

ผลกระทบของความหนาแน่นที่มีต่อคุณสมบัติของบล็อกประสาน

Effect of Density on The Properties of Interlocking Blocks

นพปฎล เสงี่ยมศักดิ์ (Noppadol Sangiamsak)^{1*} ชไมพร สารผล (Chamaiporn Sarapol)**

นภาพร สืบพลาย (Napaporn Suebplai)**

(Received: December 1, 2022; Revised: May 9, 2023; Accepted: May 11, 2023)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ทำการศึกษาผลกระทบของความหนาแน่นของบล็อกประสานที่มีต่อกำลังรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำ ตัวอย่างบล็อกประสานมีอัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังเท่ากับ 1:6 และ 1:8 และอัดขึ้นรูปให้มีความหนาแน่น 1800 1900 2000 2100 และ 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร คุณสมบัติที่ทดสอบประกอบด้วยกำลังรับแรงอัดที่อายุ 7 14 และ 28 วัน และการดูดซึมน้ำที่อายุ 28 วัน จากการศึกษาพบว่า บล็อกประสานมีการพัฒนากำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นตามอายุ โดยเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นในช่วง 1800 ถึง 2100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บล็อกประสานมีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น แต่เมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจาก 2100 เป็น 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานมีค่าลดลง การดูดซึมน้ำของบล็อกประสานมีค่าลดลงเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังเท่ากับ 1:6 และ 1:8 พบว่า อัตราส่วน 1:6 มีกำลังรับแรงอัดสูงกว่าอัตราส่วน 1:8 ในขณะที่การดูดซึมน้ำของอัตราส่วน 1:6 มีค่าน้อยกว่าอัตราส่วน 1:8 บล็อกประสานทุกอัตราส่วนและทุกความหนาแน่นมีกำลังรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำที่อายุ 28 วัน ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข.602/2547 ของบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก

ABSTRACT

This research studied effects of density of the interlocking blocks on the compressive strength and the water absorption. The cement to laterite ratio of the blocks were 1:6 and 1:8. The mixtures were pressed into different densities: 1800 1900 2000 2100 and 2200 kg/m³. The compressive strength at 7, 14 and 28 days of age and the water absorption at 28 days were tested. The results indicated that the compressive strength of the interlocking block improves with age. When the densities increased from 1800 to 2100 kg/m³, the compressive strength increased. But when the density increases from 2100 to 2200 kg/m³, the compressive strength decreased. The water absorption decreased with increasing the densities. When comparing between cement to laterite ratios of 1:6 and 1:8, it was found that the ratio of 1:6 had higher compressive strength than the ratio of 1:8, while the water absorption of the 1:6 ratio was lower than that of the 1:8 ratio. All ratios and all densities of the interlocking blocks had the compressive strength at 28 days and the water absorption at 28 days passed the standard of TCPS.602-2547 of load-bearing interlocking blocks.

คำสำคัญ: บล็อกประสาน ความหนาแน่น กำลังรับแรงอัด

Keywords: Interlocking block, Density, Compressive strength

¹Corresponding author: Noppadol.s@msu.ac.th

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ หน่วยวิจัยคอนกรีตและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Assistant Professor, Concrete and Computer Research Unit, Faculty of Engineering, Mahasarakham University

**นิสิต หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Student, Bachelor of Engineering, Program in Civil Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University

บทนำ

บล็อกประสาน เป็นอิฐชนิดหนึ่งที่มีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางทั้งงานก่อผนัง ทำเสา ทำรั้ว บ่อปลา ตกแต่งสวน บล็อกประสานมีขนาดก้อนที่ใหญ่ มีร่องและมีปุมที่ออกแบบมาให้สามารถยึดกันได้ระหว่างก้อน และมีรูสำหรับการเสียบเหล็กและกรอกปูนลงไปให้มีการยึดเกาะกันอย่างแข็งแรง ทำให้สามารถก่อผนังได้เร็วและมีความแข็งแรง นอกจากนี้ยังมีสีสันสวยงามเฉพาะตัวเนื่องจากดินซึ่งเป็นส่วนผสมหลักนิยมใช้ดินลูกรังซึ่งมีสีแดงหรือสีส้ม คุณสมบัติของบล็อกประสานขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสม อัตราส่วนผสม การบ่ม แรงที่ใช้ในการอัดขึ้นรูป การศึกษาเกี่ยวกับบล็อกประสานในอดีตที่ผ่านมามีจำนวนมาก โดยมีการศึกษาในแง่ของการนำวัสดุเหลือทิ้งหรือวัสดุที่มีมูลค่าต่ำมาเป็นส่วนผสมในบล็อกประสาน ได้แก่ แก้วลอย แก้วกันเตา [1-2] แก้วกะลาปาล์มน้ำมัน [3] แก้วไม่ยางพารา [4] ตะกอนน้ำประปา [5-6] ผุ่นหินภูเขาไฟ [7] เปลือกหอยนางรม [8] เปลือกหอยเชอรี่ [9] สลากบรรจุภัณฑ์ [10] นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาในแง่การนำวัสดุบางชนิดมาทำการปรับปรุงคุณสมบัติของบล็อกประสานให้ดีขึ้น [11-12] ซึ่งจะเห็นว่าการวิจัยที่ผ่านมานั้น ได้ศึกษาถึงผลกระทบของวัสดุชนิดต่างๆ รวมถึงอัตราส่วนผสมของวัสดุที่มีต่อคุณสมบัติของบล็อกประสานเท่านั้น ซึ่งปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของบล็อกประสานและสามารถควบคุมได้ในขั้นตอนการผลิต คือ ความหนาแน่นของบล็อกประสาน วุฒินัย กกกำแหง และคณะ [13] ได้ศึกษาค่ากำลังรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานเมื่อผลิตด้วยความหนาแน่นที่แตกต่างกัน พบว่า เมื่อความหนาแน่นแห้งของบล็อกประสานเพิ่ม จะทำให้กำลังรับแรงเพิ่มขึ้น ส่วนค่าการดูดซึมน้ำลดลง และได้สร้างสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความหนาแน่นแห้งกับกำลังรับแรงอัด และความหนาแน่นแห้งกับการดูดซึมน้ำ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวใช้ดินลูกรังในพื้นที่จังหวัดราชบุรีในการทำบล็อกประสานเท่านั้น ยังมีดินลูกรังจากพื้นที่อื่นๆ ของประเทศไทยที่สามารถใช้ในการผลิตบล็อกประสานได้ อีกทั้งความหนาแน่นแห้งของบล็อกประสานที่ทำการศึกษามีค่าสูงสุดประมาณ 2120 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเท่านั้น

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาลักษณะของความหนาแน่นที่มีต่อคุณสมบัติของบล็อกประสานที่ผลิตจากดินลูกรังในเขตจังหวัดกาฬสินธุ์ โดยอัดขึ้นรูปบล็อกประสานให้มีความหนาแน่นในช่วง 1800 ถึง 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แล้วทำการทดสอบหาลำดับรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำ จากการศึกษา จะทำให้ทราบความหนาแน่นที่น้อยที่สุดของบล็อกประสานที่ยังมีกำลังรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำผ่านตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข.602/2547 [14] และสามารถใช้เป็นแนวทางในการกำหนดความหนาแน่นของบล็อกประสานให้เหมาะสมต่อไปได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลกระทบของความหนาแน่นของที่มีต่อคุณสมบัติของบล็อกประสาน และหาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอัดขึ้นรูปบล็อกประสาน

วิธีการวิจัย

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาและอัตราส่วนผสม

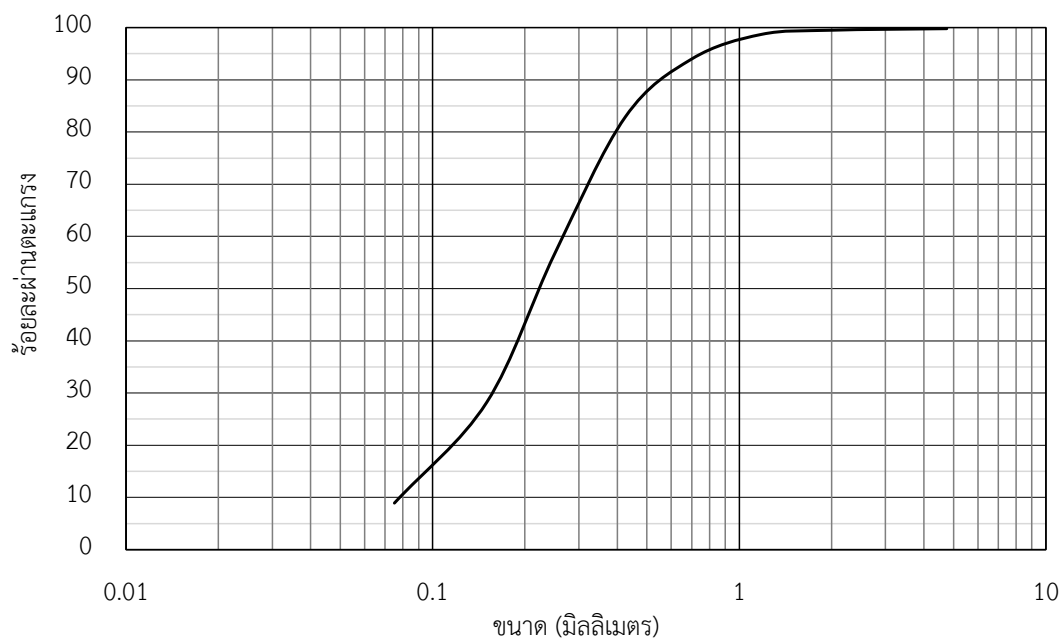
วัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมของบล็อกประสานประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ดินลูกรัง และน้ำประปา โดยดินลูกรังนำมาจากบ่อดินในเขตอำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งเป็นดินที่ใช้ในโรงงานผลิตบล็อกประสานในเขตจังหวัดกาฬสินธุ์ นำมาอบให้แห้งแล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 16 เพื่อแยกเอาเศษวัสดุที่ปะปนออก ลักษณะของดินลูกรังแสดงดังภาพที่ 1 ซึ่งเป็นดินที่มีสีส้มหรือสีอิฐ ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติพื้นฐานของดินลูกรัง และภาพที่ 2 เป็นกราฟการกระจายขนาดของเม็ดดิน จะเห็นว่า ขนาดของเม็ดดินลูกรังส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.7 มิลลิเมตร เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความโค้ง

(Coefficient of curvature, C_c) และค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (Coefficient of uniformity, C_u) แล้ว พบว่า เป็นดินที่มีขนาดคละไม่ดี และเมื่อจำแนกชนิดของดินด้วยระบบ Unified Soil Classification System ได้สัญลักษณ์เป็น SP-SC นั่นคือเป็นดินทรายที่มีขนาดคละไม่ดีและมีดินเหนียวปน

ส่วนผสมในการทำบล็อกประสานมี 2 อัตราส่วน คือ ปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังเท่ากับ 1:6 และ 1:8 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นอัตราส่วนโดยทั่วไปสำหรับการผลิตบล็อกประสาน สำหรับปริมาณน้ำจะกำหนดจากค่าความชื้นที่เหมาะสม (Optimum Moisture Content, OMC) ของแต่ละส่วนผสมซึ่งหาได้จากการทดสอบการบดอัดแบบมาตรฐาน โดยอัตราส่วน 1:6 และ 1:8 มีค่าความชื้นที่เหมาะสมร้อยละ 10.5 และ 10.2 ตามลำดับ ทั้งนี้ ความชื้นที่เหมาะสมเป็นเพียงแนวทางในการกำหนดปริมาณน้ำในเบื้องต้นเท่านั้น ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมจริงจะมีการปรับให้เหมาะสมเมื่อทำการอัดขึ้นรูป



ภาพที่ 1 ดินลูกรังที่ใช้ในการทำบล็อกประสาน



ภาพที่ 2 กราฟการกระจายขนาดของดินแดง

ตารางที่ 1 คุณสมบัติพื้นฐานของดินลูกรังที่ใช้เป็นส่วนผสมของบล็อกประสาน

คุณสมบัติ	ผลการทดลอง
ความถ่วงจำเพาะ	2.72
พิกัดเหลว	17.8
พิกัดพลาสติก	13.0
D ₁₀ (มม.)	0.078
D ₃₀ (มม.)	0.15
D ₆₀ (มม.)	0.25
สัมประสิทธิ์ความโค้ง	1.15
สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ	3.2
ชนิดของดินจำแนกตามระบบ USCS	SP-SC

วิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของความหนาแน่นที่มีต่อคุณสมบัติของบล็อกประสาน โดยนำปูนซีเมนต์ ดิน แดง และน้ำ ผสมกันในอัตราส่วนที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น แล้วนำไปอัดลงในแบบเหล็กให้เป็นก้อนขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 5 ซม. x 5 ซม. x 4 ซม. ด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกแบบมือโยกดึงภาพที่ 3 โดยให้ความหนาแน่นแตกต่างกัน 5 ค่า คือ 1800 1900 2000 2100 และ 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทำการดันก้อนตัวอย่างที่อัดเสร็จแล้วออกจากแบบ แล้วนำไปวางพักไว้ในที่ร่มเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปบ่มด้วยการฉีดพรมน้ำให้ทั่วแล้วหุ้มด้วยพลาสติกดังภาพที่ 4 จากนั้น นำไปทดสอบกำลังรับแรงอัดที่อายุ 7 14 และ 28 วัน และการดูดซึมน้ำที่อายุ 28 วัน โดยในทุกอัตราส่วนและทุกอายุการทดสอบจะใช้ก้อนตัวอย่าง 5 ก้อน เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย การทดสอบกำลังรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำทำตามมาตรฐาน มอก.109-2517 ASTM C109 [15] โดยการทดสอบกำลังรับแรงอัดจะนำบล็อกประสานไปกดด้วยเครื่องทดสอบจนวิบัติและคำนวณหาค่ากำลังรับแรงอัดดังสมการที่ 1 ส่วนการดูดซึมน้ำทำได้โดยนำบล็อกประสานไปแช่น้ำจนอิ่มตัวทั่วทั้งก้อนและนำไปอบจนแห้งสนิท ทำการชั่งน้ำหนักในสภาพอิ่มตัวและสภาพแห้งของบล็อกประสานแล้วคำนวณหาการดูดซึมน้ำดังสมการที่ 2 และ 3

กำลังรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{กำลังรับแรงอัด (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)} = \frac{P}{A} \quad (1)$$

เมื่อ P คือ แรงกดสูงสุดที่ก้อนตัวอย่างรับได้ (กิโลกรัม) และ A คือ พื้นที่รับแรงอัดของก้อนตัวอย่าง (ตารางเซนติเมตร)

$$\text{การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{การดูดซึมน้ำ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)} = \frac{W_1 - W_2}{V} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนักหลังแช่น้ำของก้อนตัวอย่าง (กิโลกรัม) W_2 คือ น้ำหนักอบแห้งของก้อนตัวอย่าง (กิโลกรัม) และ V คือ ปริมาตรของก้อนตัวอย่าง (ลูกบาศก์เมตร)



ภาพที่ 3 การอัดขึ้นรูปบล็อกประสานโดยใช้เครื่องอัดไฮดรอลิก



ภาพที่ 4 การบ่มบล็อกประสานด้วยการฉีดพรมน้ำและหุ้มด้วยพลาสติก

กำลังรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานจะนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 602/2547 ซึ่งกำหนดว่า บล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักต้องมีกำลังรับแรงอัดไม่น้อยกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีการดูดซึมน้ำเป็นไปตามตารางที่ 2 ส่วนบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนักจะกำหนดเฉพาะกำลังรับแรงอัดเท่านั้น โดยต้องมีกำลังรับแรงอัดไม่น้อยกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดการดูซึม้ำของบล็อกประสานตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 602/2547

หน่วยน้ำหนักบล็อกประสานเมื่ออบแห้ง (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	การดูซึม้ำสูงสุดเฉลี่ยจากบล็อกประสาน 5 ก้อน (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
ไม่เกิน 1680	288
1681 ถึง 1760	272
1761 ถึง 1840	256
1841 ถึง 1920	240
1921 ถึง 2000	224
มากกว่า 2000	208

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัด

จากการทดสอบกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานที่มีอัตราส่วนระหว่างดินลูกรังต่อปูนซีเมนต์ เท่ากับ 1:6 และ 1:8 ความหนาแน่น 1800 1900 2000 2100 และ 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ได้ผลการทดสอบดังภาพที่ 5 และ 6 ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อความหนาแน่นของบล็อกประสานเพิ่มขึ้นจาก 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จนถึง 2100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำลังรับแรงอัดมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่เมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจาก 2100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จนถึง 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กำลังรับแรงอัดกลับมีค่าลดลง สังเกตได้ว่าที่ความหนาแน่น 2100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บล็อกประสานมีกำลังรับแรงอัดสูงกว่าที่ความหนาแน่น 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร การเพิ่มขึ้นของกำลังรับแรงอัดตามความหนาแน่นในช่วง 1800 ถึง 2100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สอดคล้องกับงานการศึกษาของวุฒินัย และคณะ แต่การลดลงของกำลังรับแรงอัดเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นในช่วง 2100 ถึง 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นพฤติกรรมที่ตรงกันข้าม ซึ่งวุฒินัยและคณะ ศึกษาในช่วงความหนาแน่นประมาณ 1400 ถึง 2120 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จึงไม่พบพฤติกรรมดังกล่าว และสรุปเพียงว่า กำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นตามค่าความหนาแน่น ทั้งนี้ การลดลงของกำลังรับแรงอัดเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นในช่วง 2100 ถึง 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สามารถอธิบายได้ว่า การอัดขึ้นรูปบล็อกประสานที่ความหนาแน่น 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อาจทำให้เม็ดดินแตกเสียหายได้ เนื่องจากใช้แรงอัดที่สูงมาก และผู้วิจัยไม่สามารถอัดให้แน่นมากกว่านี้ได้

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดที่ความหนาแน่น 1900 2000 2100 และ 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กับกำลังรับแรงอัดที่ความหนาแน่น 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งพบว่าที่ความหนาแน่น 1900 2000 2100 และ 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บล็อกประสานมีกำลังรับแรงอัดเพิ่มจากความหนาแน่น 1,800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ร้อยละ 21-58 58-127 95-202 และ 58-120 ตามลำดับ ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังและอายุทดสอบ บล็อกประสานที่มีอัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรัง หากเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วน 1:6 กับ 1:8 จะเห็นว่า การเพิ่มของความหนาแน่นมีผลกระทบต่อกำลังรับแรงอัดของอัตราส่วน 1:8 มากกว่า 1:6 ซึ่งให้ผลแตกต่างจากงานวิจัยของวุฒินัย และคณะ ซึ่งได้สรุปว่า ส่วนผสมที่มีปริมาณปูนซีเมนต์มาก จะมีการเพิ่มขึ้นของกำลังรับแรงอัดที่มากกว่าส่วนผสมที่มีปริมาณปูนซีเมนต์น้อยเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบที่ความหนาแน่นเดียวกัน จะเห็นว่าอัตราส่วน 1:6 มีกำลังรับแรงอัดมากกว่าอัตราส่วน 1:8 ทุกอายุการทดสอบ ทั้งนี้ เนื่องจากอัตราส่วน 1:6 มีปริมาณปูนซีเมนต์มากกว่าอัตราส่วน 1:8 จึงเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน

ระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำและได้สารเชื่อมประสานในปริมาณที่มากกว่า ส่งผลให้บล็อกประสานมีความแข็งแรงกว่า บล็อกประสานทุกอัตราส่วนผสมและทุกความหนาแน่นมีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นตามอายุ โดยอัตราส่วน 1:6 กำลังรับแรงอัดที่อายุ 14 และ 28 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นจากกำลังรับแรงอัดที่อายุ 7 วันร้อยละ 19 - 48 และ ร้อยละ 31 - 100 ตามลำดับ และอัตราส่วน 1:8 กำลังรับแรงอัดที่อายุ 14 และ 28 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นจากกำลังรับแรงอัดที่อายุ 7 วันร้อยละ 14 - 25 และ ร้อยละ 45 - 93 ตามลำดับ ทั้งนี้ กำลังรับแรงอัดที่เพิ่มขึ้นตามอายุเกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชันระหว่างน้ำกับปูนซีเมนต์ ซึ่งอัตราส่วน 1:6 จะพัฒนากำลังรับแรงอัดได้มากกว่าอัตราส่วน 1:8 เนื่องจากมีปริมาณของปูนซีเมนต์มากกว่า

ตารางที่ 3 ร้อยละของกำลังรับแรงอัดที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่น 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

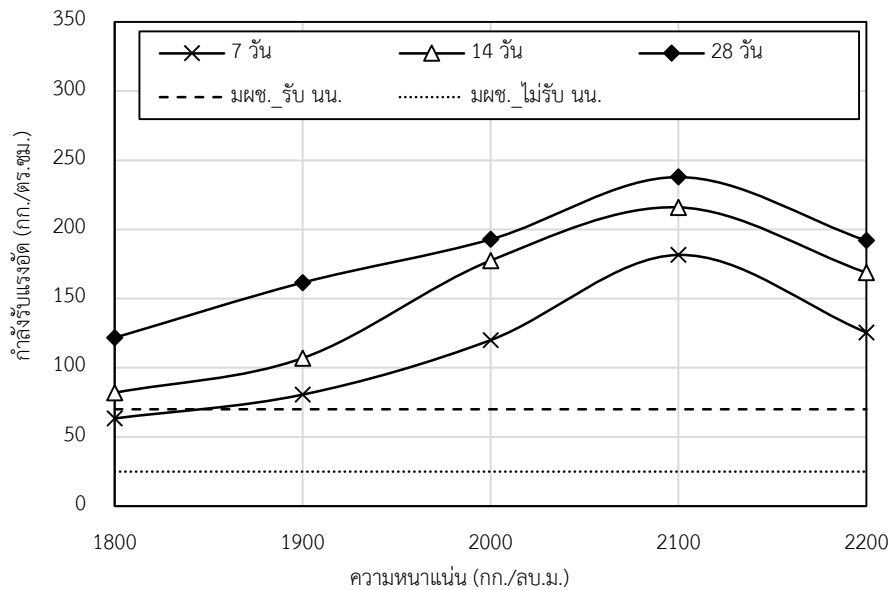
ความหนาแน่น กก./ลบ.ม.	กำลังอัดที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่น 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ร้อยละ)					
	อัตราส่วน 1:6			อัตราส่วน 1:8		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
1800	-	-	-	-	-	-
1900	27.2	30.6	32.7	57.6	43.6	21.5
2000	89.3	116.7	58.3	126.9	107.8	100.2
2100	186.6	163.8	95.3	201.2	201.7	126.7
2200	98.1	106.1	57.6	119.9	115.0	68.9

เมื่อเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานกับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน มพข. 602/2547 ซึ่งกำหนดกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานต้องไม่ต่ำกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับชนิดรับน้ำหนัก และไม่ต่ำกว่า 25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สำหรับชนิดไม่รับน้ำหนัก พบว่าในชนิดไม่รับน้ำหนัก บล็อกประสานทั้งหมดมีกำลังรับแรงอัดผ่านตามเกณฑ์ ส่วนในชนิดรับน้ำหนัก บล็อกประสานเกือบทั้งหมดมีกำลังรับแรงอัดผ่านตามเกณฑ์ ยกเว้นอัตราส่วน 1:6 ที่มีความหนาแน่น 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่อายุ 7 วัน และอัตราส่วน 1:8 ที่มีความหนาแน่น 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่อายุ 7 และ 14 วัน ผลที่ได้นี้ มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของวุฒินัยและคณะ ซึ่งสรุปว่า บล็อกประสานที่มีความหนาแน่นมากกว่า 1700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีกำลังรับแรงอัดผ่านตามข้อกำหนด หากพิจารณามาตรฐานของบล็อกประสานแล้วสามารถกล่าวได้ว่า ในบล็อกประสานชนิดไม่รับน้ำหนัก อัตราส่วน 1:8 ที่มีความหนาแน่น 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการผลิตบล็อกประสาน เนื่องจากใช้ปริมาณปูนซีเมนต์น้อย มีน้ำหนักเบา โดยที่มีกำลังรับแรงตั้งแต่อายุ 7 วันผ่านตามเกณฑ์ ส่วนบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก หากพิจารณาที่อายุ 7 วัน อัตราส่วน 1:8 มีความหนาแน่น 1900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการผลิตบล็อกประสาน แต่ถ้าพิจารณาที่อายุ 14 วัน อัตราส่วนผสม 1:6 ที่มีความหนาแน่น 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอัตราส่วนผสม 1:8 มีความหนาแน่น 1900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการผลิตบล็อกประสาน

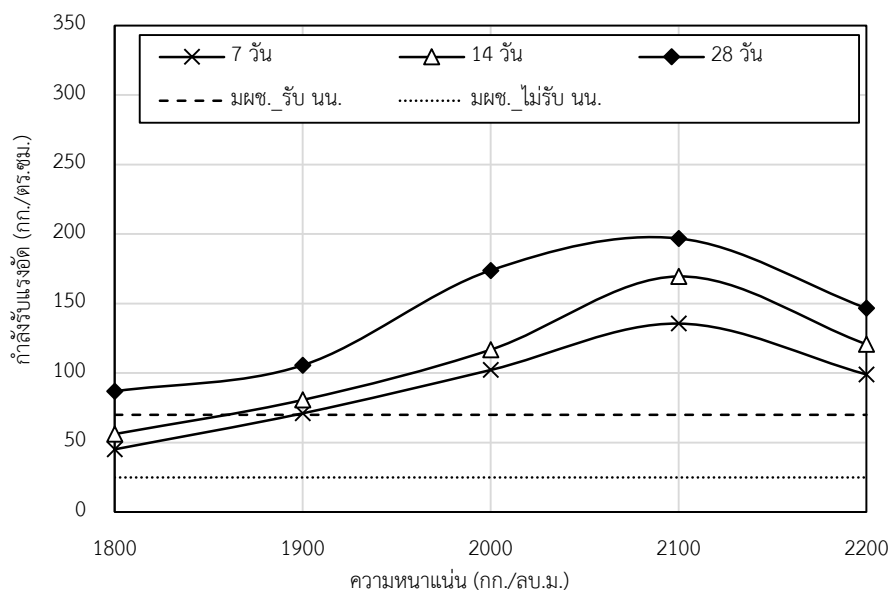
ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ

จากการทดสอบการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานที่อายุ 28 วัน ที่มีอัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังเท่ากับ 1:6 และ 1:8 และมีความหนาแน่น 1800 1900 2000 2100 และ 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ได้ผลดังภาพที่ 7 โดยแกนตั้งแสดงค่าการดูดซึมน้ำในหน่วยกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งหมายถึงน้ำหนักของน้ำเป็นกิโลกรัมที่บล็อกประสานปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตรสามารถดูดซึมได้ จะเห็นว่า เมื่อความหนาแน่นของบล็อกประสานเพิ่มขึ้นการดูดซึมน้ำมีค่าลดลง

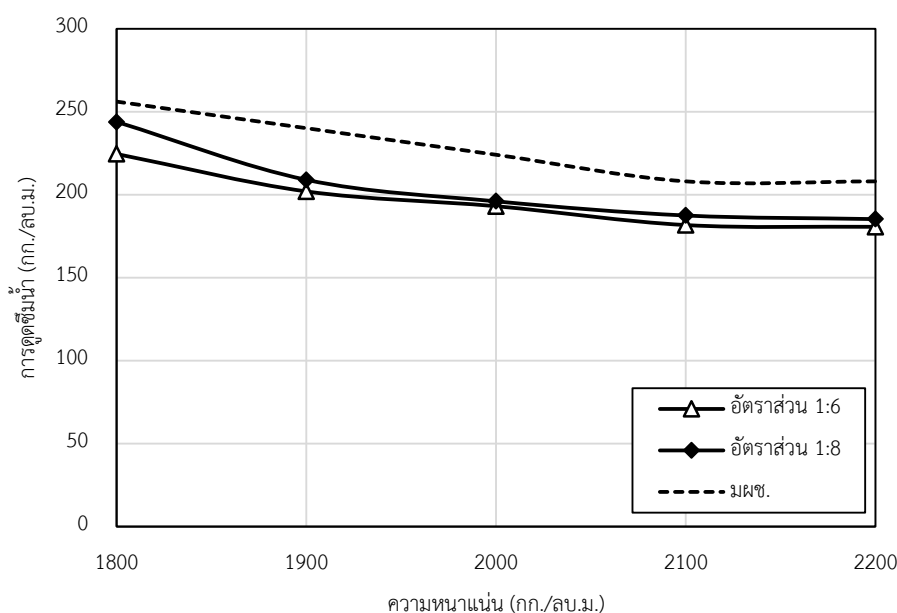
ทั้งนี้ บล็อกประสานที่มีความหนาแน่นมากจะมีโพรงลดลง จึงสามารถดูดน้ำได้น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วน 1:6 และ 1:8 พบว่า อัตราส่วน 1:6 ดูดซึมน้ำได้น้อยกว่าอัตราส่วน 1:8 ซึ่งมีความสอดคล้องกับกำลังรับแรงอัด กล่าวคือ อัตราส่วนที่มีกำลังรับแรงอัดสูงจะมีการดูดซึมน้ำต่ำ อย่างไรก็ตาม การดูดซึมน้ำของอัตราส่วน 1:6 และ 1:8 มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อพิจารณามาตรฐาน มผช. 602/2547 ในตารางที่ 1 ซึ่งกำหนดค่าสูงสุดของการดูดซึมน้ำของบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักโดยขึ้นอยู่กับหน่วยน้ำหนักแห้งของบล็อกประสานพบว่า ทุกอัตราส่วนและทุกความหนาแน่นมีค่าการดูดซึมน้ำที่อายุ 28 วันผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 5 กำลังรับน้ำหนักของบล็อกประสานที่มีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังเท่ากับ 1:6 ที่ความหนาแน่นต่างๆ



ภาพที่ 6 กำลังรับน้ำหนักของบล็อกประสานที่มีอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังเท่ากับ 1:8 ที่ความหนาแน่นต่างๆ



ภาพที่ 7 การดูดซึมน้ำของบล็อกประสานที่มีความหนาแน่นต่างๆ ที่อายุ 28 วัน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลกระทบของความหนาแน่นของบล็อกประสานที่มีต่อกำลังรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำ โดยมีอัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรังเท่ากับ 1:6 และ 1:8 และอัดขึ้นรูปบล็อกประสานให้มีความหนาแน่น 1800 1900 2000 2100 และ 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แล้วทำการทดสอบหากลึงรับแรงอัดที่อายุ 7 14 และ 28 วัน และการดูดซึมน้ำที่อายุ 28 วัน สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ความหนาแน่นของบล็อกประสานเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีผลต่อกำลังรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำ การเพิ่มความหนาแน่นจาก 1800 จนถึง 2100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สามารถช่วยเพิ่มกำลังรับแรงอัดของบล็อกประสานได้ถึง 2 – 3 เท่า และช่วยลดการดูดซึมน้ำได้ถึงร้อยละ 25 กำลังรับแรงอัดของอัตราส่วน 1:8 สามารถเพิ่มขึ้นได้มากกว่าอัตราส่วน 1:6 เมื่อความหนาแน่นของบล็อกประสานเพิ่มขึ้น

2) ความแน่นที่ให้กำลังรับแรงอัดสูงสุดทั้งอัตราส่วน 1:6 และ 1:8 คือ 2100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร การเพิ่มความหนาแน่นจาก 2100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็น 2200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไม่ได้ช่วยให้กำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น แต่กลับทำให้กำลังรับแรงอัดลดลง

3) อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมซึ่งพิจารณาจากการใช้ปูนซีเมนต์ในปริมาณที่น้อย น้ำหนักเบา และมีคุณสมบัติผ่านมาตรฐาน ได้แก่ อัตราส่วน 1:8 ที่มีความหนาแน่น 1800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับชนิดไม่รับน้ำหนัก และอัตราส่วน 1:8 ที่มีความหนาแน่น 1900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับชนิดรับน้ำหนัก

จากผลการศึกษาข้างต้นจึงกล่าวได้ว่า ความหนาแน่นของบล็อกประสานเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อคุณสมบัติของบล็อกประสาน ดังนั้น ในการผลิตบล็อกประสานสามารถควบคุมความหนาแน่นในขั้นตอนการอัดขึ้นรูปเพื่อให้ได้บล็อกประสานที่เหมาะสมทั้งในแง่ของคุณสมบัติและต้นทุนการผลิต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Saramakom S. Usage of fly ash for manufacturing interlocking block [MSc thesis]. Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology; 2013. Thai.
2. Dechburum A. Interlocking block containing fly ash and bottom ash [MSc thesis]. Maha Sarakham: Mahasarakham University; 2018. Thai.
3. Charoon C. Interlocking blocks containing oil palm ash and shells waste. Journal of Community Development and Life Quality. 2014; 2(1): 103-112. Thai.
4. Dasaesamoh A, Vaji P, Salae P, Naesae N. Para rubber wood fly ash containing interlocking brick. Journal of Yala Rajabhat University. 2015; 10(1): 77-86.
5. Sangiamsak N, Cheerarot R. Use of water supply sludge as a mixture in soil cement block. Proceeding of the 12th National Convention on Civil Engineering; 2007 May 2-4; Amarin Lagoon Hotel, Phitsanulok: The Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage; 2007. p.195-199.
6. Kongsomsaksiri S, Pongsuwan A. Paving blocks mixed with sludge. Bangkok: King Mongkut' s University of Technology North Bangkok; 2009 May. Report No.: RDG5050022.
7. Khamput P, Suweero K, Boksuwan A, Panlai N. The use of volcanic rock dust in interlocking block products. 2015; 3(2): 239-247. Thai.
8. Yingchaloenkitkhajorn K, Klathae T. Applied of crushed oyster shell in the interlocking block product for rural community. Bangkok: College of Industrial Technology and Management, Rajamangala University of Technology Srivijaya; 2018.
9. Garaged S. Interlocking block manufactured from cement and crushed golden apple snail shell [MSc thesis]. Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology; 2014. Thai.
10. Nuansawan N. Utilization of label waste for making interlocking concrete paving block by using limestone power-cement as binder [MSc thesis]. Bangkok: Chulalongkorn University; 2008. Thai.
11. Amornfa K. Engineering properties improvement of interlocking block by mixing with sand. Naresuan University Engineering Journal. 2016; 11(1): 67-73. Thai.
12. Hirun Y, Greepala V, Nokkaew K. Qualitative improvement of Sakon Nakhon lateritic interlocking block soil by backfill sand. Proceeding of the 16th National Convention on Civil Engineering; 2011 May 18-20; Chonburi: The Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage; 2007.
13. Kokkamhaeng W, Thongnoi S, Hiranmarn W, Puangprakhon P. Capacity of compressive strength and water absorption of blockprasan. Proceeding of the 15th National Convention on Civil Engineering; 2010 May 12-14; Sunee Grand & Convention Center, Ubon Ratchathani: The Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage; 2010.
14. TCPS 602/2547. Thai Community Product Standards. Thai Industrial Standards Institute (TISI), 2004.
15. TISI 109-2547. Standard for Sampling and Testing Concrete Masonry Units, Thai Industrial Standards Institute, 1974.