สมบัติทางวิศวกรรมของบล็อกประสานที่เคลือบด้วยน้ำยาเคลือบผิว

Engineering Properties of Interlocking Blocks with Coatings

กมล อมรฟ้า* และ อรุณวดี สังข์วรรณ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*Email: fengkma@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาบล็อกประสานที่เคลือบน้ำยาเคลือบผิวในเรื่องกำลังรับแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และความคงทน โดยวิธีการศึกษานั้นตัวอย่างบล็อกประสานจะถูกจำลองด้วยก้อนตัวอย่างขนาด 5x5x5 เซนติเมตร โดยใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังที่ 1:7 นำไปบ่มจนมีอายุครบ 7 วัน หลังจากนั้นจึงนำไปทาน้ำยาเคลือบผิวของบล็อกประสาน 3 ชนิด คือ น้ำยาอะครีลิกเรซิน น้ำยาซิลิโคน และน้ำยาไซลอกเซน แล้วทำการทดสอบกำลังรับแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และความคงทน ผลการศึกษาสรุปได้ว่าน้ำยาทั้งสามชนิดสามารถลดการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานได้ โดยที่ตัวอย่างที่เคลือบน้ำยาไซลอกเซนมีการดูดกลืนน้อยสุด ในส่วนของการรับกำลังอัดพบว่าน้ำยาเคลือบทุกชนิดมีแนวโน้มว่าไม่มีผลต่อความสามารถในการรับ กำลังอัด และในด้านความคงทนพบว่าบล็อกประสานที่เคลือบด้วยน้ำยาอะครีลิกเรซินจะมีการสูญเสียของน้ำหนักน้อยที่สุดจากการทดสอบ Wet and dry process

คำสำคัญ: บล็อกประสาน น้ำยาเคลือบผิวบล็อกประสาน กำลังรับแรงอัด การดูดกลืนน้ำ ความคงทน

Abstract

The main objective of this study is to compare interlocking blocks with different coatings on compressive strength, water absorption, and durability. Interlocking blocks were modeled as samples with size 5x5x5 centimeter by cement: lateritic soil ratio at 1:7. After 7-day curing, samples were coated with acrylic resin, silicone, and siloxane coatings. Then compressive strength test, water absorption test, and durability test were performed. The results show that all three coatings can reduce water absorption of samples. Siloxane coating gave the lowest water absorption. In terms of compressive strength, all types of coatings gave no effect to compressive strength. In terms of durability, the acrylic resin coating shows lowest weight loss due to wet and dry process.

Keywords: Interlocking block, Coating, Compressive strength, Water absorption, Durability

1. ที่มาและความสำคัญ

การก่อสร้างที่อยู่อาศัยในปัจจุบันนั้นมีความนิยมใช้บล็อกประสานเพื่อเป็นวัสดุในการก่อสร้างมากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอิฐบล็อกประสานมีความสวยงาม เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม วัสดุที่ใช้หาได้ง่าย แต่เนื่องจากบล็อกประสานมีส่วนผสมหลักเป็นดินกับซีเมนต์ จึงทำให้มีคุณสมบัติต่างกับอิฐบล็อกทั่วไป การก่อสร้างที่ใช้บล็อกประสานจึงอาจมีปัญหาเกี่ยวกับการดูดกลืนน้ำและความคงทนหลุดลอกของบล็อกประสาน ทำให้มีการแนะนำให้ใช้น้ำยาเคลือบผิวของบล็อกประสานเพื่อปรับปรุงบล็อกประสานให้มีอายุการใช้งานมากกว่าเดิม

น้ำยาเคลือบบล็อกประสาน เป็นน้ำยาที่ใช้ลดการดูดกลืนน้ำและเพิ่มความคงทนและความเงาสวยมากกว่าเดิมด้วย น้ำยาเคลือบบล็อกประสานนี้มีหลายชนิดซึ่งจะให้ผลลัพธ์ที่ออกมาแตกต่างกัน จึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะศึกษาถึงการใช้งานและประสิทธิภาพของบล็อกประสานที่เคลือบด้วยน้ำยาหลายๆ ชนิดที่มีขายตามท้องตลาด เช่น น้ำยาอะครีลิคเรซิน น้ำยาซิลิโคน น้ำยาไซลอกเซน และ

น้ำยาไซเลน โดยศึกษาถึงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของบล็อกประสานที่เคลือบด้วยน้ำยาเคลือบผิวชนิดต่างๆ อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดในการเตรียมวัสดุและระยะเวลาวิจัย ทำให้ในงานวิจัยนี้จะศึกษาเพียงน้ำยาอะครีลิคเรซิน น้ำยาซิลิโคน และน้ำยาไซลอกเซน เท่านั้น

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานที่ใช้น้ำยาเคลือบและบล็อกธรรมดาที่ไม่เคลือบ
2. เพื่อศึกษาถึงการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานที่ใช้น้ำยาเคลือบและบล็อกธรรมดาที่ไม่เคลือบ
3. เพื่อศึกษาถึงความคงทนของบล็อกประสานที่ใช้น้ำยาเคลือบและบล็อกธรรมดาที่ไม่เคลือบ

3. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 บล็อกประสาน

บล็อกประสาน (Interlocking block) หรืออิฐดินซีเมนต์ (Soil-cement brick) คือวัสดุก่อรับน้ำหนักที่พัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อสามารถยึดต่อกันได้อย่างแข็งแรง โดยนิยมใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น ได้แก่ ดินลูกรังสีส้ม ทรายหรือหินฝุ่น หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม ผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม แล้วอัดให้เป็นก้อนด้วยเครื่องอัดบล็อกให้มีรูปแบบตามแบบหล่อ แล้วบ่มประมาณเจ็ดวัน จะได้บล็อกที่มีความแข็งแรง สามารถใช้ก่อสร้างผนังอาคาร ถังเก็บน้ำ หรือตกแต่งสวนได้อย่างรวดเร็วและประหยัด มีสี และผิวสวยงาม จึงไม่จำเป็นต้องฉาบปิดผิวของบล็อกเหมือนวัสดุก่อประเภทอื่น

บล็อกประสานในประเทศไทยถูกคิดและพัฒนาจากหลายหน่วยงาน ทั้งยังมีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง ทั้งความแข็งแรงจากสัดส่วนในการผสมต่างๆ (วุฒินัยและวินัย (2552), พรเทพและวัฒนพงศ์ (2552), วุฒินัยและคณะ (2553), ยุวดีและคณะ (2554), วสันต์และคณะ (2555), กมล (2559)) โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วว.) ได้มีการพัฒนาและทำการเผยแพร่รูปแบบของบล็อกประสานรวมทั้งขั้นตอนการเลือกวัตถุดิบและการผลิตที่เหมาะสม (วุฒินัย, 2551)

3.2 น้ำยาเคลือบบล็อกประสาน

น้ำยาเคลือบบล็อกประสานมีหลายประเภท จากเอกสารเผยแพร่ของบริษัท Winnercoat (Winnercoat, 2555) ได้แบ่งน้ำยาเคลือบบล็อกประสาน ออกได้เป็น 4 ประเภทใหญ่ๆ คือ

3.2.1 อะครีลิคเรซิน (Acrylic Resin) น้ำยาประเภทนี้จะมีราคาถูกที่สุด แต่มีโมเลกุลของน้ำยาใหญ่ที่สุดทำให้เมื่อทาไปแล้วน้ำยาจะไม่ซึมเข้าภายในก้อนบล็อกประสาน แต่จะเคลือบอยู่ที่ผิวเป็นฟิล์มแข็งใส จะเกิดความมันเงาขึ้นที่ก้อนบล็อก สีของบล็อกประสานจะเข้มขึ้นมาก สามารถป้องกันเชื้อราตะไคร่น้ำ ความชื้นได้ ตัวน้ำยาสีเหลืองใสมีกลิ่นฉุนขณะใช้งานแต่มีปัญหาที่พบบ่อยคือภายหลังจากใช้งานไปแล้วถูกแดดฝนไปประมาณสองสามปี มักจะพบปัญหาการหลุดร่อนของฟิล์มน้ำยา และลอกตามมา ซึ่งการทาทับใหม่ต้องลอกของเก่าออก แต่ผนังบล็อกประสานจะลอกได้ยาก เพราะมีร่องมาก ซึ่งหากทาทับทันที การหลุดร่อนออกมาจะเร็วกว่าเดิม เนื่องจากฟิล์มน้ำยาเดิมหมดสภาพแล้ว ดังนั้นการใช้งานของน้ำยาประเภทนี้ถ้าใช้งานกลางแจ้งที่ต้องสัมผัส แดด ฝน มากๆ หรือตลอดเวลา จะไม่ค่อยเหมาะสมนัก แต่การใช้งานในที่ร่มจะพบปัญหาการหลุดร่อนที่น้อย หรือต้องใช้เวลาที่นานมากขึ้น และข้อดีอีกอย่างคือน้ำยาประเภทนี้จะทำให้ข้อบกพร่องจากการก่อสร้าง เช่น คราบน้ำปูน และสีของบล็อกประสานที่ไม่สม่ำเสมอ ลดลงได้

3.2.2 ซิลิโคน (Silicone) ประเภทนี้โมเลกุลน้ำยาจะมีขนาดที่เล็กกว่าอะครีลิคเรซิน และสามารถซึมเข้าสู่ภายในก้อนบล็อกประสานได้เมื่อทาแล้วสีของบล็อกประสานจะเข้มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่เกิดความมันเงา สามารถป้องกันเชื้อราตะไคร่น้ำ และความชื้น รวมทั้งปัญหาคราบขาวได้ ตัวน้ำยามีสองประเภทตามตัวทำละลายได้แก่

- สูตรน้ำ (Water Base) สีใสออกเหลือง มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย
- สูตรโซลเวนท์ (Solvent Base) เป็นสีขาวน้ำนม แต่มีกลิ่นฉุนตามประเภทของตัวน้ำยาโซลเวนท์ที่ใช้ ต้องเขย่าตัวน้ำยาให้เข้ากันให้ดีก่อนการใช้งาน

น้ำยาสูตรซิลิโคน มีอายุการใช้งาน 3-5 ปี เมื่อหมดอายุการใช้งาน หรือเมื่อน้ำเริ่มซึมก็สามารถทาทับใหม่ได้ทันที โดยทั่วไปน้ำยาสูตรโซลเวนท์จะมีคุณภาพ และการใช้งานที่ดีกว่า แต่ราคาจะสูงกว่า

3.2.3 ไซลอกเซน (Siloxane) ประเภทนี้โมเลกุลน้ำยาจะเล็กกว่าซิลิโคน สามารถซึมเข้าสู่ภายในก้อนบล็อกประสานได้ดีกว่า ไม่มีความมันเงา แต่มีกลิ่นน้ำยาตามตัวทำละลายน้ำยา แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทตามตัวทำละลายคือ

- สูตรน้ำ (Water Base) สีใส ไม่มีกลิ่น ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย
- สูตรโซลเวนท์ (Solvent Base) สีใส มีกลิ่นฉุนตามประเภทของตัวน้ำยาโซลเวนท์ที่ใช้

น้ำยาประเภทนี้จะให้การป้องกันได้ดีกว่าสูตรซิลิโคนเนื่องจากน้ำยาซึมเข้าไปได้ลึกกว่า อายุการใช้งานโดยทั่วไปตามท้องตลาดรับประกันที่ประมาณ 5 ปี เมื่อน้ำยาหมดอายุ น้ำจะเริ่มซึมเข้าไปในก้อนบล็อกประสานได้ ก็สามารถทาน้ำยาใหม่ทับได้ทันที

3.2.4 ไซเลน (Silane) ประเภทนี้จะมีโมเลกุลน้ำยาที่เล็กที่สุด สามารถซึมเข้าสู่ภายในก้อนบล็อกประสานได้ดีที่สุด ที่พบในท้องตลาดจะเป็นสูตรน้ำ ไม่มีสีไม่มีกลิ่น ภายหลังการทา สีของบล็อกประสานจะไม่เปลี่ยนแปลง ไม่มีความมันเงา ป้องกันเชื้อราตะไคร่น้ำ และความชื้นรวมทั้งปัญหาคราบขาวได้ และมีข้อดีคือภายหลังการเคลือบจะทำให้เกิดความลื่นที่ผิวบล็อก ทำให้การจับตัวของฝุ่นผง จะเกิดการชะล้างได้ด้วยตัวเองเมื่อมีฝนตก (Self-Cleaning) เช่นเดียวกับสีทำความสะอาดตัวเอง อายุการใช้งานประมาณมากกว่า 5 ปีเมื่อหมดอายุหรือเมื่อน้ำเริ่มซึมก็สามารถทาทับใหม่ได้ทันที

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีการแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษาผลของการเพิ่มปริมาณของปูนซีเมนต์ต่อกำลังรับแรงอัด การดูดกลืนของน้ำและการสูญเสียน้ำหนักของบล็อกประสาน สำหรับขั้นตอนที่ 2 ในกรณีที่ไม่ต้องการเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์ จึงมีแนวคิดในการนำน้ำยาเคลือบผิวของบล็อกประสานมาปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของบล็อกประสาน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาผลของน้ำยาเคลือบผิวของบล็อกประสานต่อกำลังรับแรงอัด การดูดกลืนของน้ำและการสูญเสียน้ำหนักของบล็อกประสาน

4.1 การศึกษากำลังรับแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และความคงทนของบล็อกประสานทั่วไป

4.1.1 การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวอย่างดินลูกรังที่ใช้ในการวิจัย ได้นำตัวอย่างดินที่ใช้ในการก่อสร้างทั่วไป จากแหล่งดินในอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี นำตัวอย่างดินมาทดสอบหาคุณสมบัติพื้นฐาน ได้แก่ การกระจายตัวของขนาดเม็ดดิน (Grain Size Distribution) ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (Specific Gravity of Soil) การทดสอบขีดความข้นเหลวของดิน (Atterberg's Limit) การบดอัดดิน (Compaction) โดยวิธีการทดสอบอ้างอิงมาตรฐานของ American Society for Testing and Material (ASTM)

ปูนซีเมนต์ ใช้ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภทที่1 (Ordinary Portland Cement) โดยปูนซีเมนต์ที่ใช้เป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตราช้าง

4.1.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และความคงทนของบล็อกประสาน

การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compression Test) โดยนำดินมาผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่ 1 ในปริมาณ 0% 3% 6% และ 9% จำนวนอย่างละ 1 ชุดโดยแต่ละชุดนั้นมีจำนวน 3 ก้อน โดยแต่ละก้อนเป็นแบบรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 5×5×5 เซนติเมตร โดยการอัดก้อนมือให้ความหนาแน่นเท่ากันทุกก้อน และใช้ปริมาณน้ำจากค่า Optimum Moisture Content (OMC) ที่หาได้จากการทดสอบ Compaction ของดิน แล้วนำดินซีเมนต์ที่ทำการผสมแล้วบดอัดลงไปในแบบหล่อ บ่มไว้ 7 จากนั้นมาทำการทดสอบ Compression test เพื่อหาค่ากำลังอัดประลัยของก้อนตัวอย่างแต่ละสัดส่วน

การทดสอบการดูดกลืนน้ำ มีการเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการทดสอบกำลังรับแรงอัด โดยใช้ตัวอย่างที่อายุ 7 วัน มีขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนแรกคือการทำให้อิ่มตัว ก้อนตัวอย่างที่นำมาทดสอบจะต้องแช่จมอยู่ในน้ำ ที่อุณหภูมิห้องที่ 16 ถึง 27 องศา

เซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำก้อนตัวอย่างขึ้นชั่งโดยแขวนด้วยลวดโลหะและจมอยู่ในน้ำทั้งก้อน ยกก้อนตัวอย่างขึ้นจากน้ำ ทิ้งไว้ให้น้ำระบายออกเป็นเวลา 1 นาที วางก้อนตัวอย่างลงบนแร่งขนาด 9 มิลลิเมตรหรือหยาบกว่า หยดน้ำตามผิวที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้ใช้ผ้าซับออกแล้วทำการชั่งทันที ขั้นตอนที่สองคือการทำให้แห้ง หลังจากการอิ่มน้ำ ทำก้อนตัวอย่างให้แห้งในตู้อบระบายอากาศที่มีอุณหภูมิ 110 ถึง 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงและจนกว่าการชั่งน้ำหนักสองครั้งห่างกัน 2 ชั่วโมง แสดงน้ำหนักที่สูญเสียเพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักตัวอย่างในการชั่งครั้งก่อน จากนั้นนำไปคำนวณหาค่าการดูดกลืนน้ำ

การทดสอบความคงทน (Durability Test) มีการเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับการทดสอบกำลังรับแรงอัด โดยใช้ตัวอย่างที่อายุ 7 วัน จากนั้นนำตัวอย่างมาทำการทดสอบวิธี Durability Test ด้วยวิธี Wet and Dry Process ตามมาตรฐาน ASTM D559 โดยนำไปแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 ช.ม แล้วนำไปเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 71 °C นาน 42 ชั่วโมง จากนั้นนำมาขัดถูผิวด้านข้างตัวอย่างทั้ง 4 ด้านในแนวดิ่งขึ้นลงด้วยแปรงขัดประมาณ ด้านละ 18-20 ครั้ง ส่วนผิวบนและผิวล่างของตัวอย่างขัดถูด้านละ 2-4 ครั้ง โดยในการขัดถูจะใช้แรงขัดถูประมาณ 1.33 กิโลกรัม เพื่อหาการสึกกร่อนโดยการชั่งน้ำหนัก แล้วทำซ้ำอีกให้ครบ 12 รอบ จากนั้นนำดินซีเมนต์ตัวอย่างไปเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 110 °C นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำไปหาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของก้อนตัวอย่าง

4.2 การศึกษากำลังรับแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และความคงทนของบล็อกประสานที่เคลือบด้วยน้ำยาเคลือบผิว

4.2.1 การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวอย่างดินลูกรังที่ใช้ในการวิจัยส่วนนี้เป็นดินลูกรังจากแหล่งดินในข้อ 4.1 แต่เนื่องจากดินที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้มาจากแหล่งดินต่างช่วงเวลา จึงต้องทำการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานอีกครั้ง ได้แก่ การกระจายตัวของขนาดเม็ดดิน (Grain Size Distribution) ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (Specific Gravity of Soil) การทดสอบขีดความข้นเหลวของดิน (Atterberg's Limit) การบดอัดดิน (Compaction) โดยวิธีการทดสอบอ้างอิงมาตรฐานของ American Society for Testing and Material (ASTM)

4.2.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และความคงทนของบล็อกประสานที่เคลือบด้วยน้ำยาเคลือบผิว

นำดินมาผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่ 1 ที่อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินที่ 1:7 หรือคิดเป็น 14.3 % โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ทำให้บล็อกประสานมีกำลังรับน้ำหนักที่ผ่านมาตรฐานที่ 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับอิฐบล็อกไม่รับน้ำหนักของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547 แล้วนำไปทาด้วยน้ำยาเคลือบ 3 ชนิดได้แก่ น้ำยาอะครีลิคเรซิน ซิลิโคน ไซลอกเซน โดยเตรียมตัวอย่างเพื่อการทดสอบกำลังรับแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และความคงทน จำนวนอย่างละ 1 ชุด โดย 1 ชุดมีจำนวน 3 ก้อน โดยแต่ละก้อนเป็นแบบรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 5×5×5 เซนติเมตร และใช้ก้อนตัวอย่างที่มีอายุ 7 วัน

5. ผลและวิจารณ์

5.1 ผลการศึกษากำลังรับแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และความคงทนของบล็อกประสานทั่วไป

5.1.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

ดินลูกรังที่ใช้พบว่ามีสีน้ำตาลส้ม เม็ดดินในสภาพธรรมชาติไม่จับตัวกันเป็นก้อน มีลักษณะเม็ดละเอียด ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานพบว่า ดินลูกรังมีปริมาณเม็ดดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ต่างๆดังที่แสดงในตารางที่ 1 เนื่องจากการทดสอบการบดอัดแบบ Standard Proctor ให้พลังงานใกล้เคียงกับเครื่องอัดบล็อกส่งผลให้ได้ได้ความหนาแน่นที่ใกล้เคียงกับบล็อกดินซีเมนต์ จากการทดสอบได้ปริมาณความชื้นที่เหมาะสม (OMC) ร้อยละ 18.44 มีค่าความถ่วงจำเพาะ (GS) เท่ากับ 2.603 มีค่า Liquid limit (L.L.) เท่ากับ 32.37 ค่า Plastic limit (P.L.) เท่ากับ 22.08 และค่า Plastic Index (P.I.) เท่ากับ 10.29 ซึ่งสามารถจำแนกชนิดของดินโดยระบบ AASHTO คือ A-2-4 และระบบ USCS คือ SW-SM

ตารางที่ 1 ร้อยละการผ่านตะแกรงของดินลูกรัง

Sieve No.	% Finer
#4	100
#8	99.9
#10	99.9
#20	99.5
#40	98.0
#100	38.2
#200	5.9

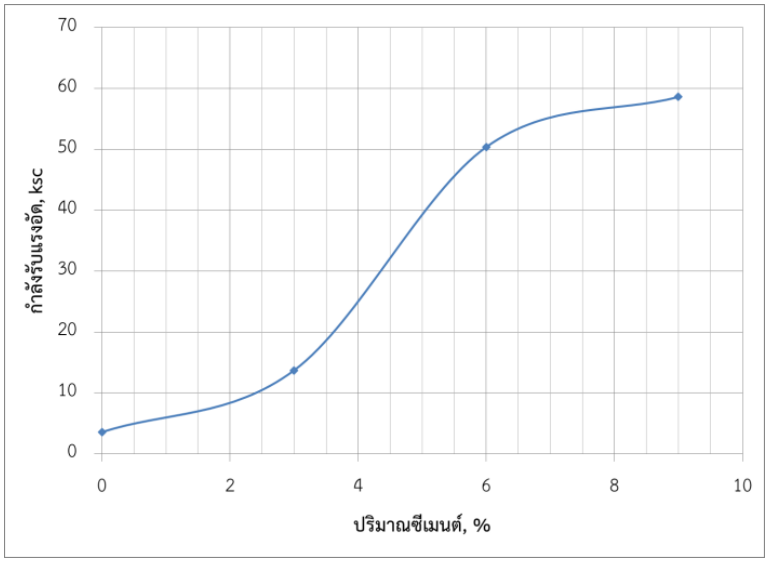
5.1.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และความคงทนของบล็อกประสาน

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดแสดงดังในรูปที่ 1 โดยพบว่ากำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณซีเมนต์ที่ใช้ ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำแสดงดังในรูปที่ 2 โดยพบว่าการดูดกลืนน้ำมีค่าลดลงตามปริมาณซีเมนต์ที่ใช้ ผลการทดสอบความคงทนแสดงดังในรูปที่ 3 โดยพบว่าการสูญเสียน้ำหนักจากการทดสอบ Wet and dry process มีค่าลดลงเมื่อปริมาณซีเมนต์เพิ่มขึ้น

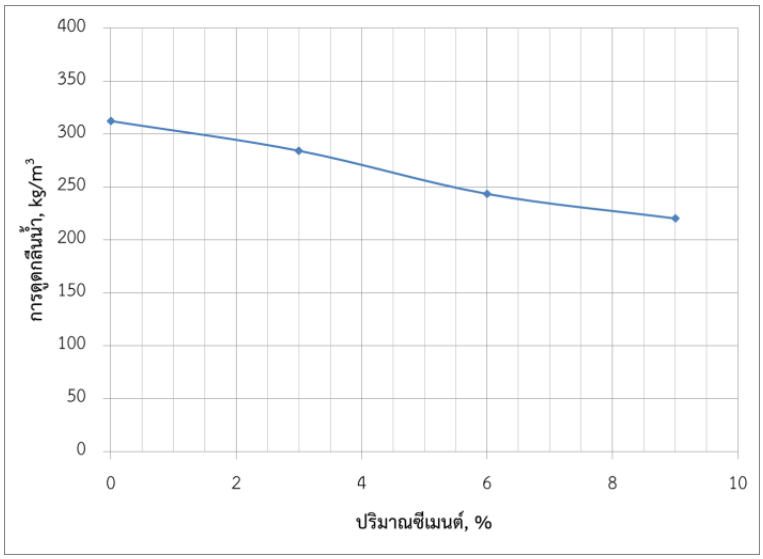
จากผลการทดสอบทั้ง 3 การทดสอบแสดงในเห็นว่าการเพิ่มซีเมนต์ส่งผลให้คุณสมบัติของบล็อกประสานดีขึ้น โดยในด้านกำลังนั้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547 กำหนดกำลังรับแรงอัดสำหรับบล็อกประเภทรับน้ำหนักไว้ที่ 7 เมกกะปาสคาล หรือ 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และกำลังรับแรงอัดสำหรับบล็อกประเภทไม่รับน้ำหนักไว้ที่ 2.5 เมกกะปาสคาล หรือ 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งจากผลการทดสอบนี้พบว่าถ้าต้องการผลิตบล็อกประเภทรับน้ำหนักต้องมีการเพิ่มซีเมนต์อีก แต่ถ้าต้องการผลิตบล็อกประเภทไม่รับน้ำหนัก ปริมาณซีเมนต์ที่ใช้ควรมากกว่า 4 % เมื่อดูจากผลการทดสอบ

ในส่วนของการดูดกลืนน้ำนั้น ในกรณีบล็อกประเภทรับน้ำหนัก ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อิฐบล็อกประสาน มผช. 602/2547 สำหรับบล็อกที่มีน้ำหนัก 1761 ถึง 1840 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ต้องมีค่าการดูดกลืนน้ำไม่เกิน 256 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ตัวอย่างในงานวิจัยนี้มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเท่ากับ 1824 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งจากผลการทดสอบนี้พบว่า ปริมาณซีเมนต์ที่ใช้ควรมากกว่า 6 % เมื่อดูจากผลการทดสอบ

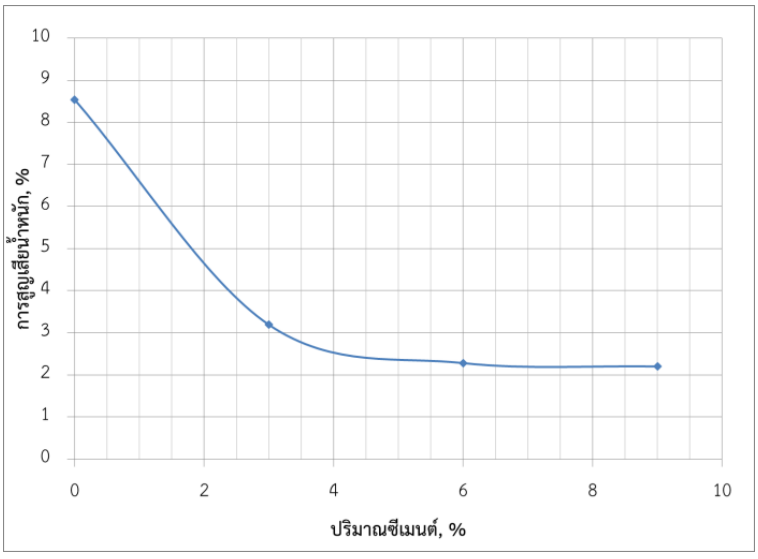
ในส่วนของความคงทนนั้น ยังไม่มีมาตรฐานควบคุมออกมา แต่การใช้งานจริงนั้นบล็อกประสานต้องถูกการขัดสี และโดนแดดและฝนอยู่ตลอดเวลา สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วว.) แนะนำว่าการสูญเสียน้ำหนักจากการทดสอบ Wet and dry process ควรมีค่าไม่เกินร้อยละ 7 ซึ่งจากผลการทดสอบนี้พบว่า ปริมาณซีเมนต์ที่ใช้ควรมากกว่า 2 % เมื่อดูจากผลการทดสอบ



รูปที่ 1 กำลังรับแรงอัดกับปริมาณซีเมนต์



รูปที่ 2 การดูดกลืนน้ำกับปริมาณซีเมนต์



รูปที่ 3 การสูญเสียน้ำหนักกับปริมาณซีเมนต์

5.2 การศึกษากำลังรับแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และความคงทนของบล็อกประสานที่เคลือบด้วยน้ำยาเคลือบผิว

5.2.1 การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

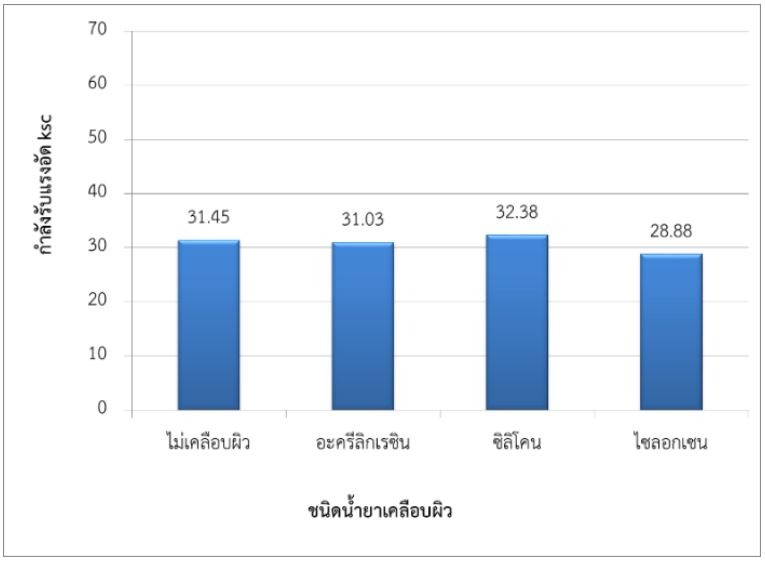
ดินลูกรังที่ใช้พบว่ามีสีน้ำตาลส้ม เม็ดดินในสภาพธรรมชาติไม่จับตัวกันเป็นก้อน มีลักษณะเม็ดละเอียด ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานพบว่า ดินลูกรังมีปริมาณเม็ดดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ต่างๆดังที่แสดงในตารางที่ 2 เนื่องจากการทดสอบการบดอัดแบบ Standard Proctor ให้พลังงานใกล้เคียงกับเครื่องอัดบล็อกส่งผลให้ได้ได้ความหนาแน่นที่ใกล้เคียงกับบล็อกดินซีเมนต์ จากการทดสอบได้ปริมาณความชื้นที่เหมาะสม (OMC) ร้อยละ 8.00 มีค่าความถ่วงจำเพาะ (GS) เท่ากับ 2.660 มีค่า Liquid limit (L.L.) เท่ากับ 13.88 ค่า Plastic limit (P.L.) เท่ากับ 8.48 และค่า Plastic Index (P.I.) เท่ากับ 5.40 ซึ่งสามารถจำแนกชนิดของดินโดยระบบ AASHTO คือ A-4 และระบบ USCS คือ SM-SC เนื่องจากขั้นตอนที่ 2 ตัวอย่างดินที่ใช้มีสัดส่วนของดินเม็ดละเอียดมากกว่าตัวอย่างดินในขั้นตอนที่ 1 ถึงแม้จะมาจากแหล่งดินเดียวกัน แต่ต่างช่วงเวลา ดังนั้นปริมาณซีเมนต์ที่เหมาะสมจึงเปลี่ยนไป ในกรณีนี้ได้มีการปรับเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์เป็น 14.3 % โดยน้ำหนัก เพื่อให้ความสามารถในการรับแรงอัดของบล็อกประสาน มีค่ามากกว่า25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งผ่านมาตรฐานสำหรับอิฐบล็อกไม่รับน้ำหนักของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน อิฐบล็อกประสาน มผช.602/2547

ตารางที่ 2 ร้อยละการผ่านตะแกรงของดินลูกรัง

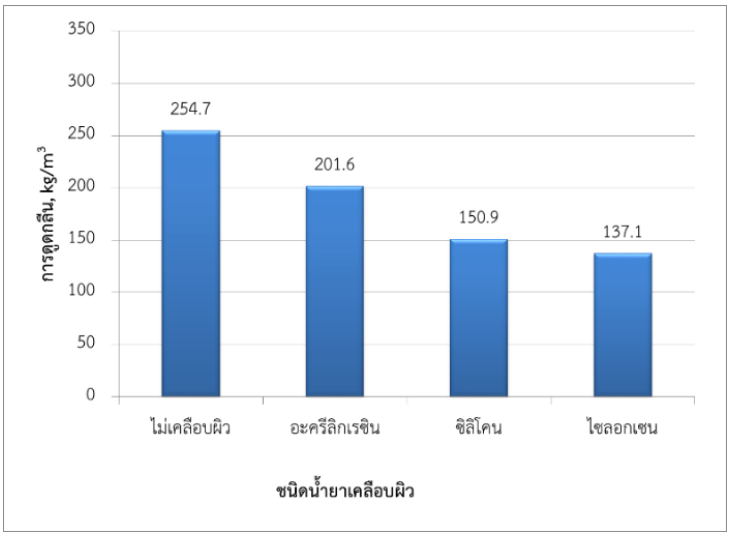
Sieve No.	% Finer
#4	99.8
#8	99.5
#10	99.2
#20	98.0
#40	96.7
#100	52.1
#200	39.8

5.2.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัด การดูดกลืนน้ำ และความคงทนของบล็อกประสานที่เคลือบด้วยน้ำยาเคลือบผิว

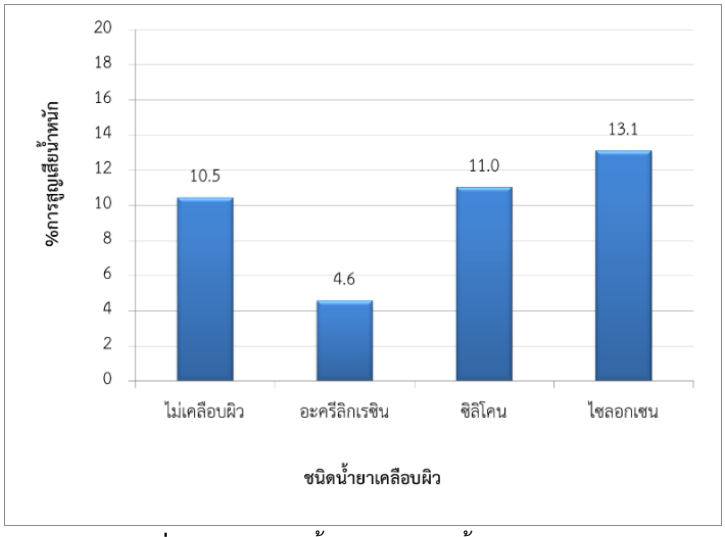
ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดแสดงดังในรูปที่ 4 โดยพบว่าก้อนตัวอย่างที่เคลือบด้วยน้ำยาเคลือบทั้งสามชนิดมีค่ากำลังรับแรงอัดไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการเคลือบผิวด้วยน้ำยาเคลือบผิวไม่ส่งผลต่อกำลังรับแรงอัด ผลการทดสอบการดูดกลืนน้ำแสดงดังในรูปที่ 5 โดยพบว่าการดูดกลืนน้ำมีค่าลดลงเมื่อเคลือบด้วยน้ำยาเคลือบผิว โดยน้ำยาที่มีโมเลกุลเล็กสามารถลดการดูดกลืนน้ำได้ดีกว่าน้ำยาโมเลกุลใหญ่ ผลการทดสอบความคงทนแสดงดังในรูปที่ 6 โดยพบว่าการเคลือบผิวด้วยน้ำยาซิลิโคนและไซลอกเซนไม่ส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนักจากการทดสอบ Wet and dry process แต่การเคลือบผิวด้วยน้ำยาอะครีลิกเรซินสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักจากการทดสอบได้ สาเหตุอาจเนื่องมาจากน้ำยาอะครีลิกเรซินจะไม่ซึมเข้าด้านในแต่จะสร้างฟิลม์เคลือบด้านนอกซึ่งทำให้ลดการสูญเสียน้ำหนักจากการขัดสีในการทดสอบ Wet and dry process ได้



รูปที่ 4 กำลังรับแรงอัดกับชนิดน้ำยาเคลือบผิว



รูปที่ 5 การดูดกลืนกับชนิดน้ำยาเคลือบผิว



รูปที่ 6 การสูญเสียน้ำหนักกับชนิดน้ำยาเคลือบผิว

6. สรุปผล

จากผลการวิจัยนี้พบว่าการเพิ่มปริมาณซีเมนต์สามารถใช้ปรับปรุงคุณสมบัติของบล็อกประสานได้ โดยทำให้มีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น มีการดูดกลืนน้ำน้อยลง และมีการสูญเสียการทดสอบ Wet and dry process ลดลง สำหรับกรณีที่ต้องการปรับปรุงคุณสมบัติการดูดกลืนน้ำอาจพิจารณาจากการเคลือบผิวด้วยน้ำยาเคลือบผิวได้ โดยผลการวิจัยพบว่าการเคลือบผิวด้วยน้ำยาเคลือบผิวไม่ส่งผลต่อกำลังรับแรงอัด แต่สามารถช่วยลดการดูดกลืนน้ำได้ตามขนาดโมเลกุลของน้ำยาเคลือบ น้ำยาอะครีลิกเรซินที่มีโมเลกุลใหญ่สามารถลดการดูดกลืนน้ำเมื่อเทียบกับการไม่เคลือบผิว น้ำยาซิลิโคนที่มีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าน้ำยาอะครีลิกเรซินสามารถลดการดูดกลืนน้ำได้ดีขึ้น ในขณะที่น้ำยาไซลอกเซนที่มีขนาดโมเลกุลเล็กกว่าน้ำยาซิลิโคนสามารถลดการดูดกลืนน้ำได้ดีขึ้นไปอีก แต่เมื่อพิจารณาด้านความคงทน น้ำยาอะครีลิกเรซินสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักจากการขัดสีในการทดสอบ Wet and dry process ได้ดีที่สุด

7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยการสนับสนุนจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และความร่วมมือในการทดลองและเก็บข้อมูลจากนายปวีณวัช ยอดดำเนิน นางสาววรัญญา พุ่มพร นายวันเฉลิม เสืองามเอี่ยม นายปดิฐพัฒน์ นิลเพ็ชร์ นางสาวสินาภา ทัดเทียม และ นางสาวอนุชิดา สมสวย นิสิตภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้เขียนขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

8. เอกสารอ้างอิง

วุฒินัย กกกำแหง และ วินัย วงศ์วนวรวิทย์, 2552. การเปรียบเทียบความสามารถในการรับกำลังอัดของบล็อกประสานกับอิฐมอญและอิฐทนไฟ. **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14**, 13-15 พฤษภาคม 2552, นครราชสีมา.

พรเทพ พวงประโคน และ วัฒนพงศ์ หิรัญมาลย์. 2552. การศึกษากำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานจากหลายอัตราส่วนผสม. **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14**, 13-15 พฤษภาคม 2552, นครราชสีมา.

วุฒินัย กกกำแหง, สุวัฒน์ชัย ทองน้อย, วัฒนพงศ์ หิรัญมาลย์, และ พรเทพ พวงประโคน. 2553. ค่ากำลังอัดและดูดกลืนน้ำของบล็อกประสาน วว. **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 15**, 12-14 พฤษภาคม 2553, อุบลราชธานี.

ยุวดี หิรัญ, วัจน์วงค์ กรีพละ, และ ก้องรัฐ นกแก้ว. 2554. การปรับปรุงคุณภาพบล็อกประสานที่ทำจากดินลูกรังสกลนครด้วยทรายขี้เป็ด. **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 16**, 18-20 พฤษภาคม 2554, ชลบุรี.

วสันต์ ธีระเจตกูล, ศุภชัย สินถาวร, และ วุฒินัย กกกำแหง. 2555. คุณสมบัติทางวิศวกรรมของบล็อกประสานจากดินลูกรังผสมซีเมนต์. **การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 17**, 9-11 พฤษภาคม 2555, อุดรธานี.

กมล อมรฟ้า. 2559. การปรับปรุงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของบล็อกประสานโดยผสมทราย. **วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร**, ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2559, หน้า 67-74.

วุฒินัย กกกำแหง. 2551. **การผลิตบล็อกประสานให้ได้คุณภาพ**. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.).

Winnercoat. 2555. **น้ำยาเคลือบบล็อกประสาน**. http://www.winnercoat.com (2555)