



การศึกษากำลังรับแรงดัดของบล็อกดินซีเมนต์เสริมใยไผ่

THE STUDY OF FLEXURAL STRENGTH OF SOIL CEMENT BLOCKS REINFORCED WITH BAMBOO FIBER

วัลลี เชยชม (Wanlee Chaychom)¹

สำเนียง ณ ตะกั่วทุ่ง (Sumniang Na-Takuatoong)²

วุดินัย กกกำแหง (Wutinai kokkamhaeng)³

¹ผู้ช่วยวิจัย, ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,

E-mail: wanlee_tu@hotmail.com

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,

E-mail: sumniang_tu@yahoo.co.th

³วิศวกรโยธา/นักวิชาการ 6 ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย,

E-mail: wutinai@hotmail.com

บทคัดย่อ : งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสูตรการผสมโซดาไฟที่เหมาะสมและศึกษาการเพิ่มกำลังรับแรงดัดในบล็อกดินซีเมนต์ โดยนำใยไผ่ที่ผ่านการทาบให้แบนมาผสมโซดาไฟ 3 สูตร พบว่า การผสมโซดาไฟสูตร 2 ทำให้ได้เส้นใยที่แยกออกง่าย ออกมาเป็นเส้นเล็ก มีคุณภาพดีที่สุด จากนั้นนำใยไผ่ที่ได้มาเสริมในบล็อกดินซีเมนต์ ใช้อัตราส่วนผสม ปูนซีเมนต์ : ดินลูกรัง = 1:7 โดยน้ำหนัก เสริมใยไผ่ยาว 5 ความยาว คือ 3, 4, 5, 6 และ 7 เซนติเมตร ปริมาณการผสมใยไผ่ 0.05%, 0.0725%, 0.1%, 0.125% และ 0.15% โดยน้ำหนัก และผสมน้ำ 11% โดยน้ำหนัก การทดสอบกำลังรับแรงดัดนี้ใช้บล็อกทดสอบขนาด 4x4x16 เซนติเมตร ที่อายุการบ่ม 7, 14, 28 วัน ตามมาตรฐาน ASTM D1635 เปรียบเทียบกับบล็อกดินซีเมนต์ธรรมดา จากผลการศึกษาพบว่า ความยาวของเส้นใยไผ่มีผลทำให้กำลังรับแรงดัดเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณการเสริมเส้นใยไผ่ที่มากเกินไปมีผลทำให้กำลังรับแรงดัดลดลง ค่ากำลังรับแรงดัดของบล็อกดินซีเมนต์เสริมใยไผ่มีค่าสูงสุดที่อัตราส่วนผสมใยไผ่ 0.0725 % ขนาดเส้นใยไผ่ยาว 7 เซนติเมตร และอายุการบ่ม 28 วัน โดยมีค่าเท่ากับ 58.11 kg./cm² ซึ่งมีค่ากำลังรับแรงดัดมากกว่าบล็อกดินซีเมนต์ธรรมดา

Abstract: This research aims to find the right formula of mixed caustic soda and study the increasing of flexural strength of soil cement blocks. The bamboo fiber that led the panel to crack through 3 recipes found mixed caustic soda caustic soda mix recipe 2 make it easy to separate fibers. Out a small line. Best quality. Then, the bamboo fiber has been added to the soil cement blocks. The ratio of Portland cement: laterite soil equal 1:7 reinforced bamboo fiber length is 5 sizes 3, 4, 5, 6, 7 cm. used Bamboo fiber mixes 0.05% 0.0725%, 0.1%, 0.125%, and 0.15% by weight mixed at water content 11%. This research tested for flexural strength at the size of 4x4x16 cm. and curing time 7, 14, 28 days follow standard ASTM D1635 Standard Block soil cement. The study showed that the length of bamboo fiber has an affect for increased flexural strength. However, the excess quantities of bamboo fiber reinforcement have been reduced flexural strength. The soil cement blocks reinforcement with bamboo fiber have maximum flexural

strength at 0.0725% of bamboo fiber, length of bamboo fiber 7 cm. and the curing time 28 days is equal to 58.11 kg./cm² which higher flexural strength than ordinary soil cement blocks.

บทนำ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาวัสดุก่อสร้างในรูปแบบต่างๆ มีกระแสมุมนิยมของการนำเอาวัสดุที่ยั่งยืนมาใช้เป็นประโยชน์มากขึ้น ส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุธรรมชาติ เช่น ไม้ เป็นต้น ไม้เป็นวัสดุก่อสร้างที่ยั่งยืน เป็นพืชที่ให้เส้นใยยาว ที่สำคัญหาง่าย และมีราคาถูก เนื่องจากเกษตรกรได้ปลูกไว้ในลักษณะเป็นสวนป่ามีพื้นที่มากกว่า 153,000 ไร่ มีคุณสมบัติในการรับแรงดึง การยืดหดตัวน้อยมาก มีการนำไม้มาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น สร้างบ้านเรือน คอนกรีตเสริมไม้ไผ่ใช้ในการสร้างถนน เป็นต้น แต่มีนักวิจัยจำนวนน้อยศึกษาเกี่ยวกับการเสริมกำลังโยไม้ไผ่ บล็อกดินซีเมนต์ได้รับการพัฒนาและเป็นวัสดุก่อสร้างที่เหมาะสมในประเทศไทยเกือบสามสิบปีโดย วว. แต่ยังไม่มีการรับแรงดัดต่ำ ดังนั้นจึงได้มีการวิจัยเพื่อหาค่ารับแรงดัดของบล็อกดินซีเมนต์เสริมโยไม้ไผ่ขึ้น เพื่อเป็นแนวโน้มนำวัสดุก่อสร้างศักยภาพในประเทศไทยพัฒนาชุมชน

วัตถุประสงค์

1. เปรียบเทียบคุณภาพเส้นโยไม้ไผ่ ตามอัตราส่วนการผสมโซดาไฟที่แตกต่างกัน
2. เปรียบเทียบกำลังรับแรงดัด (Flexural Strength) ของบล็อกดินซีเมนต์เสริมโยไม้ไผ่ที่มีเปอร์เซ็นต์การผสมโยไม้ไผ่ และขนาดความยาวเส้นโยที่แตกต่างกัน เทียบกับบล็อกดินซีเมนต์ธรรมดา

ขอบเขตงานวิจัย

1. การทดสอบใช้บล็อกขนาด 4x16x4 เซนติเมตร เสริมโยไม้ไผ่ยาว 5 ขนาด คือ 3, 4, 5, 6, 7 เซนติเมตร และเปอร์เซ็นต์การผสมในไม้ คือ 0, 0.05, 0.0725, 0.1, 0.125, 0.15
2. ทดสอบกำลังรับแรงดัดตามมาตรฐาน ASTM D1635-87 (Standard Test Method for Flexural Strength of Soil-Cement Using Simple Beam with Third-Point Loading) โดยใช้การกดแบบ 3 จุด (Third-Point Loading)

ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จะกล่าวถึงเฉพาะทฤษฎีการทดสอบหาค่ารับแรงดัดของคานคอนกรีตแบบให้แรงกดคานที่จุดกึ่งกลางคานจุดเดียว (Center-point loading) ซึ่งตำแหน่งของจุดทั้งสองเป็นตำแหน่งที่แบ่งคานออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน (Third point loading) การทดสอบทั้งสองแบบให้ค่ากำลังรับแรงดัดผิดกันเล็กน้อย ตามทฤษฎีการทดสอบแบบกดจุดเดียว ที่กึ่งกลางคานจะได้ค่าสูงกว่า ฉะนั้นการนำผลไปใช้ควรพิจารณาด้วยว่าลักษณะการทดสอบเป็นแบบใด

การคำนวณหาค่ารับแรง (Modulus of Rupture) สำหรับการกดจุดเดียวที่จุดกึ่งกลาง (Center point loading)

$$R = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (1)$$

โดยที่

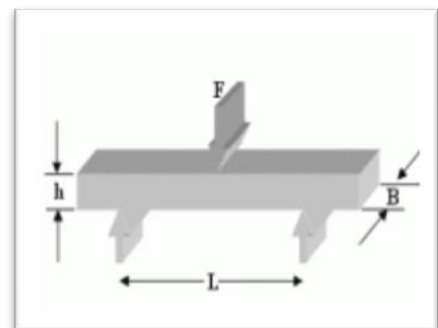
R = กำลังรับแรงดัด (กก./ซม.²)

P = แรงที่จุดวิบัติของคาน (กก.)

L = ความยาวช่วงคาน (*span*) (ซม.)

b = ความกว้างคานเฉลี่ยบริเวณรอยแตก (ซม.)

d = ความลึกคานเฉลี่ยบริเวณรอยแตก (ซม.)



ภาพที่ 1 การกดแบบ 3 จุด (Third-Point Loading)

ระเบียบวิธีวิจัย

หาสูตรการผสมโซดาไฟ

1. คัดเลือกไฟที่มีอายุ 2 ปี ตัดออกเป็นท่อน แยกออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนโคนต้น ส่วนกลางต้น และส่วนยอด
2. ปั่นลอกเปลือกไฟ โดยการใช้ไฟที่ผ่านการทุบให้แบน น้ำหนัก ครึ่งกิโลกรัม ต้มในน้ำเดือด 6 กิโลกรัม โดยแบ่งสูตรการผสมโซดาไฟ ออกเป็น 3 สูตร คือ 0.15, 0.2, 0.25 กิโลกรัม ต้มทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง จากนั้นดูคุณภาพเส้นใยที่ได้
3. นำไปตากแดดให้แห้ง ดูคุณภาพเส้นใยที่ได้



ภาพที่ 2 ใยไฟ

ทดสอบกำลังรับแรงดัด

การเตรียมชิ้นงานทดสอบ

1. เตรียมปูนปอร์ตแลนด์ต่อดินดินลูกรังต่อใยไฟ ในอัตราส่วน 1: 7: (0.05, 0.0725, 0.1, 0.125, 0.15) ใช้ใยไฟยาว 3,4,5,6 และ 7 เซนติเมตร คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วผสมน้ำ 11% โดยน้ำหนัก
2. ชั่งส่วนผสมที่ได้ 6 kg เทลงบล็อกรูปขนาด 12.5x25x10 เซนติเมตร บ่มบล็อก
3. ตัดบล็อกขนาด 12.5x25x10 เซนติเมตร ให้ได้ขนาด 4x16x4 เซนติเมตร



ภาพที่ 3 บล็อกดินซีเมนต์เสริมใยไฟ ขนาด 4x16x4 cm.

ทดสอบบล็อกดินซีเมนต์

1. นำบล็อกขนาด 4x16x4 เซนติเมตร ที่มีอายุการบ่มครบ 7, 14 และ 28 วัน มาทดสอบกำลังรับแรงดัด
2. นำบล็อกดินซีเมนต์มาวัดระยะทำเครื่องหมายที่จุดกึ่งกลางของคานหรือจุดที่จะให้ แรงกระทำบนคาน จากจุดกึ่งกลางนี้วัดออกไปด้านละ 4 ซม. ทำเครื่องหมายไว้เป็นจุดสำหรับวางบนฐานที่รองรับ (สำหรับการทดลองแบบ Center point loading)
3. วางบล็อกดินซีเมนต์ลงบนฐานรองรับ บนเครื่อง (Testing machine) เดือนหัวคดและฐานรองรับให้ตรงกับจุดที่ได้ทำเครื่องหมายไว้
4. เดินเครื่องเพิ่มแรงกดช้าๆ อย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งคานแตกทำการวัดหาขนาดของคานบริเวณรอยแตก โดยทำการวัดหาความกว้าง (b) ความลึก (d) อย่างละ 5 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 4 สภาพการวิบัติของบล็อกดินซีเมนต์เสริมใยไฟ

ผลการทดสอบ

หาสูตรการผสมโซดาไฟ

การหาสูตรการผสมโซดาไฟ เพื่อทดสอบหาคุณสมบัติเส้นใย หลังจากต้มทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง พบว่า ลักษณะของเส้นใยไฟ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบสูตรการผสมโซดาไฟ

สูตร	ลักษณะเส้นใย
1	แยกออกยาก ออกมาเป็นเส้นใหญ่ หยิบ แจ็ง
2	แยกออกง่าย ออกมาเป็นเส้นเล็ก
3	ใยไฟที่ได้ค่อนข้างละเอียด ออกมาเป็นเส้นเล็กแต่ขาดง่าย นิ่ม

ผลการทดสอบกำลังรับแรงดัด

1. จากผลการวิจัยกำลังรับแรงดัดของบล็อกดินซีเมนต์เสริมใยไฟเบอร์ ที่อายุการบ่ม 7 วัน พบว่า บล็อกดินซีเมนต์ที่มีอัตราส่วนการผสมใยไฟเบอร์ 0.0725% ที่ขนาดความยาว 7 เซนติเมตร ให้ค่ากำลังรับแรงดัดมากที่สุด เท่ากับ 33.6 kg/cm^2

2. จากผลการวิจัยกำลังรับแรงดัดของบล็อกดินซีเมนต์เสริมใยไฟเบอร์ ที่อายุการบ่ม 14 วัน พบว่า บล็อกดินซีเมนต์ที่มีอัตราส่วนการผสมใยไฟเบอร์ 0.0725% ที่ขนาดความยาว 7 เซนติเมตร ให้ค่ากำลังรับแรงดัดมากที่สุด เท่ากับ 44.7 kg/cm^2

3. จากผลการวิจัยกำลังรับแรงดัดของบล็อกดินซีเมนต์เสริมใยไฟเบอร์ ที่อายุการบ่ม 28 วัน พบว่า บล็อกดินซีเมนต์ที่มีอัตราส่วนการผสมใยไฟเบอร์ 0.0725% ที่ขนาดความยาว 7 เซนติเมตร ให้ค่ากำลังรับแรงดัดมากที่สุด เท่ากับ 58.11 kg/cm^2

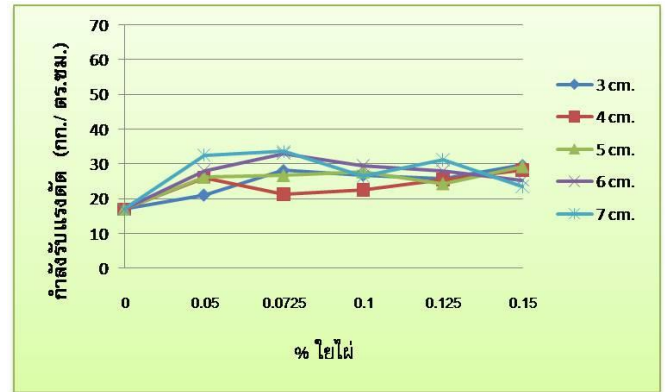
วิเคราะห์ผลการทดสอบ

หาสูตรการผสมโซดาไฟ

จากการทดสอบพบว่า ปริมาณโซดาไฟมีผลต่อคุณภาพเส้นใยไฟเบอร์ ถ้าผสมโซดาไฟน้อยจะทำให้ได้เส้นใยไฟเบอร์ที่หยาบ แยกออกยาก แต่ถ้าผสมในปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้ใยไฟเบอร์ออกมาและ ขาดง่าย ดังนั้น จึงควรผสมโซดาไฟในปริมาณที่พอดี จึงจะทำให้ได้ใยไฟเบอร์ที่มีลักษณะเป็นเส้นเล็กแยกออกง่าย

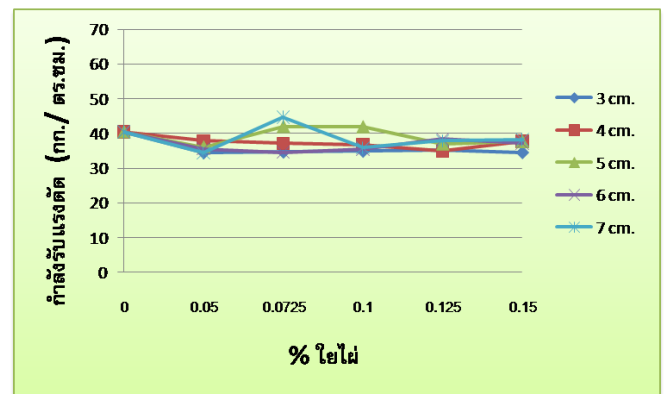
การทดสอบกำลังรับแรงดัด

1. การทดสอบกำลังรับแรงดัดของบล็อกดินซีเมนต์ที่อายุการบ่ม 7 วัน พบว่าสภาพการวิบัติของบล็อกดินซีเมนต์ที่เสริมใยไฟเบอร์ในปริมาณน้อยจะเกิดการแตกหักออกจากกัน ส่วนบล็อกดินซีเมนต์ที่เสริมใยไฟเบอร์ในปริมาณมาก จะเกิดรอยร้าวบริเวณตรงกลางก่อน โดยบล็อกดินซีเมนต์ที่เสริมใยไฟเบอร์จะมีค่ากำลังรับแรงดัดมากกว่าบล็อกดินซีเมนต์ธรรมดา และความยาวของเส้นใยไฟเบอร์มีผลทำให้กำลังรับแรงดัดเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณการเสริมเส้นใยไฟเบอร์ที่มากเกินไป มีแนวโน้มที่จะทำให้กำลังรับแรงดัดลดลง ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กราฟแสดงกำลังรับแรงดัดของบล็อกดินซีเมนต์ผสมใยไฟเบอร์ อายุการบ่ม 7 วัน

2. การทดสอบกำลังรับแรงดัดของบล็อกดินซีเมนต์ที่อายุการบ่ม 14 วัน พบว่าค่ากำลังรับแรงดัดเพิ่มขึ้น มากกว่าบล็อกดินซีเมนต์ที่อายุการบ่ม 7 วัน โดยมีสภาพการวิบัติของบล็อกดินซีเมนต์ที่เสริมใยไฟเบอร์เหมือนกัน ดังแสดงในภาพที่ 6



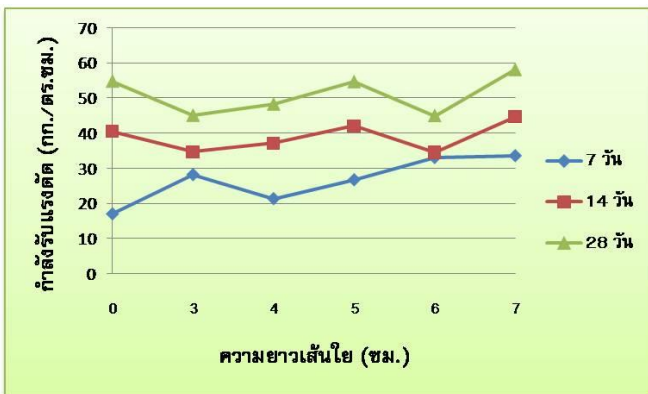
ภาพที่ 6 กราฟแสดงกำลังรับแรงดัดของบล็อกดินซีเมนต์ผสมใยไฟเบอร์ อายุการบ่ม 14 วัน

3. การทดสอบกำลังรับแรงดัดของบล็อกดินซีเมนต์ที่อายุการบ่ม 28 วัน พบว่าค่ากำลังรับแรงดัดเพิ่มขึ้นมากกว่าบล็อกดินซีเมนต์ที่อายุการบ่ม 14 วัน มีสภาพการวิบัติของบล็อกดินซีเมนต์ที่เสริมใยไฟเบอร์เหมือนกัน ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กราฟแสดงกำลังรับแรงดัดของบล็อกคินซีเมนต์ผสมโยไฟ อายุการบ่ม 28 วัน

จากการทดสอบพบว่า ที่อายุการบ่ม 7 วัน กำลังของอิฐที่ไม่ผสมเส้นโยไฟจะต่ำกว่าอิฐที่ผสมเส้นโยไฟ เพราะว่าช่วง 7 วันแรกกำลังของอิฐคินซีเมนต์ยังพัฒนาได้ไม่เต็มที่ ดังนั้นเมื่อทดสอบการรับกำลังดัด ผลจากเส้นโยไฟจึงมีผลอย่างมากทำให้อิฐที่ผสมโยไฟแล้วมีกำลังสูงกว่าทุกตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กราฟแสดงกำลังรับแรงดัดกับความยาวเส้นโยไฟ

แต่ที่เวลา 14 วันขึ้นไปกำลังของอิฐคินซีเมนต์ไม่ผสมโยไฟมีกำลังที่พัฒนาขึ้นมากแล้วทำให้ผลจากกำลังของโยไฟมีผลน้อยกว่ากำลังของปูนซีเมนต์ล้วนๆ

จะเห็นได้ว่าคินซีเมนต์ผสมเส้นโยไฟ ความยาวของเส้นโยไฟจะมีผลอย่างมากโดยที่ 7 วัน กำลังของปูนซีเมนต์ยังพัฒนาได้ไม่เต็มที่ กำลังของอิฐมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามความยาวของเส้นโยไฟและเห็นได้ว่า ปริมาณเส้นโยไฟไม่ค่อยมีผลต่อกำลังโดยสังเกตได้จากที่ปริมาณเส้นโยไฟต่างๆ แต่ที่ความยาวเดียวกัน กำลังจะมีค่าใกล้เคียงกัน

ที่วันต่างๆ จะเห็นว่าแนวโน้มของกำลังจะขนานกันทั้งหมด ซึ่งกำลังของโยไฟจะคงที่ ดังนั้น กำลังส่วนที่เพิ่มขึ้นมาของอิฐคินซีเมนต์เมื่อเทียบกับอิฐคินซีเมนต์ที่ผสมเส้นโยไฟที่อายุ 7 วัน จึงเป็นผลจากกำลังของเส้นโยไฟ

กำลังรับแรงดัดของอิฐคินซีเมนต์ที่อายุการบ่มมากๆ กำลังรับแรงดัดของอิฐคินซีเมนต์ผสมเส้นโยไฟจะลดลงต่ำกว่าอิฐคินซีเมนต์อย่างเดียวเป็นผลมาจากความหนาแน่นของก้อนอิฐลดลง เนื่องจากเส้นโยไฟเข้าไปแทนที่เนื้อคินซีเมนต์ เมื่ออายุการบ่มสูงๆ กำลังของปูนซีเมนต์พัฒนาได้เต็มที่ และมีกำลังที่สูงกว่ากำลังของเส้นโยไฟ ทำให้กำลังของอิฐคินซีเมนต์ผสมโยไฟมีค่าลดลง แต่ในกรณีที่ใช้เส้นโยไฟที่ยาวมากๆ คินซีเมนต์จะยึดตัวโยไฟได้แน่นหนา ทำให้ความสามารถในการรับกำลังเพิ่มขึ้นด้วย

สรุปผล

หาสูตรการผสมโซดาไฟ

จากการทดสอบหาสูตรการผสมโซดาไฟพบว่า การใช้โยไฟที่ผ่านการทุบให้แบน น้ำหนักครึ่งกิโลกรัม ต้มในน้ำเดือด 6 กิโลกรัม ผสมโซดาไฟ 0.2 กิโลกรัม โดยใช้ระยะเวลาในการต้ม 2 ชั่วโมง ให้โยไฟที่มีลักษณะเส้นโยไฟแยกออกจากกัน ออกมาเป็นเส้นเล็ก มีคุณภาพดีที่สุด การวิจัยนี้จึงเลือกการเตรียมโยไฟด้วยสูตรดังกล่าว และเป็นสูตรที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง

การทดสอบกำลังรับแรงดัด

จากการวิจัยพบว่าบล็อกคินซีเมนต์ผสมโยไฟ ที่อายุการบ่ม 28 วัน ผสมเส้นโยไฟยาว 7 เซนติเมตร ในอัตราส่วนการผสมโยไฟ 0.0725% ให้ค่ากำลังรับแรงดัดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบล็อกคินซีเมนต์ธรรมดา บล็อกคินซีเมนต์ผสมโยไฟที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้างที่เหมาะสมเพื่อเป็นแนวโน้มวัสดุก่อสร้างศักยภาพในประเทศไทยพัฒนาชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้สามารถสำเร็จได้ โดยได้รับความอนุเคราะห์ลำดับขั้นพันธุ์หมาจู้ อายุลา 2 ปี เพื่อใช้ในการศึกษา และได้รับ



การเอื้อเพื่ออุปกรณ์ และสถานที่จาก ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

บรรณานุกรม

- [1] คณิศร อังกรรัตน์ และวัลลภ เชยชม, (2552). การศึกษาทางวิศวกรรม
ของบล็อกดินซีเมนต์เสริมใยไฟเบอร์. โครงการปัญหาพิเศษ สาขาวิชา
เทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- [2] ASTM. (1989). D 1635-87 Standard Test Method for Flexural
Strength of Soil-Cement Using Simple Beam with
Third-Point Loading. Philadelphia: ASTM.