โครงงานเฮมพ์มอร์ตาร์ผสมอนุภาคแกรนิตสำหรับสิ่งก่อสร้างที่ยั่งยืน

(Hemp-Based Mortars with Granite Waste for Sustainable Building)

วิชา โครงงานวิศวกรรมโยธา

CIVIL ENGINEERING PROJECT

2101499

นางสาว ศรัณย์พร เผ่าวัฒนา นาย อภิสิทธิ์ เลิศอุดมโชค นางสาว อรวรา ภวลักษณาวัติ และ รศ.ดร. เสวกชัย ตั้งอร่ามวงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบเฮมพ์มอร์ต้าผสมอนุภาคแกรนิตมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติเชิงกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลสำหรับใช้การก่อสร้างโครงสร้างกำแพงในงานก่อสร้างอาคารที่ต้องการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมภาย ในการศึกษาคณะผู้วิจัยได้ออกแบบส่วนผสมโดยกำหนดอัตราส่วนระหว่างน้ำและซีเมนต์ (W/C) เท่ากับ 0.45 และแปรผันปริมาณกัญชงหรือเฮมพ์ตั้งแต่ 0 ถึง 50 เปอร์เซ็นโดยมวล โดยไม่มีการเพิ่มสารผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพ จากการทดสอบพบว่า ความสามารถในการรับแรงอัด (Compressive Strength) ความสามารถในการรับแรงดัด (Flexural Strength) ความสามารถในการไหล (Flowing) ระยะเวลาก่อตัว (Setting Time) และความหนาแน่น (Density) มีค่าลดลงลดลง ในทางตรงกันข้ามความสามารถในการดูดซับน้ำ (Water Absorption) เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณเฮมพ์ตามลำดับ

คำสำคัญ: มอร์ต้า, เฮมพ์มอร์ต้า, กัญชง, อนุภาคแกรนิต, แรงอัด, แรงดัด

Abstract

This research tested hemp mortar mixed with granite particle waste to study the physical and mechanical qualities for wall construction in building construction that necessitates industrial waste materials. Researchers created the mixture in the study by setting 0.45 of the water-cement ratio (W/C) and altering the hemp content from 0% to 50% by mass without using admixtures. According to the test, compressive strength, flexural strength, flowing, setting time, and density decreased, in contrast, the water absorption capacity increased as hemp content rose.

Keywords: Mortar, Hemp-based Mortar, Hemp, Granite Particle Waste, Compressive Strength, Flexural Strength

1. บทนำ

ในช่วงศตวรรษที่ผ่านมาอุตสาหกรรมก่อสร้างทั่วโลกมีการเติบโตอย่างรวดเร็วและยังคงขยายตัวอย่างต่อเนื่องแม้จะเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ การขยายตัวของอุตสาหกรรมก่อสร้างนี้เองนำมาซึ่งผลกระทบต่อโลก ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันบริษัทหรือกลุ่มคนผู้มีความเกี่ยวข้องกับภาคอุตสาหกรรมก่อสร้างจึงหันมาให้ความสำคัญกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ของสหประชาชาติ (United Nations: UN) ทำให้มอร์ต้า (Mortar) ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบหลักของการก่อสร้างทั้งในไทยและต่างประเทศได้รับการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา รวมถึงมีการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมเพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพของมอร์ต้า ซึ่งโครงงานนี้มุ่งเน้นการศึกษาเกี่ยวกับกัญชง (Hemp) และอนุภาคแกรนิต (Granite Particle Waste)

กัญชง (Hemp หรือ Cannabis sativa L. subsp. Sativa) เป็นพืชเศรษฐกิจใหม่ที่กำลังเป็นที่สนใจในหลายหลายอุตสาหกรรม ทั้งอุตสาหกรรมยาและผลิตภัณฑ์เสริมความงาม อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมสิ่งทอ และอุตสาหกรรมการเกษตร ส่วนประกอบของกัญชงที่ได้รับความนิยมนำไปใช้ ได้แก่ ใบ ดอก และเปลือก ส่วนแกนลำต้นของกัญชงในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ถือเป็นวัสดุเหลือทิ้ง หากแต่ส่วนแกน

ลำต้นกัญชงมีคุณสมบัติความยืดหยุ่นสูงและน้ำหนักเบาจึงมีการนำมาศึกษาใช้เพื่อเพิ่มคุณสมบัติพิเศษของมอร์ต้าในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

อนุภาคแกรนิต (Granite Particle Waste) เป็นผลพลอยได้ (by-product) ปริมาณมหาศาลจากที่อุตสาหกรรมถลุงหินและเหมืองแร่ ซึ่งไม่เพียงแต่สามารถใช้ทดแทนทรายแม่น้ำ (River Sand) ที่กำลังประสบปัญหาภาวะขาดแคลน แต่ยังช่วยในการปรับปรุงพัฒนาคุณภาพของมอร์ต้าได้เช่นกัน

โครงงานเฮมพ์มอร์ต้าผสมอนุภาคแกรนิตสำหรับสิ่งก่อสร้างที่ยั่งยืน (Hemp-based Mortars with Granite Waste for Sustainable Building) จึงทำการศึกษาและทดสอบเฮมพ์มอร์ต้าเพื่อศึกษาคุณสมบัติเชิงกายภาพ คุณสมบัติเชิงกล และออกแบบสัดส่วนองค์ประกอบที่ทำการออกแบบจะสามารถใช้ก่อสร้างโครงสร้างกำแพงในงานก่อสร้างอาคารชั้นเดียวหรือสองชั้นได้เพื่อความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2. กัญชง

2.1 ลักษณะของกัญชง

ต้นกัญชง (Hemp) ชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ Cannabis sativa L. Subsp. Sativa มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่เอเชีย และมีการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวกัญชงในประเทศจีนมานานมากกว่า 6000 ปี [12-13] กัญชงจะมีลำต้นสูงมากกว่า 2 เมตร ปล้องหรือข้อยาว แตกกิ่งก้านน้อยและแตกกิ่งไปในทิศทางเดียวกัน เปลือกเหนียวลอกง่าย ให้เส้นใยยาวคุณภาพสูง แผ่นใบเป็นสีเขียวอมเหลือง ใบมีแฉกประมาณ 7-9 แฉก เมื่อออกดอกจะมียางที่ช่อดอกไม่มาก เมล็ดมีขนาดใหญ่และเป็นลายบ้าง ผิวเมล็ดหยาบด้าน ใบเมื่อสูบจะมีกลิ่นหอมน้อย ทำให้ผู้เสพปวดหัว มีสาร tetrahydrocannabinol (THC) น้อยกว่า 0.3 เปอร์เซ็นต์ การปลูกระยะห่างระหว่างต้นจะแคบ เพราะปลูกเพื่อต้องการเส้นใยเพียงอย่างเดียว โดยต้นกัญชง จัดเป็นพรรณไม้ล้มลุกที่มีอายุเพียงปีเดียว มีลักษณะอวบน้ำเมื่อเป็นต้นกล้า และจะเริ่มมีการสร้างเนื้อไม้เมื่ออายุได้ประมาณ 2-3 สัปดาห์ การเจริญเติบโตของต้นจะช้าในช่วง 6 สัปดาห์แรก หลังจากนั้นจะเพิ่มความสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จนมีความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 3 เมตร มีรากเป็นระบบรากแก้วและมีรากแขนงเป็นจำนวนมาก สามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อต้นมีอายุ 3-4 เดือน โดยลักษณะของต้นกัญชงในการเกษตรจะมีลักษณะตามรูปที่ 1

2.2 การในไปใช้ของส่วนต่างๆ ของกัญชง

เปลือกกัญชง เปลือกแห้งสามารถนำไปแปรรูปในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อผลิตเป็นเส้นใยสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งเส้นใยกัญชงเป็นเส้นใยที่ยาว และมีความแข็งแรง และมีคุณสมบัติ เช่น ป้องกันเชื้อราแบคทีเรีย ป้องกันรังสียูวี ระบายอากาษได้ดี จึงเหมาะสมจะเป็นวัตถุดิบชนิดใหม่ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

แกนกัญชง สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบและส่วนประกอบในการผลิตวัสดุก่อสร้าง และ Bioplastic ได้ หรือ วัสดุทดแทนไม้ ซึ่งแกนกัญชงจะมีน้ำหนักเบากว่าไม้มาก เช่น เฮมพ์กรีต (Hempcrete) มีค่ากำลังต้านทานแรงอัดเพิ่มขึ้น เฮมพ์บล็อก (Hemp blocks) มีความต้านแรงอัดได้สูงกว่า 2.5 MPa และมีน้ำหนักที่เบากว่าบล็อกปกติ มากถึง 40 เปอร์เซ็นต์ และ เฮมพ์บอร์ด (Hemp Board) มีน้ำหนักเบากว่า MDF ที่ความหนาเท่ากัน มากถึง 20 เปอร์เซ็นต์ และ Bioplastic การใช้แกนกัญชงผสมเพื่อผลิตต้นแบบ Bioplastic นั้นมีค่าการดัดยืดหยุ่นแลการดัดโค้งสูงสุดมากกว่าพอลิโพรไพลีนบริสุทธิ์

ใบและใบยอด สามารถนำไปสกัดสารสำคัญชนิดต่างๆ เช่น สาร Cannabidiol (CBD) และสารกลุ่ม Cannabinoids มีอีกหลายชนิด ได้แก่ สาร Cannabichromene (CBC) มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ลดอาการปวด และมีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพและเชื้อรา สาร Cannabinol (CBN) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ สารให้กลิ่นเทอร์พีน (Terpene) เป็นน้ำมันหอมระเหย สารให้สี ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) สามารถนำมาผสมในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้ โดยเฉพาะอาหาร ซึ่งมีสรรพคุณเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ประโยชน์ทางยา ป้องกันโรครักษาโรค และชะลอความชรา มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

รูปที่ 1 ต้นกัญชงในการเกษตร [16]

3. Granite particle waste

3.1 Granite particle waste คืออะไร

หินแกรนิตที่มีลักษณะหยาบและมีสีอ่อนดังรูปที่ 2 โดยส่วนประกอบส่วนใหญ่ของเฟลด์สปาร์และผลึกอนุภาคแกรนิต เป็นขยะที่มาจากกระบวนการผลิตโดยอุตสาหกรรมจากกระบวนการตัดและบดของหินอนุภาคมีขนาดไม่สม่ำเสมอและเชื่อมต่อกับพื้นผิว

รูปที่ 2 Granite particle waste

3.2 การใช้ granite particle waste แทนทรายแม่น้ำ

ทรายที่นำมาใช้ในการผลิตคอนกรีตจะใช้เป็นทรายจากแม่น้ำที่มีปริมาณจำกัด ซึ่งในปัจจุบัน ทรายที่ใช้ก่อสร้างในประเทศไทยกำลังจะหมดลง การหาวัสดุอื่นที่เป็นของเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้แทนที่ คือ granite particle waste

จากการวิจัยอิทธิพลของ granite particle waste ต่อคุณสมบัติของคอนกรีต [11] จากการทดลอง โดยการผสมส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้ granite particle แทนที่ทรายแม่น้ำในอัตราส่วน 0%, 20%, 30% และ 50% ตามลำดับ ได้ผลว่า compressive strength ของคอนกรีตที่มี granite

particle นั้นมีกำลังที่ใกล้เคียงกับคอนกรีตดั้งเดิม แต่ในทางกลับกัน tensile strength ของคอนกรีตจะลดลงเมื่อทำการเพิ่ม granite particle

4. การนำไปใช้ของเฮมพ์กรีต

ในแต่ละการใช้งานจะมีปริมาณสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไป เพื่อให้ได้คุณสมบัติทางเชิงกายภาพ และเชิงกลที่สอดคล้องกับการใช้งาน เช่น การรับแรง ฉนวนป้องกันความร้อน ความสามารถการดูดซับเสียง

4.1 กำแพงเฮมพ์กรีต

เฮมพ์กรีตดังรูปที่ 3 สามารถใช้เป็นกำแพง โดยสามารถจะเทคอนกรีตได้ที่หน้างานได้เลย หรือจะทำเป็นบล็อกเพื่อให้ไม่ต้องมาเทคอนกรีตที่หน้างานก็สามารถทำได้เช่นกัน

รูปที่ 3 กำแพงเฮมพ์กรีต [17]

4.2 แผ่นฉนวนจากเฮมพ์กรีต

กำแพงฉนวนกันความร้อนได้ตัวอย่างดังรูปที่ 4 ใช้เฮมพ์กรีตที่ความหนาแน่น 250-350 kg/m^3 ส่วนใหญ่นิยมใช้ในอาคารประเภท Low-rise

หลังคาฉนวนกันความร้อนดังรูปที่ 5 โดยจะใช้เฮมพ์กรีตที่ความหนาแน่น 200-250 kg/m^3 โดยข้อดีของการใช้วัสดุชนิดนี้คือจะทนต่อความชื้นได้มากกว่าแผ่นฉนวนทั่วไป

ชั้นรองพื้นฉนวนกันความร้อนโดยตัวอย่างดังรูปที่ 6 จะใช้น้อยกว่ากำแพงกับหลังคาโดยจะใช้เฮมพ์กรีตที่ความหนาแน่น 375-500 kg/m^3 ใช้กันความร้อนจากดินใต้แผ่นพื้น โดยถ้าพื้นมีความหนาแน่นสูงจะช่วยลดอุณหภูมิลงได้

หน้าต่างฉนวนกันความร้อน ดังตัวอย่างในรูปที่ 7 การใช้เฮมพ์กรีต ซึ่งในส่วนประกอบจะมีเฮมพ์ไฟเบอร์ซึ่งจะช่วยเติมเต็มช่องว่างระหว่างหน้าต่างกับโครงกรอบ

รูปที่ 4 กำแพงฉนวนจากเฮมพ์กรีต [18]

รูปที่ 5 หลังคาฉนวนจากเฮมพ์กรีต [19]

รูปที่ 6 ชั้นของพื้นฉนวนจากเฮมพ์กรีต [20]

รูปที่ 7 หน้าต่างฉนวนจากเฮมพ์กรีต [21]

4.3 Pre-cast Blocks

การวางกองบล็อกโดยไม่ต้องเชื่อมกันด้วยมอร์ตาร์โดยอาศัยการเกาะกันผ่านกายภาพ โดยขนาดของ เฮมพ์กรีตบล็อกจะมีขนาด 600 mm x 200 mm x 200 mm โดยข้อดีของ Pre-cast blocks คือจะสามารถควบคุมแรงที่กระทำได้เพราะผสมมาก่อนถึงหน้างาน และสามารถซ่อมแซมบางส่วนได้ และการก่อสร้างจะรวดเร็วมากขึ้นเพราะไม่ต้องรอให้แห้ง ถ้าในบล็อกที่มีกำลังสูงก็จะสามารถใช้งานรับแรงได้บางส่วน ในส่วนของข้อเสีย คือราคาการผลิตที่เพิ่มขึ้น และจำเป็นต้องขนส่งจากโรงงานมายังไซต์งานก่อสร้าง ตัวอย่างการวาง Pre-cast blocks มีดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 Pre-cast blocks จากเฮมพ์กรีต [22]

4.4 อิฐบล็อก

อิฐบล็อกทำจากส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์กับทราย นิยมใช้ในงานก่อสร้างเช่นเดียวกับอิฐมอญ แต่มีราคาถูกและก่อสร้างได้รวดเร็วกว่า เหมาะกับงานที่ต้องควบคุมค่าใช้จ่าย อาจมีความแข็งแรงไม่เท่าอิฐมอญ เพราะวัสดุ

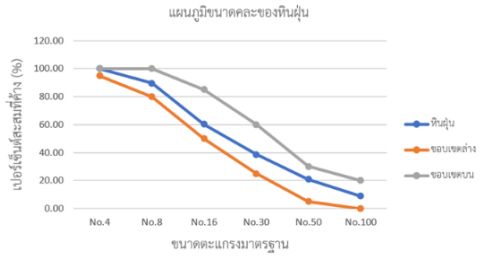
มีรูพรุนมากกว่า ความหนาของ อิฐบล็อก มีหลายขนาด เช่น 7 เซนติเมตร, 9 เซนติเมตร, 14 เซนติเมตร และ 19 เซนติเมตร เป็นต้น

5. ผลการดำเนินงานวิจัย

5.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ

5.1.1 ผลการทดสอบการหาขนาดคละของหินฝุ่น

การทดสอบหาขนาดคละของหินฝุ่นมีจุดประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการจัดเรียงตัวของมวลละเอียด และ เพื่อให้สามารถที่จะตรวจสอบว่าหินฝุ่นมีคุณสมบัติที่เหมาะแก่การที่จะนำมาผสมให้เป็นมอร์ตาร์ โดยจะได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 9 โดยเส้นสีน้ำเงินจะเป็นเส้นที่แสดงลักษณะขนาดคละของหินฝุ่นที่ใช้ในการเป็นส่วนผสมของมอร์ตาร์ ในส่วนของสีเทา กับสีส้มจะเป็นขอบเขตขนาดคละของทรายหยาบตามมาตรฐาน ASTM C33 จะเห็นได้ว่าขนาดของหินฝุ่นเป็นขนาดที่เหมาะสมในการใช้ทดแทนทรายแม่น้ำ และ เมื่อหาค่า Fineness Modulus (FM) หรือ ค่าโมดูลัสความละเอียด จะมีค่าเท่ากับ 2.82 ซึ่งอยู่ใน 2.3-3.1 ซึ่งอยู่ในช่วงตามมาตรฐาน



รูปที่ 9 แผนภูมิขนาดคละของหินฝุ่น

5.1.2 ผลการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะและค่าการดูดซับน้ำของหินฝุ่น

การออกแบบส่วนผสมมอร์ตาร์มีความจำเป็นที่จะต้องหาค่าความถ่วงจำเพาะเพื่อใช้ในการคำนวณสัดส่วนของน้ำหนักและปริมาตร และนอกจากนี้ยังมีการทดสอบหาค่าการดูดซับน้ำของหินฝุ่นเพื่อใช้ในการปรับแก้ปริมาณน้ำในแต่ละสูตร โดยผลการการทดสอบจะเป็นไปตาม

ตารางที่ 1 ค่าความถ่วงจำเพาะและค่าการดูดซับน้ำของหินฝุ่น

1. ค่าความถ่วงจำเพาะของหินฝุ่น	
Bulk Specific Gravity	2.62
Bulk Specific Gravity (SSD basis)	2.65
Apparent Specific Gravity	2.70
2. ค่าการดูดซับน้ำของหินฝุ่น	
ค่าการดูดซับน้ำของหินฝุ่น (%)	1.13

5.1.3 ความหนาแน่นของกัญชงละเอียด

การคำนวณส่วนประกอบของมอร์ตาร์ในส่วนของกัญชงจะต้องหาค่าความถ่วงจำเพาะเช่นเดียวกับหินฝุ่นแต่ด้วยลักษณะของกัญชงบดละเอียดนั้นมีลักษณะเป็นเส้นเล็กและเกาะกันเป็นก้อนจึงทำให้ไม่เหมาะกับการทดสอบที่เหมือนกับหินฝุ่นที่ใช้ขวดรูปชมพู่ ทางผู้วิจัยจึงใช้วิธีการหาค่าความหนาแน่นของกัญชงบดละเอียดโดยการหาจากกัญชงในปริมาตรหนึ่งและชั่งน้ำหนักกัญชง เมื่อทดสอบแล้วพบว่าความหนาแน่นของกัญชงมีค่าเท่ากับ 150.28 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

5.2 สัดส่วนส่วนผสมที่ใช้ในการผสมมอร์ตาร์

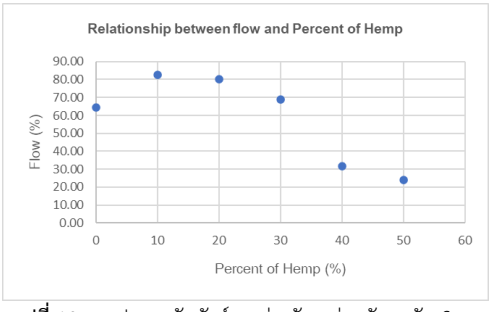
สูตรที่ใช้เป็นดังตารางที่ 2 โดยมีการกำหนดให้ อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ มีค่า เท่ากับ 0.45 และ ปรับปริมาณกัญชงละเอียดโดยการให้กัญชงแทนที่โดยปริมาตรของหินฝุ่น โดยเริ่มจากร้อยละ 0 , 10, 20, 30, 40 และ 50 ของปริมาตรหินฝุ่น

ตารางที่ 2 สัดส่วนส่วนผสมที่ใช้ในการผสมมอร์ตาร์

สูตรที่ผสม	สัดส่วนของส่วนผสม ในมอร์ตาร์ปริมาตร 1 ลิตร			
	ปูนซีเมนต์	น้ำ	หินฝุ่น	กัญชงบดละเอียด
	กรัม	กรัม	กรัม	กรัม
W300-045-00-01	667	314	1201	0
W300-045-10-02	667	312	1081	7
W300-045-20-02	667	311	961	14
W300-045-30-02	667	309	841	21
W300-045-40-01	667	308	721	28
W300-045-50-01	667	307	600	34

5.3 ผลการทดสอบค่าการไหลแผ่ของมอร์ตาร์

จากผลการทดลองจะทำให้เห็นว่าการใส่กัญชงลงในมอร์ตาร์ทำให้การไหลของมอร์ตาร์ลดลง เนื่องจากกัญชงที่ใส่เป็นกัญชงแห้งจึงทำให้กัญชงดูดน้ำในระหว่างการผสมมอร์ตาร์ ในการเพิ่มกัญชงในปริมาณน้อยนั้นยังดูดน้ำได้ไม่มากจึงทำให้มอร์ตาร์ที่มีอัตราส่วนกัญชงน้อยมีการไหลที่ดีกว่ามอร์ตาร์ปกติ

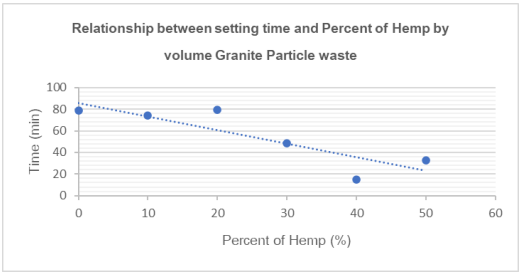


รูปที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกัญชงกับ flow

5.4 ผลการทดสอบระยะเวลาก่อตัวของมอร์ตาร์

จากการทดสอบจะเห็นแนวโน้มที่ว่าเมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของกัญชงเข้าไปแทนหินฝุ่นนั้นผลว่าระยะเวลาก่อตัวลดลง นั้นก็คือจะก่อตัวได้เร็วขึ้น โดยสาเหตุที่พบคือ กัญชงมีคุณสมบัติที่ดูดน้ำทำให้มอร์ตาร์หลังจากผสมมีลักษณะเป็นก้อนแห้งๆซึ่งแตกต่างจากจากตอนที่ไม่ใส่กัญชงเลย และนอกจากนี้การที่ใส่กัญชงก็อาจจะมีผลต่อการทดสอบด้วยเนื่องจากกัญชงมี

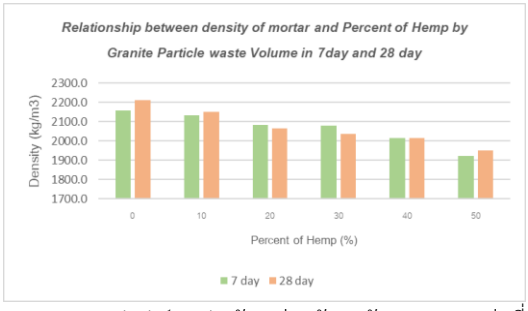
ลักษณะของโมเลกุลที่ใหญ่กว่ามอร์ตาร์ซึ่งส่งผลให้กัญชงละเอียดก็มีส่วนที่ไปขัดขวางการจมของเข็มนั้นทำให้เข็มไม่สามารถจมได้ และการจัดเรียงของกัญชงก็มีส่วนให้เกิดความคาดเคลื่อนในการทดสอบได้



รูปที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์กัญชงกับระยะเวลาก่อตัวของมอร์ตาร์

5.5 ผลการทดสอบความหนาแน่นของมอร์ตาร์

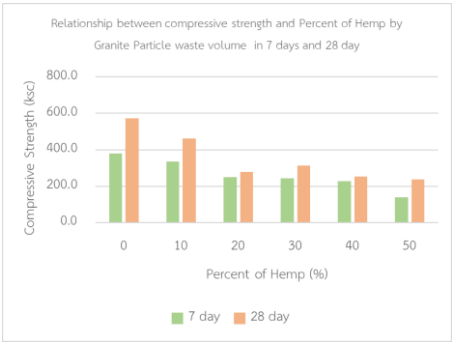
จากการทดลองจะเห็นว่า เมื่อนำกัญชงมาแทนที่ granite particle ทำให้มอร์ตาร์นั้นมีความหนาแน่นลดลง ในส่วนของมอร์ตาร์ที่มีอายุ 28 วันนั้นมีค่าที่ที่ต่างจากมอร์ตาร์ที่มีอายุ 7 วัน อาจเกิดจากการวัดมอร์ตาร์ที่มีปริมาณของส่วนผสมที่ต่างกันในการขึ้นรูป จึงทำให้วัดค่าได้ต่างกัน



รูปที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกัญชงกับความหนาแน่นที่ 7 วัน กับ 28 วัน

5.6 ผลการทดสอบกำลังอัดของมอร์ตาร์

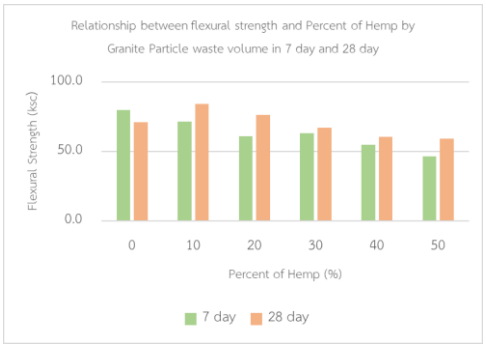
จากข่อมูลการคำนวณกำลังรับแรงอัดสามารถแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดและอัตราสวนกัญชงในมอรตารได้ดังแสดงในกราฟที่ 4-4 พบได้ว่าเมื่อเพิ่มอัตราสวนของกัญชงแนวโน่มความสามารถในการรับกำลังแรงอัดมีค่าลดลงอย่างคงที่ทั้งการทดสอบเมื่อผ่านไป 7 วันและ 28 วัน



รูปที่ 13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดและอัตราส่วนกัญชงในมอร์ตาร์

5.7 ผลการทดสอบกำลังดัดของมอร์ตาร์

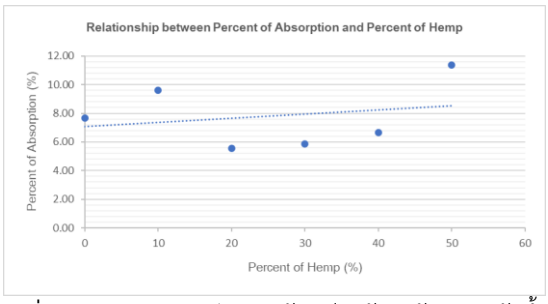
จากข่อมูลการคำนวณกำลังรับแรงดัดสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดัดและอัตราสวนกัญชงในมอรตารได้ดังแสดงในรูปที่ 14 พบได้วาเมื่อเพิ่มอัตราสวนของกัญชงแนวโน่มความสามารถในการรับกำลังแรงอัดมีคาลดลงอย่างคงที่ทั้งการทดสอบเมื่อผ่านไป 7 วันและ 28 วัน



รูปที่ 14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดัดและอัตราส่วนกัญชงในมอร์ตาร์

5.8 ผลการทดสอบการดูดซับน้ำของมอร์ตาร์

จากการทดลองทำให้เห็นว่า เมื่อเพิ่มกัญชงลงในมอร์ตาร์ทำให้มีแนวโน้มที่จะดูดซับน้ำได้มากขึ้นเนื่องจากกัญชงที่มีคุณสมการดูดซับน้ำ แต่เมื่อพิจารณากราฟแล้วจะเห็นว่า อัตราการดูดซับน้ำของมอร์ตาร์ของกัญชงที่อัตราส่วนร้อยละ 20 30 และ 40 มีปริมาณการดูดซับที่น้อยกว่ามอร์ตาร์ดั้งเดิมอาจเป็นเพราะการเกิดโพรงอากาศของมอร์ตาร์ที่อาจจะมีน้อยกว่ามอร์ตาร์ก้อนอื่นๆ โพรงอากาศหรือไม่สัมผัสกับตัวกัญชงทำให้กัญชงไม่ดูดซับน้ำ



รูปที่ 15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนกัญชงกับการดูดซับน้ำ

6. สรุปผลการวิจัย

โครงการมอร์ตาร์ผสมกัญชงและอนุภาคแกรนิต จะมุ่งเน้นในการศึกษาคุณสมบัติเชิงกายภาพและเชิงกล โดยในการนำกัญชงมาใช้นั้น จะใช้ในส่วนของลำต้นในการวิจัย เนื่องจากเป็นส่วนที่เหลือจากการที่ในส่วนอื่นๆ ของต้นกัญชงได้ใช้ประโยชน์ในส่วนอื่นๆ เช่น ทางด้านการแพทย์ หรือสิ่งทอต่างๆ ซึ่งทางคณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงข้อดีในการนำลำต้นกัญชงมาใช้เพื่อพัฒนาให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการนำมาศึกษาคุณสมบัติ และนอกจากนี้ยังใชอนุภาคแกรนิต ซึ่งเป็นส่วนที่เป็นเศษเหลือที่ได้จากกระบวนการบดและอัดของหิน ทั้งสองวัสดุนี้จะนำมาใชทดแทนทรายแม่น้ำ โดยจะทดแทนในสัดสวนของทรายแม่น้ำทั้งหมด เนื่องจากในทุกวันนี้มีการใชทรายแม่น้ำใน

งานก่อสร้างเป็นปริมาณมากทำให้ปริมาณทรายแม่น้ำ ลดน้อยลงเรื่อยๆ ดังนั้นการมวัสดุทางเลือกก็จะสามารถลดการใช้ทรายแม่น้ำลงได้โดยวัสดุทดแทนเหล่านี้

การผสมกัญชงหรือ hemp ในมอรตารสงผลให้คุณสมบัติเชิงกายภาพ ได้แกการไหลแผ่ ระยะเวลา การกอตัว และความหนาแน่นลดลง ซึ่งจากการที่ระยะเวลาการกอตัวลดลงก็จะสงผลดีในเชิงพาณิชย เนื่องจากจะสามารถที่จะเพิ่มผลผลิตได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากมอรตารที่ใสกัญชงจะมีระยะเวลาในการกอ ตัวคอนข้างสั้นลง เมื่อระยะเวลาก่อตัวน้อยลงก็จะสามารถถอดแบบหล่อได้เร็วยิ่งขึ้นก็จะทำให้สามารถที่ จะหมุนเวียนแบบหล่อได้มากยิ่งขึ้น และนอกจากนี้ด้วยความหนาแน่นของมอรตารที่มีอัตราสวนของกัญชงมากก็จะทำให้ความหนาแน่นของมอรตารลดลง สอดคล่องกับความหนาแน่นของกัญชงที่จะมีน้ำหนักที่ เบากวาอนุภาคแกรนิต ประโยชนที่ได้คือเมื่อนำมอรตารที่ผสมกัญชงได้ไปก่อสร้างในบางสวนของอาคาร ก็จะช่วยลดน้ำหนักบรรทุกคงที่ ในเชิงของคุณสมบัติเชิงกล ได้แก กำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงดัดที่ ลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณอัตราสวนกัญชงในสวนผสม แต่อย่างไรก็ตามคุณสมบัติดังกล่าวสามารถนำมาใชใน การก่อสร้างสำหรับองคประกอบที่ไม่จำเป็นตองรับแรงได้ เชน ผนัง หากแต่ในกรณีที่ตองการใชในงาน ก่อสร้างที่วัสดุจำเป็นต่องมีการรับแรง หรือจะนำไปพัฒนาเป็นอิฐมวลเบาซึ่งก็จะสามารถที่จะใชคุณสมบัติเดนของมอรตารชนิดนี้ได้อย่างดีเนื่องจากมีน้ำหนักที่เบาและการรับกำลังดัดเมื่อเทียบกับกำลังอัดแล้วนั้น ก็ถือวาเมื่อใสกัญชงก็จะมีคุณสมบัติที่ดีขึ้นเล็กน้อย คณะผู้วิจัยแนะนำให้ใช่สารผสมเพิ่ม (admixture) เพื่อพัฒนาความสามารถในการรับกำลังดัดและกำลังอัด จากการศึกษาและทดลองโครงงานเฮมพมอรตาร ผสมอนุภาคแกรนิตสำหรับสิ่งก่อสร้างที่ยั่งยืนสามารถที่จะเป็นหนึ่งให้ทางเลือกใหกับหน่วยงาน บริษัทหรือผู้ที่สนใจที่จะสนับสนุนวัสดุก่อสร้างในเชิงที่จะเป็นมิตรต่อสิ่งแวดลอม

ในอนาคตคณะผู้วิจัยเล็งเห็นวาจะเป็นประโยชนอย่างมากถ้าเราสามารถที่จะเพิ่มกำลังอัดและดัดได้ ซึ่งก็จะตองศึกษาคุณสมบัติทางเคมีเพิ่มเติมมากขึ้น และนอกจากนี้การผลิตผนังที่ทำจากมอรตารกัญชง ผสมอนุภาคแกรนิตก็สามารถที่จะทำเป็นผนังเปลือยก็จะสามารถเพิ่มสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานได้ยิ่งขึ้น เนื่องจากเนื้อผิวสัมผัสของมอรตารนี้ไม่ได้เรียบเท่า กับมอรตารที่ไม่ใสกัญชง

อุปสรรคที่ทางผู้วิจัยในพบคือ เนื่องจากกัญชงละเอียดมีลักษณะเป็นเส้นใยเล็กผสมกับเหมือนเศษไม้ทำให้การทดสอบการคละไม่สามารถจะทดสอบได้เหมือนกับอนุภาคแกรนิต ทางเราจึงคิดวาเป็นส่วนที่ยังคงต่องพัฒนาเพราะด้วยเหตุนี้ก็จะไม่สามารถที่จะควบคุมคุณภาพในการผสมแต่ละครั้งได้ และในสวนของกัญชงเนื่องจากกัญชงมีคุณสมบัติที่ดูดน้ำค่อนข้างมากก็มีผลตอการคำนวณอัตราสวนต่างๆ คอนข่างมาก ในสวนนี้ก็อาจจะส่งผลในการที่ผลที่ได้นั้นไม่แม่นยำมากนัก

เอกสารอ้างอิง

[1] Saksith Pantawee, Theerawat Sinsiri, Chai Jaturapitakkul, and Prinya Chindaprasirt. (2017). Utilization of hemp concrete using hemp shiv as coarse aggregate with aluminium sulfate and hydrated lime treatment. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.08.181

[2] American Society for Testing and Materials. (2014). ASTM C136-01, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. West Conshohocken, PA: ASTM International. DOI: 10.1520/C0136-01

[3] American Society for Testing and Materials. (2015). ASTM C128-15, Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. West Conshohocken, PA: ASTM International. DOI: 10.1520/C0128-15

[4] American Society for Testing and Materials. (2015). ASTM C1437-15, Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar. West Conshohocken, PA: ASTM International. DOI: 10.1520/C1437-15

[5] American Society for Testing and Materials. (2021). ASTM C807-21, Standard Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement Mortar by Modified Vicat Needle. West Conshohocken, PA: ASTM International. DOI: 10.1520/C0807-21

[6] American Society for Testing and Materials. (2021). ASTM C109/C109M-21, Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50 mm] Cube Specimens). West Conshohocken, PA: ASTM International. DOI: 10.1520/C0109_C0109M-21

[7] American Society for Testing and Materials. (2021). ASTM C348-21, Standard Test Method for Flexural Strength of Hydraulic-Cement Mortars. West Conshohocken, PA: ASTM International. DOI: 10.1520/C0348-21

[8] American Society for Testing and Materials. (2018). ASTM C413-18, Standard Test Method for Absorption of Chemical-Resistant Mortars, Grouts, Monolithic Surfacings, and Polymer Concretes. West Conshohocken, PA: ASTM International. DOI: 10.1520/C0413-18

[9] Tarun Jami, S.R. Karade, and L.P. Singh. (2019). A review of the properties of hemp concrete for green building applications. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.117852

[10] วินิต ช่อวิเชียร. (2557). คอนกรีตเทคโนโลยี. ครั้งที่ 10. บริษัท นิวไทยมิตรการพิมพ์

[11] Peem Nuaklong et al. (2021). The influences of granite industry waste on concrete properties with different strength grades. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509521001844

[12] Xiaozhai Lu and Robert C. Clarke. (1995). The cultivation and use of hemp (Cannabis Savita L.) in ancient China. https://www.druglibrary.org/olsen/hemp/iha/iha02111.html

[13] Fei-Hu Lui et al. (2016). Ethnobotanical research on origin, cultivation, distribution and utilization of hemp (Cannabis sativa L.) in China. http://nopr.niscpr.res.in/bitstream/123456789/40123/1/IJTK%2016%282%29%20235- 242.pdf

[14] Hyun-Do Yun,Jong-Won Lee,Young-Il Jang,Seok-Joon Jang and Wonchang Choi. (2019). Microstructure and Mechanical Properties of Cement Mortar Containing Phase Change Materials. https://www.mdpi.com/2076-3417/9/5/943

[15] Hemp Technologies Global. (2023). Framing-Food/Fiber. https://hemptechglobal.com/styled-17/page83/page83.html

[16] Agricultural Research Council. (2014). Hemp. https://www.arc.agric.za/arciic/Pages/Hemp.aspx

[17] IsoHemp. (2023). Hemp blocks for buildings with load-bearing masonry. https://www.isohemp.com/en/hemp-blocks-buildings-load-bearing-masonry

[18] Innaara Thawer. (2022). Hemp building material is the perfect sustainable insulation. https://inhabitat.com/hemp-building-material-is-the-perfect-sustainable-insulation/

[19] Tradical. (2023). INSULATING ROOFS made with Tradical Hempcrete. https://www.weber-tradical.com/en/hempcrete/beton-de-chanvre-toiture-isolante/

[20] UK Hempcrete. (2023). HEMPCRETE IN CONSTRUCTION. https://www.ukhempcrete.com/services/hempcrete-construction/

[21] HomeLogic. (2019). Hemp Fibre Insulation Boards: Are They Good Value For Money?. https://www.homelogic.co.uk/hemp-fibre-insulation-boards-are-they-good-value-formoney

[22] Andrea Northey. (2022). Hempcrete. https://lacrosse.extension.wisc.edu/2022/07/08/hempcrete/

[23] Chamila Gunasekara. (2016). Influence of properties of fly ash from different sources on the mix design and performance of geopolymer concrete. https://www.researchgate.net/publication/317303849_Influence_of_properties_of_fly_ash_from_different_sources_on_the_mix_design_and_performance_of_geopolymer_concret e