บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึง คุณสมบัติของระบบผนังหล่อเฌอร่า อินฟิลวอลล์ ขั้นตอนการติดตั้งระบบผนังหล่อเฌอร่า อินฟิลวอลล์ คุณสมบัติของระบบผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบ ขั้นตอนการก่อสร้างระบบผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบพร้อมทาสี มาตรฐานการทดสอบความแข็งแรงของผนัง ทฤษฎีของวิศวกรรมทุนต่ำ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณสมบัติของระบบผนังหล่อเฌอร่า อินฟิลวอลล์ (เฌอร่า อินฟิลวอลล์ : บริษัทโอลิมปิคกระเบื้องไทย จำกัด)

ระบบผนังหล่อ "เฌอร่า อินฟิลวอลล์" มีหลักการทำงานคล้ายคลึงกับระบบผนังเบาทั่วไป โดยใช้แผ่นเฌอร่าบอร์ดเป็นวัสดุปิดผิวติดตั้งบนโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า เพียงแต่เพิ่มขั้นตอนการเติมคอนกรีตมวลเบาลงไปในช่องว่างระหว่างผนัง เพื่อเพิ่มความแน่นทึบ ให้ความรู้สึกปลอดภัย เป็นฉนวนกันความร้อน กั้นเสียงและไม่ติดไฟ มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้อาคาร สามารถออกแบบก่อสร้างและใช้งานทดแทนระบบผนังก่ออิฐฉาบปูนได้ เพราะมีน้ำหนักของผนังรวมที่เบา ก่อสร้างได้เร็ว ได้งานผนังที่มีคุณภาพ ผิวเรียบเนียนสวยงาม มั่นคงและแข็งแรง โดยระบบผนังหล่อเฌอร่า อินฟิลวอลล์ มีคุณสมบัติที่สำคัญคือ การทำให้ผนังแน่นทึบด้วยส่วนผสมคอนกรีตมวลเบา ตามอัตราส่วนที่ทาง เฌอร่า แนะนำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่น ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงความหนาแน่นของคอนกรีตมวลเบาในระบบผนังหล่อเฌอร่า อินฟิลวอลล์

รายการวัสดุ	*ความหนาแน่น (kg/ลบ.ม.)*			
	500	**700**	**900**	**1200**
ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 1 (กก.)	50	50	50	50
ทราย (กก.)	25	50	22.5	22.5
น้ำ (กก.)	25	29	22.5	20
เม็ดโฟมโพลีเทอม (กก.)	1.4	1.3	0.65	0.38
สารเพิ่มการยึดเกาะ เฌอร่า (กรัม)	15	15	15	15

2.2 ขั้นตอนการติดตั้งผนังเฌอร่า อินฟิลวอลล์

ขั้นตอนการติดตั้งระบบผนังเฌอร่า อินฟิลวอลล์ จะเริ่มจากการเตรียมงานก่อนการติดตั้ง และขั้นตอนการติดตั้งระบบผนัง เฌอร่า อินฟิลวอลล์

2.2.1 การเตรียมงานก่อนการติดตั้ง

ผู้ควบคุมงานควรทำความเข้าใจในเรื่องของแบบก่อสร้าง และตรวจสอบความพร้อมของหน้างาน โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.2.1.1 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบผนัง ตำแหน่ง และความหนาของผนังแต่ละด้านที่ถูกกำหนดมาในแบบ

2.2.1.2 ถอดแบบปริมาณวัสดุ จัดเตรียมเครื่องมือ และกำลังคนให้เพียงพอ

2.2.1.3 ตรวจสอบสภาพหน้าและตรวจสอบแนวเส้นงานผนัง ทั้งนี้แนวเส้นงานผนังต้องผ่านการตรวจสอบและอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเป็นลายลักษณ์อักษร

2.2.1.4 สำรวจพื้นที่กองเก็บวัสดุ ตำแหน่งวางเครื่องผสมคอนกรีตมวลเบา และเครื่องปั๊มคอนกรีตมวลเบา โดยพื้นที่กองเก็บวัสดุต้องแห้งและปราศจากความชื้น

2.2.1.5 ตรวจสอบงานระบบ วางแผนการทำงานร่วมกัน เพื่อให้การทำงานราบรื่นไม่ติดขัด

2.2.1.6 ตรวจสอบจุดกองเศษวัสดุที่ชัดเจนเพื่อไม่ให้เศษวัสดุกระจายไปทั่วหน้างาน

2.2.2 ขั้นตอนการติดตั้งระบบผนัง เฌอร่า อินฟิลวอลล์

ระบบผนัง เฌอร่า อินฟิลวอลล์ มีขั้นตอนการติดตั้ง ดังต่อไปนี้

2.2.2.1 ตีเส้นแนวผนัง

- ตรวจสอบแบบงานสถาปัตยกรรม, ระยะงานผนังโดยละเอียด
- ตีเส้นแนวผนังบนพื้นด้านล่างและใต้ท้องพื้นด้านบน เพื่อเตรียมติดตั้งโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า
- พื้นหรือท้องพื้นบริเวณที่จะทำการติดตั้งโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ต้องเรียบ เพื่อที่เวลาติดตั้งโครงเหล็กจะได้แนบติดกันสนิท

2.2.2.2 ติดตั้งโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ยู 75

- ติดตั้งโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ยู 75 โดยใช้พุกคอนกรีตยึดห่างจากปลายโครงตัวแรก 5 ซม. และยึดห่างกันทุก ๆ ระยะ 40 ซม. ทั้งแนวบน และแนวล่าง

2.2.2.3 ติดตั้งโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ซี 75

- ใส่โครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ซี 75 เข้าไปในโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ยู 75 ที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว โดยให้ระยะห่างของโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ซี 75 แต่ละโครงอยู่ที่ 40ซม.

- เว้นระยะห่างของปลายโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ซี 75 กับโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ยู 75 ด้านบนเพดานประมาณ 1 ซม.

- วางโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ซี 75 ให้หันหน้าไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นโครงที่อยู่ริม ให้หันแกนโครงชนผนังหรือชนเสาแล้วยึดด้วยพุกคอนกรีตทุก ๆ ระยะ 40 ซม.

- หากโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ซี 75 มีความยาวไม่เพียงพอ ต้องต่อโดยมีระยะทาบไม่น้อยกว่า 30 ซม.

2.2.2.4 ติดตั้งวงกบประตู-หน้าต่าง

- สามารถติดตั้งวงกบประตู - หน้าต่าง โดยยึดโครงวงกบเข้ากับโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ซี 75 ได้โดยตรง โดยใช้สกรูเกลียวปล่อย เบอร์ 7

- ในกรณีประตูหนีไฟ ประตูที่มีน้ำหนักมาก ประตูที่มีความกว้างหรือความสูงมากกว่าปกติ ให้เสริมโครงสร้างเหล็กรูปพรรณเพื่อรับโครงประตูดังกล่าว

2.2.2.5 ติดตั้งแผ่น เฌอร่า อินฟิลบอร์ด 1 ด้าน

- ติดตั้งแผ่น เฌอร่า อินฟิลบอร์ด ในแนวตั้ง เข้ากับโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ซี 75 และโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ยู 75 โดยมีระยะการยิงสกรู ดังนี้

ก) ในแนวดิ่งจากด้านล่างสุด เริ่มยิงสกรูที่ระยะ 5 ซม. จากขอบแผ่นแล้วยิงสกรูทุกระยะห่าง 15 ซม. เพราะเวลาเติมคอนกรีตมวลเบาลงในช่องของผนัง จะเกิดความดันสูงมากโดยเฉพาะแนวด้านล่างผนัง จึงมีระยะการยิงสกรูที่ถี่กว่าด้านบน

ข) ในแนวนอนด้านล่าง ให้ยิงสกรู เฌอร่า ฟิกซ์ ดับบลิว 20 ยึดแผ่น เฌอร่า อินฟิลบอร์ดเข้ากับโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ยู 75 โดยมีระยะห่างระหว่างสกรู

15 ซม. สกรูตัวแรกห่างจากขอบแผ่น 5 ซม. และเว้นระยะยิงสกรูไม่ให้ตรงกับตำแหน่งที่มีขาโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ซี 75 ต่อกับโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ยู 75

ค) ระยะยิงสกรูห่างจากขอบแผ่นกรณีแผ่นชนกัน ต้องไม่น้อยกว่า 1.2 ซม. และห่างจากมุมแผ่น 5 ซม. เนื่องจากหากยิงสกรูที่ริมขอบแผ่นเกินไป แผ่นจะแตกหักที่ขอบได้

- ควรยิงสกรูไล่ไปในแนวทิศทางเดียวกัน ไม่ควรยึดแผนที่ตรงมุมก่อน เพราะให้จะทำให้ แผ่นโก่งได้

- สกรูแนะนำควรใช้ สกรู เฌอร่า ฟิกซ์ ดับบลิว 20 ซึ่งสามารถยึดแผ่น เฌอร่า อินฟิลบอร์ดเข้ากับโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ได้ดี อีกทั้งหัวสกรูยังฝังอยู่ในเนื้อแผ่นประมาณ 1 มม. ทำให้เก็บงานฉาบได้ง่าย

- รอยต่อขอบแผ่น ต้องเป็นขอบลาดที่มีความกว้าง 2.5 ซม. และลึก 1 มม. เป็นอย่างน้อย หากมีการตัดหรือต่อแผ่น ต้องเจียรขอบแผ่นด้วยอุปกรณ์ควบคุมงานเจียรขอบแผ่น เฌอร่าทุกครั้ง

2.2.2.6 เดินท่อระบบไฟฟ้า และประปา

- ให้ยึดท่อเข้ากับแผ่น เฌอร่า อินฟิลบอร์ด และหลีกเลี่ยงการสอดท่อเข้าไปในโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ซี 7 เพราะเวลายิงสกรูยึดแผ่นเข้ากับโครง ปลายสกรูอาจจะไปเจาะทะลุท่อได้

- ไม่ควรสอดท่อที่มีขนาดใหญ่เกินกว่า 2/3 ของความกว้างโครงเหล็กชุบสังกะสี เฌอร่า ซี 75 ในแนวขวางผนัง เพราะนอกจากจะไปขวางทิศทางการไหลของคอนกรีตมวลเบาแล้ว ยังอาจจะทำให้ให้ผนังลดความแข็งแรงลงอีกด้วย

- กรณีที่ต้องการผยังที่มีความหนาพิเศษ เนื่องจากจำเป็นต้องเดินท่องานระบบที่มีความกว้างมาก ๆ สามารถปรับเปลี่ยนความกว้างของโครงเหล็กชุบสังกะสีได้ เช่น C65, C75, C85, C95 และอื่น ๆ หรือ อาจจะใช้วิธีการติดตั้งโครง 2 ชั้น เพื่อเพิ่มความหนาของผนังก็ได้

2.2.2.7 ติดตั้งแผ่น เฌอร่า อินฟิลบอร์ด อีก 1 ด้าน

- ติดตั้งแผ่น เฌอร่า อินฟิลบอร์ดอีกด้านหนึ่งที่เหลือในแนวตั้ง พร้อมเจาะช่องเพื่อใช้ สำหรับเทคอนกรีตมวลเบาเข้าไปในผนัง โดยให้ตำแหน่งของช่องอยู่ที่ด้านบนสุดของ

ผนัง หรืออยู่เหนือระดับฝ้าเพดาน ขนาดของช่องต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า5ซม. เพื่อให้ปลายท่อปั๊มสามารถสอดเข้าไปได้

- การติดตั้งแผ่น เฌอร่า อินฟิลบอร์ดอีกด้านหนึ่งดังกล่าว ควรวางสลับรอยต่อระหว่างแผ่นกับแผ่นที่ได้ติดตั้งไว้ก่อนหน้า

2.2.2.8 เตรียมส่วนผสมคอนกรีตมวลเบา

- ผสมส่วนผสมทั้งหมดในเครื่องผสมคอนกรีตมวลเบา ตามอัตราส่วนที่ทาง เฌอร่า แนะนำ

2.2.2.9 กรอกคอนกรีตมวลเบาและทำความสะอาดหน้างาน

- นำคอนกรีตมวลเบาที่ผสมเสร็จ กรอกเข้าไปในผนังด้วยปั๊มคอนกรีตมวลเบา โดยใช้ค้อนยางเคาะที่ผนังเพื่อให้คอนกรีตมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ

2.2.2.10 เก็บรอยต่อและหัวสกรูด้วยวัสดุฉาบรอยต่อ เฌอร่า

- ทำความสะอาดบริเวณรอยต่อแผ่น เฌอร่า อินฟิลบอร์ด และหัวสกรู

- ทาน้ำยาประสานคอนกรีต เฌอร่า ให้ทั่วบริเวณรอยต่อแผ่น กว้างประมาณ 30 ซม. ทิ้งไว้ให้แห้ง ประมาณ 10-20 นาที

- ฉาบซีเมนต์ฉาบรอยต่อ เฌอร่า ชั้นที่ 1 ให้มีความกว้าง 10 ซม. แล้ววางเทปตาข่ายใยแก้ว เฌอร่าคร่อมรอยต่อระหว่างแผ่น จากนั้นปาดให้เรียบ แล้วทิ้งไว้ให้แห้งสนิท

- ฉาบทับรอยต่อระหว่างแผ่น ชั้นที่ 2 ให้มีความกว้าง 20 ซม. แล้วทิ้งไว้ให้แห้งสนิท ก่อนทำการฉาบทับชั้นที่ 3ให้มีความกว้าง 30ซม. แล้วจึงทิ้งไว้ให้แล้งสนิทก่อนทำการขัดเรียบ และแต่งผิวผนังอีกครั้ง

2.3 คุณสมบัติอิฐมวลเบา (ข้อมูลผลิตภัณฑ์คอนกรีตมวลเบา Q-CON : บริษัท ควิลิตี้ คอนสตรัคชั่น โปรดักส์ จำกัด (มหาชน))

อิฐมวลเบาเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตชนิดใหม่ ผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติ ได้แก่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย ปูนขาว ยิปซั่ม น้ำ และสารกระจายฟองอากาศส่วนผสมพิเศษในอัตราส่วนที่เป็นสูตรเฉพาะตัว การผลิตส่วนใหญ่เป็นการนำเทคโนโลยีและเครื่องจักรที่นำเข้าจากต่างประเทศ อาทิ เช่น เยอรมนี ออสเตรเลีย ฯ ผลิตภัณฑ์คอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุก่อสร้างยุคใหม่ที่มุ่งเน้นให้เกิด

ประโยชน์สูงสุดจากการนำไปใช้งานทุกด้าน ด้วยคุณสมบัติพิเศษ คือ ตัววัสดุมีน้ำหนักเบา ขนาดก้อนได้มาตรฐานเท่ากันทุกก้อน ทนไฟ ป้องกันความร้อน ป้องกันเสียง ตัดแต่งเข้ารูปง่าย ใช้งานได้เกือบ 100% ไม่มีเศษเป็นอิฐหัก และที่สำคัญคือ รวดเร็ว สะอาด ลดระยะเวลาในการก่อสร้างและลดต้นทุนโครงสร้างและมีคุณสมบัติที่โดดเด่น ดังนี้

2.3.1 คุณสมบัติทางกายภาพ อิฐมวลเบา หนา 10 เซนติเมตร เมื่อรวมน้ำหนักวัสดุรวมปูนฉาบจะหนัก 120 กิโลกรัม ในขณะที่อิฐมอญก่อ 2 ชั้น (เว้นช่องว่างตรงกลาง) จะหนัก 180 กิโลกรัม ซึ่งน้ำหนักของการก่ออิฐมอญจะมากกว่าทำให้ต้องเตรียมโครงสร้างเผื่อกันรับน้ำหนักในส่วนนี้ด้วย ทำให้ต้นทุนโครงสร้างเพิ่มขึ้น

2.3.2 การกันความร้อน หากเป็นกรณีปกติ "อิฐมวลเบา" จะมีค่าการนำความร้อนที่ต่ำกว่าอิฐมอญประมาณ 8-11 เท่า แต่การก่อผนังภายนอกอิฐจะต้องมีความหนา 10 เซนติเมตร และผนังภายในหนา 7 เซนติเมตร ขึ้นไปจึงจะสามารถกันความร้อนได้ดี แต่ในกรณีใช้อิฐมอญก่อ 2 ชั้น ตัวช่องว่างตรงกลางจะทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี และอิฐแถวด้านในไม่สัมผัสความร้อนโดยตรง จึงทำให้คุณสมบัติตรงนี้ของอิฐมอญจะมีความสามารถในการกันความร้อนได้ดีกว่า แต่การเว้นช่องว่างไม่ควรต่ำกว่า 5 เซนติเมตร

2.3.3 การกันเสียง ปกติอิฐมวลเบาจะกันเสียงได้ดีกว่าอิฐมอญประมาณ 20% แต่ในกรณีใช้อิฐมอญก่อ 2 ชั้น ช่องว่างตรงกลางจะทำหน้าที่เป็นฉนวนกันเสียงได้ดีกว่าเกือบ 2 เท่า แต่อิฐมวลเบาจะลดการสะท้อนของเสียงได้ดีกว่า เนื่องจากโครงสร้างของอิฐมวลเบามีฟองอากาศเป็นจำนวนมากอยู่ภายในทำให้ดูดซับเสียงได้ดี จึงเหมาะสำหรับห้องหรืออาคารที่ต้องการความเงียบ เช่น โรงภาพยนตร์ หรือห้องประชุม

2.3.4 การกันไฟ อิฐมอญก่อ 2 ชั้นมีฉนวนตรงกลาง (ช่องว่างตรงกลาง) จะกันไฟได้ดีกว่าอิฐมวลเบาเล็กน้อยและทนไฟที่ 1,100 องศาเซลเซียส ได้นานกว่า 4 ชั่วโมงซึ่งนานกว่าอิฐมอญ 2-4 เท่า ทำให้จะช่วยจำกัดความเสียหายในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ได้

2.3.5 ความแข็งแรง การใช้งานทั่วไปไม่ต่างกัน แต่ผนังอิฐมอญจะเหมาะสำหรับการใช้วัสดุกรุผนังที่มีน้ำหนักมาก เช่น หินแกรนิต หรือหินอ่อน

2.3.6 น้ำหนักเบาและรับแรงกดได้ดี น้ำหนักเบากว่าอิฐมอญ 2-3 เท่า และเบากว่าคอนกรีต 4-5 เท่า ส่งผลให้ประหยัดค่าก่อสร้างโครงสร้างอาคาร และเสาเข็มลงได้อย่างมาก แต่อาคารยังมี

ความแข็งแรงเท่าเดิมจากโครงสร้างของอิฐมวลเบาที่ประกอบไปด้วยฟองอากาศจำนวนมากทำให้มีน้ำหนักเบาและสามารถรับแรงกดได้ดี ซึ่งจากคุณสมบัติข้อนี้ทำให้ผู้ใช้สามารถประหยัดต้นทุนในการก่อสร้างได้มาก ยกตัวอย่างเช่น ไม่ต้องลงเสาเข็มลึกมากเนื่องจากโครงสร้างเบาและสมารถก่อสร้างโดยใช้โครงสร้างที่เล็กลง ทำให้ประหยัดการใช้เหล็กและมีพื้นที่ใช้สอยภายในมากขึ้น ได้มีผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขการแตกร้าวของผนังอิฐมวลเบา สรุปได้ว่าโครงสร้างเหล็กไม่เหมาะต่อการก่ออิฐ และให้ช่างที่ไม่มีความรู้ทางวิศวกรรม ส่งผลให้ผนังก่ออิฐมวลเบาเกิดรอยแตกร้าวได้ง่าย (กิติภูมิ รอดสิน พ.ศ.2553)

2.3.7 ประหยัดพลังงานเนื่องจากสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าอิฐมอญแล้วยังใช้เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดเล็กลงได้ ช่วยประหยัดค่าไฟไปได้มาก กันความร้อนได้ดีกว่าอิฐมอญถึง 4-8 เท่า จึงช่วยลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอก สู่ภายในอาคารได้เป็นอย่างดี ช่วยลดค่าไฟฟ้าได้ถึง 30%

2.3.8 ใช้งานง่าย และรวดเร็ว เนื่องจากการผลิตที่เป็นมาตรฐานทำให้สินค้าที่ออกมาไม่เท่ากันทุกก้อน ไม่เหมือนกับอิฐมอญที่ยังมีความไม่เป็นมาตรฐานอยู่ทำให้การก่อสร้าง โดยใช้อิฐมวลเบาจะใช้เวลาในการก่อและเกิดการสูญเสียน้อยกว่า โดยเฉลี่ยแล้วภายใน 1 วันการก่อผนังโดยใช้อิฐมวลเบาจะได้พื้นที่ 25 ตรม. ไม่ต้องอาศัยความชำนาญของช่างสามารถตัด แต่ง เลื่อย ไส เจาะฝังท่อระบบได้โดยใช้เครื่องมือเฉพาะที่ใช้งานง่าย และหาซื้อได้ทั่วไป ขณะที่หากใช้อิฐมอญจะก่อได้เพียง 12 ตรม. นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดวัสดุอื่น ๆ เช่น ปูนฉาบด้วย เนื่องจากสามารถก่อฉาบได้บางกว่าช่วยจำกัดความเสียหายในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ได้

2.3.9 มิติเที่ยงตรง ขนาดมิติเที่ยงตรง แน่นอน ได้ชิ้นงานที่เรียบ สวยงาม มีหลายขนาดให้เลือก ประหยัดวัสดุ และแรงงานในการก่อ ฉาบ

2.3.10 อายุการใช้งาน ยาวนานเท่าโครงสร้างคอนกรีต (50 ปี) เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ ปูนซีเมนต์ ทราย ปูนขาว ยิปซั่ม สารกระจายฟองและเหล็กเส้น จึงมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าอิฐมอญ ซึ่งส่วนผสมส่วนใหญ่ คือ ดิน

วัตถุดิบที่สำคัญที่ใช้ในการผลิตคอนกรีตมวลเบา ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย ปูนขาว ยิปซั่ม สารกระจายฟองอากาศ และ ผ่านการผสมด้วยสูตรพิเศษเฉพาะตัวและถูกทำให้แข็งด้วยการอบไอน้ำภายใต้ความดัน และอุณหภูมิประมาณ 180 องศาเซลเซียส มีฟองอากาศมากประมาณ 75%

ทำให้เบา (ลอยน้ำได้) ฟองอากาศเป็น Closed Cell ไม่ดูดซึมน้ำ (ดูดซึมน้ำน้อยกว่าอิฐมอญ 4 เท่า) ความเบาก็จะทำให้ประหยัดโครงสร้างและสารเคมีที่กระจายอย่างสม่ำเสมอในเนื้อวัสดุ ผ่านการอบไอน้ำภายใต้อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม ด้วยเครื่องจักรที่ได้มาตรฐานจากเยอรมนีโดยมีรายละเอียดสัดส่วนในการผสมอิฐมวลเบา ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงสัดส่วนในการผสมอิฐมวลเบา

วัตถุดิบ	*สัดส่วนในการผสมอิฐมวลเบา (%)*
ทรายละเอียด	50
ยิปซั่ม	9
ปูนขาว	9
ซีเมนต์	30
ผงอลูมิเนียม	2

2.4 ขั้นตอนการติดตั้งผนังอิฐมวลเบา

การก่ออิฐมวลเบามีขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.4.1 ก่อนทำการก่อต้องตรวจดูแบบก่อนเสมอ สำหรับในบริเวณที่ทำการก่อผนังอิฐมวลเบา ที่อาจมีน้ำขัง เช่น ระเบียง ต้องทำคัน ค.ส.ล. กั้นระหว่างตัวก้อนอิฐมวลเบา กับพื้น ค.ส.ล. บริเวณนั้น

2.4.2 ทำความสะอาดบริเวณที่จะทำการก่ออิฐมวลเบาซีแพคให้เรียบร้อย ทำการปรับวางแนวดิ่ง แนวฉากของการก่อ หลังจากนั้นใช้แปรงสลัดน้ำพอชุ่มในบริเวณที่จะทำการก่อ และทำความสะอาดเศษฝุ่นที่เกาะบนตัวก้อนให้เรียบร้อย โดยที่ไม่ต้องราดน้ำที่ตัวก้อน

2.4.3 เริ่มการก่อชั้นแรก โดยการใช้ปูนทรายในการปรับระดับ โดยให้มีความหนาของปูนทรายประมาณ 3-4 เซนติเมตร

2.4.4 ผสมปูนก่ออิฐมวลเบา กับน้ำสะอาด โดยใช้หัวปั่นปูน ตามคำแนะนำในหัวข้อสัดส่วนการผสมปูน

2.4.5 ก่อก้อนแรกโดยให้ป้ายปูนก่อบริเวณด้านข้างเสาและด้านล่างก้อนด้วยเกรียงก่ออิฐมวลเบา โดยมีความหนาของปูนก่อเพียง 2-3 มม. ระหว่างตัวก้อน

2.4.6 เริ่มก่อขั้นแรก โดยใช้ค้อนยางปรับให้ได้ระดับตามแนวเอ็นที่ระดับตามแนวเอ็นที่ขึง ไว้ และใช้ระดับน้ำในการช่วยจัดให้ได้ระดับ

2.4.7. ก่อก้อนที่สอง โดยใช้เกรียงก่อป้ายปูนก่อด้านข้าง และด้านล่างของก้อน โดยให้มีความหนา 2-3 มม. และปรับระดับด้วยค้อนยางให้ได้ระดับเดียวกัน หลังจากนั้นก่อก้อนต่อไปเรื่อย ๆ ด้วยวิธีการเดิมจนครบแนวก่อชั้นแรก เมื่อจำเป็นต้องตัดตัวก้อนอิฐมวลเบา ให้วัดระยะให้พอดี และใช้เลื่อยตัดอิฐมวลเบาในการตัดตัวก้อน โดยหากตัดแล้วไม่เรียบหรือไม่ได้ฉาก ให้ใช้เกรียงฟันปลาไสแต่งตัวก้อน และ ถ้าต้องการขัดอย่างละเอียดเพื่อให้ตัวก้อนเรียบมากขึ้น ให้ใช้เกรียงกระดาษทรายขัดให้เรียบขึ้นได้

2.4.8 ก่อชั้นต่อไป โดยต้องก่อในลักษณะสลับแนวระหว่างชั้น และมีการขึงแนวก่อนการก่อ โดยแนวที่เหลื่อมกันมีระยะไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร แต่ละก้อนให้ป้ายปูนก่อรอบก้อนหนา 2-3 มม. ซึ่งต้องใส่ปูนก่อให้เต็มตลอดแนวและหากใช้ไม่เต็มก้อนให้ใช้เลื่อยตัดให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ

2.4.9 ปลายก้อนที่ก่อชนเสาโครงสร้าง หรือเสาเอ็นจะต้องยึดด้วยแผ่นเหล็กยึดแรง Metal Strap ที่งอฉาก ยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร เข้ากับโครงสร้างด้วยตะปูคอนกรีต หรือพุกสกูร ทำเช่นนี้ทุกระยะ 2 ชั้นของก้อน

2.4.10 ก่อนก้อนถัดไปด้วยวิธีการเดียวกับชั้นแรก จนจบแนวชั้นที่สอง จากนั้นก็ก่อชั้นต่อ ๆ ไปด้วยวิธีการเดียวกันจนแล้วเสร็จ

2.5 การทดสอบความแข็งแรงของผนังตามมาตรฐาน BS 5234 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2226-2548)

ในมาตรฐาน BS 5234 ได้ทำการแบ่งผนังต่าง ๆ ออกเป็น 4 ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การแบ่งผนังต่าง ๆ 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)	● ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานสาธารณะจากบุคคลต่าง ๆ ซึ่งมีการดูแลน้อย มีการใช้งานหนักพอสมควร	โรงงานอุตสาหกรรม , ห้องโถง , ช่องทางเดิน , หอประชุม
SEVERE DUTY (SD)	● ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานแบบรุนแรงและไม่ปกติบ่อย ๆ จากบุคคลจำนวนมาก ๆ	โรงงานอุตสาหกรรม , ที่จอดรถ , โรงกีฬาฯ

มาตรฐาน BS 5234 เป็นมาตรฐานของประเทศอังกฤษ ในการกำหนดการทดสอบเพื่อแบ่งประเภทของผนังตามการใช้งาน โดยในการทดสอบจะมีหลากหลายวิธีซึ่งจะจำลองมาจากการใช้งานจริงของระบบผนัง มีการทดสอบทั้งสิ้น 7 การทดสอบ ดังนี้

2.5.1 Partition Stiffness ความแข็งแรงของผนังในการรับแรงกดในแบบ point load

2.5.2 Small Hard Body Impact ความทนทานของผนังเมื่อถูกกระแทกโดยวัสดุแข็งขนาดเล็ก

2.5.3 Large Soft Body Impact ความทนทานของผนังเมื่อถูกกระแทก โดยวัสดุอ่อนนุ่มขนาดใหญ่

2.5.4 Door Slamming ความทนทานของผนังต่อการเปิด-ปิด ประตู ซ้ำบ่อย ๆ โดยในการทดสอบที่ 1-4 จะแบ่งเกรดผนังเอาไว้ในแต่ละการทดสอบ เมื่อทดสอบครบทั้ง 4 การทดสอบ จะนำเอาผลทั้งหมดมาประเมินเกรดของระบบผนังนั้น ๆ

ส่วนการทดสอบที่เหลืออีก 3 การทดสอบ คือ

2.5.5 Crowd Pressure ทดสอบการรับแรงกดของผนังในแบบกระจาย load

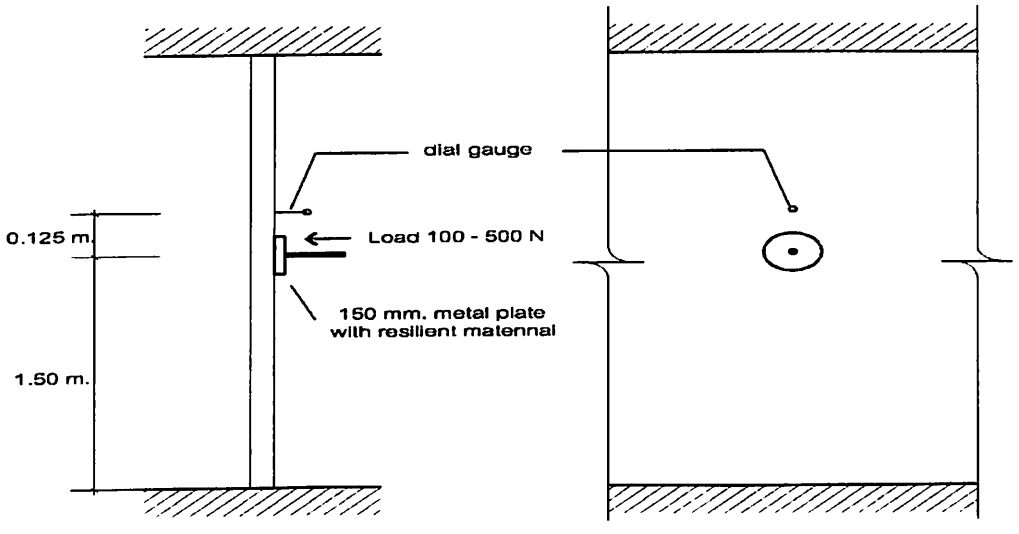
2.5.6 Light Weight Anchorage ทดสอบการรับแรงของอุปกรณ์แขวน

2.5.7 Heavy Weight Anchorage ทดสอบการรับแรงของชั้นวางของ

ซึ่งทั้ง 3 การทดสอบนี้ จะไม่นำมาใช้ในการประเมินเกรดของระบบผนัง เพียงแต่ทดสอบเพื่อให้รู้ถึงสมรรถภาพของระบบผนังนั้น ๆ ในด้านต่าง ๆ เท่านั้น

2.5.1 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

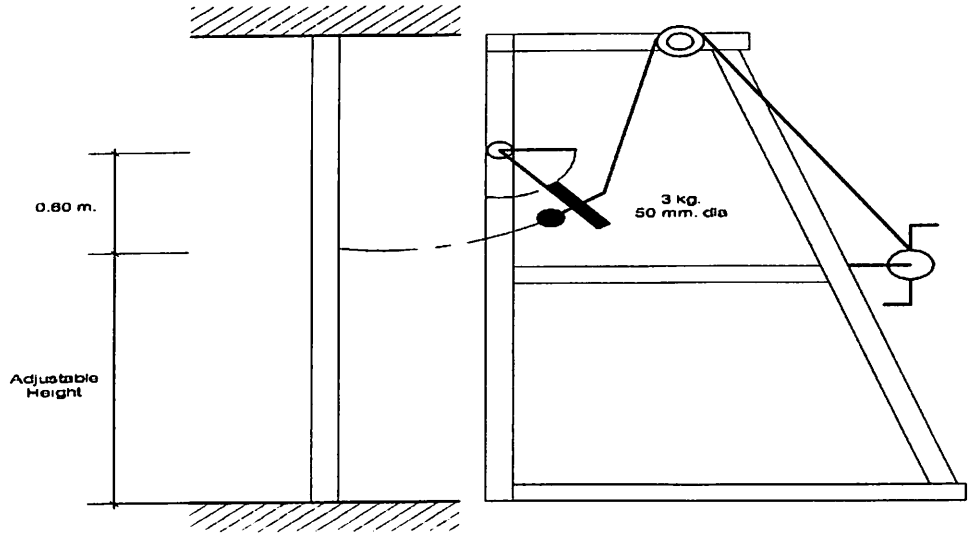
- เอา load ออก ทิ้งให้ผนังคืนตัวอย่างเต็มที่ หรือ อย่างน้อย 1 ชม. แล้ววัดค่า residual deformation

2.5.2 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>

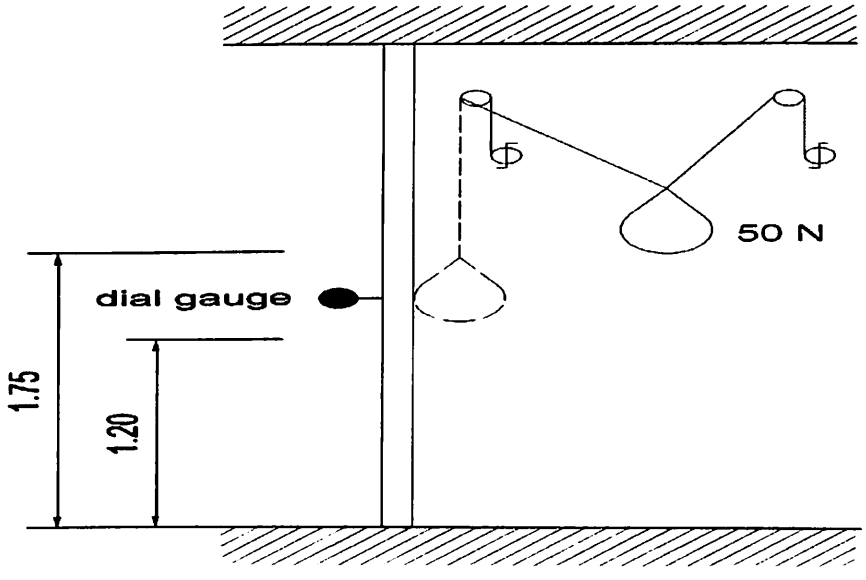
- เลือกจุดที่จะทดสอบ 10 จุด โดยเลือกจุดที่ Critcal ที่สุด (ทดสอบ Surface Damage 10 จุด Perforation 10 จุด)
- จัดอุปกรณ์ให้ตุ้มกระแทกสัมผัสกับผิวผนังพอดี
- ยกตุ้มกระแทกขึ้นตามองศาสวิงของเกรดผนังที่ต้องการทดสอบ

- ปล่อยหัวกระแทกให้แกว่งลงมากระแทกผนัง 1 ครั้ง (ห้ามกระแทกซ้ำ)
- ตรวจสอบและบันทึกความเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การเจาะทะลุ , ความลึก-ขนาดของรอยกระแทกที่ผิวผนัง
- เลื่อนอุปกรณ์ทดสอบไปยังจุดอื่น ๆ ต่อไปจนครบ

2.5.3 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

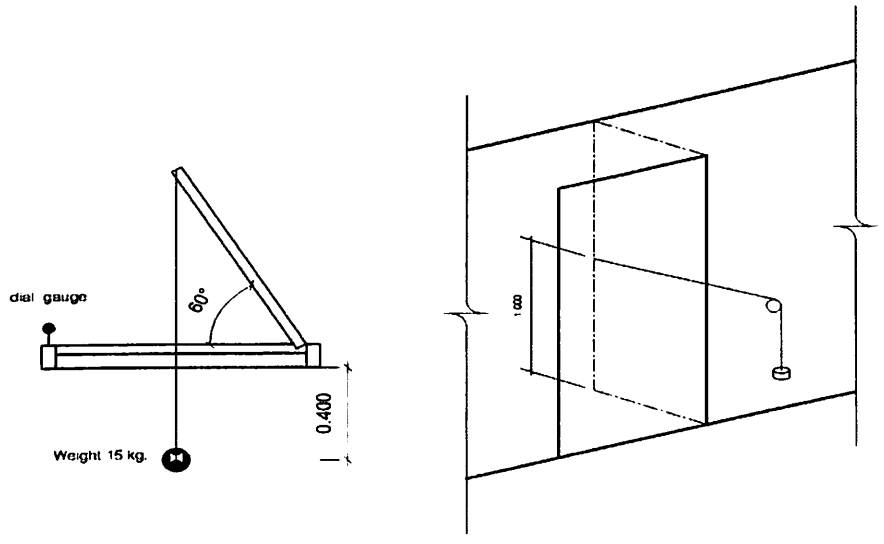
- ยกถุงขึ้นตามความสูงของพลังงานกระแทกที่จะใช้ทดสอบ
- ปล่อยถุงให้ลงมากระแทกผนัง 1 ครั้ง (ห้ามกระแทกซ้ำ)
- ทิ้งให้ผนังคืนตัว 5 นาที แล้ววัดค่าการเปลี่ยนรูปแบบถาวร (permanent deformation) ของผนัง
- ทดสอบจุดที่ 2 ในแบบเดียวกัน

1.2 การทดสอบ Structural Damage

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

2.5.4 การทดสอบ Door Slamming

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



ภาพประกอบที่ 2.4 การทดสอบ แบบ Door Slamming

ขั้นตอนการทดสอบ

Presiam Test :

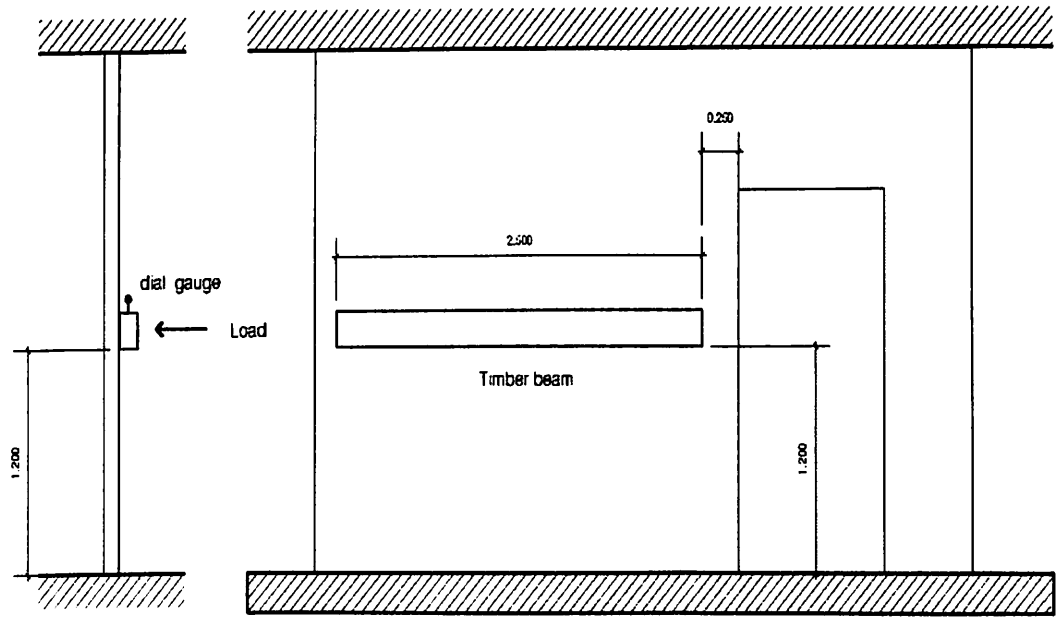
- เปิดบานประตูทำมุม 60° แล้วปล่อยบานประตูให้กระแทกกับวงกบ
- บันทึกค่าการเคลื่อนตัว (residual displacement)

Main Test :

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

2.5.5 การทดสอบ Crowd Pressure

หลักการ : 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

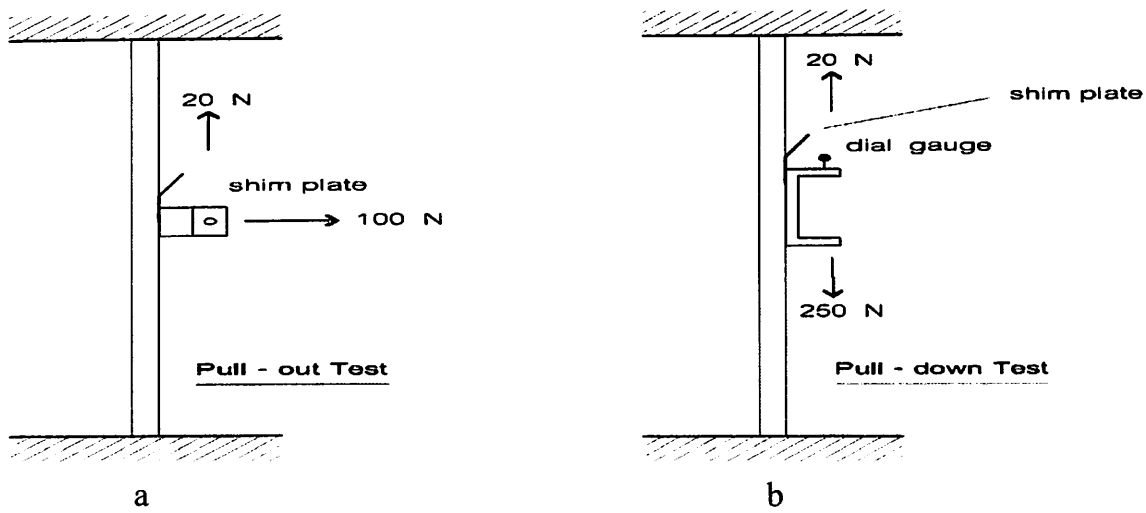
- ใส่ preload ขนาด 200 N. ให้แก่ผนัง โดยผ่านทางท่อนไม้ (timber beam) ค้าง load ไว้ 1 นาที
- เอา preload ออก ทิ้งให้ผนังคืนตัว 1 นาที
- ปรับ dial gaude ให้อ่านค่าเป็นศูนย์
- เลือกใส่ load ตามค่าที่ต้องการ ค้าง load ไว้ 2 นาที
- บันทึกสภาพผนังและวัดค่า deflection ของผนัง
- เอา load ออก ทิ้งให้ผนังคืนตัว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

2.5.6 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

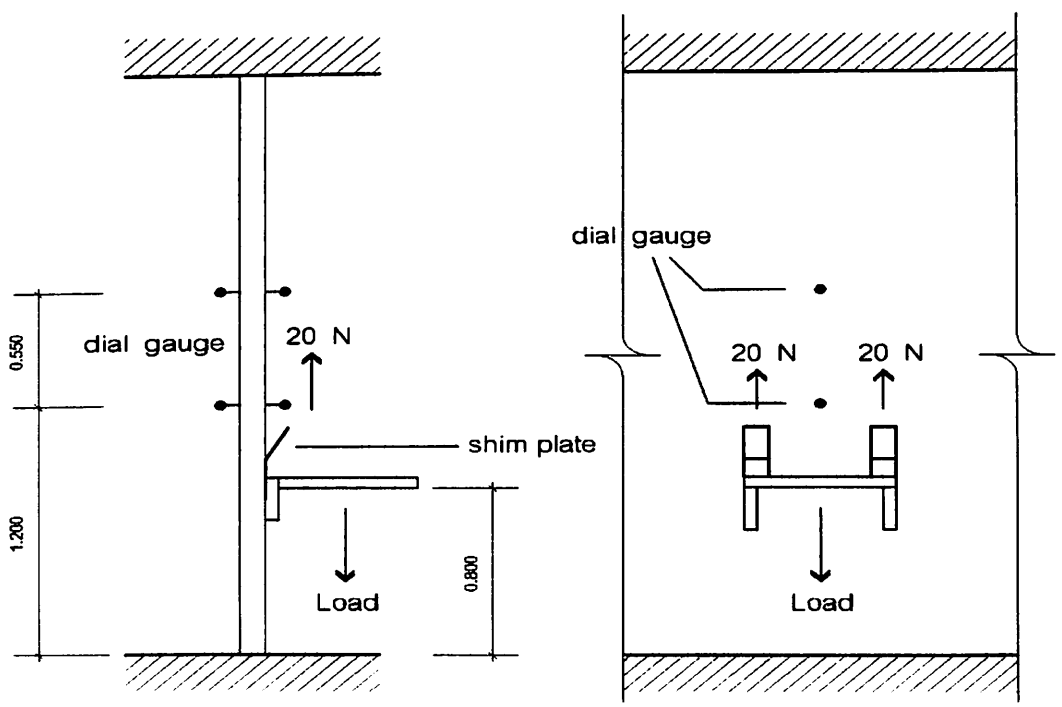
- ใส่ load 20 N. ในแนวตั้ง (ดึงขึ้น) ให้กับ shim plate
- ใส่ load ให้กับ bracket ในทิศทางที่กำหนด สำหรับแต่ละการทดสอบ
- เมื่อ shim plate หลุดออก (หรือ deflection เกิน 2 มม. สำหรับ pull-down test) ให้หยุดการทดสอบทันที
- บันทึกการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่เกิดขึ้นและค่า load ที่ผนังรับได้ในแต่ละการทดสอบ ที่ผนังรับได้ใน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

2.5.7 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

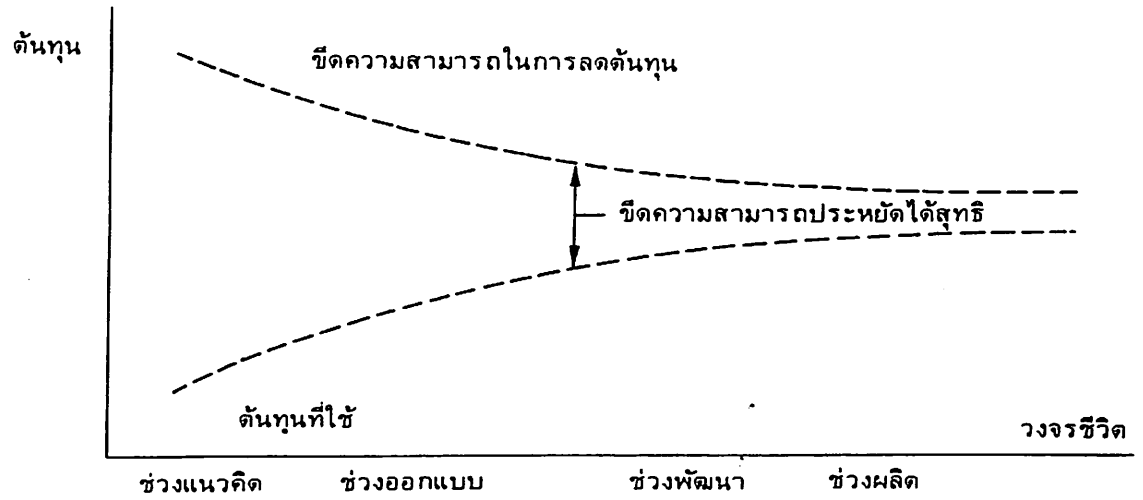
2.6 ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า(Value Engineering) (อัมพิกา ไกรฤทธิ์ , 2551 , หน้า 11-28)

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

2.6.1 จุดมุ่งหมายของวิศวกรรมคุณค่า

จุดมุ่งหมายหลัก คือการลดต้นทุนการผลิต หรือขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นออก โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพ และความน่าเชื่อถือ

วิศวกรรมคุณค่า คือ การประยุกต์เทคนิคที่มีระบบ โดยเน้นการทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์หรือบริการเป็นหลักใหญ่ ด้วยต้นทุนที่ต่ำสุด และคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือ



ภาพประกอบที่ 2.8 วงจรชีวิต และขีดความสามารถที่ประหยัดได้

ดังนั้น คำจำกัดความของคำว่าคุณค่าทาง VE ก็คือ "ต้นทุนที่ต่ำที่สุด" เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ หรือบริการตามเวลาที่กำหนด และด้วยคุณภาพที่ได้มาตรฐาน สำหรับคำว่าคุณค่า 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

2.6.2 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

2.7 ผลิตภาพงานก่อสร้าง (PRODUCTIVITY IN CONSTRUCTION) (วิสูตร จิระดำเกิง , 2554 , หน้า 150-160)

ผลิตภาพ (Productivity) คือ ความสามารถในการผลิต หรือสภาพแห่งการผลิตหรือ ผลผลิตต่อหนึ่งแรงในหนึ่งชั่วโมง ดังนั้นการวัดอัตราผลผลิตหรืออาจเรียกว่า อัตราผลิตภาพ หาได้จากสมการ 2.1 ดังนี้

$$\text{อัตราผลผลิต (Productivity)} = \frac{\text{ผลิตผล (Physical Output)}}{\text{ปัจจัยการผลิต (Physical Input)}} \quad \ldots (2.1)$$

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 ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงผลผลิตให้สูงขึ้นจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจศึกษาและส่งเสริมให้มีการปรับปรุงอย่างกว้างขวางยิ่งๆ ขึ้น อันเนื่องมาจากเหตุผลสนับสนุนต่างๆ

2.7.1 ต้นทุนต่อหน่วยและอัตราผลผลิตในงานก่อสร้าง

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

ตารางที่ 2.4 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

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากสภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันงานก่อสร้างได้มีการขยายตัวมาก จนส่งผลให้แรงงานขาดแคลน จนต้องมีการใช้แรงงานต่างด้าวในงานก่อสร้าง ทั้งนี้ แรงงานต่างด้าว ข้อดี จะมีความแข็งแรงอดทน มีความกระตือรือร้น มีความขัดแย้งกับนายจ้างน้อย ข้อเสีย อารมณ์รุนแรง ความสามารถในการสื่อสารน้อย ส่วนแรงงานไทยจะมีฝีมือมีประสบการณ์แต่จะหยุดงานในช่วงเทศกาลบ่อย จากการศึกษาของอรรถสิทธิ์ ฉัตโกปกร . (2550) จึงส่งผลกระทบกับการส่งมอบอาคารให้กับเจ้าของโครงการ เช่น ปัญหางานก่ออิฐ-ฉาบปูนแล้ว / ตัดร่อง / แตกร้าว ปัญหาเรื่องขยะภายในหน่วยงานที่มีจำนวนมาก จึงมีผู้วิจัยได้ศึกษาว่าผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบบนงานโครงสร้างเหล็กส่งผลให้เกิดรอยแตกร้าวได้มากกว่าการก่ออิฐมวลเบาบนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ของ กิตติภูมิ รอดสิน. (2553)

จากปัญหางานก่ออิฐเกิดรอยแตกร้าวได้มีการคิดค้นส่วนผสมต่าง ๆ ที่จะมาทดแทนปูนฉาบและมีการคิดการใช้วัสดุทดแทนงานผนังจากการศึกษาพบว่า เส้นใยป่านศรนารายณ์ และเส้นผมผสมในมอร์ต้าฉาบในผนังก่ออิฐมอญ และอิฐมวลเบา สามารถลดการแตกร้าว ได้เป็นอย่างดีเทียบเท่ากับการใช้เส้นใยโพลีโพรพีลีน ข้อมูลจาก พัชรพล พานประทีป . (2548) ทั้งนี้ปัจจุบันได้เริ่มมีการนิยมใช้ผนังหล่อเฌอร่าอินฟิลวอลล์มาทดแทนผนังก่ออิฐมอญ หรืออิฐมวลเบา แต่ยังมีปัญหาเรื่องต้นทุน และคุณภาพที่ยังไม่เป็นที่รู้จักกับบุคคลในกลุ่มผู้ออกแบบและผู้รับเหมา ส่วนงานผนังภายนอกอาคารได้มีการนิยมเปลี่ยนแปลงผนังคอนกรีตสำเร็จรูปทดแทนผนังก่ออิฐฉาบปูนและเป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบัน ปัจจัยในการคัดเลือกระบบก่อสร้างผนังภายนอกที่ผู้ควบคุมงาน ผู้รับเหมา และผู้ออกแบบ มีความเห็นตรงกันว่า ขบวนการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้มีผลต่อ

การคัดเลือก ส่วนปัจจัยที่เห็นแตกต่างกันมากที่สุด คือ การควบคุมให้ตรงตามแบบงานสถาปัตยกรรมตามข้อมูลของ นคเรศ พรหมจรรยา . (2549)