

ประสิทธิภาพในการรับแรงเฉือนของผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบา

Shear Load Efficiency of a Lightweight Block Concrete Wall

เจษฎาพงษ์ ประสาท¹, พิทวัส คำแหลง², ศุภชัย โกสูงเนิน³, เจษฎาพร ศรีภักดี⁴, สุนิตา นุสน⁵

และบุปผเวช พันธุ์ศรี^{6*}

^{1,2}บริษัท พี.เอ. คอนกรีต จำกัด, ³บริษัท สยามมัลติคอน จำกัด,

^{4,5,6*} มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

¹E-mail: jomgjang.jessadapong@gmail.com, ²E-mail: pittavus1212@gmail.com,

³E-mail: supatcharee002@gmail.com, ⁴E-mail: aloha_kley@hotmail.com,

⁵E-mail: sunita@rmutl.ac.th, ^{6*}E-mail: bupavech@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากำลังรับแรงเฉือนของผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบาก่อนและหลังเสริมความแข็งแรง โดยการศึกษาได้ดำเนินการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ทางผู้วิจัยผลิตขึ้นเอง และทดสอบความสามารถในการรับแรงเฉือนของผนัง สำหรับคุณสมบัติทั่วไปของคอนกรีตบล็อกมวลเบา ได้ดำเนินการทดสอบตาม มอก. 2601-2556 โดยได้ค่าหน่วยน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 1,401-1,600 กก./ลบ.ม. ค่าการดูดซึมน้ำมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 20 และค่ากำลังต้านทานแรงอัดเฉลี่ยมากกว่า 51 กก./ตร.ซม. สำหรับการทดสอบความสามารถในการรับแรงเฉือนของผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบา ประเภทรับน้ำหนัก ใช้ผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง ขนาด 1.20 เมตร x 1.20 เมตร ดำเนินการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E519-02 โดยแบ่งออกเป็นสามกลุ่มตัวอย่างคือกลุ่มตัวอย่างผนังไม่มีการฉาบกลุ่มตัวอย่างที่มีการฉาบทั้งสองด้าน และกลุ่มตัวอย่างที่เสริมลวดตาข่ายขนาด 1/2 นิ้ว และฉาบทั้งสองด้าน ผลการทดสอบพบว่าสามารถรับหน่วยแรงเฉือนสูงสุดเฉลี่ย 4.18, 6.71 และ 11.75 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ โดยผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ฉาบและเสริมลวดตาข่ายขนาด 1/2 นิ้ว ทั้งสองด้านมีความสามารถในการรับแรงเฉือนมากที่สุด และมีความสามารถในการรับแรงเฉือนได้มากกว่าผนังที่ฉาบอย่างเดียวและผนังที่ไม่ฉาบประมาณ 1.5 – 3.0 เท่า

คำสำคัญ: คอนกรีตบล็อกมวลเบา ผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบา

* Corresponding author, e-mail: bupavech@rmutl.ac.th

Abstract

The purpose of this research is to study the shear load capacity of lightweight block concrete walls both before and after strengthening. The study comprises of the determination of characteristic properties of lightweight blocks and the experimental shear load test of wall samples. The characteristic properties of the lightweight blocks are tested in accordance with TIS 2601-2556. The average unit weight is 1,401-1,406 kg/m³. The water absorption was less than 20 %. The average compressive strength were more than 51 ksc as well. The 1.20 m x 1.20 m lightweight block concrete walls are tested in accordance with ASTM E519-02. These samples are classified into three groups as follows. First is non-glossed cement. The second is glossed-cement in two sides. The last is glossed-cement and wrapped with wire mesh in 1/2 inch both two sides. The average maximum shearing strength of these three groups were 4.18 ksc, 6.17 ksc and 11.75 ksc, respectively. The third group have the greater strength than the second group and the first group in 1.5 and in 3 times.

Keywords: Lightweight Block, Lightweight Block Wall

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันแผ่นดินไหวมีโอกาสเกิดขึ้นในประเทศไทยอยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหวที่อยู่ภายในประเทศและนอกประเทศ ผลที่ตามมาทำให้โครงสร้างของอาคารบ้านเรือนได้รับความเสียหาย ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากเหตุแผ่นดินไหวพบว่าองค์อาคารรองรับ อย่างเช่น ผนังเป็นส่วนที่พบความเสียหายมาก และชัดเจนที่สุด เนื่องจากถูกออกแบบมาไม่ได้รับแรงกระทำหรือน้ำหนักใด ๆ แม้กรณีนี้ผนังอิฐก่อจะไม่ได้รับแรงกระทำจากแผ่นดินไหวโดยตรงแต่ความเสียหายที่เกิดขึ้นทำให้เกิดอันตรายได้เนื่องจากความไม่แข็งแรงของผนังอิฐก่อ อย่างเช่นในกรณีเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ผ่านมาที่เกิดขึ้นรุนแรงในอำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2557 ที่มีความรุนแรงถึง 6.3 ริคเตอร์ ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต 1 ราย เนื่องจากส่วนของผนังหล่นทับขณะเกิดแผ่นดินไหว

ผนังก่อทั่วไปในงานอาคารส่วนใหญ่มีหลายประเภท เช่น อิฐบล็อก อิฐมอญ เป็นต้น แต่ในปัจจุบันคอนกรีตบล็อกมวลเบาเป็นที่นิยมและแพร่หลายในงานก่อสร้าง เนื่องจากการใช้ผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบาเป็นการลดน้ำหนักของโครงสร้างคอนกรีต ซึ่งส่งผลให้น้ำหนักของอาคารทั้งหมดลดลงและมีผลต่อการรับแรงแผ่นดินไหวตามลำดับ ทั้งนี้ผนังอิฐก่อที่มีโครงสร้างคานเสาโอบอร์ด เมื่อได้รับแรงแผ่นดินไหวซึ่งเป็นแรงกระทำด้านข้าง แรงจะส่งถ่ายผ่านคานและเสา ส่งผลให้ผนังก่ออิฐทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ ส่งผลให้ผนังอิฐก่อรับแรงเอียงในแนวทแยงของผนัง ซึ่งถ้าผนังอิฐก่อมีคุณสมบัติพื้นฐานไม่สามารถต้านทานแรงเฉือนที่เกิดขึ้น

ผนังดังกล่าวอาจเกิดความเสียหายได้ นอกจากนี้ในงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการปรับปรุงคอนกรีตบล็อกมวลเบา โดยผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่มีเดือยล็อก [1] เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้ผนังสามารถรับแรงเฉือนได้มากขึ้น

ดังนั้นทางผู้วิจัยมุ่งเน้นที่จะศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการรับแรงเฉือนของผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ไม่เสริมและเสริมความแข็งแรง ทั้งนี้ในกรณีเสริมความแข็งแรงได้พิจารณาใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องตลาดมาทดสอบต่อไป

2. วัตถุประสงค์

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบกำลังรับแรงเฉือนของผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบาก่อนและหลังเสริมความแข็งแรง อีกทั้งยังได้ศึกษาพฤติกรรมการรับแรงเฉือนของผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบา และวิธีการเสริมความแข็งแรงให้กับผนังก่อคอนกรีตบล็อกมวลเบาด้วยวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องตลาด

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 คุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกมวลเบา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบาตามเกณฑ์มาตรฐาน มอก.2601-2556 โดยได้ใช้อัตราส่วนผสมน้ำยาสร้างฟอง [2] เป็นส่วนประกอบในการผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบา สำหรับคุณสมบัติทั่วไปของคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ใช้ ได้แสดงในตารางที่ 1 ถึง ตารางที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ชนิดของคอนกรีตบล็อกมวลเบา

ชนิด	ความหนาแน่นเชิงปริมาตรในสภาพแห้งเฉลี่ย (kg/m ³)
C6	501 ถึง 600
C7	601 ถึง 700
C8	701 ถึง 800
C9	801 ถึง 900
C10	901 ถึง 1000
C12	1000 ถึง 1200
C14	1201 ถึง 1400
C16	1401 ถึง 1600

ตารางที่ 2 หน่วยน้ำหนักของคอนกรีตบล็อกมวลเบาตามลักษณะการใช้งาน

หน่วยน้ำหนัก (kg/m ³)	ลักษณะการใช้งาน
400 - 600	ใช้เป็นวัสดุฉนวนป้องกันความร้อนและเสียง โดยอาจจะหล่อแทรกในผนังและดาดฟ้า หลังคาเพื่อใช้เป็นฉนวน
800 - 1000	ใช้เป็นวัสดุก่อผนังไม่รับน้ำหนัก
1200 - 1800 ขึ้นไป	ใช้เป็นวัสดุก่อผนังรับน้ำหนักหรืองานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

ตารางที่ 3 ความต้านทานแรงอัดและอัตราการดูดซึมน้ำของคอนกรีตบล็อกมวลเบา

ชนิด	ความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า MPa(ksc)	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำต่ำสุด (โดยมวล)
C6, C7, C8	2.0(20.4)	25
C9, C10, C12	2.5(25.5)	23
C14, C16	5.0(51.0)	20

3.2 มาตรฐานการทดสอบกำลังรับแรงเฉือน

ในการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนได้ดำเนินการตามมาตรฐาน ASTM E519-02 Standard test method for diagonal tension (shear) in masonry assemblages [3] โดยตัวอย่างผนังก่ออิฐจะต้องถูกทดสอบที่อายุ 28 วัน ทั้งนี้หน่วยแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในผนังก่อสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) และ (2) โดยลักษณะการทดสอบได้แสดงไว้ในรูปที่ 1

$$S_s = \frac{0.707P}{A_n} \quad (1)$$

$$A_n = \left(\frac{W+h}{2} \right) tn \quad (2)$$

โดยที่ S_s = หน่วยแรงเฉือน (กก./ตร.ซม.)

P = แรงกดกระทำสูงสุด (กก.)

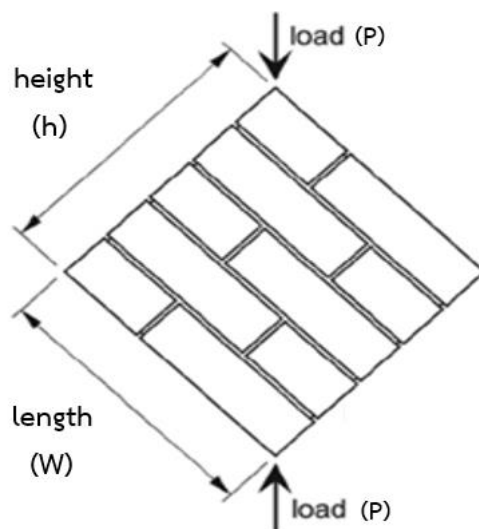
A_n = พื้นที่รับแรงแนวทแยงของผนัง (ตร.ซม.)

W = ความกว้างของตัวอย่างผนัง (ซม.)

h = ความสูงของตัวอย่างผนัง (ซม.)

t = ความหนาของตัวอย่างผนัง (ซม.)

$n = 1$



รูปที่ 1 ลักษณะการทดสอบแรงเค้น

4. วิธีดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจากผลิตบล็อกมวลเบา และนำไปทดสอบคุณสมบัติตามเกณฑ์ มอก.2601-2556 [4] เมื่อคอนกรีตบล็อกมวลเบาผ่านเกณฑ์แล้วจึงนำไปก่อเป็นผนังและทดสอบความสามารถในการรับแรงเค้นตาม ASTM E519-02 ตามลำดับ

4.1 การผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบา

การผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบา เริ่มโดยผลิตน้ำยาการสร้างฟอง ซึ่งได้นำส่วนผสม เอมีนอล 120 กรัม แอมฟิтол 60 กรัม โซเดียมเบนโซเอท 12 กรัม และน้ำสะอาด 480 กรัม มาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตวงอัตราส่วนน้ำยาสร้างฟองต่อน้ำสะอาด 1 : 40 และเทใส่เครื่องสร้างฟอง โดยเครื่องสร้างฟองใช้แรงดันลมที่ 5.5 กก./ลบ.ม. จากนั้นผสมฟองกับมอร์ต้าจนเข้ากัน เก็บตัวอย่างที่ผสมเสร็จลงในแบบหล่อคอนกรีตรูปลูกบาศก์ขนาด 15 ซม. x 15 ซม. x 15 ซม. และเทลงแบบหล่อบล็อก บ่มที่ระยะ 28 วัน หลังจากนั้นแกะแบบหล่อจะได้คอนกรีตบล็อกดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 คอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ผลิตขึ้นเอง

4.2 การทดสอบคุณสมบัติคอนกรีตบล็อกมวลเบา

ในการทดสอบคุณสมบัติบล็อกมวลเบาได้ดำเนินการทดสอบตาม มอก.2601-2556 ในด้านการรับกำลังอัด และการดูดกลืนน้ำ โดยในการทดสอบต้องมีความต้านทานแรงอัดและเปอร์เซ็นต์การดูดกลืนน้ำของคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่อายุ 28 วัน ในสภาพที่สมบูรณ์ไม่แตกหรือเสียหายที่ขนาด 15 ซม. x 15 ซม. x 15 ซม.

4.3 การก่อผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบา

ทำการก่อตัวอย่างผนังบล็อกมวลเบาเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 1.2 เมตร x 1.2 เมตร จำนวน 3 ตัวอย่างต่อ 1 กรณี ดังนี้ ผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ไม่มีการฉาบ ผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่มีการฉาบทั้ง 2 ด้าน และผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ฉาบและเสริมลวดตาข่ายขนาด 1/2 นิ้ว ทั้ง 2 ด้าน [5] ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 รูปแบบผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบา

4.4 การทดสอบความสามารถในการรับแรงเฉือน

การทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของผนังก่อ เพื่อหาความสามารถของผนังในการรับแรงด้านข้างให้เป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM E519-02 โดยเริ่มจากวัดขนาดมิติของผนังแล้วนำไปติดตั้งประกอบเข้ากับเครื่องมือทดสอบดังแสดงในรูปที่ 4 พร้อมกับติดตั้งเครื่องอัดไฮดรอลิกสำหรับให้แรงอัด และติดตั้ง Dial Gage สำหรับวัดการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง และใช้กล้องวัดมุมวัดการเคลื่อนที่ในแนวราบ เริ่มทำการทดสอบด้วยการให้แรงอัดกับผนังตัวอย่าง จนผนังเกิดความเสียหาย นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาความสามารถในการรับกำลังเฉือนของผนังดังสมการที่ (1) และ (2) ที่กล่าวไว้ข้างต้น

5. ผลการดำเนินงาน

5.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของคอนกรีตบล็อกมวลเบาตามมาตรฐาน มอก.2601-2556

คุณสมบัติทั่วไปของคอนกรีตบล็อกมวลเบา ได้คำนวณน้ำหนักจากก้อนตัวอย่างรูปลูกบาศก์ขนาด 15 ซม. x 15 ซม. x 15 ซม. ที่อายุ 28 วัน ได้ค่าอยู่ระหว่าง 1,400-1,600 กก./ลบ.ม. จัดเป็นคอนกรีตบล็อกมวลเบาชนิด C16 สำหรับค่าการดูดซึมน้ำ จากการทดสอบจะเห็นว่า อยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 9 – 12 ซึ่งอยู่

ในเกณฑ์การดูดซึมน้ำตาม มอก.2601-2556 ของคอนกรีตบล็อกมวลเบาชนิด C16 ที่ต้องมีค่าไม่มากกว่าร้อยละ 20 และสำหรับกำลังต้านทานแรงอัดต้องไม่น้อยกว่า 51.00 กก./ตร.ซม. ซึ่งในการทดสอบได้ค่าประมาณ 145 – 170 กก./ตร.ซม. จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ทำการทดสอบมีค่ากำลังต้านทานแรงอัดเฉลี่ยผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

5.2 ผลการทดสอบการรับแรงเฉือนตามมาตรฐาน ASTM E519-02

จากผลการทดสอบความสามารถในการรับแรงเฉือนของผนังก่ออิฐบล็อกทั้ง 3 รูปแบบรูปแบบละ 3 ตัวอย่าง พบว่าค่าหน่วยแรงเฉือนสูงสุดเฉลี่ยของผนังที่ไม่มีการฉาบ มีการฉาบ 2 ด้าน และมีการเสริมความแข็งแรงด้วยลวดตาข่ายขนาด 1/2 นิ้ว ทั้ง 2 ด้าน มีค่าเท่ากับ 4.18 กก./ตร.ซม., 6.71 กก./ตร.ซม. และ 11.75 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ สำหรับรูปแบบการเสียหายที่สังเกตเห็นได้พบว่าผนังก่อแบบไม่ฉาบและแบบเสริมความแข็งแรงด้วยลวดตาข่าย เกิดการเสียหายแบบดิ่งทแยงและแบบบดอัด ในขณะที่ผนังก่อแบบฉาบทั้ง 2 ด้าน เกิดการเสียหายแบบบดอัดแต่เพียงอย่างเดียว ดังแสดงภาพความเสียหายในรูปที่ 5



รูปที่ 4 การติดตั้งเครื่องมือทดสอบหาความสามารถในการรับแรงเฉือนของผนังก่อ



(ก) ลักษณะความเสียหายตามแนวทแยง และพังทลายลงมาถึงที่

(ข) ลักษณะบดอัดลงมาถึงที่

รูปที่ 5 ลักษณะความเสียหายของผนังก่อ

6. สรุปผลการศึกษา

การทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ไม่ได้เสริมความแข็งแรง และเสริมความแข็งแรง โดยคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ได้ทำการผลิตขึ้นเองนั้น มีผลสรุปดังนี้

6.1 คอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเติมฟองอากาศที่ทางผู้วิจัยผลิตเองนั้น จัดเป็นชนิด C16 โดยมีหน่วยน้ำหนัก ค่าการดูดซึมน้ำ และค่ากำลังต้านทานแรงอัดอยู่ในเกณฑ์ ตาม มอก.2601-2556

6.2 คอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ได้เสริมความแข็งแรงทั้งในการฉาบทั้งสองด้าน และในการเสริมลวดตาข่าย พร้อมทั้งฉาบทั้งสองด้าน มีความสามารถในการรับแรงเฉือนมากกว่าผนังที่ไม่ได้เสริมความแข็งแรง โดยผนังที่เสริมความแข็งแรงด้วยลวดตาข่ายและฉาบทั้งสองด้านจะสามารถรับแรงเฉือนได้เพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่า ในขณะที่ฉาบทั้งสองด้านจะเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 เท่า โดยทั้งนี้ผนังที่เสริมความแข็งแรงจะเสียหายทันทีในลักษณะการเกิดบดอัดที่มุม ในขณะที่ผนังที่ไม่ได้เสริมความแข็งแรงจะเห็นรอยร้าวค่อยๆกระจายไปในลักษณะตามแนวทแยง อย่างไรก็ตามผนังคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่ฉาบและเสริมลวดตาข่ายขนาดทั้งสองด้านนั้นมีความปลอดภัยมากที่สุดคือ มีการยึดเกาะกันระหว่างผนังก่อกับวัสดุเสริมฉาบได้ดี มีเพียงรอยร้าวแต่ไม่ได้พังทลายลงมาในทันทีทันใด

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] เจนณรงค์ สุนันทะ และชาญวิทย์ พรหมเพ็ชร. (2557). การเสริมความแข็งแรงของผนังก่อบล็อกมวลเบาด้วยเดือยล๊อคเพื่อรับแรงเฉือน [ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่].
- [2] ไกลพล เอี่ยมสะอาด, ณรงค์ฤทธิ์ ดวงลาภทวีกิจ และธีระพงษ์ ประดิษฐ์. (2558). ผนังคอนกรีตมวลเบา รับแรงอัดตามแนวแกนและแรงกระแทก [ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่].
- [3] American Society of Testing and Materials. (2017). ASTM E519-02. Standard test method for diagonal tension (shear) in masonry assemblages. Available from: <https://www.astm.org/database.cart/historical/e519-02.htm>
- [4] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มอก.2601-2556. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ. ประเทศไทย.
- [5] ปญญา ใจปัญญา, วรุฒ เพียรชิน และสิทธิกร บุตรตาคำ. (2556). การเสริมความแข็งแรงให้กับผนังก่อบล็อกคอนกรีตเพื่อรับแรงเฉือน. [ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่].