

## การทดสอบการรับกำลังดัดของบล็อกประสาน

### Flexural Bond Strength of Masonry

วุฒินัย กกก้าแหง / พิชิต เจนบรรจง / อติศร แผงสร้อย

ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชนบท

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

#### วัตถุประสงค์

1. เปรียบเทียบค่ากำลังดัด(Flexural Bond Strength) ของชิ้นงานบล็อกประสาน ที่ผลิตจากก้อนบล็อกประสานที่มีรูปแบบเดือยล็อกและร่องหยอดน้ำปูน(Core)ที่แตกต่างกัน

2. ศึกษาถึงความสามารถในการไหลของน้ำปูนในร่องหยอดน้ำปูนของก้อนบล็อกประสานรูปแบบต่างๆที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

3. ศึกษาถึงพฤติกรรมการวิบัติ ของชิ้นงานทดสอบบล็อกประสานเมื่อรับแรงดัด

4. ทราบถึงความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมของบล็อกประสานรูปแบบต่างๆ

#### ขอบเขตงานวิจัย

1. การทดสอบใช้บล็อก 5 รูปแบบคือ บล็อกดอกกากบาท (Code A) บล็อกดอกกลมตัน (Code B) บล็อกดอกกลมมีร่องหยอดปูนทรายเหลว (Code C) บล็อกดอกกลมมีร่องหยอดปูนทรายเหลว และร่องด้านล่างเชื่อมระหว่างร่องหยอดปูนทรายเหลวในก้อนบล็อก (Code D) และ บล็อกสี่เหลี่ยมตัน(Code E)

2. ทดสอบการรับกำลังดัดตามมาตรฐาน ASTM E 518 – 02 (Standard Test Method for Flexural Bond Strength of Masonry) โดยใช้การกดแบบ 3 จุด (Third – Point Loading)

#### การเตรียมชิ้นงานทดสอบ(Specimens)

1. ผลิตก้อนบล็อกประสานทั้ง 5 รูปแบบที่ต้องใช้ทำชิ้นงานทดสอบ

2. ผลิตชิ้นงานบล็อกประสาน จากก้อนบล็อกประสาน โดยก่อขึ้นรูปจากบล็อกประสานทั้งห้ารูปแบบให้มีความสูงไม่น้อยกว่า 460 มิลลิเมตร(ประมาณ 5 ชั้น)

โดยหยอดปูนทรายเหลว (Grout Mortar) เชื่อมระหว่างบล็อกให้เต็มทุกช่อง ส่วนบล็อกสี่เหลี่ยมตันก่อด้วยปูนทรายให้มีความหนา 1 – 1.5 ซม.

3. บ่มชิ้นงานบล็อกประสานเพื่อให้ปูนทรายเหลวพัฒนากำลังจนครบ 28 วัน แล้วชิ้นงานบล็อกประสานไปทดสอบการหาการรับกำลังดัด

4. เก็บตัวอย่างก้อนปูนทราย เพื่อหากำลังอัด

5. วิเคราะห์ผลการทดสอบ

#### วิธีทดสอบ

##### เตรียมก้อนบล็อกประสาน

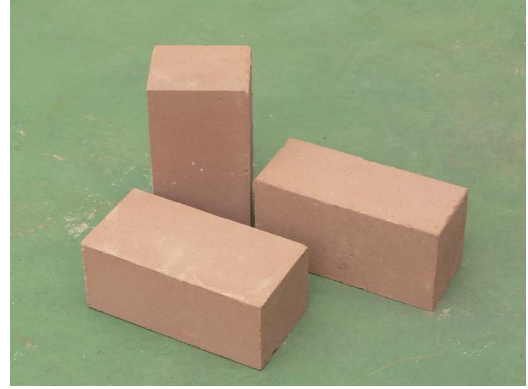
อัดก้อนบล็อกประสานรูปแบบต่างๆที่ใช้ทดสอบด้วยสัดส่วนซีเมนต์ต่อดิน ที่ใช้ในการผลิตคือ 1 : 6 ก้อนบล็อกทุกรูปแบบอัดด้วยความหนาแน่นสูงสุดที่สามารถกระทำได้ เพื่อให้บล็อกมีความแข็งแรงมากที่สุด โดยน้ำหนักต่อก้อนที่ใช้บรรจุลงเครื่องอัดของบล็อกรูปแบบต่างๆคือ



รูปที่ 1 บล็อกประสานดอกกากบาท Code A น้ำหนักต่อก้อน 6.2 กก.



รูปที่ 2 บล็อกประสานดอกกลมตัน Code B น้ำหนักต่อก้อน 6.2 กก.



รูปที่ 5 บล็อกประสานบล็อกสี่เหลี่ยมตัน Code E น้ำหนักต่อก้อน 6.7 กก.



รูปที่ 3 บล็อกประสานดอกกลมมีรูหยอดปูนทรายเหลว Code C น้ำหนักต่อก้อน 5.3 กก.

กรณีของบล็อกก้อนตัน เมื่อก้อนบล็อกผ่านการบ่มจนครบอายุการบ่มแล้ว(โดยทั่วไปใช้เวลา 28 วัน) นำมาก่อด้วยปูนทราย(อัตราส่วน ซีเมนต์ต่อทรายเท่ากับ 1 : 3) ส่วนบล็อกประสานรูปแบบอื่นๆ นำมาเรียงต่อกันให้ได้ความสูงไม่ต่ำกว่า 460 มิลลิเมตร (ใช้บล็อกเรียง 5 ก้อน) หยอดด้วยปูนทรายเหลว (อัตราส่วน ซีเมนต์ต่อทรายเท่ากับ 1 : 2 ) ผสมน้ำให้เหลวจนปูนทรายเหลวสามารถไหลได้ โดยตัวน้ำกับเนื้อปูนต้องไม่แยกตัวกัน หยอดปูนทรายเหลวให้เต็ม บ่มความชื้น 28 วันจึงนำมาทดสอบ



รูปที่ 4 บล็อกประสานดอกกลมมีรูหยอดปูนทรายเหลว และมีร่องเชื่อมด้านใต้Code D น้ำหนักต่อก้อน 5.2 กก.



รูปที่ 6 การก่อสร้างรูปชิ้นงานบล็อกประสานตัวอย่าง



รูปที่ 7 ฐานงานบล็อกประสาณที่ก่อขึ้นรูปแล้วรอบ่มจนครบอายุ ก่อนทดสอบ

### ผลการทดสอบการรับแรงดัดของชิ้นส่วนบล็อกประสาณ

#### 1. บล็อกประสาณดอกกากบาท (Code A)

แรงกดที่ใช้กดทดสอบชิ้นงานบล็อกประสาณจนวิบัติเท่ากับ 97.4 กิโลกรัม คิดเป็นค่าโมดูลัสของการแตกร้าวจนเฉื่อย (Modulus of Rupture) เท่ากับ 1.43 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

#### 2. บล็อกประสาณดอกกลมตัน (Code B)

แรงกดที่ใช้กดทดสอบชิ้นงานบล็อกประสาณจนวิบัติเท่ากับ 171.0 กิโลกรัม คิดเป็นค่าโมดูลัสของการแตกร้าวจนเฉื่อย (Modulus of Rupture) เท่ากับ 2.30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

#### 3. บล็อกประสาณดอกกลมมีร่องหยอดปูนทรายเหลว (Code B)

แรงกดที่ใช้กดทดสอบชิ้นงานบล็อกประสาณจนวิบัติเท่ากับ 373.2 กิโลกรัม คิดเป็นค่าโมดูลัสของการแตกร้าวจนเฉื่อย (Modulus of Rupture) เท่ากับ 4.70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

#### 4. บล็อกประสาณดอกกลมมีร่องหยอดปูนทรายเหลว และมีร่องเชื่อมด้านใต้ (Code D)

แรงกดที่ใช้กดทดสอบชิ้นงานบล็อกประสาณจนวิบัติเท่ากับ 327.2 กิโลกรัม คิดเป็นค่าโมดูลัสของการแตกร้าวจนเฉื่อย (Modulus of Rupture) เท่ากับ 4.14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

#### 5. บล็อกประสาณสี่เหลี่ยมตัน (Code E)

แรงกดที่ใช้กดทดสอบชิ้นงานบล็อกประสาณจนวิบัติเท่ากับ 744.5 กิโลกรัม คิดเป็นค่าโมดูลัสของการแตกร้าวจนเฉื่อย (Modulus of Rupture) เท่ากับ 9.11 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

### วิเคราะห์ผลการทดสอบ

#### 1. การวิบัติของตัวอย่าง

##### บล็อกประสาณดอกกากบาท(Code A)

การวิบัติของชิ้นงานบล็อกประสาณจะเกิดที่ก่อนบล็อก โดยปูนทรายที่หยอดในร่องกลางจะไหลออกไปเชื่อมกับตัวดอกกากบาทได้เพียงด้านเดียวและยังมีเหลี่ยมมุมที่ดอกบล็อกโดยจะสังเกตเห็นได้ว่าจะมีปูนทรายเชื่อมอยู่ในบริเวณส่วนกลางของชิ้นงานบล็อกประสาณเท่านั้น แต่ไม่สามารถไหลข้ามฝั่งออกไปทางด้านข้างเพื่อเชื่อมตัวดอกได้อย่างทั่วถึง และการเชื่อมประสาณในแนวกลางจะมีส่วนช่วยในการรับแรงดัดน้อยมากดังนั้นคานบล็อกประสาณรูปแบบนี้จะมีความสามารถในการรับกำลังได้น้อยที่สุด

การไหลของปูนทรายเหลวจึงไม่ทั่วถึง เมื่อเกิดการวิบัติดอกกากบาทจะขาดออกจากก่อนบล็อกประสาณ และหลุดติดออกมากับตัวปูนทรายเหลวที่หยอดลงในร่องกลาง โดยการวิบัติจะเกิดขึ้นแค่บางส่วนของดอกกากบาท โดยจะเกิดในบริเวณที่ปูนทรายไหลไปเชื่อมประสาณก่อนบล็อกเข้าไว้ด้วยกันเท่านั้น



รูปที่ 8 คานบล็อกประสาณดอกกากบาทภายหลังทดสอบ

### บล็อกประสานดอกกลมตัน (Code B)

การวิบัติของชิ้นงานบล็อกประสานเกิดจากการแตกของบล็อกประสาน โดยจะเกิดการแตกที่บริเวณดอกกลมตันที่ถูกเชื่อมด้วยปูนทรายเหลว ความสามารถในการไหลของปูนทรายเหลว ปูนทรายจะไหลออกจากร่องกลางไปยึดเกาะตัวดอกกลมตันได้เพียงในแนวกลางด้านที่ติดกับร่องกลาง เพราะปูนทรายเหลวไม่สามารถไหลอ้อมตัวดอกกลมของบล็อกได้ ทำให้การเชื่อมประสานตัวบล็อกเป็นไปอย่างไม่ดีนัก เมื่อรับแรงดัดปูนทรายจะดึงผิวดอกกลมของบล็อกประสานให้ขาดออกจากก้อนบล็อก



รูปที่ 9 การวิบัติของแท่งตัวอย่างดอกกลมตัน

การวิบัติจะเกิดเพียงบางส่วนของดอกกลมตันไม่ได้เกิดขึ้นเต็มทั้งดอก เมื่อรับกำลังดัดจึงมีแรงต้านทานน้อย เพราะการถ่ายแรงเกิดเพียงบางส่วนของบล็อกประสานเท่านั้น เมื่อบางส่วนของบล็อกประสานวิบัติจึงทำให้คานบล็อกประสานวิบัติลง

### บล็อกประสานดอกกลมมีร่องหยอดน้ำปูน (Code C)

การวิบัติของชิ้นงานบล็อกประสาน เกิดจากการขาดออกของบล็อกประสานบริเวณดอกกลมของก้อนบล็อกประสานที่ถูกเชื่อมประสานไว้ด้วยปูนทรายเหลวที่หยอดตามร่อง การวิบัติในชิ้นงานบล็อกประสานรูปแบบนี้ ตัวดอกของบล็อกประสานจะขาดออกมาจากก้อนบล็อกประสานเต็มทั้งดอกไม่ได้ขาดออกเป็นบางส่วนเหมือนสองกรณีที่ผ่านมา และพื้นที่ของดอกกลมที่ปูนทรายเชื่อม

ประสานไว้ยังมีพื้นที่กว้างออกไปยังบริเวณที่ห่างจากแนวแกนสะเทินทำให้ช่วยรับแรงดัดได้ดีมาก จึงมีความสามารถในการรับกำลังได้มากกว่าบล็อกรูปแบบอื่นๆ เพราะหน้าสัมผัสมีการเชื่อมประสานที่ดีกว่า ทำให้มีหน้าสัมผัสที่รับแรงมากกว่า



รูปที่ 10 การวิบัติบริเวณดอกกลมกลาง

การไหลของปูนทรายเหลวที่หยอดสามารถไหลเชื่อมได้เต็มหน้าสัมผัสดังนั้นส่วนรับกำลังบริเวณดอกทั้งหมดจึงสามารถรับกำลังได้มากกว่า และการไหลของปูนทรายเหลวสามารถไหลเชื่อมได้ทั่วถึงกว่าบล็อกในรูปแบบอื่นๆ เพราะมีร่องหยอดน้ำปูนหลายร่อง การไหลไปเชื่อมประสานบล็อกกันต่างๆเป็น ไปอย่างทั่วถึงกว่า ทำให้การส่งถ่ายแรงเกิดเต็มหน้าสัมผัสความสามารถในการรับกำลังจึงสูงกว่าบล็อกในรูปแบบอื่น

### บล็อกประสานดอกกลมกลวงมีร่องด้านใต้ (Code D)

การวิบัติของก้อนตัวอย่างเกิดจากการขาดออกของบล็อกบริเวณดอกกลมของตัวอย่างที่ถูกเชื่อมด้วยน้ำปูนที่หยอด การวิบัติในบล็อกรูปแบบนี้ตัวดอกกลมจะขาดออกเต็มหน้า เพราะปูนทรายเหลวที่หยอดสามารถไหลเชื่อมได้เต็มหน้าสัมผัสทำให้การรับกำลังสูง แต่ปูนทรายเหลวที่ไหลเชื่อมในแนวกลางไม่ได้ช่วยในการรับกำลังดัดมากนัก เพราะอยู่ใกล้แนวแกนสะเทิน ดังนั้นการรับกำลังของในรูปแบบนี้จะขึ้นอยู่กับตัวดอกกลม และการเชื่อมประสานบริเวณดอกกลมมากกว่า



รูปที่ 11 การวิบัติบริเวณดอกกลม

โดยบล็อกประสานที่ใช้ในการทดสอบนี้ มีขนาดดอกกลมที่ใหญ่กว่าแบบที่สาม(Code C) โดยมีขนาดร่องหยอดน้ำปูนที่ใหญ่กว่าแต่พื้นที่ผิวของดอกกลมจะน้อยกว่า เมื่อนำมาทดสอบรับแรงดัดจึงมีความสามารถในการรับแรงดัดน้อยกว่าแบบที่3 (Code C) เพราะส่วนผิวสัมผัสที่รับแรงดัดมีน้อยกว่าแต่จะรับแรงดัดได้มากกว่าแบบที่1 (Code A) และแบบที่2 (Code B)

#### บล็อกประสานสี่เหลี่ยมตันใช้การก่อ (Code E)

การวิบัติจะเกิดจากการขาดออกจากกันของปูนทรายที่ใช้ในการก่อตัวอย่าง โดยจะมีผิวบล็อกบางส่วนหลุดติดออกไปกับปูนทราย การก่อจะมีส่วนสำคัญต่อความสามารถในการรับกำลังมาก ถ้าปูนทรายสามารถยึดเกาะก้อนบล็อกได้อย่างทั่วถึงความสามารถในการรับกำลังก็จะสูง แต่ถ้าการก่อไม่สมบูรณ์ ปูนทรายยึดเกาะก้อนบล็อกเพียงบางส่วน ความสามารถในการรับกำลังดัดก็จะต่ำลง

บล็อกก่อนต้นการเชื่อมประสานต้องใช้การก่อด้วยปูนทราย ดังนั้นถ้าปูนทรายที่ใช้มีความเหลวพอเหมาะที่จะเชื่อมประสานบล็อกได้อย่างทั่วถึงการรับกำลังจะสูงถ้าการเชื่อมประสานไม่ดี การรับกำลังก็จะต่ำตามไปด้วย จากรูปที่ 13 แสดงให้เห็นได้ว่าการก่อที่ไม่ดี ปูนทรายจะประสานก้อนบล็อกได้เพียงบางส่วน ทำให้แท่งตัวอย่างจะวิบัติเร็วผิดปกติ การก่อบล็อกที่ดี ปูนทรายจะเชื่อม

ประสานก้อนบล็อกได้ทั้งก้อน การส่งถ่ายแรงจึงเกิดเต็มหน้าตัด การรับกำลังจะสูง



รูปที่ 12 การวิบัติของแท่งตัวอย่างแบบตันใช้การก่อ



รูปที่ 13 การเชื่อมประสานก้อนบล็อกตันด้วยปูนก่อที่ไม่ดี

#### สรุปผลการวิจัย

1. บล็อกประสานที่ใช้การเชื่อมประสานด้วยปูนทรายเหลวแต่ละรูปแบบมีความสามารถในการรับแรงดัดไม่เท่ากัน โดยแบบดอกกลมมีร่องหยอดปูนทรายเหลว (Code C) รับกำลังดัดได้สูงสุด รองมาคือแบบดอกกลมมีร่องหยอดปูนทรายเหลว และมีร่องด้านใต้ (Code D) รองมาคือแบบดอกกลมตัน (Code B) ส่วนแบบดอกกากบาท (Code A) มีความสามารถในการรับกำลังดัดต่ำที่สุด

2. บล็อกประสานแบบดอกกลมมีร่องหยอดปูนทรายเหลวทั้งชนิดมีร่องใต้และไม่มีร่องใต้ (Code C และ Code

D) ปุ้นทรายเหลวสามารถไหลเชื่อมประสานตัวดอกบล็อกร  
ประสานได้อย่างทั่วถึงมากกว่า แบบดอกกากบาท (Code  
A) และดอกกลมตัน (Code B)

3. คานบล็อกประสาน เมื่อทดสอบการรับแรงตัดการ  
วิบัติจะเกิดจากการพังทลายของดอกของบล็อกประสาน  
โดยปุ้นทรายเหลวที่ไหลไปเชื่อมตัวดอกจะมีผลอย่างมาก  
คือถ้าสามารถเชื่อมประสานได้ทั้งดอก พื้นที่ในการรับ  
กำลังก็จะมากขึ้น แต่ถ้าเชื่อมประสานได้เพียงบางส่วน  
ส่วนที่รับกำลังตัดก็คือบริเวณที่น้ำปูนไหลไปเชื่อมประสาน  
ไว้ได้ แต่การเชื่อมประสานในแนวกลางจะไม่ค่อยมีผลต่อ  
การรับกำลังเพราะมีหน่วยแรงอัด – ดึงเกิดขึ้นน้อยมาก  
พื้นที่ที่มีส่วนในการรับแรงตัดมากที่สุดคือบริเวณที่อยู่ริม  
ก้อนบล็อก (ด้านผิวบน และล่างของคานบล็อกประสาน)

4. จากการวิจัยนี้จะเห็นได้ว่า บล็อกประสานรูปแบบที่  
มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน มีความสามารถในการรับแรงตัด  
ต่างกัน คือ

- บล็อกประสานรูปแบบดอกกลมมีร่องหยอดน้ำปูน 3  
รู เป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งาน

- บล็อกประสานรูปแบบดอกกลมตันรับกำลังได้  
รองลงมา

- บล็อกประสานรูปแบบดอกกากบาทเป็นรูปแบบที่  
สามารถรับแรงตัดได้น้อยที่สุด

