

## อิทธิพลของชนิดปริซึมต่อการประเมินกำลังอัดของวัสดุก่อบล็อกประสาน

### The Influence of Prism Types on the Evaluation of Compressive Strength of Interlocking Block Masonry

กริสน์ ชัยมูล

Krit Chaimoon

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

โทร. 043-754333 ต่อ 3074 โทรสาร 043-754316

E-mail: k.chaimoon@msu.ac.th

#### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของบทความวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดปริซึมต่อการประเมินกำลังอัดของวัสดุก่อบล็อกประสาน โดยปริซึมที่ศึกษาเป็นชนิดต่างๆ ที่นิยมใช้ในงานวิจัยวัสดุก่อ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าปริซึมแต่ละชนิดให้กำลังอัดวัสดุก่อที่แตกต่างกัน ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดของปริซึมถูกรายงาน นอกจากนั้นยังสังเกตได้ว่ากำลังอัดของวัสดุก่อบล็อกประสานที่ได้จากการทดสอบปริซึมทุกชนิดที่ศึกษามีค่าไม่สอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดของก้อนวัสดุก่อและกำลังอัดของวัสดุก่อที่เป็นที่ยอมรับสำหรับวัสดุก่อแบบดั้งเดิม

#### Abstract

The aim of this paper is to study the influence of prism types on the evaluation of compressive strength of interlocking block masonry. The prism types studied are those frequently used in masonry researches. It was found that each prism type gives different masonry compressive strengths. The compressive strength correlations between prisms are reported. Moreover, it was observed that the compressive strengths of interlocking block masonry obtained from all types of prisms studied do not comply with the relation between block compressive strength and masonry compressive strength which is acceptable for conventional masonry.

#### 1. คำนำ

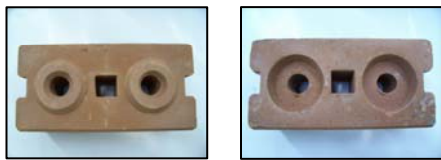
บล็อกประสาน (Interlocking Block) ถูกพัฒนาขึ้นโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เพื่อใช้ก่อเป็นผนังรับน้ำหนัก (Load Bearing Wall) หรือโครงสร้างวัสดุก่อ (Masonry Structure) [1] คุณสมบัติที่สำคัญที่สุดในการออกแบบโครงสร้างวัสดุก่อก็คือกำลังอัดของวัสดุก่อ (Masonry Compressive Strength) ในการหาค่าดังกล่าวจะต้องทำการทดสอบปริซึมตามมาตรฐานกำหนด แต่ในปัจจุบันมาตรฐานในการหาค่ากำลังอัดของวัสดุก่อบล็อกประสานโดยตรงยังไม่มี การทดสอบจึงถูกแนะนำ [2] ให้ทำตามมาตรฐานสำหรับอาคารวัสดุก่อ [3] ซึ่งแนะนำให้ใช้ปริซึมตามมาตรฐาน ASTM E 447-92 [4] หรือในกรณีที่ไม่ได้ทำการทดสอบปริซึมอาจประมาณกำลังอัดของวัสดุก่อบล็อกประสานได้จากกำลังอัดของก้อนบล็อกประสาน อย่างไรก็ตามมาตรฐานดังกล่าวเป็นมาตรฐานสำหรับวัสดุก่อแบบดั้งเดิมที่อิฐหรือบล็อกจะถูกก่ออยู่ระหว่างชั้นปูนก่อหรือมอร์ตาร์ ซึ่งแตกต่างจากวัสดุก่อบล็อกประสาน เนื่องจากบล็อกประสานจะมีรูปร่างและเดือยบนตัวบล็อกที่สามารถก่อโดยไม่ต้องใช้ปูนก่อระหว่างก้อนบล็อกและน้ำปูนหรือมอร์ตาร์จะถูกหยอดลงในรูของบล็อกแทน การวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาอิทธิพลของชนิดปริซึมต่อการประเมินกำลังอัดของวัสดุก่อบล็อกประสาน โดยชนิดปริซึมที่ศึกษาเป็นชนิดต่างๆ ที่นิยมใช้ในงานวิจัยวัสดุก่อ

**2. วัสดุและปรีซิม**

**2.1 บล็อกประสาน**

บล็อกที่ใช้เป็นบล็อกตรงทรงสี่เหลี่ยมชนิดคอกกลมมีรูหยอดมอร์ตาร์ มีขนาดประมาณ 12.5×25×10 ซม. ดังแสดงในรูปที่ 1

1



(ก) รูปด้านบน

(ข) รูปด้านล่าง

**รูปที่ 1** บล็อกประสานที่ใช้

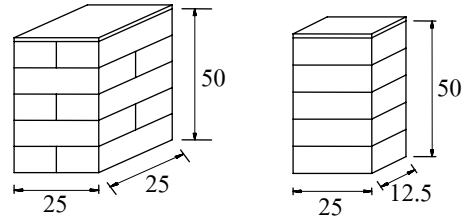
**2.2 นำปูนหรือมอร์ตาร์**

มอร์ตาร์ที่ใช้ในการทดสอบมีอัตราส่วนผสมตามที่นิยมใช้ในการก่อสร้างอาคารด้วยบล็อกประสาน คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่หนึ่ง : ทราย = 1 : 2 โดยน้ำหนัก และผสมน้ำให้มีความสามารถในการเทได้ที่เหมาะสม

**2.3 ปรีซิม**

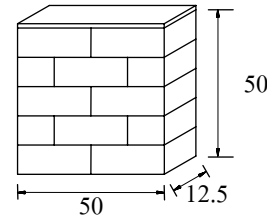
ปรีซิมที่ศึกษามี 3 ชนิด ประกอบด้วย ปรีซิมตามมาตรฐาน ASTM E447-92 [4] ปรีซิมตามมาตรฐาน RILEM LUM BI [5] และปรีซิมที่ได้จากการเรียงบล็อก 5 ก้อนในแนวตั้ง ซึ่งเป็นชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในงานวิจัยวัสดุเนื่องจากสะดวกในการเตรียมและมีราคาประหยัดกว่าชนิดอื่นๆ ปรีซิมทั้ง 3 ชนิดมีความสูงเท่ากับความสูงของบล็อกจำนวน 5 ก้อน ในการศึกษาจะเรียกปรีซิมเหล่านี้ว่า ปรีซิม ASTM ปรีซิม RILEM และปรีซิมเรียงห้าก้อนตามลำดับ รูปที่ 2 แสดงขนาดและรูปร่างของปรีซิมทั้ง 3 ชนิด

ปรีซิมทั้งหมดถูกก่อในห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาเดียวกัน การก่อสร้างตามคำแนะนำการก่อสร้างอาคารบล็อกประสาน และเพื่อให้สามารถทำการทดสอบแรงอัดได้สะดวก ผิวด้านบนของปรีซิมทั้งหมดถูกปรับให้เรียบโดยใช้มอร์ตาร์ซึ่งถูกหล่อหลังการก่อปรีซิม ขึ้นตัวอย่างทดสอบทั้งหมดถูกบ่มในสภาพเดียวกัน คือ ทิ้งไว้ในห้องปฏิบัติการและรดน้ำสม่ำเสมอเป็นเวลา 28 วัน



(ก) แบบ ASTM

(ข) แบบเรียงห้าก้อน



(ข) แบบ RILEM

**รูปที่ 2** ขนาดและรูปร่างของปรีซิมที่ศึกษา

**3. การทดสอบและผลการทดสอบ**

**3.1 กำลังอัดของก้อนบล็อกประสานและมอร์ตาร์**

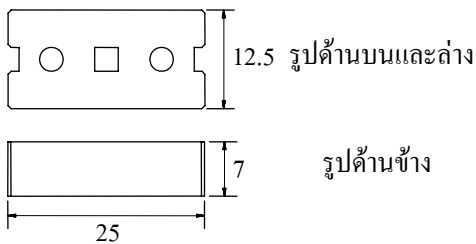
ในการหาค่ากำลังอัดของก้อนบล็อกประสาน วว. ได้แนะนำให้ทดสอบโดยใช้ก้อนลูกบาศก์ขนาด 5×5×5 ซม. ที่ถูกเตรียมโดยการตัดจากก้อนบล็อกขนาดจริง แต่ก้อนตัวอย่างทดสอบขนาดดังกล่าวไม่สามารถตัดจากบล็อกชนิดที่ใช้ศึกษาได้ เนื่องจากบล็อกมีรูจำนวนมาก การศึกษานี้จึงเลือกใช้ขนาดอื่นแทน ขนาดของชิ้นตัวอย่างทดสอบที่ใช้แสดงในรูปที่ 3 ซึ่งได้จากการตัดคอกกลมบนด้านบนและร่องด้านล่างของบล็อกออกให้ชิ้นตัวอย่างทดสอบมีพื้นผิวเรียบทั้งสองด้านซึ่งเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับมาตรฐาน AS/NZS 4456.4 [6]

สำหรับการหาค่ากำลังอัดของมอร์ตาร์ ก้อนตัวอย่างทดสอบที่ใช้เป็นไปตามคำแนะนำของ วว. ซึ่งมีขนาด 5×5×5 ซม.

ตารางที่ 1 แสดงกำลังอัดเฉลี่ยของก้อนบล็อกประสานและมอร์ตาร์ที่ได้จากการทดสอบก้อนตัวอย่างจำนวน 5 ก้อนสำหรับบล็อก เพื่อให้ได้ค่ากำลังอัดที่แท้จริง ค่าที่ได้จากการทดสอบได้ถูกปรับแก้เนื่องจากผลของการยึดที่ปลาย (End Restraint Effect) ที่ทำให้ค่าที่ได้มีค่าสูงกว่าค่าจริง โดยค่าปรับแก้ในตารางคำนวณตามมาตรฐาน AS/NZS 4456.4 [6] ซึ่งตัวคูณปรับแก้ขึ้นกับอัตราส่วนความสูงต่อความหนาของก้อนตัวอย่างทดสอบ ส่วนค่ากำลังอัดของมอร์ตาร์ไม่ได้ทำการปรับแก้ เนื่องจากมอร์ตาร์ที่ใช้ในการทดสอบไม่ใช่ตัว

แทนที่แท้จริงของมอร์ตาร์ที่อยู่ในวัสดุก่อแต่ได้จากการหล่อในแบบและบ่มในสภาพที่แตกต่างกัน ค่ากำลังอัดที่ได้จึงใช้เพื่อในการอ้างอิงเท่านั้น

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า บล็อกประสานที่ใช้ศึกษา มีค่ากำลังอัด ( $f'_c$ ) หลังการปรับแก้เท่ากับ  $131.26 \pm 34.71$  กก./ตร.ซม. (ksc) ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานบล็อกประสานที่กำหนดไว้ว่าบล็อกประสานจะต้องมีกำลังอัดเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 70 กก./ตร.ซม.



รูปที่ 3 ขนาดก้อนตัวอย่างสำหรับการทดสอบกำลังอัดของก้อนบล็อกประสาน

ตารางที่ 1 กำลังอัดเฉลี่ยของก้อนบล็อกประสานและมอร์ตาร์

คุณสมบัติ	บล็อกประสาน		มอร์ตาร์
	ก่อนปรับแก้	หลังปรับแก้ <sup>(ข)</sup>	
กำลังอัด, $f'_c$ (ksc)	237.37 (62.77) <sup>(ข)</sup>	131.26 (34.71)	456.06 (58.20)

หมายเหตุ : (ก) ค่าบียงเบนมาตรฐาน

(ข) ค่าปรับแก้ตามมาตรฐาน AS/NZS 4456.4 [6]

### 3.2 กำลังอัดของปริซึม

สำหรับการทดสอบกำลังอัดของปริซึมแต่ละชนิด 6 ตัวอย่าง ถูกทดสอบ และเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกำลังอัดได้อัตราเร็วของแรงที่กระทำถูกควบคุมเพื่อให้การทดสอบทุกตัวอย่างใช้เวลาในการทดสอบจนได้ค่าแรงอัดสูงสุด (Time to Peak) ใกล้เคียงกัน รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างการทดสอบกำลังอัดของปริซึมชนิดต่างๆ

วัสดุก่อบล็อกประสานมีหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1984 กก./ม.<sup>3</sup> ตารางที่ 2 แสดงกำลังอัดเฉลี่ย รูปที่ 5 แสดงตัวอย่าง

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด และรูปที่ 6 แสดงตัวอย่างลักษณะการวิบัติของปริซึมทั้ง 3 ชนิด

จากผลการทดสอบจะเห็นว่าปริซึม ASTM ให้ค่ากำลังอัดและแสดงคุณสมบัติของวัสดุก่อบล็อกประสานแตกต่างจากปริซึม RILEM และปริซึมเรียงห้าก้อนที่แสดงคุณสมบัติใกล้เคียงกัน เนื่องจากรูปร่างที่แตกต่างจากปริซึมทั้งสองชนิดที่สำคัญคือปริซึมทั้ง 3 ชนิดให้ค่ากำลังอัดของวัสดุก่อบล็อกประสานที่ต่ำกว่าค่าที่ประมาณจากกำลังอัดของก้อนบล็อกประสานตามตารางที่ 3 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดของก้อนวัสดุก่อและกำลังอัดของวัสดุก่อที่เป็นที่ยอมรับสำหรับวัสดุก่อแบบดั้งเดิมและถูกแนะนำให้ใช้กับบล็อกประสานโดย [7]



(ก)



(ข)



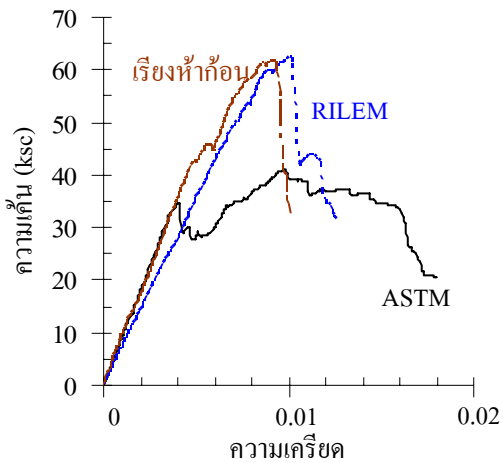
(ค)

รูปที่ 4 การทดสอบปริซึม (ก) ปริซึม ASTM (ข) ปริซึม RILEM (ค) ปริซึมเรียงห้าก้อน

ตารางที่ 2 กำลังอัดเฉลี่ยของปริซึมชนิดต่างๆ

คุณสมบัติ	ปริซึม ASTM	ปริซึม RILEM	ปริซึม เรียงห้าก้อน
กำลังอัด, $f'_m$ (ksc)	43.78	59.38	57.98
	(5.89) <sup>(ก)</sup>	(6.80)	(8.07)

หมายเหตุ : (ก) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



รูปที่ 5 ตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของปริซึมชนิดต่างๆ



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 6 การวิบัติของปริซึม (ก) ปริซึม ASTM (ข) ปริซึม RILEM (ค) ปริซึมเรียงห้าก้อน

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดของก้อนวัสดุก่อและกำลังอัดของวัสดุก่อ [7]

กำลังอัดของก้อน (ksc)	กำลังอัดของวัสดุก่อ (ksc)
70 ถึง 105	63 ถึง 80
106 ถึง 175	81 ถึง 110
176 ถึง 280	111 ถึง 140
281 ถึง 420	141 ถึง 170
มากกว่า 420	มากกว่า 170

#### 4. สรุป

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของชนิดปริซึมต่อการประเมินกำลังอัดของวัสดุบล็อกประสาน ปริซึมที่ศึกษามี 3 ชนิด ซึ่งในที่นี้ถูกเรียกว่า ปริซึม ASTM ปริซึม RILEM และปริซึมเรียงห้าก้อน จากผลการศึกษสามารถสรุปผลได้เป็นข้อๆ ดังนี้

(1) ปริซึม ASTM ให้ค่ากำลังอัดและแสดงคุณสมบัติของวัสดุบล็อกประสานแตกต่างจากปริซึม RILEM และปริซึมเรียงห้าก้อนที่แสดงคุณสมบัติใกล้เคียงกัน เนื่องจากรูปร่างที่แตกต่างจากปริซึมทั้งสองชนิด

(2) ปริซึมทั้ง 3 ชนิดให้ค่ากำลังอัดของวัสดุบล็อกประสานไม่สอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดของก้อนวัสดุและกำลังอัดของวัสดุที่เป็นที่ยอมรับสำหรับวัสดุแบบดั้งเดิมโดยให้ค่าที่ต่ำกว่า

(3) ความสัมพันธ์ของกำลังอัดระหว่างปริซึมเรียงห้าก้อน ( $f'_{mfb}$ ) ปริซึม RILEM ( $f'_{mRILEM}$ ) และปริซึม ASTM ( $f'_{mASTM}$ ) มีค่าเป็น  $f'_{mfb} = 0.976f'_{mRILEM}$   $f'_{mRILEM} = 1.356f'_{mASTM}$  และ  $f'_{mASTM} = 0.755f'_{mfb}$

นอกจากนั้นการศึกษานี้ยังสะท้อนให้เห็นว่ามาตรฐานสำหรับวัสดุแบบดั้งเดิมอาจจะไม่สามารถประยุกต์ใช้กับวัสดุบล็อกประสานได้โดยตรง และยังมีความต้องการงานวิจัยเกี่ยวกับวัสดุบล็อกประสานอีกมาก

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2551 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

#### เอกสารอ้างอิง

[1] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เทคโนโลยีบล็อกประสาน  
<<http://www.technologyblockprasan.com>> ธันวาคม 2007 (สืบค้น).

[2] วิทยา วุฒิจำนงค์ และพิชิต เจนบรรจง. 2543. การออกแบบและการคำนวณโครงสร้างอาคารที่ก่อสร้างด้วย

บล็อกประสาน วท. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย : กรุงเทพฯ.

[3] มาตรฐานสำหรับอาคารวัสดุก่อ. 2535. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ : พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ.

[4] ASTM E447-92. 1992. Standard Test Methods for Compressive Strength of Masonry Prisms, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1992.

[5] RILEM LUM Bl. 1991. Compressive Strength of Small Walls and Prisms.

[6] AS/NZS 4456.4. 2003. Australian / New Zealand Standard: Determining Compressive Strength of Masonry Units.

[7] วุฒินัย กกก้าแหง. เอกสารประกอบการอบรม “การก่อสร้างอาคารด้วยบล็อกประสาน”. ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยี ผู้ชนบท สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย: กรุงเทพฯ.