

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน

5.1 วิเคราะห์ผลการคำนวณออกแบบ

จากการวิเคราะห์โครงสร้างหลังคาโดยใช้โปรแกรม CCT-TRUSS และ MICROFEAP พบว่าผลลัพธ์ของแรงภายในชิ้นส่วน ผลลัพธ์ของระยะการเคลื่อนตัว และผลลัพธ์ของแรงปฏิกิริยาที่ได้จากทั้งสองโปรแกรมมีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อนำผลลัพธ์ต่าง ๆ ที่ได้ไปใช้ในการคำนวณออกแบบโครงสร้างเหล็ก ตามมาตรฐาน AISI และมาตรฐาน ว.ส.ท. (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย) โดยวิธีวิธีอิสติก (Allowable Stress Design: ASD) และวิธีกำลัง (Load Resistance Factor Design: LRFD) แล้วยังพบว่าผลจากการออกแบบจะได้ขนาดของชิ้นส่วนของโครงสร้างคา เสา และแผ่นเหล็กรองรับแรงกดนั้นมีขนาดที่เท่ากัน

5.2 สรุปผลการออกแบบ

จากการวิเคราะห์และคำนวณออกแบบ สามารถสรุปคุณสมบัติและลักษณะของโครงสร้างหลังคาหลักได้ดังนี้ (ภาคผนวก ง : แบบรายละเอียดโครงสร้างหลังคา)

5.2.1 โครงสร้างหลังคาชั้นคาฟ้าบริเวณอาคารกลาง (T-1)

- โครงสร้างหลังคาที่ใช้มีลักษณะเป็นทรงโค้ง ที่เรียกว่า Bowstring Truss และจัดเป็นโครงหลังคาเอียงลาด อีกทั้งเป็น โครงหลังคาเหล็กเนื่องจากมีน้ำหนักเบาคอนกรีต
- วัสดุที่ใช้มุงหลังคาเป็นแผ่นหลังคา Metal Sheet ซึ่งมีน้ำหนักเบา สามารถขึ้นรูปได้ง่าย และเหมาะสมกับ โครงหลังคาที่ใช้
- โครงสร้างหลังคามีช่วงความยาว (Span) เท่ากับ 25 เมตร และ โครงหลังคาวางระยะห่างกันทุก ๆ 6 เมตร ตลอดตามความยาวของอาคารชั้นคาฟ้าตรงบริเวณแนวเสาเดิม
- มีเสาน้ำหนักดีเหล็กขนาด Ø 100 mm หนา 4.5 mm จำนวน 4 ต้นรองรับ โครงหลังคา ซึ่งเสามีความยาว 5.75 เมตรที่บริเวณตรงกลาง โครงหลังคา และความยาว 4 m ที่บริเวณปลายโยโครงหลังคา
- เหล็ก โครงหลังคาชั้นส่วนบนและล่าง (TOP & BOTTOM CHORD) ออกแบบ โดยใช้เหล็กหน้าตัดขนาด Ø 50 mm หนา 2.9 mm

- เหล็กโครงหลังคาชั้นส่วนภายใน (WEB CHORD) ออกแบบโดยใช้เหล็กหน้าตัดขนาด $\varnothing 50 \text{ mm}$ หน้า 2.9 mm

- โครงเหล็กที่ยึดระหว่างโครงหลังคาเข้าด้วยกัน ใช้โครงเหล็กที่มีหน้าตัดขนาดเท่ากันกับเหล็กชั้นเหล็กโครงหลังคาภายใน (WEB CHORD) ซึ่งมีหน้าตัดขนาด $\varnothing 50 \text{ mm}$ หน้า 2.9 mm และมีความยาวของโครงเหล็กเท่ากับ 6 เมตร

- แบบที่ใช้ยึดโครงหลังคาใช้ขนาดหน้าตัด $\square 150 \times 75 \times 4.5 \text{ mm}$ อีกทั้งยังใช้เหล็กยึดแปและเหล็กยึดแนวทแยงขนาด $\varnothing 15 \text{ mm}$ ซึ่งสามารถลดมาใช้ประระยะห่างกัน 2 เมตรได้

- จุดรอยต่อของโครงหลังคาทั้งหมดใช้วิธีการเชื่อม โดยรอบพื้นที่หน้าตัด เพื่อให้เกิดความแข็งแรง

- ตรงบริเวณจุดยึดปลานเสาเหล็กกับเสาคอนกรีตเดิม ใช้แผ่นเหล็กรองรับขนาด $300 \times 300 \text{ mm}$ หน้า 30 mm วางบนเสาเดิมที่จะต้องมีการสกัดหัวคอนกรีตออก และใช้สลักเกลียว (Bolt) ขนาด $\varnothing 16 \text{ mm}$ เป็นตัวยึดปลานเสา ซึ่งจะต้องทำการฝังเข้าไปในเสาคอนกรีตเดิม อีกทั้งตรงบริเวณจุดต่อเสาเหล็กกับแผ่นเหล็กใช้การเชื่อมให้เกิดความแข็งแรง

5.2.2 โครงหลังคาชั้นคาฟ้าบริเวณอาคารริมทั้ง 2 ข้าง (T - 3)

- โครงหลังคาที่ใช้ก็มีลักษณะเป็นทรงโค้งเช่นเดียวกับบริเวณอาคารกลาง

- วัสดุที่ใช้ปูหลังคาเป็นแผ่นหลังคา Metal Sheet

- โครงหลังคามีช่วงความยาว (Span) เท่ากับ 16 เมตร และโครงหลังคาวางระยะห่างกันโดยที่มากที่สุด คือ 7 เมตร ตลอดตามความยาวของอาคารชั้นคาฟ้าตรงบริเวณแนวเสาเดิม

- มีเสาหน้าตัดเหล็กขนาด $\varnothing 65 \text{ mm}$ หน้า 3.25 mm จำนวน 2 ต้นรองรับที่ปลายทั้ง 2 ข้างของโครงหลังคา ซึ่งมีความยาว 1.5 m โดยที่หลังคาชั้นนี้จะทำการก่อสร้างแบบปิดตาย ไม่สามารถใช้เป็นพื้นที่สอยได้อีกต่อไป ทั้งนี้ก็เพื่อแก้ไขไม่ให้น้ำไหลผ่านเข้าอาคารได้

- เหล็กโครงหลังคาชั้นส่วนบนและล่าง (TOP & BOTTOM CHORD) ออกแบบโดยใช้เหล็กหน้าตัดขนาด $\varnothing 50 \text{ mm}$ หน้า 2.9 mm

- เหล็กโครงหลังคาชั้นส่วนภายใน (WEB CHORD) ออกแบบโดยใช้เหล็กหน้าตัดขนาด $\varnothing 40 \text{ mm}$ หน้า 2.9 mm

- โครงเหล็กที่ยึดระหว่างโครงหลังคาเข้าด้วยกัน ใช้โครงเหล็กที่มีหน้าตัดขนาดเท่ากันกับโครงหลังคาหลัก ซึ่งมีหน้าตัดขนาด $\varnothing 50 \text{ mm}$ หน้า 2.9 mm และมีความยาวเท่ากับ 7 m

- แปที่ใช้ยึดโครงหลังคาใช้ขนาดหน้าตัด □ 150 x 100 x 4.5 mm อีกทั้งยังใช้เหล็กยึดแบบและเหล็กยึดแนวทแยงขนาด Ø 15 mm ซึ่งสามารถดัดมาใช้ระยะห่างกัน 2 เมตรได้
- จุดรอยต่อของโครงหลังคาทั้งหมดก็ใช้วิธีการเชื่อม
- โครงบริเวณจุดยึดปลายเสาเหล็กกับเสาคอนกรีตเดิม ใช้แผ่นเหล็กรองรับขนาด 200 x 200 mm หน้า 30 mm วางบนเสาเดิมที่จะต้องมีการสกัดผิวคอนกรีตออก และใช้สลักเกลียว (Bolt) ขนาด Ø 16 mm เป็นตัวยึดปลายเสา

ตารางที่ 5.1 แสดงปริมาณและน้ำหนักเหล็กรูปพรรณทั้งหมดที่ใช้ในการก่อสร้าง

ชนิดวัสดุ	ความยาว m	น้ำหนัก kg	พื้นที่ m ²
โครงหลังคาบริเวณอาคารกลาง			
เหล็กกลม Ø 50 mm หน้า 2.9 mm	3,486	13,993	
เหล็กกลม Ø 100 mm หน้า 4.5 mm	180	2,151	
เหล็กกล่อง □ 150 x 75 x 4.5 mm	936	14,040	
แผ่นหลังคา Metal Sheet			1,800
โครงหลังคาบริเวณอาคารกลาง			
เหล็กกลม Ø 40 mm หน้า 2.9 mm	810	2,574	
เหล็กกลม Ø 50 mm หน้า 2.9 mm	910	3,653	
เหล็กกลม Ø 65 mm หน้า 3.25 mm	180	1,402	
เหล็กกล่อง □ 150 x 100 x 4.5 mm	720	11,520	
แผ่นหลังคา Metal Sheet			1,280

รวมน้ำหนักเฉพาะเหล็กรูปพรรณที่ใช้ทั้งหมด

49,333

kg

ภาระการรับน้ำหนักของเสาเข็ม

อาคารนี้เสาเข็มทั้งหมดมีกำลังความสามารถในการรับน้ำหนักได้เท่ากับ 30,000 ตัน ส่วนน้ำหนักของอาคารทั้งหมดเท่ากับ 14,000 ตัน และ น้ำหนักในส่วนของโครงหลังคาที่เพิ่มเข้ามาเพียง 50 ตัน ซึ่งทำให้ฐานรากสามารถรับภาระน้ำหนักที่กระทำไว้ได้และอาคารยังสามารถใช้งานต่อไปได้อย่างปลอดภัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

- ถ้าในการวิเคราะห์ให้น้ำหนักแรงที่กระทำต่อโครงสร้างคาน้ำหนักบรรทุกจรออกได้ จึงคิดวิเคราะห์เพียงน้ำหนักบรรทุกคงที่ และน้ำหนักจากแรงลมเท่านั้น ซึ่งจะทำให้หน้าตัดเหล็กที่ได้จากการออกแบบมีขนาดเล็กลงกว่าเดิม
- ในส่วนของโครงสร้างคาน้ำหนักคาน้ำหนักกลาง ที่มีเสารองรับตรงบริเวณกลาง ทำให้พื้นที่ใช้สอยน้อยลง แต่ถ้าต้องการให้มีพื้นที่ใช้สอยมากขึ้น ก็สามารถคาน้ำหนักตรงกลางออกได้ แต่การเกิดแรงในโครงสร้างคาน้ำหนักจะมากขึ้น ทำให้การออกแบบหน้าตัดเหล็กมีขนาดใหญ่ขึ้น
- การพิจารณาในการออกแบบเลือกหน้าตัดเหล็กของโครงสร้างคาน้ำหนัก ต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมและความประหยัดให้มากที่สุด
- นอกเหนือจากหลักการที่ใช้ในการออกแบบครั้งนี้ หลักหน้าตัดชนิดอื่น ๆ ก็จะพิจารณาในการออกแบบที่แตกต่างกันออกไป แต่ก็ขึ้นอยู่กับหลักการและพหุคูณเดียวกัน
- จากรูปทรงของโครงสร้างหลังคาเหล็ก และคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ได้จากการคำนวณออกแบบนั้น ในการดำเนินการก่อสร้างจริงนั้นจำเป็นต้องให้วิศวกรที่มีใบประกอบวิชาชีพถูกต้องตามกฎหมาย เห็นสมควรและอนุญาตให้ทำการก่อสร้าง เพื่อความปลอดภัยในการก่อสร้างและการใช้งานต่อไป
- ส่วนงานอื่น ๆ ที่จะต้องก่อสร้างควบคู่กัน กับการก่อสร้างโครงสร้างคาน้ำหนัก ก็ขึ้นอยู่กับดุลพินิจของวิศวกรว่าจะทำการก่อสร้างอย่างไร