บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ผู้ศึกษาจะกล่าวถึง ขั้นตอนการฉาบปูนเรียบ ผลิตภาพงานก่อสร้าง (Productivity in Construction) ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ลักษณะและสาเหตุของการเกิดรอยแตกร้าวบนผนัง การทดสอบความแข็งแรงของผนังตามมาตรฐาน BS5234 และสรุปท้ายบท

2.1 ขั้นตอนการฉาบปูนเรียบ

2.1.1 ก่อนการฉาบปูนนั้นต้องมีการฉีดน้ำรดผนังอิฐให้อิ่มตัว เพื่อป้องกันไม่ให้ผนังก่ออิฐดูดน้ำจากปูนฉาบ การพรมน้ำผนังอิฐก่อนั้นต้องทำก่อนการฉาบและทิ้งไว้สักพักให้ผิวแห้งพอหมาด เพราะถ้าผนังเปียกเยิ้มเกินไปปูนฉาบก็ไม่เกาะกับผนังที่ฉาบ นอกจากนั้นปูนฉาบนั้นควรผสมน้ำยาฉาบปูนซึ่งมีคุณสมบัติช่วยให้ฉาบง่ายและลดการแตกร้าวได้ ในส่วนที่เป็นรอยต่อของผนังกับส่วนต่าง ๆ เช่นผนังกับเสา หรือผนังกับเสาเอ็นควรใส่เหล็กตาข่ายกันการแตกร้าว การฉาบนั้นจะให้ดีต้องให้ช่างขึ้นปูนเค็มเหลวก่อน ต่อด้วยปูนกลางและทับหน้าด้วยปูนจืด จากนั้นจึงบ่มน้ำในตอนเช้าของอีกวัน การฉาบแต่ละชั้นต้องหนาไม่เกิน 1 เซนติเมตร (ไทยโฮมมาสเตอร์ ฉาบอย่างไรไม่ให้บ้านร้าว, ออนไลน์)

2.1.2 การขึ้นปูนฉาบจากบนลงล่างให้เต็ม โดยนำไม้บรรทัดปาดปูนมาทำการปาดหน้าปูนฉาบให้มีผิวเรียบ บริเวณใดที่เป็นแอ่งให้ใช้เกรียงเหล็กตักปูนฉาบแต่งให้เต็ม พร้อมทั้งใช้เกรียงไม้ไถวนไปวนมาให้ทั่ว จนกระทั่งผิวหน้าของปูนฉาบเรียบตลอดทั้งแผง (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดำเนิน คงพาลา, 2005)

2.1.3 เริ่มจากการเตรียมผิวปูนฉาบ และใช้เกรียงเหล็กขนาดกลางขูดปูนก่อที่ติดผิวงานเพื่อให้ปูนก่อบางส่วนหลุดออก จะได้ผิวอิฐมีความสะอาด ทำให้การฉาบปูนเป็นไปได้สะดวก ทำการฉาบปูนที่มุมผนัง และฉาบปูนจากบนลงล่าง ขั้นตอนต่อมาก็ใช้ไม้สามเหลี่ยมปาดปูน ไล่ปาดปูนเพื่อให้ปูนเรียบเสมอกัน ทำการปั่นหน้าปูนและลงฟองน้ำตามลำดับ (Foremanblog เกร็ดความรู้เรื่องบ้าน การสร้างบ้าน วิธีฉาบปูนผนัง แต่งบ้านสวย, ออนไลน์)

2.1.4 ในงานฉาบปูนก็จะมีขั้นตอนการทำงานอยู่หลายขั้นตอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพและความเหมาะสมของพื้นผิวผนังที่จะทำการฉาบปูน เช่น ขั้นตอนการจับเซี๊ยม จับปุ่ม การสลัดดอก กรุตาข่าย ขึ้นปูนฉาบปูน ปาดสามเหลี่ยม เสริมปูน ปั่นตีน้ำ ลงฟอง ปัดด้วยไม้กวาด เป็นต้น (Sanook เทคนิคงานฉาบ, ออนไลน์)

2.1.5 ก่อนเริ่มงานฉาบปูน ควรตรวจสอบให้แน่นอนอีกครั้งว่า การก่ออิฐมวลเบา ล้มดิ่งหรือไม่ หรือแนวก่ออิฐแต่ละแถวไม่สม่ำเสมอกันบ้าง หากพบให้แก้ไขโดยใช้เกรียงฟันปลาไสแต่ง

ให้เสมอกันก่อนทำการฉาบปูน ทั้งนี้เพื่อให้ความหนาของปูนที่ฉาบมีความหนาเท่าๆ กันควรทำจับเซี้ยมปูน โดยรอบที่ช่องเปิดทุกช่องให้แล้วเสร็จทั้งหมดก่อน ได้แก่ ช่องประตู – หน้าต่าง ฯลฯ เพื่อทำให้ฉาบผนังได้ง่ายขึ้นสำหรับผนังด้านที่ประชิดติดกัน ยกเว้นมีเสากั้น เนื่องจากช่างจะไม่สามารถแต่งมุมผนังให้ได้มุมฉากและสวยงามได้ (K Nation Blog วิธีการฉาบปูนภายใน, ออนไลน์)

2.1.6 ก่อนลงมือฉาบปูนต้องทำการพรมน้ำไปที่ผนังให้ชุ่ม เนื่องจากอิฐที่แห้งจะดูดน้ำจากปูนฉาบ ทำให้ปูนฉาบแห้งเร็วเกินไป เป็นสาเหตุของการหลุดร่อนของผนังแตกร้าวได้ ความหนาของปูนฉาบควรจะไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร หลังจากเสร็จกระบวนการฉาบแล้ว ควรทำการบ่มด้วยน้ำอย่างน้อย 3 – 7 วัน เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผนัง และยังป้องกันปัญหาผนังแตกร้าวได้ (Cemex คู่มือเทคนิคการก่ออิฐฉาบปูนและการแก้ไขปัญหางานปูนซีเมนต์, ออนไลน์)

2.1.7 ควรทำการพรมน้ำผนัง ก่อนทำการฉาบ หรือใช้แปลงสลัดน้ำช่วย แต่อย่าให้ชุ่มจนเกินไป เพราะจะทำให้การทำงานฉาบล่าช้าได้ และเป็นผลให้ได้ปริมาณงานที่น้อยตามมา เริ่มฉาบส่วนที่เป็นคอนกรีต เช่น เสาเอ็น คานทับหลัง และรอบๆแผงที่ฉาบด้วยปูนเค็มเพื่อกันแตกร้าวและหลุดร่อน แล้วจึงฉาบทับส่วนที่เหลือด้วยปูนจืด ปาดหน้าด้วยสามเหลี่ยม เพื่อให้ได้ระดับตามต้องการ ปล่อยผนังเซ็ทตัวจนเกือบแข็ง จึงทำการแต่งผิวหน้า ตีน้ำ ลงฟองน้ำ และกวาดให้ผิวหน้าเรียบ เป็นอันเสร็จกระบวนการฉาบ (K Nation Blog เทคนิคการฉาบปูน, ออนไลน์)

2.1.8 ในการฉาบให้ขึ้นด้วยปูนเค็มเหลวก่อน จากนั้นจึงจะใช้ปูนกลางและสุดท้ายจะใช้ปูนจืดในการทับหน้า เมื่อฉาบปูเรียบร้อยแล้วควรจะบ่มน้ำเป็นเวลา 3 – 7 วัน ด้วยการรดน้ำที่ผนังอย่างน้อยวันละ 1 ครั้งให้ชุ่มทุกวันตลอดระยะเวลาของการบ่ม ซึ่งการบ่มนั้นจะช่วยในผนังแข็งแรงขึ้นและลดการแตกร้าวของผนังได้อีกด้วย และจะได้ผนังที่แข็งแรง ผิวผนังเรียบเนียนสวยงาม ในการใช้วัสดุก่อสร้างที่ดี ขั้นตอนการทำงาน ส่วนผสมที่ถูกต้อง วิธีการก่อและฉาบที่ถูกวิธี รวมทั้งการบ่มความชื้นตามระยะเวลาที่ควรจะทำ ล้วนเป็นส่วนทำให้ผนังแข็งแรง และไม่แตกร้าว (Landy Home เทคนิควิธีฉาบปูนไม่ให้แตกร้าว, ออนไลน์)

2.2 ผลิตภาพงานก่อสร้าง (Productivity in Construction)

2.2.1 ผลิตภาพ คือความสามารถในการผลิต ความพยายามผลิตอย่างมีประสิทธิผลหรือผลผลิตต่อหนึ่งแรงในหนึ่งชั่วโมง (รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณวิทย์ แต้มทอง, นายสุนันท์ มนต์แก้ว และ นายธวัชชัย นวเลิสปัญา, 2556) ฉะนั้นการวัดอัตราผลผลิตหรืออาจเรียกว่า อัตราผลิตภาพดังสมการที่ (1)

$$\text{อัตราผลผลิต (Productivity)} = \frac{\text{ผลิตผล (Physical Output)}}{\text{ปัจจัยการผลิต (Physical Input)}} \quad (1)$$

นักเศรษฐศาสตร์จึงให้คำจำกัดความของผลิตภาพ ว่าเป็นอัตราส่วนระหว่างผลลัพท์ต่อทรัพยากรที่ป้อนเข้าไป ซึ่งก็เป็นความหมายในเชิงปริมาณ แต่ก็มีการโต้แย้งกันว่า ผลลัพท์ที่ได้ ไม่จำเป็นต้องเป็นเพียงเรื่องปริมาณ แต่ยังสามารถเป็นเรื่องของคุณภาพได้เช่นกัน จึงได้พยายามให้ความหมายของทรัพยากรที่ป้อนเข้าไปให้ครอบคลุมไปถึงวัตถุดิบ เงินทุน และค่าจ้าง ควบคู่ไปกับการจัดการ ความคิดสร้างสรรค์ และทัศนคติ ส่วนในความหมายของ Thomas คือ ชั่วโมงการทำงานในช่วงเวลาที่สนใจ หารด้วยปริมาณงานที่ได้ต่อชั่วโมงโดยผลิตผล (Physical Output) คือผลที่ได้จากการผลิต ซึ่งในงานก่อสร้าง คือผลงานก่อสร้างต่าง ๆ โดยอาจวัดเป็น หน่วยของผลงาน เช่น ปริมาณคอนกรีตที่เทได้เป็นลูกบาศก์เมตร น้ำหนักเหล็กเสริมที่ประกอบเข้าที่เป็นกิโลกรัม และหน่วยเป็นค่าเงิน (บาท)

ด้านปัจจัยการผลิต (Physical Input) จะได้แก่ ทรัพยากร (Resources) ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิต อันได้แก่ แรงงาน วัสดุ เครื่องจักรเครื่องมือ เงิน และการจัดการ

อัตราผลผลิตที่สูงขึ้นย่อมหมายถึงประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น จากทรัพยากรที่ใช้จำนวนเท่าเดิม ซึ่งโดยหลักการแล้วผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด จะได้ผลประโยชน์เพิ่มขึ้นด้วยไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม (วิสูตร จิระดำเกิง, 2546)

2.3 ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)

2.3.1 วิศวกรรมคุณค่า หรือ VE (Value Engineering) คือการนำหลักทางทางวิศวกรรมเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์กระบวนการต่างๆ โดยมีจุดมุ่งหมายหลัก คือการลดต้นทุนการผลิต ซึ่งวิศวกรรมคุณค่า เกิดขึ้นในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 (ค.ศ.1938 - 1945) สงครามโลกครั้งที่ 2 ทำให้เกิดการขาดแคลนวัตถุดิบ โดยเฉพาะจำพวกโลหะ เหล็กทุกชนิด เช่นเดียวกัน ประเทศสหรัฐอเมริกา ก็ได้รับผลกระทบนี้มากแต่ในขณะเดียวกันก็มีความต้องการใช้วัสดุจำพวกนี้ในกิจการทางการทหาร หนึ่งในนั้นก็คือ การผลิตเครื่อง Turbo Supercharger ให้ได้จำนวน 1000 เครื่องภายในระยะเวลาหนึ่งสัปดาห์เพื่อใช้สำหรับเครื่องบิน B-24 และ B-29 และในครั้งนี้เอง นาย Lawrence Miles ซึ่งเป็นวิศวกรจัดซื้อของบริษัท General Electric Company ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้รับคำสั่งให้หาวัตถุดิบและผลิตชิ้นส่วนเหล่านี้ ลองนึกภาพตามนะครับว่ามันจะสำคัญแค่ไหน ในขณะที่กำลังเกิดสงครามอยู่แต่วัตถุดิบในการผลิตยุทโธปกรณ์ทางการทหารขาดแคลน ภาระกิจที่หนักหนาสาหัสมากสำหรับในสถานการณ์เช่นนี้ แต่แล้วนาย Lawrence Miles ก็สามารถพลิกวิกฤตให้เป็นโอกาส และเกิดแนวคิดที่ว่า "ในเมื่อหาและผลิตมันไม่ได้ ทำไมไม่ลดหน้าที่การทำงาน (Function) ลงล่ะ" ซึ่งก็หมายถึง การตัดสิ่งที่ไม่จำเป็น หรือเปลี่ยนไปใช้วัสดุอย่างอื่นแทนที่สามารถทำงานได้เหมือนกันโดยที่คุณภาพไม่ลดลง แต่ต้นทุนต่ำลง จึงเป็นที่มาของเทคนิค วิศวกรรมคุณค่า หรือValue Engineering (VE) และมีการพัฒนาต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน (ต้นทุนการผลิต วิศวกรรมคุณค่า, ออนไลน์) ผู้เชี่ยวชาญญี่ปุ่นเรียกกิจกรรม VE ก็ต่อเมื่อเริ่มต้นการ

พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จนกระทั่งถึงขั้นตอนการเตรียมผลิต ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าอาจเปลี่ยนรูปแบบของผลิตภัณฑ์หรือทำการปรับปรุงเครื่องมือได้โดยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนไม่สูงมาก เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงหลังจากการเตรียมการผลิตไปแล้ว นั่นหมายถึงการวิเคราะห์ให้เห็นถึงหน้าที่หรือฟังก์ชั่น (Function) การทำงานของสิ่งที่พิจารณาแล้ว จึงวิเคราะห์หาทางเลือกว่าจะจัดการอย่างไรให้มีต้นทุนที่ต่ำลง จุดเริ่มต้นของการทำความเข้าใจเรื่องฟังก์ชั่น คือต้องคอยตอบคำถาม จำนวน 5 ข้อ ของ Miles ดังนี้

- ของดังกล่าวคืออะไร
- ของดังกล่าวมีต้นทุนเท่าไหร
- ของดังกล่าวใช้สำหรับทำอะไร
- มีผลิตภัณฑ์อื่นที่สามารถทำหน้าที่เดียวกันได้หรือไม่
- ของที่มาใช้ทดแทนได้ดังกล่าว มีต้นทุนเท่าไร

วิศวกรรมคุณค่า (VE) จึงเป็นเครื่องมือที่พัฒนาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องต้นทุนที่สูงเกินไป จนไม่สามารถแข่งขันได้ ปัจจัยความสำเร็จของวิธีการนี้คือการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของสิ่งของหรือกระบวนการที่สนใจแล้วประเมินหาทางเลือกที่มีต้นทุนที่ต่ำลง แต่ต้องไม่กระทบถึงคุณสมบัติในการทำงาน ความน่าเชื่อถือ คุณภาพ และความปลอดภัย (นายเถลิง พลเจริญ และนายสุรเชษฐ์ บางเมือง, 2555)

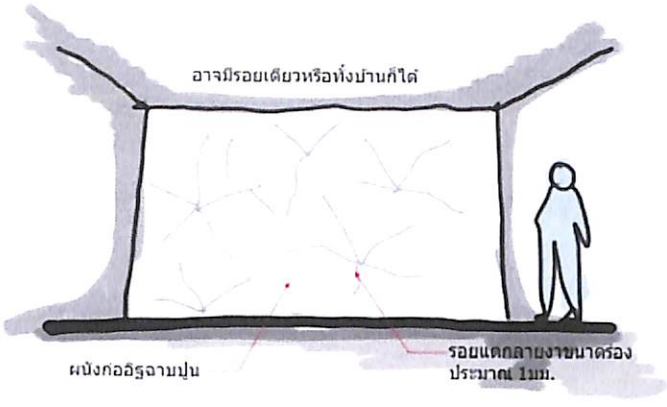
2.3.2 ต้นทุนการผลิต เป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะกำหนดว่าสินค้าจะมีราคาถูกหรือแพง เพราะต้นทุนการผลิตมีส่วนประกอบหลายอย่างที่เป็นปัจจัยหลักในการผลิต ทั้งวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าสาธารณูปโภคต่าง ๆ ดังนั้น การลดต้นทุนการผลิต จึงสำคัญอย่างมากในการทำให้สินค้ามีต้นทุนต่ำลง หรือกำไรเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการแข่งขันในตลาด ฉะนั้นวิศวกรรมคุณค่า (VE) นับว่าเป็นระบบในการปรับปรุงค่าของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ และบริการโดยใช้การ ตรวจสอบการทำงานของความคุ้มค่าที่กำหนดไว้เป็นอัตราส่วนของการทำงานเพื่อค่าใช้จ่าย คุ้มค่าจึงสามารถเพิ่มขึ้นทั้งการปรับปรุงการทำงานหรือการลดต้นทุน มันเป็นทฤษฎีหลักของวิศวกรรมค่าที่ฟังก์ชันพื้นฐานจะเก็บรักษาไว้ และจะไม่ถูกลดลงเป็นผลของการใฝ่หาการปรับปรุงค่า ซึ่งวิศวกรรมคุณค่าจะอยู่เหนือทุกปัญหาที่มีแบบแผนขั้นตอนการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับฟังก์ชั่นบางสิ่งบางอย่างในการวิเคราะห์ความเข้าใจที่มีความชัดเจนดังกล่าวว่าสามารถอธิบายในสองคำกริยาที่ใช้งานและตัวย่อคำนามวัด ตัวอย่างเช่น การทำงานของดินสอคือ การทำเครื่องหมายนี้แล้วอำนวยความสะดวกในการพิจารณาสิ่งที่บุคคลอื่นไม่สามารถทำเครื่องหมาย จากสเปรย์สามารถ ลิปสติก เพชรบนกระจกที่จะติดในทรายเป็นหนึ่งสามารถตัดสินใจได้อย่างชัดเจนแล้วตามที่โซลูชันทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Manufacturing Terms, ออนไลน์) การทดสอบคุณค่าในการพัฒนาของระบบ หรือผลิตภัณฑ์ คือการใช้การทดสอบคุณค่า ซึ่งประกอบด้วย 10 คำถามพื้นฐาน โดยมีจุดมุ่งหมายในการค้นหาคุณค่าที่น่าพอใจและคุณค่าที่ไม่พึงพอใจ อันได้แก่

- สามารถใช้ให้เกิดประโยชน์บางส่วนหรือไม่
- ค่าใช้จ่ายเหมาะสมกับประโยชน์หรือไม่
- ลักษณะต่าง ๆ จำเป็นหรือไม่
- มีสิ่งที่ดีกว่าใช้แทนกันได้หรือไม่
- หาซื้อได้ในราคาถูกใช่ไหม
- สามารถทำชิ้นส่วนต่างๆ โดยวิธีที่ถูกกว่าได้หรือไม่
- มีแหล่งที่ไว้ใจได้ในการจัดหาวัสดุราคาถูกหรือไม่
- ค่าใช้จ่ายในด้านวัสดุ แรงงาน ค่าใช้จ่ายโรงงาน และกำไรเท่าไร
- สามารถทำได้กับเครื่องมือที่มีอยู่ และเป็นปริมาณมาก ได้หรือไม่
- ผลผลิตตามมาตรฐานที่ผลิตออกมาสามารถใช้ประโยชน์ได้จริงตามต้องการหรือไม่

วิศวกรรมคุณค่าไม่เพียงแต่สามารถลดต้นทุนการผลิตและส่งผลดีต่อหน่วยงานที่เกี่ยวกับการผลิตเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทุกสาขา เนื่องจากวิศวกรรมคุณค่าเป็นกระบวนการทางความคิด กระบวนการทางการวิเคราะห์ กระบวนการหาเหตุผล จึงสามารถให้คุณค่า (Value) ในหลาย ๆ ด้าน ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน (วิศวกรรมคุณค่า, ออนไลน์)

2.4 ลักษณะ และสาเหตุของการเกิดรอยแตกร้าวบนผนัง

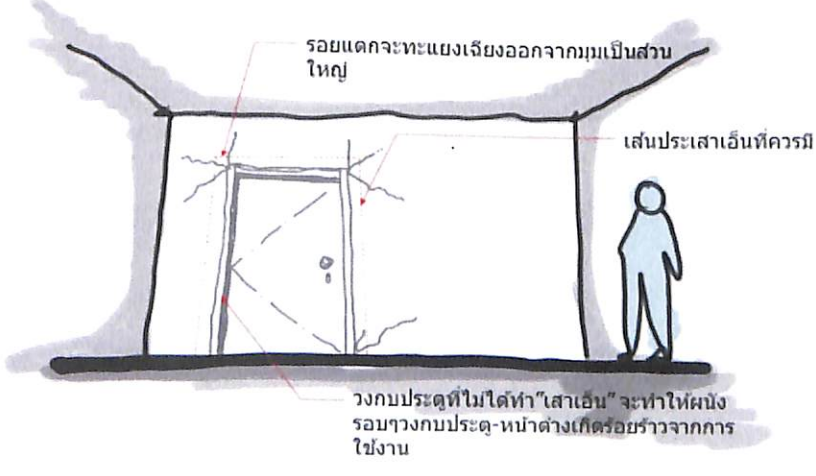
2.4.1 รอยแตกลายงาบนผนัง มีลักษณะเป็นรอยร้าวขนาดเล็กเท่าไส้ดินสอกด มีหลายเส้นและมีทิศทางที่ต่างกัน ส่วนใหญ่ปัญหานี้มักเกิดตั้งแต่ขั้นตอนการก่อสร้าง เช่น ขณะก่อสร้างอาจจะมีการพรมน้ำไม่พอทำให้ปูนฉาบเกิดการสูญเสียน้ำเร็วไปจนเกิดเป็นรอยแยกเล็กๆ หรือเกิดจากการสั่นสะเทือนหลังจากการฉาบ หรือผนังที่ฉาบเป็นผืนขนาดใหญ่มากก็จะฉาบให้เรียบยาก อุณหภูมิภายนอกและภายในบ้านที่ไม่เท่ากัน ก็ส่งทำให้ปูนฉาบเกิดการยืดหดตัว และเกิดรอยร้าวตามผิวฉาบขึ้นได้ ดังภาพประกอบที่ 2.1 (Thinkofliving รอย “ร้าว รั่ว ซึม” บนผนัง บอกอาการบ้านได้, ออนไลน์)



ภาพประกอบที่ 2.1 แสดงรอยแตกลายงาบนผนัง

ที่มา : ความรู้เรื่องบ้าน สืบค้นจาก www.forfur.com/แต่งบ้าน/รอยร้าวของผนัง-สัญญาณอันตราย หรือแค่เรื่องธรรมชาติ

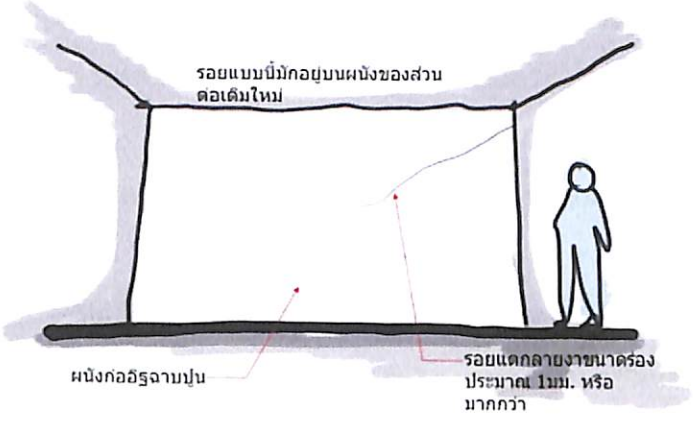
2.4.2 รอยแตกของผนังตามริมขอบวงกบ เป็นจุดที่เกิดรอยร้าวได้ง่าย จึงมักมีปัญหาน้ำรั่วซึมเข้ามาจากจุดนี้ สาเหตุเกิดจากบริเวณมุมวงกบมักจะมีแรงดึงมาก ทำให้การกระจายแรงบนผิวฉาบไม่เท่ากันจึงเกิดการแตกร้าวได้ง่ายบริเวณมุมวงกบ ตามปกติในการก่อสร้างจึงต้องใส่เหล็กกรงไก่เพื่อช่วยดึงให้วงกบประตูกับผนังอยู่ติดกัน แต่บางทีการใส่เหล็กที่ไม่มากพอ ติดตั้งไม่ดี หรือฉาบหนาเกินไปก็เป็นสาเหตุให้เกิดรอยร้าวได้ ดังภาพประกอบที่ 2.2



ภาพที่ประกอบที่ 2.2 แสดงรอยแตกของผนังตามริมขอบวงกบ

ที่มา : ความรู้เรื่องบ้าน สืบค้นจาก www.forfur.com/แต่งบ้าน/รอยร้าวของผนัง-สัญญาณอันตราย หรือแค่เรื่องธรรมชาติ

2.4.3 รอยแตกแนวทแยงบนผนัง มีลักษณะเป็นรอยกว้างประมาณ 1 - 2 มิลลิเมตร รอยร้าวประเภทนี้มักจะเกิดหลังจากอาคารสร้างเสร็จไปแล้วซักพัก ให้ลองเอาดินสอขีดตรงปลายรอยแตกแล้วสังเกตว่าร้าวต่อหรือไม่ ถ้าไม่ก็ถือว่าไม่อันตรายอาจจะแค่เกิดการบิดของผนังหรือเกิดจากการสะเทือนมาก เป็นต้น แต่ถ้ารอยร้าวกว้างและยาวมากขึ้นอาจจะสันนิษฐานได้ว่า โครงสร้างอาคารอาจจะกำลังทรุดตัว ดังภาพประกอบที่ 2.3

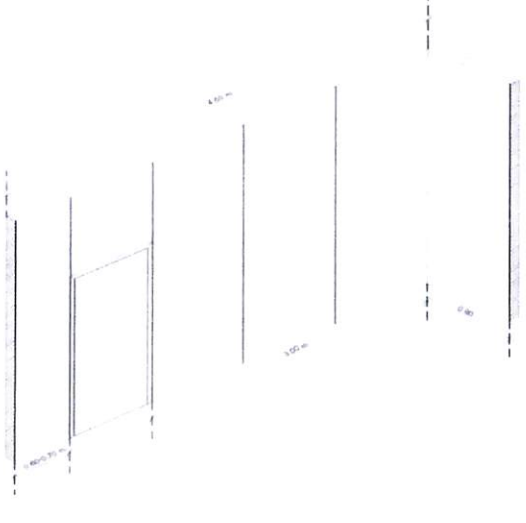


ภาพที่ประกอบที่ 2.3 แสดงรอยแตกแนวทแยงบนผนัง

ที่มา : ความรู้เรื่องบ้าน สืบค้นจาก www.forfur.com/แต่งบ้าน/รอยร้าวของผนัง-สัญญาณอันตรายหรือแค่เรื่องธรรมชาติ

2.5 การทดสอบความแข็งแรงของผนังตามมาตรฐาน BS5234

มาตรฐาน BS5234 เป็นมาตรฐานของประเทศอังกฤษ ในการกำหนดการทดสอบเพื่อแบ่งประเภทผนังตามการใช้งาน โดยทดสอบบนผนังที่มีขนาดตามมาตรฐาน ดังภาพประกอบที่ 2.4



ภาพประกอบที่ 2.4 แสดงผนังทดสอบตามมาตรฐาน BS5234

โดยในการทดสอบมีหลายวิธีซึ่งจะจำลองการใช้งานจริงของระบบผนัง มีการทดสอบทั้งสิ้น 7 การทดสอบ ดังนี้

2.5.1 Partition stiffness ความแข็งแรงของผนังในการรับแรงกดทับในแบบ Point load

2.5.2 Small hard body impact ความทนทานของผนังเมื่อถูกกระแทกโดยของแข็งขนาดเล็ก

2.5.3 Large soft body impact ความทนทานของผนังเมื่อถูกกระแทกด้วยวัสดุอ่อนนุ่มขนาดใหญ่

2.5.4 Door slamming ความทนทานของผนังต่อการ เปิด – ปิด ประตูซ้ำบ่อย ๆ

2.5.5 Crowd pressure ทดสอบการรับแรงของผนังในแบบกระจาย Load

2.5.6 Light weight anchorage ทดสอบการรับแรงแขวนของวัสดุ

2.5.7 Heavy weight anchorage ทดสอบการรับของ จากชั้นวางของ

โดยการทดสอบในหัวข้อที่ 2.5.1 ถึงหัวข้อที่ 2.5.4 จะแบ่งเกรดผนังเอาไว้ในแต่ละการทดสอบ เมื่อทดสอบครบทั้ง 4 การทดสอบ จะนำผลทั้งหมดมาประเมินเกรดของระบบผนังนั้น ๆ ส่วนการทดสอบที่เหลืออีก 3 การทดสอบนั้น จะเป็นเพียงการทดสอบเพื่อให้รู้ถึงสมรรถภาพของระบบผนังเท่านั้น การแบ่งเกรดผนังในมาตรฐาน BS5234 ได้ทำการแบ่งผนังต่าง ๆ ออกเป็น 4 ประเภทด้วยกัน ตามลักษณะการใช้งาน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการแบ่งเกรดผนังในมาตรฐาน BS5234

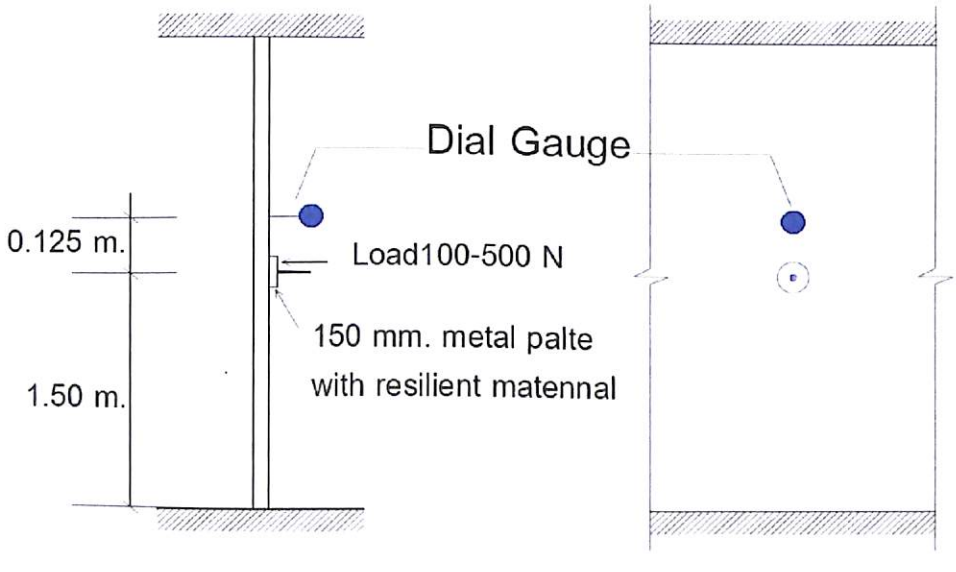
Grade	ลักษณะของผนัง	พื้นที่ใช้งาน
LIGHT DUTY (LD)	ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานอย่างเบา, มีคนอยู่น้อย โดยที่ผนังมีการดูแลอย่างดี มีการกระทบกระทั่งน้อย	ที่พักอาศัย, ตึกแถว, หอพัก, ห้องพักโรงแรม
MEDIUM DUTY (MD)	ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานปานกลาง มีการกระทบกระทั่งบ้าง แต่ยังมีการดูแลดีอยู่	สำนักงาน, ธนาคาร, อาคารพาณิ
HEAVY DUTY (HD)	ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานสาธารณะจากบุคคลต่าง ๆ ซึ่งมีการดูแลน้อย มีการใช้งานหนักพอควร	โรงงานอุตสาหกรรม, ห้องโถง, ช่องทางเดิน, หอประชุม
SEVERE DUTY (SD)	ใช้กั้นพื้นที่ที่มีการใช้งานแบบรุนแรงและไม่ปกติบ่อย ๆจากบุคคลจำนวนมาก	โรงงานอุตสาหกรรมหนัก, ที่จอดรถ,โรงกีฬาฯ

การทดสอบ

ในการทดสอบตามมาตรฐาน BS5234 นั้น จะต้องทำการติดตั้งผนังทดสอบตามข้อกำหนดของมาตรฐาน โดยมีส่วนสำคัญดังนี้

- ผนังทดสอบต้องยาวอย่างน้อย 4.50 เมตร และมีมุมผนังยื่นออกมาอย่างน้อย 0.90 เมตร
- ในผนังต้องมีวงกบประตูและบานประตูประกอบอยู่ด้วย โดยมีขนาดตามกำหนด
- ผนังทดสอบที่สร้างขึ้นจะต้องประกอบขึ้นในโครงสร้างที่มีความแข็งแรง

2.5.1 Partition Stiffness เป็นการทดสอบความสามารถของผนังในการทนทานต่อการที่คน หรือบันได เอียงมาพิงโดยไม่เกิดรอยร้าว หรือการเลื่อนของผนัง โดยจำลองให้ผนังได้รับ Load ในแนวนอน ซึ่งเป็น Point Load ในตำแหน่งที่กำหนด จากนั้นจึงทำการวัดค่า Max Deflection (การแอ่นตัวสูงสุด) Residual Deformation (การเสียรูปอย่างถาวร) และความเสียหายที่ผิว หรือโครงสร้างของผนัง ดังภาพประกอบที่ 2.5



ภาพประกอบที่ 2.5 แสดงการทดสอบ Partition Stiffness

โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

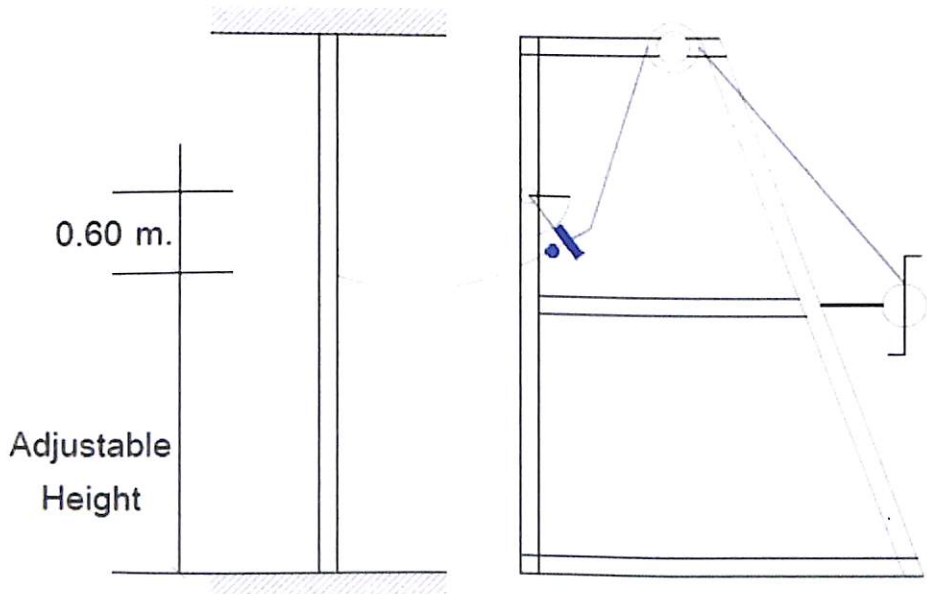
- ใส่ Preload 100 N ค้างไว้ 1 นาที
- ดึง Preload ออกทิ้งให้ผนังคืนตัว 1 นาที
- ปรับ Dial Gauge ให้อ่านต่อศูนย์
- ใส่ load 100 N. ค้างไว้ 2 นาที บันทึกค่า Deflection และความเสียหายที่เกิดขึ้น

- 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 หรืออย่างน้อย 1 ชม. แล้ววัดค่า Residual Deformation

2.5.2 Small Hard Body Impact เป็นการทดสอบความสามารถของผนังในการทานต่อความเสียหายที่เกิดจากการกระแทรก โดยวัสดุแข็งขนาดเล็ก ซึ่งจำลองมาจากการใช้งานจริง ที่ผนังอาจมีการกระแทรกจากวัสดุต่าง ๆ ในระหว่างการใช้งาน โดยในการทดสอบตุ้มกระแทรกทรงกลมขนาด 50 มม. หนัก 3 กก. จะถูกแกว่งให้มากระแทรกกับผิวผนัง ในแนวเกือบตั้งฉาก แล้วบันทึกความเสียหายที่เกิดขึ้น ดังภาพประกอบที่ 2.6



ภาพประกอบที่ 2.6 แสดงการทดสอบ Small Hard Body Impact

โดยในการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 การทดสอบย่อย ดังนี้

- Surface to Damage ทดสอบโดยใช้งานกระแทรกต่ำ เพื่อดูว่าผิวของผนังเกิดความเสียหายที่รุนแรงเกินกว่าจะซ่อมแซมได้หรือไม่

- Perforation ทดสอบโดยใช้พลังงานกระแทรกสูง เพื่อดูผิวของผนังจะถูกเจาะทะลุหรือไม่ โดยมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

- เลือกจุดทดสอบ 10 จุด โดยเลือกจุดที่ Critical ที่สุด (ทดสอบ - Surface Damage 10 จุด Perforation 10 จุด)

- จัดอุปกรณ์ให้ตุ้มกระแทกสัมผัสกับผิวผนังพอดี

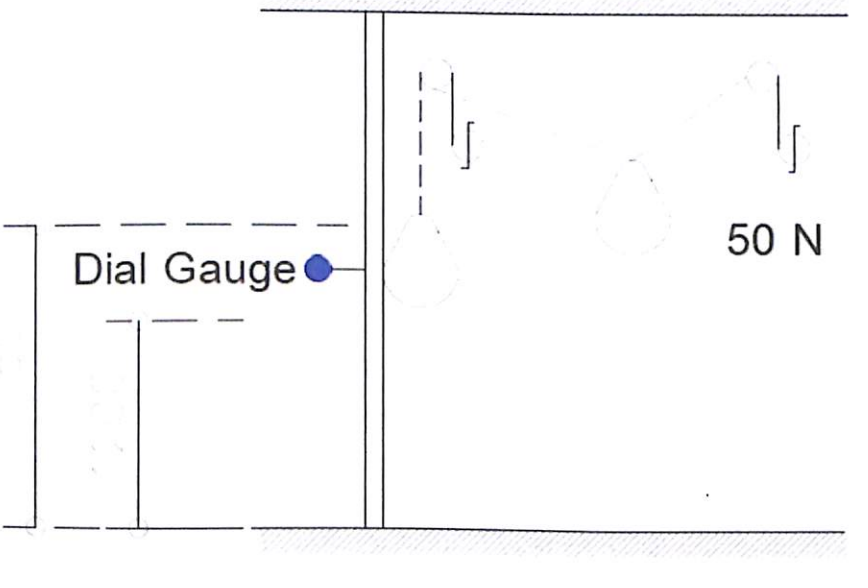
- ยกตุ้มกระแทกขึ้นตามองศาสวิงของเกรดผนังที่ต้องการทดสอบ

- ปล่อยตุ้มกระแทกให้แกว่งลงมากระแทกผนัง 1 ครั้ง (ห้ามกระแทกซ้ำ)

- ตรวจสอบและบันทึกความเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การเจาะทะลุ, ความลึก-ขนาดของร้อยกระแทกที่ผิวผนัง

- เลื่อนอุปกรณ์ทดสอบไปยังจุดอื่น ๆ ต่อไปจนครบ

2.5.3 Large Soft Body Impact เป็นการทดสอบความสามารถของผนังในการต้านทานต่อความเสียหายที่เกิดจากการกระแทก โดยวัตถุอ่อนนุ่มขนาดใหญ่ เปรียบได้กับการที่ผู้อาศัยมีการกระแทกเข้ากับผนังในการใช้งานจริง โดยในการทดสอบผนังจะถูกกระแทกด้วยถุงทรายขนาด 40 เซนติเมตร หนัก 50 กิโลกรัม ดังภาพประกอบที่ 2.7



ภาพประกอบที่ 2.7 แสดงการทดสอบ Large Soft Body Impact

ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 การทดสอบย่อย คือ

2.5.1.1 การทดสอบ Resistance to Damage ทดสอบโดยใช้พลังงานกระแทกต่ำกระแทกผนังเพียง 1 ครั้ง โดยผนังต้องไม่เกิดการเปลี่ยนรูป ถาวร (Permanent Deformation) เกิน 2 ม.ม. หรือเกิดความเสียหายใด ๆ ขึ้น

- เลือกจุดที่กระแทก 2 จุด ในช่วงความสูง 1.20 – 1.75 จากพื้น

- ยกถุงขึ้นตามความสูงของพลังงานกระแทกที่จะทดสอบ

- ปล่อยถุงให้ลงมากระแทก 1 ครั้ง (ห้ามกระแทกซ้ำ)

- ทิ้งผนังคืนตัว 5 นาที จึงวัดค่าการเปลี่ยนรูปแบบถาวร (Permanent Deformation) ของผนัง

- ทดสอบจุดที่ 2 ในแบบเดียวกัน

2.5.1.2 การทดสอบ Structural Damage ทดสอบโดยใช้พลังงานกระแทกสูง กระแทกผนังในจุดเดิม 3 ครั้ง โดยผนังต้องไม่เกิดการพังทลายลงมา โดยมีขั้นตอนการทดสอบ ดังนี้

- เลือกจุดที่กระแทก 2 จุด ในช่วงความสูง 1.20 – 1.75 ม. จากพื้น (ควรเป็นคนละจุดกับการทดสอบแรก)

- ยกถุงขึ้นตามความสูงของพลังการกระแทกที่ทดสอบ

- ปล่อยถุงให้ลงมากระแทก 3 ครั้ง

- ตรวจสอบและบันทึกความเสียหายที่เกิดขึ้น

- ทดสอบในจุดที่ 2 ในลักษณะเดียวกัน

ผลการทดสอบ

เมื่อทำการทดสอบเสร็จแล้ว จึงนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดเอาไว้ในแต่ละเกรดของผนัง ดังตารางที่ 2.2 และตารางที่ 2.3

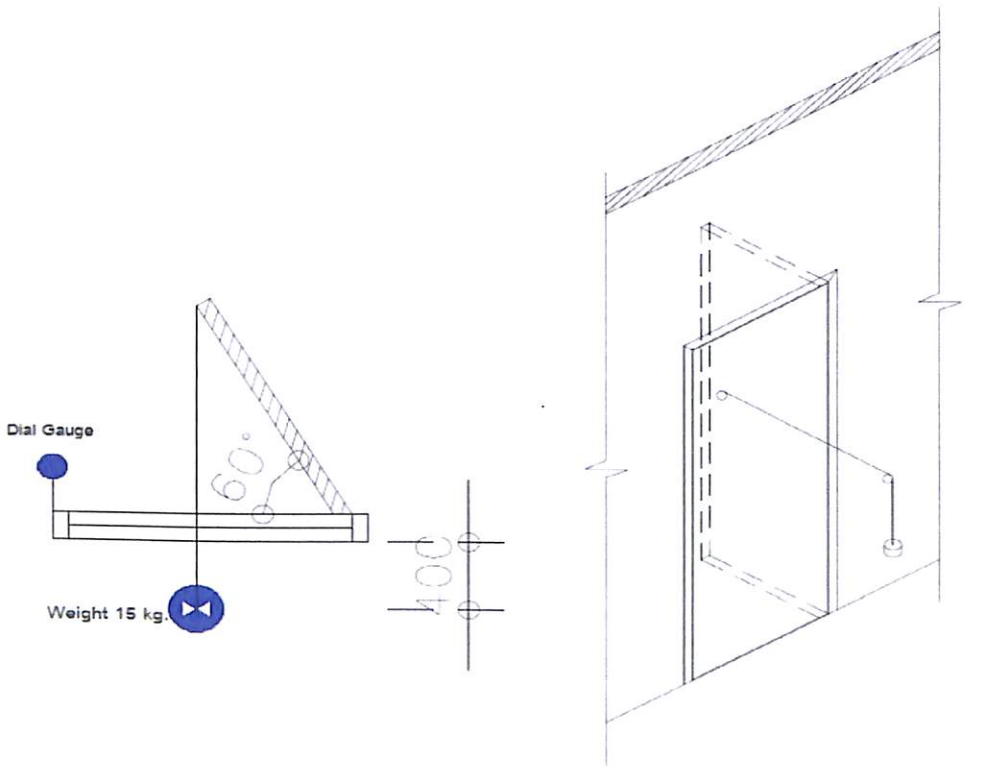
ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบผนัง

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 (Premont deformation) เกิน 2 มม. หรือเกิดความเสียหายใด ๆ	60 N.m.	122 mm.	ผนังไม่พังทลาย
MD	20 N.m.	41 mm.		60 N.m.	122 mm.	
HD	40 N.m.	82 mm.		120 N.m.	245 mm.	
SD	100 N.m.	204 mm.		120 N.m.		

ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบผนัง

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	

2.5.4 Door Slamming เป็นการทดสอบความสามารถของผนังในการทนทานต่อความเสียหายที่เกิดจากการกระแทก จากการ เปิด – ปิด ประตูซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง ซึ่งแรงกระแทกจะส่งผ่านวงกบประตูไปยังผนัง โดยความรุนแรงในการกระแทกจะขึ้นกับน้ำหนักบานประตูที่ใช้และจำนวนครั้งในการกระแทก ดังภาพประกอบที่ 2.8



ภาพประกอบที่ 2.8 แสดงการทดสอบ Door Slamming

ขั้นตอนการทดสอบ

- เปิดบานประตูทำมุม 60 องศา แล้วปล่อยบานประตูให้กระแทกกับวงกบ

- บันทึกค่าการเคลื่อนตัว (Residual displacement) Main test

- ปรับค่า Dial Gauge ให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์

- เปิดบานประตูให้ทำมุม 60 องศา แล้วปล่อยให้กระแทกวงกบ ตามจำนวนครั้งที่กำหนดเอาไว้ในแต่ละเกรดที่จะทดสอบ

- เมื่อครบจำนวนที่กำหนด ให้ตรวจสอบสภาพผนังโดยทั่วไป

- ปล่อยให้ผนังคืนตัว 5 นาที แล้ววัดค่า Residual displacement

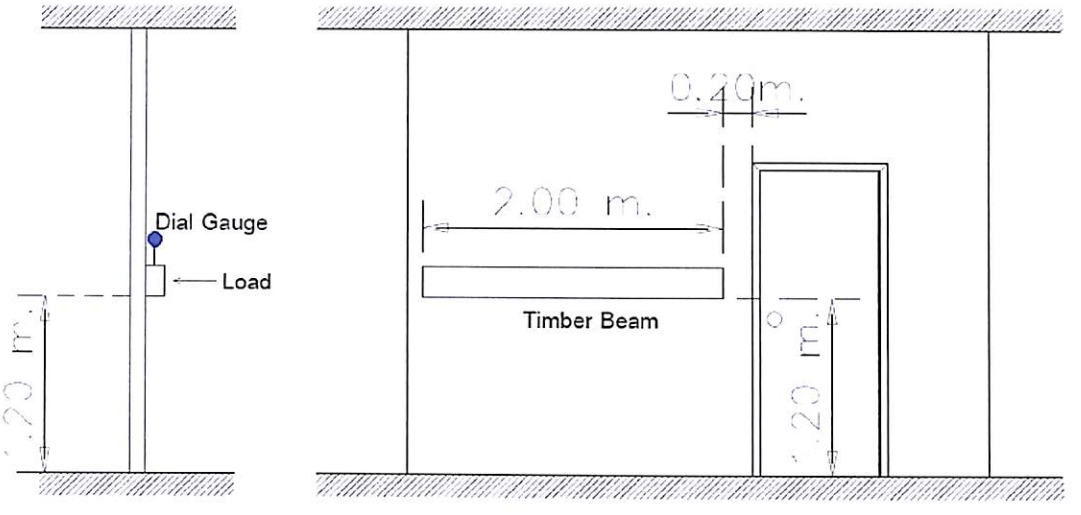
ผลการทดสอบ

เมื่อทำการทดสอบเสร็จแล้ว จึงนำผลการทดสอบที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ในผนังดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบผนัง

Grade	น้ำหนักบานประตู (KG.)	จำนวนครั้งในการเปิด – ปิด ประตู	Criteria for acceptance
LD	35 ± 0.5	20	- ผนังไม่มีความเสียหายหรือมีการหลุดออก
MD	35 ± 0.5	20	- 3mm. Max displacement ; (Persian test)
HD	60 ± 0.5	100	- 1 mm. Max displacement ; (Mail test)
SD	60 ± 0.5	100	

2.5.5 Crowd Pressure เป็นการทดสอบเพื่อหาความสามารถในการรับแรง Load แบบต่อเนื่อง ที่ถูกส่งผ่านท่อนไม้ยาว 2.5 เมตร โดยจะทดสอบเพื่อหา Load สูงสุดที่ผนังรับได้ โดยผนังไม่พังทลายลงมาหรือเกิดความเสียหายใด ๆ อันก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้อยู่อาศัย ดังภาพประกอบที่ 2.9

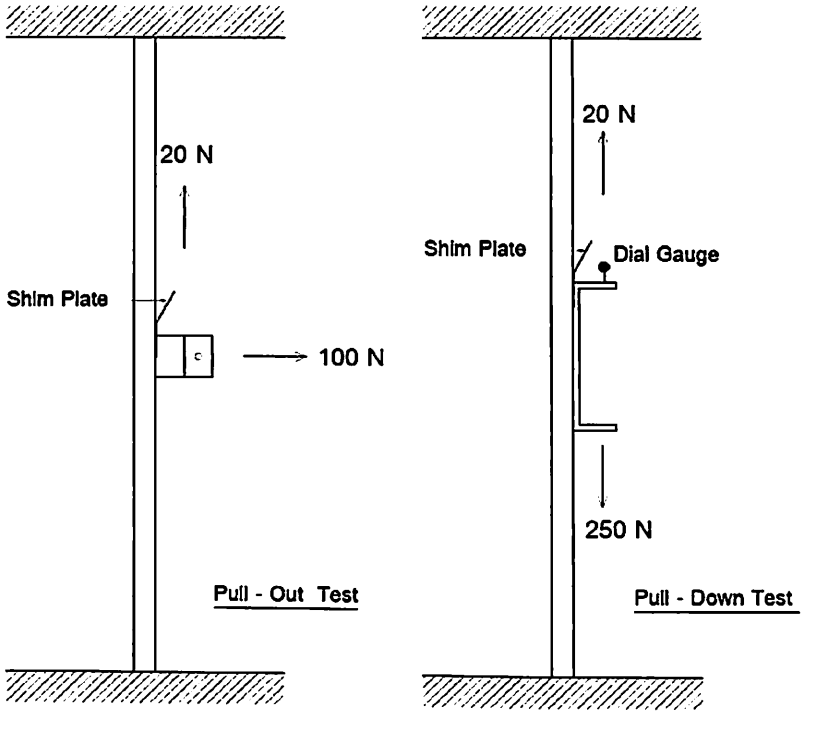


ภาพประกอบที่ 2.9 แสดงการทดสอบ Crowd Pressure

ขั้นตอนการทดสอบ

- ใส่ Preload ขนาด 200 N ในผนัง 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 Deflection ของผนัง
- เอา Load ออก ทิ้งให้ผนังคืนตัว 5 นาที แล้ววัดค่า Residual deformation ของผนัง

2.5.6 Light weight anchorage เป็นการทดสอบเพื่อหาความสามารถในการรับ Load ณ จุดที่แขวนอุปกรณ์ติดยึด (Anchorage point) โดยเป็นการทดสอบจุดแขวนที่อุปกรณ์ยึดตัวเดียว ดังภาพประกอบที่ 2.10



ภาพประกอบที่ 2.10 แสดงการทดสอบ Light Weight Anchorage

โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- Pull – Out Test ทดสอบใส่ Load ผ่าน Bracket ในแนวแกนของอุปกรณ์ติดยึด หรือดึงออกในแนวตั้งฉากกับผนังนั่นเอง โดยในการทดสอบจะมีแผ่นเหล็กบาง ๆ ที่เรียกว่า Shim Plate สอดอยู่ระหว่างผิวผนังและ Bracket โดยแผ่นเหล็กนี้ จะถูกดึงขึ้นในแนวตั้งด้วยแรงขนาด 20 N ตลอดการทดสอบ ซึ่งจะหยุดการทดสอบต่อเนื่องเมื่อ Shim plate หลุดออก และค่าที่อ่านได้จะเป็น Load ที่ผนังสามารถรับได้

- Pull – down Test ทดสอบคล้ายการ ทดสอบ Pull – Out Test เพียงแต่ทิศทางในการใส่ Load ให้กับ Bracket เป็นทิศทางดึงลง โดยจะหยุดการทดสอบต่อเมื่อ Shim Plate หลุดออก หรือ Bracket มีการเคลื่อนไว้เกิน 2 มิลลิเมตร

ขั้นตอนการทดสอบ

- ใส่ Load 20 N ในแนวตั้ง (ดึงขึ้น) ให้กับ Shim plate

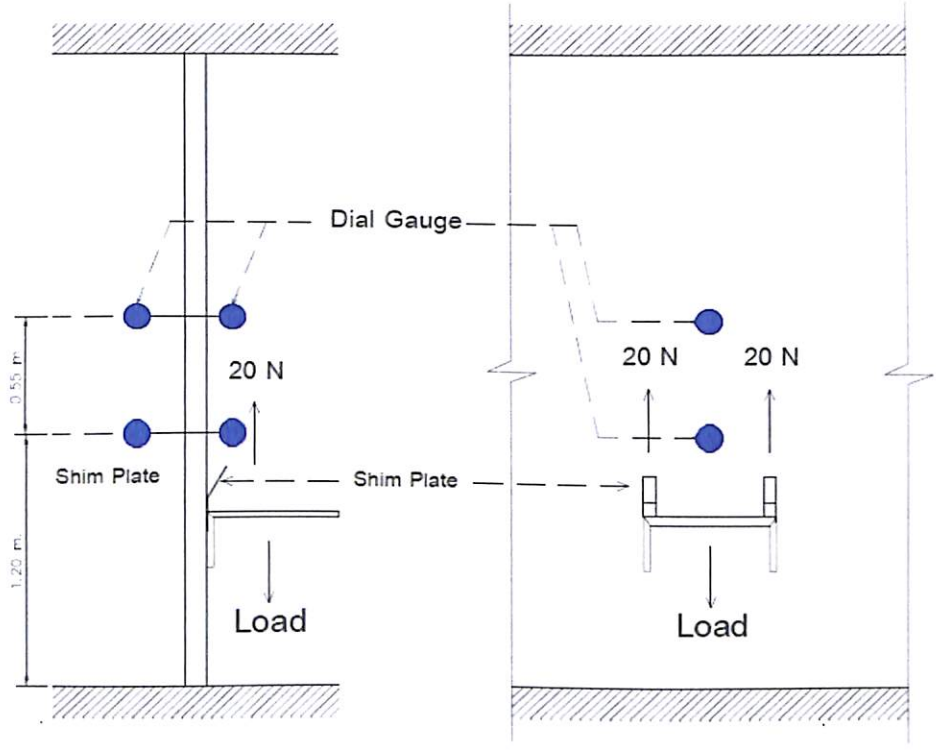
- ใส่ Load ให้กับ Bracket ในทิศทางที่กำหนด สำหรับแต่ละการทดสอบ

- เมื่อ Shim Plate หลุดออก (หรือ Deflection เกิด 2 มิลลิเมตร สำหรับ Pull – Down ให้หยุดการทดสอบ)

- บันทึกการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่เกิดขึ้น และค่า Load ที่ผนังรับได้ในแต่ละการทดสอบ

2.5.7 Heavy Weight Anchorage เป็นการทดสอบเพื่อหาความสามารถของผนังในการรับ Load (ดึงลง) ที่ใส่ผ่าน Bracket คู่ ซึ่งติดอยู่กับ frame ขนาดแตกต่างกัน โดยจะต้องทดสอบ Light Weight ตรงที่มีการติดอุปกรณ์ติดยึด (Anchorage) 4 จุด ในแต่ละการทดสอบแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

Wash Basin จำลองการรับ Load ของผนัง ผ่าน Frame ที่ออกแบบมาเพื่อรับอ่างล้างหน้าหรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง และ Wall Cupboard จำลองการรับแรง load ของผนังที่ ผ่าน Frame ที่ออกแบบมารองรับการแขวนตู้ใส่ถ้วยชามหรืออุปกรณ์อื่นที่คล้ายกัน ดังภาพประกอบที่ 2.11



ภาพประกอบที่ 2.11 แสดงการทดสอบ Heavy Weight Anchorage

ขั้นตอนการทดสอบ

- 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 Constants Load ตามค่าที่ต้องการ ค้างไว้ 1 นาที
- ทดสอบต่อไป เพื่อหา Load สูงสุดที่รับได้ โดยจะหยุดการทดสอบเมื่อ Shim Plate หลุด

2.6 สรุปท้ายบท

ในการฉาบปูนเรียบบนผนัง ควรมีความหนารวมวัสดุก่อไม่เกิน 10 เซนติเมตร หากมากกว่านั้น สามารถบ่งบอกได้ว่าอาจเกิดการแตกร้าวได้ในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านทิศตะวันตกของตัวอาคาร ซึ่งรับความร้อนจากแดดในช่วงบ่ายเป็นแดดที่ร้อนจัด จะเห็นได้ชัดเจนว่าผนังฝั่งนี้จะแตกร้าวได้ง่ายกว่า ส่วนรอยร้าวที่เกิดจากการไม่มีเสาเอ็น และทับหลัง เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่เกิดขึ้นบ่อยกับบ้านหรืออาคาร เกิดจากผู้รับเหมาที่ค่อนข้างไม่มีทักษะมากพอ เนื่องจากผนังที่เป็นแผงทึบหรือมีประตู หน้าต่าง จำเป็นต้องมีเสาเอ็นและทับหลัง เพื่อให้ผูกเหล็กเสียบเหล็กกับพื้น เสา และเทคอนกรีตให้แข็งแรงระหว่างตั้งวงกบหรือกำลังก่ออิฐ รวมถึงการที่ช่างไม่เสียบเหล็กหนวดกุ้งก็มีผลทำให้เกิดรอยร้าวได้เช่นกัน (OK Nation Blog รอยแตกร้าวที่อันตราย และไม่อันตราย, ออนไลน์) สาเหตุหลักของปัญหาการแตกร้าวจากปูนฉาบ มักเกิดจากโครงสร้างและผนังอาคารมีการเคลื่อนตัวตลอดจนการฉาบผนังไม่ได้คุณภาพอัตราส่วนในการผสมของซีเมนต์ และทรายไม่คงที่เกิดปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่าง กลางวัน กับกลางคืน (ร้อน - เย็น) ที่เรียกว่าการยืดหดตัวไม่เท่ากันของไม้วงกบประตู หน้าต่างกับผนังปูนทำให้การแตกร้าวเกิดขึ้นได้ (TOA ปัญหาการแตกร้าวของปูนฉาบ, ออนไลน์) รอยร้าวแนวดิ่งข้างเสาจัดอยู่ในรอยร้าวประเภทไม่เป็นอันตราย มีลักษณะการร้าวริมผนังลึกขนานใกล้กับแนวเสา โดยจะมีความลึกประมาณความหนาของบัตรเครดิต มีสาเหตุมาจากการไม่เสียบเหล็กหนวดกุ้งในการเชื่อมผนังเข้ากับเสา เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ปูนจะเกิดการยืดหดตัว จึงทำให้เกิดรอยร้าวตามแนวรอยต่อขึ้น (SCG รอบรู้เรื่องบ้าน, ออนไลน์) ซึ่งผลการวิเคราะห์ในรายละเอียดต่าง ๆ และการทดสอบผนังฉาบปูนเรียบบล็อกประสานมวลเบาเพื่อนำไปสู่การกำหนดลักษณะของผนัง และพื้นที่ใช้งานที่เหมาะสม ผู้ศึกษาจะกล่าวในบทต่อไป