# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ประกอบไปด้วยวัสดุก่อสร้างต่างๆมากมาย ไม่ว่าจะเป็นกรรมวิธีที่เลือกใช้ในการก่อสร้าง การเลือกใช้วัสดุต่างๆ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัย ทำให้ราคาค่าก่อสร้างอาคารบ้านเรือนความแตกต่างกันไป ถึงแม้ว่าอาคารนั้นๆจะมีพื้นที่ใช้สอยเท่ากัน รูปร่างหน้าตาเหมือนกัน

ในปัจจุบันมีวัสดุก่อสร้างหลายชนิดให้เลือกใช้ในการก่อผนัง ไม่ว่าจะเป็น อิฐมอญ(masonry) อิฐมวลเบา อิฐบล็อก เป็นต้น อิฐที่เป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายตามพื้นที่ชนบทที่ถือว่ามีความแข็งแรง ได้แก่ อิฐมอญ

ผนังก่ออิฐมอญ มักจะพบกับปัญหาการแตกร้าวของผนังในตอนฉาบปูน แต่ยังอิฐอีกประเภทหนึ่งที่สามารถหาซื้อได้ตามพื้นที่ชนบท เพราะขั้นตอนการผลิตไม่ยุ่งยาก เมื่อก่อเสร็จแล้วไม่จำเป็นต้องฉาบผนัง ใช้ความสวยงาม เป็นอิฐโชว์แนวก่อ นั้นคือ อิฐประสาน(interlocking block)

ภาพประกอบที่ 1.1 ปัญหาระบบผนังอิฐมอญที่ต้องใช้เวลาในการฉาบผนัง

ภาพประกอบที่ 1.2 ระบบผนังอิฐประสานที่ไม่ต้องการการฉาบปูน

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการทำงานผนังก่ออิฐมอญ-ฉาบปูนและผนังก่ออิฐบล็อกประสาน
2. เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน ระยะเวลา และต้นทุน ของผนังก่ออิฐมอญ-ฉาบปูน กับ ผนังอิฐบล็อกประสาน
3. เพื่อวิเคราะห์การใช้ผนังอิฐบล็อกประสานแทนการใช้งานผนังก่ออิฐมอญ-ฉาบปูน

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. งานวิจัยนี้จะใช้อิฐบล็อกประสาน ขนาด หนา 10 ซม. ยาว 30 ซม. สูง 10 ซม. นำมาทดสอบ เพื่อเปรียบเทียบกับอิฐมอญ
2. การศึกษาเรื่องความแข็งแรง จะใช้มาตรฐาน BS 5234 ในหัวข้อการทดสอบเรื่อง Large Soft Body Impact และ Light Weight Anchorage โดยใช้สถานที่ภายในมหาวิทยาลัยศรีปทุม บางเขน ในการทดสอบ
3. การศึกษาเรื่องต้นทุน ค่าวัสดุ ค่าแรง และเวลาในการทำงาน

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานผนังก่ออิฐมอญ-ฉาบปูนและผนังก่ออิฐบล็อกประสาน
2. ทำให้ทราบถึงมาตรฐานการทดสอบความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน ระยะเวลา และต้นทุน ของผนังก่ออิฐมอญ-ฉาบปูน กับ ผนังอิฐบล็อกประสาน
3. ทำให้ทราบถึงความเหมาะสมในการใช้ผนังอิฐบล็อกประสานแทนการใช้งานผนังก่ออิฐมอญ-ฉาบปูน

# บทที่ 2
# ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึง ขั้นตอนการผลิตอิฐ ขั้นตอนการก่อผนัง การทดสอบความแข็งแรงของผนังตามมาตรฐาน BS 5234 ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า(Value Engineering) และ ผลิตภาพงานก่อสร้าง(Productivity in Construction)

## 2.1 ขั้นตอนการผลิตอิฐ

2.1.1 ขั้นตอนการผลิตอิฐมอญ (รณิดา สัมฤษธิ์โพธิ์ทอง , ข้อมูลภูมิปัญญา)

ชาวมอญได้อพยพมาลงหลักปักฐานบนแผ่นดินไทยแต่โบราณแล้ว ก็ยังคงประกอยอาชีพตามเดิมที่ตนถนัด มาตั้งแต่สมัยอยู่บ้านเมืองของตน ซึ่งอาชีพหลักของชาวมอญก็คือ ทำนา ทำไร ค้าขาย รับราชการ และทำเครื่องปั้นดินเผา รวมทั้งการทำอิฐ ซึ่งเป็นอาชีพที่ชาวมอญได้ทำมานานแล้ว และ มีความชำนาญมาตั้งแต่ในบ้านเมืองเดิมของตน จากการที่ชาวมอญมีฝีมือในการทำเครื่องปั้นดินเผา และผูกขาดการทำอิฐมาแต่โบราณ ทำให้คนไทยเรียกลักษณะของอิฐรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีสีส้มชนิดนี้ว่า “อิฐมอญ”

แต่เดิมดินที่นำมาใช้ทำอิฐมอญเป็นดินแม่น้ำ มีเนื้อละเอียดปนทราย ซึ่งเป็นคุณลักษณะพิเศษคือไม่เหนียวมากเกินไป แต่ปัจจุบันดินแม่น้ำต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก จึงหันมาใช้ดินจากพื้นที่ลุ่ม มีคุณสมบัติเหมือนดินแม่น้ำ กล่าวคือ เป็นดินสองชั้น ชั้นบนเป็นดินเหนียวปนทราย ชั้นล่างเป็นดินเหนียวล้วนๆ เมื่อขุดมารวมกัน ก็จะได้ดินเหนียวปนทรายเนื้อดี นอกจากดินแล้ว ยังประกอบด้วย แกลบ และขี้เถ้า เป็นส่วนประกอบสำคัญ ก่อนผสมเข้าด้วยกัน ตากแห้ง แล้วเข้าเตาเผา อิฐที่ดีจะมีสีส้มสดทั่วทั้งก้อน แกร่ง ขั้นตอนการทำอิฐมอญ

2.1.1.1 การเตรียมดินสำหรับทำอิฐมอญ เริ่มต้นด้วยการเลือกดินเหนียวปนทราย หรือเรียกว่า “ดินน้ำไหลชายมูล”

2.1.1.2 นำดินที่เตรียมไว้แช่น้ำในบ่อ เพื่อให้ง่ายแก่การผสมผสานตัว โดยใช้ระยะเวลาในการแช่ดิน ประมาณ 2-3 วัน

2.1.1.3 นำดินใส่ในเครื่องปั่นอัดก้อน โดยนำขี้เถ้าผสม (สมัยก่อนจะผสมด้วยแกลบ แล้วใช้เท้าย่ำ) ดินจะผ่านช่องบล็อกหัวอิฐออกมาเป็นเส้นหนาๆในราง จากนั้นก็นำที่ตัดอิฐมาตัดให้เป็นก้อนแล้วนำไปวางบนหมอนรอง

2.1.1.4 นำอิฐที่ได้ไปตากในลานตากที่รับแสงแดดตลอดเวลาการตากใช้เวลาประมาณ 3-10 วัน เพื่อทำให้แห้งอิฐดิบที่ตากจนได้ที่แล้วมีสีขาวนวล ก่อนนำไปเผา

2.1.1.5 การเผาแต่ละครั้งต้องใช้อิฐมอญดิบจำนวนมากๆ เพราะค่าใช้จ่ายในการเผาสูงมาก เนื่องจากแกลบที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้นมีราคาสูงมาก และการเผาแต่ละครั้งตั้งใช้เวลา 15 วัน โดยการเผาต้องเติมแกลบทุกวัน จึงจำเป็นต้องเก็บรักษาอิฐมอญดิบที่แห้งสนิทแล้วเอาไว้อย่างดี โดยไม่ไว้ในที่ชื้น วางเรียงซ้อนกันเอาไว้ในสภาพประกอบที่พร้อมเผา การเผาอิฐมอญจะใช้อิฐดิบก่อเรียงเป็นเตาเผา โดยวางสลับกันเป็นช่อง พอที่จะให้เชื้อเพลิงหล่อลงไปได้ อิฐที่สุกได้ที่จะออกสีส้มตลอดทั้งก้อน

2.1.2 ขั้นตอนการผลิตอิฐบล็อกประสาน (ฝ่ายนวัตกรรมวัสดุสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (ว.ว.))

บล็อกประสาน คือ วัสดุรับน้ำหนักที่ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรู และเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง เน้นการใช้วัสดุในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม โดยวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมหรือมวลรวมละเอียดของบล็อกประสานควรมีขนาดเล็กกว่า 4 ม.ม. มวลรวมละเอียดที่ใช้ควรมีลักษณะตามมาตรฐานของการแบ่งคุณภาพดินและมวลรวม สำหรับงานก่อสร้างทางหลวง (ASTM D3282 Standard Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtrures for Highway Construction Purposes) คือมีฝุ่นดินไม่เกินร้อยละ 35 โดยน้ำหนักหรือทดสอบเบื้องต้น โดยนำดินใสในขวดครึ่งหนึ่งเติมน้ำแล้วเขย่าให้เข้ากัน เมื่อหยุดเขย่าสังเกตส่วนที่ตกตะกอนทันทีแล้วขีดเส้นไว้ รอจนตกตะกอนทั้งหมดจนน้ำใส แล้ววัดตะกอนฝุ่นไม่ควรเกิน 15 โดยปริมาณ นำมาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสมประมาณ 1:6 ถึง 1:7 อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่ม ให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 7 วัน ขั้นตอนการผลิตบล็อกประสาน วว.

2.1.2.1 ทดสอบแหล่งดินเพื่อหาแหล่งที่เหมาะสมที่สุด และกำหนดส่วนผสมที่เหมาะสม

เตรียมวัตถุดิบ ถ้ามีความชื้นมากควรตกให้แห้งและกองเก็บวัตถุดิบไว้ในที่ร่มให้มากเพียงพอที่จะทำการผลิตตลอดเวลา หากดินเป็นก้อน หรือมีมวลหยาบน้อย ควรร่อนผ่านตะแกรงขนาด

2-4 ม.ม. ไม่ควรใช้ตาละเอียดมากเกินไป เพราะจะทำให้ได้แต่เนื้อฝุ่นดิน ทำให้ก้อนบล็อกไม่มีความแข็งแรง

2.1.2.2 ในการผสม ควรผสมดินแห้งหรือมวลรวมกับซีเมนต์ให้เข้ากันก่อน แล้วค่อยๆ เติมน้ำโดยใช้ฝักบัว หรือ หัวฉีดพ่นให้เป็นละอองกว้าง น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำสะอาด ใช้ผสมหลังจากการผสมดิน และซีเมนต์เข้าด้วยกัน

2.1.2.3 หลังจากนั้นจึงนำดินที่ผสมแล้วเข้าเครื่องอัด โดยตวงวัดหน่วยเป็นน้ำหนัก เติมส่วนผสมลงในแบบอัดโดยใช้น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถทำงานได้สะดวก ควรใช้ส่วนผสมให้หมดภายใน 30 นาที หลังจากผสมน้ำ เพื่อป้องกันปูนก่อตัวก่อนขึ้นรูป

2.1.2.4 บล็อกประสาน วว. ที่อัดเป็นก้อนแล้วควรผึ่งในที่ร่มอย่างน้อย 1 วัน จึงเริ่มบ่นจนอายุครบ 7 วัน

## 2.2 ขั้นตอนการก่อผนัง

2.2.1 ขั้นตอนการก่อผนังด้วยอิฐมอญ-ฉาบปูน (ดำเนิน คงพาลา , 65-66 , 2548)

2.2.1.1 ขั้นตอนการก่ออิฐมอญ

- ต้องจัดเตรียมหาวัสดุเครื่องมือในการก่ออิฐให้พร้อม วางผังให้แน่นนอน ด้วยการหาแนวเส้นศูนย์กลาง แนวเส้นด้านหน้าของผนังที่จะก่อ เส้นระดับ เส้นดิ่ง ให้เรียบร้อย
- ก่อนทำการก่ออิฐจะต้องนำอิฐไปแช่น้ำหรือเอาน้ำราดให้เปียกชุ่มเพื่อให้อิฐอิ่มน้ำจะได้ไม่ดูดน้ำจากปูนก่อซึ่งจะทำให้ปูนก่อแห้งไม่ยึดเกาะอิฐและเพื่อเป็นการชำระล้างสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่น ผงที่ติดอยู่ที่ก้อนอิฐ ให้หลุมออก
- ปูนก่อต้องผสมคลุกเคล้าให้ข้ากันมีความข้นเหนียวที่พอเหมาะ จะได้สะดวกในการก่อ มีกำลังยึดเกาะได้ดี ถ้าผสมปูนก่อเหลวเกินไป จะไม่สะดวกในการก่อ ทำให้การก่อทำได้ช้า ปูนก่อหกเลอะเทอะ
- การก่ออิฐเสาหรือผนังต้องก่อตรงมุม เมื่อก่อได้ประมาณ 3-4 ชั้น ต้องทำการตรวจแนวดิ่งและแนวระดับให้ได้ทุกมุม จากนั้นก็ขึงด้ายหลอดแล้วก่อตรงกลาง มุมหนึ่งต้องเล็งดิ่ง 2 ครั้ง
- ถ้าเป็นผนังที่ก่ออยู่ระหว่างเสา 2 เสา จะต้องเริ่มก่อชิดเสาก่อน ในลักษณะขั้นบันได เพื่อขึ้นระดับหัวท้ายแล้วขึงด้ายหลอดเป็นเส้นระดับเสอมหลังแผ่นอิฐในชั้นที่ 2 จึงก่อตรงกลางไปเชื่อมติดกันเป็นชั้นๆ โดยให้หลังแผ่นอิฐอยู่เสมอกันกับเส้นด้าย

- อย่านำอิฐหักมาก่อแทนอิฐเต็มก้อนในจำนวนที่มาก เพราะจะทำให้ผนังที่ก่อรับกำลังได้ไม่เต็มที่และเกิดการแตกร้าวขึ้นได้

- แนวหลังแผ่นอิฐทุกๆชั้นต้องได้ระดับเสมอกันตลอด

- มุมทุกมุมต้องก่อให้ได้ดิ่งและฉาก

- ด้านหน้าและด้านหลังผนังก่อต้องเสมอกัน ได้ดิ่ง ไม่มีแผ่นอิฐยื่นออกมาหรือล้ำเข้าไป

- แนวปูนก่อทางตั้งต้องได้ดิ่ง และไม่ตรงกันถึง 2 แถว

- ความหนาของปูนก่อต้องหนาเท่ากันตลอด คือหนาประมาณ 1 เซนติเมตร และไม่ควรหนาเกิน 2 เซนติเมตร

- เมื่อเทปูนก่อแล้วเกลี่ยปูนก่อด้วยสันเกรียงเหล็ก ต้องไม่เกลี่ยให้เรียบ จะทำให้แผ่นอิฐที่วางทับปูนก่อยึดติดไม่สนิท

- เมื่อวางอิฐบนปูนก่อแล้ว อย่ากระทุ้งหลังอิฐเกินกำลัง จะทำให้แผ่นอิฐแตกและอาจทำให้ปูนยึดติดกับแผ่นอิฐไม่ดีเท่าที่ควร

- ส่วนโค้งของกำแพงต้องทำให้ปูนก่ออิฐยึดติดกัน และต้องอยู่ได้ด้วยตัวของมันเอง

- ในการก่ออิฐต้องพยายามมิให้เกิดช่องว่างหรือมีโพรงข้างในโดยเฉพาะอิฐที่มีร่องตรงกลาง

- ในขณะปฏิบัติการก่ออิฐต้องป้องกันแสงแดดและฝนให้ดี จนกว่าปูนก่อจะแข็งตัวและยึดเกาะอิฐ

- เมื่อก่ออิฐต้องปล่อยทิ้งไว้ให้ข้ามคืน จากนั้นต้องหมั่นราดน้ำให้เปียกชุ่มวันละ 2-3 ครั้ง ประมาณ 7 วัน เพื่อให้ปูนก่อมีกำลังแข็งตัวได้ถึงที่สุด

2.2.1.2 ขั้นตอนฉาบปูนผนังเรียบ (ดำเนิน คงพาลา , 216 - 221, 2548)

- ศึกษาแบบ เพื่อให้ทราบความหนาของปูนฉาบ ทราบระยะ ความกว้าง ความยาว และความสูงของผนัง เมื่อฉาบแล้วเสร็จ

- เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์งานฉาบให้พร้อม

- เตรียมผิวปูนฉาบ ใช้เกรียงเหล็กขนาดกลางขูดปูนก่อที่ติดอยู่ที่ผิวงาน เพื่อให้ปูนก่อบางส่วนหลุดออก ผิวอิฐมีความสะอาด แนวปูนก่อเป็นรองเล็กน้อย ทำให้การฉาบปูนเป็นไปได้สะดวก จากนั้นใช้แปรงสลัดน้ำจุ่มลงในกระป๋องน้ำ ยกขึ้นสลัดไปที่มุมผนังให้มีความเปียกชุ่มพอสมควร

- ปฏิบัติการฉาบปูนที่มุมผนัง โดยฉาบปูนจากบนลงล่าง ใช้เกรียงเหล็กตักปูนฉาบไลม์มอร์ต้าจากกระป๋องปูนเทลงบนกระบะรองปูน ปฏิบัติการกลับปูนฉาบบนกระบะรองปูนให้เป็นก้อนและมีความเหนียว

- จากนั้นใช้เกรียงเหล็กตักบ่งปูนฉาบไปฉาบโปะมุมบนสุดของผนังดังกล่าว พร้อมทั้งดันใบเกรียงเหล็กขึ้นในแนวดิ่ง ปูนฉาบก้อนดังกล่าวจะถูกใบเกรียงเหล็กอัดแน่นยึดติดกับผิวงาน ปฏิบัติการดังกล่าวในแนวต่อลงมา แต่ให้ปูนฉาบติดกันในแนวดิ่งทั้ง 2 แนวของมุมผนัง

- ทำการการแต่งปูนฉาบที่มุมผนังในแนวดิ่ง นำไม้บรรทัดปาดปูนตัวยาวมาทาบติดกับปูนฉาบที่ฉาบโปะเอาไว้ ใช้ตลับเมตรวัดจากผิวงานก่ออิฐมาถึงขอบไม้บรรทัดปาดปูน 1 ซม. โดยขยับไม้บรรทัดปาดปูนตัวยาวไปทางซ้ายหรือทางขวา ขนานกบผิวก่ออิฐจนได้ระยะ 1 ซม. นำลูกดิ่งมาดิ่งตรงขอบไม้บรรทัดปาดปูนตัวยาวให้ได้ดิ่ง โดยยึดขอบด้านหลังของไม้บรรทัดปาดปูนตัวยาวตรงตำแหน่งผิวงานก่ออิฐซึ่งวัดระยะ 1 ซม. เป็นเกณฑ์ ขยับปลายล่างของไม้บรรทัดปาดปูนตัวยาวไปทางซ้ายหรือขวาจนอยู่ในแนวดิ่ง ดันปลายล่างของไม้บรรทัดปูนให้แนบชิดกับปูนฉาบใช้เกรียงเหล็กตักปูนฉาบโป๊ะตรงตำแหน่งที่เป็นช่องว่างระหว่างผิวอิฐกับไม้บรรทัด ใช้เกรียงไม้แต่งปูนฉาบให้เรียบตลอดแนว

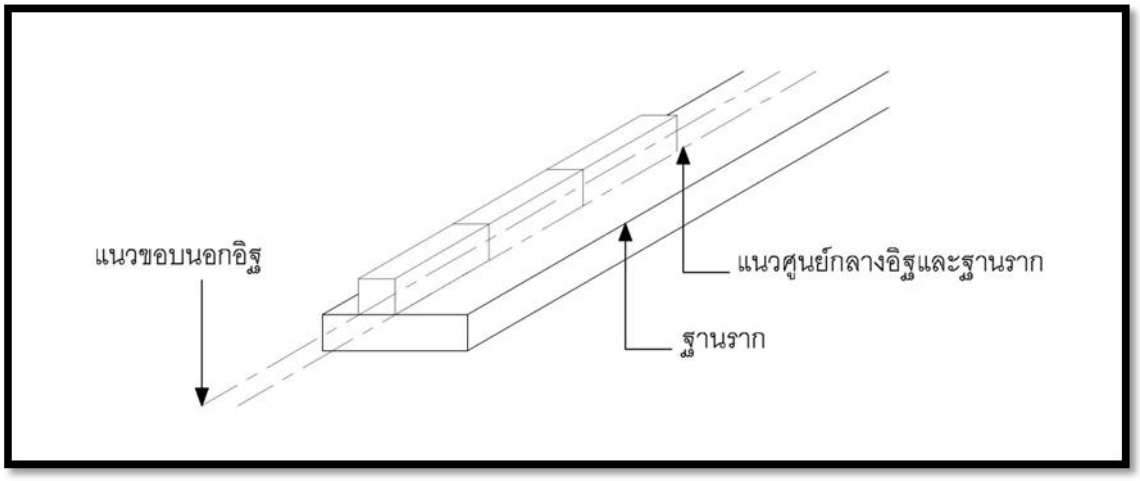
- ทำการขึ้นปูนฉาบจากบนลงล่างให้เต็ม นำไม้บรรทัดปาดปูนมาปาดปูนฉาบให้มีผิวเรียบ บริเวณใดที่เป็นแอ่งให้ใช้เกรียงเหล็กตักปูนฉาบแต่งให้เต็ม พร้อมทั้งใช้เกรียงไม้ไถวนไปวนมาให้ทั่ว จนกระทั้งผิวหน้าของปูนฉาบเรียบตลอดทั้งแผง

2.2.2 ขั้นตอนการก่อผนังด้วยอิฐประสาน (เขม เกศทอง,2545)

แนวกำแพงอิฐประสาน ซึ่งถือเป็นหัวใจของการก่อสร้างในลักษณะนี้ เพราะกำแพงอิฐประสานจะเป็นโครงสร้างหลักของอาคาร รวมถึงเป็นผนังกั้นห้องต่างๆไปในตัว

2.2.2.1แนวผนังรับแรง (กำแพงอิฐ)

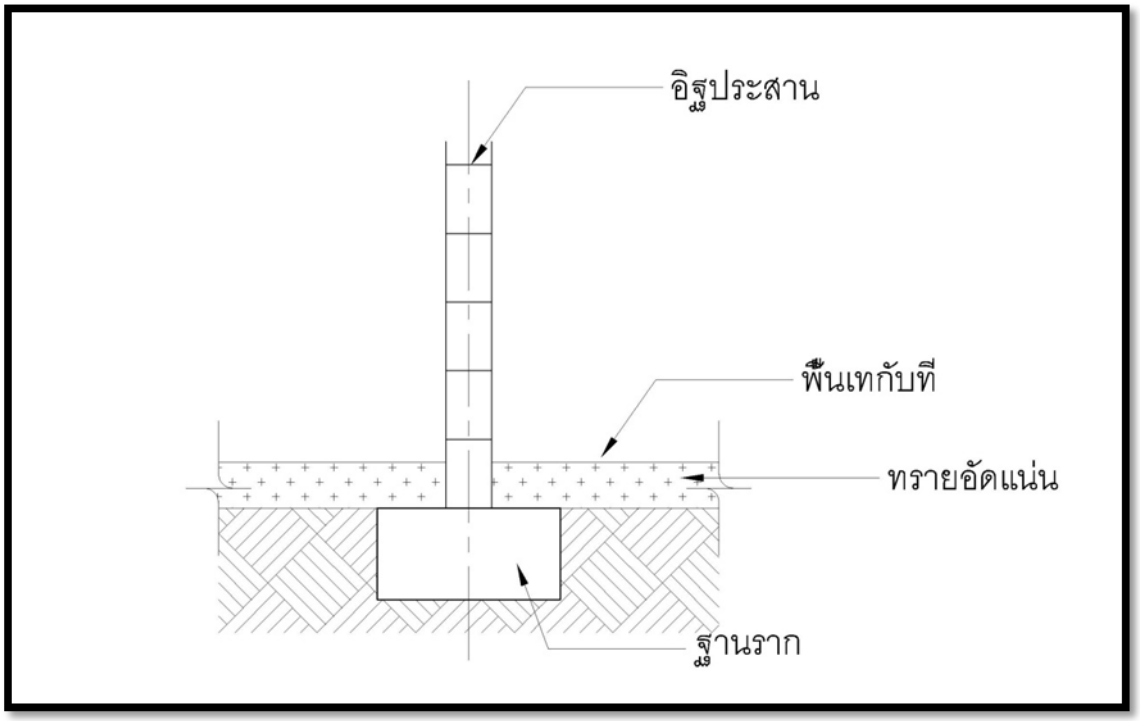
หลังจากเทคอนกรีตฐานรากแล้วเสร็จจนคอนกรีตแข็งตัวแล้ว ขึ้นแนวผนังแนวแรกโดยยึดจากผัง ควรจะทำการดีดเต๋า เพื่อให้แนวชัดเจน ภาพประกอบที่ 2.1




ภาพประกอบที่ 2.1 แนวผนังรับแรง(กำแพงอิฐ)

เมื่อหาแนวอิฐบนฐานรากได้ทั้งหมดแล้ว ให้เริ่มวางแนวอิฐแถวแรกรอบอาคาร จัดแนวแถวให้ลงตัว โดยแบ่งการวางแนวกำแพงได้เป็น 2 วิธี ได้แก่

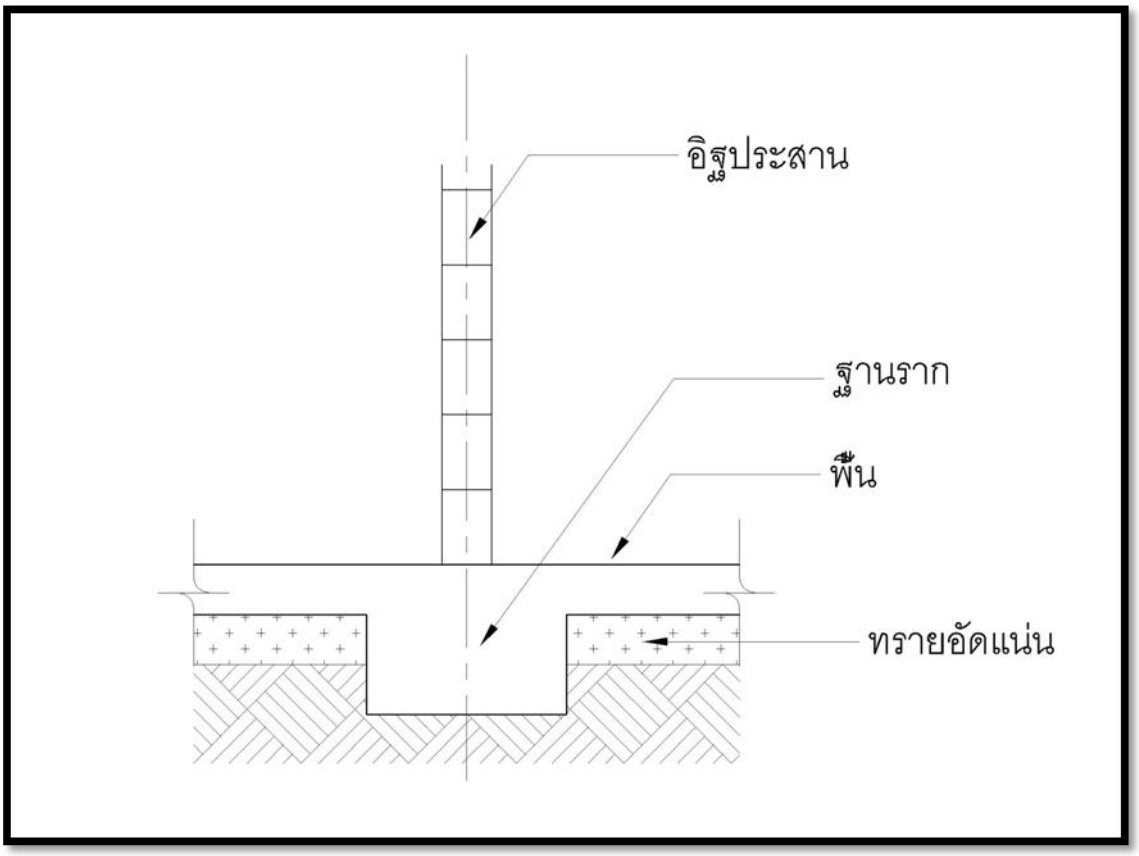
1. วิธีวางกับฐานรากโดยตรง วิธีนี้เมื่อเทฐานรากเสร็จแล้ว จะทำการวางแนวกำแพงก่อน แล้วจึงเทพื้นคอนกรีต




ภาพประกอบที่ 2.2 การวางแนวกำแพงก่อการเทพื้น

วิธีนี้เหมาะกับบ้าน 2 ชั้น หรือ มากกว่า เนื่องจากบ้าน 2 ชั้น จะมีน้ำหนักค่อนข้างสูง จึงต้องการยึดอิฐก้อนแรกเพื่อไม่ให้เคลื่อนตัว และต้องการให้น้ำหนักถ่ายลงศูนย์กลางของฐานราก

2. วิธีวางบนพื้น วิธีนี้จะเทฐานรากและพื้นก่อน จึงวางอิฐก่อนแรก วิธีนี้เหมาะกับบ้านชั้นเดียวที่มีน้ำหนักไม่มากนัก เพราะการวางอิฐบนพื้นซึ่งอาจจะเยื่องศูนย์และฐานรากไปบ้าง ก็ไม่ก่อให้เกิดปัญหาแต่ประการใด



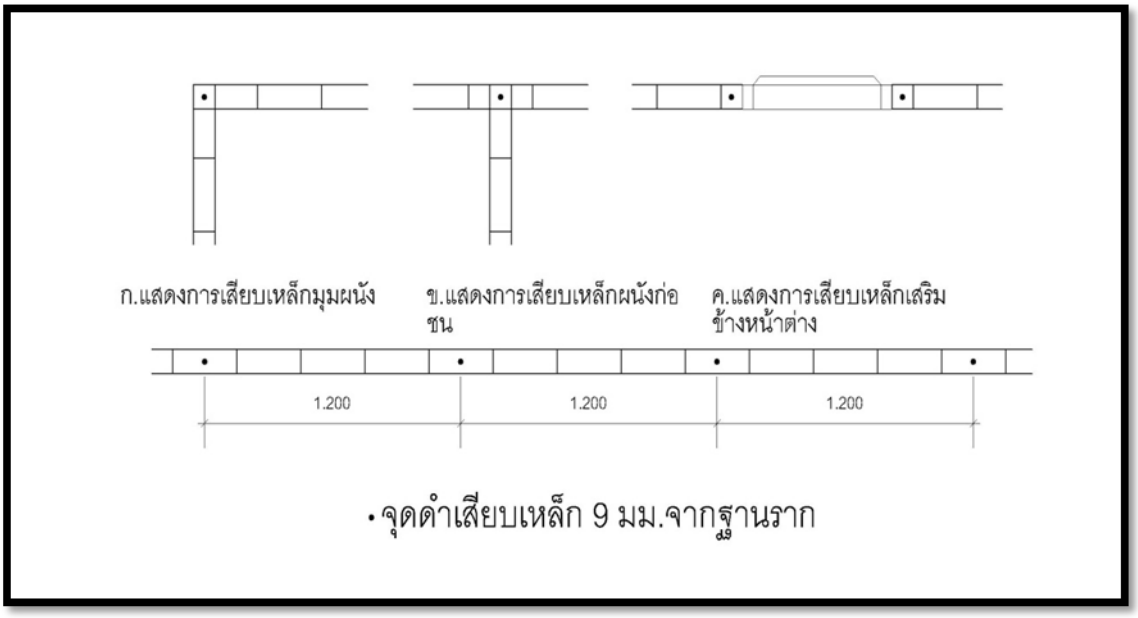

ภาพประกอบที่ 2.3 การเทฐานรากและพื้นก่อน จึงก่ออิฐ

แต่ข้อพึงระวัง คือ อย่างวางอิฐบนพื้นที่ไม่ได้เตรียมฐานรากไว้โดยตรง เพราะอาจทำให้พื้นแตกร้าวได้ และจะเป็นอันตรายต่อโครงสร้างเป็นอย่างยิ่ง

2.2.2.2 การฝากสลักเหล็ก

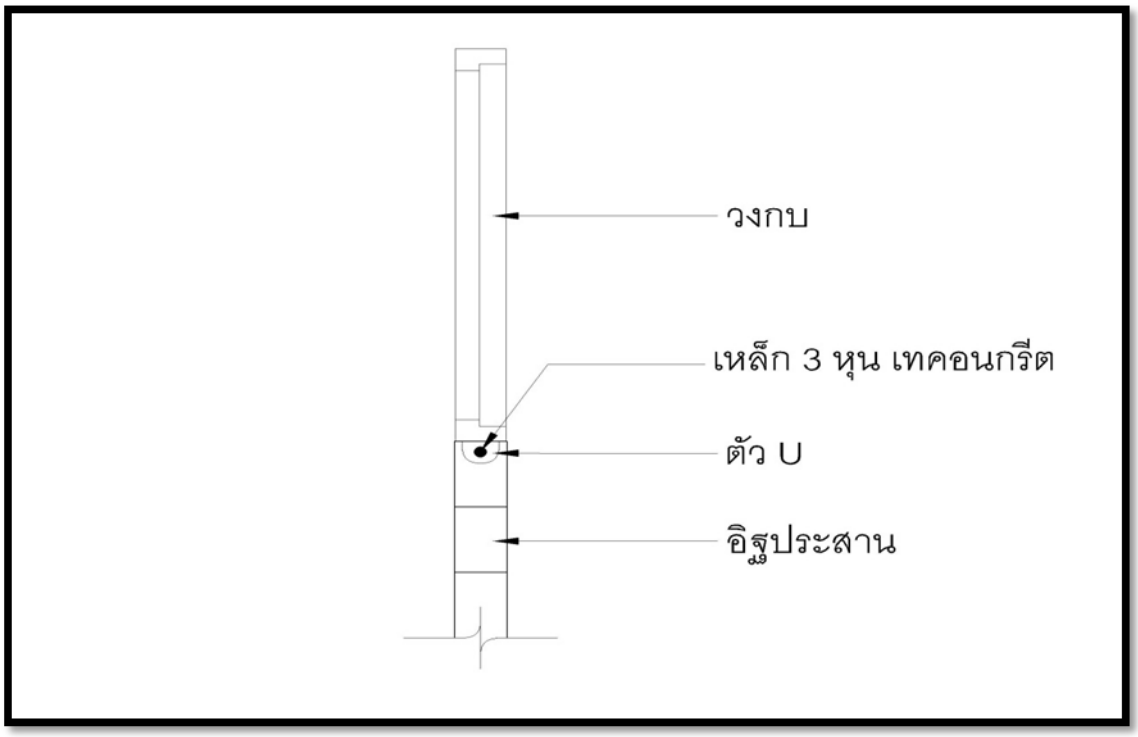
หลังจากได้แนวอิฐก่อแรกแล้ว ควรตรวจสอบให้ชัดเจน ว่าได้วางแบบถูกต้องตามแบบแล้ว จากนั้นให้เจาะพื้นฐานราก แล้วแต่วิธีการวางอิฐตามวิธีที่วางกับฐานรากโดยตรงหรือ วางบนพื้น

เพื่อฝากสกัดเหล็ก 9 ม.ม. หรือภาษาชาวบ้านมักเรียกว่าเหล็ก 3 หุน ตามทุกมุมของบ้านและทุก ๆ ข้างวงกบ และทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.20 ม.



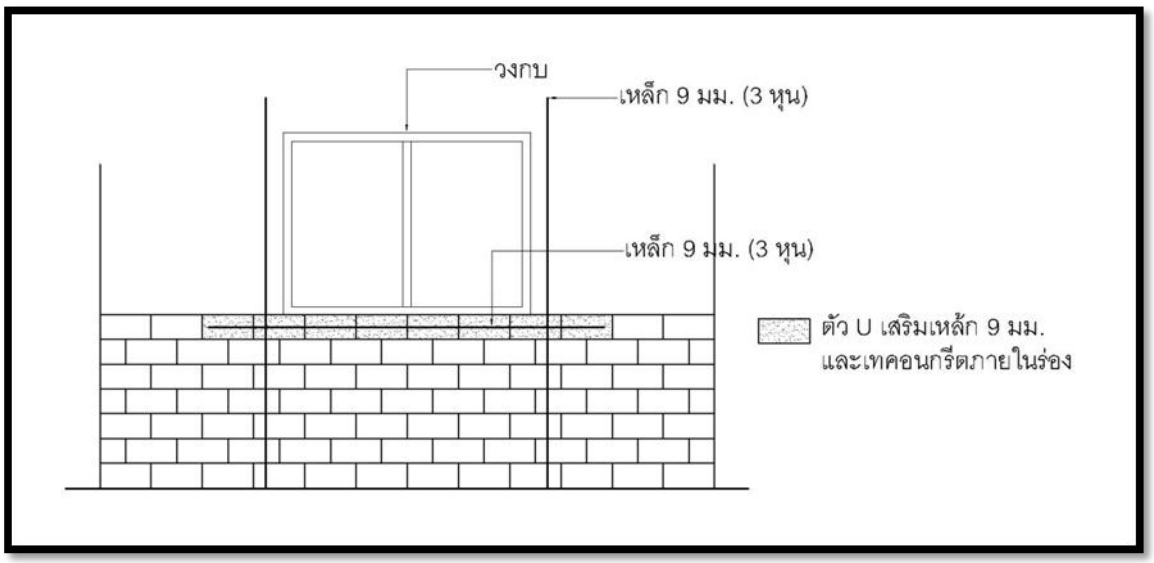

ภาพประกอบที่ 2.4 แสดงตำแหน่งการเสียบเหล็กเสริมกำแพง

เมื่อก่ออิฐจนถึงระดับท้องวงกบแล้ว อิฐก้อน (แถว) สุดท้ายก่อนที่จะตั้งวงกบ ให้ใส่ตัว U ดังภาพประกอบที่ 2.5




ภาพประกอบที่ 2.5 แสดงการเสริมเหล็กเสาเอ็น – ทับหลัง

ตัว U ที่วางเพื่อรับวงกบ ควรจะวางเผื่อออกจากขอบวงกบอย่างน้อยต้องมากกว่า 1 ก้อน เมื่อก่อกำแพงจนถึงวงกบแล้ว ให้ใส่ตัว U ที่หลังวงกบและใส่เหล็ก 3 หุน พร้อมทั้งเทคอนกรีตคล้ายๆกับตัวรับวงกบ เพื่อจะได้เป็นคานเอ็น สำหรับถ่ายน้ำหนักของกำแพงที่อยู่เหนือวงกบ ดังภาพประกอบที่ 2.6




ภาพประกอบที่ 2.6 แสดงการเสริมเหล็กเสาเอ็น – ทับหลัง

การวางตัว U ที่หลังวงกบให้ยึดหลักดังต่อไปนี้

1.ช่องวงกบ ระยะไม่เกิน 1 เมตร ให้วาง 1 ชั้น

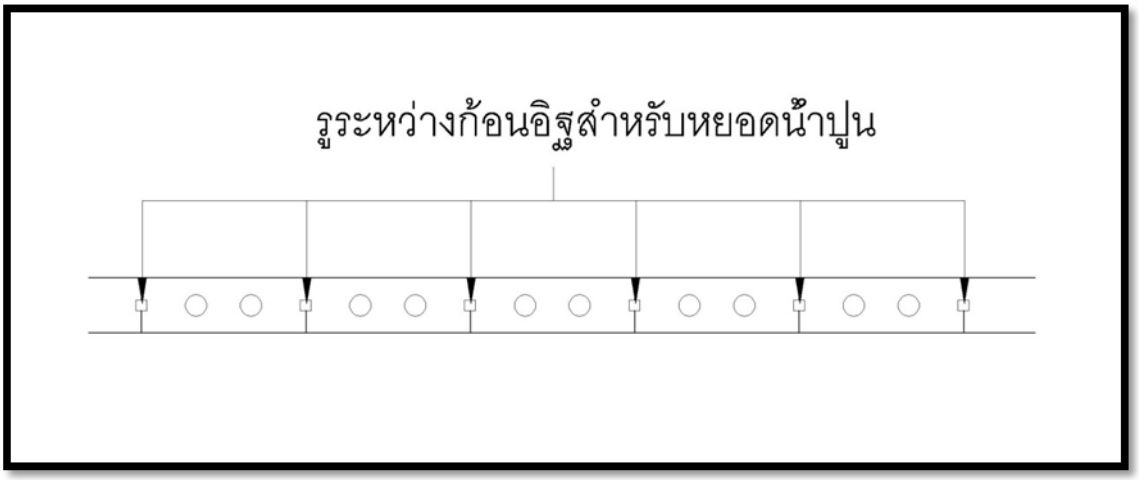
2.ช่องวงกบ ระยะ 1 – 2 เมตร ให้วาง 2 ชั้น

3.ช่องวงกบ ระยะ 2 เมตรขึ้นไป ให้วาง 3 ชั้น

ทุก ๆ ชั้นให้ใส่เหล็ก 3 หุน และมัดเข้าข้างเหล็กตัวยืนด้านข้างเสมอ * สำหรับวงกบประตูให้ยึดหลักเดียวกัน*

2.2.2.3 การหยอดน้ำปูน

นอกจากจะต้องเทคอนกรีตลงในรูสลักเหล็ก 3 หุน ที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว จำเป็นจะต้องหยอดน้ำปูนลงในรูเล็ก ซึ่งเป็นรูระหว่างก้อนอิฐ ดังภาพประกอบที่ 2.7




ภาพประกอบที่ 2.7 แสดงตำแหน่งหยอดน้ำปูน

เพื่อทำให้อิฐประสานเป็นแผงเดียวกัน และกันแสงลอดระหว่างอิฐไปในตัว ให้หยอดน้ำปูนทุก ๆ รู แต่ในบ้างกรณี อาจจะไม่หยอด เนื่องจากน้ำปูนดังกล่าว ขณะทำงานน้ำปูนจะเปื้อนผนังยากแต่การขัดออก ดังนั้นบางครั้งจะแก้ไขโดยการยาร่องอิฐแทนภายหลังจากการก่อผนังแล้วเสร็จ (บ้านบางหลังที่ไม่ต้องการเห็นเนื้ออิฐต้องการฉาบปูน และทาสี กรณีนี้ไม่ต้องคำนึงถึง ไม่ต้องหยอดน้ำปูน)

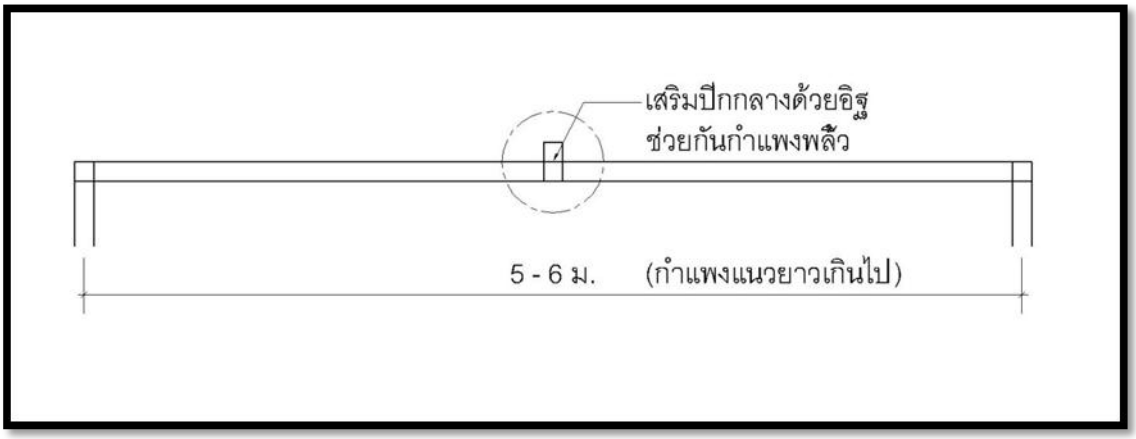
2.2.2.4 การทำปีกช่วยกำแพง

บ้านบางหลัง ถูกบังคับจากฟังก์ชั่น/หน้าที่การใช้งานของเจ้าของบ้าน ทำให้เกิดแนวกำแพงยาวเกิดไปโดยไม่มีการหักมุม หรือแนวกำแพงยื่นออกไปลอย ๆ กรณีนี้ถึงจะมีการเทสลักแล้ว

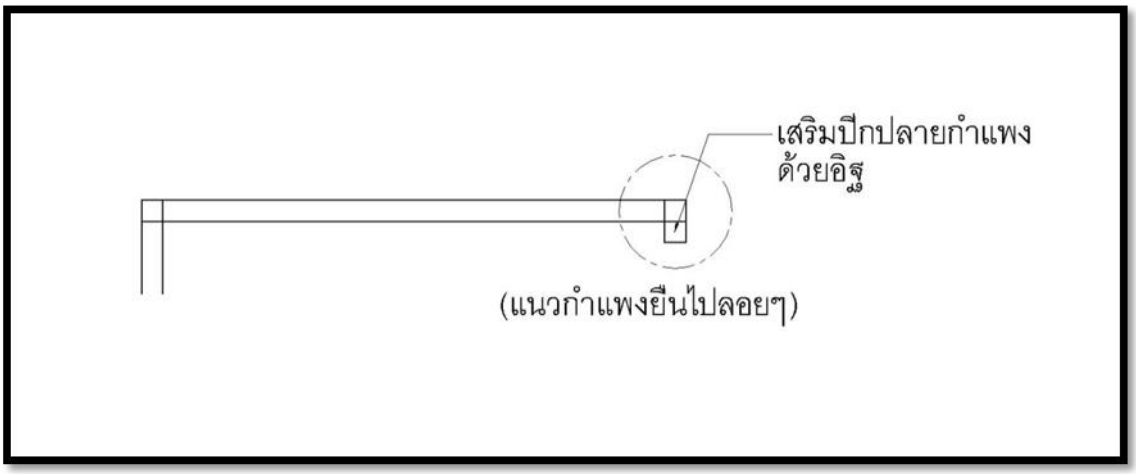
กำแพงก็ยังอาจพลิ้วได้ เนื่องจากคุณสมบัติของอิฐประสานหรืออิฐอัดแรง สามารถรับแรงกดได้เท่านั้น ส่วนแรงผลักด้านข้าง อิฐชนิดนี้ไม่สามารถรับแรงได้พอ ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ ให้เตรียมการตั้งแต่อยู่ในแบบ คือ ให้ทำปีกตรงกลาง หรือ ปีกที่มุม แล้วแต่ความเหมาะสม

ข้อพึงระวังกรณีกำแพงพลิ้วนี้ ให้เตรียมการทำการก่อกำแพง กรณีสร้างไปแล้วเกิดอาการนี้ขึ้น จะแก้ไขได้ลำบากมาก ขอแนะนำว่าในตำแหน่งที่ทำปีกให้ใส่เหล็กและหล่อคอนกรีตทุก ๆ ตำแหน่ง

อนึ่ง รูสลักของอิฐประสาน นอกจากจะเอาไว้เทคอนกรีตแล้ว ยังสามารถเดินท่อไฟฟ้า/ท่อประปาภายในได้ ซึ่งจะได้เขียนถึง “งานระบบไฟฟ้า/สุขาภิบาล บ้านอิฐอัดแรงหรืออิฐประสาน” ในกรณีต่อไป



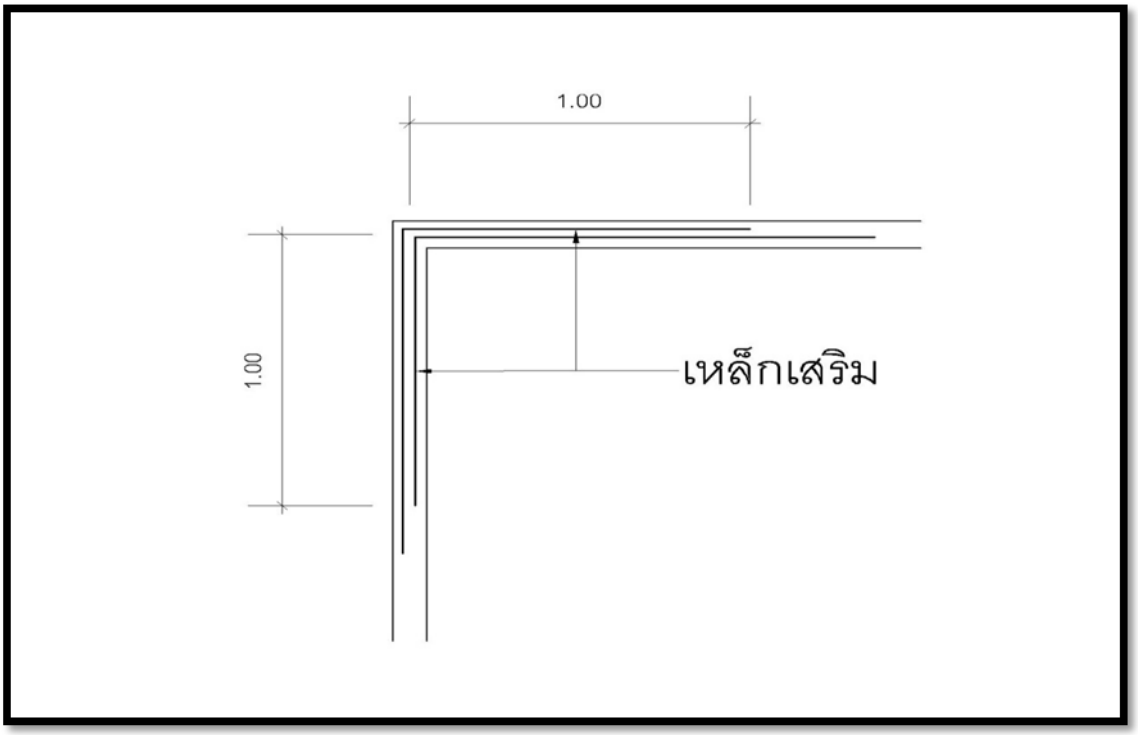

ภาพประกอบที่ 2.8 แสดงการเสริมปีกกลางผนัง




ภาพประกอบที่ 2.9 แสดงการเสริมปีกปลายผนังยื่น

2.2.2.5 แถวอิฐก้อนสุดท้ายของชั้นกำแพง

อิฐก้อนสุดท้ายสำหรับกำแพงแต่ละชั้นให้ใส่ตัว U พร้อมทั้งใส่เหล็กและเทคอนกรีตเท่านั้น เพื่อจะได้เป็นคานสำหรับรองรับพื้นชั้นสองหรือชั้นถัดไป หรือ รองรับหลังคา เหล็กเสริมบริเวณหักมุมทุก ๆ มุม ให้หักยื่นไปอย่างน้อย 1 เมตร เสมอ ดังภาพประกอบที่ 2.10




ภาพประกอบที่ 2.10 การเสริมเหล็กมุมผนัง

## 2.3 การทดสอบความแข็งแรงของผนังตามมาตรฐาน BS 5234

มาตรฐาน BS 5234 เป็นมาตรฐานของประเทศอังกฤษ ในการกำหนดการทดสอบเพื่อแบ่งประเภทผนังตามการใช้งาน โดยในการทดสอบมีหลายวิธีซึ่งจะจำลองการใช้งานจริงของระบบผนัง มีการทดสอบทั้งสิ้น 7 การทดสอบ ดังนี้

2.3.1 Partition Stiffness ความแข็งแรงของผนังในการรับแรงกดในแบบ Point load

2.3.2 Small Hard Body Impact ความทนทานของผนังเมื่อถูกกระแทรกโดยแข็งขนาดเล็ก

2.3.3 Large Soft Body Impact ความทนทานของผนังเมื่อถูกแทรกโดยวัสดุอ่อนนุ่มขนาดใหญ่

2.3.4 Door Slamming ความทนทานของผนังต่อการเปิด-ปิด ประตูซ้ำบ่อย ๆ

2.3.5 Crowd Pressure ทดสอบการรับแรงของผนังในแบบกระจาย load

2.3.6 Light Weight Anchorage ทดสอบการรับแรงแขวนของวัสดุ

2.3.7 Heavy Weight Anchorage ทดสอบการรับของชั้นวางของ

โดยในการทดสอบที่ 1-4 จะแบ่งเกรดผนังเอาไว้ในแต่ละการทดสอบ เมื่อทดสอบครบทั้ง 4 การทดสอบ จะนำผลทั้งหมดมาประเมินเกรดของระบบผนังนั้นๆ ส่วนการทดสอบที่เหลืออีก 3 การทดสอบเป็นเพียงการทดสอบ เพื่อให้รู้ถึงสมรรถภาพของระบบผนังเท่านั้น การแบ่งเกรดผนังในมาตรฐาน BS 5234 ได้ทำการแบ่งผนังต่างๆออกเป็น 4 ประเภท ตามลักษณะการใช้งานดังนี้

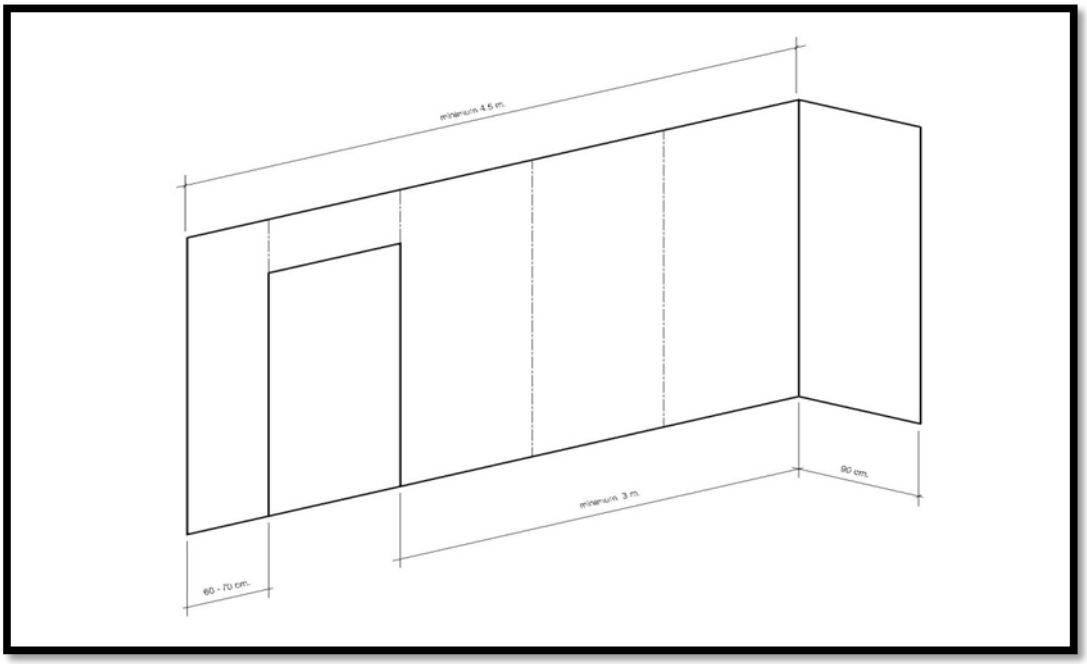
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงการแบ่งประเภทผนัง

| Grade | ลักษณะผนัง | พื้นที่ใช้งาน |
|---|---|---|
| LIGHT DUTY (LD) | ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานอย่างเบา,มีคนอยู่น้อย โดยที่ผนังมีการดูแลอย่างอย่างดี มีการกระทบกระทั่งน้อย | ที่พักอาศัย,ตึกแถว,หอพัก, ห้องพักโรงแรม |
| MEDIUM DUTY (MD) | ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานปานกลาง มีการกระทบกระทั่งบ้าง แต่ยังมีการดูแลดีอยู่ | สำนักงาน,ธนาคาร,อาคารพาณิชย์ |
| HEAVY DUTY (HD) | ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานสาธารณะจากบุคคลต่างๆ ซึ่งมีการดูแลน้อย มีการใช้งานหนักพอควร | โรงงานอุสาหกรรม,ห้องโถง, ช่องทางเดิน,หอประชุม |
| SEVERE DUTY (SD) | ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานแบบรุนแรงและไม่ปกติบ่อยๆจากบุคคลจำนวนมาก | โรงงานอุตสาหกรรมหนัก,ที่จอดรถ,โรงกีฬาฯ |

<u>การทดสอบ</u>

ในการทดสอบตามมาตรฐาน BS 5234 นั้น จะต้องทำการติดตั้งผนังทดสอบตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ดังนี้

- ผนังทดสอบต้องยาวอย่างน้อย 4.50 ม. และมีมุมผนังยื่นออกมาอย่างน้อย 90 ซม.
- ในผนังต้องมีวงกบประตูและบานประตูประกอบอยู่ด้วย โดยมีขนาดตามข้อกำหนด
- ผนังทดสอบที่สร้างขึ้นจะต้องประกอบขึ้นในโครงสร้างที่มีความแข็งแรง

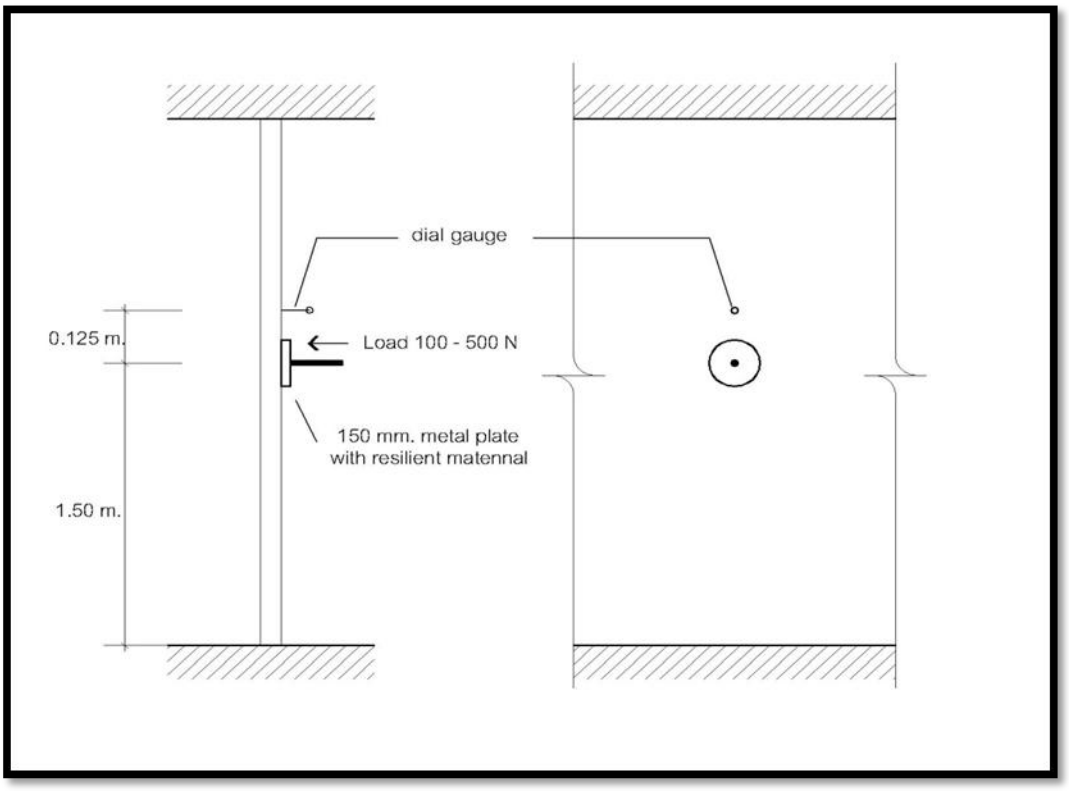



ภาพประกอบที่ 2.11 ตัวอย่างผนังทดสอบ

2.3.1 Partition Stiffness

เป็นการทดสอบความสามารถของผนังในการทนทานต่อการที่คน หรือ บันได เอียงมาพิง โดยไม่เกิดรอยร้าว หรือการเลื่อนของผนัง โดยจำลองให้ผนังได้รับ load ในแนวนอน ซึ่งเป็น Point load ในตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นจึงทำการวัดค่า max deflection (การแอ่นตัวสูงสุด) , residual deformation (การเสียรูปอย่างถาวร) และความเสียหายที่ผิวหรือโครงสร้างของผนัง ขั้นตอนการทดสอบดังนี้

- ใส่ preload 100 N ค้างไว้ 1 นาที
- ดึง preload ออกทิ้งให้ผนังคืนตัว 1 นาที
- ปรับ dial gauge ให้อ่านต่อศูนย์
- ใส่ load 100 N. ค้างไว้ 2 นาที บันทึกค่า deflection และความเสียหายที่เกิดขึ้น
- เพิ่ม load ทีละ 100 N. ทุก ๆ ช่วง 2 นาที จนถึง 500 N. บันทึกค่า deflection และความเสียหายในแต่ละช่วง
- ที่ load 500 N. ค้าง load ไว้ 2 นาที บันทึกค่า deflection
- เอา load ออก ทิ้งให้ผนังคืนตัวอย่างเต็มที่ หรือ อย่างน้อย 1 ชม. แล้ววัดค่า residual deformation




ภาพประกอบที่ 2.12 การทดสอบ Partition Stiffness

2.3.2 Small Hard Body Impact

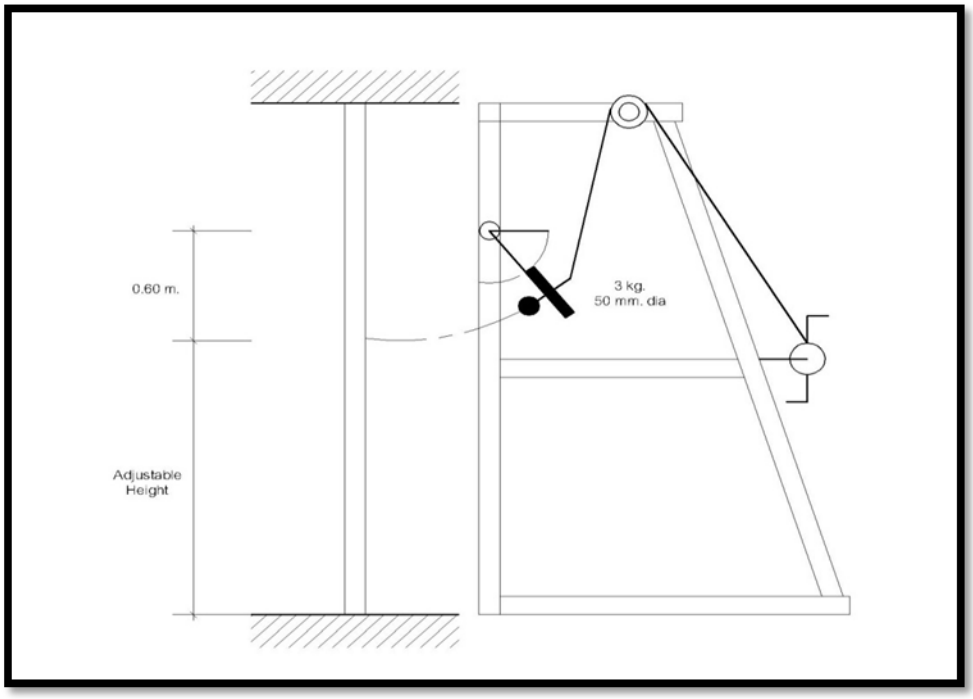
เป็นการทดสอบความสารถของผนังในการทานต่อความเสียหายที่เกิด จากการกระแทรก โดยวัสดุแข็งขนาดเล็ก ซึ่งจำลองมาจากการใช้งานจริง ที่ผนังอาจมีการกระแทรกจากวัสดุต่างๆ ในระหว่างการใช้งาน โดยในการมดสอบ ตุ้มกระแทรกทรงกลมขนาด 50 มม. หนัก 3 กก. จะถูกแกว่งให้มากระแทรกกับผิวผนัง ในแนวเกือบตั้งฉาก แล้วบันทึกความเสียหายที่เกิดขึ้น โดยในการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 การทดสอบย่อย คือ

- Surtace to Damage ทดสอบโดยใช้งานกระแทรกต่ำ เพื่อดูว่าผิวของผนังเกิดความเสียหายที่รุนแรงเกินกว่าจะซ่อมแซมได้หรือไม่
- Perforation ทดสอบโดยใช้พลังงานกระแทรกสูง เพื่อดูผิวของผนังจะถูกเจาะทะลุหรือไม่

<u>ขั้นตอนการทดสอบ</u>

- เลือกจุดทดสอบ 10 จุด โดยเลือกจุดที่ Critca1 ที่สุด (ทดสอบ -Surtace Damage 10 จุด Perforation 10 จุด)
- จัดอุปกรณ์ให้ตุ้มกระแทรกสัมผัสกับผิวผนังพอดี

- ยกตุ้มกระแทรกขึ้นตามองศาสวิงของเกรดผนังที่ต้องการทดสอบ
- ปล่อยตุ้มกระแทรกให้แกว่งลงมากระแทรกผนัง 1 ครั้ง (ห้ามกระแทรกซ้ำ)
- ตรวจสอบและบันทึกความเสียหายใดๆที่เกิดขึ้น เช่น การเจาะทะลุ , ความลึก-ขนาดของร้อยกระแทรกที่ผิวผนัง
- เลื่อนอุปกรณ์ทดสอบไปยังจุดอื่นๆต่อไปจนครบ




ภาพประกอบที่ 2.13 การทดสอบ Small Hard Body Impact

2.3.3Large Soft Body Impact

เป็นการทดสอบความสารถของผนัง ในการต้านทานต่อความเสียหายที่เกิด จากการกระแทรก โดยใช้วัสดุอ่อนใหญ่ เปรียบได้กับการที่ผู้อยู่อาศัยมีการกระแทรกเข้ากับผนังในการใช้งานจริง โดยในการทดสอบ ผนังจะถูกกระแทรกจากถุงทราย น้ำหนัก 50 กก. ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 การทดสอบย่อย คือ

2.3.3.1 การทดสอบ Resistance to Damage ทดสอบโดยผนังงานกระแทรกต่ำ กระแทรกผนังเพียง 1 ครั้ง โดยผนังต้องไม่เกิดการเปลี่ยนรูปแบบถาวร (permanent deformation) เกิน 2 ม.ม. หรือ เกิดความเสียหายใดๆขึ้น ขั้นตอนการทดสอบ

- เลือกจุดที่กระแทรก 2 จุด ในช่วงความสูง 1.20 -1.75 จากพื้น
- ยกถุงขึ้นตามความสูงของพลังงานกระแทรกที่จะทดสอบ

- ปล่อยถุงให้ลงมากระแทก 1 ครั้ง (ห้ามกระแทกซ้ำ)
- ทิ้งให้ผนังคืนตัว 5 นาที แล้ววัดค่าความเปลี่ยนรูปแบบถาวร (permanent deformation) ของผนัง
- ทดสอบจุดที่ 2 ในแบบเดียวกัน

2.3.3.2 การทดสอบ Structural Damage ทดสอบโดยใช้พลังงานกระแทกสูง กระแทกผนังในจุดเดิม 3 ครั้ง โดยผนังต้องไม่เกิดการพังทลายลงมา

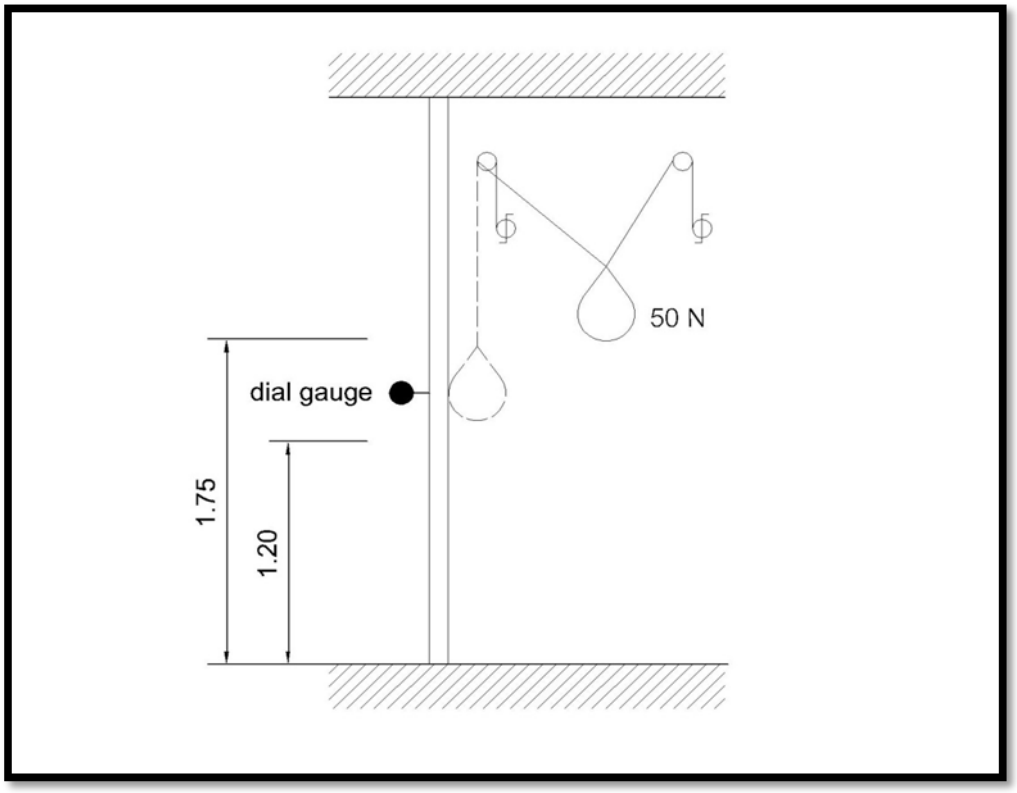
- เลือกจุดที่กระแทก 2 จุด ในช่วงความสูง 1.20 – 1.75 ม. จากกพื้น (ควรเป็นคนละจุดกับการทดสอบแรก)
- ยกถุงขึ้นตามความสูงของพลังงานกระแทกที่ทดสอบ
- ปล่อยถุงให้ลงมากระแทก 3 ครั้ง
- ตรวจสอบและบันทึกความเสียหายที่เกดขึ้น
- ทอสอบในจุดที่ 2 ในลักษณะเดียวกัน

<u>ผลการทดสอบ</u>

เมื่อทำการทดสอบเสร็จแล้ว จึงนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดเอาไว้ในแต่ละเกรดของผนัง ดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงการเปรียบเทียบผนัง

| Grade | ทดสอบ Resistance to Damage (ทดสอบ 2 จุด กระแทกจุดละ 1 ครั้ง) | | | ทดสอบ Structural Damage (ทดสอบ 2 จุด กระแทกจุดละ 3 ครั้ง) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Impact Energy | Drop Height | Criteria for acceptance | Impact Energy | Drop Height | Criteria for acceptance |
| LD | 20 N.m. | 41 mm. | ผนังไม่เกิดการเปลี่ยนรูปแบบถาวร (permant deformation) เกิน 2 ม.ม. หรือเกิดความเสียหายใดๆ | 60 N.m. | 122 mm. | ผนังไม่พังทลาย |
| MD | 20 N.m. | 41 mm. | | 60 N.m. | 122mm. | |
| HD | 40 N.m. | 82 mm. | | 120 N.m. | 245 mm. | |
| SD | 100 N.m. | 204 mm. | | 120 N.m. | 245 mm. | |




ภาพประกอบที่ 2.14 การทดสอบ Large Soft Body Impact

<u>ผลการทดสอบ</u>

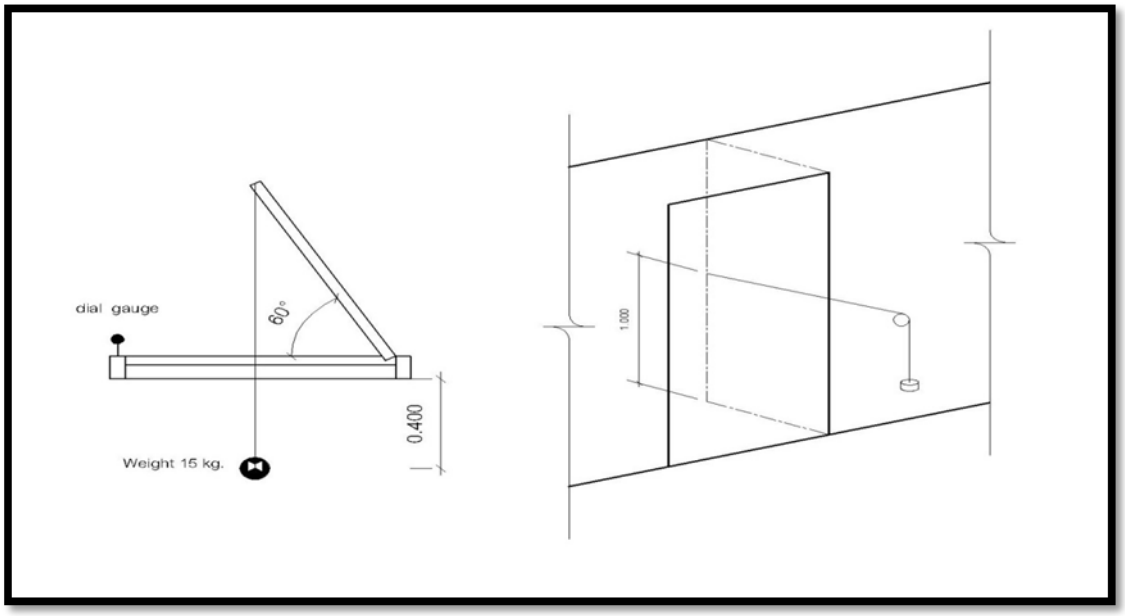
เมื่อทำการทดสอบเสร็จแล้ว จึงนำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดเอาไว้ในแต่ละเกรดของผนัง ดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบผนัง

| Grade | max. deflection (mm.) | max. residual deformation (mm.) | Other Damage |
|---|---|---|---|
| LD | 25 | 5 | No damage or detachment of partition's part or fixing , other than superficial cracking of surface |
| MD | 20 | 3 | |
| HD | 15 | 2 | |
| SD | 10 | 1 | |

2.3.4 Door Slamming

เป็นการทดสอบความสามารถของผนังในการทนทานต่อความเสียหายที่เกิดจากกากระแทรก จากการปิดประตู – เปิดประตู ซ้ำๆ กันหลายครั้ง ซึ่งแรงกระแทกจะส่งผ่านวงกบประตูไปยังผนัง โดยความรุนแรงในการกระแทรกจะขึ้นกับน้ำหนักบานประตูที่ใช้และจำนวนครั้งในการกระแทรก




ภาพประกอบที่ 2.15 การทดสอบ Door Slamming

<u>ขั้นตอนการทดสอบ</u>

- เปิดบานประตูทำมุม 60° แล้วปล่อยบานประตูให้กระแทรกกับวงกบ
- บันทึกค่าการเคลื่อนตัว ( residual displacmant )Main Test
- ปรับค่า dial gauge ให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์
- เปิดบานประตูให้ทำมุม 60 ° แล้วปล่อยให้กระแทรกวงกบ ตามจำนวนครั้งที่กำหนดเอาไว้ในแต่ละเกรดที่จะทดสอบ
- เมื่อครบจำนวนที่กำหนด ให้ตรวจสอบสภาพผนังโดยทั่วไป
- ปล่อยให้ผนังคืนตัว 5 นาที แล้ววัดค่า residual displacmant

<u>ผลการทดสอบ</u>

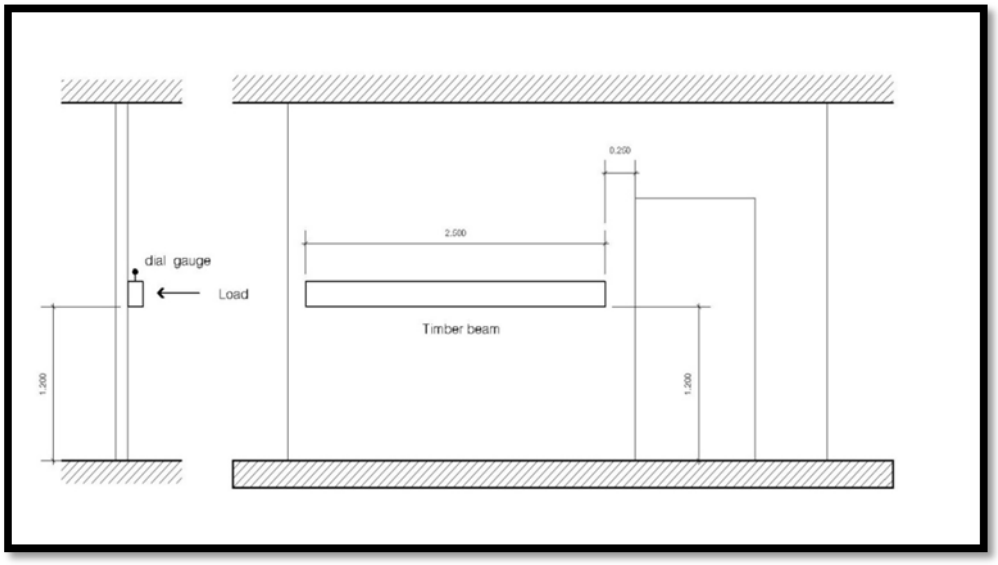
เมื่อทำการทดสอบเสร็จแล้ว จึงนำผลการทดสอบที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ในผนัง ดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงการเปรียบเทียบผนัง

| Grade | น้ำหนักบานประตู (kg.) | จำนวนครั้งในการปิด-เปิดประตู | Criteria for acceptance |
|---|---|---|---|
| LD | 35 ± 0.5 | 20 | -ผนังไม่มีความเสียหายหรือมีการหลุดออก |
| MD | 35 ± 0.5 | 20 | -3mm.max.displacement:(Presiam Test) |
| HD | 60 ± 0.5 | 100 | -1mm.max.displacement:(Main Test) |
| SD | 60 ± 0.5 | 100 | |

2.3.5 Crowd Pressure

เป็นการทดสอบ เพื่อหาความสามารถในรับ Load แบบต่อเนื่อง ที่ถูกส่งผ่านท่อนไม้ยาว 2.5 ม. โดยจะทดสอบ เพื่อหาLoadสูงสุดที่ผนังรับได้ โดยผนังไม่พังทลายลงมาหรือเกิดความเสียหายใดๆอันก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้อยู่อาศัย




ภาพประกอบที่ 2.16 การทดสอบ Crowd Pressure

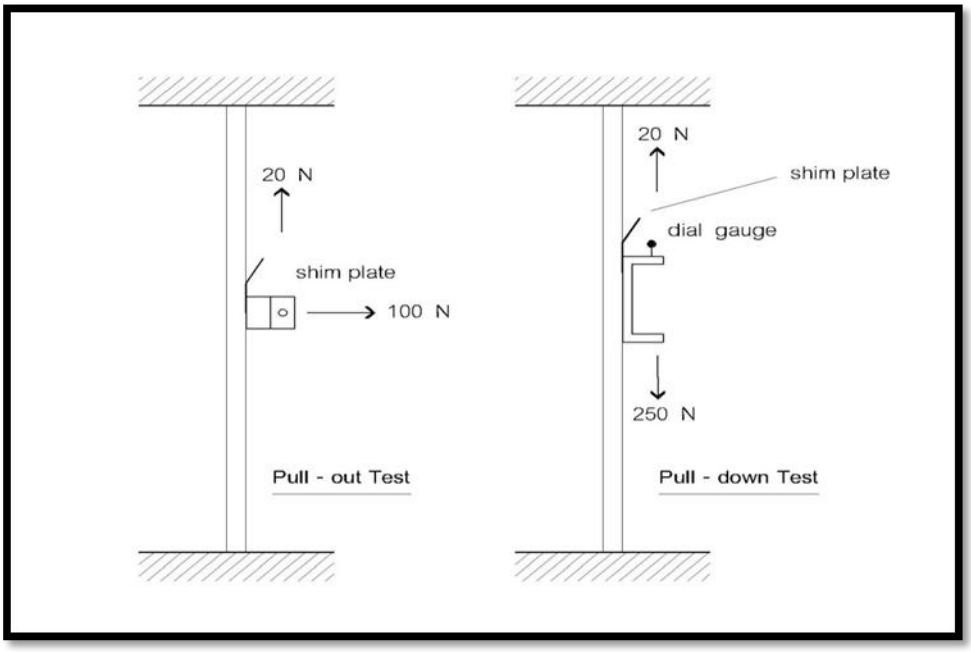
ขั้นตอนการทดสอบ

- ใส่ preload ขนาด 200 N. ในแก่ผนัง โดยผ่านทางท่อนไม้ (timber beam) ค้าง load ไว้ 1 นาที
- เอา preload ออก ทิ้งให้ผนังคืนตัว 1 นาที
- ปรับ dial gauge ให้อ่านค่าเป็นศูนย์
- เลือกใส่ load ตามค่าที่ต้องการ ค้าง load ไว้ 2 นาที
- บันทึกสภาพผนังและวัดค่า derflection ของผนัง
- เอา load ออก ทิ้งให้ผนังคืนตัว 5 นาที แล้ววัดค่า residual deformation ของผนัง

2.3.6 Light Weight Anchorage

เป็นการทดสอบ เพื่อหาความสามารถในการรับ Load ณ.จุดที่แขวนอุปกรณ์ติดยึด (Anchorage point) โดยเป็นการทดสอบจุดแขวนที่อุปกรณ์ยึดตัวเดียว แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- Pull – out Test ทดสอบใส่ load ผ่าน bracket ในแนวแกนของอุปกรณ์ติดยึด หรือดึงออกในแนวตั้งฉากกับผนังนั้นเอง โดยในการทดสอบจะมีแผ่นเหล็กบางๆที่เรียกวา “shim plate” สอดอยู่ระหว่างผิวผนังและbracket โดยแผ่นเหล็กนี้ จะถูกดึ่งขึ้นในแนวตั้งด้วยแรงขนาด 20 N ตลอดการทดสอบ ซึ่งจะหยุดการทดสอบต่อเมื่อ shim plate หลุดออก และค่าที่อ่านได้จะเป็น load ที่ผนังสามารถรับได้
- Pull – down Test ทดสอบคล้ายการทดสอบ pull – out test เพียงแต่ทิศทางในการใส่ load ให้กับ bracket เป็นทิศทางดึงลง โดยจะหยุดการทดสอบต่อเมื่อ shim plate หลุดออก หรือ bracket มีการเคลื่อนไว้เกิน 2 มม.




ภาพประกอบที่ 2.17 การทดสอบ Light Weight Anchorage

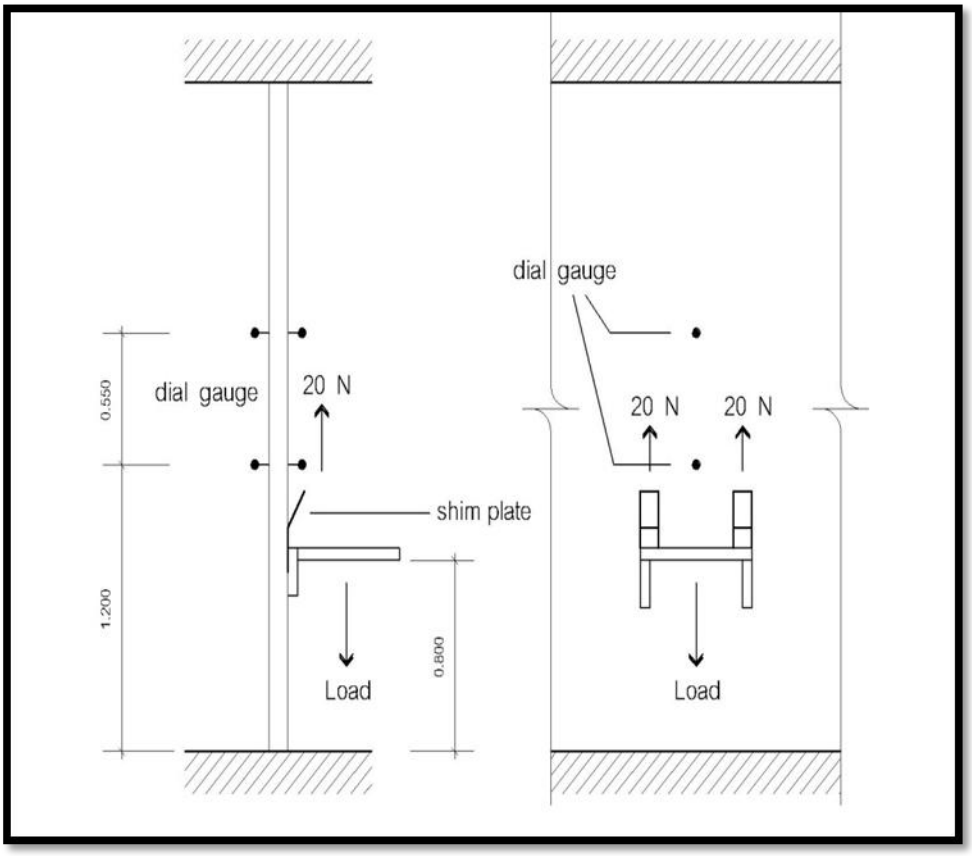
<u>ขั้นตอนการทดสอบ</u>

- ใส่ load 20 N. ในแนวตั้ง (ดึงขึ้น) ให้กับ shim plate
- ใส่ load ให้กับ bracket ในทิศทางที่กำหนด สำหรับแต่ละกาทดสอบ
- เมื่อ shim plate หลุดออก (หรือ deflection เกิด 2 ม.ม. สำหรับ pull – down ให้หยุดการทดสอบ
- บันทึกการเปลี่ยนแปลงใดๆที่เกิดขึ้น และค่า load ที่ผนังรับได้ในแต่ละการทดสอบ

2.3.7 Heavy Weight Anchorage

เป็นการทดสอบเพื่อหาความสามารถของผนังในการรับ load (ดึงลง) ที่ใส่ผ่าน Bracket คู่ซึ่งติดอยู่กับ frame ขนาดแตกต่างกัน โดยจะต้องทดสอบ Light Weight ตรงที่มีการติดอุปกรณ์ติดยึด (anchorage) 4 จุด ในแต่ละการทดสอบแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

Wash Basin จำลองการรับ load ของผนัง ผ่าน frame ที่ออกแบบมาเพื่อรับอ่างล้างหน้าหรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง

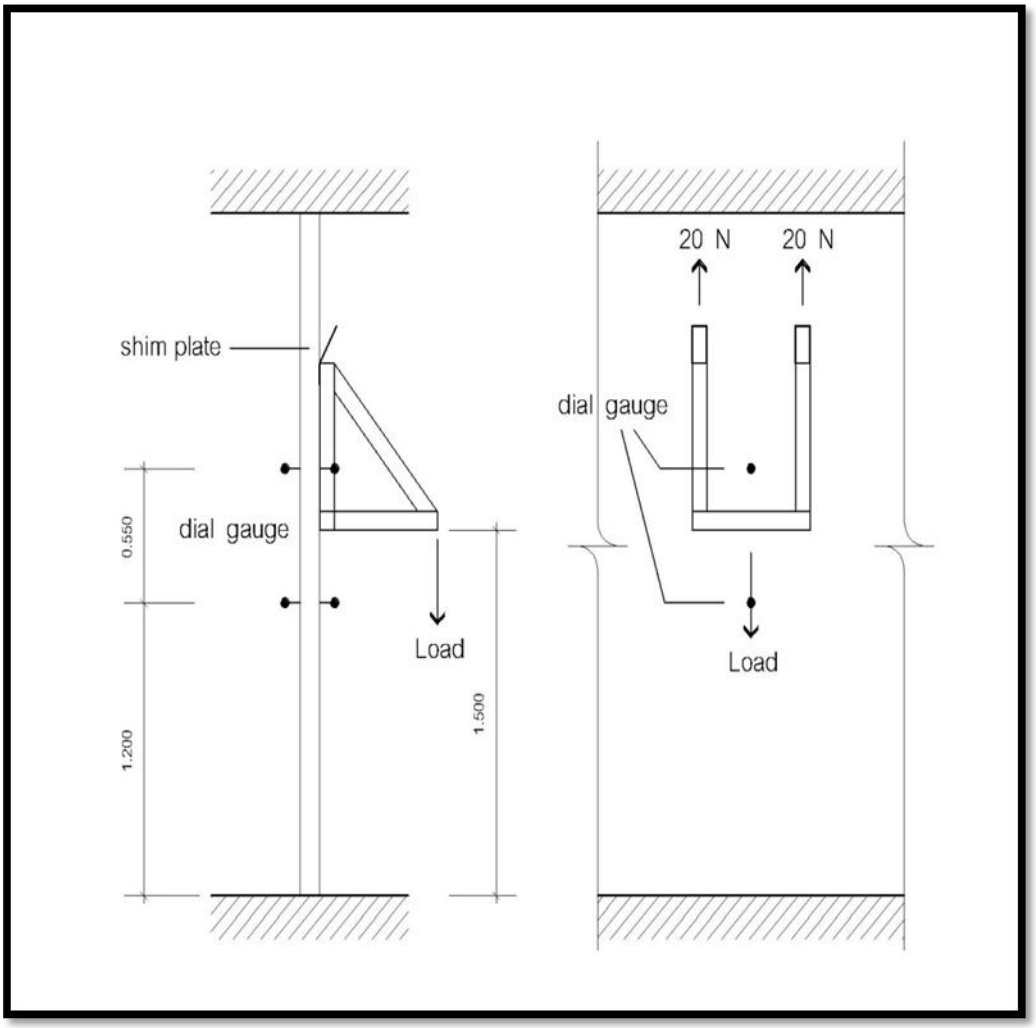



ภาพประกอบที่ 2.18 การทดสอบ Heavy Weight Anchorage

<u>ขั้นตอนการทดสอบ</u>

- ใส่ load 20 N. ในแนวตั้ง (ดึงขึ้น) ให้กับ shim plate ทั้ง 2 แผ่น
- ใส่ preload 200 N. ในทิศงานดึงลง ให้กับ bracket ค้างไว้ 1 นาที
- เอา preload ออก ทิ้งให้ผนังคืนตัว 1 นาที
- ปรับ dial gauge ให้อ่านค่าเป็นศูนย์
- ค่อยๆใส่ constants load ตามค่าที่ต้องการ ค้างไว้ 1 นาที
- ทดสอบต่อไป เพื่อหา load สูงสุดที่รับได้ โดยจะหยุดการทดสอบเมื่อ shim plate หลุด

Wall Cupboard จำลองการรับแรง load ของผนังที่ ผ่าน frame ที่ออกแบบมารองรับการแขวนตู้ใส่ถ้วยชามหรืออุปกรณ์อื่นที่คลายกัน




ภาพประกอบที่ 2.19 การทดสอบ Heavy Weight Anchorage

ขั้นตอนการทดสอบ

- ใส่ load 20 N. ในแนวตั้ง (ดึงขึ้น) ให้กับ shim plate ทั้ง 2 แผ่น
- ใส่ preload 200 N. ในทิศงานดึงลง ให้กับ bracket ค้างไว้ 1 นาที
- เอา preload ออก ทิ้งให้ผนังคืนตัว 1 นาที
- ปรับ dial gauge ให้อ่านค่าเป็นศูนย์
- ค่อยๆใส่ constants load ตามค่าที่ต้องการ ค้างไว้ 1 นาที
- ทดสอบต่อไป เพื่อหา load สูงสุดที่รับได้ โดยจะหยุดการทดสอบเมื่อ shim plate หลุด

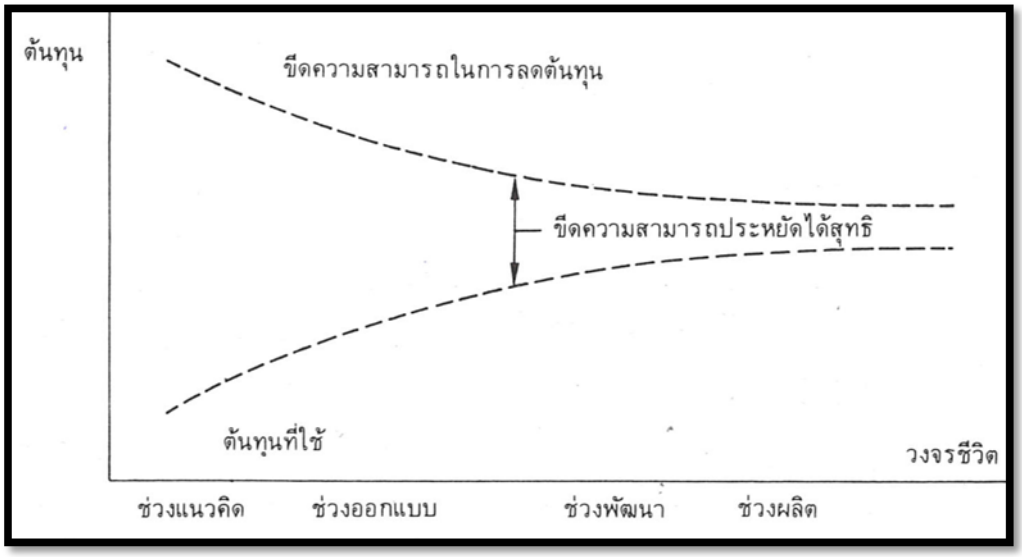
## 2.4 ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)

เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า (VE) เกิดขึ้นในวงการอุตสาหกรรมในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 (ค.ศ.1938-1945) สืบเนื่องจากสภาวะขาดแคลนในช่วงสงคราม แรงงาน วัสดุ ชิ้นส่วนมีไม่เพียงพอ จึงเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำงานและหาสิ่งอื่นมาใช้ทดแทน โดยการทดแทนนั้นคำนึงถึงราคาที่ถูกลง หรือผลผลิตที่เพิ่มขึ้น หรือทั้งสองอย่างร่วมกัน ซึ่งต่อมาแนวคิดนี้ได้ถูกพัฒนาเป็นขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจนขึ้น โดยถูกเรียกว่า การวิเคราะห์คุณค่า ( value analysis) ภายหลังวิศวกรรมคุณค่าได้กลายมาเป็นที่นิยมใช้ในหลายสาขา เช่น การก่อสร้าง การขนส่ง การแพทย์ การทหาร

2.4.1 จุดมุ่งหมายของวิศวกรรมคุณค่า

จุดมุ่งหมายหลัก คือการลดต้นทุนการผลิต หรือขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นออก โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพ และความน่าเชื่อถือ

วิศวกรรมคุณค่า คือ การประยุกต์เทคนิคที่มีระบบ โดยเน้นการทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์หรือบริการเป็นหลักใหญ่ ด้วยต้นทุนที่ต่ำสุด และคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือ ดังรูปที่ 2.20




ภาพประกอบที่ 2.20 วงจรชีวิต และขีดความสามารถที่ประหยัดได้

ดังนั้น คำจำกัดความของคำว่าคุณค่าทาง VE ก็คือ “ต้นทุนที่ต่ำที่สุด” เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ หรือบริการตามเวลาที่กำหนด และด้วยคุณภาพประกอบที่ได้มาตรฐาน สำหรับคำว่า

คุณค่า แบ่งออกเป็น 7 ด้านได้แก่ 1) ด้านเศรษฐศาสตร์ 2) ด้านศีลธรรม 3) ด้านความงดงาม 4) ด้านสังคม 5) ด้านการเมือง 6) ด้านศาสนา 7) ด้านการพิจารณาทางกฎหมาย

คุณค่าเหล่านี้ ด้านเศรษฐศาสตร์เป็นด้านที่ศึกษามองและตั้งเป็นวัตถุประสงค์หลัก ส่วนคุณค่าด้านอื่น ๆ เป็นรอง ทางเศรษฐศาสตร์นี้ยังแบ่งออกได้อย่างกว้าง ๆ ดังนี้

1. คุณค่าในการใช้งาน (Use Value) เป็นคุณค่าที่มีผลประโยชน์ต่อการใช้งาน หรือบริการ
2. คุณค่าในจุดเด่น (Esteem Value) เป็นคุณค่าที่มีลักษณะเด่นที่ทำให้เกิดความต้องการที่จะเป็นเจ้าของ
3. คุณค่าในการแลกเปลี่ยน (Exchange Value) ลักษณะพิเศษซึ่งสามารถที่จะนำมาแทนหรือแลกเปลี่ยนกันได้

2.4.2 การพัฒนาคุณค่าในการใช้งาน

ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือใหม่ ๆ นั้นถูกค้นหาในหลาย ๆ ฝ่ายเช่น ความรู้เกี่ยวกับแหล่งพลังงานทำให้เกิดแก๊สโซลีนขึ้น ความรู้เกี่ยวกับใบมีดอยู่ในอุตสาหกรรมการเลื่อยตัด ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการส่งกำลังอยู่ในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับ โซ่-เฟือง เมื่อรวบรวมองค์ความรู้หลาย ๆ ด้านดังกล่าวจะได้เครื่องมือตัดชนิดใหม่ขึ้นมา

การทดสอบคุณค่าในการพัฒนาของระบบหรือผลิตภัณฑ์ คือการใช้การทดสอบคุณค่า ซึ่งประกอบด้วย 10 คำถามพื้นฐาน โดยมีจุดมุ่งหมายในการค้นหาคุณค่าที่น่าพอใจและคุณค่าที่ไม่พึงพอใจ ได้แก่

1. สามารถใช้ให้เกิดประโยชน์บางส่วนหรือไม่
2. ค่าใช้จ่ายเหมาะสมกับประโยชน์หรือไม่
3. ลักษณะต่าง ๆ จำเป็นหรือไม่
4. มีสิ่งที่ดีกว่าใช้แทนกันได้หรือไม่
5. หาซื้อได้ในราคาถูกใช่ไหม
6. สามารถทำชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยวิธีที่ถูกกว่าได้หรือไม่
7. มีแหล่งที่ไว้ใจได้ในการจัดหาวัสดุราคาถูกหรือไม่
8. ค่าใช้จ่ายในด้านวัสดุ แรงงาน ค่าใช้จ่ายโรงงาน และกำไรเท่าไร
9. สามารถทำได้กับเครื่องมือที่มีอยู่ และเป็นปริมาณมาก ได้หรือไม่
10. ผลผลิตตามมาตรฐานที่ผลิตออกมาสามารถใช้ประโยชน์ได้จริงตามต้องการหรือไม่

## 2.5 ผลิตภาพงานก่อสร้าง ( Productivity in Construction )

ผลิตภาพ (Productivity) คือ ความสามารถในการผลิต หรือสภาพแห่งการผลิตหรือผลผลิตต่อหนึ่งแรงในหนึ่งชั่วโมง ดังนั้นการวัดอัตราผลผลิตหรืออาจเรียกว่า อัตราผลิตภาพ หาได้จากสมการ 2.1.5 ดังนี้

$$\text{อัตราผลผลิต (Productivity)} = \frac{\text{ผลิตผล (Physical Output)}}{\text{ปัจจัยการผลิต (Physical Input)}} \quad \ldots (2.1.5)$$

โดยผลิตผล (Physical output) คือ ผลที่ได้จากการผลิต ซึ่งในงานก่อสร้าง คือผลงานก่อสร้างต่าง ๆ โดยอาจวัดเป็น

- หน่วยของผลงาน เช่น
  - ปริมาณคอนกรีตที่เทได้เป็นลูกบาศก์เมตร
  - น้ำหนักเหล็กเสริมที่ประกอบเข้าที่เป็นกิโลกรัม เป็นต้น
- หน่วยเป็นค่าเงิน (บาท)

ในด้านปัจจัยการผลิต (Physical input) จะได้แก่ ทรัพยากร (resources) ต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิต ได้แก่

- แรงงาน
- วัสดุ
- เครื่องจักรเครื่องมือ
- เงิน
- การจัดการ

อัตราผลผลิตที่สูงขึ้นย่อมหมายถึงประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากทรัพยากรที่ใช้จำนวนเท่าเดิม ซึ่งโดยหลักการแล้วผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดดังที่กล่าวมาข้างต้น จะได้ผลประโยชน์เพิ่มขึ้นด้วยไม่ว่าโดยทางตรงหรือทางอ้อม ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงผลผลิตให้สูงขึ้น จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจศึกษาและส่งเสริมให้มีการปรับปรุงอย่างกว้างขวางยิ่งๆ ขึ้น อันเนื่องมาจากเหตุผลสนับสนุนต่างๆ

2.5.1 ต้นทุนต่อหน่วยและอัตราผลผลิตในงานก่อสร้าง

พิจารณาอัตราผลผลิตของงานก่อบล็อกแก้ว (Glass block masonry) ซึ่งทำให้ทีมงาน D8 ที่ประกอบด้วยช่างก่อบล็อกจำนวน 3 คน พร้อมทั้งผู้ช่วยช่าง 2 คน

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลอัตราผลผลิตงานก่อสร้าง

| รหัส | รายการ | รายละเอียดทีมงาน | ผลงานต่อวัน | คน-ชั่วโมงต่อหน่วย | หน่วย |
|---|---|---|---|---|---|
| 042 700 0010 | บล็อกแก้ว (Glass Block Masonry) (ไม่รวมนั่งร้าน) | | | | |
| 0010 | ขนาด 6” x 6” หนา 4” พื้นที่ < 90 ตร.ม. | D8:ช่างก่อบล็อก 3 ผู้ช่วย 2 | 10.68 | 3.744 | ตร.ม. |
| 0300 | พื้นที่ 90 ถึง 435 ตร.ม. | | 12.54 | 3.189 | |
| 0500 | พื้นที่ > 465 ตร.ม. | | 13.47 | 2.969 | |

จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นได้ว่าต้นทุนงานก่อสร้างในส่วนของค่าแรงและเครื่องจักร จะมีความสัมพันธ์กับค่าอัตราผลผลิตอย่างใกล้ชิด ดังนั้นในการควบคุมต้นทุนต่อหน่วยของงานก่อสร้างสามารถทำได้ โดยการควบคุมอัตราผลผลิตของงานก่อสร้างนั่นเอง เช่น การติดตามดูอัตราผลผลิตงานก่อสร้างไม้แบบ ดังแสดงอัตราผลผลิตที่ทำได้จริงเฉลี่ยเป็น ตร.ม. ต่อ คน – วัน เทียบกับอัตราผลผลิตมาตรฐานที่กำหนดภายในบริษัท

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผนังก่ออิฐ-ฉาบปูนปัญหาที่พบบ่อย คือ ผนังแตกร้าว จึงมีงานวิจัยเพื่อหาทางแก้ปัญหาดังกล่าว (พัชรพล พานประทีป , 2548) โดยการนำเส้นใยไฟเบอร์ในปูนฉาบ ช่วยลดการแตกร้าวได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังพบการใช้ว่าเส้นใยป่านศรนารายณ์และเส้นผมสามารถลดการแตกร้าวได้เทียบเท่ากับการใช้เส้นใยสังเคราะห์ (กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ,2526) ได้มีการคิดค้นวัสดุที่ใช้ในงานก่อผนัง เรียกว่า อิฐซีเมนต์ หรือ อิฐบล็อกประสาน โดยนำดินทรายและดินลูกรังผสมปูนซีเมนต์และน้ำ มาผสมเข้าด้วยกัน นำไปอัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดซินวาแรม จะได้ก้อนอิฐใช้เป็นวัสดุก่อสร้างได้เป็นอย่างดี (สถาบันวิจัยวิทยาสาสตร์และเทคโนโลยี) โดยดินที่นำมาผลิตอิฐคือ ดินลูกรังที่มีความร่อนไม่เหนียวติดมือ ดินที่ใช้ถ้ายังจับตัวเป็นก้อนอยู่ควรย่อยและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (ธนธร เงินชูกลิ่น,2554) อัตราส่วนที่เหมาะสมทำบล็อกประสาน ระหว่างซีเมนต์ต่อดินลูกรังเทากับ 1:7 นอกจากนั้นสามารถนำขี้เถ้าแกลบมาทดแทนปูนซีเมนต์ ในอัตราส่วน 5% , 10% , 15% และ 20% และสามารถผ่านมาตรฐานกำลังอัดที่ยอมรับ คือ 70 กก./ตร.ซม. (สมเกียรติ ฉิมสร,2553) ส่วนการนำทรายดำ ซึ่งเป็นกากของเสียจากกระบวนการหล่อโลหะ สามารถนำมาผลิตบล็อกประสานแทนดินลูกรัง โดยอัตราส่วนผสม ซีเมนต์ : เศษทรายดำ คือ 1 : 4 , 1 : 6 , 1 : 8 ,

1 : 10 , 1 : 12 (พันธ์ศักดิ์ ดาวเรือง,2549) ส่วนอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตอิฐบล็อกประสานระหว่างดินลูกรังกับทรายคือ 5:2 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยผ่านมาตาฐานกำลังอัดที่ยอมรับ คือ 70 กก./ตร.ซม. โดยได้ค่ากำลังอัดที่ 80.39 กก./ตร.ซม. และช่วยลดการศูนย์เสียจากการแกะอิฐออกจากโมล

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึง ขั้นตอนการทำผนัง การศึกษามาตรฐานการทดสอบผนังตามมาตรฐาน BS 5234 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ การทดสอบชิ้นงาน การศึกษาต้นทุนค่าวัสดุ และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในงานก่อสร้าง

## 3.1 ศึกษาขั้นตอนการทำผนัง

เพื่อเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นตอนการทำงานของช่าง พร้อมทั้งจับเวลา เพื่อนำไปใช้ทำการเปรียบเทียบในลำดับต่อไป

3.1.1ผนังก่ออิฐมอญ-ฉาบปูน

ขั้นตอนการก่ออิฐฉาบ

3.1.1.1 ทำการดีดเต้าหาแนวก่อ และ วงกบประตู

3.1.1.2 ทำการดิ่งหาแนวก่อทางด้านซ้ายและขวา

3.1.1.3 นำปูนก่อที่เตรียมไว้ผสมกับน้ำในกระบะปูน

3.1.1.4 ดำเนินการก่ออิฐเริ่มจากด้านซ้ายและขวาขึ้นไป 4-5 แถว โดยเว้นตรงกลางไว้อิฐที่ก่อเป็นลักษณะขั้นบันได

3.1.1.5 ทำการก่ออิฐมอญช่วงตรงกลาง โดยการผูกเอ็นในแนวนอนกับเอ็นที่ดิ่งไว้ทางซ้ายและขวาในตอนแรก

3.1.1.6 ทำการก่ออิฐขึ้นไปเลื่อยจนถึงระดับหลังวงกบ โดยอิฐที่ก่อควรมีช่องว่างระหว่างอิฐมอญกับปูนก่อไม่เกิน 1-2 ซม. และอิฐมอญต้องไม่เรียงเป็นแนวเดียวกัน

3.1.1.7 ทำการติดตั้งวงกบและเทเสาเอ็นทับหลังรอบวงกบ

3.1.1.8 ทิ้งไว้ตนทับหลังที่เทไว้แห้งแล้วจึงทำการก่ออิฐต่อจนเสร็จ

ขั้นตอนการฉาบผนัง

3.1.1.9 ทำความสะอาดรอบผนังก่อและฉีดหรือพ่นน้ำใส่ผนังก่อ เพื่อเป็นการทำความสะอาดแผงก่ออิฐและกันอิฐดูดความชื้นจากปูนฉาบ

3.1.1.10 ทำการดิ่งหาแนวฉาบเป็นช่วงๆ โดยไม่เกินความยาวของสามเหลี่ยม

3.1.1.11 ผสมปูนเขียว เพื่อนำมาจับปุ่มหาแนวผิวฉาบ

3.1.1.12 ผสมปูนฉาบกับน้ำในกระบะปูน

3.1.1.13 ทำการขึ้นปูนฉาบจากบนลงล่างจนเต็มแผงฉาบ

3.1.1.14 นำสามเหลี่ยมมาทาบระหว่างปุ่มที่จับไว้ เพื่อเช็คความหนาผิวฉาบ

3.1.1.15 ตรวจดูผิวปูนฉาบ ถ้าหมาดหรือใกล้จะแห้งแล้ว ให้ทำการลงฟองและปัดเม็ดทรายออก

3.1.2 ผนังอิฐบล็อกประสาน

ขั้นตอนการทำผนังอิฐบล็อกประสาน

3.1.2.1 ทำการหาและตีลายแนวก่อผนัง

3.1.2.2 ดิ่งแนวผนังหัวท้ายเพื่อเช็คลายก่อ

3.1.2.3 ทำการวัดและกำหนดจุดเจาะเสียบเหล็ก 9 ม.ม. ให้มีระยะห่างกัน 1.20 ม. โดยอาจใช้ตำแหน่งข้างวงกบประตูเป็นจุดแรก

3.1.2.4 เริ่มทำการก่อแถวแรก โดยใช้ปูนก่อลองแนวอิฐบล็อกประสาน เพื่อช่วยในการปรับระดับ เว้นตำแหน่งประตูไว้ก่อน

3.1.2.5 ทำการก่ออิฐบล็อกประสานไปเลื่อยๆ โดยการเรียงขัดกันครึ่งก่อน

3.1.2.6 เมื่อทำการเรียงได้ 5 แถวแล้วจึงนำน้ำปูนมาหยอดใส่รูที่มีเหล็ก 9 ม.ม. เสียบอยู่ เท่านั้น

3.1.2.7 ทำการติดตั้งวงกบประตู เมื่อเรียงก่ออิฐบล็อกประสานมาถึงตำแหน่งหลังวงกบ

3.1.2.8 ทำการยิงซิลิโคอุดช่องว่างระหว่างวงกบประตูกับอิฐบล็อกประสาน

3.1.2.9 เทปูนหยอดลงไปในช่องว่างระหว่างวงกบประตูกับอิฐบล็อกประสาน

3.1.2.10 ในตำแหน่งอิฐบล็อกประสานที่อยู่หลังวงกบ ให้วงเหล็ก 9 ม.ม. และเทปูนเพื่อเป็นทับหลัง

3.1.2.11 ทำการก่อไปเลื่อยๆจนถึงระดับที่กำหนด

## 3.2 ศึกษามาตรฐานการทดสอบระบบผนังตามมาตรฐาน BS 5234

3.2.1 Large Soft Body Impact

เป็นการทดสอบความสารถของผนัง ในการต้านทานต่อความเสียหายที่เกิด จากการกระแทรก โดยใช้วัสดุอ่อนใหญ่ เปรียบได้กับการที่ผู้อยู่อาศัยมีการกระแทรกเข้ากับผนังในการใช้งาน

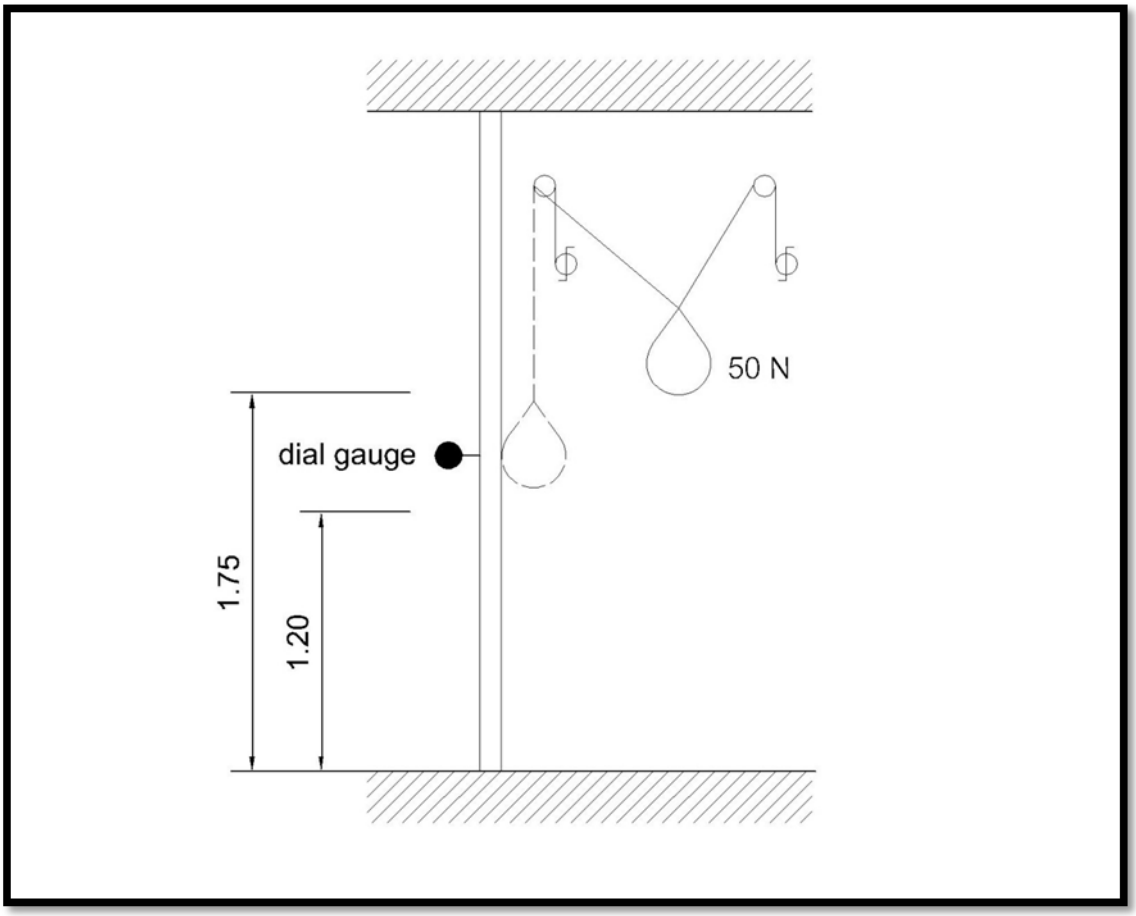
จริง โดยในการทดสอบ ผนังจะถูกกระแทรกจากถุงทราย น้ำหนัก 50 ก.ก. ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 การทดสอบย่อย คือ

การทดสอบ Resistance to Damage ทดสอบโดยพลังงานกระแทรกต่ำ กระแทรกผนังเพียง 1 ครั้ง โดยผนังต้องไม่เกิดการเปลี่ยนรูปแบบถาวร (permanent deformation) เกิน 2 ม.ม. หรือ เกิดความเสียหายใดๆขึ้น ขั้นตอนการทดสอบ

- เลือกจุดที่กระแทรก 2 จุด ในช่วงความสูง 1.20 – 1.75 จากพื้น
- ยกถุงขึ้นตามความสูงของพลังงานกระแทรกที่จะทดสอบ
- ปล่อยถุงให้ลงมากระแทรก 1 ครั้ง (ห้ามกระแทรกซ้ำ)
- ทิ้งให้ผนังคืนตัว 5 นาที แล้ววัดค่าความเปลี่ยนรูปแบบถาวร (permanent deformation) ของผนัง
- ทดสอบจุดที่ 2 ในแบบเดียวกัน

การทดสอบ Structural Damage ทดสอบโดยใช้พลังงานกระแทรกสูง กระแทรกผนังในจุดเดิม 3 ครั้ง โดยผนังต้องไม่เกิดการพังทลายลงมา

- เลือกจุดที่กระแทรก 2 จุด ในช่วงความสูง 1.20 – 1.75 ม. จากกพื้น (ควรเป็นคนละจุดกับการทดสอบแรก)
- ยกถุงขึ้นตามความสูงของพลังงานกระแทรกที่ทดสอบ
- ปล่อยถุงให้ลงมากระแทรก 3 ครั้ง
- ตรวจสอบและบันทึกความเสียหายที่เกิดขึ้น
- ทดสอบในจุดที่ 2 ในลักษณะเดียวกัน




ภาพประกอบที่ 3.1 การทดสอบ Large Soft Body Impact

3.2.2 Light Weight Anchorage

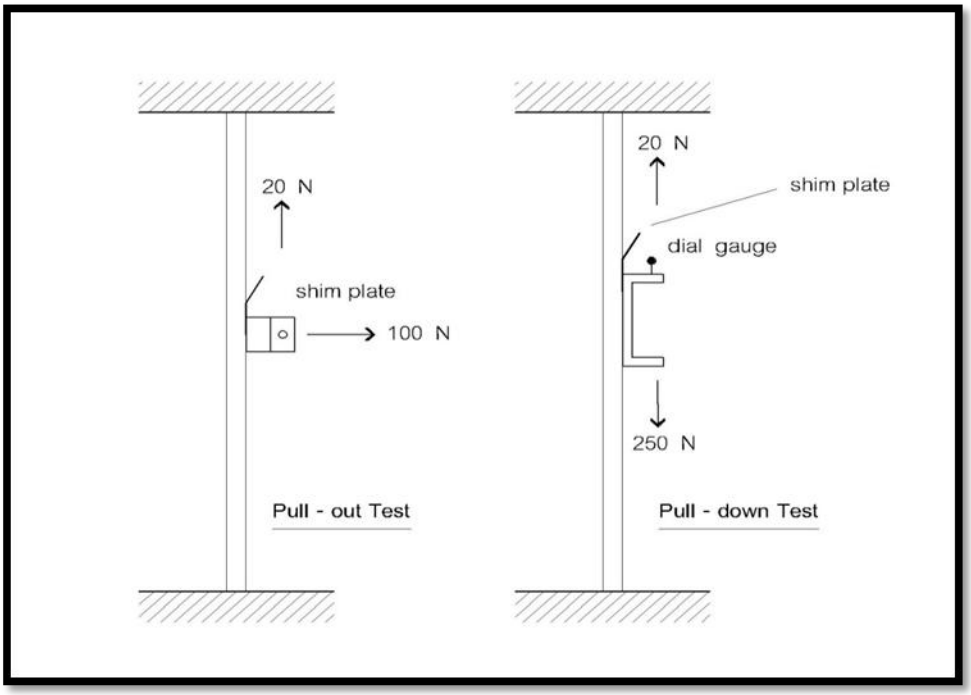
เป็นการทดสอบ เพื่อหาความสามารถในการรับ Load ณ.จุดที่แขวนอุปกรณ์ติดยึด (Anchorage point) โดยเป็นการทดสอบจุดแขวนที่อุปกรณ์ยึดตัวเดียว แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

Pull – out Test ทดสอบใส่ load ผ่าน bracket ในแนวแกนของอุปกรณ์ติดยึด หรือดึงออกในแนวตั้งฉากกับผนังนั้นเอง โดยในการทดสอบจะมีแผ่นเหล็กบางๆที่เรียกวา “shim plate” สอดอยู่ระหว่างผิวผนังและbracket โดยแผ่นเหล็กนี้ จะถูกดึ่งขึ้นในแนวตั้งด้วยแรงขนาด 20 N ตลอดการทดสอบ ซึ่งจะหยุดการทดสอบต่อเมื่อ shim plate หลุดออก และค่าที่อ่านได้จะเป็น load ที่ผนังสามารถรับได้

Pull – down Test ทดสอบคล้ายการทดสอบ pull – out test เพียงแต่ทิศทางในการใส่ load ให้กับ bracket เป็นทิศทางดึงลง โดยจะหยุดการทดสอบต่อเมื่อ shim plate หลุดออก หรือ bracket มีการเคลื่อนไว้เกิน 2 มม.

ขั้นตอนการทดสอบ

- ใส่ load 20 N ในแนวตั้ง (ดึงขึ้น) ให้กับ shim plate
- ใส่ load ให้กับ bracket ในทิศทางที่กำหนด สำหรับแต่ละการทดสอบ
- เมื่อ shim plate หลุดออก (หรือ deflection เกิน 2 มม. สำหรับ pull – down test) ให้หยุดการทดสอบทันที
- บันทึกการเปลี่ยนแปลงใดๆที่เกิดขึ้นและค่า load ที่ผนังรับได้ในแต่ละการทดสอบ ที่ผนังรับได้ใน แต่ละการทดสอบ




ภาพประกอบที่ 3.2 การทดสอบ Light Weight Anchorage

ในการทดสอบหัวข้อนี้ จะทดสอบเฉพาะในเรื่อง Pull – down test ซึ่งเป็นการทดสอบในลักษณะการแขวนของเท่านั้น

## 3.3 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

3.3.1 โครงสร้างสำหรับการยึดเกาะ

- ติดตั้งเสาเหล็กรูปพรรณ และคานเหล็กรูปพรรณ โดยกำหนดความยาวผนัง 4.50ม. และมีมุมยื่นออกมาอย่างน้อย 0.90 ม. ดังภาพประกอบที่ 3.3

ภาพประกอบที่ 3.3 โครงเหล็กสำหรับยึดเกาะ

3.3.2 ตัวอย่างทดสอบผนังอิฐมอญ

ภาพประกอบที่ 3.4 ผนังอิฐก่อมอญ – ฉาบปูน

3.3.3 ตัวอย่างทดสอบผนังอิฐประสาน

ภาพประกอบที่ 3.5 ผนังอิฐประสาน

## 3.4 การทดสอบชิ้นงาน

3.4.1 การทดสอบแบบ Large Soft Body Impact (การกระแทกโดยวัสดุอ่อนนุ่มขนาดใหญ่)

การทดสอบจะต้องนำผลการทดสอบที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ในแต่ละเกรดของผนัง ดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 3.1 ตารางเปรียบเทียบผนัง

| Grade | ทดสอบ Resistance to Damage (ทดสอบ 2 จุด กระแทรกจุดละ 1 ครั้ง) | | | ทดสอบ Structural Damage (ทดสอบ 2 จุด กระแทรกจุดละ 3 ครั้ง) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Impact Energy | Drop Height | Criteria for acceptance | Impact Energy | Drop Height | Criteria for acceptance |
| LD | 20 N.m. | 41 mm. | ผนังไม่เกิดการเปลี่ยนรูปแบบถาวร (permant deformation) เกิน 2 ม.ม. หรือเกิดความเสียหายใดๆ | 60 N.m. | 122 mm. | ผนังไม่พังทลาย |
| MD | 20 N.m. | 41 mm. | | 60 N.m. | 122mm. | |
| HD | 40 N.m. | 82 mm. | | 120 N.m. | 245 mm. | |
| SD | 100 N.m. | 204 mm. | | 120 N.m. | 245 mm. | |

3.4.2 การทดสอบแบบ Light Weight Anchorage ( แบบ Pull - down Test )

การทดสอบโดยการใส่ Load 20 นิวตันในแนวตั้ง (ดึงขึ้น) โดยเพิ่ม Load ต่อเนื่อง โดยจะหยุดการทดสอบพื้นที่เมื่อแผ่น Plate หลุดออก หรือ Defection เกิน 2 มม.

การวิเคราะห์ผล

เมื่อมีการทดสอบผนังแต่ละชนิดแล้ว ให้นำผลไปเปรียบเทียบกับเกรดผนังตามมาตรฐาน BS-5234 ได้ทำการแบ่งผนังต่าง ๆ ออกเป็น 4 ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบผนัง

| Grade | ลักษณะผนัง | พื้นที่ใช้งาน |
|---|---|---|
| LIGHT DUTY (LD) | ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานอย่างเบา,มีคนอยู่น้อย โดยที่ผนังมีการดูแลอย่างอย่างดี มีการกระทบกระทั่งน้อย | ที่พักอาศัย,ตึกแถว,หอพัก, ห้องพักโรงแรม |
| MEDIUM DUTY (MD) | ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานปานกลาง มีการกระทบกระทั่งบ้าง แต่ยังมีการดูแลดีอยู่ | สำนักงาน,ธนาคาร,อาคารพาณิชย์ |
| HEAVY DUTY (HD) | ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานสาธารณะจากบุคคลต่างๆ ซึ่งมีการดูแลน้อย มีการใช้งานหนักพอควร | โรงงานอุสาหกรรม,ห้องโถง, ช่องทางเดิน,หอประชุม |
| SEVERE DUTY (SD) | ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานแบบรุนแรงและไม่ปกติบ่อยๆจากบุคคลจำนวนมาก | โรงงานอุตสาหกรรมหนัก,ที่จอดรถ,โรงกีฬาฯ |

## 3.5 การศึกษาต้นทุนค่าวัสดุ

3.5.1 การศึกษาต้นทุนค่าวัสดุ และค่าแรงระบบผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน

ผู้วิจัย จะทำการศึกษาค่าวัสดุ, ค่าแรง โดยจะคิดบนพื้นที่และปริมาณวัสดุ ที่ดำเนินการทำชิ้นงานทดสอบ ขนาด สูง 2.40 ม. ยาว 5.40 ม.

ตารางที่ 3.3 แสดงราคาค่าวัสดุระบบผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน

| ลำดับ | รายการวัสดุ | ปริมาณ | หน่วย | ราคา/หน่วย* | รวมเป็นเงิน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | อิฐมอญ | | ก้อน | | |
| 2 | ปูนก่อสำเร็จรูป 50 กก. | | ลูก | | |
| 3 | ปูนฉาบสำเร็จรูป 50 กก. | | ลูก | | |
| | รวมค่าวัสดุ 1-3 | | | | |

ตารางที่ 3.4 แสดงราคาค่าแรงผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน

| ลำดับ | รายการค่าแรง | ปริมาณ | หน่วย | ราคา/หน่วย* | รวมเป็นเงิน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ค่าแรงก่ออิฐมอญ | | ตร.ม. | | |
| 2 | ค่าแรงฉาบปูน 2 ด้าน | | ตร.ม. | | |
| | รวมค่าแรง 1-2 | | | | |

* เป็นราคาตลาดที่อาจเปลี่ยนแปลงได้

3.5.2 การศึกษาต้นทุน ค่าวัสดุ, ค่าแรง ระบบผนังก่ออิฐบล็อกประสาน

ผู้วิจัยจะทำการศึกษาค่าวัสดุ ค่าแรง โดยจะคิดบนพื้นที่ และปริมาณวัสดุที่ได้ดำเนินการทำชิ้นงานทดสอบขนาดสูง 2.40 ม. ยาว 5.40 ม

ตารางที่ 3.5 แสดงราคาค่าวัสดุ ระบบผนังก่ออิฐบล็อกประสาน

| ลำดับ | รายการวัสดุ | ปริมาณ | หน่วย | ราคา/หน่วย* | รวมเป็นเงิน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | อิฐบล็อกประสาน | | ก้อน | | |
| 2 | ปูนก่อสำเร็จรูป | | ลูก | | |
| | รวมค่าวัสดุ 1 - 2 | | | | |

ตารางที่ 3.6 แสดงราคาค่าแรงผนังก่ออิฐบล็อกประสาน

| ลำดับ | รายการค่าแรง | ปริมาณ | หน่วย | ราคา/หน่วย* | รวมเป็นเงิน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ค่าแรงก่ออิฐบล็อกประสาน | | ตรม. | | |
| | รวมค่าแรง 1 | | | | |

* เป็นราคาตลาดที่อาจเปลี่ยนแปลงได้

## 3.6 การวิเคราะห์ผลิตภาพในงานก่อสร้าง

3.6.1 ระบบผนังอิฐมอญ – ฉาบปูน/ พื้นที่ 11 ตร.ม.

ตารางที่ 3.7 แสดงชั่วโมงการทำงานผนังก่ออิฐ – ฉาบปูน

| ลำดับ | รายการ | ระยะเวลา (ชม.) / คน | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| 1 | งานตีเส้น-ดิ่งพร้อมก่ออิฐมอญ | | |
| 2 | งานฉาบปูน 2 ด้าน | | |
| | รวมระยะเวลาทั้งสิ้น | | |

3.6.2 ระบบผนังก่ออิฐบล็อกประสาน / พื้นที่ 11 ตร.ม.

ตารางที่ 3.8 แสดงชั่วโมงการทำงานผนังก่ออิฐบล็อกประสาน

| ลำดับ | รายการ | ระยะเวลา (ชม.) / คน | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| 1 | งานตีเส้น-ดิ่งพร้อมอิฐบล็อกประสาน | | |
| | รวมระยะเวลาทั้งสิ้น | | |

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะกล่าวถึง การวิเคราะห์การทดสอบผนัง การวิเคราะห์ต้นทุน และ การวิเคราะห์ผลิตภาพในงานก่อสร้าง

## 4.1 การวิเคราะห์ผลการทดสอบผนัง

4.1.1 ผลการเก็บข้อมูลการทดสอบความทนทานของผนัง เมื่อถูกกระแทกโดยวัสดุอ่อนนุ่มขนาดใหญ่ ( Large Soft Body Impact )

- การเตรียมผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน (เพื่อการทดสอบขนาดสูง 240 ม. ความยาว 5.40 ม. พร้อมช่องเปิดประตู )

ภาพประกอบที่ 4.1 ผนังก่ออิฐมอญ-ฉาบปูนที่ทดสอบ

- ตัวอย่างการทดสอบผนังก่ออิฐ – ฉาบปูน

ภาพประกอบที่ 4.2 – 4.3 การทดสอบแบบ Resistance to Damage

- การบันทึกผลการทดสอบ แบบ Resistance to Damage

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบ Resistance to Damage ของอิฐมอญ

| ทดสอบ Resistance to Damage (ทดสอบ 2 จุด กระแทรกจุดละ 1 ครั้ง) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Grade | Impact Energy | Drop Height | บันทึกการเปลี่ยนแปลง (จุดที่ 1) | บันทึกการเปลี่ยนแปลง (จุดที่ 2) |
| LD | 20 N.m. | 41 mm. | 0 mm. | 0 mm. |
| MD | 20 N.m. | 41 mm. | 0 mm. | 0 mm. |
| HD | 40 N.m. | 82 mm. | 1 mm. | 1 mm. |
| SD | 120 N.m. | 245 mm. | 1 mm. | 1 mm. |

- การบันทึกผลการทดสอบ แบบ Structural Damage

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบ Structural Damage ของอิฐมอญ

| ทดสอบ Structural Damage (ทดสอบ 2 จุด กระแทรกจุดละ 3 ครั้ง) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Grade | Impact Energy | Drop Height | บันทึกการเปลี่ยนแปลง (จุดที่ 1) | บันทึกการเปลี่ยนแปลง (จุดที่ 2) |
| LD | 60 N.m. | 122 mm. | 0 mm. | 0 mm. |
| MD | 60 N.m. | 122 mm. | 0 mm. | 0 mm. |
| HD | 120 N.m. | 245 mm. | 1 mm. | 1 mm. |
| SD | 120 N.m. | 245 mm. | 1 mm. | 1 mm. |

- การเตรียมการผนังก่ออิฐบล็อกประสาน (เพื่อการทดสอบขนาดสูง 240 ม. ความยาว 5.40 ม. พร้อมช่องเปิดประตู )

ภาพประกอบที่ 4.4 ผนังอิฐบล็อกประสานที่ทดสอบ

- ตัวอย่างการทดสอบผนังก่ออิฐบล็อกประสาน

ภาพประกอบที่ 4.5 – 4.6 การทดสอบแบบ Resistance to Damage

- การบันทึกผลการทดสอบ แบบ Resistance to Damage

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบ Resistance to Damage ของอิฐบล็อกประสาน

| ทดสอบ Resistance to Damage (ทดสอบ 2 จุด กระแทกจุดละ 1 ครั้ง) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Grade | Impact Energy | Drop Height | บันทึกการเปลี่ยนแปลง (จุดที่ 1) | บันทึกการเปลี่ยนแปลง (จุดที่ 2) |
| LD | 20 N.m. | 41 mm. | 1 mm. | 1 mm. |
| MD | 20 N.m. | 41 mm. | 1 mm. | 1 mm. |
| HD | 40 N.m. | 82 mm. | 2 mm. | 2 mm. |
| SD | 120 N.m. | 245 mm. | 2 mm. | 2 mm. |

- การบันทึกผลการทดสอบ แบบ Structural Damage

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบ Structural Damage ของอิฐบล็อกประสาน

| ทดสอบ Structural Damage (ทดสอบ 2 จุด กระแทรกจุดละ 3 ครั้ง) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Grade | Impact Energy | Drop Height | บันทึกการเปลี่ยนแปลง (จุดที่ 1) | บันทึกการเปลี่ยนแปลง (จุดที่ 2) |
| LD | 60 N.m. | 122 mm. | 1 mm. | 1 mm. |
| MD | 60 N.m. | 122 mm. | 1 mm. | 1 mm. |
| HD | 120 N.m. | 245 mm. | 2 mm. | 2 mm. |
| SD | 120 N.m. | 245 mm. | 2 mm. | 2 mm. |

4.1.2 ผลการเก็บข้อมูลการทดสอบการรับแรงอุปกรณ์แขวน (Light Weight Anchorage) แบบ Pull – down Test โดยทดสอบด้วยน้ำหนักตั้งแต่ 5 – 60 กก.

- ผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน

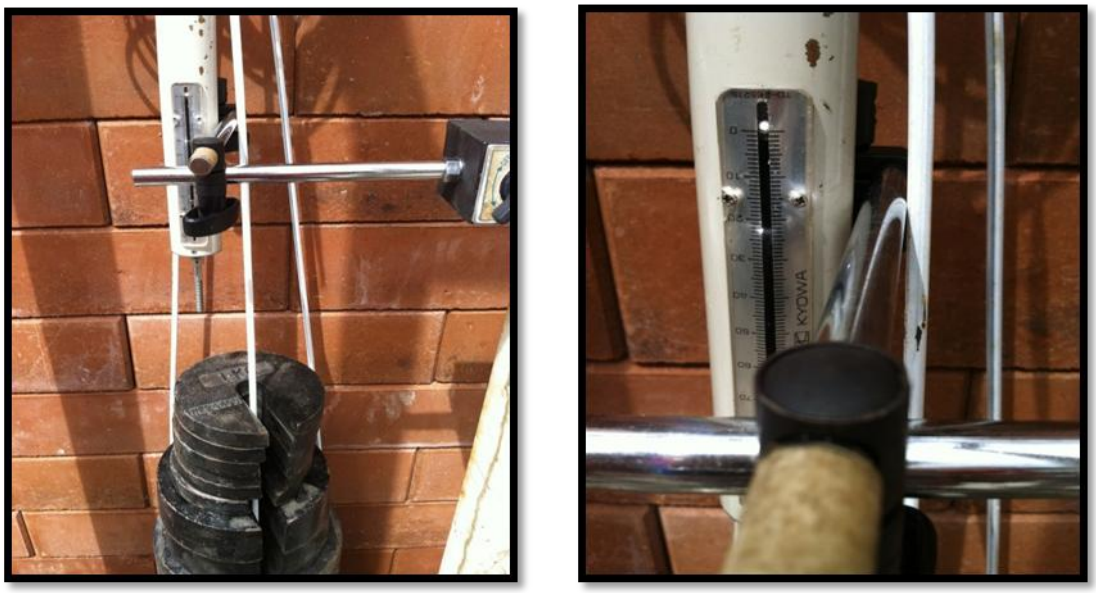
ภาพประกอบที่ 4.7 - 4.8 การทดสอบ แบบ Light Weight Anchorage

- การบันทึกผลการทดสอบ

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบ Light Weight Anchorage ของอิฐมอญ

| ชนิดผนัง | ครั้งที่ | น้ำหนัก (กก.) | บันทึกการเปลี่ยนแปลง |
|---|---|---|---|
| ผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน | 1 | 5 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 2 | 10 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 3 | 15 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 4 | 20 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 5 | 25 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 6 | 30 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 7 | 35 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 8 | 40 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 9 | 45 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 10 | 50 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 11 | 55 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 12 | 60 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |

- ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน



ภาพประกอบที่ 4.9 - 4.10 การทดสอบ แบบ Light Weight Anchorage

- การบันทึกผลการทดสอบ

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบ Light Weight Anchorage ของอิฐบล็อกประสาน

| ชนิดผนัง | ครั้งที่ | น้ำหนัก (กก.) | บันทึกการเปลี่ยนแปลง |
|---|---|---|---|
| ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน | 1 | 5 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 2 | 10 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 3 | 15 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 4 | 20 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 5 | 25 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 6 | 30 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 7 | 35 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 8 | 40 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 9 | 45 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 10 | 50 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 11 | 55 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| | 12 | 60 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |

4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบ

ผนังก่ออิฐฉาบ – ปูน ผลการทดสอบ เมื่อถูกกระแทกโดยวัสดุอ่อนนุ่มขนาดใหญ่ ( Large Soft Body Impact ) ได้เกรด SV (SEVERE DUTY) ส่วนการทดสอบการรับแรงอุปกรณ์แขวน (Light Weight Anchorage) แบบ Pull – down Test โดยใช้ Bolt ขนาดเบอร์ ¼ สามารถรับนำหนักได้ถึง 60 กก. โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน ผลการทดสอบ เมื่อถูกกระแทกโดยวัสดุอ่อนนุ่มขนาดใหญ่ ( Large Soft Body Impact ) ได้เกรด SV (SEVERE DUTY) ส่วนการทดสอบการรับแรงอุปกรณ์แขวน (Light Weight Anchorage) แบบ Pull – down Test โดยใช้ Bolt ขนาดเบอร์ ¼ สามารถรับนำหนักได้ถึง 60 กก. โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง

## 4.2 การวิเคราะห์ต้นทุนวัสดุ

ในที่นี้จะทำการแยกการวิเคราะห์ต้นทุนวัสดุ และ ต้นทุนค่าแรง เพื่อใช้ในการพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุและต้นทุนการก่อสร้าง

4.2.1 วิเคราะห์ต้นทุนวัสดุ

- ผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน

ตารางที่ 4.7 แสดงราคาค่าวัสดุ ผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน ( พื้นที่ 11 ตรม.)

| ลำดับ | รายการวัสดุ | ปริมาณ | หน่วย | ราคา/หน่วย* | รวมเป็นเงิน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | อิฐมอญ | 1,320.00 | ก้อน | 0.90 | 1,188.00 |
| 2 | ปูนก่อสำเร็จรูป 50 กก. | 7.33 | ลูก | 70.00 | 513.10 |
| 3 | ปูนฉาบสำเร็จรูป 50 กก. | 12.94 | ลูก | 70.00 | 905.80 |
| | รวมค่าวัสดุ 1-3 | | | | 2,606.90 |

- ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน

ตารางที่ 4.8 แสดงราคาค่าวัสดุ ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน ( พื้นที่ 11 ตรม.)

| ลำดับ | รายการวัสดุ | ปริมาณ | หน่วย | ราคา/หน่วย* | รวมเป็นเงิน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | อิฐบล็อกประสาน | 370.00 | ก้อน | 15.00 | 5,500.00 |
| 2 | ปูนก่อสำเร็จรูป | 8.50 | ลูก | 70.00 | 595.00 |
| | รวมค่าวัสดุ 1 - 2 | | | | 6,095.00 |

* เป็นราคาตลาดที่อาจเปลี่ยนแปลงได้

4.2.2 วิเคราะห์ต้นทุนค่าแรง

- ผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน

ตารางที่ 4.9 แสดงราคาค่าแรงก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน ( พื้นที่ 11 ตรม.)

| ลำดับ | รายการค่าแรง | ปริมาณ | หน่วย | ราคา/หน่วย* | รวมเป็นเงิน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ค่าแรงก่ออิฐมอญ | 11.00 | ตร.ม. | 80.00 | 880.00 |
| 2 | ค่าแรงฉาบปูน 2 ด้าน | 22.00 | ตร.ม. | 90.00 | 1,980.00 |
| | รวมค่าแรง 1-2 | | | | 2,860.00 |

- ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน

ตารางที่ 4.10 แสดงราคาค่าแรงผนังก่ออิฐบล็อกประสาน ( พื้นที่ 11 ตรม.)

| ลำดับ | รายการค่าแรง | ปริมาณ | หน่วย | ราคา/หน่วย* | รวมเป็นเงิน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ค่าแรงก่ออิฐบล็อกประสาน | 11.00 | ตรม. | 80.00 | 880.00 |
| | รวมค่าแรง 1 | | | | 880.00 |

* เป็นราคาตลาดที่อาจเปลี่ยนแปลงได้

## 4.3 การวิเคราะห์ผลิตภาพในงานก่อสร้าง

4.3.1 วิเคราะห์ผลผลิตในงานก่อสร้าง

- ผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน

ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณงานผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน / คน / วัน

| ลำดับ | รายการ | ระยะเวลา (ชม.) / คน | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| 1 | งานตีเส้น-ดิ่งพร้อมก่ออิฐมอญ | 11.00 | 8 ตร.ม./คน/วัน |
| 2 | งานฉาบปูน 2 ด้าน | 12.57 | 14 ตร.ม./คน/วัน |
| | รวมระยะเวลาทั้งสิ้น | 23.57 | |

- ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน

ตารางที่ 4.12 แสดงปริมาณงานผนังก่ออิฐบล็อกประสาน / คน / วัน

| ลำดับ | รายการ | ระยะเวลา (ชม.) / คน | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|
| 1 | งานตีเส้น-ดิ่งพร้อมอิฐบล็อกประสาน | 6.00 | 14.5 ตร.ม./คน/วัน |
| | รวมระยะเวลาทั้งสิ้น | 6.00 | |

4.3.2 การเปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างผนังก่ออิฐมอญ–ฉาบปูน กับ ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน

ตารางที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบน้ำหนัก (จาก www.tumcivil.com )

| ลำดับ | รายการ | น้ำหนัก/ก้อน(ก.ก.) | น้ำหนัก/ตร.ม.(ก.ก.) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ผนังก่ออิฐมอญ-ฉาบปูน | 0.20 | 180 | 120 ก้อน/ตร.ม. |
| 2 | ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน | 4.10 | 200 | 33.33 ก้อน/ตร.ม. |

4.3.3 วิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยและอัตราผลผลิตในงานก่อสร้าง

ผนังก่ออิฐมอญ (ช่างก่อ + กรรมกร 1 วัน ก่อได้ 8 ตร.ม.)

- เฉลี่ยค่าแรงช่างก่ออิฐ กับ กรรมกร = 350 บาท / วัน
  ช่างทำงาน = 8 ชม / วัน
  ค่าแรงช่างต่อชม. = 350 / 8 บาท / ชม.
  = 43.75 บาท / ชม.
- ค่าแรงช่างก่อ + กรรมกร = (1ช่างก่อ+1กรรมกร)
  X 350 บาท / วัน
  = 2 x 350 บาท / วัน
  = 700 บาท / วัน
- ต้นทุนงานก่อ ต่อ ตร.ม. = 700 / 8 บาท / ตร.ม.
  = 87.50 บาท / ตร.ม.

ผนังก่ออิฐฉาบปูน (ช่างฉาบ + กรรมกร 1 วัน ก่อได้ 14 ตร.ม.)

- เฉลี่ยค่าแรงช่างฉาบ กับ กรรมกร = 350 บาท / วัน
  ช่างทำงาน = 8 ชม / วัน
  ค่าแรงช่างต่อชม. = 350 / 8 บาท / ชม.
  = 43.75 บาท / ชม.
- ค่าแรงช่างฉาบ + กรรมกร = (1ช่างก่อ+1กรรมกร)
  X 350 บาท / วัน
  = 2 x 350 บาท / วัน
  = 700 บาท / วัน
- ต้นทุนงานฉาบ ต่อ ตร.ม. = 700 / 14 บาท / ตร.ม.
  = 50 บาท / ตร.ม.

ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน (ช่างก่อ + กรรมกร 1 วัน ก่อได้ 14.5 ตร.ม.)

- เฉลี่ยค่าแรงช่างก่ออิฐ กับ กรรมกร = 350 บาท / วัน
  ช่างทำงาน = 8 ชม / วัน
  ค่าแรงช่างต่อชม. = 350 / 8 บาท / ชม.
  = 43.75 บาท / ชม.
- ค่าแรงช่างก่อ + กรรมกร = (1ช่างก่อ+1กรรมกร)
  X 350 บาท / วัน

| | | | |
|---|---|---|---|
| | = | 2 x 350 | บาท / วัน |
| | = | 700 | บาท / วัน |
| - ต้นทุนงานก่อ ต่อ ตร.ม. | = | 700 / 14.5 | บาท / ตร.ม. |
| | = | 48.27 | บาท / ตร.ม. |

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัย และ ข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลงานวิจัย

5.1.1 จากการทดสอบตามมาตรฐาน BS 5234 สามารถสรุปได้ว่า

ผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน เมื่อทดสอบการกระแทรกด้วยวัสดุอ่อนนุ่ม มีความแข็งแรงในระดับ SD (SEVER DUTY) คือ ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานแบบรุนแรงและไม่ปกติบ่อยๆจากบุคคลภายนอกจำนวนมากๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมหนัก ที่จอดรถ โรงกีฬา ส่วนการทดสอบการแขวนวัสดุสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 60 กก. โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากการทดสอบ

ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน เมื่อทดสอบการกระแทรกด้วยวัสดุอ่อนนุ่ม มีความแข็งแรงในระดับ SD (SEVER DUTY) คือ ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานแบบรุนแรงและไม่ปกติบ่อยๆจากบุคคลภายนอกจำนวนมากๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมหนัก ที่จอดรถ โรงกีฬา ส่วนการทดสอบการแขวนวัสดุสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 60 กก. โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากการทดสอบ

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบการทดสอบ Resistance to Damage

| ทดสอบ Resistance to Damage | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ทดสอบ 2 จุด กระแทรกจุดละ 1 ครั้ง | | | | | | |
| Grade | Impact | Drop | ผนังก่ออิฐมอญ-ฉาบปูน | | ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน | |
| | Energy | Height | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 |
| LD | 20 N.m. | 41 mm. | 0 mm. | 0 mm. | 1 mm. | 1 mm. |
| MD | 20 N.m. | 41 mm. | 0 mm. | 0 mm. | 1 mm. | 1 mm. |
| HD | 40 N.m. | 82 mm. | 1 mm. | 1 mm. | 2 mm. | 2 mm. |
| SD | 120 N.m. | 245 mm. | 1 mm. | 1 mm. | 2 mm. | 2 mm. |

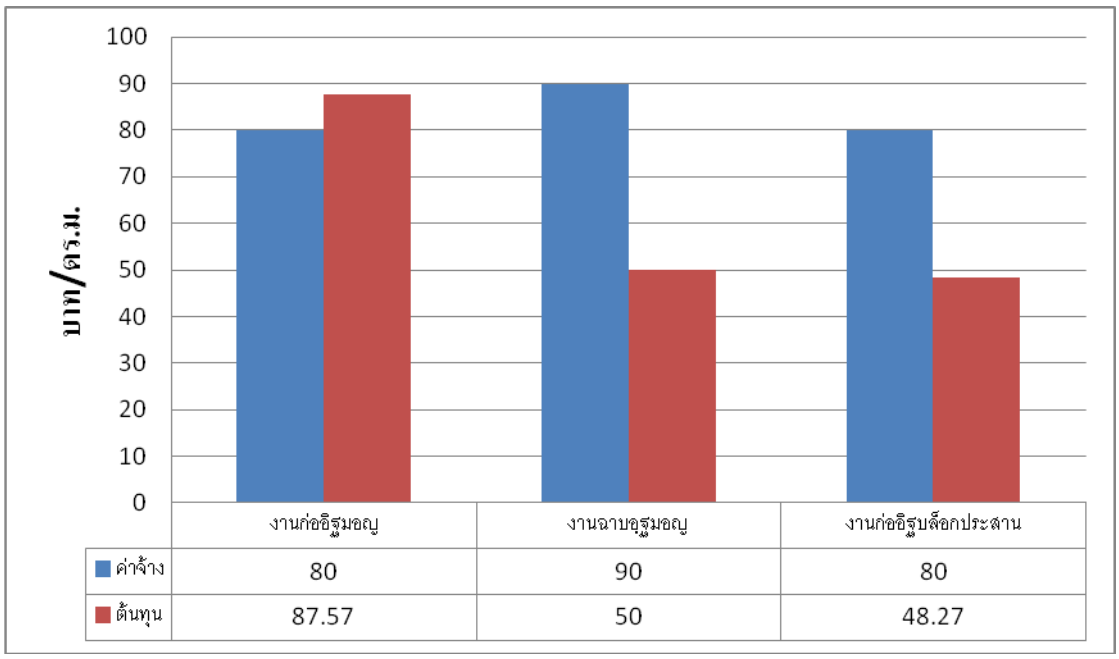
ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบการทดสอบ Structural to Damage

| ทดสอบ Structural to Damage | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ทดสอบ 2 จุด กระแทรกจุดละ 3 ครั้ง | | | | | | |
| Grade | Impact | Drop | ผนังก่ออิฐมอญ-ฉาบปูน | | ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน | |
| | Energy | Height | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 |
| LD | 20 N.m. | 41 mm. | 0 mm. | 0 mm. | 1 mm. | 1 mm. |
| MD | 20 N.m. | 41 mm. | 0 mm. | 0 mm. | 1 mm. | 1 mm. |
| HD | 40 N.m. | 82 mm. | 1 mm. | 1 mm. | 2 mm. | 2 mm. |
| SD | 120 N.m. | 245 mm. | 1 mm. | 1 mm. | 2 mm. | 2 mm. |

5.1.2 จากการศึกษาด้านต้นทุนต่อหน่วยและอัตราผลผลิตในงานก่อสร้าง (Unit Cost and Productivity in Construction) สามารถสรุปได้ว่า

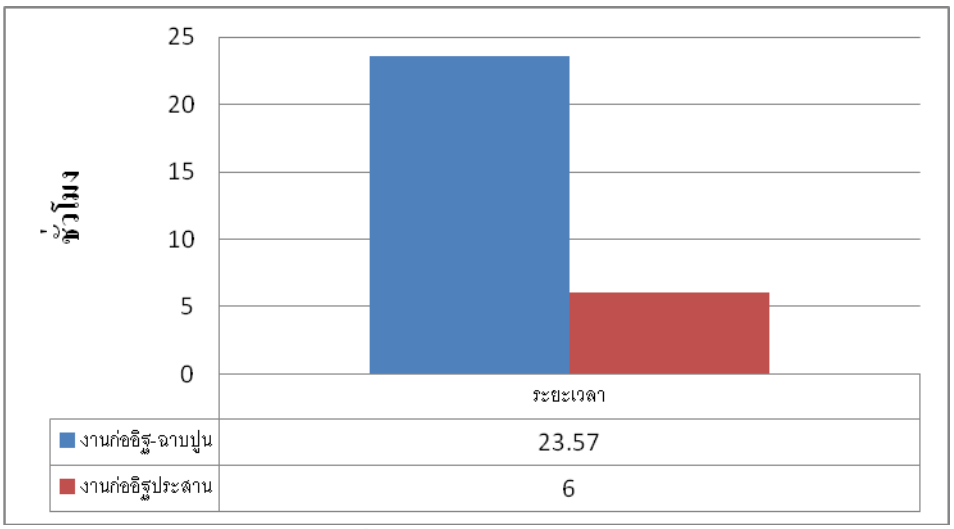
ผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน ในด้านราคาที่จ้างเหมาค่าแรงในการก่ออิฐมอญที่ ตร.ม.ละ 80.00 บาท / ตร.ม. นั้น จากการศึกษาแล้ว พบว่า ต้นทุน / ตร.ม. เท่ากับ 87.75 บาท ซึ่งมากกว่าราคาที่จ้างเหมาอยู่ 7.75 บาท งานฉาบปูนที่จ้างเหมาค่าแรงในการฉาบผนังที่ ตร.ม.ละ 90.00 บาท / ตร.ม. นั้น จากการศึกษาแล้ว พบว่า ต้นทุน / ตร.ม. เท่ากับ 50.00 บาท ซึ่งต่างกับอยู่ 40.00 บาท

ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน ราคาที่จ้างเหมาค่าแรงในการก่ออิฐบล็อกประสานที่ ตร.ม.ละ 80.00 บาท / ตร.ม. นั้นจากการศึกษาแล้ว พบว่า ต้นทุน / ตร.ม. เท่ากับ 48.27 บาท ซึ่งน้องกว่าราคาที่จ้างเหมาอยู่ 31.73 บาท




ภาพประกอบที่ 5.1 เปรียบเทียบค่าแรงกับต้นทุนการผลิต

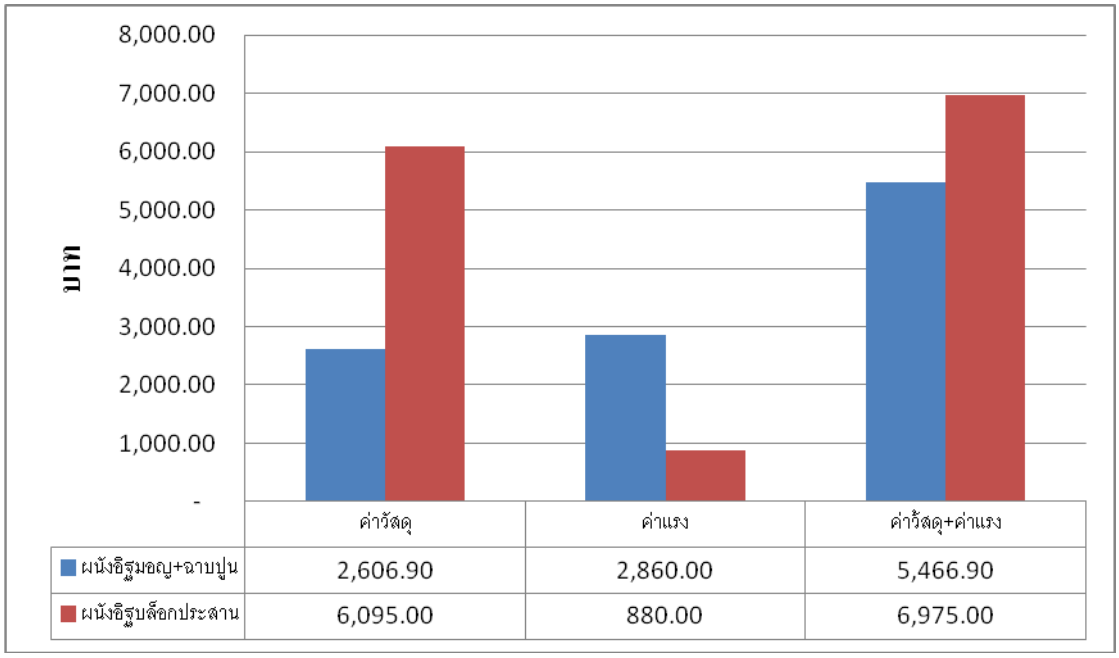
5.1.3 ด้านระยะเวลาในการก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน ใช้ระยะเวลา 23.57 ชม. ส่วนผนังก่ออิฐบล็อกประสาน ใช้ระยะเวลา 6.00 ชม. อิฐบล็อกประสานเสร็จเร็วกว่า 17.57 ชม. (คิดเป็น 3.92 เท่า)




กราฟที่ 5.2 เปรียบเทียบระยะเวลา

5.1.4 ด้านราคาวัสดุในงานผนังก่ออิฐมอญ–ฉาบปูน มีค่าวัสดุรวมเป็นเงินทั้งสิ้น 2,606.90 บาท ส่วนอิฐบล็อกประสาน มีค่าวัสดุรวมเป็นเงินทั้งสิ้น 6,095.00 บาท (ค่าวัสดุผนังอิฐบล็อก

ประสานแพงกว่าผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน อยู่ 3,488.10 บาท) ด้านค่าแรงผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน เป็นเงินทั้งสิ้น 2,860.00 บาท ค่าแรงผนังก่ออิฐบล็อกประสาน เป็นเงินทั้งสิ้น 880.00 บาท (ค่าแรงผนังอิฐบล็อกประสานถูกกว่าผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน อยู่ 1,980.00 บาท) เมื่อทำการรวมค่าวัสดุกับค่าแรง ผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน มีมูลค่าเป็นเงิน 5,466.90 บาท (496.99 บาท/ตร.ม.) ผนังก่ออิฐบล็อกประสานมีมูลค่าเป็นเงิน 6,975.00 บาท (634.09 บาท/ตร.ม.) ผนังก่ออิฐบล็อกประสานมีมูลค่ามากกว่าผนังอิฐมอญ – ฉาบปูน อยู่ 1,508.10 บาท (1.27 เท่า/ตร.ม.)




กราฟที่ 5.3 เปรียบเทียบค่าวัสดุ+ค่าแรง

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ตามมาตรฐาน BS 5234 อิฐบล็อกประสานจากการทดสอบ มีความแข็งแรงในระดับ SD (SEVER DUTY) แต่ในการไปใช้จริง เมื่อเกิดแรงด้านข้าง ทำให้เกิดการห้อยตัวได้

5.2.2 ผนังอิฐบล็อกประสานที่เป็นภายนอกอาคาร ควรทำการฉาบผนังด้านนอก เนื่องจากอิฐบล็อกประสานมีความยุ้ย เมื่อผ่านการใช้งานเป็นผนังอาคารไปในระยะหนึ่ง

5.2.3 ในการก่อผนังในอาคารบ้านเรือนที่มีขนาดไม่ใหญ่เช่น ที่พักอาศัย ตึกแถว ห้องพักในโรงแรม เราสามารถใช้ผนังอิฐบล็อกประสานแทนผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน เพื่อช่วยประหยัดเวลา

ในการก่อผนังให้เสร็จเร็วขึ้นถึง 3.92 เท่า ทั้งนี้ทั้งนั้นขึ้นอยู่กับเจ้าของอาคารและสถาปนิกในการเลือกว่าจะใช้ผนังอิฐบล็อกประสานแทนผนังก่ออิฐมอญ – ฉาบปูน

5.2.4 เนื่องจากอิฐบล็อกประสานมีน้ำหนัก 4.2 กิโลกรัมต่อก้อน ทำให้ไม่สะดวกในการก่ออิฐ จึงควรมีการพัฒนาอิฐบล็อกประสานให้มีน้ำหนักเบาขึ้น เพื่อประหยัดเวลาและสะดวกในการก่อ

5.2.5 ควรเลือกใช้ภาชนะที่มีความเหมาะสม ในการบรรจุน้ำปูนให้ได้ปริมาณที่มากและพอเหมาะ เพื่อประหยัดเวลาในการหยอดน้ำปูนได้สะดวกยิ่งขึ้น