บทคัดย่อ

อิฐบล็อกประสานเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย สะดวกในการใช้งาน สามารถนำไปใช้งานได้หลายรูปแบบ งานวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าไม้ยางพาราแทนที่ดินเพื่อผลิตเป็นอิฐบล็อกประสาน วัสดุผสมใช้ในการผลิตได้แก่ ดินลูกรัง เถ้าไม้ยางพารา ทรายและปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ จากการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลพบว่า เมื่อเพิ่มอัตราส่วนการแทนที่ด้วยเถ้าไม้ยางพาราเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความหนาแน่นลดลง แต่อัตราการดูดซึมน้ำจะมีค่าที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่าความต้านทานแรงอัด จากผลการทดสอบพบว่า ค่าความต้านทานแรงอัดจะลดลงเมื่ออัตราส่วนการแทนที่ด้วยเถ้าไม้ยางพาราเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบตามมาตรฐานมอก. 57-2533 และมอก.58-2530 พบว่า อิฐที่มีอัตราส่วนของ ดินลูกรัง: เถ้าไม้ยางพารา: ทรายและปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เท่ากับ 3:2:1:1 มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานเป็นอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

คำสำคัญ : เถ้าไม้ยางพารา บล็อกประสาน

Abstract

Interlocking brick, building material, are widely use with easy and variety formats way. This study examines the possibility of the replacement soil with Para-rubber wood fly ash in interlocking blocks. Composite materials used in manufacture are Para-rubber wood fly ash, soil, sand and Portland cement. Testing of physical and mechanical properties found that the increase amount of Para-rubber wood fly ash lead to the decrease in density. But the absorption rates are increased. The compressive strength results showed that the compressive strength is decrease with the increasing amount of Para-rubber wood fly ash. Comparison with TIS 57-2533 and TIS 57-2533 standard found that the ratio of soil : para-rubber wood fly ash : sand and mortar is equal to 3:2:1:1 which is suitable for non-load-bearing structures.

Keywords: Para-rubber wood fly ash, Interlocking brick

บทนำ

อิฐบล็อกประสานเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นวัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรูและเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง (1) ก่อให้เกิดความสวยงาม คงทน และยังมีรูปแบบการจัดวางที่หลากหลายตามแต่ผู้ออกแบบ การผลิตนั้นเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ เช่น ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่าง ๆที่มีความเหมาะสม ผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสมนำมาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแห้ง บ่มด้วยความชื้นให้แข็งตัว จะได้บล็อกประสานที่มีความแข็งแรงสามารถนำมาใช้ในงานก่อสร้างอาคารในระบบผนังรับน้ำหนัก หรือก่อสร้างในรูปแบบอื่นๆ ได้อีกมากมาย (2) และจากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการนำวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ เช่น เถ้าแกลบ เถ้าลอยจากโรงงานผลิตไฟฟ้า กะลาปาล์ม และดินขาวมาแทนที่ทราย และปูนซีเมนต์ เห็นได้จากงานวิจัยของวุฒินัย กกกำแหง และนรา รัตนวงศ์ (3) ได้มีการนำดินขาวมาผสมในการทำอิฐบล็อกประสาน พบว่าดินขาวสามารถนำมาใช้ผลิตอิฐบล็อกประสานได้เป็นอย่างดี งานวิจัยของสุวัฒนา นิคม และดนุพล ตันนโยภาส (4) จากการนำดินขาวแปรมาผสมในคอนกรีต พบว่าปริมาณดินขาวแปรที่เพิ่มขึ้นทำให้คอนกรีตพรุนมีค่าการดูดซึมน้ำสูงขึ้น กำลังอัดลดลง และงานวิจัยของจรูญ เจริญเนตรกุล (2) ได้นำกะลาปาล์มมาแทนที่ทรายบางส่วน พบว่าค่าการดูดซึมน้ำสูงขึ้น ส่วนกำลังอัดมีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนของกะลาปาล์ม

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาโดยนำเถ้าไม้ยางพารามาเป็นวัตถุดิบในการผลิตอิฐบล็อกประสาน ซึ่งเถ้าไม้ยางพาราเป็นผลพลอยได้จากการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า โดยองค์ประกอบหลักของเถ้าไม้ยางพาราจะมีส่วนของซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) อลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) เฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) และแคลเซียมออกไซด์ (CaO) เป็นองค์ประกอบหลัก หากผสมเถ้าไม้ยางพารากับปูนซีเมนต์และน้ำจะเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดคุณสมบัติในการช่วยเพิ่มการเชื่อมประสานทำให้อิฐบล็อกประสานมีความแข็งแรงมากขึ้น (5)

วิธีการ

วัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมในการทำอิฐบล็อกประสานประกอบด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ดินลูกรัง ทรายละเอียด และเถ้าไม้ยางพาราโดยเป็นเถ้าที่เกิดจากการนำเศษไม้ยางพารามาใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้ากัลฟ์ยะลากรีนจำกัด ต.พร่อน อ.เมือง จ.ยะลา โดยนำส่วนผสมที่กำหนดตามตารางที่ 1 มาทำอิฐด้วยเครื่องอัดแห้ง (CINVA RAM) ด้วยเครื่องอัดแรงคน ผึ่งอิฐให้แห้งเป็นเวลา 1 วัน จากนั้นบ่มอิฐเป็นเวลา 28 วัน ขั้นตอนดังภาพที่ 1 เมื่อครบกำหนดนำอิฐมาทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกล ได้แก่ ความหนาแน่น (Density) การดูดซึมน้ำ (Water absorption) และการทดสอบความต้านทานแรงอัด (Compressive strength) ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.57-2533 (6) และมอก.58-2530 (7)

สำหรับค่าความต้านทานแรงอัด ทำการทดสอบ ณ สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว) ดังภาพที่ 2 โดยนำก้อนตัวอย่างที่มีอายุการบ่ม 28 วัน จำนวน 5 ก้อน หยอดปูนเกร้าท์ ด้วยอัตราส่วนผสมปูน/ทรายหยาบ 1:2 ผสมน้ำ W/C 0.75 ตามช่องว่างต่าง ๆ ของบล็อกให้เต็มทุกรูปโดยใช้แผ่นไม้ประกบด้านข้าง บ่มในที่ร่มอย่างน้อย 14 วัน แล้วนำมาทดสอบความต้านทานแรงอัดด้วยแรงอัดที่เพิ่มขึ้นอย่างคงที่ (Stress Control) โดยใช้เวลาไม่น้อยกว่า 1 นาทีแต่ไม่เกิน 2 นาที จนได้ความต้านทานสูงสุดบันทึกผล

จากข้อมูลการทดสอบวิเคราะห์ผลออกเป็น 3 ชุด คือ ชุดที่ 1 เพื่อศึกษาผลของการแทนที่ดินลูกรังด้วยเถ้าไม้ยางพารา ได้แก่สูตร A, B, C และ D ตามอัตราส่วนผสม 4:1:1:1, 3:2:1:1, 2:3:1:1 และ 1:4:1:1 โดยน้ำหนักตามลำดับ ชุดที่ 2 เพื่อศึกผลของการแทนที่ดินลูกรังด้วยทราย ได้แก่สูตร E, F, G และ H ตามอัตราส่วนผสม 6:0:0:1, 5:0:1:1, 4:0:2:1 และ 3:0:3:1 โดยน้ำหนักตามลำดับ และชุดที่ 3 เพื่อศึกษาปริมาณของปูนซีเมนต์ที่มีต่อสมบัติของอิฐบล็อก ได้แก่สูตร A I และ J ตามอัตราส่วนผสม 4:1:1:1 3:1:1:2 และ 2:1:1:3 โดยน้ำหนักตามลำดับ

ผลการทดลอง

จากการผลิตอิฐบล็อกประสานที่มีการแทนที่ดินลูกรังด้วยเถ้าไม้ยางพารา โดยมีส่วนผสมของ ดินลูกรัง เถ้าไม้ยางพารา ทราย และปูนซีเมนต์ ดังตารางที่ 1 พบว่าน้ำหนักของส่วนผสมในการอัดต่อก้อนมีปริมาณลดลงเมื่ออัตราการแทนที่เถ้าไม้ยางมีค่าเพิ่มขึ้น (สูตร A-D) และเมื่อพิจารณาลักษณะปรากฏ (ภาพที่ 2) พบว่าสีของอิฐบล็อกประสานจะมีสีเทา และจะมีสีเข้มขึ้นเมื่ออัตราส่วนการแทนที่เถ้าไม้ยางพาราเพิ่มขึ้น แต่การเกาะตัวกันของส่วนผสมจะมีการเกาะตัวที่น้อยลง

การทดสอบหาค่าความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และความต้านทานแรงอัดของอิฐบล็อกประสานจากเถ้าไม้ยางพาราผสมดินลูกรังตามอัตราส่วน ดิน:เถ้า:ทราย:ปูน ได้ผลการทดลองดังนี้

การศึกษาผลการแทนที่ดินลูกรังด้วยด้วยทรายพบว่า อัตราการดูซึมน้ำของอิฐบล็อกมีค่าเท่ากับ 273, 261, 306 และ 291 kg/m^3 สำหรับอัตราส่วนผสมของ ดิน:เถ้า:ทราย:ปูน เท่ากับ 6:0:0:1, 5:0:1:1, 4:0:2:1 และ 3:0:3:1 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สำหรับความหนาแน่น มีค่าที่สัมพันธ์โดยตรงกับความต้านทานแรงอัด ดังภาพที่ 3 โดยอัตราส่วนของ ดิน:เถ้า:ทราย:ปูน เท่ากับ5:0:1:1 (สูตร F) มีค่าต้านทานแรงอัดสูงสุดเท่ากับ 23.5 kg/cm^2

การศึกษาผลของปริมาณของปูนซีเมนต์ที่มีต่อสมบัติของอิฐบล็อก พบว่าอัตราการดูซึมน้ำของอิฐบล็อกมีค่าเท่ากับ 351, 357 และ 353 kg/m^3 สำหรับอัตราส่วนผสมของ ดิน:เถ้า:ทราย:ปูน เท่ากับ 4:1:1:1 3:1:1:2 และ 2:1:1:3 โดยน้ำหนักตามลำดับ ดังภาพที่ 4 และค่าต้านทานแรงอัดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีอัตราส่วนของปูนมาก

การศึกษาผลของการแทนที่ดินลูกรังด้วยเถ้าไม้ยางพารา พบว่าอัตราการดูซึมน้ำของอิฐบล็อกมีค่าเท่ากับ 351, 369, 449 และ 479 kg/m^3 สำหรับอัตราส่วนผสมของ ดิน:เถ้า:ทราย:ปูน

เท่ากับ4:1:1:1, 3:2:1:1, 2:3:1:1 และ 1:4:1:1 โดยน้ำหนักตามลำดับ โดยมีกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงอัดกับความหนาแน่นดังภาพที่ 5

วิจารณ์

เถ้าไม้ยางพาราเป็นผลพลอยได้จากโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวล เป็นมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาผลของการแทนที่ดินลูกรังด้วยทราย พบการเปลี่ยนแปลงของ ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และความต้านทานแรงอัดที่ไม่ชัดเจน โดยเฉพาะความต้านทานแรงอัดมีค่าเท่ากับ 22.6, 23.5, 21.3 และ 16.8 kg/cm^2 สำหรับอัตราส่วนผสมของ ดิน:เถ้า:ทราย:ปูน เท่ากับ 6:0:0:1, 5:0:1:1, 4:0:2:1 และ 3:0:3:1 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากขนาด และความหนาแน่นของดินลูกรังและทรายมีค่าใกล้เคียงกัน จึงทำให้เมื่อมีการแทนที่ดินลูกรังด้วยทรายจึงไม่มีผลมากต่อสมบัติของอิฐบล็อก สำหรับการศึกษาการเพิ่มปริมาณปูนซีเมนต์พบว่า ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และโดยเฉพาะความต้านทานแรงอัด มีค่าสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณปูนซีเมนต์ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากปูนซีเมนต์เป็นวัสดุที่สามารถสร้างพันธะเชื่อมระหว่างกันและระหว่างมวลรวมทั้งหมดด้วยกระบวนการไฮเดรชั่น การเพิ่มปริมาณของปูนซีเมนต์จึงเป็นการเพิ่มการเชื่อมกันเชื่อมกันของวัสดุผสมทั้งหมด ส่งผลโดยตรงต่อความแข็งแรงของอิฐบล็อก แต่การเพิ่มปริมาณของปูนซีเมนต์จะมีผลโดยตรงต่อราคาต่อก้อนของอิฐบล็อกเนื่องจากปูนซีเมนต์มีราคาสูงเมื่อเทียบกับวัสดุผสมอื่น (ดินลูกรัง ทราย และเถ้าไม้ยางพารา)

สำหรับการศึกษาผลของการแทนที่ดินลูกรังด้วยเถ้าไม้ยางพารา พบว่าปริมาณเถ้าไม้ยางพาราที่เพิ่มขึ้นมีผลโดยตรงต่อความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ และความต้านทานแรงอัด เนื่องจากขนาดอนุภาค ลักษณะทางกายภาพ และโครงการสร้างเคมีของวัสดุทั้งสองแตกต่างกัน เถ้าไม้ยางพารา มีลักษณะเรียบ มีรูพรุนมีพื้นที่ผิวมากทำให้สามารถกักเก็บน้ำได้สูง ทำให้เมื่อปริมาณการเติมเถ้าไม้ยางพารามากขึ้นทำให้ความหนาแน่นของอิฐบล็อกมีค่าลดลง การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้น สำหรับค่าความต้านทานแรงอัดถึงแม้มีการใช้ปริมาณของปูนซีเมนต์คงที่ และเถ้าไม้ยางพาราเป็นวัสดุปอซโซลาน แต่เนื่องจากปริมาณที่ใช้มีค่ามากจึงทำลายพันธะซึ่งแสดงความสามารถที่จะเชื่อมวัสดุผสมทั้งหมดจึงมีค่าลดลง สอดคล้องกับซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของอิฐที่มีส่วนผสมของเถ้าไม้ยางพารา (5) และเมื่อพิจารณาตารฐาน มอก. 57-2533 และ 58-2533 ประกอบกับความเหมาะสมของราคาอิฐบล็อก พบว่าอิฐบล็อกที่มีส่วนผสมของ ดิน:เถ้า:ทราย:ปูน เท่ากับ 3:2:1:1 มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานเป็นอิฐบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุน จากงบประมาณบำรุงการศึกษา (บกศ.) ประจำปีการศึกษา 2555 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และขอขอบคุณอาจารย์รูฮัยซา ดือราแม ที่ให้ความอนุเคราะห์วิพากษ์นิพนธ์ต้นฉบับ

เอกสารอ้างอิง

วุฒินัย กกกำแหง และพิชิต เจนบรรจง. ม.ป.ป. เอกสารประกอบการอบรมการผลิตบล็อกประสาน วว. การผลิตบล็อกประสานให้ได้คุณภาพ. ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.).

จรูญ เจริญเนตรกุล. (2555). อิฐบล็อกประสานผสมกะลาปาล์ม ใน การประชุมวิชาการ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ประจำปี 2555

วุฒินัย กกกำแหง และนรา รัตนวงศ์. (2551). งานวิจัยเรื่องบล็อกประสานจากหน้าดินขาว. วิศวกรโยธา ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

สุวัฒนา นิคม และดนุพล ตันนโยภาส. (2552). อิทธิพลของสารเติมดินขาวแปรที่มีต่อสมบัติของคอนกรีตยิปซัมเทียม. ใน การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์. วันที่ 21-22 พฤษภาคม 2552. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อาบีดีน ดะแซสาเมาะ,จินดา มะมิง, โนรีสะ ราแดง, และยาเซ็ง อาแว. (2554). สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของอิฐที่มีส่วนผสมของเถ้าไม้ยางพารา.วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา,6 (1).

มาตรฐานผลิตภัณฑ์สำนักงาน. (2530). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.57-2533 คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์สำนักงาน. (2530). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.58-2533 คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

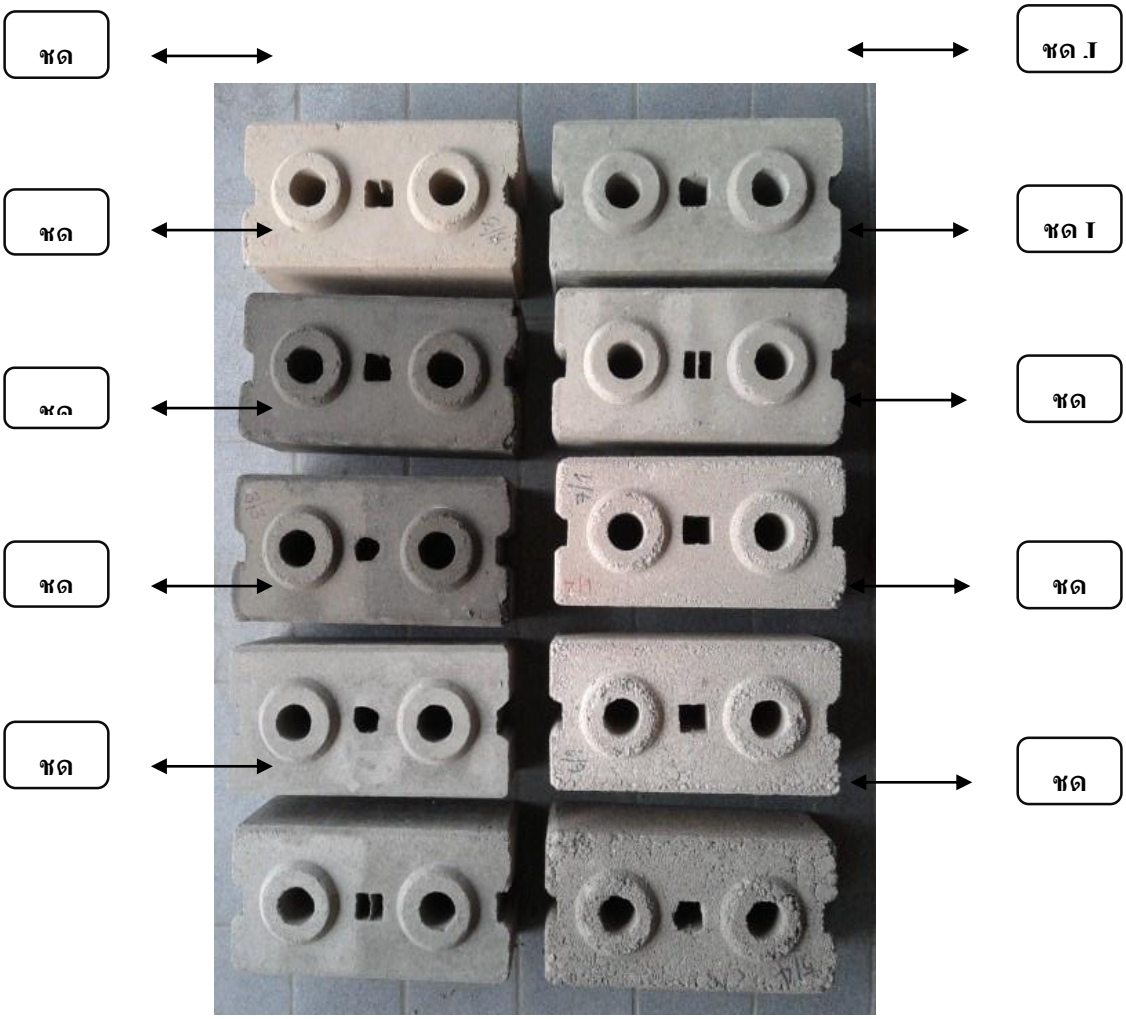
ร่อนเถ้าไม้

ผสมส่วนผสมของ
ดินลกรัง: เถ้าไม้ยางพารา: ทราย:

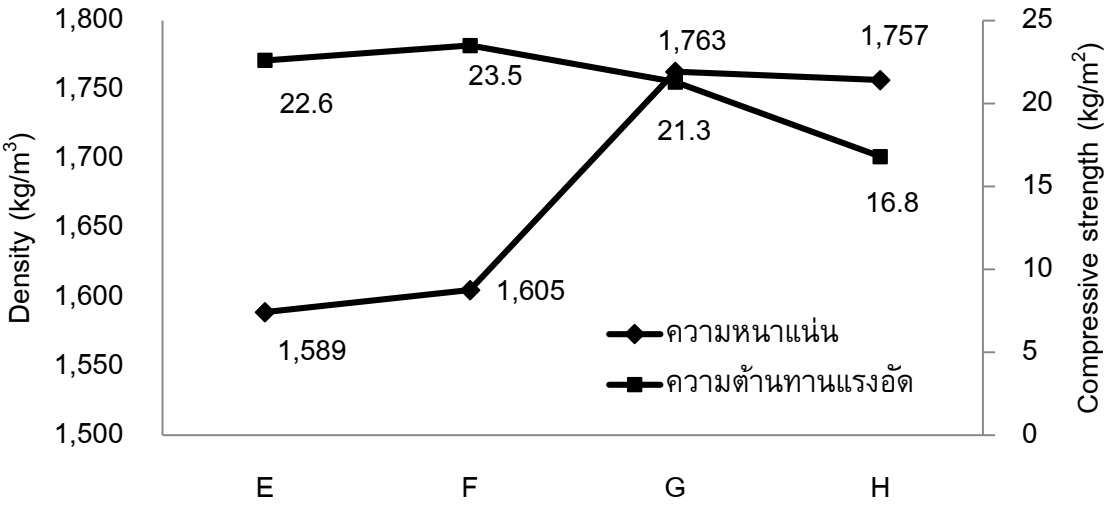
บ่มอิฐบล็อกประสาน 28
วัน

อัดอิฐบล็อกประสานด้วยเครื่องอัดแห้ง

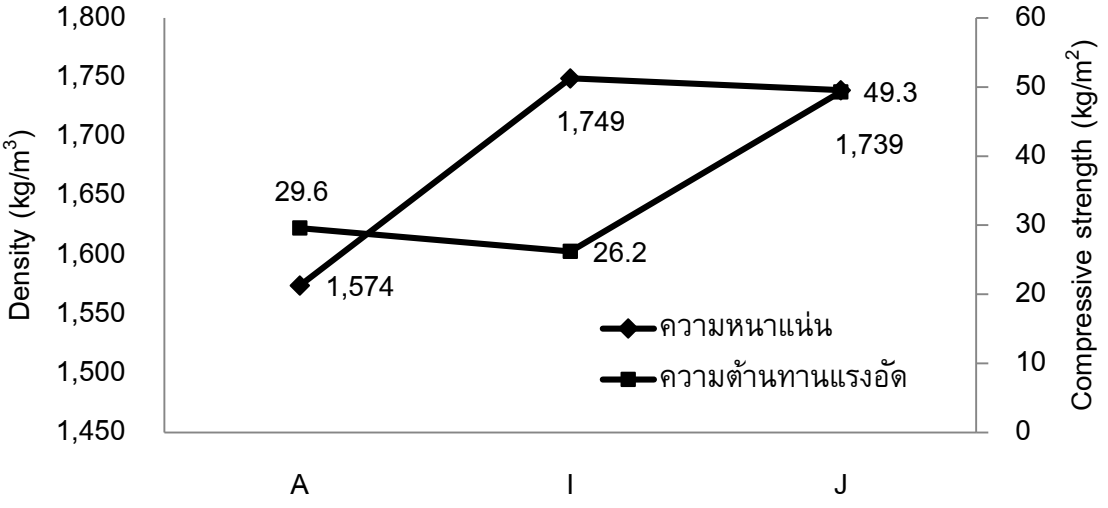
ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำอิฐบล็อก



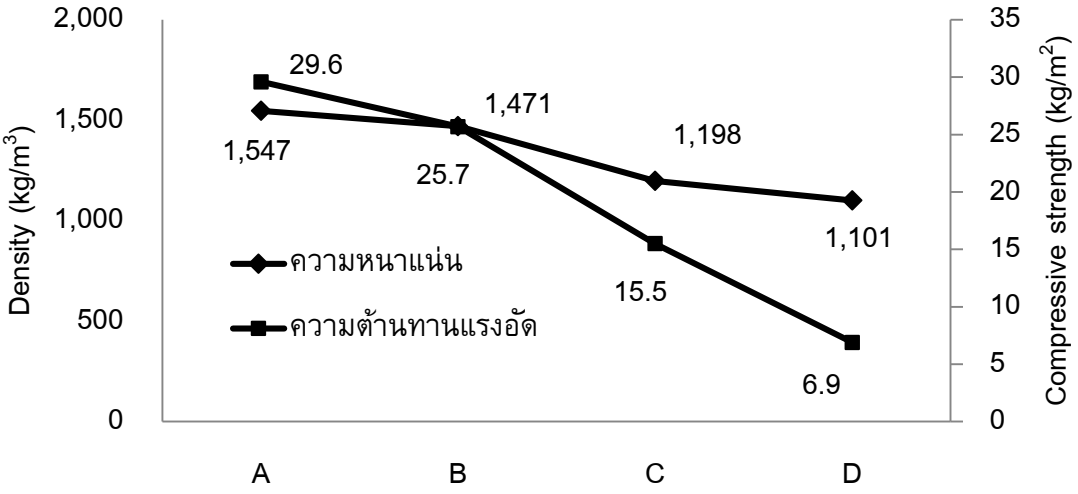
ภาพที่ 2 อิฐบล็อกประสานขนาด 12.5×25×10 cm หลังจากการบ่ม 28 วัน



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับความต้านทานแรงอัด



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับความต้านทานแรงอัด



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับความต้านทานแรงอัด

ตารางที่ 1 อัตราส่วนในการผสมอิฐบล็อกประสาน

ชุด	ดิน (โดยน้ำหนัก)	เถ้าไม้ยางพารา (โดยน้ำหนัก)	ทราย (โดยน้ำหนัก)	ปูน (โดยน้ำหนัก)	น้ำหนักต่อก้อน (g)
A	4	1	1	1	5,000
B	3	2	1	1	5,000
C	2	3	1	1	4,000
D	1	4	1	1	3,500
E	6	0	0	1	5,000
F	5	0	1	1	5,000
G	4	0	2	1	5,000
H	3	0	3	1	5,000
I	3	1	1	2	5,000
J	2	1	1	3	5,000