระยะปล่อยตุ้มตกกระทบที่ 30.5 เซนติเมตร (12 นิ้ว) ทำการบดอัดดินในแบบทั้งหมด 3 ชั้น ชั้นละ 25 ครั้ง [11]

ผลการทดสอบการบดอัดแบบมาตรฐาน พบว่ามีค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุดเท่ากับ 1.61 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีค่าปริมาณความชื้นสูงสุดที่เหมาะสม ร้อยละ 22

3.2.2 การทดสอบการบดอัดดินเพื่อหาปริมาณความชื้น ด้วยวิธีการบดอัดดินแบบสูงกว่ามาตรฐาน (Modified Compaction Test)

วิธีการทดสอบนี้เป็นการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของดินกับปริมาณน้ำที่ใช้ในการบดอัด ตามมาตรฐานกำหนดขนาดไว้ด้วยตุ้มเหล็กหนัก 4.54 กิโลกรัม (10 ปอนด์) ระยะปล่อยตุ้มตกกระทบสูง 45.7 เซนติเมตร (18 นิ้ว) บดอัด 5 ชั้นๆ ละ 25 ครั้ง [12]



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและหน่วยน้ำหนักของดินบดอัดในกรณีที่ดินอิ่มตัว (S = 100%)

จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบการบดอัด (Compaction Test) ทั้งแบบมาตรฐานและแบบสูงกว่ามาตรฐาน พบว่าเมื่อเพิ่มพลังงานในการบดอัดดิน ค่าหน่วยน้ำหนักแห้งสูงสุดของดินจะมากขึ้น และค่าปริมาณความชื้นสูงสุดที่เหมาะสมจะลดลง เนื่องจากเม็ดดินมีการเรียงตัวกันแน่นขึ้นทำให้มีช่องว่างระหว่างหรือรูพรุนของเม็ดดินน้อยลง ดินมีความสามารถในการรับน้ำหนักได้มากขึ้น ค่าการทรุดตัวและการซึมผ่านของน้ำก็ลดลง

3.3 การกำหนดอัตราส่วนผสมของเส้นใยและก้านของกัญชง

จากการศึกษาและทวนทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ [3-7] พบว่าชนิด ปริมาณ และขนาดของวัสดุพืชจากธรรมชาติรวมถึงประเภทของดิน เป็นปัจจัยที่สำคัญซึ่งส่งผลต่อคุณสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุ ซึ่งการนำวัสดุพืชจากธรรมชาติประเภทเส้นใยที่ความยาวต่างๆ จะช่วยในการลดขนาดของรูพรุนและเพิ่มกำลังรับแรงอัด โดยเฉพาะขนาดของเส้นใยที่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร การเพิ่มความยาวที่มากกว่านี้กำลังรับแรงอัดของดินผสมเส้นใยวัสดุธรรมชาติจะลดลง รวมไปถึงการกำหนดอัตราส่วนผสมของวัสดุพืชธรรมชาติต่อน้ำหนักของดินมีผลต่อคุณสมบัติทางกลและกำลังรับแรงอัดอย่างมาก สำหรับอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 0.2-0.6 เป็นอัตราส่วนผสมที่ทำให้ดินผสมวัสดุจากธรรมชาติแสดงคุณสมบัติที่ดีทางวิศวกรรม

ดังนั้นงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจึงได้กำหนดอัตราส่วนผสมของเส้นใยและก้านกัญชงที่อัตราส่วนร้อยละ 0, 0.5 และ 1 โดยน้ำหนักของดิน

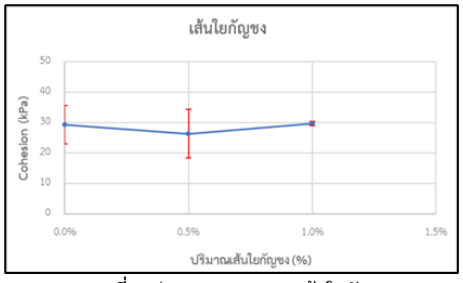
3.4 การทดสอบแรงอัดแกนเดียว (Unconfined Compression Test)

เป็นการหากำลังต้านทานแรงเฉือนของดิน โดยไม่มีแรงดันด้านข้างมากระทำกับผิวของดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าแรงเฉือนของดินเหนียวแบบไม่มีแรงดันด้านข้างและไม่ระบายน้ำ (Undrained Shear Strength) ตัวอย่างดินที่ทดสอบไม่เหมือนสภาวะธรรมชาติ โดยผลการรับกำลังแรงเฉือนจึงเป็นค่าประมาณ แต่เนื่องจากวิธีการทดสอบนี้สามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบอย่างแพร่หลาย [13]

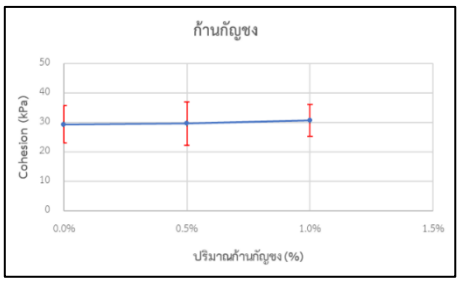
3.4.1 Unconfined Compressive Strength ที่ได้จากตัวอย่างที่เตรียมด้วยพลังงานบดอัดแบบมาตรฐาน

จากรูปที่ 6 และ 7 แสดงผลการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดแกนเดียวของเส้นใยกัญชงและก้านกัญชงที่ได้จากตัวอย่างที่เตรียมด้วยพลังงานบดอัดแบบมาตรฐาน พบว่าการผสมเส้นใยกัญชงที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 และร้อยละ 1 ส่งผลกระทบต่อกำลังรับแรงของดินน้อยมาก เนื่องจากพลังงานที่ได้รับในการบดอัดแบบมาตรฐานค่อนข้างน้อย โดยวิธีการบดอัดดินแบบมาตรฐานจะให้ค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุดเข้าใกล้เส้น zero air void ซึ่งสามารถสรุปว่าดินที่บดอัดมีค่า S_r สูง ดังนั้นกำลังรับแรงอัดของดินที่ผ่านการบดอัดแบบมาตรฐานจึงมีค่าใกล้เคียงกัน

จากการทดสอบหาค่ากำลังรับแรงอัดแกนเดียวของดินแบบบดอัดตามมาตรฐาน พบว่าการผสมก้านกัญชงที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 และร้อยละ 1 ส่งผลกระทบต่อกำลังรับแรงของดินน้อยมาก



รูปที่ 6 ค่า Cohesion ของเส้นใยกัญชง (Unconfined Compressive Strength)

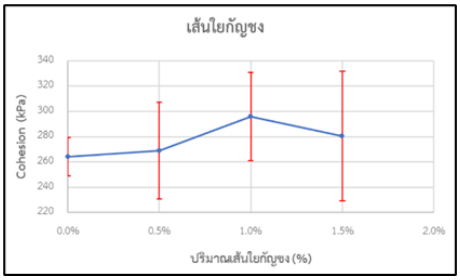


รูปที่ 7 ค่า Cohesion ของก้านกัญชง (Unconfined Compressive Strength)

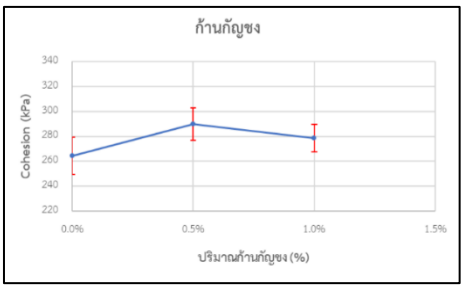
3.4.2 Unconfined Compressive Strength ที่ได้จากตัวอย่างที่เตรียมด้วยพลังงานบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน

จากรูปที่ 8 และ 9 แสดงผลการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดแกนเดียวของเส้นใยกัญชงและก้านกัญชงที่ได้จากตัวอย่างที่เตรียมด้วยพลังงานบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน พบว่าการผสมเส้นใยกัญชงที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 และอัตราส่วนร้อยละ 1 ทำให้ดินมีคุณสมบัติในการรับแรงได้ดีกว่าดินปกติที่ไม่ผสมเส้นใยกัญชง แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยกัญชงในอัตราส่วนร้อยละ 1.5 พบว่ากำลังรับแรงอัดของดินมีค่าลดลง แต่มีกำลังรับแรงมากกว่าดินปกติที่ไม่ผสมเส้นใยกัญชง

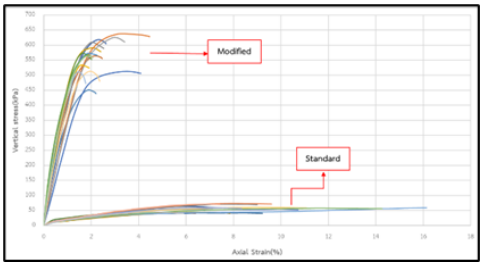
ดินที่ผสมก้านกัญชงที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 ค่ากำลังรับแรงมากกว่าดินปกติ สำหรับดินที่ผสมก้านกัญชงร้อยละ 1 ค่ากำลังรับแรงของดินลดลง แต่กำลังรับแรงของมากกว่าดินปกติที่ไม่ผสมก้านกัญชง



รูปที่ 8 ค่า Cohesion ของเส้นใยกัญชง (Unconfined Compressive Strength)



รูปที่ 9 ค่า Cohesion ของก้านกัญชง (Unconfined Compressive Strength)



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่าง Vertical Stress กับ Axial Strain

รูปที่ 10 แสดงผลความสัมพันธ์ระหว่าง Vertical Stress กับ Axial Strain ของเส้นใยกัญชงและแกนกัญชง ที่ได้จากตัวอย่างที่เตรียมด้วยพลังงานบดอัดแบบมาตรฐานและตัวอย่างที่เตรียมด้วยพลังงานบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าการทดสอบแรงอัดแกนเดียวแบบมาตรฐาน ค่าความเค้น (Stress) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ ซึ่งมีความแตกต่างจากค่าความเค้นของการทดสอบแบบสูงกว่า

มาตรฐานที่มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆและลดลง ณ จุดที่มีแรงแบกทานมากที่สุด และเมื่อพิจารณาจากค่าความเครียด (Strain) จะพบว่าการทดสอบแรงอัดแกนเดียวแบบมาตรฐาน ความเครียดมีค่ามากกว่าการทดสอบแบบสูงกว่ามาตรฐาน โดยการทดสอบแบบมาตรฐานดินจะเกิดการวิบัติโดยมีลักษณะบวมตัวออกด้านข้าง แต่สามารถรับแรงได้ สำหรับการทดสอบแรงอัดแกนเดียวแบบสูงกว่ามาตรฐานดินจะเกิดการวิบัติแบบมีรอยแตกที่ผิว

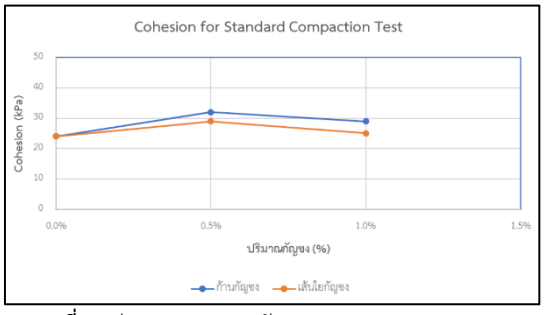
สาเหตุที่ความเค้นและความเครียดของการทดสอบการบดอัดแบบมาตรฐานมีค่าน้อยกว่าการบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐานเพราะพลังงานในการบดอัดมีค่าน้อยกว่า ทำให้ตัวอย่างมีค่าความหนาแน่นน้อย เมื่อนำก้อนตัวอย่างดินผสมกัญชงไปทดสอบ ก้อนตัวอย่างดินจะถูกบีบอัดให้มีค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนทำให้ก้อนตัวอย่างเสียสภาพและเกิดความเสียหาย ซึ่งไม่ปลอดภัยในการรับน้ำหนัก ดังนั้นจึงควรพิจารณาเลือกใช้การทดสอบการบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน

3.5 การทดสอบแรงอัดสามแกน (Triaxial Test)

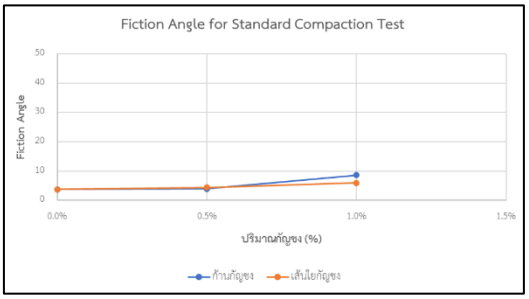
การทดสอบแรงอัด 3 แกน เป็นวิธีการหากำลังต้านทานแรงเฉือนของดิน ที่สภาพดินใกล้เคียงกับดินตามธรรมชาติมากที่สุด โดยสามารถปรับความดัน และสามารถควบคุมปริมาณน้ำได้ การวิเคราะห์ข้อมูลสามารถหาได้ทั้งหน่วยแรงรวม (Total Stress) และหน่วยแรงประสิทธิผล (Effective Stress) [13]

ในงานวิจัยนี้ใช้สภาพการทดสอบแบบ Unconsolidated-Undrained (UU-Test or Quick Test) การทดสอบแบบไม่มีการอัดตัวและไม่มีการระบายน้ำออก (หน่วยแรงรวม)

จากรูปที่ 11-12 แสดงผลการทดสอบ Standard Triaxial Test เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนผสมของเส้นใยกัญชงและก้านกัญชงที่อัตราส่วนร้อยละ 0, 0.5 และ 1 โดยน้ำหนักของดิน พบว่าเมื่อผสมเส้นใยและก้านของกัญชงที่อัตราส่วนผสมร้อยละ 0.5 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินมีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสมของก้านและเส้นใยกัญชงที่ร้อยละ 1 แรงยึดเหนี่ยวกลับมีค่าลดลง ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลของแรงยึดเหนี่ยวของดินปกติแล้ว พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน และมุมของแรงเสียดทานของดินที่ผสมเส้นใยกัญชงและก้านกัญชงที่อัตราส่วนผสมร้อยละ 0.5 และที่อัตราส่วนผสมร้อยละ 1 มุมของแรงเสียดทานเพิ่มขึ้น ซึ่งค่ามุมของแรงเสียดทานทั้งสองอัตราส่วนผสมมีค่าใกล้เคียงกับดินปกติที่ไม่ได้ผสมเส้นใยและก้านกัญชง

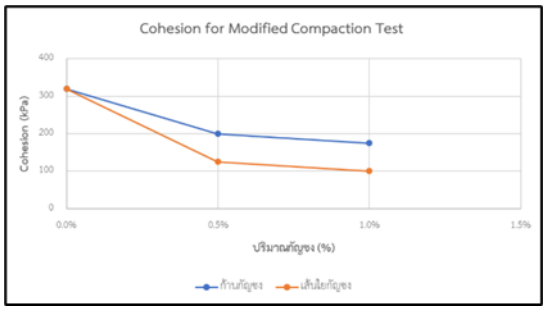


รูปที่ 11 ค่า Cohesion ของกัญชง (Standard Triaxial Test)

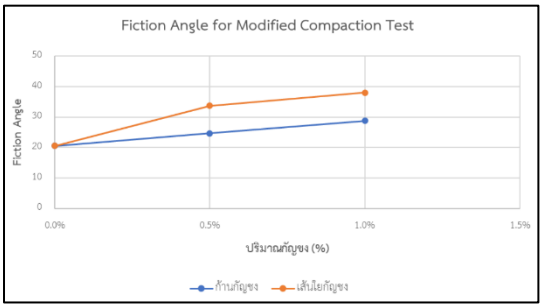


รูปที่ 12 ค่า Friction Angle (Standard Triaxial Test)

จากรูปที่ 13-14 แสดงผลการทดสอบ Modified Triaxial Test พบว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินของเส้นใยกัญชงและก้านกัญชงที่อัตราส่วนผสมร้อยละ 0.5 และอัตราส่วนผสมที่ร้อยละ 1 มีค่าลดลง และยังพบว่าทั้งสองอัตราส่วนผสมมีแรงยึดเหนี่ยวน้อยกว่าดินปกติ และมุมของแรงเสียดทานของเส้นใยกัญชงและก้านกัญชงที่อัตราส่วนผสมร้อยละ 0.5 และที่อัตราส่วนผสมร้อยละ 1 มุมของแรงเสียดทานเพิ่มขึ้น ซึ่งค่ามุมของแรงเสียดทานทั้งสองอัตราส่วนผสมมีค่ามากกว่าดินปกติที่ไม่ได้ผสมเส้นใยและก้านกัญชง



รูปที่ 13 ค่า Cohesion ของกัญชง (Modified Triaxial Test)



รูปที่ 14 ค่า Friction Angle (Modified Triaxial Test)

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษของต้นกัญชงโดยนำไปใช้เป็นวัสดุ Composite materials ซึ่งมีกระบวนการแปรรูปอย่างเหมาะสมก่อนนำไปใช้ในงานวัสดุก่อสร้าง จากผลการทดสอบพบว่า

1. การแปรรูปเศษต้นกัญชงแห้งให้เป็นเส้นใย (Hemp fiber) ผสมกับดินจะทำให้คุณสมบัติด้านกำลังรับแรงของดินเพิ่มขึ้นถึงร้อย

ละ 12 และพบว่าพลังงานการบดอัดมีผลต่อการปรับปรุงคุณสมบัติของดิน

2. เส้นใยกัญชงที่ความยาว 2 เซนติเมตร ที่อัตราส่วนร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ที่การบดอัดแบบสูงกว่ามาตรฐาน เหมาะจะนำไปใช้ออกแบบคันดินชั่วคราวด้วยวัสดุ Composite Materials

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายคณัสนันท์ เรียบร้อย นางสาวชุติพิชญ์ ทัลวัลลิ์ และนาวสาวศศิประภา ครองวงศ์ นิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ช่วยดำเนินการทดสอบงานวิจัย

ขอขอบคุณบริษัท เชียงใหม่เฮมพ์ จำกัด ที่กรุณาอนุเคราะห์วัสดุก้านกัญชงในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องระบุชื่อยาเสพติดให้โทษในประเภท ๕ พ.ศ.๒๕๖๓. (2563, 14 ธันวาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 137 ตอนพิเศษ 290 ง

[2] รสสุคนธ์ ศึกษานภาพัฒน์ และ ดวงทิพย์ ศิริกาญจนารักษ์ (2564). ชง “กัญชง”จากสิ่งเสพติดสู่พืชเศรษฐกิจใหม่. แบ่งปันความรู้สู่ภูมิภาค, ฉบับที่ 1, หน้า 1-4.

[3] ฐาปนี ศุภกิจวัฒนา, เอกพิสิษฐ์ บรรจงเกลี้ยง, รัฐภูมิ ปริชาตปรีชา และ ธนพล เพ็ญรัตน์. (2559). อิทธิพลของวัสดุปรับเสถียรภาพจากธรรมชาติต่อคุณสมบัติทางกลและความสามารถในการต้านทานการชะล้างของราวกันอันตรายจากดินเหนียวหญ้าแฝก.วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, ปีที่ 11, ฉบับที่ 2, หน้า 31-37.

[4] ฐิติพร พันธุ์ท่าช้าง, ดิลกรัตน์ กวาวทอง, พันธกานต์ รู้งาน และ สุภชัย นวลวงค์อิน (2561). กำลังรับแรงดึงของรากหญ้าแฝกและดินเสริมกำลังด้วยรากหญ้าแฝกเพื่อเพิ่มเสถียรภาพลาดดิน. วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ, ปีที่ 12, ฉบับที่ 2, หน้า 99-111.

[5] Mazhoud, B., Collet, F., Pretot, S. Lanos, C. (2017). Mechanical properties of hemp-clay and hemp stabilized clay. Construction and Building Materials, 155, pp. 1126-1137.

[6] Bouhicha, M., Aouissi, F., Kenai, S. (2005). Performance of composite soil reinforced with barley straw. Cement & Concrete Composites, 27, pp. 617-621.

[7] Millogo, Y. Morel, J.-C. Aubert, J.-E. Ghaavami, K. (2014). Experimental analysis of Pressed Adobe Blocks reinforced with Hibiscus cannabinus fibers, Construction and Building Materials, 52, pp. 71-78.

[8] กรมทางหลวง (2515). มาตรฐานวิธีการทดลองหาค่า Liquid Limit (LL) ของดิน. (ทล.-ท. 102/2515)

[9] กรมทางหลวง (2515). มาตรฐานวิธีการทดลองหาค่า Plastic Limit (PL) และ Plasticity Index (PI) ของดิน (ทล.-ท.103/2515)

[10] ศลิษา ไชยพุทธ และแหลมทอง เหล่าคงถาวร (2562). ปฐพีกลศาสตร์: ทฤษฎี และการทดสอบในห้องปฏิบัติการ. วศ.สจล., หน้า 91-105.

[11] กรมทางหลวง (2517). มาตรฐานวิธีการทดลองวิธีการทดลอง Compaction Test แบบมาตรฐาน (ทล.-ท.107/2517)

[12] กรมทางหลวง (2515). มาตรฐานวิธีการทดลองวิธีการทดลองหาค่า Unconfined Compressive Strength ของดิน (ทล.-ท.105/2515)

[13] กรมทางหลวงชนบท (2545). วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าแรงอัดสามแกน (Triaxial Test) (มทช.(ท) 304-2545)