บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันการทำผนังภายในอาคารสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว จากเดิมที่เคยทำผนังด้วยการก่ออิฐฉาบปูน หรือทำเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งต้องมีขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน นอกจากนั้นการทำผนังภายในโดยวิธีเดิม ๆ จะมีปัญหาคุณภาพงาน ผนังอาคารในปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนารูปแบบตลอดเวลาเพื่อช่วยย่นระยะเวลาในการก่อสร้าง และมีทางเลือกในการออกแบบมากขึ้นระบบการก่อสร้างผนังภายในจะกล่าวในงานวิจัยครั้งที่มี 2 ระบบคือ ระบบผนังอินฟิลวอลล์กับระบบการก่อสร้างแบบก่ออิฐมอญฉาบปูนเรียบ

2.1 ระบบผนังหล่อเฌอร่า อินฟิลวอลล์

ระบบผนังหล่อเฌอร่า อินฟิลวอลล์ สามารถออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานเป็นผนังกั้นห้องภายใน ได้หลากหลายรูปแบบ จึงสามารถปรับเปลี่ยนมาได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นความหนาของผนัง การเลือกใช้ประเภทของคอนกรีตมวลเบาในผนังตามประโยชน์การใช้งาน เช่น

1. ระบบผนังเฌอร่าอินฟิลวอลล์ สำหรับงานภายในอาคาร , งานกั้นห้องทั่วไป
2. ระบบผนังเฌอร่าอินฟิลวอลล์ สำหรับงานภายนอกอาคาร พร้อมระบบกันซึม
3. ระบบผนังเฌอร่าอินฟิลวอลล์ สำหรับงานในบริเวณเปียกชื้น พร้อมปูกระเบื้อง และระบบกันซึม
4. ระบบผนังเฌอร่าอินฟิลวอลล์ สำหรับงานภายในโชว์ผิวปูนเปลือย หรือ ปิดทับวอลล์เปเปอร์
5. ระบบผนังเฌอร่าอินฟิลวอลล์ สำหรับงานผนังหนาพิเศษ หรือ Double Wall
6. ระบบผนังเฌอร่าอินฟิลวอลล์ สำหรับงานกันเสียงพิเศษ หรือ High Performance

ระบบการก่อสร้างผนังหล่อเฌอร่าอินฟิลวอลล์นั้น จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาให้เข้าใจและลึกซึ้ง ระบบผนังหล่อเฌอร่าอินฟิลวอลล์ซึ่งเป็นระบบผนังสำเร็จรูปที่ติดตั้งแบบระบบแห้ง (Dry Process) ที่มีลักษณะการติดตั้งคล้ายเคียงกับผนังเบาทั่วไป แต่ผนังเฌอร่าอินฟิลวอลล์จะมีการเติมวัสดุมวลเบาลงไปในช่องว่างของผนัง เพื่อให้เกิดความแข็งแรง ดังนี้ในการศึกษาจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวัสดุ และขั้นตอนการติดตั้งให้เกิดความเข้าใจก่อนเริ่มทำการทดสอบดังกล่าว

วัสดุที่ใช้ในการติดตั้งผนังหล่อเฌอร่า อินฟิลวอลล์ มีดังนี้

2.1.1 วัสดุแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ เฌอร่าอินฟิลบอร์ด ตามมาตรฐานซึ่งใช้เป็นวัสดุปิดผิวผนังเสมือนเป็นแบบหล่อคอนกรีต ต้องมีความแข็งแรง โดยมีความหนาของแผ่น 6 มม. และ 8 มม. ซึ่งมีขนาด 1.20 x 2.40 ม. ที่เป็นขนาดมาตรฐาน

2.1.2 โครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่าเฟรม เบอร์ 24 ผ่านการชุบสังกะสี เพื่อป้องกันการเกิดสนิม โดยจะมีขนาดของโครงเหล็กชุบสังกะสี ดังนี้

- ขนาดของโครงเหล็กเฌอร่าชุบสังกะสี ตัวซี 38 x 75 x 3000 x 0.6 nn. แบบมีเจาะรู กว้าง 25 x 100 @ 600 mm.
- ขนาดของโครงเหล็กเฌอร่าชุบสังกะสี ตัวยู 32 x 75 x 3000 x 0.6 mm.

2.1.3 สกรูปลายสว่าน เฌอร่าฟิกซ์ดับบลิว 25 แบบมีปีก ยาว 25 mm. ผ่านการชุบกันสนิม

2.1.4 โฟมอีพีเอส หรือ โพลีเทอม ที่นำมาใช้ผสมในซีเมนต์มอร์ตาร์ต้องเป็นเกรดชนิดไม่ลามไฟ มีขนาดเฉลี่ยระหว่าง 3-5 มม. และเมื่อผสมแล้วจะต้องสามารถกระจายตัวในคอนกรีตได้ดีไม่แยกชั้น

2.1.5 วัสดุฉาบเก็บรอยต่อเฌอร่า ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ งานเก็บรอยต่อบริเวณแห้ง คือ เฌอร่าอะคลีลิกจอยติ้งคอมพาว์ด สำหรับงานภายนอก แนะนำให้ใช้ วัสดุฉาบเรียบเฌอร่าซีเมนต์จอยติ้งคอมพาว์ด

2.1.6 ผงเพิ่มการยึดเกาะ เฌอร่าคอร์ดแอดดิทีฟ สำหรับเป็นส่วนผสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการยึดเกาะของคอนกรีตมวลเบา ให้มีความแข็งแรงยึดเกาะกับแผ่นเฌอร่าอินฟิลบอร์ด คอนกรีตมวลเบาไม่ร่อนและติดทนนาน

2.2 ขั้นตอนผนังหล่อเฌอร่า อินฟิลวอลล์

2.2.1 ตีเส้นแนวผนัง

- ตีเส้นแบ่งผนังบนพื้นด้านล่างและบนเพดาน เพื่อเตรียมติดตั้งโครงเหล็กชุบสังกะสีเฌอร่า

- ยึดโครงเหล็กชุบสังกะสีเฌอร่า ยู 75 โดยใช้พุกยึดห่างจากปลายโครงตัวแรก 5 ซม. และยึดห่างกันทุกระยะ 40 ซม. ทั้งแนวบนและแนวล่าง

2.2.2 ติดตั้งโครงเหล็กชุบสังกะสีเฌอร่า ซี 75 และ ยู 75 พร้อมวงกบประตูหน้าต่าง

- ใส่โครงเหล็กชุบสังกะสีเฌอร่า ซี 75 เข้าไปในโครงตัวยูที่ยึดแล้วกับพื้นคอนกรีต โดยให้ระยะห่างของซี 75 แต่ละตัวอยู่ที่ 30 ซม.

- เว้นระยะห่างของปลายตัวซี 75 กับโครงตัวยูด้านบนเพดานประมาณ 1 ซม.

- วางโครงตัวซี 75 ให้หันไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นตัวที่อยู่ริมชนผนังหรือชนเสา

- หากโครงตัวซีมีความยาวไม่พอ ต้องต่อโดยให้มีระยะทาบเกี่ยวไม่น้อยกว่า 30 ซม.

- กรณีมีการเดินท่อฝังภายในผนัง ขนาดของท่อต้องไม่กว้างเกิน 2/3 ของความกว้างโครงตัวซี

2.2.3 ติดตั้งแผ่นเฌอร่าอินฟิลบอร์ดด้านหนึ่ง

- ติดตั้งแผ่นเฌอร่าอินฟิลบอร์ด เข้ากับโครงตัวซีและตัวยู โดยยิงสกูรยึดแผ่นที่ระยะห่าง 10-15 ซม.

- ขอบแผ่นที่ชนกับโครงสร้างหรือ วงกบประตูหน้าต่างต้องเว้นระยะ 3-5 มม. เพื่อยาแนวร่องด้วยวัสดุเก็บรอยต่อเฌอร่าพียู 25

- มุมผนังด้านนอกให้เก็บมุมโดยใช้ โครงเหล็กเก็บมุมเฌอร่า ขนาด 30 x 30 x 0.4 มม. ทำการฉาบปิดมุม

2.2.4 เดินระบบท่อร้อยสายไฟและท่อน้ำประปาให้ยึดท่อเข้ากับ แผ่นบอร์ด และหลีกเลี่ยงการสอดท่อเข้าไปในโครงตัวซี เพราะเวลายิงสกรู ยึดแผ่นเฌอร่าอินฟิลบอร์ดเข้ากับโครงเหล็กปลายสกรูอาจจะไปเจาะทะลุชนท่อไฟฟ้าก็เป็นได้ ควรเดินลอยต่างหากในแนวผนัง และไม่ควรสอดท่อในแนวขวางที่มีขนาดใหญ่ เกินกว่า 2/3 ของความกว้างเหล็กตัวซีที่ใช้ เพราะนอกจากจะไปขวางทิศทางการไหลของคอนกรีตแล้ว ยังอาจจะทำให้ผนังลดความแข็งแรงลงอีกด้วย

2.2.5 ติดตั้งแผ่นเฌอร่าด้านที่เหลือ ติดตั้งแผ่นเฌอร่าอินฟิลบอร์ดด้านที่เหลือ พร้อมกับเตรียมเจาะช่องเพื่อใช้สำหรับเทคอนกรีตเข้าไปในผนัง โดยตำแหน่งของช่องอยู่ที่ด้านบนสุดของผนัง หรืออยู่เหนือระดับฝ้าเพดาน

2.2.6 เตรียมคอนกรีตมวลเบาและเติมลงในช่องผนังด้วยเครื่องยิงคอนกรีต

- เตรียมผสมคอนกรีตมวลเบา และผสมลงในโม่ด้วยเครื่องผสมคอนกรีตเฌอร่า
- นำคอนกรีตที่ผสมเสร็จ เติมเข้าไปในผนังด้วยเครื่องยิงคอนกรีตเฌอร่า โดยใช้ค้อนยางเคาะที่ผนังเพื่อให้คอนกรีตมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ
- เติมคอนกรีตให้เป็นชั้น ๆ โดยแต่ละชั้นมีความสูงไม่เกิน 1.5 ม. และทิ้งระยะห่างของแต่ละชั้นไว้ที่ 2-3 ชม. ก่อนเติมชั้นที่เหลือจนสุดท้องพื้นบน หรือใต้คาน

2.2.7 ขั้นตอนเก็บงานรอยต่อและหัวสกรูด้วยวัสดุฉาบรอยต่อเฌอร่า

- รอยต่อขอบแผ่น ต้องเป็นขอบลาดที่มีความกว้าง 2.5 ซม. และลึก 1 มม. เป็นอย่างน้อย
- บริเวณรอยต่อชนขอบแผ่นให้ทาน้ำยารองพื้น เฌอร่าซีเมนต์บอนดิ้ง ก่อน 1 รอบ แล้วทิ้งไว้ให้แห้งสนิทประมาณ 10-20 นาที ขึ้นกับสภาวะแวดล้อม
- ฉาบวัสดุฉาบเรียบเฌอร่าลงก่อนชั้นที่ 1 ให้หน้ากว้าง 10 ซม. แล้ววางตาข่ายใยแก้วเฌอร่าคร่อมรอยต่อระหว่างแผ่น จากนั้นปาดให้เรียบ แล้วทิ้งไว้ให้แห้งสนิท
- ฉาบทับรอยเชื่อมต่อ ชั้นที่ 2 ให้มีความกว้าง 20 ซม. แล้วทิ้งไว้ให้แห้งสนิท ก่อนทำการฉาบทับรอบที่ 3 ให้มีขนาดกว้าง 30 ซม. แล้วจึงทิ้งไว้ให้แห้งก่อนทำการขัดเรียบและแต่งผิวผนังอีกครั้ง

ตารางที่ 2.1 แสดงสัดส่วนผสมคอนกรีตมวลเบากับโฟมโพลีเทอม

รายการวัสดุ	***ความหนาแน่นต่อลูกบาศก์เมตร***			
	500 kg3	**700 kg3**	**900 kg3**	**1200 kg3**
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 1 (กก.)	50	50	50	50
ทราย (กก.)	25	25	22.5	22.5
น้ำ (กก.)	25	22.5	22.5	20
โฟมโพลีเทอม (กก.)	1.4	1	0.65	0.38
สารเพิ่มการยึดเกาะเฌอร่า (กรัม)	15	15	15	15

2.3 คุณสมบัติอิฐมอญ (http://www.meartprobuilt.com/)

อิฐมอญ (Brick) อิฐมอญ เป็นวัสดุที่ผลิตมาจากการนำดินเหนียวมาเผาเพื่อให้ได้วัสดุที่คงรูปและมีความแข็งแรง การใช้อิฐมอญในระบบก่อสร้างมีมาหลายสิบปี จึงเป็นวัสดุที่เป็นที่รู้จักและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากความเชื่อมั่นในความคงทน และผลิตได้เองในประเทศจากแรงงานท้องถิ่น คุณสมบัติของอิฐมอญจะยอมให้ความร้อนถ่ายเทเข้า-ออกได้ง่าย และเก็บความร้อนไว้ในตัวเอง เป็นเวลานาน และเนื่องจากอิฐมอญมีความจุความร้อนสูงทำให้สามารถกักเก็บความร้อนไว้ในเนื้อวัสดุได้มาก ก่อนที่จะค่อยๆถ่ายเทสู่ภายนอก จึงเหมาะกับการใช้กับบริเวณที่ใช้งานเฉพาะช่วงกลางวัน

2.4 ขั้นตอนการผลิตอิฐมอญ (http://www.supradit.com/)

วัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตอิฐมอญ แกลบขี้เถ้า ดินเหนียวหรือดินโคลน ดินที่จะใช้ควรนำมาตากลมไว้ก่อนใช้ 1 – 2 เดือนจะทำให้ดินอ่อนนุ่มและเหนียวดียิ่งขึ้น ถ้าเป็นดินแข็งต้องนำเครื่องบดดินก่อนนำมาย่ำให้เป็นเนื้อเดียวกันจากนั้นใช้แกลบหรือขี้เถ้าอย่างใดอย่างหนึ่งผสมในอัตราส่วนไม่เกิน25 % เพราะถ้ามากกว่านี้จะได้อิฐเปราะไม่แข็งแรง

2.4.1 ขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นอิฐในขั้นนี้มีวิธีการทำอยู่ 2 วิธีด้วยกัน คือ

2.4.1.1 การทำด้วยแรงคนวิธีนี้จะต้องมีแม่พิมพ์ หรือแบบซึ่งอาจจะทำด้วยไม้หรือโลหะ เมื่ออัดดินลงไปในแบบแล้ว ใช้ไม้หรือมือปาดให้ด้านบนเรียบเสมอ แล้วจึงนำแบบออก (พื้นล่างจะใช้ขี้เถ้าเพื่อป้องกันอิฐติดกับพื้น) จากนั้นผึ่งอิฐให้แห้งหมาดๆ แล้วนำมาตบแต่งให้เรียบร้อยอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงนำเข้าเตาเผาต่อไป

2.4.1.2 การทำด้วยเครื่อง วิธีนี้นำดินเหนียวใส่เข้าไปในเครื่องอัด เครื่องจะทำการอัดดินออกมาเป็นแท่งได้ขนาดเท่ากันทุกแผ่น มีผิวเรียบ นำไปผึ่งให้แห้งหมาดและแห้งด้วยอากาศ แล้วจึงนำเข้าเตาเผาต่อไป

2.4.1.3 ขั้นการผึ่งให้แห้ง ถ้านำอิฐที่ยังเปียกอยู่เข้าเตาเผาทันที ความชื้นที่ผิวจะออกเร็วเกินไป อาจทำให้อิฐแตกเนื่องจากการหดตัวเร็ว ฉะนั้นจึงต้องมีการผึ่งให้แห้งหรือแห้งเพียงหมาดๆ แล้วจึงนำเข้าเตาเผา

2.4.1.4 ขั้นการเผา นำอิฐที่ผึ่งแห้งหมาดเข้าเตาเผา โดยนำอิฐเข้าไปเรียงเป็นชั้นๆ อิฐที่นำเข้าเตาเผาครั้งหนึ่งๆ ประมาณ 5000 – 10000 ก้อน จากนั้นใช้แกลบคลุมอิฐทั้งหมดให้มิด แกลบทำหน้าที่เป็นเชื้อเพลิงในการเผา ความร้อนจะเพิ่มขึ้นทีละน้อยจนถึงความร้อนสูงสุด และลดต่ำลงตามลำดับจนเย็นใช้เวลาประมาณ 1 – 2 สัปดาห์ แล้วจึงนำอิฐออกจากเตา

2.5 ขั้นตอนการติดตั้งผนังอิฐมอญ (http://www.homemart.co.th/)

การก่ออิฐมอญมีขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.51 ก่อนทำการก่อทุกครั้ง จะต้องนำอิฐแช่น้ำหรือรดน้ำให้อิฐดูดน้ำจนอิ่มตัว แล้วนำไปผึ่งให้หมาดๆ จากนั้นทำการขึงเอ็น หรือดีดบักเต้าเพื่อแสดงแนวผนังที่จะก่อ

2.5.2 การก่อให้เริ่มก่อจากริมทั้งสองข้างของแนวก่อ ทำเป็นขั้นบันได 3-5 ชั้น และเรียงอิฐให้มีการสับหว่างกันในแต่ละชั้นตามแนวที่ขึงเอ็นไว้โดยก่อให้มีความหนาชั้นปูนก่อประมาณ 1.5-2.0 เซนติเมตร แนวขอบผนังที่ติดกับเสา จะต้องเสียบเหล็กหนวดกุ้งขนาด 6 มิลลิเมตร ยาว 40-50 เซนติเมตร ในกรณีที่เหล็กไม่ตรงกับแนวปูนก่อ ให้ใช้วิธีดัดเหล็กให้หลบลงมาหรือขึ้นไปให้ตรงกับแนวปูนก่อ

2.5.3 การก่ออิฐแบบ 1/2 แผ่น ควรมีเสาเอ็นที่ความกว้างอย่างน้อยทุก 2.5 เมตร และถ้ามีความสูงเกินกว่า 1.5 เมตร ก็ควรจะมีคานทับหลังด้วย นอกจากนี้ ยังจำเป็นต้องมีเสาเอ็นและคานทับหลังล้อมบริเวณที่เป็นช่องเปิดและวงกบประตู-หน้าต่าง สำหรับทำหน้าที่รับน้ำหนักและป้องกันไม่ให้วงกบเสียรูป

2.5.4 ผนังที่ก่อชนท้องคาน จะต้องเว้นช่องไว้ประมาณ 10 เซนติเมตร และทิ้งไว้จนปูนก่อแข็งตัวเสียก่อน ประมาณ 1-2 วัน เพื่อให้ผนังที่ก่อไว้แล้วทรุดตัว จากนั้นจึงก่อเสริมโดยการเอียงอิฐทำมุม 30-40 องศา และใช้ปูนก่ออุดให้เต็ม

2.5.5 ควรทำการบ่ม โดยการรดน้ำให้ผนังชุ่มชื้นอยู่อย่างสม่ำเสมออย่างน้อย 7 วัน

2.6 การทดสอบความแข็งแรงของผนังตามมาตรฐาน BS 5234 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2226-2548)

ในมาตรฐาน BS 5234 ได้ทำการแบ่งผนังต่าง ๆ ออกเป็น 4 ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 การแบ่งผนังต่างๆ ตามลักษณะการใช้งาน

Grade	*ลักษณะผนัง*	*พื้นที่ใช้งาน*
LIGHT DUTY (LD)	● ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานอย่างเบา มีคนอยู่น้อย โดยที่ผนังมีการดูแลอย่างดี มีการกระทบกระทั่งน้อย	ที่พักอาศัย ตึกแถว หอพัก ห้องพักในโรงแรม
MEDIUM DUTY (MD)	● ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานปานกลาง มีกระทบกระทั่งบ้าง แต่ยังมีการดูแลดีอยู่	สำนักงาน ธนาคาร อาคารพาณิชย์
HEAVY DUTY (HD)	● ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานสาธารณะจากบุคคลต่างๆ ซึ่งมีการดูแลน้อย มีการใช้งานหนักพอสมควร	โรงงานอุตสาหกรรม ห้องโถง ช่องทางเดิน หอประชุม
SEVERE DUTY (SD)	● ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานแบบรุนแรงและไม่ปกติบ่อย ๆ จากบุคคลจำนวนมากๆ	โรงงานอุตสาหกรรม ที่จอดรถ โรงกีฬาฯ

มาตรฐาน BS 5234 เป็นมาตรฐานของประเทศอังกฤษ ในการกำหนดการทดสอบเพื่อแบ่งประเภทของผนังตามการใช้งาน โดยในการทดสอบจะมีหลากหลายวิธีซึ่งจะจำลองมาจากการใช้งานจริงของระบบผนัง มีการทดสอบทั้งสิ้น 7 การทดสอบ ดังนี้

2.6.1 Partition Stiffness ความแข็งแรงของผนังในการรับแรงกดในแบบ point load

2.6.2 Small Hard Body Impact ความทนทานของผนังเมื่อถูกกระแทกโดยวัสดุแข็งขนาดเล็ก

2.6.3 Large Soft Body Impact ความทนทานของผนังเมื่อถูกกระแทก โดยวัสดุอ่อนนุ่มขนาดใหญ่

2.6.4 Door Slamming ความทนทานของผนังต่อการเปิด-ปิด ประตู ซ้ำบ่อยๆ โดยในการทดสอบที่ 1-4 จะแบ่งเกรดผนังเอาไว้ในแต่ละการทดสอบ เมื่อทดสอบครบทั้ง 4 การทดสอบ จะนำเอาผลทั้งหมดมาประเมินเกรดของระบบผนังนั้นๆ

ส่วนการทดสอบที่เหลืออีก 3 การทดสอบ คือ

2.6.5 Crowd Pressure ทดสอบการรับแรงกดของผนังในแบบกระจาย load

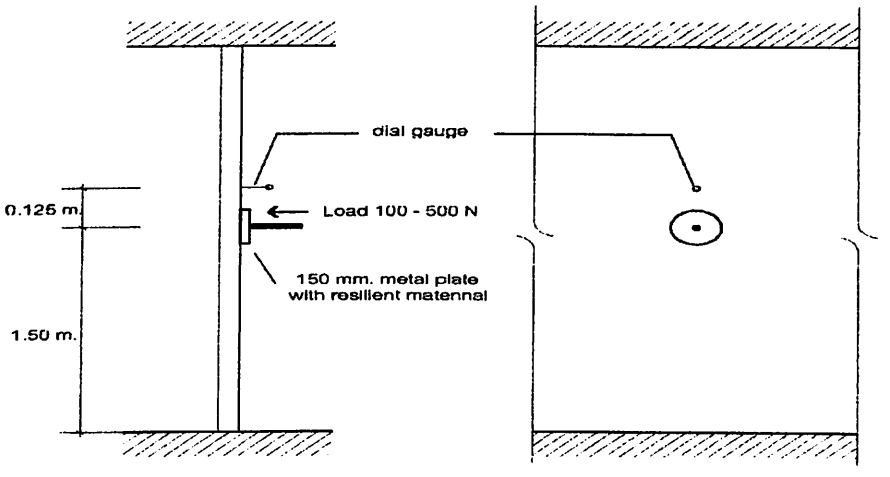
2.6.6 Light Weight Anchorage ทดสอบการรับแรงของอุปกรณ์แขวน

2.6.7 Heavy Weight Anchorage ทดสอบการรับแรงของชั้นวางของ

ซึ่งทั้ง 3 การทดสอบนี้ จะไม่นำมาใช้ในการประเมินเกรดของระบบผนัง เพียงแต่ทดสอบเพื่อให้รู้ถึงสมรรถภาพของระบบผนังนั้นๆ ในด้านต่างๆ เท่านั้น

2.6.1 การทดสอบ Partition Stiffness

<u>หลักการ</u> : เป็นการทดสอบความสามารถของผนังในการทนทานต่อการที่คน หรือ บันได เอียงมาพิงโดยไม่เกิดรอยร้าว หรือการเลื่อนของผนัง โดยจำลองให้ผนังได้รับ load ในแนวนอน ซึ่งเป็น Point load ในตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นจึงทำการวัดค่า max deflection (การแอ่นตัวสูงสุด), residual deformation (การเสียรูปอย่างถาวร) และความเสียหายที่ผิวหรือโครงสร้างของผนัง ดังแสดงภาพประกอบที่ 2.1



ภาพประกอบที่ 2.1 การทดสอบ แบบ Partition Stiffness

<u>**ขั้นตอนการทดสอบ**</u>

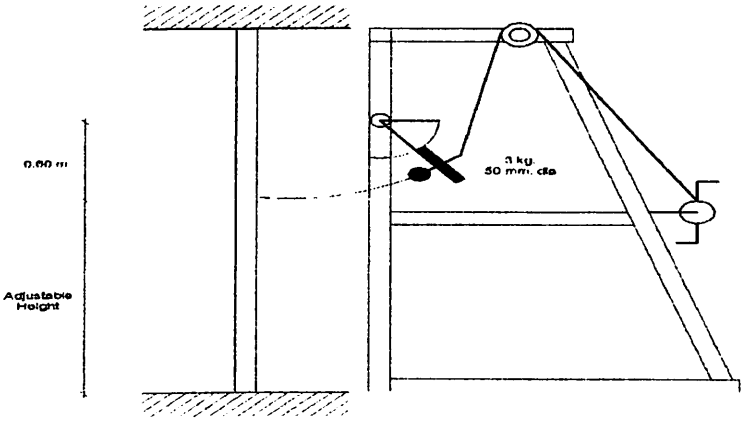
- ใส่ preload 100 N ค้างไว้ 1 นาที

- 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

2.6.2 การทดสอบ Small Hard Body Impact

<u>หลักการ</u> : เป็นการทดสอบความสามารถของผนังในการต้านทานต่อความเสียหายที่เกิดจากการกระแทก โดยวัตถุแข็งขนาดเล็ก ซึ่งจำลองมาจากการใช้งานจริง ที่ผนังมีอาจถูกกระแทกโดยวัสดุต่าง ๆ ในระหว่างการใช้งาน โดยในการทดสอบ ตุ้มกระแทกทรงกลมขนาด 50 มม. หนัก 3 กก. จะถูกแกว่งให้มากระแทกกับผิวผนัง ในแนวเกือบจะตั้งฉาก แล้วบันทึกความเสียหายที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 2.2 โดยในการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 การทดสอบย่อย คือ

- การทดสอบ Surtace to Damage : ทดสอบโดยใช้พลังงานกระแทกต่ำ เพื่อดูว่าผิวของผนังเกิดความเสียหายที่รุนแรงเกินกว่าจะซ่อมแซมได้หรือไม่
- การทดสอบ Perforation : ทดสอบโดยใช้พลังงานกระแทกสูง เพื่อดูว่าผิวของผนังจะถูกเจาะทะลุหรือไม่



ภาพประกอบที่ 2.2 การทดสอบแบบ Small Hard Body Impact

<u>**ขั้นตอนการทดสอบ**</u>

- เลือกจุดที่จะทดสอบ 10 จุด โดยเลือกจุดที่ Critcal ที่สุด (ทดสอบ Surface Damage 10 จุด Perforation 10 จุด)

- จัดอุปกรณ์ให้ตุ้มกระแทกสัมผัสกับผิวผนังพอดี

- ยกตุ้มกระแทกขึ้นตามองศาสวิงของเกรดผนังที่ต้องการทดสอบ

- ปล่อยหัวกระแทกให้แกว่งลงมากระแทกผนัง 1 ครั้ง (ห้ามกระแทกซ้ำ)

- ตรวจสอบและบันทึกความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การเจาะทะลุ ความลึก-ขนาดของรอยกระแทกที่ผิวผนัง

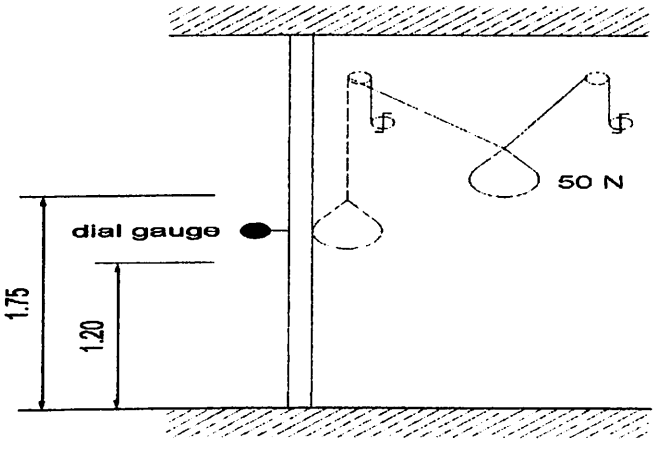
- เลื่อนอุปกรณ์ทดสอบไปยังจุดอื่นๆ ต่อไปจนครบ

2.6.3 การทดสอบ Large Soft Body Impact

<u>หลักการ</u> : เป็นการทดสอบความสามารถของผนังในการต้านทานต่อความเสียหายที่เกิดจากการกระแทก โดยวัตถุอ่อนใหญ่ เปรียบได้กับการที่ผู้อยู่อาศัยมีการกระแทกเข้ากับผนังในการใช้งานจริง โดยในการทดสอบ ผนังจะถูกกระแทกจากถุงที่น้ำขนาด 40 ซม. หนัก 50 กก. ดังรูปที่ 2.3 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 การทดสอบย่อย คือ

- การทดสอบ Resistance to Damage : ทดสอบโดยใช้พลังงานกระแทกต่ำ กระแทกผนังเพียง 1 ครั้ง โดยผนังต้องไม่เกิดการเปลี่ยนรูปแบบถาวร (permanent deformation) เกิน 2 มม. หรือเกิดความเสียหายใด ๆ ขึ้น

- การทดสอบ Structural Damage : ทดสอบโดยใช้พลังงานกระแทกสูง กระแทกผนังในจุดเดิม 3 ครั้ง โดยผนังต้องไม่เกิดการพังทลายลงมา



ภาพประกอบที่ 2.3 การทดสอบแบบ Large Soft Body Impact

<u>ขั้นตอนการทดสอบ</u>

การทดสอบ Resistance To Damage

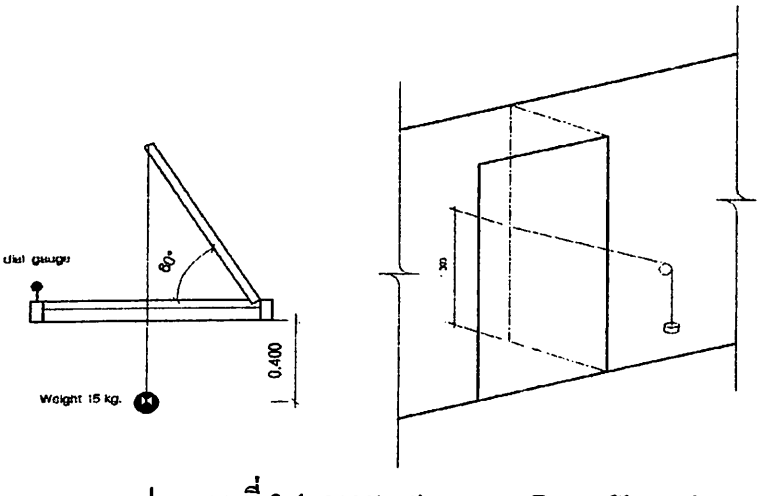
- เลือกจุดที่จะกระแทก 2 จุดในช่วงความสูง 1.2 – 1.75 ม. จากพื้น
- ยกถุงขึ้นตามความสูงของพลังงานกระแทกที่จะใช้ทดสอบ
- ปล่อยถุงให้ลงมากระแทกผนัง 1 ครั้ง (ห้ามกระแทกซ้ำ)
- ทิ้งให้ผนังคืนตัว 5 นาที แล้ววัดค่าการเปลี่ยนรูปแบบถาวร (permanent deformation) ของผนัง
- ทดสอบจุดที่ 2 ในแบบเดียวกัน

การทดสอบ Structural Damage

- เลือกจุดที่จะกระแทก 2 จุดในช่วงความสูง 1.2 – 1.75 ม. จากพื้น (ควรเป็นคนละจุดกับในการทดสอบแรก)
- ยกถุงขึ้นตามความสูงของพลังงานกระแทกที่จะใช้ทดสอบ
- ปล่อยถุงให้ลงมากระแทกผนัง 3 ครั้ง
- ตรวจสอบและบันทึกความเสียหายที่เกิดขึ้น
- ทดสอบจุดที่ 2 ในลักษณะเดียวกัน

2.6.4 การทดสอบ Door Slamming

<u>หลักการ</u> : เป็นการทดสอบความสามารถของผนังในการต้านทานต่อความเสียหายที่เกิดจากการถูกกระแทก จากการปิด-เปิดประตู ซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง ซึ่งแรงกระแทกจะถูกส่งผ่านวงกบประตูไปยังผนัง โดยความรุนแรงในการกระแทกจะขึ้นกับน้ำหนักบานประตูที่ใช้และจำนวนครั้งในการกระแทกดังภาพประกอบที่ 2.4



ภาพประกอบที่ 2.4 การทดสอบ แบบ Door Slamming

<u>ขั้นตอนการทดสอบ</u>

Presiam Test :

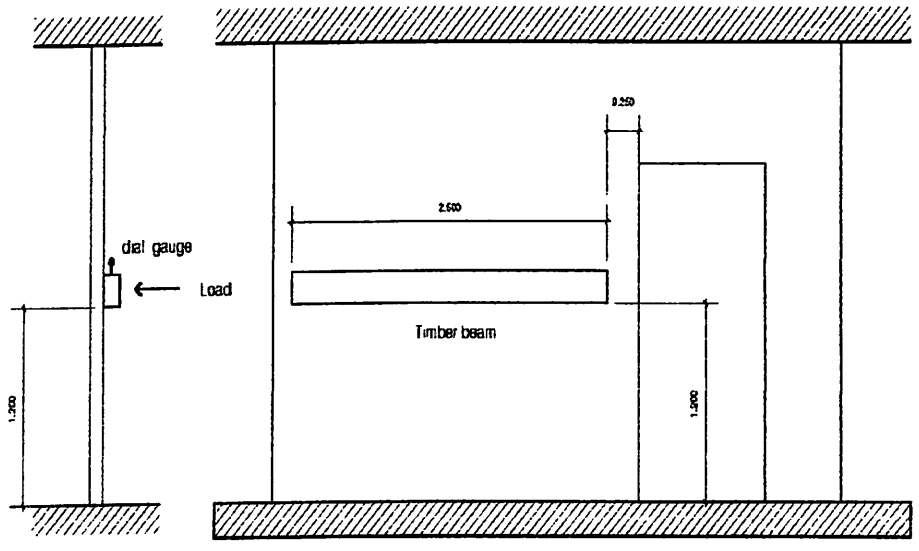
- เปิดบานประตูทำมุม 60° แล้วปล่อยบานประตูให้กระแทกกับวงกบ
- บันทึกค่าการเคลื่อนตัว (residual displacement)

Main Test :

- ปรับค่า dial gauge ให้อยู่ที่ตำแหน่งศูนย์
- เปิดบานประตูทำมุม 60° แล้วปล่อยบานประตูให้กระแทกกับวงกบ ตามจำนวนครั้งที่กำหนดเอาไว้ในแต่ละเกรดที่จะทดสอบ
- เมื่อครบจำนวนที่กำหนด ให้ตรวจสอบสภาพผนังโดยทั่วไป
- ปล่อยให้ผนังคืนตัว 5 นาที แล้ววัดค่า residual displacement

2.6.5 การทดสอบ Crowd Pressure

<u>หลักการ</u> : เป็นการทดสอบ เพื่อหาความสามารถในการรับ load แบบต่อเนื่อง ที่ถูกส่งผ่านท่อนไม้ยาว 2.5 ม. โดยจะทดสอบเพื่อหา load สูงสุดที่ผนังรับได้ โดยผนังไม่พังทลายลงมาหรือเกิดความเสียหายใด ๆ อันก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้อยู่อาศัยได้ ดังภาพประกอบที่ 2.5



ภาพประกอบที่ 2.5 การทดสอบ แบบ Crowd Pressure

ขั้นตอนการทดสอบ

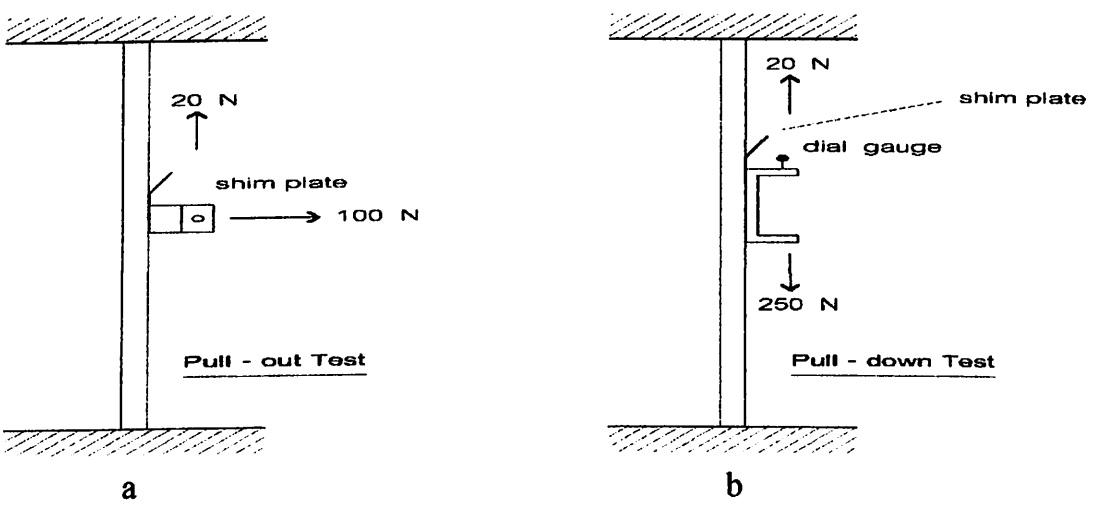
- ใส่ preload ขนาด 200 N. ให้แก่ผนัง โดยผ่านทางท่อนไม้ (timber beam) ค้าง load ไว้ 1 นาที
- เอา preload ออก ทิ้งให้ผนังคืนตัว 1 นาที
- ปรับ dial gaude ให้อ่านค่าเป็นศูนย์
- เลือกใส่ load ตามค่าที่ต้องการ ค้าง load ไว้ 2 นาที
- บันทึกสภาพผนังและวัดค่า deflection ของผนัง
- เอา load ออก ทิ้งให้ผนังคืนตัว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

2.6.6 การทดสอบ Light Weight Anchorage

หลักการ : เป็นการทดสอบ เพื่อหาความสามารถในการรับ load ณ.จุดที่แขวนอุปกรณ์ติดยึด (anchorage point) โดยเป็นการทดสอบจุดแขวนที่ใช้อุปกรณ์ยึดตัวเดียว แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- Pull-out Test : ทดสอบโดยการใส่ load ผ่าน bracket ในแนวแกนของอุปกรณ์ติดยึด หรือเป็นการดึงออกในแนวตั้งฉากกับผนังนั่นเอง โดยในการทดสอบจะมีแผ่นเหล็กบาง ๆ ที่เรียกว่า "shim plate" สอดอยู่ระหว่างผิวผนังและ bracket โดยแผ่นเหล็กนี้จะถูกดึงขึ้นในแนวตั้งด้วยแรงขนาด 20 นิวตัน ตลอดการทดสอบ ซึ่งจะหยุดการทดสอบต่อเมื่อ shim plate หลุดออก และค่าที่อ่านได้จะเป็น load ที่ผนังสามารถรับได้ ดังภาพประกอบที่ 2.6 a

- Pull-down Test : ทดสอบคล้ายกับการทดสอบ pull-out test เพียงแต่ทิศทางในการใส่ load ให้กับ bracket เป็นทิศทางดึงลง โดยจะหยุดการทดสอบต่อเมื่อ shim plate หลุดออก หรือ bracket มีการเคลื่อนตัวเกิน 2 มม. ดังภาพประกอบที่ 2.6 b



ภาพประกอบที่ 2.6 การทดสอบ แบบ Light Weight Anchorage

ขั้นตอนการทดสอบ

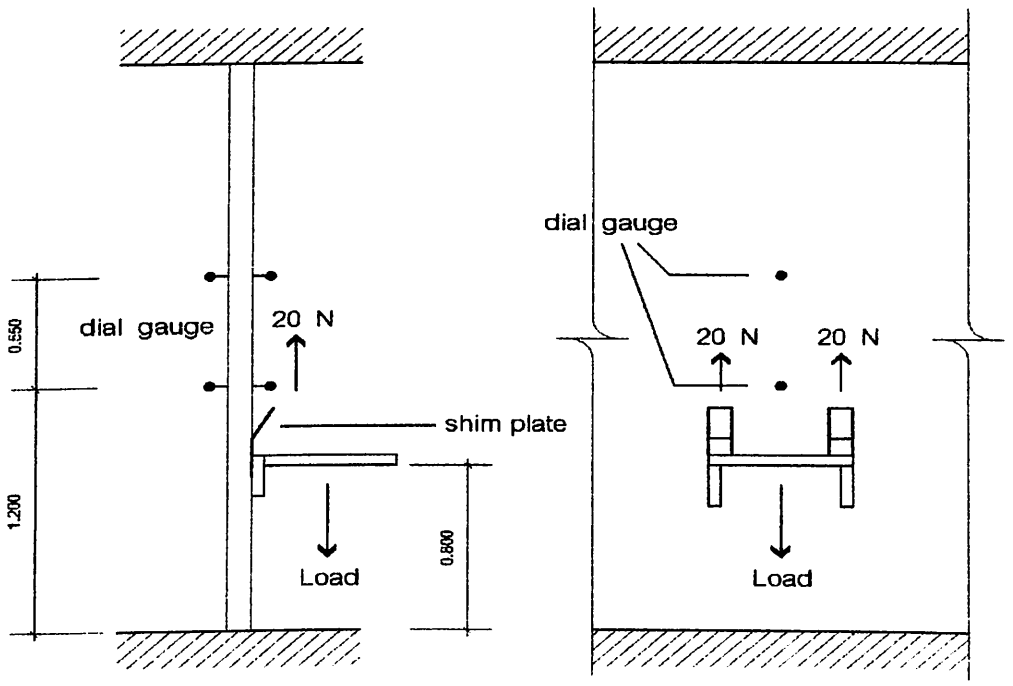
- ใส่ load 20 N. ในแนวตั้ง (ดึงขึ้น) ให้กับ shim plate
- ใส่ load ให้กับ bracket ในทิศทางที่กำหนด สำหรับแต่ละการทดสอบ
- เมื่อ shim plate หลุดออก (หรือ deflection เกิน 2 มม. สำหรับ pull-down test) ให้หยุดการทดสอบทันที
- บันทึกการเปลี่ยนแปลงใดๆ ที่เกิดขึ้นและค่า load ที่ผนังรับได้ในแต่ละการทดสอบ ที่ผนังรับได้ใน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

2.6.7 การทดสอบ Heavy Weight Anchorage

หลักการ : เป็นการทดสอบ เพื่อหาความสามารถของผนังในการรับ load (ดึงลง) ที่ใส่ผ่าน bracket คู่ซึ่งติดอยู่กับ frame 2 ขนาดแตกต่างกัน โดยจะต่างกับการทดสอบ Light Weight ตรงที่มีการติดอุปกรณ์ติดยึด (anchorage) 4 จุด ในแต่ละการทดสอบแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- การทดสอบ Wash Basin : จำลองการรับ load ของผนังผ่าน frame ที่ออกแบบมาเพื่อรองรับอ่างล้างหน้า หรืออุปกรณ์อื่นที่คล้ายกัน ดังรูปที่ 2.7 a
- การทดสอบ Wall Cupboard : จำลองการรับ load ของผนังผ่าน frame ที่ออกแบบมาเพื่อรองรับการแขวน ตู้ใส่ถ้วยชาม หรืออุปกรณ์อื่นที่คล้ายกัน ดังภาพประกอบที่ 2.7 b

ขั้นตอนการทดสอบ



ภาพประกอบที่ 2.7 การทดสอบ แบบ Heavy Weight Anchorage

การทดสอบ Wash Basin

- ใส่ load 20 N ในแนวตั้ง (ดึงขึ้น) ให้กับ shim plate ทั้ง 2 แผ่น
- ใส่ preload 200 N ในทิศทางดึงลง ให้กับ bracket ค้างไว้ 1 นาที
- เอา preload ออก ทิ้งให้ผนังคืนตัว 1 นาที
- ปรับ dial gauge ให้อ่านค่าเป็นศูนย์
- ค่อย ๆ ใส่ constsnt load ตามค่าที่ต้องการ ค้างไว้ 1 นาที
- ทดสอบต่อไปเพื่อหา load สูงสุดที่รับได้ โดยจะหยุดการทดสอบเมื่อ shim plate หลุด

การทดสอบ Wall Cupboard

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

2.7 การประมาณราคาค่าก่อสร้าง (หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลาง งานก่อสร้างอาคาร , กรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลัง , กุมภาพันธ์ 2555)

2.7.1 ความหมายของการประมาณราคาค่าก่อสร้าง

การประมาณราคามีความหมายในตัวเองอยู่แล้ว คือ เป็นราคาที่ได้จากการประมาณการ ซึ่งไม่ใช่ราคาที่แท้จริง หรือถูกต้องตรงกับราคาค่าก่อสร้างจริง แต่เป็นเพียงราคาโดยประมาณหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริงเท่านั้น เพราะเมื่อก่อสร้างเสร็จแล้ว ก็ไม่เคยปรากฏว่า ค่าก่อสร้างจริงตรงกับราคาที่ได้ประมาณการไว้เลย ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ ที่สำคัญ ได้แก่

- ปริมาณวัสดุที่ได้ประมาณการ โดยเผื่อการเสียหายไว้แล้วนั้น ไม่ตรงกับที่ใช้ในการก่อสร้างจริง
- ราคาค่าก่อสร้างตามที่ได้ประมาณการไว้ ไม่ตรงกับที่ซื้อมาใช้ในการก่อสร้างจริง
- ค่าแรงงานก่อสร้างตามที่ได้ประมาณการไว้ ไม่ตรงกับที่ว่าจ้างก่อสร้างจริง
- ค่าใช้จ่ายต่างๆ ตามที่ได้ประมาณการไว้นั้น ไม่ตรงกับที่ใช้จ่ายในการก่อสร้างจริง เป็นต้น

การประมาณราคาหรือการคิดราคานั้น เป็นการคำนวณหาปริมาณวัสดุหรือเนื้องาน ราคาค่าวัสดุ ราคาค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วย ค่าดำเนินการ กำไร ภาษี และอื่น ๆ ดังนั้น ราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากการประมาณราคาดังกล่าว จึงหมายถึง วงเงินรวมยอดของค่าวัสดุ ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อสร้าง ทั้งนี้การประมาณราคาดังกล่าว หากได้กระทำโดยนักประมาณราคาที่มีความชำนาญแล้วราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากการประมาณราคากับราคาค่าก่อสร้างจริงเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จ ไม่ควรผิดหรือแตกต่างกันมากนัก โดยควรอยู่ในเกณฑ์สูง - ต่ำ ไม่เกิน 10%

2.7.2 การประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างโดยทั่วไป

ในการประมาณราคาค่าก่อสร้าง และสิ่งปลูกสร้างโดยทั่วไปนั้น มีวิธีประมาณการ 2 วิธี ดังนี้

2.7.2.1 การประมาณราคาโดยละเอียด

ใช้สำหรับประมาณราคางานที่ก่อสร้างจริง เพื่อเป็นราคาปานกลางหรือราคากลางในการจัดหาผู้ทำการก่อสร้าง กระทำโดยการคำนวณหาปริมาณงานและวัสดุก่อสร้าง แล้วนำไปประมาณการหาค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ตลอดจนค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับกิจกรรมก่อสร้าง แล้วรวมยอดเป็นค่าก่อสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างทั้งหมด ผลที่ได้จากการประมาณราคาโดยละเอียดนี้จะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1.1 วิธีการประมาณราคาจากปริมาณงาน วัสดุก่อสร้าง และแรงงานต่อหน่วย เป็นวิธีประมารราคาโดยการถอดแบบคำนวณหาปริมาณงานวัสดุและแรงงานก่อสร้างออกมาเป็นหน่วย ๆ ของแต่ละประเภทงาน แล้วคูณด้วยราคาค่าวัสดุมวลรวมและค่าแรงงานต่อหน่วย เป็นยอดรวมค่าวัสดุและค่าแรงทั้งหมด แล้วนำไปประมาณการหาค่าอำนวยการและดำเนินงาน ค่ากำไร และค่าภาษีอากร

ค่าก่อสร้างที่ประมาณการ โดยวิธีนี้ จึงมีค่าเท่ากับ วงเงินรวมยอดของค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าอำนวยการและดำเนินงาน ค่ากำไร และค่าภาษีอากร

1.2 วิธีประมาณราคาจากปริมาณวัสดุก่อสร้างทั้งหมด เป็นวิธีประมาณราคา โดยการถอดแบบคำนวณหาปริมาณวัสดุก่อสร้าง ออกมาตามชนิดของวัสดุ แล้วคูณด้วยราคาต่อหน่วยของวัสดุแต่ละชนิด แล้วรวมยอดเป็นราคาค่าวัสดุทั้งหมด แต่วิธีนี้ไม่สามารถกำหนดค่าแรงต่อหน่วยได้

ต้องกำหนดค่าแรงงานเป็นร้อยละ (%) ของค่าวัสดุทั้งหมด แล้วรวมเป็นค่าวัสดุและค่าแรงงานทั้งหมดนำไปประมาณการหาค่าอำนวยการและดำเนินงาน ค่ากำไร และค่าภาษีอากร

ค่าก่อสร้างที่ประมาณการ โดยวิธีนี้ จึงมีค่าเท่ากับ วงเงินรวมยอดของค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าอำนวยการและดำเนินงาน ค่ากำไร และค่าภาษีอากร

2.7.2.2 การประมาณราคาโดยสังเขป

ใช้สำหรับผู้ออกแบบ (*สถาปนิก วิศวกร* หรือนายช่างโยธา) เพื่อให้รู้ว่าแบบที่ออกมานั้นจะก่อสร้างได้ตามวงเงินงบประมาณที่มีอยู่หรือไม่ หรือใช้สำหรับตรวจสอบการประมาณราคาโดยละเอียด ที่ได้ประมาณราคาไปแล้ว ว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ ทำได้ 2 วิธี ดังนี้

2.7.2.2.1 วิธีประมาณราคาจากปริมาตร เป็นวิธีประมาณราคาโดยหาปริมาตรของอาคารทั้งหมด แล้วคูณด้วยราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยของปริมาตร ซึ่งได้มาจากผลการประมาณราคาโดยละเอียดของงานก่อสร้างประเภทเดียวกันที่ได้เคยประมาณการไว้แล้ว

วิธีนี้นิยมใช้กับอาคารโล่ง ๆ ที่มีรายละเอียดของส่วนประกอบไม่มากนัก เช่น อาคารโรงงาน ถังเก็บน้ำ เป็นต้น

2.7.2.2.2 วิธีประมาณราคาจากพื้นที่หรือเนื้อที่ เป็นวิธีประมาณราคาโดยหาปริมาณพื้นที่หรือเนื้อที่ใช้สอยทั้งหมดของอาคาร แล้วคูณด้วยราคาค่าก่อสร้างต่อหน่วยพื้นที่หรือเนื้อที่ ซึ่งได้มาจากผลการประมาณราคาโดยละเอียดของงานก่อสร้างประเภทเดียวกันที่ได้เคยทำการประมาณราคาไว้แล้ว

การประมาณราคาวิธีนี้นิยมใช้กับงานก่อสร้างอาคารโดยทั่วไป แต่ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการคำนวณหาพื้นที่หรือเนื้อที่ใช้สอยของอาคารที่ถูกต้องด้วย

2.7.3 วิธีหาปริมาณงานก่อผนัง

<u>งานก่อผนัง : คิดปริมาณงานเป็นตารางเมตร</u>

วิธีการคำนวณหาพื้นที่ ผนังก่ออิฐให้คำนวณหาพื้นที่ตามระยะที่กำหนดในแบบแปลน และหรือระยะที่วัดได้จริง รวมกันเป็นงานผนังทั้งหมด คือ เอาขนาดความยาวช่วงที่จะก่ออิฐวัดริมเสาด้านหนึ่งไปถึงริมเสาอีกด้านหนึ่ง คูณ ความสูงจากพื้นหรือหลังคาถึงท้องคานชั้นบนหรือ

ได้ระดับวงกบหน้าต่างหรือระบายลมหรือช่องแสง แล้วแต่รูปแบบ โดยแยกเป็นวัสดุก่อผนังแต่ละชนิด คูณ จำกนวนของงานก่อผนังชนิดนั้นๆ

<u>งานทำเสาเอ็น-ทับหลัง : คิดปริมาณงานเป็นเมตร</u>

วิธีการคำนวณหาพื้นที่ เสาเอ็นและทับหลัง คสล. ให้คำนวณหาพื้นที่ตามระยะที่กำหนดในแบบแปลน และหรือระยะที่วัดได้จริง รวมกันเป็นงานเสาเอ็นและทับหลัง คสล. ทั้งหมด คือ เสาเอ็นและทับหลัง คสล. ของงานก่อผนังทั่วไปจะมีขนาดหน้าตัดประมาณ 0.10 x 0.10 ม. วัดความยาวตามแนวนอน และแนวตั้ง คือ วงกบประตู หน้าต่าง ช่องระบายลม ช่องแสง ส่วนที่ต้องทำและผนังซึ่งก่อสูงเกิน 3.00 ม. และความกว้างของช่วงเสาเกิน 5.00 ม. ต้องมีเสาเอ็นคั่นกลาง

2.7.4 วิธีหาปริมาณงานฉาบผิว

<u>งานฉาบผิวโครงสร้าง : คิดปริมาณงานเป็นตารางเมตร</u>

วิธีการคำนวณหาพื้นที่ คือ เอาพื้นที่ผิวของงานโครงสร้าง เช่น เสา คาน ครีบ แผงบังแดดรวมกัน เป็นงานฉาบผิวโครงสร้าง โดยไม่ต้องแยกงานจับเซี้ยม (เว้นแต่งานปั้นบัวแต่งปูน) เฉพาะในส่วนที่จะต้องฉาบผิวทั้งหมด

<u>งานฉาบผิวผนัง : คิดปริมาณงานเป็นตารางเมตร</u>

วิธีการคำนวณหาพื้นที่ คือ เอาพื้นที่ผิวของงานก่อผนังด้านเดียว หรือสองด้าน ในส่วนที่จะต้องฉาบผิวทั้งหมดรวมกัน

2.8 ผลิตภาพ และการเพิ่มผลิตภาพ (www.topofquality.com)

Productivity นั้นมีตั้งแต่ท่านเฟรดเดอริค ดับเบิ้ลยู เทย์เลอร์ (F.W.Taylor) ปรมาจารย์ที่ได้ชื่อว่าเป็นบิดาแห่งการบริหารจัดการเชิงวิทยาศาสตร์ แต่เดี๋ยวนี้มีการบริหารจัดการแบบนี้ค่อนข้างจะจืดจางไปมากเพราะยุคสมัยมันเปลี่ยนไป ในสมัยท่านเทย์เลอร์นั้นเป็นยุคอุตสาหกรรม การบริหารแบบนั้นก็เหมาะ แต่พอมาถึงยุคสารสนเทศในปัจจุบันก็เริ่มล้าสมัย แต่อย่างไรก็ตามผลงานของท่านจัดเป็นการบริหารที่เกี่ยวข้องกับ Productivity โดยตรง

2.8.1 ผลิตภาพ (Productivity) หมายถึง สัดส่วนระหว่าง "จำนวนผลผลิตที่ผลิตได้ (Output)" กับ "จำนวนปัจจัยการผลิตที่ใช้ (Input) เพื่อให้ได้ผลผลิตจำนวน"

$$\text{ผลิตภาพ (Productivity)} = \frac{\text{ผลผลิตที่ได้ (Output)}}{\text{ปัจจัยการผลิตที่ใช้ (Input)}}$$

ผลิตภาพสามารถจำแนกตามประเภทของปัจจัยการผลิต เช่น

- ผลิตภาพแรงงาน (Labour Productivity) คือ จำนวนผลผลิตต่อแรงงาน 1 คน หรือ ต่อ 1 ชั่วโมงของการทำงาน

- ผลิตภาพทุน (Capital Productivity) คือ จำนวนผลผลิตต่อเงินทุน 1 หน่วย

- ผลิตภาพการผลิตรวม (Total Factor Productivity) คือ การเพิ่มขึ้นของผลผลิตที่เกิดจากปัจจัยอื่นนอกเหนือจากปัจจัยการผลิตที่ใช้ เช่น การพัฒนาทาง เทคโนโลยี การปรับปรุงการบริหาร และการพัฒนาคุณภาพของแรงงาน

2.8.2 การเพิ่มผลิตภาพ (Productivity Improvement) หมายถึง วิธีการหรือเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้ผลิตภาพ (Productivity) เพิ่มมากขึ้น

การเพิ่ม Productivity สำหรับสมการที่ 1 สามารถเพิ่มผลผลิตของคุณได้ 5 ทาง คือ

1. เพิ่ม Output ลด Input
2. เพิ่ม Output คงที่ Input
3. เพิ่ม Output เพิ่ม Input โดยอัตราการเพิ่มของ Output มากกว่า Input
4. คงที่ Output ลด Input
5. ลด Output ลด Input โดยอัตราการลดของ Output น้อยกว่า Input

หากดัชนีที่คุณวัดออกมาได้มาจากประเด็นใดประเด็นหนึ่งในนี้ก็เท่ากับคุณสามารถเพิ่ม Productivity ได้ ดัชนีเหล่านี้จะเป็นอะไรก็ได้ที่เอาหารกันและควรจะเป็น 1 ต่อ 1 เช่น ปริมาณที่ผลิต ต่อ ต้นทุนวัตถุดิบ เป็นต้น

สมการที่ 2 สามารถเพิ่มผลผลิตได้ ดังนี้

ทางด้าน Output

P คือ Product หรือ Service หรือ ผลิตภัณฑ์

Q คือ Quality หรือ คุณภาพ ต้องเพิ่ม

C คือ Cost หรือต้นทุน ต้องลด

D คือ Delivery หรือ เวลาที่ใช้ในการส่งมอบ ต้องลด

S คือ Safety หรือ ความปลอดภัย ต้องเพิ่ม

M คือ Moral หรือ ขวัญและกำลังใจของพนักงาน

E คือ Environment หรือ สิ่งแวดล้อม ต้องลดการทำลาย หรือ เพิ่มสิ่งแวดล้อมที่ดี

ทางด้าน Input คือ Man / Machine / Method / Material ต้องลด หรือคงไว้ แต่เพิ่มความสามารถ ในการทำงานจริงก็ต้องดูเป็นตัว ๆ ไป

ตารางที่ 2.3 แสดงผลิตภาพ (Productivity)

ผู้ผลิต	Output	Input	Productivity
โรงงาน ก	ผลิตสินค้า A 2,000 ชิ้น / วัน	จำนวนแรงงาน 250 คน	2,000 / 250 เท่ากับ 8
โรงงาน ข	ผลิตสินค้า A 8,500 ชิ้น / วัน	จำนวนแรงงาน 1,500 คน	8,500 / 1,500 เท่ากับ 5.67

เห็นได้ว่า โรงงาน ก มี Productivity สูงกว่า โรงงาน ข แม้ "ผลผลิต" ซึ่งก็คือผลที่ได้จากการผลิตของโรงงาน ข จะมากกว่าโรงงาน ก

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เรื่องของ Productivity นั้นมีมานาน หากจะท้าวความไปก็เห็นชัดๆกันตั้งแต่ท่านเฟรดเดอริค ดับเบิ้ลยู เทย์เลอร์ (F. W. Taylor) ปรมาจารย์ที่ได้ชื่อ ว่าเป็นบิดาแห่งการบริหารจัดการเชิงวิทยาศาสตร์ แต่เดี๋ยวนี้การบริหารจัดการแบบนี้ค่อนข้างจะจืดจางไปมากเพราะยุคสมัยมันเปลี่ยนไป ในสมัยท่านเทย์เลอร์นั้นเป็นยุคอุตสาหกรรม การบริหารแบบนั้นก็เหมาะ แต่พอมาถึงยุคสารสนเทศในปัจจุบันก็เริ่มล้าสมัย แต่อย่างไรก็ตามผลงานของท่านจัดเป็นการบริหารที่เกี่ยวข้องกับ Productivity โดยตรง. (F. W. Taylor) จากสภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันงานก่อสร้างได้มีการขยายตัวมาก จนส่งผลให้แรงงานขาดแคลน จนต้องมีการใช้แรงงานต่างด้าวในงานก่อสร้าง ทั้งนี้ แรงงานต่างด้าว ข้อดี จะมีความแข็งแรง อดทน มีความกระตือรือร้น มีความขัดแย้งกับนายจ้างน้อย ข้อเสีย อารมณ์รุนแรง ความสามารถในการสื่อสารน้อย ส่วนแรงงานไทยจะมีฝีมือมีประสบการณ์แต่จะหยุดงานในช่วงเทศกาลบ่อย จากการศึกษาของ อรรถสิทธิ์ ฉัตโกปกร . (2550) อิฐที่ผลิตด้วยมือหรืออิฐมอญและอิฐที่อัดด้วยเครื่องหรืออิฐมอญมาตรฐาน จากนั้น คุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นและพฤติกรรมของก้อนอิฐดินเผาและ Prism ของก้อนอิฐดินเผา ซึ่งถูกก่อขึ้นมาแบบมีการตรวจสอบและแบบไม่มีการตรวจสอบ ได้ถูกทดสอบตามมาตรฐานของสมาคมทดสอบและวัสดุของอเมริกัน ASTM C67 และ ASTM E447 ตามลำดับ ซึ่งประกอบด้วยกำลังรับแรงกดอัด

โมดูลัสการแตกร้าว อัตราการดูดซึมน้ำเริ่มต้น และเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ จากการทดสอบ พบว่า อิฐดินเผาส่วนหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยอิฐมอญจากโรงงานในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและจังหวัดขอนแก่น และอิฐมอญมาตรฐานจากโรงงานในจังหวัดปทุมธานีและอ่างทอง มีคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นที่ดีกว่าอิฐดินเผาจากแหล่งอื่นๆ และเหมาะสมมากที่จะนำไปใช้ในโครงสร้างอิฐก่อต่อไป. สิทธิชัย แสงอาทิตย์.(2541) จากปัญหางานก่ออิฐเกิดรอยแตกร้าวได้มีการคิดค้นส่วนผสมต่าง ๆ ที่จะมาทดแทนปูนฉาบ และมีการคิดการใช้วัสดุทดแทนงานผนังจากการศึกษาพบว่า เส้นใยป่านศรนารายณ์ และเส้นผม ผสมในมอร์ต้าฉาบในผนังก่ออิฐมอญ และอิฐมวลเบา สามารถลดการแตกร้าว ได้เป็นอย่างดีเทียบเท่ากับการใช้เส้นใยโพลีโพรพีลีน ข้อมูลจาก พัชรพล พานประทีป . (2548) ทั้งนี้ปัจจุบันได้เริ่มมีการนิยมใช้ผนังหล่อเฌอร่าอินฟิลวอลล์มาทดแทนผนังก่ออิฐมอญหรืออิฐมวลเบา แต่ยังมีปัญหาเรื่องต้นทุน และคุณภาพที่ยังไม่เป็นที่รู้จักกับบุคคลในกลุ่มผู้ออกแบบและผู้รับเหมา ส่วนงานผนังภายนอกอาคารได้มีการนิยมเปลี่ยนแปลงผนังคอนกรีตสำเร็จรูปทดแทนผนังก่ออิฐฉาบปูน และเป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบัน ปัจจัยในการคัดเลือกระบบก่อสร้างผนังภายนอกที่ผู้ควบคุมงาน ผู้รับเหมา และผู้ออกแบบ มีความเห็นตรงกันว่า ขบวนการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้มีผลต่อการคัดเลือก ส่วนปัจจัยที่เห็นแตกต่างกันมากที่สุด คือ การควบคุมให้ตรงตามแบบงานสถาปัตยกรรมตามข้อมูลของ นคเรศ พรหมจรรยา . (2549) การประมาณราคางานก่ออิฐ ฉานปูน นับว่าการประมาณราคางานปูนง่ายกว่าการประมาณราคาการก่อสร้างด้วยงานไม้ล้วน ในการก่อสร้างอาคารตึก มักต้องเสียค่าสร้างด้วยเงินจำนวนมาก และในการนำวัสดุมาประกอบหรือผสมกัน ต้องการช่างที่มีความเข้าใจ รศ.ดร.พิภพ สุนทรสมัย.(2556)