โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 11/2560

เรื่อง

การออกแบบ และประเมินราคาโรงเรือนปลูกพืชขนาดเล็ก

Design and Cost Estimation for Small Greenhouse

โดย

นายพีรพล พุฒิเพ็ญ

นายดวง ห้าวหาญ

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พุทธศักราช 2560

พีรพล พุฒิเพ็ญ, ดวง ห้าวหาญ 2561: การศึกษาโรงเรือน ออกแบบ และประเมินราคาโรงเรือนปลูกพืชขนาดเล็ก ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา - ชลประทาน) หลักสูตรวิศวกรรมโยธา-ชลประทาน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน อาจารย์ที่ปรึกษา:ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์, วศ.ม. 158 หน้า

การก่อสร้างโรงเรือนปลูกพืชในประเทศไทยได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเนื่องจาก การผลิตพืชในโรงเรือนสามารถควบคุมปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่จำเป็นได้ และป้องกันแมลงศัตรูพืชได้ดี จากการศึกษาข้อมูลการใช้งานโรงเรือนในประเทศไทย พบว่าปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมสร้างเป็นรูปแบบ โรงเรือนปลูกพืชทรงหลังคาโค้งแบบเสาตรง หรือแบบเสาเอียง โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร หรือโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย ดังนั้นจึงเลือกรูปแบบโรงเรือนที่เกษตรกรนิยมมาออกแบบโรงเรือนที่ขนาดต่างกันจำนวน 3 ขนาด ได้แก่ 6 × 6 ม.^{2} 10 × 10 ม.^{2} และ 12 × 12 ม.^{2} ทำการวิเคราะห์โครงสร้าง และออกแบบตามหลักวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งนี้ในการประมาณราคาโรงเรือนเฉพาะวัสดุโครงสร้างอาคาร วัสดุคลุมโรงเรือน และค่าแรงก่อสร้าง โดยไม่รวมวัสดุพื้น และฐานราก

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 - 2.5 นิ้ว มีต้นทุนค่าวัสดุและค่าแรง 261.02 – 418.61 บาทต่อตารางเมตร ด้วยวิธีการเดียวกันหากใช้เหล็กรางน้ำขนาด 75×40×5×7 มิลลิเมตร มีต้นทุนค่าวัสดุและค่าแรง เท่ากับ 327.87 – 673.58 บาทต่อตารางเมตร

/ /

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

Peerapon Putipen, Duang Haohan 2018: Design and Cost Estimation for Small Greenhouse. Bachelor of Engineering (Irrigation Engineering) Major Field : Civil-Irrigation Engineering, Department of Irrigation Engineering Advisors: Assistant professor Nimit Cherdchanpipat, M.Eng, 158 Pages.

Construction of greenhouses in Thailand is more popular because it can control the various inputs needed and good insect protection for plants. After reviewing information about the greenhouse in Thailand, the results showed that the popular greenhouse is high tunnel, Sawtooth and even span type of greenhouse. This study selected 3 types of greenhouses which are 6x6, 10x10 and 12x12 meters to analyze structural and engineering design and estimate the cost of materials for building, covering greenhouse and wages excluding floor and foundation material.

The results of this study revealed that cost of steel pipe diameter 1.5 - 2.5 inches and wage are 261.02-418.61 baht per square meters and cost of channel size 75x40x5x7 mm. and wage are 327.87 – 673.58 baht per square meter.

/ /

Student's signature Advisor's signature

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญภาพ	(3)
สารบัญตาราง	(18)
บทที่1 บทนำ	1
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ขอบเขตการศึกษา	1
บทที่2 การตรวจเอกสาร	2
1. โรงเรือนเพาะปลูกพืช	2
2. ประโยชน์ของโรงเรือน	2
3. รูปแบบโรงเรือน	3
4. วัสดุคลุมโรงเรือน	12
5. โปรแกรม SAP2000	15
6. พื้นโรงเรือน	16
บทที่3 วิธีการศึกษา	17
วิธีการศึกษา	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4ผลการศึกษา	29
1. ผลการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง	29
2. ผลการศึกษาออกแบบโครงสร้าง	57
3. ผลการประเมินราคา	93
บทที่ 5 สรุป	101
สรุป	101
ข้อเสนอแนะ	102
เอกสารอ้างอิง	103
ภาคผนวก	104
ภาคผนวก ก	105
ภาคผนวก ข	124

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
1	แสดงราคาวัสดุและการแรงงานก่อสร้าง	93
2	แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือนใช้ท่อเหล็กเป็นวัสดุก่อสร้าง ขนาดพื้นที่ 36 ตารางเมตร	94
3	แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือนใช้ท่อเหล็กเป็นวัสดุก่อสร้าง ขนาดพื้นที่ 100 ตารางเมตร	95
4	แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือนใช้ท่อเหล็กเป็นวัสดุก่อสร้าง ขนาดพื้นที่ 144 ตารางเมตร	96
5	แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือนใช้เหล็กราง Channel เป็นวัสดุก่อสร้าง ขนาดพื้นที่ 36 ตารางเมตร	97
6	แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือนใช้เหล็กราง Channel เป็นวัสดุก่อสร้าง ขนาดพื้นที่ 100 ตารางเมตร	98
7	แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือนใช้เหล็กราง Channel เป็นวัสดุก่อสร้าง ขนาดพื้นที่ 144 ตารางเมตร	99
8	แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือน	100

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้งแบบขาเอียง	3
2-2	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้งแบบขาตรง	5
2-3	โรงเรือนปลูกพืชแบบปรับอากาศ	6
2-4	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย	7
2-5	โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร	8
2-6	โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสองชั้น	9
2-7	โรงเรือนหลังคาครึ่งทรงกลม	10
2-8	โรงเรือนหลังคาแบบโกธิค	11
2-9	ผ้ามุ้งฟ้ากันแมลง	14
2-10	ผ้ามุ้งขาวกันแมลง	15
3-1	รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง ขาตรง 6 m × 6 m	17
3-2	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง ขาตรงขนาด 6 m × 6 m	18
3-3	รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง ขาตรงขนาด 10 m × 10 m	18
3-4	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง ขาตรงขนาด 10 m × 10 m	19
3-5	รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง ขาตรงขนาด12 m × 12 m	19

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3-6	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง ขาตรงขนาด12 m × 12 m	20
3-7	รูปด้านหน้าโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 m × 6 m	20
3-8	โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 m × 6 m	21
3-9	รูปด้านหน้าโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 m × 10 m	21
3-10	โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 m × 10 m	22
3-11	รูปด้านหน้าโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 m × 12 m	22
3-12	โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 m × 12 m	23
3-13	รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 m × 6 m	23
3-14	รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 m × 6 m	24
3-15	รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 m × 10 m	24
3-16	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 m × 10 m	25
3-17	รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 m × 12 m	25
3-18	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 m × 12 m	26
4-1-1	โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	29
4-1-2	แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	30

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-1-3	โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	31
4-1-4	แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	31
4-1-5	โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	32
4-1-6	แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	33
4-1-7	โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	34
4-1-8	แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	34
4-1-9	โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	35
4-1-10	แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	36
4-1-11	โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	37
4-1-12	แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	37
4-1-13	โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	38
4-1-14	แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4-1-15 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร 40

4-1-16 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร 40

4-1-17 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร 41

4-1-18 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร 42

4-1-19 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร 43

4-1-20 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร 43

4-1-21 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร 44

4-1-22 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร 45

4-1-23 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร 46

4-1-24 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร 46

4-1-25 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร
ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร 47

4-1-26 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร 48

4-1-27 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร
ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร 49

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-1-28	แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	49
4-1-29	โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	50
4-1-30	แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	51
4-1-31	โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	52
4-1-32	แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	52
4-1-33	โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	53
4-1-34	แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	54
4-1-35	โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	55
4-1-36	แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	56
4-2-1	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	57
4-2-2	โรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	57
4-2-3	รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	58

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-2-4	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	59
4-2-5	โรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	59
4-2-6	รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	60
4-2-7	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	61
4-2-8	โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	61
4-2-9	รูปด้านบนโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	62
4-2-10	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	63
4-2-11	โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	63
4-2-12	รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	64
4-2-13	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	65
4-2-14	โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	65
4-2-15	รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	66
4-2-16	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	67
4-2-17	รงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-2-18	รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	68
4-2-19	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	69
4-2-20	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	69
4-2-21	รูปด้านบนโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	70
4-2-22	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	71
4-2-23	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	71
4-2-24	รูปด้านบนโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	72
4-2-25	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	73
4-2-26	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	73
4-2-27	รูปด้านบนโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	74
4-2-28	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	75
4-2-29	โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	75
4-2-30	รูปด้านบนโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	76
4-2-31	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	77
4-2-32	โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	77

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-2-33	รูปด้านบนโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	78
4-2-34	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	79
4-2-35	โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	79
4-2-36	รูปด้านบนโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	80
4-2-37	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	81
4-2-38	โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	81
4-2-39	รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	82
4-2-40	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	83
4-2-41	โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	83
4-2-42	รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร	84
4-2-43	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	85
4-2-44	โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	85
4-2-45	รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	86
4-2-46	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	87
4-2-47	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	87

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-2-48	รูปด้านบนโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร	88
4-2-49	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 10 m × 10 ตารางเมตร	89
4-2-50	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 m × 10 ตารางเมตร	89
4-2-51	รูปด้านบนโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 m × 10 ตารางเมตร	90
4-2-52	ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	91
4-2-53	โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	91
4-2-54	รูปด้านบนโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร	92

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก1	โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)	106
ก2	โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)	107
ก3	โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)	108
ก4	โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)	109
ก5	โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)	110
ก6	โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)	111
ก7	โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)	112
ก8	โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)	113
ก9	โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)	114
ก10	โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (เหล็กราง)	115
ก11	โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (เหล็กราง)	116
ก12	โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (เหล็กราง)	117

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

ก13 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (เหล็กราง) 118

ก14 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (เหล็กราง) 119

ก15 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (เหล็กราง) 120

ก16 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (เหล็กราง) 121

ก17 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (เหล็กราง) 122

ก18 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (เหล็กราง) 123

ข1 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6x6 เมตร 125

ข2 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ดัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6x6 เมตร 126

ข3 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10x10 เมตร 127

ข4 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ดัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10x10 เมตร 128

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

ข5 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12x12 เมตร 129

ข6 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ดัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12x12 เมตร 130

ข7 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบหลังคาหน้าจั่ว ขนาด 6x6 เมตร 131

ข8 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ของโรงเรือนแบบหลังคาหน้าจั่ว ขนาด 6x6 เมตร 132

ข9 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบหลังคาหน้าจั่ว ขนาด 10x10 เมตร 133

ข10 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ของโรงเรือนแบบหลังคาหน้าจั่ว ขนาด 10x10 เมตร 134

ข11 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบหลังคาหน้าจั่ว ขนาด 12x12 เมตร 135

ข12 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ของโรงเรือนแบบหลังคาหน้าจั่ว ขนาด 12x12 เมตร 136

ข13 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ดัดของโรงเรือนแบบฟันเลื่อย ขนาด 6x6 เมตร 137

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

ข14 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบฟันเลื่อย ขนาด 6x6 เมตร 138

ข15 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบฟันเลื่อย ขนาด 10x10 เมตร 139

ข16 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ดัดของโรงเรือนแบบฟันเลื่อย ขนาด 10x10 เมตร 140

ข17 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบฟันเลื่อย ขนาด 12x12 เมตร 141

ข18 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ดัดของโรงเรือนแบบฟันเลื่อย ขนาด 12x12 เมตร 142

ข19 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบหลังคาโค้ง ขนาด 10x10 เมตร 143

ข20 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ดัดของโรงเรือนแบบหลังคาโค้ง ขนาด 10x10 เมตร 144

ข21 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบหลังคาโค้ง ขนาด 12x12 เมตร 145

ข22 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ดัดของโรงเรือนแบบหลังคาโค้ง ขนาด 12x12 เมตร 146

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ข23	แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบหน้าจั่ว ขนาด 6x6 เมตร	147
ข24	แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ดัดของโรงเรือนแบบหน้าจั่ว ขนาด 6x6 เมตร	148
ข25	แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบหน้าจั่ว ขนาด 10x10 เมตร	149
ข26	แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ดัดของโรงเรือนแบบหน้าจั่ว ขนาด 10x10 เมตร	150
ข27	แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบหน้าจั่ว ขนาด 12x12 เมตร	151
ข28	แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ดัดของโรงเรือนแบบหน้าจั่ว ขนาด 12x12 เมตร	152
ข29	แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบฟันเลื่อย ขนาด 6x6 เมตร	153
ข30	แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ของโรงเรือนแบบฟันเลื่อย ขนาด 6x6 เมตร	154
ข31	แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบฟันเลื่อย ขนาด 10x10 เมตร	155

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ข32	แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ของโรงเรือนแบบฟันเลื่อย ขนาด 10x10 เมตร	156
ข33	แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบฟันเลื่อย ขนาด 12x12 เมตร	157
ข34	แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์ของโรงเรือนแบบฟันเลื่อย ขนาด 12x12 เมตร	158

บทที่ 1

คำนำ

การปลูกพืชมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพมากที่สุด ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น แมลง โรคพืชต่าง ๆ เป็นต้น ดังนั้นเพื่อควบคุมปัจจัยต่าง ๆ การปลูกพืชในโรงเรือนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกร และการปลูกพืชในระบบโรงเรือนเริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน แต่ปัจจุบันการก่อสร้างโรงเรือนปลูกพืชในประเทศไทยเป็นการก่อสร้างโดยเชิงประสบการณ์ของช่างก่อสร้าง บางครั้งโครงสร้างไม่ได้มาตรฐานทางวิศวกรรม ด้วยเหตุนี้จึงได้ศึกษารวบรวมรูปแบบของโรงเรือนที่นิยมสร้างมาวิเคราะห์ ข้อดีข้อเสีย ความยากง่ายในการก่อสร้างของแต่ละรูปแบบ และมีการวิเคราะห์ทางโครงสร้างตามมาตรฐานวิศวกรรมโยธาโดยใช้วัสดุ 2 ชนิดที่นิยมใช้เป็นวัสดุก่อสร้างในการวิเคราะห์ แล้วทำการออกแบบและประมาณราคาของการก่อสร้างโรงเรือน เพื่อความเหมาะสมทางวิศวกรรมและเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรที่สนใจ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางโครงสร้างของโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช

2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนเบื้องต้นให้เกษตรกรในการตัดสินใจเลือกรูปแบบโรงเรือนที่จะทำการเพาะปลูกพืช

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษารูปแบบโรงเรือนที่นิยมก่อสร้างทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2. วิเคราะห์ทางโครงสร้างของโรงเรือนจำนวน 3 รูปแบบ รูปแบบละ 3 ขนาด โดยใช้วัสดุ 2 ชนิดได้แก่ ท่อเหล็กและเหล็กราง Channel ในการวิเคราะห์

3. ออกแบบขนาดเหล็กที่เหมาะสม และประมาณราคาค่าก่อสร้างเฉพาะวัสดุกและค่าแรงพื้นและฐานราก

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

1. โรงเรือนเพาะปลูกพืช (Greenhouse)

ในการผลิตทางการเกษตร เกษตรกรเป็นจำนวนมากยังต้องพึ่งพาอาศัยธรรมชาติ เป็นหลักไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลาและปริมาณฝน ช่วงแสงแดด อุณหภูมิและความชื้นของอากาศ ฯลฯ ซึ่งมักจะแปรปรวนไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง อีกทั้งพืชพันธ์ทีปลูกมีความหลากหลายมากขึ้นตาม ความต้องการของตลาด มีความต้องการสภาวะสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน ดังนันจึงประสบความเสียหายทั้งด้านคุณภาพและปริมาณอยู่เสมอ แนวทางหนึ่งที่เกษตรกร จะสามารถคาดหวังคุณภาพและปริมาณได้ตามต้องการคือต้องทำการผลิตพืชในสภาวะที่ควบคุมได้ ซึ่งเป็นที่มาของโรงเรือนเพาะปลูกพืช(Greenhouse) (กองส่งเสริมวิศวกรรมเกษตร,2557)

2. ประโยชน์ของโรงเรือน

โรงเรือนปลูกพืชสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ เพื่อที่จะได้รับผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพมากที่สุด (เกษตรไทย เกษตรสุข,2560)

1. ช่วยควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือน ป้องกันแมลงทำลายพืชที่ปลูกไม่ต้องใช้ยาฆ่าแมลง พืชผักที่ปลูกโดยวิธีนี้ จึงปลอดสารพิษตกค้างในผลผลิต

2. ควบคุมปัจจัยในการเติบโตของพืช เช่น ความเข้มแสง เวลารับแสง ความเข้มข้น และอุณหภูมิ เป็นต้น

3. ผลิตพืชได้ทั้งปี ไม่ต้องอาศัยฤดูกาลตามธรรมชาติ วางแผนการผลิตได้ง่าย เสี่ยงน้อยกว่าปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง

4. พืชที่ผลิตได้ สะอาดไม่ติดโรค สามารถติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์พยุงลำต้น อุปกรณ์แขวนผล เป็นต้น

3. รูปแบบโรงเรือน

จากการสืบค้นข้อมูล รูปแบบ ลักษณะทางโครงสร้างของโรงเรือน ที่นิยมสร้างขึ้นทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ พบว่ามีการสร้างออกมาหลากหลายรูปแบบด้วยกัน จึงเป็นการยากในการตัดสินใจเลือกที่จะสร้างโรงเรือนแบบใดแบบหนึ่ง (สุลักษณา, ม.ป.ป.)

ถ้าแยกรูปแบบของโรงเรือนตามลักษณะของทรงหลังคาจะสามารถแยกได้ดังนี้

3.1 โรงเรือนปลูกพืชแบบทรงหลังคาโค้ง

3.1.1 โรงเรือนปลูกพืชทรงหลังคาโค้ง (High Tunnel Greenhouse) แบบเสาเอียง

ภาพที่ 2-1 โรงเรือนปลูกพืชทรงหลังคาโค้งแบบเสาเอียง

ลักษณะ เป็นหลังคาเป็นลักษณะโค้งดัด เสาโรงเรือนมีลักษณะเอียงตรงด้านข้าง และมีเสาด้านในเป็นเสาเสาตรง การระบายอากาศจะเป็นการระบายออกทางด้านข้างของโรงเรือนที่นิยมใช้ตาข่ายกันแมลงมุ่ง จึงเหมาะกับสภาพอากาศในเขตอบอุ่นและหนาว

ข้อดี 1. ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างค่อนข้างมากเนื่องจากมีส่วนยืนขยาย

2. หลังคาสักษณะโค้งดัดทำให้สามารถทนแรงลมได้ดี

3. มีพื้นที่ภายในเพิ่มขึ้น

ข้อเสีย 1. ใช้พื้นที่ค่อนข้างมากในการก่อสร้าง เพราะมีส่วนขยายของโรงเรือนยืนขยาย

2. การก่อสร้างยุ่งยาก เพราะใช้แรงงงานในการดัดส่วนที่โค้ง และมีชิ้นส่วนมากขึ้นเนื่องจากมีส่วนยืนขยาย

3. อากาศภายในโรงเรือนระบายสู่ภายนอกไม่สะดวก

3.1.2 โรงเรือนปลูกพืชทรงหลังคาโค้ง (High Tunnel Greenhouse) แบบเสาตรง

ภาพที่ 2-2 โรงเรือนปลูกพืชทรงหลังคาโค้ง แบบเสาตรง

ลักษณะ หลังคาเป็นลักษณะทรงโค้งดัด เสาของโรงเรือนเป็นแบบเสาตรทั้งหมด (ทั้งด้านใน และด้านข้าง) การระบายอากาศจะเป็นการระบายออกทางด้านข้างของโรงเรือนที่นิยมใช้ตาข่ายกันแมลงมุ่ง จึงเหมาะกับสภาพอากาศในเขตอบอุ่นและหนาว

ข้อดี 1. ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างค่อนข้างน้อยเนื่องจากไม่มีส่วนยื่นขยาย

2. หลังคาสักษณะโค้งดัดทำให้สามารถทนแรงลมได้ดี

ข้อเสีย 1. มีพื้นภายใช้สอยในโรงเรือนที่ค่อนข้างจำกัด

2. การก่อสร้างยุ่งยาก เพราะใช้แรงงงานในการดัดส่วนที่โค้ง

3. อากาศภายในโรงเรือนระบายสู่ภายนอกไม่สะดวก

3.1.3 โรงเรือนปลูกพืชแบบปรับอากาศ (Evaporation Greenhouse)

ภาพที่ 2-3 โรงเรือนปลูกพืชแบบปรับอากาศ

ลักษณะ เป็นหลังคาโค้ง เสาของโรงเรือนมีลักษระเป็นเสาตรงทั้งหมดคล้ายโรงเรือนปลูกพืชแบบทรงหลังคาโค้งแบบเสาตรง แต่มีพัดลมปรับอากาศติดทางด้านท้ายของโรงเรือน ทำให้มีการระบายความร้อนได้ดี จึงความนิยมแพร่หลายในเขตร้อน เขตอบอุ่น และเขตหนาว

ข้อดี 1. ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างค่อนข้างน้อยเนื่องจากไม่มีส่วนยื่นขยาย

2. หลังคาสักษณะโค้งดัด ทำให้สามารถทนแรงลมได้ดี

3. มีพัดลมระบายอากาศ ทำให้อากาศภายในโรงเรือนระบายได้สะดวก

ข้อเสีย 1. มีพื้นที่ภายในค่อนข้างจำกัด

2. การก่อสร้างยุ่งยาก เพราะใช้แรงงานในการดัดส่วนที่โค้ง

3. พัดลมระบายอากาศราคาสูง

4. มีพื้นภายในโรงเรือนที่ค่อนข้างจำกัด

5. มีค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้พัดลมเพิ่มขึ้น

3.2 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย (Saw tooth Greenhouse)

ภาพที่ 2-4 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย

ลักษณะ เป็นหลังคาที่เป็นทรงโค้งดัด 2 โค้งต่อเหลื่อมกัน เสาของโรงเรือนมีลักษณะเป็นเสาตรงทั้งหมด ลักษณะโดยทั่วไปจะคล้ายกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง แต่ลักษณะหลังคาแบบนี้ทำให้ระบายอากาศได้ดีทางด้านบนหลังคา แม้ในช่วงฝนตกก็สามารถป้องกันฝนเข้ามาภายในอาคารโรงเรือน เหมาะสำหรับประเทศในเขตร้อนและอบอุ่น

ข้อดี 1. ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างค่อนข้างน้อย

2. หลังคาลักษณะนี้ทำให้สามารถระบายอากาศภายในโรงเรือนได้ดี (ด้านบนที่เป็นหลังคาและด้านข้างที่เป็นตาข่ายกันแมลง)

3. ประหยัดค่าอุปกรณ์ระบายความร้อนภายในโรงเรือน

ข้อเสีย 1. มีพื้นที่ภายค่อนข้างในจำกัด

2. การก่อสร้างยุ่งยาก เพราะใช้แรงงงานในการดัดส่วนที่โค้ง และส่วนที่ต่อเหลื่อมกัน

3. ยากต่อการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน

3.3 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่ว

3.3.1 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร (even span)

ภาพที่ 2-5 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร

ลักษณะ หลังคาเป็นทรงหน้าจั่ว เสาของโรงเรือนมีลักษณะเป็นเสาตรงทั้งหมด นิยมสร้างในต่างประเทศ ลักษณะหลังคาแบบนี้ทำให้อากาศภายในโรงเรือนร้อนเพราะมีพื้นที่รับความร้อนมาก

ข้อดี 1. ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างค่อนข้างน้อย

2. การก่อสร้างง่าย เพราะไม่ต้องมีส่วนที่โค้ง หรือส่วนที่ยื่นออกมา

3. ควบคุมอุณหภูมิได้ง่ายถ้าเป็นระบบปิด

ข้อเสีย 1. มีพื้นที่ภายค่อนข้างในจำกัด

2. มีพื้นภายในโรงเรือนที่ค่อนข้างจำกัด

3. อุณหภูมิภายในค่อนข้างสูง

3.3.2 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสองชั้น

ภาพที่ 2-6 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสองชั้น

ลักษณะ หลังคาเป็นทรงหน้าจั่วแต่มี2ชั้น เสาของโรงเรือนมีลักษณะเป็นเสาตรงทั้งหมด อาคารรูปแบบนี้สร้างขึ้นเพื่อให้อากาศร้อนภายในอาคารระบายออกได้ดี แม้ในช่วงฝนตกก็สามารถป้องกันฝนเข้ามาภายในอาคารโรงเรือน อาคารรูปแบบนี้เหมาะสำหรับประเทศในเขตร้อน และอบอุ่น

ข้อดี 1. ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างค่อนข้างน้อย

2. ลักษณะหลังคาทำให้ระบายอากาศได้ดีกว่าแบบหน้าจั่วสมมาตร

ข้อเสีย 1. มีพื้นภายในโรงเรือนที่ค่อนข้างจำกัด

2. การก่อสร้างยุ่งยากเพราะ มีส่วนที่ต่อขยายออกมา

3.4 โรงเรือนหลังคาครึ่งทรงกลม

ภาพที่ 2-7 โรงเรือนหลังคาครึ่งทรงกลม

ลักษณะ หลังคาเป็นทรงครึ่งทรงกลม การก่อสร้างทำได้ยาก การขยายพื้นที่ทำได้ยาก จึงไม่นิยมสร้างกันมากนักในเชิงพาณิชย์ ส่วนใหญ่สร้างขึ้นเพื่อให้มีจุดเด่นทางด้านสถาปัตยกรรมและการศึกษา

ข้อดี 1. ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างค่อนข้างน้อย

2. มีสถาปัตยกรรมที่สวยงาม

3. เหมาะแก่การเป็นสถานที่ให้ความรู้ด้านการเกษตร

ข้อเสีย 1. มีพื้นภายในโรงเรือนที่ค่อนข้างจำกัด

2. การก่อสร้างยุ่งยากเพราะ มีส่วนที่ต่อ ส่วนโค้งดัดมาก

3. การขยายพื้นที่ทำได้ยาก

4. อุณหภูมิภายในค่อนข้างสูงเพราะเป็นกระจกคลุมทั้งหมด

3.5 โรงเรือนหลังคาแบบโกธิค (Gothic arch)

ภาพที่ 2-8 โรงเรือนหลังคาแบบโกธิค

ลักษณะ หลังคาเป็นทรงโค้งดัด แต่มีลักษณะยอดแหลม เสาเป็นเสาตรงทั้งหมด(ทั้งเสานอกและเสาใน) การระบายอากาศไม่สะดวก จึงไม่เหมาะกับประเทศในเขตร้อน การก่อสร้าค่อนข้างยากเพราะมีส่วนโค้งดัดมาก

ข้อดี 1. ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างค่อนข้างน้อย

2. มีสถาปัตยกรรมที่สวยงาม

3. หลังคาสักษณะโค้งดัด ทำให้สามารถทนแรงลมได้ดี

ข้อเสีย 1. มีพื้นภายในโรงเรือนที่ค่อนข้างจำกัด

2. การก่อสร้างยุ่งยากเพราะ มีส่วนที่ต่อ ส่วนโค้งมาก

3. การระบายอากาศไม่ค่อยดี

4. อุณหภูมิภายในค่อนข้างสูง

4. วัสดุคลุมโรงเรือน

วัสดุคลุมโรงเรือนเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญกับการก่อสสร้างโรงเรือน จึงต้องคำนึงถึงคุณสมบัติที่ดีของตัววัสดุที่นำมาใช้ เพื่อความเหมาะสม (บ.สมบัติชายอุตสาหกรรมพลาสติก, ม.ป.ป.)

4.1 พลาสติก (Polyethylene, PE) คุณสมบัติ

1. ควบคุมการผ่านของแสง (Light Transmission) พลาสติกคลุมหลังคาโรงเรือน ที่มีการผสมสารป้องกันยูวี จะช่วยในการกรองเฉพาะแสงที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ (ส่วนใหญ่ความยาวช่วงแสงอยู่ระหว่าง 400-700 นาโนเมตร)

2. ช่วยในการกระจายแสง (Light Diffusion) ทำให้พืชได้รับแสงอย่างทั่วถึง ลดการบังของแสงซึ่งเกิดจากเงาของพืชในโรงเรือน

3. ช่วยป้องกันการเกิดหยดน้ำ (Anti-Drip Effect) หยดน้ำที่สัมผัสกับพืชโดยตรง อาจเป็นสาเหตุให้ต้นพืชเสียหาย หรือเป็นโรค

4. ช่วยป้องกันพาหะนำไวรัส (Anti-Virus) การที่พลาสติก PE มีการเพิ่มสาร จะช่วยป้องกันช่วงรังสียูวีที่แมลงใช้ในการมองเห็นและเข้าทำลายพืช อันเป็นพาหะของการแพร่เชื้อไวรัส

5. การป้องกันฝุ่นละออง (Anti-Dust Effect) สารสังเคราะห์พิเศษที่เคลือบอยู่บนพลาสติก PE มีคุณสมบัติลดการเกิดไฟฟ้าสถิตย์ระหว่างฝุ่นละอองกับพลาสติกคลุมโรงเรือน

6. พลาสติกคลุมโรงเรือน จะช่วยป้องกันการสูญเสียรังสีความร้อน (Thermal Effect Sun Selector) โดยเฉพาะในฤดูหนาว ที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิ ในเวลากลางวันและกลางคืนมากขนาดของพลาสติกคลุมโรงเรือน

4.2 พอลิเอทธิลีนไวนิลอะซิเตด (PolyethyleneVinylacetate, EVA)

เริ่มมีรายงานการใช้ทำเรือนพลาสติกประมาณปี ค.ศ.1969-1970 EVA มีความใสและความเหนียวดี เก็บกักแสงอินฟาเรดได้ดีพอ ๆ กับพอลิไวนิล-คลอไรด์ มีความทนต่อแสงอัลตร้าไวโอเล็ตดีกว่า PVC และ PE ไม่เปราะแม้อุณหภูมิต่ำถึง-40°C (พอลิเอทธิลีนจะเปราะเมื่ออุณหภูมิต่ำถึง -25°C) ประเทศในแถบที่อากาศหนาวจัด เช่น สแกนดิเนเวีย จึงนิยมใช้ EVA มาก แต่ข้อเสียของ EVA คือหนืดแบบยาง และยืดหยุ่นได้เมื่อมีแรงดึง และมีไฟฟ้าสถิตสูงทำให้ฝุ่นเกาะ สกปรกง่ายและมีราคาแพงกว่า

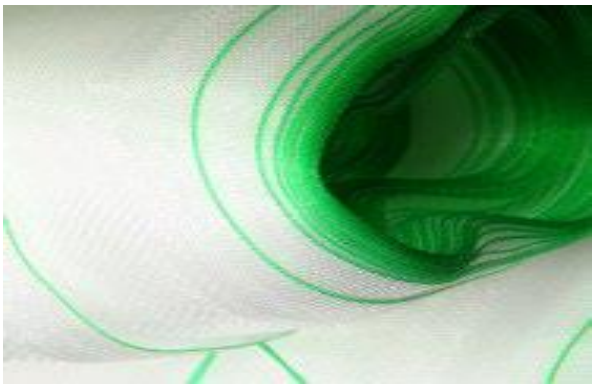
4.3 ตาข่ายกันแมลง

ผ้ามุ้งฟ้ากันแมลง Screen Net ,Polyamine (Nylon) หรือ PA

ภาพที่ 2-9 ผ้ามุ้งฟ้ากันแมลง

คุณสมบัติพิเศษผ้ามุ้งฟ้า ไนล่อนโครงสร้างเป็นใยสังเคราะห์ ซึ่งมีความเหนียวเป็นคุณสมบัติเด่นของทั้งยังยืดหยุ่นสูง คงรูปได้ดีและสามารถคืนตัวได้ Polyamine (Nylon) เป็นใยสังเคราะห์ประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) สามารถทนความร้อนได้ ไวต่ออุณหภูมิจึงสามารถขึ้นรูปแบบง่ายๆ ได้ถ้าให้ความร้อนจนถึงระดับหนึ่ง จัดอยู่ในกลุ่มพลาสติกวิศวกรรม คุณสมบัติที่สำคัญของ PA คือ เหนียว แกร่ง ขยายตัวได้มาก ทนต่อสารเคมี ทนต่อการขีดข่วน การขัดสี ทนต่อความร้อน เหมาะสำหรับการใช้งานสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งงานเกษตรกรรม และการประมงต่างๆ เช่น ใช้คลุมโรงเพาะกล้าไม้ ทำอุปกรณ์ ดักจับสัตว์น้ำ ฯลฯ

ผ้ามุ้งเสาวกันแมลง Mosquito Net ,Polyamine (Nylon) หรือ PA



ภาพที่ 2-10 ผ้ามุ้งเสาวกันแมลง

คุณสมบัติพิเศษผ้ามุ้งเสาวกันแมลง ไนล่อนโครงสร้างเป็นใยสังเคราะห์ ซึ่งมีความเหนียวเป็นคุณสมบัติเด่นของ ทั้งยังยืดหยุ่นสูง คงรูปได้ดีและสามารถคืนตัวได้ Polyamine (Nylon) เป็นใยสังเคราะห์ประเภทเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) สามารถทนความร้อนได้ ไวต่ออุณหภูมิ ผสมสาร UV เพิ่มความทนทานเป็นพิเศษ สามารถขึ้นรูปแบบง่ายๆ และนำไปประยุกต์ใช้ในงานประเภทอื่นๆได้ การใช้งานได้ยาวนานและผสมสารยูวี เหมาะสำหรับติดตั้งในโรงเพาะเลี้ยงกล้าไม้หรือแปลงผัก สามารถป้องกันสัตว์และแมลงที่ไม่พึงประสงค์ได้เป็นอย่างดี

5. โปรแกรม SAP2000

โปรแกรมวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างซึ่งถือได้ว่าได้รับความนิยมในการใช้งานมากที่สุดในโลกโปรแกรมหนึ่ง โปรแกรมมีการพัฒนาต่อเนื่องมายาวนานจนถึงเวอร์ชั่นล่าสุดคือ SAP2000 V.16 โปรแกรมมีความสามารถในการสร้างโมเดลได้หลากหลายรูปแบบทั้งสองมิติสามมิติ ระบบพิกัดฉาก ระบบพิกัดวงกลมและระบบพิกัดกาหนดเอง นอกจากนั้นยังมีฟังชั่นช่วยในการสร้างโมเดลอีกมากมายเพื่อให้ผู้ใช้สามารถสร้างโมเดล โครงสร้างที่ซับซ้อนได้อย่างสะดวกรวดเร็ว (มงคล, 2557)

6. **พื้นโรงเรือน**

จากการรวบรวมข้อมูลลักษณะของพื้นโรงเรือน พบว่าต้องเตรียมการปรับพื้นให้มีความเรียบเสมอกัน หรือจนน้ำไม่ขังเป็นแอ่งภายในโรงเรือน ลักษณะพื้นควรเก็บความชื้นได้ดี ขณะเดียวกันจะต้องระบายน้ำได้ดี เช่น ทราย กรวด อิฐมอญ กาบมะพร้าว ส่วนทางเดินภายใช้ควรเป็นวัสดุทึบน้ำและสามารถรับน้ำหนักของอุปกรณ์ที่ใช้ภายในโรงเรือนได้ เช่น คอนกรีต พลาสติกปูพื้น

ถ้าเป็นโรงเรือนที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิควรจะให้วัสดุทึบน้ำทั้งหมด (พื้นและผนัง) และมีการต่อเชื่อมแบบมีมาตรฐาน (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตรและเทคโนโลยีแห่งชาติ, ม.ป.ป.)

ข้อควรปฏิบัติ

1. ลักษณะโครงสร้างของพื้น ควรมีความแข็งแรงรองรับน้ำหนักได้

2. ลักษณะของผิวพื้นโรงเรือนควรเป็นวัสดุที่แข็งแกร่ง ทนทานต่อสารเคมี และมีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้

3. ลักษณะพื้นโดยทั่วไปควรมีการปรับระดับเพื่อการระบายน้ำ

4. มีท่อระบายน้ำและบ่อพักที่สามารถควบคุมคุณภาพของน้ำก่อนปล่อยออกสู่บ่อน้ำสาธารณะ

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

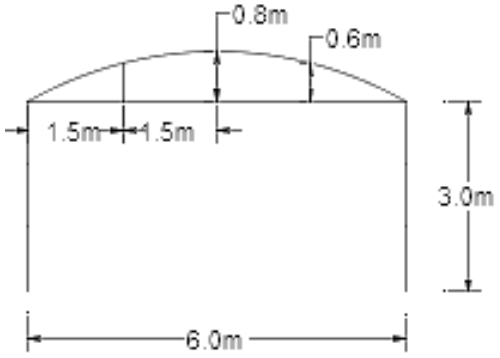
ขั้นตอนการศึกษา

1.รวบรวมข้อมูลของรูปแบบโรงเรือนที่ปลูกสร้างทั้งในประเทศและต่างประเทศ และทำการวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของแต่ละรูปแบบ

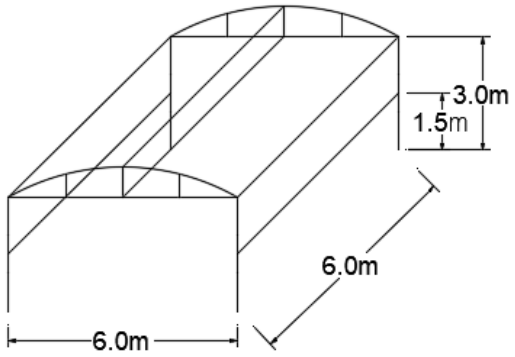
2.คัดเลือกรูปแบบโรงเรือน 3 รูปแบบ โดยคัดเลือกจากลักษณะข้อดีข้อเสีย, ความยากง่ายของการก่อสร้าง และโรงเรือนที่ได้รับความนิยมในการสร้าง รูปแบบโรงเรือนที่เลือก มีดังนี้

1. โรงเรือนปลูกพืชทรงหลังคาโค้ง แบ่งเป็น 3 ขนาดดังนี้

1.1 รูปแบบโรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง เสาตรงขนาด 6 × 6 ตารางเมตรมีลักษณะหลังคาทรงโค้งมีระยะราบยาว 6 เมตร เสามีลักษณะตั้งตรงสูง 3 เมตร และระยะจากเสาถึงเสายาว 6 เมตร มีเสาทั้งหมด 4 ต้น

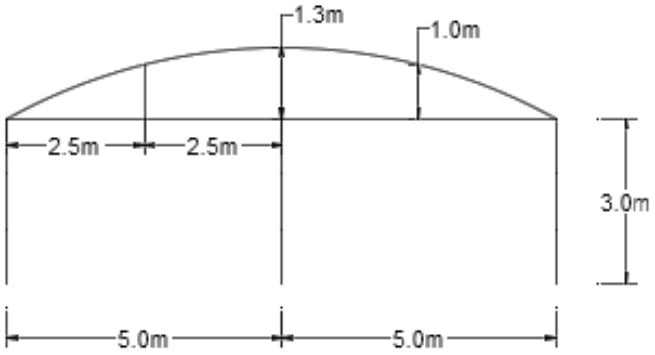


ภาพที่ 3-1 รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

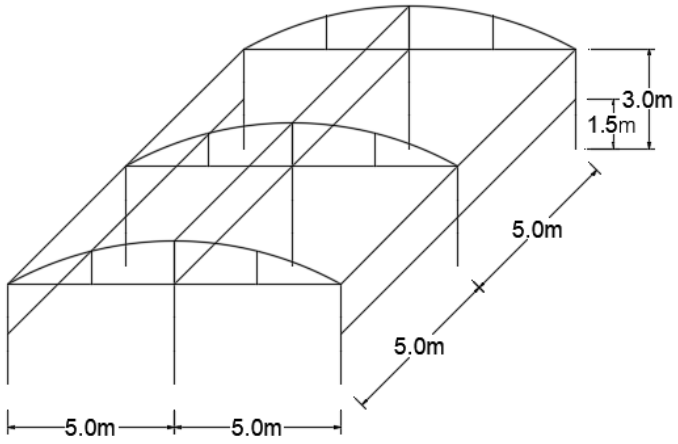


ภาพที่ 3-2 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

1.2 รูปแบบโรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง เสาตรงขนาด 10 × 10 ตารางเมตร มีลักษณะหลังคาทรงโค้ง โค้งมีระยะราบยาว 10 เมตร เสามีลักษณะตั้งตรงสูง 3 เมตร และระยะจากเสาถึงเสายาว 5 เมตร มีเสาทั้งหมด 9 ต้น

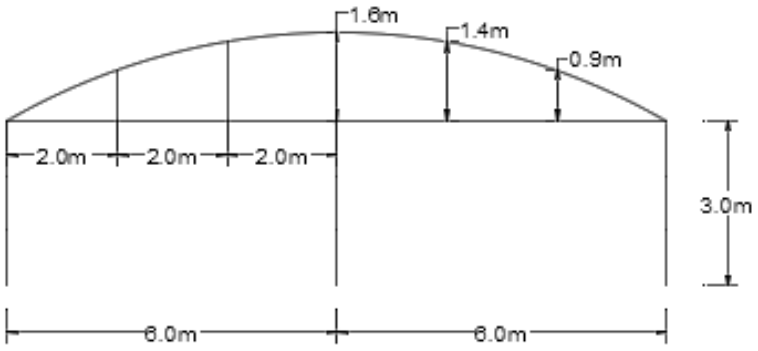


ภาพที่ 3-3 รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

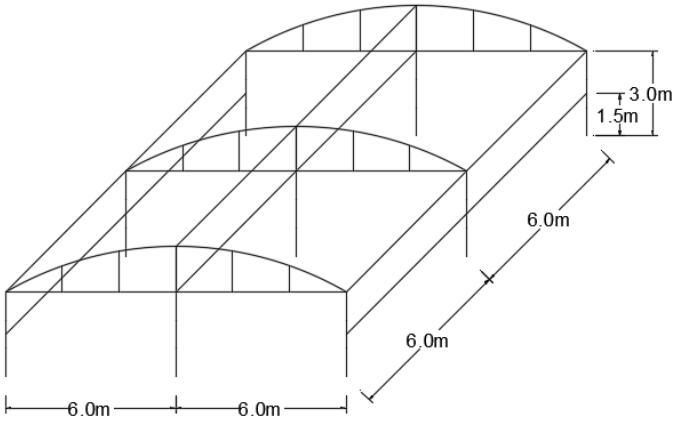


ภาพที่ 3-4 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

1.3 รูปแบบโรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง เสาตรงขนาด 10 × 10 ตารางเมตร มีลักษณะหลังคาทรงโค้ง โค้งมีระยะราบยาว 12 เมตร เสามีลักษณะตั้งตรงสูง 3 เมตร และระยะจากเสาถึงเสายาว 6 เมตร มีเสาทั้งหมด 9 ต้น



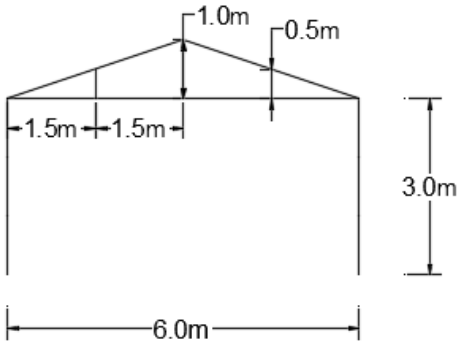
ภาพที่ 3-5 รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



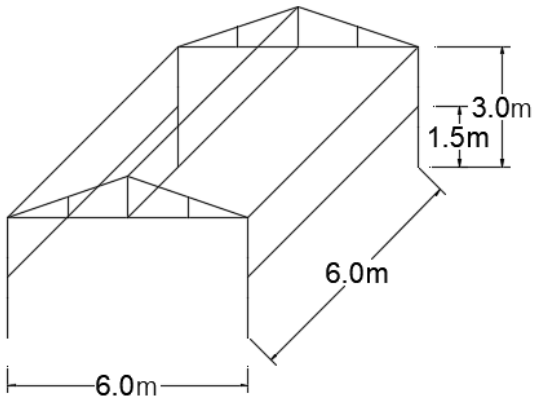
ภาพที่ 3-6 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

2. โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร แบ่งเป็น 3 ขนาดดังนี้

2.1 รูปแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตรมีลักษณะหลังคาทรงจั่วมีระยะราบยาว 6 เมตร จะมีคานเสริมตรงกลางที่ระยะ 3 เมตร เสามีลักษณะตั้งตรงสูง 3 เมตร และระยะจากเสาถึงเสายาว 6 เมตร มีเสาทั้งหมด 4 ต้น

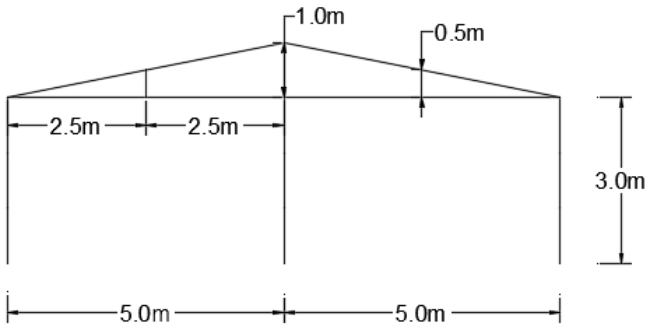


ภาพที่ 3-7 รูปด้านหน้าโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

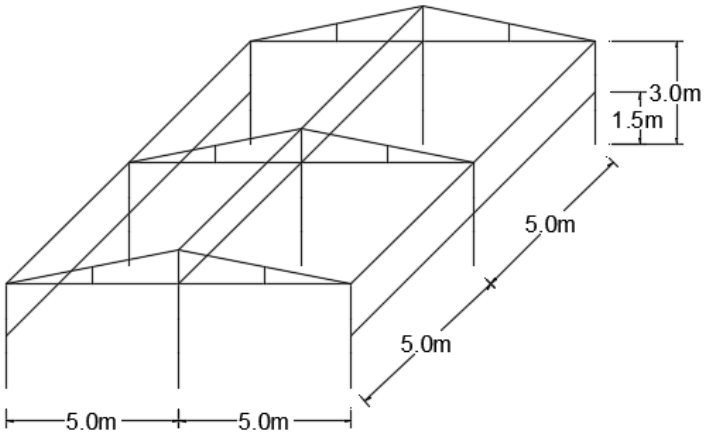


ภาพที่ 3-8 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

2.2 รูปแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร มีลักษณะหลังคาทรงจั่วมีระยะราบยาว 5 เมตร จะมีคานเสริมตรงกลางที่ระยะ 3 เมตร เสามีลักษณะตั้งตรงสูง 3 เมตร และระยะจากเสาถึงเสายาว 5 เมตร มีเสาทั้งหมด 9 ต้น

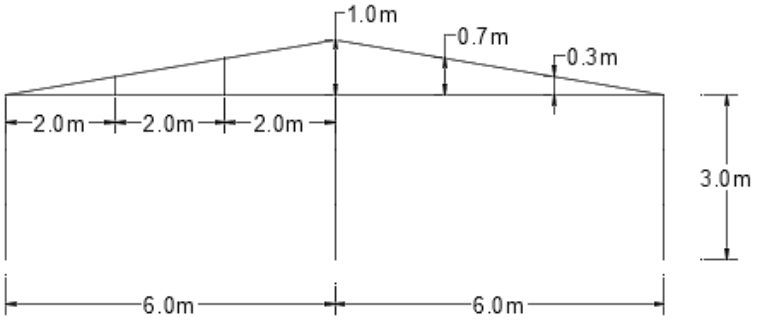


ภาพที่ 3-9 รูปด้านหน้าโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

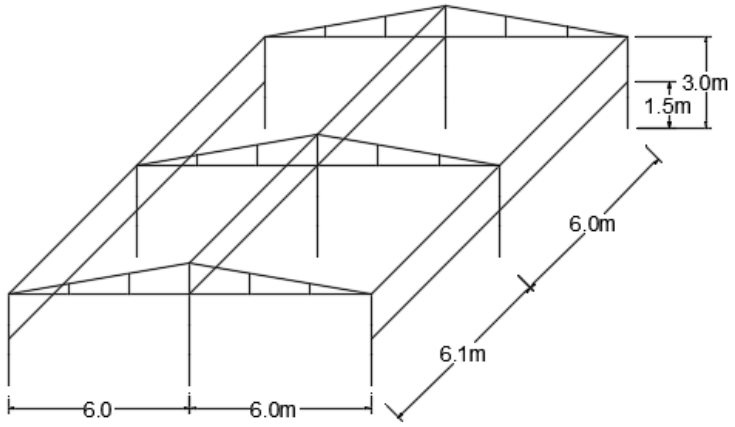


ภาพที่ 3-10 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

2.3 รูปแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร มีลักษณะหลังคาทรงจั่วมีระยะราบยาว 6 เมตร จะมีคานเสริมตรงกลางที่ระยะ 3 เมตร เสามีลักษณะตั้งตรงสูง 3 เมตร และระยะจากเสาถึงเสายาว 6 เมตร มีเสาทั้งหมด 9 ต้น



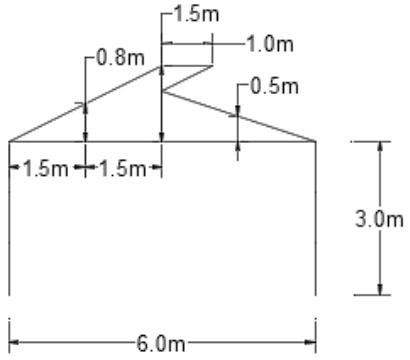
ภาพที่ 3-11 รูปด้านหน้าโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



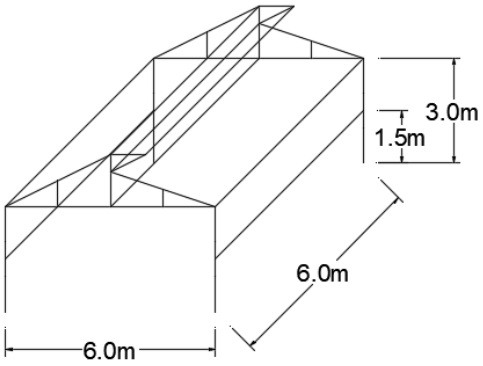
ภาพที่ 3-12 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

3.โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย แบ่งเป็น 3 ขนาดดังนี้

3.1 รูปแบบโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตรมีลักษณะคล้ายหลังคาจั่วที่ต่อเหลื่อมกัน มีระยะราบยาว 6 เมตร จะมีคานเสริมตรงกลางที่ระยะ 3 เมตร เสามีลักษณะตั้งตรงสูง 3 เมตร และระยะจากเสาถึงเสายาว 6 เมตร มีเสาทั้งหมด 4 ต้น

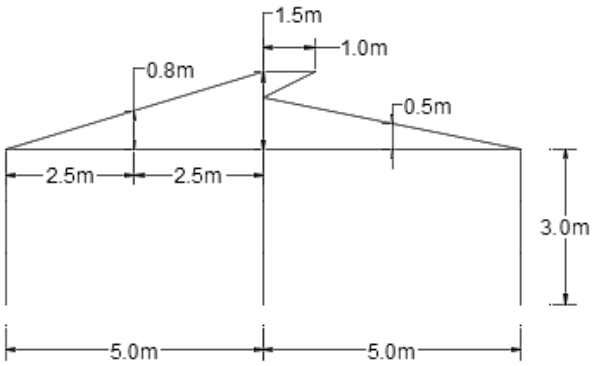


ภาพที่ 3-13 รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

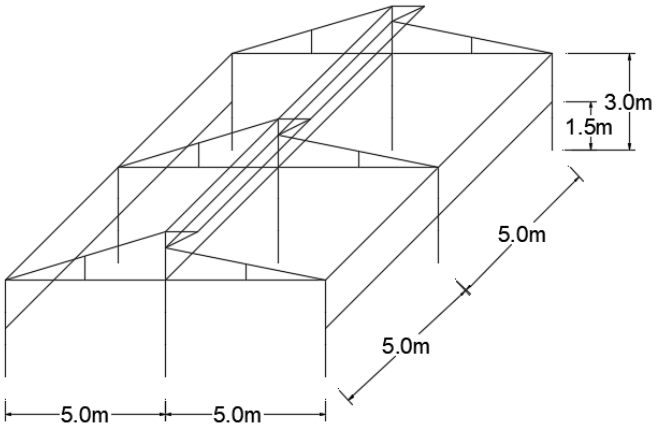


ภาพที่ 3-14 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

3.2รูปแบบโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร มีลักษณะคล้ายหลังคาจั่วที่ต่อเหลื่อมกัน มีระยะราบยาว 5 เมตร เสามีลักษณะตั้งตรงสูง 3 เมตร และระยะจากเสาถึงเสายาว 5 เมตร มีเสาทั้งหมด 9 ต้น

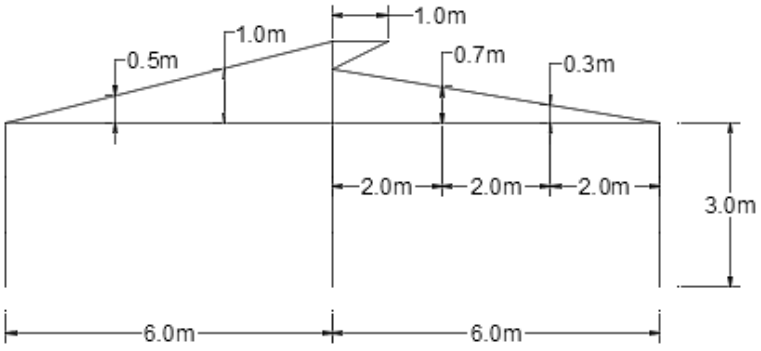


ภาพที่ 3-15 รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

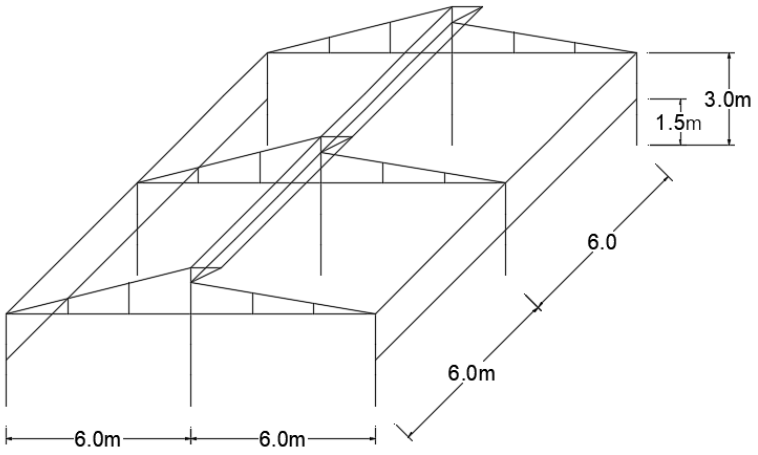


ภาพที่ 3-16 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

3.3 รูปแบบโรงเรือนหลังคาทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร มีลักษณะคล้ายหลังคาจั่วที่ต่อเหลื่อมกัน มีระยะราบยาว 6 เมตร จะมีคานเสริมตรงกลางที่ระยะ 3 เมตร เสามีลักษณะตั้งตรงสูง 3 เมตร และระยะจากเสาถึงเสายาว 6 เมตร มีเสาทั้งหมด 9 ต้น



ภาพที่ 3-17 รูปด้านหน้าโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



ภาพที่ 3-18 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

3. นำรูปแบบทั้ง 3 รูปแบบที่ปรับขนาดทำการเปลี่ยนตัววัสดุทำโรงเรืองเป็น 2 ชนิด คือ โรงเรือนที่ทำโดยใช้ท่อเหล็ก และโรงเรือนที่ทำโดยใช้เหล็กรางน้ำ (Channel)

4. ทำการวิเคราะห์แรงโดยใช้ โปรแกรม SAP 2000 โดยใช้แรงลมที่กระทำกับโครงสร้างโรงเรือนตามความเร็วลมที่ระดับสูงมาตรฐาน 10 เมตรเหนือพื้นดินในบริเวณที่โล่งแจ้ง กรมอุตุนิยมวิทยา โดยเลือกความเร็วของลมที่ระดับ

พายุเกลอ่อน NEAR GALE คือ ต้นไม้ใหญ่ทั้งต้นแกว่งไกว เดินทวนลมไม่สะดวกจะมีความเร็วลมอยู่ที่ 50 - 61 กิโลเมตร/ชั่วโมงซึ่งทำการเฉลี่ยจะมีความเร็วลมเท่ากับ 55.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง หรือเท่ากับ 15.42 เมตร/วินาที

คำนวณแรงลม

จาก $q = \frac{1}{2}\left(\frac{\rho}{g}\right)v^2$ ที่ความสูง 10 เมตร (1)

เลือกใช้

v = ความเร็วลม 12.22 เมตร / วินาที

ρ = ความหนาแน่นของอากาศ เท่ากับ 1.25 กิโลกรัม. / ลูกบาศก์เมตร

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง 9.81 เมตร / วินาทีกำลังสอง

จะได้ q = 15.15 กิโลกรัม. / ตารางเมตร.

และน้ำหนักพลาสติกคลุมโรงเรือนขนาด 100 ไมครอน x 4 x 100 เมตร น้ำหนัก 30 กิโลกรัม. คิดเป็นน้ำหนัก 0.075 กิโลกรัม./ตารางเมตร

การวิเคราะห์โครงสร้าง โดยใช้มาตรฐาน ASTM A992

- Use steel grade Fe-24
- Modulus of elastic เท่ากับ 210,000 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร
- Yield strength เท่ากับ 2,400 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร
- Ultimate strength เท่ากับ 4,100 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร
- Allowable stress เท่ากับ 1,440 กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร
- Allowable deflection เท่ากับ L/360
- Allowable shear stress Fv = 0.4Fy กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

และทำการสมมติหน้าตัดเหล็ก เพื่อให้เป็นน้ำหนักคงที่ที่กระทำกับโรงเรือน ทำการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง เพื่อหาค่า แรงกระทำ โมเมนต์สูงสุด แรงเฉือน และนำค่าต่างๆไปทำการออกแบบเพื่อหาขนาดของวัสดุที่เหมาะสม

5. รวบรวมข้องมูลอาทิเช่น คุณสมบัติ,ราคา ของอุปกรณ์ที่ใช้ภายในโรงเรือน เช่น ตาข่ายกันแมลง ,พลาสติกคลุมโรงเรือน

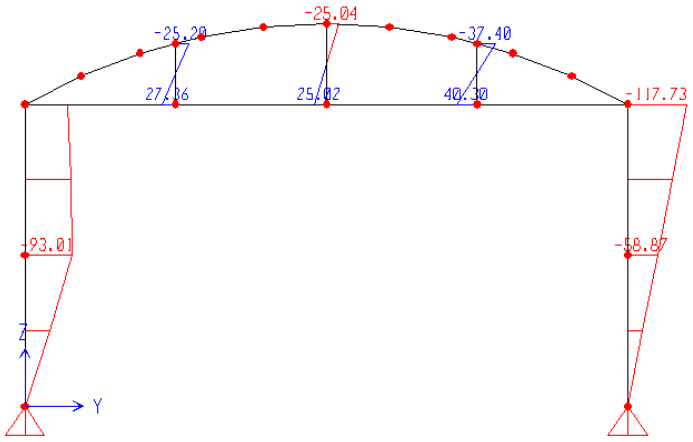
6. ทำการประมาณราคาเบื้องต้น โดยประมาณราคาโรงเรือนโดยใช้พลาสติกคลุมโรงเรือนทั้งหมด โดยไม่รวมค่าอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน

บทที่ 4

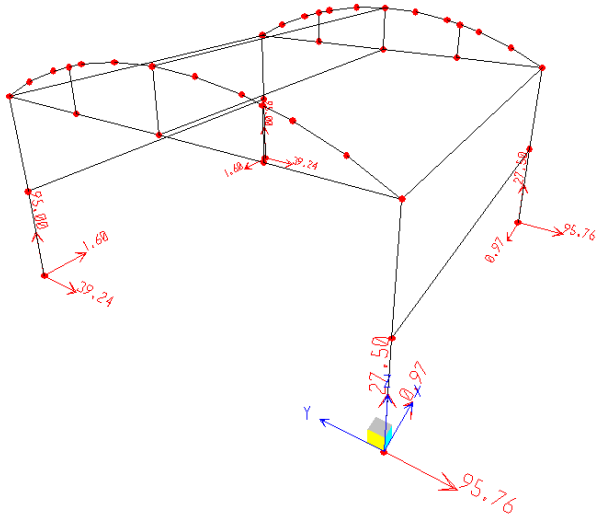
ผลการศึกษา

1.ผลการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง

1.1 โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



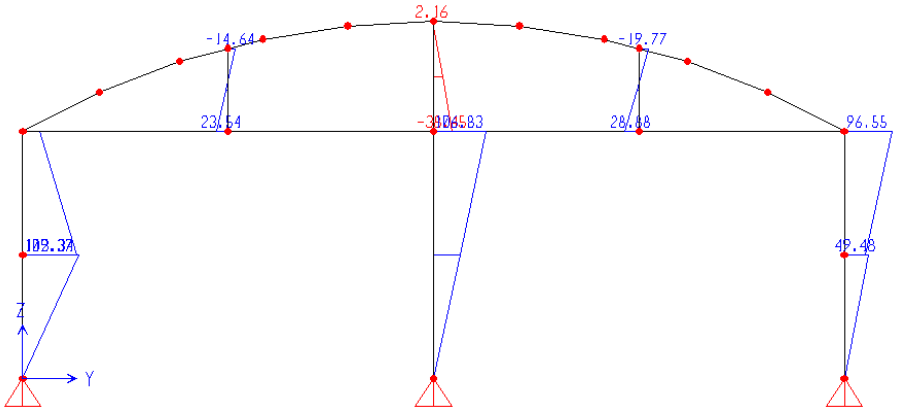
ภาพที่ 4-1-1 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



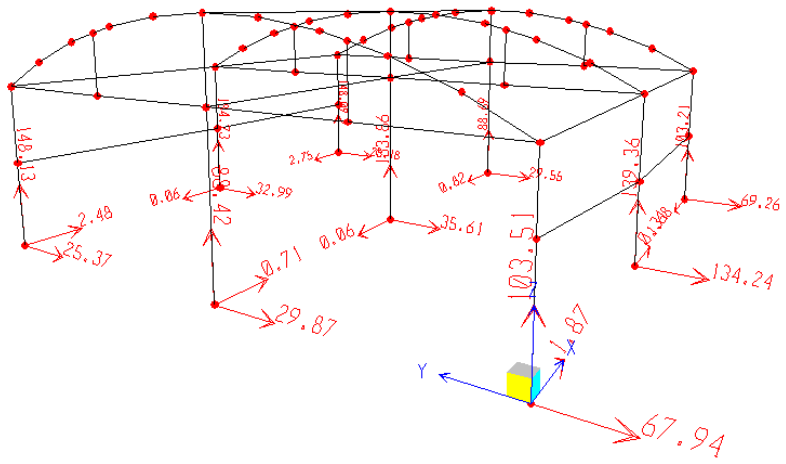
ภาพที่ 4-1-2 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง 6 × 6 ตารางเมตรใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 117.73 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 95 กิโลกรัม

1.2 โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง 10 × 10 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 4 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



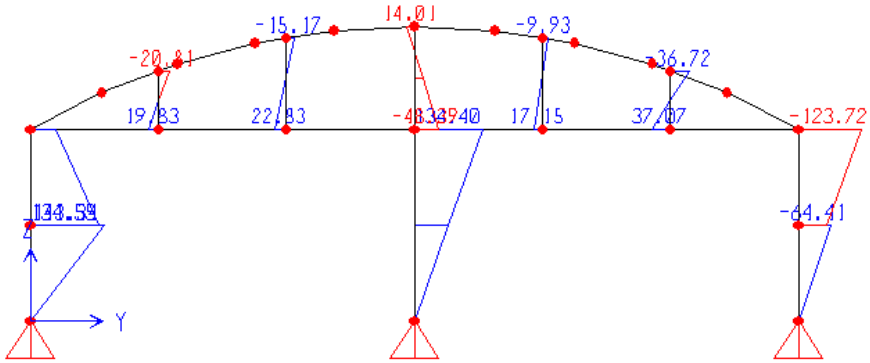
ภาพที่ 4-1-3 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



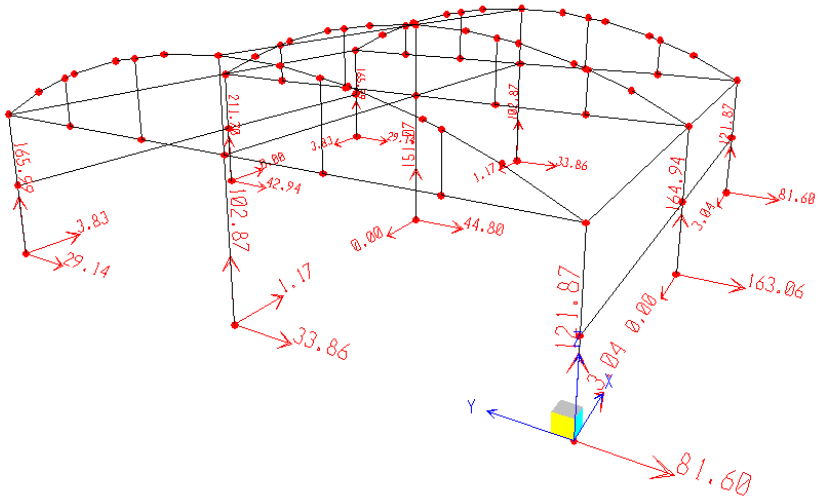
ภาพที่ 4-1-4 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง 10 × 10 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 4 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 113.34 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 185 กิโลกรัม

1.3 โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง 12 × 12 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



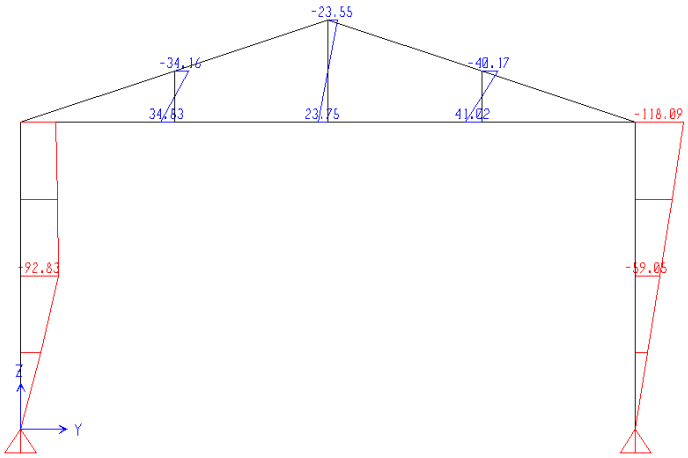
ภาพที่ 4-1-5 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



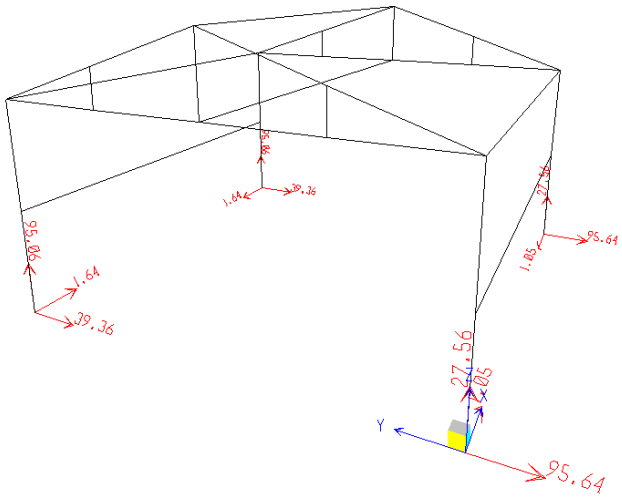
ภาพที่ 4-1-6 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง 12 × 12 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 143.34 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 212 กิโลกรัม

1.4 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร 6 × 6 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



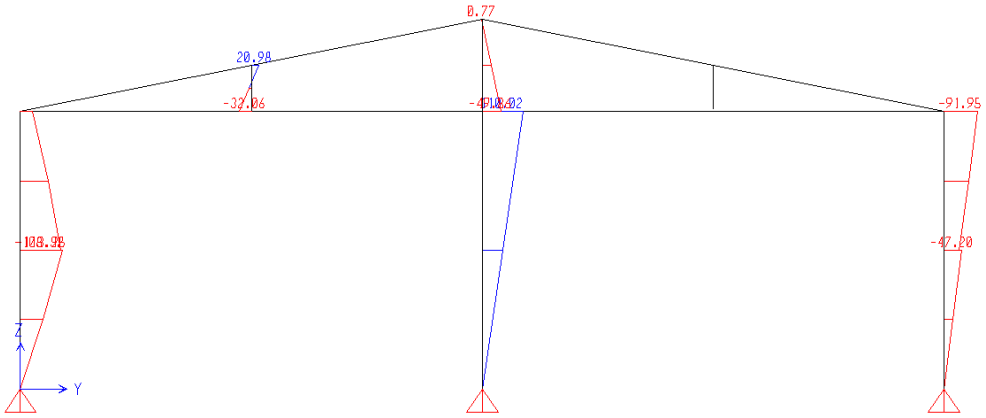
ภาพที่ 4-1-7 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



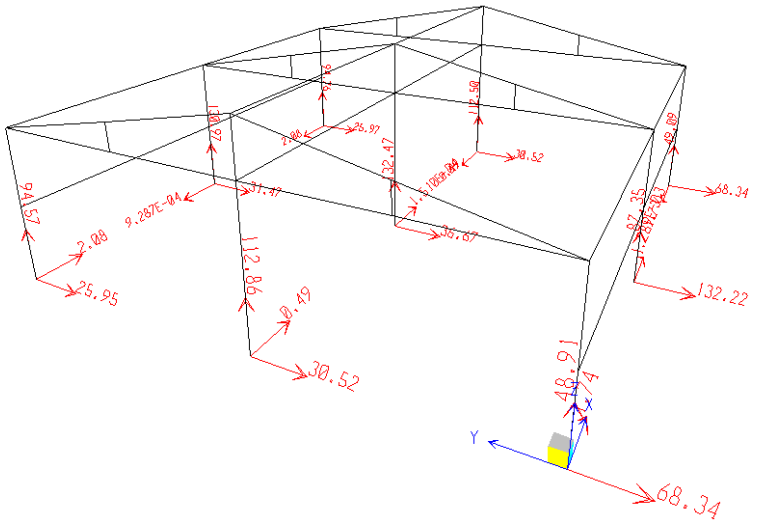
ภาพที่ 4-1-8 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร 6 × 6 ตารางเมตรใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 118.09 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 95 กิโลกรัม

1.5 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร 10 × 10 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็ก ขนาด 2 นิ้ว หนา 4 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



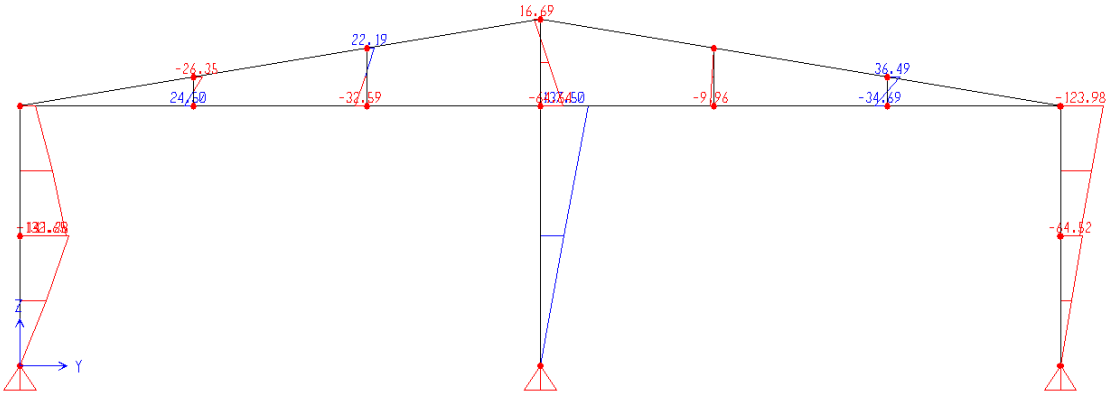
ภาพที่ 4-1-9 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



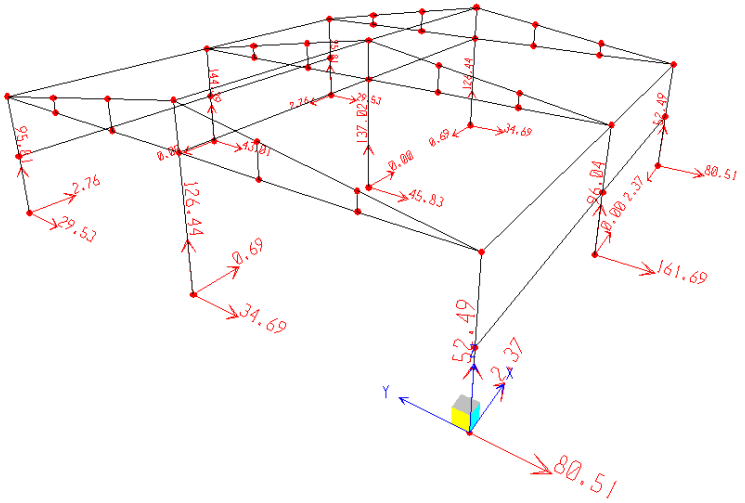
ภาพที่ 4-1-10 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร 10 × 10 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 4 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุดสูงสุดเท่ากับ 113.95 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 132 กิโลกรัม

1.6 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร 12 × 12 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



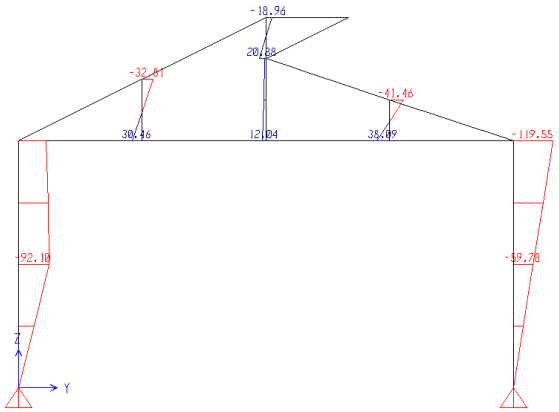
ภาพที่ 4-1-11 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



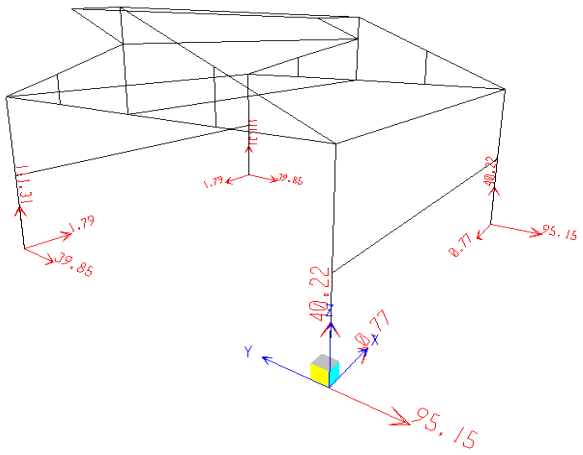
ภาพที่ 4-1-12 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร 12 × 12 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 141.28 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 144 กิโลกรัม

1.7 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



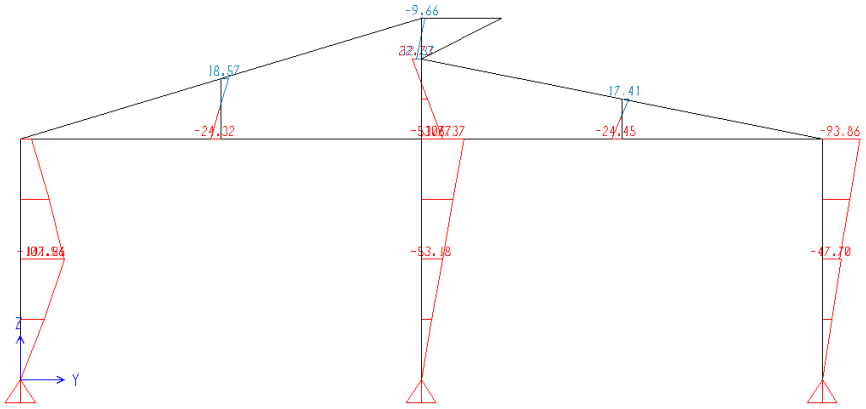
ภาพที่ 4-1-13 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



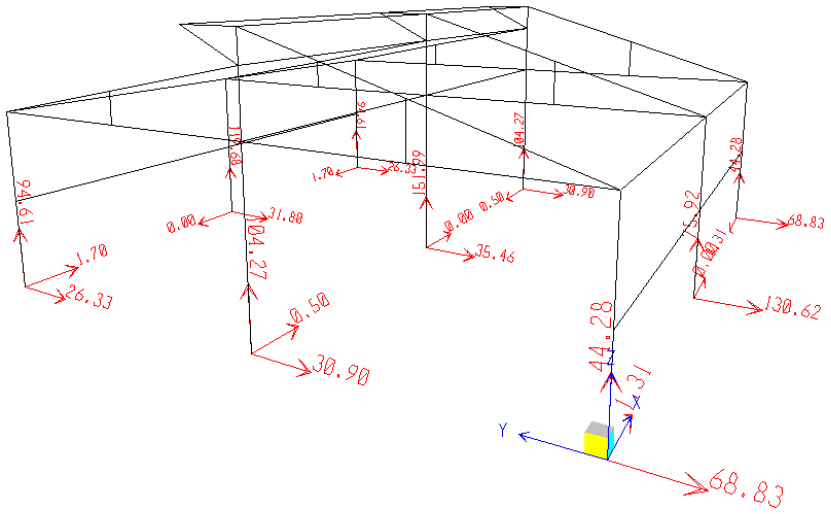
ภาพที่ 4-1-14 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 119.55 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 111 กิโลกรัม

1.8 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 3.2 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



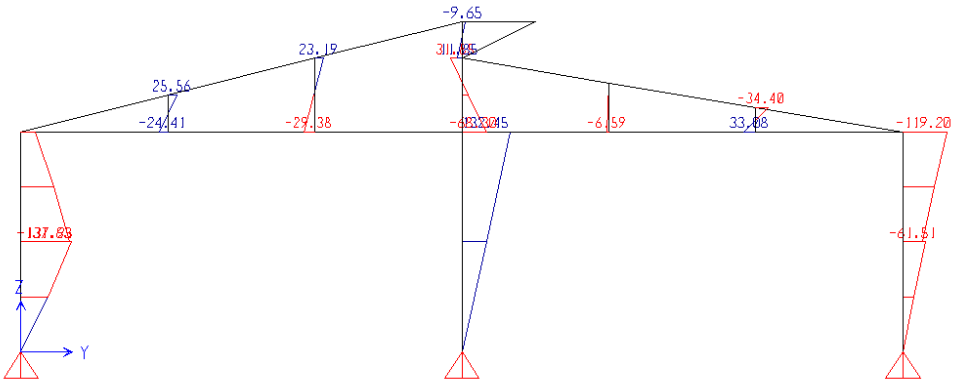
ภาพที่ 4-1-15 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



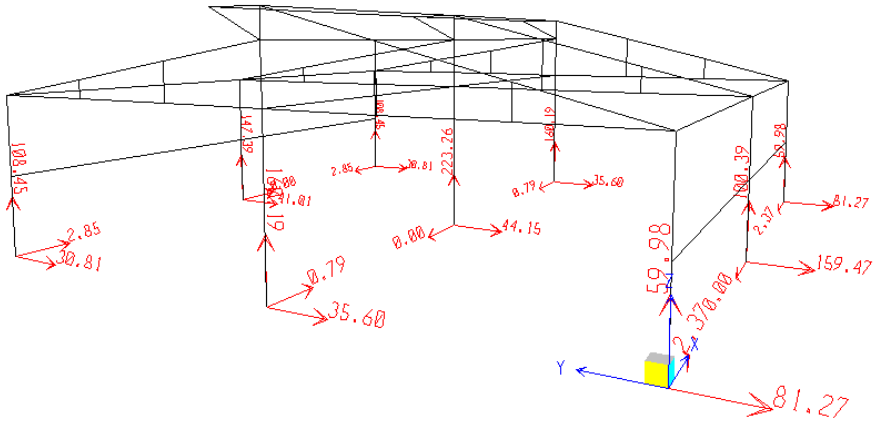
ภาพที่ 4-1-16 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 3.2 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 111.56 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 152 กิโลกรัม

1.9 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็ก ขนาด 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



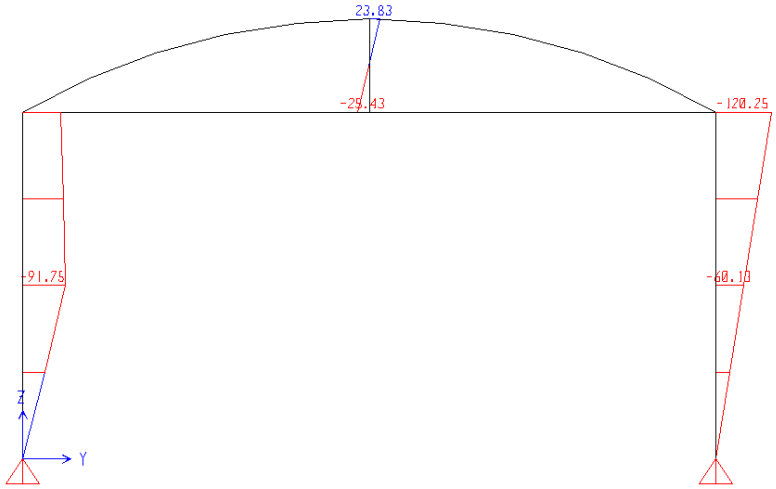
ภาพที่ 4-1-17 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



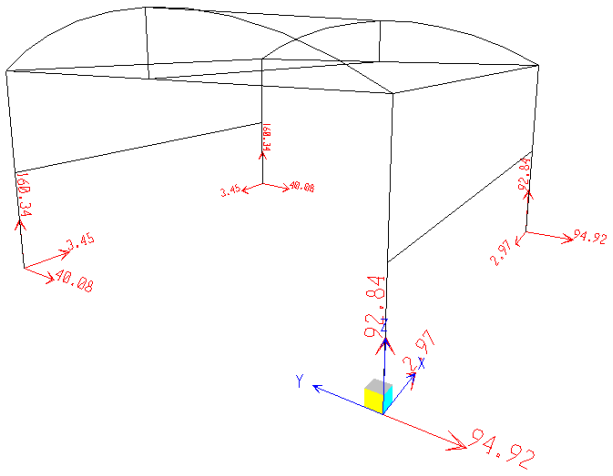
ภาพที่ 4-1-18 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร ใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 137.95 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 223 กิโลกรัม

1.10 โรงเรือนหลังคาโค้ง เสาตรง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตรใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



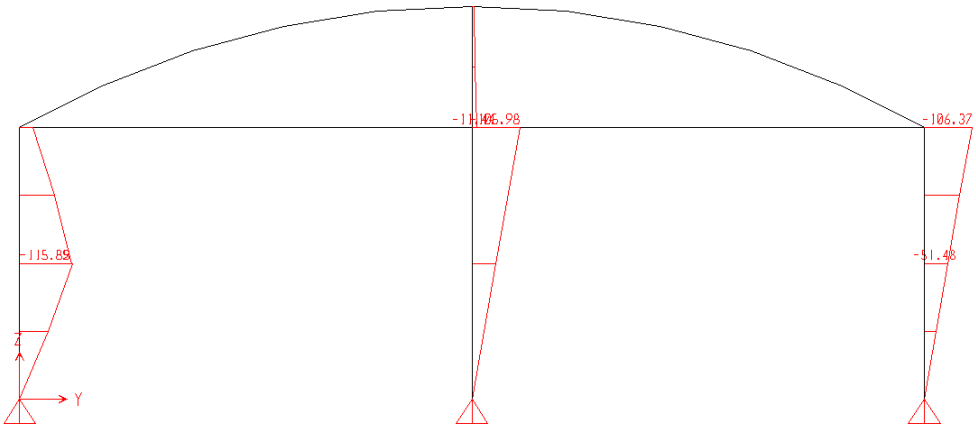
ภาพที่ 4-1-19 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



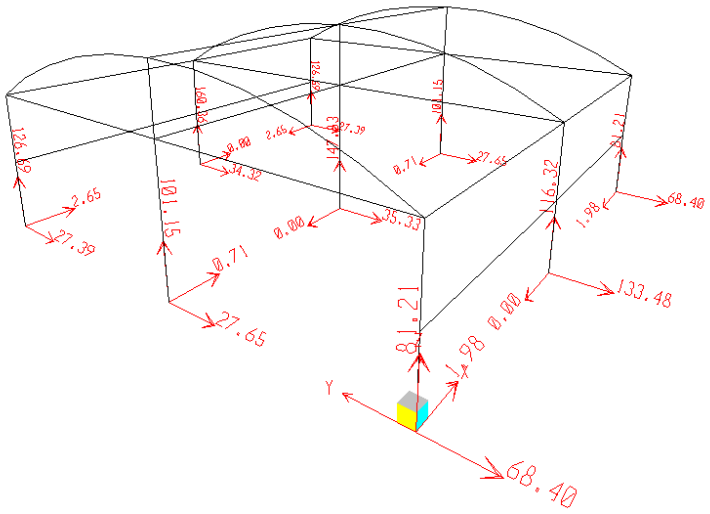
ภาพที่ 4-1-20 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร ใช้เหล็กรางขนาด 75×40×5×7 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 91.75 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุด เท่ากับ 160 กิโลกรัม

1.11 โรงเรือนหลังคาโค้ง เสาตรงขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



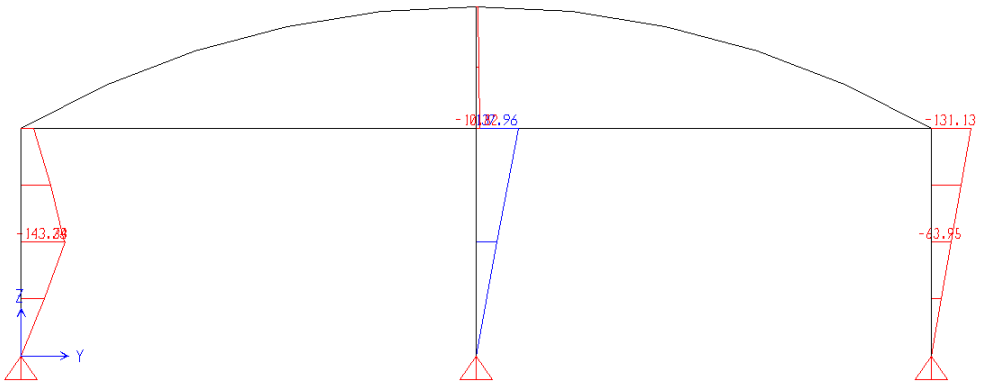
ภาพที่ 4-1-21 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



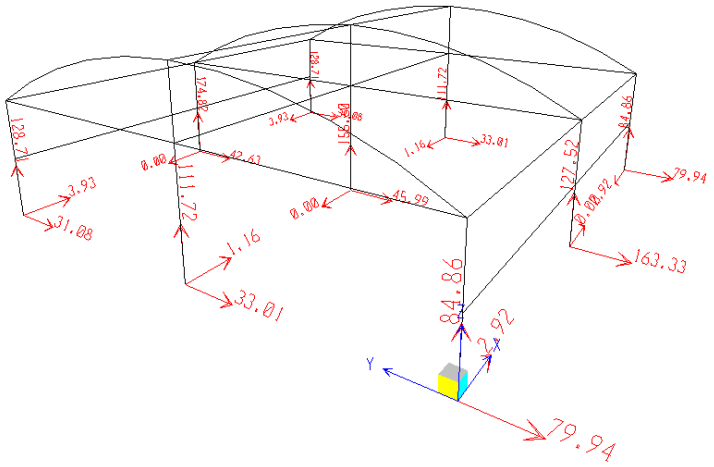
ภาพที่ 4-1-22 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง ขนาด 75×40×5×7 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 115.25 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุด เท่ากับ 160 กิโลกรัม

1.12 โรงเรือนหลังคาโค้ง เสาตรง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



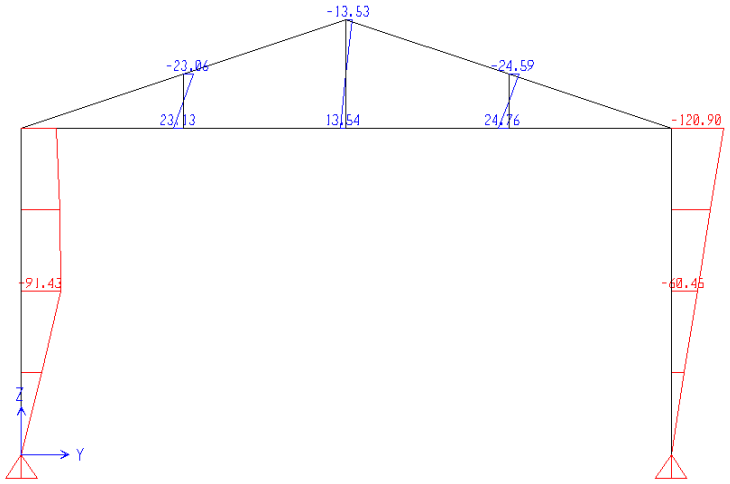
ภาพที่ 4-1-23 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



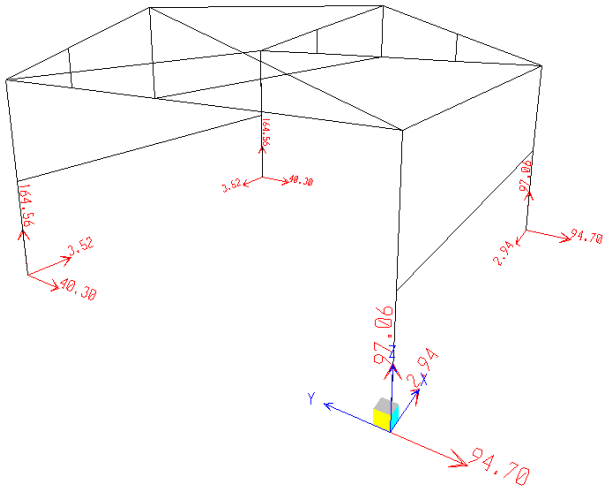
ภาพที่ 4-1-24 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 143.26 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุด เท่ากับ 175 กิโลกรัม

1.13 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



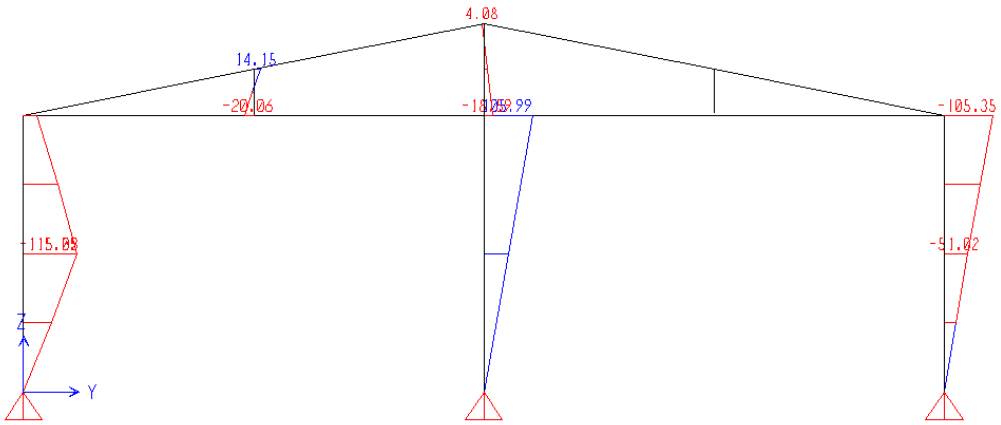
ภาพที่ 4-1-25 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



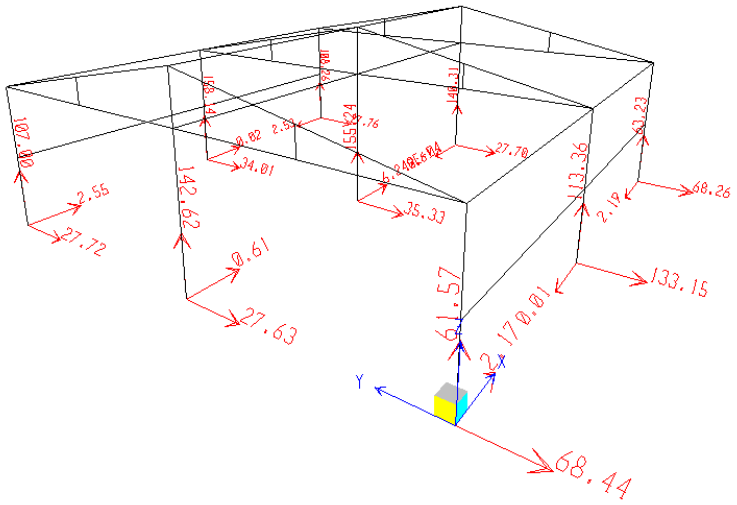
ภาพที่ 4-1-26 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 91.43 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุด เท่ากับ 165 กิโลกรัม

1.14 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



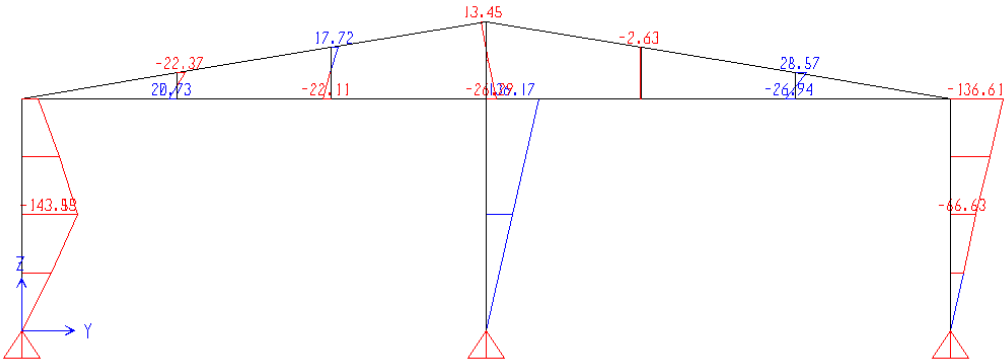
ภาพที่ 4-1-27 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



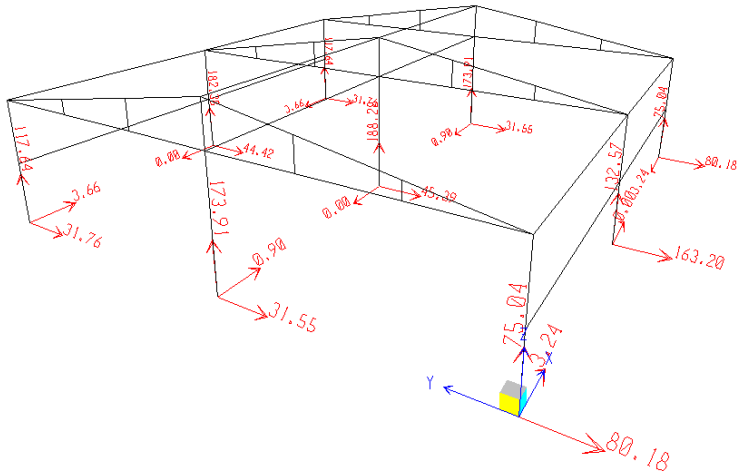
ภาพที่ 4-1-28 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 115.09 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 158 กิโลกรัม

1.15 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



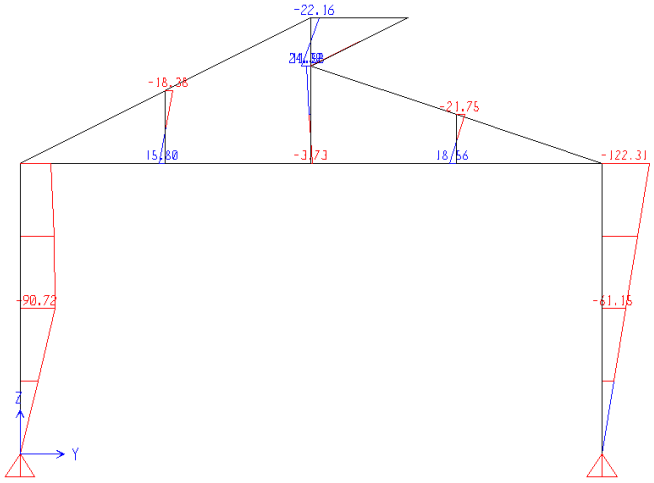
ภาพที่ 4-1-29 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



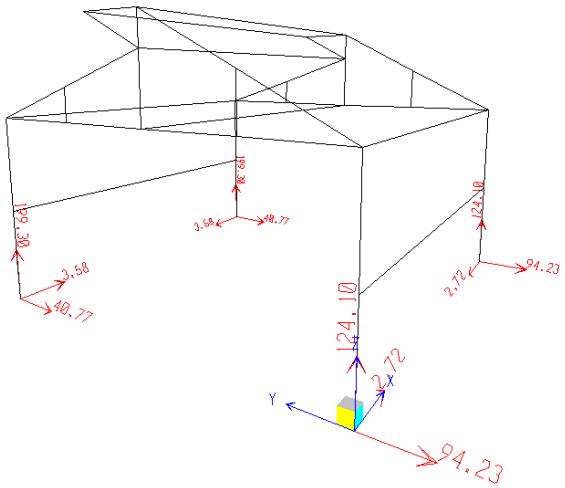
ภาพที่ 4-1-30 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนทรงหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 143.13 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 188 กิโลกรัม

1.16 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



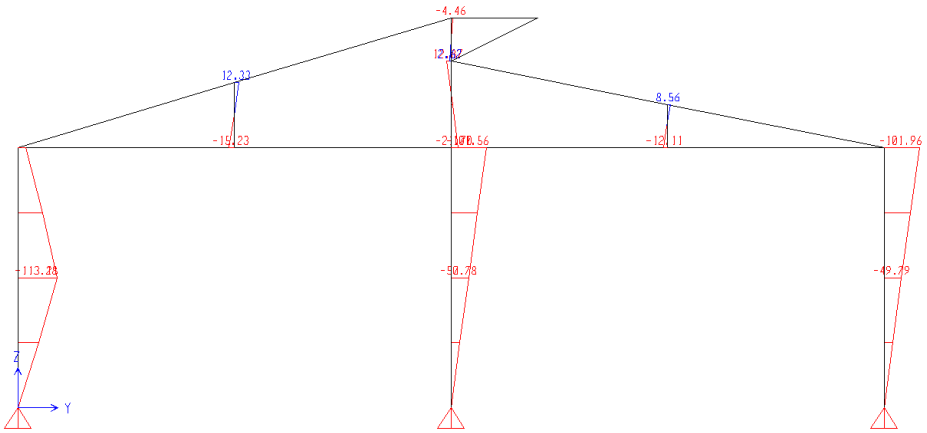
ภาพที่ 4-1-31 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



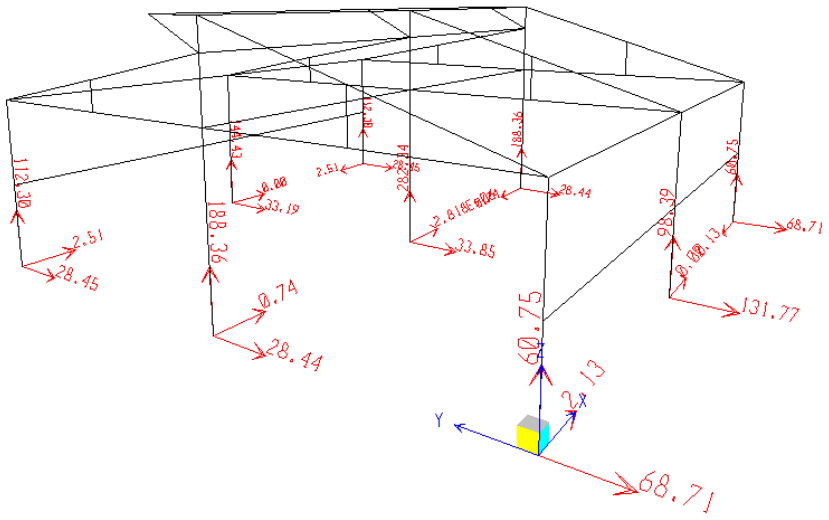
ภาพที่ 4-1-32 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 90.72 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 199 กิโลกรัม

1.17 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



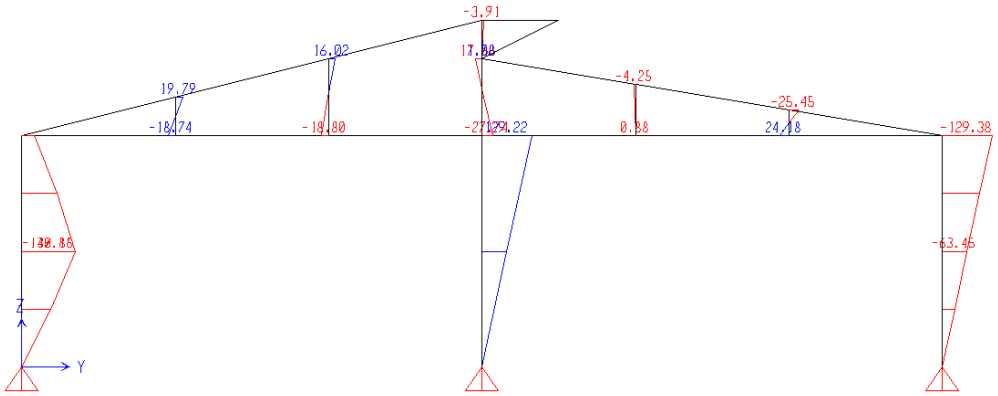
ภาพที่ 4-1-33 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



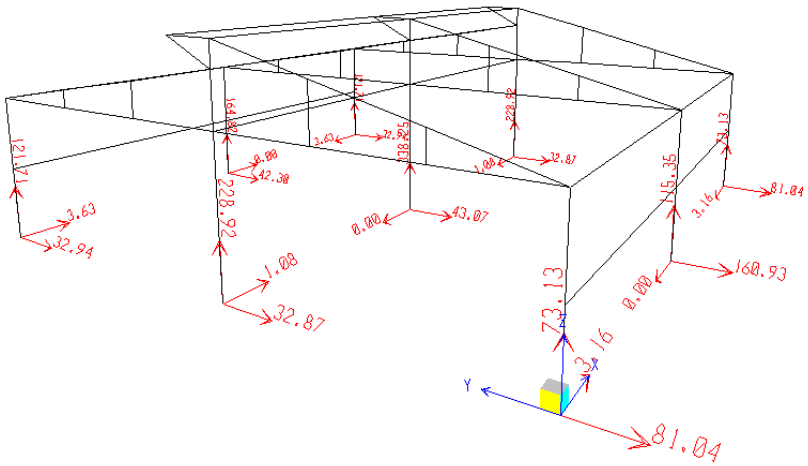
ภาพที่ 4-1-34 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 113.11 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 282 กิโลกรัม

1.18 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร ในการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง



ภาพที่ 4-1-35 โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

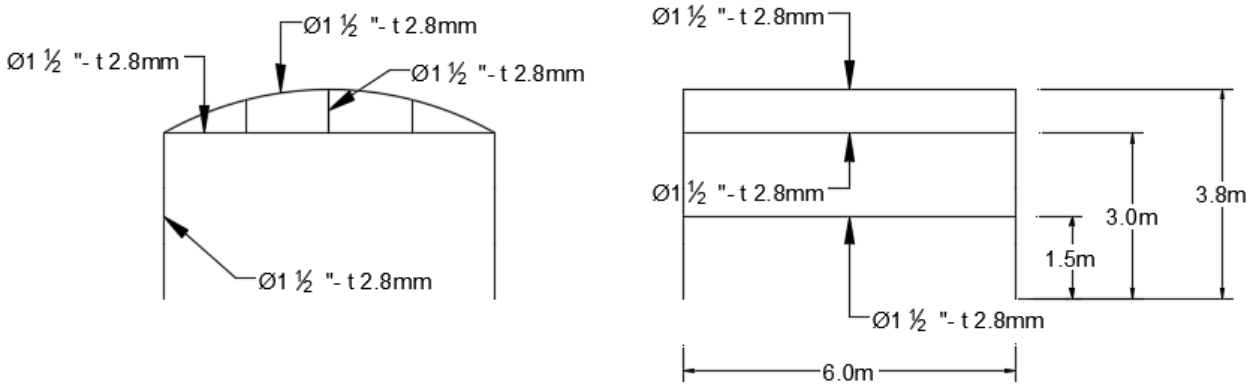


ภาพที่ 4-1-36 แรงกระทำที่เกิดกับโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

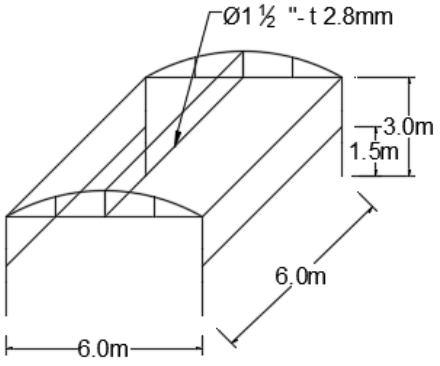
จากการวิเคราะห์ทางโครงสร้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร พบว่าเกิด โมเมนต์สูงสุด เท่ากับ 139.86 กิโลกรัม-เมตร น้ำหนักกระทำในแนวดิ่งสูงสุดเท่ากับ 338 กิโลกรัม

2.ผลการศึกษาออกแบบโครงสร้าง

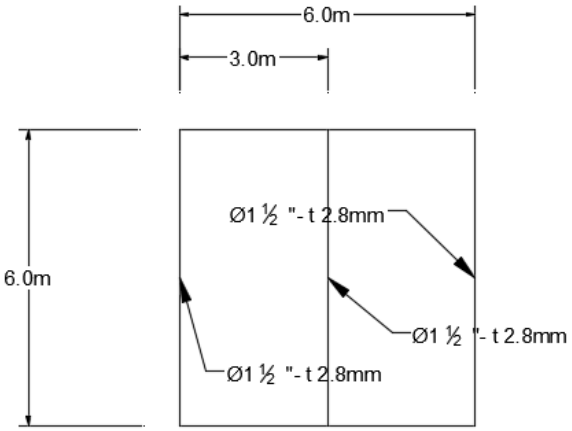
2.1 โรงเรือนหลังคาโค้ง เสาตรง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



ภาพที่ 4-2-1 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



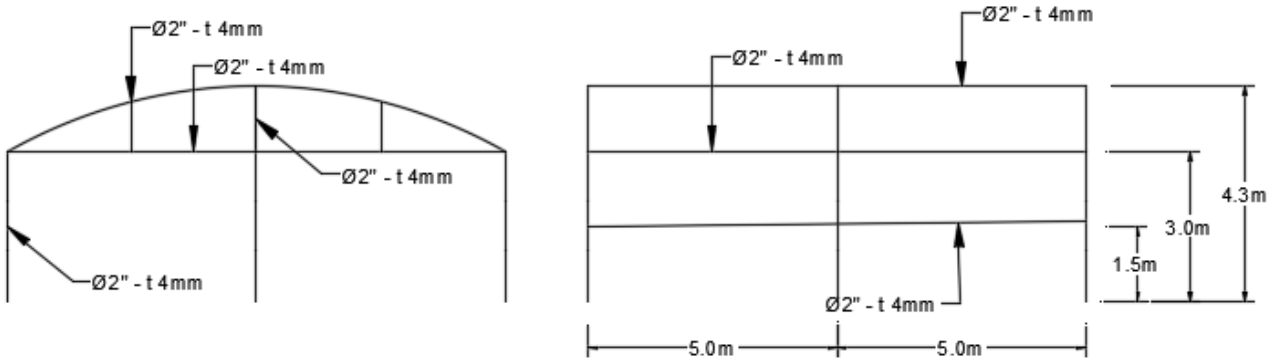
ภาพที่ 4-2-2 โรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



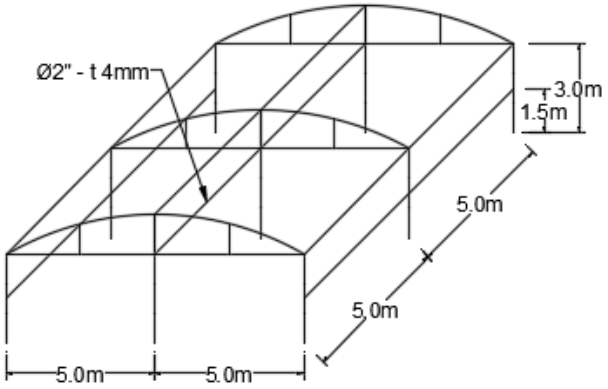
ภาพที่ 4-2-3 รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง เสาตรงขนาด 6 × 6 ตารางเมตรส่วนโครงสร้างทั้งส่วนที่เป็นหลังคา เสาและคาน จะใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร

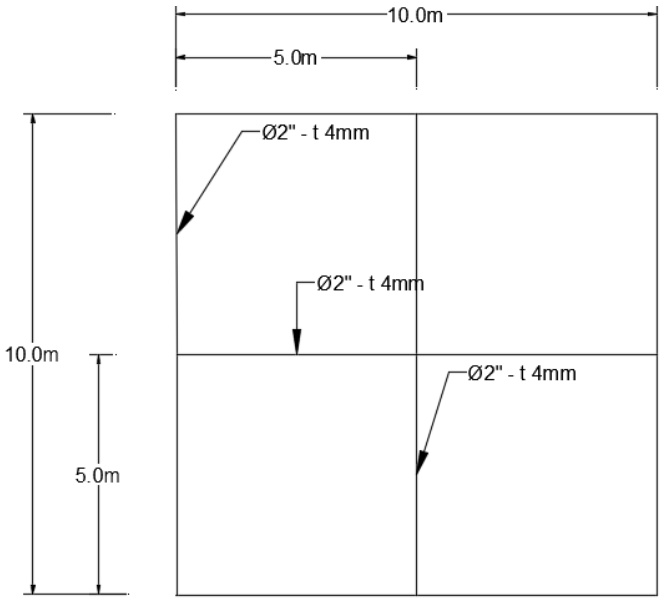
1.2 โรงเรือนหลังคาโค้ง เสาตรง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



ภาพที่ 4-2-4 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



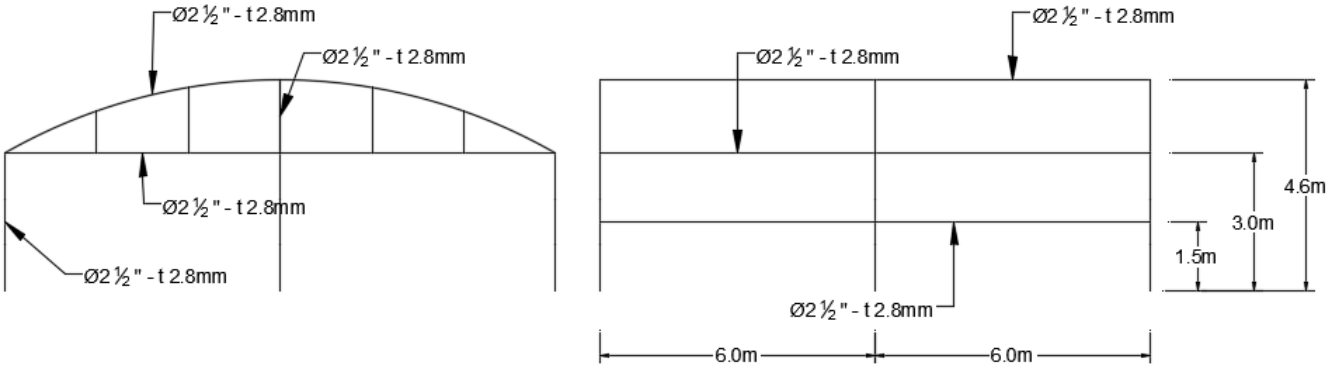
ภาพที่ 4-2-5 โรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



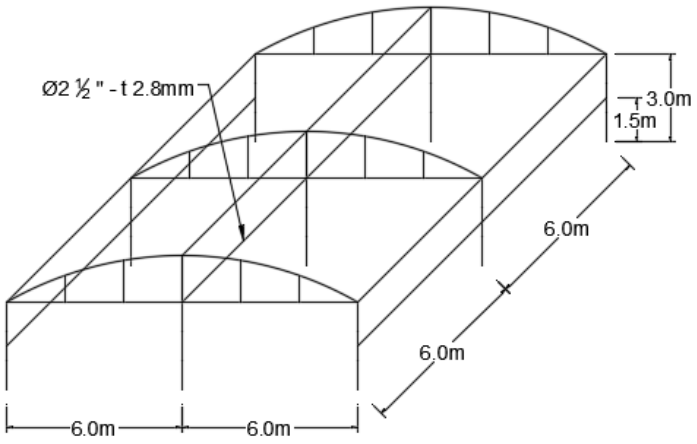
ภาพที่ 4-2-6 รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง เสาตรงขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ส่วนโครงสร้างทั้งส่วนที่เป็นหลังคา เสาและคาน จะใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 4 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 4 มิลลิเมตร

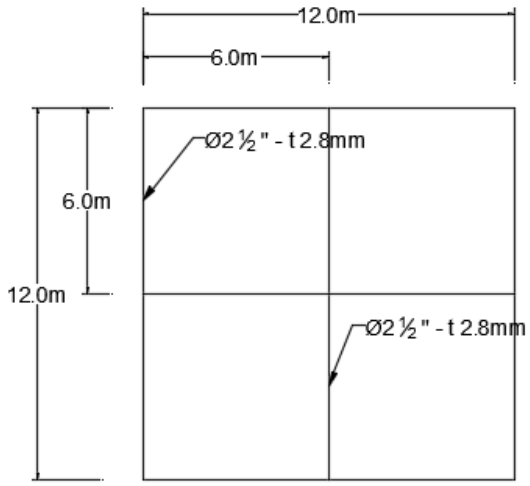
2.3 โรงเรือนหลังคาโค้ง เสาตรง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



ภาพที่ 4-2-7 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



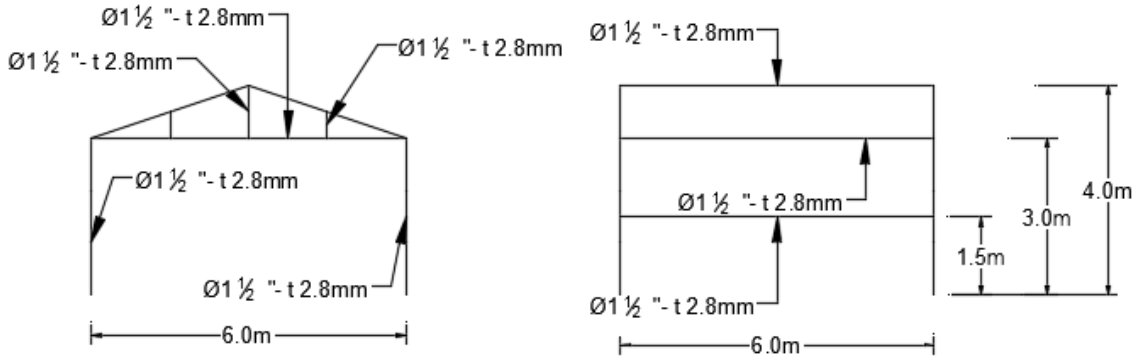
ภาพที่ 4-2-8 โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



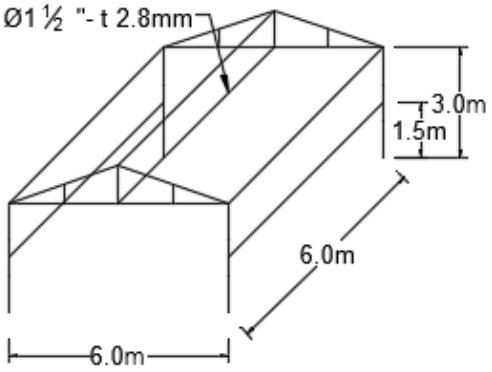
ภาพที่ 4-2-9 รูปด้านบนโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร ส่วนโครงสร้างทั้งส่วนที่เป็นหลังคา เสาและคาน จะใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร

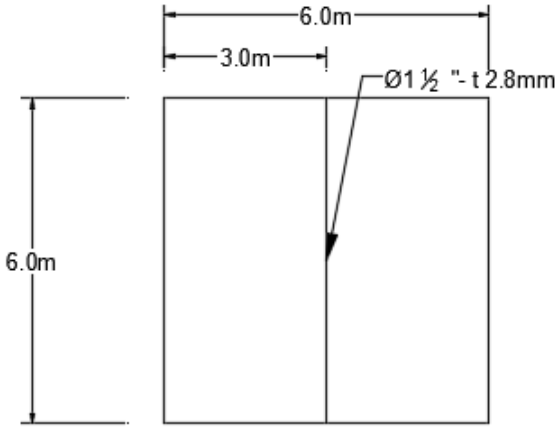
1.3 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



ภาพที่ 4-2-10 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



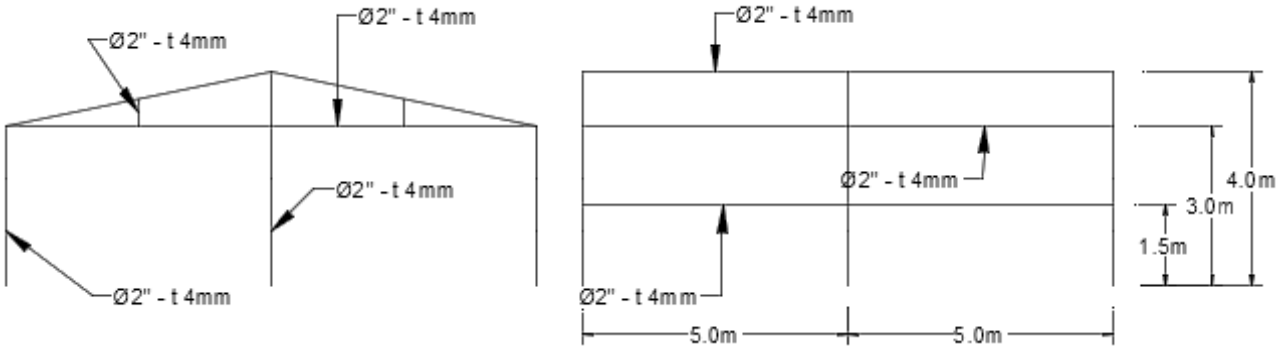
ภาพที่ 4-2-11 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



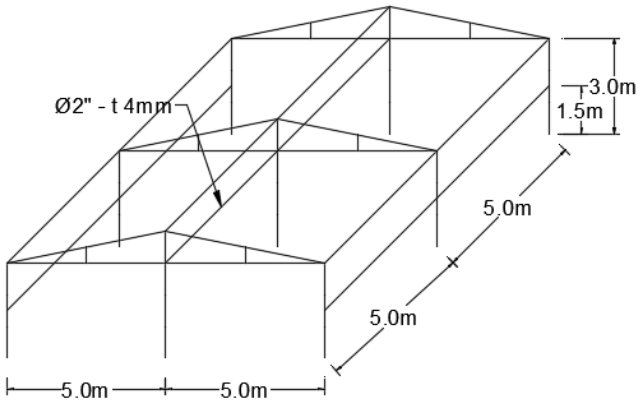
ภาพที่ 4-2-12 รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตรส่วนโครงสร้างทั้งส่วนที่เป็นหลังคา เสาและคาน จะใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร

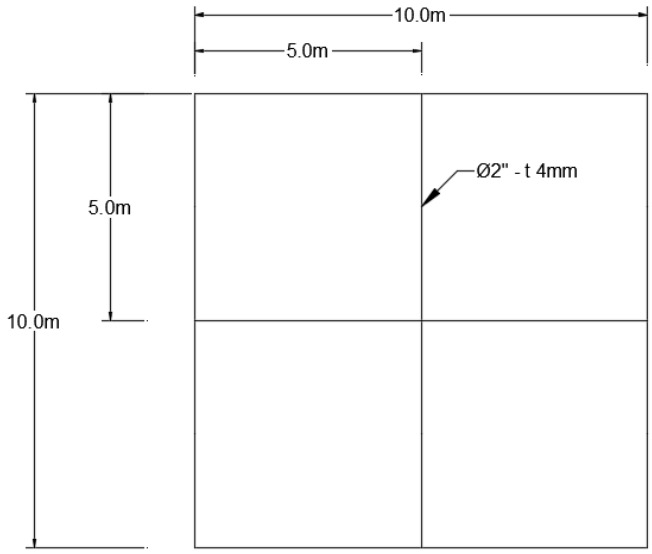
1.4 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



ภาพที่ 4-2-13 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



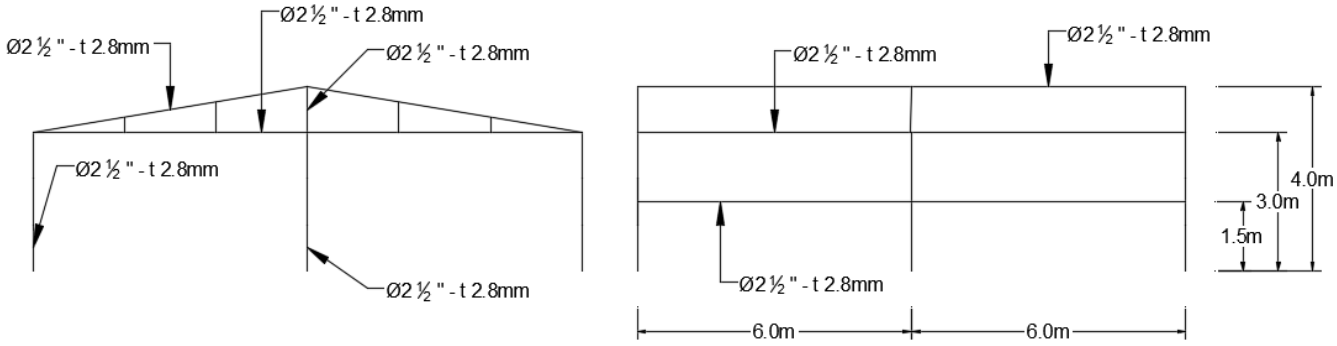
ภาพที่ 4-2-14 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



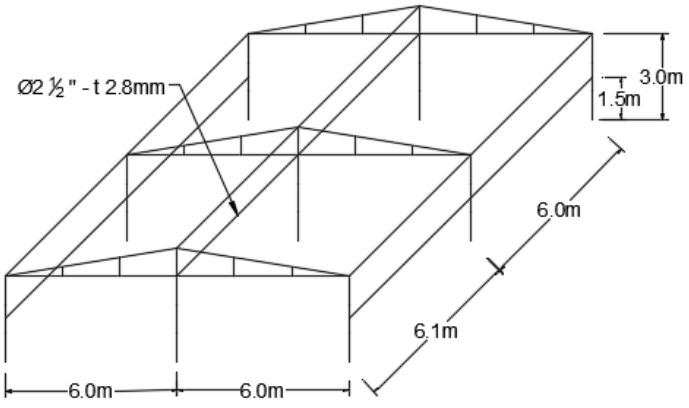
ภาพที่ 4-2-15 รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ส่วนโครงสร้างทั้งส่วนที่เป็นหลังคา เสาและคาน จะใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 4 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 4 มิลลิเมตร

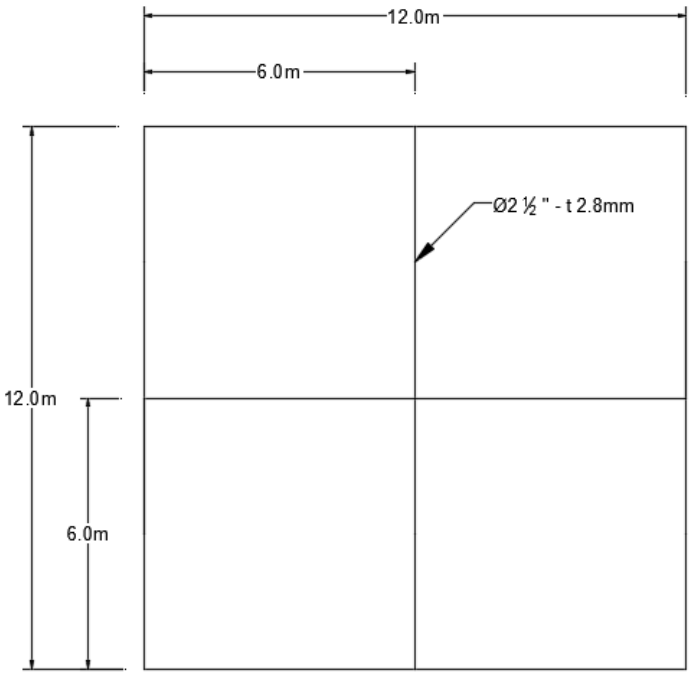
1.5 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



ภาพที่ 4-2-16 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



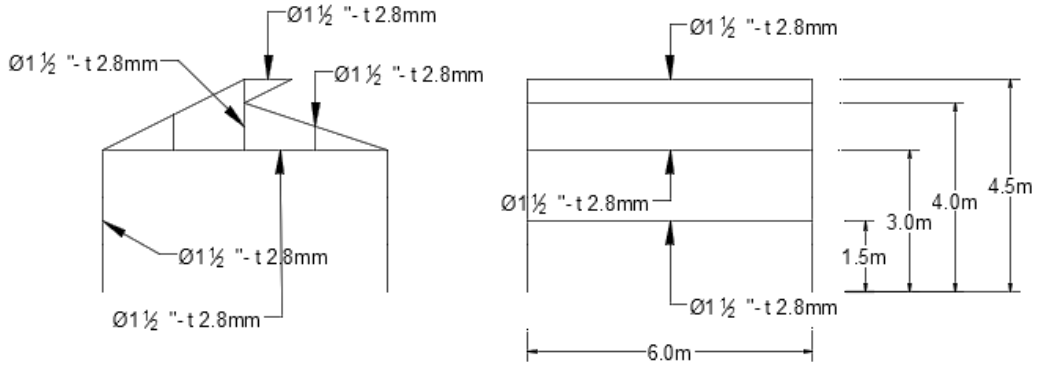
ภาพที่ 4-2-17 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



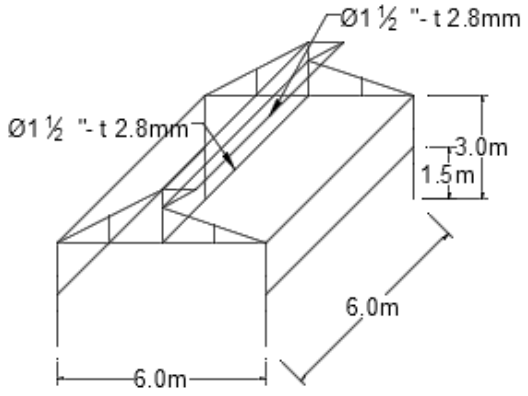
ภาพที่ 4-2-18 รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ส่วนโครงสร้างทั้งส่วนที่เป็นหลังคา เสาและคาน จะใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร

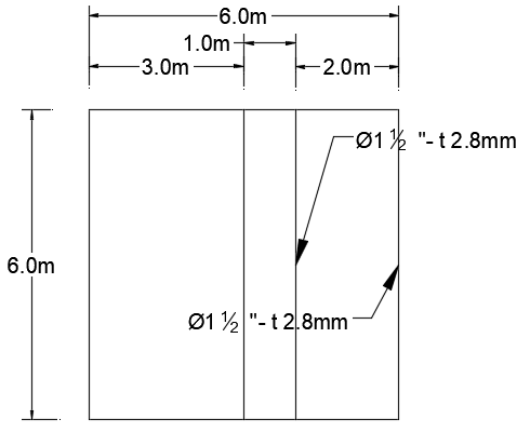
1.6 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



ภาพที่ 4-2-19 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



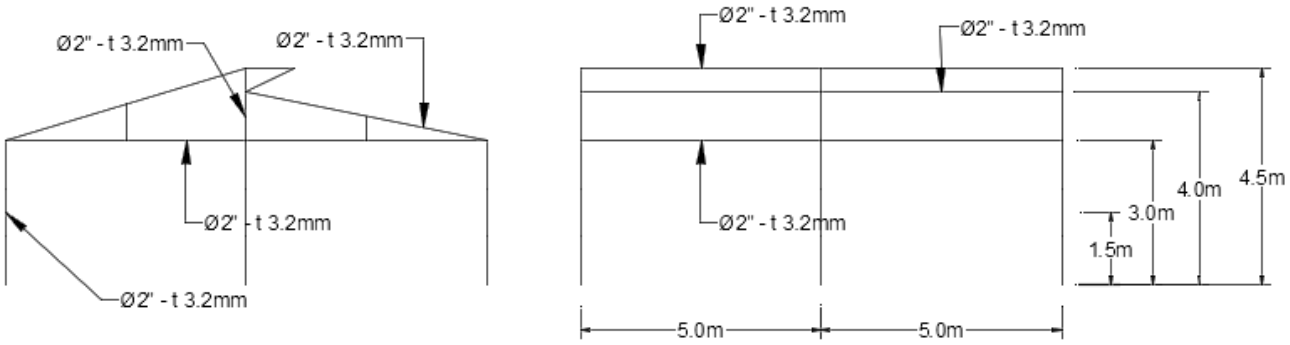
ภาพที่ 4-2-20 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



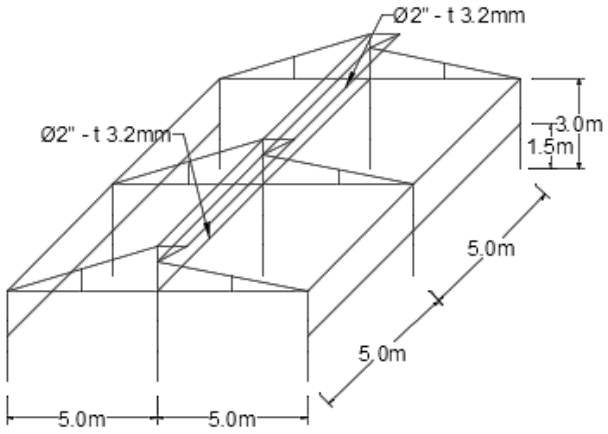
ภาพที่ 4-2-21 รูปด้านบนโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ส่วนโครงสร้างทั้งส่วนที่เป็นหลังคา เสาและคาน จะใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร

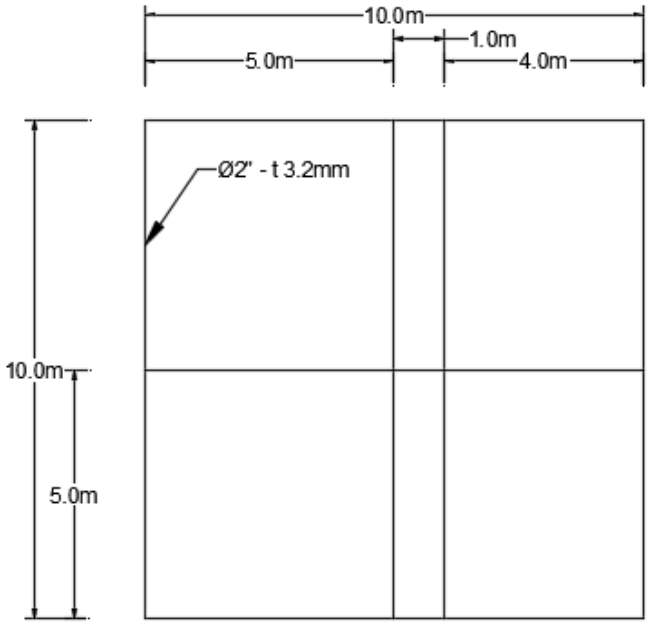
1.7 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



ภาพที่ 4-2-22 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



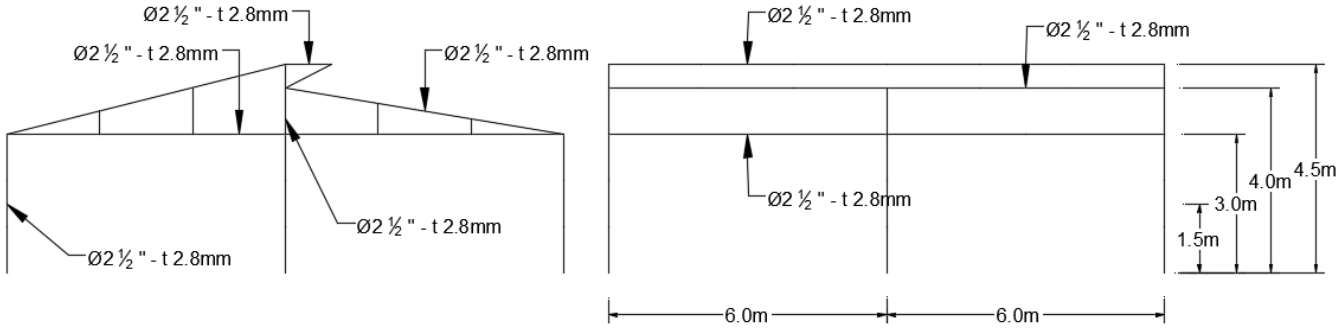
ภาพที่ 4-2-23 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



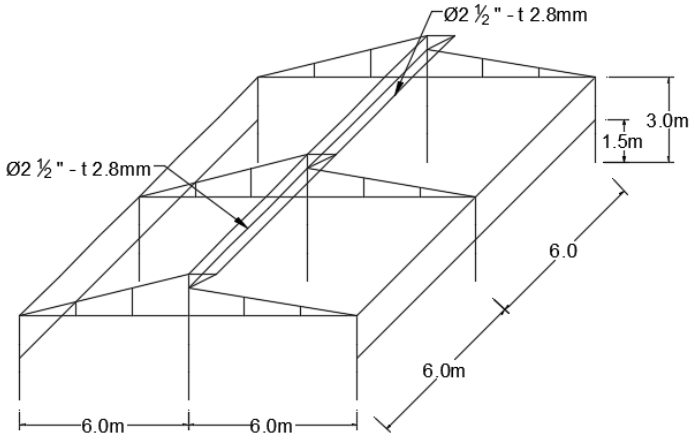
ภาพที่ 4-2-24 รูปด้านบนโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ส่วนโครงสร้างทั้งส่วนที่เป็นหลังคา เสาและคาน จะใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 3.2 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 3.2 มิลลิเมตร

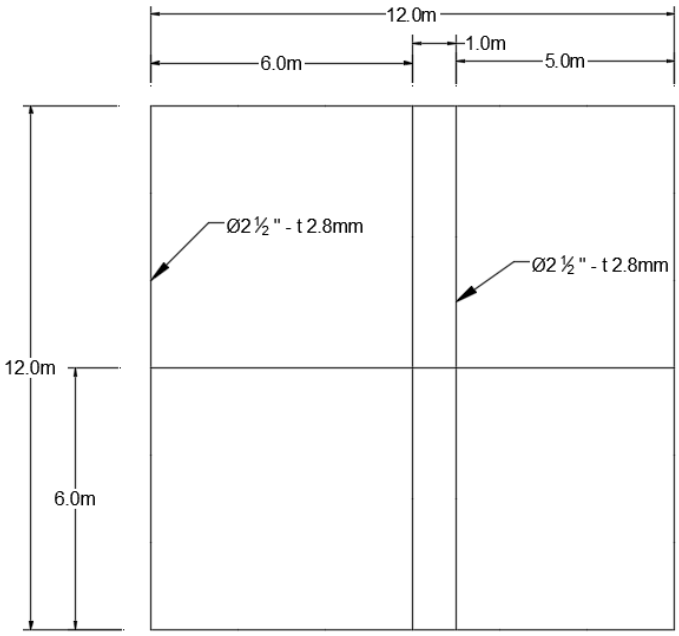
1.8 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



ภาพที่ 4-2-25 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



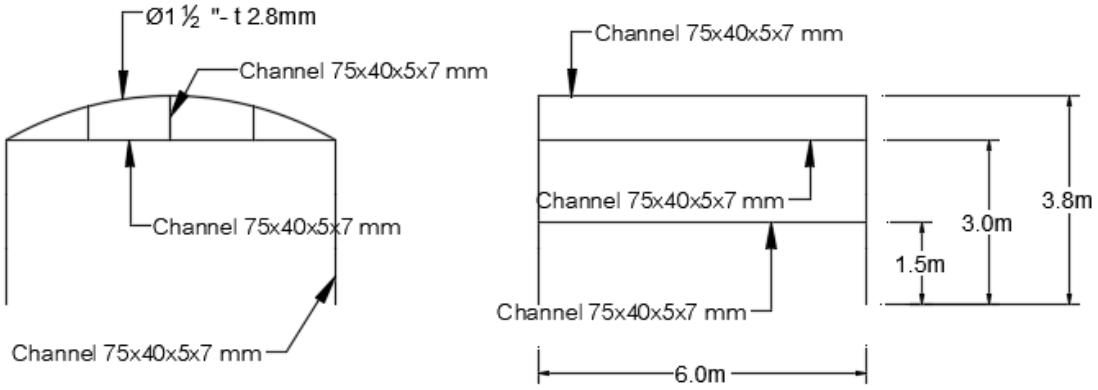
ภาพที่ 4-2-26 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



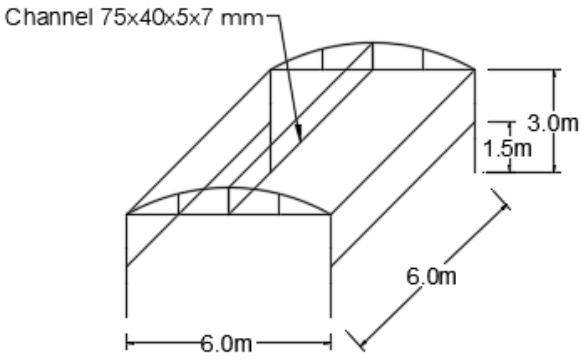
ภาพที่ 4-2-27 รูปด้านบนโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ส่วนโครงสร้างทั้งส่วนที่เป็นหลังคา เสาและคาน จะใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร

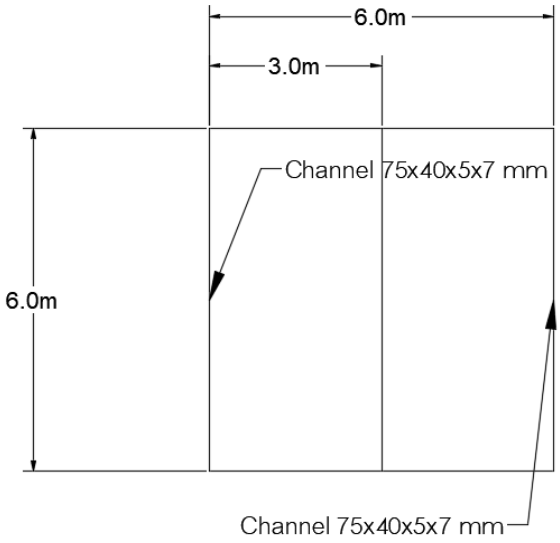
1.9 โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (เหล็กราง)



ภาพที่ 4-2-28 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



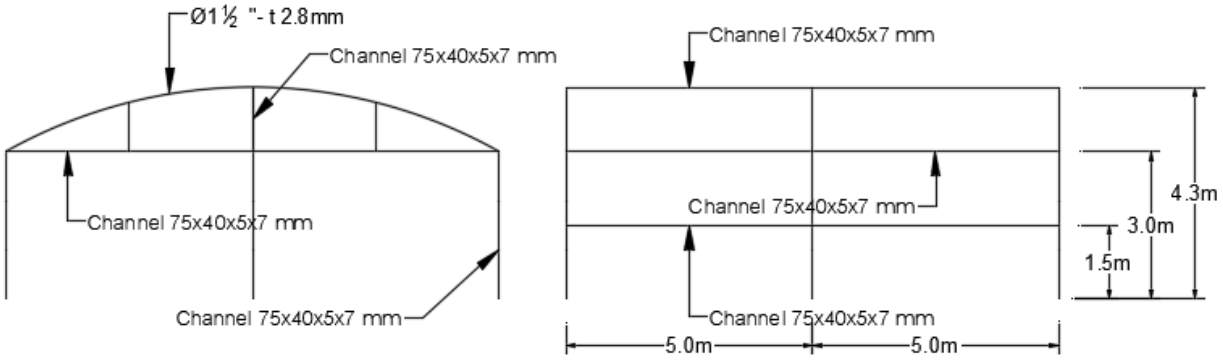
ภาพที่ 4-2-29 โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



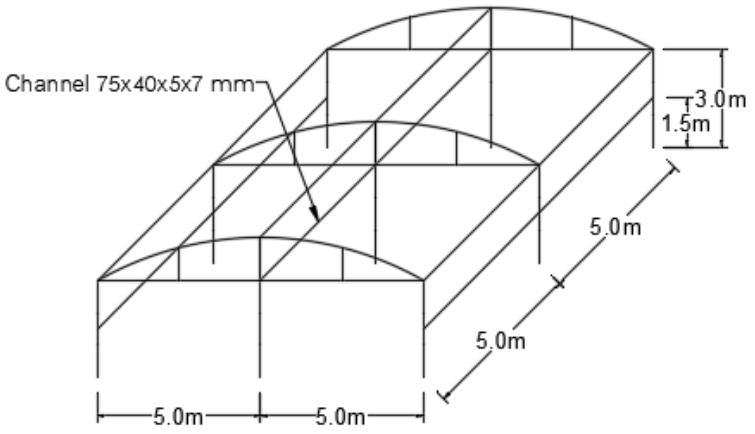
ภาพที่ 4-2-30 รูปด้านบนโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ส่วนโครงสร้างที่เป็นโค้งของหลังคา จะใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ส่วนเสาและคาน ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร

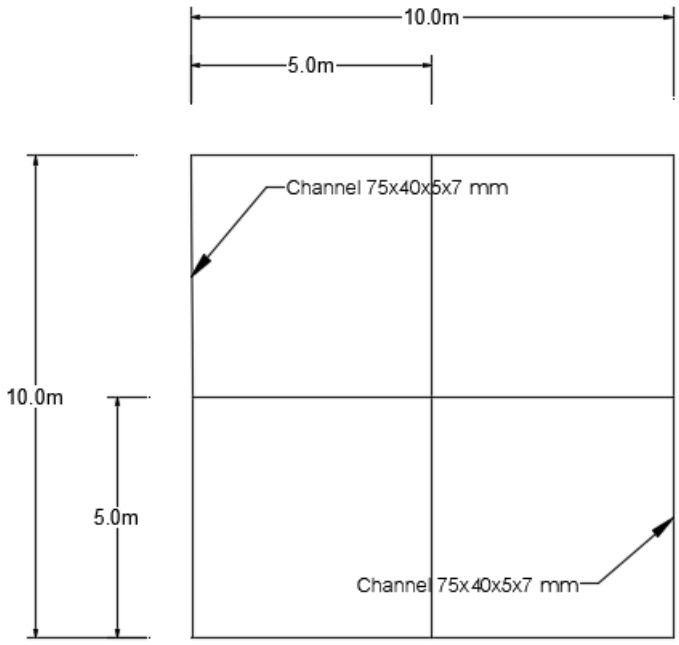
1.10 โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (เหล็กราง)



ภาพที่ 4-2-31 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



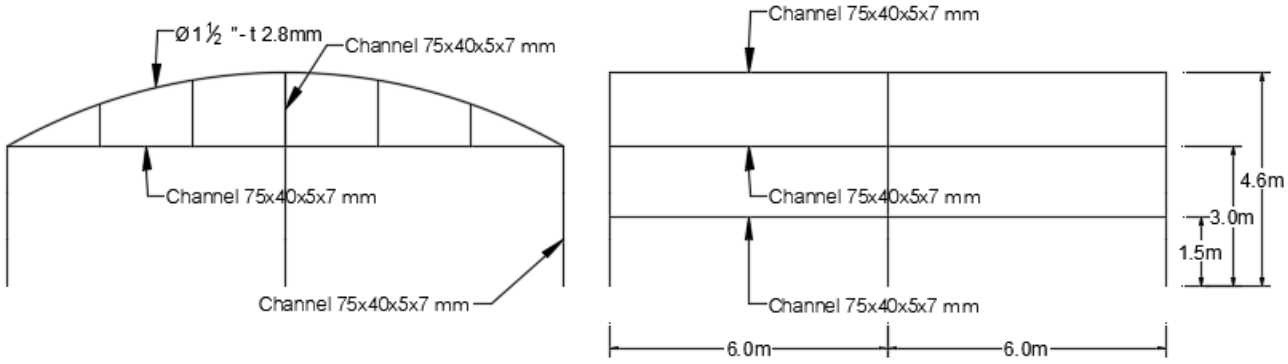
ภาพที่ 4-2-32 โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



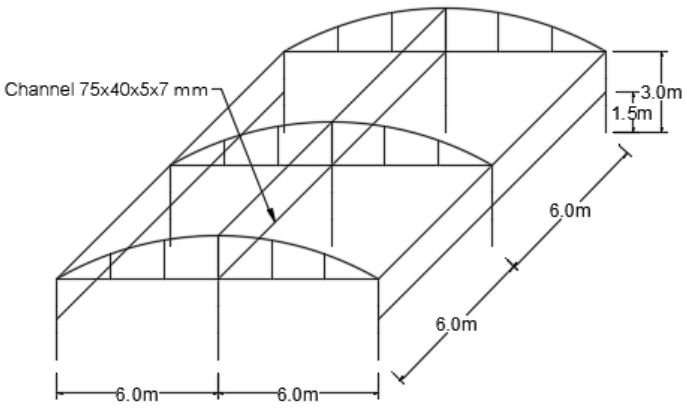
ภาพที่ 4-2-33 รูปด้านบนโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ส่วนโครงสร้างที่เป็นโค้งของหลังคา จะใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ส่วนเสาและคาน ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร

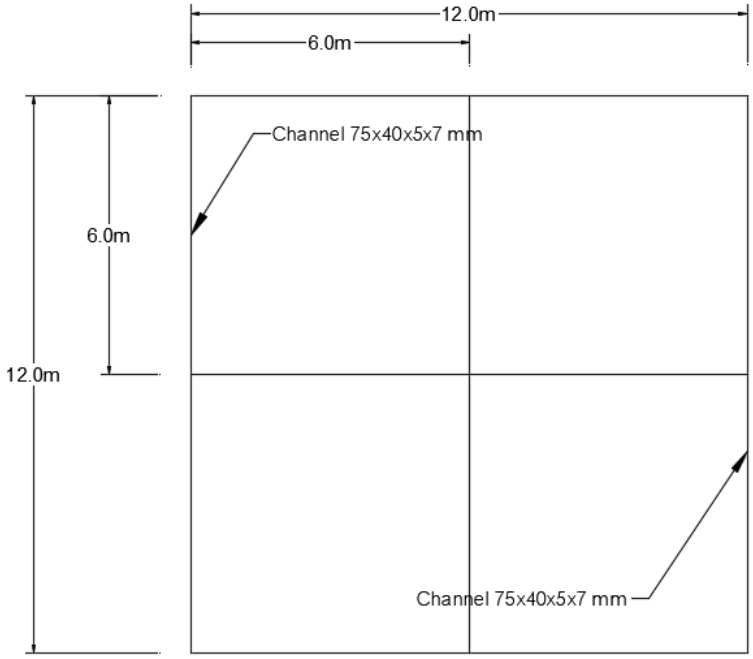
1.11 โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด12 × 12 ตารางเมตร (เหล็กราง)



ภาพที่ 4-2-34 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



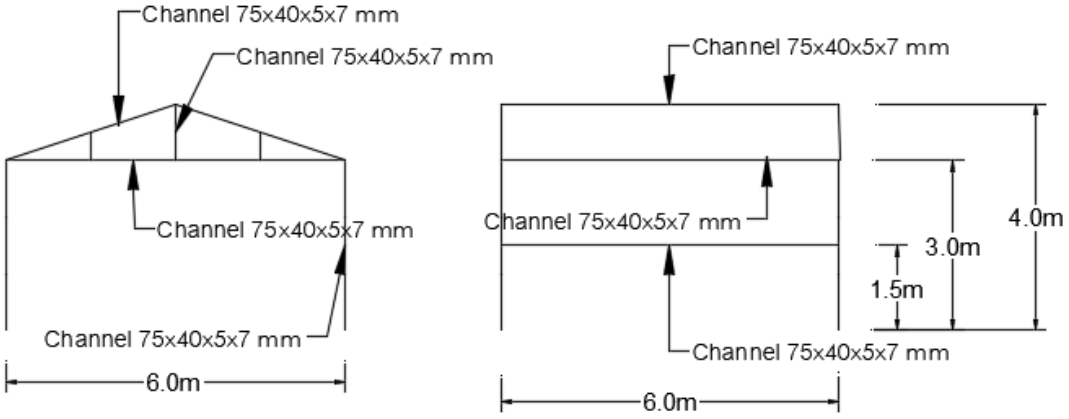
ภาพที่ 4-2-35 โรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



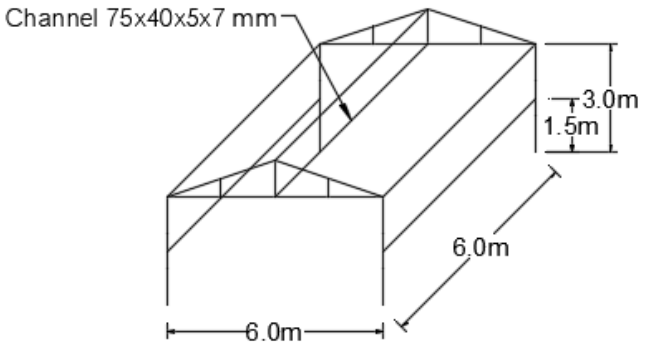
ภาพที่ 4-2-36 รูปด้านบนโรงเรือนทรงหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ส่วนโครงสร้างที่เป็นโค้งของหลังคา จะใช้ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ส่วนเสาและคาน ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร

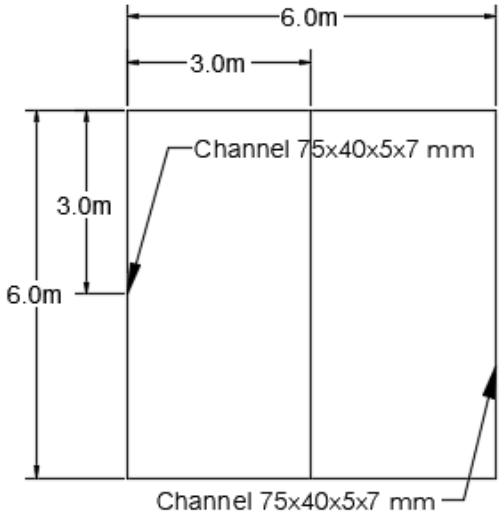
1.12 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร(เหล็กราง)



ภาพที่ 4-2-37 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



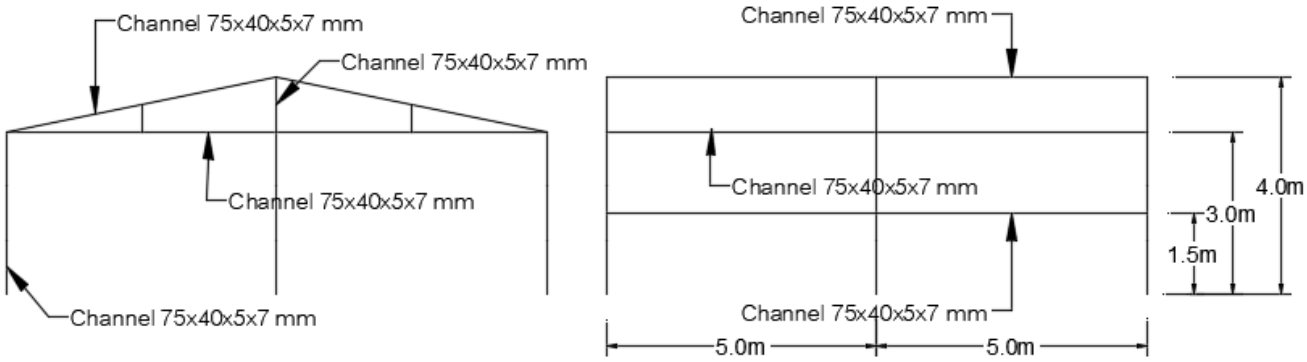
ภาพที่ 4-2-38 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



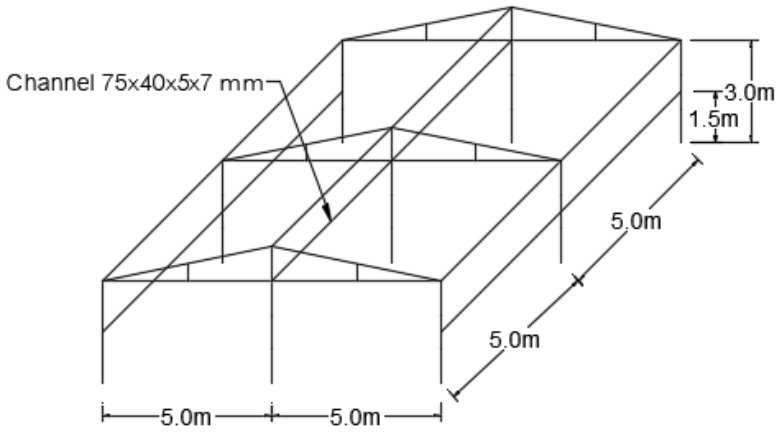
ภาพที่ 4-2-39 รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 6 × 6 ตารางเมตรส่วนโครงสร้างที่เป็นหลังคา เสาและคาน ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร

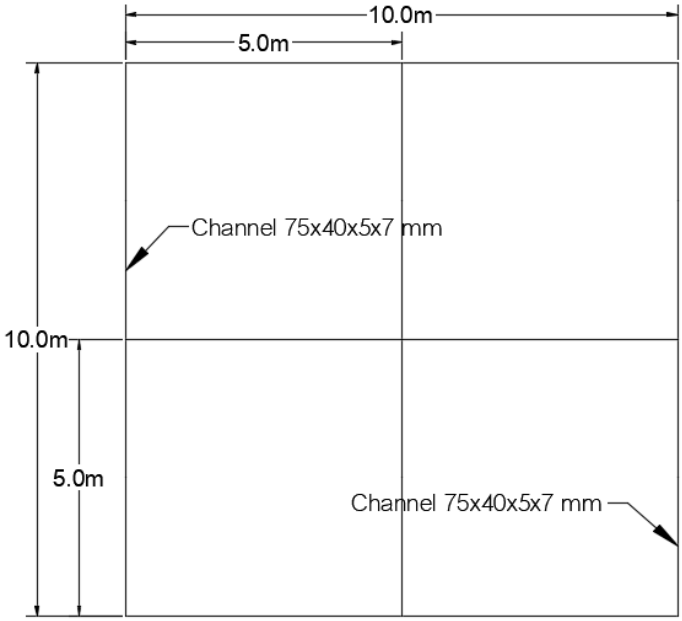
2.14 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (เหล็กราง)



ภาพที่ 4-2-40 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



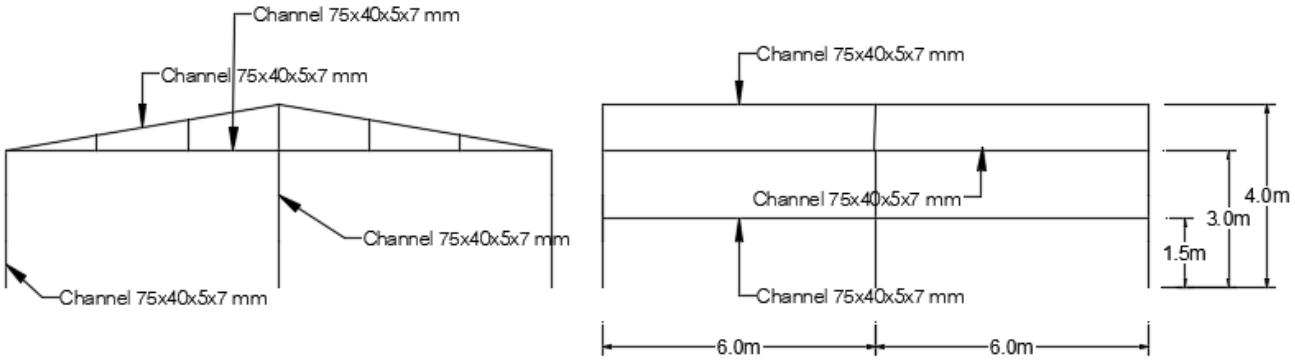
ภาพที่ 4-2-41 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร



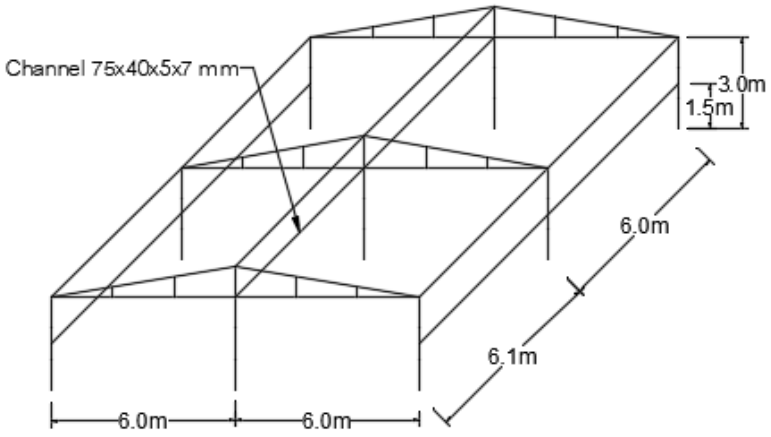
ภาพที่ 4-2-42 รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ส่วนโครงสร้างที่เป็นหลังคา เสาและคาน ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร

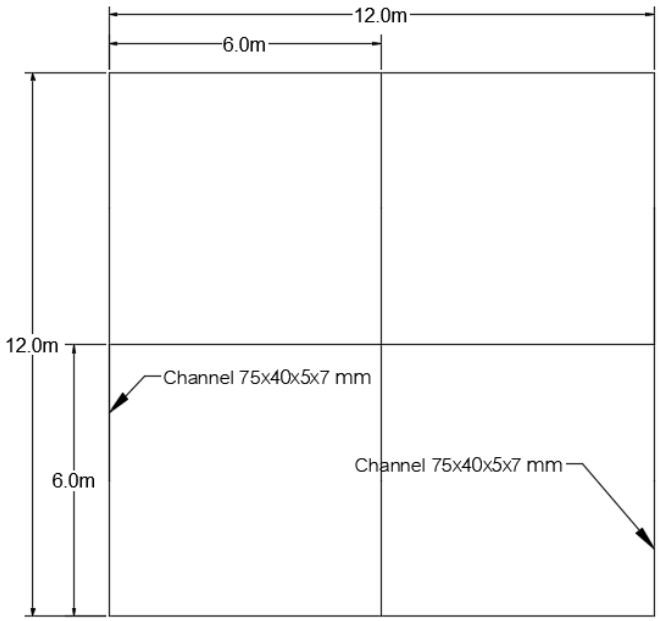
2.15 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (เหล็กราง)



ภาพที่ 4-2-43 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



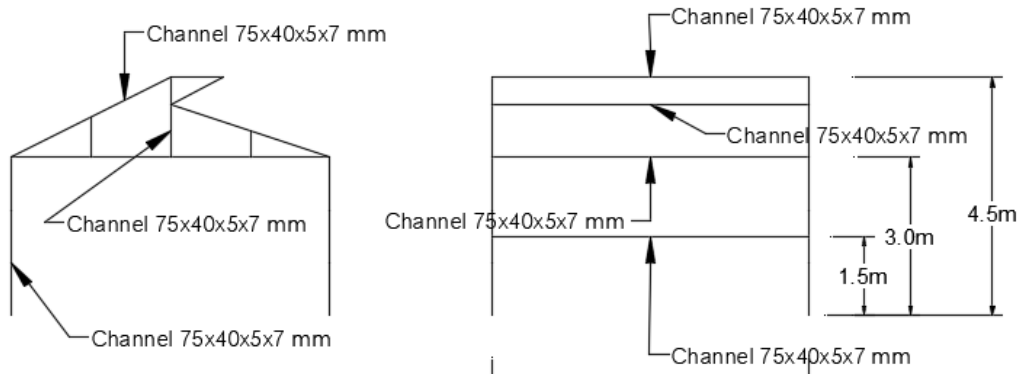
ภาพที่ 4-2-44 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



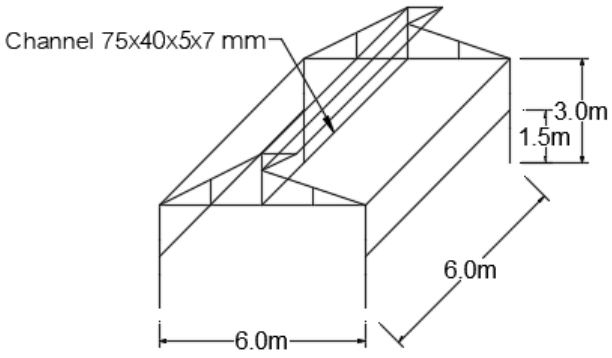
ภาพที่ 4-2-45 รูปด้านบนโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตรขนาด 12 × 12 ตารางเมตร ส่วนโครงสร้างที่เป็นหลังคา เสาและคาน ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร

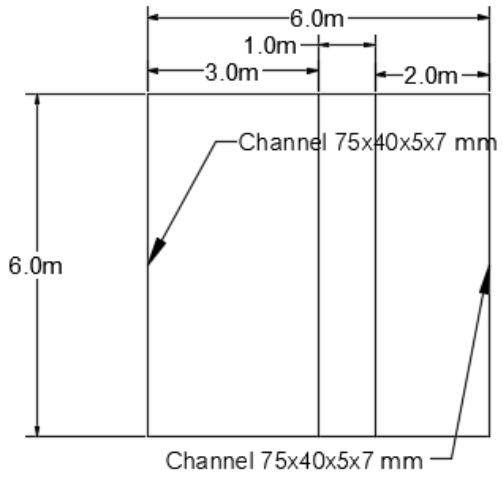
2.16 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (เหล็กราง)



ภาพที่ 4-2-46 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



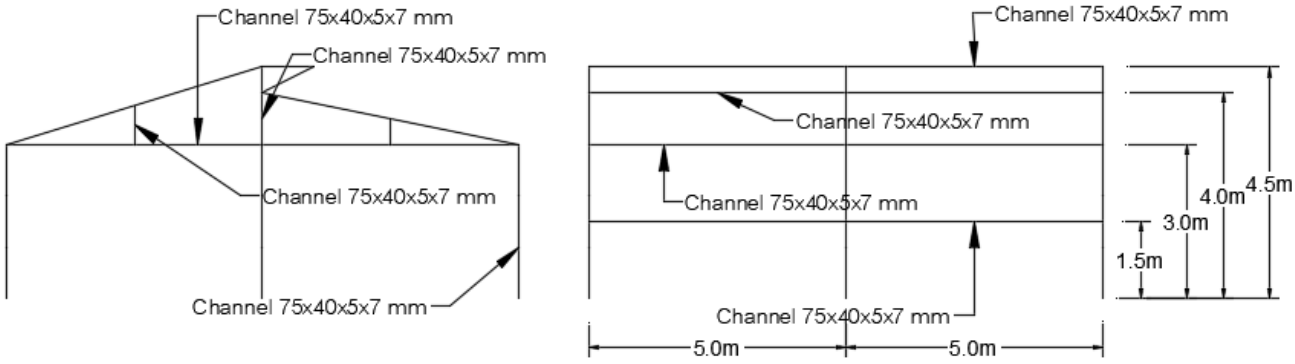
ภาพที่ 4-2-47 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร



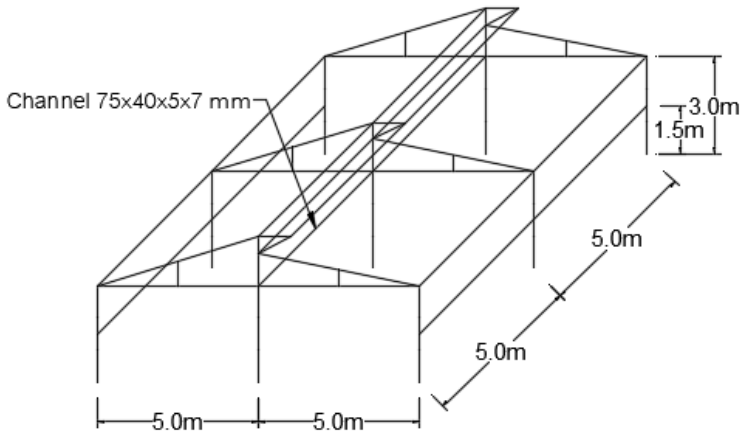
ภาพที่ 4-2-48 รูปด้านบนโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 6 × 6 ตารางเมตรส่วนโครงสร้างที่เป็นหลังคา เสาและคาน ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร

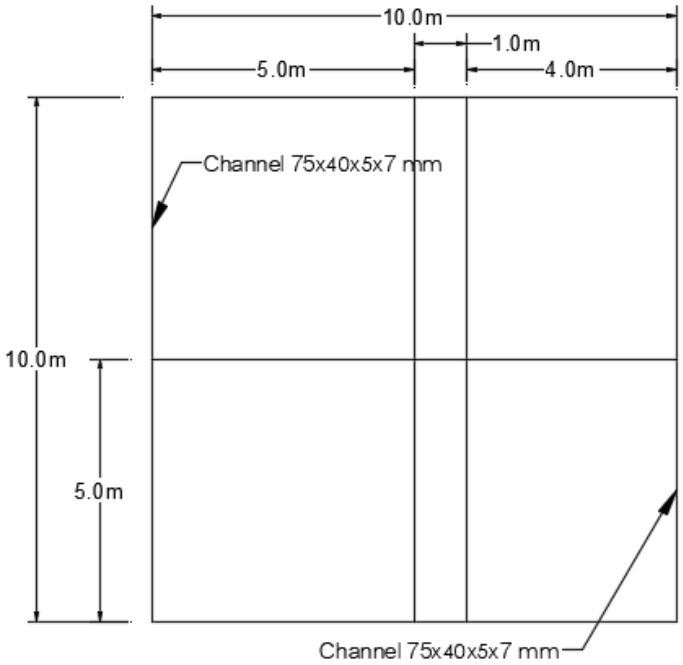
2.17 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 m × 10 (เหล็กราง)



ภาพที่ 4-2-49 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 m × 10



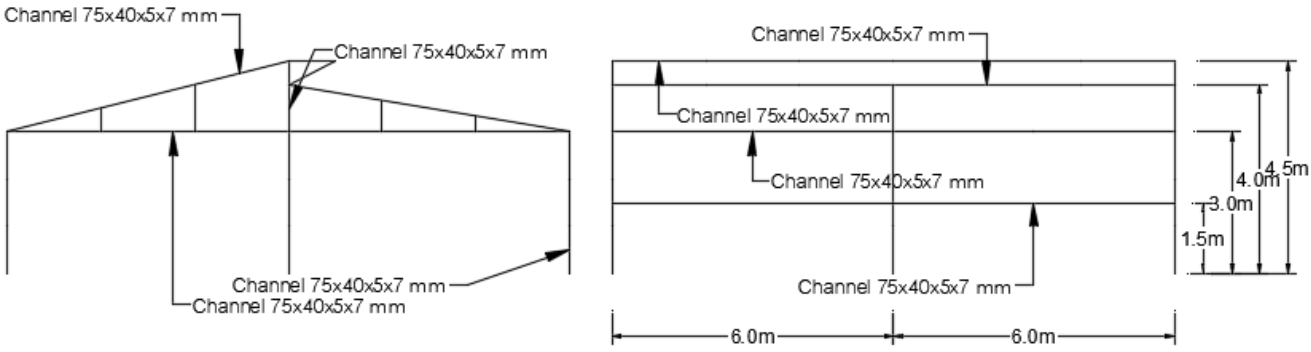
ภาพที่ 4-2-50 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 m × 10



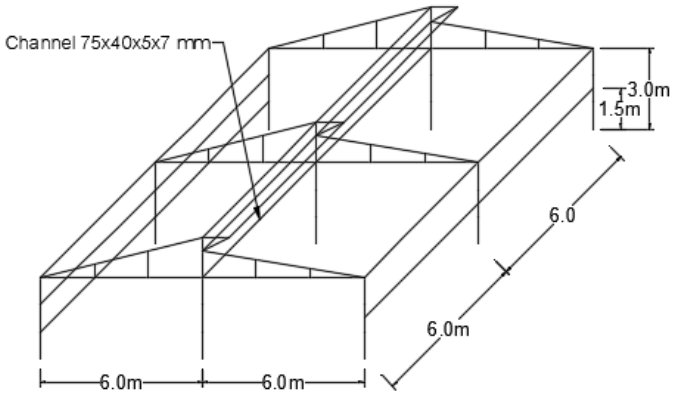
ภาพที่ 4-2-51 รูปด้านบนโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 m × 10

จากการออกแบบโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 m × 10 ส่วนโครงสร้างที่เป็นหลังคา เสา และคาน ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร

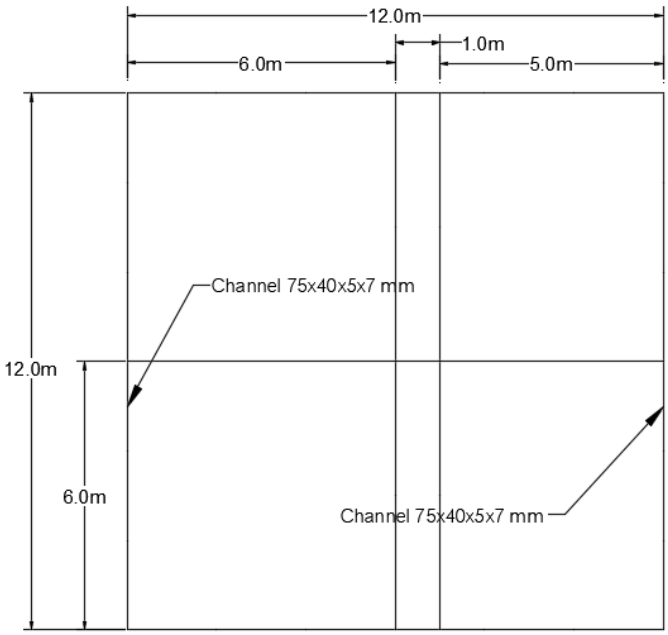
2.18 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (เหล็กราง)



ภาพที่ 4-2-52 ด้านหน้าและด้านข้างโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



ภาพที่ 4-2-53 โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร



ภาพที่ 4-2-54 รูปด้านบนโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 12 × 12 ตารางเมตร

จากการออกแบบโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อยขนาด 10 m × 10 ส่วนโครงสร้างที่เป็นหลังคา เสา และคาน ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร มีคานกลางเสริมตามยาวที่ความสูง 1.5 เมตร ระยะจากเสาถึงเสาทางด้านข้าง ใช้เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร

3. ผลการประเมินราคา

การประมาณราคาจากสำนักงานพาณิชย์จังหวัด กรุงเทพมหานคร ณ วันที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 (http://www.price.moc.go.th/price/struct/index_new.asp)

ตารางที่ 1 แสดงราคาวัสดุและการแรงงานก่อสร้าง

วัสดุ	ราคา (บาท)	ค่าแรง (บาท)
ท่อเหล็กกลมผิวดำ ยาว 6 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มม.	540.00	65.00
ท่อเหล็กกลมผิวดำ ยาว 6 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 4 มม.	675.00	65.00
ท่อเหล็กกลมผิวดำ ยาว 6 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 4 มม.	874.00	65.00
เหล็กรางน้ำ ยาว 6 เมตร ขนาด 75x40x5x7 มม.	863.30	415.00

ในการประมาณราคาจะคิดเฉพาะวัสดุคลุมโรงเรือน และวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างคือหลังคา และเสา โดยไม่รวมราคา พื้นโรงเรือน ฐานรากของโรงเรือน และอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน โดยประมาณราคาจากวัสดุ 2 ชนิดคือ ใช้ท่อเหล็ก และเหล็กรางน้ำ

3.1 โรงเรือนที่ใช้ท่อเหล็กเป็นวัสดุก่อสร้าง

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือนใช้ท่อเหล็กเป็นวัสดุก่อสร้างขนาดพื้นที่ 36 ตารางเมตร

โรงเรือน	ขนาด	พื้นที่ (ตร.ม.)	วัสดุ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	ยอดเงิน	หน่วย
โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้งขาตรง	6 m × 6 m	36	ท่อเหล็กขนาด Ø1.5"- t 2.8mm.	13	ท่อน	540.00	7,020.00	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานท่อ	1	ท่อน	65.00	845.00	บาท
รวม							14,465.00	บาท
โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร	6 m × 6 m	36	ท่อเหล็กขนาด Ø1.5"- t 2.8mm.	13	ท่อน	540.00	7,020.00	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานท่อ	1	ท่อน	65.00	845.00	บาท
รวม							14,465.00	บาท
โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย	6 m × 6 m	36	ท่อเหล็กขนาด Ø1.5"- t 2.8mm.	16	ท่อน	540.00	8,640.00	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานท่อ	1	ท่อน	65.00	1,040.00	บาท
รวม							16,280.00	บาท
ต้นทุนค่าก่อสร้างเฉลี่ยของโรงเรือนขนาดพื้นที่ 36 ตารางเมตร							15,070.00	บาท
ต้นทุนต่อตารางเมตร							418.61	บาท/ตารางเมตร

โรงเรือนขนาด 6 × 6 ตารางเมตรพื้นที่ 36 ตารางเมตร โดยใช้วัสดุที่เป็นท่อเหล็กขนาดเล็กสุดที่สามารถรับน้ำหนักโดยปลอดภัย คือ ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของต้นทุนการก่อสร้าง 15,070 บาท หรือ 419 บาทต่อตารางเมตร

ตารางที่ 3 แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือนใช้ท่อเหล็กเป็นวัสดุก่อสร้างขนาดพื้นที่ 100 ตารางเมตร

โรงเรือน	ขนาด	พื้นที่ (ตร.ม.)	วัสดุ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	ยอดเงิน	หน่วย
โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้งขาตรง	10 m × 10 m	100	ท่อเหล็กขนาด Ø2 " t 4mm.	27	ท่อน	675.00	18,225.00	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานท่อ	1	ท่อน	65.00	1,755.00	บาท
รวม							26,580.00	บาท
โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร	10 m × 10 m	100	ท่อเหล็กขนาด Ø2 " t 4mm.	26	ท่อน	675.00	17,550.00	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานท่อ	1	ท่อน	65.00	1,690.00	บาท
รวม							25,840.00	บาท
โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย	10 m × 10 m	100	ท่อเหล็กขนาด Ø2 " t 3.2mm.	31	ท่อน	675.00	20,925.00	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานท่อ	1	ท่อน	65.00	2,015.00	บาท
รวม							29,540.00	บาท
ต้นทุนค่าก่อสร้างเฉลี่ยของโรงเรือนขนาดพื้นที่ 100 ตารางเมตร							27,320.00	บาท
ต้นทุนต่อตารางเมตร							273.20	บาท/ตารางเมตร

โรงเรือนขนาด 10 × 10 ตารางเมตร พื้นที่ 100 ตารางเมตร โดยใช้วัสดุที่เป็นท่อเหล็กขนาดเล็กสุดที่สามารถรับน้ำหนักโดยปลอดภัย คือ ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของต้นทุนการก่อสร้าง ราคา 27,320 บาท หรือ 273 บาทต่อตารางเมตร

ตารางที่ 4 แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือนใช้ท่อเหล็กเป็นวัสดุก่อสร้างขนาดพื้นที่ 144 ตารางเมตร

โรงเรือน	ขนาด	พื้นที่ (ตร.ม.)	วัสดุ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	ยอดเงิน	หน่วย
โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้งขาตรง	12 m × 12 m	144	ท่อเหล็กขนาด Ø2.5"- t 2.8mm.	32	ท่อน	874.00	27,968.00	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานท่อ	1	ท่อน	65.00	2,080.00	บาท
รวม							36,648.00	บาท
โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร	12 m × 12 m	144	ท่อเหล็กขนาด Ø2.5"- t 2.8mm.	31	ท่อน	874.00	27,094.00	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานท่อ	1	ท่อน	65.00	2,015.00	บาท
รวม							35,709.00	บาท
โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย	12 m × 12 m	144	ท่อเหล็กขนาด Ø2.5"- t 2.8mm.	36	ท่อน	874.00	31,464.00	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานท่อ	1	ท่อน	65.00	2,340.00	บาท
รวม							40,404.00	บาท
ต้นทุนค่าก่อสร้างเฉลี่ยของโรงเรือนขนาดพื้นที่ 144 ตารางเมตร							37,587.00	บาท
ต้นทุนต่อตารางเมตร							261.02	บาท/ตารางเมตร

โรงเรือนขนาด 12 × 12 ตารางเมตร พื้นที่ 144 ตารางเมตร โดยใช้วัสดุที่เป็นท่อเหล็กขนาดเล็กสุดที่สามารถรับน้ำหนักโดยปลอดภัย คือ ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของต้นทุนการก่อสร้าง ราคา 37,587 บาท หรือ 261 บาทต่อตารางเมตร

3.2 โรงเรือนที่ใช้เหล็กราง Channel เป็นวัสดุก่อสร้าง

ตารางที่ 5 แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือนใช้เหล็กราง Channel เป็นวัสดุก่อสร้างขนาดพื้นที่ 36 ตารางเมตร

โรงเรือน	ขนาด	พื้นที่ (ตร.ม.)	วัสดุ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	ยอดเงิน	หน่วย
โรงเรือนปลูกพืชแบบทรงหลังคาโค้ง แบบขาตรง	6 m × 6 m	36	ท่อเหล็กขนาด Ø1.5"- t 2.8mm	3	ท่อน	540.00	1,620.00	บาท
			เหล็กรางขนาด 70mm. X 40 mm.	11	ท่อน	863.30	9,496.30	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1.00	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานท่อ และเหล็กราง	1	ท่อน	480.00	4,760.00	บาท
รวม							22,476.30	บาท
โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบสมมาตร	6 m × 6 m	36	เหล็กรางขนาด 70mm. X 40 mm.	13	ท่อน	863.30	11,222.90	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานเหล็กราง	1	ท่อน	415.00	5,395.00	บาท
รวม							23,217.90	บาท
โรงเรือนปลูกพืชแบบทรงหลังคาฟันเลื่อย	6 m × 6 m	36	เหล็กรางขนาด 70mm. X 40 mm.	16	ท่อน	863.30	13,812.80	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานเหล็กราง	1	ท่อน	415.00	6,640.00	บาท
รวม							27,052.80	บาท
ต้นทุนค่าก่อสร้างเฉลี่ยของโรงเรือนขนาดพื้นที่ 36 ตารางเมตร							24,249.00	บาท
ต้นทุนต่อตารางเมตร							673.58	บาท/ตารางเมตร

โรงเรือนขนาด 6 × 6 ตารางเมตรพื้นที่ 36 ตารางเมตร โดยใช้วัสดุที่เป็นเหล็กราง Channel ขนาดเล็กสุดที่สามารถรับน้ำหนักโดยปลอดภัยคือ เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร และเฉพาะโรงเรือนหลังคาโค้งที่มี

ส่วนโค้งดัดใช้ ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของต้นทุนการก่อสร้าง ราคา 24,249 บาท หรือ 674 บาทต่อตารางเมตร

ตารางที่ 6 แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือนใช้เหล็กราง Channel เป็นวัสดุก่อสร้างขนาดพื้นที่ 100 ตารางเมตร

โรงเรือน	ขนาด	พื้นที่ (ตร.ม.)	วัสดุ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	ยอดเงิน	หน่วย
โรงเรือนปลูกพืชแบบทรงหลังคาโค้ง แบบขาตรง	10 m × 10 m	100	ท่อเหล็กขนาด Ø1.5"- t 2.8	6	ท่อน	540.00	3,240.00	บาท
			เหล็กรางขนาด 70mm. X 40 mm.	20	ท่อน	863.30	17,266.00	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานท่อ และเหล็กราง	1	ท่อน	480.00	8,690.00	บาท
รวม							35,796.00	บาท
โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบสมมาตร	10 m × 10 m	100	เหล็กรางขนาด 70mm. X 40 mm.	26	ท่อน	863.30	22,445.80	บาท
			พลาสติกคุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานเหล็กราง	1	ท่อน	415.00	10,790.00	บาท
รวม							39,835.80	บาท
โรงเรือนปลูกพืชแบบทรงหลังคาฟันเลื่อย	10 m × 10 m	100	เหล็กรางขนาด 70mm. X 40 mm.	31	ท่อน	863.30	26,762.30	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานเหล็กราง	1	ท่อน	415.00	12,865.00	บาท
รวม							46,227.30	บาท
ต้นทุนค่าก่อสร้างเฉลี่ยของโรงเรือนขนาดพื้นที่ 100 ตารางเมตร							40,619.70	บาท
ต้นทุนต่อตารางเมตร							406.20	บาท/ตารางเมตร

โรงเรือนขนาด 10 × 10 ตารางเมตร พื้นที่ 100 ตารางเมตร โดยใช้วัสดุที่เป็นเหล็กราง Channel ขนาดเล็กสุดที่สามารถรับน้ำหนักโดยปลอดภัยคือ เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร และและเฉพาะโรงเรือนหลังคาโค้งที่มีส่วนโค้งดัดใช้ ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของต้นทุนการก่อสร้างราคา 40,620 บาท หรือ 406 บาทต่อตารางเมตร

ตารางที่ 7 แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือนใช้เหล็กราง Channel เป็นวัสดุก่อสร้างขนาดพื้นที่ 144 ตารางเมตร

โรงเรือน	ขนาด	พื้นที่ (ตร.ม.)	วัสดุ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	ยอดเงิน	หน่วย
โรงเรือนปลูกพืชแบบทรงหลังคาโค้ง แบบขาตรง	12 m × 12 m	144	ท่อเหล็กขนาด Ø1.5"- t 2.8	7	ท่อน	540.00	3,780.00	บาท
			เหล็กรางขนาด 70mm. X 40 mm.	25	ท่อน	863.30	21,582.50	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานท่อ และเหล็กราง	1	ท่อน	65.00	10,830.00	บาท
รวม							42,792.50	บาท
โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบสมมาตร	12 m × 12 m	144	เหล็กรางขนาด 70m X 40 mm.	31	ท่อน	863.30	26,762.30	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานเหล็กราง	1	ท่อน	415.00	12,865.00	บาท
รวม							46,227.30	บาท
โรงเรือนปลูกพืชแบบทรงหลังคาฟันเลื่อย	12 m × 12 m	144	เหล็กรางขนาด 70mm. X 40 mm.	36	ท่อน	863.30	31,078.80	บาท
			พลาสติกคลุมโรงเรือน	1	ม้วน	6,600.00	6,600.00	บาท
			ค่าแรงงานเหล็กราง	1	ท่อน	415.00	14,940.00	บาท
รวม							52,618.80	บาท
ต้นทุนค่าก่อสร้างเฉลี่ยของโรงเรือนขนาดพื้นที่ 144 ตารางเมตร							47,212.87	บาท
ต้นทุนต่อตารางเมตร							327.87	บาท/ตารางเมตร

โรงเรือนขนาด 12 × 12 ตารางเมตร พื้นที่ 144 ตารางเมตร โดยใช้วัสดุที่เป็นเหล็กราง Channel ขนาดเล็กสุดที่สามารถรับน้ำหนักโดยปลอดภัยคือ เหล็กราง 75×40×5×7 มิลลิเมตร และและเฉพาะโรงเรือนหลังคาโค้งที่มีส่วนโค้งดัดใช้ ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยของต้นทุนการก่อสร้างราคา 47,213 บาท หรือ 328 บาทต่อตารางเมตร

ตารางที่ 8 แสดงต้นทุนค่าก่อสร้างของโรงเรือน

โรงเรือน	ท่อเหล็ก		เหล็กราง	
โรงเรือนขนาด 6 m × 6 m	ประมาณราคาเบื้องต้น (บาท)	ราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตารางเมตร)	ประมาณราคาเบื้องต้น (บาท)	ราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตารางเมตร)
โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง	14,465.00	401.81	22,476.30	624.34
โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร	14,465.00	401.81	23,217.90	644.94
โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย	16,280.00	452.22	27,052.80	751.47
เฉลี่ย	15,070.00	418.61	24,249.00	673.58
โรงเรือนขนาด 10 m × 10 m	ประมาณราคาเบื้องต้น (บาท)	ราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตารางเมตร)	ประมาณราคาเบื้องต้น (บาท)	ราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตารางเมตร)
โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง	26,580.00	265.80	35,796.00	357.96
โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร	25,840.00	258.40	39,835.80	398.36
โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย	29,540.00	295.40	46,227.30	462.27
เฉลี่ย	27,320.00	273.20	40619.70	406.20
โรงเรือนขนาด 12 m × 12 m	ประมาณราคาเบื้องต้น (บาท)	ราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตารางเมตร)	ประมาณราคาเบื้องต้น (บาท)	ราคาต่อพื้นที่ (บาท/ตารางเมตร)
โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง	36,648.00	254.50	42,792.50	297.17
โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร	35,709.00	247.98	46,227.30	321.02
โรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย	40,404.00	280.58	52,618.80	365.41
เฉลี่ย	37,587.00	261.02	47,212.87	327.87

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาลักษณะทางโครงสร้างของโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชพบว่านิยมก่อสร้าง 3 รูปแบบคือ โรงเรือนปลูกพืชหลังคาโค้ง , โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร และโรงเรือนปลูกพืชหลังคาฟันเลื่อย และจากการวิเคราะห์โครงสร้างและประมาณราคาโดยคิดเฉพาะราคาวัสดุและค่าแรงโดยไม่รวมวัสดุปูพื้นและฐานราก

โรงเรือนขนาด 36 ตารางเมตร (6×6 ม.^{2}) แบบหลังคาโค้ง แบบหลังคาหน้าจั่ว และแบบหลังคาฟันเลื่อย เมื่อใช้วัสดุเป็นท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ราคาค่าวัสดุค่าแรงเป็น 14,465 , 14,465 , 16,280 บาท ตามลำดับ และเมื่อใช้เหล็กรางขนาด 75×40×5×7 มิลลิเมตร ราคาค่าวัสดุและค่าแรงเป็น 22,4767 , 23,218 , 27,053 บาทต่อหนึ่งโรงเรือน ตามลำดับ

โรงเรือนขนาด 100 ตารางเมตร (10×10 ม.^{2}) แบบหลังคาโค้ง แบบหลังคาหน้าจั่ว และแบบหลังคาฟันเลื่อย เมื่อใช้วัสดุเป็นท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ราคาค่าวัสดุรวมค่าแรงเป็น 26,580 , 25,840 , 29,540 บาท ตามลำดับ และเมื่อใช้เหล็กรางขนาด 75×40×5×7 มิลลิเมตร ราคาค่าวัสดุและค่าแรงเป็น 35,796 , 39,836 , 46,228 บาท ตามลำดับ

โรงเรือนขนาด 144 ตารางเมตร (12×12 ม.^{2}) แบบหลังคาโค้ง แบบหลังคาหน้าจั่ว และแบบหลังคาฟันเลื่อย เมื่อใช้วัสดุเป็นท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว หนา 2.8 มิลลิเมตร ราคาค่าวัสดุรวมค่าแรงเป็น 36,648 , 35,709 , 40,404 บาท ตามลำดับ และเมื่อใช้เหล็กรางขนาด 75×40×5×7 มิลลิเมตร ราคาค่าวัสดุและค่าแรงเป็น 42,793 , 46,228 , 52,619 บาท ตามลำดับ

ในการศึกษาการสร้างโรงเรือนขนาดเล็กควรใช้ท่อเหล็กเป็นวัสดุในการก่อสร้าง เนื่องจากมีต้นทุนการก่อสร้างที่ต่ำกว่าการใช้เหล็กราง (Channel) 66.85 – 254.97 บาทต่อตารางเมตร และควรที่จะทำการปรับพื้น

ของโรงเรือนให้มีระดับที่เท่ากัน มีท่อระบายน้ำหรือทางระบายน้ำไปสู่บ่อพักที่สามารถควบคุมคุณภาพของน้ำก่อนปล่อยออกสู่บ่อน้ำสาธารณะ

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาออกแบบโรงเรือนที่มีขนาดใหญ่ขนาดอื่นๆอีกให้มากขึ้น เพื่อให้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของเกษตรกร

เอกสารอ้างอิง

กองส่งเสริมวิศวกรรมเกษตร.2557. โรงเรือนเพาะปลูกพืช. แหล่งที่มา

http //www.k-center.doae.go.th/getKnowledge.jsp?id=2894, 24 กันยายน 2560

เกษตรไทย เกษตรสุข.2560. ประโยชน์ของโรงเรือน. แหล่งที่มา

http //www.smartfarmonline.com, 22ธันวาคม 2560

บ.สมบัติชายอุตสาหกรรมพลาสติก.ม.ป.ป. วัสดุคลุมโรงเรือน. แหล่งที่มา

http //sombatchai.com/index.php/2014-08-27-04-18-26/42-products/97-green-house-plastic-cover-plate , 22ธันวาคม 2560

มงคล.2557.บทประยุกต์ SAP2000 RC Design (SDM) แหล่งที่มา

https //www.scribd.com/doc/248005145/t00-Cover-Toc , 21 พฤษภาคม 2561

คู่มือโรงเรือน-แก้ไขหลังประชุม KK1 - BIOTEC.พื้นโรงเรือน แหล่งที่มา

https //www.biotec.or.th/ibc/images/stories/webupdate/greenhouse_guide.pdf

บัญชีราคาวัสดุก่อสร้างและค่าแรง ปีงบประมาณ 2560 กระทรวงพาณิชย์.แหล่งที่มา

https //www.sp2.go.th/sp2/images/nayoby-pan/2/1.pdf , 5 มิถุนายน 2561

ราคาวัสดุก่อสร้าง กรุงเทพมหานคร.กระทรวงพาณิชย์. แหล่งที่มา

https //www.price.moc.go.th/price/struct/index_new.asp. , 6 กรกฎาคม 2561

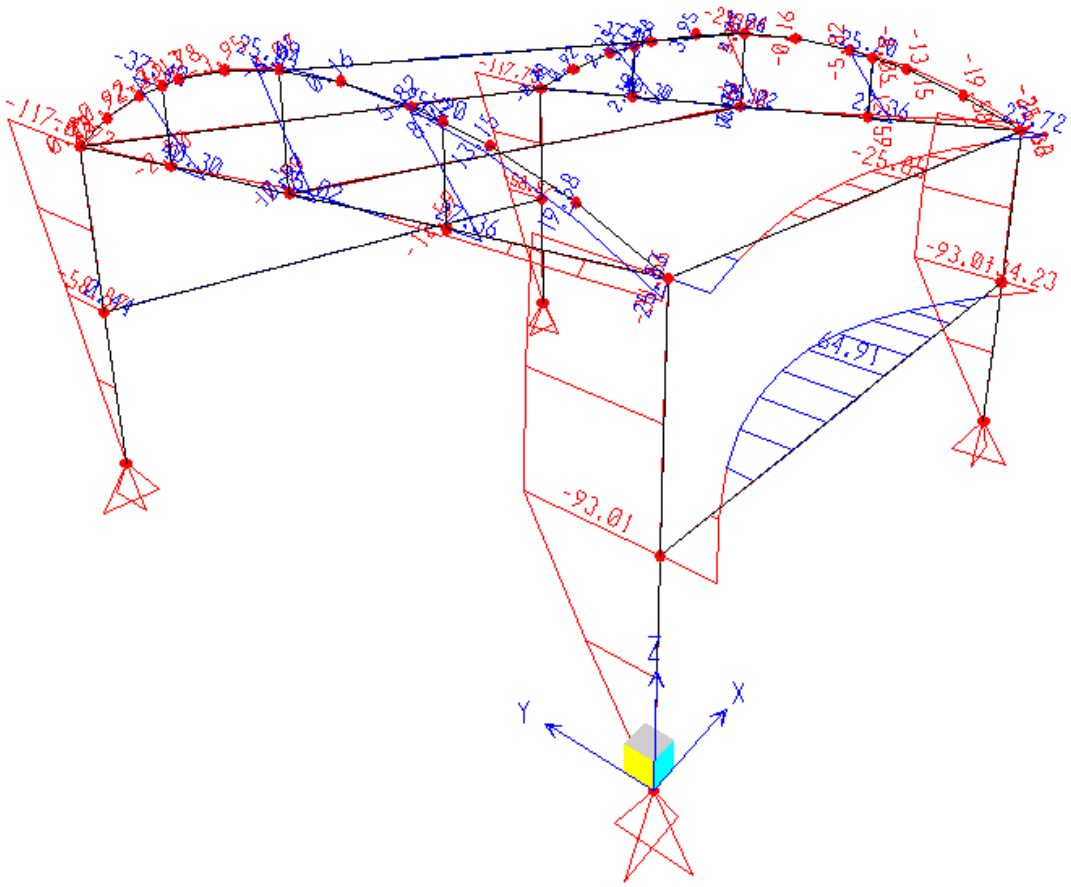
กรมอุตุนิยมวิทยา.ม.ป.ป. ความเร็วลมที่ระดับสูงมาตรฐาน 10 เมตรเหนือพื้นดินในบริเวณที่โล่งแจ้ง

แหล่งที่มา https //www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=92, 21 พฤษภาคม 2561

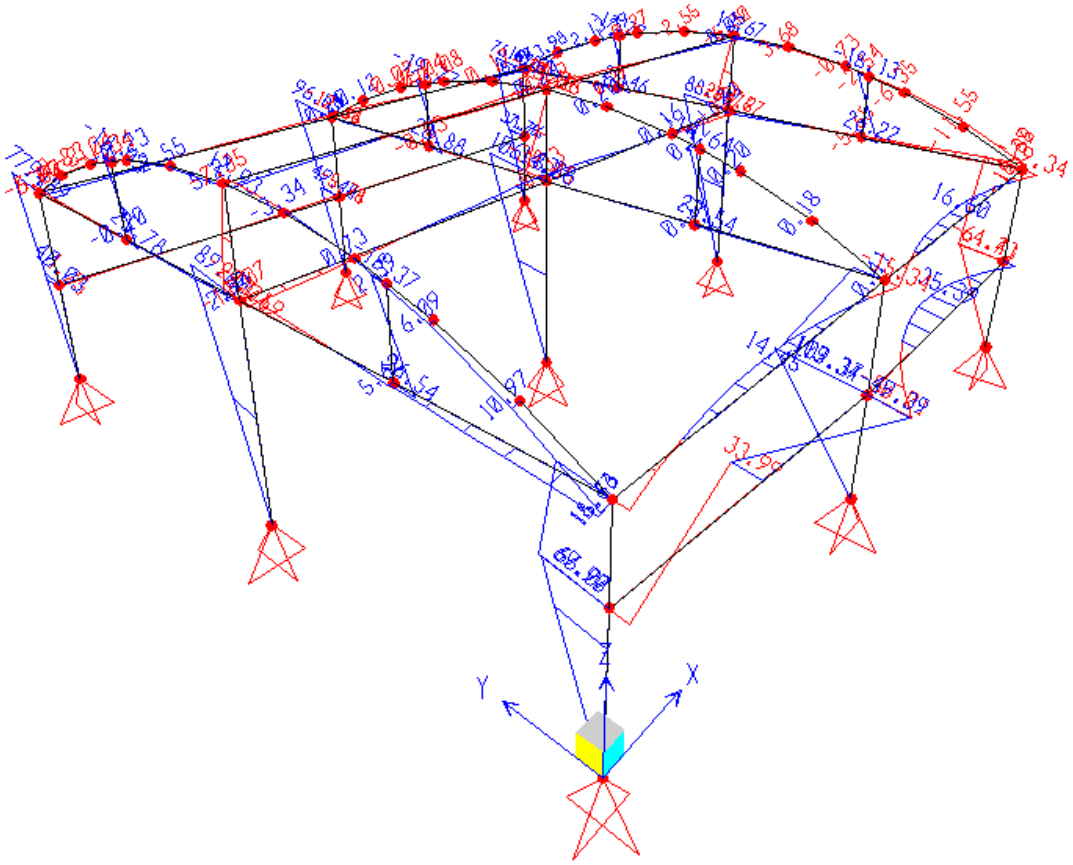
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

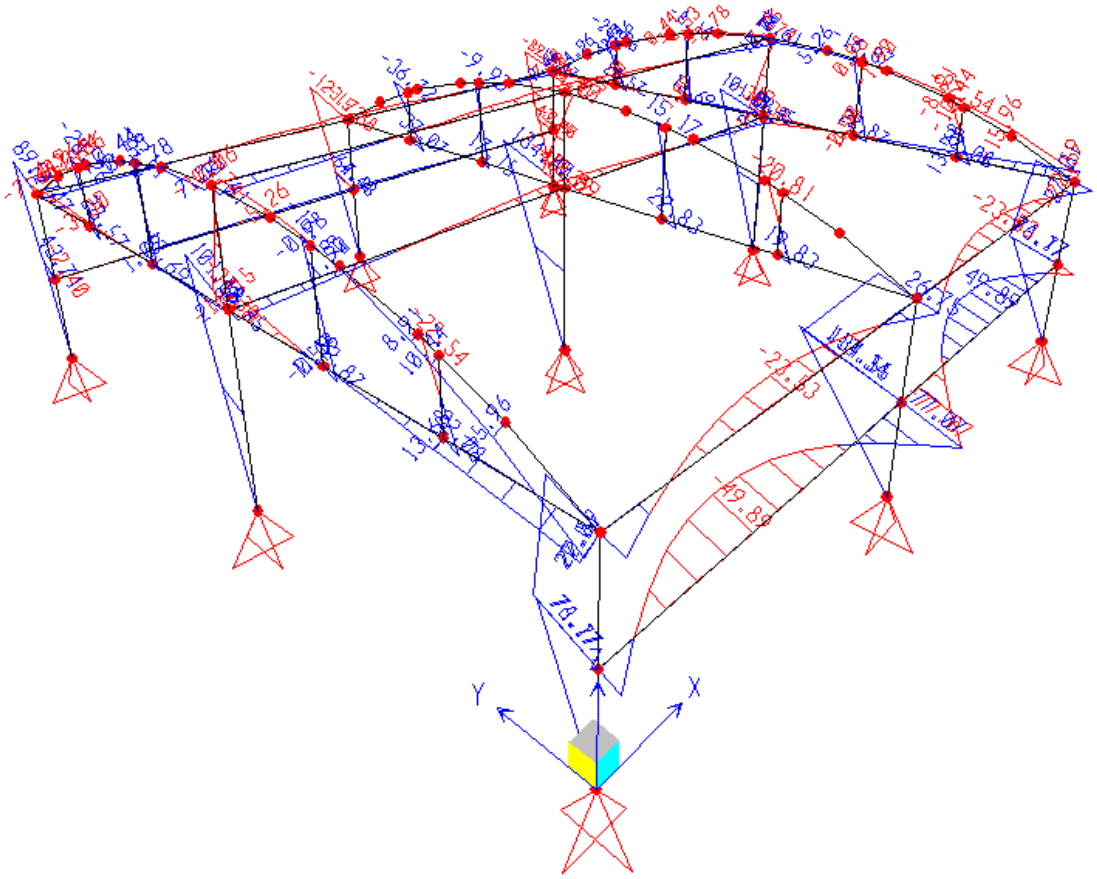
โมเมนต์ที่กระทำกับโครงสร้าง



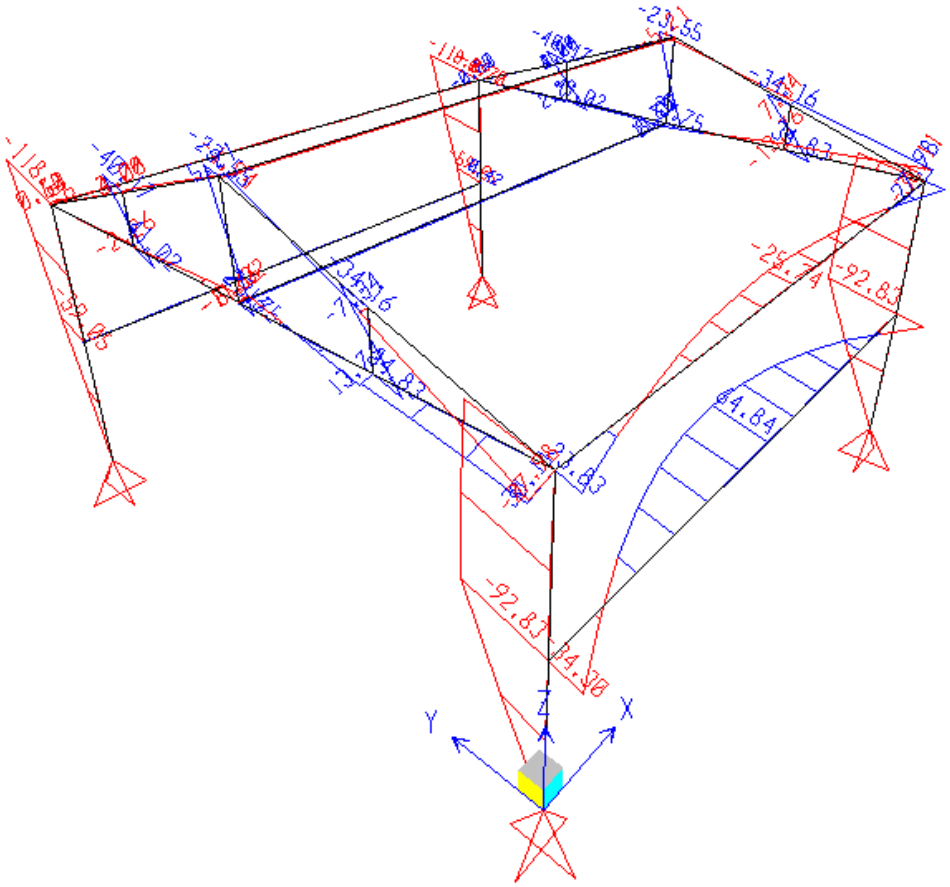
ภาพผนวกที่ ก1 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



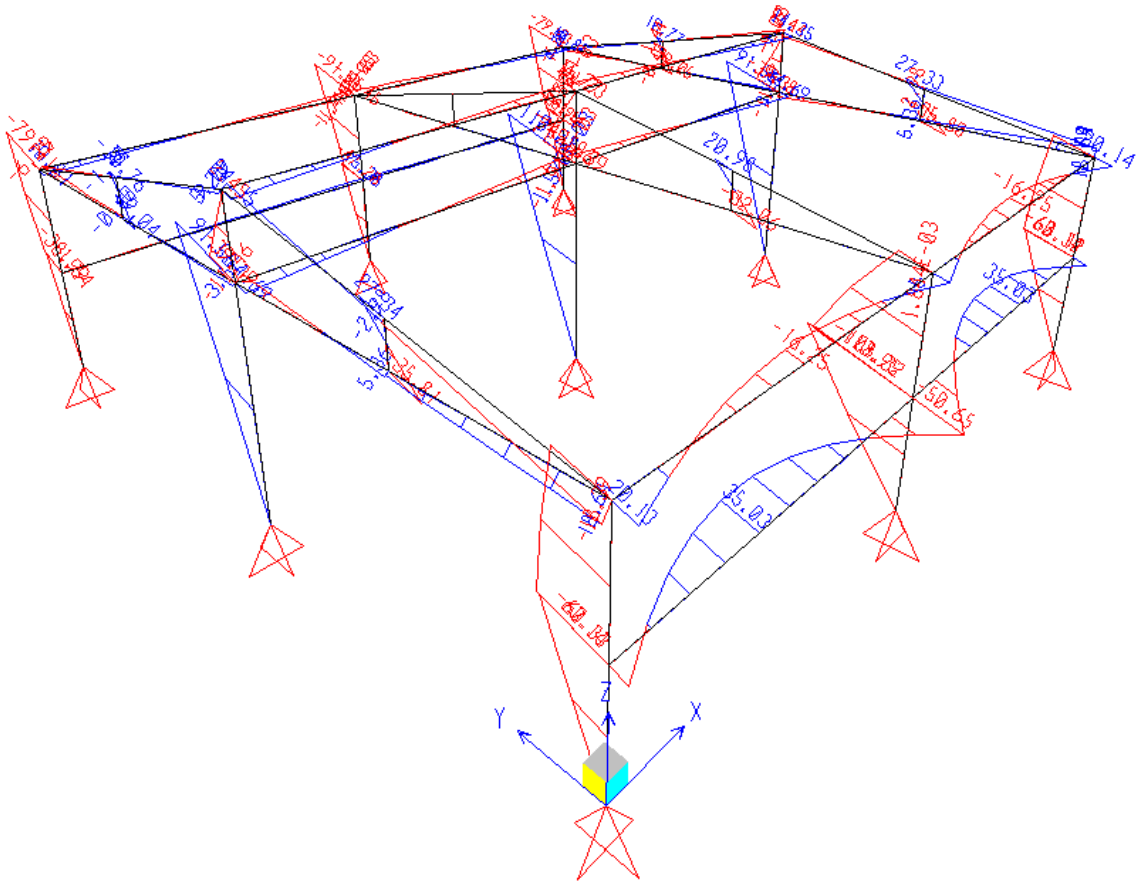
ภาพผนวกที่ ก2 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



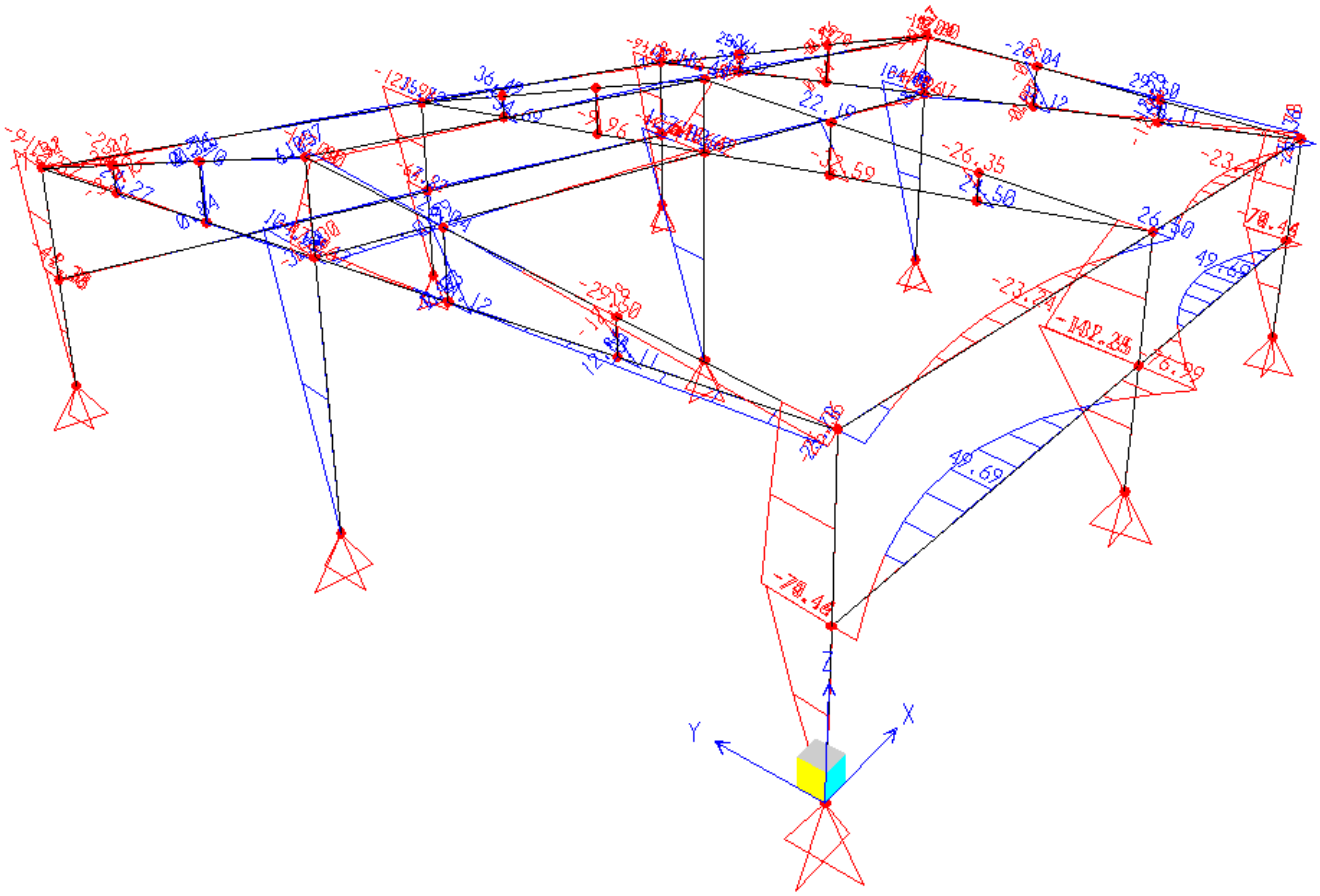
ภาพผนวกที่ ก3 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



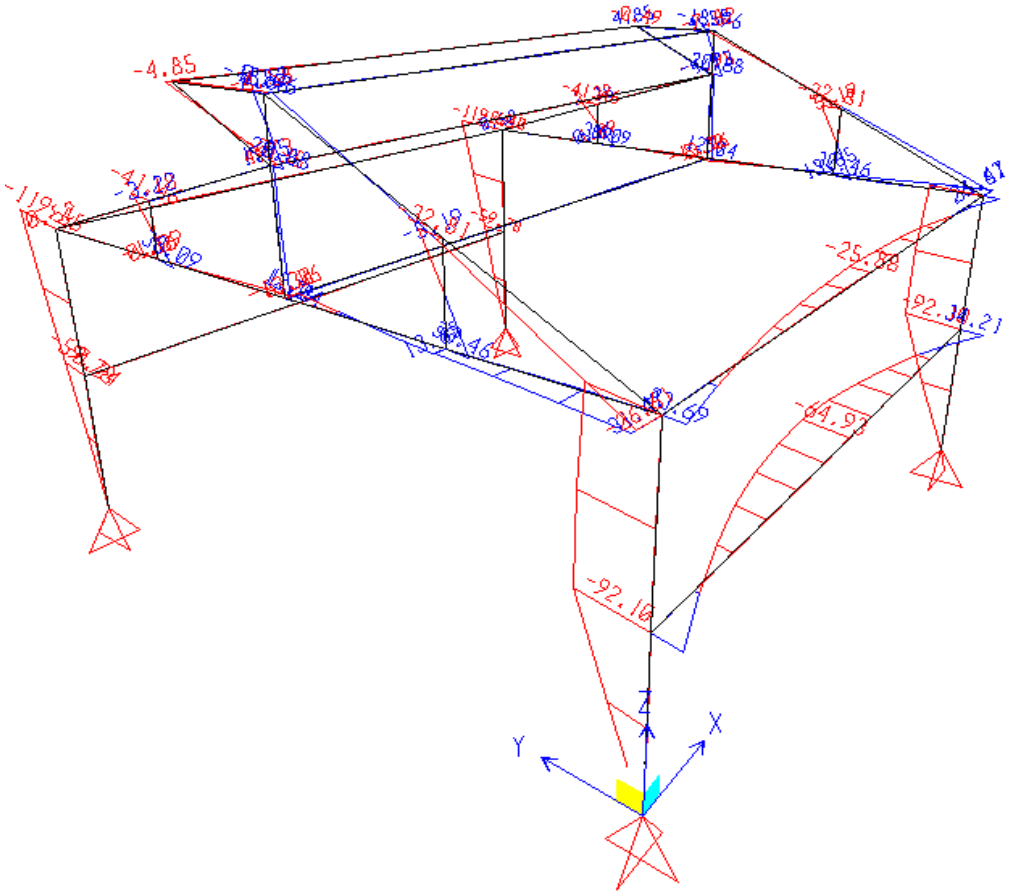
ภาพผนวกที่ ก4 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



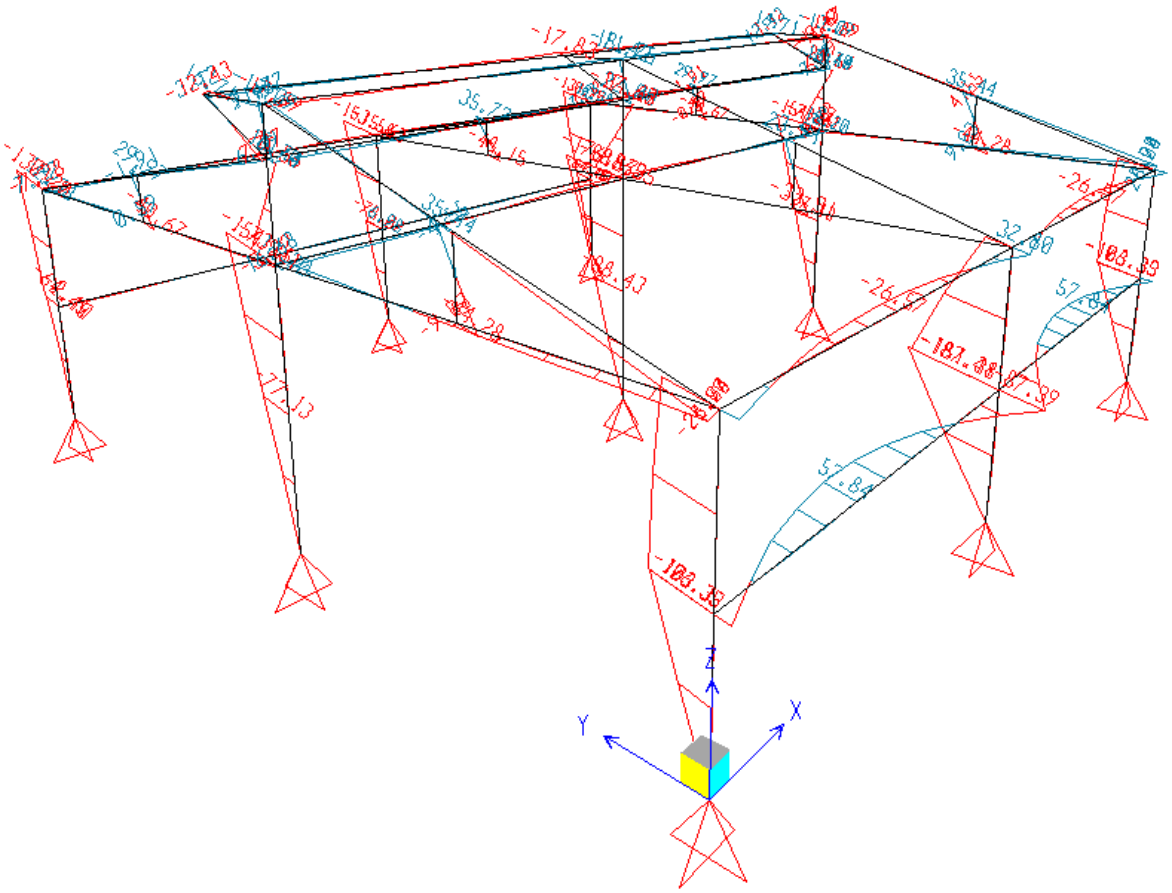
ภาพผนวกที่ ก5 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



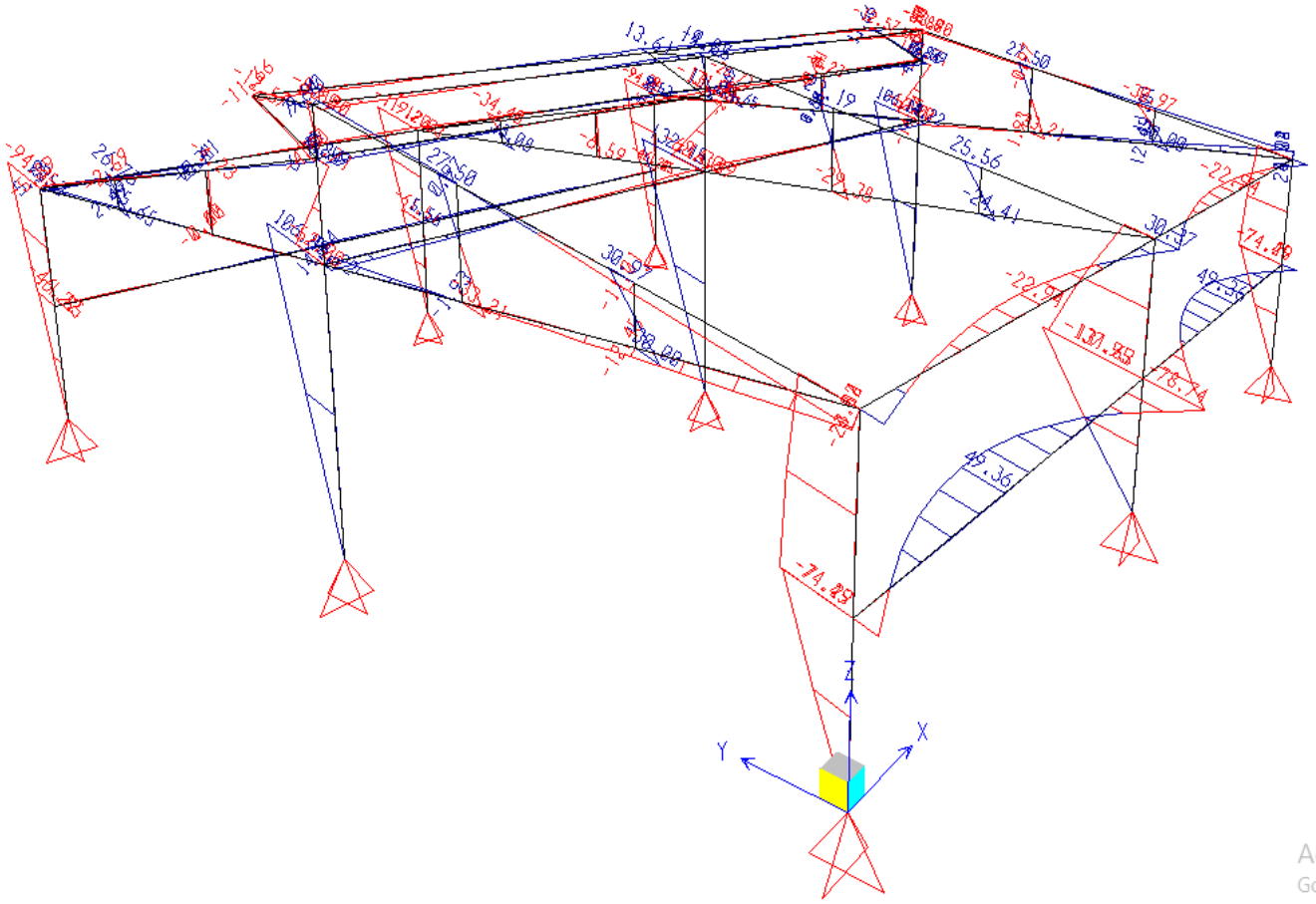
ภาพผนวกที่ ก6 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



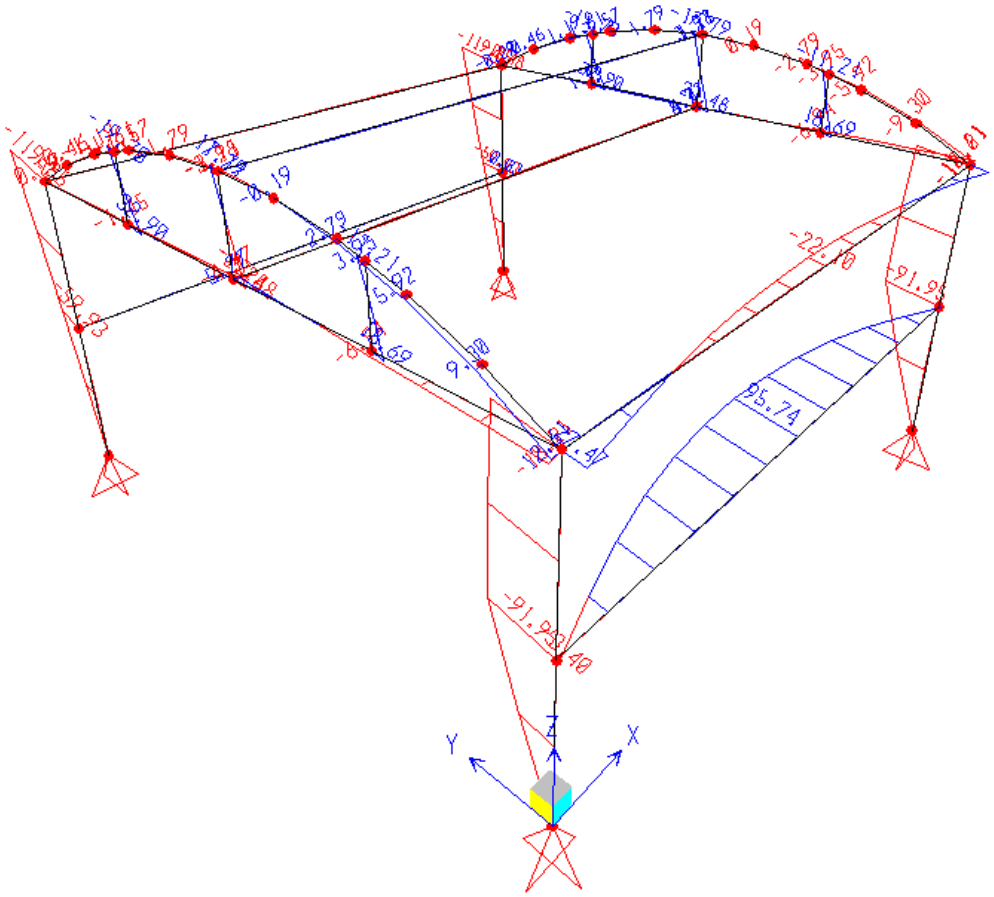
ภาพผนวกที่ ก7 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



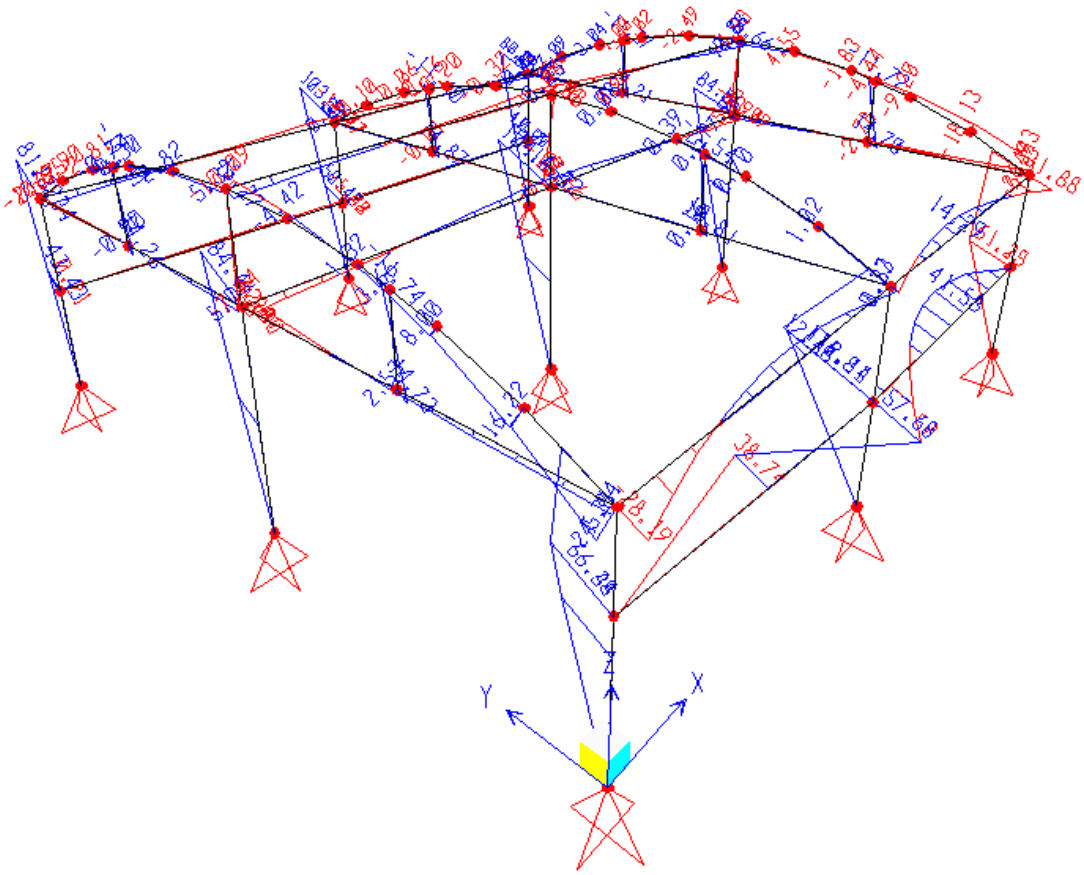
ภาพผนวกที่ ก8 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



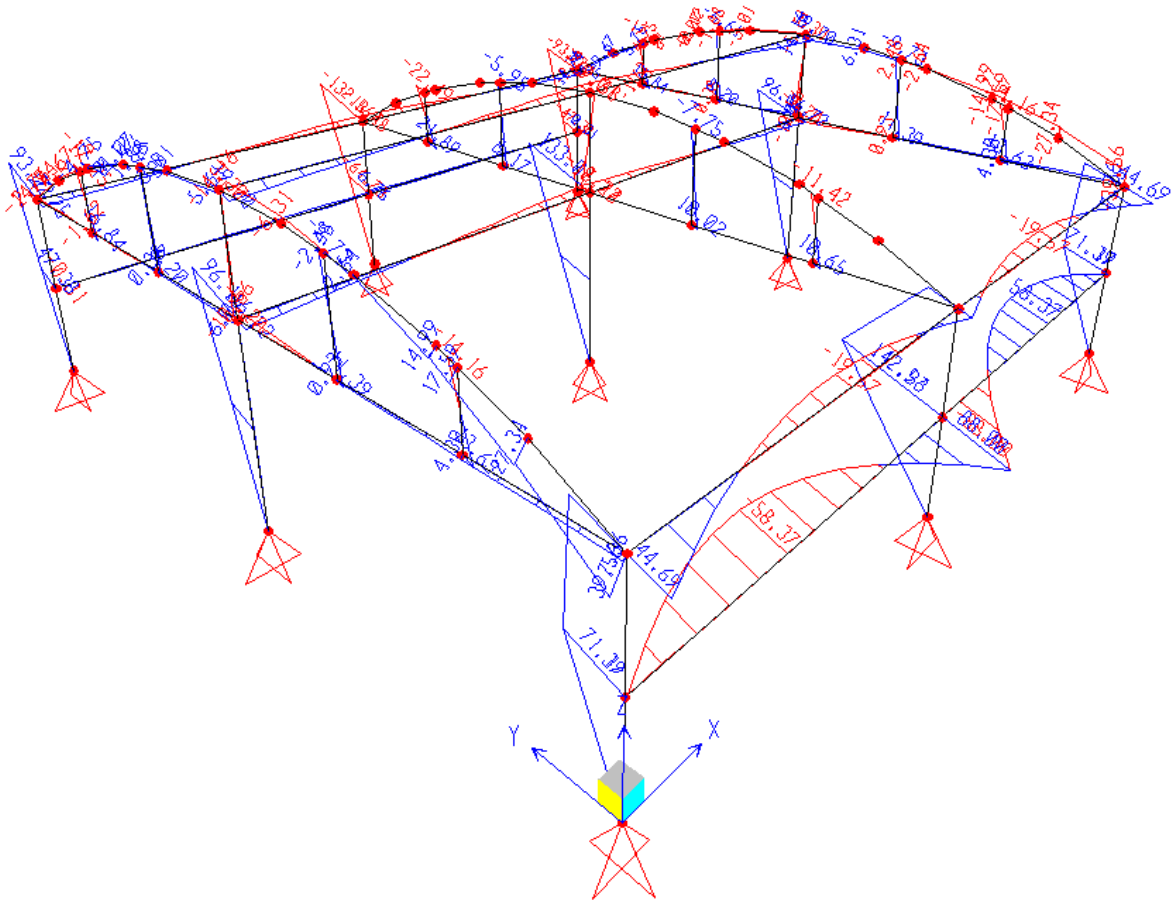
ภาพผนวกที่ ก9 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (ท่อเหล็ก)



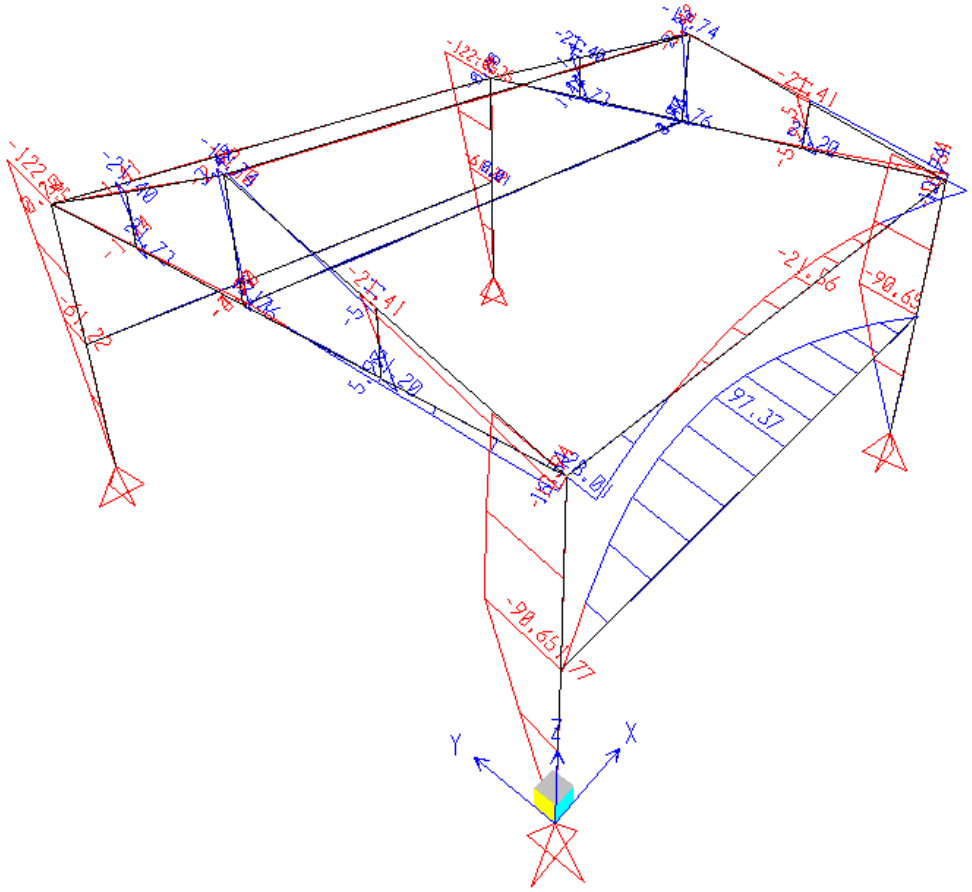
ภาพผนวกที่ ก10 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (เหล็กราง)



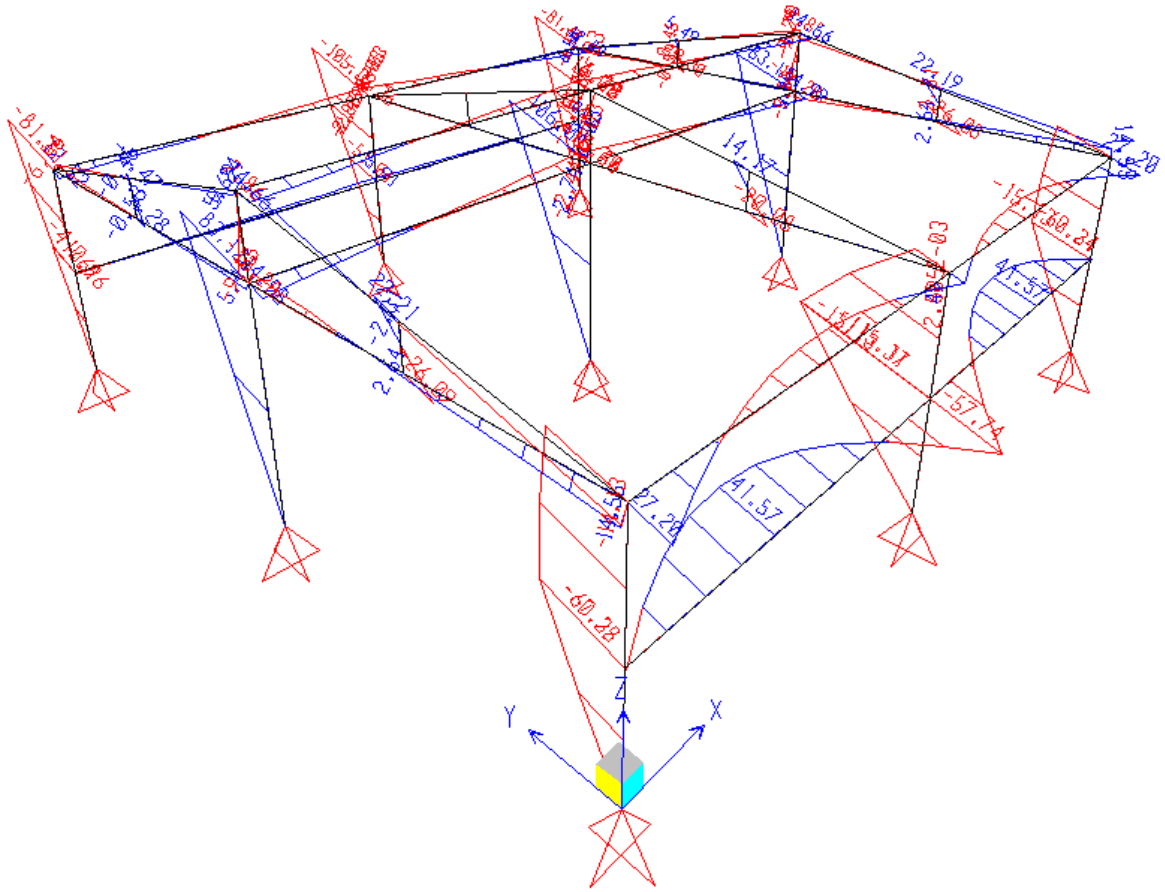
ภาพผนวกที่ ก11 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (เหล็กราง)



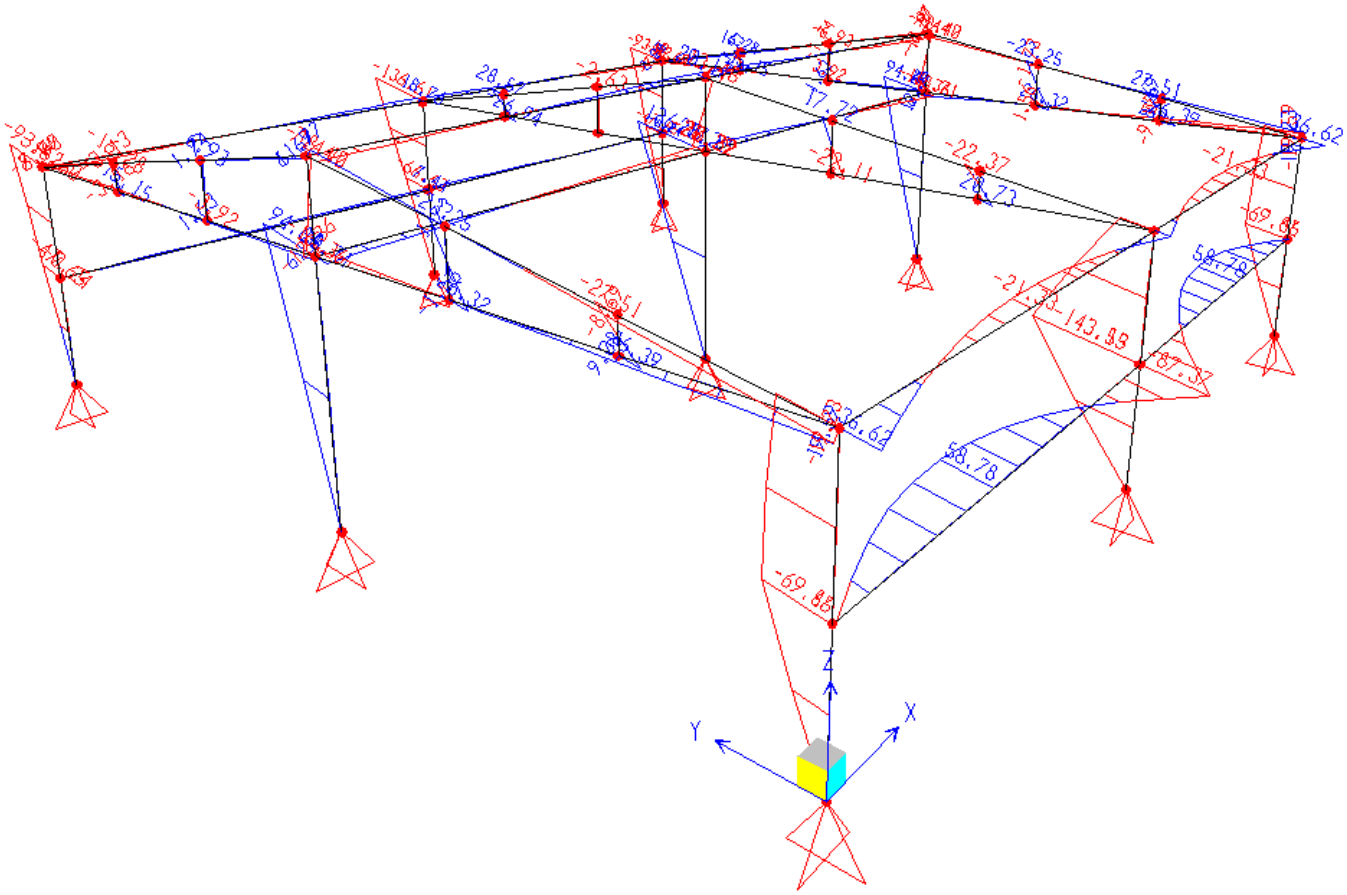
ภาพผนวกที่ ก12 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (เหล็กราง)



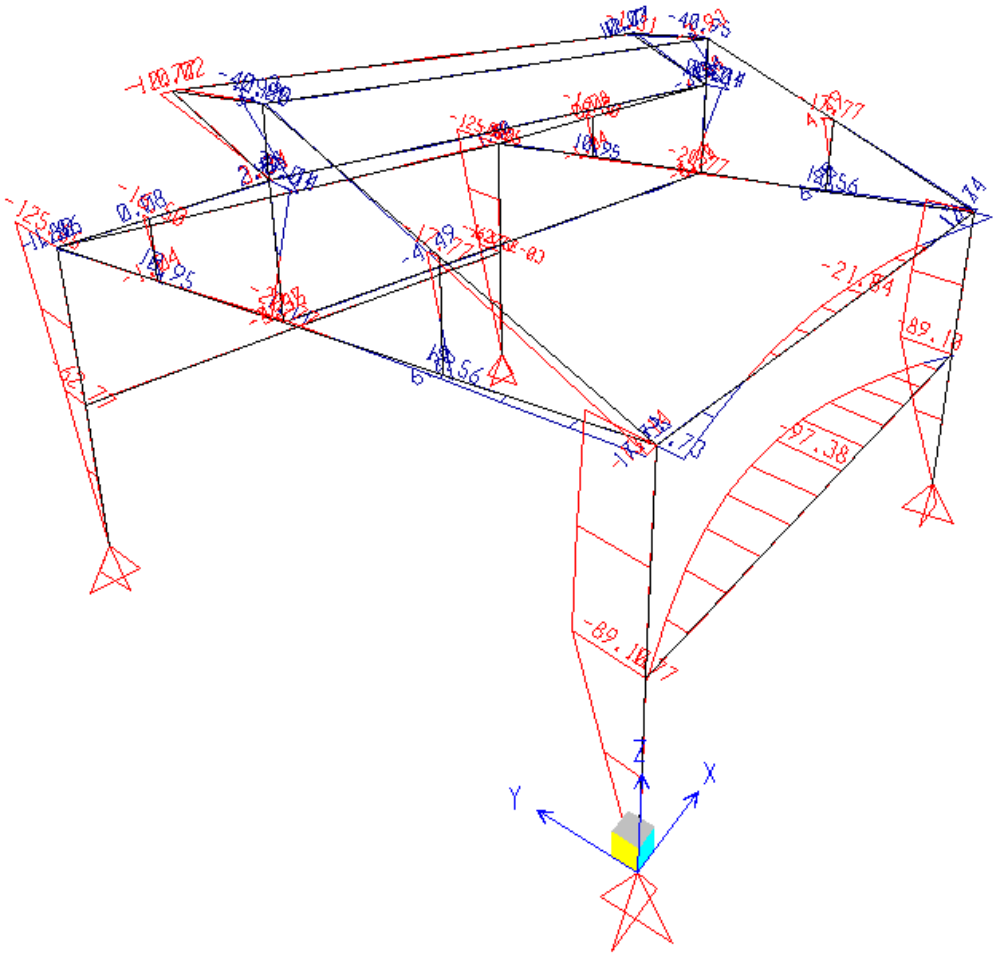
ภาพผนวกที่ ก13 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (เหล็กราง)



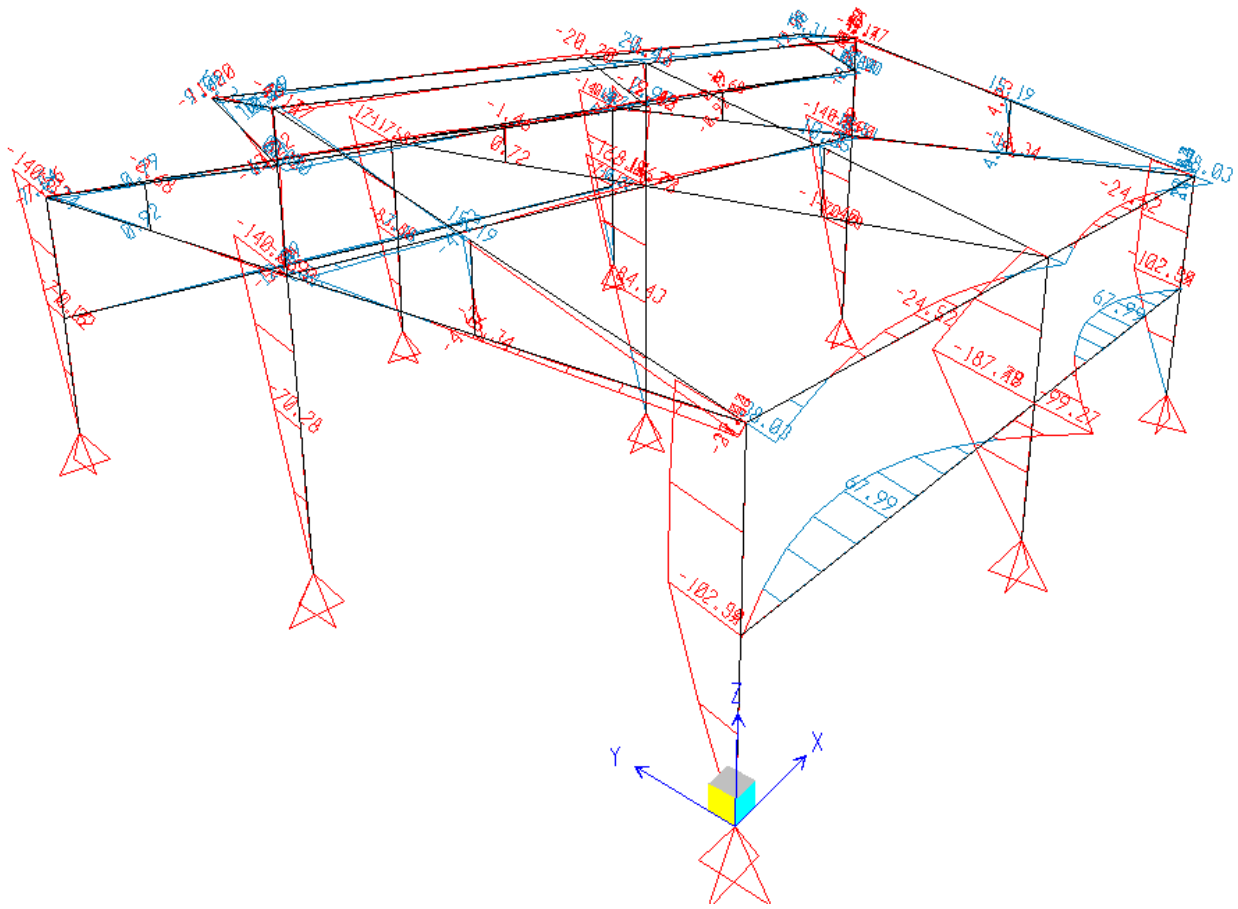
ภาพผนวกที่ ก14 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (เหล็กราง)



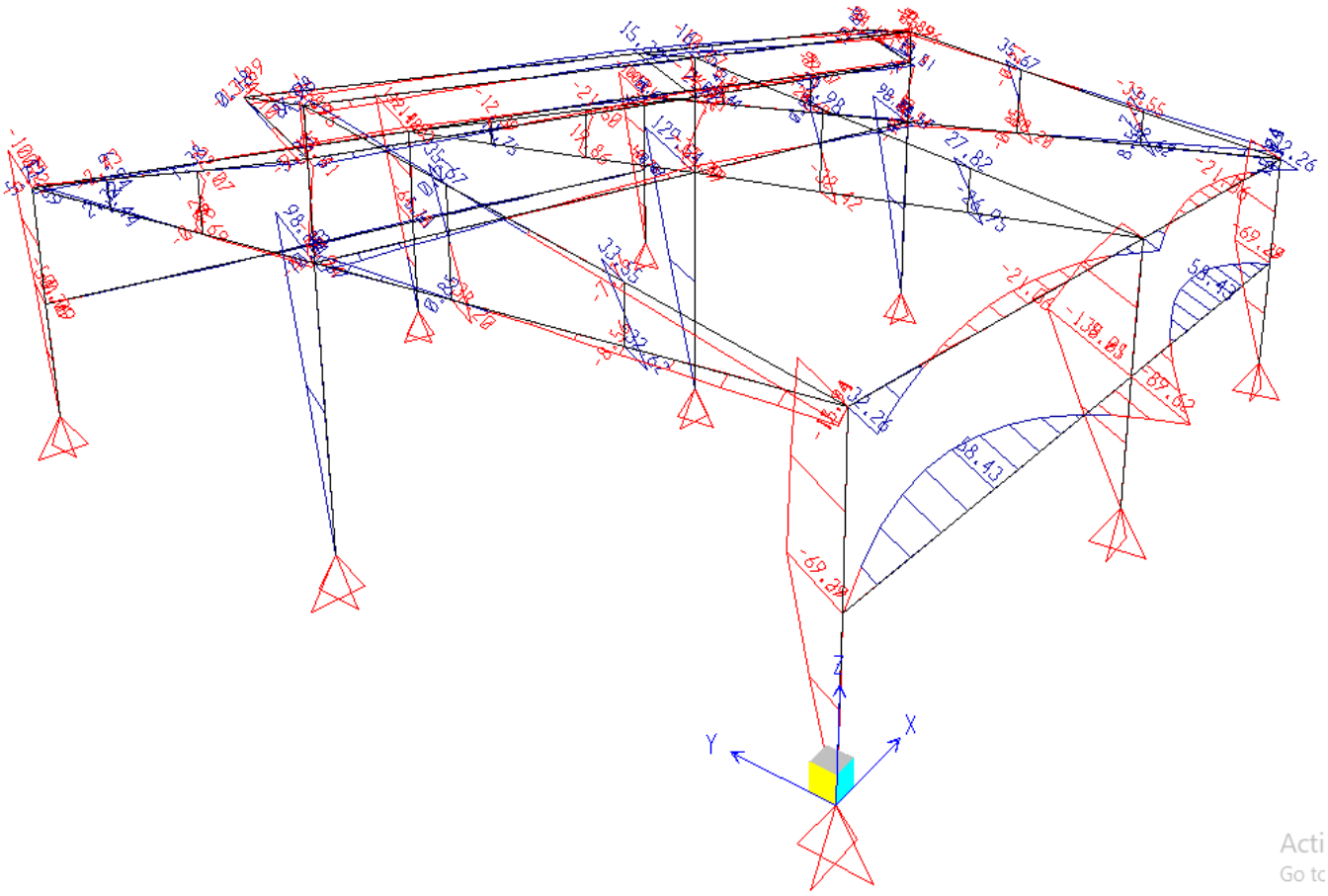
ภาพผนวกที่ ก15 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (เหล็กราง)



ภาพผนวกที่ ก16 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 6 × 6 ตารางเมตร (เหล็กราง)



ภาพผนวกที่ ก17 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 10 × 10 ตารางเมตร (เหล็กราง)



ภาพผนวกที่ ก18 โมเมนต์ที่เกิดกับโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 12 × 12 ตารางเมตร (เหล็กราง)

ภาคผนวก ข.

การออกแบบทางโครงสร้างโรงเรือน

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	95	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.

[III.Result Of Calculate]			[IV.Select Type & Section Of Steel]		
3.1.Req. Min. Area	0.07	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	1	Pipe
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	2	O
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	168.54	OK.!	4.3.Size Of Diameter	27.20	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	2.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	2.00	mm.
F_{ai} =	0.00	ksc.	4.6.Section Area(As)	1.58	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	1.24	kg./m.
F_{ae} =	380.69	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	0.93	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Buckling --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	1.28	cm.4
O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	0.89	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	60.01	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	603	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	168.54	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	6.34	times	O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)		

Select To Use Section : O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข1 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6x6 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]			
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24		
1.2.Middle Moment	58.87	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.	
1.3.End Moment(M_2)	117.73	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.	
1.4.Max. Shear(V.)	128.43	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	$kg.-m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]			
1.8.Coefficient of C_b	1.75			4.1.Real Laterally Sup.	*****	m.	
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	*****	m.	
3.1.Required (S_{x-x})	4.09	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	*****	m.	
3.2.Type Of Section	1	Pipe	O	<<-----< ********** >----->>			
3.3.Trial Section No.	8	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]			
3.4.Size Of Section	48.60	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently			
3.5.Thick. Web(t , t_w)	2.80	mm.		$\frac{bf}{2 * tf}$	=	*****	
3.6.Thick. Flange(t_f)	2.80	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.7.Section Area(A_s)	4.03	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.8.Weight Of Section	3.16	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	4.36	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>			
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	10.60	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently			
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	1.62	cm.		$\frac{L}{r\ t}$	=	*****	
10 - 48.6*2.8 mm.(น้ำหนัก = 3.16 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	72.31	
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	161.68	
1.Actual Bending Stress	1,350	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.	
2.Actual Shear Stress	30.04	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]			
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.	

Select To Use Section : 10 - 48.6*2.8 mm.(น้ำหนัก = 3.16 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข2 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดดัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 6x6 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	185	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.

[III.Result Of Calculate]			[IV.Select Type & Section Of Steel]		
3.1.Req. Min. Area	0.13	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	1	Pipe
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	2	O
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	168.54	OK.!	4.3.Size Of Diameter	27.20	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	2.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	2.00	mm.
F_{ai} =	0.00	ksc.	4.6.Section Area(As)	1.58	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	1.24	kg./m.
F_{ae} =	380.69	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	0.93	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Buckling --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	1.28	cm.4
O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	0.89	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	116.70	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	603	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	168.54	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	3.26	times	O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)		

Select To Use Section : O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข3 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10x10 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]			
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24		
1.2.Middle Moment	113.34	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.	
1.3.End Moment(M_2)	34.82	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.	
1.4.Max. Shear(V.)	84.12	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	kg.-$m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]			
1.8.Coefficient of C_b	1.00			4.1.Real Laterally Sup.	*****	m.	
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	*****	m.	
3.1.Required (S_{x-x})	7.87	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	*****	m.	
3.2.Type Of Section	1	Pipe	O	<<-----< ********** >----->>			
3.3.Trial Section No.	12	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]			
3.4.Size Of Section	60.50	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently			
3.5.Thick. Web(t , t_w)	4.00	mm.		$\frac{bf}{2*tf}$	=	*****	
3.6.Thick. Flange(t_f)	4.00	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.7.Section Area(A_s)	7.10	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.8.Weight Of Section	5.57	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	9.41	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>			
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	28.50	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently			
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	2.00	cm.		$\frac{L}{r_t}$	=	*****	
1O - 60.5*4 mm.(น้ำหนัก = 5.57 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66	
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22	
1.Actual Bending Stress	1,204	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.	
2.Actual Shear Stress	11.06	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]			
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.	

Select To Use Section : 1O - 60.5*4 mm.(น้ำหนัก = 5.57 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข4 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดดัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10x10 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	212	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.15	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	1	Pipe
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	2	O
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	168.54	OK.!	4.3.Size Of Diameter	27.20	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	2.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	2.00	mm.
F_{ai} =	0.00	ksc.	4.6.Section Area(As)	1.58	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	1.24	kg./m.
F_{ae} =	380.69	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	0.93	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Buckling --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	1.28	cm.4
O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	0.89	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	133.92	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	603	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	168.54	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	2.84	times	O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)		

Select To Use Section : O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข5 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12x12 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]			
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24		
1.2.Middle Moment	143.34	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.	
1.3.End Moment(M_2)	49.38	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.	
1.4.Max. Shear(V.)	104.00	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	$kg.-m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]			
1.8.Coefficient of C_b	1.00			4.1.Real Laterally Sup.	*****	m.	
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	*****	m.	
3.1.Required (S_{x-x})	9.95	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	*****	m.	
3.2.Type Of Section	1	Pipe	O	<<-----< ********** >----->>			
3.3.Trial Section No.	13	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]			
3.4.Size Of Section	78.30	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently			
3.5.Thick. Web(t , t_w)	2.80	mm.		$\frac{bf}{2 * tf}$	=	*****	
3.6.Thick. Flange(t_f)	2.80	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.7.Section Area(A_s)	6.47	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.8.Weight Of Section	5.08	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	11.50	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>			
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	43.70	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently			
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	2.60	cm.		$\frac{L}{r_t}$	=	*****	
1O - 78.3*2.8 mm.(น้ำหนัก = 5.08 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66	
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22	
1.Actual Bending Stress	1,246	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.	
2.Actual Shear Stress	15.10	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]			
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.	

Select To Use Section : 1O - 78.3*2.8 mm.(น้ำหนัก = 5.08 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข6 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดดัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12x12 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	95	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.

[III.Result Of Calculate]			[IV.Select Type & Section Of Steel]		
3.1.Req. Min. Area	0.07	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	1	Pipe
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	2	O
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	168.54	OK.!	4.3.Size Of Diameter	27.20	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	2.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	2.00	mm.
F_{ai} =	0.00	ksc.	4.6.Section Area(As)	1.58	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	1.24	kg./m.
F_{ae} =	380.69	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	0.93	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Buckling --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	1.28	cm.4
O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	0.89	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	60.05	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	603	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	168.54	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	6.34	times	O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)		

Select To Use Section : O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข7 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบหลังคาหน้าจั่ว ขนาด 6x6 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]			
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24		
1.2.Middle Moment	59.05	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.	
1.3.End Moment(M_2)	118.09	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.	
1.4.Max. Shear(V.)	162.40	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	$kg.-m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]			
1.8.Coefficient of C_b	1.75			4.1.Real Laterally Sup.	*****	m.	
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	*****	m.	
3.1.Required (S_{x-x})	4.10	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	*****	m.	
3.2.Type Of Section	1	Pipe	O	<<-----< ********** >----->>			
3.3.Trial Section No.	8	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]			
3.4.Size Of Section	48.60	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently			
3.5.Thick. Web(t , t_w)	2.80	mm.		$\frac{bf}{2 * tf}$	=	*****	
3.6.Thick. Flange(t_f)	2.80	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.7.Section Area(A_s)	4.03	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.8.Weight Of Section	3.16	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	4.36	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>			
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	10.60	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently			
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	1.62	cm.		$\frac{L}{r_t}$	=	*****	
1O - 48.6*2.8 mm.(น้ำหนัก = 3.16 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	72.31	
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	161.68	
1.Actual Bending Stress	1,354	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.	
2.Actual Shear Stress	37.99	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]			
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.	

Select To Use Section : 1O - 48.6*2.8 mm.(น้ำหนัก = 3.16 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข8 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดของโรงเรือนแบบหลังคาหน้าจั่ว ขนาด 6x6 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	132	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.09	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	1	Pipe
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	2	O
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	168.54	OK.!	4.3.Size Of Diameter	27.20	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	2.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	2.00	mm.
F_{ai} =	0.00	ksc.	4.6.Section Area(As)	1.58	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	1.24	kg./m.
F_{ae} =	380.69	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	0.93	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Buckling --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	1.28	cm.4
O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	0.89	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	83.68	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	603	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	168.54	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	4.55	times	O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)		

Select To Use Section : O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข9 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบหลังคาหน้าจั่ว ขนาด 10x10 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]			
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24		
1.2.Middle Moment	113.95	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.	
1.3.End Moment(M_2)	33.24	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.	
1.4.Max. Shear(V.)	126.28	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	$kg.-m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]			
1.8.Coefficient of C_b	1.00			4.1.Real Laterally Sup.	*****	m.	
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	*****	m.	
3.1.Required (S_{x-x})	7.91	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	*****	m.	
3.2.Type Of Section	1	Pipe	O	<<-----< ********** >----->>			
3.3.Trial Section No.	12	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]			
3.4.Size Of Section	60.50	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently			
3.5.Thick. Web(t , t_w)	4.00	mm.		$\frac{bf}{2*tf}$	=	*****	
3.6.Thick. Flange(t_f)	4.00	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.7.Section Area(A_s)	7.10	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.8.Weight Of Section	5.57	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	9.41	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>			
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	28.50	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently			
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	2.00	cm.		$\frac{L}{r\ t}$	=	*****	
10 - 60.5*4 mm.(น้ำหนัก = 5.57 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66	
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22	
1.Actual Bending Stress	1,211	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.	
2.Actual Shear Stress	16.61	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]			
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.	

Select To Use Section : 10 - 60.5*4 mm.(น้ำหนัก = 5.57 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข10 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดของโรงเรือนแบบหลังคาหน้าจั่ว ขนาด 10X10 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	144	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.10	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	1	Pipe
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	2	O
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	168.54	OK.!	4.3.Size Of Diameter	27.20	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	2.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	2.00	mm.
F_{ai} =	0.00	ksc.	4.6.Section Area(As)	1.58	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	1.24	kg./m.
F_{ae} =	380.69	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	0.93	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Buckling --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	1.28	cm.4
O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	0.89	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	91.21	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	603	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	168.54	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	4.17	times	O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)		

Select To Use Section : O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข11 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนแบบหลังคาหน้าจั่ว ขนาด 12x12 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]			
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24		
1.2.Middle Moment	141.28	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.	
1.3.End Moment(M_2)	45.42	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.	
1.4.Max. Shear(V.)	213.57	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	$kg.-m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]			
1.8.Coefficient of C_b	1.00			4.1.Real Laterally Sup.	*****	m.	
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	*****	m.	
3.1.Required (S_{x-x})	9.81	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	*****	m.	
3.2.Type Of Section	1	Pipe	O	<<-----< ********** >----->>			
3.3.Trial Section No.	13	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]			
3.4.Size Of Section	76.30	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently			
3.5.Thick. Web(t , t_w)	2.80	mm.		$\frac{bf}{2 * tf}$	=	*****	
3.6.Thick. Flange(t_f)	2.80	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.7.Section Area(A_s)	6.47	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.8.Weight Of Section	5.08	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	11.50	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>			
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	43.70	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently			
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	2.60	cm.		$\frac{L}{r \quad t}$	=	*****	
1O - 76.3*2.8 mm.(น้ำหนัก = 5.08 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66	
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22	
1.Actual Bending Stress	1,229	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.	
2.Actual Shear Stress	31.82	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]			
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.	

Select To Use Section : 1O - 76.3*2.8 mm.(น้ำหนัก = 5.08 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข12 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดของโรงเรือนแบบหลังคาหน้าจั่ว ขนาด 12x12 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]			
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24		
1.2.Middle Moment	59.73	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.	
1.3.End Moment(M_2)	119.55	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.	
1.4.Max. Shear(V.)	159.11	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	$kg.-m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]			
1.8.Coefficient of C_b	1.75			4.1.Real Laterally Sup.	*****	m.	
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	*****	m.	
3.1.Required (S_{x-x})	4.15	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	*****	m.	
3.2.Type Of Section	1	Pipe	O	<<-----< ********** >----->>			
3.3.Trial Section No.	8	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]			
3.4.Size Of Section	48.60	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently			
3.5.Thick. Web(t , t_w)	2.80	mm.		$\frac{bf}{2 * tf}$	=	*****	
3.6.Thick. Flange(t_f)	2.80	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.7.Section Area(A_s)	4.03	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.8.Weight Of Section	3.16	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	4.36	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>			
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	10.60	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently			
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	1.62	cm.		$\frac{L}{r_t}$	=	*****	
1O - 48.6*2.8 mm.(น้ำหนัก = 3.16 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	72.31	
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	161.68	
1.Actual Bending Stress	1,370	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.	
2.Actual Shear Stress	37.22	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]			
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.	

Select To Use Section : 1O - 48.6*2.8 mm.(น้ำหนัก = 3.16 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข13 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดดัดของโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 6x6 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	111	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.

[III.Result Of Calculate]			[IV.Select Type & Section Of Steel]		
3.1.Req. Min. Area	0.08	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	1	Pipe
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	2	O
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	168.54	OK.!	4.3.Size Of Diameter	27.20	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	2.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	2.00	mm.
F_{ai} =	0.00	ksc.	4.6.Section Area(As)	1.58	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	1.24	kg./m.
F_{ae} =	380.69	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	0.93	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Buckling --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	1.28	cm.4
O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	0.89	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	70.32	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	603	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	168.54	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	5.41	times	O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)		

Select To Use Section : O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข14 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 6x6 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	152	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.11	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	1	Pipe
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	2	O
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	168.54	OK.!	4.3.Size Of Diameter	27.20	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	2.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	2.00	mm.
F_{ai} =	0.00	ksc.	4.6.Section Area(As)	1.58	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	1.24	kg./m.
F_{ae} =	380.69	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	0.93	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Buckling --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	1.28	cm.4
O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	0.89	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	96.01	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	603	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	168.54	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	3.96	times	O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)		

Select To Use Section : O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข15 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนฟันเลื่อย ขนาด 10x10 ตาราง เมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]			
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24		
1.2.Middle Moment	111.56	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.	
1.3.End Moment(M_2)	28.29	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.	
1.4.Max. Shear(V.)	83.71	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	$kg.-m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]			
1.8.Coefficient of C_b	1.00			4.1.Real Laterally Sup.	*****	m.	
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	*****	m.	
3.1.Required (S_{x-x})	7.75	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	*****	m.	
3.2.Type Of Section	1	Pipe	O	<<-----< ********** >----->>			
3.3.Trial Section No.	11	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]			
3.4.Size Of Section	60.50	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently			
3.5.Thick. Web(t , t_w)	3.20	mm.		$\frac{bf}{2*tf}$	=	*****	
3.6.Thick. Flange(t_f)	3.20	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.7.Section Area(A_s)	5.76	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.8.Weight Of Section	4.52	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	7.84	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>			
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	23.70	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently			
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	2.03	cm.		$\frac{L}{r\ t}$	=	*****	
1O - 60.5*3.2 mm.(น้ำหนัก = 4.52 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66	
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22	
1.Actual Bending Stress	1,423	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.	
2.Actual Shear Stress	13.76	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]			
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.	

Select To Use Section : 1O - 60.5*3.2 mm.(น้ำหนัก = 4.52 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข16 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดดัดของโรงเรือนฟันเลื่อย ขนาด 10x10 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	223	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.16	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	1	Pipe
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	2	O
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	168.54	OK.!	4.3.Size Of Diameter	27.20	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	2.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	2.00	mm.
F_{ai} =	0.00	ksc.	4.6.Section Area(As)	1.58	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	1.24	kg./m.
F_{ae} =	380.69	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	0.93	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Buckling --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	1.28	cm.4
O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	0.89	cm.
[V.Recheck Design Section]					
5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	141.04	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	603	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	168.54	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	2.70	times	O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)		

Select To Use Section : O - 27.2*2 mm.(น้ำหนัก = 1.24 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข17. แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนฟันเลื่อย ขนาด 12x12 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]

1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.	
1.2.Middle Moment	137.95	kg.-m.	
1.3.End Moment(M_2)	39.85	kg.-m.	
1.4.Max. Shear(V.)	202.45	kg.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	kg.-$m.^3$	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.	
1.8.Coefficient of C_b	1.00		

[II.Properties Of Steel For Design]

2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.
2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว

[III.Result Of Calculate]

3.1.Required (S_{x-x})	9.58	$cm.^3$	
3.2.Type Of Section	1	Pipe	O
3.3.Trial Section No.	13	1	Single
3.4.Size Of Section	76.30	mm.	
3.5.Thick. Web(t , t_w)	2.80	mm.	
3.6.Thick. Flange(t_f)	2.80	mm.	
3.7.Section Area(A_s)	6.47	$cm.^2$	
3.8.Weight Of Section	5.08	kg./m.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	11.50	$cm.^3$	
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	43.70	$cm.^4$	
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	2.60	cm.	

1O - 76.3*2.8 mm.(น้ำหนัก = 5.08 kg./m.)

[IV.Check Laterally Supported]

4.1.Real Laterally Sup.	*****	m.
4.2.Min. Laterall Sup.	*****	m.
4.3.Max. Laterall Sup.	*****	m.

<<-----< ********** >----->>

[V.Allowable Bending Stress(Fb)]

5.1.Laterally Supported Is Sufficiently

$\frac{bf}{2 * tf}$	=	*****
$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****
$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****
All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.

<<-----< ********** >----->>

5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently

$\frac{L}{r_t}$	=	*****
$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66
$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22
All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.

[Recheck Allowable Stress On Section]

1.Actual Bending Stress	1,200	ksc. OK.!
2.Actual Shear Stress	30.16	ksc. OK.!
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!

[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]

6.1.Max. Allowable	0.83	cm.

Select To Use Section : 1O - 76.3*2.8 mm.(น้ำหนัก = 5.08 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข18. แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดดัดของโรงเรือนฟันเลื่อย ขนาด 12x12 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	160	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.11	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	5	Channel
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	1	[
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	126.05	OK.!	4.3.Size Of Section	75*40	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	5.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	7.00	mm.
F_{ai} =	676.44	ksc.	4.6.Section Area(As)	8.82	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	6.92	kg./m.
F_{ae} =	0.00	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	20.20	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Yield --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	75.90	cm.4
[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	1.19	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	18.18	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	5,966	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	126.05	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	37.21	times	[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)		

Select To Use Section : [- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข19 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10x10 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Middle Moment	115.23	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.End Moment(M_2)	28.80	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Shear(V.)	85.67	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Deflection(Δ)	0.00	kg.-$m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]		
1.8.Coefficient of C_b	1.00			4.1.Real Laterally Sup.	1.50	m.
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	0.52	m.
3.1.Required (S_{x-x})	8.00	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	2.19	m.
3.2.Type Of Section	4	Channel	[	<< Not Enough Laterally Supported >>		
3.3.Trial Section No.	1	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]		
3.4.Size Of Section	75*40	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently		
3.5.Thick. Web(t , t_w)	5.00	mm.		$\frac{bf}{2*tf}$	=	*****
3.6.Thick. Flange(t_f)	7.00	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****
3.7.Section Area(A_s)	8.82	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****
3.8.Weight Of Section	6.92	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	20.20	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>		
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	75.90	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently		
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	1.19	cm.		$\frac{L}{r\ t}$	=	111.49
1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22
1.Actual Bending Stress	570	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.
2.Actual Shear Stress	28.09	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]		
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.

Select To Use Section : 1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข20 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดดัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 10X10 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	175	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.12	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	5	Channel
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	1	[
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	126.05	OK.!	4.3.Size Of Section	75*40	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	5.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	7.00	mm.
F_{ai} =	676.44	ksc.	4.6.Section Area(As)	8.82	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	6.92	kg./m.
F_{ae} =	0.00	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	20.20	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Yield --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	75.90	cm.4
[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	1.19	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	19.82	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	5,966	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	126.05	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	34.13	times	[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)		

Select To Use Section : [- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข21 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12x12 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]			
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24		
1.2.Middle Moment	143.26	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.	
1.3.End Moment(M_2)	41.87	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.	
1.4.Max. Shear(V.)	104.43	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	kg.-$m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]			
1.8.Coefficient of C_b	1.00			4.1.Real Laterally Sup.	1.50	m.	
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	0.52	m.	
3.1.Required (S_{x-x})	9.95	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	2.19	m.	
3.2.Type Of Section	4	Channel	[	<< Not Enough Laterally Supported >>			
3.3.Trial Section No.	1	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]			
3.4.Size Of Section	75*40	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently			
3.5.Thick. Web(t , t_w)	5.00	mm.		$\frac{bf}{2*tf}$	=	*****	
3.6.Thick. Flange(t_f)	7.00	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.7.Section Area(A_s)	8.82	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.8.Weight Of Section	6.92	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	20.20	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>			
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	75.90	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently			
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	1.19	cm.		$\frac{L}{r\ t}$	=	111.49	
1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66	
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22	
1.Actual Bending Stress	709	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.	
2.Actual Shear Stress	34.24	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]			
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.	

Select To Use Section : 1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข22 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดดัดของโรงเรือนหลังคาโค้ง ขนาด 12x12 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	165	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.11	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	5	Channel
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	1	[
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	126.05	OK.!	4.3.Size Of Section	75*40	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	5.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	7.00	mm.
F_{ai} =	676.44	ksc.	4.6.Section Area(As)	8.82	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	6.92	kg./m.
F_{ae} =	0.00	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	20.20	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Yield --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	75.90	cm.4
[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	1.19	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	18.66	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	5,966	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	126.05	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	36.26	times	[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)		

Select To Use Section : [- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข23 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 6x6 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Middle Moment	91.43	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.End Moment(M_2)	81.60	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Shear(V.)	65.17	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Deflection(Δ)	0.00	kg.-$m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]		
1.8.Coefficient of C_b	1.00			4.1.Real Laterally Sup.	1.50	m.
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	0.52	m.
3.1.Required (S_{x-x})	6.35	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	2.19	m.
3.2.Type Of Section	4	Channel	[	<< Not Enough Laterally Supported >>		
3.3.Trial Section No.	1	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]		
3.4.Size Of Section	75*40	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently		
3.5.Thick. Web(t , t_w)	5.00	mm.		$\frac{bf}{2*tf}$	=	*****
3.6.Thick. Flange(t_f)	7.00	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****
3.7.Section Area(A_s)	8.82	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****
3.8.Weight Of Section	6.92	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	20.20	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>		
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	75.90	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently		
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	1.19	cm.		$\frac{L}{r\ t}$	=	111.49
1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22
1.Actual Bending Stress	453	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.
2.Actual Shear Stress	21.37	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]		
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.

Select To Use Section : 1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข24 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดดัดของโรงเรือนหลังคาหน้าจั่ว สมมาตร ขนาด 6x6 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	158	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.11	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	5	Channel
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	1	[
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	126.05	OK.!	4.3.Size Of Section	75*40	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	5.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	7.00	mm.
F_{ai} =	676.44	ksc.	4.6.Section Area(As)	8.82	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	6.92	kg./m.
F_{ae} =	0.00	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	20.20	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Yield --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	75.90	cm.4
[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	1.19	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	17.93	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	5,966	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	126.05	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	37.73	times	[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)		

Select To Use Section : [- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข25 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 10x10 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Middle Moment	115.09	kg.-m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.End Moment(M_2)	27.76	kg.-m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Shear(V.)	85.34	kg.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Deflection(Δ)	0.00	kg.-$m.^3$	2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.	2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.	**[IV.Check Laterally Supported]**		
1.8.Coefficient of C_b	1.00		4.1.Real Laterally Sup.	1.50	m.
[III.Result Of Calculate]			4.2.Min. Laterall Sup.	0.52	m.
3.1.Required (S_{x-x})	7.99	$cm.^3$	4.3.Max. Laterall Sup.	2.19	m.
3.2.Type Of Section	4	Channel [	<< Not Enough Laterally Supported >>		
3.3.Trial Section No.	1	1 Single	**[V.Allowable Bending Stress(Fb)]**		
3.4.Size Of Section	75*40	mm.	5.1.Laterally Supported Is Sufficiently		
3.5.Thick. Web(t , t_w)	5.00	mm.	$\frac{bf}{2*tf}$	=	*****
3.6.Thick. Flange(t_f)	7.00	mm.	$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****
3.7.Section Area(A_s)	8.82	$cm.^2$	$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****
3.8.Weight Of Section	6.92	kg./m.	All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	20.20	$cm.^3$	<<-----< ********** >----->>		
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	75.90	$cm.^4$	5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently		
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	1.19	cm.	$\frac{L}{r\ t}$	=	111.49
1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)			$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66
[Recheck Allowable Stress On Section]			$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22
1.Actual Bending Stress	570	ksc. OK.!	All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.
2.Actual Shear Stress	27.98	ksc. OK.!	**[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]**		
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!	6.1.Max. Allowable	0.83	cm.

Select To Use Section : 1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข26 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดดัดของโรงเรือนหลังคาหน้าจั่ว สมมาตร ขนาด 10x10 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	188	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.13	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	5	Channel
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	1	[
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	126.05	OK.!	4.3.Size Of Section	75*40	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	5.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	7.00	mm.
F_{ai} =	676.44	ksc.	4.6.Section Area(As)	8.82	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	6.92	kg./m.
F_{ae} =	0.00	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	20.20	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Yield --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	75.90	cm.4
[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	1.19	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	21.35	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	5,966	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	126.05	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	31.69	times	[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)		

Select To Use Section : [- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข27 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสมมาตร ขนาด 12x12 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Middle Moment	143.13	kg.-m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.End Moment(M_2)	41.47	kg.-m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Shear(V.)	104.14	kg.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Deflection(Δ)	0.00	$kg.-m.^3$	2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.	2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.	**[IV.Check Laterally Supported]**		
1.8.Coefficient of C_b	1.00		4.1.Real Laterally Sup.	1.50	m.
[III.Result Of Calculate]			4.2.Min. Laterall Sup.	0.52	m.
3.1.Required (S_{x-x})	9.94	$cm.^3$	4.3.Max. Laterall Sup.	2.19	m.
3.2.Type Of Section	4	Channel [	<< Not Enough Laterally Supported >>		
3.3.Trial Section No.	1	1 Single	**[V.Allowable Bending Stress(Fb)]**		
3.4.Size Of Section	75*40	mm.	5.1.Laterally Supported Is Sufficiently		
3.5.Thick. Web(t , t_w)	5.00	mm.	$\frac{bf}{2*tf}$	=	*****
3.6.Thick. Flange(t_f)	7.00	mm.	$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****
3.7.Section Area(A_s)	8.82	$cm.^2$	$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****
3.8.Weight Of Section	6.92	kg./m.	All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	20.20	$cm.^3$	<<-----< ********** >----->>		
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	75.90	$cm.^4$	5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently		
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	1.19	cm.	$\frac{L}{r\ t}$	=	111.49
1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)			$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66
[Recheck Allowable Stress On Section]			$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22
1.Actual Bending Stress	709	ksc. OK.!	All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.
2.Actual Shear Stress	34.14	ksc. OK.!	**[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]**		
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!	6.1.Max. Allowable	0.83	cm.

Select To Use Section : 1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข28 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดดัดของโรงเรือนหลังคาหน้าจั่ว สมมาตร ขนาด 12x12 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	199	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.14	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	5	Channel
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	1	[
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	126.05	OK.!	4.3.Size Of Section	75*40	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	5.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	7.00	mm.
F_{ai} =	676.44	ksc.	4.6.Section Area(As)	8.82	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	6.92	kg./m.
F_{ae} =	0.00	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	20.20	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Yield --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	75.90	cm.4
[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	1.19	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	22.60	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	5,966	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	126.05	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	29.94	times	[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)		

Select To Use Section : [- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข29 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 6x6 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]			
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24		
1.2.Middle Moment	90.72	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.	
1.3.End Moment(M_2)	80.22	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.	
1.4.Max. Shear(V.)	64.70	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	kg.-$m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]			
1.8.Coefficient of C_b	1.00			4.1.Real Laterally Sup.	1.50	m.	
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	0.52	m.	
3.1.Required (S_{x-x})	6.30	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	2.19	m.	
3.2.Type Of Section	4	Channel	[	<< Not Enough Laterally Supported >>			
3.3.Trial Section No.	1	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]			
3.4.Size Of Section	75*40	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently			
3.5.Thick. Web(t , t_w)	5.00	mm.		$\frac{bf}{2*tf}$	=	*****	
3.6.Thick. Flange(t_f)	7.00	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.7.Section Area(A_s)	8.82	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.8.Weight Of Section	6.92	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	20.20	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>			
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	75.90	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently			
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	1.19	cm.		$\frac{L}{r\ t}$	=	111.49	
1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66	
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22	
1.Actual Bending Stress	449	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.	
2.Actual Shear Stress	21.21	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]			
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.	

Select To Use Section : 1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข30 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดของโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 6x6 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	282	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.20	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	5	**Channel**
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	1	[
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	126.05	OK.!	4.3.Size Of Section	75*40	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	5.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	7.00	mm.
F_{ai} =	676.44	ksc.	4.6.Section Area(As)	8.82	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	6.92	kg./m.
F_{ae} =	0.00	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	20.20	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Yield --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	75.90	cm.4
[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	1.19	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	32.01	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	5,966	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	126.05	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	21.13	times	[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)		

Select To Use Section : [- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข31 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 10x10 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]			
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24		
1.2.Middle Moment	113.11	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.	
1.3.End Moment(M_2)	22.64	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.	
1.4.Max. Shear(V.)	83.96	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	kg.-$m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]			
1.8.Coefficient of C_b	1.00			4.1.Real Laterally Sup.	1.50	m.	
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	0.52	m.	
3.1.Required (S_{x-x})	7.85	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	2.19	m.	
3.2.Type Of Section	4	Channel	[	<< Not Enough Laterally Supported >>			
3.3.Trial Section No.	1	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]			
3.4.Size Of Section	75*40	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently			
3.5.Thick. Web(t , t_w)	5.00	mm.		$\frac{bf}{2*tf}$	=	*****	
3.6.Thick. Flange(t_f)	7.00	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.7.Section Area(A_s)	8.82	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.8.Weight Of Section	6.92	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	20.20	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>			
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	75.90	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently			
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	1.19	cm.		$\frac{L}{r\ t}$	=	111.49	
1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66	
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22	
1.Actual Bending Stress	560	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.	
2.Actual Shear Stress	27.53	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]			
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.	

Select To Use Section : 1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข32 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดของโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 10X10 ตารางเมตร

Design For Axially Compression Members : เมมเบอร์รับแรงอัด

[I.Datas For Design]			[II.Properties Of Steel For Design]		
1.1.Design Load(P)	338	kg.	2.1.Use Steel Grade	Fe-24	
1.2.Length(L_{x-x})		m.	2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.
1.3.Length(L_{y-y})	1.50	m.	2.3.Yield Strength	2,400	ksc.
1.4.Max. Length	1.50	m.	2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.
1.5.Min. Value Of k	0.65	[fixed-fixed]	2.5.All. Comp. Stress	1,440	ksc.
1.6.Use Value Of k	1.00		2.6.Use Allowable KL/r	200	For Main.
[III.Result Of Calculate]			**[IV.Select Type & Section Of Steel]**		
3.1.Req. Min. Area	0.23	$cm.^2$	4.1.Type Of Section	5	Channel
3.2.Value Of (λ)$_c$	131.42	****	4.2.Trial Section No.	1	[
3.3.Value Of (λ)$_{(kL/r)}$	126.05	OK.!	4.3.Size Of Section	75*40	mm.
3.5.Allowable Compressive Stress : F_a			4.4.Thick. Web(t , tw)	5.00	mm.
1.)Inelastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \subset \lambda_c$			4.5.Thick. Flange(tf)	7.00	mm.
F_{ai} =	676.44	ksc.	4.6.Section Area(As)	8.82	cm.2
2.)Elastic Range : $\lambda_{(kl/r)} \supset \lambda_c$			4.7.Weight Of Section	6.92	kg./m.
F_{ae} =	0.00	ksc.	4.8.Sect. Modulus(Sx-x)	20.20	cm.3
<<--- Member Will To Fail By Yield --->>			4.9.Moment Of In.(Ix-x)	75.90	cm.4
[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)			4.10.Rad. Of Gyr.(rmin.)	1.19	cm.

[V.Recheck Design Section]

5.1.Status Of Sect. Area	: This Section OK.!		5.4.Actual Stress	38.35	ksc. OK.!
5.2.Load Resist By Sect.	5,966	kg. OK.!	5.5.Slenderness Ratio	126.05	< 200 OK.!
5.3.Safty Load	17.64	times	[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)		

Select To Use Section : [- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข33 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับแรงอัดของโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 12x12 ตารางเมตร

Design For Flexible Members : เมมเบอร์รับแรงดัด

[I.Datas For Design]				[II.Properties Of Steel For Design]			
1.1.End Moment(M_1)		kg.-m.		2.1.Use Steel Grade	Fe-24		
1.2.Middle Moment	139.86	kg.-m.		2.2.Modulus Of Elastic.	2,100,000	ksc.	
1.3.End Moment(M_2)	33.80	kg.-m.		2.3.Yield Strength	2,400	ksc.	
1.4.Max. Shear(V.)	101.87	kg.		2.4.Ultimate Strength	4,100	ksc.	
1.5.Deflection(Δ)	0.00	$kg.-m.^3$		2.5.All. Bend. Stress	1,440	ksc.	
1.6.Max. Length(L.)	3.00	m.		2.6.All. Deflextion= L /	360	การแอ่นตัว	
1.7.Lateral Support(L_b)	1.50	m.		[IV.Check Laterally Supported]			
1.8.Coefficient of C_b	1.00			4.1.Real Laterally Sup.	1.50	m.	
[III.Result Of Calculate]				4.2.Min. Laterall Sup.	0.52	m.	
3.1.Required (S_{x-x})	9.71	$cm.^3$		4.3.Max. Laterall Sup.	2.19	m.	
3.2.Type Of Section	4	Channel	[	<< Not Enough Laterally Supported >>			
3.3.Trial Section No.	1	1	Single	[V.Allowable Bending Stress(Fb)]			
3.4.Size Of Section	75*40	mm.		5.1.Laterally Supported Is Sufficiently			
3.5.Thick. Web(t , t_w)	5.00	mm.		$\frac{bf}{2 * tf}$	=	*****	
3.6.Thick. Flange(t_f)	7.00	mm.		$\frac{437.7}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.7.Section Area(A_s)	8.82	$cm.^2$		$\frac{796.5}{\sqrt{Fy}}$	=	*****	
3.8.Weight Of Section	6.92	kg./m.		All.Bending Stress(Fb)	*****	ksc.	
3.9.Sect. Modulus(S_{x-x})	20.20	$cm.^3$		<<-----< ********** >----->>			
3.10.M. Of In.(I_{x-x})	75.90	$cm.^4$		5.2.Laterally Supported Is Non-Sufficiently			
3.11.Rad. Of Gyr.($r_{min.}$)	1.19	cm.		$\frac{L}{r \quad t}$	=	111.49	
1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)				$\sqrt{\frac{717*10^4*Cb}{Fy}}$	=	54.66	
[Recheck Allowable Stress On Section]				$\sqrt{\frac{3585*10^4*Cb}{Fy}}$	=	122.22	
1.Actual Bending Stress	692	ksc. OK.!		All.Bending Stress(Fb)	1,440.00	ksc.	
2.Actual Shear Stress	33.40	ksc. OK.!		[VI.Allowable Deflextion(Δ < (L/360)]			
3.Actual Deflextion	0.00	cm. < (L/360) OK.!		6.1.Max. Allowable	0.83	cm.	

Select To Use Section : 1[- 75*40*5*7 mm.(น้ำหนัก = 6.92 kg./m.)

ภาพผนวกที่ ข34 แสดงการคำนวนออกแบบชิ้นส่วนที่รับโมเมนต์สูงสุดของโรงเรือนหลังคาฟันเลื่อย ขนาด 12x12 ตารางเมตร

93 6 ปก ใบคำ Ab 17 27 สรุป