

การทดสอบความสามารถในการรับกำลังของบล็อกประสานประเทศไทย

The test of the compressive strength of an interlocking block of Thailand

ณัฐพงศ์ จันท์เพ็ชร์^{1*} และ วุฒินัย กกกำแหง²
 Natapong Janpetch^{1*} and Wutinai Kokkamhaeng²

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการดำเนินงานครั้งนี้ คือ ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางวิศวกรรมของบล็อกประสาน จากการเก็บก้อนตัวอย่าง 10 แหล่ง โดยการสุ่มจากโรงงานทั่วประเทศเพื่อตรวจสอบคุณภาพโดยเตรียมตัวอย่าง 2 แบบ แบบก้อนเดี่ยวและแบบแท่งปริซึม เพื่อหาค่ากำลังรับแรงอัด ค่าการดูดกลืนน้ำ และค่าความหนาแน่นแห้ง ใช้วัสดุเชื่อมประสานที่ใช้ปูนซีเมนต์ 2 ประเภท คือปูนปอร์ตแลนด์ และปูนซีเมนต์ผสม (ปูนก่อฉาบ) ในอัตราส่วน 1:2 ผสมน้ำที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) เท่ากับ 0.75 พบว่ากำลังรับแรงอัดต่อก้อนของบล็อกประสาน จากทุกแหล่งผ่านมาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 70 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ได้ค่า fm' อยู่ที่ 63-80 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ผลทดสอบการรับกำลังอัดแท่งปริซึม ได้ค่าอัตราส่วน h/t เท่ากับ 3.2 และค่าปรับแก้กำลังอัดเท่ากับ 1.12 ยังพบว่ารูปแบบของบล็อกประสานที่มีร่องเว้ามากและมีร่องแนวยาวเชื่อมถึงกัน และชนิดปูนปอร์ตแลนด์ การไหลที่ดีของวัสดุเชื่อมประสาน มีผลทำให้กำลังอัดของแท่งปริซึมมีกำลังอัดที่สูง รวมทั้งการทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำมีความสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่นเป็นอย่างมาก จากการเขียนกราฟได้ความชันกราฟเท่ากับ -25 แสดงถึงว่ายิ่งมีความหนาแน่นมากเท่าไรค่าการดูดกลืนน้ำยิ่งน้อยตามไปด้วย แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างบล็อกประสานที่เลือกสุ่มมานั้น มีการควบคุมคุณภาพที่ดีตั้งแต่การคัดเลือกวัสดุรวมปริมาณส่วนผสมปูนซีเมนต์ ปริมาณน้ำหนักต่อก้อน และการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดที่มีกำลังสูง

คำสำคัญ: บล็อกประสาน ค่าความหนาแน่น ค่าการดูดกลืนน้ำ กำลังรับแรงอัด

Abstract

The purpose of this research was to study on engineering property of interlocking blocks by selecting 10 random samples from factories around the country and check its quality. Two types of samples were prepared, including individual blocks and prism-shaped interlocking blocks aiming to find compressive strength, water absorption, and dry density. Binder materials were ordinary Portland cement and mixed cement in proportion of 1: 2 with water proportion of 0.75. It was found that the compressive strength of interlocking blocks from all sources passed the standard that was set at 70 kg/cm² with fm' at 63-80 kg/cm². The test result on prism-shaped interlocking blocks was found h/t of 3.2 and compressive strength of 1.12. In addition, the shape of interlocking blocks, types of Portland cement and liquidity of the binder materials would cause the compressive strength of prism-shaped

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ นนทบุรี

¹ Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Nonthaburi

² สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

² Thailand Institute of Scientific and Technological Research

* Corresponding author. E-mail: jnatapong@hotmail.com

interlocking blocks to be higher. The water absorption was also related to the degree of density. The slope of the graph was equal to -25 . This indicates that the higher the density, the less water absorption will be. This can explain the fact that the selected interlocking blocks had good quality control, ranging from the selection of materials, proportion of cement components, weight per blocks and high compressive strength.

Keywords: interlocking block, density, submission procedure, the compressive strength

บทนำ

พฤติกรรมเชิงกลของวัสดุก่อ (masonry) ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น รูปร่างและคุณสมบัติต่างๆ ของก้อนวัสดุของปูนก่อและตัวอย่างวัสดุที่ใช้ทดสอบ (Hendry, 1998) บล็อกประสานเป็นวัสดุก่อ (masonry) ชนิดหนึ่งที่ถูกพัฒนามาใช้ก่อสร้างผนังรับน้ำหนัก (loadbearing wall) (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2554) บล็อกประสานมีมาในประเทศไทยกว่า 40 ปี แต่จนถึงปัจจุบันอาคารสิ่งปลูกสร้างจากบล็อกประสานยังคงไม่ได้รับความนิยมมากนักเมื่อเทียบกับอาคารสิ่งปลูกสร้างจากวัสดุอื่นๆ ซึ่งประเด็นปัญหาที่สำคัญเนื่องมาจากการยอมรับในตัววัสดุก่อ (masonry) ขั้นตอนการออกแบบอาคารและการก่อสร้าง ยังไม่มีข้อกำหนดที่ชัดเจน ข้อดีบล็อกประสาน สามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้าง ลดเสียงรบกวนได้ ประหยัดพลังงานและราคาก่อสร้าง แต่ปัญหาของบล็อกประสานก็มี วุฒินัยและคณะ (2553) ศึกษาพบว่าคุณภาพวัสดุผสมรวม ที่นำมาผลิตบล็อกประสาน ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น หินทราย ซึ่งในแต่ละแหล่งวัตถุดิบ มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นขนาดส่วนคละของเม็ดดิน เนื่องจากส่วนคละมีความสำคัญต่อการรับกำลังอัด ปริมาณน้ำหรือความชื้น ก็มีผลต่อความหนาแน่น ปริมาณน้ำที่เหมาะสมจะสามารถอัดบล็อกประสานให้ได้ความหนาแน่นสูง ส่งผลทำให้ก้อนบล็อกประสานมีกำลังรับ

แรงอัดเพิ่มขึ้นต่อมาคือคุณภาพเครื่องอัดขึ้นรูป บล็อกประสาน มี 2 ประเภท คือ เครื่องอัดโดยใช้แรงคนและเครื่องอัดใช้ระบบไฮดรอลิก ปัญหาคือ เมื่อใช้เครื่องไประยะหนึ่งจะเกิดสึกหรอของชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องอัด ทำให้เมื่ออัดอิฐแล้วขนาดของอิฐไม่เท่ากัน เกิดการบิดเบี้ยว เมื่อนำไปก่อแล้วจะเกิดปัญหาไม่ได้ระดับของแนวก่อ และหน้าสัมผัสของเอียงเนื่องจากขนาดที่ไม่เท่ากัน และส่วนที่สำคัญอีกหนึ่งสิ่งคือช่างรับก่อสร้างหรือผู้รับเหมาที่ไม่มีความรู้ ไม่มีความชำนาญไม่ได้รับการอบรมเทคนิคในการก่อสร้างอาคารด้วยบล็อกประสานแล้วมารับทำงาน ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ จึงเป็นสาเหตุให้บล็อกประสานไม่เป็นที่นิยม บล็อกประสานจึงเป็นที่นิยมนำมาใช้ในงานตกแต่งสวน ทำบ่อเลี้ยงปลา เพื่อความสวยงามเป็นส่วนใหญ่

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้เกิดผลกระทบต่อการนำบล็อกประสานมาใช้ก่อสร้างอาคาร เนื่องจากผู้ผลิตบล็อกประสานผลิตมาโดยที่ไม่มีการควบคุมคุณภาพตามมาตรฐานหรือเกณฑ์มาตรฐานที่ชัดเจน เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของบล็อกประสานที่ควบคุมตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตจนถึงคุณภาพที่ผลิตเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นการดำเนินงานนี้จึงเป็นการศึกษาคุณภาพของบล็อกประสาน โดยรวบรวมมาจากแหล่งผลิตทั่วประเทศ เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพของบล็อกประสาน และศึกษาคำนวณน้ำหนักบรรทุกที่ยอมให้

ตามมาตรฐาน ว.ส.ท.1005 -18 (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2541) เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาการออกแบบคำนวณงานโครงสร้างต่อไป และศึกษาแนวทางการกำหนดการควบคุมคุณภาพของอิฐบล็อกประสาน ต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่าง

2.1 เก็บตัวอย่างก้อนบล็อกจากประสาน 10 แห่่งจากการสุ่มโรงงานทั่วประเทศแห่่งละ 40 ก้อน

2.2 ทดสอบกำลังอัดของก้อนบล็อกจากประสานตามมาตรฐาน มอก.109-2517 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2517) แห่่งละ 5 ตัวอย่าง



Figure 1 Preparing sample of individual blocks.

2.3 ทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนตัวอย่างปูนเกร้าท์ที่ใช้ปูนซีเมนต์ 2 ชนิด คือ ปูนปอร์ตแลนด์และปูนซีเมนต์ผสม (ปูนก่อฉาบ) ส่วนผสมปูน 1 ส่วนต่อทรายหยาบ 2 ส่วนโดยน้ำหนัก ผสมน้ำที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) 0.75 อย่างละ 3 ตัวอย่าง

2.4 ทดสอบค่าการดูดกลืนน้ำของก้อนบล็อกจากประสาน ตามมาตรฐาน มอก.109-2517 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2517) แห่่งละ 5 ตัวอย่าง

2.5 ก่อแท่งปริซึมจากบล็อกจากประสานตามมาตรฐาน ASTM C 1314-02a (American Society for Testing and Materials, 2002) จำนวนแห่่งละ 3 ชิ้นงาน โดยกอบบล็อกจากประสานแบบตรงวางเรียงสูง 4 ชั้น หยอดด้วยปูนเกร้าท์ให้เต็มทูลูกโดยมีอัตราส่วนปูนเกร้าท์ที่ใช้คือ ปูนปอร์ตแลนด์ประเภท 1 หนึ่งส่วนต่อทรายหยาบสองส่วนโดยน้ำหนัก ผสมน้ำที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) 0.75

2.6 ก่อแท่งปริซึมจากบล็อกจากประสานตามมาตรฐาน ASTM C 1314-02a (American Society for Testing and Materials, 2002) จำนวนแห่่งละ 3 ชิ้นงาน โดยกอบบล็อกจากประสานแบบตรงวางเรียงสูง 4 ชั้น หยอดด้วยปูนเกร้าท์ให้เต็มทูลูกโดยมีอัตราส่วนปูนเกร้าท์ที่ใช้คือ ปูนซีเมนต์ผสม (ปูนก่อฉาบ) หนึ่งส่วนต่อทรายหยาบสองส่วนโดยน้ำหนัก ผสมน้ำที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (w/c) 0.75 ดังแสดงใน (Figure 1)

2.7 ทดสอบกำลังอัดของแท่งปริซึมที่อายุ 28 วัน

2.8 คำนวณผลการทดสอบกำลังอัดโดยนำค่ากำลังอัดสูงสุดที่เกิดขึ้นหารด้วยพื้นที่หน้าตัดของแท่งปริซึม แล้วคูณด้วยค่าปรับแก้กำลังอัด (ht) ของแท่งปริซึม

2.9 วิเคราะห์ผลการทดสอบ

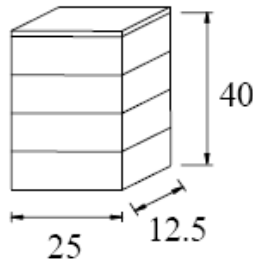


Figure 2 Preparing sample of prism-shaped interlocking blocks.

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ความสามารถในการรับกำลังแรงอัดต่อก้อนเดี่ยวของบล็อกประสาน

การทดสอบความสามารถในการรับกำลังแรงอัดของบล็อกประสาน ทำการทดสอบตามมาตรฐาน มอก.109-2517 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2517) โดยทดสอบบล็อกประสานจากการสุ่มมา 10 แห่ง จากโรงงานในจังหวัดกำแพงเพชร ชัยภูมิ เชียงใหม่ บุรีรัมย์ สระบุรี ฉะเชิงเทรา นครปฐม สุราษฎร์ธานี จันทบุรี และราชบุรี ผลการวิจัยพบว่า กำลังรับแรงอัดเฉลี่ยต่อก้อนเดี่ยวของบล็อกประสาน เมื่อต่างโรงงาน จะมีค่าที่แตกต่างกันไป และมีค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยที่สูงกว่าข้อกำหนดมาตรฐานวัสดุก่อ 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ทั้งหมดทุกโรงงาน ดังแสดงใน (Figure 3)

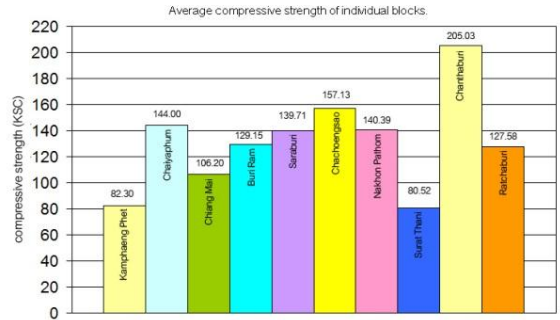


Figure 3 Average compressive strength of individual blocks.

3.2 ความสามารถในการรับกำลังแรงอัดเฉลี่ยของปูนเกร้าท์ (วัสดุเชื่อมประสาน)

ค่าการรับกำลังแรงอัดเฉลี่ยของปูนเกร้าท์ (วัสดุเชื่อมประสาน) จากส่วนผสมปูนปอร์ตแลนด์และจากปูนซีเมนต์ผสม พบว่าปูนเกร้าท์จากปูนปอร์ตแลนด์ (ปูนโครงสร้าง) และปูนเกร้าท์จากปูนซีเมนต์ผสม (ปูนก่อฉาบ) จะมีค่าแตกต่างกัน ดังแสดงใน (Figure 4)

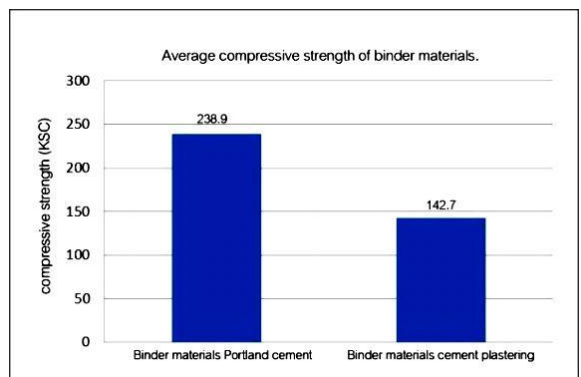


Figure 4 Average compressive strength of binder materials.

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าวัสดุเชื่อมประสานจะมีค่ากำลังอัดสูงกว่ากำลังอัดของก้อนบล็อก โดยสูงกว่าค่ากำลังอัดตามมาตรฐานวัสดุที่กำหนดไว้ 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีค่าสูงมากกว่าสองเท่า แสดงว่าอัตราส่วนผสมดังกล่าวสามารถนำไปใช้งานได้จริง

3.3 ความสามารถในการรับกำลังแรงอัดของแท่งปริซึมบล็อกประสาน

การทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดของแท่งปริซึมบล็อกประสานเป็นการทดสอบความสามารถในการรับกำลังที่ให้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากกว่าการทดสอบกำลังอัดต่อก้อนเดี่ยว เนื่องจากการทดสอบแบบแท่งปริซึม จะมีผลจากการถ่ายแรงจากก้อนบล็อกประสานในแต่ละชั้น รวมถึงค่าความสูงประสิทธิภาพเข้ามาเกี่ยวข้อง กำลังแรงอัดที่ได้จากการทดสอบแบบปริซึมนี้ จะใช้เป็นค่าในการคำนวณออกแบบโครงสร้างอาคาร มาตรฐาน ว.ส.ท. 1005-18 (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2541) ดังนั้นการก่อแท่งปริซึมจะต้องก่อเป็นแท่งโดยควบคุมการก่อให้เหมือนการก่อสร้างจริง โดยทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 1314-02a (American Society for Testing and Materials, 2002) แท่งปริซึมที่ใช้ทดสอบมีขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 12.5×25.0×40.0 เซนติเมตร เมื่อนำมาคำนวณหาอัตราส่วนความสูงต่อความหนาจะมีค่าเท่ากับ 3.2 ดังนั้นจะมีค่าปรับแก้กำลังเนื่องจากผลของความสูงต่อความหนาเท่ากับ 1.12

ผลการทดสอบพบว่ากำลังอัดของแท่งปริซึมจะมีค่าลดลง จากค่ากำลังอัดต่อก้อนเดี่ยว ในทุกแหล่งของตัวอย่าง ไม่ว่าจะเชื่อมประสานด้วยปูนแก้วรัท สูตรปูนปอร์ตแลนด์ หรือสูตรปูนซีเมนต์ผสม และในทุกแหล่งค่ากำลังรับแรงอัดแท่งปริซึมที่เชื่อมประสานด้วยปูนซีเมนต์ผสม มีค่ากำลังอัดที่ต่ำกว่าการเชื่อมประสานด้วยปูนปอร์ตแลนด์ ดังแสดงใน (Figure 5) และแสดงใน (Figure 6)

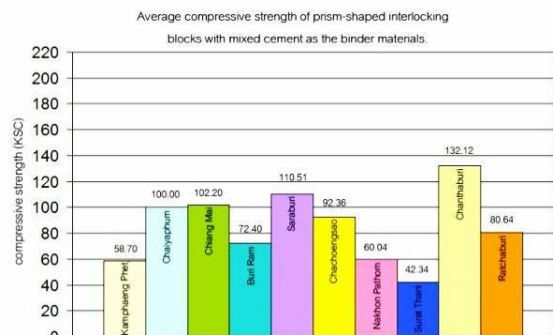


Figure 5 Average compressive strength of prism-shaped interlocking blocks with Portland cement as the binder materials.

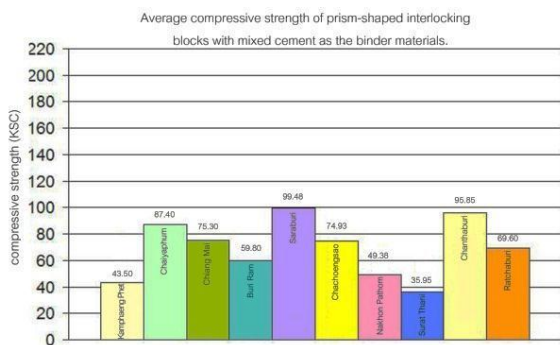


Figure 6 Average compressive strength of prism-shaped interlocking blocks with mixed cement as the binder materials.

จากการศึกษาผลการทดสอบแท่งปริซึมเมื่อเชื่อมประสานด้วยปูนซีเมนต์ผสมมีกำลังอัดต่ำกว่าการเชื่อมประสานด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ แสดงให้เห็นว่าปูนซีเมนต์มีส่วนสำคัญที่จะทำให้การเชื่อมประสานดีหรือไม่ดี ซึ่งจะส่งผลถึงความสามารถในการรับกำลังอัดของแท่งปริซึมว่าสามารถรับกำลังได้สูงหรือต่ำ และสิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ รูปแบบของบล็อกประสานซึ่งถ้าพิจารณาความสามารถในการรับกำลังอัดเฉลี่ยของปริซึมพบว่าบล็อกประสานที่มาจากจังหวัดเชียงใหม่การทดสอบแบบปริซึมจะมีค่ากำลังอัดลดลงจากค่ากำลังอัดต่อก่อนเดี่ยวในอัตราส่วนที่น้อยกว่าบล็อกประสานที่มาจากโรงงานอื่นๆ ซึ่งเป็นผลมาจากรูปแบบของก้อนบล็อกประสาน เนื่องจากบล็อกประสานจากจังหวัดเชียงใหม่ จะเป็นบล็อกประสานที่มีร่องด้านล่างที่เว้าขึ้นมาสูงมาก และเป็นแนวยาวเชื่อมต่อกันระหว่างรอยอดปูนเก็ร่าที่ดังแสดงใน (Figure 7)



Figure 7 Concave appearance under the interlocking blocks from Chiang Mai, Saraburi, and Chantaburi.

จากขนาดของร่องเว้าด้านล่างที่สูงมากกว่าและมีร่องที่ใหญ่กว่าบล็อกประสานจากโรงงานอื่นๆ ทำให้การเชื่อมประสานด้วยปูนเก็ร่าที่ต้องใช้มากกว่าปกติ แต่มีข้อดีคือปูนเก็ร่าที่ไหลได้ทั่วถึงมากขึ้นและไหลไปได้ง่ายขึ้นซึ่งโดยปกติตัวปูนเก็ร่าเองจะมีความแข็งแรงที่มากกว่าก้อนบล็อกประสานทำให้เกิดการส่งถ่ายแรงบางส่วนในตัวปูนเก็ร่าที่โดยตรงอยู่แล้ว ลักษณะการไหลที่ดีดังแสดง (Figure 8)

จากการผลการทดสอบค่ากำลังอัดแท่งปริซึมและกำลังอัดต่อก่อนเดี่ยว เมื่อข้อมูลมาเปรียบเทียบกัน โดยแสดงเป็นกราฟร้อยละ ดังแสดงใน (Figure 9) โดยกำหนดให้กำลังก่อนเดี่ยวคิดเป็นร้อยเปอร์เซ็นต์พบว่ากำลังอัดของแท่งปริซึมบล็อกประสานลดลงจากกำลังอัดก่อนเดี่ยวทุกแหล่ง



Figure 8 Liquidity characteristic of the binder materials.

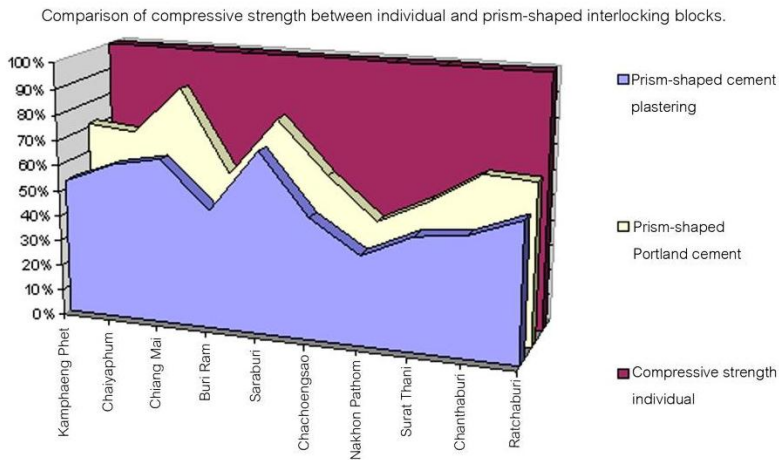


Figure 9 Comparison of compressive strength between individual and prism-shaped interlocking blocks.

จากการศึกษาพบว่า เนื่องจากในการก่อแท่งปริซึมบล็อกประสานนั้น เป็นการวางเรียงก้อนบล็อกซ้อนกันเป็นชั้น เมื่อมีแรงมากระทำต่อแท่งปริซึมการส่งถ่ายกำลังแรงอัดจะเกิดขึ้นที่หน้าสัมผัสของก้อนบล็อกประสาน โดยมีปูนเกร้าท์เป็นตัวเชื่อมประสานไว้ ดังนั้นพื้นที่ผิวที่สัมผัสกันจะมีการส่งถ่ายแรงซึ่งกันและกัน ส่วนที่ไม่ได้สัมผัสกันก็จะไม่เกิดการส่งถ่ายแรง จึงเป็นเหตุทำให้ความสามารถในการรับกำลังอัดลดลงอย่างมากของแท่งปริซึมเมื่อเทียบจากกำลังอัดก้อนเดี่ยว แต่มีข้อสังเกตคือถ้าคิดอัตราการลดลงของความสามารถในการรับกำลังเป็นเปอร์เซ็นต์ จะพบว่าอัตราการลดลงของความสามารถในการรับกำลังอัดของบล็อกประสานจากแต่ละโรงงานจะมีไม่เท่ากัน และไม่ได้ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของก้อนบล็อกประสานโดยตรง

แต่ถ้าพิจารณาที่ความสามารถในการรับกำลังที่เหลืออยู่พบว่าจะมีแนวโน้มเหมือนกับความสามารถในการรับกำลังของก้อนเดี่ยว กล่าวคือ

ถ้าก้อนเดี่ยวมีกำลังอัดสูง กำลังอัดของแท่งปริซึมก็จะสูงตามไปด้วย ซึ่งความแตกต่างตรงนี้เป็นผลมาจากบล็อกประสานจากแต่ละโรงงานจะมีรูปแบบของรูหยอดปูนเกร้าท์ และร่องด้านใต้ที่ไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะในกรณีของบล็อกประสานจากจังหวัดเชียงใหม่ ที่ร่องด้านใต้มีขนาดใหญ่มาก กว้างมาก และสูงมาก ทำให้อัตราการลดลงของกำลังอัดจากก้อนเดี่ยวมีน้อยลงตามไปด้วย

เมื่อจัดกลุ่มโรงงานที่ผลิตบล็อกประสานที่มีร่องด้านใต้จากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มเลือกมาจะพบว่า มี 3 แห่ง ได้แก่ บล็อกประสานจากจังหวัดเชียงใหม่ สระบุรี และจันทบุรี ซึ่งจากผลการทดสอบกำลังอัดแบบแท่งปริซึมพบว่า จะมีความสามารถในการรับกำลังอัดที่สูงกว่าบล็อกประสานจากแหล่งอื่นๆ จากการเชื่อมประสานด้วยปูนเกร้าท์ที่ดีกว่า เนื่องจากมีโพรงเชื่อมระหว่างรูหยอดปูนเกร้าท์ที่มีขนาดใหญ่ ปูนเกร้าท์จึงไหลได้ง่ายและมากกว่า แต่มีข้อเสียคือต้องใช้ปูนเกร้าท์ในปริมาณที่มากกว่า

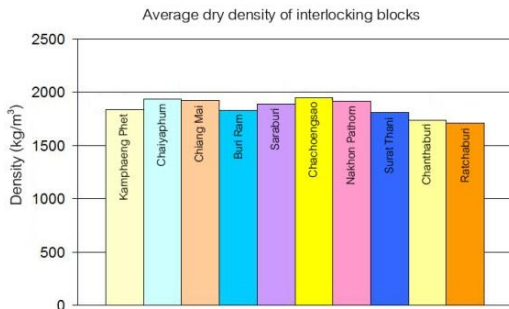


Figure 10 Average dry density of interlocking blocks.

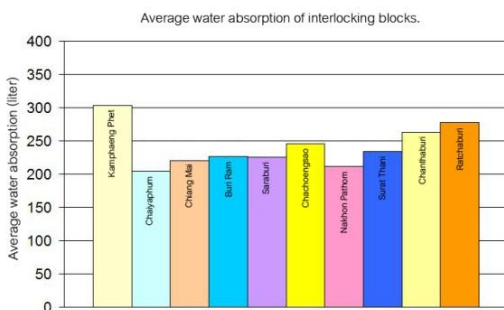


Figure 11 Average water absorption of interlocking blocks.

3.4 ค่าความหนาแน่นแห้งและค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสาน

การทดสอบค่าความหนาแน่น และค่าการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสาน ทดสอบตามมาตรฐาน มอก.109-2517

ผลการทดสอบค่าความหนาแน่นแห้ง (dry density) ของก้อนบล็อกประสานจากแต่ละแหล่งพบว่าจะมีค่าความหนาแน่นแห้งแตกต่างกันเล็กน้อยตามแต่ละโรงงาน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,800-2,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ดังแสดงใน (Figure 10) และพิจารณาบล็อกประสานที่มาจากรโรงงานเดียวกันจะมีค่าความหนาแน่นแห้งที่ใกล้เคียง

กันมาก แสดงให้เห็นว่าในกระบวนการผลิตบล็อกประสานในโรงงานต่างๆ ในปัจจุบันมีการควบคุมคุณภาพในการผลิตที่ดีซึ่งถือว่าเป็นวัสดุที่มีความหนาแน่นค่อนข้างสูง

เนื่องจากในกระบวนการผลิตบล็อกประสานจะต้องผ่านกระบวนการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดกำลังสูง รวมถึงมีการคัดเลือกวัสดุดิบใช้ในการผลิตที่ดี ทำให้วัสดุดิบที่ผ่านการคัดเลือกมีขนาดละเอียดที่เหมาะสม เมื่อผ่านการอัดขึ้นรูปบล็อกประสานจึงมีอัตราส่วนช่องว่าง (void ratio) น้อยมาก ทำให้ก้อนบล็อกประสานที่ผลิตได้มีความหนาแน่นสูง และมีการดูดกลืนน้ำต่ำตามไปด้วย

เมื่อนำผลการทดสอบที่ได้มาคำนวณหาค่าดูดกลืนน้ำเฉลี่ยของก้อนบล็อกประสานพบว่า ส่วนใหญ่บล็อกประสานจะมีค่าการดูดกลืนน้ำที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันถึงแม้จะมาจากต่างโรงงานกัน ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากในกระบวนการผลิตที่มีการควบคุมคุณภาพของปริมาณซีเมนต์ปริมาณน้ำหนักต่อก้อน และการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดกำลังสูง ทำให้ค่าความหนาแน่นแห้งของก้อนบล็อกประสานไม่แตกต่างกันมาก และมีช่องว่างหรือโพรงระหว่างเม็ดดินไม่มากนัก ยกเว้นบล็อกประสานจากจังหวัดกำแพงเพชรที่จะมีค่าการดูดกลืนน้ำที่สูงมาก ซึ่งเป็นผลมาจากตัววัสดุดิบที่แตกต่างกัน โดยดูจากดินที่ใช้ผลิตบล็อกประสานของจังหวัดกำแพงเพชรจะมีลักษณะผิวที่ค่อนข้างหยาบแสดงให้เห็นถึงขนาดละเอียดที่ไม่ค่อยดี และมีเม็ดดินขนาดใหญ่ปนอยู่มาก ซึ่งเมื่อนำมาอัดก้อนบล็อกประสานจะทำให้อัดไม่ได้แน่นมาก และมีช่องว่างระหว่างโพรงดินมากจึงทำให้ค่าการดูดกลืนน้ำสูงตามไปด้วย โดยจะมีผลการทดสอบดังแสดงใน (Figure 11)

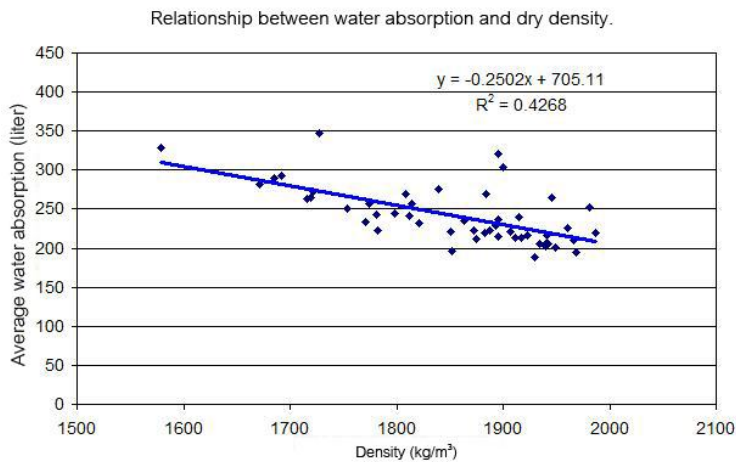


Figure 12 Graph showing relationship between water absorption and dry density.

ผลการทดสอบค่าดูดกลืนน้ำ และความหนาแน่นแห้ง เมื่อนำผลการทดสอบมาเขียนกราฟเปรียบเทียบเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นแห้งต่ออัตราการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสานจะได้กราฟดังแสดงใน (Figure 12) จากรูปแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าค่าการดูดกลืนน้ำจะมีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับค่าความหนาแน่นแห้งของก้อนอิฐที่ทดสอบ โดยเมื่อนำค่าความหนาแน่นแห้งมาเขียนกราฟเทียบกับค่าการดูดกลืนน้ำจะได้กราฟที่มีค่าความชันโดยประมาณ -0.25 แสดงให้เห็นว่าถ้าก้อนบล็อกมีความหนาแน่นแห้งสูงก็就会有อัตราส่วนช่องว่างน้อยทำให้มีค่าการดูดกลืนน้ำต่ำ แต่กรณีกลับกันถ้าก้อนอิฐมีค่าความหนาแน่นแห้งต่ำคือมีอัตราส่วนช่องว่างมากก็จะมีค่าการดูดกลืนน้ำสูงตามไปด้วย ซึ่งถ้าเทียบกันจากกระบวนการผลิตจะพบว่า บล็อกประสานจะผลิตจากการใช้ดินลูกรังผสมปูนซีเมนต์แล้วอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดกำลังสูง ซึ่งตามหลักการคือจะใช้ซีเมนต์เป็นตัวเชื่อมประสานระหว่างเม็ดดินผสมน้ำด้วยอัตราส่วนของน้ำที่เหมาะสมที่สุด

แล้วอัดให้แน่นเพื่อให้ช่องว่างระหว่างเม็ดดินเหลือน้อยที่สุด ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นบล็อกประสานที่มาจากแหล่งใดก็จะมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินและเป็นช่องว่างให้น้ำเข้าไปแทนที่ได้จึงเกิดการดูดซึมน้ำได้ ดังนั้นช่องว่างจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับแรงอัดในกระบวนการผลิตน้ำหนักต่อก้อนและการกระจายตัวของเม็ดดิน ซึ่งถ้ามีการกระจายตัวดีมีขนาดคละที่เหมาะสมก็จะมีช่องว่างลดลงด้วย ซึ่งส่งผลให้ความหนาแน่นแห้งของบล็อกประสานไม่เท่ากันตามไปด้วย

สรุปผล

การศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางวิศวกรรมของบล็อกประสานนี้ โดยใช้บล็อกประสานชนิดตรงดอกลมมีรูจากทั่วประเทศ 10 แหล่งผลิต และใช้ปูนเก้ร่าที่อัตราส่วน 1:2 โดยน้ำหนัก เตรียมตัวอย่างแบบก้อนเดี่ยวและแบบแท่งปริซึม สามารถสรุปผลได้เป็นข้อๆ ดังนี้

1. ผลการทดสอบการรับกำลังอัดเฉลี่ยต่อก้อนมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ 70 กิโลกรัมต่อ

ตารางเซนติเมตร ทุกโรงงาน แสดงว่าขั้นตอนการผลิตและการคัดเลือกวัสดุดิบ ปริมาณน้ำ ปริมาณปูนซีเมนต์ และน้ำหนักต่อก่อนมีการควบคุมคุณภาพที่ดีมาก และนำค่ากำลังอัดไปหาค่าหน่วยแรงอัดที่ยอมให้ fm' จากค่าหน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของ ว.ส.ท. จะได้ช่วงค่าอยู่ที่ 63-80 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2. ผลการทดสอบการรับกำลังอัดของแท่ง-ปริซึม มีขนาดเท่ากับ $12.5 \times 25.0 \times 40.0$ เซนติเมตร คำนวณค่าอัตราส่วนความสูงต่อความหนาเท่ากับ 3.2 และได้ค่าปรับแก้กำลังอัดปริซึมเนื่องจากอัตราส่วน h/t เท่ากับ 1.12

3. ลักษณะรูปแบบของบล็อกที่มีร่องด้านล่างที่ไว้ขึ้นมาสูง และเชื่อมต่อกันเป็นแนวยาวจาก 3 แห้ง ได้แก่จากจังหวัดเชียงใหม่ สระบุรี และจันทบุรีมีผลทำให้กำลังอัดในแท่งปริซึมสูงกว่าบล็อกประสานรูปแบบที่ไม่มีร่องไว้

4. ความสามารถการไหลที่ดี เป็นอีกหนึ่งที่สำคัญ จากผลการทดสอบพบว่าที่อัตราส่วนผสมตามมาตรฐานที่ วว. กำหนด คือ ปูน:ทรายหยาบ เท่ากับ 1:2 ผสมน้ำที่ (w/c 0.75) เป็นอัตราส่วนที่สามารถใช้ได้จริง โดยกำลังอัดของปูนเกร้าที่มีค่าเท่ากับ 238.9 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมากกว่าสองเท่าของค่ามาตรฐานกำลังอัดที่ 140 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ทำให้มีแรงยึดเหนี่ยวเพียงพอต่อการใช้งาน โดยดูจากการลักษณะการวิบัติของก้อนตัวอย่างจะเกิดการวิบัติที่ตัววัสดุตัวเอง จะไม่เกิดการวิบัติที่วัสดุเชื่อมประสาน

5. ผลการทดสอบค่าดูดกลืนน้ำและความหนาแน่นแห้ง มีความสัมพันธ์กันอย่างมาก เมื่อนำผลการทดสอบมาเขียนเปรียบเทียบเพื่อดูความสัมพันธ์

กันจะได้กราฟกราฟที่มีค่าความชันโดยประมาณ -0.25 แสดงให้เห็นว่า ถ้าก้อนบล็อกมีความหนาแน่นแห้งยิ่งสูงอัตราส่วนช่องว่างน้อยยิ่งน้อยทำให้มีการดูดกลืนน้ำต่ำตามไปด้วย

สรุปได้ว่าตัวอย่างบล็อกประสานที่เลือกสุ่มมาจากทั่วประเทศ นั้นมีกระบวนการผลิตที่มีการควบคุมคุณภาพที่ดี ตั้งแต่การคัดเลือกวัสดุรวม ปริมาณส่วนผสมปูนซีเมนต์ ปริมาณน้ำหนักต่อก่อนและการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดที่มีกำลังสูงทำให้ค่าต่างๆ เป็นไปตามมาตรฐาน

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ภายใต้ความร่วมมือทางวิชาการ (MOU)

เอกสารอ้างอิง

- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. 2541. มาตรฐาน ว.ส.ท. 1005-18: มาตรฐานสำหรับอาคารวัสดุ ก่อ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วุฒินัย กกกำแหง, สุวัฒน์ชัย ทองน้อย, วัฒนพงศ์ หิรัญมาลย์, และพรเทพ พวงประโคน. 2553. ค่ากำลังอัดและการดูดกลืนน้ำของบล็อกประสาน วว.ใน: เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 15, 12-14 พฤษภาคม 2553. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2554. เทคโนโลยีบล็อกประสาน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.technologyblockprasan.com/download/file/003.pdf> (1มิถุนายน 2554).

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2517. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.109-2517 วิธีชักตัวอย่างและการทดสอบวัสดุงานก่อสร้างที่ทำด้วยคอนกรีต.

วุฒินัย กกก้าแหง และพิชิต เจนบรรจง. 2551. การผลิตบล็อกประสานให้ได้คุณภาพ. เอกสารประกอบการอบรมเทคโนโลยีบล็อกประสาน. ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.), กรุงเทพฯ.

ณัฐพงศ์ จันทร์เพชร และวุฒินัย กกก้าแหง. 2553. คำกำลังอัดของปริซึมบล็อกประสาน วว. ที่เชื่อมประสานด้วยปูนเก๊าท์สูตรต่างๆ. ใน: เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 15, 12-14 พฤษภาคม 2553. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จ.อุบลราชธานี.

American Society for Testing and Materials. 2002. Annual book of ASTM standards, ASTM C1314-02a: Standard test method for compressive strength of masonry prisms. ASTM International.

Hendry, A.W. 1998. Structural masonry. Macmillan, London.