

สารบัญ

ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ (ไทย)	ข
บทคัดย่อ (อังกฤษ)	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ช
สัญลักษณ์	ณ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	2
1.6 รายละเอียดงบประมาณโครงการ	3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 ความหมายของหลังคา	4
2.2 ระบบโครงสร้างของหลังคา	4
2.3 ปัจจัยที่ควรคำนึงในการออกแบบ	6
2.4 การออกแบบโครงสร้างหลัก	6
2.5 การออกแบบโครงสร้างรับแรงดึง (Tension Member)	7
2.6 การออกแบบชิ้นส่วนรับแรงอัด (Compression Members)	9
2.7 การออกแบบแผ่นเหล็กรองรับแรงกดสำหรับคาน (Beam Bearing Plate)	11
2.8 แผ่นเหล็กรองรับแรงกดสำหรับเสา (Column Base Plate)	13
2.9 การออกแบบรอยต่อเชื่อม (Welded Connections)	14

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	16
3.1 ดำรงสภาพโดยทั่วไปของอาคาร	17
3.2 การการรับน้ำหนักของเสาเข็ม	18
3.3 วิเคราะห์แรงที่กระทำกับโครงสร้าง	19
3.4 ตรวจสอบการรับน้ำหนักของโครงสร้างและเสาเข็ม	20
3.5 การออกแบบโครงสร้างหลังคา	21
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	21
4.1 การรับน้ำหนักได้จริงของเสาเข็ม	21
4.2 การการรับน้ำหนักของเสาเข็ม	22
4.3 แรงที่กระทำกับโครงสร้าง	22
4.4 การการรับน้ำหนักของโครงสร้างและเสาเข็ม	26
4.5 การคำนวณออกแบบโครงสร้างหลังคา	
บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน	111
5.1 วิเคราะห์ผลการคำนวณออกแบบ	111
5.2 สรุปผลการออกแบบ	113
5.3 ข้อเสนอแนะ	114
บรรณานุกรม	115
ภาคผนวก ก	130
ภาคผนวก ข	133
ภาคผนวก ค	143
ภาคผนวก ง	155
ประวัติข้อผู้จัดทำ	

สารบัญตาราง

ตารางที่ 4.1	แสดงการรับน้ำหนัก ได้จริงและการรับน้ำหนักของเสาเข็ม	29
ตารางที่ 4.2	การวิเคราะห์แรง โดยใช้โปรแกรม CCT-TRUSS สำหรับโครงหลังคา T - 1	35
ตารางที่ 4.3	การวิเคราะห์แรง โดยใช้โปรแกรม CCT-TRUSS สำหรับโครงหลังคา T - 3	45
ตารางที่ 4.4	แสดงภาระการรับน้ำหนักของเสาเข็มหลังจากมีโครงหลังคา	52
ตารางที่ 4.5	แสดงการตรวจสอบภาระการรับน้ำหนักของเสาในแต่ละชั้น	58
ตารางที่ 4.6	แสดงการหาน้ำหนักกระทำและการออกแบบแปลนเหล็ก โครงหลังคา T - 1	64
ตารางที่ 4.7	แสดงการหาน้ำหนักกระทำและการออกแบบแปลนเหล็ก โครงหลังคา T - 3	67
ตารางที่ 4.8	แสดงการออกแบบเหล็ก โครงหลังคารับแรงดึง T - 1	70
ตารางที่ 4.9	แสดงการออกแบบเหล็ก โครงหลังคารับแรงดึง T - 3	72
ตารางที่ 4.10	แสดงการออกแบบเหล็ก โครงหลังคารับแรงอัด T - 1	76
ตารางที่ 4.11	แสดงการออกแบบเหล็ก โครงหลังคารับแรงอัด T - 3	83
ตารางที่ 4.12	แสดงการออกแบบเหล็ก เสารับแรงอัด C - 1	88
ตารางที่ 4.13	แสดงการออกแบบเสาเหล็ก รับแรงอัด C - 2	92
ตารางที่ 4.14	แสดงออกแบบรอยต่อเหล็ก โครงหลังคา T - 1	96
ตารางที่ 4.15	แสดงออกแบบรอยต่อเหล็ก โครงหลังคา T - 3	101
ตารางที่ 4.16	แสดงการออกแบบตัวยึดปลายเสา และฐานรองโครงหลังคา T - 1	106
ตารางที่ 4.17	แสดงการออกแบบตัวยึดปลายเสา และฐานรองโครงหลังคา T - 3	108
ตารางที่ 5.1	แสดงปริมาณและน้ำหนักเหล็กทั่วไปรวมทั้งหมดที่ใช้ในการก่อสร้าง	112
ภาคผนวก ก		
ตารางที่ 1	หน่วยน้ำหนักบรรทุกของอาคารประเภทต่าง ๆ	116
ตารางที่ 2	ตารางอัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกที่โหลดส่วนลงได้ตามชั้นของอาคาร	117
ตารางที่ 3	ขนาดห้องโดยสารของลิฟต์โดยประมาณ	118
ตารางที่ 4	หน่วยแรงที่ยอมให้ - ตามวิธี ASD	119
ตารางที่ 5	กำลังรับแรงอัดของรอยต่อเชื่อม - ตามวิธี LRFD	120
ตารางที่ 6	อัตราส่วนความกว้างต่อความหนาที่มากที่สุดของชิ้นส่วนรับแรงอัด	121
ตารางที่ 7	Allowable Axially Compression Stress - ASD Method	122

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 8	Design Stress of Axially Compression Members – LRFD Method	123
ตารางที่ 9	คุณสมบัติต่าง ๆ ของท่อเหล็ก	124
ตารางที่ 10	คุณสมบัติต่าง ๆ ของเหล็กกล่อง	125
ตารางที่ 11	คุณสมบัติต่าง ๆ ของเหล็กรูปตัวซีชนิดเย็น	126
ตารางที่ 12	คุณสมบัติต่าง ๆ ของเหล็กเหล็กลูกนกขาเท่ากัน	127
ตารางที่ 13	คุณสมบัติต่าง ๆ ของเหล็กรูปตัวไอ	128
ตารางที่ 14	คุณสมบัติต่าง ๆ ของเหล็กปีกกว้าง	129
ภาคผนวก ข		
ตารางที่ 1	ผลสรุปรายการคำนวณความสามารถรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม	132

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1	แสดงโครงหลังคาแปลนและโครงหลังคาพื้นผิวรับน้ำหนัก	4
ภาพที่ 2.2	แสดงอัตราส่วนของความลึก โครงหลังคา ความยาวช่วงและความลึก	5
ภาพที่ 2.3	แสดงรูปแบบโครงสร้างรับน้ำหนัก	5
ภาพที่ 2.4	แสดงแสดงตัวคูณประกอบความยาวประสิทธิภาพของเสา	11
ภาพที่ 2.5	แสดง Alignment Chart	11
ภาพที่ 2.6	แสดงการออกแบบเพื่อหาขนาดความหนาของแผ่นเหล็ก	12
ภาพที่ 2.7	แสดงระยะ m และ n ของแผ่นเล็ก	13
ภาพที่ 2.8	แสดงระยะ λ_n ของแผ่นเล็ก	13
ภาพที่ 3.1	คราบน้ำฝนบริเวณพื้นชั้นคาเฟ่	16
ภาพที่ 3.2	คราบน้ำฝนบริเวณพื้นคาเฟ่ ชั้น 3	16
ภาพที่ 3.3	คราบน้ำที่ซึมจากชั้นคาเฟ่ (บริเวณห้องปฏิบัติการ)	17
ภาคผนวก ข.		130
ภาพที่ 1	ผังบริเวณแสดงบริเวณที่ทำการสำรวจที่ดิน	131
ภาคผนวก ค.		133
ภาพที่ 1	ผังบริเวณ	134
ภาพที่ 2	แปลนฐานราก - เสา	135
ภาพที่ 3	แปลนพื้นที่ 1	136
ภาพที่ 4	แปลนพื้นที่ 2	137
ภาพที่ 5	แปลนพื้นที่ 3	138
ภาพที่ 6	แปลนพื้นที่ 4	139
ภาพที่ 7	แปลนพื้นที่ชั้นคาเฟ่	140
ภาพที่ 9	รูปด้าน 1 - 2	141
ภาพที่ 10	รูปด้าน 3 - 4	142
ภาคผนวก ง.		143
ภาพที่ 1	แบบจำลองโครงสร้างหลังคา T - 1	144
ภาพที่ 2	แบบจำลองโครงสร้างหลังคา T - 3	144
ภาพที่ 3	แบบแสดงแนวการวางโครงหลังคา T - 1	145

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ 4	แบบแสดงแนวการวางโครงหลังคา T-3	146
ภาพที่ 5	แบบแสดงรูปตัดโครงหลังคา T-1	147
ภาพที่ 6	แบบแสดงรูปตัดโครงหลังคา T-3	148
ภาพที่ 7	แบบแสดงโครงหลังคา T-1	149
ภาพที่ 8	แบบแสดงโครงหลังคา T-2	149
ภาพที่ 9	แบบแสดงหลักแบ่สำหรับโครงหลังคา T-1	149
ภาพที่ 10	แบบแสดงโครงหลังคา T-3	150
ภาพที่ 11	แบบแสดงโครงหลังคา T-4	150
ภาพที่ 12	แบบแสดงหลักแบ่สำหรับโครงหลังคา T-3	150
ภาพที่ 13	แบบแสดงการเชื่อมต่อโครงหลังคา T-1	151
ภาพที่ 14	แบบแสดงการเชื่อมต่อโครงหลังคา T-3	152
ภาพที่ 15	แบบแสดงขนาดเสา C-1 และแผ่นรองรับแรงกดสำหรับ เสาโครงหลังคา T-1	153
ภาพที่ 16	แบบแสดงขนาดเสา C-2 และแผ่นรองรับแรงกดสำหรับ เสาโครงหลังคา T-3	154

สัญลักษณ์

สัญลักษณ์

คำอธิบาย

A	เนื้อที่หน้าตัดของส่วน โครงสร้างรับแรงดึง ชม. ²
A _b	เนื้อที่หน้าตัดของท่อนเหล็กหรือเคเบิล
A _g	เนื้อที่หน้าตัดทั้งหมดของส่วน โครงสร้างรับแรงอัด
A _{gt}	หน้าตัด ทั้งหมดที่รับแรงดึง
A _{gv}	หน้าตัดทั้งหมดที่รับแรงเฉือน
A _w	หน้าตัดสุทธิที่รับแรงดึง
A _{tw}	หน้าตัดสุทธิที่รับแรงเฉือน
A _{pb}	เนื้อที่ที่รับแรงกด
A _{tr}	เนื้อที่ที่รับแรงเฉือน
B	ความกว้างของแผ่นเหล็ก มีค่าเท่ากับ A ₁ /N
d, b _f	ความลึกและความกว้างของเสา
E	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็ก กก. ต่อ ชม. ²
F	รัศมีใจเรชันที่น้อยที่สุด ($= \sqrt{I/A}$) ของส่วน โครงสร้างรับแรงดึง ชม.
F _a	หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ กก. ต่อ ชม. ²
F _c	หน่วยแรงอัดวิกฤตขึ้นกับพารามิเตอร์ความชะลูด (slenderness parameter, λ_c) ซึ่งมีค่าเท่ากับ $(KL/r\pi)\sqrt{F_y/E}$
	เมื่อ $\lambda_c \leq 1.5 : F_{cr} = \left(0.658\lambda_c^2\right) F_y = \left[\exp\left(-0.419\lambda_c^2\right)\right] F_y$
	เมื่อ $\lambda_c > 1.5 : F_{cr} = \frac{0.877\pi^2 E}{(KL/r)^2} = \frac{0.877}{\lambda_c^2} F_y$
F _{Exx}	กำลังรับแรงดึงประลัยของลวดเชื่อม = 70 ksi หรือ 4900 กก./ชม. ² สำหรับ E70 electrode = 60 ksi หรือ 4200 กก./ชม. ² สำหรับ E60 electrode
F _y	กำลังจุดคานาของเหล็ก กก. ต่อ ชม. ²
F _u	กำลังรับแรงดึงประลัยของเหล็ก (minimum tensile strength of steel)

สัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
I	โมเมนต์อินเนอร์เชียลของหน้าตัดของส่วน โครงสร้างรับแรงดึง
	ชม. ⁴
K	ตัวคูณประกอบความยาวประสิทธิภาพ
L	ช่วงความยาวของส่วน โครงสร้างรับแรงดึง ชม.
L	ช่วงความยาวของเสาที่ไม่มีค้ำยันทางข้าง ชม.
L	ความยาวของรอยเชื่อม ชม.
m, n	ระยะยื่นปลาย เท่ากับ $[N-0.95d]/2$ และ $[B-0.8b_f]/2$ ตามลำดับ
N	ความยาวของแผ่นเหล็ก มีค่าโดยประมาณเท่ากับ $\Delta+(A_1)^{1/2}$ เพื่อให้เหล็กแผ่น
P _o	กำลังต้านทานแรงอัดประลัย (nominal compressive strength)
P, P _u	น้ำหนักกระทำใช้งาน หรือน้ำหนักกระทำประลัย ตามลำดับ
R	รัศมีไจเรชั่น (ที่น้อยที่สุด) ของพื้นที่รอยบนแกนที่เกิดการโค้งงอ
	ชม.
size	ขนาดขลุ่ยเชื่อม ชม.
Δ	$0.5(0.95d-0.80b_f)$
λ_n	$(\lambda/4)(db_f)^{1/2}$
	เมื่อ $\lambda = \frac{2\sqrt{x}}{1+\sqrt{1-x}} \leq 1$
	$X = \left[\frac{4db_f}{(d+b_f)^2} \right] \left[\frac{P_o}{\phi_c P_p} \right] P, P_u$ สำหรับการออกแบบโดยวิธี
	LRFD
	$X = \left[\frac{4db_f}{(d+b_f)^2} \right] \left[\frac{P/A_1}{F_p} \right]$ สำหรับการออกแบบโดยวิธี
	ASD