

## บทที่ 4

### ผลการศึกษาและวิเคราะห์

การซ่อมแซมและการบูรณะโดยให้คงความเป็นโบราณสถานไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก วัสดุที่ใช้ต้องเป็นวัสดุที่มีให้ในบริเวณนั้นด้วยจึงได้มีการเก็บตัวอย่างของซากโบราณสถานเดิมเพื่อมาทดสอบหาค่ารับแรงอัด แล้วเก็บข้อมูลนั้นไว้แล้วหาแหล่งของดินเพื่อมาเผา แล้วนำมาทดสอบเพื่อมาเปรียบเทียบ ค่าการรับแรงอัด ให้มีค่าใกล้เคียงกับของเดิม รวมทั้งในส่วนของปูนก่อด้วย จากนั้นจึงหาวัสดุที่มีค่าใกล้เคียงกับของเดิม มาก่อเป็นผนังเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างผนัง ที่เสริมวัสดุ Fiber-Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP)ผนังที่ซ่อมแซมและเสริมวัสดุ Fiber-Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP)นั้นสามารถรับแรงได้ค่ารับแรงอัดได้มากกว่าวัสดุที่ไม่เสริมวัสดุ Fiber-Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ซึ่งมีผลการทดลองและวิเคราะห์ผลของการทดลองดังต่อไปนี้คือ

#### 4.1 ผลการทดลองกายภาพของอิฐ

##### 4.1.1 การวัดขนาด และ น้ำหนัก ที่ได้จากการชั่งตัวอย่างของอิฐ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การวัดขนาดและน้ำหนักอิฐจากการชั่งตัวอย่างจากแหล่งบ้านลุมพลี  
จำนวน 10 ตัวอย่าง

| ด้าน  | กว้าง    | กว้าง    | กว้าง    | ยาว      | ยาว      | ยาว      | หนา      | หนา      | หนา      | น้ำหนัก  |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|       | ครั้งที่ | ครั้งที่ | ครั้งที่ | ครั้งที่ | ครั้งที่ | ครั้งที่ | ครั้งที่ | ครั้งที่ | ครั้งที่ | ของอิฐ   |
|       | 1        | 2        | 3        | 1        | 2        | 3        | 1        | 2        | 3        |          |
| ลำดับ | (cm)     | (cm)     | (cm)     | (cm)     | (cm)     | (cm)     | (cm)     | (cm)     | (cm)     | กรัม     |
| 1     | 14.90    | 14.80    | 14.90    | 29.90    | 29.90    | 29.60    | 4.70     | 5.00     | 4.90     | 3,129.40 |
| 2     | 14.20    | 14.90    | 14.70    | 29.70    | 29.50    | 29.30    | 4.90     | 5.00     | 4.50     | 3,150.80 |
| 3     | 14.50    | 14.50    | 14.50    | 29.50    | 29.60    | 29.40    | 4.90     | 5.10     | 4.40     | 2,980.50 |
| 4     | 14.40    | 14.60    | 14.40    | 29.20    | 29.00    | 29.20    | 4.90     | 4.90     | 4.90     | 3,122.30 |
| 5     | 14.50    | 14.70    | 14.60    | 29.00    | 29.00    | 29.00    | 4.50     | 5.00     | 5.00     | 2,991.70 |

ตารางที่ 4.1 การวัดขนาดและน้ำหนักอิฐจากการสุ่มตัวอย่างจากแหล่งบ้านลุมพลี  
จำนวน 10 ตัวอย่าง(ต่อ)

| ด้าน<br>ลำดับ | กว้าง<br>ครั้งที่ | กว้าง<br>ครั้งที่ | กว้าง<br>ครั้งที่ | ยาว<br>ครั้งที่ | ยาว<br>ครั้งที่ | ยาว<br>ครั้งที่ | หนา<br>ครั้งที่ | หนา<br>ครั้งที่ | หนา<br>ครั้งที่ | น้ำหนัก<br>ของอิฐ |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
|               | 1                 | 2                 | 3                 | 1               | 2               | 3               | 1               | 2               | 3               | กรัม              |
|               | (cm)              | (cm)              | (cm)              | (cm)            | (cm)            | (cm)            | (cm)            | (cm)            | (cm)            |                   |
| 6             | 14.60             | 14.70             | 14.70             | 29.30           | 29.30           | 29.30           | 5.00            | 4.70            | 4.90            | 3,119.80          |
| 7             | 14.70             | 14.80             | 14.70             | 29.40           | 29.20           | 29.40           | 4.60            | 4.70            | 4.80            | 2,899.70          |
| 8             | 14.50             | 14.90             | 14.60             | 29.00           | 29.90           | 29.20           | 5.00            | 5.10            | 4.70            | 3,038.10          |
| 9             | 15.00             | 14.70             | 15.00             | 29.20           | 29.40           | 29.00           | 4.30            | 4.70            | 4.60            | 2,909.40          |
| 10            | 14.60             | 14.60             | 14.40             | 29.00           | 29.00           | 29.00           | 4.90            | 4.60            | 4.40            | 2,871.80          |
| เฉลี่ย        | 14.60             | 14.70             | 14.70             | 29.30           | 29.40           | 29.20           | 4.80            | 4.90            | 4.70            | 3,021.40          |

พบว่าขนาดของการวัดขนาดมีค่าความคลาดเคลื่อน ความยาว  $\pm 5$  mm. ความกว้าง  $\pm 3$  mm. และความหนา  $\pm 2$  mm. ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 77-2545 อิฐก่อสร้างสามัญ (Building Bricks)

#### 4.2 ผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐ

ส่วนเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำที่ได้จากการทดลองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักของอิฐจากการสุ่มตัวอย่างทั้ง 10 ก้อน พบว่าอยู่ที่ประมาณ 0.465 % ดังแสดงผลดังตารางที่ 4.2 และเปอร์เซ็นต์การต้มเดือดอยู่ที่ประมาณ 2 % ดังแสดงผลดังตารางที่ 4.3

ตาราง 4.2 การทดสอบการดูดซึมน้ำ (Absorption Test)

| ลำดับ     | น้ำหนักก่อนแช่น้ำ | น้ำหนักหลังแช่น้ำแล้ว 24 ชั่วโมง | เปอร์เซ็นต์   |
|-----------|-------------------|----------------------------------|---------------|
| การดูดซึม | (กรัม)            | (กรัม)                           | (เปอร์เซ็นต์) |
| 1         | 3,129.4           | 3,125.3                          | 0.13          |
| 2         | 3,150.8           | 3,143.6                          | 0.22          |
| 3         | 2,980.5           | 2,967.7                          | 0.42          |
| 4         | 3,122.3           | 3,095.4                          | 0.86          |
| 5         | 2,991.7           | 2,957.7                          | 1.13          |
| 6         | 3,119.8           | 3,107.8                          | 0.38          |
| 7         | 2,899.7           | 2,886.1                          | 0.46          |
| 8         | 3,038.1           | 3,018.3                          | 0.65          |
| 9         | 2,909.4           | 2,902.9                          | 0.22          |
| 10        | 2,871.8           | 2,867.9                          | 0.13          |
| เฉลี่ย    | 3,021.4           | 3,007.3                          | 0.43          |

ตารางที่ 4.3 การทดสอบการต้มเดือด (Boiling Test)

| ลำดับ | น้ำหนักก่อนแช่น้ำ | น้ำหนักหลังต้มเดือดเปอร์เซ็นต์การต้มเดือด |               |
|-------|-------------------|-------------------------------------------|---------------|
|       | (กรัม)            | (กรัม)                                    | (เปอร์เซ็นต์) |
| 1     | 3,451.4           | 3,520.4                                   | 2.00          |
| 2     | 3,525.6           | 3,596.1                                   | 2.00          |
| 3     | 3,596.7           | 3,668.6                                   | 2.00          |
| 4     | 3,377.1           | 3,444.6                                   | 2.00          |

ตารางที่ 4.3 การทดสอบการต้มเดือด (Boiling Test) (ต่อ)

| ลำดับ<br>(กรัม) | น้ำหนักก่อนแช่น้ำ<br>(กรัม) | น้ำหนักหลังต้มเดือดเปอร์เซ็นต์การต้มเดือด<br>( เปอร์เซ็นต์) |      |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|------|
| 5               | 3,565.8                     | 3,637.1                                                     | 2.00 |
| 6               | 3,364.0                     | 3,431.3                                                     | 2.00 |
| 7               | 3,611.3                     | 3,683.5                                                     | 2.00 |
| 8               | 3,745.9                     | 3,820.8                                                     | 2.00 |
| 9               | 3,289.1                     | 3,354.9                                                     | 2.00 |
| 10              | 3,487.5                     | 3,557.3                                                     | 2.00 |
| เฉลี่ย          | 3,501.4                     | 3,571.4                                                     | 2.00 |

#### 4.3 ผลการทดสอบทางกลของอิฐ และ มอร์ต้า

ก่อนที่จะทำการทดสอบแบบFull-Scale-Test ได้นำอิฐที่สุ่มตัวอย่างจากแหล่งผลิตไปทดสอบค่ากำลังอัดประลัยและค่ายังโมดูลัสความยืดหยุ่นก่อนที่จะนำไปใช้งานเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอิฐโบราณ พบว่าค่ากำลังอัดประลัยที่จากการทดสอบคือ 52.72 กก./ซม<sup>2</sup> และค่ายังโมดูลัสความยืดหยุ่นที่ 30,190 กก. / ซม<sup>2</sup> และมอร์ต้าก่อแบบโบราณที่อายุ 60 วัน แล้วทดสอบค่ากำลังอัดประลัยที่ 64.80 กก. / ซม<sup>2</sup> และค่ายังโมดูลัสความยืดหยุ่นที่ 14,530 กก. / ซม<sup>2</sup> แสดงตารางที่ 4.4 พบว่าผลที่ทำการทดสอบมีค่าอิฐที่ใกล้เคียงของงานวิจัยของสุคชาย(2543) [5]

ตารางที่ 4.4 การทดสอบการรับกำลังอัดของอิฐทดแทน

| อิฐ         | กำลังอัดประลัย<br>(กก. / ซม <sup>2</sup> ) | ยังโมดูลัสความยืดหยุ่น<br>(กก. / ซม <sup>2</sup> ) |
|-------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1. อิฐ No.1 | 54.84                                      | 31,430                                             |
| 2. อิฐ No.2 | 50.20                                      | 28,330                                             |
| 3. อิฐ No.3 | 54.58                                      | 30,420                                             |
| ค่าเฉลี่ย   | 52.70                                      | 30,190                                             |

#### 4.4 ผลการทดสอบของผนังก่ออิฐแบบโบราณ

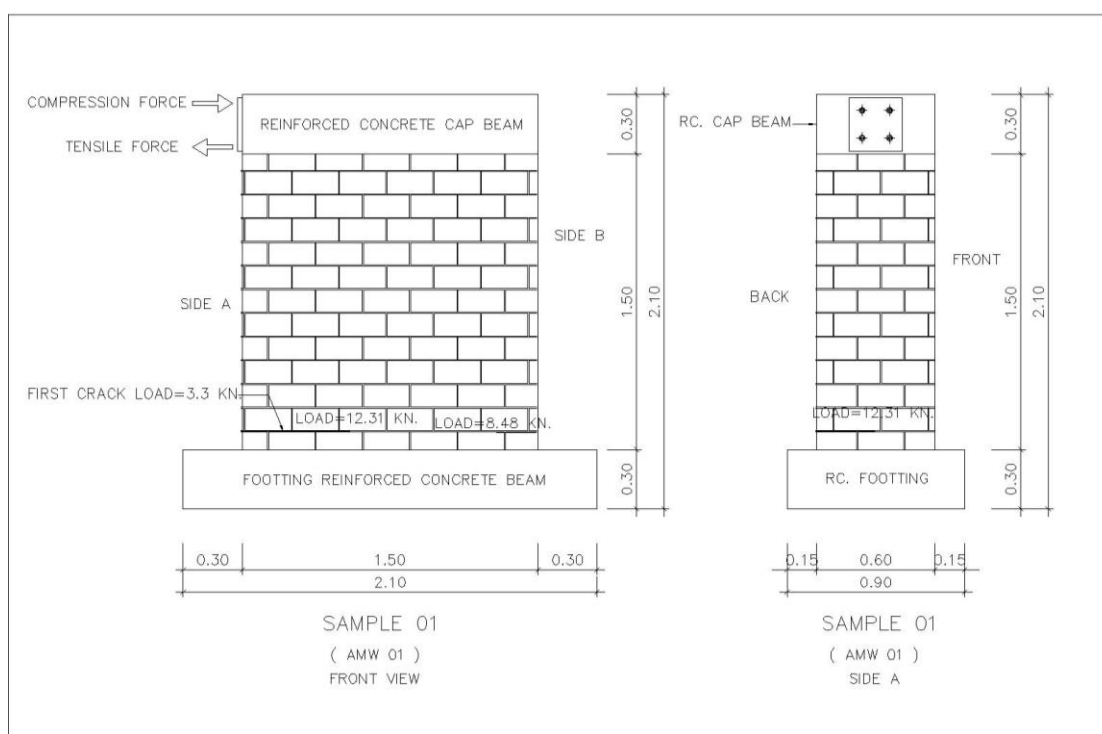
การทดสอบการรับแรงดึงและแรงอัด และการแตกร้าวภายใต้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading) ในส่วนที่ผนังอิฐก่อโบราณเสริมด้วย Fiber-Reinforced Polymer (FRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading) นั้น จะช่วยรับแรงของผนังได้ดีกว่าผนังที่ไม่ได้เสริม และยังพบว่าผนังที่ด้านที่เสริมด้วย Fiber-Reinforced Polymer (FRP) เมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างผนังก่อนและหลังที่เสริม Fiber-Reinforced Polymer (FRP) ด้านที่ไม่ได้เสริมจะเกิดรอยแตกร้าวก่อน แสดงว่าวัสดุเสริมแรง Fiber-Reinforced Polymer (FRP) ชนิดนี้จะเป็นตัวช่วยยึดประสานระหว่างวัสดุที่มากกว่า 2 ชนิด ให้เป็นเนื้อเดียวกันไม่ให้แยกออกจากกัน ซึ่งผลการทดสอบผนังทั้ง 4 ตัวอย่าง ที่รับกำลังอัดประลัยเมื่อนาความกว้างของรอยร้าวที่เกิดขึ้นมีความกว้างมากกว่า 2 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.5 การทดสอบการรับกำลังอัดของผนังทั้ง 4 ตัวอย่าง

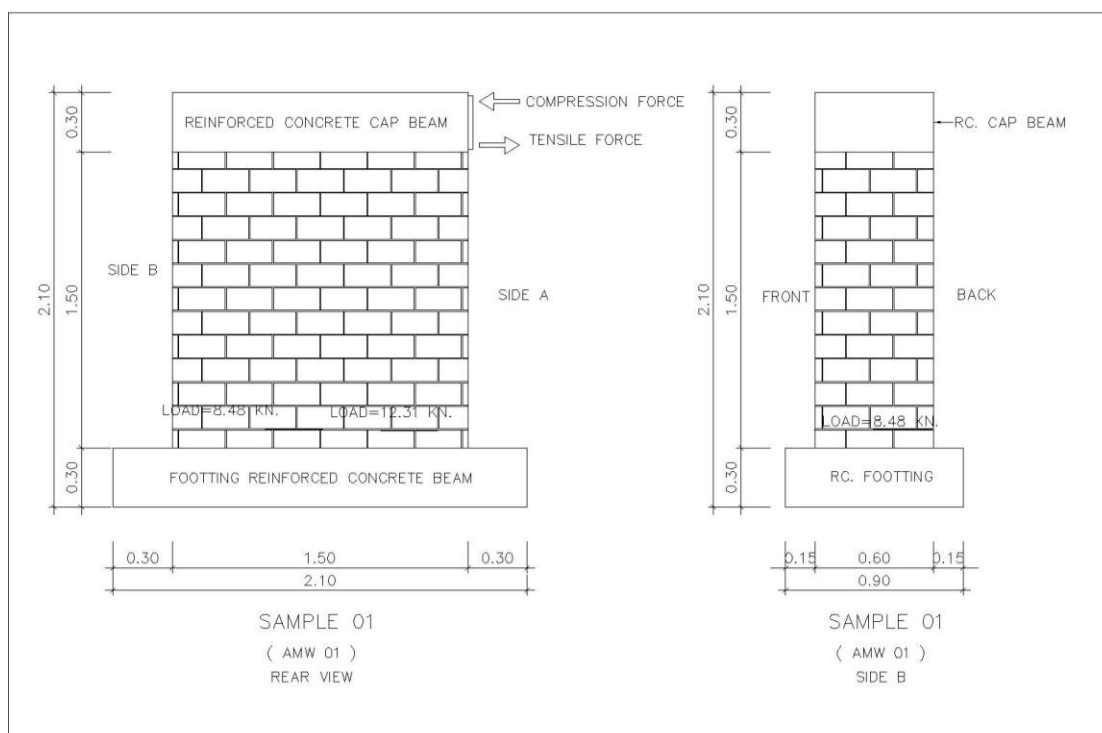
| ผนังทดสอบ                   | AMW 01 | AMW<br>01_FRP.A | AMW<br>05_FRP.E | AMW<br>04_FRP.D |
|-----------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ผนังเปล่า                   | ▲      |                 |                 |                 |
| ผนังเสริม FRP.              |        | ●               | ●               | ●               |
| การเสริมผนังด้วย GFRP ( % ) |        |                 | 40              | 40              |
| First Cracking (kN)         | 3.30   | 16              | 16              | 26              |
| Maximum Loading ( kN )      | 12.31  | 24.02           | 22.61           | 50.87           |
| Ductility                   |        |                 |                 |                 |

จากการทดสอบผนังตัวอย่าง AMW 01 พบว่า เมื่อให้แรงกระทำด้านข้างแบบแบบวัฏจักร ( Cyclic Lateral Loading ) ในแนวราบ ให้แรงกระทำเพิ่มขึ้นทีละ 2 กิโลนิวตัน ต่อครั้งๆ ละครั้งรอบจนครบ 1 รอบ (ดัน-ดึง) ไปจนกว่าผนังไม่สามารถรับแรงที่เพิ่มขึ้นได้อีก ผนังมีรอยแตกร้าวแรก ( First Cracking ) ที่แรงกระทำ 3.30 กิโลนิวตัน ระยะการเคลื่อนตัวของผนัง ( Displacement ) 0.09 มิลลิเมตร ความกว้างของรอยร้าว 0.05 มิลลิเมตร สูงจากฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก 13 เซนติเมตร มีความยาวของรอยร้าว 15 เซนติเมตร ตามแนวราบจากริมผนังด้านนอกเข้าสู่ภายในผนัง จากนั้นเปลี่ยนการให้แรงกระทำ (load) จากการควบคุมด้วยแรง ( Force Controlled ) มาเป็นการควบคุมด้วยระยะการเคลื่อนที่ (Displacement Controlled) ของไฮดรอลิกส์แฉีก ( Hydraulic

jack ) เมื่อระยะการเคลื่อนตัวของผนัง ( Displacement ) 2.0 มิลลิเมตรได้แรงกระทำสูงสุด ( Load Max. ) 12.31 กิโลนิวตันความกว้างของรอยร้าว 1.6 มิลลิเมตรมีความยาวของรอยร้าว 130 เซนติเมตร ตามแนวราบ หลังจากนั้นเมื่อระยะการเคลื่อนตัวของผนัง ( Displacement ) 3.0 มิลลิเมตร ได้แรงกระทำ ( Load ) 9.59 กิโลนิวตัน(ลดลงจาก Load max 22%) ความกว้างของรอยร้าว 3 มิลลิเมตร ผนังไม่สามารถรับแรงกระทำได้ เกิดการวิบัติของผนัง ( Failure ) โดยผนังนี้จะเกิดการแตกร้าวจากริมผนังด้านนอกเข้าสู่ภายในผนัง บริเวณด้านล่างทั้ง 2 ด้านตามทิศทางของแรงที่กระทำ ดังแสดงในภาพที่ 4.1



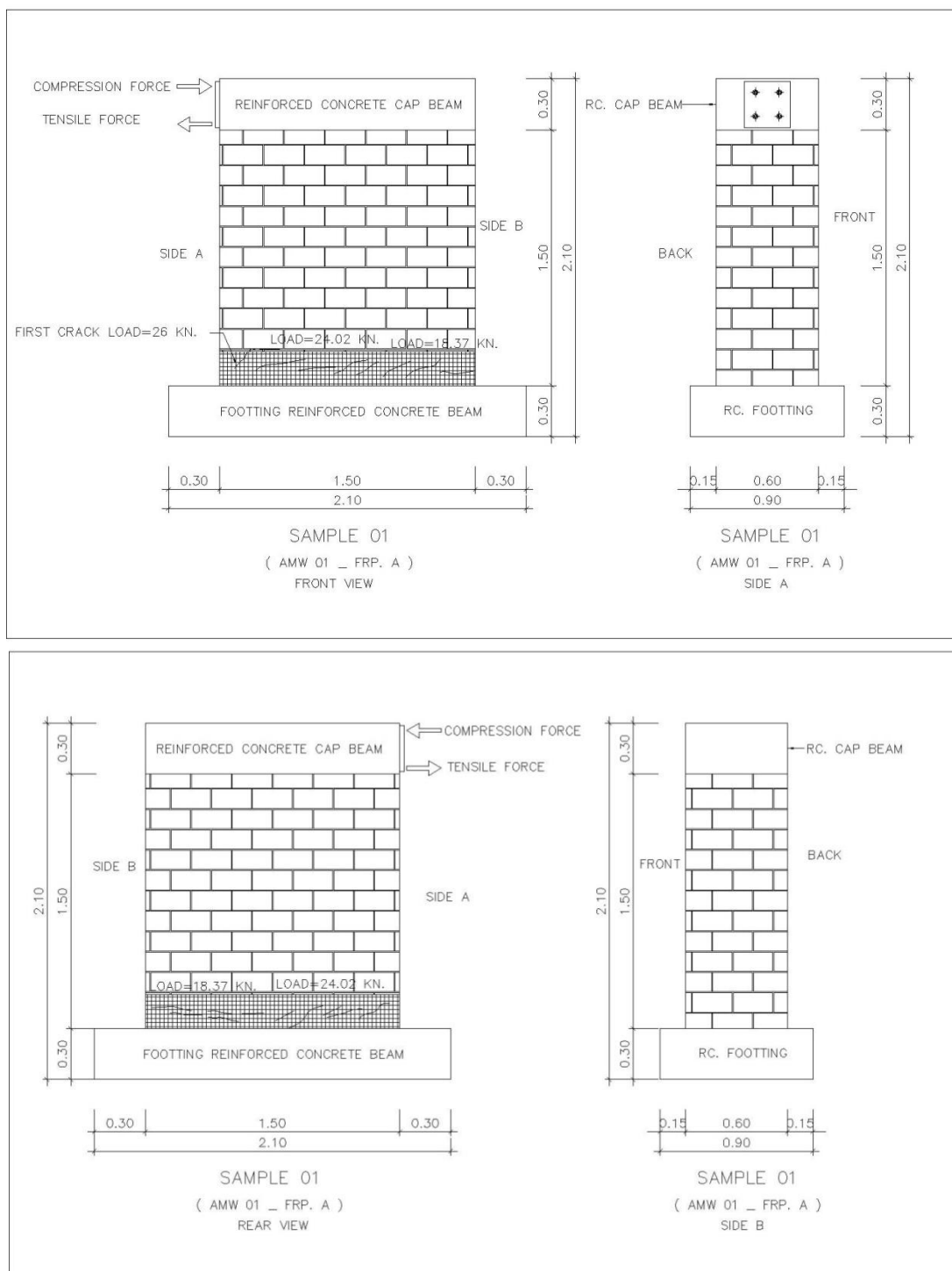
รูปที่ 4.1 รอยร้าวที่เกิดขึ้นภายหลังการทดสอบของผนัง AMW 01



รูปที่ 4.1 รอยร้าวที่เกิดขึ้นภายหลังการทดสอบของผนัง AMW 01 ( ต่อ )

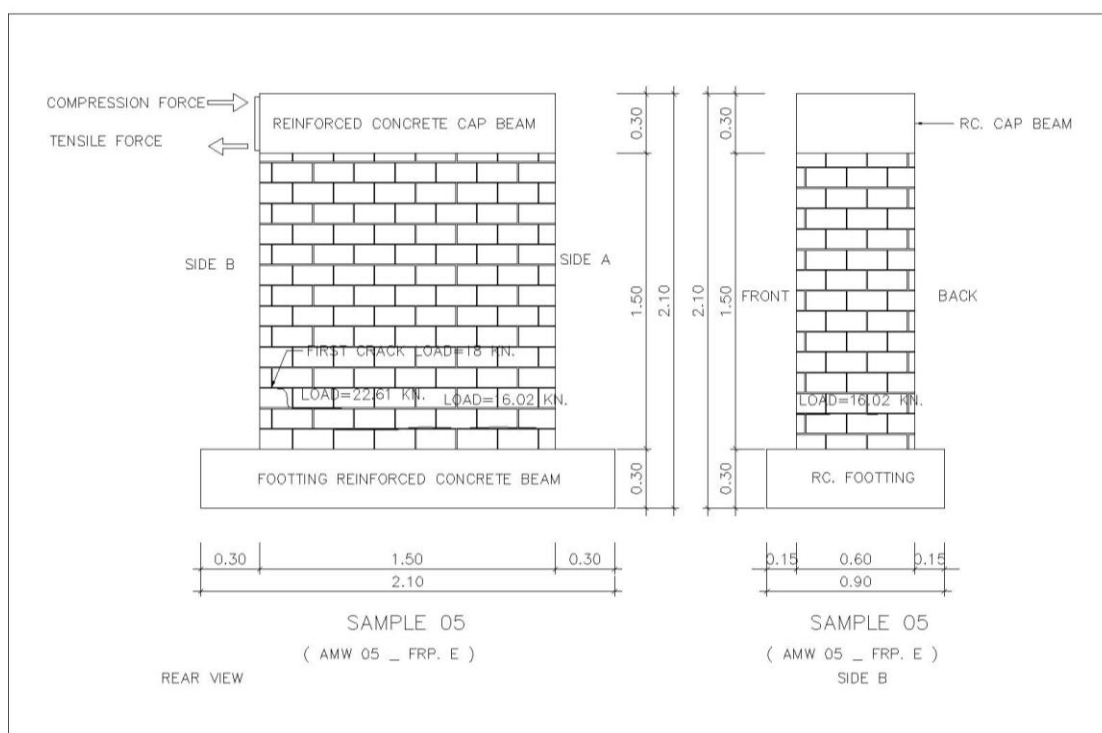
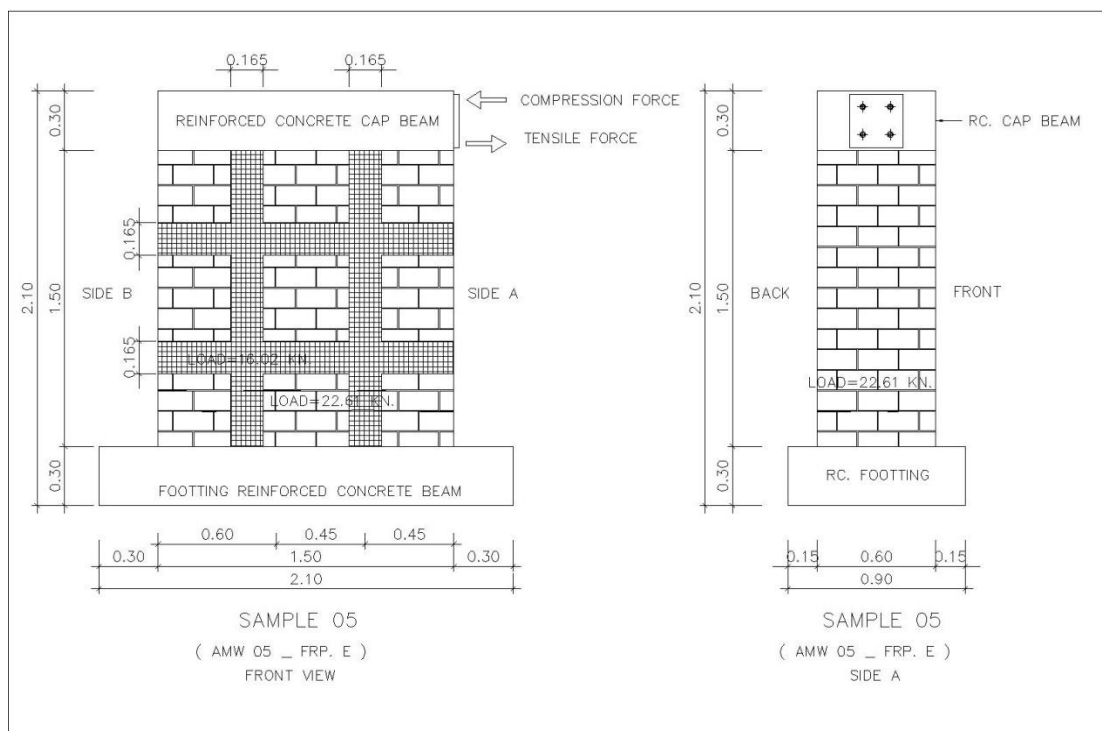
ผนัง AMW 01\_PR.P.A เป็นผนังที่ได้ทำการซ่อมแซมผนัง AMW 01 หลังจากที่ได้ผนังได้รับแรงกระทำจนเกิดรอยร้าวมากกว่า 2 มิลลิเมตร และไม่สามารถรับแรงกระทำได้อีก ด้วยการซ่อมผนังด้วย Fiber-Reinforced Polymer (FRP) กว้าง 20 เซนติเมตร ปิดทับบริเวณตามรอยแตกร้าวตลอดแนวทั้ง 2 ด้าน และให้แรงกระทำในแบบเดียวกันกับผนัง AMW 01 เมื่อให้แรงกระทำด้านข้างแบบแบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading) ในแนวราบให้แรงกระทำเพิ่มขึ้นทีละ 2 กิโลนิวตันต่อครั้งๆ ละครึ่งรอบจนครบ 1 รอบ (ดัน-ดึง) ไปจนกว่าผนังไม่สามารถรับแรงที่เพิ่มขึ้นได้อีก ผนังมีรอยแตกร้าวแรก (First Cracking) ที่แรงกระทำ 16.0 กิโลนิวตัน ระยะการเคลื่อนตัวของผนัง (Displacement) 0.65 มิลลิเมตร สูงจากฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก 13 เซนติเมตร มีความยาวของรอยร้าว 13 เซนติเมตร ตามแนวราบจากริมผนังด้านนอกเข้าสู่ภายในผนังจากนั้นเปลี่ยนการให้แรงกระทำ (load) จากการควบคุมด้วยแรง (Force Controlled)มาเป็นการควบคุมด้วยระยะการเคลื่อนที่ (Displacement Controlled) ของไฮดรอลิกส์แจ็ก (Hydraulic jack) เมื่อระยะการเคลื่อนตัวของผนัง (Displacement) 3.0 มิลลิเมตร ได้แรงกระทำสูงสุด (Load Max.) 24.02 กิโลนิวตันความกว้างของรอยร้าว 1.3 มิลลิเมตรมีความยาวของรอยร้าว 102 เซนติเมตร ตามแนวราบ หลังจากนั้นเมื่อระยะการเคลื่อนตัวของผนัง ( Displacement ) 7.0 มิลลิเมตร ได้แรงกระทำ ( Load ) 18.84 กิโลนิวตัน (ลดลงจาก Load max 22%)ความกว้างของรอยร้าว 5 มิลลิเมตรผนังไม่สามารถรับแรงกระทำได้ เกิด

การวิบัติของผนัง (Failure) โดยผนังนี้จะเกิดการแตกร้าวจากกริมผนังด้านนอกเข้าสู่ภายในผนัง บริเวณด้านล่างทั้ง 2 ด้านตามทิศทางของแรงที่กระทำ ดังแสดงในรูปที่ 4.2



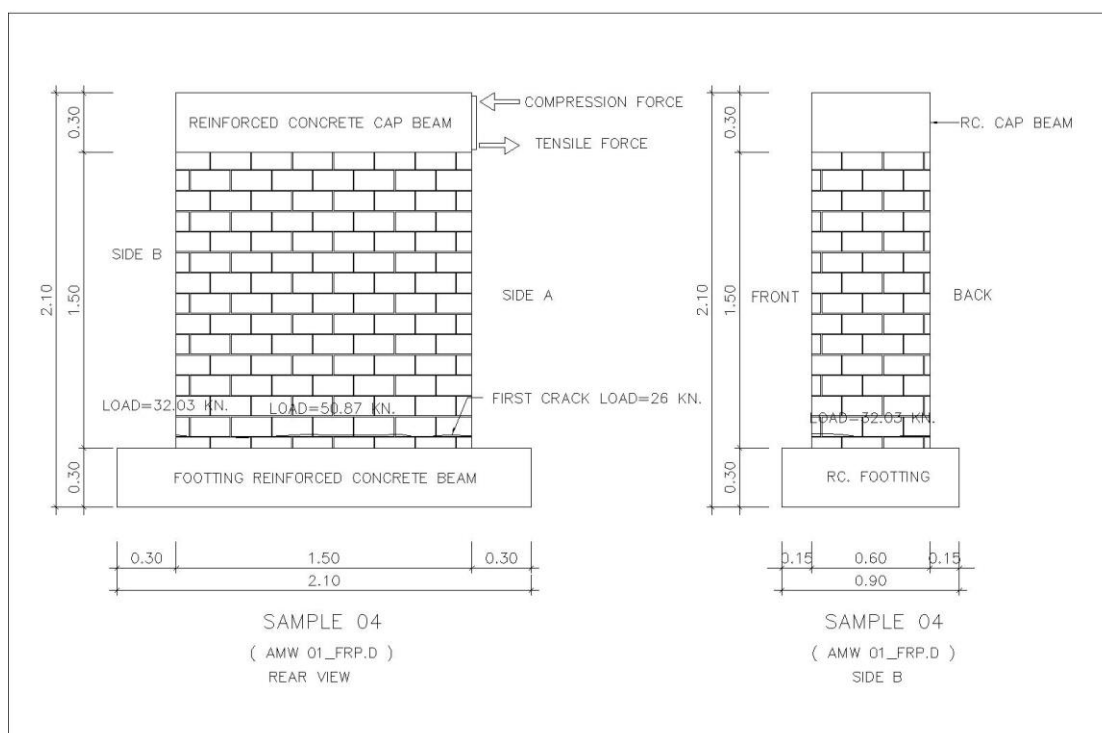
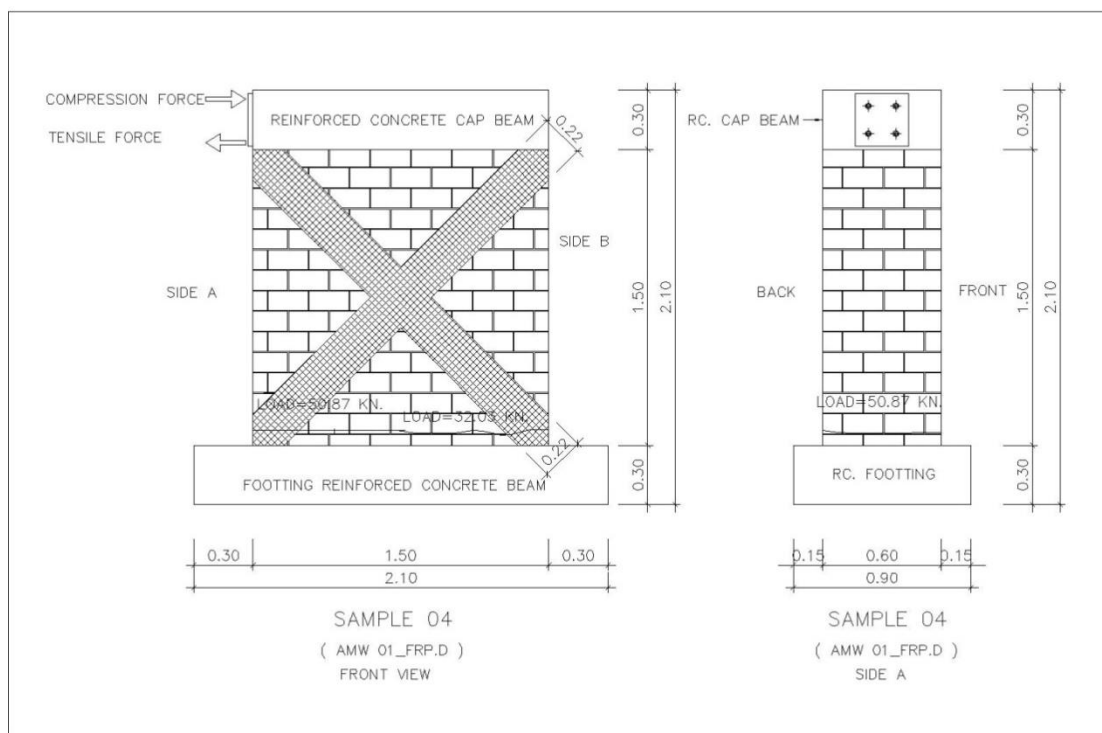
รูปที่ 4.2 รอยร้าวที่เกิดขึ้นภายหลังการทดสอบของผนัง AMW 01\_FRP.A

ผนัง AMW 05\_PR.P.E เป็นผนังที่ได้ทำการเสริมผนังด้วย Fiber-Reinforced Polymer (FRP) 1 ด้าน ปริมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผนัง และให้แรงกระทำในแบบเดียวกันกับผนัง AMW 01 เมื่อให้แรงกระทำด้านข้างแบบแบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading) ในแนวราบ ครั้งละ 2 กิโลนิวตัน ไปจนกว่าผนังไม่สามารถรับแรงที่เพิ่มขึ้นได้อีก ผนังมีรอยแตกร้าวแรก (First Cracking) ที่แรงกระทำ 18.00 กิโลนิวตัน ระยะการเคลื่อนตัวของผนัง (Displacement) 0.83 มิลลิเมตร ความกว้างของรอยร้าว 0.1 มิลลิเมตร สูงจากฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก 15 เซนติเมตร มีความยาวของรอยร้าว 5 เซนติเมตร ตามแนวราบจากริมผนังด้านนอกเข้าสู่ภายในผนัง จากนั้นเปลี่ยนการให้แรงกระทำ (load) จากการควบคุมด้วยแรง (Force Controlled) มาเป็นการควบคุมด้วยระยะการเคลื่อนที่ (Displacement Controlled) ของไฮดรอลิกส์แจ็ค (Hydraulic jack) เมื่อระยะการเคลื่อนตัวของผนัง (Displacement) 1.0 มิลลิเมตร ได้แรงกระทำสูงสุด (Load Max.) 22.61 กิโลนิวตัน ความกว้างของรอยร้าว 0.1 มิลลิเมตร มีความยาวของรอยร้าว 43 เซนติเมตร ตามแนวราบ หลังจากนั้นเมื่อระยะการเคลื่อนตัวของผนัง (Displacement) 2.0 มิลลิเมตร ได้แรงกระทำ (Load) 16.35 กิโลนิวตัน (ลดลงจาก Load max 28%) ความกว้างของรอยร้าว 1.3 มิลลิเมตร มีความยาวของรอยร้าว 102 เซนติเมตร ตามแนวราบ ผนังไม่สามารถรับแรงกระทำได้ เกิดการวิบัติของผนัง (Failure) โดยผนังนี้จะเกิดการแตกร้าวจากริมผนังด้านนอกเข้าสู่ภายในผนัง บริเวณด้านล่างทั้ง 2 ด้านตามทิศทางของแรงที่กระทำ ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 รอยร้าวที่เกิดขึ้นภายหลังการทดสอบของผนัง AMW 05\_PR.P.E

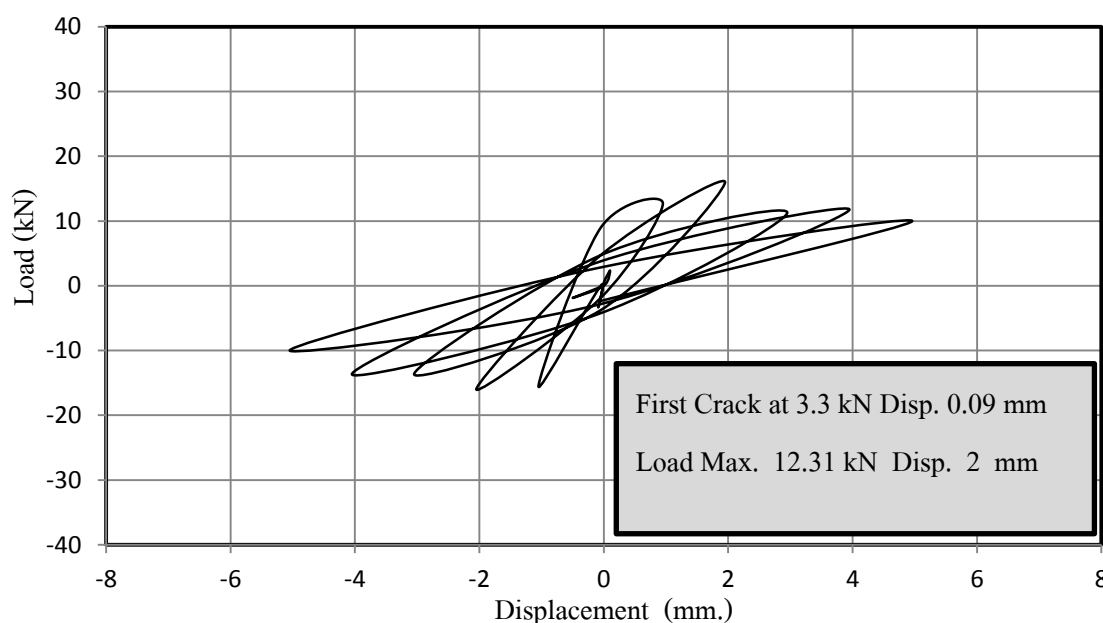
ผนัง AMW 04\_PR.P.D เป็นผนังที่ได้ทำการเสริมผนังด้วย Fiber-Reinforced Polymer (FRP) 1 ด้าน ปริมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผนัง และให้แรงกระทำในแบบเดียวกันกับผนัง AMW 01 เมื่อให้แรงกระทำด้านข้างแบบแบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading) ในแนวราบให้แรงกระทำเพิ่มขึ้นทีละ 2 กิโลนิวตัน ต่อครั้งๆ ละครั้งรอบจนครบ 1 รอบ (ดัน-ดึง) ไปจนกว่าผนังไม่สามารถรับแรงที่เพิ่มขึ้นได้อีก ผนังมีรอยแตกร้าวแรก (First Cracking) ที่แรงกระทำ 26.00 กิโลนิวตัน ระยะการเคลื่อนตัวของผนัง (Displacement) 1.09 มิลลิเมตร ความกว้างของรอยร้าว 0.1 มิลลิเมตร สูงจากฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก 15 เซนติเมตร มีความยาวของรอยร้าว 10 เซนติเมตร ตามแนวราบจากริมผนังด้านนอกเข้าสู่ภายในผนัง จากนั้นเปลี่ยนการให้แรงกระทำ (load) จากการควบคุมด้วยแรง (Force Controlled) มาเป็นการควบคุมด้วยระยะการเคลื่อนที่ (Displacement Controlled) ของไฮดรอลิกส์แจ็ค (Hydraulic jack) เมื่อระยะการเคลื่อนตัวของผนัง (Displacement) 3.0 มิลลิเมตร ได้แรงกระทำสูงสุด (Load Max.) 50.87 กิโลนิวตัน ความกว้างของรอยร้าว 1.3 มิลลิเมตร มีความยาวของรอยร้าว 102 เซนติเมตร ตามแนวราบ หลังจากนั้นเมื่อระยะการเคลื่อนตัวของผนัง (Displacement) 4.0 มิลลิเมตร ได้แรงกระทำ (Load) 28.26 กิโลนิวตัน (ลดลงจาก Load max 44%) ความกว้างของรอยร้าว 3 มิลลิเมตร ผนังไม่สามารถรับแรงกระทำได้ เกิดการวิบัติของผนัง (Failure) โดยผนังนี้จะเกิดการแตกร้าวจากริมผนังด้านนอกเข้าสู่ภายในผนังบริเวณด้านล่างทั้ง 2 ด้านตามทิศทางของแรงที่กระทำ ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 รอยร้าวที่เกิดขึ้นภายหลังการทดสอบของผนัง AMW 04\_PR.P.D

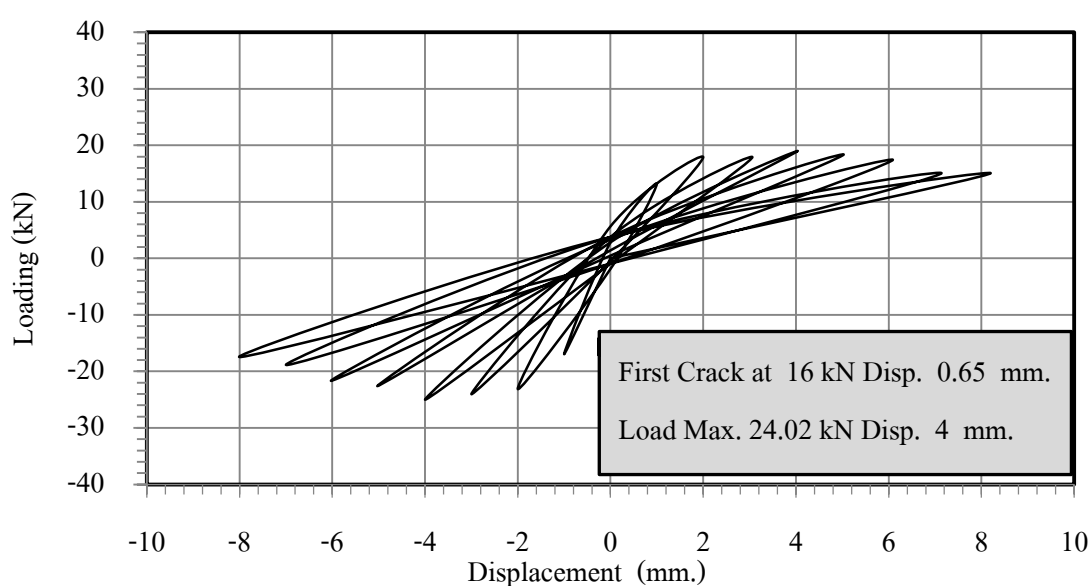
#### 4.5 การวิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดสอบการรับกำลังทางด้นข้างของผนังก่ออิฐโบราณแบบเข้าไปเข้ามาของผนังก่ออิฐโบราณ AMW 01 พบว่าสามารถรับแรงกระทำทางด้นข้างได้สูงสุด 12.31 กิโลนิวตัน การเคลื่อนตัวของผนัง 3 มิลลิเมตรทำให้ได้เส้นวงมีลักษณะแคบสั้นเส้นวงน้อยทำให้ได้พื้นที่ใต้กราฟน้อยทำให้ทราบว่าผนังก่ออิฐโบราณ AMW 01 รับแรงกระทำด้นข้างน้อยมาก ดังแสดงในรูปที่ 4.5



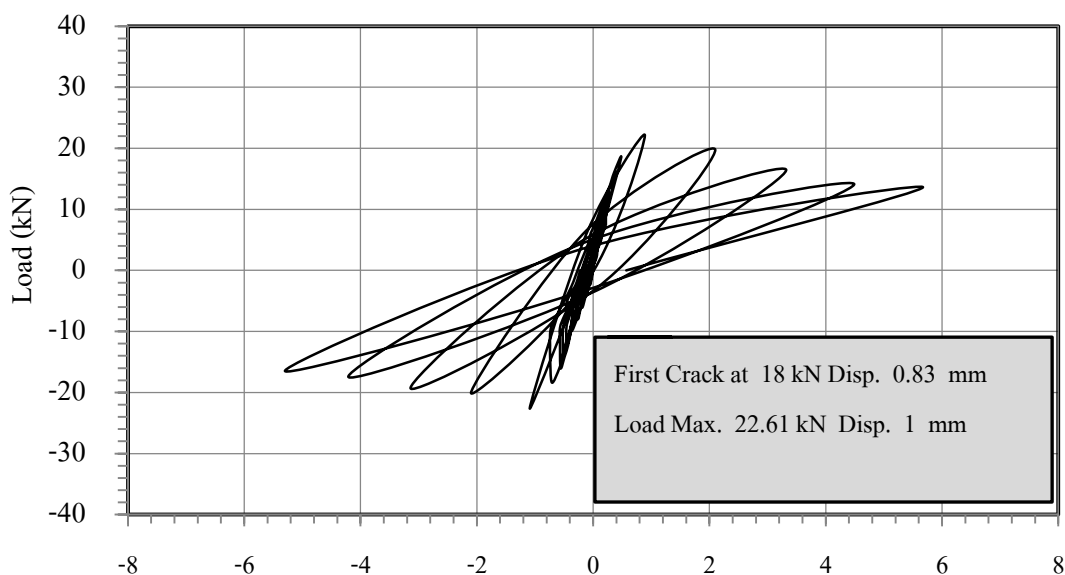
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวของผนังก่ออิฐโบราณกับการรับแรงกระทำแบบเข้าไปเข้ามาของผนัง AMW 01

ผนังก่ออิฐโบราณ AMW 01\_FRP.A เป็นผนังที่ได้ทำการซ่อมแซมผนัง AMW 01 หลังจากที่ผนังได้รับแรงกระทำจนเกิดรอยร้าวมากกว่า 2 มิลลิเมตร และไม่สามารถรับแรงกระทำได้อีก ด้วยการซ่อมผนังด้วย Fiber-Reinforced Polymer (FRP) กว้าง 20 ซม. ปิดทับบริเวณตามรอยแตกร้าวตลอดแนวทั้ง 2 ด้าน พบว่าสามารถรับแรงกระทำทางด้นข้างได้สูงสุด 24.02 กิโลนิวตัน การเคลื่อนตัวของผนัง 4 มิลลิเมตรทำให้ได้เส้นวงมิลักษณะแคบยาวเส้นน้อยทำให้ได้พื้นที่ได้กราฟมากทำให้ทราบว่าผนังก่ออิฐโบราณ AMW 01\_FRP.A เมื่อซ่อมแซมแล้วยังสามารถรับแรงกระทำทางด้นข้างได้มากกว่าผนัง AMW 01 ประมาณ 2 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 4.6



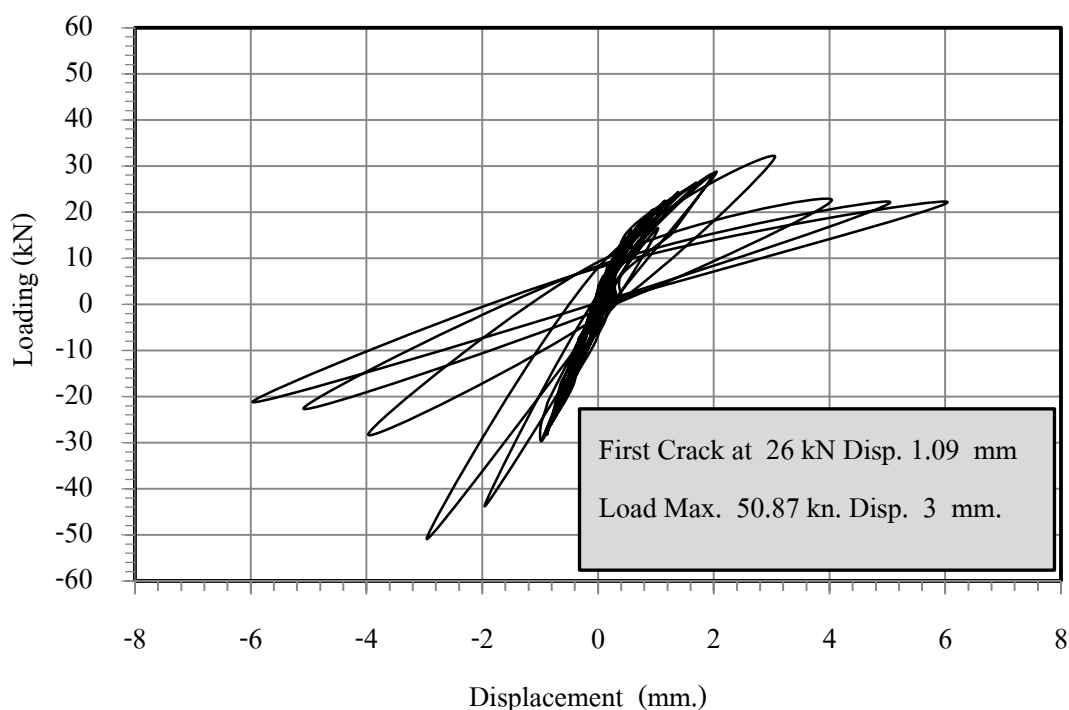
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวของผนังก่ออิฐโบราณกับการรับแรงกระทำแบบซ้ำไปซ้ำมาของผนัง AMW 01\_FRP.A

ผนังก่ออิฐโบราณ AMW 05\_FRP.E เป็นผนังที่ได้ทำการเสริมผนังด้วย Fiber-Reinforced Polymer (FRP) 1 ด้าน ปริมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผนัง พบว่าสามารถรับแรงกระทำด้านข้างได้สูงสุด 22.61 กิโลนิวตัน การเคลื่อนตัวของผนัง 2 มิลลิเมตร ทำให้ได้เส้นวงมีลักษณะแคบยาว เส้นวงมากทำให้ได้พื้นที่ใต้กราฟมากขึ้นทำให้ทราบว่าผนังก่ออิฐโบราณ AMW03 สามารถรับแรงกระทำทางด้านข้างได้มากกว่าผนัง AMW 01 ประมาณ 2 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 4.7



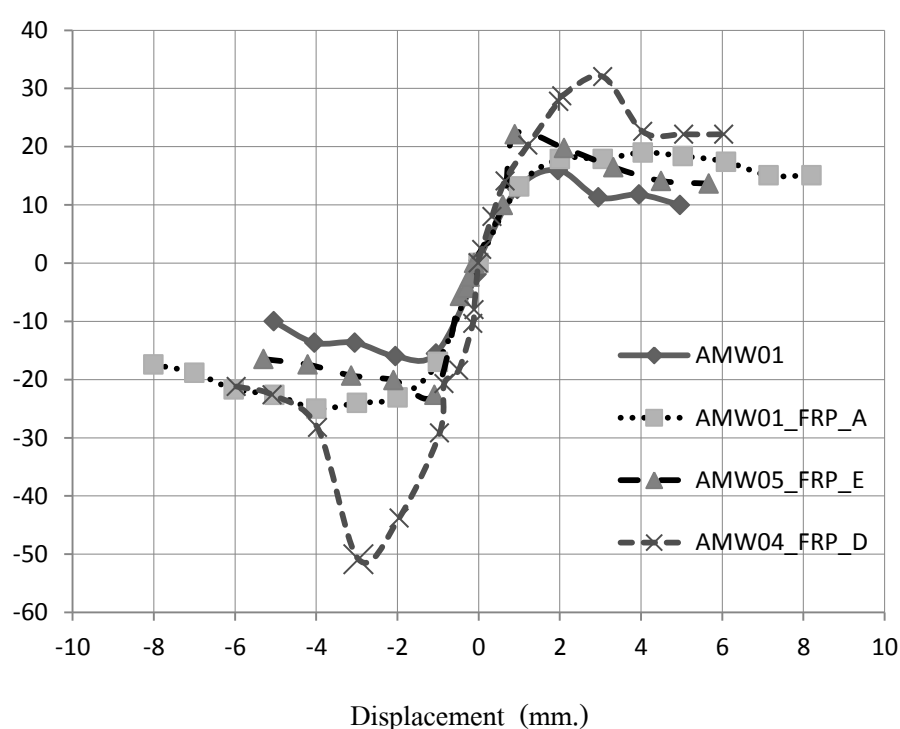
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวของผนังก่ออิฐโบราณกับการรับแรงกระทำแบบ  
ซ้ำไปซ้ำมา AMW 05\_FRP.E

ผนังก่ออิฐโบราณ AMW 04\_FRP.D เป็นผนังที่ได้ทำการเสริมผนังด้วย Fiber-Reinforced Polymer (FRP)1 ด้าน ปริมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผนัง พบว่าสามารถรับแรงกระทำด้านข้างได้สูงสุด 50.87 กิโลนิวตัน การเคลื่อนตัวของผนัง 4 มิลลิเมตร ทำให้ได้เส้นวงมีลักษณะแคบยาว เส้นวงมากทำให้ได้พื้นที่ได้กราฟมากขึ้นทำให้ทราบว่าผนังก่ออิฐโบราณ AMW03 สามารถรับแรงกระทำทางด้านข้างได้มากกว่าผนัง AMW 01 ประมาณ 4 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวของผนังก่ออิฐโบราณกับการรับแรงกระทำแบบ  
เข้าไปซ้ำมา AMW 04\_FRP.D

ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวของผนังท่ออิฐโบราณกับการรับแรงกระทำแบบซ้ำไปซ้ำมาจากการทดสอบการรับกำลังต้านทานด้านข้างสูงสุดแบบซ้ำไปซ้ำมา ผนังที่ได้ทำการเสริมผนังด้วย Fiber-Reinforced Polymer (FRP) 1 ด้าน ปริมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผนัง พบว่าสามารถรับแรงกระทำด้านข้างได้สูงสุด 50.87 กิโลนิวตัน การเคลื่อนตัวของผนัง 3 มิลลิเมตร สามารถรับแรงกระทำทางด้านข้างได้มากกว่าผนังที่ไม่ได้เสริม Fiber-Reinforced Polymer (FRP) ประมาณ 4 เท่า ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนตัวของผนังท่ออิฐโบราณกับการรับแรงกระทำแบบซ้ำไปซ้ำมา