

บทที่ 3

กรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

3.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเสาเข็มเจาะ

ขั้นตอนทำเสาเข็มเจาะ

งานรากฐานเป็นปัจจัยหลักหรือหัวใจสำคัญของงานก่อสร้าง ดังนั้นเราจะต้องทำความเข้าใจ ขบวนการที่เป็นมาตรฐาน เจ้าของบ้านหรือโครงการที่ไม่มีความรู้ สามารถศึกษาให้รู้ทันเทคโนโลยี ในการดำเนินการก่อสร้าง หรือผลิตเสาเข็มเจาะหน้างานก่อสร้างนั้น จะมีขบวนการที่เป็นมาตรฐานอยู่ ทั้งหมด 8 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนผู้รับผิดชอบที่เป็นวิศวกรจะเป็นผู้ควบคุมดูแลให้ได้มาตรฐาน เริ่มต้นตั้งแต่การเลือกสรรเครื่องมือ การตอก การเจาะ การเท ตลอดจนการตรวจสอบงาน ซึ่งจะมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

เข็มเจาะขั้นตอนที่ 1 เตรียมอุปกรณ์เครื่องมือเข้าสู่ศูนย์กลางเสาเข็มเจาะ

ทำการปรับ 3 ขา ให้ได้ระดับศูนย์กลางของเสาเข็ม พร้อมตรวจสอบความถูกต้อง หลังจากนั้น ยึดแท่นเครื่องมือให้แน่น และใช้กระเช้าเจาะนำเป็นรูลึกประมาณ 1 เมตร

เข็มเจาะขั้นตอนที่ 2 ตอกปลอกเหล็กเป็นการชั่วคราว

2.1 การตอกปลอกเหล็ก ขนาดและความยาว จะต้องมีส่วนศูนย์กลาง 35 ซม 40 ซม 50 ซม 60 ซม ตามลำดับ โดยให้เสาเข็มเจาะ แต่ละท่อน มีความยาวประมาณ 1 เมตร ต่อกันด้วยระบบเกลียวในการทำงานจะตอกปลอกเหล็กผ่านชั้นดินอ่อน ซึ่งอยู่ด้านบนจนกระทั่งถึงชั้นดินแข็งปานกลาง เพื่อเป็นการป้องกัน การเคลื่อนพังของผนังรูเจาะในชั้นดินอ่อนและป้องกันน้ำ ใต้ดินไม่ให้ไหลซึมเข้าไปในรูเจาะ เพราะจะเป็นผลให้คุณภาพของคอนกรีตที่ผสมไม่ดีเท่าที่ควร

2.2 ควบคุมบังคับตำแหน่งให้ถูกต้อง และให้อยู่ในแนวตั้ง โดยในการทำงาน การตอกปลอกเหล็กชั่วคราวลงไปแต่ละท่อนจะต้องตรวจสอบตำแหน่งศูนย์กลางของเสาเข็ม ตลอดจนแนวตั้งอยู่เสมอ เพื่อเป็นการป้องกันมิให้เข็มเจาะเอียง ไม่ตรง

ค่ามาตรฐาน ความเบี่ยงเบนที่อนุญาต

- ความเบี่ยงเบนแนวราบ 5 เซนติเมตร สำหรับเสาเข็มเดี่ยว
- ความเบี่ยงเบนแนวราบ 7 เซนติเมตร สำหรับเสาเข็มกลุ่ม
- ความเบี่ยงเบนแนวตั้ง 1 : 100 โดยรวม

เข็มเจาะขั้นตอนที่ 3 การเจาะเสาเข็ม

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้เจาะ ในช่วงดินอ่อนจะใช้กระเช้าชนิดมีลื่นที่ปลายเก็บดิน โดยใช้ น้ำหนักของตัวเอง เมื่อกระเช้าถูกทิ้งไปในรูเจาะดินจะถูกอัดให้เข้าไปอยู่ในกระเช้าและจะไม่ หลุดออกเพราะมีลื่นกั้นอยู่ในเวลาขุดขึ้นมา ทำซ้ำกันเรื่อย ๆ จนดินถูกอัดเต็มกระเช้าจึงนำมาเทออก การเจาะจะดำเนินไปจนกระทั่งถึงชั้นดินแข็งปานกลาง จึงเปลี่ยนมาใช้กระเช้าชนิดไม่มีลื่นที่ปลาย เก็บต่อไปจนได้ความลึกที่ต้องการ

3.2 การเจาะเสาเข็ม จะต้องตรวจสอบการเคลื่อนตัวของดินในชั้นที่ไม่มีปลอกเหล็ก ชั่วคราว ในระหว่างการเจาะเอาดินขึ้น จะหมั่นตรวจสอบว่าผนังดินพังหรือยุบเข้าหรือไม่ อย่างไร โดยสามารถดูจากชนิดของดินซึ่งเก็บขึ้นมา ซึ่งควรจะต้องสอดคล้องกับความลึกและคล้ายคลึงกับ เข็มต้นแรก ๆ แต่ถ้าเราตรวจสอบพบว่าดินเกิดเคลื่อนพังจะรีบแก้ไขในทันที โดยตอกปลอกเหล็ก ชั่วคราวให้ลึกลงเข้าไปอีก

เข็มเจาะขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนตรวจสอบรูเจาะ ก่อนการใส่เหล็กเสริม

4.1 ตรวจวัดความลึก โดยวัดจากความยาวของสายสลิงรวมกับความยาวของกระเช้าตัด ดิน

4.2 ตรวจสอบกันหลุม โดยใช้สปอร์ตไต้ที่ส่องดูกันหลุมว่ามีการยุบเข้ามีน้ำซึมหรือไม่ กรณีที่มีน้ำซึมที่บริเวณกันหลุมจะเทคอนกรีตแห้งลงไปประมาณ 50 ซม. และกระทุ้งให้แน่นด้วย ค้อนเหล็ก จากนั้นใช้ปูนทราย 1:1.5 เทลงไปประมาณ 30-50 ซม. ก่อนใส่เหล็กเสริม (ในกรณีที่มี น้ำซึมกันหลุม)

เข็มเจาะขั้นตอนที่ 5 การใส่เหล็กเสริม

5.1 ประเภทชนิดของเหล็กเสริม ส่วนเหล็กเส้นกลมตาม มอก. 20-2524 (SR-24) ส่วน เหล็กเส้นข้ออ้อยตาม มอก.24-2524 (SD-30)

5.2 ขนาดและปริมาณเหล็กเสริม โดยการต่อเหล็ก จะใช้วิธีการต่อทาบไม่น้อยกว่า 40 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางและใช้ลวดผูกเหล็กผูกบิดให้แน่น

5.3 ขั้นตอนใส่เหล็กเสริม ให้หย่อนกรงเหล็กให้อยู่ตรงกลางของรูเจาะจนถึงระดับที่ ต้องการ และยึดให้แน่นหนา เพื่อที่ขณะเทคอนกรีตกรงเหล็กจะไม่ขยับเขยื้อน

เข็มเจาะขั้นตอนที่ 6 วิธีการเทคอนกรีต

6.1 คอนกรีตที่ใช้จะต้องเป็นคอนกรีตผสมหน้างาน หรือคอนกรีตผสมเสร็จ (READY MIX) ที่มีกำลังอัดประลัยที่ 28 วัน เมื่อทดสอบโดยแท่งทรงกระบอกขนาด 15 x 30 ซม. (cylinder) ไม่น้อยกว่า 210 กก/ซม³ ซีเมนต์ที่ใช้เป็นซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1 และใช้ความยุบของคอนกรีตประมาณ 8-12 ซม. เพื่อให้คอนกรีตเกิดการอัดแน่นด้วยตัวเองเมื่อเทลงรูเจาะไปแล้ว

6.2 วิธีเทคอนกรีต เมื่อรูเจาะได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เทคอนกรีตได้ จะรีบทำการเทคอนกรีตทันทีเพื่อไม่ให้รูเจาะอ่อนตัวหรือกระทบความชื้นในอากาศนานเกินไปจนสูญเสียแรงเฉือนได้ การเทคอนกรีตจะเทผ่านกรวย ปลายกรวยเป็นท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. ยาว 3.0 เมตร คอนกรีตจะหล่นลงตรง ๆ โดยไม่ปะทะผนังรูเจาะหรือกรงเหล็กจะช่วยลดการแยกตัวของคอนกรีต

6.3 ขั้นตอน วิธีทำให้คอนกรีตแน่นมากยิ่งขึ้น เมื่อทำการเทคอนกรีตถึงระดับ -5.00 ถึง -3.00 จาระดับดินปัจจุบันจะทำการอัดลมเพื่อให้คอนกรีตอัดตัวแน่นมากขึ้น

เข็มเจาะขั้นตอนที่ 7 ถอดปลอกเหล็กชั่วคราว

เมื่อเทคอนกรีตให้มีระดับสูงกว่าปลอกเหล็กชั่วคราวพอสมควรแล้ว จึงจะเริ่มถอดปลอกเหล็กขึ้น โดยปกติขณะถอดปลอกเหล็กจะต้องให้มีคอนกรีตอยู่ภายในปลอกเหล็กไม่น้อยกว่า 3 เมตร เพื่อเป็นการป้องกันมิให้ชั้นดินอ่อนบีบตัว ก็จะทำให้ขนาดเสาเข็มเจาะเปลี่ยนไป และเป็นการป้องกันมิให้น้ำใต้ดินไหลซึมเข้ามาในรูเจาะก่อนที่จะถอดปลอกเหล็กชั่วคราวออกหมด จะต้องเติมคอนกรีตให้มีประมาณเพียงพอและเผื่อคอนกรีตให้สูงกว่าระดับที่ต้องการประมาณ 30-75 ซม. ในกรณีที่หัวเสาเข็มอยู่ต่ำกว่าระดับดินปัจจุบัน เพื่อป้องกันมิให้หัวเข็มที่ระดับที่ต้องการสกรปรกเนื่องจากวัสดุหรือเศษดินร่วงหล่นลงไปภายหลังการถอดปลอกเหล็กออกหมดแล้วนั่นเอง

เข็มเจาะขั้นตอนที่ 8 บันทึกรายงาน หรือREPORTเสาเข็ม

บันทึกรายงานการทำเสาเข็มเจาะ

1. หมายเลขบ่งกำกับเสาเข็มแต่ละต้น
2. วันเวลาที่เจาะ ตลอดจนเวลาแล้วเสร็จ เวลาเริ่มเทคอนกรีต เวลาถอนท่อเหล็กชั่วคราวจนแล้วเสร็จ
3. ระดับดิน ระดับตัดหัวเข็ม ระดับความลึกปลายเสาเข็ม ความยาวของท่อเหล็ก ปลอกชั่วคราว
4. ความคลาดเคลื่อนของศูนย์เข็ม และระยะเบี่ยงเบนของเสาเข็มในแนวตั้ง
5. รายละเอียดของชั้นดินที่เจาะลงไป
6. รายงานเหล็กเสริมในเสาเข็ม และปริมาณคอนกรีต

7. อุปสรรคที่เกิดขึ้น หรือเหตุผิดปกติต่าง ๆ

8. ค่าวินิจฉัย สั่งการ ของเจ้าหน้าที่อาคาร , วิศวกรผู้ออกแบบ , ผู้ควบคุมงานของเสาเข็มแต่ละต้น

3.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับคานคอนกรีตเสริมเหล็ก

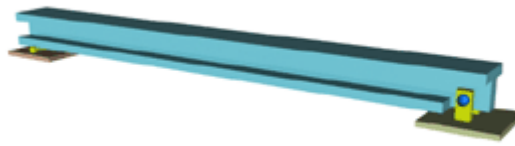
3.2.1 ประเภทของคาน

3.2.1.1 คานประเภทดีเทอร์มิเนต (Determinate Beam)

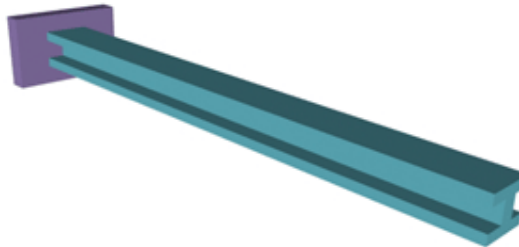
เป็นคานที่เราสามารถหาค่าแรงปฏิกิริยาที่ไม่รู้ค่าได้โดยใช้สมการของการสมดุลย์

$$(\sum M = 0 \text{ และ } \sum F_y = 0)$$

ก็สามารถหาค่าได้ซึ่งคานประเภทนี้ ได้แก่ คานที่จุดรองรับแบบง่าย (Simple Support) คานปลายยื่น (Cantilever Beam) และคานแขวน(Overhanging Beam)



รูปที่ 3.1 คานที่จุดรองรับแบบง่าย (Simple Support)



รูปที่ 3.2 คานปลายยื่น (Cantilever Beam)



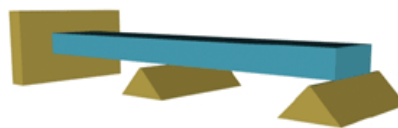
รูปที่ 3.3 คานแขวน (Overhanging Beam)

3.2.1.2 คานประเภทอินดีเทอร์มิเนต (Indeterminate Beam)

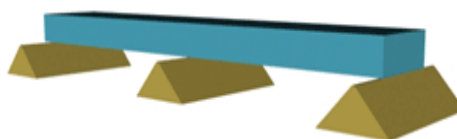
เป็นคานประเภทที่เราไม่สามารถหาค่าแรงปฏิกิริยาของคานได้จากการใช้สมการของการสมดุล แต่สามารถหาได้จากการใช้ทฤษฎีของสามโมเมนต์ (Three Moment) หรือใช้วิธีการหาแรงปฏิกิริยาจากค่าของระยะโค้งและมุมลาดชันของคานแล้วนำไปสู่ค่าของแรงปฏิกิริยาของคาน ซึ่งคานประเภทนี้ ได้แก่ คานที่มีจุดยึดทั้งสองข้าง (Double End Fixed) หรือ คานปลายยื่นแต่มีจุดรับที่ปลายยื่น (Restrained Beam) และคานต่อเนื่อง (Continuous Beam)



รูปที่ 3.4 คานปลายยื่นแต่มีจุดรับที่ปลายยื่น (Restrained Beam)



รูปที่ 3.5 คานปลายยื่นแต่มีจุดรับที่ปลาย 2 จุด (Restrained Beam)



คานต่อเนื่อง (Continuous Beam)



คานที่มีจุดยึดทั้งสองข้าง (Double End Fixed)

รูปที่ 3.6 แสดงรูปของ คานประเภทอินดีเทอร์มิเนต (Indeterminate Beam)

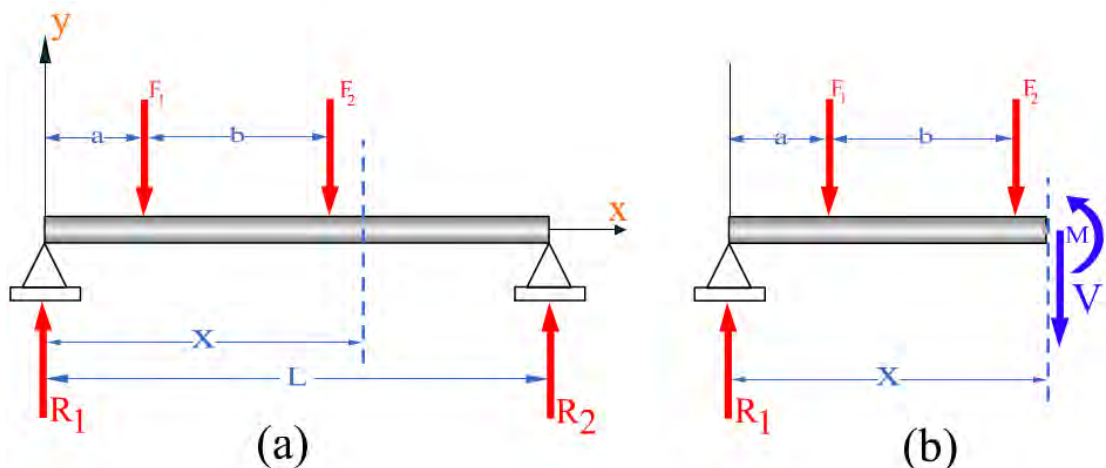
แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดภายในคาน

แรงเฉือน (Shearing Force) คือ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงกระทำภายนอกผ่านจุดศูนย์กลางถ่วงที่หน้าตัดใดๆ ของคาน(ระยะ X)

จากปลายคานด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งในที่นี้กำหนดให้ V แทนแรงเฉือน

โมเมนต์ดัด (Bending Moment) คือ ผลรวม โมเมนต์ทางพีชคณิตของแรงภายนอกรอบแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลางถ่วงในระนาบที่หน้า

ตัดใดๆ ของคานจากปลายคานด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งในที่นี้กำหนดให้ M แทน โมเมนต์ดัด



รูปที่ 3.7 แสดงผลรวมทางพีชคณิตที่กระทำผ่านจุดศูนย์กลางถ่วงที่หน้าตัดใด ๆ ของคาน

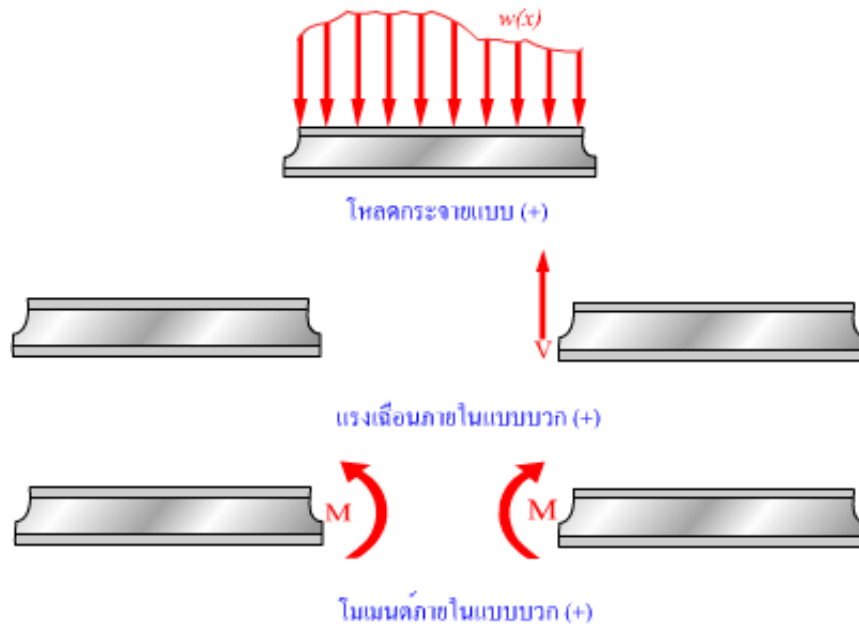
การที่จะเลือกคิดแรงบนด้านใดของภาคตัดนั้นขึ้นอยู่กับความสะดวกแต่ไม่ว่าจะคิดจากด้านใดค่าที่ได้จะต้องเท่ากันแต่โดย

ส่วนใหญ่แล้วตามตำราต่าง ๆ จะคิดจากทางซ้ายมือ ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาแล้วนำไปใช้ชุดฝึกนี้จะใช้วิธีการวิเคราะห์จากทางซ้ายมือเป็นหลัก

การกำหนดเครื่องหมายของภาระที่กระทำต่อคาน

การกำหนดเครื่องหมายของภาระที่กระทำต่อคานสามารถทำได้ดังนี้

1. ภาระที่กระจายลงบนคานเรากำหนดให้เป็นบวก
2. แรงเฉือนภายในของหน้าตัดคาน ที่ทำให้แรงเฉือนเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกามีค่าเป็นบวก
3. โมเมนต์ภายในที่ทำให้คานโก่งลงมีค่าเป็นบวก



รูปที่ 3.8 แสดงการกำหนดเครื่องหมายของภาระที่กระทำต่อคาน

ไดอะแกรมของแรงเฉือนและไดอะแกรมของโมเมนต์ตัด

1. ไดอะแกรมของแรงเฉือน (Shearing Force Diagram) เขียนย่อว่า SFD

คือ แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนกับความยาวของคาน โดยมีจุดซ้ายมือของคานเป็นจุดเริ่มต้น

ค่าทางแกน X จะเป็นระยะที่วัดไปตามความยาวของคานนั้น ตั้งแต่ทางด้านซ้ายมือจนถึงทางด้านขวามือสุดของคานนั้น

และค่าทางแกน Y จะเป็นค่าของแรงเฉือนในแนวตั้งที่หน้าตัดใด ๆ ของคานนั้น

2. ไดอะแกรมของโมเมนต์ตัด (Bending Moment Diagram) เขียนย่อว่า BMD

คือ แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ตัดกับความยาวของคานนั้น โดยมีจุดซ้ายมือสุดของคานเป็นจุด

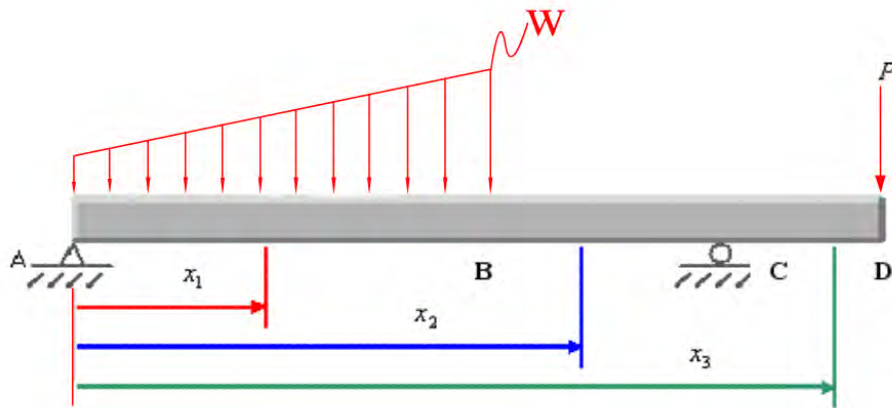
เริ่มต้นค่าทางแกน X จะเป็นระยะที่วัดไปตามความยาวของคานานั้น ตั้งแต่ทางด้านซ้ายมือจนถึงทางด้านขวามือสุดของคานานั้นและค่าทางแกน Y จะเป็นค่าของโมเมนต์ดัดที่หน้าตัดใด ๆ ของคานานั้น

ขั้นตอนการวิเคราะห์

เนื่องจากคานาจะถูกพิจารณาในชิ้นส่วนของโครงสร้างว่ามีความสำคัญมาก ยกตัวอย่างเช่น ข้อต่อยานยนต์ ชิ้นส่วนที่ใช้รองรับพื้นขององค์อาคาร พื้นของสะพาน ส่วนปีกของเครื่องบิน เป็นต้น เมื่อคานาเหล่านั้น มีแรงหรือภาระมากระทำ จะทำให้คานาเกิดแรงเฉือนภายในและโมเมนต์ดัด โดยทั่วไปแล้วจะแปรค่าไปตามแนวแกนของคานา ในการออกแบบโครงสร้างจำเป็นต้องมีการหาแรงเฉือนและโมเมนต์มากที่สุดภายในคานา วิธีการหาในชุดฝึกอบรมการตัดด้วยระบบฝึกตามความสามารถนี้ จะใช้วิธีการแสดง V และ M เป็นฟังก์ชันของตำแหน่ง x ใดๆ ตามแนวแกนของคานาฟังก์ชันของแรงเฉือนและฟังก์ชันของโมเมนต์ดัดนี้สามารถวาดและแทน โดยกราฟที่เรียกว่า

- ไดอะแกรมแรงเฉือน (Shear Force Diagram)
- ไดอะแกรมโมเมนต์ดัด (Bending Moment Diagram)

ซึ่งความหมายของผังแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด ได้อธิบายไว้ในตอนต้นแล้วเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจจะใช้รูปประกอบการอธิบายดังนี้



รูปที่ 3.9 การหาแรงเฉือนและโมเมนต์คัตในคาน

การหาแรงเฉือนและโมเมนต์คัตในคาน จะใช้วิธีภาคตัด (Section) เพื่อหาแรงเฉือน V และโมเมนต์คัต M ณ จุดที่ต้องการทราบ โดยกำหนดภาคตัดที่ระยะ x ใดๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีหลักการหรือแนวความคิดไปแนวทางเดียวกันกับ ชุดฝึกอบรมการตัดด้วยระบบฝึกตาม

ความสามารถนี้ จะเริ่มคิดจากด้านซ้ายมือของคาน และเครื่องหมายให้ใช้ตามหัวข้อที่เรียนมาแล้ว อย่างไรก็ตามฟังก์ชันแรงเฉือนและโมเมนต์คัตที่ได้จะเป็นฟังก์ชันของ x ซึ่งเป็นแบบไม่ต่อเนื่องกัน หรือมีความชันในลักษณะที่ไม่ต่อเนื่องกัน (คลิกที่นี่ เพื่ออธิบาย) ฉะนั้น ฟังก์ชันแรงเฉือนและโมเมนต์คัตจะหาโดยโดยการแบ่งออกตามแนวแกนของคาน ตามพิภคดังรูปที่

1.5 ระยะ x_1 x_2 และ x_3 เพื่อที่จะใช้อธิบายการแปรค่าของ V และ M ตลอดความยาวคาน ระยะดังกล่าวนี้จะใช้ได้เฉพาะในขอบเขตดังนี้

$A \rightarrow B$ คือ x_1

$B \rightarrow C$ คือ x_2

$C \rightarrow D$ คือ x_3

โดยทั่วไปแล้ว ตำแหน่งรับแรงเฉือนและโมเมนต์คัตโมเมนต์คัตสูงสุดจะเกิดขึ้นดังนี้

ตำแหน่งรับแรงเฉือนสูงสุดในการหาค่าและตำแหน่งของแรงเฉือนสูงสุดนั้นจะต้องสร้างไดอะแกรมของแรงเฉือน ทั้งนี้เพราะไม่มีวิธีใดที่จะบอกได้ว่าแรงเฉือนสูงสุดที่เกิดขึ้นจะเกิด ณ ที่ใดของคาน แต่โดยทั่ว ๆ ไปแล้วมักจะเกิดขึ้นที่บริเวณจุดรองรับของคานเป็นส่วนใหญ่

ตำแหน่งรับโมเมนต์คัตสูงสุด ในการที่จะหาความเค้นคัตในคานจำเป็นที่จะต้องหาค่าโมเมนต์คัตที่มีขนาดสูงสุด (ค่าเป็นบวกหรือลบมากที่สุด) ตำแหน่งที่ขนาดของโมเมนต์คัตสูงสุดอาจจะหาได้โดยใช้ข้อสังเกตดังต่อไปนี้

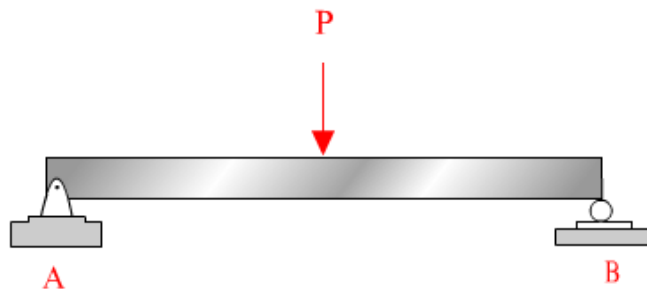
1. ค่าโมเมนต์ตัดสูงสุดจะเกิดขึ้น ณ ตำแหน่งที่มีค่าของแรงเฉือนเปลี่ยนจากบวกมาเป็นลบ
2. ค่าโมเมนต์ตัดสูงสุดจะเกิดขึ้น ณ ตำแหน่งที่มีค่าของแรงเฉือนเปลี่ยนจากลบมาเป็นบวก
3. ในกรณีที่สมการของโมเมนต์ตัดเป็นฟังก์ชันต่อเนื่องของ x ตลอดทั้งคาน ค่าโมเมนต์ตัดสูงสุดและโมเมนต์

$$\text{ตัดต่ำสุดจะเกิดเมื่อ } V=0 \left[\frac{dM}{dx} = 0 \right]$$

4. ในกรณีที่มีแรงกระทำเป็นจุดอยู่ด้วย ขนาดสูงสุดของโมเมนต์ตัดจะเกิดขึ้น ณ ที่ใดที่หนึ่งของแรงที่กระทำเป็นจุด ทั้งนี้ยกเว้นคานแบบยื่น
5. ขนาดสูงสุดของโมเมนต์ตัดในคานแบบยื่น จะเกิดที่ปลายของคานซึ่งถูกยึดแน่น

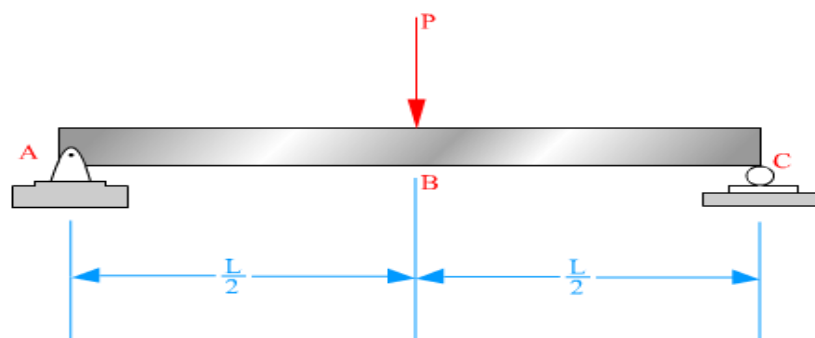
ตัวอย่างการวิเคราะห์

แรงหรือภาระที่กระทำเป็นจุด (Concentrated Load or Point Load)



- ขั้นตอนในการหาแรงเฉือนและโมเมนต์ในคาน

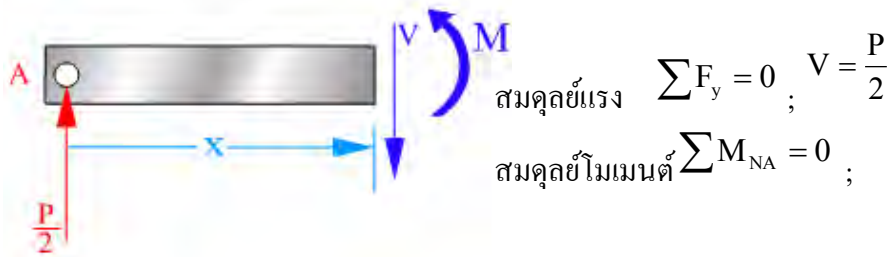
ขั้นตอนการหาแรงเฉือนและ โมเมนต์ตัดในคานที่รับแรงหรือภาระที่กระทำเป็นจุด



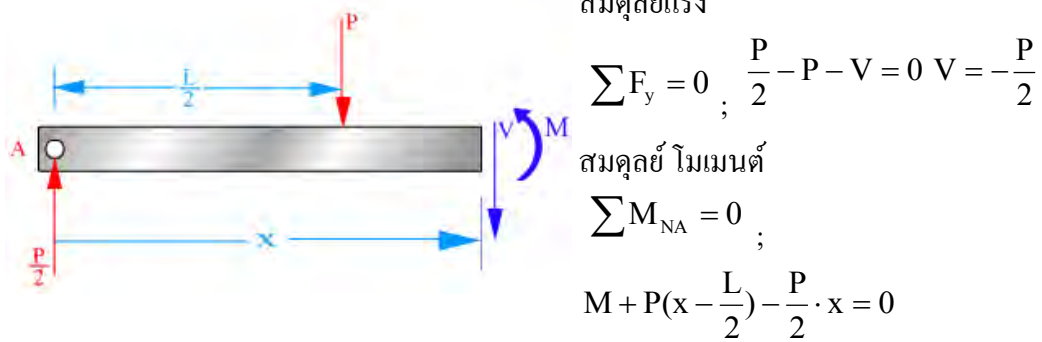
รูปแรงหรือภาระที่กระทำเป็นจุด

วิธีทำ หาค่าแรงปฏิกิริยาก่อน จะได้แรงปฏิกิริยาที่จุด A และ C เท่ากับ $\frac{P}{2}$

ทำการตัดหน้าตัด (Section) ช่วงที่ 1 $\left[0 \leq x < \frac{L}{2}\right]$

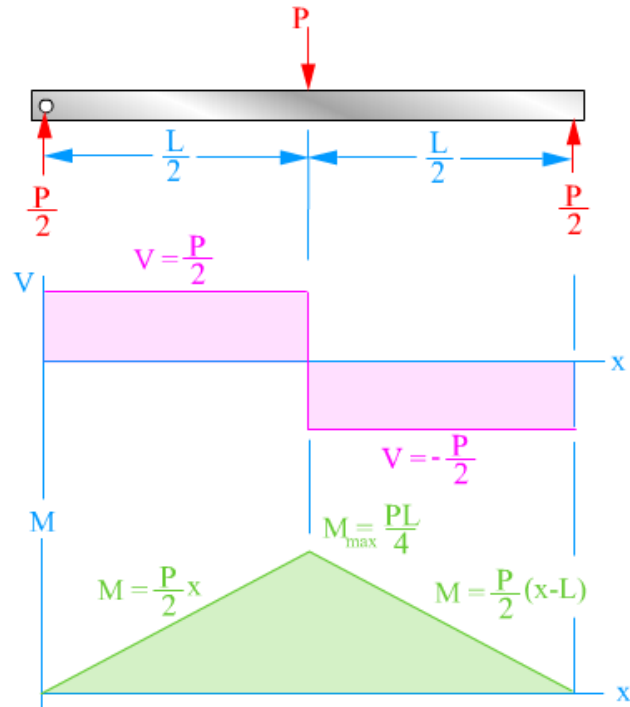


ทำการตัดหน้าตัด (Section) ช่วงที่ 2 $\left[\frac{L}{2} < x \leq L\right]$



$$M = \frac{P}{2}(L - x)$$

นำค่าของสมการที่ได้ในช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 ของคานาไปเขียนค่าของแรงเฉือนและโมเมนต์คัต ดังรูป

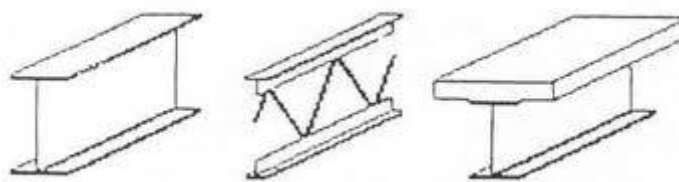


รูปที่ 3.10 รูปไดอะแกรมแรงเฉือนและโมเมนต์คัต

หมายเหตุ : สมการเหล่านี้สามารถตรวจสอบโดยใช้ $V = \frac{dM}{dx}$ และ $-w = \frac{dV}{dx} = 0$ แต่เนื่องจากไม่มีแรงกระจาย Load จาก $A \rightarrow B$ และ $B \rightarrow C$ จึงทำให้ $-w = 0$

3.2.1.3 รูปปร่างของคาน

ขนาดและรูปปร่างของคานขึ้นอยู่กับกรออกแบบของวิศวกร รูปทรงของคานมีหลายแบบ ได้แก่ คานสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangular Beam) คานตัวที (T-Beam) คานตัวแอล (L-Beam) และคานแบบ (Band-Beam) โดยทั่วไปแล้วนิยมออกแบบคานรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพราะก่อสร้างสะดวก ส่วนคานตัวทีและตัวแอล ประกอบด้วยสองส่วนสำคัญ คือ ส่วนปีก (Flange) และตัวคาน (Web or Stem) ส่วนปีกทำหน้าที่ต้านทานแรงอัดที่บริเวณด้านบน และทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของแผ่นพื้นได้อีกด้วย ส่วนตัวคานทำหน้าที่ต้านทานแรงดึงที่บริเวณด้านล่างเช่นเดียวกับคานสี่เหลี่ยมผืนผ้า สำหรับคานแบบที่ถูกออกแบบให้ค้ำเพื่อช่วยลดความสูงของอาคารลง คานแบบนี้สิ้นเปลืองเหล็กเสริมมาก เมื่อเทียบกับคานรูปทรงอื่น



รูปที่ 3.11 รูปร่างคานชนิดต่างๆ

3.2.1.4 พฤติกรรมของคานเมื่อรับน้ำหนัก

คานคอนกรีตล้วนไม่มีประสิทธิภาพในการรับแรงดัดเนื่องจากกำลังรับแรงดัดของคอนกรีตนั้นต่ำกว่ากำลังรับแรงอัดมาก ดังนั้นคานคอนกรีตล้วนจะพังด้วยแรงดัดที่น้ำหนักบรรทุกต่ำมากทำให้กำลังรับแรงอัดไม่ถูกใช้อย่างเต็มที่ ด้วยเหตุผลนี้เองจึงมีการใช้เหล็กเสริมกำลังบนด้านรับแรงดัดใกล้กับผิวนอก สุดของด้านรับแรงดัด โดยมีระยะหุ้มเพื่อป้องกันผลกระทบจากไฟไหม้และการกัดกร่อนดังนั้นแรงดัดส่วนใหญ่ในคานคอนกรีตจึงถูกต้านทานโดยเหล็กเสริม ในขณะที่คอนกรีตจะถูกใช้ให้รับแต่แรงอัด การทำงานร่วมกันของวัสดุทั้งสองชนิดในลักษณะนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อไม่มีการเลื่อนไถลระหว่างวัสดุทั้งสองโดยการใช้เหล็กข้ออ้อยที่ให้กำลังยึดเหนี่ยวสูงและถ้าจำเป็นก็จะใช้การงอข้อที่ปลายเหล็กเสริมเมื่อน้ำหนักบรรทุกบนคานค่อยๆเพิ่มขึ้นจากศูนย์ถึงระดับที่ทำให้คานพัง คานจะแสดงพฤติกรรมที่แตกต่างกันไปตามขนาดของน้ำหนักบรรทุกที่น้ำหนักเบาซึ่งหน่วยแรงดัดในคอนกรีตยังไม่ถึงค่าโมดูลัสแตกหักหน้าตัดทั้งหมดของคอนกรีตจะช่วยกันต้านทานโมเมนต์ ด้านหนึ่งจะรับแรงดัดและอีกด้านหนึ่งของแกนสะเทินจะรับแรงอัด นอกจากนี้ เหล็กเสริมซึ่งจะมีหน่วยแรงดัดเท่ากับคอนกรีตที่ห่อหุ้มอยู่ก็จะมีหน่วยแรงดัดด้วย ที่สภาวะนี้หน่วยแรงในคอนกรีตจะมีค่าน้อยและเป็นสัดส่วนกับความเครียด การกระจายของหน่วยแรงและความเครียดในคอนกรีตและในเหล็กเสริมตลอดทั้งความลึก เมื่อน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้นจนหน่วยแรงดัดเพิ่มถึงกำลังรับแรงดัดของคอนกรีต ก็จะเกิดการแตกร้าวจากแรงดัดขึ้นและขยายตัวขึ้นด้านบนอย่างรวดเร็วถึงบริเวณ แกนสะเทินซึ่งจะขยับขึ้นเนื่องจากรอยร้าวเช่นกัน คานที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีความกว้างของรอยร้าวจะเล็กมาก(ขนาดเส้นผม)จน ไม่มีปัญหาของการกัดกร่อนหรือความสวยงาม แต่ถ้าเกิดรอยร้าวขนาดใหญ่ คอนกรีตจะไม่สามารถรับแรงดัดได้เลย ดังนั้นเหล็กจึงรับแรงดัดทั้งหมด ที่น้ำหนักบรรทุกไม่มากนักถ้าหน่วยแรงอัดในคอนกรีตไม่เกิน หน่วยแรงและความเครียดจะยังเป็นสัดส่วนกันอยู่ เมื่อน้ำหนักยังคงเพิ่มขึ้นอีกหน่วยแรงและความเครียดจะเพิ่มขึ้นอย่างไม่เป็นสัดส่วนกันจนในที่สุดเมื่อถึงกำลังของคานการ

- ถ้าใช้เหล็กเสริมในปริมาณน้อยที่น้ำหนักบรรทุกค่าหนึ่งเหล็กจะเกิดการครากซึ่งจะยึดออกเป็นปริมาณมากและรอยร้าวจากแรงดัดในคอนกรีตจะแยกออกจนเห็นได้อย่างชัดเจนและแผ่

ขึ้นด้านบนพร้อมกับมีการแอ่นตัวของคาน เมื่อเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ขึ้นความเครียดในบริเวณรับแรงอัดที่เหล็กก็จะเพิ่มขึ้นจนถึงระดับของกำลังบีบอัดในคอนกรีต

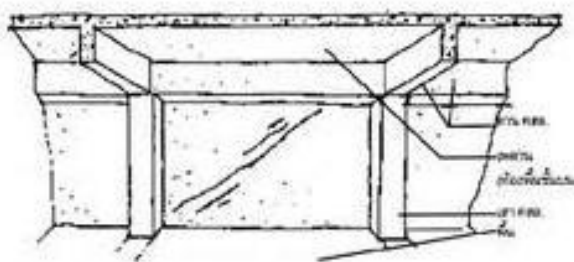
- เกิดขึ้นที่น้ำหนักบรรทุกมากกว่าที่ทำให้เหล็กครากเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการถึงจุดครากของเหล็กจะเป็นตัวกำหนดกำลังของคานที่มีเหล็กปริมาณน้อย การวิบัติจากการครากจะค่อยๆ เกิดและถูกสังเกตเห็นได้เช่นการที่รอยร้าวกว้าง และยาวขึ้น และการแอ่นตัวมีมากขึ้น



รูปที่ 3.12 การแอ่นตัวของคาน

3.2.1.5 การเสริมเหล็กต้านทานแรงเฉือนในคาน

แรงเฉือนในคาน ประกอบด้วยแรงเฉือนแนวตั้งและแรงเฉือนแนวนอน ซึ่งแรงเฉือนนี้เกิดขึ้นพร้อมกัน และส่งผลให้เกิดแรงดึงทแยงมุม (Diagonal Tension) ดังแสดงในรูป ทำให้เกิดรอยร้าวเป็นมุมทแยง (Diagonal Crack) ทำมุมประมาณ 45 องศา ระยะรอยร้าวจะออกจากแกนเสาประมาณ $\frac{1}{4} - \frac{1}{5}$ ของความยาวของคาน ($L/4 - L/5$) จากระยะระหว่างแกนเสาเนื่องจากคอนกรีตรับแรงดึงทแยงได้พอสมควร จึงต้องใส่เหล็กปลอกหรือเหล็กคอกมา เพื่อด้านทานแรงดึงทแยงและป้องกันปัญหาการร้าว



รูปที่ 3.13 แรงเฉือนในคานทำให้เกิดรอยร้าวเป็นมุมทแยง

3.2.1.6 ข้อพิจารณาในการเทคอนกรีตคาน

- ก่อนเทคอนกรีต ควรตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบคาน ความสะอาด รอยต่อ แบบ ค้ำยัน ไม้ตั้ง ไม้ รััดปากแบบ ท้องคาน การทำระดับหลังคาน
- ก่อนเทคอนกรีตควรใช้เครื่องปั๊มลมเป่าไล่เศษฝุ่น และราดน้ำแบบหล่อให้ชุ่ม
- สำหรับคานที่มีขนาดเล็กควรเทคอนกรีตเป็นชั้น ชั้นละไม่เกิน 30 เซนติเมตร และจี้คอนกรีตให้แน่นในแต่ละชั้น
- ควรหยุดเทคอนกรีตในแนวตั้งฉากกับคาน ณ ตำแหน่งที่แรงเฉือนเกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยทั่วไปอยู่ประมาณกลางคานเพื่อให้รอยต่อเรียบร้อย ใช้ลวดตาข่ายคั้นรอยต่อหรือหากจำเป็น อาจใช้ไม้คร่าว $1\frac{1}{2} \times 3$ นิ้ว คั้นระหว่างเหล็กเสริม
- ก่อนเทคอนกรีตต่อกับคอนกรีตใหม่ ควรทำความสะอาดรอยต่อ แล้วราดด้วยน้ำปูนชั้นหน้ารอยต่อให้ทั่วก่อน จึงเทคอนกรีตใหม่ต่อไป



รูปที่ 3.14 ควรทำความสะอาดพื้นผิวก่อนเทคอนกรีต



รูปที่ 3.15 วิธีการเทคอนกรีต

3.2.1.7 สรุปขั้นตอนการก่อสร้างคานพรีคาส

- ตรวจสอบระดับท้องคาน ระดับหลังคาน เพื่อให้ความสูงระหว่างชั้นต่อชั้นถูกต้องตามแบบก่อสร้าง และต้องคว่าเสาตอม่ออยู่ต่ำหรือสูงกว่าระดับ + 0.00 หรือระดับ Offset ที่เสา เพื่อจะได้วางแผนการก่อสร้าง ได้ถูกต้อง
- ทำแบบเหล็กให้ความยาวตรงกับความยาวออกแบบของคาน
- การเสริมเหล็กต้องเป็นไปตามแบบก่อสร้างทั้งชนิด ขนาด จำนวนและตำแหน่งการวางเหล็กเสริม การต่อทาบต้องตรงกับตำแหน่งที่เกิดโมเมนต์น้อยที่สุด สำหรับคานเหล็กเสริมบนให้ต่อทาบกลางคาน เหล็กเสริมล่างให้ต่อทาบที่ริมเสา เหล็กปลอกกระยะห่างตามแบบก่อสร้างกำหนด และต้องเผื่อระยะหุ้มคอนกรีตด้วย
- ทำแบบเหล็กเพื่อเทคอนกรีต
- หาระดับหลังคานเพื่อใช้ในการเทคอนกรีต
- ก่อนเทคอนกรีตควรทำความสะอาดแบบหล่อ และราดน้ำหรือน้ำปูนแบบหล่อให้ชุ่มก่อนการเทคอนกรีต เพื่อไม่ให้แบบหล่อดูดน้ำจากคอนกรีต
- ทำการเทคอนกรีตแล้วทำให้คอนกรีตแน่นตัวโดยใช้เครื่องสั่นหรือกระทุ้งด้วยมือ ควรระวังอย่าให้ถูกเหล็กเสริม และต้องตรวจสอบค่ายุบตัวของคอนกรีต และเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต ว่าได้ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือไม่ ในกรณีที่มีการหยุดเทคานให้หยุดเทที่กลางคานในแนวตั้งฉาก ควรเสียบเหล็ก Dowel เมื่อเทคอนกรีตแล้วก่อนคอนกรีตแข็งตัวความยาวตามแบบก่อสร้างในกรณีที่ใช้พื้นสำเร็จรูป

- เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว ประมาณ 1 วัน สามารถถอดแบบข้างคานได้
- เมื่อถอดแบบแล้ว จะทำการบ่มคอนกรีตเพื่อให้คอนกรีตพัฒนากำลังได้ต่อเนื่อง อาจใช้พลาสติกคลุม หรือใช้น้ำยาบ่มคอนกรีต บ่มขึ้นอย่างน้อย 7 วัน



รูปที่ 3.16 การค้ำยันแบบหล่อคาน



รูปที่ 3.17 การจี้คอนกรีตคาน

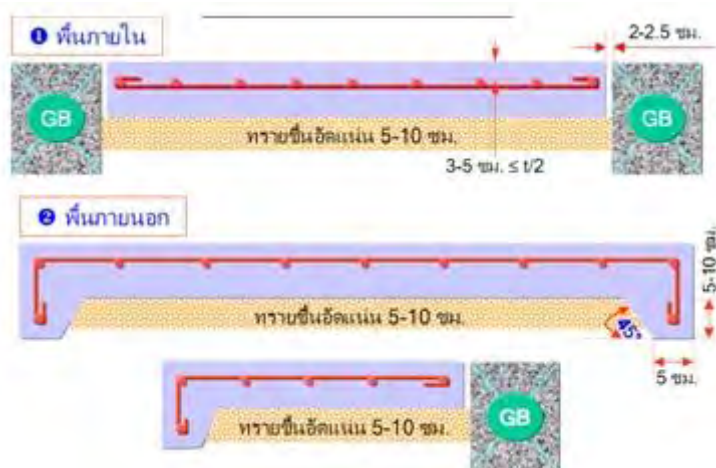
แนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก

งานก่อสร้างพื้น : พื้นวางบนดิน พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่

พื้นที่เราพบเห็นหลายแบบด้วยกัน คือ พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ พื้นสำเร็จรูป พื้นไร้คาน พื้นคอนกรีตอัดแรง เป็นต้น ซึ่งพื้นส่วนใหญ่เป็น โครงสร้างที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักโดยตรง แล้วค่อยถ่ายน้ำหนักลงสู่คาน เสา ฐานราก ตามลำดับ แต่ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยหรืออาคารที่ไม่ใหญ่มากอาจใช้เป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา หรือใช้พื้นสำเร็จรูปก็เพียงพอแล้ว

3.2.1. พื้นวางบนดิน

พื้นประเภทนี้นิยมใช้กับงานที่อยู่ในระดับพื้นดิน เช่น ทางเดินเท้า พื้นอาคาร บ้านพักอาศัย และโครงสร้างรับน้ำหนักมาก เช่น พื้นคลังสินค้า โรงงาน ถนน เป็นต้น



รูปที่ 3.18 ลักษณะของพื้นวางบนดิน

ขั้นตอนการก่อสร้างพื้นวางบนดิน

3.2.1.1 การเตรียมพื้นที่สำหรับวางเหล็กเสริม ส่วนที่เป็นที่ต่ำ เช่น แอ่ง ท้องร่อง บริเวณที่เป็นหลุม เป็นบ่อ ต้องถมและทำการบดอัดให้แน่น หากพื้นคอนกรีตวางทางน้ำไหล ต้องการทำทางระบายน้ำออกก่อนบดอัดดิน โดยการบดอัดดินต้องได้อัดแน่นตามแบบก่อสร้างระบุ

3.2.1.2 สำหรับพื้นอาคารที่มีเสาอาคาร ควรทำแบบหล่อกั้นแยกรอยต่อระหว่างเสากับพื้น เพื่อป้องกันการแตกร้าวของพื้น จากการทรุดตัว พร้อมทั้งทำระดับให้ได้ตามแบบก่อสร้าง รอยต่อของพื้น มีดังนี้

Contraction joint มีไว้เพื่อให้เกิดการเคลื่อนตัวของคอนกรีต เนื่องจากคอนกรีตเกิดการหดตัวแบบแห้ง จากการที่น้ำในคอนกรีตระเหยไปในอากาศ การหดตัวนี้ทำให้เกิดการแตกร้าวของคอนกรีตได้ การทำ Contraction joint เป็นการบังคับให้การแตกร้าว เกิดในตำแหน่งที่กำหนด โดยทั่วไป ควรทำ contraction joint ที่ระยะห่างทุกๆ 24-35 เท่าของความหนาแน่นพื้น และแบ่งพื้นเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสเล็กๆ โดยให้อัตราส่วน ด้านยาวต่อด้านสั้น ไม่เกิน 1.5:1.0 ถ้าเป็นไปได้ ควรกำหนดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส

Isolation joint เป็นรอยต่อที่ทำขึ้น เพื่อให้โครงสร้างคอนกรีตส่วนแนวตั้ง เช่น เสา ผนัง สามารถเคลื่อนตัวอย่างอิสระจาก โครงสร้างคอนกรีตในแนวราบ เช่น พื้น เพื่อไม่ให้เกิดการยึดรั้ง อันเป็นสาเหตุให้เกิดการแตกร้าวของโครงสร้างในระยะยาว

3.2.1.3 คั่นแผ่นพื้นด้วยวัสดุประเภทโฟมให้แยกออกจากผนังหรือคานประมาณ 1.5 - 2.5 ซม. และควรปรับระดับให้ลาดเอียงเล็กน้อยลงไปยังบริเวณประตูทางเข้า เพื่อระบายน้ำฝน หรือน้ำจากการทำความสะอาด

3.2.1.4 การวางเหล็กไม่ควรวางบนดิน ควรใช้แผ่นพลาสติกปูรองพื้นก่อนเพื่อป้องกันดินด้านล่าง คุدنํ้าปูน และป้องกันความชื้นจากพื้นดินซึมผ่านแผ่นพื้นคอนกรีตขึ้นมา

3.2.1.5 จัดวางเหล็กเสริมให้ได้ขนาด ตำแหน่ง และระยะถูกต้องตามแบบก่อสร้าง วางเหล็กเสริมด้านบนเพื่อป้องกันการแตกร้าวที่ผิวของคอนกรีต

3.2.1.6 ติดตั้งแบบหล่อด้านข้างพื้น โดยเคลือบผิวแบบหล่อด้วยน้ำมัน หรือนํ้ายาเคลือบแบบหล่อ เพื่อให้สามารถถอดแบบได้ง่าย รวมทั้งการทำความสะอาดแบบหล่อก่อนการเทคอนกรีต

3.2.1.7 เทคอนกรีต โดยเริ่มต้นจากมุมด้านในออกมาสู่ด้านนอกแบ่งการเทคอนกรีตทีละส่วนสลับกับการปาดแต่งเนื้อคอนกรีตให้เสมอกันและได้ระดับที่ต้องการ

3.2.1.8 ใช้เครื่องสั่นคอนกรีตช่วยทำให้เนื้อคอนกรีตแน่น พร้อมทั้งปาดแต่งผิวหน้าให้เรียบสวยงาม

3.2.1.9 ทำการบ่มคอนกรีตต่อเนื่องอย่างน้อย 7 วันเพื่อให้คอนกรีตสามารถพัฒนากำลังได้เต็มที่

จุดต่อคอนกรีต การเสริมเหล็ก และการติดตั้งแบบหล่อพื้น

3.2. พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่

สามารถก่อสร้างได้ 2 ลักษณะคือ การก่อสร้างพื้นร่วมกับคาน หรือการก่อสร้างพื้นหลังการเทคานแล้วเสร็จ

3.2.1 การก่อสร้างพื้นหล่อในที่ มีขั้นตอนดังนี้

3.2.1.1 ตรวจสอบระดับหลังคาน ระดับท้องพื้นให้ถูกต้องตามแบบก่อสร้าง

3.2.1.2 การติดตั้งนั่งร้านเพื่อก่อสร้างพื้นอาจทำไปพร้อมกับท้องคาน หรืออาจก่อสร้างคานแล้วเสร็จก่อนแล้วค่อยติดตั้งท้องพื้น โดยมีค้ำยันที่เพียงพอ แข็งแรง สามารถรับน้ำหนักของคอนกรีต ไม้แบบ และน้ำหนักจรของคานงานขณะปฏิบัติงานได้

3.2.1.3 จัดวางเหล็กเสริมคาน พื้น ให้ได้ขนาด ตำแหน่ง และระยะถูกต้องตามแบบก่อสร้าง

3.2.1.4 ทำการเข้าแบบคานและพื้น พร้อมทั้งค้ำยันแบบหล่อให้แข็งแรงสามารถรับแรงดันคอนกรีตได้ และหาระดับการเทคอนกรีต

3.2.1.5 ตรวจสอบแบบหล่อว่ามีรอยร้าวหรือเข้าแบบสนิมหรือไม่ ถ้าติดตั้งแบบหล่อสนิมแล้ว ทำความสะอาดแบบหล่อ และฉีดน้ำหรือราดน้ำปูนก่อนเทคอนกรีตเพื่อป้องกันไม่ให้ไม้แบบดูดน้ำจากคอนกรีต

3.2.1.6 เทคอนกรีตและใช้เครื่องสั่นคอนกรีตทำให้คอนกรีตแน่นตัว พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำไปทดสอบหากำลังอัด

3.2.1.7 เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้ว ประมาณ 1-2 วัน ถอดแบบด้านข้าง และทำการบ่มคอนกรีตส่วนค้ำยันทิ้งไว้อีก 14 วันแล้วจึงถอดออก

การก่อสร้างพื้นพร้อมคานจะช่วยเพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของคานได้ เพราะพฤติกรรมของคานจะเปลี่ยนจากรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าไปเป็นรูปตัวที หรือตัวไอ

3.2.2 การก่อสร้างพื้นสำเร็จรูป มีขั้นตอนดังนี้

3.2.2.1 คานจะต้องมีแนว (Alignment) ที่ถูกต้อง ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 2 ซม. และคานจะต้องมีระดับ (Level) หลังคานที่ถูกต้องและราบเรียบ

3.2.2.2 ในกรณีที่แผ่นพื้นมีความยาวและน้ำหนักมากแล้วควรมีค้ำยันแผ่นพื้นเพื่อไม่ให้เกิดการโก่งตัวขณะติดตั้งและเทคอนกรีต การวางแผ่นพื้นสำเร็จที่มีความยาวเกินกว่า 2.00 เมตร ควรมีไม้ค้ำยันชั่วคราวอย่างน้อย 1 จุด

3.2.2.3 ก่อนทำการวางแผ่นพื้นสำเร็จรูป ผู้ก่อสร้างควรที่จะเช็กและตรวจสอบปรับระดับหลังคานที่จะวางแผ่นพื้นให้ได้ระดับและสะอาดเรียบร้อยเสียก่อน เพื่อจะวางแผ่นพื้นได้สะดวกรวดเร็วและเพื่อป้องกันการแตกร้าวของแผ่นพื้นด้วย ตามปกติแล้วถ้าในการก่อสร้างใช้ระบบพื้นสำเร็จในการก่อสร้างคานที่รองรับแผ่นพื้นนั้นจะต้องเสียบเหล็ก Dowel ไว้ก่อนแล้ว เพื่อเป็นเหล็กป้องกันการร้าวเนื่องจากโมเมนต์ลบ และเพิ่มแรงยึดเหนี่ยว

3.2.2.4 ในการยกต้องระวังเพราะแผ่นพื้นการเสียหายได้ นำแผ่นพื้นสำเร็จรูปมาจัดวางเรียงชิดกันโดยตลอดตามแบบที่ระบุไว้ในแบบก่อสร้าง การวางนั้นจะวางพาดในช่วงสั้นของคาน

ในกรณีเป็นแผ่นพื้น Hollow core จะเหมือนกับการวางแผ่นพื้นธรรมดา การวางแผ่นพื้น Hollow core หากไม่ทำรอยบากรองรับแผ่นพื้นควรวางโพนรองที่รองรับแผ่นพื้นก่อนและทำการยารองด้วย mortar

3.2.2.5 ผูกเหล็กตะแกรงให้ได้ขนาด ระยะห่าง ที่ส่วนบนของแผ่นพื้นตามแบบที่ระบุไว้

3.2.2.6 เมื่อทำการจัดวางแผ่นพื้นสำเร็จรูป วางเหล็กตะแกรงและเหล็กเสริมพิเศษอื่นเรียบร้อยแล้ว ควรปิดกวดเศษวัสดุที่อยู่บนพื้นออกให้หมด แล้วฉีดน้ำแบบหล่อ ก่อนทำการเทคอนกรีตทับหน้า

3.2.2.7 หาระดับเทคอนกรีตและทำการเทคอนกรีต พร้อมกับใช้เครื่องสั่นคอนกรีตทำให้คอนกรีตแน่นตัว ในกรณีที่ต้องหยุดเทคอนกรีตพื้นให้หยุดเทถึงกลางพื้น และเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อนำไปทดสอบหากำลังอัด

3.2.2.8 แต่งผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบและสวยงาม เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วทำการบ่มคอนกรีตทันทีอย่างน้อย 7 วัน ส่วนค้ำยันทิ้งไว้ 14 วัน จึงค่อยถอดออก

3.4 แนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับหลังคา

ประเภทของหลังคา...รูปทรงของหลังคาที่นิยมใช้กันมีอยู่ 5 แบบ คือ

3.4.1. หลังคา แบน หรือหลังคา SLAB ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นที่นิยมตามบ้านแบบ โมเดิร์น โดยสร้างขึ้นเพื่อเพิ่มพื้นที่ใช้สอยบนหลังคา เช่น ใช้เป็นที่พักผ่อน ตกผ้า หรือจัดสวนบนหลังคา ฯลฯ หลังคาแบนซึ่งทำด้วยคอนกรีตจะสะสมความร้อนไว้มากกว่าหลังคาแบบอื่นๆ ทำให้เกิดการคายความร้อนออกมาในช่วงที่อากาศเย็นลง คือ เวลากลางคืน ทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกร้อนอบอ้าวเมื่อกลับมาบ้านในเวลาเย็น การที่หลังคาแบนมีความลาดเอียงน้อย น้ำฝนจึงมักขังอยู่บนหลังคาได้ง่าย ทำให้เกิดการรั่วซึมอยู่บ่อยๆ หลังคาทรงนี้จึงไม่เป็นที่นิยมสำหรับบ้านเรือนที่พักอาศัยในเขตร้อน มักใช้คลุมพื้นที่เล็กๆภายในบ้าน เช่น ส่วนทางเดินเชื่อมต่อระหว่างบ้านและเรือนบริการ



รูปที่ 3.19 หลังคา แบน หรือหลังคา SLAB

3.4.2. หลังคาเพิงหมาแหงน คือ เป็นหลังคาที่ยกให้อีกด้านสูงกว่าอีกด้านหนึ่ง เพื่อให้สามารถระบายน้ำฝนได้ เหมาะสมสำหรับบ้านขนาดเล็ก เนื่องจากก่อสร้างง่าย รวดเร็ว ราคาประหยัด แต่ต้องระวังควรวีให้หลังคามีองศาความลาดเอียงมากพอ ที่จะระบายน้ำฝนออกได้ทันไม่ไหลย้อนซึมกลับเข้ามาได้



รูปที่ 3.20 หลังคาเพิงหมาแหงน

3.4.3. หลังคาทรงมนิลา หรือหลังคาหน้าจั่ว คือ หลังคาที่มีสันตรงกลางและลาดลงทั้ง 2 ข้าง เป็นหลังคาที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นแบบเมืองไทยเรา ความสะดวกในการก่อสร้าง สามารถกันแดดกันฝนได้ดี และสามารถระบายความร้อน ได้หลังคาได้ดีอีกด้วย ซึ่งได้หลังคาจะมีพื้นที่เยอะ อาจดูเหมือนเปลืองพื้นที่ แต่สามารถใช้ประโยชน์เป็นเป็นห้องใต้หลังคาได้



รูปที่ 3.21 หลังคาทรงมนิลา หรือหลังคาหน้าจั่ว

4. หลังคาทรงปั้นหยา เป็นหลังคาที่กันแดดกันฝน ได้ทุกด้าน แต่ราคาค่อนข้างแพง เนื่องจากเปลืองวัสดุมากกว่าหลังคาชนิดอื่นๆ ตลอดจนต้องใช้ช่างที่มีฝีมือพอสมควรในการก่อสร้าง เพราะมีรายละเอียดเยอะกว่าหลังคาชนิดอื่นๆ หลังคาปั้นหยาพบเห็นได้ในอาคารจำพวกรีสอร์ท หรือ บังกะโล ไปจนถึงเรือนไทยซึ่งคุณสมบัติเด่นของมันคือการที่กันลมได้ดีกว่าหลังคาอื่น



รูปที่ 3.22 หลังคาทรงปั้นหยา

5. **หลังคาปีกผีเสื้อ** หลังคาชนิดนี้ประกอบด้วยหลังคาเพิงหมาแหงน 2 หลังหันด้านที่ต่ำกว่ามาชนกัน ไม่ค่อยเหมาะกับสภาพภูมิอากาศที่ฝนตกชุกแบบเมืองไทยสักเท่าไร เนื่องจากต้องมีรางน้ำที่รองรับน้ำฝนจากหลังคาทั้ง 2 ด้าน ทำให้รางน้ำมีโอกาสรั่วซึมได้สูง จึงไม่เป็นที่นิยมสร้างกันมากนัก ยกเว้นอาคารที่ต้องการลักษณะเฉพาะพิเศษที่แปลกตาออกไป



รูปที่ 3.23 หลังคาปีกผีเสื้อ

โครงสร้างหลังคา... โครงสร้างหลังคาเปรียบเหมือนกระดูกสันหลังของหลังคาเพราะทำหน้าที่คงรูปทรงของหลังคาบ้าน โดยมีโครงสร้างหลังคาอยู่ 2 แบบ คือ

1. **โครงสร้างไม้** สามารถติดตั้งได้สะดวก ช่างธรรมดาสามารถติดตั้งได้ เหมาะสำหรับบ้านไม้ เพราะการยึดติดกับเสาและคาน สามารถทำได้สะดวก แต่มีข้อเสียที่มีราคาค่อนข้างแพง และหาไม้ที่มีคุณภาพดีได้ยาก มีการบิดงอง่าย ไม่เที่ยงตรง และมีปัญหาเกี่ยวกับปลวก
2. **โครงสร้างหลังคาเหล็ก** มีความเที่ยงตรงในการทำงาน เหมาะสำหรับบ้าน ที่ก่อสร้างด้วยปูน มีราคาถูกกว่าไม้ ทั้งยังมีรูปแบบให้เลือกมากมาย แต่ต้องอาศัยช่างที่มีประสบการณ์ในการเชื่อมต่อโครงหลังคาเหล็ก และถ้ามีการป้องกันผิวไม่ดี เวลาเกิดการรั่วซึมของหลังคา จะมีปัญหาเรื่องการเกิดสนิมได้

ปัจจุบัน โครงหลังคามีวัสดุให้เลือกหลายชนิด โดยมีการผลิตวัสดุก่อสร้างชนิดใหม่ มาทดแทนเหล็ก โครงสร้างแบบเดิม ซึ่งถือเป็นนวัตกรรมระบบ โครงสร้างหลังคาเหล็กพร้อมประกอบ เรียกว่า ผลิตภัณฑ์โครงหลังคาเหล็กสมาร์ททรัส (Smarttruss) ซึ่งเป็นโครงหลังคากึ่งสำเร็จรูปผลิตจากเหล็ก

เคลือบชิงคาหลุม ซึ่งเป็นเหล็กเคลือบโลหะผสมระหว่างอลูมิเนียมกับสังกะสี ทำให้มีน้ำหนักเบา และกันสนิมได้ดีกว่าเดิมถึง 4 เท่า นอกจากนี้ เขายังคิดระบบวิธีการติดตั้งที่รวดเร็ว ประหยัด ลดจำนวนของเสีย มีวิธีติดตั้งด้วยระบบสกรู ช่วยให้การก่อสร้างบ้านทำได้รวดเร็ว ปลอดภัยและสร้างความมั่นใจได้ จนเป็นที่นิยมกันอย่างรวดเร็ว มีโครงการต่างๆ เปลี่ยนมาใช้โครงหลังคาเหล็ก สمارท์สกันหลายโครงการ

ชนิดของวัสดุผนังหลังคา

1. วัสดุผนังหลังคาชนิดแผ่นกระเบื้อง สามารถแบ่งออกได้เป็น

- *กระเบื้องดินเผา* เป็นวัสดุธรรมชาติใช้เป็นวัสดุผนังหลังคากันมาแต่โบราณปัจจุบันใช้ผนังหลังคาที่ต้องการโชว์หลังคาเช่น บ้านทรงไทย โบสถ์ วิหารกระเบื้องชนิดนี้ใช้ผนังหลังคาที่มีความลาดเอียงมากๆ เพราะมีโอกาสจะรั่วได้



รูปที่ 3.24 แผ่นกระเบื้อง

- **กระเบื้องคอนกรีตหรือกระเบื้องซีเมนต์** วัสดุถุงหลังคาชนิดนี้มีความแข็งแรงและสวยงามแต่มีราคาค่อนข้างแพง และมีน้ำหนักมาก ทำให้โครงหลังคาที่จะมุงด้วยกระเบื้องชนิดนี้ต้องแข็งแรงขึ้นเพื่อรับน้ำหนักวัสดุถุงหลังคา กระเบื้องซีเมนต์มีอยู่ 2 ชนิดด้วยกันคือ กระเบื้องสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ขนาดเล็กที่ใช้มุงกับหลังคาที่มีความลาดเอียงตั้งแต่ 30-45 องศา ส่วนอีกชนิดนั้นเป็นกระเบื้องที่เรียกกันว่า กระเบื้อง โมเนียร์ซึ่งสามารถมุงหลังคาในความชันตั้งแต่ 17 องศา
- **กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน หรือกระเบื้องเอสเบสทอสซีเมนต์** กระเบื้องชนิดนี้มีคุณสมบัติกันไฟ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อน มีราคาไม่แพงและมุงหลังคาที่มีความลาดชันตั้งแต่ 10 องศา มีทั้งขนาดที่ใช้กับบ้านพักอาศัย และอาคารขนาดใหญ่กว่า



รูปที่ 3.25 กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน

- **กระเบื้องลอนคู่** ระบายน้ำได้ดีกว่ากระเบื้องลูกฟูกเนื่องจากมีลอนที่ลึกและกว้างกว่า จึงนิยมใช้มุงหลังคามากกว่า
- **กระเบื้องคอนกรีตแผ่นเรียบ หรือเรียกว่าแผ่นซิงเกิ้ล** มีความสวยงามเพราะผิวกระเบื้องมีความเนียนเรียบ

2. วัสดุผนังหลังคาโลหะ (Metal Sheet) หรือหลังคาเหล็กกรีด ทำจากแผ่นเหล็กอบสังกะสีตัดเป็นลอน เคลือบสี จะมีรอยต่อรอยต่อ สามารถรีดเป็นแผ่นยาวตลอดได้ จึงลดปัญหาการรั่วซึม นิยมใช้ในการมุงหลังคาขนาดใหญ่เพิ่มสีสันให้กับอาคารสมัยใหม่ เพราะให้ความรู้สึกราวเรียบ และสามารถตัดทำหลังคาโค้งได้สะดวก แต่วัสดุชนิดนี้มีปัญหาเรื่องความร้อน เนื่องจากหลังคาโลหะกันความร้อนได้น้อยมาก และมีปัญหาเรื่องเสียงในเวลาฝนตก



รูปที่ 3.26 วัสดุผนังหลังคาโลหะ

นอกจากนี้ยังมีวัสดุอื่น เช่น พลาสติกหรือไพเบอร์ที่เป็นแผ่นโปร่งใสทำเป็นรูปร่างเหมือนกระเบื้องชนิดต่างๆ เพื่อใช้มุงกับกระเบื้องเหล่านั้น ในบริเวณที่ต้องการแสงสว่าง และวัสดุประเภททองแดงหรือแผ่นตะกั่ว เป็นต้น

ฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา... ในเมืองร้อนแบบประเทศไทย ฉนวนกันความร้อนเป็นสิ่งหนึ่งที่คงจะขาดไม่ได้เลย เพราะนอกจากจะบรรเทาความร้อนที่จะส่งเข้าสู่บ้านคุณแล้ว ยังช่วยประหยัดพลังงานอีกด้วย ฉนวนกันความร้อนที่มีในบ้านเรานั้น มีดังนี้ค่ะ

1. **แผ่นฉนวนสะท้อนความร้อน** เป็นแผ่นบางๆมันวาว เช่น พวกอลูมิเนียมฟลอยด์ ทำหน้าที่หลักคือการสะท้อนรังสีความร้อนไม่ให้เข้ามาในบ้านเรา มักจะติดไว้ใต้หลังคากระเบื้อง โดยแผ่นฟลอยด์จะทำหน้าที่สะท้อนความร้อนที่แผ่ลงมาจากกระเบื้อง ไม่ให้ผ่านมายังตัวห้อง ซึ่งจะช่วยให้ห้องเย็น

และสามารถประหยัดแอร์ได้ด้วย

2. *แผ่นยิปซัมบอร์ด* เป็นแผ่นบางๆ ใช้กันผนังหรือทำฝ้าเพดาน บางแผ่นก็ติดแผ่นสะท้อนความร้อนเข้าไปด้วย แผ่นยิปซัมบอร์ดนี้จะป้องกันการนำความร้อนได้
3. *ใยแก้ว* เป็นฉนวนกันความร้อนอีกตัวหนึ่ง มีลักษณะเป็นแผ่นฟูโปร่งด้วยเส้นใย สีเหลืองหรือสีขาว บางอย่าง จะมีแผ่นเงาสะท้อนรังสีความร้อนหุ้มอยู่ด้วย ความหนาโดยประมาณ ๒ - ๕ นิ้ว ฟูต น้ำหนักเบา ป้องกันความร้อนได้ดีมาก ติดตั้งง่าย โดยใช้ติดตั้งทั้งที่ฝ้า เพดานและผนัง
4. *สารจำพวกโพลียูรีเทน โฟม* ที่ฉีดไปที่ฉนวนหลังคาเลย ซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ที่นอกจากจะช่วยกันความร้อนแล้วยังช่วยกันเสียงและกันสนิมให้วัสดุที่เป็นเหล็กอีกด้วย



รูปที่ 3.17 ฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา