



กรณีศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กด้วย
วิธีหน่วยแรงใช้งานและวิธีกำลังตามมาตรฐาน ว.ส.ท.

The Comparison of R.C. Design using Working Strength Design Method
and Ultimate Strength Design Method
According with E.I.T. Standard : Case Study

นายจตุพล ฝาระมี
นายนเรศ ศิริวัฒน์
นายศรัณย์ กำจัดโรค
นายอานนท์ ศักดิ์บูรณภาพ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์	13980884
วันที่รับ..... ๒๒ ต.ย. 2544	
เลขทะเบียน	๐๗ 4400400
เลขเรียกหนังสือ	TH
มหาวิทยาลัยนเรศวร	165
	1153
	2543

0.2

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2543



ใบรับรองโครงการวิจัย

หัวข้อโครงการวิจัย : กรณีศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก
ด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งานและวิธีกำลังประลัยตามมาตรฐานว.ส.ท.


ผู้ดำเนินงานวิจัย : นายจตุพล ฝาระมี รหัส 40361743
นายนเรศ สิริวัฒน์ รหัส 40361883
นายศรัณย์ กำจัดโรค รหัส 40362006
นายอานนท์ สักดีบุรณภาพชร รหัส 40362162

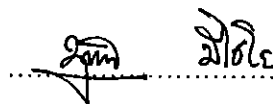
ที่ปรึกษาโครงการ : อาจารย์รัฐภูมิ ปริชาตปรีชา
สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา : วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

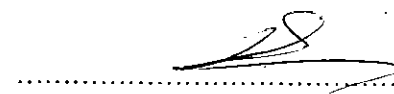
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี อนุมัติให้โครงการวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย


..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์รัฐภูมิ ปริชาตปรีชา)


..... กรรมการ
(อาจารย์สมยศ เกียรติวนิชวิไล)


..... กรรมการ
(อาจารย์บุญพล มีไชโย)


..... หัวหน้าภาควิชา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมบัติ ชื่นชุกกลิ่น)

หัวข้อ ครงงานวิจัย : กรณีศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธี
หน่วยแรงใช้งานและวิธีกำลังประลัยตามมาตรฐาน ว.ส.ท.

ผู้ดำเนินงานวิจัย : นายจตุพล ฝาระมี รหัส 40361743
นายนเรศ ศิริวัฒน์ รหัส 40361883
นายศรัณย์ กำจัดโรค รหัส 40362006
นายอานนท์ ศักดิ์บุรณาเพชร รหัส 40362162

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย : อาจารย์รัฐภูมิ ปรีชาคปรีชา

สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา : วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา : 2543

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน และวิธีกำลังตามมาตรฐาน ว.ส.ท. การศึกษาในครั้งนี้ได้แยกทำการศึกษาก่อเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนที่ 1 เปรียบเทียบตามทฤษฎีโดยแยกเปรียบเทียบตามชนิดขององค์อาคาร คือ หัน คาน เสา และส่วนที่ 2 เปรียบเทียบ โดยวิเคราะห์จากกรณีศึกษาโดยแยกเปรียบเทียบตามขนาดของอาคาร คือ อาคารขนาดเล็ก อาคารขนาดกลาง และ อาคารขนาดใหญ่ วัตถุประสงค์ก็เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปริมาณเหล็กเสริมหลักของทั้ง 2 วิธี

จากการศึกษาตามข้อกำหนดและมาตรฐานการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของ ว.ส.ท. แล้วนำมาทำการคำนวณออกแบบตามขั้นตอนของทั้ง 2 วิธี พบว่า การออกแบบโดยวิธีกำลังจะมีความประหยัดมากกว่า วิธีหน่วยแรงใช้งาน เนื่องจากใช้ปริมาณเหล็กเสริมหลักน้อยกว่าโดยมีค่าความแตกต่างของปริมาณเหล็กเสริมอยู่ที่ 0-50% และ 50-58% ตามชนิดขององค์อาคาร หันและคาน ตามลำดับ สำหรับเสานั้นไม่สามารถบอกค่าความแตกต่างของปริมาณเหล็กเสริมได้ เนื่องจากมีความยุ่งยากในการคำนวณ ส่วนในกรณีศึกษาพบว่า การออกแบบทั้ง 2 วิธี มีความแตกต่างของปริมาณเหล็กเสริมหลักมากขึ้นตามขนาดของอาคาร (อาคารขนาดเล็ก ขนาดกลาง และ ขนาดใหญ่) ซึ่งการออกแบบโดยวิธีกำลังยังคงใช้ปริมาณเหล็กเสริมหลักน้อยกว่าการออกแบบโดยวิธีหน่วยแรง ใช้งาน แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน การออกแบบ

Project Title : The Comparison of R.C. Design using Working Strength Design Method and Ultimate Strength Design Method According with E.I.T. Standard : Case Study.

Name : Mr. Chatupon Faramee Code 40361743
 Mr. Nares Siriwat Code 40361883
 Mr. Saran Kumjadrok Code 40362006
 Mr. Anon Sakburanaphet Code 40362162

Project Advisor : Mr. Rattapoom Parichatprecha

Major : Civil Engineering

Department : Civil Engineering Faculty of Engineering Naresuan University

Academic Year : 2000

Abstract

This project is emphasize on the comparison of the reinforced concrete building design between working strength design (WSD) with ultimate strength design (USD) according with E.I.T. Standard. This study are separated in 2 parts, part 1 is the comparison by theory which separated by type of member such as slab beam column and part 2 is the comparison by analysis from case study which separated by size of building such as small building medium building and large building. The objective is compare the difference of steel volume of both methods.

According with both E.I.T. standard shown that the USD are suitable more than WSD because of the USD use the steel reinforcement volume less than the WSD about 0-50% , 50-58% for slab and beam. In column case are complicated to shown a difference, therefore the difference of steel reinforcement between USD and WSD are shown in case study. In case study shown a difference of steel volume which vary by size of building (small, medium, large) and found that USD method used steel volume less than WSD.

กิตติกรรมประกาศ

การทำปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เป็นผลเนื่องมาจากการให้คำปรึกษาและการแนะนำของอาจารย์ รัฐภูมิ ปรีชาตปรีชา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ แม่บ้าน และ ร.ป.ท. ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่และอุปกรณ์ ในการปฏิบัติงานโครงการนอกเวลาราชการ

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ และ น้องๆ ที่คอยให้กำลังใจแก่คณะผู้จัดทำตลอดระยะเวลาการทำงาน ท้ายสุดนี้ คุณประโยชน์อันพึงจะได้รับจากปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบให้แก่ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณ และสมาชิกในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจตลอดมา



จตุพล

นเรศ

ศรัณย์

อานนท์

ฝาระมี

ศิริวัฒน์

กำจัดโรด

ศักดิ์บูรณาเพชร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
คำนิยามศัพท์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตการทำงาน	3
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	4
1.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	5
1.7 รายละเอียดงบประมาณของโครงการ	6
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	7
2.1 คอนกรีตและเหล็กเสริม	7
2.1.1 คอนกรีต	7
2.1.2 เหล็กเสริม	8
2.2 การวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้าง	10
2.2.1 นำหนักบรรทุก	10
2.2.2 วิธีการวิเคราะห์โครงสร้าง	12
2.2.3 การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก	13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	40
3.1 วิธีการคำนวณออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว	40
3.1.1 การคำนวณออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน	40
3.1.2 การคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลัง	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 วิธีการคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทาง	43
3.2.1 การคำนวณออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน	44
3.2.2 การคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลัง	46
3.3 วิธีการคำนวณออกแบบคาน	48
3.3.1 การคำนวณออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน	49
3.3.2 การคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลัง	51
3.4 วิธีการคำนวณออกแบบเสาสั้น	53
3.4.1 การคำนวณออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน	53
3.4.2 การคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลัง	56
3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างโดยสังเขป	59
3.6 แบบจำลองโครงสร้างอาคารในกรณีศึกษา	61
3.7 การคำนวณน้ำหนักบรรทุกในอาคารและการปริมาตรเหล็กเสริม ในกรณีศึกษา	64
3.7.1 ตัวอย่างการคำนวณน้ำหนักบรรทุกในอาคาร	64
3.7.2 ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาตรเหล็กเสริมในกรณีศึกษา	65
บทที่ 4 ผลการวิจัย	68
4.1 ผลการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กตามทฤษฎี	68
4.1.1 แผ่นพื้นทางเดียว	68
4.1.2 แผ่นพื้นสองทาง	69
4.1.3 คาน	69
4.1.4 เสา	69
4.1.5 กราฟเปรียบเทียบระหว่าง $A_s(\text{ultimate})/A_s(\text{working})$ กับ LL/DL ของพื้นและคาน	70
4.2 ผลการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิเคราะห์ จากกรณีศึกษา	78

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	84
5.1 สรุปผลการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กตามทฤษฎี	84
5.1.1 แผ่นพื้นทางเดียว	84
5.1.2 แผ่นพื้นสองทาง	84
5.1.3 คาน	84
5.1.4 เสา	84
5.1.5 กราฟเปรียบเทียบระหว่าง As(ultimate)/As(working) กับ LL/DL ของพื้นและคาน	85
5.2 สรุปผลการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิเคราะห์จากกรณีศึกษา	85
5.3 ข้อเสนอแนะ	86
บรรณานุกรม	87
ภาคผนวก ก.	88
ภาคผนวก ข.	89
ภาคผนวก ค.	104

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
บทที่ 1	
ตารางแผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	5
บทที่ 2	
ตาราง 2.1 ความหนาแน่นต่ำสุดขององค์อาคารในกรณีที่ไม่ได้คำนวณระยะโค้ง	16
บทที่ 3	
ตารางที่ 3.1 ข้อกำหนดของแรงลมที่มีผลต่ออาคารสูงตามข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานคร	64
บทที่ 4	
ตารางที่ 4.1 ผลข้อมูลจากการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างขนาดเล็ก	78
ตารางที่ 4.2 ผลข้อมูลจากการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างขนาดกลาง	79
ตารางที่ 4.3 ผลข้อมูลจากการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างขนาดใหญ่ ภาคผนวก ก.	81
ตาราง ก.1 สัมประสิทธิ์ของโมเมนต์ C ภาคผนวก ค.	88
ตาราง ค.1 แสดงผลการออกแบบกรณีศึกษา (อาคารขนาดเล็ก วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	104
ตาราง ค.2 แสดงผลการออกแบบกรณีศึกษา (อาคารขนาดเล็กวิธีกำลัง)	108
ตาราง ค.3 แสดงผลการออกแบบกรณีศึกษา (อาคารขนาดกลางวิธีหน่วยแรงใช้งาน)	110
ตาราง ค.4 แสดงผลการออกแบบกรณีศึกษา (อาคารขนาดกลางวิธีกำลัง)	120
ตาราง ค.5 แสดงผลการออกแบบกรณีศึกษา (อาคารขนาดใหญ่วิธีหน่วยแรงใช้งาน)	130
ตาราง ค.6 แสดงผลการออกแบบกรณีศึกษา (อาคารขนาดใหญ่วิธีกำลัง)	150

สารบัญรูป

รูป	หน้า
บทที่ 2	
รูปที่ 2.1 การหาโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต	8
รูปที่ 2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของเหล็กกับคอนกรีต	9
รูปที่ 2.3 พฤติกรรมในการรับโมเมนต์ค้ำของคาน (Working)	15
รูปที่ 2.4 แผ่นพื้นทางเดียว	17
รูปที่ 2.5 แผ่นพื้นสองทาง	19
รูปที่ 2.6 ลักษณะของน้ำหนักหรือแรงที่กระทำต่อเสา	21
รูปที่ 2.7 เสาปลอกเดี่ยว	22
รูปที่ 2.8 พฤติกรรมในการรับโมเมนต์ค้ำของคาน (Ultimate)	26
รูปที่ 2.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกับหน่วยการหดตัวของเหล็กและคอนกรีต	31
รูปที่ 2.10 เสารับแรงอัดและแรงค้ำพร้อมกัน	33
รูปที่ 2.11 Interaction Diagram	38
บทที่ 3	
รูปที่ 3.1 แบบจำลองโครงสร้างอาคารขนาดเล็ก	61
รูปที่ 3.2 แบบจำลองโครงสร้างอาคารขนาดกลาง	62
รูปที่ 3.3 แบบจำลองโครงสร้างอาคารขนาดใหญ่	63
บทที่ 4	
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นทางเดียว (ช่วงเดียว, พื้นอื่น)	71
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นทางเดียว (ต่อเนื่องหนึ่งช่วง, ต่อเนื่อง)	72
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นสองทาง (กรณี 1 ถึงกรณี 5)	73
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของคาน ($d = 40$ ซม. และ 60 ซม.)	75
รูปที่ 4.5 กราฟแสดง Interaction Diagram ของเสา (Working และ Ultimate)	76
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $A_s(\text{ultimate})/A_s(\text{working})$ และ LL/DL	77
ภาคผนวก ข.	
รูปที่ ข.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นทางเดียว (ช่วงเดียว, พื้นอื่น)	89

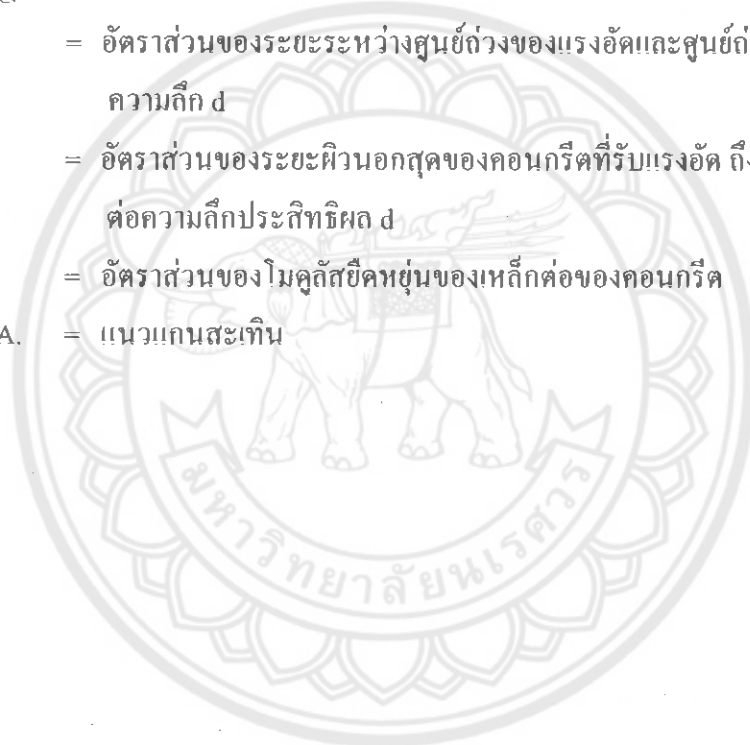
สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ ข.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นทางเดียว (พื้นอื่น)	90
รูปที่ ข.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นทางเดียว (ต่อเนื่องหนึ่งช่วง)	91
รูปที่ ข.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นทางเดียว (ต่อเนื่องหนึ่งช่วง)	92
รูปที่ ข.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นสองทาง (กรณีที่ 1)	93
รูปที่ ข.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นสองทาง (กรณีที่ 2)	94
รูปที่ ข.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นสองทาง (กรณีที่ 3)	95
รูปที่ ข.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นสองทาง (กรณีที่ 4)	96
รูปที่ ข.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นสองทาง (กรณีที่ 5)	97
รูปที่ ข.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของคาน (d = 40 ซม.)	98
รูปที่ ข.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของคาน (d = 50 ซม.)	99
รูปที่ ข.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของคาน (d = 60 ซม.)	100
รูปที่ ข.13 กราฟแสดง Interaction Diagram ของเสา	101
รูปที่ ข.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $A_s(\text{ultimate})/A_s(\text{working})$ กับ LL/DL ของพื้น	102
รูปที่ ข.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $A_s(\text{ultimate})/A_s(\text{working})$ กับ LL/DL ของคาน	103

คำนิยามศัพท์

- f_c' = กำลังอัดที่กำหนดของคอนกรีต (กก./ซม.^๒)
- f_c = หน่วยแรงอัดในคอนกรีต (กก./ซม.^๒)
- f_y = กำลังครากที่กำหนดของเหล็กเสริม (กก./ซม.^๒)
- f_t = หน่วยแรงที่คำนวณได้ในเหล็กเสริมที่น้ำหนักบรรทุกใช้งาน (กก./ซม.^๒)
- b = ความกว้างของผิวด้านรับแรงอัดขององค์อาคาร (ซม.)
- c = ระยะจากขอบผิวซึ่งเกิดแรงอัดสูงสุดไปยังแกนสะเทินที่กำลังประลัย (ซม.)
- d = ระยะจากขอบนอกสุดด้านรับแรงอัดไปยังจุดศูนย์กลางของเหล็กเสริมรับแรงดึง (ซม.)
- d' = ระยะจากขอบนอกสุดด้านรับแรงอัดไปยังจุดศูนย์กลางของเหล็กเสริมรับแรงอัด (ซม.)
- h = ความหนาทั้งหมดขององค์อาคาร (ซม.)
- l = ความยาวช่วงของคานหรือแผ่นพื้นทางเดียวหรือช่วงว่างของระนาบขององค์อาคารอื่น (ซม.)
- L_n = ระยะช่วงว่างของคานหรือแผ่นพื้นทางเดียวสำหรับคำนวณหาโมเมนต์และแรงเฉือน (ม.)
- C = สัมประสิทธิ์ของโมเมนต์คคสำหรับแผ่นพื้นสองทาง ซึ่งให้ไว้ในตาราง ก.1 ภาคผนวก ก
- w = น้ำหนักบรรทุกต่อหน่วยความยาวของคานหรือต่อหน่วยพื้นที่ของพื้น (กก./ม.)
- w_u = น้ำหนักบรรทุกที่คูณด้วยตัวคูณแล้วต่อหน่วยความยาวของคานหรือต่อหน่วยพื้นที่ของแผ่นพื้น (กก./ม.)
- A_s = เนื้อที่ของเหล็กเสริมรับแรงดึง (ซม.^๒)
- A_s' = เนื้อที่ของเหล็กเสริมรับแรงอัด (ซม.^๒)
- A_g = เนื้อที่ทั้งหมดของเสาเหล็กปลอกเกลียวหรือเสาเหล็กปลอกเดียว
- A_{st} = เนื้อที่ทั้งหมดของเหล็กเสริมตามยาว
- ρ = อัตราส่วนของเหล็กเสริมรับแรงดึง = A_s / bd
- ρ' = อัตราส่วนของเหล็กเสริมรับแรงอัด = A_s' / bd
- ρ_b = อัตราส่วนของเหล็กเสริมซึ่งทำให้เกิดสภาวะความเครียดสมดุล

- ϕ = คิวคูณดกกำลัง
- E_c = โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต (กก./ซม.^๒)
- E_s = โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม (กก./ซม.^๒)
- EI = สติเฟเนสการคืดขององค์อาคารรับแรงอัด
- M_n = โมเมนต์ที่หารด้วยคิวคูณดกกำลังแล้ว
- M_u = โมเมนต์ที่คูณด้วยคิวคูณดกกำลังที่หน้าตัด
- M_{RN} = โมเมนต์ต้านทานโดยคอนกรีต
- r = อัตราส่วนของระยะระหว่างศูนย์กลางของแรงอัดและศูนย์กลางของแรงดึงต่อความลึก d
- k = อัตราส่วนของระยะผิวนอกสุดของคอนกรีตที่รับแรงอัด ถึงแนวแกนสะเทินต่อความลึกประสิทธิภาพ d
- n = อัตราส่วนของโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กต่อของคอนกรีต
- N.A. = แนวแกนสะเทิน



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นโครงสร้างที่นำเอาข้อดีของคอนกรีต คือ มีความสามารถในการรับแรงอัดได้ดีและเหล็กเสริมซึ่งมีความสามารถในการรับแรงดึงได้ดี มารวมเข้าด้วยกัน ซึ่งข้อได้เปรียบของอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมีอยู่มากมาย เช่น โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจัดเป็นโครงสร้างที่สามารถทนไฟและคงทนกว่าวัสดุประเภทอื่นๆ การดูแลรักษาทำได้ง่าย ราคาก็ไม่แพงจนเกินไป และโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กสามารถออกแบบให้มีรูปร่าง ลักษณะ ขนาดและทรวดทรงได้ตามความต้องการ ภายใต้ออกแบบอาคารคำนวณ ซึ่งไม่ถูกจำกัดเหมือนโครงสร้างที่ใช้วัสดุประเภทอื่นๆ

ดังนั้น การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จะต้องให้สามารถใช้งานได้ดี มีความปลอดภัยเพียงพอในทุกสถานะของการรับน้ำหนักที่พึงเกิดขึ้นกับโครงสร้างนั้น การที่จะตั้งข้อกำหนดเกี่ยวกับความสามารถในการใช้งานและความปลอดภัยดังกล่าว จำเป็นที่จะต้องทราบและศึกษาถึงคุณสมบัติบางประการของวัสดุ เช่น ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) ของคอนกรีตและเหล็กเสริม กำลังอัดของคอนกรีต (Compressive Strength) และกำลังดึงของเหล็กเสริม (Tensile Strength) ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการคำนวณหาค่าต่างๆ นอกจากนี้ ยังต้องศึกษาถึงชนิดและขนาดของน้ำหนักบรรทุกที่มีต่อโครงสร้าง รวมถึงการวิเคราะห์โครงสร้างด้วย อย่างไรก็ตาม เพื่อเป็นการควบคุมแนวทางการคำนวณออกแบบโครงสร้างให้เกิดความปลอดภัย จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานในการคำนวณออกแบบก่อสร้างขึ้น เช่น มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย เป็นต้น ในปัจจุบันประเทศไทยนิยมใช้วิธีคำนวณออกแบบ 2 วิธีคือ วิธีหน่วยแรงใช้งาน (Working Strength Design) และวิธีกำลังประลัย (Ultimate Strength Design) ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณออกแบบทั้ง 2 วิธี จะให้ค่าที่แตกต่างกันทั้งทางด้านกำลังรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย ขนาดของโครงสร้าง ตลอดจนราคาที่ใช้ในการก่อสร้าง นอกจากนี้ยังมีข้อบัญญัติหรือเทศบัญญัติควบคุมอาคารซึ่งเป็นกฎหมายที่ใช้ในการควบคุมการออกแบบด้วย

ในการคำนวณออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งวิธีหน่วยแรงใช้งาน และวิธีกำลังประลัยตามมาตรฐาน ว.ส.ท. ในอดีตที่ผ่านมาได้มีผู้ค้นคว้าวิจัยอยู่เสมอว่าการคำนวณออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กวิธีไหน เหมาะสมที่จะนำมาใช้มากที่สุด จากการศึกษา ค้นคว้า ข้อมูลงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามิงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมากมาย แต่ยังไม่มิงานวิจัยฉบับใดทำการเปรียบเทียบถึงข้อดีข้อเสีย และความแตกต่างของการคำนวณออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทั้ง 2 วิธี ได้อย่างชัดเจน

ดังนั้นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงเริ่มที่จะทำการศึกษาและเปรียบเทียบการคำนวณออกแบบอาคารคอนกรีตทั้ง 2 วิธี โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของหน้าตัดเหล็กเสริมหลักสำหรับองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 3 ประเภทคือ พื้น คาน และเสา ตามมาตรฐาน ว.ส.ท.1007-34 และ 1008-38 ของทั้ง 2 วิธี พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของหน้าตัดเหล็กเสริมหลักของโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยแยกกรณีศึกษาเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 3 อาคาร คือ อาคารขนาดเล็ก อาคารขนาดกลาง และอาคารขนาดใหญ่ ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 48 (พ.ศ.2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติ พ.ศ.2522 โดยในส่วนของกรณีวิเคราะห์โครงสร้างใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (MicrofeapII module 3.3-P1) ช่วยในการวิเคราะห์ โครงสร้างอาคารทั้ง 3 ชนิด แล้วนำค่าหน่วยแรงที่ได้มาทำการออกแบบตามมาตรฐาน ว.ส.ท.1007-34 และ ว.ส.ท.1008-38 เพื่อนำผลการออกแบบมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบและหาข้อสรุปต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการคำนวณออกแบบทั้ง 2 วิธี คือ วิธีหน่วยแรงใช้งานตามมาตรฐาน ว.ส.ท.1007-34 พ.ศ.2537 (ฉบับแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2 พ.ศ.2534) และวิธีกำลังประลัยตามมาตรฐาน ว.ส.ท.1008-38 พ.ศ.2540 และสามารถทำการออกแบบของค์อาคาร (พื้น คาน เสา) ได้
- 1.2.2 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปริมาณเหล็กเสริมหลักของทั้ง 2 วิธี ที่ได้จากการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กตามทฤษฎี โดยแยกเปรียบเทียบตามชนิดขององค์อาคาร คือ พื้น คาน และเสา
- 1.2.3 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปริมาณเหล็กเสริมหลักของทั้ง 2 วิธี ที่ได้จากการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามมาตรฐาน ว.ส.ท.1007-34 และ 1008-38 โดยวิเคราะห์จากกรณีศึกษา โดยแยกเปรียบเทียบตามชนิดของอาคาร คือ อาคารขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้ทราบถึงวิธีการคำนวณออกแบบโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทั้ง 2 วิธี เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการทำงานหรือศึกษาต่อไปในอนาคต
- 1.3.2 เข้าใจถึงทฤษฎี และที่มาของโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่ออกแบบโดยวิธีการคำนวณทั้ง 2 วิธี
- 1.3.3 สามารถออกแบบงานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กให้เกิดความประหยัด รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากที่สุด
- 1.3.4 ได้ทราบถึงข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของการคำนวณออกแบบทั้ง 2 วิธี

1.4 ขอบเขตการทำงาน

- 1.4.1 วิเคราะห์และออกแบบหาขนาดขององค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทั้ง 2 วิธี ซึ่งแยกชนิดขององค์อาคารเป็น พื้น คาน เสา โดยกำหนดน้ำหนักบรรทุกและหน้าตัดของคอนกรีตเท่ากัน แล้วเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของขนาดหน้าตัดเหล็กเสริมหลักทั้ง 2 วิธี
- 1.4.2 วิเคราะห์และออกแบบหาขนาดขององค์อาคาร (พื้น คาน เสา) ตามมาตรฐาน ว.ศ.ท. ทั้ง 2 วิธี โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (MicrofeapII module 3.3-P1) ในการวิเคราะห์โครงสร้างอาคาร พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของหน้าตัดเหล็กเสริมของทั้งอาคาร โดยแยกชนิดของอาคารเป็นอาคารขนาดเล็ก อาคารขนาดกลาง และอาคารขนาดใหญ่ ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 48 (พ.ศ.2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.5.1 เลือกโครงการที่น่าสนใจ
- 1.5.2 เขียนเค้าโครงงานวิจัย
- 1.5.3 เสนออาจารย์ที่ปรึกษา
- 1.5.4 ศึกษาเนื้อหาโดยละเอียดเพื่อเขียนขั้นตอนการทำงาน (Flow Chart)
- 1.5.5 เลือกโครงสร้างที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบ
- 1.5.6 ปฏิบัติตามขั้นตอนที่เตรียมไว้
- 1.5.7 เสนอผลการทำงานให้อาจารย์ตรวจสอบเป็นระยะๆ
- 1.5.8 จัดพิมพ์เอกสารโครงงานเพื่อเข้ารูปเล่ม
- 1.5.9 เสนอให้อาจารย์ตรวจสอบผลงาน
- 1.5.10 นำเสนอผลงาน
- 1.5.11 ส่งรูปเล่มของปริิญาานิพนธ์



1.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

รายละเอียดของแผนงาน	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม
1. เสนอเค้าโครง	2543	2543	2543	2543	2544	2544	2544
2. ศึกษาข้อกำหนดและมาตรฐานการออกแบบของทั้ง 2 วิธีพร้อมทั้งเตรียมรายละเอียดโครงการ							
3. วิเคราะห์ออกแบบเบื้องต้นอาคารและโครงสร้าง							
4. ตรวจสอบผลการคำนวณ							
5. เปรียบเทียบความแตกต่างของทั้ง 2 วิธี							
6. เขียนรายงาน นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและจัดทำรูปเล่ม							

1.7 รายละเอียดงบประมาณของโครงการ

1.7.1	ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	1,000	บาท
1.7.2	ค่าวัสดุสำนักงาน	2,000	บาท
1.7.3	ค่าเช่าเล่ม	1,000	บาท
	รวม	4,000	บาท

(สี่พันบาทถ้วน)

* หมายเหตุ ทุกรายการเป็นค่าตัวเฉลี่ย *



บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

การคำนวณออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยทั่วไปแล้วขั้นตอนของการคำนวณออกแบบ จะต้องทราบถึงลักษณะการใช้งานและชนิดของอาคารนั้นๆ เสียก่อน เช่น อาคารพาณิชย์ ห้างสรรพสินค้า โรงภาพยนตร์ หอพัก ห้องสมุด บ้านพักอาศัย โรงจอดรถ เป็นต้น เนื่องจากอาคารแต่ละชนิดมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน ทำให้ ขนาดน้ำหนักบรรทุกของอาคารแตกต่างกันไปด้วย เมื่อทราบค่าที่ต้องการและแบบทางสถาปัตยกรรมแล้ว จึงนำค่าเหล่านั้นไปทำการคำนวณออกแบบต่อไป

ปัจจัยอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการคำนวณออกแบบโดยตรง คือ ทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณออกแบบ ในประเทศไทยนิยมใช้ทฤษฎีในการคำนวณออกแบบ 2 ทฤษฎี คือ การออกแบบโดยทฤษฎีหน่วยแรงใช้งาน (Working Stress Design) หรือการออกแบบโดยทฤษฎีอีลาสติก (Elastic Design) ทฤษฎีนี้เป็นการออกแบบให้โครงสร้างสามารถต้านทานต่อโมเมนต์คัตและแรงต่างๆ ที่คำนวณหาค่ามาจากการวิเคราะห์โดยทฤษฎีอีลาสติกให้น้ำหนักบรรทุกตามประเภทของอาคาร ส่วนอีกทฤษฎีหนึ่ง คือ การออกแบบโดยทฤษฎีกำลังประลัย (Ultimate Strength Design) เป็นการออกแบบให้โครงสร้างสามารถต้านทานต่อโมเมนต์คัตและแรงต่างๆ ที่คำนวณหาค่ามาจากการวิเคราะห์โดยทฤษฎีอีลาสติกเช่นเดียวกัน แต่ให้รับน้ำหนักบรรทุกได้เท่ากับผลคูณของน้ำหนักบรรทุกตามประเภทของอาคาร กับส่วนปลอดภัย (Safety Factor) ตามชนิดของน้ำหนักบรรทุก ซึ่งรายละเอียดของทั้ง 2 ทฤษฎี จะกล่าวในหัวข้อต่อไป

2.1 คอนกรีตและเหล็กเสริม

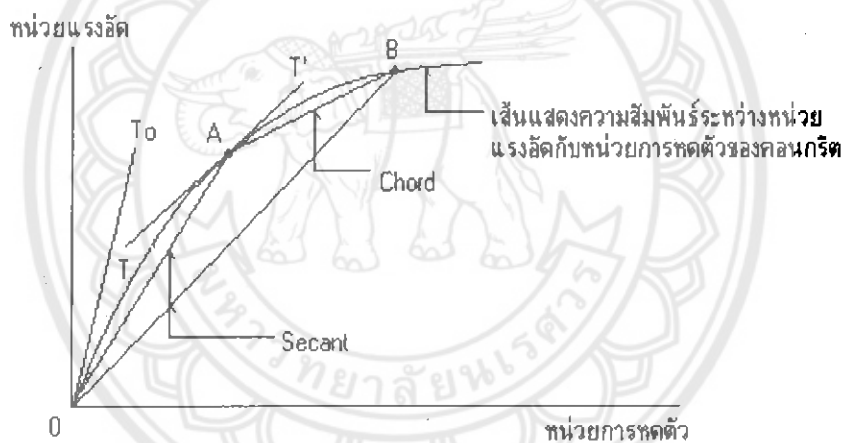
2.1.1 คอนกรีต (Concrete) เป็นวัสดุที่มนุษย์สร้างขึ้น ประกอบด้วย ซีเมนต์ ทราย หิน และน้ำ นำมาผสมกันด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสม เป็นวัสดุชนิดหนึ่งซึ่งแข็งแรงเหมือนหิน มีคุณสมบัติที่รับแรงอัดได้ดีแต่รับแรงดึงได้น้อยมาก ซึ่งถือว่าเป็นวัสดุเปราะ (Brittle Material) โดยที่คอนกรีตมีค่า (Unit Weight Concrete, γ_c) โดยประมาณเท่ากับ 2,400 กก./ม.³ ค่ากำลังอัดคอนกรีต f_c' จะหมายถึง กำลังอัดของแท่งคอนกรีตขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 30 ซม. เมื่อมีอายุ 28 วัน โดยวิธีการทำแท่งคอนกรีตและบ่มแท่งคอนกรีตต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ว.ส.ท.

โมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) ของคอนกรีต ขึ้นอยู่กับอายุของคอนกรีตและคุณสมบัติของวัสดุผสม (Aggregate) และช่วงระยะเวลาการรับน้ำหนัก (Rate of Loading) ในการหา Modulus of Elasticity ของคอนกรีตมี 3 ชนิด คือ

- Initial Modulus
- Tangent Modulus
- Secant Modulus

โดยทั่วไปแล้วจะใช้ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตเป็นค่า Secant Modulus ที่ $0.5 f_c'$ ว.ส.ท. กำหนดให้ใช้

$$E_c = 15,100 \sqrt{f_c'} \quad \text{กก. / ซม.}^2 \text{ (สำหรับคอนกรีตที่มีน้ำหนักปกติ 2.32 ตัน / ม.}^3 \text{)}$$



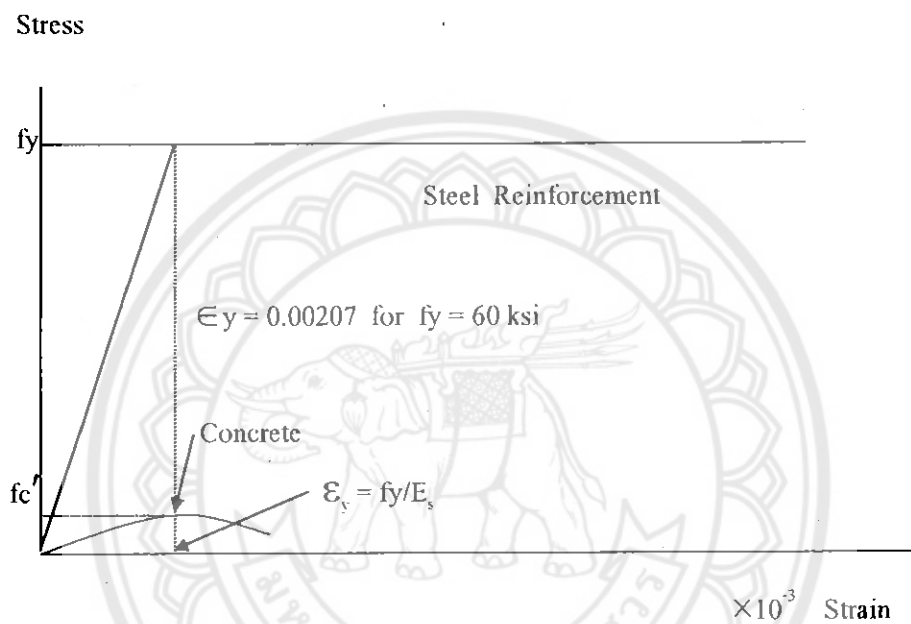
รูปที่ 2.1 การหาโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต

จากรูปที่ 2.1 Initial Tangent Modulus คือ เส้น OT_0
Tangent Modulus คือ เส้น TT'
Secant Modulus คือ เส้น OA, OB

2.1.2 เหล็กเสริม (Reinforcement) เนื่องจากคอนกรีตรับแรงดึงได้ต่ำมาก จึงจำเป็นที่จะต้องใส่เหล็กเสริมมารับแรงดึงที่เกิดขึ้น เหตุผลที่ใช้เหล็กก็เนื่องมาจากเหล็กเป็นวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก และที่สำคัญที่สุด คือ มีค่าสัมประสิทธิ์การยึดเหนี่ยวตัวเท่ากับคอนกรีต

เหล็กเสริมที่ใช้เป็นเหล็กข้ออ้อยโดยมีค่า Yield Stress เท่ากับ $3,000 \text{ กก. / ซม.}^2$, $4,000 \text{ กก. / ซม.}^2$ และ $5,000 \text{ กก. / ซม.}^2$

โมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity) ของเหล็กเสริมที่นำมาใช้งาน ค่า f_y ที่ไม่เกิน 4,000 กก./ ซม.² จะมี Stress-Strain Curve ประกอบด้วยเส้น 2 เส้นต่อกัน โดยสมมติว่าไม่มีส่วนโค้งตรงที่จุด Yield Point และเป็น Slope ในส่วนที่เรียกว่า Strain Hardening
 ว.ศ.ท. กำหนดให้ใช้ค่า $E_s = 2,040,000$ กก./ ซม.²



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Stress กับ Strain ของเหล็กกับคอนกรีต

2.2 การวิเคราะห์และการออกแบบโครงสร้าง

2.2.1 น้ำหนักบรรทุก

2.2.1.1 น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) หมายถึง น้ำหนักบรรทุกที่มีตำแหน่งของการกระทำคงที่หรือถาวรตลอดเวลาและไม่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำหนัก น้ำหนักบรรทุกแบบนี้ ได้แก่ น้ำหนักของส่วนโครงสร้างเองที่ประกอบรวมกันเป็นโครงอาคารประเภทต่างๆ เช่น น้ำหนักของแผ่นพื้น วัสดุปูพื้น เป็นต้น ซึ่งขึ้นกับขนาดและชนิดของวัสดุที่ผู้ออกแบบกำหนดขึ้นหรือเลือกใช้ ค่าโดยประมาณของน้ำหนักบรรทุกคงที่ที่ใช้ในการคำนวณออกแบบทั่วไป ได้แก่

คอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดา	1600-2400	กก./ม. ³
เหล็ก	7850	กก./ม. ³
ไม้	800-900	กก./ม. ³
อิฐ	1900	กก./ม. ³
วัสดุผนังหลังคา	5-18	กก./ม. ²
แป้ไม้	5	กก./ม. ²
โครงหลังคาไม้	10-20	กก./ม. ²
ฝ้าเพดาน	14-26	กก./ม. ²
กำแพงอิฐมวลเบา	180-350	กก./ม. ²
กำแพงอิฐบล็อก	100-200	กก./ม. ²
กำแพงคอนกรีตบล็อก	100-240	กก./ม. ²
ฝ้าไม้ ไม้้อด รวมเคลือบ	12-30	กก./ม. ²
พื้นไม้ รวมตง	30	กก./ม. ²

2.2.1.2 น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) หมายถึง น้ำหนักบรรทุกที่กระทำชั่วคราวและอาจเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำหนักได้ ประกอบด้วยน้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำในแนวดิ่งและด้านข้าง

ในแต่ละประเทศจะให้ข้อบัญญัติเกี่ยวกับน้ำหนักบรรทุกจรขั้นต่ำที่ต้องพิจารณาใช้สำหรับการคำนวณออกแบบโดยขึ้นกับประเภทและการใช้สอยของอาคารนั้น สำหรับการคำนวณออกแบบในกรุงเทพมหานคร ได้มีข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522 โดยกำหนดค่าน้ำหนักบรรทุกจรสำหรับใช้คำนวณออกแบบโครงอาคารประเภทต่างๆ ซึ่งต้องมีค่าไม่น้อยกว่าที่กำหนดต่อไปนี้

หลังคา	50	กก./ม. ²
กันสาด หรือ หลังคาคอนกรีต	100	กก./ม. ²
ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ ห้องส้วม	150	กก./ม. ²
อาคารชุด หอพัก โรงแรม	200	กก./ม. ²
สำนักงาน ธนาคาร	250	กก./ม. ²
อาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน	300	กก./ม. ²
ห้องโถง บันได ทางเดินของอาคารชุด หอพัก โรงแรม		
โรงพยาบาล สำนักงาน และธนาคาร	300	กก./ม. ²
ห้างสรรพสินค้า โรงแรม หอประชุม กิตติาคาร		
ที่จอดรถหรือเก็บรถยนต์นั่ง	400	กก./ม. ²
ห้องโถง บันได ทางเดินของอาคารพาณิชย์		
มหาวิทยาลัย วิทยาลัย และ โรงเรียน	400	กก./ม. ²
คลังสินค้า พิพิธภัณฑ์ อิมจันทร์ โรงงานอุตสาหกรรม		
โรงพิมพ์ ห้องเก็บเอกสารและพัสดุ	500	กก./ม. ²
ห้องโถง บันได ทางเดินของห้างสรรพสินค้า โรงแรม		
หอประชุม กิตติาคาร และหอสมุด	500	กก./ม. ²
ห้องเก็บหนังสือของหอสมุด	600	กก./ม. ²
ที่จอดรถหรือเก็บรถยนต์บรรทุกทุกประเภทและรถอื่น	800	กก./ม. ²
แรงลมสำหรับส่วนของอาคาร		
- ที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	50	กก./ม. ²
- ที่สูงกว่า 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	80	กก./ม. ²
- ที่สูงกว่า 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	120	กก./ม. ²
- ที่สูงกว่า 40 เมตร	160	กก./ม. ²

2.2.2 วิธีการวิเคราะห์โครงสร้าง (Approximate Analysis)

สิ่งสำคัญที่สุดก่อนทำการวิเคราะห์ คือ ต้องพิจารณาน้ำหนักบรรทุกที่กระทำบนส่วนโครงสร้างให้ถูกต้องซึ่งได้จากการรับและถ่ายน้ำหนักบรรทุกระหว่างส่วนของโครงสร้าง และต้องไม่ลืมรวมน้ำหนักของส่วนโครงสร้างเองด้วย เมื่อทำการวิเคราะห์และออกแบบแล้วให้ตรวจสอบขนาดของส่วนโครงสร้างที่สมมติขึ้นว่าใช้ได้หรือไม่ ถ้าเลือกใช้น้ำหนักเล็กไปหรือใช้ปริมาณเหล็กเสริมมากเกินไปก็สมมติขนาดรูปตัดที่ใหญ่ขึ้น ในทางกลับกันถ้าขนาดใหญ่ไปก็สมมติให้เล็กลงแล้วทำการวิเคราะห์และออกแบบอีกครั้งซึ่งจะทำให้ประหยัดมากขึ้น

การวิเคราะห์คานหรือแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กทางเดียวที่ต่อเนื่อง :

มาตรฐาน ACI หรือ มาตรฐาน ว.ส.ท. ให้พิจารณาหาค่าโมเมนต์คัตและแรงเฉือนสูงสุดสำหรับคานต่อเนื่องหรือแผ่นพื้นเสริมเหล็กทางเดียวที่ต่อเนื่องซึ่งมีหน้าตัดคงที่ตลอดความยาว (EI คงที่) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์คัตและแรงเฉือน ภายได้ข้อจำกัดต่อไปนี้

- มีช่วงต่อเนื่องตั้งแต่ 2 ช่วงขึ้นไป
- ความยาวของช่วงยาวกว่าความยาวของช่วงสั้นที่อยู่ติดกันไม่เกิน 20 %
- น้ำหนักบรรทุกกระทำแบบแผ่สม่ำเสมอ
- น้ำหนักบรรทุกจรใช้งานมีค่าไม่มากกว่า 3 เท่าของน้ำหนักบรรทุกคงที่ใช้งาน

ในที่นี้ w เป็นน้ำหนักบรรทุกแบบแผ่ กก./เมตร และ L_n เป็นระยะช่วงว่างของคานสำหรับการหาโมเมนต์บวกและแรงเฉือน และเป็นค่าเฉลี่ยของระยะช่วงว่างสองช่วงติดกันสำหรับการหาโมเมนต์

โมเมนต์บวก หมายถึง โมเมนต์ที่ทำให้คานด้านข้างรับแรงดึง ส่วนโมเมนต์ลบ หมายถึง โมเมนต์ที่ทำให้หลังคานด้านบนรับแรงดึง

โมเมนต์บวก

คานช่วงนอก :

- ปลายไม่ยึดกับที่รองรับ $1/11 wL_n^2$
- ปลายหล่อเป็นเนื้อเดียวกับที่รองรับ $1/14 wL_n^2$

คานช่วงใน :

$$1/16 wL_n^2$$

โมเมนต์ลบที่ขอบนอกของที่รองรับตัวในแรก

- เมื่อมีช่วงต่อเนื่องกัน 2 ช่วง $1/9 wL_n^2$
- เมื่อมีช่วงต่อเนื่องกันมากกว่า 2 ช่วง $1/10 wL_n^2$

โมเมนต์ลบที่ขอบของที่รองรับตัวในอื่นๆ

$$1/11 wL_n^2$$

โมเมนต์ลบที่ขอบของที่รองรับทุกแห่งสำหรับ

- แผ่นพื้นที่มีช่วงยาวไม่เกิน 3.00 ม. 1/12 wL_n^2
- คานที่มีอัตราส่วนผลรวมของสถิติในสององศาต่อของคานที่มาบรรจบกันมากกว่า 8 1/12 wL_n^2

โมเมนต์ลบที่ขอบในของที่รองรับตัวริมและองค์อาคาร

หล่อเป็นเนื้อเดียวกันกับที่รองรับ

- เมื่อที่รองรับเป็นคานขอบ 1/24 wL_n^2
- เมื่อที่รองรับเป็นเสา 1/16 wL_n^2

แรงเฉือนที่ขอบของที่รองรับตัวในแรก 1.15 $wL_n/2$

แรงเฉือนที่ขอบของที่รองรับตัวอื่นๆ $wL_n/2$

เมื่อ w^1 คือ น้ำหนักต่อหน่วยความยาวของคาน : กก./ม.

L_n คือ ระยะช่วงว่างสำหรับการหาโมเมนต์บวก และแรงเฉือน

2.2.3 การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นการคำนวณออกแบบเพื่อเลือกใช้ขนาดรูปตัดของคอนกรีตและปริมาณของเหล็กเสริมที่เหมาะสม โดยให้มีกำลังสามารถต้านทานต่อแรงหรือน้ำหนักบรรทุกต่างๆ ที่กระทำตลอดอายุการใช้งานได้ปลอดภัย

ในการคำนวณและออกแบบโครงสร้างส่วนใด ผู้ออกแบบต้องพิจารณาออกแบบส่วนของโครงสร้างนั้นให้สอดคล้องไปตามมาตรฐานหรือข้อบัญญัติที่ได้กำหนดไว้ มาตรฐานสำหรับการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของประเทศสหรัฐอเมริกาที่นิยมใช้กันคือ มาตรฐาน ACI (American Concrete Institute) ส่วนมาตรฐานกำหนดของประเทศไทยคือ มาตรฐาน ว.ส.ท. และข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร

การคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยทั่วไปกระทำได้ 2 วิธี คือ

1. โดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน (Working Stress Design)
2. โดยวิธีกำลัง (Ultimate Strength Design)

อนึ่ง เมื่อเลือกคำนวณออกแบบโดยวิธีใดให้คำนวณออกแบบโดยวิธีนั้นโดยตลอดทั้งโครงสร้าง ไม่ควรทำปะปนกัน

$w = w^1$ น้ำหนักต่อหน่วยความยาวของคาน ในกรณีที่ใช้ทฤษฎีกำลัง : กก./ม.

2.2.3.1 การออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน (Working Stress Design : WSD)

วิธีนี้ได้ใช้กันมานานตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา โดยอาศัยหลักการของทฤษฎีเส้นตรง (Straight Line Theory) หรือทฤษฎีอีลาสติก ที่สมมติให้การกระจายของหน่วยแรงบนรูปตัดของส่วนโครงสร้างเป็นเส้นตรงและมีค่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับหน่วยการยืดหรือหดตัวของวัสดุ นั่นคือ ถือว่าส่วนของโครงสร้างมีพฤติกรรมแบบยืดหยุ่นในขณะที่รับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน

สมมติฐานเบื้องต้นของการคำนวณออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน คือ

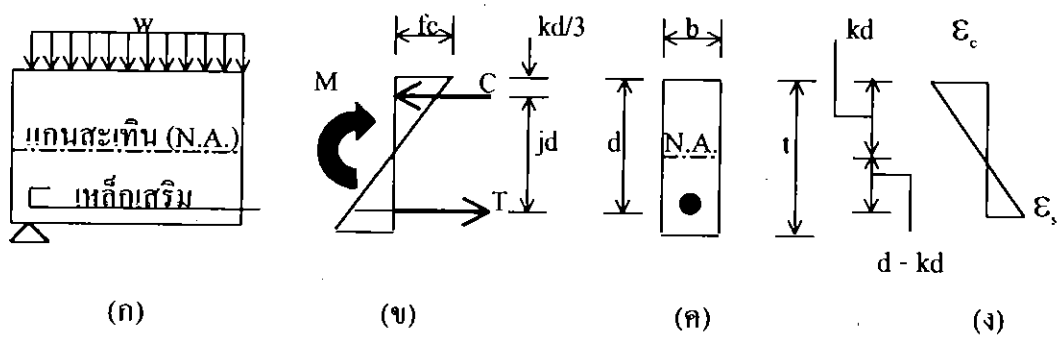
1. หารูปรูปตัดยังคงเป็นระนาบทั้งก่อนและหลังการรับแรงดึง
2. วัสดุคอนกรีตและเหล็กเสริมเป็นไปตามกฎของฮุก
3. การยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กเสริมเป็นไปอย่างสมบูรณ์
4. ไม่คิดกำลังต้านทานแรงดึงของคอนกรีตได้แนวแกนระนาบ
5. โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตมีค่าเท่ากับ $w^{1.5} 4270 \sqrt{f_c'}$ กก./ซม.²
6. โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริมมีค่าเท่ากับ 2.04×10^6 กก./ซม.²

มาตรฐาน ว.ส.ท. กำหนดหน่วยแรงใช้งานที่ยอมให้ของคอนกรีต เมื่อรับแรงต่างๆเป็นสัดส่วนที่เทียบจากกำลังอัดสูงสุดที่กำหนดของแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอก เมื่ออายุ 28 วัน (f_c') เช่น หน่วยแรงค้ำใช้งานที่ยอมให้ของคอนกรีต เมื่อเกิดหน่วยแรงอัดที่ผิวให้มีค่าเท่ากับ $0.45 f_c'$ ในทำนองเดียวกันหน่วยแรงใช้งานที่ยอมให้ของเหล็กเสริมเมื่อรับแรงต่างๆ ก็ถูกกำหนดเป็นส่วนเทียบจากกำลังรับแรงที่จุดคราก (f_y) เช่น กำหนดหน่วยแรงดึงที่ยอมให้ของเหล็กเสริมมีค่าเท่ากับ $0.5 f_y$

อนึ่ง ในการคำนวณออกแบบต้องพิจารณาจครวมน้ำหนักหรือแรงกระทำต่างๆ เพื่อให้ได้น้ำหนักบรรทุกใช้งานสูงสุดที่คาดว่าจะกระทำต่อส่วนของโครงสร้างนั้นตลอดอายุของการใช้งาน แล้วนำไปคำนวณออกแบบต่อไป

ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบคาน (Beam)

คานที่รับโมเมนต์ค้ำตามทฤษฎียืดหยุ่น หน้าตัดของคานก่อนรับโมเมนต์และภายหลังจากรับโมเมนต์แล้วยังคงเป็นระนาบไม่บิดงอ แสดงว่าหน่วยการยืดค้ำในคอนกรีตและเหล็กแปรเป็นเส้นตรง ให้คอนกรีตเป็นตัวรับแรงอัดบริเวณที่รับแรงค้ำถือว่าคอนกรีตฉีกแยกจนรับไม่ได้จึงต้องให้เหล็กเสริมเป็นผู้รับแทน



รูปที่ 2.3 พฤติกรรมในการรับโมเมนต์ค้ดของคาน (Working)

รูป (ก) เป็นซีกซ้ายของคานที่ค้ดมาโดยน้ำหนัก w ทำให้เกิดโมเมนต์ค้ด M กระทำบนหน้าค้ดคาน รูป (ข) เป็นด้านข้างของหน้าค้ดซึ่งกำลังสร้างโมเมนต์ค้ดควบ เพื่อต้านกับ M แรงอัด C เกิดในเนื้อคอนกรีตซึ่งหน่วยแรงแปรเป็นสามเหลี่ยมที่ค้ดบนมีค่า fc และเป็นศูนย์ที่แกนสะเทิน (N.A.) ส่วน T เป็นแรงค้ดในเหล็ก จากสมการสมดุล $T = C$ และห่างกันเป็นระยะ jd เมื่อ d เป็นระยะจากจุดเซนทรอยด์ของกลุ่มเหล็กเสริมรับแรงค้ดถึงผิวที่รับหน่วยแรงอัดสูงสุด

ถ้าหน้าค้ดของคานเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง b ลึก t ดังรูป (ค) แล้ว การกระจายหน่วยแรงอัดในคอนกรีตจะเป็นรูปค้ดทำให้แรงค้ด C ซึ่งค้ดผ่านจุดเซนทรอยด์ของค้ด ก็จะผ่านจุดเซนทรอยด์ของสามเหลี่ยมฐาน fc ในรูป (ข) ด้วยค้ดนั้นแรง C จึงห่างจากค้ดบนเป็นระยะ $kd/3$ เมื่อ kd เป็นระยะจากแกนสะเทินถึงค้ดบน ค้ดนั้น $jd = d - kd/3$ จะได้โมเมนต์ค้ดควบจาก C และ T เป็น

$$M = Cjd = Tjd$$

พิจารณารูป (ง) แสดงหน่วยการค้ดตัว ϵ_c ของคอนกรีตและหน่วยการค้ดตัว ϵ_s ของเหล็ก จะได้หน่วยแรงค้ดในเหล็ก $f_s = E_s \epsilon_s$ และหน่วยแรงอัดสูงสุดในคอนกรีต $f_c = E_c \epsilon_c$ จากรูปสามเหลี่ยมคล้ายในรูป (ง) พบว่า

$$\epsilon_c / \epsilon_s = (fc E_s) / (fs E_c) = nfc / fs = kd / d - kd = k / 1 - k$$

แก้สมการได้

$$K = \frac{1}{1 + \frac{fs}{nfc}}$$

$$j = 1 - k/3$$

เมื่อ $n = E_s / E_c$ โดย $E_s = 2.04 \times 10^6$ กก./ซม.² และ $E_c = w^{1.5} 4270 \sqrt{fc}$ กก./ซม.² แรงค้ด T ในเหล็ก คือ $f_s A_s$ แต่แรงอัด C ในคอนกรีตค้ดองเอาพื้นที่รับแรงอัด $b \cdot kd$ คูณกับค่าเฉลี่ยของหน่วยแรงอัด ซึ่งในกรณีหน้าค้ดสี่เหลี่ยมผืนผ้าค้ดนั้นค่าเฉลี่ยของหน่วยแรงอัดคอนกรีตคือ $(1/2)(fc)$ ค้ดนั้น

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น} \quad C &= (\frac{1}{2})f_{cb}.kd \\
 M &= Tjd = f_s A_s j d \\
 A_s &= \frac{M}{f_s j d} \\
 \text{และ} \quad M &= Cj d = (\frac{1}{2})f_{ck} j b d^2 \\
 \text{หรือ} \quad M &= R b d^2, \quad d \therefore = \sqrt{M/(Rb)} \\
 \text{เมื่อ} \quad R &= (\frac{1}{2})f_{ck} j \quad \text{กก./ซม.}^2
 \end{aligned}$$

ทฤษฎีในการออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว (One-Way Slab)

แผ่นพื้นทางเดียว คือ แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีเหล็กเสริมเอก (Main Reinforcement or Principle Reinforcement) ทำหน้าที่ต้านทานโมเมนต์คดเพียงทิศทางเดียว แผ่นพื้นชนิดนี้ได้แก่

- แผ่นพื้นที่มีคานรองรับ 2 ด้าน อยู่ตรงข้ามกัน
- แผ่นพื้นที่มีคานรองรับ 4 ด้าน โดยที่อัตราส่วนของคานยาวต่อคานสั้น มีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป ($L/S > 2$)
- แผ่นพื้นในลักษณะกั้นเสาหรือแผ่นพื้นยื่น (Cantilever Slab)

การคำนวณออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว ใช้วิธีการเดียวกับการคำนวณออกแบบคานหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้าง 1.00 เมตร และมีความลึกเท่ากับความหนาของแผ่นพื้น การออกแบบจะพิจารณาความกว้างของแผ่นพื้นต่อเมตรเป็นความกว้างของคาน และเมตรต่อๆ ไปจนถึงสิ้นสุดความยาวของแผ่นพื้น ความหนาของแผ่นพื้นจะต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตารางข้างล่างนี้

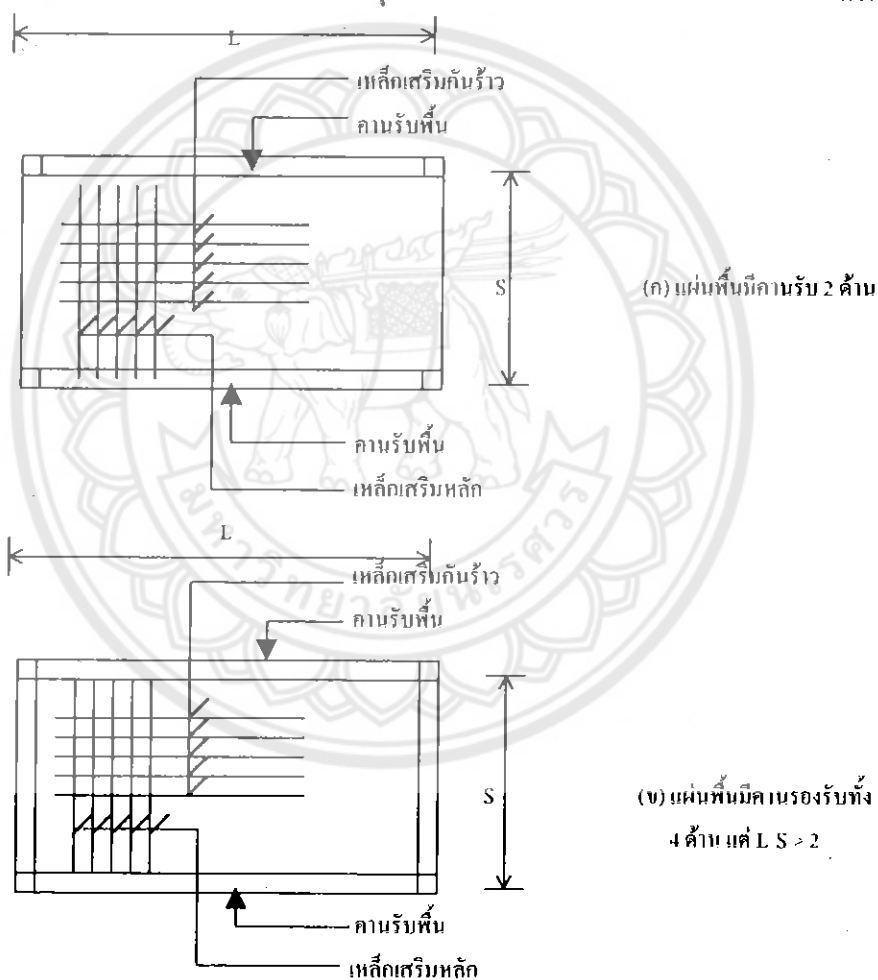
ตารางที่ 2.1 ความหนาขั้นต่ำสุดขององค์อาคารในกรณีที่ไม่ได้คำนวณระยะโก่ง

องค์อาคาร	ความหนาขั้นต่ำสุดที่กำหนดให้			
	ช่วงเดี่ยวธรรมดา	ปลายต่อหนึ่งข้างเดียว	ปลายต่อเนื้อทั้ง 2 ข้าง	ปลายยื่น
พื้นทางเดียว	L/20	L/24	L/28	L/10
คาน	L/16	L/18.5	L/21	L/8

เหล็กเสริมเอกจะวางตั้งฉากกับคานรับพื้น นอกจากเหล็กเสริมเอกที่ทำหน้าที่ต้านทานโมเมนต์คดแล้ว ยังต้องมีเหล็กเสริมกันร้าวเพื่อต้านทานการขีดครัดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Temperature Reinforcement) ในทิศทางขนานกับคานรับพื้นหรือตั้งฉากกับเหล็กเสริมเอก ปริมาณของเหล็กเสริมกันร้าวนี้ ในแผ่นพื้นที่ใช้เป็นโครงสร้างหรือหลังคาซึ่งเสริมเหล็กรับแรงคด

ทางเดียว ต้องเสริมเหล็กในแนวตั้งจากกับเหล็กเสริมเอกเพื่อรับแรงเนื่องจากการยึดหดเนื่องจากอุณหภูมิ ปริมาณของเหล็กเสริมนี้ต้องมีอัตราส่วนเนื้อที่เหล็กต่อหน้าตัดคอนกรีตทั้งหมดไม่น้อยกว่าค่าที่ให้ไว้ข้างล่างนี้ แต่ไม่ว่ากรณีใดก็ตามต้องเรียงเหล็กไม่ห่างเกิน 3 เท่าความหนาของแผ่นพื้น หรือ 30 ซม. และขนาดเหล็กต้องไม่เล็กกว่า 6 มม.

แผ่นพื้นที่เสริมด้วยเหล็กเส้นกลมชั้นคุณภาพ SR24.....	0.0025
แผ่นพื้นที่เสริมด้วยเหล็กข้ออ้อยชั้นคุณภาพ SD30.....	0.0020
แผ่นพื้นที่เสริมด้วยเหล็กข้ออ้อยชั้นคุณภาพ SD40.....	0.0018



รูปที่ 2.4 แผ่นพื้นทางเดียว

การกระจายน้ำหนักของแผ่นพื้นทางเดียวลงบนคานให้คิดดังนี้

- ก) คิดครึ่งหนึ่งของความกว้างของด้านแคบ (ด้าน S) สำหรับแผ่นพื้นที่มีคานรองรับ 2 ด้าน และ 4 ด้าน
- ข) คิดเต็มช่วงความยาวของส่วนที่ยื่น สำหรับแผ่นพื้นแบบอื่นหรือกันสาด

แผ่นพื้นสองทาง (Two-Way Slab)

แผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กที่จัดเป็นแผ่นพื้นสองทาง ได้แก่ แผ่นพื้นที่มีคานรับทั้งสี่ด้าน และมีลักษณะของแผ่นพื้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีอัตราส่วนระหว่างด้านยาว L ต่อด้านสั้น S ของแผ่นพื้นไม่มากกว่า 2 ($L/S < 2$) คือ ด้านยาวยาวกว่าด้านสั้นไม่เกิน 2 เท่า ในกรณีนี้น้ำหนักบรรทุกบนแผ่นพื้นจะถูกถ่ายเทไปยังคานที่รองรับทั้งสี่ด้าน ซึ่งจะทำให้เกิดโมเมนต์คดสองทิศทาง การเสริมเหล็กจึงต้องเสริมเพื่อคานทานโมเมนต์คดทั้งสองทิศทางซึ่งตั้งฉากกัน ซึ่งเรียกว่า เหล็กเสริมด้านยาว A_{sL} และเหล็กเสริมด้านสั้น A_{sS} และไม่ต้องมีเหล็กเสริมคานทานการยึดหดตัวหรือกันร้าว A_c

การออกแบบแผ่นพื้นสองทาง พิจารณาความกว้างของแผ่นพื้นที่กว้าง 1.00 เมตร ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกแต่ละเหลี่ยมเป็นกิโลกรัมต่อตารางเมตร เหมือนกับแผ่นพื้นทางเดียวทั้งทางช่วงสั้นและช่วงยาว ในปัจจุบันนี้มีวิธีการคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทางอยู่หลายวิธี วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยได้กำหนดวิธีการคำนวณไว้ 3 วิธี ซึ่งปฏิญญาพันธฉบับนี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีที่ 2 เท่านั้น เพราะเป็นวิธีที่สะดวกและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง

การวิเคราะห์หาค่าโมเมนต์คดและแรงเฉือนในแผ่นพื้นสองทางนี้ น้ำหนักบรรทุกแต่ละเหลี่ยมที่ใช้ออกแบบทั้งทางช่วงสั้นและทางช่วงยาว จะต้องถูกแปลงค่าโดยการคูณด้วยสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์คด (Coefficient of Moment ; C) เสียก่อน ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าว ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนช่วงสั้นต่อช่วงยาว ($m = S/L$) และลักษณะความค่อมของแผ่นพื้นโดยรอบทั้งสี่ด้าน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ในภาคผนวก ซึ่งจะเห็นว่าน้ำหนักบรรทุกแต่ละเหลี่ยมที่แปลงค่านี้จะมีค่าเท่ากันทั้งสองทาง สำหรับแผ่นพื้นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ($m = 1$) แต่สำหรับแผ่นพื้นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ($m < 1$) จะมีน้ำหนักบรรทุกแต่ละเหลี่ยมที่แปลงค่าแล้วทางช่วงสั้นมากกว่าทางช่วงยาว ทั้งนี้เพื่อที่จะให้การโค้งตัวของพื้นแต่ละจุดเมื่อคำนวณจากช่วงยาวและช่วงสั้นมีค่าเท่ากัน ซึ่งค่าโมเมนต์คดทั้งทางช่วงสั้นและทางช่วงยาวคำนวณได้จาก

$$M = CwS^2$$

เมื่อ M = โมเมนต์คดสำหรับแผ่นพื้นสองทาง ; กก. - ม.

C = สัมประสิทธิ์ของโมเมนต์สำหรับแผ่นพื้นสองทางซึ่งให้ไว้ในตารางที่ ก.1 ในภาคผนวก ก

w = น้ำหนักบรรทุกแต่ละเหลี่ยมทั้งหมด ; กก. / ม.²

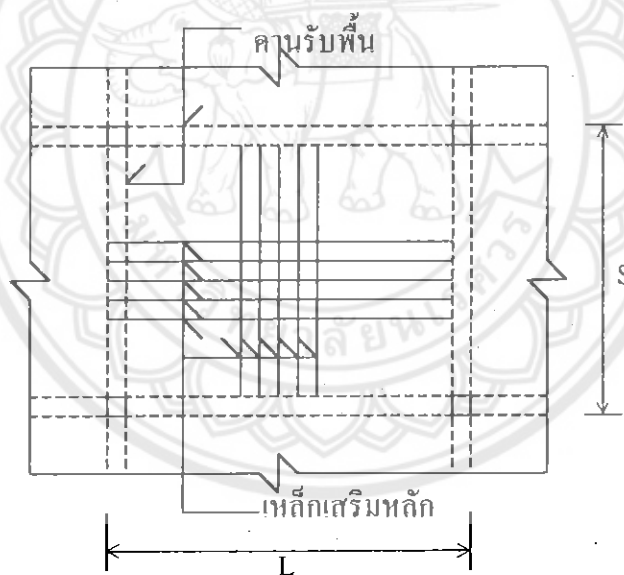
S = ความยาวของช่วงสั้นสำหรับแผ่นพื้นสองทาง โดยคิดระยะศูนย์กลางถึงศูนย์กลางระหว่างที่รองรับ หรือช่วงว่างบวกกับอีก 2 เท่า ของความหนาของแผ่นพื้น แล้วแต่ค่าไหนจะน้อยกว่ากัน; ม.

เกณฑ์บังคับสำหรับความหนา t สำหรับแผ่นพื้นสองทาง ตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย คือ ความหนาของแผ่นพื้นจะต้องไม่น้อยกว่า 8 ซม. หรือ $1/180$ ของเส้นรอบรูปของแผ่นพื้นนั้น นั่นคือ $t \geq 8$ ซม. หรือ $t \geq (L + S)/90$

เหล็กเสริมสำหรับแผ่นพื้นสองทาง ระยะเรียงศูนย์ถึงศูนย์ของเหล็กเสริมทั้งสองทางจะต้องไม่ห่างเกิน 3 เท่าของความหนาของแผ่นพื้นและอัตราส่วนของเหล็กเสริมในแต่ละทิศต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดให้ต่อไปนี้

แผ่นพื้นที่เสริมด้วยเหล็กเสริมเส้นกลมชั้นคุณภาพ SR 24.....	0.0025
แผ่นพื้นที่เสริมด้วยเหล็กข้ออ้อยชั้นคุณภาพ SD 30.....	0.0020
แผ่นพื้นที่เสริมด้วยเหล็กข้ออ้อยชั้นคุณภาพ SD 40.....	0.0018

และต้องวางเหล็กเสริมทางช่วงสั้นไว้ข้างล่างเพราะต้องรับน้ำหนักมากกว่า



รูปที่ 2.5 แผ่นพื้นสองทาง

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Columns)

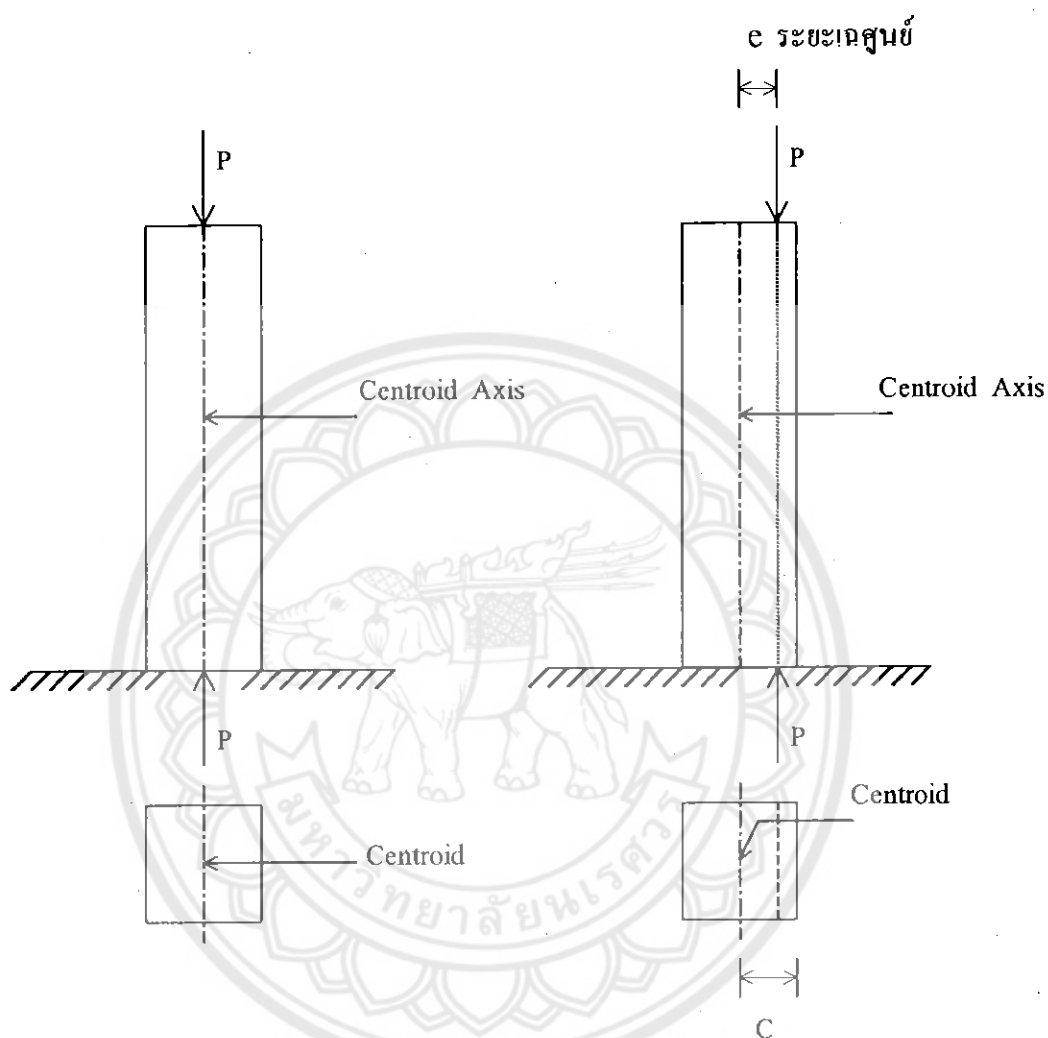
โดยปกติเสาเป็นส่วนโครงสร้างที่อยู่ในแนวดิ่ง ทำหน้าที่รับน้ำหนักจากส่วนโครงสร้างที่อยู่เหนือขึ้นไป เช่น คานและพื้นในระบบพื้นราบ (Flat Slab) แล้วถ่ายน้ำหนักดังกล่าวลงสู่ฐานราก ดังนั้นหน้าที่หลักของเสาก็คือ การต้านทานแรงอัดในลักษณะแรงแบกทานหรือแรงกด และในบางครั้งอาจจะต้องต้านทานแรงดัดที่เกิดขึ้น เนื่องจากแรงเฉียงศูนย์หรือแรงศูนย์กระทำต่อเสานั้น หรือในอาคารสูงๆ จะต้องคำนึงถึงแรงดัดอันเกิดจากแรงลมและแรงอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหวด้วย

เสาคอนกรีตเสริมเหล็กโดยทั่วไปจะมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือกลม เหล็กเสริมจะประกอบด้วยเหล็กเสริมตามยาว (เหล็กยืน) และเหล็กเสริมตามขวาง (เหล็กปลอก) คือ เหล็กปลอกเกลียวและเหล็กปลอกเดี่ยว ซึ่งจากการทดลองพบว่า เสาที่ใช้เหล็กปลอกเดี่ยวจะรับกำลังได้น้อยกว่าเสาที่ใช้เหล็กปลอกเกลียว คือ รับได้ประมาณ 0.85 เท่าของเสาปลอกเกลียว นอกจากนี้จะใช้เหล็กเสริมในลักษณะที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีเสาคอนกรีตเสริมเหล็กในลักษณะอื่นอีก คือ เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก แกนเหล็ก เสาเหล็กหุ้มด้วยคอนกรีตและเสาคอนกรีตหุ้มด้วยท่อเหล็ก

กำลังรับน้ำหนักของเสาคอนกรีตเสริมเหล็กประกอบด้วย กำลังรับน้ำหนักของคอนกรีต ร่วมกับกำลังรับน้ำหนักของเหล็กยืน เหล็กรูปพรรณ และ/หรือท่อเหล็ก ตามลักษณะของการเสริมเหล็ก ในลักษณะแรงแบกทาน (แรงกด) และอาจจะมีแรงดัดเข้ามาร่วมด้วย ถ้าเกิดการเอียงศูนย์

โดยทั่วไปเสาแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ เสาสั้น (Short Columns or Struts) และเสายาว (Long Columns or Slender Columns) ซึ่งในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ จะขอกล่าวเฉพาะเสาสั้นเท่านั้น สำหรับน้ำหนักหรือแรงที่กระทำต่อเสา อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- ก) น้ำหนักหรือแรงตามแนวแกน (Axial Load) หรือแรงร่วมศูนย์ (Concentric Load or Centric Load) หมายถึง แรงที่กระทำผ่านแนวแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลางของพื้นที่หน้าตัดเสา (Centroidal Axis) ผลของแรงแบบนี้ ทำให้เกิดแรงอัดโดยตรงบนหน้าตัดของเสาเพียงอย่างเดียว คือ $\sigma = P/A$ ดังรูปที่ 2.6 (ก)
- ข) น้ำหนักหรือแรงเยื้องศูนย์ (Eccentric Load) หมายถึง แรงที่กระทำในทิศทางขนานกับแนวแกนของเสา แต่ไม่ผ่านแนวแกนของเสา ผลของแรงแบบนี้ ทำให้เกิดแรงอัดโดยตรงกับแรงดัดบนหน้าตัดของเสาพร้อมกัน คือ $\sigma = (P/A) \pm (Mc/I)$ ระยะห่างระหว่างแนวแรงกับแนวแกนของเสา เรียกว่า ระยะเยื้องศูนย์หรือระยะเอียงศูนย์ (Eccentricity ; e) ดังรูปที่ 2.6 (ข)



(ก). แรงตามแนวแกนหรือแรงร่วมศูนย์ (ข). แรงเอียงศูนย์หรือแรงเอียงศูนย์

รูปที่ 2.6 ลักษณะของน้ำหนักหรือแรงที่กระทำต่อเสา

ข้อกำหนดในการคำนวณออกแบบเสาสั้นปลอกเดี่ยว

- 1). อัตราส่วน h/l ของความสูงต่อส่วนแคบของเสาที่เหลื่อมสินค้า ต้องมีค่าไม่เกิน 15
- 2). พื้นที่หน้าตัดรวมของเหล็กยื่นของเสาต้องไม่น้อยกว่า 0.01 และไม่เกิน 0.08 ของพื้นที่หน้าตัดเสา เหล็กยื่นต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 12 มม. เสาเหลื่อมต้องมีเหล็กยื่นอย่างน้อย 4 เส้น
- 3). ช่องว่างระหว่างเหล็กยื่นของเสาต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กยื่น หรือ 4 ซม.
- 4). คอนกรีตหุ้มเหล็กที่หล่อเป็นเนื้อเดียวกับแกนคอนกรีตต้องหนาไม่น้อยกว่า 3 ซม. หรือ 1.5 เท่าของหินที่ใหญ่ที่สุด

5). เหล็กปลอกของเสาปลอกเดี่ยวต้องไม่เล็กกว่า 6 มม. ระยะห่างไม่เกิน 16 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กยื่น หรือ 48 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กปลอก หรือห่างไม่มากกว่าด้านแคบของเสา

การคำนวณออกแบบเสาสั้นปลอกเดี่ยวรับแรงกระทำในแนวแกน
น้ำหนักปลอกค้ำสูงสุดตามแนวแกนของเสา (P) เท่ากับ

$$P = 0.85A_g(0.25f_c' + f_s\rho_g)$$

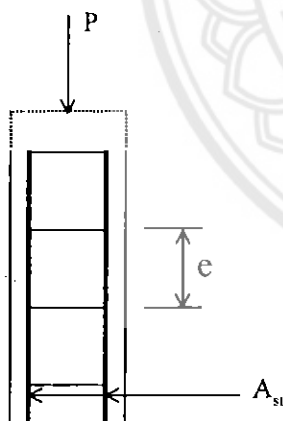
เมื่อ A_g คือ พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของเสาทั้งหมด ; ซม.²

P คือ กำลังรับน้ำหนักโดยปลอกค้ำตามแนวแกนของเสา ; กก.

f_c' คือ กำลังอัดประลัยของคอนกรีต ; กก./ซม.²

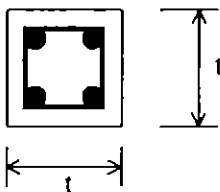
f_s คือ หน่วยแรงที่ยอมให้ในเหล็กเสริมตามแนวตั้งของเสา ; กก./ซม.²

ρ_g คือ อัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของเหล็กยื่นต่อพื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของคอนกรีต (A_{sv}/A_g) ซึ่งจะต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01 ถึง 0.08



ขั้นตอนในการคำนวณออกแบบ

- 1). กำหนดขนาดรูปตัดของเสา
- 2). คำนวณหาค่า ρ_g จากสมการที่ใช้หาน้ำหนักบรรทุกปลอกค้ำสูงสุด
- 3). คำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมยื่น (A_{st}) จากค่า ρ_g ที่คำนวณได้



รูปที่ 2.7 เสาปลอกเดี่ยว

2.2.3.2 การออกแบบโดยวิธีกำลัง (Strength Design Method : SDM)

การคำนวณออกแบบโดยวิธีนี้เป็นการพิจารณาหาขนาดของส่วนโครงสร้างคอนกรีตและปริมาณของเหล็กเสริมที่สภาวะก่อนที่ส่วนโครงสร้างนั้นจะเกิดการวิบัติ ทั้งนี้อนุญาตให้วิเคราะห์หาค่าแรงภายในต่างๆที่กระทำต่อส่วนของโครงสร้าง โดยอาศัยทฤษฎีอิลาสติกได้ ซึ่งให้ความปลอดภัยพอเพียงและช่วยให้การคำนวณออกแบบง่ายขึ้นมาก

เหตุผลของการเลือกใช้วิธีกำลังในการคำนวณออกแบบโครงสร้าง คสล. ได้แก่

1. วิธีกำลังสามารถคาดหมายกำลังต้านทานสูงสุดของส่วนโครงสร้างได้ถูกต้องกว่า เนื่องจากโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจะมีพฤติกรรมแบบไม่ยืดหยุ่นเมื่อรับน้ำหนักมากๆ
2. วิธีกำลังไม่ต้องคำนึงถึงการค้ำของคอนกรีต (Creep) แต่อย่างใด
3. วิธีกำลังช่วยให้เลือกใช้เหล็กเสริมที่มีกำลังจุดครากสูงมากขึ้น ทำให้ประหยัดมากขึ้น
4. วิธีกำลังสามารถคาดคะเนความเสียหายของส่วนโครงสร้างก่อนที่จะเกิดการวิบัติได้ดีกว่า

หลักเกณฑ์ของการคำนวณออกแบบโครงสร้าง คสล. โดยวิธีกำลังมีดังต่อไปนี้

ก). ในภาวะที่ส่วนโครงสร้างจะเกิดการวิบัติเนื่องจากการกระทำของน้ำหนักบรรทุกใช้งานที่เพิ่มค่าแล้ว (factored load) หรือกำลังที่ต้องการ (required strength) ต้องมีค่าไม่เกินกว่ากำลังต้านทานที่ใช้ออกแบบ (design strength) นั่นคือ

$$\text{กำลังที่ใช้ออกแบบ (design strength)} \geq \text{กำลังที่ต้องการ (required strength)}$$

ข). ในภาวะที่ส่วนโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน ค่าการโก่งตัวหรือความกว้างของรอยร้าว เนื่องจากโมเมนต์ดัด (flexural cracks) ต้องไม่มากกว่าพิกัดที่กำหนด

น้ำหนักบรรทุกใช้งานที่เพิ่มค่าแล้ว (factored load)

น้ำหนักบรรทุกใช้งานที่เพิ่มค่าแล้วหรือน้ำหนักประลัยจะได้อาจจากการคูณน้ำหนักบรรทุกด้วยตัวคูณเพิ่มน้ำหนัก (load factor) ซึ่งมีค่าขึ้นอยู่กับประเภทหรือชนิดของน้ำหนักบรรทุกนั้น

ถ้ากำหนดให้ U = น้ำหนักประลัยสูงสุดที่ได้จากน้ำหนักที่เพิ่มค่าแล้ว

D = น้ำหนักบรรทุกคงที่ใช้งาน

L = น้ำหนักบรรทุกจรใช้งานที่กำหนด

W = แรงแลม

E = แรงแสนสะเทือนจากแผ่นดินไหว

มาตรฐาน ACI หรือ ว.ส.ท. กำหนดให้พิจารณาหาหน้าหนักประลัย U เนื่องจากน้ำหนักหรือแรงกระทำต่างๆที่เพิ่มค่าแล้ว ดังต่อไปนี้เช่น

1. อาคารที่ไม่ได้คิดรับแรงลมหรือแรงจากแผ่นดินไหว

$$U = 1.4D + 1.7L$$

2. อาคารที่คิดให้รับแรงลมด้วย

$$U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.7W)$$

$$\text{หรือ } U = 0.9D + 1.3W \quad \text{ให้ใช้ค่า } U \text{ ที่ให้ค่าสูงสุด}$$

3. สำหรับอาคารที่คิดรับแรงจากแผ่นดินไหว

$$U = 1.05D + 1.28L + 1.40E$$

$$\text{หรือ } U = 0.9D + 1.43E \quad \text{ให้ใช้ค่า } U \text{ ที่ให้ค่าสูงสุด}$$

กำลังที่ต้องการ (required strength) หมายถึง กำลังที่ส่วนโครงสร้าง คสล. ต้องรับหรือต้านทาน เช่น แรงอัดประลัย (P_u) โมเมนต์ดัดประลัย (M_u)

กำลังที่ใช้ออกแบบ (design strength) หมายถึง กำลังต้านทานของส่วนโครงสร้างที่คำนวณได้จากข้อสมมติฐาน (nominal strength) แต่ถูกลดค่าลงโดยการคูณด้วยตัวคูณลดกำลัง (strength reduction factor : ϕ)

ตัวคูณลดกำลัง (Strength Reduction Factor : ϕ)

ขึ้นกับประเภทของส่วนโครงสร้าง มาตรฐาน ว.ส.ท. กำหนดค่าของตัวคูณลดกำลัง (ϕ) สำหรับการก่อสร้างที่มีการควบคุมงานและคุณภาพของวัสดุเป็นอย่างดี ดังต่อไปนี้

$$\phi = 0.90 \quad \text{สำหรับแรงอัด (ไม่มีแรงตามแนวแกนกระทำ)}$$

$$= 0.90 \quad \text{สำหรับแรงดึงตามแนวแกนหรือแรงดึงตามแนวแกนร่วมกับแรงดัด}$$

$$= 0.85 \quad \text{สำหรับแรงเฉือนและแรงบิด}$$

$$= 0.75 \quad \text{สำหรับแรงอัดหรือแรงอัดร่วมกับแรงดัดที่เสริมด้วยเหล็กปลอกเกลียว}$$

$$= 0.70 \quad \text{สำหรับแรงอัดหรือแรงอัดร่วมกับแรงดัดที่เสริมด้วยเหล็กปลอกเดี่ยว}$$

$$= 0.70 \quad \text{สำหรับแรงกดหรือแรงแบกทานบนคอนกรีต}$$

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

44 0040 6

TH 25
165

1153

2543 C.2

สมมติฐานเบื้องต้นของการคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลังใช้ข้อสมมติฐานดังนี้

1. ระบายรูปตัดยังคงเป็นระนาบทั้งก่อนและหลังการรับแรงค้ำ นั่นคือ การกระจายของหน่วยการยืดหดตัวในคอนกรีตเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะที่ห่างจากแกนสะเทิน
2. หน่วยการยืดตัวในเหล็กเสริมมีค่าเท่ากับหน่วยการยืดตัวของคอนกรีต ณ ตำแหน่งเดียวกัน
3. หน่วยแรงสูงสุดและหน่วยการยืดหดตัวสูงสุดไม่เป็นสัดส่วนกัน
4. ไม่คิดกำลังต้านทานแรงดึงของคอนกรีตที่อยู่ใต้แนวแกนสะเทิน
5. การแผ่กระจายของหน่วยแรงอัดในคอนกรีตก่อนเกิดการวิบัติ อาจเป็นรูปใดก็ได้ที่สามารถให้ผลการคาดหมายกำลังต้านทานแรงอัดสูงสุดของส่วนโครงสร้างได้ใกล้เคียงกับผลของการทดสอบ แต่หน่วยการหดตัวสูงสุดของคอนกรีตต้องไม่เกิน 0.003 มม./มม.

จากผลการทดสอบพบว่า การกระจายของหน่วยแรงอัดจริงของคอนกรีตที่สภาวะก่อนเกิดการวิบัติเป็นรูปโค้งพาราโบลา โดยมีหน่วยแรงอัดสูงสุดในคอนกรีตประมาณ $0.85f_c'$ แต่การคำนวณหาแรงอัดทั้งหมดในคอนกรีตค่อนข้างยาก เพื่อให้การคำนวณง่ายขึ้น จึงมักพิจารณาให้การแผ่กระจายของหน่วยแรงอัดในคอนกรีตก่อนเกิดการวิบัติเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเทียบเท่า (equivalent rectangular stress block) ตามข้อเสนอของ Whitney กล่าวคือ สมมติให้ หน่วยแรงอัดในคอนกรีตแผ่กระจายเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยมีขนาดของหน่วยแรงอัดสูงสุดเท่ากับ $0.85f_c'$ และให้การแผ่กระจายของหน่วยแรงอัดถูกล้อมรอบด้วยขอบของหน้าตัดและเส้นตรงที่ลากขนานกับแกนสะเทิน ซึ่งมีระยะห่างจากผิวที่มีหน่วยการหดตัวสูงสุดเป็นระยะเท่ากับ a ซึ่งกำหนดให้ระยะ a มีค่าเท่ากับ $\beta_1 c$ เมื่อ c เป็นระยะที่วัดตั้งฉากจากขอบหรือผิวที่มีหน่วยการหดตัวสูงสุดถึงแนวแกนสะเทิน ส่วนค่าของ β_1 กำหนดให้ มีค่าเท่ากับ 0.85 เมื่อกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต f_c' มีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่า 280 กก./ซม.² และเมื่อ f_c' มีค่าสูงกว่า 280 กก./ซม.² ค่าของ β_1 จะลดลงอย่างต่อเนื่องในอัตรา 0.05 สำหรับ f_c' ที่มีค่าเพิ่มขึ้นทุกๆ 70 กก./ซม.² และให้ค่าต่ำสุดของ β_1 เท่ากับ 0.65 นั่นคือ

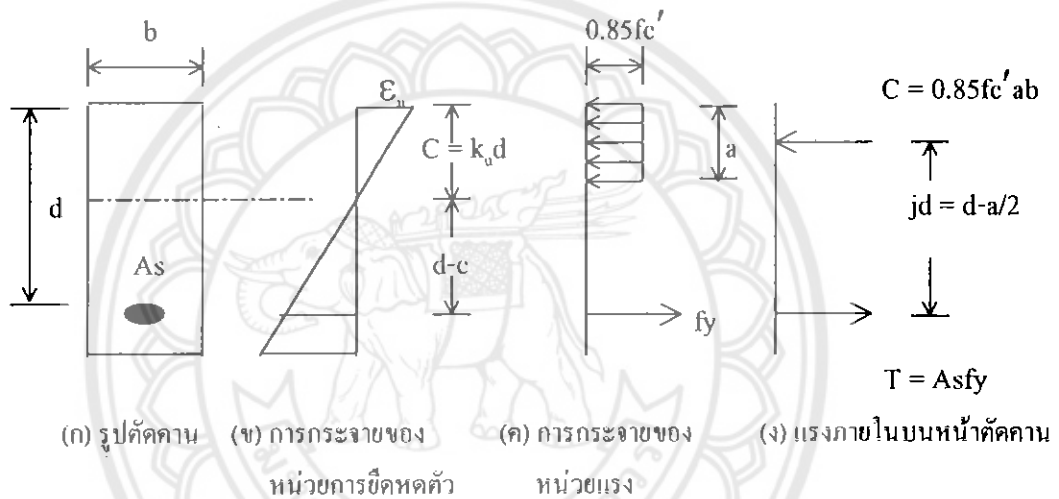
$$\beta_1 = \begin{cases} 0.85 & f_c' \leq 280 \text{ กก./ซม.}^2 \\ 0.85 - 0.05((f_c' - 280)/70) & 280 \text{ กก./ซม.}^2 \leq f_c' \leq 560 \text{ กก./ซม.}^2 \\ 0.65 & f_c' > 560 \text{ กก./ซม.}^2 \end{cases}$$

6. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกับหน่วยการยืดตัวของเหล็กเสริมเป็นแบบฮิสเทติก-พลาสติกโดยสมบูรณ์ ซึ่งหน่วยแรงดึงหรือหน่วยแรงอัดสูงสุดของเหล็กเสริมมีค่าเท่ากับ กำลังที่จุดคราก f_y และโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม มีค่าเท่ากับ 2.04×10^6 กก./ซม.²

ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบคาน (Beam)

กำลังต้านทาน โมเมนต์สูงสุดและ โมเมนต์คดที่ใช้ออกแบบ

กำลังต้านทานโมเมนต์คดและลักษณะของการวิบัติขึ้นกับอัตราส่วนของเหล็กเสริมรับแรงดึง (ρ) ถ้าใช้อัตราส่วนของเหล็กเสริมรับแรงดึง มีค่าน้อยกว่า ρ_b คานจะวิบัติที่ด้านรับแรงดึงโดยเหล็กเสริมมีกำลังถึงจุดครากก่อน แต่ถ้าใช้ ρ มากกว่า ρ_b คานจะวิบัติที่ด้านรับแรงอัด โดยคอนกรีตถูกอัดแตกก่อน โดยในเหล็กเสริมยังไม่ถึงจุดคราก



รูปที่ 2.8 พฤติกรรมในการรับโมเมนต์คดของคาน (Ultimate)

กรณีที่คานวิบัติที่ด้านรับแรงดึง (Yielding failure)

กำลังต้านทาน โมเมนต์คดสูงสุดของคาน M_n

$$M_n = T(jd) = Asfy(d-a/2) \dots\dots\dots(1)$$

หรือ $M_n = C(jd) = 0.85fc'ab(d-a/2) \dots\dots\dots(2)$

เมื่อ jd เป็นช่วงแขนโมเมนต์ = $d-a/2$ หรือ $j = 1-(a/2d) \dots\dots\dots(3)$

ระยะ

$$a = \frac{Asfy}{0.85fc'b} = \frac{\rho fyd}{0.85fc'b}$$

$$\rho = \frac{As}{ba}$$

ซึ่ง ρ เป็นอัตราส่วนของเนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึงต่อเนื้อที่ประสิทธิภาพของคอนกรีต

เมื่อแทนค่าของ a ลงในสมการที่ (1) หรือ (2) จะได้

$$M_n = A_s f_y d (1 - 0.59 \rho f_y / f_c') \quad \text{หรือ} \quad M_n = \rho b d^2 f_y (1 - 0.59 \rho f_y / f_c')$$

หรือ $M_n = R b d^2 \quad \text{กก./ชม.}^2$

เมื่อ $R = \rho f_y j \quad \text{กก./ชม.}^2$

การคำนวณออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็กรับแรงดึงอย่างเดียว

ในการออกแบบคานโดยวิธีกำลังตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ว.ส.ท. ต้องพิจารณาออกแบบโดยใช้อัตราส่วนของเหล็กเสริมรับแรงดึง (ρ) ให้อยู่ระหว่างค่า $14/f_y$ กับค่า $0.75\rho_c$ เพื่อให้คานวิบัติด้านรับแรงดึงก่อน

การคำนวณออกแบบอาจใช้วิธีเลือกปริมาณเหล็กเสริมขึ้นมาก่อนแล้วจึงหาขนาดรูปตัดที่ตรงตามที่หลัง หรือเลือกขนาดรูปตัดขึ้นมาก่อนโดยให้เป็นไปตามพิกัดเกี่ยวกับการโค้งตัว แล้วจึงหาปริมาณเหล็กเสริมที่ตรงตามที่หลัง

ขั้นตอนการออกแบบ

ก. กรณีกำหนดขนาดรูปตัดคานมาให้ และให้หา A_s

1. หาค่าโมเมนต์ค้ำยันที่ตรงที่ตรง M_u

2. หาค่าความลึกประสิทธิภาพ d

3. หาค่า R จากสมการ $R = M_u / b d^2$

4. หาอัตราส่วนของเหล็กเสริม ρ จากสมการ $\rho = 0.85 (f_c' / f_y) (1 - \sqrt{1 - (2R / 0.85 f_c')})$

จะได้ $A_s = \rho b d$

5. เลือกจำนวนและขนาดเหล็กเสริมที่ต้องใช้ หาระยะ d ที่แท้จริง ถ้าได้ค่าน้อยหรือมากกว่าค่าที่สมมติ ให้กลับไปทำในขั้นตอนที่ 2 ใหม่

6. เขียนขนาดรูปตัดคาน และแสดงจำนวน ขนาด และตำแหน่งที่ต้องเสริมเหล็ก

ข. กรณีให้ออกแบบขนาดรูปตัดคาน และให้หา A_s กรณีนี้ทำได้ 2 วิธี

วิธีที่ 1 เลือกใช้ปริมาณเหล็กเสริมก่อนแล้วจึงหาขนาดรูปตัดที่ตรงที่ตรง

1. หาโมเมนต์ค้ำยันที่กระทำ (M_u)

2. สมมติอัตราส่วนของเหล็กเสริมที่จะใช้ โดยให้ $14/f_y \leq \rho \leq 0.75\rho_c$

ปกติเลือกให้ $\rho \leq 0.5\rho_c$ เพื่อไม่ให้เหล็กเสริมแน่นจนเกินไป อีกทั้งยังช่วยควบคุมการโค้งตัวของคานมิให้มีค่าเกินกว่าที่กำหนด

3. หาค่า R จากค่า ρ ที่เลือกใช้
 4. สมมติความกว้าง b แล้วหาความลึก d จากสมการ $d = \sqrt{Mn/Rb}$
อัตราส่วน b/d ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.6
 5. หาความลึกทั้งหมด h และปัดเศษเป็นเลขจำนวนเต็มให้เหมาะสม
 6. หาระยะ d ที่แท้จริงแล้วคำนวณหาค่าจริงของ R จากสมการ $R = Mn/bd^2$
 7. หาอัตราส่วนของเหล็กเสริม ρ โดยใช้ค่า R จากข้อ 6 จะได้เนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมที่ต้องการ
 8. เลือกจำนวนและขนาดเหล็กเสริมที่ต้องใช้
 9. เขียนขนาดรูปตัดคาน และแสดงจำนวน ขนาดและตำแหน่งที่เสริมเหล็ก
- วิธีที่ 2 เลือกใช้ขนาดรูปตัดก่อน แล้วจึงหาปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการ
1. เลือกขนาดรูปตัด b และ d
 2. หาโมเมนต์ดัดประลัยที่กระทำ M_u
 3. หาค่าจริงของ R จากค่า b และ d ด้วยสมการ $R = Mn/bd^2$
 4. หาค่าอัตราส่วน ρ ที่ต้องใช้
 5. หาเนื้อที่หน้าตัดของเหล็กเสริมที่ต้องการ A_s
 6. เลือกจำนวนและขนาดเหล็กเสริมที่ต้องใช้
 7. เขียนขนาดรูปตัดคาน และแสดงจำนวน ขนาด และตำแหน่งที่ต้องการเสริมเหล็ก

แผ่นพื้นทางเดียว (One-Way Slab)

พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กทางเดียว ใช้กับพื้นที่ห้องที่ด้านยาวของแผ่นพื้นมีความยาวมากกว่า 2 เท่า ของด้านสั้น โดยมีที่รองรับตลอดแนวยาวของแผ่นพื้นทั้งสองด้าน

ความหนาของแผ่นพื้น :

เพื่อควบคุมมิให้แผ่นพื้นเสริมเหล็กทางเดียวโก่งตัวมากเกินไป ความหนา (h) ต่ำสุดของแผ่นพื้น ไม่ควรมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.1

โมเมนต์ค้ำ :

หลักเกณฑ์ที่ใช้คำนวณออกแบบแผ่นพื้นแบบนี้เหมือนกับที่ใช้ในการคำนวณออกแบบคานรูปตัดสี่เหลี่ยมรับแรงดึงอย่างเดียว โดยพิจารณาให้แผ่นพื้นทางด้านสั้นที่อยู่ในแนวที่ตั้งฉากกับที่รองรับเสมือนเป็นคานที่มีความกว้างเท่ากับ 1 เมตร และความหนาทั้งหมดของแผ่นพื้นก็คือความลึกทั้งหมดของคาน พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กทางเดียวอาจมีทั้งแบบช่วงเดียวหรือแบบที่ต่อเนื่องหลายช่วงหรือแบบพื้นยื่น ถ้าเป็นแบบช่วงเดียวค่าโมเมนต์ค้ำสูงสุดที่แผ่นพื้นต้องรับมีค่าเท่ากับ $w_u S^2/8$ และถ้าเป็นแบบพื้นยื่นค่าโมเมนต์ค้ำสูงสุดเท่ากับ $w_u S^2/2$ เมื่อ S เป็นความยาวทางด้านสั้นของแผ่นพื้น แต่ถ้าเป็นแผ่นพื้นแบบต่อเนื่องให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์ค้ำและแรงเฉือนตามที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น

แรงเฉือน :

ปกติ แรงเฉือนที่กระทำในแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กทางเดียว (V_u) มักมีค่าน้อยกว่ากำลังรับแรงเฉือนของคอนกรีต ϕV_c เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปริมาณเหล็กเสริมเอกที่ใช้มีค่าน้อยๆ อย่างไรก็ตาม ควรตรวจสอบด้วย โดยพิจารณาที่ระยะ d ซึ่งห่างจากขอบที่รองรับ

การเสริมเหล็ก :

เหล็กเสริมเอก จะจัดวางเรียงให้ตั้งฉากกับคานที่รองรับพื้น นอกจากจะต้องเสริมเหล็กเสริมเอกแล้ว แผ่นพื้นแบบที่ต้องมีเหล็กเสริมกันรั่วหรือเหล็กเสริมด้านการยึดหดตัว ในทิศทางขนานกับคานที่รองรับแผ่นพื้นนั้นด้วย เพื่อป้องกันรอยร้าวในคอนกรีตที่เกิดจากการหดตัวของคอนกรีต

ขนาดของเหล็กเสริมเอกที่ใช้ในแผ่นพื้นต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 6 มม. และต้องวางเรียงให้มีระยะห่างกันไม่เกิน 3 เท่าของความหนาของพื้น หรือไม่เกิน 45 ซม. และเพื่อให้เทคอนกรีตได้สะดวก ระยะเรียงต้องห่างกันไม่น้อยกว่าหนึ่งเท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมเอก หรือ 1.34 เท่าของขนาดโตสุดของหินหรืออย่างน้อยเท่ากับ 2.5 ซม.

อัตราส่วนของเนื้อที่หน้าตัดของเหล็กเสริมกันรั่วต่อเนื้อที่หน้าตัดทั้งหมดของแผ่นพื้นต้องไม่น้อยกว่า ค่าที่กำหนดดังที่กล่าวไว้ข้างต้น และต้องวางเรียงห่างกันไม่เกิน 5 เท่าของความหนาของแผ่นพื้นหรือไม่เกิน 45 ซม.

แผ่นพื้นสองทาง (Two-Way Slab)

ในการออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสองทาง ให้พิจารณาจากแถบพื้นซึ่งกว้างเท่ากับ 1 เมตร ทั้งทางช่วงสั้นและทางช่วงยาว ความหนาของแผ่นพื้นต้องไม่น้อยกว่า 8 ซม. หรือ $1/180$ ของเส้นรอบรูปของแผ่นพื้นนั้น

ถ้าให้ w_u เป็น น้ำหนักที่เพิ่มค่าแล้ว ซึ่งแผ่สม่ำเสมอบนแผ่นพื้น กก./ม.²

C เป็น สัมประสิทธิ์ของโมเมนต์ในแต่ละทิศทาง (ช่วงสั้น, ช่วงยาว) ซึ่งขึ้นกับความต่อเนื่องของแผ่นพื้น (5 กรณี) และอัตราส่วนระหว่างด้านสั้นต่อด้านยาว (S/L) ซึ่งใช้สัญลักษณ์เป็น m. ดังแสดงไว้ในตารางที่ ก.1 ในภาคผนวก ก

ดังนั้น โมเมนต์คัตในแถบกลาง (ทั้งของช่วงสั้นและช่วงยาว) คำนวณได้จาก

$$M_u = C w_u S^2 \quad \text{กก.-ม./ม.}$$

ค่าโมเมนต์คัตที่คำนวณได้ มีทั้งโมเมนต์ลบและโมเมนต์บวก โดยที่ค่าโมเมนต์ลบเป็นโมเมนต์ตรงขอบของคานที่รองรับ ส่วนค่าโมเมนต์บวกเป็นโมเมนต์ตามแนวกึ่งกลางของช่วงพื้น

การเสริมเหล็ก :

เหล็กเสริมเอกในแต่ละแถบของแผ่นพื้นมีทั้งเหล็กบนและเหล็กล่าง เหล็กล่างจะเสริมที่บริเวณกลางช่วงของแผ่นพื้น เนื่องจากต้องรับโมเมนต์บวก ส่วนเหล็กบนจะเสริมบริเวณขอบที่รองรับของแผ่นพื้น เนื่องจากต้องรับโมเมนต์ลบ อย่างไรก็ตาม ที่บริเวณกลางช่วงพื้นจะจัดเหล็กเสริมที่ขนานกับด้านสั้นให้อยู่ที่ด้านล่างสุด และตรงขอบที่รองรับจะจัดให้อยู่ด้านบนสุด เพราะต้องรับน้ำหนักหรือโมเมนต์คัตมากกว่าเหล็กเสริมที่ขนานกับด้านยาว

อนึ่ง เหล็กเสริมทั้งสองทางต้องวางเรียงห่างกันไม่เกิน 3 เท่าของความหนาของแผ่นพื้น และไม่เกิน 45 ซม. ทั้งนี้ต้องมีอัตราส่วนของเหล็กเสริมในแต่ละทิศทางไม่น้อยกว่าอัตราส่วนของเหล็กด้านการยึดคัตที่ระบุไว้

เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete Columns)

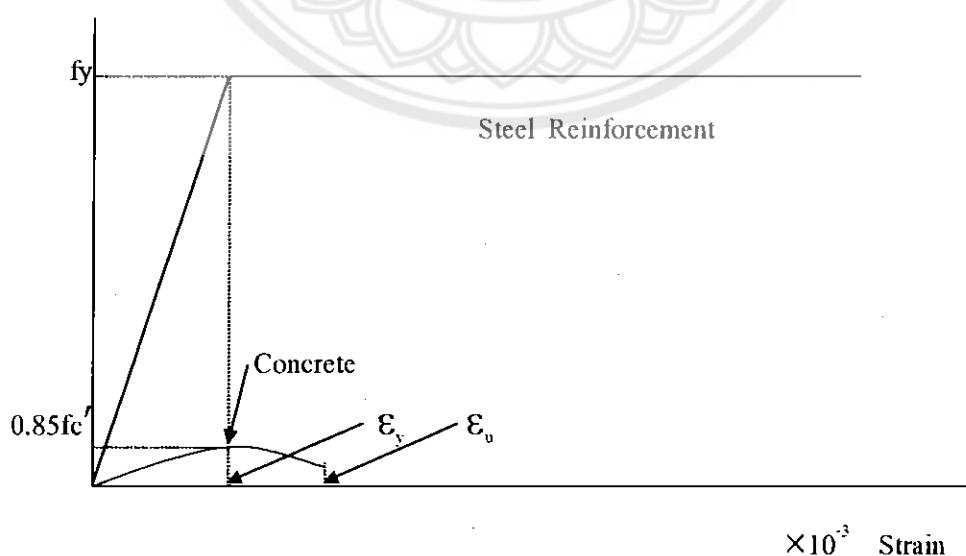
เสาเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างที่รับแรงอัดในแนวแกนและอาจจะทั้งรับแรงอัดและแรงคดร่วมกัน โดยเสาจะรับน้ำหนักที่กระทำจากน้ำหนักบรรทุกจร น้ำหนักคงที่ของพื้น และคาน โดยเสาดังกล่าวเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญมากชนิดหนึ่ง ถ้าหากเกิดการวิบัติหรือเสียหาย อาจทำให้โครงสร้างอาคารส่วนอื่นๆเสียหายตามไปด้วย และอาจยังทั้งทำให้ทั้งโครงสร้างพังลงมาได้

เสาคอนกรีตมีทั้งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า จัตุรัส และวงกลม มีเหล็กยื่นเพื่อช่วยคอนกรีตรับน้ำหนัก และมีเหล็กเสริมทางข้างรัดรอบเหล็กยื่น เพื่อช่วยให้เสามีกำลังต้านทานน้ำหนักมากขึ้น อีกทั้งช่วยให้เสามีพฤติกรรมแบบเหนียวก่อนเกิดการวิบัติ ปรวิญญานีพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาและเปรียบเทียบเฉพาะเสาต้นรับแรงคดทางเดียว โดยมีหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าใช้เหล็กเสริมทางข้างชนิดปลอกเดี่ยว

การวิเคราะห์หาค่ากำลังต้านทานแรงอัดตามแกนของเสาต้น

พิจารณาได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกับหน่วยการหดตัว (Stress-Strain Curves) ทั้งของคอนกรีตและเหล็กเสริม ตามรูปที่ 2.9 โดยกำหนดให้ คอนกรีตมีหน่วยแรงอัดสูงสุดเท่ากับ $0.85f_c'$ และให้คอนกรีตมีหน่วยการหดตัวสูงสุดก่อนวิบัติเท่ากับ 0.003 มม./มม.

Stress



รูปที่ 2.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกับหน่วยการหดตัวของเหล็กและคอนกรีต

ในช่วงอีลาสติก เมื่อหน่วยการหดตัวในเสา ϵ มีค่าน้อย ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกับหน่วยการหดตัวทั้งคอนกรีตและเหล็กเสริมจะเป็นเส้นตรงนั่นคือ

$$f_s = E_s \epsilon_s \quad (\text{เหล็กเสริม})$$

$$f_c = E_c \epsilon_c \quad (\text{คอนกรีต})$$

ดังนั้นก่อนที่คอนกรีตหุ้มจะถูกอัดแตกหน่วยแรงอัดของคอนกรีตจะมีค่าสูงสุดเท่ากับ $0.85f_c'$ และหน่วยแรงอัดของเหล็กเสริมจะมีค่าเท่ากับกำลังที่จุดคราก f_y นั่นคือ

$$\text{กำลังต้านทานแรงอัด} = 0.85f_c' A_c + f_y A_{st}$$

โดย $A_c =$ เนื้อที่หน้าตัดสุทธิของคอนกรีต ($A_g - A_{st}$)

$A_g =$ เนื้อที่หน้าตัดสุทธิทั้งหมดของเสา

$A_{st} =$ เนื้อที่หน้าตัดทั้งหมดของเหล็กยื่นในเสา

สรุป กำลังต้านทานแรงอัดสูงสุดตามแนวแกนของเสา คสล. คือ

$$P_o = 0.85f_c' A_c + f_y A_{st}$$

แต่ถ้าไม่คิดเนื้อที่ของคอนกรีตที่ถูกแทนที่ด้วยเหล็กยื่น จะได้ $A_c = A_g$ นั่นคือ

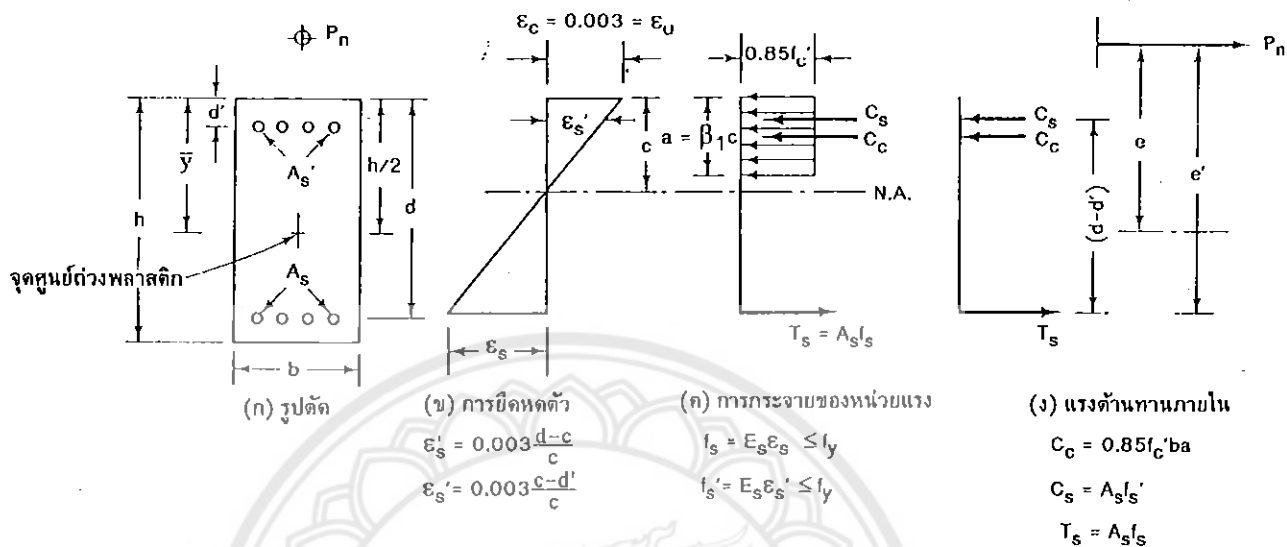
$$P_o = 0.85f_c' A_g + f_y A_{st}$$

พฤติกรรมและกำลังต้านทานเสาสั้นที่รับน้ำหนักเยื้องศูนย์กลาง

ในอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป โครงสร้างจะเป็นโครงเฟรมแบบต่อเนื่อง (continuous frames) และจุดต่อทุกจุดมีสภาพยึดอย่างสมบูรณ์ (rigid joint) ฉะนั้น เมื่อมีแรงกระทำที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของโครงสร้าง จะทำให้เกิดโมเมนต์คดขึ้นในทุกส่วนของโครงสร้างนั้น ซึ่งโมเมนต์คดนี้จะมีค่าสูงสุด ณ ตำแหน่งที่แรงกระทำ และจะลดน้อยลงในส่วนของโครงสร้างที่ไกลออกไป

ขณะที่เสารับแรงอัดตามแนวแกนเท่ากับ P และมีโมเมนต์คดกระทำเท่ากับ M ซึ่งเปรียบเสมือนว่าเสานั้นต้องรับแรงอัดเท่ากับ P แต่กระทำที่ระยะเยื้องศูนย์กลาง $e = M/P$ พฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาจะอยู่ในช่วงอีลาสติก เมื่อแรงอัดที่กระทำมีค่าน้อยประมาณ 0.5 ของแรงอัดสูงสุดที่เสานั้นจะรับได้

พิจารณาเสา คสล. รูปตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด $b \times h$ ที่มีเหล็กยื่นเรียงขนานกับแกนคด และรับแรงอัดสูงสุด P_u มีระยะเยื้องศูนย์กลาง e เมื่อเทียบกับแนวศูนย์กลางวงพลาสติก (plastic centroid) หรือกระทำที่ระยะเยื้องศูนย์กลาง e' เมื่อเทียบกับแนวศูนย์กลางของเหล็กเสริมรับแรงดึง หากสมมุติให้การกระจายของหน่วยการยืด-หดตัว และของหน่วยแรงที่เกิดขึ้นบนหน้าตัดเสา ตามรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 เสารับแรงอัดและแรงดึงพร้อมกัน

จากรูปที่ 2.10 การกระจายของหน่วยแรงบนหน้าตัดเสา จะได้

แรงอัดในคอนกรีต $C_c = 0.85 f_c' b a$

แรงอัดในเหล็กเสริมรับแรงอัด $C_s = A_s' f_s'$

แรงดึงในเหล็กเสริมรับแรงดึง $T_s = A_s f_s$

และจากสมดุลของแรงบนหน้าตัดเสา จะได้

กำลังต้านทานแรงอัดสูงสุด : $P_n = C_c + C_s - T_s$

หรือ $P_n = 0.85 f_c' b a + A_s' f_s' - A_s f_s$ (a)

และเมื่อพิจารณาหาโมเมนต์ค้ำยันรอบแกนศูนย์กลางมวลพลาสติก จะได้

กำลังต้านทานแรงค้ำยันสูงสุด : $M_n = P_n e = C_c (y - a/2) + C_s (y - d') + T_s (d - y)$

หรือ $M_n = P_n e = 0.85 f_c' b a (y - a/2) + A_s' f_s' (y - d) + A_s f_s (d - y)$ (b)

อนึ่ง แทนที่จะพิจารณาหาจากโมเมนต์ค้ำยันรอบแกนศูนย์กลางมวลพลาสติก ดังสมการที่ b ข้างต้น

อาจพิจารณาหาจากโมเมนต์ค้ำยันรอบแกนศูนย์กลางมวลของเหล็กเสริมรับแรงดึงก็ได้ ซึ่งทำให้การวิเคราะห์ดูง่ายขึ้น นั่นคือ

กำลังต้านทานแรงค้ำยัน $M_n' = P_n e' = C_c (d - a/2) + C_s (d - d')$

หรือ $M_n' = P_n e' = 0.85 f_c' b a (d - a/2) + A_s' f_s' (d - d')$ (c)

ในที่นี้ f_s = หน่วยแรงในเหล็กเสริมรับแรงดึง ซึ่งวิเคราะห์ได้จากรูปการกระจายของหน่วยการยืดหดตัว คือ

$$E_s \epsilon_s = E_s(0.003(d-c))/c = E_s(0.003(\beta_1 d - a))/a \leq f_y$$

$f_s' =$ หน่วยแรงในเหล็กเสริมรับแรงอัด ซึ่งวิเคราะห์ได้จากรูปการกระจายของหน่วยการยืดหดตัว คือ

$$E_s \epsilon_s' = E_s(0.003(c-d'))/c = E_s(0.003(a-\beta_1 d'))/a \leq f_y$$

$Y =$ ระยะที่วัดจากขอบรับแรงอัดถึงแนวศูนย์กลางวงพลาสติก

สมการดังกล่าวข้างต้น เป็นสมการพื้นฐานที่ใช้หาค่ากำลังต้านทานสูงสุดของรูปตัดเสา เมื่อเสาต้องรับแรงอัดและโมเมนต์คดพร้อมกัน รวมถึงการวิบัติของเสาในแบบต่างๆดังที่จะกล่าวต่อไป

สรุป การวิเคราะห์หาค่ากำลังต้านทานสูงสุดของเสาสั้นที่รับน้ำหนักเยื้องศูนย์กลาง :

การวิเคราะห์หาค่ากำลังต้านทานแรงอัดและโมเมนต์คดสูงสุดของเสาสั้น อาจพิจารณาจากสมการ (a) และจากสมการ (c) ซึ่งต้องใช้วิธีลองผิดลองถูก เนื่องจากมีตัวแปรหลายตัว ขั้นตอนของการวิเคราะห์อาจกระทำดังนี้

1. สมมติค่าแห่งแนวแกนสะเทิน (c) หรือระยะ a (เนื่องจาก $a = \beta_1 c$) โดยอาจสมมติให้ $a = b/2$
2. หาหน่วยแรงในเหล็กเสริมรับแรงดึงและในเหล็กเสริมรับแรงอัด จาก

$$f_s = E_s(0.003(\beta_1 d - a))/a \leq f_y \text{ และ } f_s' = E_s(0.003(a - \beta_1 d'))/a \leq f_y$$
3. หาค่ากำลังต้านทานแรงอัด โดยใช้สมการ (c) นั่นคือ

$$P_n = [0.85f_c' b a (d - a/2) + A_s f_s' (d - d')]/c'$$
4. กลับไปคำนวณหาค่าระยะ a โดยใช้สมการ (a)

$$a = P_n - A_s' f_s' + A_s f_s / (0.85f_c' b)$$
5. ตรวจสอบค่า a ที่ได้ข้างต้นว่าตรงกับที่สมมติไว้หรือไม่ หากมีค่าเท่ากันก็ทราบค่ากำลังต้านทานสูงสุดทันที แต่ถ้ามีค่าไม่เท่ากันให้กลับไปทำในขั้นตอนที่ 2 ใหม่โดยใช้ระยะ a (จากขั้นตอนที่ 4) เป็นค่าที่สมมติ ซึ่งจะได้ออกคำตอบเข้าสู่ค่าที่แท้จริงอย่างรวดเร็ว

ลักษณะการวิบัติของเสาสั้นที่รับน้ำหนักเยื้องศูนย์กลาง

ลักษณะการวิบัติของเสาที่รับแรงอัดและแรงคดร่วมกัน ขึ้นกับหน่วยการยืดหดตัวของเหล็กเสริมรับแรงดึงที่สภาวะวิบัตินั้น ซึ่งอาจวิบัติแบบแรงดึงเป็นหลัก (tension failure) หรือวิบัติแบบแรงอัดเป็นหลัก (compression failure)

การวิบัติแบบแรงดึงเป็นหลักจะเกิดหลังจากเหล็กเสริมรับแรงดึงถูกดึงถึงจุดครากแล้วคอนกรีตถูกอัดแตกต่อมา ซึ่งเป็นกรณีที่เสารับแรงอัดโดยมีระยะเยื้องศูนย์กลางมาก หรือรับโมเมนต์คดมากนั่นเอง ส่วนการวิบัติแบบแรงอัดเป็นหลักจะเกิดจากคอนกรีตถูกอัดแตกก่อนที่เหล็กเสริมรับ

แรงดึงจะถูกดึงถึงจุดคราก ซึ่งเป็นกรณีที่เสารับแรงอัดโดยมีระยะเชิงศูนย์น้อย หรือรับโมเมนต์คดน้อยนั่นเอง

การวิบัติของเสาในลักษณะที่เหล็กเสริมรับแรงดึงถูกดึงถึงจุดครากพร้อมกับคอนกรีตถูกอัดแตกโดยคอนกรีตมีหน่วยการหดตัวสูงสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.003 มม./มม. เรียกว่า การวิบัติแบบสมดุล (balanced failure)

ฉะนั้น ถ้าให้ P_n เป็นกำลังต้านทานแรงอัดสูงสุดของรูปตัดเสา และให้ P_{nb} เป็นกำลังต้านทานแรงอัดสูงสุด ณ สภาวะสมดุลย์ ของเสารูปตัดนั้น จะพบว่า

- เมื่อ $P_n < P_{nb}$ จะเกิดการวิบัติแบบแรงดึงเป็นหลัก
- เมื่อ $P_n = P_{nb}$ จะเกิดการวิบัติแบบสมดุล
- เมื่อ $P_n > P_{nb}$ จะเกิดการวิบัติแบบแรงอัดเป็นหลัก

กำลังต้านทานของเสารูปตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่สภาวะสมดุลย์

สำหรับการวิบัติที่สภาวะสมดุลย์ คอนกรีตจะถูกอัดจนกระทั่งมีค่าหน่วยการหดตัวสูงสุด ϵ_u เท่ากับ 0.003 มม./มม. พร้อมกันกับที่หน่วยการยืดตัวของเหล็กเสริมรับแรงดึงมีค่าเท่ากับหน่วยการยืดตัวที่จุดคราก ϵ_y ซึ่งคล้ายคลึงกับการวิบัติของคานที่อยู่ในสภาวะสมดุลย์ ส่วนในเสาจะอยู่ในสภาวะสมดุลย์ดังกล่าวภายใต้ค่าเฉพาะของ P_{nb} และ e_b คู่หนึ่งเท่านั้น

จากหลักการของสามเหลี่ยมคล้ายในรูปของการกระจายของหน่วยการยืดหดตัว จากรูปที่จะได้ระยะจากขอบบนของส่วนรับแรงอัดถึงแนวแกนสะเทินมีค่าเท่ากับ

$$C_b = \epsilon_u d / (\epsilon_u + \epsilon_y) = 0.003d / (0.003 + f_y/E_s) \dots\dots\dots(d)$$

แต่ระยะ $ab = \beta_1 C_b$ ดังนั้น $ab = \beta_1 d (0.003 / (0.003 + f_y/E_s)) \dots\dots\dots(e)$

กำลังต้านทานแรงอัดที่สภาวะสมดุลย์ P_{nb} และระยะเชิงศูนย์สมดุลย์ e_b จะหาได้โดยแทนค่าระยะ ab จากสมการ (e) ลงในสมการ (a) และ (b) นั่นคือ

$$P_{nb} = 0.85f'_c b \cdot ab + A_s f'_s - A_s f_y \dots\dots\dots(f)$$

$$M_{nb} = P_{nb} \cdot e_b = 0.85f'_c b \cdot ab(y-ab/2) + A_s f'_s (y-d') + A_s f_y (d-y) \dots\dots\dots(g)$$

หรือถ้าพิจารณาจากสมการ (c) จะได้

$$M_{nb}' = P_{nb} \cdot e_b' = 0.85f'_c b \cdot ab(d-ab/2) + A_s f'_s (d-d') \dots\dots\dots(h)$$

ในเมื่อ $f'_s = E_s \epsilon_s' = E_s (0.003(C_b - d')/C_b) \leq f_y$

$y =$ ระยะที่วัดจากขอบรับแรงอัดถึงแนวศูนย์ถ่วงพลาสติก

ระยะเยื้องศูนย์กลางสมมูลโดยประมาณ

เพื่อให้การพิจารณาคำนวณออกแบบเสถียรง่ายขึ้น J.G. MacGregor ได้ให้ค่าโดยประมาณของระยะเยื้องศูนย์กลางสมมูล (e_c) เมื่อเทียบกับแนวศูนย์กลางมวลพลาสติก ดังต่อไปนี้

$$\text{สำหรับเสาปลอกเดี่ยว } e_c = (0.20+0.77\rho_m)h \quad \dots\dots\dots(i1)$$

$$\text{สำหรับเสาปลอกเกลียว } e_c = (0.24+0.39\rho_m)h \quad \dots\dots\dots(i2)$$

ในที่นี้ $\rho_m = A_s/A_g$, $m = f_y/0.85f'_c$ และ h = ความลึกของเสาในทิศทางที่รับโมเมนต์

กำลังต้านทานของเสารูปตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าในช่วงแรงดึงเป็นหลัก

สำหรับการวิบัติแบบแรงดึงเป็นหลัก เกิดในกรณีที่ระยะเยื้องศูนย์กลางมีค่ามากกว่าระยะเยื้องศูนย์กลางสมมูล ($e > e_c$) หรือเมื่อ $P_n < P_{nb}$ โดยเหล็กเสริมรับแรงดึงถูกดึงถึงจุดครากก่อนที่คอนกรีตจะถูกอัดแตก กำลังต้านทานสูงสุดของรูปตัดสามารถหาได้จากสมการ (a) และ (b) เมื่อแทนค่า f_s ด้วย f_y ส่วนหน่วยแรงอัดในเหล็กเสริมรับแรงอัดอาจถึงจุดครากหรือไม่ก็ได้ซึ่งต้องตรวจสอบค่าที่แท้จริง

ในทางปฏิบัติ จะเสริมเหล็กรับแรงอัดเท่ากับเหล็กเสริมรับแรงดึง ($A_s = A_s'$) ดังนั้นระยะ $y = h/2$ และถ้าสมมติว่า หน่วยแรง f_s' มีค่าเท่ากับ f_y จะวิเคราะห์ได้ว่า

$$P_n = 0.85f'_c b a \quad \dots\dots\dots(j)$$

$$M_n = P_n e = 0.85f'_c b a (h/2 - a/2) + A_s f_y (d - d') \quad \dots\dots\dots(k)$$

แต่จากสมการ (j) จะได้ ระยะ $a = P_n / 0.85f'_c b$

เมื่อแทนค่าของระยะ a ที่ได้ลงในสมการ (k) และสังเกตว่าค่าของ $0.85f'_c b a$ ในสมการ (k) ก็คือค่าของ P_n นั่นเอง ดังนั้น จะได้สมการกำลังสอง

$$(P_n^2 / (2 \times 0.85f'_c b)) - P_n (h/2 - e) - A_s f_y (d - d') = 0$$

ซึ่งจะหาได้ว่า $P_n = 0.85f'_c b [(h/2 - e) + \sqrt{(h/2 - e)^2 + (2A_s f_y (d - d') / 0.85f'_c b)}]$

แต่เมื่อให้ $\rho = \rho' = A_s / bd$ และให้ $m = f_y / 0.85f'_c$ จะได้

$$P_n = 0.85f'_c b d [(h - 2e/2d) + \sqrt{(h - 2e/2d)^2 + 2m\rho(1 - d'/d)}] \quad \dots\dots\dots(l)$$

เมื่อแทนระยะเยื้องศูนย์กลาง e ด้วย e' ซึ่งเป็นระยะเยื้องศูนย์กลางเมื่อวัดเทียบกับแนวศูนย์กลางมวลของเหล็กเสริมรับแรงดึง นั่นคือ $e' = [e + (d - 0.5h)]$ หรือ $(h - 2e)/2d = 1 - (e'/d)$ จากรูปที่ จะได้

$$P_n = 0.85f'_c b d [(1 - e'/d) + \sqrt{(1 - e'/d)^2 + 2m\rho(1 - d'/d)}] \quad \dots\dots\dots(m)$$

หมายเหตุ ต้องตรวจสอบด้วยว่าเหล็กยื่นด้านรับแรงอัดมีกำลังถึงจุดครากหรือไม่

กำลังต้านทานของเสารูปตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าในช่วงแรงอัดเป็นหลัก

สำหรับการวิบัติแบบแรงอัดเป็นหลักเกิดในกรณีที่ระยะเยื้องศูนย์กลางมีค่าน้อยกว่าระยะเยื้องศูนย์กลางสมมูล ($e < e_o$) หรือเมื่อ $P_n > P_{nb}$ โดยคอนกรีตถูกอัดแตก ($\epsilon_u = 0.003$ มม./มม.) ก่อนที่เหล็กเสริมรับแรงดึงจะถูกดึงถึงจุดคราก ($f_s < f_y$)

จากรูปการกระจายของหน่วยการยืดหดตัว (รูปที่ 2.10) จะได้

$$c = (\epsilon_u / \epsilon_u + \epsilon_s) d = 0.003 / (0.003 + (f_s / E_s)) d$$

ซึ่งหน่วยแรงดึงในเหล็กเสริมรับแรงดึง เท่ากับ

$$f_s = E_s \epsilon_u (d - c / c) = E_s (0.003) (d - (a / \beta_1)) / (a / \beta_1)$$

หากนำค่าหน่วยแรง f_s ที่ได้นี้ แทนลงในสมการ (a) และ (b) และพยายามหาค่าของระยะ a จะได้สมการกำลังสาม ซึ่งเมื่อแก้สมการแบบวิธีลองผิดลองถูกดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จะสามารถหาค่ากำลังต้านทานสูงสุดของเสาในกรณีนี้ได้

อนึ่ง เมื่อระยะเยื้องศูนย์กลาง e มีค่าน้อย ตำแหน่งของแกนสะเทิน c จะมีค่ามากกว่าความลึก h ของรูปตัดเสา นั่นคือ หน้าตัดทั้งหมดของเสาจะรับแต่หน่วยแรงอัดอย่างเดียว ดังนั้น ในการวิเคราะห์หากำลังต้านทานในกรณีนี้ มักจะสมมุติให้หน่วยแรงอัดบนรูปตัดเสาเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เทียบเท่าและกระจายเต็มตลอดหน้าตัดเสา โดยมีค่าหน่วยแรงอัดเฉลี่ยเท่ากับ $0.85f_c'$ ทั้งนี้เพื่อการคำนวณได้ง่ายขึ้นนั่นเอง ซึ่งจะได้

$$P_n = 0.85f_c'bh + A_s'f_s' + A_sfy$$

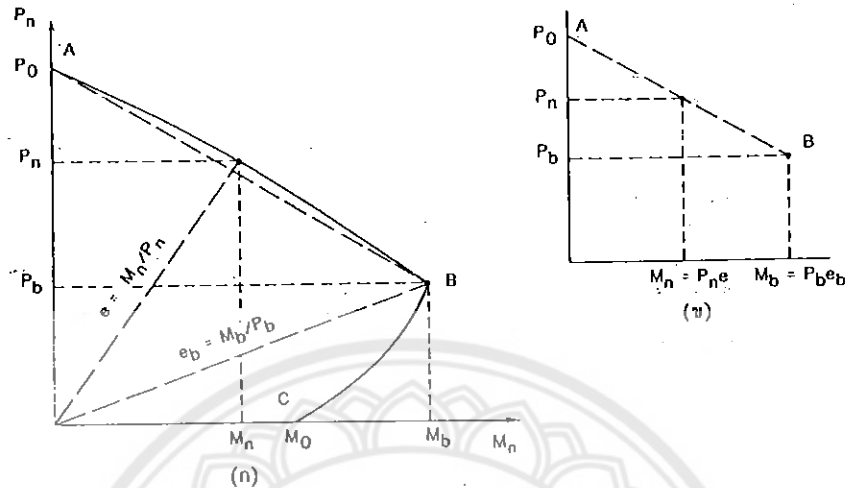
$$M_n' = P_n e' = 0.85f_c'bh(d-h/2) + A_s'f_s'(d-d')$$

หากระยะเยื้องศูนย์กลาง e มีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือ เสารับแต่แรงอัดตามแนวแกนอย่างเดียว ฉะนั้น หน่วยการหดตัวของคอนกรีตและของเหล็กยื่นมีค่าเท่ากัน และถ้าเหล็กยื่นในเสามีกำลังจุดครากเท่ากัน ดังนั้น จะได้

$$P_o = 0.85f_c'bh + A_s'fy + A_sfy = 0.85f_c'Ac + A_s't.fy$$

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงอัดกับแรงดัด (Interaction Diagrams)

การวิบัติของเสามีสองช่วง คือ วิบัติแบบแรงอัดเป็นหลัก ซึ่งคอนกรีตถูกอัดแตกก่อนจนถึงจุดวิบัติแบบสมมูลช่วงหนึ่ง และวิบัติแบบแรงดึงเป็นหลักอีกช่วงหนึ่งซึ่งเกิดที่ด้านรับแรงดึง โดยที่เหล็กเสริมรับแรงดึงถูกดึงถึงจุดครากก่อนที่คอนกรีตถูกอัดแตกก่อน หากนำความสัมพันธ์ของกำลังต้านทานแรงอัดและแรงดัดในแต่ละช่วงมาเขียนกราฟ จะทำให้เห็นภาพรวมของกำลังต้านทานของเสาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น กราฟที่ได้เรียกว่า Interaction Diagram



รูปที่ 2.11 Interaction Diagram

จากรูปที่ 2.11 แกนตั้งเป็นแกนแสดงกำลังด้านทานแรงอัด แกนนอนเป็นแกนแสดงกำลังด้านทานแรงดึง

จุด A แสดงกำลังด้านทานแรงอัดสูงสุด (P_0) เมื่อมีแรงอัดกระทำตามแนวแกนอย่างเดียว

จุด B แสดงกำลังด้านทานสูงสุดเมื่อเกิดการวิบัติแบบสมดุล (Balanced Failure) โดยคอนกรีตถูกอัดแตกพร้อมกับเหล็กเสริมรับแรงดึงถูกดึงถึงจุดคราก ค่าของ P_n และ M_n ทุกคู่ที่อยู่ระหว่างจุด A และจุด B แสดงถึงกำลังด้านทานสูงสุดในช่วงที่แรงอัดเป็นหลัก (Compression Failure) ซึ่งการวิบัติของหน้าตัดเริ่มจากคอนกรีตถูกอัดแตกก่อน ค่าของ P_n และ M_n ทุกคู่ที่อยู่ระหว่างจุด B และจุด C แสดงถึงกำลังด้านทานสูงสุดในช่วงที่แรงดึงเป็นหลัก (Tension Failure) ซึ่งการวิบัติของหน้าตัดเริ่มจากเหล็กเสริมรับแรงดึงถึงจุดครากก่อน โดยแนวแกนสะเทินจะเลื่อนเข้าหาขอบรับแรงอัดและคอนกรีตถูกอัดแตกในที่สุด

จุด C แสดงถึงกำลังด้านทานแรงดึงสูงสุดเมื่อมีแต่โมเมนต์คดกระทำ

ความชันของเส้นรัศมีที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดต่างๆบนกราฟนี้ มีค่าเท่ากับอัตราส่วนกลับของระยะเชิงศูนย์กลาง หรืออีกในหนึ่ง คือ อัตราส่วนกลับของความชันของเส้นรัศมีแสดงถึงระยะเชิงศูนย์กลางที่เทียบจากแนวศูนย์กลางวงพลาสติก นั่นคือ $e = M_n/P_n$

สังเกตว่า ในช่วงแรงอัดเป็นหลัก เมื่อค่าของ P_u เพิ่มมากขึ้น ค่าของ M_u จะลดน้อยลง เนื่องจาก เมื่อเพิ่มแรงอัดมากขึ้นจะทำให้หน่วยการหดตัวในคอนกรีตมีค่ามากขึ้น ดังนั้นคอนกรีตจึงรับหน่วยการหดตัวที่เกิดจากแรงคืบได้น้อยลง ทั้งนี้เพราะกำหนดให้หน่วยการหดตัวสูงสุดของคอนกรีตเท่ากับ 0.003 มม./มม. เท่านั้น และด้วยเหตุผลที่คล้ายกันในช่วงแรงดึงเป็นหลัก เมื่อค่าของ P_u เพิ่มมากขึ้น ค่าของ M_u จะเพิ่มมากขึ้นด้วยเพราะ เมื่อหน่วยการหดตัวในเหล็กเสริมที่เกิดจากแรงอัดมากขึ้นเท่าใด เหล็กเสริมก็จะสามารถรับหน่วยการยืดตัวที่เกิดจากโมเมนต์ค้มมากขึ้นเท่านั้นจนกว่าหน่วยการยืดตัวของเหล็กเสริมจะถึงจุดคราก

กราฟแสดงความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถนำไปใช้ในการคำนวณออกแบบเสา คสล. เพื่อหาปริมาณของเหล็กขึ้นที่ต้องการ และทำให้ทราบว่ากรณีวิบัติของเสาจะเป็นแบบใด และเพื่อให้เกิดความมั่นใจก็อาจวิเคราะห์กลับเพื่อหาค่าลึงด้านทานที่แท้จริง

อนึ่ง ควรเขียน Interaction Diagram ให้อยู่ในพจน์ที่ไร้มิติ เพื่อให้สามารถนำไปใช้คำนวณออกแบบเสา คสล. ได้กับทุกประเทศทั่วโลกที่มีหน่วยวัดต่างกัน คือ เขียนระหว่างค่า $P_u/bhfc'$ กับ M_u/bh^2fc' โดยให้มีส่วนสัมพันธ์กับค่าของ e/h และ ρ_m ต่างๆ ซึ่งเป็นพจน์ที่ไร้มิติเช่นกัน (ในที่นี้ $\rho_t = A_{st}/A_g$, $m = f_y/0.85f_c'$ และ h = ความลึกของเสาในทิศทางที่รับโมเมนต์ค้ม) ทั้งนี้ กราฟออกแบบต่างๆที่แสดงได้จากสมมุติให้เหล็กขึ้นด้านที่รับแรงอัดมีกำลังถึงจุดคราก (ซึ่งต้องตรวจสอบด้วย) และสมมุติให้ความสัมพันธ์ในช่วงที่แรงอัดเป็นหลักเป็นแบบเส้นตรง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการคำนวณออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว

ข้อกำหนดในการออกแบบแผ่นพื้นทางเดียว

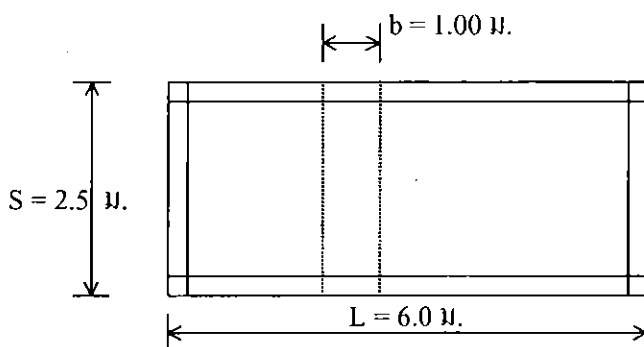
- 1) $m \leq 0.5$
- 2) ความหนาต่ำสุดของแผ่นพื้นไม่ควรมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.1
- 3) ขนาดของเหล็กเสริมเอกต้องไม่เล็กกว่า 6 มม. และระยะเรียงไม่เกิน 3 เท่าของความหนาแผ่นพื้นหรือไม่เกิน 45 ซม. อัตราส่วนของเนื้อที่หน้าตัดของเหล็กเสริมกันร้าวต่อเนื้อที่หน้าตัดทั้งหมดของแผ่นพื้นต้องไม่น้อยกว่าค่าต่อไปนี้ คือ

แผ่นพื้นที่ใช้เหล็กกลมผิวเรียบ SR 24	0.0025
แผ่นพื้นที่ใช้เหล็กข้ออ้อย SD 30	0.0020
แผ่นพื้นที่ใช้เหล็กข้ออ้อย SD 40	0.0018
- 4) ในการออกแบบให้คิดปริมาณเหล็กเสริมเสมือนหน้าตัดคานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าต่อความกว้าง 1.00 เมตร

3.1.1 การคำนวณออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

ในการคำนวณออกแบบ จะพิจารณาความกว้างของแผ่นพื้นต่อเมตรเป็นความกว้างของคาน ($b = 1.00$ เมตร) และมีความลึกเท่ากับความหนาของแผ่นพื้น ความหนาของแผ่นพื้นจะต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.1

ตัวอย่าง ังออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่มีด้านสั้นยาว 2.50 เมตร และด้านยาวยาว 6.00 เมตร รับน้ำหนักบรรทุกจร 100 กก./ม.^2 กำหนดให้ $f_c' = 200 \text{ กก./ชม.}^2$, $f_s = 1,700 \text{ กก./ชม.}^2$ และ $n = 10$



วิธีทำ อัตราส่วนระหว่างช่วงยาวต่อช่วงสั้น ; $L/S = 6.0/2.5 = 2.40 > 2$

เนื่องจาก $L/S > 2$; คำนวณออกแบบเป็นแผ่นพื้นทางเดียว

ความหนาของแผ่นพื้นตามตารางที่ 2.1 ; $t = S/20 = 250/20 = 12.5$ ซม.

เลือกความหนาของแผ่นพื้น = 15 ซม.

น้ำหนักคงที่ของแผ่นพื้น = $0.15 \times 1.0 \times 2,400 = 360$ กก./ม.

น้ำหนักบรรทุกจร = $100 \times 1.0 = 100$ กก./ม.

น้ำหนักบรรทุกรวม ; $W = 100 + 360 = 460$ กก./ม.

พิจารณาแถบของพื้นกว้าง 1.00 เมตร ($b = 1.00$ เมตร)

โมเมนต์ค้ด $M = WL^2/8 = 460 \times (2.5)^2/8 = 360$ กก.-ม.

$f_c = 0.45f_c' = 0.45 \times 200 = 90$ กก./ซม.²

ความลึกประสิทธิภาพที่ต้องการ ;

$$\begin{aligned} d_{req} &= \sqrt{\frac{M}{0.5 f_c k_j b}} \\ &= \sqrt{\frac{360 \times 100}{0.5 \times 90 \times 0.346 \times 0.885 \times 100}} \\ &= 5.11 \text{ ซม.} \end{aligned}$$

ในตัวอย่างนี้ $t = 15$ ซม. กำหนดคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริม เท่ากับ 5 ซม. และให้ $d = 10$ ซม.

ปริมาณเหล็กเสริมออก ;

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M}{f_s j d} \\ &= \frac{360 \times 100}{1,700 \times 0.885 \times 10} \\ &= 2.39 \text{ ซม.}^2/\text{ม.} \end{aligned}$$

ปริมาณเหล็กเสริมกันร้าว ;

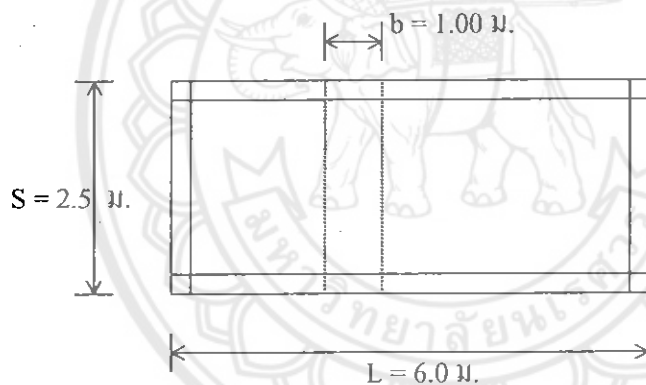
$$\begin{aligned} A_t &= 0.0018bt \\ &= 0.0018 \times 100 \times 15 \\ &= 2.70 \text{ ซม.}^2/\text{ม.} \end{aligned}$$

3.1.2 การคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลัง

ขั้นตอนการคำนวณออกแบบ

- 1). หาความหนา (t) ของแผ่นพื้น
- 2). หาโมเมนต์ดัดประลัยที่กระทำ (M_u) และโมเมนต์ที่นำไปออกแบบ (M_n)
- 3). หาโมเมนต์ต้านทานของคอนกรีต
- 4). หาปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการ A_s ต่อความกว้าง 1.00 เมตร
- 5). หาปริมาณเหล็กเสริมกันร้าวต่อความกว้าง 1.00 เมตร

ตัวอย่าง ังออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งรับน้ำหนักบรรทุกใช้งานเท่ากับ 100 กก./ม.^2 กำหนดให้ $f_y = 4,000 \text{ กก./ซม.}^2$ และ $f_c' = 200 \text{ กก./ซม.}^2$



วิธีทำ

1. หาความหนาของแผ่นพื้น (t_{\min})
 จากตารางที่ 2.1 ; $t_{\min} = S/20 = 250/20 = 12.5 \text{ ซม.}$
 ใช้ $t = 15 \text{ ซม.}$
2. หาโมเมนต์ดัดจากน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มค่าแล้ว
 พิจารณาแผ่นพื้นกว้าง 1.0 เมตร
 น้ำหนักบรรทุกคงที่ของแผ่นพื้น $= 0.15 \times 1 \times 2,400$
 $= 360 \text{ กก./ม.}$

ดังนั้น น้ำหนักบรรทุก $W_u = 1.4(360) + 1.7(100) = 674 \text{ กก./ม.}$

หาโมเมนต์ดัดประลัยที่กระทำ $M_u = (1/8)(674)(2.5)^2 = 526 \text{ กก.-ม.}$

หาโมเมนต์ดัดที่นำไปออกแบบ $M_n = M_u/\phi = 526/0.9 = 584 \text{ กก.-ม.}$

หาความลึกประสิทธิภาพที่ต้องการ (d_{req}) :

$$R = 0.16fc' = 32 \text{ กก./ซม.}^2$$

$$d_{req} = \sqrt{\frac{584 \times 100}{32 \times 100}} = 4.27 \text{ ซม.}$$

ใช้ $d = 10$ ซม.

3. หาโมเมนต์ต้านทานโดยคอนกรีต (M_R)

$$\begin{aligned} M_R &= Rbd^2 = 32 \times 1 \times 10^2 \\ &= 3,200 \text{ กก.-ม.} \end{aligned}$$

เนื่องจาก $M_R > M_n \rightarrow$ Single Reinforced Beam

4. หาปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการต่อความกว้าง 1.00 เมตร

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M_n}{fyjd} = \frac{584 \times 100}{4,000 \times 0.89 \times 10} \\ &= 1.64 \text{ ซม.}^2/\text{ม.} \end{aligned}$$

ปริมาณเหล็กเสริมกันร้าว ;

$$\begin{aligned} A_t &= 0.0018bt \\ &= 0.0018 \times 100 \times 15 \\ &= 2.70 \text{ ซม.}^2/\text{ม.} \end{aligned}$$

3.2 วิธีการคำนวณออกแบบแผ่นพื้นสองทาง

ข้อกำหนดในการออกแบบแผ่นพื้นสองทาง

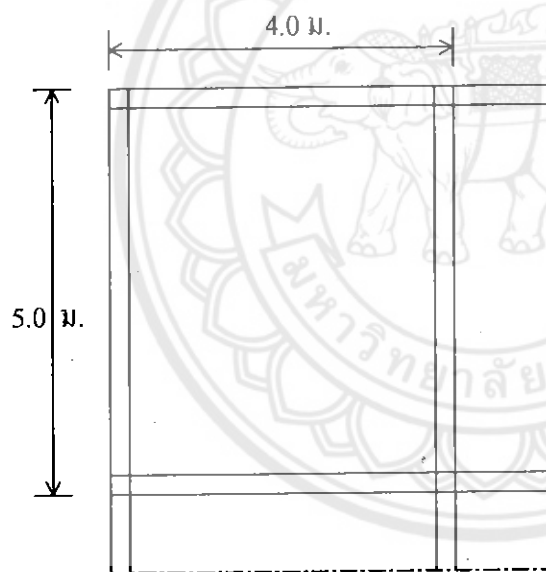
- 1) $m > 0.5$
- 2) ความหนาของแผ่นพื้นต้องไม่น้อยกว่า 8 ซม. หรือ $1/180$ ของเส้นรอบรูปของแผ่นพื้นนั้น
- 3) ค่าสัมประสิทธิ์ของโมเมนต์ (C) หาได้จากตาราง ก.1 ในภาคผนวก ก
- 4) เหล็กเสริมทั้งเหล็กบน และเหล็กล่างต้องวางเรียงห่างกันไม่เกิน 3 เท่าของความหนาของแผ่นพื้น และไม่เกิน 45 ซม.
- 5) ในการออกแบบให้คิดปริมาณเหล็กเสริมเสมือนหน้าตัดคานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าต่อความกว้าง 1.00 เมตร

3.2.1 การคำนวณออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงงาน

ขั้นตอนการคำนวณออกแบบ

- 1). หาความหนา (t) ของแผ่นพื้น
- 2). หาโมเมนต์ค้ดค้เนื่องจกน้ำน้กักรวมทั้งหมด (M)
- 3). หาค้ค่าความลึกประสิทธิผลที่ค้ต้องการ (d_{req})
- 4). ค้คำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมที่ค้ต้องการค้ความกว้าง 1.00 เมตร

ตัวอย่าง จงออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสองทางที่มุมนอกของอาคารซึ่งมีค้านรองรับทั้งสี่ด้าน รับน้ำน้กักรวม 100 กก./ม.² กำหนดให้ $f_y = 3,000$ กก./ชม.² และ $f_c' = 200$ กก./ชม.²



วิธีทำ

1. หาความหนาของแผ่นพื้น (t)

ความหนาของแผ่นพื้นอย่างน้อย = 8 ซม.

$$\begin{aligned} \text{หรือ} \quad &= (1/180)[(2 \times 400) + (2 \times 500)] \\ &= 10 \text{ ซม.} \end{aligned}$$

เลือกใช้ความหนาของแผ่นพื้น = 15 ซม.

2. หาโมเมนต์ค้ดจากน้ำหนักบรรทุกรวมทั้งหมด

$$DL \text{ แผ่นพื้น} = 0.15 \times 2,400 = 360 \text{ กก./ม.}^2$$

$$\text{ค้ดนี้้ Wu} = 100 + 360 = 460 \text{ กก./ม.}^2$$

$$\therefore Mu = C(460)(4) = 7,360C \text{ กก.-ม./ม.}$$

ซึ่งหาค่าได้ค้ดนี้้

ส.ป.ส. โมเมนต์ค้ด :

ช่วงสั้น :		ช่วงยาว :	
-Mdisc	= -0.032	-Mdisc	= -0.025
+M	= 0.048	+M	= 0.037
-Mcont	= -0.064	-Mcont	= -0.049

M :

ช่วงสั้น :		ช่วงยาว :	
-Mdisc	= -236 กก.-ม./ม.	-Mdisc	= -184 กก.-ม./ม.
+M	= 354 กก.-ม./ม.	+M	= 273 กก.-ม./ม.
-Mcont	= -472 กก.-ม./ม.	-Mcont	= -361 กก.-ม./ม.

3. หาความลึกประสิทธิภาพที่ค้ดต้องการ

$$R = 0.5fckj = 14.77 \text{ กก./ซม.}^2$$

$$d_{req} = \sqrt{\frac{472 \times 100}{14.77 \times 100}} = 5.65 \text{ ซม.}$$

ถ้าความหนาของคอนกรีตห้่ม = 5 ซม. และใช้เหล็ก DB10

$$\text{ฉะนั้น ความลึกประสิทธิภาพจริง} = 15 - 5 - 0.5 = 9.5 \text{ ซม.}$$

4. หาปริมาณเหล็กเสริมที่ค้ดต้องการต่อความกว้าง 1.00 เมตร

ช่วงสั้น :

$$As^-(disc) = 1.893 \text{ ซม.}^2$$

$$As^- = 2.839 \text{ ซม.}^2$$

$$As^-(cont) = 3.785 \text{ ซม.}^2$$

ช่วงยาว :

$$As^-(disc) = 1.476 \text{ ซม.}^2$$

$$As^- = 2.189 \text{ ซม.}^2$$

$$As^-(cont) = 2.895 \text{ ซม.}^2$$

เพราะฉะนั้นจะได้ปริมาณเหล็กเสริมที่นำไปออกแบบ คือ
สำหรับช่วงสั้น ;

$$A_s = 2.839 \text{ ซม.}^2/\text{ม.}$$

$$A_s = 3.785 \text{ ซม.}^2/\text{ม.}$$

สำหรับช่วงยาว ;

$$A_s = 2.189 \text{ ซม.}^2/\text{ม.}$$

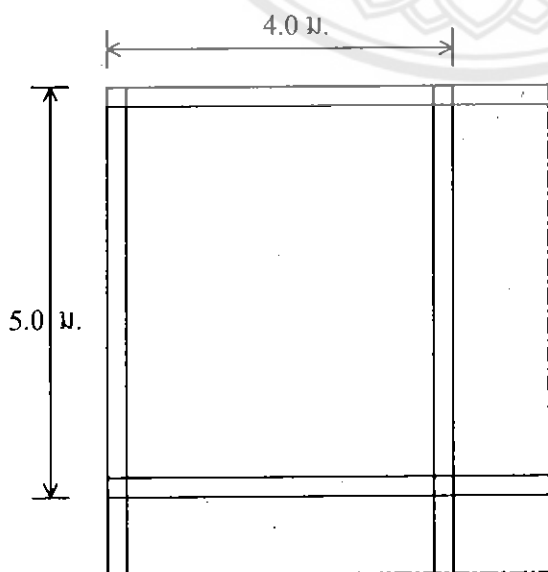
$$A_s = 2.895 \text{ ซม.}^2/\text{ม.}$$

3.2.2 การคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลัง

ขั้นตอนการคำนวณออกแบบ

- 1). หาความหนาของแผ่นพื้น (t)
- 2). หาโมเมนต์ดัดจกน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มค่าแล้ว
- 3). หาค่าความลึกประสิทธิภาพที่ต้องการ
- 4). หาปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการต่อความกว้าง 1.00 เมตร

ตัวอย่าง จงออกแบบแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กสองทางที่มุมนอกของอาคาร ซึ่งมีคานรองรับทั้งสี่ด้าน รับน้ำหนักบรรทุกจร 100 กก./ม.^2 กำหนดให้ $f_y = 3,000 \text{ กก./ซม.}^2$ และ $f_c' = 200 \text{ กก./ซม.}^2$



วิธีทำ

1. หาคความหนาของแผ่นพื้น (t)

ความหนาของแผ่นพื้นอย่างน้อย = 8 ซม.

$$\text{หรือ} = (1/180)[(2 \times 400) + (2 \times 500)] = 10 \text{ ซม.}$$

เลือกใช้ความหนาแผ่นพื้น = 15 ซม.

2. หาโมเมนต์ค้ดจากน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มค่าแล้ว

$$\text{น้ำหนักบรรทุกคงที่ของแผ่นพื้น} = 0.15 \times 2,400 = 360 \text{ กก./ม.}^2$$

$$\text{ดังนั้น } W_u = 1.4(360) + 1.7(100)$$

$$= 674 \text{ กก./ม.}$$

$$\therefore M_u = C(674)(4.0)^2 = 10,784C \text{ กก.-ม./ม.}$$

ซึ่งหาค่าได้ดังนี้

ส.ป.ส. โมเมนต์ค้ด :

ช่วงสั้น :

$$-M_{disc} = -0.032$$

$$+M = 0.048$$

$$-M_{cont} = -0.064$$

ช่วงยาว :

$$-M_{disc} = -0.025$$

$$+M = 0.037$$

$$-M_{cont} = -0.049$$

M :

ช่วงสั้น :

$$-M_{disc} = 345 \text{ กก.-ม./ม.}$$

$$+M = 518 \text{ กก.-ม./ม.}$$

$$-M_{cont} = 690 \text{ กก.-ม./ม.}$$

ช่วงยาว :

$$-M_{disc} = 270 \text{ กก.-ม./ม.}$$

$$+M = 399 \text{ กก.-ม./ม.}$$

$$-M_{cont} = 528 \text{ กก.-ม./ม.}$$

3. หาคความลึกประสิทธิภาพที่ต้องการ

$$R = 0.16fc' = 32 \text{ กก./ซม.}^2$$

$$d_{req} = \sqrt{\frac{1,038 \times 100}{0.9 \times 100 \times 32}} = 6 \text{ ซม.}$$

ถ้าความหนาของคอนกรีตหุ้ม = 5 ซม. และใช้เหล็ก DB10

$$\text{ฉะนั้น ความลึกประสิทธิภาพจริง} = 15 - 5 - 0.5 = 9.5 \text{ ซม.}$$

4. หาปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการต่อความกว้าง 1.00 เมตร

ช่วงสั้น :

$$A_s^{\text{ (disc)}} = 1.360 \text{ ซม.}^2$$

$$A_s^{\text{ (cont)}} = 2.042 \text{ ซม.}^2$$

$$A_s^{\text{ (cont)}} = 2.720 \text{ ซม.}^2$$

ช่วงยาว :

$$A_s^{\text{ (disc)}} = 1.064 \text{ ซม.}^2$$

$$A_s^{\text{ (cont)}} = 1.573 \text{ ซม.}^2$$

$$A_s^{\text{ (cont)}} = 2.082 \text{ ซม.}^2$$

เพราะฉะนั้นจะได้ปริมาณเหล็กเสริมที่นำไปออกแบบคือ
สำหรับช่วงสั้น ;

$$A_s^{\text{ (disc)}} = 2.042 \text{ ซม.}^2/\text{ม.}$$

$$A_s^{\text{ (cont)}} = 2.720 \text{ ซม.}^2/\text{ม.}$$

สำหรับช่วงยาว ;

$$A_s^{\text{ (disc)}} = 1.573 \text{ ซม.}^2/\text{ม.}$$

$$A_s^{\text{ (cont)}} = 2.082 \text{ ซม.}^2/\text{ม.}$$

3.3 วิธีการคำนวณออกแบบคาน

ข้อกำหนดในการออกแบบคาน

- อัตราส่วนระหว่าง ความลึก/ระยะช่วง มีค่าไม่เกิน 0.8 สำหรับคานช่วงเดียวธรรมดา และไม่เกิน 0.4 สำหรับคานต่อเนื่อง
- อัตราส่วนระหว่าง ความกว้างและความลึกประสิทธิภาพของคาน (b/d) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.25-0.6
- หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต (f_c') และหน่วยแรงดึง ณ จุดครากของเหล็กเสริม (f_y) ต้องมีค่าไม่เกิน 280 กก./ซม.² และ 4,000 กก./ซม.² ตามลำดับ (ในที่นี้ใช้ $f_c' = 200, 240$ และ 280 กก./ ซม.², $f_y = 3,000$ และ $4,000$ กก./ ซม.²)
- ความลึกของอาคาร (ในกรณีไม่ต้องคำนวณหาระยะโค้ง) ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.1

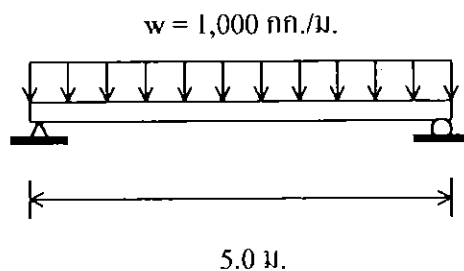
5. กรณีใช้สัมประสิทธิ์ในการหาค่าโมเมนต์ค้ดของคานต่อเนื่อง จะสามารถใช้ได้ก็ต่อเมื่อความยาวช่วงข้างเคียงต่างกันไม่เกิน 1.2 เท่า การรับน้ำหนักบรรทุกแต่ละกระจายสม่ำเสมอเต็มช่วงอาคาร และน้ำหนักบรรทุกจรมากกว่าน้ำหนักบรรทุกคงที่ไม่เกิน 3 เท่า
6. คำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ต้องการเท่านั้น (ไม่คำนวณหาปริมาณเหล็กปลอก)
7. การออกแบบคานจะออกแบบให้เป็นคานชนิดเสริมเหล็กรับแรงดึงอย่างเดียวเท่านั้น
8. ความลึกของคานใช้ค่าไม่เกิน 100 เซนติเมตร

3.3.1 การคำนวณออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

ขั้นตอนการคำนวณออกแบบ

- 1) กำหนดขนาดของหน้าตัด (b , h) , กำลังรับแรงอัดของคอนกรีต (f_c') และกำลังรับแรงดึงของเหล็ก (f_y)
- 2) กำหนดค่าน้ำหนักบรรทุกจรตามกฎกระทรวงแยกตามประเภทและส่วนต่างๆ ของอาคาร
- 3) คำนวณหาค่าหน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของคอนกรีต (f_c) และหน่วยแรงดึงที่ยอมให้ของเหล็กเสริม (f_s)
- 4) คำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกคงที่ของคาน
- 5) คำนวณหาค่าโมเมนต์
- 6) คำนวณหาค่าปริมาณเหล็กเสริมหลัก (A_s)

ตัวอย่าง จงคำนวณขนาดหน้าตัด และปริมาณเหล็กเสริมของคานคอนกรีตหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ช่วงเดี่ยวยาว 5.0 เมตร รับน้ำหนักบรรทุกจร 1,000 กก./ม. และน้ำหนักบรรทุกคงที่ 1,000 กก./ม. โดยใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัด ; $f_c' = 200$ กก./ ซม.^2 , $f_y = 4,000$ กก./ ซม.^2



วิธีทำ

- 1) กำหนดขนาดหน้าตัด
- $b = 30$
- ซม.

$$h = l/16 = 500/16 = 31.25 \text{ ซม.}$$

ใช้ความลึกคานเท่ากับ 50 ซม.

- 2) หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของคอนกรีต (
- f_c
-)

$$f_c = 0.45 f_c' = 90 \text{ กก./ซม.}^2$$

หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ของเหล็กเสริม (f_s)

$$f_s = 0.50 f_y = 2,000 \text{ กก./ซม.}^2$$

แต่ในมาตรฐานของ ว.ส.ท. ให้ใช้ f_s ได้ไม่เกิน 1,700 กก./ซม.²เพราะฉะนั้น หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ $f_s = 1,700$ กก./ซม.²

- 3) คำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกคงที่ของคาน

$$\text{DL Beam} = 0.3 \times 0.5 \times 2,400$$

$$= 360 \text{ กก./ม.}$$

$$\text{เพราะฉะนั้น } w = 1000 + 1360$$

$$= 2,360 \text{ กก./ม.}$$

- 4) คำนวณหาค่าโมเมนต์เนื่องจากน้ำหนักที่กระทำ

$$M = wL^2/8 = 2,360(5.0)^2/8$$

$$= 7,375 \text{ กก.-ม.}$$

$$k = \frac{1}{1 + \frac{f_s}{nfc}} = \frac{1}{1 + \frac{1700}{10 \times 90}} = 0.346$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.346}{3} = 0.885$$

ความลึกประสิทธิภาพที่ต้องการ ;

$$d_{req} = \sqrt{\frac{M}{0.5fckjb}} = \sqrt{\frac{7,375 \times 100}{0.5 \times 90 \times 0.346 \times 0.885 \times 30}} = 42.238 \text{ ซม.}$$

ในที่นี้ $h = 50$ ซม. กำหนดให้คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมเท่ากับ 5 ซม.ดังนั้น $d = 50 - 5 = 45$ ซม.

- 5) คำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมออก ;
- A_s

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} = \frac{7,375 \times 100}{1,700 \times 0.885 \times 45}$$

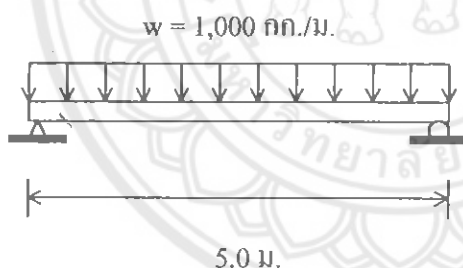
$$= 10.893 \text{ ซม.}^2$$

3.3.2 การคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลัง

ขั้นตอนการคำนวณออกแบบ

1. กำหนดขนาดของหน้าตัด (b , h) , กำลังรับแรงอัดของคอนกรีต (f_c') และกำลังรับแรงดึงของเหล็ก (f_y)
2. คำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกคงที่ของคาน
3. คำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานที่เพิ่มค่าแล้ว (w_u)
4. หาโมเมนต์ดัดค้ประลัย (M_u) และโมเมนต์ดัดที่นำไปออกแบบ (M_n)
5. หาโมเมนต์ต้านทานโดยคอนกรีต (M_R)
6. หาปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ต้องการ (A_s)

ตัวอย่าง จงคำนวณขนาดหน้าตัด และปริมาณเหล็กเสริมของคานคอนกรีตหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ช่วงเดียวธรรมดา ยาว 5.0 เมตร รั้งน้ำหนักบรรทุกจร 1,000 กก./ม. และน้ำหนักบรรทุกคงที่ 1,000 กก./ม. โดยใช้คอนกรีตที่มีกำลังอัด ; $f_c' = 200$ กก./ cm^2 , $f_y = 4,000$ กก./ cm^2



วิธีทำ

- 1). กำหนดขนาดหน้าตัด $b = 30$ ซม.

$$h = l/16 = 500/16 = 31.25 \text{ ซม.}$$

ใช้ความลึกคานเท่ากับ 50 ซม.

- 2). คำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกคงที่ของคาน

$$\begin{aligned} \text{DL Beam} &= 0.3 \times 0.5 \times 2,400 \\ &= 360 \text{ กก./ม.} \end{aligned}$$

- 3). คำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกใช้งานที่เพิ่มค่าแล้ว

$$\begin{aligned} W_u &= 1.4\text{DL} + 1.7\text{LL} \\ &= 1.4(1,360) + 1.7(1,000) \\ &= 3,604 \text{ กก./ม.} \end{aligned}$$

4). คำนวณหาค่าโมเมนต์ตัดประลัย

$$\begin{aligned} M_u &= W_u L^2 / 8 = 3,604 \times (5)^2 / 8 \\ &= 11,263 \text{ กก.-ม.} \end{aligned}$$

$$M_n = 11,263 / 0.9 = 12,514 \text{ กก.-ม.}$$

หาความลึกประสิทธิผลที่ต้องการ

$$R = 0.16 f_c' = 32 \text{ กก./ซม.}^2$$

$$d_{req} = \sqrt{\frac{12,514 \times 100}{32 \times 30}} = 36.105 \text{ ซม.}$$

ในที่นี้ $h = 50$ ซม. กำหนดให้คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมเท่ากับ 5 ซม.ดังนั้น $d = 50 - 5 = 45$ ซม.

5). คำนวณหาค่าโมเมนต์ต้านทานโดยคอนกรีต

$$\begin{aligned} M_R &= R b d^2 = 32 \times 0.3 \times 45^2 \\ &= 19,440 \text{ กก.-ม.} \end{aligned}$$

$$M_R > M_n \rightarrow \text{Single Reinforced Beam}$$

6). คำนวณหาค่าปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ต้องการ

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M_n}{f_y j d} = \frac{12,514 \times 100}{4,000 \times 0.89 \times 45} \\ &= 7.811 \text{ ซม.}^2 \end{aligned}$$

3.4 วิธีการคำนวณออกแบบเสาสั้น

ข้อกำหนดในการออกแบบเสา

- 1) อัตราส่วน b/t ของความสูงต่อส่วนแคบของเสาสี่เหลี่ยมผืนผ้า ต้องมีค่าไม่เกิน 15
- 2) พื้นที่หน้าตัดรวมของเหล็กชั้นของเสาต้องไม่น้อยกว่า 0.01 และไม่เกิน 0.08 ของพื้นที่หน้าตัดเสา เหล็กชั้นต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 12 มม. เสาเหลี่ยมต้องมีเหล็กชั้นอย่างน้อย 4 เส้น
- 3) ช่องว่างระหว่างเหล็กชั้นของเสาต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กชั้น หรือ 4 ซม.
- 4) คอนกรีตหุ้มเหล็กที่หล่อเป็นเนื้อเดียวกับแกนคอนกรีตต้องหนาไม่น้อยกว่า 3 ซม. หรือ 1.5 เท่าของขนาดหินที่ใหญ่ที่สุด
- 5) เหล็กปลอกของเสาปลอกเดี่ยวต้องไม่เล็กกว่า 6 มม. ระยะห่างไม่เกิน 16 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กชั้น หรือ 48 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กปลอก หรือห่างไม่มากกว่าด้านแคบของเสา

3.4.1 การคำนวณออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

เมื่อเสามีแรง P และโมเมนต์ M กระทำ ระยะเยื้องศูนย์กลาง $e = M/P$ สามารถแบ่งการพิจารณาได้เป็น 3 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 เมื่อ $e < e_a$ ให้ออกแบบเสารับแรงในแนวแกนเพียงอย่างเดียว ตามสมการ

$$P = 0.2125Agfc' + 0.34fyAs \quad (\text{ในกรณีเสาปลอกเดี่ยว})$$

ระยะเยื้องศูนย์กลาง

$$e_a = Ms[(1/Pa) - (1/Mo)]$$

$$Po = FaAg$$

$$Ms = FbS$$

โมเมนต์สหน้าตัด

$$S = I/C$$

$$Fa = 0.34(1 + \rho g.m)fc' ; m = fy/0.85fc'$$

ช่วงที่ 2 เมื่อ $e_a < e < e_b$ ให้ออกแบบโดยใช้แรงอัดเป็นหลัก และใช้สมการ

$$f_u/Fa + f_t/Fb \leq 1 \quad \text{ส่วนระยะเยื้องศูนย์กลาง } e_b \text{ ให้ใช้สมการ}$$

$$e_b = (0.67\rho g.m + 0.17).(h-d')$$

ช่วงที่ 3 เมื่อ $e > e_b$ ให้ออกแบบโดยมีแรงดึงเป็นหลัก ค่าโมเมนต์ M ให้ถือว่าเป็นสัดส่วนกับ M_o (ที่ $P = 0$) และค่า M_b (ที่หาได้จาก $M_b = P_b \cdot e_b$) ค่า e_b คำนวณจากสมการ $e_b = (0.67\rho_g \cdot m + 0.17) \cdot (h - d')$ ค่า P_b จาก $f_u/F_a + f_b/F_b = 1$ โดย $P_b = P$ โดย $f_u = P_b/Ag$ และ $f_b = P_b \cdot e_b / I$ ส่วนค่า M_o คำนวณจาก $M_o = 0.40Asfy(h - 2d')$

การออกแบบเสาให้รับโมเมนต์ดัดด้วยนั้นพอจะสรุปหลักการได้ดังนี้

1. เมื่อทราบ P และ M ให้ออกแบบเสา P เพียงอย่างเดียวโดยเพิ่ม P ขึ้นอีก 10-20% เมื่อได้ขนาดเสาและ ρ_g โดยประมาณหา $As = \rho_g Ag$
2. หา e จาก $e = M/P$ หา e_b หา I จากคุณสมบัติของหน้าตัด หา e_u หา M_o
3. นำข้อมูลทั้งหมด Plot เป็น Interaction Diagram แล้วออกแบบตามนั้น ถ้าจุด (M, P) อยู่นอกบริเวณดังกล่าวให้ออกแบบใหม่ โดยเพิ่มขนาดหน้าตัดเสาและ ρ_g ขึ้นอีก

ตัวอย่างการคำนวณ (เสาต้นรับน้ำหนักเชิงศูนย์ทางเดียววิธี Working)

กำหนด $\rho_g = 0.01$, $f_c' = 280$ กก./ชม.², $f_y = 4,000$ กก./ชม.²

$$\therefore Ast = \rho_g \cdot bd$$

$$\begin{aligned} Fa &= \text{หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของคอนกรีต} \\ &= 0.34(1 + \rho_g \cdot m) f_c' \\ &= 0.34[1 + 0.01(4,000/0.85 \times 280)](280) \\ &= 104.66 \text{ กก./ชม.}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Po &= Fa \times Ag \\ &= 104.66 \times 40 \times 50 \\ &= 209.32 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pa &= 0.2125Agf_c' + 0.34fyAs \quad (\text{เสาปลอกเดี่ยว}) \\ &= (0.2125 \times 40 \times 50 \times 280) + (0.34 \times 4,000 \times 16) \\ &= 140.76 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ms &= Fb \cdot S \\ &= 0.45f_c' \times (I/C) \\ &= 0.45 \times 280 \times [537,751.4 / (50/2)] \\ &= 27.1026 \text{ ตัน-ม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_a &= Ms[(1/P_a) - (1/P_o)] \\
 &= 27.1026[(1/140.76) - (1/209.32)] \\
 &= 6.30 \text{ ซม.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_a &= P_a \cdot e_a \\
 &= 140.76 \times (6.30/100) \\
 &= 8.87 \text{ ตัน-ม.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_b &= (0.67\rho g.m + 0.17)(b-d') \\
 &= [0.67 \times 0.01 \times (4,000/0.85 \times 280) + 0.17](50-10) \\
 &= 11.304 \text{ ซม.}
 \end{aligned}$$

$$P_b = \frac{1}{\left(\frac{1}{(F_a \times A_g)} \right) + \left(\frac{e_b \times \frac{h}{2}}{I \times 0.45 f_c'} \right)} / 1,000$$

$$= 115.3764 \text{ ตัน}$$

$$\begin{aligned}
 M_b &= P_b \cdot e_b \\
 &= 13.04238 \text{ ตัน-ม.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_o &= 0.4A_s f_y (h-2d') \\
 &= 0.4 \times (20/2) \times 4,000 (50-20) \\
 &= 4.8 \text{ ตัน-ม.}
 \end{aligned}$$

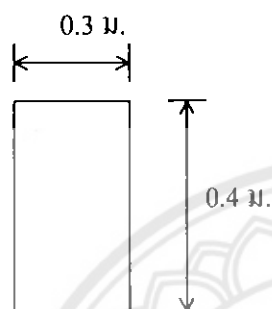
นำ P_a, P_o, P_b หาคด้วย bh^3c' → จะได้ทอมที่ไม่มีหน่วย
 ส่วน M_a, M_o, M_b หาคด้วย bh^3c' → จะได้ทอมที่ไม่มีหน่วยเช่นกัน
 แล้วย่านาค่าทั้งหมด Plot เป็น Interaction Diagram

3.4.2 การคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลัง

ตัวอย่างการคำนวณ ทำการทดลองโดยวิธี Interaction Diagram

กำหนด $f_y = 4,000$ กก./ซม.², $f_c' = 280$ กก./ซม.², $d = 30$ ซม., $d' = 10$ ซม.

$$\rho = \rho' = 0.010 \rightarrow \therefore A_s = A_s' = 12 \text{ ซม.}^2$$



Balance Condition

$$C_b = \frac{6,120}{6,120 + f_y} d = 18.1423 \text{ ซม.}$$

$$a_b = 0.85 C_b = 15.421 \text{ ซม.}$$

$$f_s' = 6,120 \left(\frac{C_b - d'}{C_b} \right) = 2,746.6680 \text{ กก./ซม.}^2 < f_y$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= (0.85 f_c' a_b b) + (A_s' f_s') - (A_s f_y) \\ &= (0.85 \times 280 \times 15.421 \times 30) + (12 \times 2,746.668) - (12 \times 4,000) \\ &= 110,105 + 32,96 - 48 \\ &= 95.07 \text{ ตัน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= Cc \left(\bar{y} - \frac{a_b}{2} \right) + Cs (\bar{y} - d') + Ts (d - \bar{y}) \\ &= 110,105 \left(\frac{40}{2} - \frac{15.421}{2} \right) + 32,96 \left(\frac{40}{2} - 10 \right) + 48 \left(30 - \frac{40}{2} \right) \\ &= 21.62 \text{ ตัน - ม.} \end{aligned}$$

Pure Bending

$$\begin{aligned} a &= A_s f_y / (0.85 f_c' b) = 12 \times 4000 / (0.85 \times 280 \times 30) \\ &= 6.723 \text{ ซม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{no} &= A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 12 \times 4,000 \left(30 - \frac{6.723}{2} \right) \\ &= 12.78659 \text{ ตัน - ม.} \end{aligned}$$

Compression Control

ต้องกำหนดค่า C ให้มากกว่า C_b

กำหนด C = 20 ซม., a = 0.85C = 17 ซม.

$$\begin{aligned} f_{s'} &= \frac{6,120 (c - d')}{c} \\ &= \frac{6,120 (20 - 10)}{20} \\ &= 3,060 \text{ กก. / ซม.}^2 \leq f_y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_s &= \frac{6,120 (d - c)}{c} \\ &= \frac{6,120 (30 - 20)}{20} \\ &= 3,060 \text{ กก. / ซม.}^2 \leq f_y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_n &= (0.85 f_c' a b) + (A_s' f_{s'}) - (A_s f_s) \\ &= (0.85 \times 280 \times 17 \times 30) + (12 \times 3,060) - (12 \times 3,060) \\ &= 121,38 \text{ คัน} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= Cc(\bar{y} - \frac{a}{2}) + Cs(\bar{y} - d') + Ts(d - \bar{y}) \\ &= 121,38 \left(\frac{40}{2} - \frac{17}{2} \right) + 12 \times 3,060 \left(\frac{40}{2} - 10 \right) + 12 \times 3,060 \left(30 - \frac{40}{2} \right) \\ &= 21.30 \text{ คัน - ม.} \end{aligned}$$

กำหนด C เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยขั้นตอนเหมือนกันกับตัวอย่างการคำนวณข้างต้น เพียงแต่เปลี่ยนค่า C ซึ่งจะได้ค่า P_n และ M_n เพิ่มขึ้นด้วย

หมายเหตุ ถ้ากำหนดค่า C หลายค่า ก็จะได้ Interaction Diagram ที่ละเอียดมากขึ้น

Tension Control

ต้องกำหนดค่า C ให้น้อยกว่าค่า C_b

กำหนด C = 16 ซม., a = 0.85C = 13.6 ซม.

$$\begin{aligned} f_{s'} &= \frac{6,120 (16 - 10)}{16} \\ &= 2,295 \text{ กก. / ซม.}^2 \leq f_y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_s &= \frac{6,120 (d - c)}{c} \\ &= \frac{6,120 (30 - 16)}{16} \\ &= 5,355 \text{ กก. / ซม.}^2 > f_y \therefore \text{ใช้ค่า } 4,000 \text{ กก. / ซม.}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_n &= (0.85 f_c 'ab) + (A_s 'f_s ') - (A_s f_s) \\
 &= (0.85 \times 280 \times 13.6 \times 30) + (12 \times 2,295) - (12 \times 4,000) \\
 &= 97,104 + 27,540 - 48,000 \\
 &= 76.64 \text{ คำน}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= C_c (\bar{y} - \frac{a}{2}) + C_s (\bar{y} - d') + T_s (d - \bar{y}) \\
 &= 97,104 (\frac{40}{2} - \frac{13.6}{2}) + 27,540 (\frac{40}{2} - 10) + 48,000 (30 - \frac{40}{2}) \\
 &= 20.371 \text{ คำน} - \text{ม.}
 \end{aligned}$$

หลังจากนั้นเปลี่ยนค่า C ใหม่ โดยต้องน้อยกว่าค่า C ตัวเดิม ดังนั้นค่า Pn และ Mn จะต้องลดลงตามไปด้วย

เมื่อได้ค่า Pn, Mn จากการคำนวณ คือ Balance Condition, Pure Bending, Compression Control, Tension Control จะต้องนำมา Plot ลง Interaction Diagram ในรูปของค่าที่ไม่มีหน่วย โดยนำ Pn มาหารโดย bhfc' และนำ Mn หารโดย bh'fc' ซึ่งแกน y คือค่า P/bhfc' แกน x คือ M/bh'fc' โดยค่าที่เกี่ยวข้องจะต้องนำมา Plot ประกอบไปด้วย

1. ค่าเปอร์เซ็นต์ของเหล็กยื่น (P) ซึ่งควรจะมีค่าตั้งแต่ 1%-8%
2. ค่า [(P/bhfc'), (M/bh'fc')] สามารถแยกออกเป็นช่วงได้ดังนี้
 - 2.1 เสาที่รับแรงในแนวแกนเพียงอย่างเดียว สามารถลดกำลังลงได้เหลือเพียง 80% เพราะในสภาพงานจริงเสาแต่ละต้นไม่ได้รับแรงในแนวแกนเพียงอย่างเดียว
 - 2.2 เสาที่รับ Bending เพียงอย่างเดียว มีสภาพคล้ายกับคาน จึงสามารถเพิ่มตัวคูณลดกำลังจาก 0.7 เป็น 0.9 โดยค่า P/bhfc' จะเป็น 0 เมื่อค่า $(P/bhfc') < (0.1fc'Ag/bhfc')$ จึงจะได้คู่ลำดับที่มีค่าเท่ากับ (M/bh'fc', 0)
 - 2.3 ช่วง Tension Control
 - 2.4 ช่วง Compression Control

แล้วจึงนำค่าทั้งหมดไป Plot เป็น Interaction Diagram

3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างโดยสังเขป

ขั้นตอนที่ 1 ได้แบบจากสถาปนิก ซึ่งในการวิเคราะห์ความแตกต่างของทั้งวิธีกำลังและวิธีหน่วยแรงใช้งานจะต้องมีสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เหมือนกัน และแบบจากสถาปนิกนี่เองที่เป็นสิ่งที่กำหนดความเหมือนกันของขนาดคาน ขนาดเสา ขนาดพื้นที่ของพื้น รวมทั้งบอกถึงพื้นที่ใช้สอย

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและวางแผนงาน ปรินซิเพิลฉบับนี้มุ่งเน้นศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของการออกแบบ การวิเคราะห์ของทั้งวิธีกำลังและวิธีหน่วยแรงใช้งาน จึงต้องเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง สูตรการคำนวณ ข้อกำหนด หรือมาตรฐานของ ว.ส.ท. ของแต่ละวิธี เพื่อเตรียมตัวในการจะวิเคราะห์และออกแบบในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 สร้างโครงสร้างจำลอง โครงสร้างจำลองจะได้มาจากแบบสถาปัตยกรรม โดยทางอ้อม ผู้ที่จะออกแบบหรือวิศวกรจะต้องถอดแบบทางสถาปัตยกรรมให้เป็นแบบโครงสร้างเสียก่อน และต้องอาศัยประสบการณ์ของวิศวกรผู้ออกแบบ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของสถาปนิกและเจ้าของงาน โดยจะทำการวางตำแหน่งคาน เสา ให้ทั้งวิธีกำลังและวิธีหน่วยแรงใช้งานเหมือนกันทุกประการ

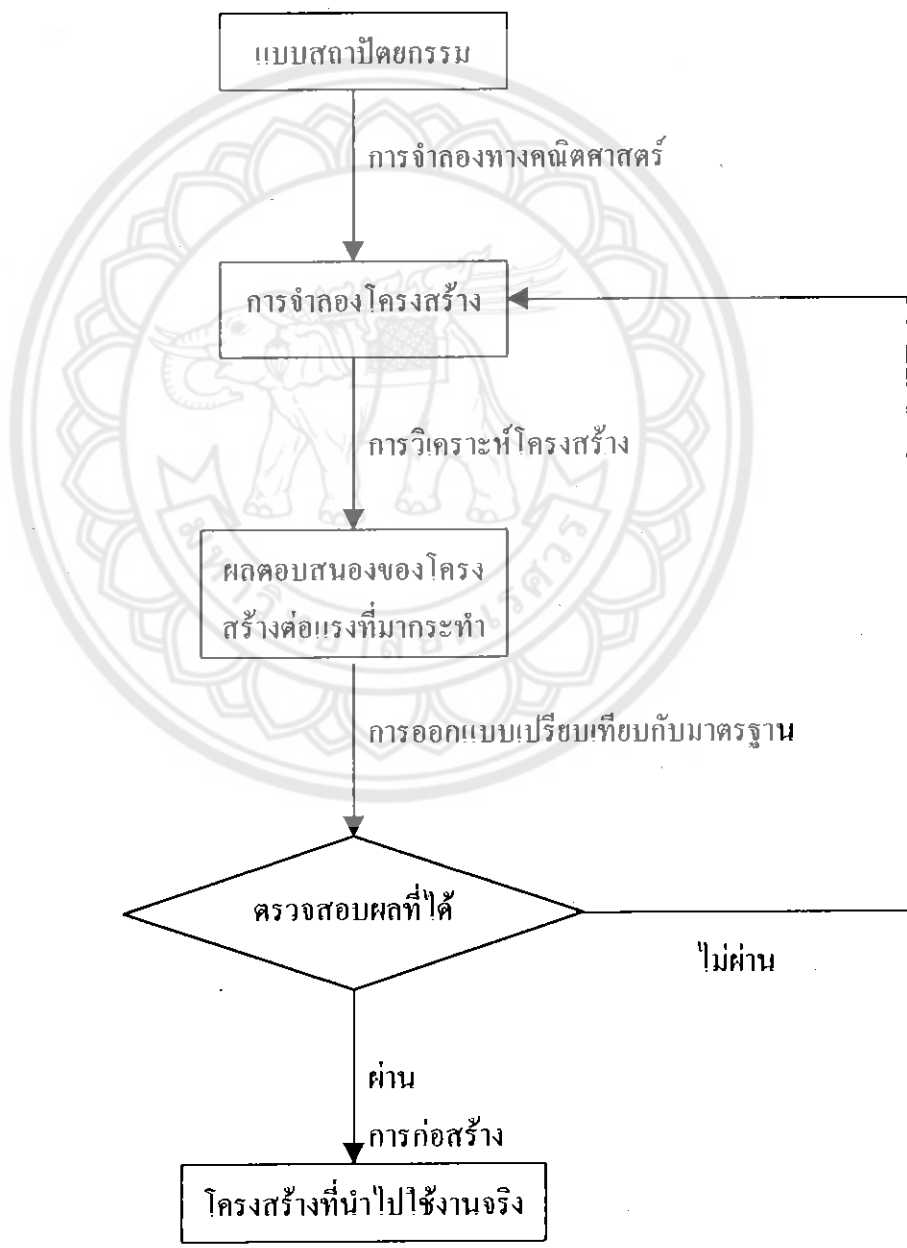
ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์โครงสร้าง ทำการวิเคราะห์โครงสร้างของแบบจำลองที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 ทั้ง 2 วิธี เพื่อหาค่ากำลังที่ต้องการของโครงสร้างแบบจำลอง (ในกรณีอาคารขนาดกลางและขนาดใหญ่จะพิจารณาเป็น 2 กรณี กรณีที่ 1 คือ วิเคราะห์โครงสร้างอาคารที่มีแรงลมกระทำด้านข้างของอาคาร และกรณีที่ 2 คือ วิเคราะห์โครงสร้างที่ไม่มีแรงลมกระทำด้านข้างของอาคาร) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากทั้งสองวิธีจะพบความแตกต่าง เพราะเนื่องจากสูตรที่ใช้ในการคำนวณต่างกัน

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบความปลอดภัย ในการวิเคราะห์โครงสร้างแต่ละครั้งต้องทำการตรวจสอบผลที่ได้ โดยตรวจสอบกับข้อกำหนดของแต่ละวิธีหรือจากมาตรฐาน ว.ส.ท. ในแต่ละวิธีว่ามีข้อห้ามหรือข้อแนะนำในการออกแบบและวิเคราะห์อย่างไร หากผลลัพธ์ที่ได้ไม่ปลอดภัย ผู้ออกแบบจะต้องกลับไปออกแบบขนาดหน้าตัดคาน เสา หรืออื่นๆที่มีปัญหาในความปลอดภัย แล้วกลับไปสร้างโครงสร้างจำลองและวิเคราะห์ใหม่อีกจนกว่าค่าที่ได้จะปลอดภัย

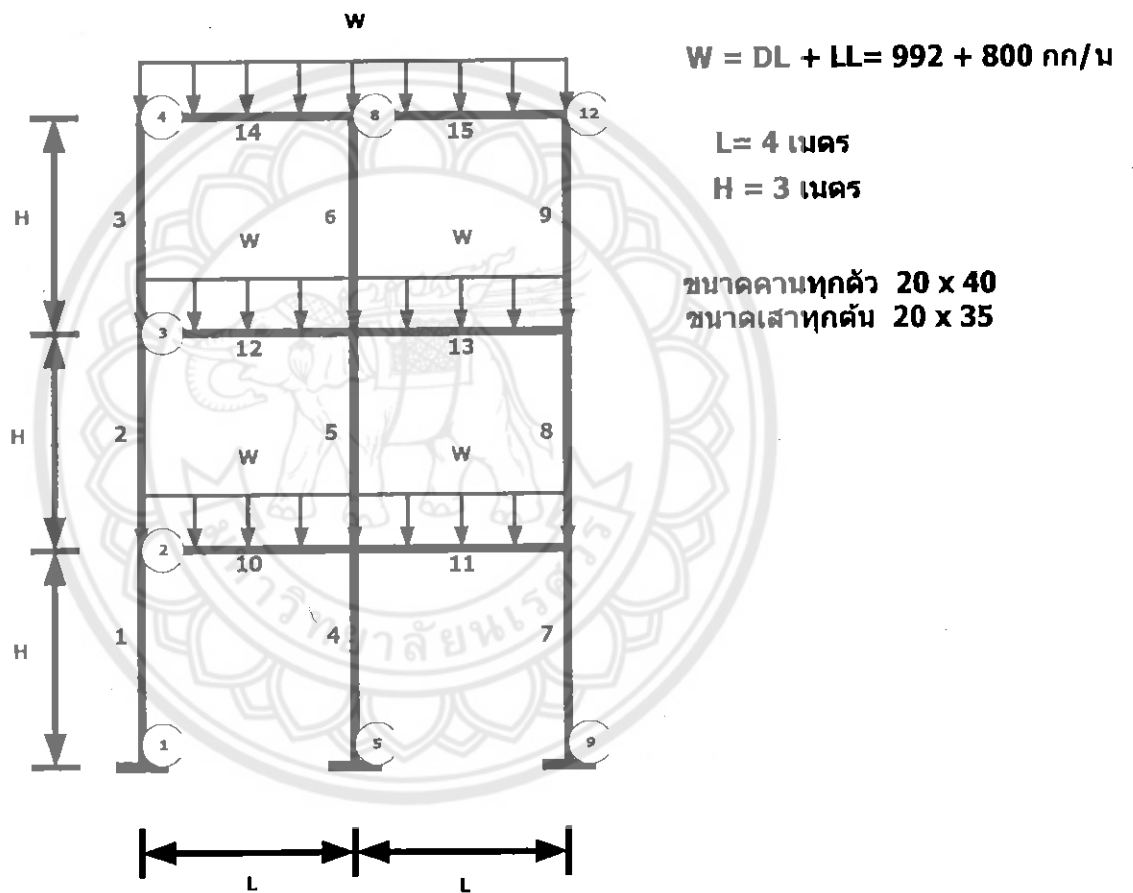
ขั้นตอนที่ 6 ออกแบบรายละเอียด ในแบบทางสถาปัตยกรรมนั้นไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างโดยเฉพาะ ถ้าเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กแบบสถาปัตยกรรมจะบอกเฉพาะระยะช่วงเสา ระยะช่วงพื้นถึงพื้น ซึ่งวิศวกรผู้ออกแบบจะพิจารณาตามแบบสถาปัตยกรรมประกอบ และจะต้องออกแบบรายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กเสริม ทั้งเหล็กเสริมในคานและในเสา รวมทั้งออกแบบรายละเอียดจุดต่อความยาวของเหล็กเสริมในโครงสร้าง รายละเอียดปลีกย่อยที่แบบสถาปัตยกรรมไม่ได้บอกยังมีรายละเอียดมากเท่าใดความถูกต้องในการทำงานก็จะยิ่งมากขึ้น ความปลอดภัยก็จะสูง

ตามไปด้วย ทำให้อาคารนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ทั้งนี้ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงคุณภาพของคนที่ทำการก่อสร้าง รวมถึงประสิทธิภาพของผู้ควบคุมงานว่ามีความเข้าใจในแบบที่ผู้ออกแบบได้ให้ไว้มากเพียงใด และขึ้นอยู่กับประสบการณ์ทั้งผู้ออกแบบและผู้ควบคุมงานด้วย

จากทุกขั้นตอนพอจะสรุปเป็นแผนผังการออกแบบได้ดังนี้



3.6 แบบจำลองโครงสร้างในกรณีศึกษา



รูปที่ 3.1 แบบจำลองโครงสร้างอาคารขนาดเล็ก

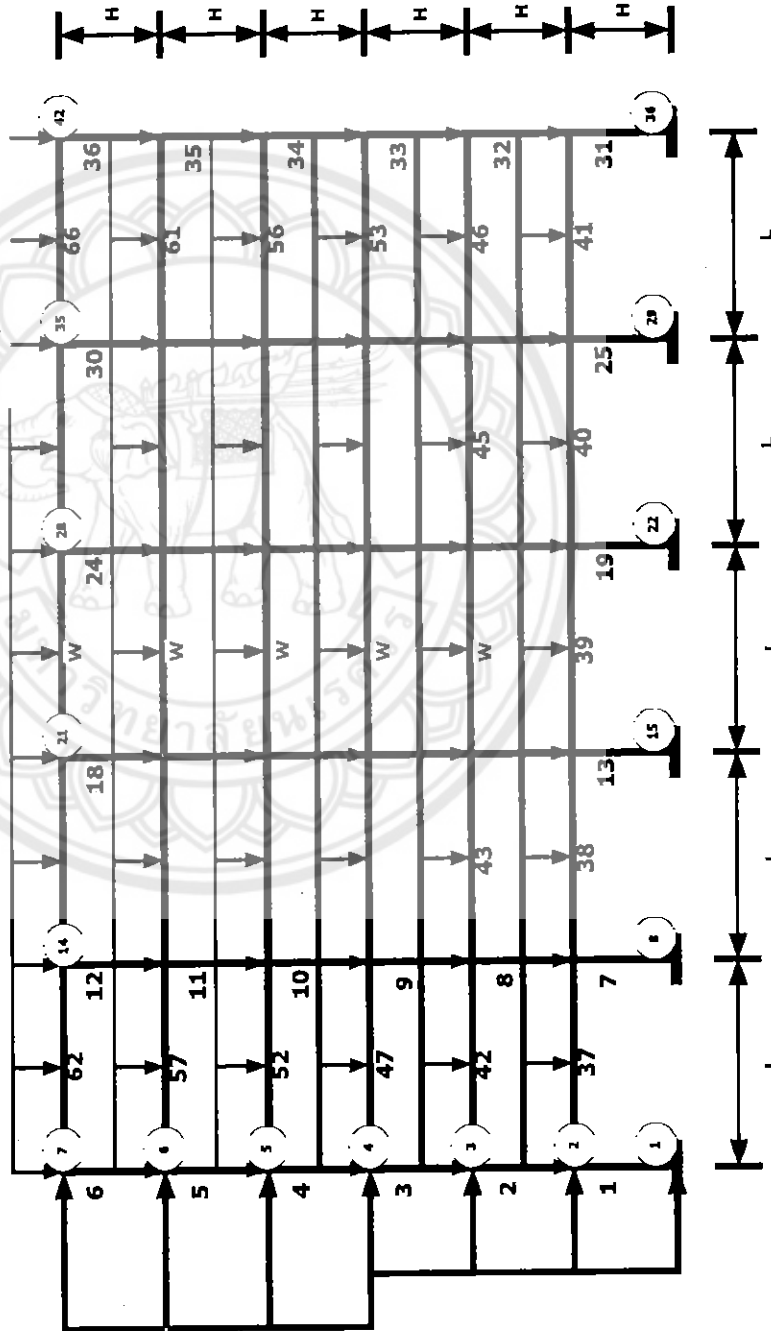
$W = DL + LL = 1800 + 1200$

กค/ม

L = 6 เมตร

H = 3 เมตร

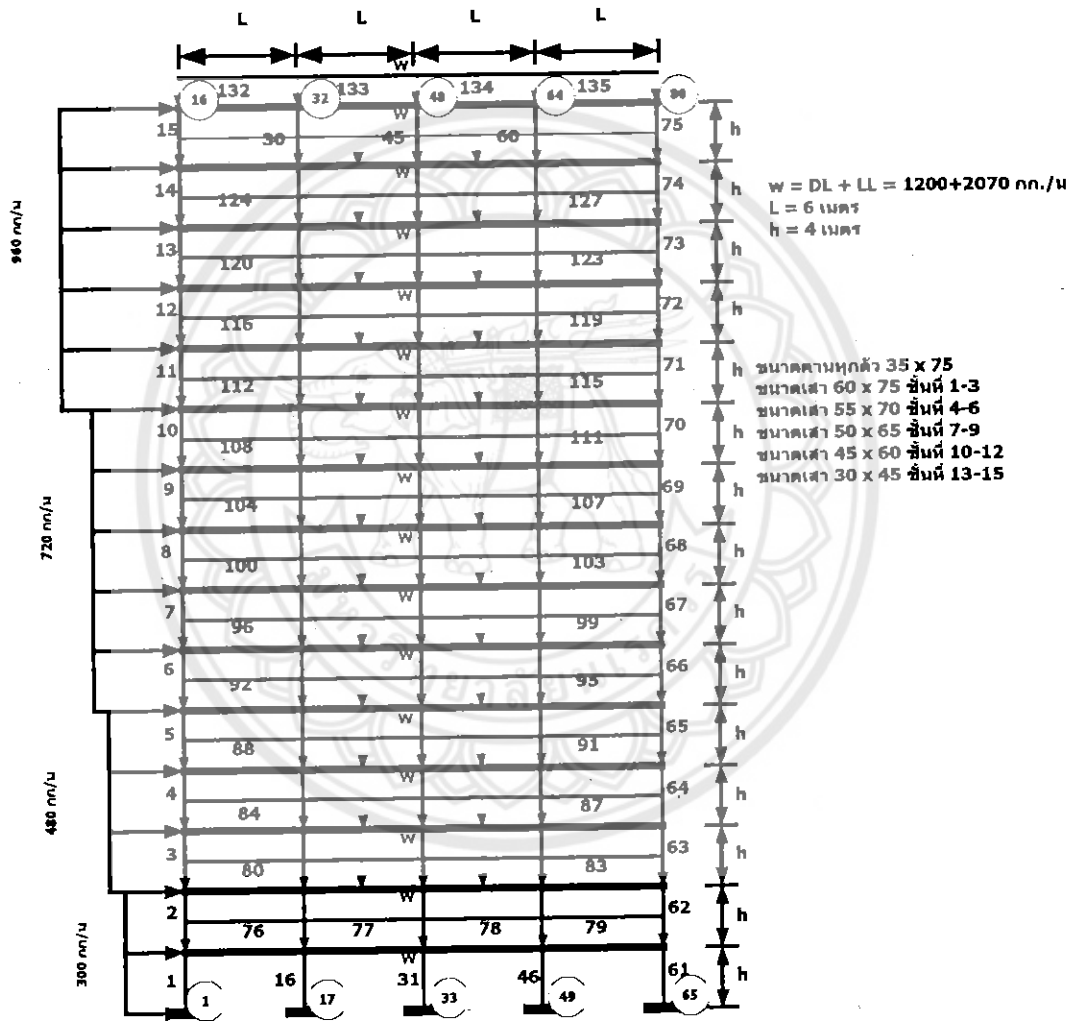
- ขนาดคานทศ 25 x 60
- ขนาดเสา 30 x 50 ชั้น 1-2
- ขนาดเสา 25 x 45 ชั้น 3-4
- ขนาดเสา 20 x 40 ชั้น 5-6



รูปที่ 3.2 แบบจำลองโครงสร้างอาคารขนาดกลาง

480 n/n

300 n/n



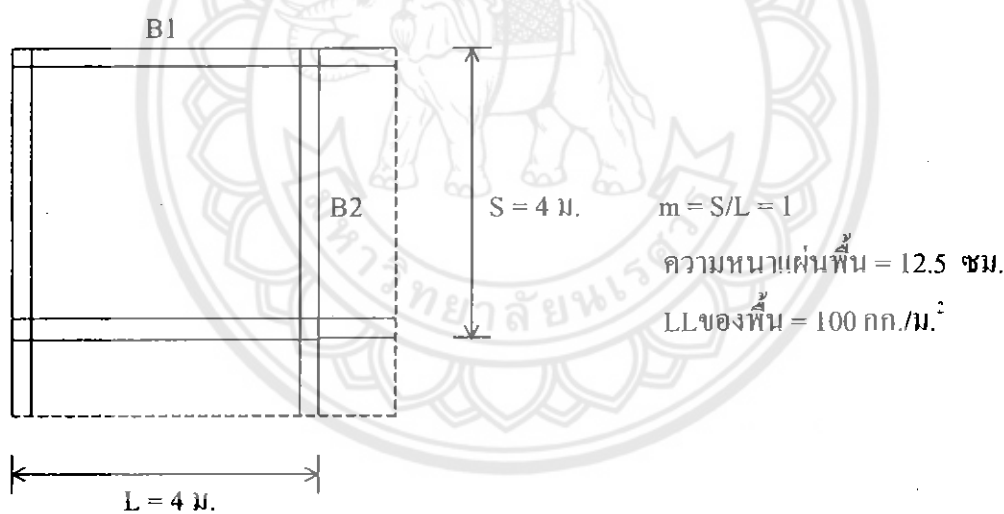
รูปที่ 3.3แบบจำลองโครงสร้างอาคารขนาดใหญ่

3.7 การคำนวณน้ำหนักบรรทุกทุกในอาคารและการหาปริมาตรเหล็กเสริมในกรณีศึกษา

ตารางที่ 3.1 ข้อกำหนดของแรงลมที่มีผลต่ออาคารสูงตามข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานคร

ความสูงของอาคารหรือส่วนของอาคาร	หน่วยแรงดันลมต่ำสุด (กก./ม ²)
ส่วนของอาคารสูงจากพื้นดินจนถึงความสูง 10 เมตร	50
ส่วนของอาคารที่สูง 10 เมตร ถึง 20 เมตร	80
ส่วนของอาคารที่สูง 20 เมตร ถึง 40 เมตร	120
ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 40 เมตร	160

3.7.1 ตัวอย่างวิธีการคำนวณน้ำหนักบรรทุกทุกในอาคาร



1. น้ำหนักบรรทุกคงที่ของพื้น = 0.125×2400
= 300 กก./ม.²
2. น้ำหนักที่กระทำต่อคานช่วงนอก (B1) = $(wS/3) (3-m^2)/2$
= $300 \times 4/3 \times (3-1^2)/2$
= 400 กก./ม.
- น้ำหนักที่กระทำต่อคานช่วงใน (B2) = 2×400
= 800 กก./ม.
3. น้ำหนักบรรทุกคงที่ของคาน = $0.2 \times 0.4 \times 2400$
= 192 กก./ม.

ดังนั้นน้ำหนักบรรทุกทุกครั้งที่ทั้งหมดที่

$$\begin{aligned} \text{กระทำต่อคานช่วงนอก (B1)} &= 400 + 192 \\ &= 592 \text{ กก./ม.} \end{aligned}$$

ดังนั้นน้ำหนักบรรทุกทุกครั้งที่ทั้งหมดที่

$$\text{กระทำต่อคานช่วงใน (B2)} = 992 \text{ กก./ม.}$$

$$4. \text{ น้ำหนักบรรทุกจรของพื้น} = 100 \text{ กก./ม}^2$$

$$\begin{aligned} 5. \text{ น้ำหนักบรรทุกจรที่กระทำต่อคานช่วงนอก (B1)} &= (wS/3) (3-m^2)/2 \\ &= 100 \times 4/3 \times (3-1^2)/2 \\ &= 133.33 \text{ กก./ม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6. \text{ น้ำหนักบรรทุกจรของคานช่วงใน (B2)} &= 2 \times 133.33 \\ &= 266.66 \text{ กก./ม.} \end{aligned}$$

ในกรณีที่อาคารมีแรงลมทางด้านข้างมาเกี่ยวข้อง

$$\text{ความสูงไม่เกิน 10 เมตร แรงคั้นลม} = 50 \text{ กก./ม.}^2$$

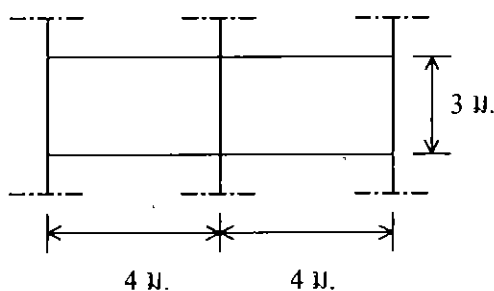
$$\text{ดังนั้นถ้าอาคารสูง 6 เมตร} = 50 \times 6$$

$$= 300 \text{ กก./ม.}$$

*หมายเหตุ ในอาคารสูงจะทำการลดขนาดเสาเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น โดยพิจารณาจากผลของโมเมนต์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้าง

3.7.2 ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาตรเหล็กเสริมในกรณีศึกษา

อาคารขนาดเล็ก



$$\text{ขนาดคาน} = 20 \times 40 \text{ ซม.} \times \text{ซม.}$$

$$\text{ขนาดเสา} = 20 \times 35 \text{ ซม.} \times \text{ซม.}$$

จากความยาวของเหล็กเสริมและพื้นที่หน้าตัดสามารถหาปริมาตรได้ดังนี้

วิธีกำลัง

ปริมาตรเหล็กรับโมเมนต์ดัด	=	$14.01 \times 100 \times 3.262$
	=	$4,570.06 \text{ ซม.}^3$
ปริมาตรเหล็กรับโมเมนต์ดัดบวก	=	$25.95 \times 100 \times 2.27$
	=	$5,890.65 \text{ ซม.}^3$
รวม	=	$10,460.71 \text{ ซม.}^3$

วิธีหน่วยแรงใช้งาน

ปริมาตรเหล็กรับโมเมนต์ดัด	=	$14.01 \times 100 \times 5.025$
	=	$7,040 \text{ ซม.}^3$
ปริมาตรเหล็กรับโมเมนต์ดัดบวก	=	$25.95 \times 100 \times 2.645$
	=	$6,864 \text{ ซม.}^3$
รวม	=	$13,904 \text{ ซม.}^3$

เสา

ขนาดหน้าตัดเสา 20×35 (ซม. \times ซม.)

กำหนดให้เหล็กข้ออ้อยมีความยาว 10 เมตร

วิธีกำลัง

ปริมาณเหล็กขึ้น	=	7 ซม.^2
มีความยาวเหล็กขึ้นเมื่อต่อทาบแล้ว	=	10 ม.
ปริมาตรเหล็กขึ้น	=	$1,000 \times 7 \times 3$
	=	$21,000 \text{ ซม.}^3$

วิธีหน่วยแรงใช้งาน

ปริมาณเหล็กขึ้น	=	21 ซม.^2
มีความยาวเหล็กขึ้นเมื่อต่อทาบแล้ว	=	10 ม.
ปริมาตรเหล็กขึ้น	=	$1,000 \times 21 \times 3 \text{ ม.}$
	=	$63,000 \text{ ซม.}^3$

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กตามทฤษฎี

4.1.1 แผ่นพื้นทางเดียว

-พื้นช่วงเดียว , พื้นยื่น

จากรูปที่ 4.1 เป็นกราฟเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมหลัก โดยวิธีหน่วยแรงใช้งานและวิธีกำลัง ของแผ่นพื้นทางเดียว โดยเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมหลักกับความยาวด้านสั้น ซึ่งพบว่าในความยาวด้านสั้นช่วงหนึ่งจะถูกควบคุมโดยพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมน้อยสุดที่ยอมให้ ($A_{s_{min}}$) โดยที่พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมน้อยสุดที่ยอมให้ ($A_{s_{min}}$) จะเริ่มไม่มีผลที่ความยาวด้านสั้น 700 ซม. สำหรับรูปที่ 4.1(a) , 550 ซม. สำหรับรูปที่ 4.1(b) , 400 ซม. สำหรับรูปที่ 4.1(c) และ 300 ซม. สำหรับรูปที่ 4.1(d) ดังนั้น ไม่ว่าจะออกแบบด้วยวิธีใดก็ตาม พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมหลักจะมีค่าเท่ากัน ถ้าออกแบบไม่เกินค่าความยาวด้านสั้นดังที่กล่าวไว้ข้างต้นในแต่ละรูป และที่ความยาวด้านสั้นเท่ากันปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งานจะมีปริมาณมากกว่าปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีกำลัง และถ้าความยาวด้านสั้นเพิ่มมากขึ้น ปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบด้วยวิธีทั้ง 2 ก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย

-พื้นต่อเนื่อง

จากรูปที่ 4.2 พบว่า ปริมาณเหล็กเสริมหลักที่รับโมเมนต์ลบ จะมีปริมาณมากกว่าปริมาณเหล็กเสริมหลักที่รับโมเมนต์บวก โดยที่ใช้วิธีในการคำนวณออกแบบเดียวกันเสมอ ยกเว้นในกรณีที่ใช้ปริมาณเหล็กเสริมน้อยสุดที่ยอมให้มาออกแบบ และพบว่าที่ความยาวด้านสั้นเท่ากัน ปริมาณเหล็กเสริมหลักที่รับโมเมนต์บวกและโมเมนต์ลบที่ออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน จะมีปริมาณมากกว่าปริมาณเหล็กเสริมหลักที่รับโมเมนต์บวกและโมเมนต์ลบที่ออกแบบโดยวิธีกำลัง

4.1.2 แผ่นพื้นสองทาง

จากรูปที่ 4.3 เป็นกราฟเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมหลักโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน และวิธีกำลังของแผ่นพื้นสองทาง ซึ่งเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมหลักกับความยาวด้านสั้น โดยแยกพิจารณาที่อัตราส่วนด้านสั้นต่อด้านยาวตั้งแต่ 0.6-1.0 ของทั้ง 2 วิธี พบว่าพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมหลักของวิธีหน่วยแรงใช้งานจะมีค่ามากกว่าวิธีกำลังที่อัตราส่วนด้านสั้นต่อด้านยาว และความยาวด้านสั้น เดียวกันในทุกกรณี โดยที่ความยาวด้านสั้นเพิ่มขึ้นค่าความแตกต่างระหว่างพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมที่ออกแบบ โดยวิธีหน่วยแรงใช้งานและวิธีกำลังจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นที่อัตราส่วนด้านสั้นต่อด้านยาวเดียวกัน

4.1.3 ทาน

จากรูปที่ 4.4 เป็นกราฟเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมหลัก ทั้งวิธีหน่วยแรงใช้งานและวิธีกำลัง โดยเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมหลักกับโมเมนต์ พบว่าถ้าโมเมนต์เพิ่มขึ้นแนวโน้มความแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมที่ออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งานและวิธีกำลังจะเพิ่มมากขึ้น แต่ในทางกลับกันถ้าค่าความลึกประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมของทั้ง 2 วิธีจะมีค่าลดลง และทุกๆค่าของโมเมนต์ตัดที่นำมาคำนวณออกแบบปริมาณเหล็กเสริมหลัก พบว่า ปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน จะมีค่ามากกว่าการออกแบบโดยวิธีกำลังเป็นค่า 2 เท่าโดยประมาณ

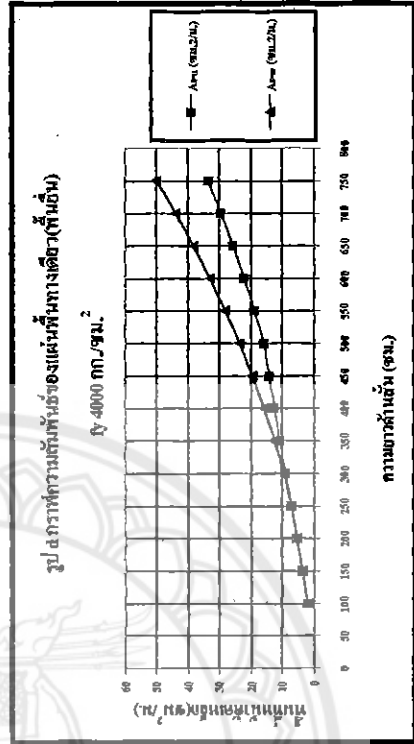
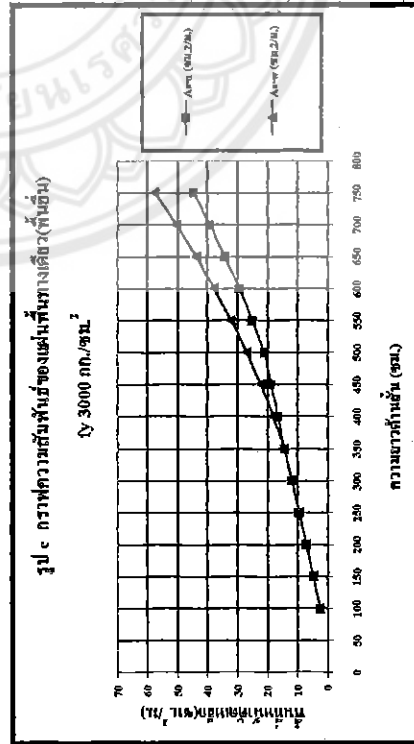
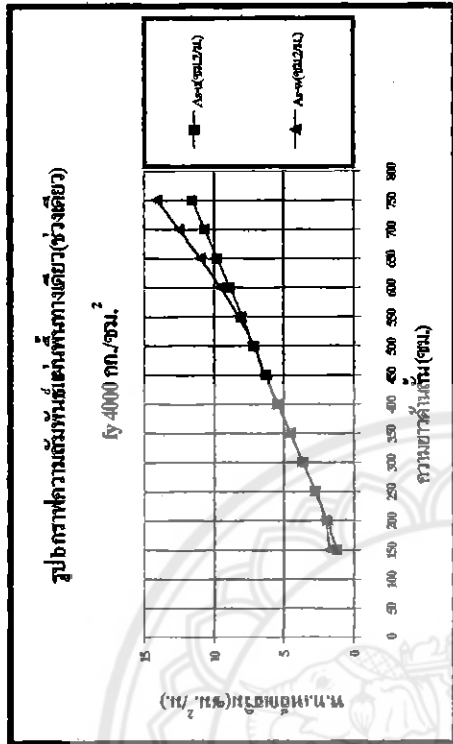
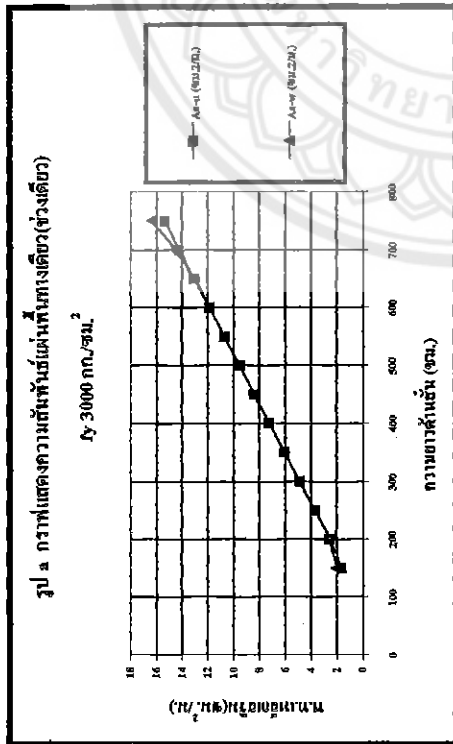
4.1.4 เสา

จากรูปที่ 4.5 เป็นกราฟเปรียบเทียบความแตกต่างในเรื่องเสาทั้งวิธีกำลังและวิธีหน่วยแรงใช้งาน จะพบว่า ในกรณีที่เสารับแรงในแนวแกนเพียงอย่างเดียวโดยกำหนดให้ค่าเปอร์เซ็นต์เหล็กเสริมเท่ากันแล้ว การออกแบบโดยวิธีกำลังจะสามารถรับน้ำหนักในแนวแกนได้มากกว่าวิธีหน่วยแรงใช้งาน โดยวิธีกำลังมีค่า $P/bhfc'$ อยู่ในช่วง 0.80-1.58 วิธีหน่วยแรงใช้งานมีค่าอยู่ในช่วง 0.25-0.60 และถ้าพิจารณาให้แรงในแนวแกนมีค่าเท่ากันทั้ง 2 วิธีค่าเปอร์เซ็นต์เหล็กเสริมของวิธีกำลังจะมีค่าน้อยกว่าวิธีหน่วยแรงใช้งาน

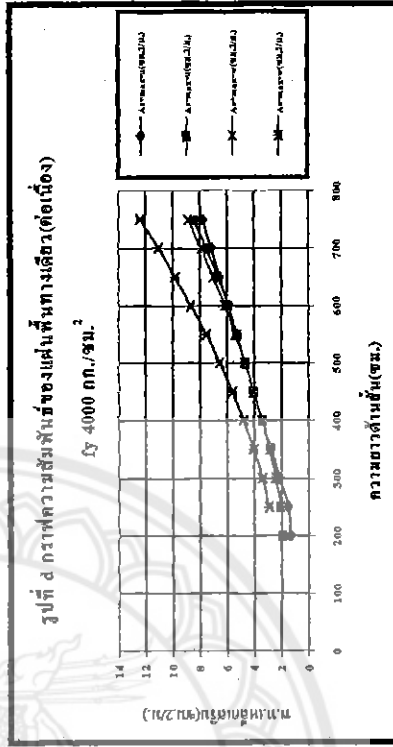
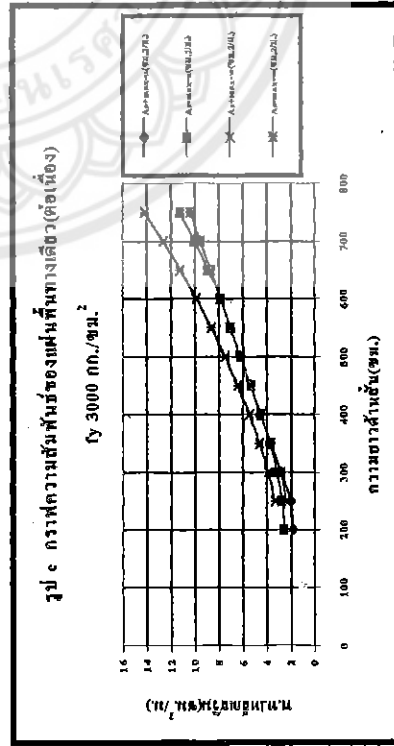
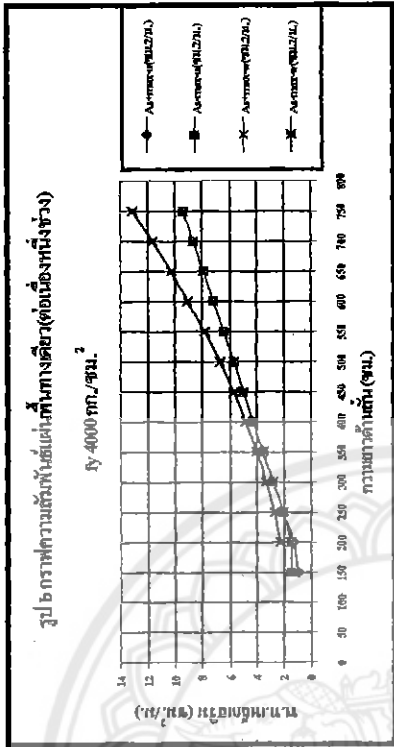
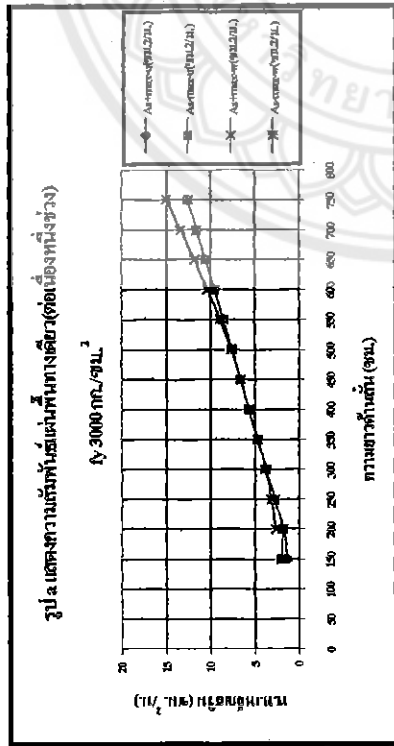
4.1.5 กราฟเปรียบเทียบระหว่าง $As(ultimate)/As(working)$ กับ LL/DL ของพื้นและคาน

จากรูปที่ 4.6 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีกำลังต่อวิธีหน่วยแรงใช้งาน กับอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักบรรทุกจรต่อน้ำหนักบรรทุกคงที่ของพื้นและคาน จะพบว่าที่อัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกจรต่อน้ำหนักบรรทุกคงที่น้อยๆ จะมีผลทำให้ อัตราส่วนของปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีกำลังต่อวิธีหน่วยแรงใช้งานมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าอัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกจรต่อน้ำหนักบรรทุกคงที่เพิ่มขึ้นต่อไปเรื่อยๆ ค่าอัตราส่วนของปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีกำลังต่อวิธีหน่วยแรงใช้งานจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และมีแนวโน้มที่จะมีค่าคงที่เมื่ออัตราส่วนระหว่างน้ำหนักบรรทุกจรต่อน้ำหนักคงที่เพิ่มมากขึ้นไปเรื่อยๆ

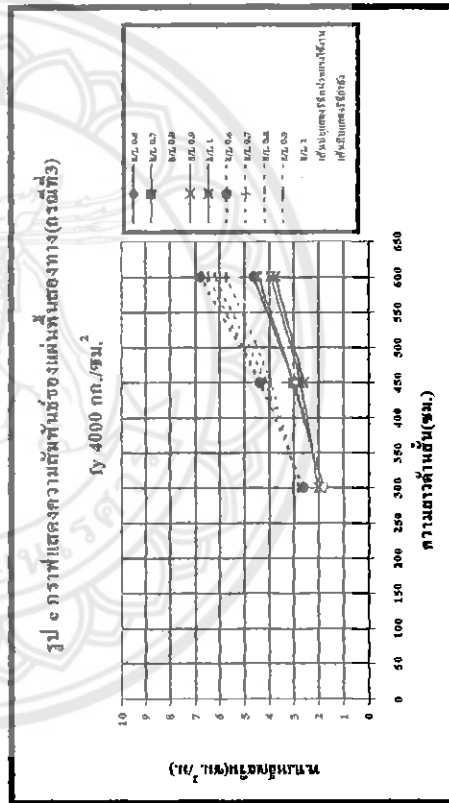
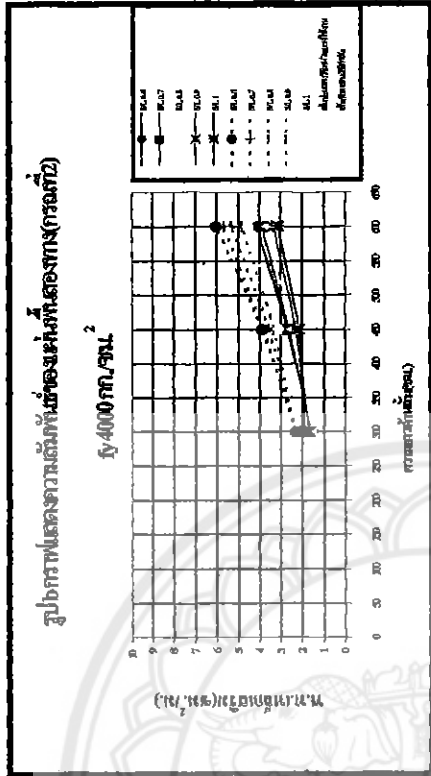
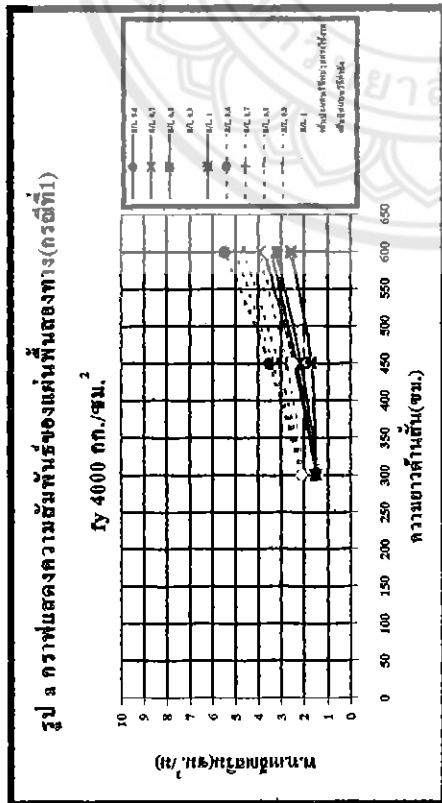




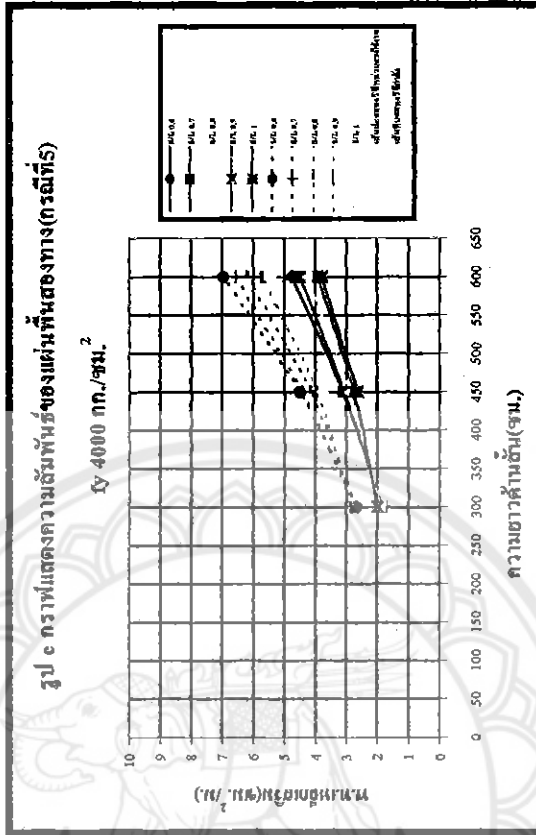
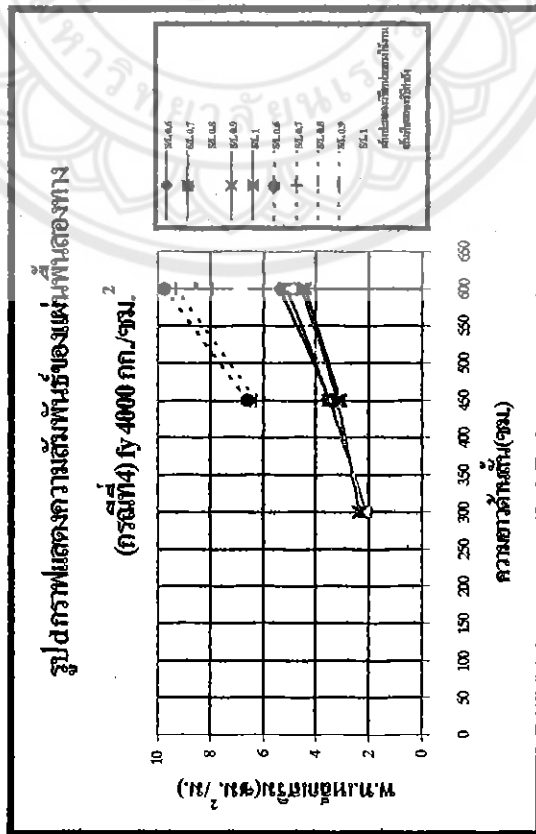
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นทางเดียว (ช่วงเดียว, พื้นยื่น)



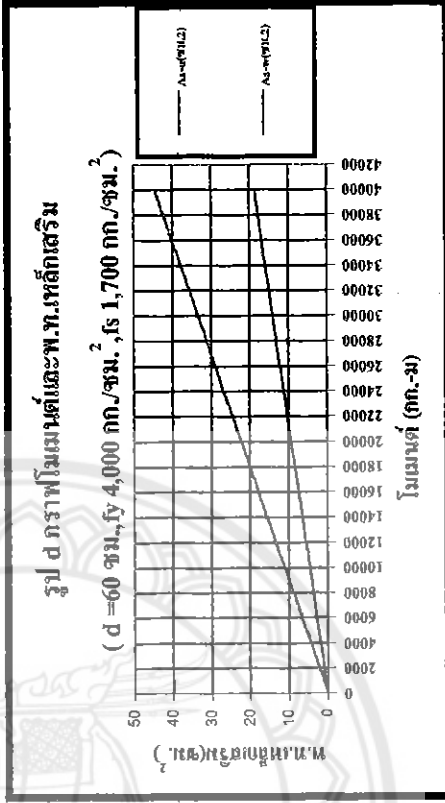
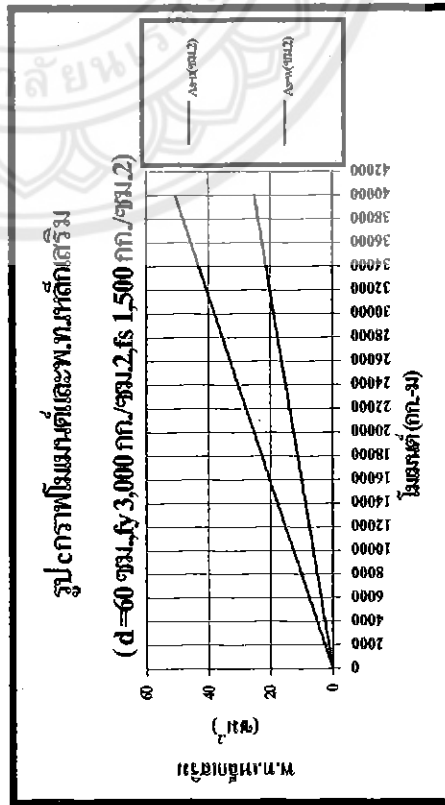
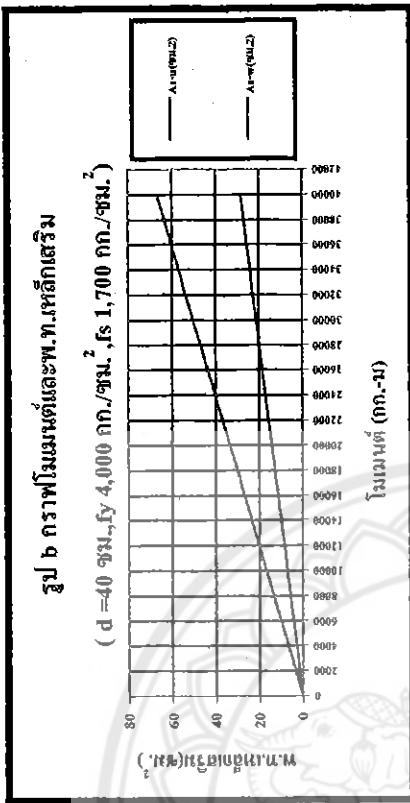
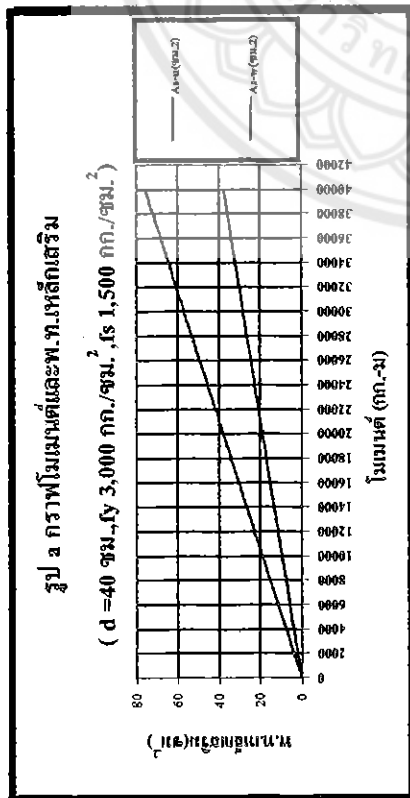
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ทางเดียว (ต่อเนื้อหนึ่งช่วง , ต่อเนื้อ)



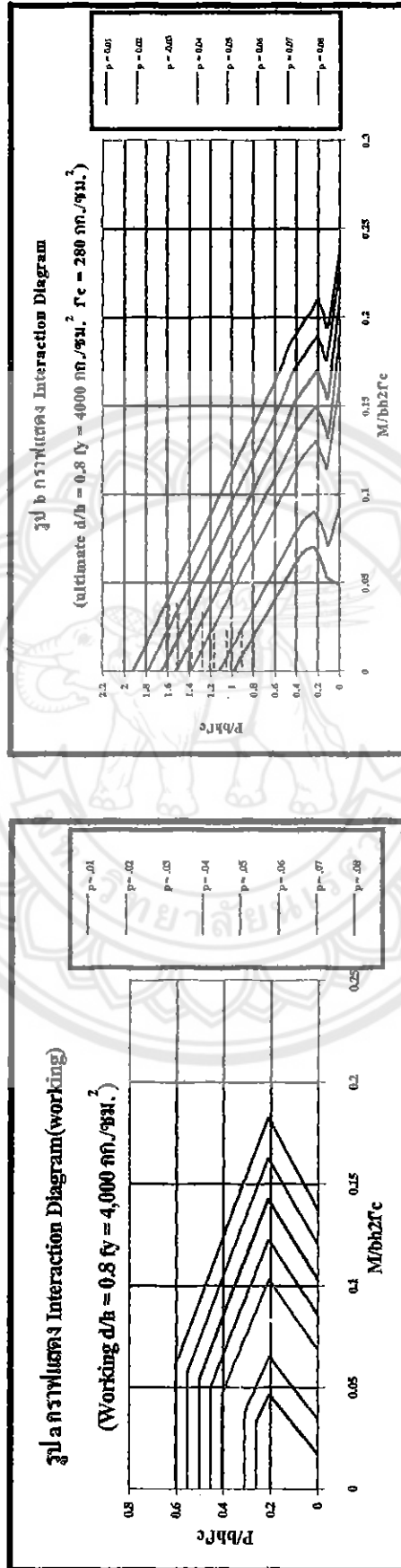
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่สองทาง (กรณีที่ 1 ถึงกรณีที่ 3)



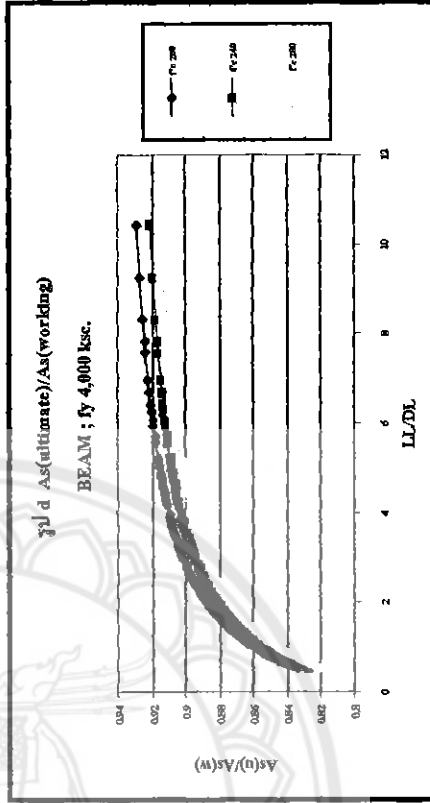
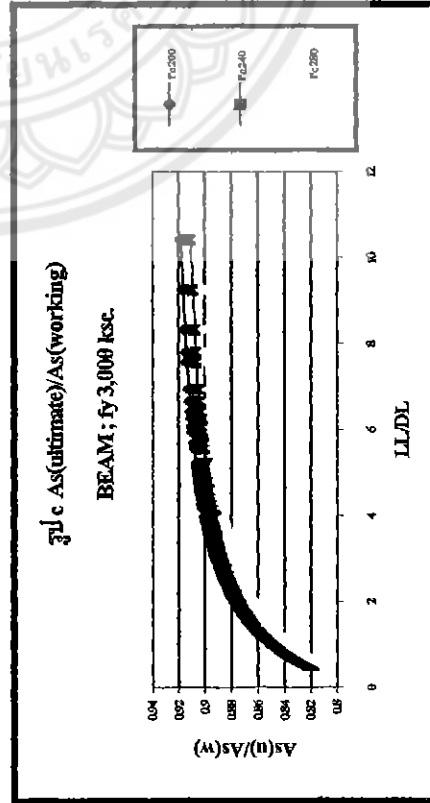
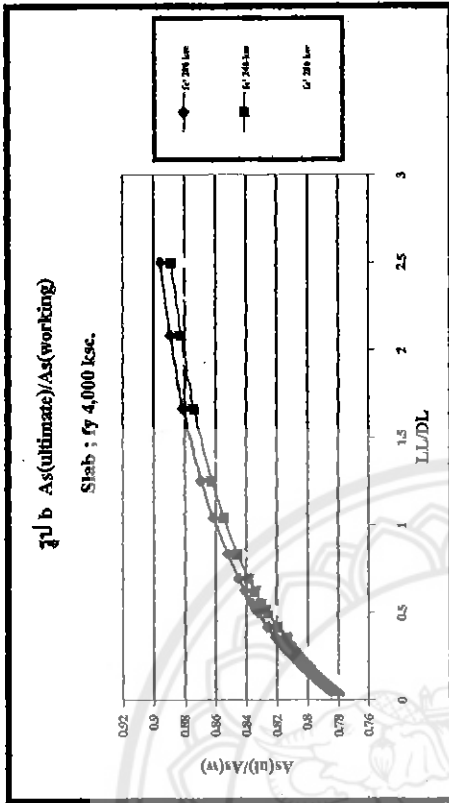
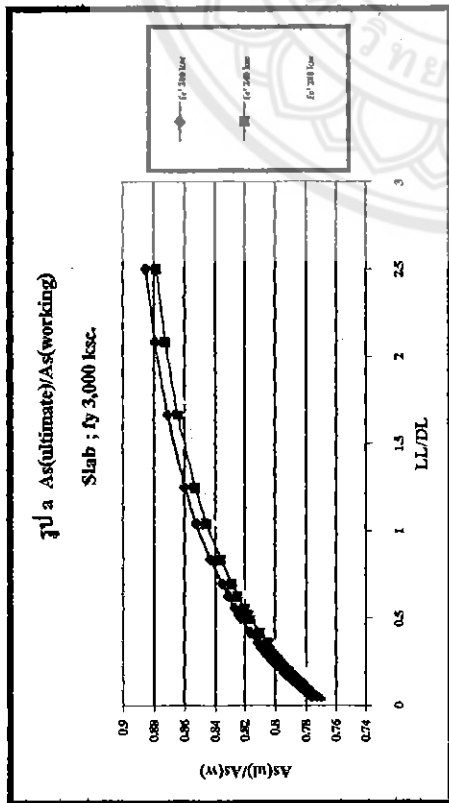
รูปที่ 4.3 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นสองทาง (กรณีที 4 และกรณีที 5)



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของคาน (d = 40 ซม. และ 60 ซม.)



รูปที่ 4.5 กราฟแสดง Interaction Diagram ของเสา (Working และ Ultimate)



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง As(ultimate)/As(working) และ LL/DL

4.2 ผลการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิเคราะห์จากกรณีศึกษา

จากผลการวิเคราะห์และออกแบบอาคารในภาคผนวก ค ซึ่งได้มาจากผลการออกแบบจากโครงสร้างอาคารจำลองดังรูปที่ 3.1-3.3 ซึ่งเป็นโครงสร้างจำลองของทั้งวิธีกำลังและวิธีหน่วยแรงใช้งาน ที่ต้องใช้โครงสร้างจำลองเหมือนกัน โดยแสดงที่มาของการใช้ปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วนในโครงสร้างจำลอง และเลือกใช้ค่าปริมาณเหล็กเสริมที่ปลอดภัยของทั้งโครงสร้างและยังสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณเหล็กเสริมของวิธีกำลังและวิธีหน่วยแรงใช้งานในอาคารจำลองชนิดเดียวกันโดยมีขั้นตอนการคำนวณตามทฤษฎีและข้อกำหนดจากบทที่ 2 และ 3

ตารางที่ 4.1 ผลข้อมูลจากการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างขนาดเล็ก

ข้อเปรียบเทียบ	วิธีกำลัง	วิธีหน่วยแรงใช้งาน
ข้อมูลทั่วไป		
- จำนวนคานในโครงสร้างจำลอง (ชั้น)	6	6
- จำนวนเสาในโครงสร้างจำลอง (ชั้น)	9	9
- จำนวนชุดของเสา	1	1
- ขนาดหน้าตัดของเสาและคานที่ชิ้นส่วนเดียวกัน	เท่ากันทั้ง 2 วิธี	เท่ากันทั้ง 2 วิธี
- น้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อคาน	เท่ากันทั้ง 2 วิธี	เท่ากันทั้ง 2 วิธี
คาน		
- ความยาวคานทั้งหมดของโครงสร้าง (เมตร)	24	24
- ปริมาณเหล็กที่ใช้ในการรับโมเมนต์บวกที่ปลอดภัย (ชม. ²)	2.27	2.645
- ปริมาณเหล็กที่ใช้ในการรับโมเมนต์ลบที่ปลอดภัย (ชม. ²)	3.262	5.025
- ความยาวของเหล็กเสริมรับโมเมนต์ลบทั้งอาคาร (เมตร)	15.05	15.05
- ความยาวของเหล็กเสริมรับโมเมนต์บวกทั้งอาคาร (เมตร)	25.95	25.95
- ปริมาตรของเหล็กเสริมรับโมเมนต์ลบทั้งอาคาร (ชม. ³)	4,909.31	7,562.63

- ปริมาตรของเหล็กเสริมรับโมเมนต์บวก ทั้งอาคาร (ชม. ³)	5,890.63	6,863.78
- รวมปริมาตรเหล็กเสริมทั้งหมดที่ใช้ (ชม. ³)	10,800	14,426.4
เสา		
- ความยาวเสาทั้งหมดของโครงสร้าง (เมตร)	27	27
- ปริมาณเหล็กที่ปลอกค้ำของเสา (ชม. ³)	7	21
- ความยาวของเหล็กยื่นทั้งอาคาร (เมตร)	30	30
- ปริมาตรของเหล็กยื่นทั้งอาคาร (ชม. ³)	21,000	63,000
- รวมปริมาตรเหล็กทั้งหมดในโครงสร้าง (คาน + เสา) (ชม. ³)	31,800	77,426.4

ดังนั้นจากผลทั้งหมดสามารถบอกได้ว่า วิธีหน่วยแรงใช้งานใช้ปริมาณเหล็กเสริมในแต่ละประเภทของชิ้นส่วน และทั้งหมดของอาคารมากกว่า วิธีกำลัง ดังนี้

คาน	25.14 %
เสา	66.70 %
รวมทั้งอาคาร	58.93 %

ตารางที่ 4.2 ผลข้อมูลจากการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างขนาดกลาง

ข้อเปรียบเทียบ	วิธีกำลัง	วิธีหน่วยแรงใช้งาน
ข้อมูลทั่วไป		
- จำนวนคานในโครงสร้างจำลอง (ชิ้น)	30	30
- จำนวนเสาในโครงสร้างจำลอง (ชิ้น)	36	36
- จำนวนชุดของคาน (ชุด)	1	1
- จำนวนชุดของเสา (ชุด)	3	3
- ขนาดหน้าตัดของเสาและคานที่ชิ้นส่วน เดียวกัน	เท่ากันทั้ง 2 วิธี	เท่ากันทั้ง 2 วิธี
- น้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อคาน	เท่ากันทั้ง 2 วิธี	เท่ากันทั้ง 2 วิธี

คาน		
- ความยาวคานทั้งหมดของโครงสร้าง (เมตร)	180	180
- ปริมาณเหล็กที่ใช้ในการรับโมเมนต์บวก ที่ปลอดภัย (ซม. ^๒)	4.596	6.409
- ปริมาณเหล็กที่ใช้ในการรับโมเมนต์ลบ ที่ปลอดภัย (ซม. ^๒)	7.76	13.248
- ความยาวของเหล็กเสริมรับโมเมนต์ลบ ทั้งอาคาร (เมตร)	121.2	121.2
- ความยาวของเหล็กเสริมรับโมเมนต์บวก ทั้งอาคาร (เมตร)	189	189
- ปริมาตรของเหล็กเสริมรับโมเมนต์ลบ ทั้งอาคาร (ซม. ^๓)	94,051.2	160,433.3
- ปริมาตรของเหล็กเสริมรับโมเมนต์บวก ทั้งอาคาร (ซม. ^๓)	86,864.4	121,130.1
- รวมปริมาตรเหล็กเสริมทั้งหมดที่ใช้ (ซม. ^๓)	180,915.6	281,563.4
เสา		
- ความยาวเสาทั้งหมดของโครงสร้าง (เมตร)	108	108
- ปริมาณเหล็กที่ปลอดภัยของเสา (ซม. ^๒)		
ขนาด 30 x 50	15	120
25 x 45	11.25	78.75
20 x 40	8	32
- ความยาวของเหล็กยื่นแต่ละชุดของเสา (เมตร)	7	7
- ความยาวของเหล็กยื่นทั้งหมด แบ่งตาม ขนาดเสา (เมตร)	42	42

- ปริมาตรของเหล็กขึ้นทั้งหมดของแต่ละชุด (ชม. ³) ตามขนาดเสา		
ขนาด 30 x 50	63,000	504,000
ขนาด 25 x 45	47,250	329,700
ขนาด 20 x 40	33,600	134,400
- ปริมาตรรวมทั้งหมดและเหล็กขึ้นทั้งอาคาร (ชม. ³)	143,850	968,100
- รวมปริมาตรเหล็กทั้งหมดในโครงสร้าง (คาน + เสา) (ชม. ³)	324,765.6	1,249,663.4

ดังนั้น จากผลทั้งหมดสามารถบอกได้ว่า วิธีหน่วยแรงใช้งานใช้ปริมาณเหล็กเสริมในแต่ละประเภทของชิ้นส่วน และทั้งหมดของอาคารมากกว่าวิธีกำลัง ดังนี้

คาน	35.75 %
เสา	85.14 %
รวมทั้งอาคาร	74.01 %

ตารางที่ 4.3 ผลข้อมูลจากการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างขนาดใหญ่

ข้อเปรียบเทียบ	วิธีกำลัง	วิธีหน่วยแรงใช้งาน
ข้อมูลทั่วไป		
- จำนวนคานในโครงสร้างจำลอง (ชิ้น)	60	60
- จำนวนเสาในโครงสร้างจำลอง (ชิ้น)	75	75
- จำนวนชุดของคาน (ชุด)	1	1
- จำนวนชุดของเสา (ชุด)	5	5
- ขนาดหน้าตัดของเสาและคานที่ชิ้นส่วน เดียวกัน	เท่ากันทั้ง 2 วิธี	เท่ากันทั้ง 2 วิธี
- น้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อคาน	เท่ากันทั้ง 2 วิธี	เท่ากันทั้ง 2 วิธี
คาน		
- ความยาวคานทั้งหมดของโครงสร้าง (เมตร)	360	360

- ปริมาณเหล็กที่ใช้ในการรับโมเมนต์บวก ที่ปลอดภัย (ซม. ^๒)	8.27	12.31
- ปริมาณเหล็กที่ใช้ในการรับโมเมนต์ลบ ที่ปลอดภัย (ซม. ^๒)	15.71	30.457
- ความยาวของเหล็กเสริมรับโมเมนต์ลบ ทั้งอาคาร (เมตร)	252	252
- ความยาวของเหล็กเสริมรับโมเมนต์บวก ทั้งอาคาร (เมตร)	391.5	391.5
- ปริมาตรของเหล็กเสริมรับโมเมนต์ลบ ทั้งอาคาร (ซม. ^๓)	395,892	767,516
- ปริมาตรของเหล็กเสริมรับโมเมนต์บวก ทั้งอาคาร (ซม. ^๓)	323,770.5	481,936.5
- รวมปริมาตรเหล็กเสริมทั้งหมดที่ใช้ (ซม. ^๓)	719,662.5	1,249,453
เสา		
- ความยาวเสาทั้งหมดของโครงสร้าง (เมตร)	300	300
- ปริมาณเหล็กที่ปลอดภัยของเสา (ซม. ^๒)		
ขนาด 60 x 75	45	315
55 x 70	38.5	231
50 x 65	32.5	162.5
45 x 60	27	135
30 x 45	13.5	67.5
- ความยาวของเหล็กยื่นแต่ละชุดของเสา (เมตร)	15	15
- ความยาวของเหล็กยื่นทั้งหมด แบ่งตาม ขนาดเสา (เมตร)	75	75

- ปริมาตรของเหล็กขึ้นทั้งหมดของแต่ละชุด (ชม. ³) ตามขนาดเสา		
ขนาด 60 x 75	337,500	2,362,500
55 x 70	288,750	1,732,500
50 x 65	243,750	1,218,750
45 x 60	202,500	1,012,500
30 x 45	101,250	506,250
- ปริมาตรรวมทั้งหมดและเหล็กขึ้นทั้งอาคาร (ชม. ³)	1,173,750	6,832,500
- รวมปริมาตรเหล็กทั้งหมดในโครงสร้าง (คาน+ เสา) (ชม. ³)	1,893,412.5	8,081,953

ดังนั้นจากผลทั้งหมดสามารถบอกได้ว่า วิธีหน่วยแรงใช้งานใช้ปริมาณเหล็กเสริมในแต่ละประเภทของชิ้นส่วน และทั้งหมดของอาคารมากกว่า วิธีกำลัง ดังนี้

คาน	42.4 %
เสา	82.82 %
รวมทั้งอาคาร	76.6 %

จากกรณีศึกษาทั้งหมดจะเห็นได้ว่า เปรอ์เซ็นต์ความแตกต่างรวมทั้งอาคารมีแนวโน้มที่จะต่างกันมากขึ้น เมื่อขนาดอาคารเพิ่มขึ้น หรือจะกล่าวได้ว่า เปรอ์เซ็นต์ความแตกต่างของทั้ง 2 วิธี คือ วิธีหน่วยแรงใช้งานจะมากกว่า วิธีกำลัง จะแปรผันตามขนาดอาคาร สาเหตุเกิดจากเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างสะสมนั่นเอง โดยถ้าชิ้นส่วนขององค์อาคารมีมาก ค่าความแตกต่างสะสมก็จะมากตามไปด้วย ดังนั้นในการเลือกวิธีในการออกแบบอาคารจึงสมควรเลือกวิธีกำลัง เพราะจะทำให้ประหยัดกว่าวิธีหน่วยแรงใช้งาน ถ้าขนาดของอาคารมากขึ้นเท่าใด วิธีกำลังจะยิ่งประหยัดกว่าวิธีหน่วยแรงใช้งานมากขึ้นเท่านั้น

บทที่ 5

วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กตามทฤษฎี

5.1.1 แผ่นพื้นทางเดียว

จากผลการทดลองออกแบบดังรูปที่ 4.1 และ 4.2 สรุปได้ว่า ปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีกำลังมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 65-100% ของปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน สำหรับกรณีแผ่นพื้นทางเดียวแบบช่วงเดียว และแบบพื้นยื่น และจะมีค่าประมาณ 70-100% สำหรับกรณีแผ่นพื้นทางเดียวแบบต่อเนื่อง ซึ่งค่าที่ 100% เป็นค่าที่พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมน้อยสุดที่ยอมให้มีผลในการออกแบบ

5.1.2 แผ่นพื้นสองทาง

แผ่นพื้นสองทางมีอยู่ 5 กรณี ซึ่งจากผลการทดลองออกแบบดังรูปที่ 4.3 สรุปได้ว่า ปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีกำลังมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 50-75% ของวิธีหน่วยแรงใช้งาน โดยสามารถแยกพิจารณาเป็นกรณีได้ดังนี้ คือ 68-73% ในกรณีที่ 1, 68-71% ในกรณีที่ 2, 3, 5 และ 53-65% ในกรณีที่ 4

5.1.3 คาน

จากผลการทดลองออกแบบดังรูปที่ 4.4 สรุปได้ว่า ค่าปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน จะมีค่ามากกว่าวิธีกำลังเสมอ โดยจะมีค่ามากกว่าประมาณ 2 เท่า นั่นคือ ปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีกำลังมีค่าประมาณ 50% ของปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน ที่ $f_y = 3,000$ กก./ชม.² และมีค่าประมาณ 42% ที่ $f_y = 4,000$ กก./ชม.²

5.1.4 เสา

สำหรับกรณีของเสา จากผลการทดลองเปรียบเทียบดังรูป 4.5 นั้นพบว่าไม่สามารถบอกความแตกต่างของปริมาณเหล็กเสริมหลักทั้ง 2 วิธีได้โดยตรง เนื่องจากมีความยุ่งยากในการเปรียบเทียบโดยการคำนวณจาก Interaction Diagram ดังนั้นจึงขอสรุปค่าความแตกต่างของปริมาณเหล็กเสริมจากผลการคำนวณออกแบบไว้ในกรณีศึกษา

5.1.5 กราฟเปรียบเทียบระหว่าง As(ultimate)/As(working) กับ LL/DL ของพื้นและคาน จากผลการทดลองเปรียบเทียบดังรูปที่ 4.6 สรุปได้ว่า เมื่ออัตราส่วนระหว่างน้ำหนักบรรทุกจรต่อน้ำหนักบรรทุกคงที่เพิ่มขึ้น ปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีกำลัง จะมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 75-90% ของปริมาณเหล็กเสริมหลักที่ออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งานสำหรับแผ่นพื้น และมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 80-90% สำหรับกรณีของคาน

5.2 สรุปผลการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิเคราะห์จากกรณีศึกษา

จากผลการทดลองออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในกรณีศึกษา สรุปได้ว่าการออกแบบโดยวิธีกำลังจะประหยัดกว่าวิธีหน่วยแรงใช้งานมีค่าประมาณ 59% สำหรับอาคารขนาดเล็ก 74% สำหรับอาคารขนาดกลาง และ 76.6% สำหรับอาคารขนาดใหญ่ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่ออาคารมีขนาดใหญ่ขึ้นการออกแบบโดยวิธีกำลังก็จะช่วยให้ประหยัดมากยิ่งขึ้น

ผลสรุปในภาพรวมของการออกแบบโดยวิธีกำลังเหมาะที่จะนำมาคำนวณออกแบบของค้ำอาคาร (พื้น คาน และเสา) มากกว่าการออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน เนื่องจากการออกแบบโดยวิธีกำลังใช้กำลังของวัสดุเต็มกำลัง แต่วิธีหน่วยแรงใช้งานลดกำลังของวัสดุลงมาใช้ที่สภาวะใช้งาน ซึ่งส่งผลให้วิธีกำลังประหยัดราคาค่าก่อสร้างกว่าวิธีหน่วยแรงใช้งาน ทั้งนี้ต้องควบคุมคุณสมบัติของวัสดุให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ และการออกแบบโดยวิธีกำลังสามารถคาดคะเนการวิบัติของโครงสร้างให้เป็นแบบเหล็กเสริมถึงจุดวิบัติก่อนคอนกรีต ในส่วนของกรณีศึกษาเมื่อพิจารณาจากการออกแบบทั้ง 2 วิธีพบว่าความแตกต่างของปริมาณเหล็กเสริมหลักของทั้ง 2 วิธีจะเพิ่มขึ้นตามขนาดของอาคาร ซึ่งการออกแบบโดยวิธีกำลังจะประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างมากกว่า

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อให้การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปริมาณเหล็กเสริมที่ใช้ในการออกแบบจริงเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ควรคิดค่าความแตกต่างของเหล็กปลอกรับแรงเฉือนและแรงบิดด้วย
2. เพื่อให้การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปริมาณเหล็กเสริมใกล้เคียงกับการทำงานจริงควรทำการเปรียบเทียบให้มีปริมาณเหล็กเสริมรับแรงอัดด้วย (Double Reinforcement)
3. เพื่อให้การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปริมาณเหล็กเสริมตามขนาดของอาคารใกล้เคียงกับความเป็นจริง ควรใช้แบบทางสถาปัตยกรรมของจริง



บรรณานุกรม

1. Kenneth Leet. Reinforced Concrete Design. 2nd ed. Singapore : Mc Grawhill, 1991
2. Jack C. Mc Cormac. Design of Reinforced Concrete. 4th ed. California : Addison Wesley Longman, 1998
3. วินิต ช่อวิเชียร. การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ป.สัมพันธ์พาณิชย์, 2542
4. สมปอง สง่าแสง. คอนกรีตเสริมเหล็กทฤษฎีหน่วยแรงใช้งาน. กรุงเทพฯ : การศึกษานุกรมศาสนา, 2534
5. ชาญชัย จารุจินดา. การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : 23 บัณฑิตเซอร์, 2539
6. สมพร อรรถศรีวิวงศ์. คู่มือการใช้โปรแกรม MICROFEAP-II (Module P1: Release 3.3). ปทุมธานี : Microfeap Club, 2539
7. สมศักดิ์ คำปลิว. การออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก. กรุงเทพฯ : เอช เอ็น กรุ๊ป, 2538
8. คณะอนุกรรมการร่างมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน. มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537
9. คณะอนุกรรมการร่างมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง. มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

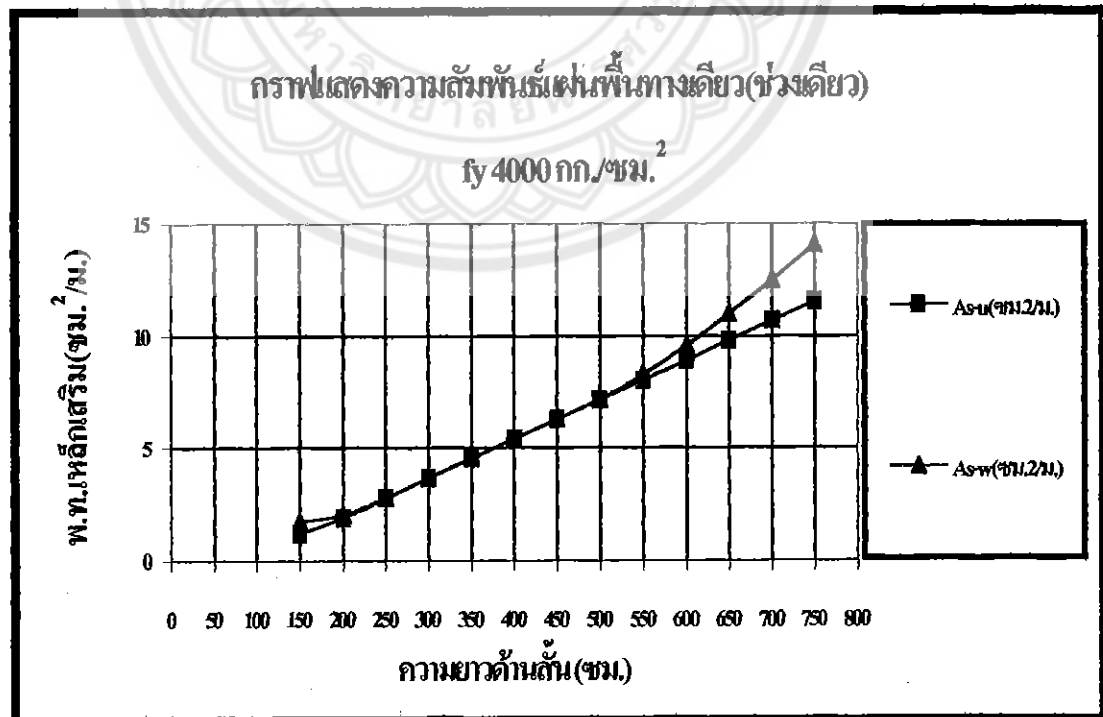
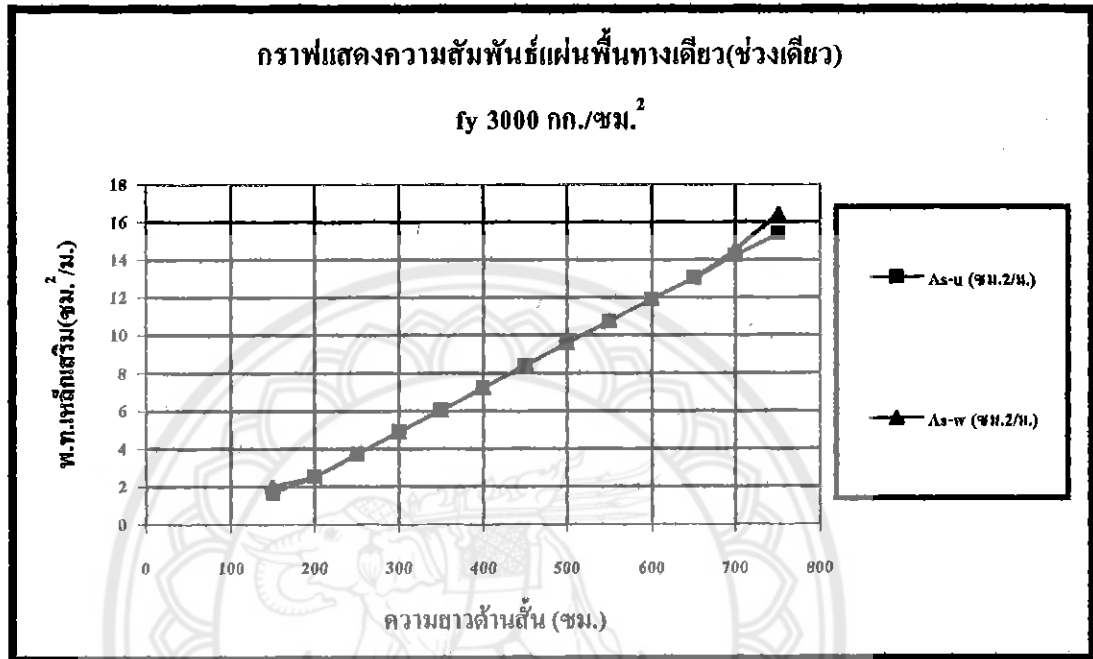
ภาคผนวก ก

ตาราง ก.1 สัมประสิทธิ์ของโมเมนต์ C

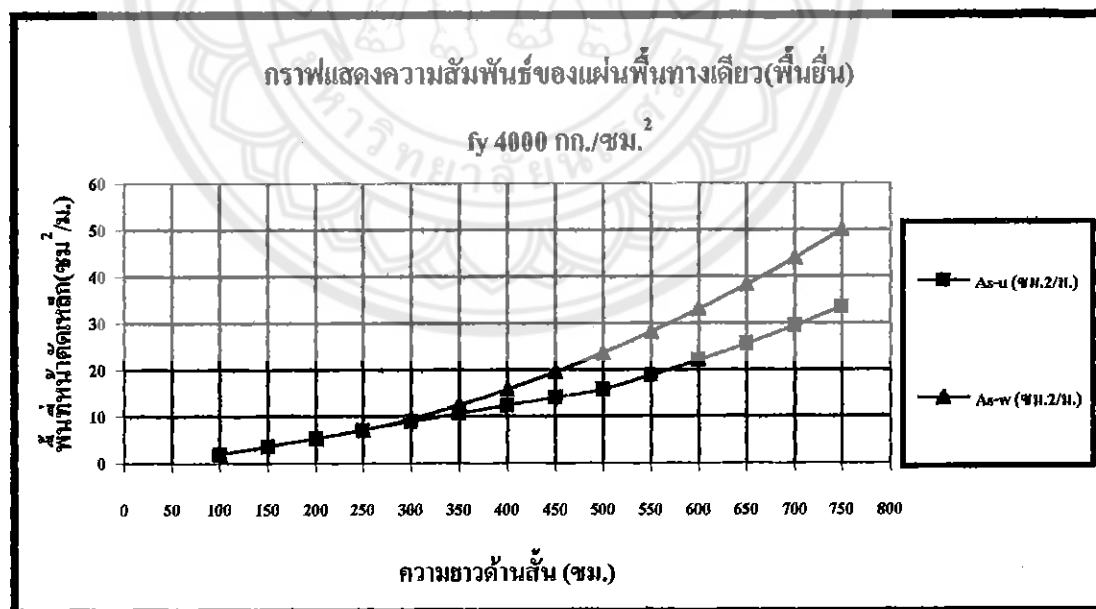
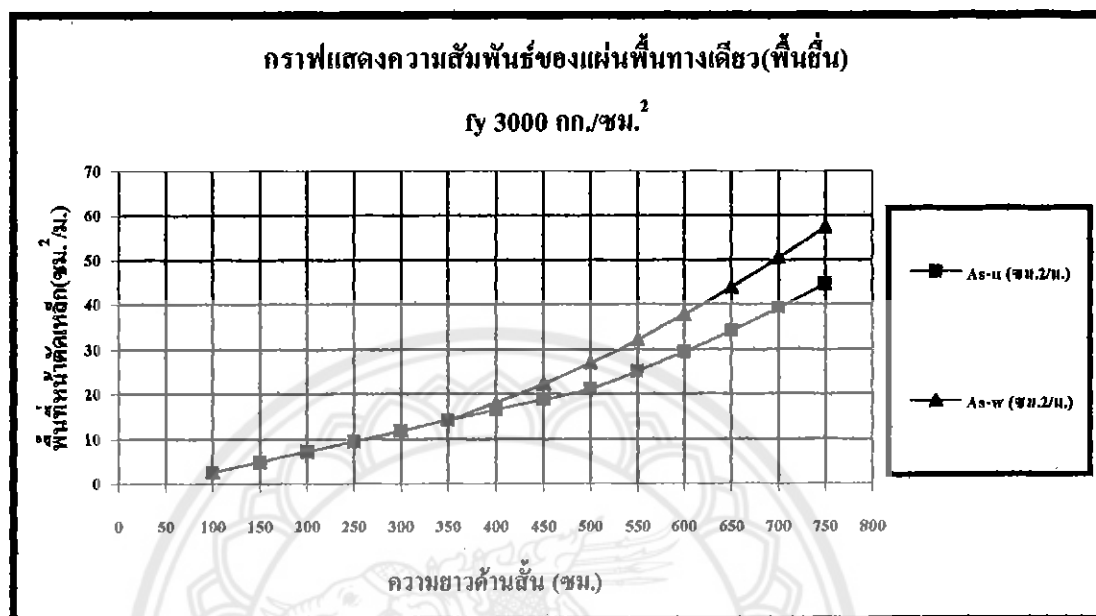
โมเมนต์	ช่วงสั้น						ช่วงยาว สำหรับ m ทุกค่า
	ค่าต่างๆ ของ m						
	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5 และ ต่ำกว่า	
กรณีที่ 1 ช่วงพื้นภายใน							
โมเมนต์ลบ - ที่ด้านซึ่งต่อเนื่องกัน	0.033	0.04	0.048	0.055	0.063	0.083	0.033
- ที่ด้านซึ่งไม่ต่อเนื่องกัน	-	-	-	-	-	-	-
โมเมนต์บวกที่กึ่งกลางช่วง	0.025	0.03	0.036	0.041	0.047	0.062	0.025
กรณีที่ 2 ไม่ต่อเนื่องกันด้านเดียว							
โมเมนต์ลบ - ที่ด้านซึ่งต่อเนื่องกัน	0.041	0.048	0.055	0.062	0.069	0.085	0.041
- ที่ด้านซึ่งไม่ต่อเนื่องกัน	0.021	0.024	0.027	0.031	0.035	0.042	0.021
โมเมนต์บวกที่กึ่งกลางช่วง	0.031	0.036	0.041	0.047	0.052	0.064	0.031
กรณีที่ 3 ไม่ต่อเนื่องกันสองด้าน							
โมเมนต์ลบ - ที่ด้านซึ่งต่อเนื่องกัน	0.049	0.057	0.064	0.071	0.078	0.09	0.049
- ที่ด้านซึ่งไม่ต่อเนื่องกัน	0.025	0.028	0.032	0.036	0.039	0.045	0.025
โมเมนต์บวกที่กึ่งกลางช่วง	0.037	0.043	0.048	0.054	0.059	0.068	0.037
กรณีที่ 4 ไม่ต่อเนื่องกันสามด้าน							
โมเมนต์ลบ - ที่ด้านซึ่งต่อเนื่องกัน	0.058	0.066	0.074	0.082	0.09	0.098	0.058
- ที่ด้านซึ่งไม่ต่อเนื่องกัน	0.029	0.033	0.037	0.041	0.045	0.049	0.029
โมเมนต์บวกที่กึ่งกลางช่วง	0.044	0.05	0.056	0.062	0.068	0.074	0.044
กรณีที่ 5 ไม่ต่อเนื่องกันทั้งสี่ด้าน							
โมเมนต์ลบ - ที่ด้านซึ่งต่อเนื่องกัน	-	-	-	-	-	-	-
- ที่ด้านซึ่งไม่ต่อเนื่องกัน	0.033	0.038	0.043	0.047	0.053	0.055	0.033
โมเมนต์บวกที่กึ่งกลางช่วง	0.05	0.057	0.064	0.072	0.08	0.083	0.05

ภาคผนวก ข

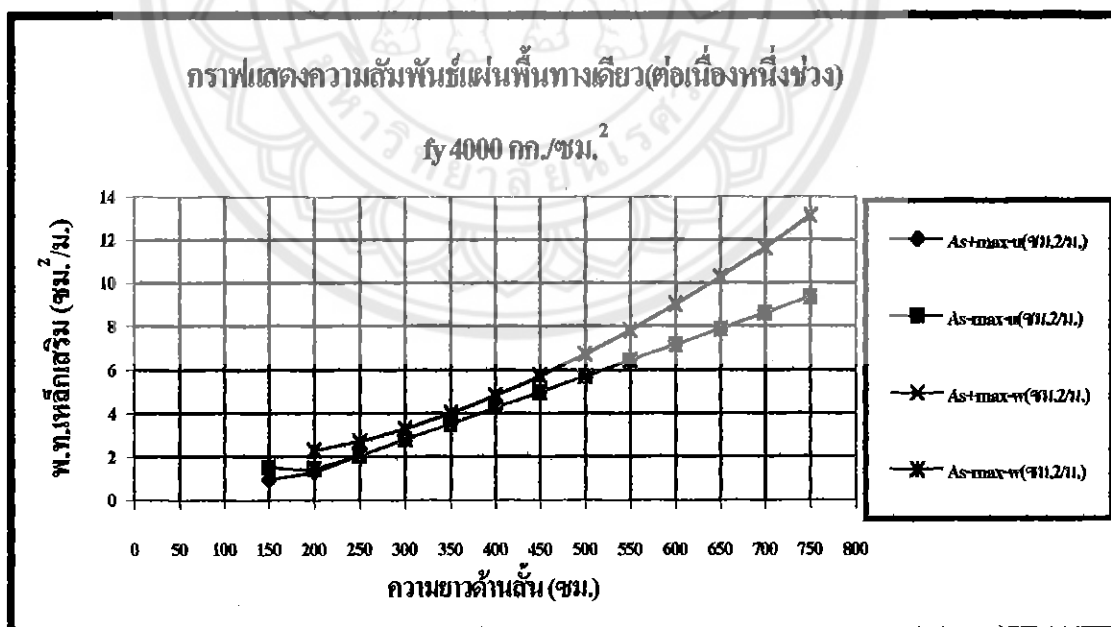
รูปที่ ข.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นทางเดียว (ช่วงเดียว)



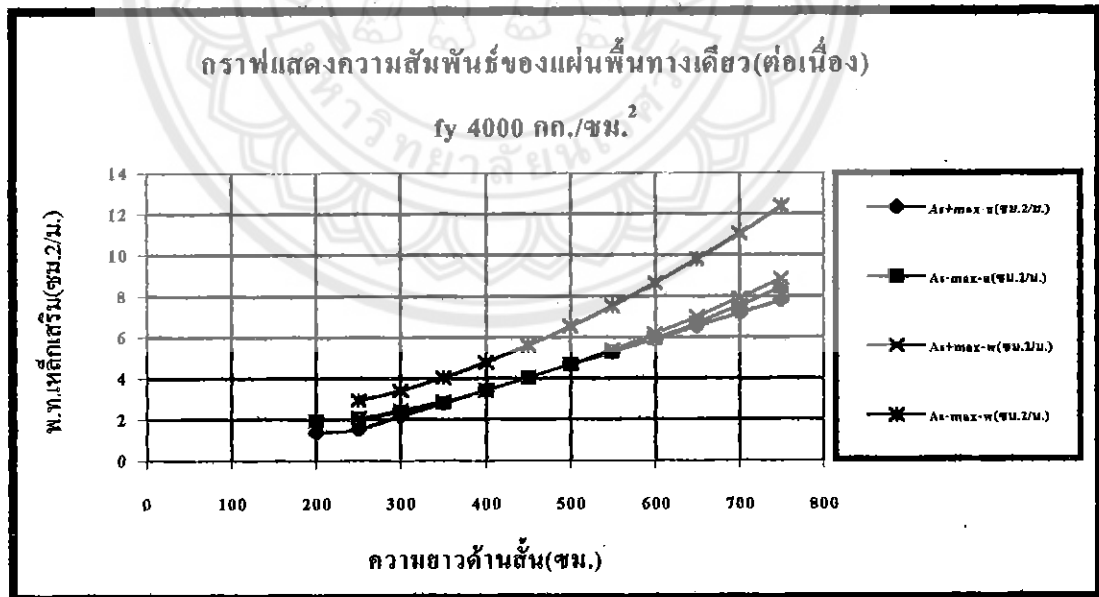
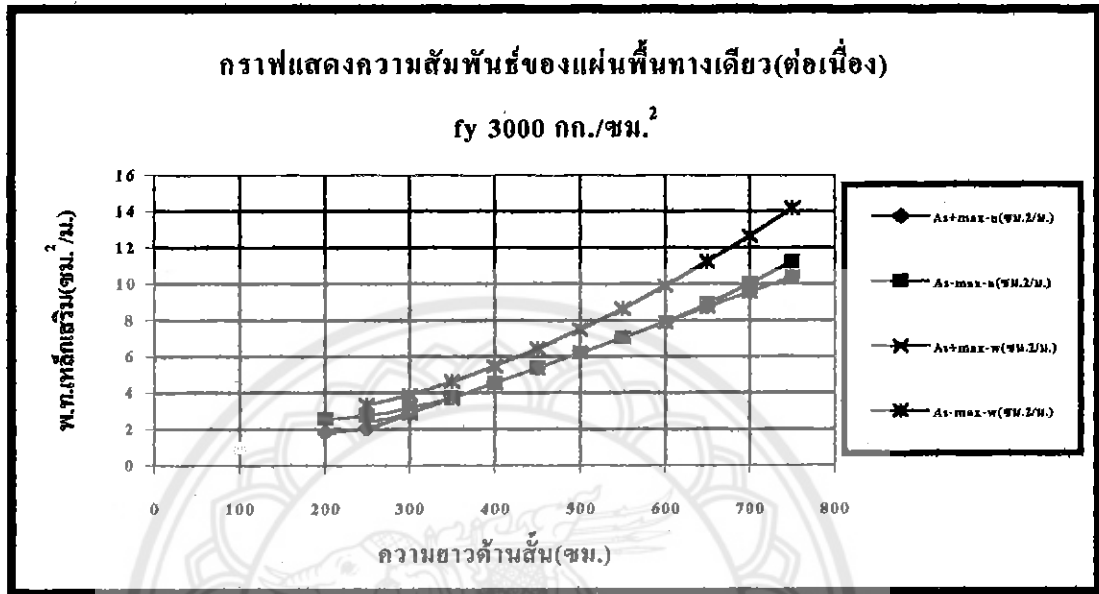
รูปที่ ข.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นทางเดียว (พื้นยื่น)



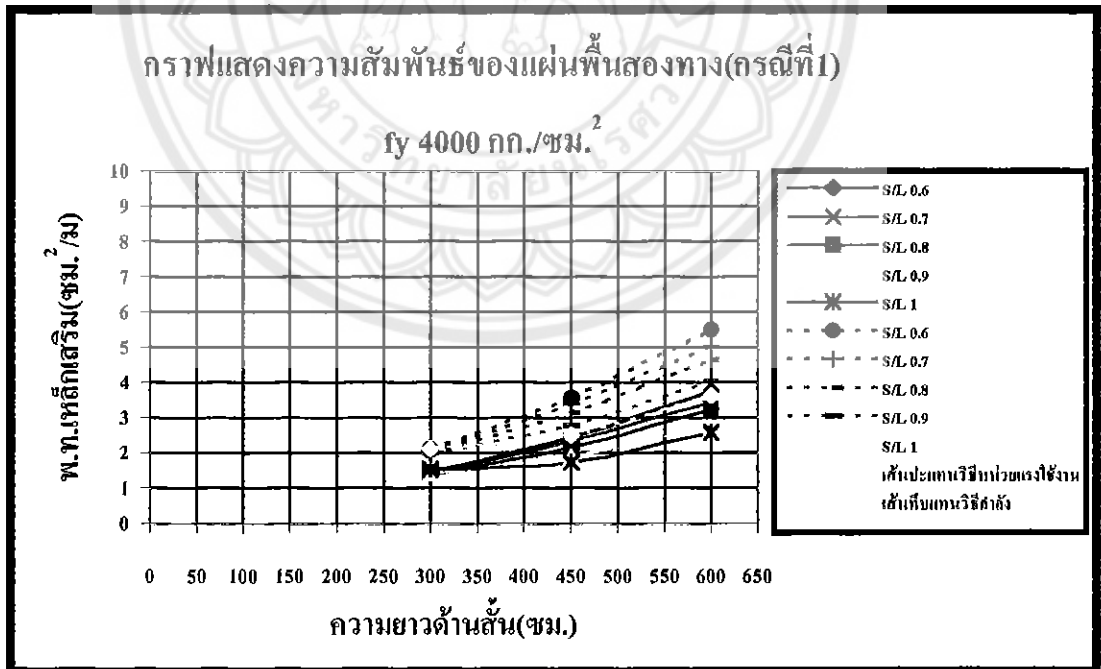
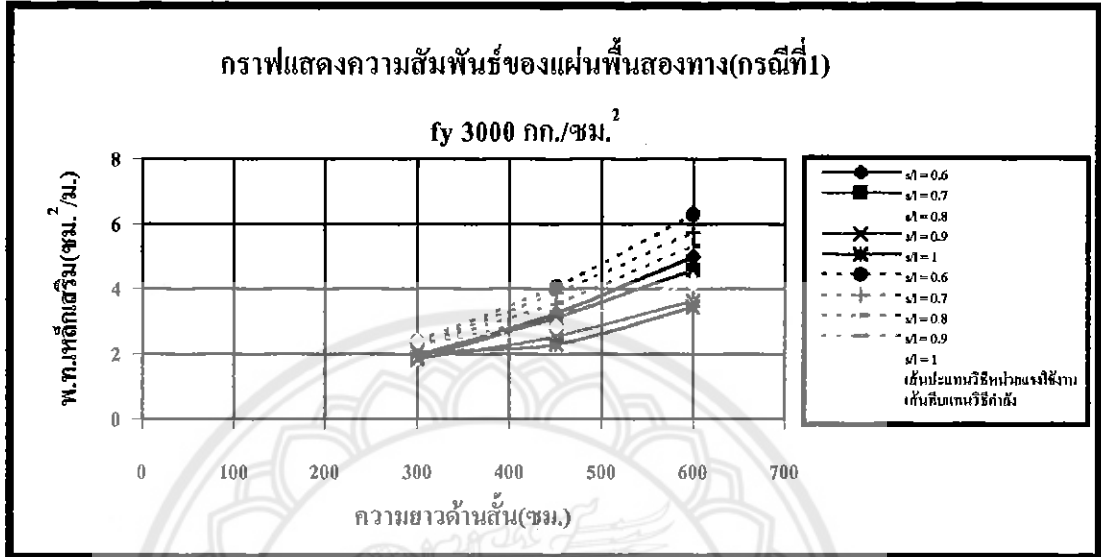
รูปที่ ข.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นทางเดียว (ต่อเนื้อหนึ่งช่วง)



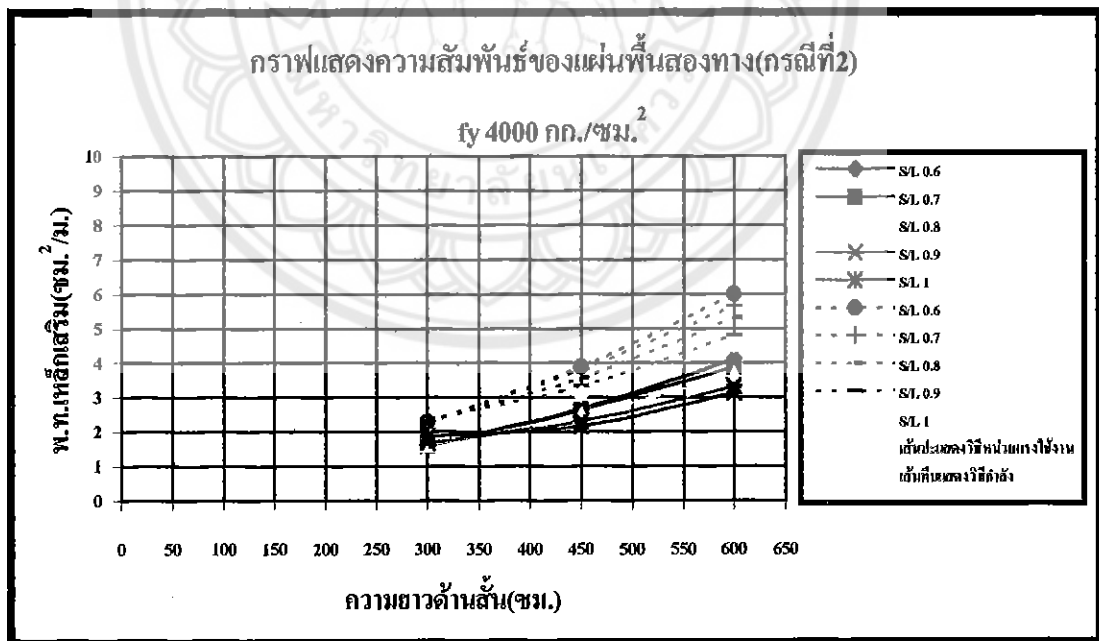
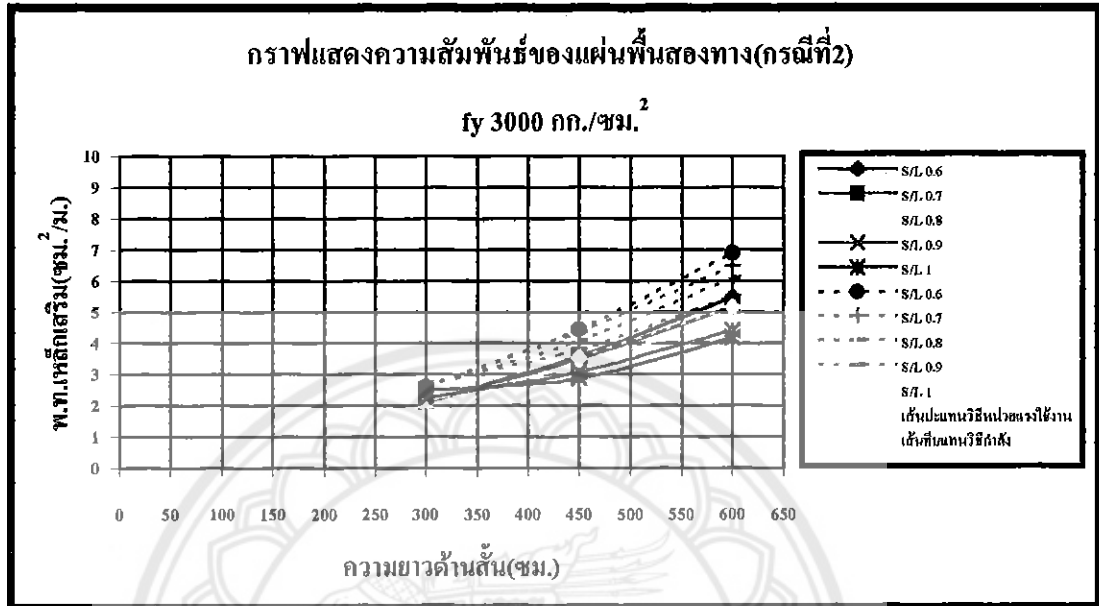
รูปที่ ข.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นทางเดียว (ต่อเนื่อง)



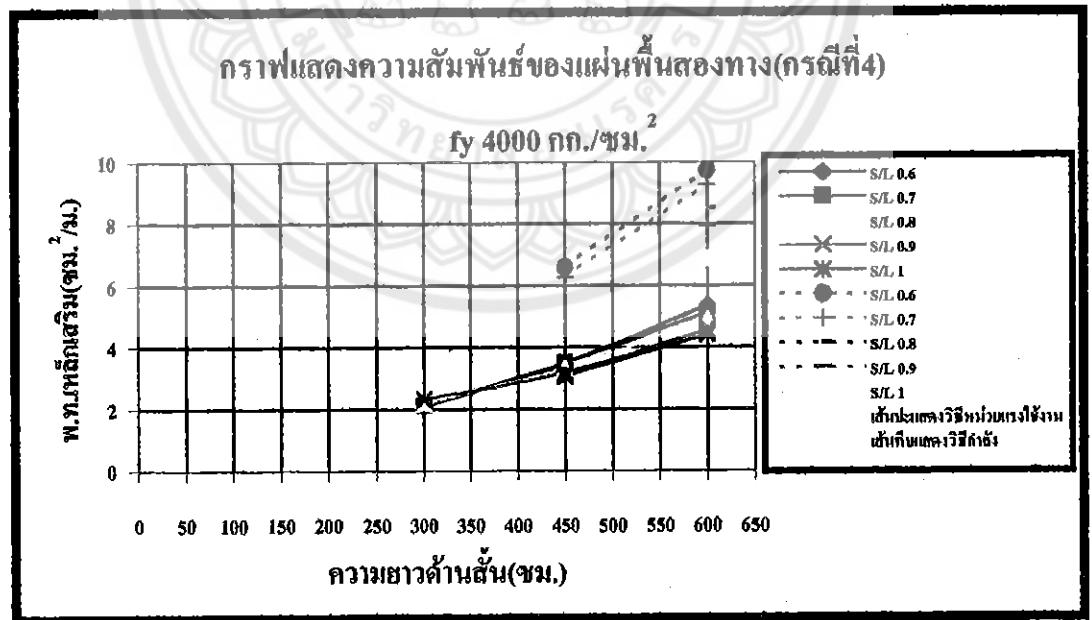
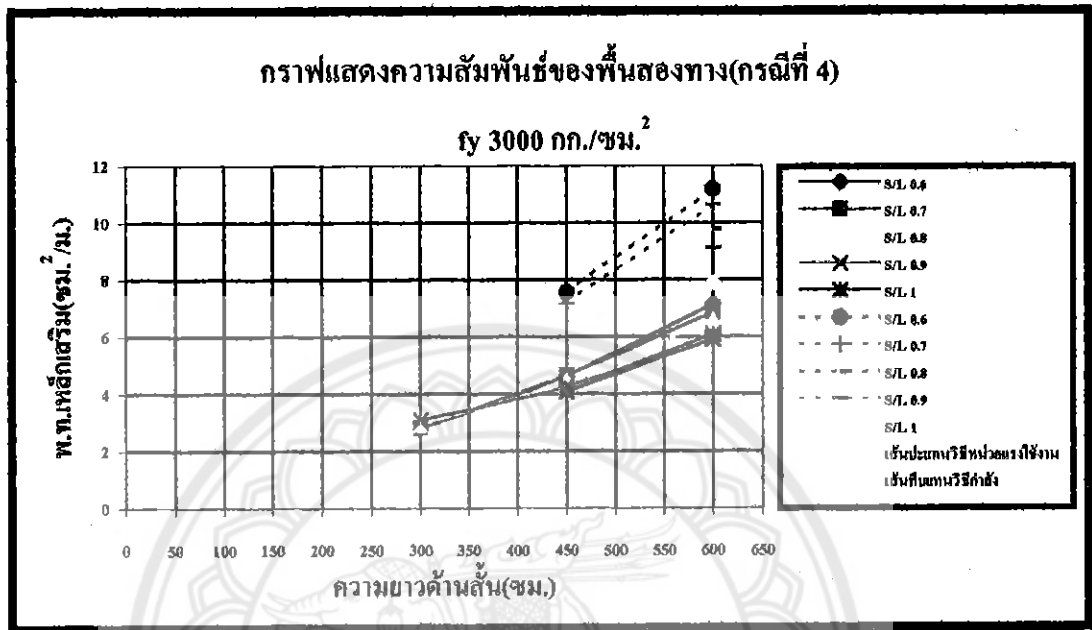
รูปที่ ข.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์แผ่นพื้นสองทาง (กรณีที่ 1)



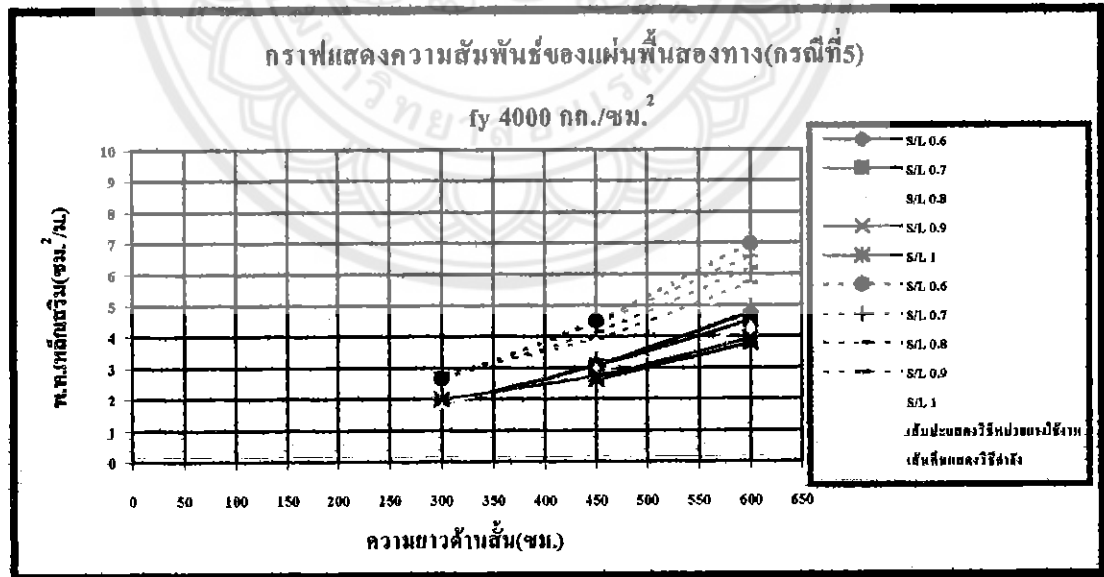
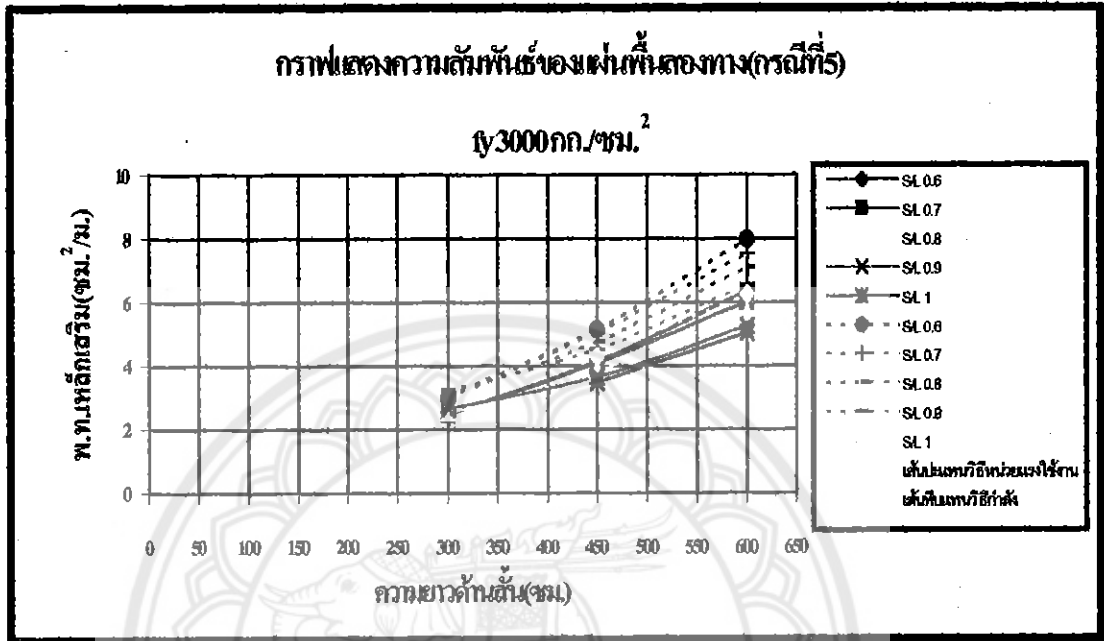
รูปที่ ข.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์แผ่นพื้นสองทาง (กรณีที่ 2)



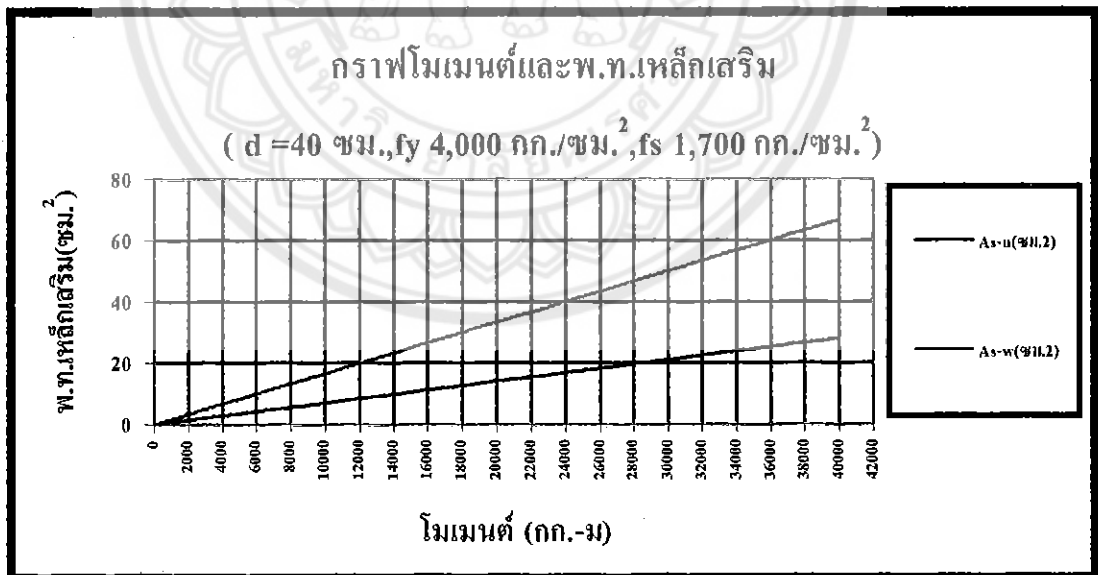
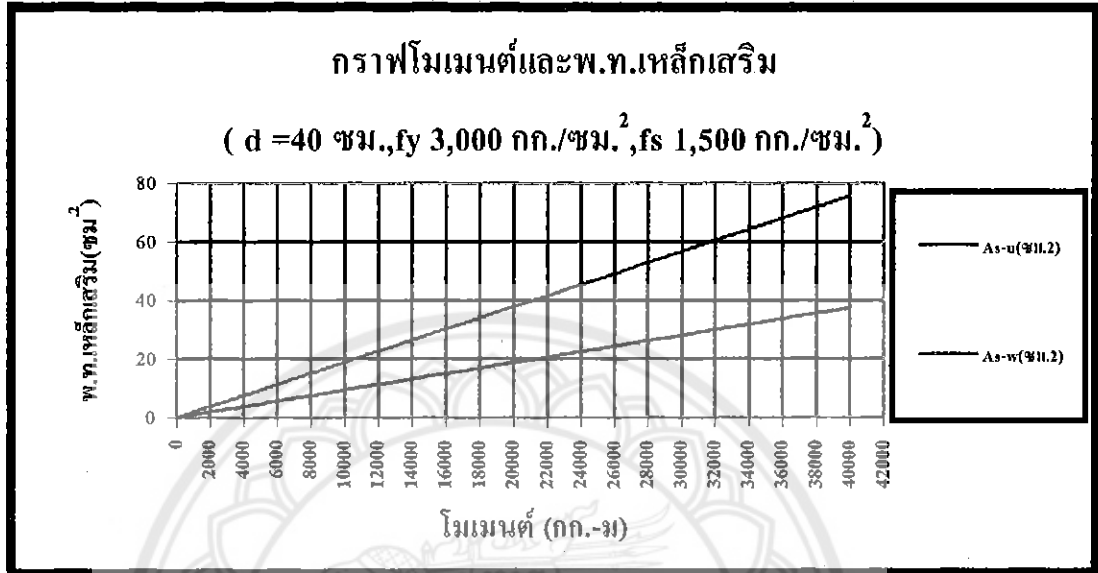
รูปที่ ข.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นสองทาง (กรณีที่ 4)



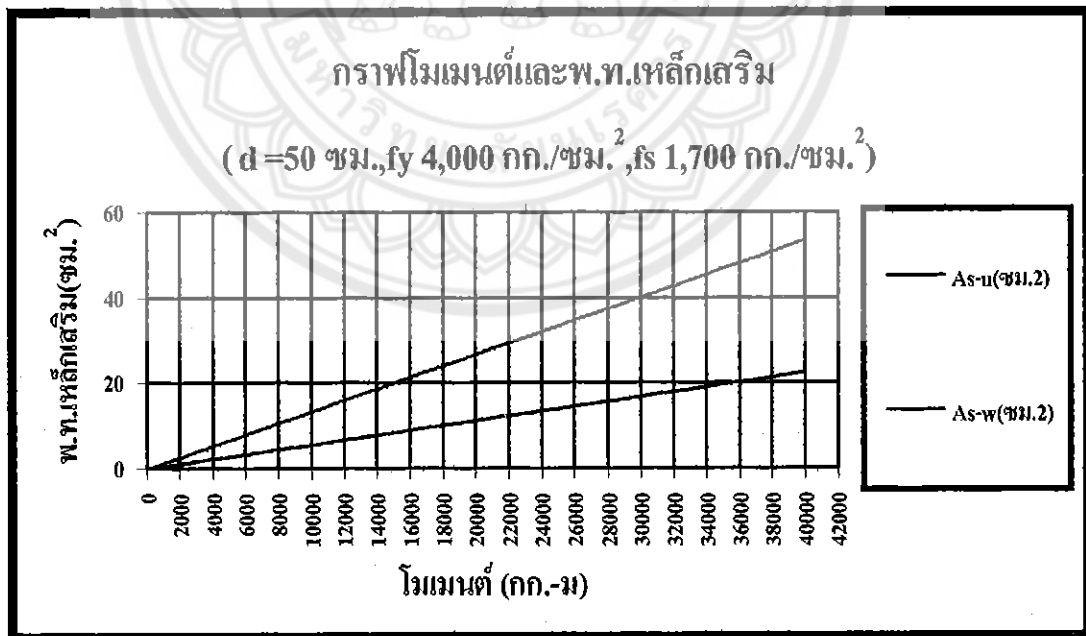
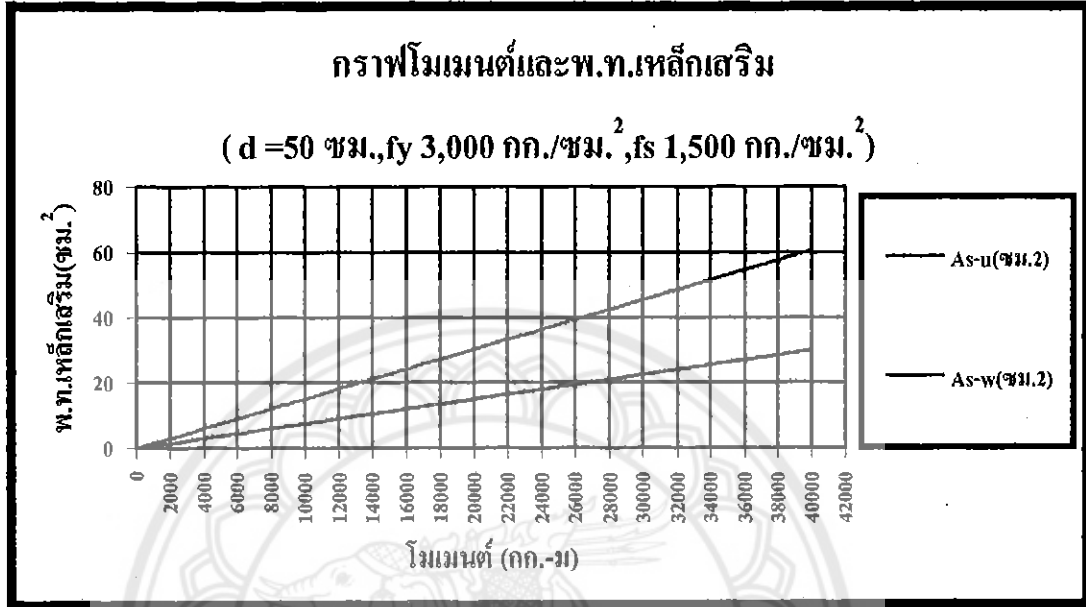
รูปที่ ข.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแผ่นพื้นสองทาง (กรณีที่ 5)



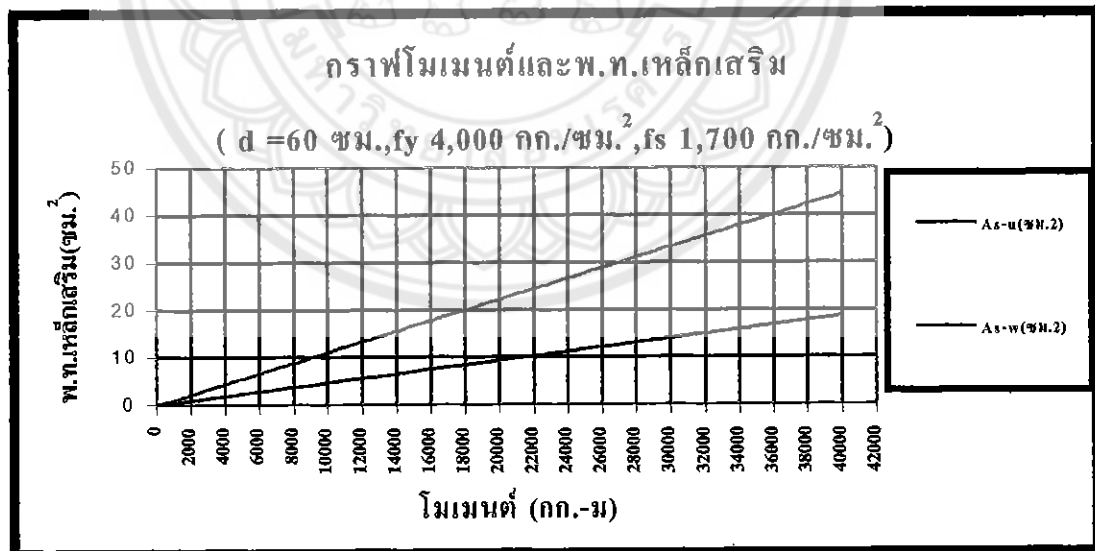
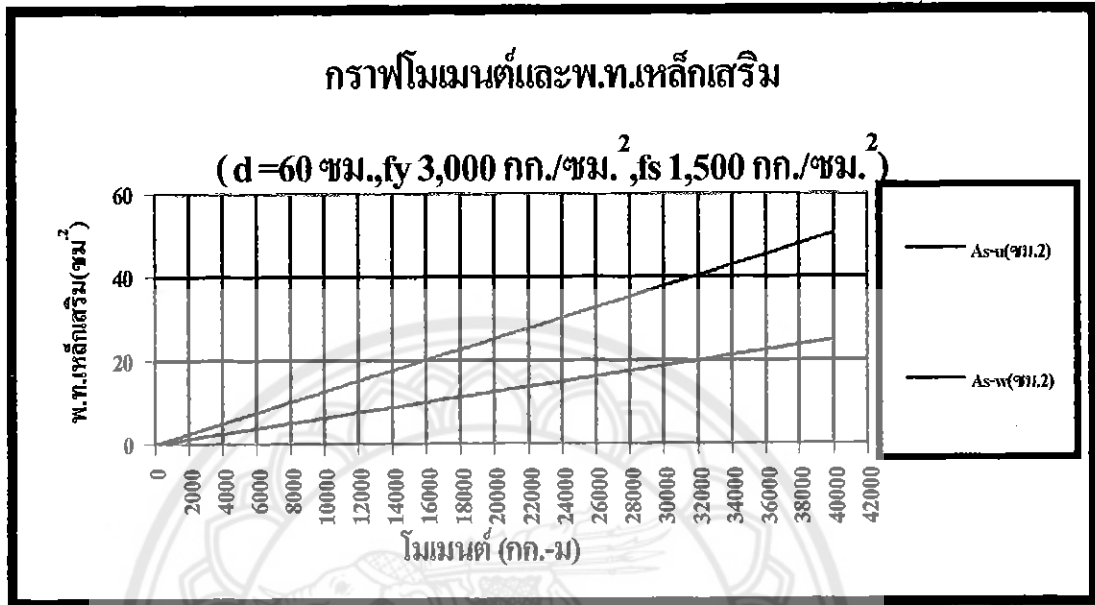
รูปที่ ข.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแกน (d = 40 ซม.)



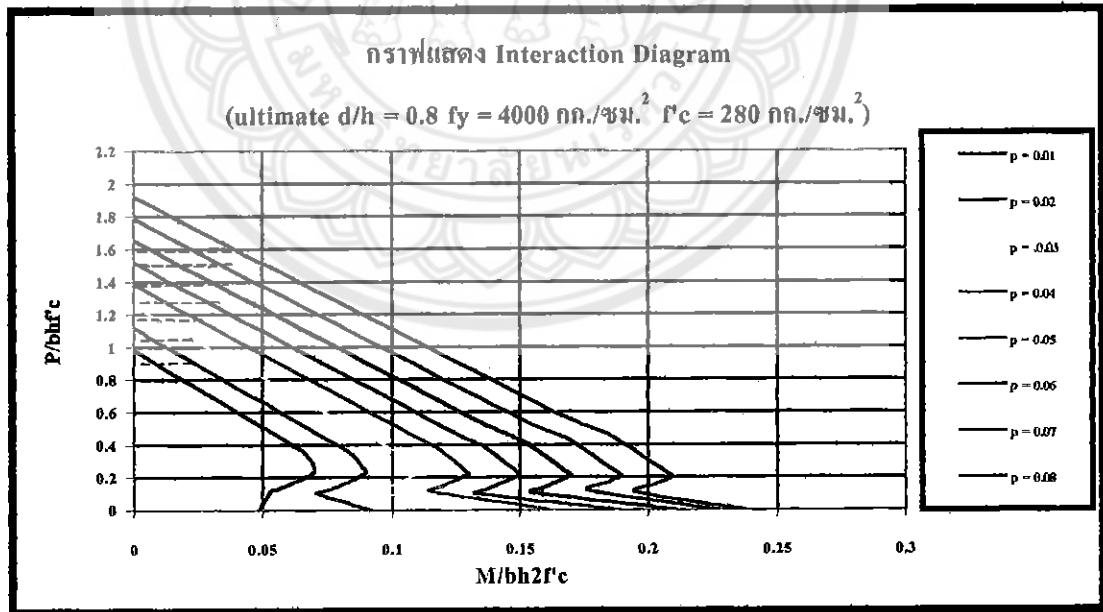
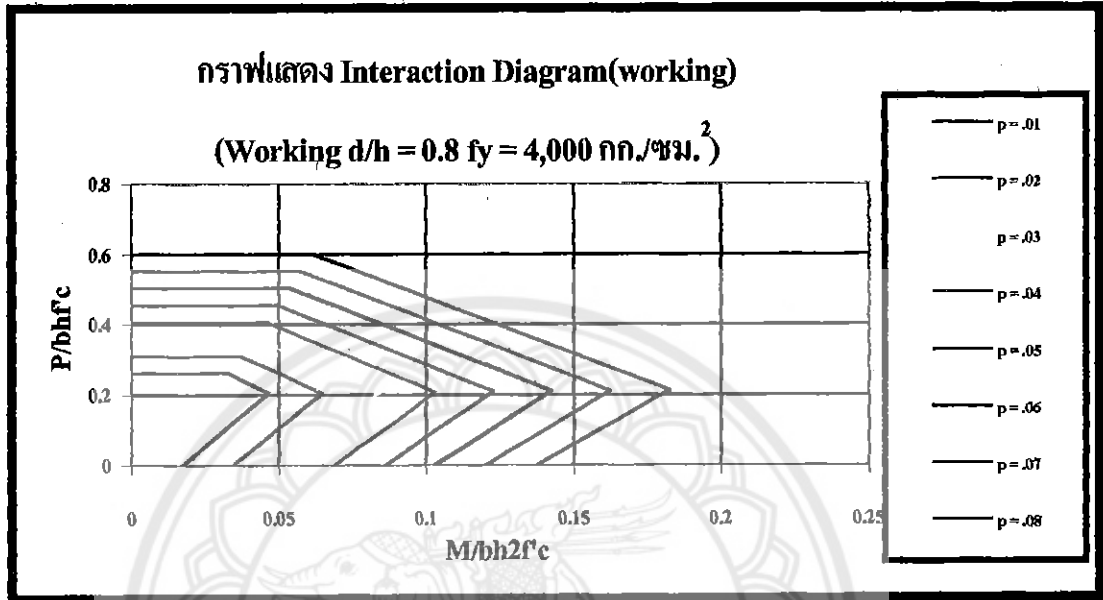
รูปที่ ข.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของตาน (d = 50 ซม.)



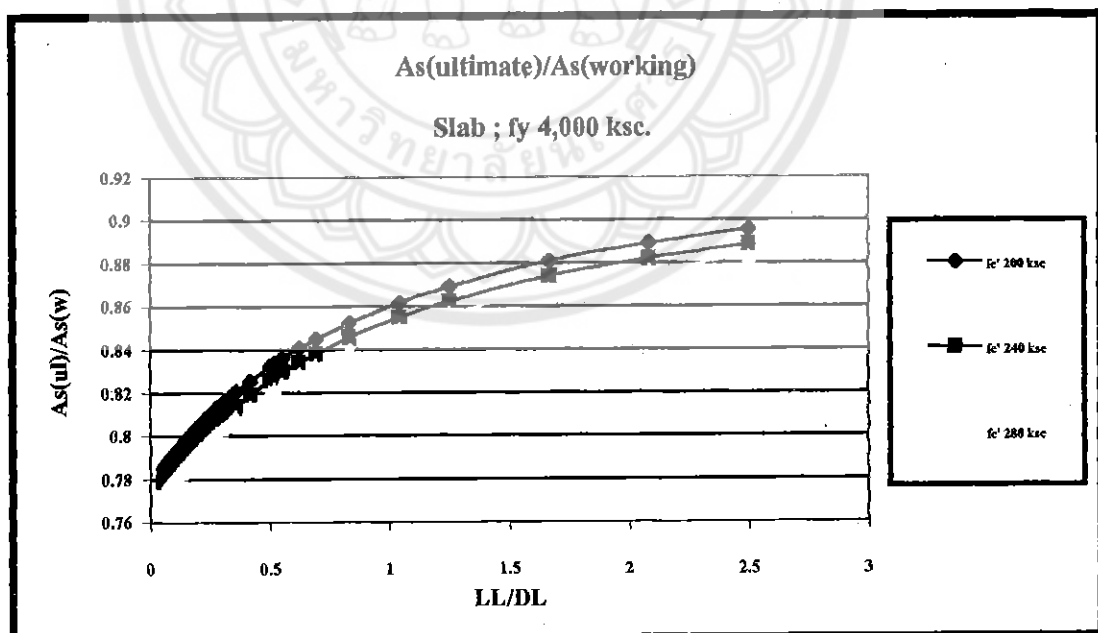
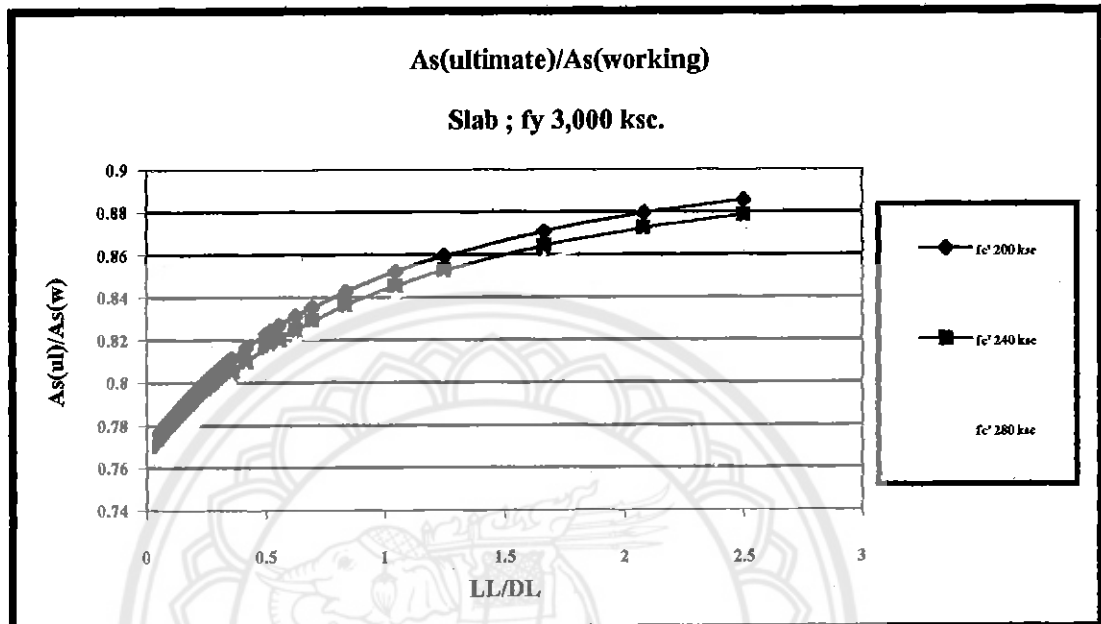
รูปที่ ข.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของกาน (d = 60 ซม.)



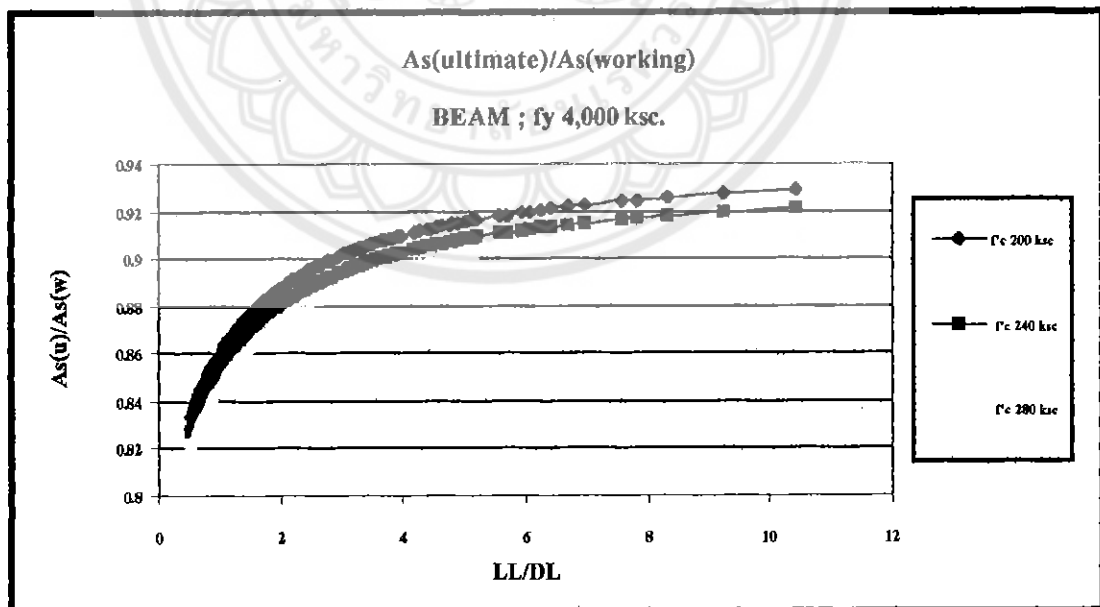
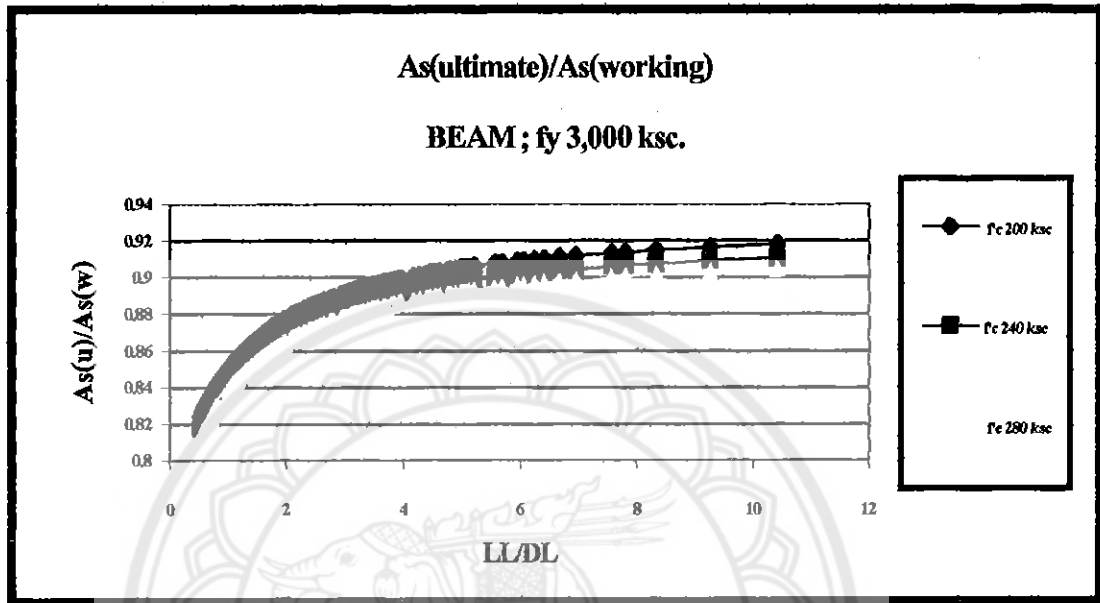
รูปที่ ข.13 กราฟแสดง Interaction Diagram ของเสา



รูปที่ ข.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $As(ultimate)/As(working)$ ของพื้น



รูปที่ ข.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $A_s(ultimate)/A_s(working)$ ของคาน



ภาคผนวก ก.

ตาราง ค.1 แสดงผลการออกแบบการเสริมเหล็ก (อาคารขนาดเล็กรหัสวิธีหน่วยแรงใช้งาน)

BEAM SECTION	Py(ksc)	Pt(kcm)	l(cm)	d(cm)	Pc(ksc)	Pc(ksc)	As	As'(mm)	As'(mm)	Pv(ksc)
	4000	20	40	7.5	1.700	1.26	7	0.28	0.64	1.200
	d(cm)	k	j	k(ksc)	Mc(kg-m)	Pcppt	Pc(d-d)	k	Pc(cm)	Vs(kg)
	32.5	0.342	0.886	19.070	4.029	490	425	2.970	336	3.470

Case 2 LL

Member No	Section	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	SHEAR TOTAL	MOMENT TOTAL	double singl	AS	station	As'(cm2)	As'(cm2)	As'
	cm	kg	kg	kg-cm	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg-cm	cm	cm ²				cm ²
10	0	1.42E+02	1.96E+03	-1.26E+05	1.31E+05	1.58E+03	3.54E+03	-2.27E+03	4.64	single	4.64		4.63653767	0.00	0.00
10	100	1.42E+02	9.72E+02	2.12E+04	1.71E+04	7.83E+02	1.76E+03	3.83E+02	0.78	single	0.78		0.78228807	0.00	0.00
10	200	1.42E+02	-2.05E+01	6.87E+04	5.54E+04	-1.65E+01	3.70E+01	1.24E+03	2.53	single	2.53		2.53477676	0.00	0.00
10	300	1.42E+02	-1.01E+03	1.71E+04	1.83E+03	-8.17E+02	1.83E+03	3.09E+02	0.63	single	0.63		0.63114103	0.00	0.00
10	400	1.42E+02	-2.00E+03	-1.34E+05	-1.08E+05	-1.62E+03	3.62E+03	-2.42E+03	4.94	single	4.94		4.94291681	0.00	0.00
11	0	1.42E+02	2.00E+03	-1.34E+05	-1.08E+05	1.62E+03	3.62E+03	-2.42E+03	4.94	single	4.94		4.94291681	0.00	0.00
11	100	1.42E+02	1.01E+03	1.71E+04	1.83E+04	-8.17E+02	1.83E+03	3.09E+02	0.63	single	0.63		0.63114103	0.00	0.00
11	200	1.42E+02	2.05E+01	6.87E+04	5.54E+04	1.65E+01	3.70E+01	1.24E+03	2.53	single	2.53		2.53477676	0.00	0.00

Member No.	Section	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	SHEAR TOTAL	MOMENT TOTAL	depth/singl	As	status	As (cm2)	As (cm2)	As' (cm2)
	cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg-cm		cm ²				cm ²
11	300	1.42E+02	-9.72E+02	1.21E+04	1.15E+02	-7.83E+02	1.71E+04	1.78E+03	3.83E+02	singl	0.78	1	0.78228807		0.00
11	400	1.42E+02	-1.96E+03	-1.26E+05	1.15E+02	-1.58E+03	-1.01E+05	3.54E+03	-2.27E+03	singl	4.64			4.61653767	0.00
12	0	2.18E+02	1.99E+03	-1.33E+05	1.75E+02	1.61E+03	-1.07E+05	3.60E+03	-2.40E+03	singl	4.90			4.90206626	0.00
12	100	2.18E+02	1.00E+03	1.70E+04	1.75E+02	8.07E+02	1.37E+04	1.81E+03	3.07E+02	singl	0.63	1	0.62705598		0.00
12	200	2.18E+02	9.28E+00	6.76E+04	1.75E+02	7.49E+00	5.45E+04	1.68E+01	1.22E+03	singl	2.49	1	2.49392621		0.00
12	300	2.18E+02	-9.83E+02	1.89E+04	1.75E+02	-7.93E+02	1.52E+04	1.78E+03	3.11E+02	singl	0.70	1	0.69650191		0.00
12	400	2.18E+02	-1.97E+03	-1.29E+05	1.75E+02	-1.59E+03	-1.04E+05	3.56E+03	-2.33E+03	singl	4.76			4.75908933	0.00
13	0	2.18E+02	1.97E+03	-1.29E+05	1.75E+02	1.59E+03	-1.04E+05	3.56E+03	-2.33E+03	singl	4.76			4.75908933	0.00
13	100	2.18E+02	9.83E+02	1.89E+04	1.75E+02	7.93E+02	1.52E+04	1.78E+03	3.41E+02	singl	0.70	1	0.69650191		0.00
13	200	2.18E+02	-9.28E+00	6.76E+04	1.75E+02	-7.49E+00	5.45E+04	1.68E+01	1.22E+03	singl	2.49	1	2.49392621		0.00
13	300	2.18E+02	-1.00E+03	1.70E+04	1.75E+02	-8.07E+02	1.37E+04	1.81E+03	3.07E+02	singl	0.63	1	0.62705598		0.00
13	400	2.18E+02	-1.99E+03	-1.33E+05	1.75E+02	-1.61E+03	-1.07E+05	3.60E+03	-2.40E+03	singl	4.90			4.90206626	0.00
14	0	-6.42E+02	1.94E+03	-1.18E+05	-5.18E+02	1.56E+03	-9.48E+04	3.30E+03	-2.13E+03	singl	4.35			4.34648875	0.00
14	100	-6.42E+02	9.46E+02	2.66E+04	-5.18E+02	7.63E+02	2.15E+04	1.71E+03	4.81E+02	singl	0.98	1	0.99245578		0.00
14	200	-6.42E+02	-4.58E+01	7.17E+04	-5.18E+02	-3.69E+01	5.78E+04	8.27E+01	1.30E+03	singl	2.65	1	2.64507125		0.00

14	300	-6.42E+02	-1.04E+03	1.75E+04	-5.18E+02	-8.37E+02	1.41E+04	1.88E+03	3.16E+02	singl	0.65	1	0.64543872		0.00
14	400	-6.42E+02	-2.03E+03	-1.36E+05	-5.18E+02	-1.64E+03	-1.10E+05	3.67E+03	-2.46E+03	singl	5.02	-		5.02461792	0.00
15	0	-6.42E+02	2.03E+03	-1.36E+05	-5.18E+02	1.64E+03	-1.10E+05	3.67E+03	-2.46E+03	singl	5.02	-		5.02461792	0.00
15	100	-6.42E+02	1.04E+03	1.75E+04	-5.18E+02	8.37E+02	1.41E+04	1.88E+03	3.16E+02	singl	0.65	1	0.64543872		0.00
Member	Section	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TOTAL	STATUS	AS	AS(cm2)	AS(cm2)	AS'
No	cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg-cm	double/singl	cm ²				cm ²
15	200	-6.42E+02	4.58E+01	7.17E+04	-5.18E+02	3.69E+01	5.78E+04	8.27E+01	1.30E+03	singl	2.65	1	2.64507925		0.00
15	300	-6.42E+02	-9.46E+02	2.66E+04	-5.18E+02	-7.63E+02	2.15E+04	1.71E+03	4.81E+02	singl	0.98	1	0.98245578		0.00
15	400	-6.42E+02	-1.94E+03	-1.18E+05	-5.18E+02	-1.56E+03	-9.48E+04	3.50E+03	-2.13E+03	singl	4.35	-		4.34669875	0.00

oluma Secti

H(cm)

35

member(no)	section (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	oment(kg-c)	Axial(kg)	shear(kg)	oment(kg-c)	Axial(kg)	Moment(kg-cm)
1	0	-5.90E+03	-2.82E+02	2.89E+04	-4.75E+03	-2.28E+02	2.33E+04	1.07E+04	5.22E+02
1	300	-5.90E+03	-2.82E+02	-5.58E+04	-4.75E+03	-2.28E+02	-4.50E+04	1.07E+04	1.01E+03
2	0	-3.93E+03	-4.25E+02	6.97E+04	-3.17E+03	-3.42E+02	5.62E+04	7.10E+03	1.26E+03
2	300	-3.93E+03	-4.25E+02	-5.76E+04	-3.17E+03	-3.42E+02	-4.65E+04	7.10E+03	1.04E+03
3	0	-1.94E+03	-6.42E+02	7.51E+04	-1.56E+03	-5.18E+02	6.05E+04	3.50E+03	1.36E+03

member(no)	section (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	moment(kg-c)	Axial(kg)	shear(kg)	moment(kg-c)	Axial(kg)	shear(kg)	moment(kg-c)	Axial(kg)	Moment(kg-m)
3	300	-1.94E+03	-6.42E+02	-1.18E+05	-1.50E+03	-5.18E+02	-9.48E+04	3.50E+03				2.13E+03
4	0	-1.20E+04	-1.86E+14	4.68E+12	-9.69E+03	-9.03E+15	2.11E+12	2.17E+04				6.79E+14
4	300	-1.20E+04	-1.86E+14	-8.89E+13	-9.69E+03	-9.03E+15	-6.03E+13	2.17E+04				1.49E+14
5	0	-8.01E+03	-2.19E+14	3.81E+12	-6.46E+03	-9.08E+15	1.64E+12	1.43E+04				5.43E+14
5	300	-8.01E+03	-2.19E+14	-2.76E+12	-6.46E+03	-9.08E+15	-1.08E+12	1.45E+04				3.83E+14
6	0	-4.06E+03	-2.29E+14	2.84E+12	-3.27E+03	-9.53E+15	1.16E+12	7.33E+03				4.89E+14
6	300	-4.06E+03	-2.29E+14	-1.04E+12	-3.27E+03	-9.53E+15	-1.70E+12	7.33E+03				5.74E+14
7	0	-5.90E+03	2.82E+02	-2.89E+04	-4.75E+03	2.28E+02	-2.33E+04	1.07E+04				5.22E+02
member(no)	section (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	moment(kg-c)	Axial(kg)	shear(kg)	moment(kg-c)	Axial(kg)	shear(kg)	moment(kg-c)	Axial(kg)	Moment(kg-m)
7	300	-5.90E+03	2.82E+02	5.58E+04	-4.75E+03	2.28E+02	4.50E+04	1.07E+04				1.01E+03
8	0	-3.93E+03	4.25E+02	-6.97E+04	-3.17E+03	3.42E+02	-5.62E+04	7.10E+03				1.26E+03
8	300	-3.93E+03	4.25E+02	5.76E+04	-3.17E+03	3.42E+02	4.65E+04	7.10E+03				1.04E+03
9	0	-1.94E+03	6.42E+02	-7.51E+04	-1.56E+03	5.18E+02	-6.05E+04	3.50E+03				1.36E+03
9	300	-1.94E+03	6.42E+02	1.18E+05	-1.56E+03	5.18E+02	9.48E+04	3.50E+03				2.13E+03

Column No	B(cm)	H(cm)											Av+	Av-	
Case1 D1	35														
ember(no)	ection (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	oment(kg-c)	Axial(kg)	shear(kg)	oment(kg-c)	Axial(kg)	shear(kg)	oment(kg-m)	doub/singl	As(cm2)	status +/-	Av+	Av-
14	300	-6.42E+02	-1.04E+03	1.75E+04	-5.18E+02	-8.37E+02	1.41E+04	-2.88E+03	4.85E+02	4.85E+02	singl	4.19E-01	+	0.41892K3	
14	400	-6.42E+02	-2.03E+03	-1.36E+05	-5.18E+02	-1.64E+03	-1.10E+05	-5.63E+03	-3.77E+03	-3.77E+03	singl	3.26E+00	-		3.26184K2
15	0	-6.42E+02	2.03E+03	-1.36E+05	-5.18E+02	1.64E+03	-1.10E+05	5.63E+03	-3.77E+03	-3.77E+03	singl	3.26E+00	-		3.26184K2
ember(no)	ection (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	oment(kg-c)	Axial(kg)	shear(kg)	oment(kg-c)	Axial(kg)	shear(kg)	oment(kg-m)	doub/singl	As(cm2)	status +/-	Av+	Av-
15	100	-6.42E+02	1.04E+03	1.75E+04	-5.18E+02	8.37E+02	1.41E+04	2.88E+03	4.85E+02	4.85E+02	singl	4.19E-01	+	0.41892K3	
15	200	-6.42E+02	4.58E+01	7.17E+04	-5.18E+02	3.69E+01	5.78E+04	1.27E+02	1.99E+03	1.99E+03	singl	1.72E+00	+	1.71684539	
15	300	-6.42E+02	-9.46E+02	2.66E+04	-5.18E+02	-7.63E+02	2.15E+04	-2.62E+03	7.38E+02	7.38E+02	singl	6.34E-01	+	0.6377701	
15	400	-6.42E+02	-1.94E+03	-1.18E+05	-5.18E+02	-1.56E+03	-9.48E+04	-5.37E+03	-3.26E+03	-3.26E+03	singl	2.82E+00	-		2.82074K3
ember(no)	ection (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	oment(kg-c)	Axial(kg)	shear(kg)	oment(kg-c)	Axial(kg)	shear(kg)	oment(kg-m)	doub/singl	As(cm2)	status +/-	Av+	Av-
1	0	-5.90E+03	-2.82E+02	2.89E+04	-4.75E+03	-2.28E+02	2.33E+04	1.63E+04	8.01E+04	8.01E+04	singl	1.53E+04	-		
1	300	-5.90E+03	-2.82E+02	-5.88E+04	-4.75E+03	-2.28E+02	-4.50E+04	1.63E+04	1.55E+03	1.55E+03	singl	1.53E+04	-		
2	0	-3.93E+03	-4.25E+02	6.97E+04	-3.17E+03	-3.42E+02	5.62E+04	1.09E+04	1.93E+03	1.93E+03	singl	1.53E+04	-		
2	300	-3.93E+03	-4.25E+02	-5.76E+04	-3.17E+03	-3.42E+02	-4.65E+04	1.09E+04	1.60E+03	1.60E+03	singl	1.53E+04	-		
3	0	-1.94E+03	-6.42E+02	7.51E+04	-1.56E+03	-5.18E+02	6.05E+04	5.37E+03	2.08E+03	2.08E+03	singl	1.53E+04	-		
3	300	-1.94E+03	-6.42E+02	-1.18E+05	-1.56E+03	-5.18E+02	-9.48E+04	5.37E+03	3.26E+03	3.26E+03	singl	1.53E+04	-		
4	0	-1.20E+04	-1.86E+14	4.68E+12	-9.69E+03	-9.05E+15	2.11E+12	3.33E+04	1.01E+13	1.01E+13	singl	1.53E+04	-		
4	300	-1.20E+04	-1.86E+14	-8.89E+13	-9.69E+03	-9.05E+15	-6.03E+13	3.33E+04	2.27E+14	2.27E+14	singl	1.53E+04	-		
5	0	-8.01E+03	-2.19E+14	3.81E+12	-6.46E+03	-9.08E+15	1.64E+12	2.22E+04	8.12E+14	8.12E+14	singl	1.53E+04	-		
5	300	-8.01E+03	-2.19E+14	-2.76E+12	-6.46E+03	-9.08E+15	-1.08E+12	2.22E+04	5.70E+14	5.70E+14	singl	1.53E+04	-		
6	0	-4.06E+03	-2.29E+14	2.84E+12	-3.27E+03	-9.53E+15	1.16E+12	1.12E+04	5.95E+14	5.95E+14	singl	1.53E+04	-		
6	300	-4.06E+03	-2.29E+14	-4.04E+12	-3.27E+03	-9.53E+15	-1.70E+12	1.12E+04	8.58E+14	8.58E+14	singl	1.53E+04	-		
7	0	-5.90E+03	2.82E+02	-2.89E+04	-4.75E+03	2.28E+02	-2.33E+04	1.63E+04	8.01E+02	8.01E+02	singl	1.53E+04	-		
7	300	-5.90E+03	2.82E+02	5.88E+04	-4.75E+03	2.28E+02	4.50E+04	1.63E+04	1.55E+03	1.55E+03	singl	1.53E+04	-		
8	0	-3.93E+03	4.25E+02	-6.97E+04	-3.17E+03	3.42E+02	-5.62E+04	1.09E+04	1.93E+03	1.93E+03	singl	1.53E+04	-		
8	300	-3.93E+03	4.25E+02	5.76E+04	-3.17E+03	3.42E+02	4.65E+04	1.09E+04	1.60E+03	1.60E+03	singl	1.53E+04	-		
9	0	-1.94E+03	6.42E+02	-7.51E+04	-1.56E+03	5.18E+02	-6.05E+04	5.37E+03	2.08E+03	2.08E+03	singl	1.53E+04	-		
9	300	-1.94E+03	6.42E+02	1.18E+05	-1.56E+03	5.18E+02	9.48E+04	5.37E+03	3.26E+03	3.26E+03	singl	1.53E+04	-		

ตาราง ค.3 แสดงผลการออกแบบกรณีสึกษา(อาคารขนาดกลางวิธีหน่วยแรงใช้งาน)

Beam Section	fy	fcm	fctk	fctd	fctk	fctd	ρ	A _s (mm ²)	A _s (mm ²)	A _x M	A _s (mm ²)
4000	25	60	7.5	1.700	126	7	0.28	0.64	MIN MC	10477.9	
d(cm)	k	j	R(fsc)	Mc(kg-cm)	F _y (d)	F _y (d)					
52.5	0.342	0.886	19.070	13.140	791	765	1.656	336			

Member Section	Case 2 LL				Case 3 WL				combination 2				total			
	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	AS	AS(2)	AS(2)
No	cm	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg-cm	kg-cm	kg-cm	kg-cm	cm ²	cm ²	cm ²
37	0	5.81E+02	-5.55E+03	3.87E+02	3.57E+03	-3.40E+03	-5.14E+02	-4.84E+02	1.40E+05	8.43E+03	-7.40E+03	8.91E+03	-8.50E+03	10.75	10.74556	
37	100	5.81E+02	3.55E+03	3.87E+02	2.37E+03	-4.34E+04	-5.14E+02	-4.84E+02	1.01E+05	5.43E+03	-7.44E+03	5.91E+03	-1.00E+03	1.37	1.370482	
37	200	5.81E+02	1.75E+03	3.87E+02	1.17E+03	1.33E+05	-5.14E+02	-4.84E+02	3.25E+04	2.43E+03	3.86E+03	2.91E+03	3.32E+03	4.88	4.875712	
37	300	5.81E+02	-5.13E+01	3.87E+02	-3.42E+01	1.90E+05	-5.14E+02	-4.84E+02	4.15E+03	5.69E+02	4.79E+03	8.53E+01	4.73E+03	6.05	6.052289	
37	400	5.81E+02	-1.83E+03	3.87E+02	-1.23E+03	1.26E+05	-5.14E+02	-4.84E+02	-4.42E+04	3.57E+03	2.72E+03	3.09E+03	3.16E+03	4.00	3.995067	
37	500	5.81E+02	-3.65E+03	3.87E+02	-2.43E+03	-5.70E+04	-5.14E+02	-4.84E+02	-9.26E+04	6.57E+03	-2.33E+03	6.09E+03	-1.43E+03	2.97	2.974325	
37	600	5.81E+02	-5.45E+03	3.87E+02	-3.63E+03	-3.60E+05	-5.14E+02	-4.84E+02	-1.41E+05	9.57E+03	-1.04E+04	9.09E+03	-9.01E+03	13.18	13.17735	
38	0	4.79E+02	5.41E+03	3.20E+02	3.60E+03	-3.61E+05	-3.93E+02	-4.46E+02	1.34E+05	8.56E+03	-7.69E+03	9.01E+03	-9.03E+03	11.42	11.41874	
38	100	4.79E+02	3.61E+03	3.20E+02	2.40E+03	-6.09E+04	-3.93E+02	-4.46E+02	8.91E+04	5.56E+03	-6.28E+02	7.60E+01	-1.52E+03	1.92	1.924893	
38	200	4.79E+02	1.81E+03	3.20E+02	1.20E+03	1.19E+05	-3.93E+02	-4.46E+02	4.48E+04	3.43E+03	7.60E+01	2.99E+03	2.56E+03	4.34	4.342214	
38	300	4.79E+02	3.10E+00	3.20E+02	3.40E+00	1.80E+05	-3.93E+02	-4.46E+02	1.55E+02	4.50E+03	4.50E+01	4.49E+03	4.36E+02	5.69	5.685152	
38	400	4.79E+02	-1.79E+03	3.20E+02	-1.20E+03	1.20E+05	-3.93E+02	-4.46E+02	-4.45E+04	3.44E+03	2.56E+03	7.60E+01	3.00E+03	3.80	3.797312	
38	500	4.79E+02	-3.59E+03	3.20E+02	-2.40E+03	-5.95E+04	-3.93E+02	-4.46E+02	-8.91E+04	6.44E+03	-2.38E+03	7.60E+01	-1.49E+03	3.01	3.008844	
38	600	4.79E+02	-5.30E+03	3.20E+02	-3.60E+03	-3.59E+05	-3.93E+02	-4.46E+02	-1.34E+05	9.44E+03	-1.03E+04	7.60E+01	-8.98E+03	13.05	13.04567	
39	0	4.35E+02	5.40E+03	2.90E+02	3.60E+03	-3.60E+05	-5.07E+02	-4.42E+02	1.33E+05	8.56E+03	-7.67E+03	7.80E+01	-9.00E+03	11.38	11.38144	
39	100	4.35E+02	3.60E+03	2.90E+02	2.40E+03	-6.01E+04	-3.07E+02	-4.42E+02	8.87E+04	5.56E+03	-6.14E+02	7.80E+01	-1.50E+03	1.90	1.898365	

Section	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	As (cm2)	As (cm2)
No	kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg-cm	kg	kg-cm	cm ²	cm ²
30	4.35E+02	1.80E+03	1.20E+05	-3.07E+02	-4.42E+02	4.45E+04	2.56E+03	3.44E+03	7.80E+01	3.00E+03	2.56E+03	7.80E+01	3.44E+03	4.35	4.353961
39	4.35E+02	1.80E+03	1.20E+05	-3.07E+02	-4.42E+02	2.34E+02	4.42E+02	4.50E+03	7.80E+01	4.50E+03	4.42E+02	7.80E+01	4.50E+03	5.69	5.691212
39	4.35E+02	1.80E+03	1.20E+05	-3.07E+02	-4.42E+02	-4.40E+04	3.44E+03	2.56E+03	7.80E+01	3.00E+03	3.44E+03	7.80E+01	3.00E+03	3.79	3.791622
39	4.35E+02	1.80E+03	1.20E+05	-3.07E+02	-4.42E+02	-8.82E+04	6.44E+03	-2.38E+03	7.80E+01	-1.50E+03	6.44E+03	7.80E+01	-2.38E+03	3.01	3.014167
39	4.35E+02	1.80E+03	1.20E+05	-3.07E+02	-4.42E+02	-1.32E+05	9.44E+03	-1.03E+04	7.80E+01	-9.00E+03	9.44E+03	7.80E+01	-1.03E+04	13.06	13.058667
40	4.79E+02	5.39E+03	3.60E+05	-2.46E+02	-4.37E+02	1.31E+05	8.55E+03	-7.67E+03	8.00E+01	-8.98E+03	8.55E+03	8.00E+01	-8.98E+03	11.35	11.35426
40	4.79E+02	5.39E+03	3.60E+05	-2.46E+02	-4.37E+02	8.78E+04	5.55E+03	-6.11E+02	8.00E+01	-1.99E+03	5.55E+03	8.00E+01	-1.99E+03	1.88	1.881902
40	4.79E+02	5.39E+03	3.60E+05	-2.46E+02	-4.37E+02	4.40E+04	2.55E+03	3.44E+03	8.00E+01	3.00E+03	2.55E+03	8.00E+01	3.44E+03	4.35	4.353935
40	4.79E+02	5.39E+03	3.60E+05	-2.46E+02	-4.37E+02	2.91E+02	4.46E+02	4.50E+03	8.00E+01	4.09E+03	4.46E+02	8.00E+01	4.50E+03	5.69	5.696879
40	4.79E+02	5.39E+03	3.60E+05	-2.46E+02	-4.37E+02	-4.34E+04	3.45E+03	2.55E+03	8.00E+01	2.99E+03	3.45E+03	8.00E+01	2.99E+03	3.78	3.775817
40	4.79E+02	5.39E+03	3.60E+05	-2.46E+02	-4.37E+02	-8.72E+04	6.45E+03	-2.38E+03	8.00E+01	-1.52E+03	6.45E+03	8.00E+01	-1.52E+03	3.03	3.027102
40	4.79E+02	5.39E+03	3.60E+05	-2.46E+02	-4.37E+02	-1.31E+05	9.45E+03	-1.03E+04	8.00E+01	-9.03E+03	9.45E+03	8.00E+01	-1.03E+04	13.07	13.07387
41	5.81E+02	3.65E+03	3.87E+02	-2.18E+02	-4.63E+02	1.35E+05	8.62E+03	-7.66E+03	8.20E+01	-9.01E+03	8.62E+03	8.20E+01	-9.01E+03	11.39	11.39421
41	5.81E+02	3.65E+03	3.87E+02	-2.18E+02	-4.63E+02	8.92E+04	5.62E+03	-5.34E+02	8.20E+01	-1.43E+03	5.62E+03	8.20E+01	-1.43E+03	1.80	1.802914
41	5.81E+02	3.65E+03	3.87E+02	-2.18E+02	-4.63E+02	4.29E+04	2.62E+03	3.59E+03	8.20E+01	3.16E+03	2.62E+03	8.20E+01	3.59E+03	4.54	4.537289
41	5.81E+02	3.65E+03	3.87E+02	-2.18E+02	-4.63E+02	-3.40E+03	3.73E+02	4.71E+03	8.20E+01	4.75E+03	3.73E+02	8.20E+01	4.75E+03	6.00	5.999808
41	5.81E+02	3.65E+03	3.87E+02	-2.18E+02	-4.63E+02	-4.97E+04	3.38E+03	2.93E+03	8.20E+01	3.33E+03	3.38E+03	8.20E+01	3.33E+03	4.21	4.211283
41	5.81E+02	3.65E+03	3.87E+02	-2.18E+02	-4.63E+02	-9.60E+04	6.38E+03	-2.04E+03	8.20E+01	-1.08E+03	6.38E+03	8.20E+01	-1.08E+03	2.58	2.583808
41	5.81E+02	3.65E+03	3.87E+02	-2.18E+02	-4.63E+02	-1.42E+05	9.38E+03	-9.92E+03	8.20E+01	-8.30E+03	9.38E+03	8.20E+01	-8.30E+03	12.54	12.54408
42	2.05E+01	3.63E+03	3.57E+05	-7.86E+02	-5.00E+02	1.53E+05	8.54E+03	-7.40E+03	8.40E+01	-8.93E+03	8.54E+03	8.40E+01	-8.93E+03	11.30	11.296609
42	2.05E+01	3.63E+03	3.57E+05	-7.86E+02	-5.00E+02	1.03E+05	3.54E+03	-3.58E+02	8.40E+01	-1.39E+03	3.54E+03	8.40E+01	-1.39E+03	1.76	1.759217
42	2.05E+01	3.63E+03	3.57E+05	-7.86E+02	-5.00E+02	5.32E+04	2.54E+03	3.69E+03	8.40E+01	3.15E+03	2.54E+03	8.40E+01	3.15E+03	4.66	4.659723
42	2.05E+01	3.63E+03	3.57E+05	-7.86E+02	-5.00E+02	3.22E+03	4.57E+02	4.73E+03	8.40E+01	4.70E+03	4.57E+02	8.40E+01	4.70E+03	5.98	5.97874
42	2.05E+01	3.63E+03	3.57E+05	-7.86E+02	-5.00E+02	-4.68E+04	3.46E+03	-2.77E+03	8.40E+01	-3.24E+03	3.46E+03	8.40E+01	-3.24E+03	4.10	4.096995
42	2.05E+01	3.63E+03	3.57E+05	-7.86E+02	-5.00E+02	-9.60E+04	6.46E+03	-2.19E+03	8.40E+01	-1.22E+03	6.46E+03	8.40E+01	-1.22E+03	2.76	2.763268
42	2.05E+01	3.63E+03	3.57E+05	-7.86E+02	-5.00E+02	-1.47E+05	9.46E+03	-1.01E+04	8.40E+01	-8.67E+03	9.46E+03	8.40E+01	-8.67E+03	12.82	12.82462
43	1.52E+02	5.39E+03	3.57E+05	-6.27E+02	-4.76E+02	1.43E+05	8.51E+03	-7.52E+03	8.60E+01	-8.95E+03	8.51E+03	8.60E+01	-8.95E+03	11.31	11.31417
43	1.52E+02	5.39E+03	3.57E+05	-6.27E+02	-4.76E+02	9.54E+04	5.51E+03	-5.07E+02	8.60E+01	-1.46E+03	5.51E+03	8.60E+01	-1.46E+03	1.85	1.847219
43	1.52E+02	5.39E+03	3.57E+05	-6.27E+02	-4.76E+02	4.77E+04	2.51E+03	3.50E+03	8.60E+01	3.03E+03	2.51E+03	8.60E+01	3.03E+03	4.43	4.43018
43	1.52E+02	5.39E+03	3.57E+05	-6.27E+02	-4.76E+02	9.74E+04	4.89E+02	4.51E+03	8.60E+01	4.51E+03	4.89E+02	8.60E+01	4.51E+03	5.71	5.7082
43	1.52E+02	5.39E+03	3.57E+05	-6.27E+02	-4.76E+02	-4.76E+04	3.69E+03	-2.53E+03	8.60E+01	-3.00E+03	3.69E+03	8.60E+01	-3.00E+03	3.79	3.794151

Member No	Section	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	AS	AS ²	AS ³
		kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg-cm	kg	kg-cm	kg	kg-cm	cm ²	cm ⁴	cm ⁶
43	500	1.52E+02	-3.61E+03	-9.07E+04	1.02E+02	-4.76E+02	-6.05E+04	-6.27E+02	-4.76E+02	-9.52E+04	6.49E+03	-2.41E+03	-6.49E+03	3.12		3.115573
43	600	1.52E+02	-5.41E+03	-5.42E+05	1.02E+02	-4.76E+02	-3.61E+05	-6.27E+02	-4.76E+02	-1.43E+05	9.49E+03	-1.05E+04	-9.49E+03	13.22		13.21751
44	0	1.66E+02	5.40E+03	-5.40E+05	1.11E+02	-4.76E+02	-3.60E+05	-4.76E+02	-4.76E+02	1.42E+05	8.53E+03	-7.57E+03	8.53E+03	11.38		11.37575
44	100	1.66E+02	3.60E+03	-8.98E+04	1.11E+02	-4.76E+02	-5.99E+04	-4.76E+02	-4.76E+02	9.80E+04	5.53E+03	-5.47E+03	5.53E+03	1.89		1.892625
44	200	1.66E+02	1.80E+03	1.80E+05	1.11E+02	-4.76E+02	1.20E+05	-4.76E+02	-4.76E+02	4.73E+04	2.53E+03	3.48E+03	3.48E+03	4.40		4.398317
44	300	1.66E+02	0.00E+00	2.70E+05	1.11E+02	-4.76E+02	1.80E+05	-4.76E+02	-4.76E+02	9.11E+01	4.74E+02	4.50E+03	4.74E+02	5.70		5.695097
44	400	1.66E+02	-1.80E+03	1.80E+05	1.11E+02	-4.76E+02	1.20E+05	-4.76E+02	-4.76E+02	4.73E+04	3.47E+03	2.53E+03	3.47E+03	3.80		3.797312
44	500	1.66E+02	-3.60E+03	-8.98E+04	1.11E+02	-4.76E+02	-5.99E+04	-4.76E+02	-4.76E+02	-9.48E+04	6.47E+03	-2.44E+03	6.47E+03	3.09		3.09117
44	600	1.66E+02	-5.40E+03	-5.42E+05	1.02E+02	-4.76E+02	-3.61E+05	-4.76E+02	-4.76E+02	-1.42E+05	9.47E+03	-1.04E+04	-9.47E+03	13.17		13.17414
45	0	1.52E+02	3.61E+03	-5.42E+05	1.02E+02	-4.76E+02	-3.61E+05	-4.76E+02	-4.76E+02	1.42E+05	8.54E+03	-7.64E+03	8.54E+03	11.41		11.41141
45	100	1.52E+02	3.61E+03	-9.07E+04	1.02E+02	-4.76E+02	-6.05E+04	-4.76E+02	-4.76E+02	9.47E+04	5.54E+03	-5.66E+02	5.54E+03	1.91		1.91958
45	200	1.52E+02	1.81E+03	1.80E+05	1.02E+02	-4.76E+02	1.20E+05	-4.76E+02	-4.76E+02	4.74E+04	2.54E+03	3.47E+03	3.47E+03	4.39		4.393145
45	300	1.52E+02	7.68E+00	2.71E+05	1.02E+02	-4.76E+02	1.81E+05	-4.76E+02	-4.76E+02	9.08E+01	4.60E+02	4.51E+03	4.60E+02	5.71		5.708112
45	400	1.52E+02	-1.79E+03	1.82E+05	1.02E+02	-4.76E+02	1.21E+05	-4.76E+02	-4.76E+02	4.72E+04	3.46E+03	2.53E+03	3.46E+03	3.83		3.82652
45	500	1.52E+02	-3.59E+03	-8.27E+04	1.02E+02	-4.76E+02	-3.84E+04	-4.76E+02	-4.76E+02	-9.48E+04	6.46E+03	-2.41E+03	6.46E+03	3.04		3.041782
45	600	1.52E+02	-5.39E+03	-5.37E+05	1.02E+02	-4.76E+02	-5.38E+05	-4.76E+02	-4.76E+02	-1.42E+05	9.46E+03	-1.04E+04	-9.46E+03	13.11		13.10662
46	0	2.05E+01	3.37E+03	-5.20E+05	1.37E+01	-4.95E+02	3.58E+05	-4.95E+02	-4.95E+02	1.45E+05	8.46E+03	-7.22E+03	8.46E+03	10.97		10.96734
46	100	2.05E+01	3.57E+03	-7.30E+04	1.37E+01	-4.95E+02	-4.87E+04	-4.95E+02	-4.95E+02	9.57E+04	3.46E+03	-2.60E+02	3.46E+03	1.54		1.539054
46	200	2.05E+01	1.77E+03	1.94E+05	1.37E+01	-4.95E+02	1.30E+05	-4.95E+02	-4.95E+02	4.62E+04	2.46E+03	3.70E+03	2.46E+03	4.68		4.680561
46	300	2.05E+01	-2.60E+01	2.82E+05	1.37E+01	-4.95E+02	1.88E+05	-4.95E+02	-4.95E+02	-3.22E+04	3.38E+02	4.66E+03	3.38E+02	5.94		5.937978
46	400	2.05E+01	-1.83E+03	1.89E+05	1.37E+01	-4.95E+02	1.26E+05	-4.95E+02	-4.95E+02	-5.27E+04	3.54E+03	2.63E+03	3.54E+03	3.99		3.986669
46	500	2.05E+01	-3.63E+03	-8.34E+04	1.37E+01	-4.95E+02	-5.66E+04	-4.95E+02	-4.95E+02	-1.02E+05	6.54E+03	-2.41E+03	6.54E+03	3.05		3.050329
46	600	2.05E+01	-5.43E+03	-5.36E+05	1.37E+01	-4.95E+02	-5.62E+05	-4.95E+02	-4.95E+02	-1.52E+05	9.54E+03	-1.05E+04	-9.54E+03	13.21		13.21171
47	0	4.85E+01	3.48E+03	-5.53E+05	3.24E+01	-4.04E+03	-3.69E+05	-4.04E+03	-4.04E+03	1.31E+05	8.72E+03	-7.91E+03	8.72E+03	11.66		11.65923
47	100	4.85E+01	3.68E+03	-9.48E+04	3.24E+01	-4.04E+03	-6.32E+04	-4.04E+03	-4.04E+03	8.48E+04	5.72E+03	-6.97E+02	5.72E+03	2.00		1.998798
47	200	4.85E+01	1.88E+03	1.84E+05	3.24E+01	-4.04E+03	1.22E+05	-4.04E+03	-4.04E+03	4.60E+04	2.72E+03	3.52E+03	2.72E+03	4.45		4.449627
47	300	4.85E+01	8.42E+01	2.82E+05	3.24E+01	-4.04E+03	1.88E+05	-4.04E+03	-4.04E+03	-3.50E+03	2.84E+02	4.73E+03	2.84E+02	5.98		5.986713
47	400	4.85E+01	-1.72E+03	2.00E+05	3.24E+01	-4.04E+03	1.34E+05	-4.04E+03	-4.04E+03	4.60E+04	2.84E+02	2.95E+03	2.84E+02	4.22		4.223169
47	500	4.85E+01	-3.52E+03	-6.12E+04	3.24E+01	-4.04E+03	-4.08E+04	-4.04E+03	-4.04E+03	-3.90E+04	3.28E+03	-2.95E+03	3.28E+03	2.32		2.318785
47	600	4.85E+01	-5.32E+03	-5.03E+05	3.24E+01	-4.04E+03	-5.33E+05	-4.04E+03	-4.04E+03	-1.24E+05	9.28E+03	-6.62E+03	9.28E+03	12.16		12.16134
48	0	6.94E+01	5.40E+03	-5.34E+05	4.62E+01	-8.16E+02	-5.59E+05	-8.16E+02	-8.16E+02	1.20E+05	8.59E+03	-7.76E+03	8.59E+03	11.33		11.33428

Member No	Section	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	AV	As'(cm2)	As'(cm2)
	cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg-cm	kg	kg-cm	cm ²		
52	400	3.02E+01	-1.67E+03	2.03E+05	2.01E+01	-1.11E+03	1.37E+05	-1.29E+03	-2.91E+02	-2.72E+04	3.07E+03	3.15E+03	1.04E+02	3.42E+03	4.33	4.326589	
52	500	3.02E+01	-3.47E+03	-5.16E+04	2.01E+01	-2.31E+03	-3.44E+04	1.29E+03	-2.91E+02	-5.66E+04	6.07E+03	-1.42E+03	1.04E+02	-8.61E+02	1.80		1.800828
52	600	3.02E+01	-5.27E+03	-4.89E+05	2.01E+01	-3.51E+03	-3.26E+05	1.29E+03	-2.91E+02	-8.55E+04	9.07E+03	-9.00E+03	1.04E+02	-8.14E+03	11.38		11.377
53	0	1.89E+02	5.40E+03	-5.39E+05	1.26E+02	3.60E+03	-3.60E+05	-1.00E+03	-2.84E+02	8.50E+04	8.72E+03	-8.74E+03	7.06E+02	-8.99E+03	11.37		11.36601
53	100	1.89E+02	3.60E+03	-8.93E+04	1.26E+02	2.40E+03	-5.96E+04	-1.00E+03	-2.84E+02	5.70E+04	5.72E+03	-9.19E+02	1.06E+02	-1.49E+03	1.88		1.882699
53	200	1.89E+02	1.80E+03	1.81E+05	1.26E+02	1.20E+03	1.20E+05	-1.00E+03	-2.84E+02	2.85E+04	2.72E+03	3.30E+03	1.06E+02	3.01E+03	4.17	4.168243	
53	300	1.89E+02	6.28E+02	2.71E+05	1.26E+02	4.19E+02	1.80E+05	-1.00E+03	-2.84E+02	1.30E+02	2.84E+02	4.51E+03	1.06E+02	4.51E+03	5.71	5.705698	
53	400	1.89E+02	-1.80E+03	1.81E+05	1.26E+02	-1.20E+03	1.20E+05	-1.00E+03	-2.84E+02	-2.83E+04	3.28E+03	2.73E+03	1.06E+02	3.01E+03	3.81	3.807554	
53	500	1.89E+02	-3.60E+03	-8.93E+04	1.26E+02	-2.40E+03	-5.95E+04	-1.00E+03	-2.84E+02	-5.67E+04	6.28E+03	-2.06E+03	1.06E+02	-1.49E+03	2.60	2.599158	
53	600	1.89E+02	-5.40E+03	-5.39E+05	1.26E+02	-3.60E+03	-3.60E+05	-1.00E+03	-2.84E+02	-8.51E+04	9.28E+03	-9.84E+03	1.06E+02	-8.99E+03	12.44	12.44154	
54	0	2.14E+02	5.40E+03	-5.40E+05	1.43E+02	3.60E+03	-3.60E+05	-7.19E+02	-2.82E+02	8.47E+04	8.72E+03	-8.16E+03	1.08E+02	-9.08E+03	11.39		11.38511
54	100	2.14E+02	3.60E+03	-9.03E+04	1.43E+02	2.40E+03	-6.02E+04	-7.19E+02	-2.82E+02	5.65E+04	5.72E+03	-9.19E+02	1.08E+02	-1.50E+03	1.90		1.901905
54	200	2.14E+02	1.80E+03	1.80E+05	1.43E+02	1.20E+03	1.20E+05	-7.19E+02	-2.82E+02	2.83E+04	2.72E+03	3.28E+03	1.08E+02	3.00E+03	4.15	4.145584	
54	300	2.14E+02	0.00E+00	2.70E+05	1.43E+02	0.00E+00	0.00E+00	-7.19E+02	-2.82E+02	5.53E+01	2.82E+02	4.50E+03	1.08E+02	4.50E+03	5.69	5.685288	
54	400	2.14E+02	-1.80E+03	1.80E+05	1.43E+02	-1.20E+03	1.20E+05	-7.19E+02	-2.82E+02	-2.82E+04	3.28E+03	2.71E+03	1.08E+02	3.00E+03	3.79	3.787955	
54	500	2.14E+02	-3.60E+03	-9.03E+04	1.43E+02	-2.40E+03	-6.02E+04	-7.19E+02	-2.82E+02	-5.64E+04	6.28E+03	-2.07E+03	1.08E+02	-1.50E+03	2.62	2.615077	
54	600	2.14E+02	-5.40E+03	-5.40E+05	1.43E+02	-3.60E+03	-3.60E+05	-7.19E+02	-2.82E+02	-8.46E+04	9.28E+03	-9.85E+03	1.08E+02	-9.00E+03	12.46	12.45521	
55	0	1.89E+02	5.40E+03	-5.39E+05	1.26E+02	3.60E+03	-3.60E+05	-4.42E+02	-2.82E+02	8.45E+04	8.72E+03	-8.14E+03	1.10E+02	-8.99E+03	11.37		11.36526
55	100	1.89E+02	3.60E+03	-8.93E+04	1.26E+02	2.40E+03	-5.95E+04	-4.42E+02	-2.82E+02	5.64E+04	5.72E+03	-9.25E+02	1.10E+02	-1.49E+03	1.88		1.88218
55	200	1.89E+02	1.80E+03	1.81E+05	1.26E+02	1.20E+03	1.20E+05	-4.42E+02	-2.82E+02	2.82E+04	2.72E+03	3.29E+03	1.10E+02	3.01E+03	4.16	4.16407	
55	300	1.89E+02	-1.80E+03	1.81E+05	1.26E+02	-1.20E+03	1.20E+05	-4.42E+02	-2.82E+02	-2.82E+04	2.72E+03	2.72E+03	1.10E+02	3.01E+03	4.16	4.16407	
55	400	1.89E+02	-3.60E+03	-8.93E+04	1.26E+02	-2.40E+03	-5.95E+04	-4.42E+02	-2.82E+02	-5.67E+04	2.82E+03	-2.06E+03	1.10E+02	4.51E+03	5.70	5.704502	
55	500	1.89E+02	-5.40E+03	-5.39E+05	1.26E+02	-3.60E+03	-3.60E+05	-4.42E+02	-2.82E+02	-8.51E+04	3.28E+03	-2.73E+03	1.10E+02	3.01E+03	3.81	3.807701	
55	600	1.89E+02	-5.40E+03	-5.39E+05	1.26E+02	-3.60E+03	-3.60E+05	-4.42E+02	-2.82E+02	-8.51E+04	2.82E+03	-2.05E+03	1.10E+02	-1.49E+03	2.59	2.594404	
56	0	3.02E+01	5.27E+03	-4.89E+05	2.01E+01	3.51E+03	-3.26E+05	-1.59E+02	-2.86E+02	8.40E+04	8.50E+03	-7.30E+03	1.12E+02	-8.14E+03	10.30		10.296606
56	100	3.02E+01	3.47E+03	-5.16E+04	2.01E+01	2.31E+03	-3.44E+04	-1.59E+02	-2.86E+02	5.53E+04	5.50E+03	-3.07E+02	1.12E+02	-8.61E+02	4.66	4.664882	
56	200	3.02E+01	1.67E+03	2.03E+05	2.01E+01	1.11E+03	1.37E+05	-1.59E+02	-2.86E+02	2.68E+04	2.50E+03	3.69E+03	1.12E+02	3.42E+03	4.66	4.664882	
56	300	3.02E+01	-1.31E+02	2.82E+05	2.01E+01	-8.71E+01	1.88E+05	-1.59E+02	-2.86E+02	-1.87E+03	3.04E+02	4.69E+03	1.12E+02	4.70E+03	5.95	5.947967	
56	400	3.02E+01	-1.93E+03	1.79E+05	2.01E+01	-1.29E+03	-1.19E+05	-1.59E+02	-2.86E+02	-3.05E+04	3.50E+03	2.68E+03	1.12E+02	2.99E+03	3.78	3.776196	
56	500	3.02E+01	-3.73E+03	-1.30E+05	2.01E+01	-2.49E+03	-9.93E+04	-1.59E+02	-2.86E+02	-5.91E+04	6.50E+03	-2.32E+03	1.12E+02	-1.75E+03	2.94	2.93662	
56	600	3.02E+01	-5.53E+03	-5.67E+05	2.01E+01	-3.69E+03	-3.78E+05	-1.59E+02	-2.86E+02	-8.77E+04	9.50E+03	-9.45E+03	1.12E+02	-9.45E+03	13.06	13.05699	

Member No	Section	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	MOMENT	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	MOMENT	SHEAR	MOMENT	As	As*(cm ²)	As*(cm ²)	
		kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg-cm	kg	kg-cm	kg	kg-cm	kg-cm	kg	kg-cm	cm ²			
57	0	6.54E+02	3.54E+03	-5.73E+05	4.36E+02	3.69E+03	-3.82E+05	-1.31E+03	-1.49E+02	4.58E+04	9.08E+03	-9.09E+03	1.14E+02	-9.55E+03	9.08E+03	12.07		12.07371	
57	100	6.54E+02	3.74E+03	-1.09E+05	4.36E+02	2.49E+03	-7.27E+04	-1.31E+03	-1.49E+02	3.09E+04	6.08E+03	-1.51E+03	1.14E+02	-1.82E+03	6.08E+03	2.30		2.2966645	
57	200	6.54E+02	1.94E+03	1.75E+05	4.36E+02	1.29E+03	1.17E+05	-1.31E+03	-1.49E+02	1.60E+04	3.08E+03	3.08E+03	1.14E+02	2.92E+03	3.08E+03	3.89	3.889829		
57	300	6.54E+02	1.39E+02	2.79E+05	4.36E+02	9.30E+01	1.86E+05	-1.31E+03	-1.49E+02	1.15E+03	8.35E+01	4.66E+03	1.14E+02	4.65E+03	1.14E+02	4.66E+03	5.89	5.892173	
57	400	6.54E+02	-1.66E+03	2.03E+05	4.36E+02	-1.11E+03	1.34E+05	-1.31E+03	-1.49E+02	-1.37E+04	2.92E+03	3.24E+03	1.14E+02	3.38E+03	2.92E+03	3.38E+03	4.28	4.27301	
57	500	6.54E+02	-3.46E+03	-5.32E+04	4.36E+02	-2.31E+03	-5.55E+04	-1.31E+03	-1.49E+02	-2.80E+04	3.92E+03	-1.17E+03	1.14E+02	-8.87E+02	3.92E+03	1.17E+03	1.48	1.483104	
57	600	6.54E+02	-5.26E+03	-4.89E+05	4.36E+02	-3.51E+03	-3.56E+05	-1.31E+03	-1.49E+02	-4.35E+04	8.92E+03	-8.39E+03	1.14E+02	-8.15E+03	8.92E+03	10.86		10.860664	
58	0	2.83E+02	5.37E+03	-5.27E+05	1.88E+02	3.58E+03	-3.52E+05	-9.72E+02	-1.53E+02	4.57E+04	8.79E+03	-8.33E+03	1.16E+02	-8.79E+03	8.79E+03	11.11		11.11477	
58	100	2.83E+02	3.57E+03	-8.07E+04	1.88E+02	2.38E+03	-3.38E+04	-9.72E+02	-1.53E+02	3.04E+04	5.79E+03	-1.04E+03	1.16E+02	-1.34E+03	5.79E+03	1.70		1.700357	
58	200	2.83E+02	1.77E+03	1.86E+05	1.88E+02	1.18E+03	1.24E+05	-9.72E+02	-1.53E+02	1.51E+04	2.79E+03	3.25E+03	1.16E+02	3.10E+03	2.79E+03	4.11	4.110876		
58	300	2.83E+02	-3.27E+01	2.73E+05	1.88E+02	-2.18E+01	1.82E+05	-9.72E+02	-1.53E+02	-2.62E+02	2.08E+03	4.56E+03	1.16E+02	4.55E+03	2.08E+03	5.75	5.747935		
58	400	2.83E+02	-1.83E+03	1.79E+05	1.88E+02	-1.22E+03	1.20E+05	-9.72E+02	-1.53E+02	-1.56E+04	3.21E+03	2.86E+03	1.16E+02	2.89E+03	3.21E+03	3.78	3.782265		
58	500	2.83E+02	-3.63E+03	-9.38E+04	1.88E+02	-2.42E+03	-6.25E+04	-9.72E+02	-1.53E+02	-3.09E+04	6.21E+03	-1.87E+03	1.16E+02	-1.56E+03	6.21E+03	1.87E+03	2.37	2.36763	
58	600	2.83E+02	-5.43E+03	-5.97E+05	1.88E+02	-3.62E+03	-3.65E+05	-9.72E+02	-1.53E+02	-4.64E+04	9.21E+03	-9.58E+03	1.16E+02	-9.12E+03	9.21E+03	9.58E+03	12.11	12.11136	
59	0	1.75E+02	5.60E+03	-5.39E+05	1.16E+02	3.60E+03	-3.59E+05	-6.90E+02	-1.57E+02	4.71E+04	8.64E+03	-8.51E+03	1.18E+02	-8.98E+03	8.64E+03	11.36		11.35868	
59	100	1.75E+02	3.60E+03	-8.50E+04	1.16E+02	2.40E+03	-5.93E+04	-6.90E+02	-1.57E+02	3.13E+04	5.94E+03	-1.17E+03	1.18E+02	-1.48E+03	5.94E+03	1.88		1.875542	
59	200	1.75E+02	1.80E+03	1.81E+05	1.16E+02	1.20E+03	1.21E+05	-6.90E+02	-1.57E+02	1.56E+04	2.86E+03	3.17E+03	1.18E+02	3.02E+03	2.86E+03	4.01	4.011644		
59	300	1.75E+02	9.00E+01	2.71E+05	1.16E+02	9.00E+01	1.81E+05	-6.90E+02	-1.57E+02	-1.39E+02	1.57E+02	4.52E+03	1.18E+02	4.52E+03	1.57E+02	4.52E+03	5.71	5.711014	
59	400	1.75E+02	-1.80E+03	1.81E+05	1.16E+02	-1.20E+03	1.21E+05	-6.90E+02	-1.57E+02	-1.59E+04	3.16E+03	2.86E+03	1.18E+02	3.02E+03	3.16E+03	3.81	3.814381		
59	500	1.75E+02	-3.60E+03	-8.90E+04	1.16E+02	-2.40E+03	-5.93E+04	-6.90E+02	-1.57E+02	-3.16E+04	6.16E+03	-1.80E+03	1.18E+02	-1.48E+03	6.16E+03	1.80E+03	2.28	2.27554	
59	600	1.75E+02	-5.40E+03	-5.39E+05	1.16E+02	-3.60E+03	-3.59E+05	-6.90E+02	-1.57E+02	-4.74E+04	9.16E+03	-9.46E+03	1.18E+02	-8.98E+03	9.16E+03	9.46E+03	11.96	11.95751	
60	0	2.83E+02	3.63E+03	-3.47E+05	1.88E+02	3.62E+03	-3.65E+05	-1.27E+02	-1.60E+02	4.80E+04	8.89E+03	-8.64E+03	1.20E+02	-9.12E+03	8.89E+03	11.53		11.52875	
60	100	2.83E+02	1.83E+03	1.79E+05	1.88E+02	1.22E+03	1.20E+05	-1.27E+02	-1.60E+02	3.19E+04	5.89E+03	-1.24E+03	1.20E+02	-1.56E+03	5.89E+03	1.98		1.97682	
60	200	2.83E+02	1.83E+03	1.79E+05	1.88E+02	1.22E+03	1.20E+05	-1.27E+02	-1.60E+02	1.59E+04	2.89E+03	3.15E+03	1.20E+02	2.99E+03	2.89E+03	3.98	3.983283		
60	300	2.83E+02	3.27E+01	2.73E+05	1.88E+02	2.18E+01	1.82E+05	-1.27E+02	-1.60E+02	-1.50E+02	1.06E+02	4.54E+03	1.20E+02	4.55E+03	1.20E+02	4.55E+03	5.75	5.747935	
60	400	2.83E+02	-1.77E+03	1.86E+05	1.88E+02	-1.18E+03	1.24E+05	-1.27E+02	-1.60E+02	-1.62E+04	3.11E+03	2.84E+03	1.20E+02	3.10E+03	3.11E+03	3.92	3.92034		
60	500	2.83E+02	-3.57E+03	-8.07E+04	1.88E+02	-2.38E+03	-5.38E+04	-1.27E+02	-1.60E+02	-3.22E+04	6.11E+03	-1.67E+03	1.20E+02	-1.34E+03	6.11E+03	1.67E+03	2.11	2.108335	
60	600	2.83E+02	-5.37E+03	-5.27E+05	1.88E+02	-3.58E+03	-3.52E+05	-1.27E+02	-1.60E+02	-4.83E+04	9.11E+03	-9.27E+03	1.20E+02	-8.79E+03	9.11E+03	9.27E+03	11.73	11.72543	
61	0	6.54E+02	5.26E+03	-4.89E+05	4.36E+02	3.51E+03	-3.56E+05	-1.74E+02	-1.57E+02	4.65E+04	8.61E+03	-7.69E+03	1.22E+02	-8.15E+03	8.61E+03	10.31		10.31035	
61	100	6.54E+02	3.46E+03	-5.32E+04	4.36E+02	2.31E+03	-3.55E+04	-1.74E+02	-1.57E+02	3.05E+04	5.61E+03	-5.82E+02	1.22E+02	-8.87E+02	5.61E+03	1.12		1.121074	
61	200	6.54E+02	1.66E+03	2.03E+05	4.36E+02	1.11E+03	1.35E+05	-1.74E+02	-1.57E+02	1.48E+04	2.61E+03	3.55E+03	1.22E+02	3.38E+03	2.61E+03	4.46	4.461753		

Member No	Section cm	AXIAL. kg	SHEAR. kg	MOMENT. kg-cm	AXIAL. kg	SHEAR. kg	MOMENT. kg-cm	AXIAL. kg	MOMENT. kg-cm	AXIAL. kg	MOMENT. kg-cm	AXIAL. kg	MOMENT. kg-cm
25	0	-6.45E+04	7.43E+01	-1.25E+04	-4.30E+04	4.95E+01	-8.30E+03	6.06E+01	1.14E+03	-2.49E+05	107434.38	1.07E+05	2.08E+02
25	300	-6.45E+04	7.43E+01	9.84E+03	-4.30E+04	4.95E+01	6.56E+03	6.06E+01	1.14E+03	9.28E+04	107434.38	1.07E+05	1.64E+02
26	0	-5.36E+04	-2.73E+01	8.68E+03	-3.58E+04	-1.83E+01	5.78E+03	3.51E+01	1.11E+03	-1.74E+05	89403.878	1.59E+03	1.45E+02
26	300	-5.36E+04	-2.73E+01	4.39E+02	-3.58E+04	-1.83E+01	2.93E+02	3.51E+01	1.11E+03	1.60E+05	89403.878	1.61E+03	7.32E+00
27	0	-1.29E+04	1.05E+02	-1.06E+04	-2.86E+04	6.97E+01	-1.07E+04	1.32E+01	9.37E+02	-1.27E+05	71459.756	1.54E+03	2.67E+02
27	300	-1.29E+04	1.05E+02	1.53E+04	-2.86E+04	6.97E+01	1.02E+04	1.32E+01	9.37E+02	1.54E+05	71459.756	1.80E+03	2.55E+02
28	0	-1.22E+04	1.23E+02	-1.97E+04	-2.14E+04	8.35E+01	-1.32E+04	4.97E+03	7.05E+02	-8.51E+04	53560.995	1.18E+03	3.29E+02
28	300	-1.22E+04	1.23E+02	1.79E+04	-2.14E+04	8.35E+01	1.19E+04	4.97E+03	7.05E+02	1.26E+05	53560.995	1.56E+03	2.98E+02
29	0	-2.15E+04	2.84E+02	-1.29E+04	-1.43E+04	1.90E+02	-2.19E+04	-4.65E+01	4.23E+02	-4.20E+04	35786.633	3.58E+04	5.08E+02
29	300	-2.15E+04	2.84E+02	5.24E+04	-1.43E+04	1.90E+02	3.49E+04	-4.65E+01	4.23E+02	8.49E+04	35786.633	3.58E+04	8.75E+02
30	0	-1.09E+04	-8.68E+01	1.42E+04	-7.24E+04	-5.78E+01	9.48E+03	-1.47E+01	1.70E+02	-9.59E+03	18105.47	1.41E+02	2.37E+02
30	300	-1.09E+04	-8.68E+01	-1.18E+04	-7.24E+04	-5.78E+01	-7.87E+03	-1.47E+01	1.70E+02	4.14E+04	18105.47	1.81E+04	1.97E+02
31	0	-3.26E+04	1.22E+03	-1.31E+05	-2.18E+04	8.11E+02	-8.73E+04	-1.88E+03	8.64E+02	-2.20E+05	56305.9	5.44E+04	2.18E+03
31	300	-3.26E+04	1.22E+03	2.34E+05	-2.18E+04	8.11E+02	1.56E+05	-1.88E+03	8.64E+02	3.92E+04	56305.9	5.44E+04	3.80E+03
32	0	-2.73E+04	1.80E+03	-2.76E+05	-1.82E+04	1.20E+03	-1.84E+05	-1.42E+03	6.46E+02	-1.03E+05	46894.1	5.63E+03	4.55E+04
32	300	-2.73E+04	1.80E+03	2.64E+05	-1.82E+04	1.20E+03	1.76E+05	-1.42E+03	6.46E+02	9.07E+04	46894.1	5.30E+03	4.55E+04
33	0	-2.19E+04	1.82E+03	-2.72E+05	-1.46E+04	1.21E+03	-1.82E+05	-9.25E+02	5.12E+02	-6.10E+04	37373.42	5.15E+03	3.65E+04
33	300	-2.19E+04	1.82E+03	2.73E+05	-1.46E+04	1.21E+03	1.82E+05	-9.25E+02	5.12E+02	9.27E+04	37373.42	5.48E+03	3.65E+04
34	0	-1.64E+04	1.87E+03	-2.40E+05	-1.09E+04	1.24E+03	-1.87E+05	-5.13E+02	3.77E+02	-3.30E+04	27779.27	5.01E+03	2.73E+04
34	300	-1.64E+04	1.87E+03	2.80E+05	-1.09E+04	1.24E+03	1.87E+05	-5.13E+02	3.77E+02	7.99E+04	27779.27	5.47E+03	2.73E+04
35	0	-1.08E+04	1.90E+03	-2.87E+05	-7.22E+03	1.26E+03	-1.91E+05	-2.27E+02	2.17E+02	-7.83E+03	18282.02	4.86E+03	4.78E+03
35	300	-1.08E+04	1.90E+03	2.82E+05	-7.22E+03	1.26E+03	1.88E+05	-2.27E+02	2.17E+02	5.73E+04	18282.02	1.81E+04	4.70E+03
36	0	-5.30E+03	2.55E+03	-2.91E+05	-3.53E+03	1.70E+03	-1.94E+05	-6.97E+01	4.26E+01	9.12E+03	8953.704	8.83E+03	4.83E+03
36	300	-5.30E+03	2.55E+03	4.75E+05	-3.53E+03	1.70E+03	3.16E+05	-6.97E+01	4.26E+01	2.20E+04	8953.704	8.13E+03	7.91E+03

member no	section (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	moment(kg-c)	Axial(kg)	moment(kg-cm)	Axial(kg)	Moment(kg-cm)
18	0	-1.08E+04	8.56E+01	-1.40E+04	-7.23E+03	5.57E+01	-9.30E+03	1.81E+00	1.49E+02	-5.81E+03	2.06E+04	3.39E+02	2.75E+04	3.53E+02
18	300	-1.08E+04	8.56E+01	1.11E+04	-7.23E+03	5.57E+01	7.42E+03	1.81E+00	1.49E+02	3.89E+04	2.06E+04	7.08E+02	2.75E+04	2.82E+02
19	0	-6.49E+04	2.84E+01	-4.41E+03	-4.33E+04	1.89E+01	-2.94E+03	-1.19E+00	1.15E+03	-2.52E+05	1.23E+05	3.30E+03	1.64E+05	1.12E+02
19	300	-6.49E+04	2.84E+01	4.11E+03	-4.33E+04	1.89E+01	2.74E+03	-1.19E+00	1.15E+03	9.39E+04	1.23E+05	1.28E+03	1.64E+05	1.04E+02
20	0	-5.41E+04	-1.55E+01	2.82E+03	-3.61E+04	-1.03E+01	1.88E+03	3.90E+00	1.09E+03	-1.70E+05	1.03E+05	2.11E+03	1.57E+05	7.14E+01
20	300	-5.41E+04	-1.55E+01	-1.84E+03	-3.61E+04	-1.03E+01	-1.23E+03	3.90E+00	1.09E+03	1.58E+05	1.03E+05	1.98E+03	1.57E+05	4.66E+01
21	0	-4.33E+04	-1.87E+00	-1.53E+02	-2.89E+04	-1.25E+00	-1.02E+02	5.47E+00	9.32E+02	-1.26E+05	8.23E+04	1.61E+03	1.10E+05	3.87E+00
21	300	-4.33E+04	-1.87E+00	7.15E+02	-2.89E+04	-1.25E+00	-4.77E+02	5.47E+00	9.32E+02	1.54E+05	8.23E+04	1.94E+03	1.10E+05	1.81E+01
22	0	-3.25E+04	-5.27E-01	-2.79E+02	-2.16E+04	-5.51E-01	-1.86E+02	7.25E+00	7.07E+02	-8.52E+04	6.16E+04	1.09E+03	8.22E+04	7.07E+00
22	300	-3.25E+04	-5.27E-01	4.37E+02	-2.16E+04	-5.51E-01	2.91E+02	7.25E+00	7.07E+02	1.27E+05	6.16E+04	1.61E+03	8.22E+04	1.11E+01
23	0	-2.17E+04	2.42E+01	-1.38E+03	-1.44E+04	1.61E+01	-9.20E+02	7.93E+00	4.29E+02	-4.23E+04	4.11E+04	5.65E+02	5.48E+04	3.50E+01
23	300	-2.17E+04	2.42E+01	5.88E+03	-1.44E+04	1.61E+01	3.92E+03	7.93E+00	4.29E+02	8.65E+04	4.11E+04	1.22E+03	5.48E+04	1.49E+02
24	0	-1.08E+04	-8.56E+01	1.40E+04	-7.23E+03	-5.57E+01	9.30E+03	4.85E+00	1.67E+02	-8.81E+03	2.06E+04	1.53E+02	2.75E+04	3.53E+02
24	300	-1.08E+04	-8.56E+01	-1.11E+04	-7.23E+03	-5.57E+01	-7.42E+03	4.85E+00	1.67E+02	4.13E+04	2.06E+04	3.15E+02	2.75E+04	2.82E+02
25	0	-6.45E+04	7.43E+01	-1.25E+04	-4.30E+04	4.95E+01	-8.30E+03	6.06E+01	1.14E+03	-2.49E+05	1.22E+05	3.41E+03	1.63E+05	3.15E+02
25	300	-6.45E+04	7.43E+01	9.84E+03	-4.30E+04	4.95E+01	6.56E+03	6.06E+01	1.14E+03	9.28E+04	1.22E+05	1.37E+03	1.63E+05	2.49E+02
26	0	-5.36E+04	-2.75E+01	4.39E+02	-3.58E+04	-1.83E+01	5.78E+03	3.51E+01	1.11E+03	-1.74E+05	1.02E+05	2.05E+03	1.56E+05	2.20E+02
26	300	-5.36E+04	-2.75E+01	-3.58E+04	-3.58E+04	-1.83E+01	-2.93E+02	3.51E+01	1.11E+03	1.60E+05	1.02E+05	2.05E+03	1.56E+05	1.11E+01
27	0	-4.29E+04	1.05E+02	-1.60E+04	-2.86E+04	6.97E+01	-1.07E+04	1.32E+01	9.57E+02	-1.27E+05	8.15E+04	1.92E+03	1.09E+05	4.06E+02
27	300	-4.29E+04	1.05E+02	1.53E+04	-2.86E+04	6.97E+01	1.02E+04	1.32E+01	9.57E+02	1.54E+05	8.15E+04	2.26E+03	1.09E+05	3.88E+02
28	0	-3.22E+04	1.25E+02	-1.97E+04	-2.14E+04	8.55E+01	-1.32E+04	4.97E-03	7.05E+02	-8.51E+04	6.11E+04	1.46E+03	8.14E+04	5.01E+02
28	300	-3.22E+04	1.25E+02	1.79E+04	-2.14E+04	8.55E+01	1.09E+04	4.97E-03	7.05E+02	1.26E+05	6.11E+04	1.95E+03	8.14E+04	4.52E+02
29	0	-2.15E+04	2.84E+02	-3.20E+04	-1.43E+04	1.90E+02	-2.19E+04	-4.63E+00	4.23E+02	-4.20E+04	4.08E+04	1.16E+03	5.44E+04	8.33E+02
29	300	-2.15E+04	2.84E+02	5.24E+04	-1.43E+04	1.90E+02	3.49E+04	-4.63E+00	4.23E+02	8.49E+04	4.08E+04	2.08E+03	5.44E+04	1.33E+03
30	0	-1.09E+04	-8.68E+01	1.42E+04	-7.24E+03	-5.78E+01	9.48E+03	-1.47E+00	1.70E+02	-9.39E+03	2.06E+04	1.48E+02	2.75E+04	3.60E+02
30	300	-1.09E+04	-8.68E+01	-1.19E+04	-7.24E+03	-5.78E+01	-7.87E+03	-1.47E+00	1.70E+02	4.14E+04	2.06E+04	3.04E+02	2.75E+04	2.99E+02
31	0	-3.26E+04	1.22E+03	-1.31E+05	-2.18E+04	8.11E+02	-8.73E+04	-1.88E+03	8.64E+02	-2.20E+05	6.44E+04	5.29E+03	8.27E+04	3.32E+03
31	300	-3.26E+04	1.22E+03	2.34E+05	-2.18E+04	8.11E+02	1.56E+05	-1.88E+03	8.64E+02	3.92E+04	6.44E+04	4.95E+03	8.27E+04	5.93E+03
32	0	-2.73E+04	1.80E+03	-2.76E+05	-1.82E+04	1.20E+03	-1.84E+05	-1.42E+03	6.46E+02	-1.03E+05	5.37E+04	6.56E+03	6.91E+04	6.99E+03
32	300	-2.73E+04	1.80E+03	2.64E+05	-1.82E+04	1.20E+03	1.76E+05	-1.42E+03	6.46E+02	9.07E+04	5.37E+04	6.17E+03	6.91E+04	6.68E+03
33	0	-2.19E+04	1.82E+03	-2.72E+05	-1.46E+04	1.21E+03	-1.82E+05	-9.23E+02	5.12E+02	-6.10E+04	4.27E+04	5.96E+03	5.54E+04	6.91E+03
33	300	-2.19E+04	1.82E+03	2.73E+05	-1.46E+04	1.21E+03	1.82E+05	-9.23E+02	5.12E+02	9.27E+04	4.27E+04	6.37E+03	5.54E+04	6.92E+03

member no	section (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	moment(kg-cm)	moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	moment(kg-c)	shear(kg)	Axial(kg)	moment(kg-c)	Axial(kg)	moment(kg-cm)
34	0	-1.64E+14	1.87E+13	-2.80E+15	-1.87E+15	-5.13E+12	3.77E+12	-3.31E+14	3.17E+14	5.75E+13	4.14E+14	4.14E+14	7.10E+13	4.14E+14	7.10E+13
34	300	-1.64E+14	1.87E+13	2.80E+15	1.87E+15	-6.13E+12	3.77E+12	7.99E+14	3.17E+14	6.34E+13	4.14E+14	4.14E+14	7.10E+13	4.14E+14	7.10E+13
35	0	-1.08E+14	1.90E+13	-2.87E+15	-1.91E+15	-2.27E+12	2.17E+12	-7.83E+13	2.09E+14	5.55E+13	2.74E+14	2.74E+14	7.26E+13	2.74E+14	7.26E+13
35	300	-1.08E+14	1.90E+13	2.82E+15	1.88E+15	-2.27E+12	2.17E+12	5.75E+14	2.09E+14	6.09E+13	2.74E+14	2.74E+14	7.15E+13	2.74E+14	7.15E+13
36	0	-5.30E+13	2.55E+13	-2.91E+15	-1.94E+15	-6.97E+11	4.28E+11	-1.94E+15	1.02E+14	5.41E+13	1.34E+14	1.34E+14	7.37E+13	1.34E+14	7.37E+13
36	300	-5.30E+13	2.55E+13	4.75E+15	3.16E+15	-6.97E+11	4.28E+11	3.16E+15	1.02E+14	9.29E+13	1.34E+14	1.34E+14	1.20E+14	1.34E+14	1.20E+14



ตาราง ก.5 แสดงผลการออกแบบกรณัศึกษาคณาวิชา(อาคารขนาดใหญ่วิธีหน่วยแรงใช้งาน)

BEAM SECTION

l(cm)	d(cm)	Pk(ksc)	Pg(ksc)	n	Δv(mm)	Av(mm)	Pv(ksc)	MAX MO	MIN MO
75	7.5	1.78	126	7	0.28	0.64	1.200		
j	R(ksc)	Md(kg-cm)	Pgd	Pk(d-ft)	k	Pv(cm)			
0.886	19.070	30.411	1.017	1.020	1.428	1.336			

Case 2 L1.

combination1

combination2

1090

Member No	Section cm	AXIAL. kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL. kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	SHEAR MOMENT kg-cm	MOMENT SHEAR MOMENT kg-cm	AS cm ²	AS cm ²	AS cm ²	AS' cm ²						
76	0	7.43E+02	6.19E+03	-5.66E+05	3.86E+02	3.61E+03	-3.52E+05	3.50E+02	-5.49E+03	1.70E+06	4.30E+03	7.79E+03	9.80E+03	9.18E+03	9.40E+03	9.18E+03	9.02581	0.00	
76	100	7.43E+02	4.12E+03	-5.86E+04	3.86E+02	2.41E+03	-5.08E+04	3.50E+02	-5.49E+03	1.15E+06	1.03E+03	1.05E+04	6.53E+03	-1.01E+03	3.88E+03	3.20E+03	1.05E+04	10.284	0.00
76	200	7.43E+02	2.05E+03	2.57E+05	3.86E+02	1.21E+03	1.30E+05	3.50E+02	-5.49E+03	5.98E+05	2.24E+03	9.86E+03	3.26E+03	3.26E+03	3.88E+03	3.20E+03	9.86E+03	9.69661	0.00
76	300	7.43E+02	-2.11E+01	3.59E+05	3.86E+02	1.22E+01	1.92E+05	3.50E+02	-5.49E+03	4.87E+04	5.51E+03	5.99E+03	1.19E+01	5.50E+03	5.51E+03	5.99E+03	5.99E+03	5.88657	0.00
76	400	7.43E+02	-2.08E+03	2.53E+05	3.86E+02	-1.19E+03	1.33E+05	3.50E+02	-5.49E+03	-5.01E+05	8.78E+03	-1.15E+03	3.28E+03	3.85E+03	8.78E+03	3.85E+03	3.85E+03	3.79086	0.00
76	500	7.43E+02	-1.16E+03	-6.03E+04	3.86E+02	-2.39E+03	-4.60E+04	3.50E+02	-5.49E+03	-1.05E+06	1.20E+04	-1.16E+04	6.55E+03	-1.06E+03	3.88E+03	1.20E+04	1.16E+04	11.3716	0.00
76	600	7.43E+02	-6.23E+03	-5.80E+05	3.86E+02	-3.59E+03	-3.45E+05	3.50E+02	-5.49E+03	-1.60E+06	1.33E+04	-2.52E+04	9.82E+03	-9.25E+03	3.88E+03	1.33E+04	2.52E+04	24.83	0.00
77	0	8.90E+02	6.27E+03	-6.36E+05	4.15E+02	3.61E+03	-3.64E+05	-2.34E+02	-5.18E+03	1.55E+06	4.71E+03	5.52E+03	9.88E+03	-1.60E+04	9.88E+03	1.60E+04	9.88E+03	9.83597	0.00
77	100	8.90E+02	4.20E+03	-1.13E+05	4.15E+02	2.41E+03	-6.24E+04	-2.34E+02	-5.18E+03	1.03E+06	1.40E+03	8.59E+03	6.61E+03	-1.75E+03	6.61E+03	6.61E+03	8.59E+03	8.45	0.00
77	200	8.90E+02	2.13E+03	2.04E+05	4.15E+02	1.21E+03	1.19E+05	-2.34E+02	-5.18E+03	5.16E+05	1.83E+03	8.39E+03	3.34E+03	3.23E+03	3.34E+03	3.34E+03	8.39E+03	8.25	0.00
77	300	8.90E+02	6.16E+01	3.14E+05	4.15E+02	1.33E+01	1.80E+05	-2.34E+02	-5.18E+03	-1.34E+05	5.10E+03	4.92E+03	4.94E+03	4.94E+03	4.94E+03	4.94E+03	4.94E+03	4.86	0.00
77	400	8.90E+02	-2.01E+03	2.16E+05	4.15E+02	-1.19E+03	1.22E+05	-2.34E+02	-5.18E+03	-5.19E+05	8.37E+03	-1.81E+03	3.20E+03	3.38E+03	3.38E+03	3.38E+03	3.38E+03	3.32	0.00
77	500	8.90E+02	-4.08E+03	-8.82E+04	4.15E+02	-2.39E+03	-5.70E+04	-2.34E+02	-5.18E+03	-1.00E+06	1.16E+04	-1.18E+04	6.47E+03	-1.45E+03	1.16E+04	1.16E+04	1.16E+04	11.63	0.00
77	600	8.90E+02	-6.15E+03	-6.00E+05	4.15E+02	-3.59E+03	-3.56E+05	-2.34E+02	-5.18E+03	-1.55E+06	1.49E+04	-2.51E+04	9.74E+03	-9.55E+03	1.49E+04	1.49E+04	1.49E+04	24.68	0.00
78	0	8.90E+02	6.13E+03	-6.00E+05	4.15E+02	3.59E+03	-3.56E+05	-7.93E+02	-5.17E+03	1.55E+06	4.56E+03	5.98E+03	9.74E+03	-9.55E+03	9.74E+03	9.74E+03	9.55E+03	9.39	0.00
78	100	8.90E+02	4.08E+03	-8.82E+04	4.15E+02	2.38E+03	-5.70E+04	-7.93E+02	-5.17E+03	1.04E+06	1.29E+03	8.91E+03	6.47E+03	-1.45E+03	1.29E+03	6.47E+03	8.91E+03	8.76	0.00

Member No	Section cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	SHEAR KG	MOMENT kg-m	SHEAR MOMENT KG	MOMENT kg-m	Av cm ²	si (cm ²)	As-cm ²	As' cm ²
78	200	8.90E+02	2.01E+03	2.16E+05	4.13E+02	1.91E+03	1.22E+05	-7.95E+02	-5.17E+03	5.19E+05	1.98E+03	8.57E+03	3.20E+03	3.38E+03	8.43	8.42719		0.00
78	300	8.90E+02	-6.16E+01	3.14E+05	4.15E+02	-1.33E+01	1.80E+05	-7.95E+02	-5.17E+03	1.91E+05	3.25E+03	4.96E+03	7.49E+01	4.96E+03	4.87	4.87498		0.00
78	400	8.90E+02	-2.13E+03	2.04E+05	4.15E+02	4.15E+03	1.19E+05	-7.95E+02	-5.17E+03	-5.15E+05	8.52E+03	-1.92E+03	3.34E+03	3.23E+03	3.17	3.17464		0.00
78	500	8.90E+02	-4.20E+03	-1.13E+05	4.15E+02	-2.41E+03	-6.24E+04	-7.95E+02	-5.17E+03	-1.03E+06	1.18E+04	-1.21E+04	6.61E+03	-1.75E+03	11.88		11.8767	0.00
78	600	8.90E+02	-6.27E+03	-6.36E+05	4.15E+02	-5.61E+03	-5.60E+05	-7.95E+02	-5.17E+03	-1.55E+06	1.51E+04	-2.55E+04	9.88E+03	-1.09E+04	25.08		25.0765	0.00
79	0	7.43E+02	6.24E+03	-5.80E+05	3.86E+02	3.59E+03	-3.45E+05	-1.42E+03	-5.48E+03	1.59E+06	4.35E+03	9.82E+03	9.82E+03	9.25E+03	9.10		9.09583	0.00
79	100	7.43E+02	4.16E+03	-6.03E+04	3.86E+02	2.39E+03	-4.60E+04	-1.42E+03	-5.48E+03	1.08E+06	1.08E+03	9.41E+03	6.55E+03	-1.06E+03	9.25		9.25404	0.00
79	200	7.43E+02	2.09E+03	2.53E+05	3.86E+02	1.19E+03	1.33E+05	-1.42E+03	-5.48E+03	5.00E+05	2.19E+03	8.85E+03	3.28E+03	3.85E+03	8.70		8.70383	0.00
79	300	7.43E+02	2.41E+01	3.59E+05	3.86E+02	-1.22E+01	1.92E+05	-1.42E+03	-5.48E+03	-4.81E+04	3.66E+03	5.02E+03	1.19E+01	5.50E+03	5.41		5.41049	0.00
79	400	7.43E+02	-2.05E+03	2.57E+05	3.86E+02	-1.21E+03	1.30E+05	-1.42E+03	-5.48E+03	-5.96E+05	8.73E+03	3.26E+03	3.88E+03	3.88E+03	3.81		3.81427	0.00
79	500	7.43E+02	-1.12E+03	-5.00E+04	3.86E+02	-2.41E+03	-5.08E+04	-1.42E+03	-5.48E+03	-1.14E+06	1.20E+04	-1.24E+04	6.53E+03	-1.01E+03	12.24		12.2425	0.00
79	600	7.43E+02	-6.19E+03	-5.66E+05	3.86E+02	-3.61E+03	-3.52E+05	-1.42E+03	-5.48E+03	-1.69E+06	1.53E+04	-9.80E+03	-9.18E+03	-1.53E+04	25.66		25.6567	0.00
80	0	1.63E+02	6.53E+03	-6.84E+05	3.44E+01	3.73E+03	-3.91E+05	-1.19E+03	-6.34E+03	1.95E+06	3.94E+03	8.78E+03	1.03E+04	-1.07E+04	10.57		10.5669	0.00
80	100	1.63E+02	4.88E+03	-1.32E+05	3.44E+01	2.53E+03	-7.74E+04	-1.19E+03	-6.34E+03	1.32E+06	6.71E+02	1.11E+04	-2.10E+03	-2.10E+03	10.91		10.9053	0.00
80	200	1.63E+02	2.41E+03	2.12E+05	3.44E+01	1.33E+03	1.16E+05	-1.19E+03	-6.34E+03	6.84E+05	2.60E+03	3.74E+03	3.74E+03	3.28E+03	9.96		9.95742	0.00
80	300	1.63E+02	3.41E+02	3.50E+05	3.44E+01	1.32E+02	1.89E+05	-1.19E+03	-6.34E+03	5.02E+04	5.87E+03	5.87E+03	4.73E+02	5.39E+03	5.79		5.79353	0.00
80	400	1.63E+02	-1.73E+03	2.80E+05	3.44E+01	-1.07E+03	1.42E+05	-1.19E+03	-6.34E+03	-5.86E+05	9.14E+03	2.80E+03	-1.61E+03	-2.23E+03	4.16		4.1566	0.00
80	500	1.63E+02	-3.86E+03	-3.95E+03	3.44E+01	-2.27E+03	-2.45E+04	-1.19E+03	-6.34E+03	-1.22E+06	1.24E+04	-1.24E+04	6.07E+03	-2.06E+02	12.18		12.1815	0.00
80	600	1.63E+02	-5.87E+03	-4.78E+05	3.44E+01	-3.47E+03	-5.11E+05	-1.19E+03	-6.34E+03	-1.84E+06	1.57E+04	-9.34E+03	-7.91E+03	-7.91E+03	25.99		25.993	0.00
81	0	4.27E+02	6.27E+03	-6.28E+05	1.42E+02	3.62E+03	-3.63E+05	-8.88E+02	-6.13E+03	1.84E+06	3.76E+03	8.69E+03	9.89E+03	-9.91E+03	9.75		9.74844	0.00
81	100	4.27E+02	4.20E+03	-1.04E+05	1.42E+02	2.42E+03	-6.15E+04	-8.88E+02	-6.13E+03	1.23E+06	4.88E+02	1.06E+04	6.62E+03	-1.66E+03	10.43		10.4329	0.00
81	200	4.27E+02	2.13E+03	2.13E+05	1.42E+02	1.22E+03	1.20E+05	-8.88E+02	-6.13E+03	6.13E+05	2.78E+03	3.33E+03	3.33E+03	3.33E+03	9.30		9.30461	0.00
81	300	4.27E+02	6.43E+01	3.24E+05	1.42E+02	1.59E+01	1.42E+05	-8.88E+02	-6.13E+03	1.33E+02	6.05E+03	3.04E+03	8.01E+01	5.04E+03	4.96		4.96059	0.00
81	400	4.27E+02	-2.01E+03	2.26E+05	1.42E+02	-1.18E+03	1.23E+05	-8.88E+02	-6.13E+03	-6.13E+05	9.32E+03	-2.64E+03	3.19E+03	3.19E+03	3.43		3.43014	0.00
81	500	4.27E+02	-4.08E+03	-7.83E+04	1.42E+02	-2.38E+03	-5.52E+04	-8.88E+02	-6.13E+03	-1.23E+06	1.26E+04	-1.36E+04	6.66E+03	-1.34E+03	13.37		13.3748	0.00
81	600	4.27E+02	-6.15E+03	-5.90E+05	1.42E+02	-3.58E+03	-5.54E+05	-8.88E+02	-6.13E+03	-1.84E+06	1.59E+04	-2.78E+04	9.73E+03	-9.43E+03	27.37		27.3661	0.00
82	0	4.27E+02	6.13E+03	-5.90E+05	1.42E+02	3.58E+03	-5.52E+04	-7.04E+02	-6.13E+03	1.84E+06	3.60E+03	8.56E+03	9.73E+03	-9.43E+03	9.28		9.2757	0.00
82	100	4.27E+02	4.08E+03	-7.83E+04	1.42E+02	2.38E+03	-5.52E+04	-7.04E+02	-6.13E+03	1.23E+06	3.29E+02	1.09E+04	6.66E+03	-1.34E+03	10.74		10.7441	0.00
82	200	4.27E+02	2.01E+03	2.26E+05	1.42E+02	1.18E+03	1.23E+05	-7.04E+02	-6.13E+03	6.13E+05	2.94E+03	9.62E+03	3.19E+03	3.19E+03	9.46		9.45951	0.00
82	300	4.27E+02	-6.43E+01	3.24E+05	1.42E+02	-1.59E+01	1.42E+05	-7.04E+02	-6.13E+03	-2.93E+01	5.04E+03	8.01E+01	5.04E+03	5.04E+03	4.96		4.95959	0.00
82	400	4.27E+02	-2.13E+03	2.13E+05	1.42E+02	-1.22E+03	1.23E+05	-7.04E+02	-6.13E+03	-6.13E+05	9.48E+03	-2.80E+03	3.33E+03	3.33E+03	3.27		3.27259	0.00

Member No	Section cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	SHEAR KG	MOMENT kg-m	SHEAR KG	MOMENT kg-m	As cm ²	s ¹ (cm ²)As-cm ²	As cm ²
82	500	4.27E+02	-1.20E+03	-1.04E+05	1.42E+02	-2.42E+03	-6.15E+04	-7.04E+02	-6.13E+03	-1.23E+06	1.28E+04	-1.30E+04	6.62E+03	-1.66E+03	13.6879	1.39E+04	13.6879
82	600	4.27E+02	-6.27E+03	-3.63E+05	1.42E+02	-3.62E+03	-3.63E+05	-7.04E+02	-6.13E+03	-1.84E+06	1.60E+04	-2.83E+04	9.89E+03	-9.91E+03	27.8359	2.83E+04	27.8359
83	0	1.63E+02	5.87E+03	-4.79E+05	3.44E+01	3.47E+03	-5.11E+05	-3.98E+02	-6.33E+03	1.85E+06	3.01E+03	1.06E+04	9.34E+03	1.06E+04	10.4041	1.06E+04	10.4041
83	100	1.63E+02	3.80E+03	3.93E+03	3.44E+01	2.27E+03	-2.45E+04	-3.98E+02	-6.33E+03	1.22E+06	2.59E+02	1.20E+04	6.07E+03	-2.06E+02	11.7584	1.20E+04	11.7584
83	200	1.63E+02	1.73E+03	2.80E+03	3.44E+01	1.07E+03	1.42E+05	-3.98E+02	-6.33E+03	5.84E+05	1.01E+04	1.01E+04	2.80E+03	4.23E+03	9.89605	1.01E+04	9.89605
83	300	1.63E+02	-3.41E+02	3.50E+05	3.44E+01	-1.32E+02	1.89E+05	-3.98E+02	-6.33E+03	-4.90E+04	6.80E+03	4.90E+03	4.74E+02	5.39E+03	5.30	5.39E+03	5.30
83	400	1.63E+02	-2.41E+03	2.12E+05	3.44E+01	1.33E+03	1.16E+05	-3.98E+02	-6.33E+03	-6.82E+05	1.01E+04	-3.53E+03	3.74E+03	3.28E+03	3.48	3.74E+03	3.48
83	500	1.63E+02	-1.88E+03	-1.32E+05	3.44E+01	-2.53E+03	-7.74E+04	-3.98E+02	-6.33E+03	-1.31E+06	1.33E+04	-1.52E+04	7.01E+03	-2.10E+03	14.9857	1.52E+04	14.9857
83	600	1.63E+02	-6.55E+03	-6.84E+05	3.44E+01	-3.70E+03	-3.91E+05	-3.98E+02	-6.33E+03	-1.95E+06	1.60E+04	1.60E+04	1.03E+04	-1.07E+04	29.7115	1.60E+04	29.7115
84	0	2.04E+02	6.83E+03	-7.66E+05	7.11E+01	3.83E+03	-4.19E+05	-1.60E+03	-6.21E+03	1.91E+06	6.00E+03	7.27E+03	1.07E+04	-1.19E+04	11.65	1.07E+04	11.65
84	100	2.04E+02	4.76E+03	1.87E+05	7.11E+01	2.63E+03	-9.61E+04	-1.60E+03	-6.21E+03	1.29E+06	1.17E+03	1.01E+04	7.30E+03	-2.83E+03	9.91	1.01E+04	9.91
84	200	2.04E+02	2.69E+03	3.09E+05	7.11E+01	1.43E+03	1.07E+05	-1.60E+03	-6.21E+03	6.70E+05	9.62E+03	9.62E+03	4.12E+03	2.92E+03	9.46	9.62E+03	9.46
84	300	2.04E+02	6.19E+02	3.51E+05	7.11E+01	2.27E+02	1.89E+05	-1.60E+03	-6.21E+03	4.86E+04	5.37E+03	5.89E+03	8.46E+02	5.40E+03	5.79	5.89E+03	5.79
84	400	2.04E+02	-1.45E+03	-3.09E+05	7.11E+01	-9.73E+02	1.52E+05	-1.60E+03	-6.21E+03	-5.73E+05	8.64E+03	2.42E+02	4.61E+03	4.61E+03	4.54	4.61E+03	4.54
84	500	2.04E+02	-3.52E+03	6.87E+04	7.11E+01	2.17E+03	-5.11E+03	-1.60E+03	-6.21E+03	-1.19E+06	1.19E+04	-1.19E+04	3.69E+03	5.50E+02	11.19	1.19E+04	11.19
84	600	2.04E+02	-5.59E+03	-3.95E+05	7.11E+01	-3.37E+03	-2.82E+05	-1.60E+03	-6.21E+03	-1.82E+06	1.52E+04	-2.49E+04	8.96E+03	-6.77E+03	24.51	-2.49E+04	24.51
85	0	3.99E+02	6.34E+03	-6.32E+05	1.35E+02	3.63E+03	-3.63E+05	-1.15E+03	-6.13E+03	1.84E+06	3.81E+03	9.93E+03	9.93E+03	-9.98E+03	9.81	9.93E+03	9.81
85	100	3.99E+02	4.24E+03	-1.05E+05	1.35E+02	2.43E+03	-6.29E+04	-1.15E+03	-6.13E+03	1.24E+06	3.35E+02	1.00E+04	6.66E+03	-1.68E+03	10.41	1.00E+04	10.41
85	200	3.99E+02	2.17E+03	2.15E+05	1.35E+02	1.23E+03	1.20E+05	-1.15E+03	-6.13E+03	6.13E+05	2.74E+03	9.48E+03	3.39E+03	3.35E+03	9.33	3.39E+03	9.33
85	300	3.99E+02	9.70E+01	3.29E+05	1.35E+02	2.58E+02	1.82E+05	-1.15E+03	-6.13E+03	6.36E+02	6.00E+03	5.11E+03	5.11E+03	5.11E+03	5.03	5.11E+03	5.03
85	400	3.99E+02	-1.97E+03	2.35E+05	1.35E+02	-1.17E+03	1.25E+05	-1.15E+03	-6.13E+03	-6.12E+05	9.28E+03	3.15E+03	3.60E+03	3.60E+03	3.54	3.60E+03	3.54
85	500	3.99E+02	-4.04E+03	-6.60E+04	1.35E+02	-2.37E+03	-5.26E+04	-1.15E+03	-6.13E+03	1.22E+06	1.25E+04	-1.34E+04	6.72E+03	-1.19E+03	13.21	-1.34E+04	13.21
85	600	3.99E+02	-6.11E+03	-5.74E+05	1.35E+02	-3.57E+03	-3.50E+05	-1.15E+03	-6.13E+03	-1.84E+06	1.58E+04	-2.76E+04	9.69E+03	-9.24E+03	27.16	-2.76E+04	27.16
86	0	3.99E+02	6.11E+03	-5.74E+05	1.35E+02	3.57E+03	-3.50E+05	-7.69E+02	-6.13E+03	1.84E+06	3.56E+03	9.14E+03	9.69E+03	-9.24E+03	9.09	9.69E+03	9.09
86	100	3.99E+02	4.04E+03	-6.60E+04	1.35E+02	2.37E+03	-5.26E+04	-7.69E+02	-6.13E+03	1.22E+06	2.90E+02	1.11E+04	6.42E+03	-1.19E+03	10.88	1.11E+04	10.88
86	200	3.99E+02	1.97E+03	2.35E+05	1.35E+02	1.17E+03	1.25E+05	-7.69E+02	-6.13E+03	6.12E+05	2.98E+03	9.72E+03	3.15E+03	3.60E+03	9.56	3.15E+03	9.56
86	300	3.99E+02	-9.70E+01	3.29E+05	1.35E+02	2.58E+02	1.82E+05	-7.69E+02	-6.13E+03	-5.57E+05	6.25E+03	5.10E+03	1.23E+02	5.11E+03	5.02	5.11E+03	5.02
86	400	3.99E+02	-2.17E+03	2.15E+05	1.35E+02	-1.23E+03	1.20E+05	-7.69E+02	-6.13E+03	6.13E+05	9.52E+03	9.52E+03	3.39E+03	3.55E+03	3.30	3.39E+03	3.30
86	500	3.99E+02	-4.24E+03	-1.05E+05	1.35E+02	-2.43E+03	-6.29E+04	-7.69E+02	-6.13E+03	-1.23E+06	1.28E+04	-1.39E+04	6.66E+03	-1.68E+03	13.71	-1.39E+04	13.71
86	600	3.99E+02	-6.31E+03	-6.32E+05	1.35E+02	-3.63E+03	-3.63E+05	-7.69E+02	-6.13E+03	-1.84E+06	1.61E+04	-2.84E+04	9.93E+03	-9.98E+03	27.89	-2.84E+04	27.89
87	0	2.04E+02	5.59E+03	-3.95E+05	7.11E+01	3.37E+03	-2.82E+05	-3.34E+02	-6.21E+03	1.81E+06	2.75E+03	1.14E+04	8.96E+03	-6.77E+03	11.18	1.14E+04	11.18

Member No	Section cm	AXIAL, kg	AXIAL, kg	SHEAR, kg	MOMENT, kg-cm	AXIAL, kg	SHEAR, kg	MOMENT, kg-cm	SHEAR, KG	MOMENT, kg-m	SHEAR, KG	MOMENT, kg-m	SHEAR, KG	MOMENT, kg-m	SHEAR, KG	MOMENT, kg-m	SHEAR, KG	MOMENT, kg-m	As, cm ²	si, cm ²	As, cm ²	As', cm ²
87	100	2.04E+02	7.11E+01	2.17E+03	-5.11E+03	-3.34E+02	-6.21E+03	1.19E+06	5.37E+02	1.25E+04	5.69E+03	5.56E+02	1.25E+04	5.69E+03	5.69E+03	1.25E+04	5.69E+03	1.25E+04	12.28	12.284		0.00
87	200	2.04E+02	7.11E+01	9.73E+02	1.52E+05	-3.34E+02	-6.21E+03	5.72E+05	3.79E+03	1.03E+04	2.42E+03	4.61E+03	1.03E+04	2.42E+03	3.79E+03	1.03E+04	2.42E+03	3.79E+03	10.17	10.1672		0.00
87	300	2.04E+02	7.11E+01	-2.27E+02	1.89E+05	-3.34E+02	-6.21E+03	-4.87E+04	7.66E+03	4.92E+03	8.46E+02	5.40E+03	4.92E+03	8.46E+02	5.40E+03	4.92E+03	8.46E+02	5.40E+03	5.31	5.31372		0.00
87	400	2.04E+02	7.11E+01	-1.43E+03	1.07E+05	-3.34E+02	-6.21E+03	-6.70E+05	1.03E+04	-3.78E+03	4.12E+03	2.92E+03	-3.78E+03	4.12E+03	1.03E+04	2.92E+03	4.12E+03	1.03E+04	3.71	3.71347		0.00
87	500	2.04E+02	7.11E+01	-2.63E+03	-9.61E+04	-3.34E+02	-6.21E+03	-1.29E+06	1.36E+04	-1.57E+04	7.30E+03	-2.83E+03	-1.57E+04	7.30E+03	1.36E+04	-2.83E+03	7.30E+03	1.36E+04	15.48	15.4778		0.00
87	600	2.04E+02	7.11E+01	-3.83E+03	-4.19E+05	-3.34E+02	-6.21E+03	-1.91E+06	1.69E+04	-3.10E+04	1.07E+04	-1.19E+04	-3.10E+04	1.07E+04	1.69E+04	-1.19E+04	1.07E+04	1.69E+04	30.46	30.4552		0.78
88	0	1.74E+02	6.05E+01	3.91E+03	-6.45E+05	-1.61E+03	-5.88E+03	1.81E+06	5.10E+03	5.27E+03	1.10E+04	-1.29E+04	1.10E+04	-1.29E+04	1.10E+04	5.27E+03	1.10E+04	5.27E+03	12.64	12.6401		0.00
88	100	1.74E+02	6.05E+01	2.71E+03	-1.13E+05	-1.61E+03	-5.88E+03	1.22E+06	1.83E+03	8.73E+03	7.72E+03	-5.30E+03	8.73E+03	7.72E+03	1.83E+03	8.73E+03	7.72E+03	1.83E+03	8.59	8.59005		0.00
88	200	1.74E+02	6.05E+01	1.51E+03	9.80E+04	-1.61E+03	-5.88E+03	6.53E+05	1.40E+03	8.93E+03	4.45E+03	2.58E+03	8.93E+03	4.45E+03	1.40E+03	8.93E+03	4.45E+03	1.40E+03	8.79	8.79631		0.00
88	300	1.74E+02	6.05E+01	3.11E+02	1.89E+05	-1.61E+03	-5.88E+03	4.66E+04	4.71E+03	5.86E+03	1.18E+03	5.40E+03	5.86E+03	1.18E+03	4.71E+03	5.86E+03	1.18E+03	4.71E+03	8.79	8.79631		0.00
88	400	1.74E+02	6.05E+01	-8.87E+02	1.61E+05	-1.61E+03	-5.88E+03	-5.42E+05	7.98E+03	-4.77E+02	2.09E+03	4.94E+03	-4.77E+02	2.09E+03	7.98E+03	4.94E+03	2.09E+03	7.98E+03	5.77	5.76677		0.00
88	500	1.74E+02	6.05E+01	-2.09E+03	1.18E+04	-1.61E+03	-5.88E+03	-1.13E+06	1.12E+04	-1.01E+04	5.36E+03	1.22E+03	-1.01E+04	5.36E+03	1.12E+04	1.22E+03	5.36E+03	1.12E+04	9.92	9.91942		0.00
88	600	1.74E+02	6.05E+01	-3.29E+03	-2.57E+05	-1.61E+03	-5.88E+03	-1.72E+06	1.45E+04	-2.30E+04	8.63E+03	-5.78E+03	-2.30E+04	8.63E+03	1.45E+04	-5.78E+03	8.63E+03	1.45E+04	22.59	22.5873		0.00
89	0	3.58E+02	1.27E+02	3.63E+03	-3.67E+05	-1.61E+03	-5.90E+03	1.77E+06	4.07E+03	7.71E+03	9.97E+03	-1.00E+04	7.71E+03	9.97E+03	4.07E+03	-1.00E+04	9.97E+03	4.07E+03	9.85	9.85367		0.00
89	100	3.58E+02	1.27E+02	2.43E+03	-6.36E+04	-1.61E+03	-5.90E+03	1.18E+06	7.95E+02	1.01E+04	6.70E+03	-1.68E+03	1.01E+04	6.70E+03	7.95E+02	-1.68E+03	6.70E+03	7.95E+02	9.97	9.97261		0.00
89	200	3.58E+02	1.27E+02	1.23E+03	1.20E+05	-1.61E+03	-5.90E+03	5.92E+05	2.47E+03	9.30E+03	3.43E+03	3.38E+03	9.30E+03	3.43E+03	2.47E+03	3.38E+03	9.30E+03	3.43E+03	9.15	9.14657		0.00
89	300	3.58E+02	1.27E+02	3.30E+01	1.83E+05	-1.61E+03	-5.90E+03	1.50E+05	5.74E+03	5.19E+03	1.60E+02	5.18E+03	5.19E+03	1.60E+02	5.18E+03	5.19E+03	1.60E+02	5.18E+03	5.10	5.10492		0.00
89	400	3.58E+02	1.27E+02	-1.17E+03	1.26E+05	-1.61E+03	-5.90E+03	-5.89E+05	9.01E+03	-2.19E+03	3.11E+03	3.70E+03	-2.19E+03	3.11E+03	9.01E+03	3.70E+03	3.11E+03	9.01E+03	3.64	3.63971		0.00
89	500	3.58E+02	1.27E+02	-2.37E+03	-5.02E+04	-1.61E+03	-5.90E+03	-1.18E+06	1.23E+04	-1.28E+04	6.39E+03	-1.04E+03	-1.28E+04	6.39E+03	1.23E+04	-1.04E+03	6.39E+03	1.23E+04	12.63	12.6262		0.00
89	600	3.58E+02	1.27E+02	-3.57E+03	-3.47E+05	-1.61E+03	-5.90E+03	-1.77E+06	1.56E+04	-2.68E+04	9.65E+03	-9.06E+03	-2.68E+04	9.65E+03	1.56E+04	-9.06E+03	9.65E+03	1.56E+04	26.32	26.3156		0.00
90	0	3.58E+02	1.27E+02	3.57E+03	-3.47E+05	-1.61E+03	-5.90E+03	1.77E+06	3.75E+03	8.64E+03	9.65E+03	-9.06E+03	8.64E+03	9.65E+03	3.75E+03	-9.06E+03	9.65E+03	3.75E+03	8.91	8.90868		0.00
90	100	3.58E+02	1.27E+02	2.37E+03	-5.02E+04	-1.61E+03	-5.90E+03	1.18E+06	4.76E+02	1.08E+04	6.39E+03	-1.04E+03	1.08E+04	6.39E+03	4.76E+02	-1.04E+03	6.39E+03	4.76E+02	10.57	10.5722		0.00
90	200	3.58E+02	1.27E+02	1.17E+03	1.26E+05	-1.61E+03	-5.90E+03	5.89E+05	2.79E+03	9.59E+03	3.11E+03	3.70E+03	9.59E+03	3.11E+03	2.79E+03	3.70E+03	3.11E+03	2.79E+03	9.43	9.43217		0.00
90	300	3.58E+02	1.27E+02	-3.34E+01	1.83E+05	-1.61E+03	-5.90E+03	1.35E+05	6.06E+03	5.16E+03	1.60E+02	5.18E+03	5.16E+03	1.60E+02	5.18E+03	5.16E+03	1.60E+02	5.09	5.09018		0.00	
90	400	3.58E+02	1.27E+02	-1.23E+03	1.20E+05	-1.61E+03	-5.90E+03	-5.92E+05	9.33E+03	-2.54E+03	3.43E+03	3.38E+03	-2.54E+03	3.43E+03	9.33E+03	3.38E+03	3.43E+03	3.32	3.32471		0.00	
90	500	3.58E+02	1.27E+02	-2.43E+03	-6.36E+04	-1.61E+03	-5.90E+03	-1.18E+06	1.26E+04	-1.35E+04	6.70E+03	-1.68E+03	-1.35E+04	6.70E+03	1.26E+04	-1.68E+03	6.70E+03	1.26E+04	13.28	13.2818		0.00
90	600	3.58E+02	1.27E+02	-3.63E+03	-3.67E+05	-1.61E+03	-5.90E+03	-1.77E+06	1.59E+04	-2.77E+04	9.97E+03	-1.00E+04	-2.77E+04	9.97E+03	1.59E+04	-1.00E+04	9.97E+03	1.59E+04	27.28	27.2841		0.00
91	0	1.74E+02	6.05E+01	3.29E+03	-2.57E+05	-1.61E+03	-5.88E+03	1.72E+06	2.75E+03	1.14E+04	8.63E+03	-5.78E+03	1.14E+04	8.63E+03	2.75E+03	-5.78E+03	8.63E+03	2.75E+03	11.21	11.2095		0.00
91	100	1.74E+02	6.05E+01	2.09E+03	1.18E+04	-1.61E+03	-5.88E+03	1.13E+06	5.21E+02	1.25E+04	5.36E+03	1.22E+03	1.25E+04	5.36E+03	5.21E+02	1.22E+03	5.36E+03	1.25E+04	12.31	12.3053		0.00
91	200	1.74E+02	6.05E+01	8.87E+02	1.61E+05	-1.61E+03	-5.88E+03	5.41E+05	3.79E+03	1.04E+04	2.09E+03	4.94E+03	1.04E+04	2.09E+03	3.79E+03	4.94E+03	2.09E+03	3.79E+03	10.19	10.1852		0.00
91	300	1.74E+02	6.05E+01	-5.13E+02	1.89E+05	-1.61E+03	-5.88E+03	-4.67E+04	7.06E+03	4.93E+03	1.18E+03	5.40E+03	4.93E+03	1.18E+03	7.06E+03	5.40E+03	1.18E+03	7.06E+03	5.31	5.3088		0.00

Member No	Section cm	AXIAL kG	AXIAL kg	SHEAR kG	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	SHEAR KG	MOMENT kg-m	SHEAR KG	MOMENT kg-m	SHEAR KG	MOMENT kg-m	SHEAR KG	MOMENT kg-m	SHEAR KG	MOMENT kg-m	As cm ²	81/cm ² As-cm ²	As cm ²	As ³ cm ³
91	400	1.74E+02	2.94E+03	-1.51E+03	9.80E+04	-2.83E+02	-5.88E+03	-6.35E+05	1.03E+04	-3.76E+03	4.45E+03	2.58E+03	1.03E+04	3.76E+03	4.45E+03	2.58E+03	1.03E+04	3.76E+03	3.70	3.70238		0.00
91	500	1.74E+02	-5.01E+03	-2.71E+03	-1.13E+05	-2.83E+02	-5.88E+03	-1.22E+06	1.36E+04	-1.57E+04	7.72E+03	-3.50E+03	1.36E+04	-1.57E+04	7.72E+03	-3.50E+03	1.36E+04	-1.57E+04	15.47		15.4698	0.00
91	600	1.74E+02	-7.08E+03	-3.91E+03	-4.45E+05	-2.83E+02	-5.88E+03	-1.81E+06	1.69E+04	-3.10E+04	1.10E+04	-1.29E+04	1.69E+04	-3.10E+04	1.10E+04	-1.29E+04	1.69E+04	-3.10E+04	30.45		30.4515	0.78
92	0	1.54E+02	7.29E+03	3.99E+03	-4.68E+05	-2.06E+03	-5.50E+03	1.70E+06	5.78E+03	3.23E+03	1.13E+04	-1.37E+04	1.13E+04	-1.37E+04	1.13E+04	-1.37E+04	1.13E+04	-1.37E+04	13.51		13.5128	0.00
92	100	1.54E+02	5.22E+03	2.79E+03	-1.29E+05	-2.06E+03	-5.50E+03	1.15E+06	2.51E+03	7.37E+03	8.01E+03	-1.09E+03	8.01E+03	-1.09E+03	8.01E+03	-1.09E+03	8.01E+03	-1.09E+03	7.25		7.25109	0.00
92	200	1.54E+02	3.15E+03	1.59E+03	9.03E+04	-2.06E+03	-5.50E+03	5.96E+05	7.99E+02	8.24E+03	4.74E+03	2.29E+03	4.74E+03	2.29E+03	4.74E+03	2.29E+03	4.74E+03	2.29E+03	8.11		8.11297	0.00
92	300	1.54E+02	1.08E+03	3.90E+02	1.89E+05	-2.06E+03	-5.50E+03	4.61E+04	4.03E+03	5.86E+03	1.97E+03	5.40E+03	4.03E+03	5.86E+03	1.97E+03	5.40E+03	4.03E+03	5.86E+03	5.76		5.75926	0.00
92	400	1.54E+02	-9.86E+02	-8.10E+02	1.68E+05	-2.06E+03	-5.50E+03	-5.04E+05	7.30E+03	1.93E+02	1.80E+03	3.23E+03	7.30E+03	1.93E+02	1.80E+03	3.23E+03	7.30E+03	1.93E+02	5.15		5.14693	0.00
92	500	1.54E+02	-3.06E+03	-2.01E+03	2.72E+04	-2.06E+03	-5.50E+03	-1.05E+06	1.06E+04	-8.74E+03	5.07E+03	1.80E+03	1.06E+04	-8.74E+03	5.07E+03	1.80E+03	1.06E+04	-8.74E+03	8.60		8.59615	0.00
92	600	1.54E+02	-5.13E+03	-3.21E+03	-2.34E+05	-2.06E+03	-5.50E+03	-1.60E+06	1.38E+04	-2.09E+04	8.34E+03	-4.90E+03	1.38E+04	-2.09E+04	8.34E+03	-4.90E+03	1.38E+04	-2.09E+04	20.60		20.5967	0.00
93	0	3.18E+02	6.37E+03	3.64E+03	-3.69E+05	-1.47E+03	-5.59E+03	1.68E+06	4.42E+03	6.72E+03	1.00E+04	-1.01E+04	1.00E+04	-1.01E+04	1.00E+04	-1.01E+04	1.00E+04	-1.01E+04	9.91		9.91444	0.00
93	100	3.18E+02	4.30E+03	2.44E+03	-6.45E+04	-1.47E+03	-5.59E+03	1.12E+06	1.15E+03	9.51E+03	6.74E+03	-1.71E+03	6.74E+03	-1.71E+03	6.74E+03	-1.71E+03	6.74E+03	-1.71E+03	9.35		9.34775	0.00
93	200	3.18E+02	2.23E+03	1.24E+03	1.20E+05	-1.47E+03	-5.59E+03	5.62E+05	2.12E+03	9.02E+03	3.47E+03	3.40E+03	2.12E+03	9.02E+03	3.47E+03	3.40E+03	2.12E+03	9.02E+03	8.87		8.8662	0.00
93	300	3.18E+02	1.59E+02	4.14E+01	1.84E+05	-1.47E+03	-5.59E+03	2.10E+05	5.39E+03	3.26E+03	2.01E+02	5.24E+03	5.39E+03	3.26E+03	2.01E+02	5.24E+03	5.39E+03	3.26E+03	5.17		5.16917	0.00
93	400	3.18E+02	-1.91E+03	-1.16E+03	1.28E+05	-1.47E+03	-5.59E+03	-5.57E+05	8.66E+03	-1.77E+03	3.07E+03	3.40E+03	8.66E+03	-1.77E+03	3.07E+03	3.40E+03	8.66E+03	-1.77E+03	3.74		3.73786	0.00
93	500	3.18E+02	-3.94E+03	-2.36E+03	-4.80E+04	-1.47E+03	-5.59E+03	-1.12E+06	1.19E+04	-1.21E+04	6.34E+03	-9.04E+02	1.19E+04	-1.21E+04	6.34E+03	-9.04E+02	1.19E+04	-1.21E+04	11.87		11.8728	0.00
93	600	3.18E+02	-6.05E+03	-5.58E+03	-3.44E+05	-1.47E+03	-5.59E+03	-1.68E+06	1.52E+04	-2.56E+04	9.61E+03	-8.88E+03	1.52E+04	-2.56E+04	9.61E+03	-8.88E+03	1.52E+04	-2.56E+04	25.22		25.2166	0.00
94	0	3.18E+02	6.05E+03	3.56E+03	-3.64E+05	-9.32E+02	-5.59E+03	1.68E+06	4.02E+03	7.88E+03	9.61E+03	-8.88E+03	4.02E+03	7.88E+03	9.61E+03	-8.88E+03	4.02E+03	7.88E+03	8.73		8.73117	0.00
94	100	3.18E+02	3.98E+03	2.36E+03	-4.80E+04	-9.32E+02	-5.59E+03	1.12E+06	7.47E+02	1.03E+04	6.34E+03	-9.04E+02	7.47E+02	1.03E+04	6.34E+03	-9.04E+02	7.47E+02	1.03E+04	10.09		10.0933	0.00
94	200	3.18E+02	1.91E+03	1.16E+03	1.28E+05	-9.32E+02	-5.59E+03	5.57E+05	2.32E+03	9.37E+03	3.07E+03	3.80E+03	2.32E+03	9.37E+03	3.07E+03	3.80E+03	2.32E+03	9.37E+03	9.22		9.21945	0.00
94	300	3.18E+02	-1.59E+02	-1.44E+01	1.84E+05	-9.32E+02	-5.59E+03	-1.89E+05	5.79E+03	5.22E+03	2.01E+02	5.24E+03	5.79E+03	5.22E+03	2.01E+02	5.24E+03	5.79E+03	5.22E+03	5.15		5.1485	0.00
94	400	3.18E+02	-2.23E+03	-1.24E+03	1.20E+05	-9.32E+02	-5.59E+03	-5.61E+05	9.66E+03	-2.21E+03	3.47E+03	3.40E+03	9.66E+03	-2.21E+03	3.47E+03	3.40E+03	9.66E+03	-2.21E+03	3.34		3.3434	0.00
94	500	3.18E+02	-4.30E+03	-2.44E+03	-6.45E+04	-9.32E+02	-5.59E+03	-1.12E+06	1.23E+04	-1.29E+04	6.74E+03	-1.71E+03	1.23E+04	-1.29E+04	6.74E+03	-1.71E+03	1.23E+04	-1.29E+04	12.70		12.696	0.00
94	600	3.18E+02	-6.37E+03	-3.64E+03	-3.69E+05	-9.32E+02	-5.59E+03	-1.68E+06	1.56E+04	-2.69E+04	1.00E+04	-1.01E+04	1.56E+04	-2.69E+04	1.00E+04	-1.01E+04	1.56E+04	-2.69E+04	26.43		26.4333	0.00
95	0	1.54E+02	5.13E+03	3.21E+03	-2.34E+05	-3.42E+02	-5.59E+03	1.60E+06	2.86E+03	1.11E+04	8.34E+03	-4.90E+03	1.11E+04	8.34E+03	-4.90E+03	1.11E+04	8.34E+03	-4.90E+03	10.91		10.9088	0.00
95	100	1.54E+02	3.06E+03	1.53E+03	2.72E+04	-3.42E+02	-5.59E+03	1.05E+06	4.12E+02	1.23E+04	5.07E+03	1.80E+03	1.23E+04	5.07E+03	1.80E+03	1.23E+04	5.07E+03	1.80E+03	12.11		12.1121	0.00
95	200	1.54E+02	9.86E+02	8.10E+02	1.68E+05	-3.42E+02	-5.59E+03	5.94E+05	3.68E+03	1.03E+04	1.80E+03	5.24E+03	3.68E+03	1.03E+04	1.80E+03	5.24E+03	3.68E+03	1.03E+04	10.10		10.0991	0.00
95	300	1.54E+02	-1.08E+03	-3.90E+01	1.89E+05	-3.42E+02	-5.59E+03	-4.43E+04	6.95E+03	4.95E+03	1.47E+03	5.40E+03	6.95E+03	4.95E+03	1.47E+03	5.40E+03	6.95E+03	4.95E+03	5.31		5.30575	0.00
95	400	1.54E+02	-3.15E+03	-1.59E+03	1.39E+05	-3.42E+02	-5.59E+03	-5.92E+05	1.02E+04	-3.63E+03	4.74E+03	2.29E+03	1.02E+04	-3.63E+03	4.74E+03	2.29E+03	1.02E+04	-3.63E+03	3.57		3.5702	0.00
95	500	1.54E+02	-5.22E+03	-2.79E+03	-1.29E+05	-3.42E+02	-5.59E+03	-1.14E+06	1.35E+04	-1.55E+04	8.01E+03	-4.09E+03	1.35E+04	-1.55E+04	8.01E+03	-4.09E+03	1.35E+04	-1.55E+04	15.23		15.2343	0.00
95	600	1.54E+02	-7.29E+03	-3.94E+03	-4.68E+05	-3.42E+02	-5.59E+03	-1.69E+06	1.68E+04	-3.66E+04	1.13E+04	-1.37E+04	1.68E+04	-3.66E+04	1.13E+04	-1.37E+04	1.68E+04	-3.66E+04	30.11		30.1097	0.29

Member No	Section cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	SHEAR KG	MOMENT kg-m	SHEAR MOMENT KG	MOMENT kg-m	As cm ²	As cm ²	As cm ²
96	0	1.35E+02	7.48E+03	-6.64E+05	4.87E+01	4.66E+03	-4.88E+05	-2.50E+03	-5.01E+03	1.54E+06	6.53E+03	9.19E+02	1.15E+04	1.15E+04	-1.45E+04	1.45E+04	1.45E+04	14.28	14.28	14.28
96	100	1.35E+02	5.41E+03	-3.10E+05	4.87E+01	2.86E+03	-1.43E+05	-2.50E+03	-5.01E+03	1.04E+06	3.26E+03	5.82E+03	8.27E+03	8.27E+03	5.82E+03	5.82E+03	5.82E+03	5.72	5.72	5.72
96	200	1.35E+02	3.34E+03	-1.19E+05	4.87E+01	1.66E+03	8.33E+04	-2.50E+03	-5.01E+03	5.42E+05	7.40E+03	7.40E+03	7.40E+03	5.00E+03	2.02E+03	2.02E+03	2.02E+03	7.32	7.32	7.32
96	300	1.35E+02	1.27E+03	3.50E+05	4.87E+01	4.59E+02	1.89E+05	-2.50E+03	-5.01E+03	4.10E+04	3.28E+03	5.80E+03	1.73E+03	1.73E+03	5.39E+03	5.39E+03	5.39E+03	5.71	5.71	5.71
96	400	1.35E+02	-7.95E+02	3.74E+05	4.87E+01	-7.41E+02	1.75E+05	-2.50E+03	-5.01E+03	-4.60E+05	6.55E+03	8.80E+02	1.54E+03	1.54E+03	5.49E+03	5.49E+03	5.49E+03	5.40	5.40	5.40
96	500	1.35E+02	-2.87E+03	1.91E+05	4.87E+01	-1.94E+03	4.09E+04	-2.50E+03	-5.01E+03	-9.61E+05	9.82E+03	-7.29E+03	4.81E+03	4.81E+03	2.32E+03	2.32E+03	2.32E+03	7.17	7.17	7.17
96	600	1.35E+02	-4.94E+03	-1.99E+05	4.87E+01	-3.14E+03	-2.13E+05	-2.50E+03	-5.01E+03	-1.46E+06	1.31E+04	-1.87E+04	8.08E+03	1.31E+04	-4.12E+03	1.31E+04	1.31E+04	18.74	18.74	18.74
97	0	2.81E+02	6.00E+03	-6.44E+05	1.02E+02	3.65E+03	-3.70E+05	-1.78E+03	-5.20E+03	1.56E+06	4.85E+03	5.49E+03	1.01E+04	1.01E+04	-1.01E+04	1.01E+04	1.01E+04	9.98	9.98	9.98
97	100	2.81E+02	4.33E+03	-1.08E+05	1.02E+02	2.45E+03	-6.54E+04	-1.78E+03	-5.20E+03	1.04E+06	1.88E+03	8.70E+03	6.78E+03	6.78E+03	-1.73E+03	6.78E+03	6.78E+03	8.56	8.56	8.56
97	200	2.81E+02	2.26E+03	2.22E+05	1.02E+02	1.25E+03	1.19E+05	-1.78E+03	-5.20E+03	5.23E+05	1.69E+03	8.64E+03	3.51E+03	3.51E+03	3.41E+03	3.41E+03	3.41E+03	8.50	8.50	8.50
97	300	2.81E+02	1.91E+02	3.44E+05	1.02E+02	4.92E+01	1.84E+05	-1.78E+03	-5.20E+03	2.69E+03	4.96E+03	5.32E+03	2.41E+02	2.41E+02	5.29E+03	5.29E+03	5.29E+03	5.23	5.23	5.23
97	400	2.81E+02	-1.88E+03	2.60E+05	1.02E+02	-1.15E+03	1.29E+05	-1.78E+03	-5.20E+03	-5.18E+05	8.24E+03	-1.12E+04	6.30E+03	6.30E+03	-7.70E+02	1.15E+04	1.12E+04	10.97	10.97	10.97
97	500	2.81E+02	-3.95E+03	-3.13E+04	1.02E+02	-2.35E+03	-4.58E+04	-1.78E+03	-5.20E+03	-1.04E+06	1.15E+04	-1.12E+04	2.43E+04	9.57E+03	-8.70E+03	1.48E+04	2.43E+04	23.89	23.89	23.89
97	600	2.81E+02	-6.02E+03	-5.30E+05	1.02E+02	-5.55E+03	-3.41E+05	-1.78E+03	-5.20E+03	-1.56E+06	1.48E+04	2.43E+04	6.88E+03	6.88E+03	-8.70E+03	8.70E+03	8.70E+03	8.56	8.56	8.56
98	0	2.81E+02	6.02E+03	-5.30E+05	1.02E+02	3.55E+03	-3.41E+05	-1.11E+03	-5.20E+03	1.56E+06	4.37E+03	9.61E+03	6.30E+03	6.30E+03	-7.70E+02	6.30E+03	6.30E+03	9.45	9.45	9.45
98	100	2.81E+02	3.05E+03	-3.13E+04	1.02E+02	2.35E+03	-4.58E+04	-1.11E+03	-5.20E+03	1.04E+06	1.10E+04	9.61E+03	3.03E+03	3.03E+03	3.89E+03	3.89E+03	3.89E+03	8.92	8.92	8.92
98	200	2.81E+02	1.88E+03	2.60E+05	1.02E+02	1.15E+03	1.29E+05	-1.11E+03	-5.20E+03	5.18E+05	5.26E+03	5.26E+03	2.41E+02	2.41E+02	5.29E+03	5.29E+03	5.29E+03	5.20	5.20	5.20
98	300	2.81E+02	-1.91E+02	3.44E+05	1.02E+02	-4.92E+01	1.84E+05	-1.11E+03	-5.20E+03	-2.52E+03	5.44E+03	-1.82E+03	3.54E+03	3.54E+03	3.41E+03	3.41E+03	3.41E+03	3.36	3.36	3.36
98	400	2.81E+02	-1.25E+03	2.22E+05	1.02E+02	-1.25E+03	1.19E+05	-1.11E+03	-5.20E+03	-1.40E+06	1.20E+04	-1.22E+04	6.78E+03	6.78E+03	-1.73E+03	1.20E+04	1.22E+04	11.86	11.86	11.86
98	500	2.81E+02	-4.35E+03	-1.08E+05	1.02E+02	-2.45E+03	-6.54E+04	-1.11E+03	-5.20E+03	-1.56E+06	1.53E+04	-2.58E+04	1.01E+04	1.01E+04	-1.01E+04	1.53E+04	2.58E+04	25.36	25.36	25.36
98	600	2.81E+02	-6.40E+03	-6.44E+05	1.02E+02	-3.65E+03	-3.70E+05	-1.11E+03	-5.20E+03	-1.46E+06	3.07E+03	1.05E+04	8.08E+03	8.08E+03	-6.12E+03	8.08E+03	1.05E+04	10.31	10.31	10.31
99	0	1.35E+02	4.94E+03	-1.99E+05	4.87E+01	3.14E+03	-2.13E+05	-4.06E+02	-5.01E+03	1.46E+06	2.01E+02	1.19E+04	4.81E+03	4.81E+03	2.32E+03	2.32E+03	2.32E+03	11.72	11.72	11.72
99	100	1.35E+02	2.87E+03	1.91E+05	4.87E+01	1.94E+03	4.09E+04	-4.06E+02	-5.01E+03	9.60E+05	6.06E+03	3.47E+03	1.50E+03	1.50E+03	5.49E+03	5.49E+03	5.49E+03	9.92	9.92	9.92
99	200	1.35E+02	7.85E+02	3.74E+05	4.87E+01	7.41E+02	1.75E+05	-4.06E+02	-5.01E+03	4.60E+05	3.47E+03	1.01E+04	1.50E+03	1.50E+03	3.47E+03	3.47E+03	3.47E+03	5.30	5.30	5.30
99	300	1.35E+02	-1.27E+03	3.50E+05	4.87E+01	-4.59E+02	1.89E+05	-4.06E+02	-5.01E+03	-4.12E+04	6.74E+03	4.89E+03	1.73E+03	1.73E+03	5.39E+03	5.39E+03	5.39E+03	5.30	5.30	5.30
99	400	1.35E+02	-3.34E+03	1.19E+05	4.87E+01	-1.66E+03	8.33E+04	-4.06E+02	-5.01E+03	-5.42E+05	1.60E+04	-3.40E+03	5.00E+03	5.00E+03	2.02E+03	1.00E+04	3.40E+03	3.34	3.34	3.34
99	500	1.35E+02	-5.41E+03	-3.10E+05	4.87E+01	-2.86E+03	-1.43E+05	-4.06E+02	-5.01E+03	-1.04E+06	1.33E+04	-1.50E+04	8.27E+03	1.53E+04	-4.62E+03	1.53E+04	1.50E+04	14.79	14.79	14.79
99	600	1.35E+02	-7.48E+03	-9.64E+05	4.87E+01	-4.06E+03	-4.88E+05	-4.06E+02	-5.01E+03	-1.54E+06	1.66E+04	-3.00E+04	1.15E+04	1.15E+04	-1.45E+04	1.66E+04	3.00E+04	29.46	29.46	29.46
100	0	1.17E+02	7.65E+03	-1.01E+06	4.31E+01	4.12E+03	-5.07E+05	-2.48E+03	-4.50E+03	1.39E+06	7.27E+03	-1.32E+03	1.18E+04	1.18E+04	-1.52E+04	1.18E+04	1.52E+04	14.96	14.96	14.96
100	100	1.17E+02	5.58E+03	-3.53E+05	4.31E+01	2.92E+03	-1.55E+05	-2.48E+03	-4.50E+03	9.34E+05	4.00E+03	4.31E+03	8.50E+03	8.50E+03	-5.08E+03	8.50E+03	5.08E+03	4.99	4.99	4.99
100	200	1.17E+02	3.51E+03	1.02E+05	4.31E+01	1.72E+03	7.72E+04	-2.48E+03	-4.50E+03	4.88E+05	7.28E+03	6.67E+03	5.23E+03	5.23E+03	1.79E+03	1.79E+03	1.79E+03	6.56	6.56	6.56

Member No	Section cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR KG	MOMENT kg-m	SHEAR KG	MOMENT kg-m	SHEAR KG	MOMENT kg-m	AS cm ²	SI (cm ²)	AS-cm ²	AS' cm ²
100	300	1.17E+02	1.44E+03	3.50E+05	4.31E+01	5.20E+02	1.80E+05	2.46E+03	2.54E+03	5.76E+03	1.96E+03	5.76E+03	2.54E+03	5.76E+03	5.67	5.66937		0.00
100	400	1.17E+02	-6.28E+02	3.90E+05	4.31E+01	-6.80E+02	1.81E+05	-2.46E+03	5.81E+03	1.59E+03	1.31E+03	5.71E+03	3.81E+03	5.71E+03	5.62	5.61898		0.00
100	500	1.17E+02	-2.70E+03	2.24E+05	4.31E+01	-1.88E+03	5.31E+04	-2.48E+03	9.00E+03	-5.80E+03	4.58E+03	2.77E+03	9.08E+03	5.86E+03	5.76	5.76165		0.00
100	600	1.17E+02	-4.77E+03	-1.49E+05	4.31E+01	-3.08E+03	-1.93E+05	-2.48E+03	1.24E+04	-1.66E+04	7.85E+03	-3.44E+03	1.24E+04	1.66E+04	16.30		16.3014	0.00
101	0	2.46E+02	6.43E+03	-6.50E+05	9.00E+01	3.66E+03	-3.72E+05	-1.78E+03	5.32E+03	4.11E+03	1.01E+04	-1.02E+04	1.01E+04	1.02E+04	10.05		10.0481	0.00
101	100	2.46E+02	4.36E+03	-1.10E+05	9.00E+01	2.46E+03	-6.64E+04	-1.78E+03	2.04E+03	7.80E+03	6.82E+03	-1.76E+03	6.82E+03	7.80E+03	7.67		7.67169	0.00
101	200	2.46E+02	2.29E+03	2.23E+05	9.00E+01	1.20E+03	1.19E+05	-1.78E+03	1.22E+03	8.22E+03	3.53E+03	3.42E+03	3.53E+03	8.22E+03	8.08	8.0821		0.00
101	300	2.46E+02	2.23E+02	3.49E+05	9.00E+01	5.60E+01	1.85E+05	-1.78E+03	4.49E+03	5.37E+03	2.79E+02	5.34E+03	4.49E+03	5.37E+03	5.28	5.27669		0.00
101	400	2.46E+02	-1.85E+03	2.67E+05	9.00E+01	-1.14E+03	1.31E+05	-1.78E+03	7.76E+03	-7.57E+02	2.99E+03	3.98E+03	7.76E+03	3.98E+03	3.91	3.91389		0.00
101	500	2.46E+02	-3.92E+03	-2.08E+04	9.00E+01	-2.34E+03	-4.38E+04	-1.78E+03	1.10E+04	-1.01E+04	9.26E+03	-6.16E+02	1.10E+04	1.01E+04	9.98		9.98177	0.00
101	600	2.46E+02	-5.99E+03	-5.16E+05	9.00E+01	-3.54E+03	-3.38E+05	-1.78E+03	1.43E+04	-2.26E+04	9.53E+03	-8.54E+03	1.43E+04	2.26E+04	22.43		22.4348	0.00
102	0	2.46E+02	5.99E+03	-5.16E+05	9.00E+01	3.54E+03	-3.38E+05	-1.11E+03	4.76E+03	5.73E+03	9.53E+03	-8.54E+03	4.76E+03	5.73E+03	8.40		8.40014	0.00
102	100	2.46E+02	3.92E+03	-2.08E+04	9.00E+01	2.34E+03	-4.38E+04	-1.11E+03	1.49E+03	8.86E+03	6.26E+03	-6.46E+02	6.26E+03	8.86E+03	8.71		8.71252	0.00
102	200	2.46E+02	1.85E+03	2.67E+05	9.00E+01	1.14E+03	1.31E+05	-1.11E+03	1.78E+03	8.72E+03	2.99E+03	3.98E+03	1.78E+03	8.72E+03	8.57	8.57284		0.00
102	300	2.46E+02	-2.23E+02	3.49E+05	9.00E+01	-5.60E+01	1.85E+05	-1.11E+03	5.03E+03	5.31E+03	2.79E+02	5.34E+03	5.03E+03	5.34E+03	5.25	5.24724		0.00
102	400	2.46E+02	-2.29E+03	2.23E+05	9.00E+01	-1.20E+03	1.19E+05	-1.11E+03	8.32E+03	-1.34E+03	3.55E+03	3.42E+03	8.32E+03	3.42E+03	3.36	3.36464		0.00
102	500	2.46E+02	-4.36E+03	-1.10E+05	9.00E+01	-2.46E+03	-6.64E+04	-1.11E+03	1.16E+04	-1.13E+04	6.82E+03	-1.76E+03	1.16E+04	1.13E+04	11.14		11.1412	0.00
102	600	2.46E+02	-6.43E+03	-6.50E+05	9.00E+01	-3.66E+03	-3.72E+05	-1.11E+03	1.49E+04	-2.46E+04	1.01E+04	-1.02E+04	1.49E+04	2.46E+04	24.14		24.1437	0.00
103	0	1.17E+02	4.77E+03	-1.49E+05	4.31E+01	3.08E+03	-1.93E+05	-3.97E+02	3.33E+03	9.69E+03	7.85E+03	-3.44E+03	7.85E+03	9.69E+03	9.52		9.52471	0.00
103	100	1.17E+02	2.70E+03	2.24E+05	4.31E+01	1.88E+03	5.31E+04	-3.97E+02	7.66E+03	1.14E+04	4.58E+03	2.77E+03	4.58E+03	1.14E+04	11.21	11.208		0.00
103	200	1.17E+02	6.28E+02	3.90E+05	4.31E+01	6.80E+02	1.81E+05	-3.97E+02	3.19E+03	9.84E+03	1.31E+03	5.71E+03	3.19E+03	9.84E+03	9.58	9.67537		0.00
103	300	1.17E+02	-1.44E+03	3.50E+05	4.31E+01	-5.20E+02	1.89E+05	-3.97E+02	6.46E+03	5.01E+03	1.96E+03	5.01E+03	6.46E+03	5.01E+03	5.50	5.52908		0.00
103	400	1.17E+02	-5.51E+03	1.02E+05	4.31E+01	-1.72E+03	7.72E+04	-3.97E+02	9.73E+03	-3.09E+03	3.21E+03	1.79E+03	9.73E+03	3.09E+03	3.04	3.02745		0.00
103	500	1.17E+02	-5.58E+03	-3.53E+05	4.31E+01	-2.92E+03	-1.53E+05	-3.97E+02	1.30E+04	-1.45E+04	8.50E+03	-5.08E+03	1.30E+04	1.45E+04	14.22		14.2175	0.00
103	600	1.17E+02	-7.65E+03	-1.01E+06	4.31E+01	-4.12E+03	-5.07E+05	-3.97E+02	1.63E+04	-2.91E+04	1.18E+04	-1.32E+04	1.63E+04	2.91E+04	28.61		28.6137	0.00
104	0	1.01E+02	7.80E+03	-1.66E+06	3.76E+01	4.17E+03	-5.23E+05	-2.49E+03	7.98E+03	-3.49E+03	1.20E+04	-1.58E+04	1.20E+04	1.58E+04	15.55		15.5479	0.00
104	100	1.01E+02	5.73E+03	-3.82E+05	3.76E+01	2.97E+03	-1.66E+05	-2.49E+03	4.71E+03	2.85E+03	8.70E+03	-5.48E+03	4.71E+03	5.48E+03	5.38		5.38482	0.00
104	200	1.01E+02	3.66E+03	8.71E+04	3.76E+01	1.77E+03	7.18E+04	-2.49E+03	1.44E+03	5.93E+03	5.43E+03	1.59E+03	5.43E+03	5.93E+03	5.83	5.82695		0.00
104	300	1.01E+02	1.59E+03	3.49E+05	3.76E+01	5.73E+02	1.89E+05	-2.49E+03	1.83E+03	5.73E+03	2.16E+03	5.38E+03	1.83E+03	5.73E+03	5.63	5.63076		0.00
104	400	1.01E+02	-4.84E+02	4.04E+05	3.76E+01	-6.27E+02	1.80E+05	-2.49E+03	5.10E+03	2.26E+03	1.11E+03	5.91E+03	5.10E+03	5.91E+03	5.81	5.81016		0.00
104	500	1.01E+02	-2.55E+03	2.52E+05	3.76E+01	-1.83E+03	6.38E+04	-2.49E+03	8.37E+03	-4.48E+03	4.38E+03	3.16E+03	8.37E+03	4.48E+03	4.41	4.40916		0.00

Member No	Section cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	SHEAR KG	MOMENT kg-cm	SHEAR KG	MOMENT kg-cm	AS cm ²	SA cm ²	AS' cm ²
104	680	1.01E+02	-4.62E+03	-1.06E+05	3.76E+01	-3.03E+03	-1.79E+05	-2.40E+03	1.02E+04	-1.65E+04	7.65E+03	-1.45E+04	1.16E+04	1.45E+04	14.25		14.253
105	0	2.14E+02	6.46E+03	-6.55E+05	7.87E+01	3.66E+03	-3.74E+05	-1.78E+03	-4.32E+03	1.30E+06	1.01E+04	2.70E+03	1.01E+04	1.03E+04	10.11		10.1142
105	180	2.14E+02	4.39E+03	-1.12E+05	7.87E+01	2.46E+03	-6.73E+04	-1.78E+03	-4.32E+03	8.67E+05	6.86E+03	6.87E+03	6.86E+03	6.87E+03	6.76		6.75939
105	200	2.14E+02	2.32E+03	2.24E+05	7.87E+01	1.26E+03	1.19E+05	-1.78E+03	-4.32E+03	4.35E+05	7.31E+02	7.78E+03	3.59E+03	7.78E+03	7.65	7.64821	
105	300	2.14E+02	2.52E+02	3.52E+05	7.87E+01	6.34E+01	1.83E+05	-1.78E+03	-4.32E+03	3.36E+03	4.00E+03	5.41E+03	3.43E+03	5.41E+03	5.32	5.32096	
105	400	2.14E+02	-1.82E+03	2.74E+05	7.87E+01	-1.14E+03	1.32E+05	-1.78E+03	-4.32E+03	-4.28E+05	7.27E+03	-2.26E+02	2.95E+03	4.06E+03	3.99	3.9903	
105	500	2.14E+02	-3.89E+03	-1.13E+04	7.87E+01	-2.34E+03	-4.19E+04	-1.78E+03	-4.32E+03	-8.60E+05	1.05E+04	-9.13E+03	1.03E+04	9.13E+03	8.98		8.98105
105	600	2.14E+02	-5.96E+03	-5.04E+05	7.87E+01	-3.54E+03	-3.76E+05	-1.78E+03	-4.32E+03	-1.29E+06	1.38E+04	-2.13E+04	9.49E+03	1.38E+04	20.96		20.9556
106	0	2.14E+02	5.86E+03	-5.04E+05	7.87E+01	3.54E+03	-3.76E+05	-1.78E+03	-4.32E+03	1.29E+06	5.18E+03	4.53E+03	9.49E+03	8.39E+03	8.25		8.25253
106	100	2.14E+02	3.89E+03	-1.13E+04	7.87E+01	2.34E+03	-4.19E+04	-1.78E+03	-4.32E+03	8.60E+05	1.91E+03	8.07E+03	6.22E+03	8.07E+03	7.94		7.93587
106	200	2.14E+02	-2.32E+03	2.74E+05	7.87E+01	-1.14E+03	1.32E+05	-1.78E+03	-4.32E+03	-4.28E+05	1.36E+03	8.34E+03	2.93E+03	4.06E+03	8.20	8.20316	
106	300	2.14E+02	-4.39E+03	-5.04E+05	7.87E+01	-3.54E+03	-3.76E+05	-1.78E+03	-4.32E+03	-1.40E+06	4.63E+03	5.34E+03	3.15E+02	5.34E+03	5.29	5.28795	
106	400	2.14E+02	-6.46E+03	-1.12E+05	7.87E+01	-5.04E+03	-4.73E+05	-1.78E+03	-4.32E+03	-4.35E+05	7.90E+03	-9.25E+02	3.59E+03	4.63E+03	3.37	3.36975	
106	500	2.14E+02	-8.53E+03	-1.12E+05	7.87E+01	-7.10E+03	-7.47E+05	-1.78E+03	-4.32E+03	-8.67E+05	1.12E+04	-1.05E+04	6.86E+03	7.90E+03	10.29		10.2903
106	600	2.14E+02	-1.06E+05	-6.55E+05	7.87E+01	-3.66E+03	-3.74E+05	-1.78E+03	-4.32E+03	-1.30E+06	1.44E+04	-2.33E+04	1.01E+04	1.44E+04	22.80		22.8861
107	0	1.01E+02	4.62E+03	-1.06E+05	3.76E+01	3.03E+03	-1.79E+05	-3.86E+02	-3.99E+03	1.16E+06	7.63E+03	-2.83E+03	7.63E+03	8.78E+03	8.64		8.63755
107	100	1.01E+02	2.55E+03	2.52E+05	3.76E+01	1.83E+03	6.39E+04	-3.86E+02	-3.99E+03	7.64E+05	3.89E+02	1.08E+04	4.38E+03	3.16E+03	10.63	10.6268	
107	200	1.01E+02	1.84E+02	4.04E+05	3.76E+01	6.27E+02	1.86E+05	-3.86E+02	-3.99E+03	3.65E+05	2.88E+03	9.56E+03	2.88E+03	9.56E+03	9.40	9.4004	
107	300	1.01E+02	-1.59E+03	3.49E+05	3.76E+01	-5.23E+02	1.89E+05	-3.86E+02	-3.99E+03	-3.42E+04	6.15E+03	5.04E+03	2.16E+03	5.38E+03	5.29	5.29435	
107	400	1.01E+02	-3.66E+03	8.71E+04	3.76E+01	-1.77E+03	7.18E+04	-3.86E+02	-3.99E+03	-4.33E+05	9.42E+03	-2.75E+03	5.43E+03	9.42E+03	2.70	2.70016	
107	500	1.01E+02	-5.73E+03	-3.82E+05	3.76E+01	-2.97E+03	-1.66E+05	-3.86E+02	-3.99E+03	-8.33E+05	1.27E+04	-1.38E+04	8.70E+03	-5.48E+03	13.57		13.5742
107	600	1.01E+02	-7.80E+03	-1.06E+06	3.76E+01	-4.17E+03	-5.23E+05	-3.86E+02	-3.99E+03	-1.23E+06	1.60E+04	-2.81E+04	1.20E+04	-1.59E+04	27.66		27.6639
108	0	8.66E+01	7.92E+03	-1.10E+06	3.22E+01	4.22E+03	-5.37E+05	-2.48E+03	-3.48E+03	1.08E+06	8.66E+03	-5.57E+03	1.21E+04	1.63E+04	16.06		16.055
108	100	8.66E+01	5.85E+03	-4.07E+05	3.22E+01	3.02E+03	-1.75E+05	-2.48E+03	-3.48E+03	7.27E+05	1.45E+03	1.45E+03	8.87E+03	-5.82E+03	5.72		5.72391
108	200	8.66E+01	3.78E+03	7.44E+04	3.22E+01	1.82E+03	6.71E+04	-2.48E+03	-3.48E+03	3.79E+05	2.12E+03	5.20E+03	5.60E+03	1.41E+03	5.12	5.11544	
108	300	8.66E+01	1.71E+03	3.49E+05	3.22E+01	6.20E+02	1.89E+05	-2.48E+03	-3.48E+03	3.64E+04	1.15E+03	5.68E+03	2.33E+03	5.39E+03	5.59	5.58973	
108	400	8.66E+01	-3.60E+02	4.16E+05	3.22E+01	-5.80E+02	1.91E+05	-2.48E+03	-3.48E+03	-3.18E+05	4.42E+03	2.90E+03	9.00E+02	6.08E+03	5.97	5.97439	
108	500	8.66E+01	-2.43E+03	2.77E+05	3.22E+01	-1.78E+03	7.30E+04	-2.48E+03	-3.48E+03	-6.66E+05	7.69E+03	-3.16E+03	4.21E+03	3.50E+03	3.44	3.4421	
108	600	8.66E+01	-4.50E+03	-6.95E+04	3.22E+01	-2.98E+03	-1.65E+05	-2.48E+03	-3.48E+03	-1.01E+06	1.10E+04	-1.25E+04	7.49E+03	1.10E+04	12.28		12.2829
109	0	1.83E+02	6.49E+03	-6.60E+05	6.78E+01	3.67E+03	-3.73E+05	-1.78E+03	-4.32E+03	1.16E+06	6.30E+03	1.02E+04	-1.03E+04	1.03E+04	10.18		10.1758
109	100	1.83E+02	4.42E+03	-1.14E+05	6.78E+01	2.47E+03	-6.81E+04	-1.78E+03	-4.32E+03	7.75E+05	3.03E+03	5.93E+03	6.89E+03	-1.82E+03	5.83		5.82319

Member	Section	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	As	s/(cm ²)As-cm ²	As'	
No	cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	KG	kg-m	KG	kg-m	KG	kg-m	KG	kg-m	cm ²	cm ²	cm ²	
113	500	1.54E+02	-3.84E+03	4.56E+03	5.72E+01	-2.32E+03	-3.88E+04	-2.08E+03	-3.35E+03	-6.66E+05	9.51E+03	-7.01E+03	6.16E+03	-3.42E+02	9.51E+03	7.01E+03	6.16E+03	6.89E+02	6.89E+02	6.89E+02	0.00	
113	600	1.54E+02	-3.91E+03	-4.83E+05	5.72E+01	-3.52E+03	-3.31E+05	-2.08E+03	-3.35E+03	-1.00E+06	1.28E+04	-1.82E+04	9.43E+03	-8.14E+03	1.28E+04	1.82E+04	9.43E+03	8.14E+03	17.85	17.85	17.85	0.00
114	0	1.54E+02	5.91E+03	-4.83E+05	5.72E+01	3.52E+03	-3.31E+05	-1.28E+03	-3.35E+03	1.00E+06	6.08E+03	1.87E+03	9.43E+03	-8.14E+03	6.16E+03	-3.42E+02	9.43E+03	8.14E+03	8.01	8.01	8.01	0.00
114	100	1.54E+02	3.84E+03	4.56E+03	5.72E+01	2.32E+03	-3.88E+04	-1.28E+03	-3.35E+03	6.66E+05	2.84E+03	6.32E+03	6.16E+03	-3.42E+02	6.16E+03	7.50E+03	6.16E+03	6.22	6.22	6.22	0.00	
114	200	1.54E+02	1.77E+03	2.85E+05	5.72E+01	1.12E+03	1.34E+05	-1.28E+03	-3.35E+03	3.31E+05	4.57E+02	7.50E+03	2.89E+03	4.19E+03	2.89E+03	7.50E+03	2.89E+03	7.37	7.37	7.37	0.00	
114	300	1.54E+02	-3.02E+02	3.85E+05	5.72E+01	-7.51E+01	1.86E+05	-1.28E+03	-3.35E+03	-3.31E+05	3.78E+03	5.41E+03	2.89E+03	5.44E+03	3.78E+03	5.44E+03	3.78E+03	5.35	5.35	5.35	0.00	
114	400	1.54E+02	-2.37E+03	2.85E+05	5.72E+01	-1.28E+03	1.91E+05	-1.28E+03	-3.35E+03	-3.31E+05	7.00E+03	4.36E+04	3.65E+03	-1.83E+03	7.00E+03	4.36E+04	3.65E+03	3.37	3.37	3.37	0.00	
114	500	1.54E+02	-4.64E+03	-1.16E+05	5.72E+01	-2.08E+03	-6.88E+04	-1.28E+03	-3.35E+03	-6.74E+05	1.03E+04	-8.59E+03	6.92E+03	-1.83E+03	1.03E+04	-8.59E+03	6.92E+03	8.45	8.45	8.45	0.00	
114	600	1.54E+02	-6.51E+03	-6.64E+05	5.72E+01	-3.68E+03	-3.76E+05	-1.28E+03	-3.35E+03	-1.01E+06	1.33E+04	-2.05E+04	1.02E+04	-1.04E+04	1.33E+04	-2.05E+04	1.02E+04	20.15	20.15	20.15	0.00	
115	0	7.30E+01	4.39E+03	-3.82E+04	2.74E+01	2.94E+03	-1.53E+05	-4.48E+02	-2.93E+03	8.52E+05	4.41E+03	6.61E+03	7.34E+03	-1.91E+03	7.34E+03	6.61E+03	7.34E+03	6.50	6.50	6.50	0.00	
115	100	7.30E+01	2.32E+03	2.98E+05	2.74E+01	1.74E+03	8.09E+04	-4.48E+02	-2.93E+03	5.59E+05	1.14E+03	9.38E+03	4.07E+03	3.79E+03	1.14E+03	9.38E+03	4.07E+03	9.22	9.22	9.22	0.00	
115	200	7.30E+01	2.94E+02	4.27E+05	2.74E+01	5.41E+02	1.93E+05	-4.48E+02	-2.93E+03	2.66E+05	2.13E+03	8.88E+03	7.95E+02	6.22E+03	2.13E+03	8.88E+03	7.95E+02	8.73	8.73	8.73	0.00	
115	300	7.30E+01	-1.82E+03	3.49E+05	2.74E+01	-6.59E+02	1.89E+05	-4.48E+02	-2.93E+03	-2.66E+04	5.40E+03	5.11E+03	2.47E+03	5.36E+03	5.40E+03	5.38E+03	5.29	5.29	5.29	0.00		
115	400	7.30E+01	-3.89E+03	6.16E+04	2.74E+01	-1.86E+03	6.31E+04	-4.48E+02	-2.93E+03	-3.19E+05	8.67E+03	-1.93E+03	5.74E+03	1.27E+03	8.67E+03	-1.93E+03	1.90	1.90	1.90	0.00		
115	500	7.30E+01	-5.86E+03	-4.29E+05	2.74E+01	-3.66E+03	-1.83E+05	-4.48E+02	-2.93E+03	-6.12E+05	1.19E+04	-1.22E+04	9.01E+03	-6.41E+03	1.19E+04	-1.22E+04	12.03	12.03	12.03	0.00		
115	600	7.30E+01	-8.03E+03	-1.13E+06	2.74E+01	-4.26E+03	-5.59E+05	-4.48E+02	-2.93E+03	-9.05E+05	1.52E+04	-2.58E+04	1.23E+04	-1.68E+04	1.52E+04	-2.58E+04	25.39	25.39	25.39	0.00		
116	0	5.89E+01	8.11E+03	-1.15E+06	2.17E+01	4.29E+03	-1.89E+05	-4.48E+02	-2.93E+03	7.18E+05	1.01E+04	-9.95E+03	1.24E+04	-1.71E+04	1.01E+04	-9.95E+03	1.24E+04	16.84	16.84	16.84	0.00	
116	100	5.89E+01	6.04E+03	-4.66E+05	2.17E+01	3.09E+03	-1.89E+05	-4.48E+02	-2.93E+03	4.86E+05	6.81E+03	-1.50E+03	9.14E+03	-6.36E+03	6.81E+03	-1.50E+03	6.25	6.25	6.25	0.00		
116	200	5.89E+01	3.97E+03	5.66E+04	2.17E+01	1.89E+03	5.98E+04	-3.35E+03	-2.32E+03	2.56E+05	3.68E+03	3.68E+03	5.87E+03	1.14E+03	3.68E+03	5.87E+03	3.62	3.62	3.62	0.00		
116	300	5.89E+01	1.90E+03	3.48E+05	2.17E+01	6.92E+02	1.89E+05	-3.35E+03	-2.32E+03	2.19E+04	2.73E+02	5.59E+03	2.60E+03	5.37E+03	2.60E+03	5.59E+03	5.50	5.50	5.50	0.00		
116	400	5.89E+01	-1.67E+02	4.35E+05	2.17E+01	-5.08E+02	1.99E+05	-3.35E+03	-2.32E+03	-2.10E+05	3.00E+03	4.23E+03	6.75E+02	6.33E+03	3.00E+03	4.02E+03	6.23	6.23	6.23	0.00		
116	500	5.89E+01	-2.24E+03	3.15E+05	2.17E+01	-1.71E+03	8.74E+04	-3.35E+03	-2.32E+03	-4.42E+05	6.27E+03	-3.97E+02	3.94E+03	4.02E+03	6.27E+03	-3.97E+02	3.96	3.96	3.96	0.00		
116	600	5.89E+01	-4.31E+03	-1.22E+04	2.17E+01	-2.81E+03	-1.63E+05	-3.35E+03	-2.32E+03	-6.74E+05	9.54E+03	-8.30E+03	7.21E+03	-1.55E+03	9.54E+03	-8.30E+03	8.16	8.16	8.16	0.00		
117	0	1.27E+02	6.53E+03	-6.68E+05	4.79E+01	3.68E+03	-3.77E+05	-2.39E+03	-2.78E+03	7.38E+05	7.43E+03	-2.07E+03	1.02E+04	-1.05E+04	7.43E+03	-2.07E+03	1.02E+04	10.28	10.28	10.28	0.00	
117	100	1.27E+02	4.66E+03	-1.18E+05	4.79E+01	2.48E+03	-6.93E+04	-2.39E+03	-2.78E+03	5.00E+05	4.16E+03	3.73E+03	6.94E+03	-1.87E+03	4.16E+03	6.94E+03	-1.87E+03	3.67	3.67	3.67	0.00	
117	200	1.27E+02	2.39E+03	2.25E+05	4.79E+01	1.28E+03	1.19E+05	-2.39E+03	-2.78E+03	2.82E+05	8.91E+02	6.26E+03	1.67E+03	3.43E+03	6.26E+03	1.67E+03	6.15	6.15	6.15	0.00		
117	300	1.27E+02	3.22E+02	3.60E+05	4.79E+01	7.98E+01	1.87E+05	-2.39E+03	-2.78E+03	4.26E+05	2.38E+03	5.51E+03	4.02E+02	5.47E+03	2.38E+03	5.51E+03	5.42	5.42	5.42	0.00		
117	400	1.27E+02	-1.75E+03	2.89E+05	4.79E+01	-1.12E+03	1.35E+05	-2.39E+03	-2.78E+03	-2.74E+05	5.63E+03	1.50E+03	2.87E+03	4.24E+03	5.63E+03	1.50E+03	4.17	4.17	4.17	0.00		
117	500	1.27E+02	-3.82E+03	1.07E+04	4.79E+01	-2.32E+03	-3.73E+04	-2.39E+03	-2.78E+03	-5.52E+05	8.92E+03	-5.79E+03	6.14E+03	-2.68E+02	8.92E+03	-5.79E+03	5.69	5.69	5.69	0.00		
117	600	1.27E+02	-5.89E+03	-4.75E+05	4.79E+01	-3.52E+03	-3.30E+05	-2.39E+03	-2.78E+03	-8.30E+05	1.22E+04	-1.63E+04	9.41E+03	-8.04E+03	1.22E+04	-1.63E+04	16.07	16.07	16.07	0.00		
118	0	1.27E+02	5.89E+03	-4.75E+05	4.79E+01	3.52E+03	-3.30E+05	-1.46E+03	-2.78E+03	8.30E+05	6.63E+03	2.57E+02	9.41E+03	-8.04E+03	6.63E+03	2.57E+02	7.91	7.91	7.91	0.00		

Member No	Section	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	AS	S	AS-cm2	AS'	
		kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	KG	kg-m	KG	kg-m	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	
118	100	1.27E+02	3.82E+03	1.07E+04	4.79E+01	2.32E+03	-3.75E+04	-1.46E+03	-2.78E+03	5.52E+05	3.36E+03	5.25E+03	6.14E+03	-2.68E+02	6.14E+03	5.25E+03	5.16	5.16387	0.00
118	200	1.27E+02	1.73E+03	2.89E+05	4.79E+01	1.12E+03	1.35E+05	-1.46E+03	-2.78E+03	2.74E+05	8.87E+01	6.97E+03	2.87E+03	4.24E+03	2.87E+03	6.97E+03	6.86	6.8389	0.00
118	300	1.27E+02	-3.22E+02	3.60E+05	4.79E+01	-7.98E+01	1.87E+05	-1.46E+03	-2.78E+03	-4.08E+03	3.18E+03	5.47E+03	4.02E+02	3.47E+03	3.18E+03	5.47E+03	5.38	5.37833	0.00
118	400	1.27E+02	-2.39E+03	2.25E+05	4.79E+01	-1.28E+03	1.19E+05	-1.46E+03	-2.78E+03	-2.82E+05	6.45E+03	6.12E+02	3.67E+03	3.43E+03	6.45E+03	3.43E+03	3.38	3.37566	0.00
118	500	1.27E+02	-4.40E+03	-1.18E+05	4.79E+01	-2.48E+03	-6.95E+04	-1.46E+03	-2.78E+03	-5.60E+05	9.72E+03	-7.47E+03	6.94E+03	-1.87E+03	9.72E+03	7.47E+03	7.35	7.35086	0.00
118	600	1.27E+02	-6.53E+03	6.68E+05	4.79E+01	-3.68E+03	-3.77E+05	-1.46E+03	-2.78E+03	-8.38E+05	1.30E+04	-1.88E+04	1.02E+04	-1.05E+04	1.30E+04	1.88E+04	18.52	18.5192	0.00
119	0	5.89E+01	4.31E+03	-1.22E+04	2.17E+01	2.91E+03	-1.43E+05	-5.17E+02	-2.32E+03	6.73E+05	4.90E+03	5.17E+03	7.21E+03	-1.55E+03	7.21E+03	5.17E+03	5.09	5.08574	0.00
119	100	5.89E+01	2.24E+03	3.15E+05	2.17E+01	1.71E+03	8.74E+04	-5.17E+02	-2.32E+03	4.41E+05	1.63E+03	8.46E+03	3.94E+03	4.02E+03	3.94E+03	8.46E+03	8.30	8.29567	0.00
119	200	5.89E+01	1.67E+02	4.35E+05	2.17E+01	5.08E+02	1.98E+05	-5.17E+02	-2.32E+03	2.09E+05	1.64E+03	8.43E+03	6.75E+02	6.33E+03	1.64E+03	8.43E+03	8.29	8.28099	0.00
119	300	5.89E+01	-1.90E+03	3.48E+05	2.17E+01	-6.92E+02	1.89E+05	-5.17E+02	-2.32E+03	-2.21E+04	4.91E+03	5.15E+03	2.60E+03	3.37E+03	4.91E+03	5.15E+03	5.29	5.28653	0.00
119	400	5.89E+01	-3.97E+03	5.46E+04	2.17E+01	-1.89E+03	5.98E+04	-5.17E+02	-2.32E+03	-2.54E+05	8.18E+03	-1.39E+03	5.87E+03	1.14E+03	8.18E+03	1.39E+03	1.37	1.36933	0.00
119	500	5.89E+01	-6.04E+03	-4.46E+05	2.17E+01	-3.09E+03	-1.89E+05	-5.17E+02	-2.32E+03	-4.83E+05	1.15E+04	-1.12E+04	9.14E+03	-6.36E+03	1.15E+04	1.12E+04	11.02	11.0228	0.00
119	600	5.89E+01	-8.11E+03	-1.15E+06	2.17E+01	-4.29E+03	-5.59E+05	-5.17E+02	-2.32E+03	-7.17E+05	1.47E+04	-1.24E+04	1.24E+04	-1.71E+04	1.47E+04	1.24E+04	23.89	23.8916	0.00
120	0	5.28E+01	8.18E+03	-1.18E+06	1.82E+01	4.32E+03	-5.66E+05	-3.33E+03	-1.67E+03	5.18E+05	1.08E+04	-1.22E+04	1.25E+04	-1.74E+04	1.25E+04	1.74E+04	17.13	17.1314	0.00
120	100	5.28E+01	6.11E+03	-4.61E+05	1.82E+01	3.12E+03	-1.95E+05	-3.33E+03	-1.67E+03	3.51E+05	7.56E+03	-3.04E+03	9.23E+03	-6.55E+03	9.23E+03	6.55E+03	6.44	6.44467	0.00
120	200	5.28E+01	4.04E+03	4.72E+04	1.82E+01	1.92E+03	5.72E+04	-3.33E+03	-1.67E+03	1.84E+05	4.29E+03	2.89E+03	5.96E+03	1.04E+03	4.29E+03	2.89E+03	2.84	2.83764	0.00
120	300	5.28E+01	1.97E+03	3.48E+05	1.82E+01	7.18E+02	1.80E+05	-3.33E+03	-1.67E+03	1.73E+04	1.02E+03	5.54E+03	2.69E+03	5.37E+03	2.69E+03	5.54E+03	5.45	5.45102	0.00
120	400	5.28E+01	-9.63E+01	4.2E+05	1.82E+01	-4.82E+02	2.01E+05	-3.33E+03	-1.67E+03	-1.50E+05	2.25E+03	4.93E+03	5.79E+02	6.43E+03	2.25E+03	4.93E+03	6.32	6.31978	0.00
120	500	5.28E+01	-2.17E+03	3.29E+05	1.82E+01	-1.68E+03	9.23E+04	-3.33E+03	-1.67E+03	-3.16E+05	5.52E+03	1.05E+03	3.85E+03	4.21E+03	5.52E+03	4.21E+03	4.14	4.14289	0.00
120	600	5.28E+01	-6.24E+03	8.64E+05	1.82E+01	-2.88E+03	-1.36E+05	-3.33E+03	-1.67E+03	-4.83E+05	8.79E+03	-6.10E+03	7.12E+03	-1.27E+03	8.79E+03	6.10E+03	6.00	6.00344	0.00
121	0	9.54E+01	6.55E+03	-6.70E+05	2.55E+01	3.68E+03	-3.28E+05	-2.38E+03	-1.71E+03	6.55E+05	8.06E+03	-3.93E+03	1.02E+04	-1.05E+04	1.02E+04	1.05E+04	10.31	10.3074	0.00
121	100	9.54E+01	4.49E+03	-1.19E+05	2.55E+01	2.48E+03	-6.98E+04	-2.38E+03	-1.71E+03	4.38E+05	4.79E+03	2.50E+03	6.86E+03	-1.89E+03	4.79E+03	2.50E+03	2.45	2.45384	0.00
121	200	9.54E+01	2.41E+03	2.25E+05	2.55E+01	1.24E+03	1.19E+05	-2.38E+03	-1.71E+03	2.21E+05	1.52E+03	5.65E+03	3.69E+03	3.44E+03	3.69E+03	5.65E+03	5.56	5.55574	0.00
121	300	9.54E+01	3.36E+02	3.62E+05	2.55E+01	8.29E+01	1.87E+05	-2.38E+03	-1.71E+03	4.24E+05	1.75E+03	5.53E+03	4.19E+02	5.49E+03	1.75E+03	5.53E+03	5.44	5.44191	0.00
121	400	9.54E+01	-1.73E+03	2.92E+05	2.55E+01	-1.12E+03	3.35E+05	-2.38E+03	-1.71E+03	-2.13E+05	5.02E+03	2.15E+03	2.85E+03	4.28E+03	5.02E+03	2.15E+03	4.20	4.2004	0.00
121	500	9.54E+01	-3.80E+03	1.55E+04	2.55E+01	-2.32E+03	-3.66E+04	-2.38E+03	-1.71E+03	-4.30E+05	8.29E+03	-6.51E+03	6.12E+03	-2.11E+02	8.29E+03	6.51E+03	4.43	4.43353	0.00
121	600	9.54E+01	-5.87E+03	-4.68E+05	2.55E+01	-3.52E+03	-3.28E+05	-2.38E+03	-1.71E+03	-6.47E+05	1.16E+04	-1.44E+04	9.39E+03	-7.97E+03	1.16E+04	1.44E+04	14.19	14.195	0.00
122	0	9.54E+01	5.87E+03	-4.68E+05	2.55E+01	3.52E+03	-3.28E+05	-1.66E+03	-2.17E+03	6.47E+05	7.22E+03	-1.49E+03	9.39E+03	-7.97E+03	9.39E+03	7.97E+03	7.83	7.83477	0.00
122	100	9.54E+01	3.80E+03	1.55E+04	2.55E+01	2.32E+03	-3.66E+04	-1.66E+03	-2.17E+03	4.30E+05	5.55E+03	4.09E+03	6.12E+03	-2.11E+02	6.12E+03	4.09E+03	4.02	4.02188	0.00
122	200	9.54E+01	1.73E+03	2.92E+05	2.55E+01	1.12E+03	1.35E+05	-1.66E+03	-2.17E+03	2.13E+05	6.79E+03	2.85E+03	4.28E+03	4.28E+03	2.85E+03	4.28E+03	6.30	6.29775	0.00
122	300	9.54E+01	-3.86E+02	3.62E+05	2.55E+01	-8.29E+01	1.87E+05	-1.66E+03	-2.17E+03	-2.13E+05	5.02E+03	2.15E+03	2.85E+03	5.49E+03	2.15E+03	2.85E+03	5.40	5.40026	0.00

Member No	Section cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	SHEAR Kg	MOMENT kg-m	SHEAR MOMENT Kg	MOMENT kg-m	As cm ²	s (cm ²)	As-cm ²	As' cm ²
122	400	9.54E+01	-2.41E+03	2.25E+05	1.19E+05	-1.46E+03	-2.17E+03	-2.22E+05	5.86E+03	1.22E+03	3.69E+03	3.64E+03	5.86E+03	3.44E+03	3.38	3.38018		0.00
122	500	9.54E+01	-4.88E+03	-1.19E+05	-6.88E+04	-1.46E+03	-2.17E+03	-4.39E+05	9.13E+03	-6.27E+03	6.86E+03	-1.89E+03	9.13E+03	6.27E+03	6.17		6.16984	0.00
122	600	9.54E+01	-6.55E+03	-6.70E+05	-3.78E+05	-1.46E+03	-2.17E+03	-6.56E+05	1.24E+04	-1.70E+04	1.02E+04	-1.05E+04	1.24E+04	1.70E+04	16.76		16.7574	0.00
123	0	5.28E+01	4.24E+03	8.60E+03	-1.56E+05	-5.15E+02	-1.67E+03	4.83E+05	5.45E+03	3.55E+03	7.12E+03	-1.27E+03	3.55E+03	7.12E+03	3.50		3.4952	0.00
123	100	5.28E+01	2.17E+03	3.29E+03	1.82E+04	-5.15E+02	-1.67E+03	3.16E+05	2.18E+03	7.37E+03	3.85E+03	4.21E+03	3.85E+03	7.37E+03	7.25		7.24977	0.00
123	200	5.28E+01	9.63E+01	4.42E+05	1.82E+05	-5.15E+02	-1.67E+03	-1.49E+05	1.09E+03	7.92E+03	5.79E+02	6.43E+03	1.09E+03	7.92E+03	7.79		7.78845	0.00
123	300	5.28E+01	-1.97E+03	3.48E+05	1.82E+05	-5.15E+02	-1.67E+03	-1.84E+05	4.36E+03	5.20E+03	2.69E+03	5.37E+03	4.36E+03	5.37E+03	5.28		5.28087	0.00
123	400	5.28E+01	-4.04E+03	4.72E+04	1.82E+05	-5.15E+02	-1.67E+03	-1.84E+05	7.63E+03	7.85E+02	5.96E+03	1.04E+03	7.63E+03	1.04E+03	1.03		1.02604	0.00
123	500	5.28E+01	-6.11E+03	-4.61E+05	-1.05E+05	-5.15E+02	-1.67E+03	-3.50E+05	1.09E+04	-1.01E+04	9.23E+03	-6.55E+03	1.09E+04	9.23E+03	9.89		9.89074	0.00
123	600	5.28E+01	-8.18E+03	-1.18E+06	-5.66E+05	-5.15E+02	-1.67E+03	-5.17E+05	1.42E+04	-2.26E+04	1.25E+04	-1.79E+04	1.42E+04	2.26E+04	22.22		22.2158	0.00
124	0	#####	8.24E+03	-1.19E+06	-5.73E+05	-3.33E+03	-1.02E+03	3.19E+05	1.16E+04	-1.45E+04	1.20E+04	-1.76E+04	1.20E+04	1.76E+04	17.35		17.3503	0.00
124	100	#####	6.17E+03	-1.99E+05	5.52E+04	-3.33E+03	-1.02E+03	1.17E+05	8.29E+03	-4.53E+03	9.31E+03	-6.70E+03	8.29E+03	9.31E+03	6.59		6.5856	0.00
124	200	#####	4.10E+03	-2.92E+01	1.94E+03	-3.33E+03	-1.02E+03	1.17E+05	5.02E+03	2.12E+03	6.04E+03	9.79E+02	6.04E+03	2.12E+03	2.09		2.08871	0.00
124	300	#####	2.03E+03	-2.92E+01	7.41E+02	-3.33E+03	-1.02E+03	1.23E+04	1.75E+03	5.41E+03	2.77E+03	5.39E+03	2.77E+03	5.41E+03	5.42		5.41697	0.00
124	400	#####	-4.08E+01	4.49E+05	-1.66E+03	-3.33E+03	-1.02E+03	-8.99E+04	1.52E+03	5.62E+03	4.99E+02	6.52E+03	1.52E+03	4.99E+02	6.41		6.4134	0.00
124	500	#####	-2.11E+03	3.51E+05	-1.66E+03	-3.33E+03	-1.02E+03	-1.92E+05	4.79E+03	2.47E+03	3.77E+03	4.39E+03	4.79E+03	3.77E+03	4.31		4.31471	0.00
124	600	#####	-4.81E+03	2.67E+04	-2.86E+03	-3.33E+03	-1.02E+03	-2.94E+05	8.66E+03	-3.96E+03	7.04E+03	-1.02E+03	8.66E+03	7.04E+03	3.89		3.89307	0.00
125	0	5.94E+01	6.56E+03	-6.75E+05	3.69E+03	-2.42E+03	-1.56E+03	4.78E+05	8.69E+03	5.82E+03	6.98E+03	-1.93E+03	6.98E+03	1.93E+03	1.90		1.89879	0.00
125	100	5.94E+01	4.49E+03	-1.22E+05	2.49E+03	-2.42E+03	-1.56E+03	3.17E+05	5.42E+03	1.24E+03	3.71E+03	3.42E+03	5.42E+03	3.71E+03	4.94		4.94237	0.00
125	200	5.94E+01	2.42E+03	2.24E+05	1.29E+03	-2.42E+03	-1.56E+03	1.61E+05	2.15E+03	5.03E+03	3.71E+03	3.42E+03	5.03E+03	3.71E+03	4.94		4.94237	0.00
125	300	5.94E+01	3.54E+02	3.63E+05	8.94E+01	-2.42E+03	-1.56E+03	4.78E+05	1.12E+03	5.54E+03	4.43E+02	5.50E+03	1.12E+03	5.54E+03	5.45		5.45207	0.00
125	400	5.94E+01	-1.72E+03	2.93E+05	1.11E+03	-2.42E+03	-1.56E+03	-1.57E+05	4.39E+03	2.79E+03	2.82E+03	4.30E+03	4.39E+03	2.82E+03	4.23		4.23521	0.00
125	500	5.94E+01	-3.79E+03	1.98E+04	1.87E+05	-2.42E+03	-1.56E+03	-3.07E+05	7.66E+03	-3.23E+03	6.10E+03	-1.57E+02	7.66E+03	6.10E+03	3.18		3.1763	0.00
125	600	5.94E+01	-5.86E+03	-4.62E+05	-3.51E+03	-2.42E+03	-1.56E+03	-4.63E+05	1.09E+04	-1.24E+04	9.37E+03	-7.89E+03	1.09E+04	1.25E+04	12.31		12.3142	0.00
126	0	5.94E+01	5.86E+03	-4.62E+05	3.51E+03	-1.46E+03	-1.56E+03	4.63E+05	7.81E+03	-3.26E+03	9.37E+03	-7.89E+03	9.37E+03	7.89E+03	7.76		7.75806	0.00
126	100	5.94E+01	3.79E+03	1.98E+04	2.41E+03	-1.46E+03	-1.56E+03	3.07E+05	4.54E+03	2.92E+03	6.10E+03	-1.57E+02	4.54E+03	6.10E+03	2.87		2.86782	0.00
126	200	5.94E+01	1.72E+03	2.95E+05	1.11E+03	-1.46E+03	-1.56E+03	1.51E+05	1.27E+03	5.82E+03	2.83E+03	4.30E+03	1.27E+03	2.83E+03	5.72		5.72185	0.00
126	300	5.94E+01	-3.54E+02	3.63E+05	8.94E+01	-1.46E+03	-1.56E+03	-4.57E+05	2.00E+03	5.45E+03	4.43E+02	5.50E+03	2.00E+03	5.40E+03	5.41		5.40508	0.00
126	400	5.94E+01	-2.42E+03	2.24E+05	1.11E+03	-1.46E+03	-1.56E+03	-1.61E+05	5.27E+03	1.81E+03	3.71E+03	3.42E+03	5.27E+03	3.42E+03	3.36		3.361	0.00
126	500	5.94E+01	-4.49E+03	-1.22E+05	-2.49E+03	-1.46E+03	-1.56E+03	-3.16E+05	8.54E+03	-5.10E+03	6.98E+03	-1.93E+03	8.54E+03	5.10E+03	5.01		5.01108	0.00
126	600	5.94E+01	-6.50E+03	-6.75E+05	-3.69E+03	-1.46E+03	-1.56E+03	-4.72E+05	1.18E+04	-1.53E+04	1.03E+04	-1.05E+04	1.18E+04	1.53E+04	15.02		15.0205	0.00

Member	Section	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	AS	SI (cm ²)	AS (cm ²)	AS ²
No	cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg-cm	kg-cm	kg	kg-cm	kg-cm	KG	kg-m	KG	kg-m	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²
127	0	#####	4.18E+03	2.67E+04	-2.92E+01	2.86E+03	-1.28E+05	-5.01E+02	-1.02E+03	2.92E+03	6.02E+03	1.90E+03	-1.02E+03	7.04E+03	1.90E+03	7.04E+03	1.87	1.87183	1.87	1.87183	0.00
127	100	#####	2.11E+03	3.41E+05	-2.92E+01	1.66E+03	9.75E+04	-5.01E+02	-1.02E+03	1.91E+05	2.75E+03	6.29E+03	3.77E+03	3.77E+03	4.39E+03	6.29E+03	6.19	6.18816	6.19	6.18816	0.00
127	200	#####	4.00E+01	4.49E+05	-2.92E+01	4.59E+02	2.03E+05	-5.01E+02	-1.02E+03	8.90E+04	5.16E+02	7.41E+03	4.99E+02	5.16E+02	6.52E+03	7.41E+03	7.29	7.28831	7.29	7.28831	0.00
127	300	#####	-2.03E+03	3.49E+05	-2.92E+01	-7.41E+02	1.89E+05	-5.01E+02	-1.02E+03	-1.25E+04	3.79E+03	5.26E+03	2.77E+03	3.79E+03	5.39E+03	5.39E+03	5.30	5.29621	5.30	5.29621	0.00
127	400	#####	-4.10E+03	4.27E+04	-2.92E+01	-1.94E+03	5.52E+04	-5.01E+02	-1.02E+03	-1.14E+05	7.06E+03	-1.61E+02	6.04E+03	7.06E+03	9.79E+02	7.06E+03	0.96	0.96326	0.96	0.96326	0.00
127	500	#####	-6.17E+03	-4.71E+05	-2.92E+01	-3.14E+03	-1.49E+05	-5.01E+02	-1.02E+03	-2.16E+05	1.03E+04	-8.85E+03	9.31E+03	9.31E+03	-6.70E+03	1.03E+04	8.71	8.7054	8.71	8.7054	0.00
127	600	#####	-8.24E+03	-1.19E+06	-2.92E+01	-5.34E+03	-5.73E+05	-5.01E+02	-1.02E+03	-3.17E+05	1.36E+04	-2.08E+04	1.26E+04	1.26E+04	-1.26E+04	1.36E+04	20.47	20.4684	20.47	20.4684	0.00
128	0	8.36E+02	8.35E+03	-1.24E+06	5.78E+02	4.39E+03	-5.87E+05	-3.36E+03	-3.95E+02	1.27E+05	1.23E+04	-1.70E+04	1.27E+04	1.27E+04	-1.92E+04	1.27E+04	17.93	17.9261	17.93	17.9261	0.00
128	100	8.36E+02	6.28E+03	5.04E+05	5.78E+02	3.18E+03	-2.10E+05	-3.36E+03	-3.95E+02	8.74E+04	9.66E+03	-6.26E+03	-7.13E+03	9.46E+03	7.13E+03	7.02	7.01356	7.02	7.01356	0.00	
128	200	8.36E+02	4.21E+03	2.09E+04	5.78E+02	1.94E+03	4.82E+04	-3.36E+03	-3.95E+02	4.29E+04	5.79E+03	1.17E+03	6.19E+03	6.19E+03	6.19E+03	1.17E+03	1.15	1.15065	1.15	1.15065	0.00
128	300	8.36E+02	2.14E+03	3.39E+05	5.78E+02	7.78E+02	1.86E+05	-3.36E+03	-3.95E+02	8.36E+03	2.52E+03	5.33E+03	2.92E+03	2.92E+03	5.25E+03	5.33E+03	5.24	5.24137	5.24	5.24137	0.00
128	400	8.36E+02	7.18E+01	4.49E+05	5.78E+02	4.49E+01	2.04E+05	-3.36E+03	-3.95E+02	-3.11E+04	7.45E+02	6.22E+03	3.50E+02	6.33E+03	7.45E+02	6.42	6.42255	6.42	6.42255	0.00	
128	500	8.36E+02	-2.80E+03	3.53E+05	5.78E+02	-1.62E+03	1.02E+05	-3.36E+03	-3.95E+02	-7.07E+04	4.02E+03	3.84E+03	3.62E+03	4.02E+03	4.55E+03	4.02E+03	4.47	4.47022	4.47	4.47022	0.00
128	600	8.36E+02	-4.07E+03	4.90E+04	5.78E+02	-2.82E+03	-1.21E+05	-3.36E+03	-3.95E+02	-1.10E+05	7.29E+03	-1.81E+03	6.89E+03	-7.10E+02	7.29E+03	1.81E+03	1.78	1.78144	1.78	1.78144	0.00
129	0	9.14E+02	6.55E+03	-6.69E+05	6.20E+02	3.69E+03	-3.79E+05	-2.33E+03	-9.83E+02	2.98E+05	9.26E+03	-7.50E+03	1.02E+04	1.02E+04	-1.05E+04	1.02E+04	10.30	10.3014	10.30	10.3014	0.00
129	100	9.14E+02	4.48E+03	-1.17E+05	6.20E+02	2.49E+03	-7.00E+04	-2.33E+03	-9.83E+02	2.00E+05	5.99E+03	1.26E+02	6.97E+03	6.97E+03	-1.87E+03	1.26E+02	1.84	1.83933	1.84	1.83933	0.00
129	200	9.14E+02	2.41E+03	6.20E+05	6.20E+02	1.29E+03	1.19E+05	-2.33E+03	-9.83E+02	1.91E+05	2.72E+03	4.08E+03	3.70E+03	3.70E+03	3.46E+03	4.08E+03	4.40	4.40384	4.40	4.40384	0.00
129	300	9.14E+02	3.44E+02	3.66E+05	6.20E+02	8.61E+01	1.87E+05	-2.33E+03	-9.83E+02	3.11E+03	5.33E+02	5.56E+03	4.30E+02	5.56E+02	5.56E+02	5.56E+02	5.67	5.66796	5.67	5.66796	0.00
129	400	9.14E+02	-1.73E+03	2.96E+05	6.20E+02	-1.11E+03	1.36E+05	-2.33E+03	-9.83E+02	-9.51E+04	3.82E+03	3.37E+03	2.80E+03	3.82E+03	4.32E+03	3.82E+03	4.25	4.2518	4.25	4.2518	0.00
129	500	9.14E+02	-3.80E+03	2.03E+04	6.20E+02	-2.31E+03	-3.55E+04	-2.33E+03	-9.83E+02	-1.93E+05	7.09E+03	-2.09E+03	6.11E+03	-1.52E+02	7.09E+03	2.09E+03	2.05	2.05136	2.05	2.05136	0.00
129	600	9.14E+02	-5.87E+03	-4.63E+05	6.20E+02	-5.51E+03	-3.27E+05	-2.33E+03	-9.83E+02	-2.92E+05	1.04E+04	-1.08E+04	9.38E+03	-7.90E+03	1.04E+04	1.04E+04	10.63	10.6348	10.63	10.6348	0.00
130	0	9.14E+02	3.87E+03	-4.63E+05	6.20E+02	3.51E+03	-3.27E+05	-1.60E+03	-9.84E+02	2.94E+05	8.19E+03	-4.96E+03	9.28E+03	9.28E+03	-7.90E+03	9.28E+03	7.77	7.76661	7.77	7.76661	0.00
130	100	9.14E+02	3.80E+03	2.03E+04	6.20E+02	2.31E+03	-3.55E+04	-1.60E+03	-9.84E+02	1.95E+05	5.12E+03	1.79E+03	6.11E+03	6.11E+03	-1.52E+02	1.79E+03	1.77	1.76516	1.77	1.76516	0.00
130	200	9.14E+02	1.73E+03	2.96E+05	6.20E+02	1.11E+03	1.36E+05	-1.60E+03	-9.84E+02	9.53E+04	1.83E+03	5.28E+03	2.84E+03	2.84E+03	4.32E+03	2.84E+03	5.19	5.18897	5.19	5.18897	0.00
130	300	9.14E+02	-3.44E+02	3.66E+05	6.20E+02	-8.61E+01	1.87E+05	-1.60E+03	-9.84E+02	-4.10E+03	1.42E+03	5.49E+03	4.30E+02	5.49E+03	5.49E+03	1.42E+03	5.44	5.43734	5.44	5.43734	0.00
130	400	9.14E+02	-2.41E+03	2.28E+05	6.20E+02	-1.29E+03	1.19E+05	-1.60E+03	-9.84E+02	-1.84E+05	4.69E+03	2.43E+03	3.70E+03	3.70E+03	3.46E+03	4.69E+03	3.41	3.40693	3.41	3.40693	0.00
130	500	9.14E+02	-4.84E+03	-1.17E+05	6.20E+02	-2.49E+03	-7.00E+04	-1.60E+03	-9.84E+02	-2.03E+05	7.96E+03	-3.90E+03	6.97E+03	-1.87E+03	7.96E+03	3.90E+03	3.83	3.83472	3.83	3.83472	0.00
130	600	9.14E+02	-6.55E+03	-6.69E+05	6.20E+02	-3.69E+03	-3.79E+05	-1.60E+03	-9.84E+02	-3.02E+05	1.12E+04	-1.35E+04	1.02E+04	1.02E+04	-1.05E+04	1.12E+04	13.27	13.2744	13.27	13.2744	0.00
131	0	8.36E+02	4.07E+03	4.96E+04	5.78E+02	2.82E+03	-1.21E+05	-7.05E+02	-3.93E+02	1.11E+05	6.50E+03	4.03E+02	6.89E+03	6.89E+03	-7.10E+02	6.89E+03	0.70	0.69808	0.70	0.69808	0.00
131	100	8.36E+02	2.00E+03	3.53E+05	5.78E+02	1.62E+03	1.02E+05	-7.05E+02	-3.93E+02	7.19E+04	3.21E+03	5.26E+03	3.62E+03	3.62E+03	4.55E+03	5.26E+03	5.18	5.17741	5.18	5.17741	0.00
131	200	8.36E+02	-7.18E+01	4.49E+05	5.78E+02	4.22E+02	2.04E+05	-7.05E+02	-3.93E+02	3.26E+04	4.32E+01	6.86E+03	3.50E+02	6.86E+03	3.50E+02	6.86E+03	6.74	6.7428	6.74	6.7428	0.00

Member No	Section cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR KG	MOMENT kg-m	SHEAR KG	MOMENT kg-m	AS cm ²	SI (cm ²) AS-cm ²	AS cm ²	AS' cm ²
131	300	8.36E+02	-2.14E+03	3.39E+05	5.78E+02	-7.78E+02	1.86E+05	-7.05E+02	-3.93E+02	-6.78E+03	3.31E+03	5.25E+03	5.16	5.15912		0.00
131	400	8.36E+02	-4.21E+03	2.09E+04	5.78E+02	-1.98E+03	4.82E+04	-7.05E+02	-3.93E+02	-4.61E+04	6.58E+03	6.91E+02	0.68	0.67978		0.00
131	500	8.36E+02	-6.28E+03	5.04E+05	5.78E+02	-3.10E+03	-2.10E+05	-7.05E+02	-3.93E+02	-8.55E+04	9.85E+03	7.99E+03	7.86		7.8559	0.00
131	600	8.36E+02	-8.35E+03	-1.24E+06	5.78E+02	-4.38E+03	-5.87E+05	-7.05E+02	-3.93E+02	-1.25E+05	1.31E+04	-1.82E+04	19.15		19.1536	0.00
132	0	#####	7.31E+03	-8.52E+05	-1.97E+03	4.06E+03	-4.73E+05	-1.87E+03	9.09E+01	-2.94E+04	1.15E+04	-1.35E+04	13.32		13.3227	0.00
132	100	#####	5.24E+03	-2.25E+05	-1.97E+03	2.86E+03	-1.27E+05	-1.87E+03	9.09E+01	-2.03E+04	8.10E+03	-3.52E+03	3.66		3.6601	0.00
132	200	#####	3.17E+03	1.93E+05	-1.97E+03	1.66E+03	9.90E+04	-1.87E+03	9.09E+01	-1.12E+04	4.83E+03	2.85E+03	2.80		2.80735	0.00
132	300	#####	1.10E+03	4.08E+05	-1.97E+03	4.64E+02	4.08E+05	-1.87E+03	9.09E+01	-2.15E+03	1.65E+03	6.12E+03	6.04		6.03891	0.00
132	400	#####	-9.75E+02	4.14E+05	-1.97E+03	2.36E+02	1.92E+05	-1.87E+03	9.09E+01	6.94E+03	1.62E+03	6.13E+03	6.03		6.03292	0.00
132	500	#####	-3.04E+03	2.13E+05	-1.97E+03	-1.94E+03	5.89E+04	-1.87E+03	9.09E+01	1.60E+04	4.89E+03	2.68E+03	2.83		2.83227	0.00
132	600	#####	-5.11E+03	-1.95E+05	-1.97E+03	-3.10E+03	-1.95E+05	-1.87E+03	9.09E+01	-2.51E+04	8.25E+03	-3.90E+03	3.83		3.83138	0.00
133	0	#####	6.36E+03	-5.93E+05	-2.68E+03	3.63E+03	-3.57E+05	-1.44E+03	-5.26E+02	1.68E+05	9.40E+03	-7.79E+03	9.31		9.31396	0.00
133	100	#####	4.29E+03	-5.97E+04	-2.68E+03	2.43E+03	-5.18E+04	-1.44E+03	-5.26E+02	1.15E+05	6.19E+03	3.93E+01	1.10		1.09703	0.00
133	200	#####	2.22E+03	2.66E+05	-2.68E+03	1.23E+03	1.31E+05	-1.44E+03	-5.26E+02	6.28E+04	2.92E+03	4.60E+03	4.52		4.52207	0.00
133	300	#####	1.54E+02	3.83E+05	-2.68E+03	2.64E+01	1.93E+05	-1.44E+03	-5.26E+02	1.02E+04	3.46E+02	5.89E+03	5.79		5.78961	0.00
133	400	#####	-1.92E+03	2.97E+05	-2.68E+03	-1.17E+03	1.30E+05	-1.44E+03	-5.26E+02	-4.20E+04	3.62E+03	3.91E+03	4.26		4.25869	0.00
133	500	#####	-3.99E+03	1.96E+03	-2.68E+03	-2.37E+03	-4.17E+04	-1.44E+03	-5.26E+02	-9.51E+04	6.89E+03	-1.35E+03	1.32		1.32279	0.00
133	600	#####	-6.06E+03	-5.00E+05	-2.68E+03	-3.57E+03	-3.39E+05	-1.44E+03	-5.26E+02	-1.48E+05	1.02E+04	-9.87E+03	9.70		9.70281	0.00
134	0	#####	6.06E+03	-5.00E+05	-2.68E+03	3.57E+03	-3.39E+05	-3.38E+02	-5.28E+02	1.48E+05	9.10E+03	-6.91E+03	8.25		8.24997	0.00
134	100	#####	3.99E+03	1.96E+03	-2.68E+03	2.37E+03	-4.17E+04	-3.38E+02	-5.28E+02	9.55E+04	5.83E+03	5.60E+02	0.55		0.55108	0.00
134	200	#####	1.92E+03	2.97E+05	-2.68E+03	1.17E+03	1.30E+05	-3.38E+02	-5.28E+02	4.26E+04	2.56E+03	4.76E+03	4.68		4.67797	0.00
134	300	#####	-1.54E+02	3.83E+05	-2.68E+03	-2.64E+01	1.93E+05	-3.38E+02	-5.28E+02	-1.02E+04	7.08E+02	5.68E+03	5.69		5.68929	0.00
134	400	#####	2.22E+03	2.66E+05	-2.68E+03	1.23E+03	1.31E+05	-3.38E+02	-5.28E+02	-6.30E+04	3.98E+03	3.54E+03	3.80		3.80406	0.00
134	500	#####	-4.29E+03	-5.97E+04	-2.68E+03	-2.43E+03	-5.18E+04	-3.38E+02	-5.28E+02	-1.16E+05	7.25E+03	-2.27E+03	2.24		2.23624	0.00
134	600	#####	-6.36E+03	-5.93E+05	-2.68E+03	-3.63E+03	-5.87E+05	-3.38E+02	-5.28E+02	-1.69E+05	1.05E+04	-9.47E+03	10.87		10.8726	0.00
135	0	#####	5.11E+03	-1.95E+05	-1.97E+03	3.14E+03	-1.95E+05	1.69E+02	-2.39E+01	-2.82E+03	8.25E+03	-3.92E+03	3.86		3.85907	0.00
135	100	#####	3.04E+03	2.13E+05	-1.97E+03	1.94E+03	5.89E+04	1.69E+02	-2.39E+01	-5.20E+03	4.96E+03	2.67E+03	2.67		2.67459	0.00
135	200	#####	9.75E+02	4.14E+05	-1.97E+03	7.36E+02	1.92E+05	1.69E+02	-2.39E+01	-7.59E+03	1.69E+03	5.99E+03	5.96		5.96466	0.00
135	300	#####	-1.10E+03	4.08E+05	-1.97E+03	-4.64E+02	2.06E+05	1.69E+02	-2.39E+01	-9.88E+03	1.58E+03	6.04E+03	6.04		6.03891	0.00
135	400	#####	-3.17E+03	1.95E+05	-1.97E+03	-1.66E+03	9.96E+04	1.69E+02	-2.39E+01	-1.24E+04	4.83E+03	2.95E+03	2.90		2.89735	0.00
135	500	#####	-5.24E+03	-2.25E+05	-1.97E+03	-2.86E+03	-1.27E+05	1.69E+02	-2.39E+01	-1.48E+04	8.12E+03	-3.67E+03	3.61		3.60531	0.00

Member No	Section cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	MOMENT kg-cm
12	0	#####	-2.91E+03	5.81E+05	-1.71E+04	-1.41E+03	2.81E+05	2.99E+03	3.47E+03	-3.34E+05	4.61E+04	4.92E+05	8.62E+05	8.62E+05
12	400	#####	-2.91E+03	-5.84E+05	-1.71E+04	-1.41E+03	-2.82E+05	2.99E+03	-3.68E+02	2.87E+05	4.61E+04	4.92E+05	8.66E+05	8.66E+05
14	0	#####	-2.94E+03	5.96E+05	-8.44E+03	-1.40E+03	2.87E+05	3.04E+02	2.45E+03	-1.34E+05	2.37E+03	7.50E+05	2.41E+04	8.83E+05
14	400	#####	-2.94E+03	-5.79E+05	-8.44E+03	-1.40E+03	-2.71E+05	3.04E+02	-1.39E+03	7.83E+04	2.37E+03	7.71E+05	2.41E+04	8.50E+05
15	0	#####	-3.77E+03	6.57E+05	-4.06E+03	-1.97E+03	3.16E+05	-9.09E+01	1.97E+03	-9.85E+04	1.14E+04	9.25E+03	1.13E+04	9.73E+05
15	400	#####	-3.77E+03	-8.32E+05	-4.06E+03	-1.97E+03	-4.73E+05	-9.09E+01	-1.87E+03	-2.94E+04	1.35E+04	1.35E+04	1.34E+04	1.33E+06
16	0	#####	-8.39E+01	1.35E+04	-1.02E+05	-4.12E+01	7.36E+03	3.76E+03	9.16E+03	-2.61E+06	2.67E+02	2.59E+04	2.08E+04	2.59E+04
16	400	#####	-8.39E+01	-2.01E+04	-1.02E+05	-4.12E+01	-9.11E+03	3.76E+03	9.16E+03	1.06E+06	2.67E+02	1.03E+04	2.92E+04	2.92E+04
17	0	#####	-2.31E+02	3.62E+04	-9.43E+04	-7.00E+01	9.86E+03	4.08E+03	9.74E+03	-2.10E+06	2.47E+03	2.05E+04	4.61E+04	4.61E+04
17	400	#####	-2.31E+02	-5.62E+04	-9.43E+04	-7.00E+01	-1.81E+04	4.08E+03	9.74E+03	1.80E+06	2.47E+03	1.73E+04	7.43E+04	7.43E+04
18	0	#####	-4.95E+02	9.25E+04	-8.72E+04	-1.77E+02	3.37E+04	4.28E+03	9.44E+03	-1.89E+06	2.28E+01	1.76E+04	1.26E+05	1.26E+05
18	400	#####	-4.95E+02	-1.06E+05	-8.72E+04	-1.77E+02	-3.74E+04	4.28E+03	9.44E+03	1.89E+06	2.28E+01	1.74E+04	1.43E+05	1.43E+05
19	0	#####	-6.91E+02	1.32E+05	-8.02E+04	-2.41E+02	4.58E+04	4.37E+03	8.99E+03	-1.77E+06	2.09E+01	1.59E+04	1.77E+05	1.77E+05
19	400	#####	-6.91E+02	-1.45E+05	-8.02E+04	-2.41E+02	-5.06E+04	4.37E+03	8.99E+03	1.83E+06	2.09E+01	1.63E+04	1.93E+05	1.93E+05
20	0	#####	-8.75E+02	1.69E+05	-7.33E+04	-3.07E+02	5.94E+04	4.35E+03	8.54E+03	-1.66E+06	1.90E+01	1.46E+04	2.29E+05	2.29E+05
20	400	#####	-8.75E+02	-1.81E+05	-7.33E+04	-3.07E+02	-6.85E+04	4.35E+03	8.54E+03	1.75E+06	1.90E+01	1.51E+04	2.44E+05	2.44E+05
21	0	#####	-1.04E+03	2.03E+05	-6.65E+04	-3.66E+02	7.13E+04	4.26E+03	7.95E+03	-1.53E+06	1.72E+01	1.26E+04	1.95E+05	1.95E+05
21	400	#####	-1.04E+03	-2.13E+05	-6.65E+04	-3.66E+02	-7.51E+04	4.26E+03	7.95E+03	1.63E+06	1.72E+01	1.36E+04	2.74E+05	2.74E+05
22	0	#####	-1.18E+03	2.32E+05	-5.97E+04	-4.19E+02	8.21E+04	4.06E+03	7.22E+03	-1.38E+06	1.54E+01	1.38E+04	1.58E+05	1.58E+05
22	400	#####	-1.18E+03	-2.42E+05	-5.97E+04	-4.19E+02	-8.54E+04	4.06E+03	7.22E+03	1.51E+06	1.54E+01	1.38E+04	1.58E+05	1.58E+05
23	0	#####	-1.31E+03	2.59E+05	-5.29E+04	-4.66E+02	9.17E+04	3.80E+03	6.52E+03	-1.24E+06	1.36E+01	1.40E+04	1.40E+05	1.40E+05
23	400	#####	-1.31E+03	-2.67E+05	-5.29E+04	-4.66E+02	-9.46E+04	3.80E+03	6.52E+03	1.37E+06	1.36E+01	1.40E+04	1.40E+05	1.40E+05
24	0	#####	-1.43E+03	2.82E+05	-4.62E+04	-5.07E+02	1.09E+05	3.47E+03	5.80E+03	-1.09E+06	1.19E+01	1.23E+04	1.23E+05	1.23E+05
24	400	#####	-1.43E+03	-2.89E+05	-4.62E+04	-5.07E+02	-1.03E+05	3.47E+03	5.80E+03	1.23E+06	1.19E+01	1.23E+04	1.23E+05	1.23E+05
25	0	#####	-1.52E+03	3.02E+05	-3.96E+04	-5.42E+02	1.07E+05	3.10E+03	5.11E+03	-9.48E+05	1.01E+01	1.05E+04	1.05E+05	1.05E+05
25	400	#####	-1.52E+03	-3.07E+05	-3.96E+04	-5.42E+02	-1.10E+05	3.10E+03	5.11E+03	1.10E+06	1.01E+01	1.05E+04	1.05E+05	1.05E+05
26	0	#####	-1.60E+03	3.18E+05	-3.30E+04	-5.72E+02	1.14E+05	2.70E+03	4.26E+03	-7.72E+05	8.67E+01	6.78E+03	4.17E+05	4.17E+05
26	400	#####	-1.60E+03	-3.23E+05	-3.30E+04	-5.72E+02	-1.15E+05	2.70E+03	4.26E+03	7.72E+05	8.67E+01	6.78E+03	4.32E+05	4.32E+05
27	0	#####	-1.67E+03	3.32E+05	-2.64E+04	-5.99E+02	1.19E+05	2.24E+03	3.32E+03	-5.73E+05	6.77E+01	5.01E+03	3.01E+05	3.01E+05
27	400	#####	-1.67E+03	-3.37E+05	-2.64E+04	-5.99E+02	-1.21E+05	2.24E+03	3.32E+03	5.73E+05	6.77E+01	5.01E+03	3.01E+05	3.01E+05
28	0	#####	-1.71E+03	3.42E+05	-1.98E+04	-6.00E+02	1.22E+05	1.74E+03	2.37E+03	-3.85E+05	5.09E+01	7.93E+02	4.64E+05	4.64E+05

Member No	Section cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	SHEAR kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	MOMENT kg-cm	AXIAL kg	MOMENT kg-cm
59	0	-2.21E+04	1.80E+03	5.64E+05	-1.33E+04	6.65E+02	1.55E+05	-1.10E+03	3.69E+05	36475.9	8.67E+03	3.54E+04	4.99E+05	3.65E+04	4.99E+05
60	0	-1.15E+04	1.88E+03	-3.55E+05	-6.76E+03	7.07E+02	-1.23E+05	-5.04E+02	-4.49E+04	18745.24	5.23E+03	1.82E+04	4.78E+05	1.87E+04	4.78E+05
60	400	-1.15E+04	1.88E+03	3.98E+05	-6.76E+03	7.07E+02	1.60E+05	-5.04E+02	1.66E+05	18745.24	7.23E+03	1.82E+04	5.57E+05	1.87E+04	5.57E+05
61	0	-1.13E+05	9.04E+02	-1.25E+05	-6.13E+04	5.89E+02	-8.22E+04	-5.47E+04	6.86E+03	229.006	2.50E+04	1.74E+05	2.07E+05	2.29E+05	2.07E+05
61	400	-1.13E+05	9.04E+02	2.37E+05	-6.13E+04	5.89E+02	1.54E+05	-5.47E+04	4.52E+05	229.006	8.42E+03	1.74E+05	3.90E+05	2.29E+05	3.90E+05
62	0	-1.07E+05	1.65E+03	-3.29E+05	-5.77E+04	9.75E+02	-1.99E+05	-4.92E+04	-1.24E+06	213727	1.77E+04	1.65E+05	5.28E+05	2.14E+05	5.28E+05
62	400	-1.07E+05	1.65E+03	3.30E+05	-5.77E+04	9.75E+02	1.92E+05	-4.92E+04	9.37E+05	213727	1.46E+04	1.65E+05	5.21E+05	2.14E+05	5.21E+05
63	0	-1.00E+05	1.81E+03	-3.54E+05	-5.40E+04	1.01E+03	-1.99E+05	-4.29E+04	-1.01E+06	197119	1.56E+04	1.54E+05	5.53E+05	1.97E+05	5.53E+05
63	400	-1.00E+05	1.81E+03	3.70E+05	-5.40E+04	1.01E+03	2.05E+05	-4.29E+04	1.01E+06	197119	1.58E+04	1.54E+05	5.74E+05	1.97E+05	5.74E+05
64	0	-9.34E+04	2.01E+03	-3.97E+05	-5.01E+04	1.08E+03	-2.14E+05	-3.67E+04	-9.05E+05	180252	1.52E+04	1.44E+05	6.11E+05	1.80E+05	6.11E+05
64	400	-9.34E+04	2.01E+03	4.09E+05	-5.01E+04	1.08E+03	2.14E+05	-3.67E+04	9.78E+05	180252	1.60E+04	1.44E+05	6.27E+05	1.80E+05	6.27E+05
65	0	-8.64E+04	2.19E+03	-4.32E+05	-4.62E+04	1.14E+03	-2.26E+05	-3.08E+04	-8.34E+05	163381	1.49E+04	1.33E+05	6.58E+05	1.63E+05	6.58E+05
65	400	-8.64E+04	2.19E+03	4.43E+05	-4.62E+04	1.14E+03	2.30E+05	-3.08E+04	9.36E+05	163381	1.61E+04	1.33E+05	6.73E+05	1.63E+05	6.73E+05
66	0	-7.91E+04	2.34E+03	-4.63E+05	-4.22E+04	1.20E+03	-2.38E+05	-2.53E+04	-7.52E+05	146620	1.45E+04	1.21E+05	7.01E+05	1.47E+05	7.01E+05
66	400	-7.91E+04	2.34E+03	4.73E+05	-4.22E+04	1.20E+03	2.41E+05	-2.53E+04	8.81E+05	146620	1.60E+04	1.21E+05	7.14E+05	1.47E+05	7.14E+05
67	0	-7.16E+04	2.48E+03	-4.91E+05	-3.82E+04	1.24E+03	-2.47E+05	-2.03E+04	-6.62E+05	130869	1.40E+04	1.10E+05	7.39E+05	1.30E+05	7.39E+05
67	400	-7.16E+04	2.48E+03	4.99E+05	-3.82E+04	1.24E+03	2.51E+05	-2.03E+04	8.08E+05	130869	1.56E+04	1.10E+05	7.50E+05	1.30E+05	7.50E+05
68	0	-6.39E+04	2.59E+03	-5.15E+05	-3.40E+04	1.29E+03	-2.56E+05	-1.58E+04	-5.80E+05	113795	1.35E+04	9.80E+04	7.71E+05	1.14E+05	7.71E+05
68	400	-6.39E+04	2.59E+03	5.22E+05	-3.40E+04	1.29E+03	2.59E+05	-1.58E+04	6.62E+05	113795	1.51E+04	9.80E+04	7.81E+05	1.14E+05	7.81E+05
69	0	-5.61E+04	2.69E+03	-5.36E+05	-2.99E+04	1.33E+03	-2.64E+05	-1.18E+04	-5.00E+05	97833	1.30E+04	8.60E+04	8.00E+05	9.78E+04	8.00E+05
69	400	-5.61E+04	2.69E+03	5.42E+05	-2.99E+04	1.33E+03	2.66E+05	-1.18E+04	6.57E+05	97833	1.47E+04	8.60E+04	8.08E+05	9.78E+04	8.08E+05
70	0	-4.82E+04	2.78E+03	-5.54E+05	-2.57E+04	1.36E+03	-2.71E+05	-8.54E+03	-4.17E+05	82214.5	1.24E+04	7.39E+04	8.24E+05	8.22E+04	8.24E+05
70	400	-4.82E+04	2.78E+03	5.59E+05	-2.57E+04	1.36E+03	2.73E+05	-8.54E+03	5.80E+05	82214.5	1.42E+04	7.39E+04	8.31E+05	8.22E+04	8.31E+05
71	0	-4.02E+04	2.85E+03	-5.69E+05	-2.14E+04	1.39E+03	-2.76E+05	-5.41E+03	-3.16E+05	67001	1.16E+04	6.16E+04	8.45E+05	6.70E+04	8.45E+05
71	400	-4.02E+04	2.85E+03	5.73E+05	-2.14E+04	1.39E+03	2.78E+05	-5.41E+03	5.11E+05	67001	1.36E+04	6.16E+04	8.51E+05	6.70E+04	8.51E+05
72	0	-3.21E+04	2.91E+03	-5.81E+05	-1.71E+04	1.41E+03	-2.81E+05	-3.10E+03	-2.06E+05	52280.3	1.07E+04	4.92E+04	8.62E+05	5.23E+04	8.62E+05
72	400	-3.21E+04	2.91E+03	5.84E+05	-1.71E+04	1.41E+03	2.82E+05	-3.10E+03	4.14E+05	52280.3	1.28E+04	4.92E+04	8.66E+05	5.23E+04	8.66E+05
73	0	-2.39E+04	2.97E+03	-5.91E+05	-1.28E+04	1.43E+03	-2.84E+05	-1.43E+03	-1.03E+05	38112.5	9.78E+03	3.67E+04	8.76E+05	3.81E+04	8.76E+05
73	400	-2.39E+04	2.97E+03	5.95E+05	-1.28E+04	1.43E+03	2.86E+05	-1.43E+03	3.12E+05	38112.5	1.19E+04	3.67E+04	8.81E+05	3.81E+04	8.81E+05
74	0	-1.57E+04	2.94E+03	-5.96E+05	-8.44E+03	1.40E+03	-2.87E+05	-4.17E+02	-4.97E+03	24516.54	8.88E+03	2.41E+04	8.83E+05	2.45E+04	8.83E+05
74	400	-1.57E+04	2.94E+03	5.79E+05	-8.44E+03	1.40E+03	2.71E+05	-4.17E+02	2.09E+05	24516.54	1.06E+04	2.41E+04	8.50E+05	2.45E+04	8.50E+05

Member No	Section	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	SHEAR	MOMENT	AXIAL	MOMENT	AXIAL	MOMENT	AXIAL	MOMENT	AXIAL	MOMENT
	cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg	kg-cm	kg	kg-cm	kg	kg-cm	kg	kg-cm	kg	kg-cm
75	0	-7.31E+03	3.77E+03	-6.37E+05	-4.06E+03	1.97E+03	-3.16E+05	-2.39E+01	-1.69E+02	8.46E+04	1.13E+06	1.14E+04	9.73E+05	1.14E+04	9.73E+05
75	400	-7.31E+03	3.77E+03	8.52E+05	-4.06E+03	1.97E+03	4.72E+05	-2.39E+01	-1.69E+02	1.71E+04	1.13E+06	1.14E+04	1.33E+06	1.14E+04	1.33E+06



87	200	3.59E+02	2.20E+03	2.10E+05	1.27E+02	1.24E+03	1.20E+05	-1.16E+03	-5.50E+03	5.92E+05	-5.65E+03	1.14E+04	5.17E+03	5.09E+03	5.17E+03	1.14E+04	1.14E+04	ding
88	300	3.59E+02	1.27E+02	3.59E+05	1.27E+02	3.59E+01	1.63E+05	-1.16E+03	-5.50E+03	1.50E+03	-7.53E+03	5.97E+03	2.34E+02	2.90E+03	2.34E+02	5.97E+03	2.34E+02	ding
89	400	3.59E+02	-1.94E+03	2.44E+05	1.27E+02	-1.17E+03	1.64E+05	-1.14E+03	-5.50E+03	-5.99E+05	-1.11E+04	-3.44E+03	-4.70E+03	5.56E+03	-4.70E+03	5.56E+03	-4.70E+03	dash/ding
89	500	3.59E+02	-4.01E+03	-5.41E+04	1.27E+02	-2.37E+03	-5.02E+04	-1.16E+03	-5.50E+03	-1.19E+06	-1.40E+04	-1.42E+04	-9.44E+03	-1.61E+03	-9.44E+03	-1.42E+04	-1.42E+04	ding
89	600	3.59E+02	-4.04E+03	-5.59E+05	1.27E+02	-5.57E+03	-3.47E+05	-1.16E+03	-5.50E+03	-1.73E+06	-1.83E+04	-3.29E+04	-1.46E+04	-1.47E+04	-1.46E+04	-3.29E+04	-1.46E+04	ding
90	0	3.59E+02	6.09E+03	-5.59E+05	1.27E+02	3.57E+03	-3.47E+05	-7.59E+02	-5.50E+03	1.77E+06	3.47E+03	1.23E+04	1.46E+04	-1.47E+04	1.46E+04	1.23E+04	1.46E+04	ding
90	100	3.59E+02	4.01E+03	-5.41E+04	1.27E+02	2.37E+03	-5.02E+04	-7.59E+02	-5.50E+03	1.18E+06	-2.94E+02	1.86E+04	9.44E+03	-1.61E+03	9.44E+03	1.86E+04	1.86E+04	ding
90	200	3.59E+02	1.94E+03	2.44E+05	1.27E+02	1.17E+03	1.64E+05	-2.59E+02	-5.50E+03	5.89E+05	-4.00E+03	1.17E+04	4.70E+03	5.56E+03	4.70E+03	1.17E+04	1.17E+04	ding
90	300	3.59E+02	-1.27E+02	3.59E+05	1.27E+02	-3.54E+01	1.63E+05	-7.59E+02	-5.50E+03	-1.53E+05	-7.70E+03	5.83E+03	-2.34E+02	2.80E+03	-2.34E+02	2.80E+03	-2.34E+02	ding
90	400	3.59E+02	-2.20E+03	2.10E+05	1.27E+02	-1.23E+03	1.20E+05	-7.59E+02	-5.50E+03	-5.92E+05	-1.14E+04	-3.73E+03	-5.17E+03	5.99E+03	-5.17E+03	5.99E+03	-5.17E+03	ding
90	500	3.59E+02	-4.27E+03	-1.63E+05	1.27E+02	-2.43E+03	-6.34E+04	-7.59E+02	-5.50E+03	-1.88E+06	-1.51E+04	-1.70E+04	-1.01E+04	-2.55E+03	-1.01E+04	-1.51E+04	-1.01E+04	ding
90	600	3.59E+02	-4.34E+03	-6.55E+05	1.27E+02	-5.63E+03	-5.63E+05	-7.59E+02	-5.50E+03	-1.77E+06	-1.88E+04	-5.59E+04	-1.50E+04	-1.51E+04	-1.50E+04	-5.59E+04	-1.50E+04	ding
91	0	1.74E+02	3.46E+03	-3.21E+05	6.05E+01	3.29E+03	-2.57E+05	-2.83E+02	-5.00E+03	1.72E+04	2.90E+03	1.53E+04	1.31E+04	-8.06E+03	1.31E+04	1.53E+04	1.31E+04	ding
91	100	1.74E+02	3.27E+03	1.10E+05	6.05E+01	2.89E+03	1.10E+04	-2.83E+02	-5.00E+03	1.14E+06	-1.40E+03	1.57E+04	8.13E+03	1.74E+03	8.13E+03	1.74E+03	1.57E+04	ding
91	200	1.74E+02	1.24E+03	3.44E+05	6.05E+01	8.87E+02	1.61E+05	-2.83E+02	-5.00E+03	-5.41E+05	-5.18E+03	1.25E+04	3.19E+03	2.40E+03	3.19E+03	1.25E+04	1.25E+04	ding
91	300	1.74E+02	6.04E+02	3.51E+05	6.05E+01	5.13E+02	3.09E+05	-2.83E+02	-5.00E+03	-4.67E+04	-8.87E+03	5.00E+03	-1.74E+03	8.13E+03	-1.74E+03	8.13E+03	-1.74E+03	ding
91	400	1.74E+02	-2.44E+03	1.64E+05	6.05E+01	-1.51E+03	9.86E+04	-2.83E+02	-5.00E+03	-6.35E+05	-1.25E+04	-5.16E+03	-4.60E+03	3.97E+03	-4.60E+03	3.97E+03	-4.60E+03	ding
91	500	1.74E+02	-5.01E+03	-2.37E+05	6.05E+01	-2.71E+03	-1.15E+05	-2.83E+02	-5.00E+03	-1.12E+06	-1.62E+04	-1.93E+04	-1.16E+04	-3.24E+03	-1.16E+04	-1.93E+04	-1.16E+04	ding
91	600	1.74E+02	-7.08E+03	-6.41E+05	6.05E+01	-5.91E+03	-4.85E+05	-2.83E+02	-5.00E+03	-1.81E+06	-1.94E+04	-5.70E+04	-1.60E+04	-1.93E+04	-1.60E+04	-5.70E+04	-1.60E+04	ding
92	0	1.54E+02	7.29E+03	-9.64E+05	3.99E+01	3.99E+03	-4.60E+05	-4.60E+03	-5.50E+03	1.70E+06	5.73E+03	6.15E+03	1.70E+04	-2.60E+04	1.70E+04	6.15E+03	1.70E+04	ding
92	100	1.54E+02	5.23E+03	-2.80E+05	3.99E+01	2.79E+03	-1.29E+05	-2.60E+03	-5.50E+03	1.15E+06	2.43E+03	1.80E+04	1.21E+04	-4.11E+03	1.21E+04	2.43E+03	1.80E+04	ding
92	200	1.54E+02	3.15E+03	1.80E+05	3.99E+01	1.59E+03	9.03E+04	-2.60E+03	-5.50E+03	-5.94E+05	-1.68E+03	1.03E+04	2.12E+03	3.47E+03	2.12E+03	1.03E+04	1.03E+04	ding
92	300	1.54E+02	1.08E+03	3.54E+05	3.99E+01	3.99E+02	1.89E+05	-2.60E+03	-5.50E+03	4.31E+04	5.30E+03	6.85E+03	2.10E+03	8.13E+03	2.10E+03	6.85E+03	8.13E+03	ding
92	400	1.54E+02	-9.64E+02	3.53E+05	3.49E+01	-6.10E+02	1.69E+05	-2.60E+03	-5.50E+03	-5.44E+05	-6.00E+03	-5.53E+02	-2.70E+03	7.83E+03	-2.70E+03	7.83E+03	-2.70E+03	ding
92	500	1.54E+02	-3.04E+03	1.53E+05	3.49E+01	-2.01E+03	2.72E+04	-2.60E+03	-5.50E+03	-1.65E+06	-1.28E+04	-1.15E+04	-1.70E+03	2.60E+03	-1.70E+03	2.60E+03	-1.70E+03	ding
92	600	1.54E+02	-5.13E+03	-2.54E+05	3.49E+01	-3.21E+03	-3.24E+05	-2.60E+03	-5.50E+03	-1.60E+06	-1.83E+04	-6.11E+04	-1.26E+04	-1.26E+04	-1.26E+04	-1.83E+04	-1.26E+04	ding
93	0	3.10E+02	4.37E+03	-4.39E+05	1.14E+02	3.64E+03	-3.64E+05	-1.47E+03	-5.50E+03	1.68E+06	4.23E+03	1.00E+04	1.51E+04	-1.51E+04	1.51E+04	4.23E+04	1.51E+04	ding
93	100	3.10E+02	-3.40E+03	-1.64E+05	1.14E+02	2.44E+03	-6.43E+04	-1.47E+03	-5.50E+03	1.12E+06	6.93E+02	1.24E+04	1.03E+04	1.03E+04	1.03E+04	6.93E+02	1.24E+04	ding
93	200	3.10E+02	2.23E+03	2.40E+05	1.14E+02	1.24E+03	1.24E+05	-1.47E+03	-5.50E+03	-5.62E+05	-3.21E+03	1.10E+04	5.23E+03	5.23E+03	5.23E+03	1.10E+04	5.23E+03	ding
93	300	3.10E+02	1.59E+02	3.40E+05	1.14E+02	1.14E+01	1.84E+05	-4.47E+03	-5.50E+03	2.10E+05	-6.91E+03	5.94E+03	2.93E+02	2.80E+03	2.93E+02	2.80E+03	2.93E+02	ding
93	400	3.10E+02	-1.91E+03	2.2E+05	1.14E+02	-1.14E+03	1.20E+05	-5.47E+03	-5.50E+03	-5.57E+05	-1.64E+04	-2.83E+03	-4.44E+03	-4.44E+03	-4.44E+03	-1.64E+04	-2.83E+03	ding
93	500	3.10E+02	-3.98E+03	-4.24E+04	1.14E+02	-2.94E+03	-4.80E+04	-1.47E+03	-5.50E+03	-1.12E+06	-1.43E+04	-1.53E+04	-9.50E+03	-1.41E+03	-9.50E+03	-1.41E+03	-9.50E+03	ding
93	600	3.10E+02	-4.95E+03	-5.44E+05	1.14E+02	-3.94E+03	-3.64E+05	-1.47E+03	-5.50E+03	-1.68E+06	-1.60E+04	-1.54E+04	-1.45E+04	-1.45E+04	-1.45E+04	-1.60E+04	-1.54E+04	ding
94	0	3.10E+02	6.65E+03	-5.44E+05	1.14E+02	3.94E+03	-3.64E+05	-9.32E+02	-5.50E+03	1.68E+06	3.74E+03	1.13E+04	1.45E+04	-1.54E+04	1.45E+04	3.74E+03	1.13E+04	ding

94	100	3.18E+02	3.99E+03	-4.28E+04	1.14E+02	2.56E+03	-4.80E+04	9.32E+02	5.59E+03	1.12E+04	5.63E+01	1.32E+04	9.58E+03	-1.41E+03	9.58E+03	1.32E+04	singl
94	200	3.18E+02	1.91E+03	2.52E+05	1.14E+02	1.16E+03	1.28E+05	-9.22E+02	5.59E+03	5.57E+05	-3.65E+05	1.14E+04	4.44E+03	5.70E+03	4.44E+03	1.14E+04	singl
94	300	3.18E+02	1.53E+02	3.40E+05	1.14E+02	-1.41E+03	1.89E+05	-9.32E+02	5.59E+03	-1.89E+05	-7.55E+05	5.99E+03	-2.93E+02	7.00E+03	7.00E+03	7.00E+03	singl
94	400	3.18E+02	-2.23E+03	2.20E+05	1.14E+02	-1.24E+03	1.39E+05	-9.32E+02	5.59E+03	-5.61E+05	-1.11E+04	-3.32E+03	-5.23E+03	5.12E+03	-5.23E+03	5.12E+03	singl
94	500	3.18E+02	-4.30E+03	-1.00E+05	1.14E+02	-2.44E+03	-6.45E+04	-9.32E+02	5.59E+03	-1.13E+04	-1.40E+04	-1.42E+04	-1.42E+04	-1.42E+04	-1.42E+04	-1.42E+04	singl
94	600	3.18E+02	-6.37E+03	6.30E+05	1.14E+02	-3.64E+03	-3.69E+05	-9.32E+02	5.59E+03	-1.60E+06	-1.05E+04	-3.28E+04	-4.51E+04	-1.52E+04	-1.52E+04	-1.52E+04	singl
95	0	1.54E+02	5.13E+03	-2.54E+05	5.49E+01	3.21E+03	-2.34E+05	-3.42E+02	-5.40E+03	1.60E+06	2.49E+03	1.47E+04	1.26E+04	7.56E+03	1.26E+04	1.47E+04	singl
95	100	1.54E+02	3.00E+03	1.53E+05	5.49E+01	2.81E+03	2.72E+04	-3.42E+02	-5.40E+03	1.65E+06	-1.21E+05	1.54E+04	7.70E+03	2.40E+03	7.70E+03	1.54E+04	singl
95	200	1.54E+02	9.04E+02	3.55E+05	5.49E+01	8.10E+02	1.40E+05	-3.42E+02	-5.40E+03	5.04E+05	-4.93E+03	1.25E+04	2.76E+03	7.83E+03	2.76E+03	1.25E+04	singl
95	300	1.54E+02	-1.00E+03	5.50E+05	5.49E+01	-3.90E+02	1.89E+05	-3.42E+02	-5.40E+03	-4.43E+04	-6.42E+03	5.53E+03	-2.18E+03	8.12E+03	-2.18E+03	5.53E+03	singl
95	400	1.54E+02	-3.15E+03	1.30E+05	5.49E+01	-1.59E+03	-4.85E+05	-3.42E+02	-5.40E+03	-5.92E+05	-1.23E+04	-4.94E+03	-7.12E+03	-3.47E+03	-7.12E+03	-3.47E+03	singl
95	500	1.54E+02	-5.22E+03	-2.80E+05	5.49E+01	-2.79E+03	-1.29E+05	-3.42E+02	-5.40E+03	-1.14E+06	-1.64E+04	-1.91E+04	-1.21E+04	-4.11E+03	-1.21E+04	-1.91E+04	singl
95	600	1.54E+02	-7.29E+03	9.44E+05	5.49E+01	-5.99E+03	-4.85E+05	-3.42E+02	-5.40E+03	-3.40E+06	-1.97E+04	-3.70E+04	-1.70E+04	-2.86E+04	-1.70E+04	-3.70E+04	singl
96	0	1.54E+02	1.40E+03	-9.44E+05	4.87E+01	4.64E+03	-4.80E+05	-2.50E+02	-5.01E+03	1.54E+06	6.64E+03	3.34E+03	1.74E+04	2.16E+04	1.74E+04	2.16E+04	singl
96	100	1.54E+02	5.41E+03	-3.19E+05	4.07E+01	2.86E+03	-1.43E+05	-2.50E+02	-5.01E+03	1.84E+06	2.94E+03	8.13E+03	1.24E+04	-4.89E+03	1.24E+04	8.13E+03	singl
96	200	1.54E+02	3.54E+03	1.19E+05	4.07E+01	1.46E+03	8.33E+04	-2.50E+02	-5.01E+03	5.42E+05	-7.62E+02	9.22E+03	7.50E+03	3.08E+03	7.50E+03	9.22E+03	singl
96	300	1.54E+02	1.27E+03	5.54E+05	4.07E+01	-5.99E+02	1.89E+05	-2.50E+02	-5.01E+03	-4.10E+04	-4.47E+03	6.61E+03	2.56E+03	8.12E+03	2.56E+03	6.61E+03	singl
96	400	1.54E+02	-3.55E+02	3.74E+05	4.07E+01	-7.41E+02	1.75E+05	-2.50E+02	-5.01E+03	-4.60E+05	-8.17E+03	-4.47E+03	-2.37E+03	8.21E+03	-2.37E+03	-4.47E+03	singl
96	500	1.54E+02	-2.87E+03	1.91E+05	4.07E+01	-1.94E+03	-4.99E+04	-2.50E+02	-5.01E+03	-9.41E+05	-1.70E+04	-9.73E+03	-7.31E+03	-3.37E+03	-7.31E+03	-3.37E+03	singl
96	600	1.54E+02	-4.74E+03	-1.99E+05	4.07E+01	-3.14E+03	-2.13E+05	-2.50E+02	-5.01E+03	-1.46E+06	-1.56E+04	-2.30E+04	-1.22E+04	-4.41E+03	-1.22E+04	-1.56E+04	singl
97	0	2.81E+02	6.40E+03	-6.44E+05	1.02E+02	3.65E+03	-3.70E+05	-1.70E+03	-5.20E+03	1.56E+06	4.74E+03	8.45E+03	1.53E+04	-1.53E+04	1.53E+04	1.53E+04	singl
97	100	2.81E+02	4.33E+03	1.00E+05	1.02E+02	2.49E+03	-5.50E+04	-1.70E+03	-5.20E+03	1.64E+06	1.03E+04	1.13E+04	1.82E+04	-2.62E+03	1.82E+04	1.13E+04	singl
97	200	2.81E+02	2.34E+03	2.23E+05	1.02E+02	1.28E+03	1.79E+05	-1.70E+03	-5.20E+03	5.23E+05	-2.47E+03	1.05E+04	3.29E+03	5.10E+03	5.23E+03	1.05E+04	singl
97	300	2.81E+02	1.91E+02	3.44E+05	1.02E+02	4.92E+01	1.84E+05	-1.70E+03	-5.20E+03	2.69E+05	-4.33E+03	4.00E+03	3.52E+02	7.94E+03	3.52E+02	2.69E+05	singl
97	400	2.81E+02	-1.80E+03	2.40E+05	1.02E+02	-1.15E+03	1.29E+05	-1.70E+03	-5.20E+03	-5.18E+05	-4.81E+04	-2.22E+03	-4.69E+03	5.84E+03	-4.69E+03	-5.18E+05	singl
97	500	2.81E+02	-3.95E+03	-3.13E+04	1.02E+02	-2.59E+03	-4.59E+04	-1.70E+03	-5.20E+03	-1.64E+06	-3.30E+04	-1.41E+04	-6.52E+03	-1.23E+03	-6.52E+03	-1.41E+04	singl
97	600	2.81E+02	-6.22E+03	5.90E+05	1.02E+02	-3.55E+03	-5.41E+05	-1.70E+03	-5.20E+03	-1.66E+06	-1.35E+04	-2.80E+04	-1.45E+04	-1.33E+04	-1.45E+04	-1.33E+04	singl
98	0	2.81E+02	6.22E+03	-5.90E+05	1.02E+02	3.55E+03	-3.41E+05	-1.11E+03	-5.20E+03	1.56E+06	6.21E+03	9.94E+03	1.45E+04	1.45E+04	1.45E+04	1.45E+04	singl
98	100	2.81E+02	3.95E+03	-3.13E+04	1.02E+02	2.59E+03	-4.59E+04	-1.11E+03	-5.20E+03	1.04E+06	5.09E+02	1.23E+04	8.52E+03	-1.23E+03	8.52E+03	1.23E+04	singl
98	200	2.81E+02	1.80E+03	2.40E+05	1.02E+02	1.15E+03	1.29E+05	-1.11E+03	-5.20E+03	5.10E+05	-3.19E+03	1.10E+04	4.59E+03	5.84E+03	4.59E+03	1.10E+04	singl
98	300	2.81E+02	-1.91E+02	3.44E+05	1.02E+02	-4.92E+01	1.84E+05	-1.11E+03	-5.20E+03	-2.52E+05	-4.90E+03	5.84E+03	-5.52E+02	1.94E+03	-5.52E+02	1.94E+03	singl
98	400	2.81E+02	-2.24E+03	2.22E+05	1.02E+02	-1.25E+03	1.79E+05	-1.11E+03	-5.20E+03	-5.23E+05	-1.40E+04	-2.81E+03	-5.29E+03	1.94E+03	-5.29E+03	1.94E+03	singl
98	500	2.81E+02	-4.33E+03	-1.80E+05	1.02E+02	-2.44E+03	-6.44E+04	-1.11E+03	-5.20E+03	-1.04E+06	-1.45E+04	-1.53E+04	-1.82E+04	-1.82E+04	-1.53E+04	-1.82E+04	singl
98	600	2.81E+02	-4.48E+03	4.44E+05	1.02E+02	-3.65E+03	-3.70E+05	-1.11E+03	-5.20E+03	-1.56E+06	-1.80E+04	-3.14E+04	-1.52E+04	-1.53E+04	-1.52E+04	-1.80E+04	singl

99	0	1.35E+02	4.94E+03	-1.99E+05	4.87E+01	3.14E+03	-4.66E+02	-5.81E+03	1.46E+04	2.80E+03	1.38E+04	1.22E+04	-4.41E+03	7.31E+03	1.22E+04	1.38E+04	stng
99	100	1.35E+02	2.87E+03	1.01E+05	4.87E+01	1.94E+03	-4.06E+02	-5.81E+03	9.60E+05	-9.81E+02	1.48E+04	7.31E+03	3.07E+03	7.31E+03	1.48E+04	1.48E+04	stng
member(n)	section (cm)	Area(sq)	shear(sq)	Moment(Q-cm)	Axis(sq)	shear(sq)	Moment(Q-cm)	shear(sq)	Moment(Q-cm)	shear(sq)	Moment(Q-cm)	shear(sq)	Moment(Q-cm)	shear(sq)	Moment(Q-cm)	Moment(Q-cm)	dim/diag
99	200	1.35E+02	7.95E+02	3.74E+05	4.87E+01	7.41E+02	-4.66E+02	-6.01E+03	4.66E+05	-4.66E+03	1.38E+04	2.37E+03	8.21E+03	2.37E+03	1.38E+04	1.38E+04	stng
99	300	1.35E+02	-1.27E+03	3.98E+05	4.87E+01	-4.59E+02	-4.66E+02	-6.01E+03	-4.12E+04	8.11E+03	3.56E+03	-2.56E+03	8.12E+03	-2.56E+03	3.56E+03	8.12E+03	stng
99	400	1.35E+02	-3.34E+03	1.19E+05	4.87E+01	-1.64E+03	-4.06E+02	-6.01E+03	-5.42E+05	-1.20E+04	-4.60E+03	-7.60E+03	3.00E+03	-7.60E+03	4.00E+03	4.00E+03	stng
99	500	1.35E+02	-6.41E+03	-3.19E+05	4.87E+01	-2.86E+03	-4.66E+02	-6.01E+03	-1.94E+06	-1.57E+04	-1.85E+04	-1.24E+04	-4.09E+03	-1.24E+04	-1.85E+04	-1.85E+04	stng
99	600	1.35E+02	-7.48E+03	-6.64E+05	4.87E+01	-4.66E+03	-4.66E+02	-6.01E+03	-5.46E+06	-1.94E+04	-3.60E+04	-1.74E+04	-2.18E+04	-1.74E+04	-3.60E+04	-3.60E+04	stng
100	0	1.17E+02	7.85E+03	-1.81E+06	4.31E+01	4.12E+03	-2.88E+03	-4.58E+03	1.39E+06	7.55E+03	3.94E+02	1.77E+04	-2.20E+04	1.77E+04	2.20E+04	2.20E+04	stng
100	100	1.17E+02	5.89E+03	-3.53E+05	4.31E+01	2.92E+03	-2.40E+03	-4.58E+03	9.38E+05	3.04E+03	6.29E+03	1.38E+04	-7.37E+03	1.38E+04	7.37E+03	7.37E+03	stng
100	200	1.17E+02	3.51E+03	1.82E+05	4.31E+01	1.72E+03	-2.40E+03	-4.58E+03	4.88E+05	1.30E+02	8.28E+03	7.84E+03	2.74E+03	7.84E+03	8.28E+03	8.28E+03	stng
100	300	1.17E+02	1.44E+03	3.58E+05	4.31E+01	5.20E+02	-1.89E+03	-4.58E+03	3.78E+06	-3.57E+03	4.56E+03	2.90E+03	8.11E+03	2.90E+03	8.11E+03	8.11E+03	stng
100	400	1.17E+02	-4.28E+02	3.99E+05	4.31E+01	-4.88E+02	-2.48E+03	-4.58E+03	-4.13E+05	-7.27E+03	-1.15E+04	-2.64E+03	-6.56E+03	-2.64E+03	-6.56E+03	-6.56E+03	stng
100	500	1.17E+02	-2.78E+03	2.24E+05	4.31E+01	-1.88E+03	-2.48E+03	-4.58E+03	-6.43E+05	-4.18E+04	-7.97E+03	-4.97E+03	-4.64E+03	-4.97E+03	-4.64E+03	-4.97E+03	stng
100	600	1.17E+02	-4.77E+03	-1.69E+05	4.31E+01	-3.88E+03	-2.48E+03	-4.58E+03	-1.31E+06	-1.67E+04	-2.66E+04	-1.19E+04	-5.41E+03	-1.19E+04	-2.66E+04	-2.66E+04	stng
101	0	2.46E+02	6.33E+03	-4.58E+05	9.00E+01	3.66E+03	-4.78E+03	-4.77E+03	4.08E+05	-2.87E+03	9.99E+03	5.35E+03	5.15E+03	5.35E+03	9.99E+03	9.99E+03	stng
101	100	2.46E+02	4.56E+03	-1.18E+05	9.00E+01	2.46E+03	-4.64E+04	-4.78E+03	3.08E+05	-5.77E+03	6.09E+03	4.88E+02	8.02E+03	4.88E+02	8.02E+03	8.02E+03	stng
101	200	2.46E+02	2.29E+03	2.23E+05	9.00E+01	1.24E+03	-1.78E+03	-4.78E+03	9.50E+05	-9.80E+03	-1.57E+03	-4.53E+03	5.94E+03	-4.53E+03	5.94E+03	5.94E+03	stng
101	300	2.46E+02	2.83E+03	2.47E+05	9.00E+01	-1.14E+03	-4.38E+04	-4.78E+03	-4.74E+05	-9.40E+05	-7.46E+05	-1.29E+04	-1.04E+03	-7.46E+05	-1.29E+04	-1.29E+04	stng
101	400	2.46E+02	-3.92E+03	-2.88E+04	9.00E+01	-2.34E+03	-4.38E+04	-4.78E+03	9.50E+05	-1.53E+04	-1.69E+04	-1.44E+04	-1.04E+03	-1.69E+04	-1.44E+04	-1.44E+04	stng
101	500	2.46E+02	-5.99E+03	-5.14E+05	9.00E+01	-3.54E+03	-4.38E+04	-4.78E+03	-1.83E+06	-1.69E+04	-2.79E+04	-1.44E+04	-1.04E+03	-2.79E+04	-1.44E+04	-1.44E+04	stng
101	600	2.46E+02	-9.99E+03	-6.14E+05	9.00E+01	-5.64E+03	-4.38E+04	-4.78E+03	-3.30E+06	-1.69E+04	-4.73E+04	-1.44E+04	-1.04E+03	-4.73E+04	-1.44E+04	-1.44E+04	stng
102	0	2.46E+02	3.92E+03	2.88E+04	9.00E+01	2.34E+03	-4.38E+04	-4.78E+03	9.50E+05	-1.53E+04	-1.69E+04	-1.44E+04	-1.04E+03	-1.69E+04	-1.44E+04	-1.44E+04	stng
102	100	2.46E+02	5.99E+03	-6.14E+05	9.00E+01	-5.64E+03	-4.38E+04	-4.78E+03	-3.30E+06	-1.69E+04	-4.73E+04	-1.44E+04	-1.04E+03	-4.73E+04	-1.44E+04	-1.44E+04	stng
102	200	2.46E+02	1.83E+03	2.47E+05	9.00E+01	1.14E+03	-1.78E+03	-4.78E+03	9.50E+05	-9.80E+03	-1.57E+03	-4.53E+03	5.94E+03	-4.53E+03	5.94E+03	5.94E+03	stng
102	300	2.46E+02	2.23E+02	3.49E+05	9.00E+01	-5.64E+03	-4.38E+04	-4.78E+03	-1.83E+06	-1.69E+04	-2.79E+04	-1.44E+04	-1.04E+03	-2.79E+04	-1.44E+04	-1.44E+04	stng
102	400	2.46E+02	-2.29E+03	-2.88E+04	9.00E+01	-2.34E+03	-4.38E+04	-4.78E+03	9.50E+05	-1.53E+04	-1.69E+04	-1.44E+04	-1.04E+03	-1.69E+04	-1.44E+04	-1.44E+04	stng
102	500	2.46E+02	-4.99E+03	-5.14E+05	9.00E+01	-5.64E+03	-4.38E+04	-4.78E+03	-3.30E+06	-1.69E+04	-4.73E+04	-1.44E+04	-1.04E+03	-4.73E+04	-1.44E+04	-1.44E+04	stng
102	600	2.46E+02	-9.99E+03	-6.14E+05	9.00E+01	-9.99E+03	-4.38E+04	-4.78E+03	-6.64E+06	-1.69E+04	-1.44E+04	-1.44E+04	-1.04E+03	-6.64E+06	-1.44E+04	-1.44E+04	stng
103	0	1.17E+02	4.77E+03	-6.36E+05	9.00E+01	3.08E+03	-4.97E+02	-4.38E+03	1.31E+06	7.55E+03	1.31E+06	1.19E+04	-1.53E+04	1.19E+04	1.31E+06	1.31E+06	stng
103	100	1.17E+02	2.78E+03	-1.69E+05	9.00E+01	1.88E+03	-4.97E+02	-4.38E+03	8.32E+05	5.49E+02	1.46E+04	6.97E+03	4.04E+03	6.97E+03	1.46E+04	1.46E+04	stng
103	200	1.17E+02	6.28E+02	3.99E+05	9.00E+01	6.38E+02	-4.97E+02	-4.38E+03	4.12E+05	-4.21E+03	1.17E+04	2.04E+03	8.54E+03	2.04E+03	1.17E+04	1.17E+04	stng
103	300	1.17E+02	-1.44E+03	3.54E+05	9.00E+01	-5.28E+02	-4.97E+02	-4.38E+03	-3.77E+06	7.92E+03	5.68E+03	-2.98E+03	8.11E+03	-2.98E+03	5.68E+03	5.68E+03	stng
103	400	1.17E+02	-5.51E+03	-1.02E+05	9.00E+01	-1.72E+03	-4.97E+02	-4.38E+03	-4.88E+05	-1.65E+04	-4.17E+03	-7.84E+03	-7.84E+03	-4.17E+03	-7.84E+03	-7.84E+03	stng
103	500	1.17E+02	-5.88E+03	-3.33E+05	9.00E+01	-2.52E+03	-4.97E+02	-4.38E+03	-9.38E+05	-1.53E+04	-1.74E+04	-1.28E+04	-7.57E+03	-1.53E+04	-1.74E+04	-1.74E+04	stng

103	600	1.01E+02	2.64E+03	-1.01E+06	4.31E+01	-6.12E+03	-5.87E+05	-3.97E+02	-4.50E+03	-1.20E+06	-1.30E+04	-3.40E+04	-1.77E+04	-2.20E+04	-1.77E+04	3.40E+04	sing
104	0	1.01E+02	7.00E+03	-1.06E+06	3.76E+01	4.17E+03	-5.22E+05	-2.40E+03	-3.99E+03	1.22E+06	8.41E+03	-2.06E+03	1.80E+04	-2.37E+04	1.80E+04	2.37E+04	sing
104	100	1.01E+02	5.73E+03	-8.82E+05	3.76E+01	2.97E+03	-1.66E+05	-2.40E+03	-3.99E+03	8.33E+05	4.71E+03	4.50E+03	1.31E+04	-8.16E+03	1.31E+04	8.16E+03	double
104	200	1.01E+02	3.66E+03	8.71E+04	3.76E+01	1.77E+03	7.10E+04	-2.40E+03	-3.99E+03	4.34E+05	1.00E+03	7.36E+03	8.13E+03	2.44E+03	8.13E+03	7.36E+03	sing
104	300	1.01E+02	1.59E+03	3.69E+05	3.76E+01	5.73E+02	1.09E+05	-2.40E+03	-3.99E+03	3.42E+04	-2.70E+03	6.51E+03	3.20E+03	8.10E+03	3.20E+03	8.10E+03	sing
104	400	1.01E+02	-6.84E+02	6.04E+05	3.76E+01	-6.27E+02	1.06E+05	-2.40E+03	-3.99E+03	-3.63E+05	-6.40E+03	1.97E+03	-1.74E+03	8.83E+03	-1.74E+03	8.83E+03	sing
104	500	1.01E+02	-2.55E+03	2.52E+05	3.76E+01	-1.83E+03	6.30E+04	-2.40E+03	-3.99E+03	-7.63E+05	-1.01E+04	-6.20E+03	-6.80E+03	4.42E+03	-6.80E+03	4.42E+03	sing
104	600	1.01E+02	-6.62E+03	-1.06E+05	3.76E+01	-3.86E+03	-1.79E+05	-2.40E+03	-3.99E+03	-1.14E+06	-1.30E+04	-1.92E+04	-1.16E+04	-4.53E+03	-1.16E+04	1.62E+04	sing
105	0	2.14E+02	6.46E+03	-6.53E+05	7.07E+01	3.64E+03	-3.74E+05	-1.70E+03	-4.32E+03	1.30E+06	5.95E+03	4.92E+03	1.53E+04	-1.55E+04	1.53E+04	1.55E+04	sing
105	100	2.14E+02	4.59E+03	-1.12E+05	7.07E+01	2.46E+03	-4.73E+04	-1.70E+03	-4.32E+03	8.67E+05	2.25E+03	9.02E+03	1.83E+04	-2.71E+03	1.83E+04	9.02E+03	sing
105	200	2.14E+02	2.32E+03	3.24E+05	7.07E+01	1.24E+03	1.19E+05	-1.70E+03	-4.32E+03	4.33E+05	-1.46E+03	9.41E+03	5.40E+03	5.15E+03	5.40E+03	9.41E+03	sing
105	300	2.14E+02	2.52E+02	3.52E+05	7.07E+01	6.34E+01	1.05E+05	-1.70E+03	-4.32E+03	3.36E+05	-5.16E+03	6.11E+03	4.61E+02	8.80E+03	4.61E+02	8.80E+03	sing
105	400	2.14E+02	-1.02E+03	2.74E+05	7.07E+01	-1.14E+03	1.32E+05	-1.70E+03	-4.32E+03	-6.20E+05	-8.84E+03	-9.04E+02	-4.40E+03	6.80E+03	-4.40E+03	6.80E+03	sing
105	500	2.14E+02	-3.89E+03	-1.13E+04	7.07E+01	-2.34E+03	-4.19E+04	-1.70E+03	-4.32E+03	-8.40E+05	-1.24E+04	-1.16E+04	-9.42E+03	-8.70E+02	-9.42E+03	1.16E+04	sing
105	600	2.14E+02	-5.94E+03	-5.64E+05	7.07E+01	-3.54E+03	-3.36E+05	-1.70E+03	-4.32E+03	-1.29E+06	-1.66E+04	-2.40E+04	-1.44E+04	-1.20E+04	-1.44E+04	2.40E+04	sing
106	0	2.14E+02	5.94E+03	-5.64E+05	7.07E+01	3.54E+03	-3.36E+05	-1.70E+03	-4.32E+03	1.29E+06	5.24E+03	6.91E+03	1.44E+04	-1.20E+04	1.44E+04	1.20E+04	sing
106	100	2.14E+02	3.09E+03	-1.13E+04	7.07E+01	2.34E+03	-4.19E+04	-1.70E+03	-4.32E+03	8.40E+05	1.54E+04	1.03E+04	9.42E+03	-8.70E+02	9.42E+03	1.03E+04	sing
106	200	2.14E+02	1.82E+03	2.74E+05	7.07E+01	1.14E+03	1.32E+05	-1.70E+03	-4.32E+03	4.20E+05	-2.15E+03	1.00E+04	4.80E+03	6.80E+03	4.80E+03	6.80E+03	sing
106	300	2.14E+02	-2.52E+02	3.52E+05	7.07E+01	-4.40E+01	1.05E+05	-1.70E+03	-4.32E+03	-3.40E+05	-5.84E+03	6.02E+03	-6.61E+02	8.80E+03	-6.61E+02	8.80E+03	sing
106	400	2.14E+02	-2.32E+03	2.24E+05	7.07E+01	-1.24E+03	1.19E+05	-1.70E+03	-4.32E+03	-6.35E+05	-9.55E+03	-1.60E+03	-5.40E+03	5.15E+03	-5.40E+03	5.15E+03	sing
106	500	2.14E+02	-4.09E+03	-1.12E+05	7.07E+01	-2.46E+03	-4.73E+04	-1.70E+03	-4.32E+03	-8.67E+05	-1.53E+04	-1.31E+04	-1.03E+04	-2.71E+03	-1.03E+04	1.53E+04	sing
106	600	2.14E+02	-6.46E+03	-6.55E+05	7.07E+01	-3.66E+03	-3.74E+05	-1.70E+03	-4.32E+03	-1.30E+06	-1.66E+04	-2.40E+04	-1.44E+04	-1.20E+04	-1.44E+04	2.40E+04	sing
107	0	1.01E+02	4.42E+03	-1.06E+05	3.76E+01	1.24E+03	1.19E+05	-3.80E+02	-3.99E+03	1.16E+06	3.62E+03	1.14E+04	1.16E+04	-8.50E+03	1.16E+04	1.16E+04	sing
107	100	1.01E+02	2.53E+03	-2.52E+05	3.76E+01	1.83E+03	6.30E+04	-3.80E+02	-3.99E+03	7.64E+05	-8.02E+03	1.32E+04	6.60E+03	4.65E+03	4.65E+03	6.60E+03	sing
107	200	1.01E+02	4.84E+02	4.04E+05	3.76E+01	6.27E+02	1.06E+05	-3.80E+02	-3.99E+03	3.65E+05	-3.70E+03	1.03E+04	1.74E+03	8.63E+03	1.74E+03	8.63E+03	sing
107	300	1.01E+02	-1.59E+03	3.69E+05	3.76E+01	-5.73E+02	1.09E+05	-3.80E+02	-3.99E+03	-3.42E+04	-7.40E+03	5.64E+03	-3.20E+03	8.10E+03	-3.20E+03	8.10E+03	sing
107	400	1.01E+02	-3.04E+03	8.71E+04	3.76E+01	-4.77E+03	7.10E+04	-3.80E+02	-3.99E+03	-4.30E+05	-1.12E+04	-3.70E+03	-8.13E+03	2.44E+03	-8.13E+03	2.44E+03	sing
107	500	1.01E+02	-3.73E+03	-3.92E+05	3.76E+01	-2.97E+03	-1.66E+05	-3.80E+02	-3.99E+03	-8.33E+05	-1.09E+04	-1.67E+04	-1.31E+04	-8.16E+03	-1.31E+04	8.16E+03	sing
107	600	1.01E+02	-7.80E+03	-1.04E+06	3.76E+01	-4.71E+03	-3.24E+05	-3.80E+02	-3.99E+03	-1.22E+06	-1.42E+04	-3.65E+04	-1.80E+04	-2.37E+04	-1.80E+04	2.37E+04	sing
108	0	8.64E+01	7.92E+03	-1.10E+06	4.22E+01	4.22E+03	-5.75E+05	-2.40E+03	-3.40E+03	1.88E+06	7.24E+03	-6.44E+03	1.83E+04	-2.43E+04	1.83E+04	2.43E+04	sing
108	100	8.64E+01	5.65E+03	-4.97E+05	4.22E+01	3.02E+03	-1.75E+05	-2.40E+03	-3.40E+03	7.27E+05	5.55E+03	2.74E+03	1.53E+04	-8.67E+03	1.53E+04	8.67E+03	sing
108	200	8.64E+01	3.78E+03	7.44E+04	4.22E+01	1.83E+03	6.71E+04	-2.40E+03	-3.40E+03	3.97E+05	1.85E+03	6.44E+03	8.30E+03	2.10E+03	8.30E+03	6.44E+03	sing
108	300	8.64E+01	1.71E+03	3.69E+05	4.22E+01	6.20E+02	1.09E+05	-2.40E+03	-3.40E+03	3.44E+04	-1.85E+03	6.44E+03	3.45E+03	8.10E+03	-3.45E+03	8.10E+03	sing
108	400	8.64E+01	-3.44E+02	4.16E+05	4.22E+01	-3.00E+02	1.06E+05	-2.40E+03	-3.40E+03	-3.18E+05	-5.64E+03	2.74E+03	-1.49E+03	9.08E+03	-1.49E+03	9.08E+03	sing

108	500	8.64E+01	-2.43E+03	2.77E+05	-1.78E+03	7.50E+04	-2.48E+03	-3.40E+03	-4.66E+05	-9.26E+03	-4.65E+03	-6.43E+03	5.12E+03	-4.43E+03	5.12E+03	ding
108	600	8.64E+01	-4.50E+03	-6.55E+04	-2.48E+03	-1.65E+05	-2.48E+03	-3.40E+03	-1.81E+06	-1.30E+04	-1.58E+04	-1.14E+04	-3.70E+03	-1.14E+04	1.58E+04	ding
109	0	1.63E+02	6.40E+03	-4.60E+05	6.78E+01	3.07E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	1.14E+04	6.58E+03	3.09E+03	1.53E+04	-1.54E+04	1.53E+04	1.54E+04	ding
109	100	1.63E+02	4.42E+03	-1.14E+05	6.78E+01	2.47E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	7.75E+05	2.87E+03	7.81E+03	1.84E+04	-2.70E+03	1.84E+04	7.81E+03	ding
109	200	1.63E+02	2.33E+03	2.24E+05	6.78E+01	1.27E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	3.89E+05	-8.31E+02	8.83E+03	5.65E+03	5.16E+03	5.65E+03	8.83E+03	ding
109	300	1.63E+02	2.79E+02	3.55E+05	6.78E+01	6.97E+01	-1.78E+03	-3.40E+03	3.79E+03	-4.55E+03	6.15E+03	3.89E+02	8.14E+03	3.89E+02	8.14E+03	ding
109	400	1.63E+02	-1.79E+03	2.80E+05	6.78E+01	-1.13E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	-3.82E+03	-8.24E+03	-2.04E+02	-6.43E+03	7.23E+02	-6.43E+03	7.23E+02	ding
109	500	1.63E+02	-3.80E+03	-2.81E+05	6.78E+01	-2.50E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	-7.67E+05	-1.19E+04	-1.83E+04	-9.37E+03	-1.23E+04	-9.37E+03	-1.23E+04	ding
109	600	1.63E+02	-5.93E+03	-4.92E+05	6.78E+01	-5.53E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	-1.18E+06	-1.54E+04	-2.41E+04	-1.43E+04	-1.23E+04	-1.43E+04	-1.23E+04	ding
110	0	1.63E+02	5.93E+03	-4.92E+05	6.78E+01	5.53E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	1.15E+06	5.01E+03	5.88E+03	1.43E+04	-1.23E+04	1.43E+04	1.54E+04	ding
110	100	1.63E+02	3.84E+03	-2.81E+05	6.78E+01	2.50E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	7.67E+05	2.11E+03	9.24E+03	9.37E+03	-1.23E+04	9.37E+03	9.24E+03	ding
110	200	1.63E+02	1.79E+03	2.80E+05	6.78E+01	1.13E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	-3.82E+03	-8.24E+03	-2.04E+02	-6.43E+03	7.23E+02	-6.43E+03	7.23E+02	ding
110	300	1.63E+02	-1.79E+03	2.80E+05	6.78E+01	-1.13E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	-7.67E+05	-1.19E+04	-1.83E+04	-9.37E+03	-1.23E+04	-9.37E+03	-1.23E+04	ding
110	400	1.63E+02	-3.80E+03	-2.81E+05	6.78E+01	-2.50E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	-1.18E+06	-1.54E+04	-2.41E+04	-1.43E+04	-1.23E+04	-1.43E+04	-1.23E+04	ding
110	500	1.63E+02	-5.93E+03	-4.92E+05	6.78E+01	-5.53E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	-1.18E+06	-1.54E+04	-2.41E+04	-1.43E+04	-1.23E+04	-1.43E+04	-1.23E+04	ding
110	600	1.63E+02	-4.42E+03	-1.14E+05	6.78E+01	-2.47E+03	-1.78E+03	-3.40E+03	-7.75E+05	-1.27E+04	-1.85E+04	-1.84E+04	-2.70E+03	-1.84E+04	-2.70E+03	ding
111	0	8.64E+01	4.50E+03	-6.55E+04	3.22E+01	2.98E+03	-3.70E+02	-3.40E+03	1.01E+06	4.99E+03	1.01E+04	1.14E+04	3.70E+03	1.14E+04	1.01E+04	ding
111	100	8.64E+01	2.43E+03	2.77E+05	3.22E+01	1.78E+03	-3.70E+02	-3.40E+03	6.58E+05	3.85E+02	1.23E+04	6.43E+03	5.12E+03	6.43E+03	1.23E+04	ding
111	200	8.64E+01	1.71E+03	3.69E+05	3.22E+01	5.00E+02	-3.70E+02	-3.40E+03	3.17E+05	-5.32E+03	1.09E+04	1.49E+03	9.80E+03	1.49E+03	9.80E+03	ding
111	300	8.64E+01	-1.71E+03	3.69E+05	3.22E+01	-5.00E+02	-3.70E+02	-3.40E+03	-3.84E+04	-7.02E+03	5.69E+03	-3.49E+03	8.10E+03	-3.49E+03	8.10E+03	ding
111	400	8.64E+01	-3.70E+03	7.44E+04	3.22E+01	-1.82E+03	-3.70E+02	-3.40E+03	-3.78E+05	-1.07E+04	-3.19E+03	-8.39E+03	2.18E+03	-8.39E+03	2.18E+03	ding
111	500	8.64E+01	-5.85E+03	-4.07E+05	3.22E+01	-3.02E+03	-3.70E+02	-3.40E+03	-7.20E+05	-1.44E+04	-1.30E+04	-1.33E+04	-8.47E+03	-1.33E+04	-8.47E+03	ding
111	600	8.64E+01	-7.92E+03	-1.10E+06	3.22E+01	-4.22E+03	-3.70E+02	-3.40E+03	-1.07E+06	-1.81E+04	-3.20E+04	-1.83E+04	-2.45E+04	-1.83E+04	-2.45E+04	ding
112	0	7.30E+01	8.43E+03	-1.13E+06	2.74E+01	4.24E+03	-2.91E+03	-2.93E+03	9.15E+05	1.81E+04	-7.17E+03	1.85E+04	2.51E+04	1.85E+04	2.51E+04	ding
112	100	7.30E+01	5.94E+03	-4.29E+05	2.74E+01	3.04E+03	-2.91E+03	-2.93E+03	6.19E+05	6.30E+03	1.87E+03	1.53E+04	-9.11E+03	1.53E+04	6.19E+03	ding
112	200	7.30E+01	3.49E+03	6.34E+04	2.74E+01	1.94E+03	-2.91E+03	-2.93E+03	3.24E+05	2.88E+03	5.60E+03	8.68E+03	1.94E+03	8.68E+03	5.60E+03	ding
112	300	7.30E+01	1.82E+03	3.40E+05	2.74E+01	6.91E+02	-2.91E+03	-2.93E+03	2.84E+04	-1.02E+03	6.43E+03	3.64E+03	8.69E+03	3.64E+03	8.69E+03	ding
112	400	7.30E+01	-2.54E+02	4.27E+05	2.74E+01	-5.41E+02	-2.91E+03	-2.93E+03	-2.67E+05	-4.72E+03	-3.46E+03	-1.28E+03	9.29E+03	-1.28E+03	9.29E+03	ding
112	500	7.30E+01	-2.32E+03	2.96E+05	2.74E+01	-1.74E+03	-2.91E+03	-2.93E+03	-6.43E+05	-8.43E+03	-3.01E+03	-6.21E+03	8.54E+03	-6.21E+03	8.54E+03	ding
112	600	7.30E+01	-4.39E+03	-3.87E+04	2.74E+01	-2.94E+03	-2.91E+03	-2.93E+03	-1.21E+04	-1.33E+04	-1.12E+04	-1.12E+04	-1.12E+04	-1.12E+04	-1.12E+04	ding
113	0	1.54E+02	6.51E+03	-6.44E+05	5.72E+01	3.48E+03	-2.00E+03	-2.00E+03	1.01E+06	7.25E+03	1.10E+03	1.54E+04	-1.57E+04	1.54E+04	1.57E+04	ding
113	100	1.54E+02	4.44E+03	-1.16E+05	5.72E+01	2.48E+03	-2.00E+03	-2.00E+03	6.74E+05	3.55E+03	1.84E+04	1.84E+04	-2.80E+03	1.84E+04	6.80E+03	ding
113	200	1.54E+02	2.37E+03	2.24E+05	5.72E+01	1.19E+03	-2.00E+03	-2.00E+03	-3.39E+05	-1.57E+04	8.10E+03	5.69E+03	5.16E+03	5.69E+03	8.10E+03	ding
113	300	1.54E+02	-1.16E+03	3.58E+05	5.72E+01	-5.72E+01	-2.00E+03	-2.00E+03	-1.18E+06	-1.54E+04	-2.41E+04	-1.43E+04	-1.23E+04	-1.43E+04	-1.23E+04	ding

113	400	1.54E+02	-1.77E+03	2.85E+05	5.72E+01	-1.12E+03	1.34E+05	-2.00E+03	-3.53E+03	-7.54E+03	4.74E+02	-5.39E+03	6.24E+03	-4.39E+03	6.24E+03	6.24E+03	dup
113	500	1.54E+02	-3.04E+03	4.56E+05	5.72E+01	-2.32E+03	-3.00E+04	-2.00E+03	-3.53E+03	-8.44E+03	-8.74E+03	-9.53E+02	-5.53E+02	-9.53E+03	9.53E+03	9.53E+03	dup
113	600	1.54E+02	-5.01E+03	-6.83E+05	5.72E+01	-3.52E+03	-3.53E+04	-2.00E+03	-3.53E+03	-1.04E+04	-2.31E+04	-1.43E+04	-1.24E+04	-1.43E+04	2.11E+04	2.11E+04	dup
114	0	1.54E+02	5.01E+03	-6.83E+05	5.72E+01	3.52E+03	-3.53E+04	-2.00E+03	-3.53E+03	1.04E+04	2.31E+04	1.43E+04	1.24E+04	1.43E+04	1.24E+04	1.24E+04	dup
114	100	1.54E+02	3.04E+03	4.56E+05	5.72E+01	2.32E+03	-3.00E+04	-2.00E+03	-3.53E+03	6.40E+03	8.74E+03	9.53E+02	8.44E+03	9.53E+03	8.44E+03	8.44E+03	dup
114	200	1.54E+02	1.77E+03	2.85E+05	5.72E+01	1.12E+03	1.34E+05	-2.00E+03	-3.53E+03	8.22E+03	8.74E+03	6.24E+03	6.24E+03	4.39E+03	6.24E+03	6.24E+03	dup
114	300	1.54E+02	-0.02E+02	5.86E+05	5.72E+01	-7.51E+01	1.04E+05	-2.00E+03	-3.53E+03	-8.77E+03	6.09E+03	5.51E+02	8.18E+03	-5.51E+02	8.18E+03	8.18E+03	dup
114	400	1.54E+02	-2.37E+03	2.24E+05	5.72E+01	-1.20E+03	1.19E+05	-2.00E+03	-3.53E+03	-3.39E+03	-4.49E+02	-5.49E+03	5.16E+03	-5.49E+03	5.16E+03	5.16E+03	dup
114	500	1.54E+02	-4.44E+03	-1.14E+05	5.72E+01	-2.48E+03	-8.88E+04	-2.00E+03	-3.53E+03	-6.77E+03	-4.49E+02	-1.04E+04	-2.80E+03	-1.04E+04	1.07E+04	1.07E+04	dup
114	600	1.54E+02	-6.51E+03	-6.44E+05	5.72E+01	-3.68E+03	-3.74E+05	-2.00E+03	-3.53E+03	-1.01E+04	-2.40E+04	-1.54E+04	-1.57E+04	-1.54E+04	2.40E+04	2.40E+04	dup
115	0	1.30E+01	6.39E+03	-3.83E+04	2.74E+01	2.94E+03	-1.53E+05	-4.00E+02	-2.53E+03	8.52E+03	1.13E+04	3.51E+03	3.14E+03	1.12E+04	3.51E+03	3.51E+03	dup
115	100	1.30E+01	2.32E+03	2.06E+05	2.74E+01	1.74E+03	8.09E+04	-4.00E+02	-2.53E+03	5.92E+05	1.13E+04	6.21E+03	5.54E+03	6.21E+03	1.13E+04	1.13E+04	dup
115	200	1.30E+01	2.54E+02	4.27E+05	2.74E+01	5.41E+02	1.95E+05	-4.00E+02	-2.53E+03	2.66E+05	2.77E+03	1.20E+03	1.20E+03	1.20E+03	1.44E+04	1.44E+04	dup
115	300	1.30E+01	-1.82E+03	3.40E+05	2.74E+01	-4.59E+02	1.09E+05	-4.00E+02	-2.53E+03	-2.64E+04	5.23E+03	3.09E+03	3.09E+03	3.09E+03	8.09E+03	8.09E+03	dup
115	400	1.30E+01	-3.09E+03	6.56E+04	2.74E+01	-1.06E+03	6.31E+04	-4.00E+02	-2.53E+03	-3.19E+05	-1.02E+04	8.40E+03	1.96E+03	8.40E+03	8.40E+03	8.40E+03	dup
115	500	1.30E+01	-5.96E+03	-4.39E+05	2.74E+01	-3.04E+03	-1.03E+05	-4.00E+02	-2.53E+03	-6.12E+05	-1.99E+04	-1.45E+04	-9.11E+03	-1.99E+04	2.40E+03	2.40E+03	dup
115	600	1.30E+01	-8.03E+03	-1.13E+06	2.74E+01	-4.24E+03	-5.49E+05	-4.00E+02	-2.53E+03	-9.05E+05	-1.76E+04	-3.04E+04	-2.51E+04	-1.76E+04	3.04E+04	3.04E+04	dup
116	0	5.09E+01	8.11E+03	-1.98E+06	2.17E+01	4.29E+03	-5.69E+05	-3.53E+03	-2.32E+03	7.10E+05	1.10E+04	1.07E+04	2.57E+04	1.07E+04	2.57E+04	2.57E+04	dup
116	100	5.09E+01	6.04E+03	-4.40E+05	2.17E+01	3.09E+03	-1.09E+05	-3.53E+03	-2.32E+03	4.00E+05	4.07E+02	4.07E+02	4.07E+02	4.07E+02	4.07E+02	4.07E+02	dup
116	200	5.09E+01	5.97E+03	5.40E+04	2.17E+01	1.09E+03	5.98E+04	-3.53E+03	-2.32E+03	2.54E+05	3.63E+03	3.70E+03	1.78E+03	3.70E+03	6.70E+03	6.70E+03	dup
116	300	5.09E+01	1.91E+03	3.40E+05	2.17E+01	4.92E+02	1.09E+05	-3.53E+03	-2.32E+03	2.19E+04	6.55E+03	3.04E+03	3.04E+03	3.04E+03	8.09E+03	8.09E+03	dup
116	400	5.09E+01	-1.47E+02	4.58E+05	2.17E+01	-5.00E+02	1.09E+05	-3.53E+03	-2.32E+03	-2.10E+05	4.42E+03	-1.10E+03	9.46E+03	-1.10E+03	9.46E+03	9.46E+03	dup
116	500	5.09E+01	-2.24E+03	3.10E+05	2.17E+01	-1.71E+03	6.74E+04	-3.53E+03	-2.32E+03	-4.42E+05	-3.70E+03	-4.42E+03	5.00E+03	-4.42E+03	5.00E+03	5.00E+03	dup
116	600	5.09E+01	-4.51E+03	-1.22E+04	2.17E+01	-2.91E+03	-1.43E+05	-3.53E+03	-2.32E+03	-9.74E+05	-1.12E+04	-1.10E+04	-2.41E+03	-1.10E+04	1.06E+04	1.06E+04	dup
117	0	1.27E+02	6.53E+03	-6.40E+05	4.79E+01	3.68E+03	-3.77E+05	-2.39E+03	-2.70E+03	8.30E+05	1.54E+04	1.54E+04	1.58E+04	1.54E+04	1.58E+04	1.58E+04	dup
117	100	1.27E+02	4.66E+03	-1.10E+05	4.79E+01	2.00E+03	-6.95E+04	-2.39E+03	-2.70E+03	5.64E+05	4.30E+03	1.05E+04	2.83E+03	1.05E+04	5.62E+03	5.62E+03	dup
117	200	1.27E+02	2.23E+03	2.25E+05	4.79E+01	1.20E+03	1.19E+05	-2.39E+03	-2.70E+03	2.03E+05	5.09E+02	7.47E+03	5.16E+03	5.16E+03	7.47E+03	7.47E+03	dup
117	300	1.27E+02	3.23E+02	3.60E+05	4.79E+01	7.90E+01	1.07E+05	-2.39E+03	-2.70E+03	4.24E+05	6.22E+03	5.04E+02	8.22E+03	5.04E+02	8.22E+03	8.22E+03	dup
117	400	1.27E+02	-1.74E+03	2.89E+05	4.79E+01	-1.13E+03	1.34E+05	-2.39E+03	-2.70E+03	-8.11E+05	4.24E+03	-4.35E+03	6.33E+03	-4.35E+03	6.33E+03	6.33E+03	dup
117	500	1.27E+02	-3.82E+03	-4.73E+05	4.79E+01	-2.32E+03	-3.53E+04	-2.39E+03	-2.70E+03	-5.52E+05	-1.04E+04	-9.29E+03	-4.00E+02	-9.29E+03	1.40E+04	1.40E+04	dup
117	600	1.27E+02	-5.89E+03	-7.13E+05	4.79E+01	-3.52E+03	-3.50E+05	-2.39E+03	-2.70E+03	-8.30E+05	-1.68E+04	-1.42E+04	-1.22E+04	-1.42E+04	1.80E+04	1.80E+04	dup
118	0	1.27E+02	5.89E+03	-7.13E+05	4.79E+01	3.52E+03	-3.50E+05	-2.39E+03	-2.70E+03	5.52E+05	1.68E+04	1.42E+04	1.22E+04	1.42E+04	1.22E+04	1.22E+04	dup
118	100	1.27E+02	3.03E+03	1.07E+04	4.79E+01	2.32E+03	-3.53E+04	-2.39E+03	-2.70E+03	8.30E+05	1.40E+03	6.47E+03	4.00E+02	8.30E+05	9.29E+03	9.29E+03	dup
118	200	1.27E+02	1.74E+03	2.89E+05	4.79E+01	-1.12E+03	1.34E+05	-2.39E+03	-2.70E+03	-8.11E+05	4.24E+03	-4.35E+03	6.33E+03	-4.35E+03	6.33E+03	6.33E+03	dup

116	300	1.27E+02	-5.22E+02	3.60E+05	4.79E+01	-5.99E+01	1.87E+05	-1.46E+03	-2.78E+03	-4.08E+03	-3.98E+03	6.11E+03	-5.86E+02	8.22E+03	8.22E+03	deg
116	400	1.27E+02	-2.59E+03	2.25E+05	4.79E+01	-1.28E+03	1.19E+05	-1.46E+03	-2.78E+03	-2.82E+05	-7.69E+03	2.74E+02	-5.52E+03	5.16E+03	5.16E+03	deg
116	500	1.27E+02	-4.66E+03	-1.18E+05	4.79E+01	-2.48E+03	-3.77E+05	-1.46E+03	-2.78E+03	-5.40E+05	-1.14E+04	-9.24E+03	-1.65E+04	-2.63E+03	9.24E+03	deg
116	600	1.27E+02	-5.35E+03	-6.80E+05	4.79E+01	-3.68E+03	-1.40E+05	-1.46E+03	-2.78E+03	-8.73E+05	5.28E+03	-2.25E+04	-1.54E+04	-1.38E+04	2.25E+04	deg
119	0	5.09E+01	2.41E+03	3.15E+03	2.17E+01	2.61E+03	8.74E+04	-5.17E+02	-2.32E+03	4.41E+05	1.57E+03	1.80E+04	6.84E+03	5.90E+03	1.80E+04	deg
119	100	5.09E+01	1.67E+02	4.50E+03	2.17E+01	5.06E+02	1.98E+05	-5.17E+02	-2.32E+03	2.89E+05	-2.18E+03	9.77E+03	1.10E+03	9.46E+03	9.77E+03	deg
119	200	5.09E+01	-1.99E+03	3.40E+05	2.17E+01	-6.92E+02	1.40E+05	-5.17E+02	-2.32E+03	-2.21E+04	-5.83E+03	5.79E+03	-3.84E+03	8.09E+03	-3.84E+03	deg
119	300	5.09E+01	-3.97E+03	5.60E+04	2.17E+01	-1.89E+03	5.98E+04	-5.17E+02	-2.32E+03	-2.54E+05	-9.54E+03	-1.99E+03	-8.78E+03	1.78E+03	-8.78E+03	deg
119	400	5.09E+01	-6.00E+03	-6.40E+04	2.17E+01	-3.09E+03	-1.49E+05	-5.17E+02	-2.32E+03	-4.83E+05	-1.33E+04	-1.33E+04	-1.33E+04	-9.47E+03	-1.33E+04	deg
119	500	5.09E+01	-8.11E+03	-1.15E+05	2.17E+01	-4.29E+03	-5.59E+05	-5.17E+02	-2.32E+03	-7.17E+05	-1.69E+04	-2.84E+04	-1.87E+04	-2.57E+04	-1.69E+04	deg
120	0	5.20E+01	8.10E+03	-1.18E+05	1.82E+01	4.22E+03	-5.64E+05	-3.33E+03	-1.61E+03	5.10E+05	1.28E+04	-1.30E+04	1.88E+04	-2.41E+04	1.88E+04	deg
120	100	5.20E+01	6.11E+03	-6.61E+05	1.82E+01	3.12E+03	-1.85E+05	-3.33E+03	-1.61E+03	3.51E+05	8.27E+03	-2.84E+03	1.39E+04	-9.76E+03	1.39E+04	deg
120	200	5.20E+01	4.04E+03	4.72E+04	1.82E+01	1.82E+03	5.72E+04	-3.33E+03	-1.61E+03	1.84E+05	4.56E+03	3.57E+03	8.22E+03	1.63E+03	8.22E+03	deg
120	300	5.20E+01	1.97E+03	3.40E+05	1.82E+01	7.18E+02	1.89E+05	-3.33E+03	-1.61E+03	1.17E+04	8.00E+02	6.20E+03	3.98E+03	8.00E+03	3.98E+03	deg
120	400	5.20E+01	-9.63E+01	4.42E+05	1.82E+01	-4.82E+02	2.01E+05	-3.33E+03	-1.61E+03	-1.59E+05	-2.84E+03	5.29E+03	-9.55E+02	9.60E+03	-9.55E+02	deg
120	500	5.20E+01	-2.17E+03	3.29E+05	1.82E+01	-1.40E+03	9.25E+04	-3.33E+03	-1.61E+03	-3.14E+05	-6.55E+03	5.90E+02	-5.89E+03	6.10E+03	-6.09E+03	deg
121	0	9.54E+01	6.54E+03	-6.78E+05	2.55E+01	3.48E+03	-1.34E+05	-2.30E+03	-1.67E+03	-8.83E+05	-1.03E+04	-1.03E+04	-1.03E+04	-2.19E+03	-1.03E+04	deg
121	100	9.54E+01	4.40E+03	-1.19E+05	2.55E+01	2.48E+03	-4.98E+04	-2.30E+03	-1.67E+03	6.59E+05	8.80E+03	-3.50E+03	1.54E+04	-1.58E+04	1.54E+04	deg
121	200	9.54E+01	2.41E+03	2.25E+05	2.55E+01	1.20E+03	1.19E+05	-2.30E+03	-1.67E+03	4.24E+05	2.21E+05	1.85E+03	1.85E+04	-2.85E+03	1.85E+04	deg
121	300	9.54E+01	3.63E+02	3.62E+05	2.55E+01	8.29E+01	1.87E+05	-2.30E+03	-1.67E+03	-2.13E+05	-4.01E+03	6.70E+03	5.55E+03	5.17E+03	5.55E+03	deg
121	400	9.54E+01	-1.74E+03	2.92E+05	2.55E+01	-1.12E+03	1.35E+05	-2.30E+03	-1.67E+03	-2.13E+05	-2.13E+03	6.24E+03	6.12E+02	8.25E+03	6.12E+02	deg
121	500	9.54E+01	-3.80E+03	1.56E+04	2.55E+01	-2.32E+03	-3.64E+04	-2.30E+03	-1.67E+03	-4.30E+05	-9.73E+03	-9.73E+03	-9.24E+03	-4.85E+02	-9.24E+03	deg
121	600	9.54E+01	-5.87E+03	-4.60E+05	2.55E+01	-3.52E+03	-3.20E+05	-2.30E+03	-1.67E+03	-6.47E+05	-1.34E+04	-1.34E+04	-1.42E+04	-1.21E+04	-1.34E+04	deg
122	0	9.54E+01	5.07E+03	-6.60E+05	2.55E+01	3.52E+03	-3.20E+05	-1.60E+03	-2.17E+03	6.47E+05	7.88E+03	-8.32E+02	1.62E+04	-1.21E+04	1.62E+04	deg
122	100	9.54E+01	3.00E+03	1.55E+04	2.55E+01	2.32E+03	-3.66E+04	-1.66E+03	-2.17E+03	4.30E+05	4.18E+03	5.10E+03	9.24E+03	-4.95E+02	9.24E+03	deg
122	200	9.54E+01	1.70E+03	2.92E+05	2.55E+01	1.12E+03	1.35E+05	-1.66E+03	-2.17E+03	-2.13E+05	4.74E+02	7.51E+03	4.33E+03	6.30E+03	4.33E+03	deg
122	300	9.54E+01	-3.60E+02	3.62E+05	2.55E+01	-6.29E+01	1.87E+05	-1.66E+03	-2.17E+03	-4.32E+05	-3.23E+03	6.13E+03	-4.12E+02	8.25E+03	-4.12E+02	deg
122	400	9.54E+01	-2.41E+03	2.25E+05	2.55E+01	-1.20E+03	1.19E+05	-1.66E+03	-2.17E+03	2.23E+05	-6.92E+03	1.63E+03	-5.55E+03	5.17E+03	-5.55E+03	deg
122	500	9.54E+01	-4.40E+03	-1.19E+05	2.55E+01	-2.40E+03	-4.88E+04	-1.66E+03	-2.17E+03	-4.30E+05	-1.06E+04	-1.06E+04	-1.06E+04	-2.85E+03	-1.06E+04	deg
122	600	9.54E+01	-6.55E+03	-6.70E+05	2.55E+01	-3.60E+03	-3.78E+05	-1.66E+03	-2.17E+03	-6.54E+05	-1.43E+04	-1.43E+04	-1.54E+04	-1.48E+04	-1.43E+04	deg
123	0	5.20E+01	4.24E+03	8.64E+03	1.82E+01	2.88E+03	-1.36E+05	-3.15E+02	-1.67E+03	4.83E+05	6.00E+03	4.51E+03	1.88E+04	-2.19E+03	1.88E+04	deg
123	100	5.20E+01	2.17E+03	3.29E+05	1.82E+01	-1.40E+03	9.25E+04	-3.15E+02	-1.67E+03	-3.16E+05	-1.67E+03	8.60E+03	5.89E+03	6.10E+03	5.89E+03	deg

128	100	8.34E+02	6.20E+03	-5.84E+05	5.70E+02	5.10E+03	-2.10E+05	-5.95E+02	8.74E+04	1.01E+04	-6.85E+03	1.42E+04	-1.00E+04	1.42E+04	1.00E+04	sing
128	200	8.34E+02	4.21E+03	2.99E+04	5.70E+02	1.98E+03	4.82E+04	-5.95E+02	4.79E+04	6.44E+03	1.44E+03	9.24E+03	1.11E+03	9.24E+03	1.44E+03	sing
member	section (cm)	Area(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Area(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	double/sing
128	300	8.34E+02	2.14E+03	3.99E+05	5.70E+02	7.70E+02	1.84E+05	-5.95E+02	8.54E+03	2.74E+03	6.83E+03	4.32E+03	7.99E+03	4.32E+03	7.99E+03	sing
128	400	8.34E+02	7.10E+01	4.49E+05	5.70E+02	-4.22E+02	2.04E+05	-5.95E+02	-3.11E+04	-9.44E+02	6.92E+03	-4.17E+02	9.74E+03	-4.17E+02	9.74E+03	sing
128	500	8.34E+02	-2.89E+03	3.53E+05	5.70E+02	-1.62E+03	1.02E+05	-5.95E+02	-7.47E+04	-4.67E+03	4.10E+03	-5.54E+03	6.47E+03	-4.67E+03	6.47E+03	sing
128	600	8.34E+02	-4.97E+03	4.94E+04	5.70E+02	-2.82E+03	-1.21E+05	-5.95E+02	-1.10E+05	-6.57E+03	-2.42E+03	-1.04E+04	-1.54E+03	-8.37E+03	-2.42E+03	sing
129	0	9.14E+02	6.55E+03	-6.49E+05	6.20E+02	3.69E+03	-3.79E+05	-9.03E+02	2.98E+05	1.03E+04	-8.93E+03	1.54E+04	-1.58E+04	1.54E+04	1.58E+04	sing
129	100	9.14E+02	4.40E+03	-1.17E+05	6.20E+02	2.49E+03	-7.09E+04	-9.03E+02	2.00E+05	6.62E+03	4.24E+02	1.05E+04	-2.83E+03	1.05E+04	2.83E+03	sing
129	200	9.14E+02	2.41E+03	2.28E+05	6.20E+02	1.29E+03	1.19E+05	-9.03E+02	1.01E+05	2.92E+03	5.20E+03	5.57E+03	5.21E+03	5.57E+03	5.21E+03	sing
129	300	9.14E+02	3.44E+02	3.64E+05	6.20E+02	8.61E+01	1.87E+05	-9.03E+02	3.11E+05	-7.42E+02	6.27E+03	6.27E+02	8.30E+03	6.27E+02	8.30E+03	sing
129	400	9.14E+02	-1.73E+03	2.94E+05	6.20E+02	-1.11E+03	1.36E+05	-9.03E+02	-9.51E+04	-4.40E+03	3.63E+03	-4.51E+03	6.46E+03	-4.51E+03	6.46E+03	sing
129	500	9.14E+02	-3.80E+03	2.33E+04	6.20E+02	-2.41E+03	-5.58E+04	-9.03E+02	-1.45E+05	-8.19E+03	-2.71E+03	-9.25E+03	-3.19E+02	-8.19E+03	-2.71E+03	sing
129	600	9.14E+02	-5.97E+03	-4.63E+05	6.20E+02	-3.51E+03	-3.27E+05	-9.03E+02	-2.22E+05	-1.19E+04	-1.27E+04	-1.42E+04	-1.28E+04	-1.19E+04	-1.28E+04	sing
130	0	9.14E+02	5.97E+03	-4.43E+05	6.20E+02	3.51E+03	-3.27E+05	-9.03E+02	2.94E+05	9.37E+03	-5.20E+03	1.42E+04	-1.28E+04	1.42E+04	1.28E+04	sing
130	100	9.14E+02	3.00E+03	2.43E+04	6.20E+02	2.41E+03	-5.58E+04	-9.03E+02	1.95E+05	5.67E+03	2.24E+03	9.24E+03	-3.19E+02	9.24E+03	2.24E+03	sing
130	200	9.14E+02	1.31E+03	2.94E+05	6.20E+02	1.10E+03	1.50E+05	-9.03E+02	9.53E+04	1.97E+03	0.06E+03	4.31E+03	6.46E+03	4.31E+03	6.46E+03	sing
130	300	9.14E+02	-3.44E+02	3.64E+05	6.20E+02	-6.61E+01	1.87E+05	-9.03E+02	3.11E+05	-4.14E+03	6.17E+03	-4.27E+02	8.30E+03	-4.27E+02	8.30E+03	sing
130	400	9.14E+02	-2.41E+03	2.28E+05	6.20E+02	-1.29E+03	1.19E+05	-9.03E+02	-1.10E+05	-4.14E+03	6.17E+03	-4.27E+02	8.30E+03	-4.27E+02	8.30E+03	sing
130	500	9.14E+02	-4.40E+03	-1.17E+05	6.20E+02	-2.40E+03	-7.09E+04	-9.03E+02	-1.44E+05	-5.44E+03	2.59E+03	-5.71E+03	5.21E+03	-5.44E+03	5.21E+03	sing
130	600	9.14E+02	-6.55E+03	-6.49E+05	6.20E+02	-3.49E+03	-3.79E+05	-9.03E+02	-2.83E+05	-9.14E+03	-4.71E+03	-1.05E+04	-2.83E+03	-9.14E+03	-4.71E+03	sing
131	0	8.34E+02	4.97E+03	4.94E+04	5.70E+02	2.82E+03	-1.21E+05	-9.03E+02	3.92E+05	-1.20E+04	-1.57E+04	-1.54E+04	-1.58E+04	-1.20E+04	1.58E+04	sing
131	100	8.34E+02	2.00E+03	3.53E+05	5.70E+02	1.62E+03	1.02E+05	-9.03E+02	1.11E+05	7.77E+03	4.02E+03	1.05E+04	-1.36E+03	1.05E+04	1.36E+03	sing
131	200	8.34E+02	7.10E+01	4.49E+05	5.70E+02	-4.22E+02	2.04E+05	-9.03E+02	7.19E+04	3.64E+03	5.92E+03	5.53E+03	6.67E+03	5.53E+03	6.67E+03	sing
131	300	8.34E+02	-2.14E+03	3.99E+05	5.70E+02	7.70E+02	1.84E+05	-9.03E+02	3.94E+04	3.09E+03	7.73E+03	6.17E+02	9.73E+03	6.17E+02	9.73E+03	sing
131	400	8.34E+02	-7.10E+03	-2.89E+05	5.70E+02	-4.22E+02	2.04E+05	-9.03E+02	-4.79E+03	-3.74E+03	5.84E+03	-4.32E+03	7.90E+03	-4.32E+03	7.90E+03	sing
131	500	8.34E+02	-4.21E+03	2.99E+04	5.70E+02	-1.98E+03	4.82E+04	-9.03E+02	-4.61E+04	-7.45E+03	2.44E+02	-9.24E+03	1.11E+03	-7.45E+03	1.11E+03	sing
131	600	8.34E+02	-6.20E+03	-5.84E+05	5.70E+02	-3.69E+03	-3.79E+05	-9.03E+02	-8.55E+04	-1.11E+04	-6.85E+03	-1.42E+04	-1.04E+04	-1.11E+04	-1.04E+04	sing
132	0	5.77E+03	7.91E+03	-8.52E+05	5.70E+02	-4.30E+03	-8.77E+05	-9.03E+02	-1.25E+05	-1.49E+04	-2.21E+04	-1.91E+04	-2.73E+04	-1.49E+04	-2.73E+04	sing
132	100	5.77E+03	5.24E+03	-2.25E+05	5.70E+02	-1.97E+03	4.04E+03	-9.03E+02	2.43E+04	9.24E+03	-4.24E+03	1.22E+04	-8.31E+03	1.22E+04	8.31E+03	sing
132	200	5.77E+03	3.17E+03	1.95E+05	5.70E+02	1.64E+03	3.94E+04	-9.03E+02	-1.12E+04	5.64E+03	3.17E+03	7.24E+03	4.42E+03	7.24E+03	4.42E+03	sing
132	300	5.77E+03	1.10E+03	4.08E+05	5.70E+02	4.44E+02	2.46E+05	-9.03E+02	2.15E+03	1.84E+03	6.08E+03	2.32E+03	2.32E+03	2.32E+03	2.32E+03	sing
132	400	5.77E+03	-9.59E+02	4.14E+05	5.70E+02	-7.34E+02	1.92E+05	-9.03E+02	-6.94E+03	-1.65E+03	6.89E+03	-6.62E+03	9.07E+03	-6.62E+03	9.07E+03	sing
132	500	5.77E+03	-3.44E+03	2.13E+05	5.70E+02	-1.97E+03	4.04E+03	-9.03E+02	-5.55E+03	-3.19E+03	3.19E+03	-5.55E+03	3.98E+03	-5.55E+03	3.98E+03	sing
132	600	5.77E+03	-5.11E+03	-1.45E+05	5.70E+02	-3.14E+03	-1.95E+05	-9.03E+02	-2.51E+04	-9.25E+03	-4.21E+03	-1.25E+04	-6.84E+03	-9.25E+03	-6.84E+03	sing

member (no)	section (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	unit		
133	0	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	3.63E+03	-5.54E+05	-1.44E+03	-5.24E+02	1.48E+05	1.06E+04	-6.68E+03	1.51E+04	-1.45E+04	1.51E+04	1.45E+04	1.51E+04	-1.45E+04	1.51E+04	1.45E+04	ding	
133	100	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	2.45E+03	-5.18E+04	-1.44E+03	-5.24E+02	1.13E+05	6.73E+03	1.84E+02	1.01E+04	-1.72E+03	1.01E+04	-1.72E+03	1.01E+04	-1.72E+03	1.01E+04	1.72E+03	ding	
133	200	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	2.45E+03	-5.18E+04	1.24E+03	-1.44E+03	-5.24E+02	1.24E+03	2.89E+03	-1.44E+03	-1.44E+03	3.75E+03	-1.44E+03	3.75E+03	-1.44E+03	3.75E+03	3.75E+03	ding/diag	
133	300	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	2.45E+03	-5.18E+04	1.03E+05	-1.44E+03	-5.24E+02	1.03E+05	6.64E+03	2.40E+02	8.68E+03	2.40E+02	8.68E+03	2.40E+02	8.68E+03	2.40E+02	8.68E+03	ding	
133	400	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	2.45E+03	-5.18E+04	1.36E+05	-1.44E+03	-5.24E+02	1.36E+05	4.18E+03	-4.88E+03	6.47E+03	-4.88E+03	6.47E+03	-4.88E+03	6.47E+03	4.88E+03	6.47E+03	ding	
133	500	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	2.45E+03	-5.18E+04	4.14E+04	-1.44E+03	-5.24E+02	4.14E+04	-5.28E+03	-9.23E+03	-4.76E+02	-5.80E+03	-4.76E+02	-5.80E+03	-4.76E+02	-5.80E+03	4.76E+02	ding	
133	600	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	2.45E+03	-5.18E+04	3.39E+05	-1.44E+03	-5.24E+02	3.39E+05	-1.64E+04	-1.18E+04	-1.28E+04	-1.64E+04	-1.18E+04	-1.28E+04	-1.64E+04	-1.18E+04	-1.28E+04	1.28E+04	ding
134	0	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	3.57E+03	-4.14E+04	3.39E+05	-5.28E+02	1.48E+05	1.02E+04	7.68E+03	1.44E+04	-1.28E+04	1.44E+04	-1.28E+04	1.44E+04	-1.28E+04	1.44E+04	1.28E+04	1.28E+04	ding
134	100	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	2.97E+03	-4.14E+04	1.36E+05	-5.28E+02	9.54E+04	6.54E+03	7.10E+02	9.62E+03	-4.76E+02	9.62E+03	-4.76E+02	9.62E+03	-4.76E+02	9.62E+03	4.76E+02	1.01E+02	ding
134	200	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	2.97E+03	-4.14E+04	1.36E+05	-5.28E+02	9.54E+04	2.83E+03	5.40E+03	4.68E+03	6.47E+03	4.68E+03	6.47E+03	4.68E+03	6.47E+03	4.68E+03	6.47E+03	6.47E+03	ding
134	300	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	2.46E+03	-4.14E+04	1.33E+05	-5.28E+02	1.02E+04	4.69E+02	6.30E+03	-2.60E+02	8.60E+03	-2.60E+02	8.60E+03	-2.60E+02	8.60E+03	2.60E+02	8.60E+03	8.60E+03	ding
134	400	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	2.46E+03	-4.14E+04	1.31E+05	-5.28E+02	4.30E+04	4.57E+03	3.66E+03	-6.28E+03	5.95E+03	-6.28E+03	5.95E+03	-6.28E+03	5.95E+03	6.28E+03	5.95E+03	5.95E+03	ding
134	500	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	2.46E+03	-4.14E+04	5.19E+04	-5.28E+02	1.14E+05	-6.28E+03	-2.71E+03	-1.01E+04	-1.72E+03	-1.01E+04	-1.72E+03	-1.01E+04	-1.72E+03	-1.01E+04	1.72E+03	1.72E+03	ding
134	600	-5.64E+03	4.24E+03	-5.53E+05	-2.68E+03	2.46E+03	-4.14E+04	3.45E+05	-5.28E+02	1.67E+05	-1.23E+04	-1.23E+04	-1.23E+04	-1.23E+04	-1.23E+04	-1.23E+04	-1.23E+04	-1.23E+04	-1.23E+04	1.23E+04	1.23E+04	ding
135	0	-3.77E+03	3.04E+03	-1.95E+05	-1.97E+03	3.14E+03	-1.95E+05	1.69E+02	-2.39E+01	2.02E+03	9.34E+03	-4.54E+03	1.25E+04	-6.08E+03	1.25E+04	-6.08E+03	1.25E+04	-6.08E+03	1.25E+04	6.08E+03	6.08E+03	ding
135	100	-3.77E+03	3.04E+03	-1.95E+05	-1.97E+03	1.94E+03	-1.95E+05	1.69E+02	-2.39E+01	5.20E+03	5.63E+03	2.92E+03	7.55E+03	3.98E+03	7.55E+03	3.98E+03	7.55E+03	3.98E+03	7.55E+03	3.98E+03	3.98E+03	ding
135	200	-3.77E+03	3.04E+03	-1.95E+05	-1.97E+03	2.36E+03	-1.95E+05	1.69E+02	-2.39E+01	1.95E+03	1.95E+03	6.70E+03	2.62E+03	2.62E+03	2.62E+03	2.62E+03	2.62E+03	2.62E+03	2.62E+03	2.62E+03	2.62E+03	ding
135	300	-3.77E+03	3.04E+03	-1.95E+05	-1.97E+03	4.46E+03	-1.95E+05	1.69E+02	-2.39E+01	9.98E+03	4.77E+03	6.70E+03	-2.32E+03	9.21E+03	-2.32E+03	9.21E+03	-2.32E+03	9.21E+03	2.32E+03	9.21E+03	9.21E+03	ding
135	400	-3.77E+03	3.04E+03	-1.95E+05	-1.97E+03	1.64E+03	-1.95E+05	1.69E+02	-2.39E+01	1.24E+04	5.40E+03	5.16E+03	7.24E+03	6.42E+03	7.24E+03	6.42E+03	7.24E+03	6.42E+03	7.24E+03	6.42E+03	6.42E+03	ding
135	500	-3.77E+03	3.04E+03	-1.95E+05	-1.97E+03	2.84E+03	-1.95E+05	1.69E+02	-2.39E+01	-1.40E+04	9.10E+03	-4.17E+03	-1.22E+04	-5.31E+03	-1.22E+04	-5.31E+03	-1.22E+04	-5.31E+03	-1.22E+04	5.31E+03	5.31E+03	ding
135	600	-3.77E+03	3.04E+03	-1.95E+05	-1.97E+03	4.04E+03	-1.95E+05	1.69E+02	-2.39E+01	-1.72E+04	-1.29E+04	-1.52E+04	-1.71E+04	-2.00E+04	-1.71E+04	-2.00E+04	-1.71E+04	-2.00E+04	-1.71E+04	2.00E+04	2.00E+04	ding

member (no)	section (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	unit			
1	0	-1.13E+05	-9.46E+02	1.25E+05	-4.13E+04	-5.89E+02	8.22E+04	5.47E+04	7.54E+03	-2.35E+05	1.27E+05	2.74E+04	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	ding	
1	400	-1.13E+05	-9.46E+02	2.37E+05	-4.13E+04	-5.89E+02	-1.54E+05	5.47E+04	6.34E+03	4.24E+05	1.27E+05	9.90E+02	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	ding
2	0	-1.07E+05	-1.65E+03	3.99E+05	-5.77E+04	-7.54E+02	1.99E+05	4.92E+04	5.99E+03	-1.27E+06	1.23E+05	1.02E+04	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	ding
2	400	-1.07E+05	-1.65E+03	3.99E+05	-5.77E+04	-7.54E+02	-1.92E+05	4.92E+04	4.79E+03	8.87E+05	1.23E+05	5.40E+03	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	ding
3	0	-1.00E+05	-1.01E+03	3.54E+05	-5.40E+04	-1.01E+03	1.99E+05	4.29E+04	5.99E+03	-1.07E+06	1.19E+05	7.33E+03	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	ding
3	400	-1.00E+05	-1.01E+03	3.54E+05	-5.40E+04	-1.01E+03	-2.05E+05	4.29E+04	4.60E+03	9.43E+05	1.19E+05	5.53E+03	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	ding
4	0	-9.24E+04	-2.01E+03	3.97E+05	-5.01E+04	-1.08E+03	2.14E+05	3.66E+04	5.67E+03	-4.49E+05	1.15E+05	5.46E+03	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	ding
4	400	-9.24E+04	-2.01E+03	4.01E+05	-5.01E+04	-1.08E+03	-2.10E+05	3.66E+04	3.75E+03	9.13E+05	1.15E+05	4.57E+03	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	ding

member (no)	section (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	unit				
1	0	-1.13E+05	-9.46E+02	1.25E+05	-4.13E+04	-5.89E+02	8.22E+04	5.47E+04	7.54E+03	-2.35E+05	1.27E+05	2.74E+04	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	ding	
1	400	-1.13E+05	-9.46E+02	2.37E+05	-4.13E+04	-5.89E+02	-1.54E+05	5.47E+04	6.34E+03	4.24E+05	1.27E+05	9.90E+02	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	2.62E+05	ding
2	0	-1.07E+05	-1.65E+03	3.99E+05	-5.77E+04	-7.54E+02	1.99E+05	4.92E+04	5.99E+03	-1.27E+06	1.23E+05	1.02E+04	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	ding
2	400	-1.07E+05	-1.65E+03	3.99E+05	-5.77E+04	-7.54E+02	-1.92E+05	4.92E+04	4.79E+03	8.87E+05	1.23E+05	5.40E+03	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	2.48E+05	ding
3	0	-1.00E+05	-1.01E+03	3.54E+05	-5.40E+04	-1.01E+03	1.99E+05	4.29E+04	5.99E+03	-1.07E+06	1.19E+05	7.33E+03	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	ding
3	400	-1.00E+05	-1.01E+03	3.54E+05	-5.40E+04	-1.01E+03	-2.05E+05	4.29E+04	4.60E+03	9.43E+05	1.19E+05	5.53E+03	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	2.32E+05	ding
4	0	-9.24E+04	-2.01E+03	3.97E+05	-5.01E+04	-1.08E+03	2.14E+05	3.66E+04	5.67E+03	-4.49E+05	1.15E+05	5.46E+03	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	ding
4	400	-9.24E+04	-2.01E+03	4.01E+05	-5.01E+04	-1.08E+03	-2.10E+05	3.66E+04	3.75E+03	9.13E+05	1.15E+05	4.57E+03	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	2.16E+05	ding

Case 1 (1)

combination1 combination2

column section

5	0	-8.64E+04	-2.19E+03	4.32E+05	-4.42E+04	-1.14E+03	2.24E+05	3.68E+04	5.36E+03	-8.99E+05	1.10E+05	4.04E+03	1.99E+05	9.09E+03
number(n)	section (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	Moment(kg-cm)
5	400	-8.64E+04	-2.19E+03	-4.43E+05	-4.42E+04	-1.14E+03	-2.20E+05	3.69E+04	5.37E+03	-8.99E+05	1.10E+05	4.05E+03	1.99E+05	9.10E+03
6	0	-7.91E+04	-2.34E+03	-4.63E+05	-4.22E+04	-1.20E+03	2.30E+05	2.53E+04	5.50E+03	-8.36E+05	1.05E+05	2.77E+03	1.82E+05	1.05E+04
6	400	-7.91E+04	-2.34E+03	-4.73E+05	-4.22E+04	-1.20E+03	-2.41E+05	2.53E+04	5.50E+03	-7.86E+05	1.05E+05	1.98E+03	1.82E+05	1.05E+04
7	0	-7.16E+04	-2.40E+03	-4.91E+05	-3.82E+04	-1.24E+03	2.47E+05	2.02E+04	5.12E+03	-7.58E+05	9.80E+04	1.56E+03	1.65E+05	1.11E+04
7	400	-7.16E+04	-2.40E+03	-4.99E+05	-3.82E+04	-1.24E+03	-2.51E+05	2.02E+04	5.12E+03	-7.12E+05	9.80E+04	6.43E+02	1.65E+05	1.12E+04
8	0	-6.39E+04	-2.59E+03	-5.15E+05	-3.40E+04	-1.29E+03	2.56E+05	1.57E+04	4.72E+03	-6.74E+05	9.45E+04	5.61E+01	1.47E+05	1.14E+04
8	400	-6.39E+04	-2.59E+03	-5.23E+05	-3.40E+04	-1.29E+03	-2.59E+05	1.57E+04	4.72E+03	-6.36E+05	9.45E+04	6.78E+02	1.47E+05	1.17E+04
9	0	-5.61E+04	-2.69E+03	-5.36E+05	-2.99E+04	-1.33E+03	2.64E+05	1.10E+04	4.33E+03	-5.97E+05	8.21E+04	1.59E+03	1.29E+05	1.20E+04
9	400	-5.61E+04	-2.69E+03	-5.42E+05	-2.99E+04	-1.33E+03	-2.66E+05	1.10E+04	4.33E+03	-5.61E+05	8.21E+04	1.93E+03	1.29E+05	1.21E+04
10	0	-4.83E+04	-2.78E+03	-5.54E+05	-2.57E+04	-1.36E+03	2.71E+05	6.27E+03	3.93E+03	-5.14E+05	7.28E+04	2.71E+03	1.11E+05	1.24E+04
10	400	-4.83E+04	-2.78E+03	-5.59E+05	-2.57E+04	-1.36E+03	-2.73E+05	6.27E+03	3.93E+03	-4.82E+05	7.28E+04	3.20E+03	1.11E+05	1.25E+04
11	0	-4.02E+04	-2.85E+03	-5.69E+05	-2.14E+04	-1.39E+03	2.76E+05	5.32E+03	3.60E+03	-4.73E+05	6.27E+04	3.97E+03	9.26E+04	1.27E+04
11	400	-4.02E+04	-2.85E+03	-5.73E+05	-2.14E+04	-1.39E+03	-2.78E+05	5.32E+03	3.60E+03	-4.38E+05	6.27E+04	4.61E+03	9.26E+04	1.27E+04
12	0	-3.21E+04	-2.91E+03	-5.81E+05	-1.71E+04	-1.41E+03	2.81E+05	2.99E+03	3.47E+03	-4.46E+05	5.17E+04	5.42E+03	7.40E+04	1.29E+04
12	400	-3.21E+04	-2.91E+03	-5.86E+05	-1.71E+04	-1.41E+03	-2.82E+05	2.99E+03	3.47E+03	-4.08E+05	5.17E+04	6.08E+03	7.40E+04	1.30E+04
13	0	-2.39E+04	-2.97E+03	-5.91E+05	-1.28E+04	-1.43E+03	2.84E+05	1.83E+03	2.94E+03	-4.21E+05	3.97E+04	6.08E+03	5.52E+04	1.31E+04
13	400	-2.39E+04	-2.97E+03	-5.95E+05	-1.28E+04	-1.43E+03	-2.86E+05	1.83E+03	2.94E+03	-3.83E+05	3.97E+04	7.53E+03	5.52E+04	1.32E+04
14	0	-1.57E+04	-2.94E+03	-5.96E+05	-8.40E+03	-1.46E+03	2.87E+05	5.04E+02	2.65E+03	-4.16E+05	2.60E+04	8.22E+03	3.63E+04	1.32E+04
14	400	-1.57E+04	-2.94E+03	-6.00E+05	-8.40E+03	-1.46E+03	-2.91E+05	5.04E+02	2.65E+03	-3.83E+05	2.60E+04	8.53E+03	3.63E+04	1.32E+04
15	0	-7.51E+03	-3.77E+03	-6.57E+05	-4.60E+03	-1.57E+03	3.16E+05	-9.89E+01	1.97E+03	-4.03E+04	1.30E+04	1.03E+04	1.71E+04	1.40E+04
15	400	-7.51E+03	-3.77E+03	-6.62E+05	-4.60E+03	-1.57E+03	-4.73E+05	-9.89E+01	1.97E+03	-3.64E+04	1.30E+04	1.54E+04	1.71E+04	1.40E+04
16	0	-1.70E+03	-4.98E+01	1.39E+04	-1.02E+04	-1.82E+03	7.56E+03	3.70E+03	9.16E+03	-2.41E+06	3.03E+05	3.50E+04	4.10E+05	3.14E+02
16	400	-1.70E+03	-4.98E+01	-2.01E+04	-1.02E+04	-1.82E+03	-9.11E+03	3.70E+03	9.16E+03	-2.03E+06	3.03E+05	1.51E+04	4.10E+05	4.50E+02
17	0	-1.57E+03	-2.11E+02	-3.63E+04	-9.43E+04	-7.00E+01	9.69E+03	6.09E+03	9.74E+03	-2.10E+06	2.00E+05	2.42E+04	3.00E+05	6.74E+02
17	400	-1.57E+03	-2.11E+02	-3.68E+04	-9.43E+04	-7.00E+01	-1.81E+04	6.09E+03	9.74E+03	-1.89E+06	2.00E+05	2.21E+04	3.00E+05	1.09E+03
18	0	-1.45E+03	-9.93E+02	9.23E+04	-8.72E+04	-1.77E+02	3.37E+04	4.20E+03	9.44E+03	-1.89E+06	2.50E+05	2.27E+04	3.51E+05	1.07E+03
18	400	-1.45E+03	-9.93E+02	-1.04E+05	-8.72E+04	-1.77E+02	-3.73E+04	4.20E+03	9.44E+03	-1.69E+06	2.50E+05	2.25E+04	3.51E+05	2.11E+03
19	0	-1.33E+03	-6.91E+02	1.32E+05	-8.02E+04	-2.41E+02	4.59E+04	4.37E+03	8.99E+03	-1.77E+06	2.37E+05	2.66E+04	3.22E+05	2.42E+03
19	400	-1.33E+03	-6.91E+02	-1.46E+05	-8.02E+04	-2.41E+02	-5.06E+04	4.37E+03	8.99E+03	-1.63E+06	2.37E+05	2.11E+04	3.22E+05	2.89E+03
20	0	-1.21E+03	-8.73E+02	1.69E+05	-7.33E+04	-3.07E+02	5.94E+04	4.35E+03	8.54E+03	-1.64E+06	2.15E+05	1.87E+04	2.55E+05	3.30E+03
20	400	-1.21E+03	-8.73E+02	-1.81E+05	-7.33E+04	-3.07E+02	-6.39E+04	4.35E+03	8.54E+03	-1.47E+06	2.15E+05	1.66E+04	2.55E+05	3.61E+03
21	0	-1.10E+03	-1.04E+03	2.02E+05	-6.65E+04	-3.66E+02	7.13E+04	4.34E+03	7.95E+03	-1.53E+06	1.95E+05	1.45E+04	2.47E+05	4.05E+03
21	400	-1.10E+03	-1.04E+03	-2.13E+05	-6.65E+04	-3.66E+02	-7.51E+04	4.34E+03	7.95E+03	-1.36E+06	1.95E+05	1.78E+04	2.47E+05	4.26E+03

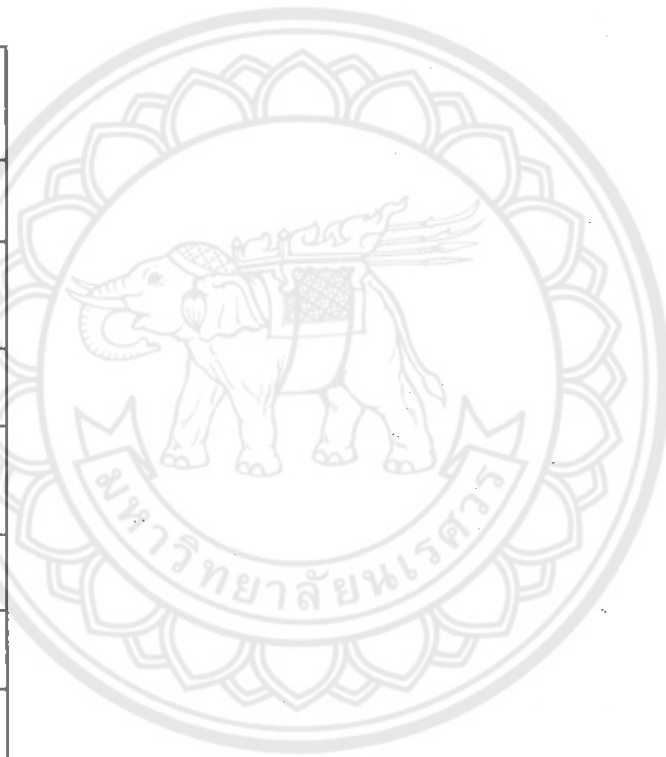
Mass(kg)	3.94E+03
Mass Moment(kg-cm)	3.92E+05

Mass(kg)	3.94E+03
Mass Moment(kg-cm)	3.92E+05

Mass(kg)	3.94E+03
Mass Moment(kg-cm)	3.92E+05

member no	section (mm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	Moment(kg-cm)
39	0	-8.28E+04	3.25E+12	-4.31E+10	-4.94E+04	1.77E+13	-3.71E+11	1.14E+01	6.12E+03	-1.16E+06	1.54E+05	1.47E+04	2.80E+05	3.44E+12
39	400	-8.28E+04	3.25E+12	6.67E+10	-4.94E+04	1.77E+13	3.50E+11	1.14E+01	6.12E+03	1.29E+06	1.54E+05	1.63E+04	2.80E+05	3.51E+12
40	0	-7.89E+04	3.59E+12	-2.10E+10	-4.23E+04	1.66E+13	-2.11E+11	1.24E+01	5.46E+03	-1.01E+06	1.28E+05	1.29E+04	1.71E+05	1.83E+11
40	400	-7.89E+04	3.59E+12	7.24E+10	-4.23E+04	1.66E+13	2.13E+11	1.24E+01	5.46E+03	1.16E+06	1.28E+05	1.40E+04	1.71E+05	1.85E+11
41	0	-5.91E+04	3.89E+12	-7.66E+10	-3.53E+04	7.54E+14	-4.97E+11	1.37E+01	6.63E+03	-8.41E+05	1.17E+05	1.07E+04	1.43E+05	1.10E+11
41	400	-5.91E+04	3.89E+12	7.94E+10	-3.53E+04	7.54E+14	1.10E+11	1.37E+01	6.63E+03	1.01E+06	1.17E+05	1.29E+04	1.43E+05	1.13E+11
42	0	-4.73E+04	3.87E+12	-7.95E+10	-2.82E+04	5.66E+14	-1.05E+11	1.44E+01	3.79E+03	-6.49E+05	8.56E+04	1.06E+04	1.14E+05	1.07E+11
42	400	-4.73E+04	3.87E+12	7.52E+10	-2.82E+04	5.66E+14	1.22E+11	1.44E+01	3.79E+03	8.30E+05	8.56E+04	1.06E+04	1.14E+05	1.07E+11
43	0	-3.56E+04	3.63E+12	-7.08E+10	-2.12E+04	1.38E+15	-2.70E+11	1.23E+01	2.70E+03	-6.44E+05	6.43E+04	5.91E+03	6.58E+04	1.44E+11
43	400	-3.56E+04	3.63E+12	7.46E+10	-2.12E+04	1.38E+15	2.10E+11	1.23E+01	2.70E+03	6.44E+05	6.43E+04	6.24E+03	6.58E+04	1.49E+11
44	0	-2.39E+04	3.79E+12	-7.42E+10	-1.42E+04	1.16E+15	-2.08E+11	1.52E+01	1.82E+03	-2.80E+05	4.31E+04	3.77E+03	5.73E+04	1.07E+11
44	400	-2.39E+04	3.79E+12	7.57E+10	-1.42E+04	1.16E+15	2.54E+11	1.52E+01	1.82E+03	4.07E+05	4.31E+04	3.77E+03	5.73E+04	1.10E+11
45	0	-1.21E+04	4.70E+12	-6.74E+10	-7.15E+03	2.05E+13	-3.87E+11	1.01E+00	1.09E+03	-1.39E+05	2.18E+04	1.77E+03	2.91E+04	1.29E+11
45	400	-1.21E+04	4.70E+12	1.01E+09	-7.15E+03	2.05E+13	7.54E+11	1.01E+00	1.09E+03	2.94E+05	2.18E+04	1.77E+03	2.91E+04	1.34E+11
46	0	-1.79E+05	8.39E+01	-1.59E+04	-1.02E+05	4.12E+01	-7.36E+03	-3.74E+03	6.12E+03	-2.69E+06	3.12E+05	3.54E+04	4.10E+05	3.14E+02
46	400	-1.79E+05	8.39E+01	2.01E+04	-1.02E+05	4.12E+01	6.11E+03	-3.74E+03	6.12E+03	1.04E+06	3.12E+05	1.37E+04	4.10E+05	4.36E+02
47	0	-1.57E+05	2.31E+02	-3.43E+04	-9.43E+04	7.00E+01	-9.86E+03	-4.64E+03	6.74E+03	-2.10E+06	2.99E+05	2.72E+04	3.00E+05	6.74E+02
47	400	-1.57E+05	2.31E+02	5.63E+04	-9.43E+04	7.00E+01	1.01E+04	-4.64E+03	6.74E+03	1.86E+06	2.99E+05	2.38E+04	3.00E+05	1.09E+03
48	0	-1.45E+05	4.93E+02	-9.23E+04	-8.72E+04	1.77E+02	-3.37E+04	-4.24E+03	9.43E+03	-1.89E+06	2.69E+05	2.65E+04	3.31E+05	1.87E+03
48	400	-1.45E+05	4.93E+02	1.06E+05	-8.72E+04	1.77E+02	3.73E+04	-4.24E+03	9.43E+03	1.88E+06	2.69E+05	2.66E+04	3.31E+05	2.11E+03
49	0	-1.33E+05	6.91E+02	-1.52E+05	-8.02E+04	2.41E+02	-4.59E+04	-4.34E+03	8.02E+03	-1.77E+06	2.48E+05	2.46E+04	3.20E+05	2.62E+03
49	400	-1.33E+05	6.91E+02	1.39E+05	-8.02E+04	2.41E+02	5.04E+04	-4.34E+03	8.02E+03	1.93E+06	2.48E+05	2.55E+04	3.20E+05	2.89E+03
50	0	-1.21E+05	6.75E+02	-1.69E+05	-7.39E+04	3.07E+02	-5.94E+04	-4.32E+03	8.32E+03	-1.64E+06	2.27E+05	2.37E+04	2.93E+05	3.30E+03
50	400	-1.21E+05	6.75E+02	1.97E+05	-7.39E+04	3.07E+02	6.33E+04	-4.32E+03	8.32E+03	1.93E+06	2.27E+05	2.50E+04	2.93E+05	3.61E+03
51	0	-1.10E+05	1.04E+03	-2.10E+05	-6.63E+04	3.66E+02	-7.13E+04	-4.20E+03	7.93E+03	-1.64E+06	2.06E+05	2.41E+04	2.47E+05	4.05E+03
51	400	-1.10E+05	1.04E+03	2.13E+05	-6.63E+04	3.66E+02	7.51E+04	-4.20E+03	7.93E+03	1.64E+06	2.06E+05	2.41E+04	2.47E+05	4.26E+03
52	0	-9.84E+04	1.18E+03	-2.32E+05	-5.97E+04	4.19E+02	-8.21E+04	-4.01E+03	7.23E+03	-1.30E+06	1.85E+05	2.11E+04	2.40E+05	4.65E+03
52	400	-9.84E+04	1.18E+03	2.42E+05	-5.97E+04	4.19E+02	8.54E+04	-4.01E+03	7.23E+03	1.31E+06	1.85E+05	2.29E+04	2.40E+05	4.83E+03
53	0	-8.74E+04	1.31E+03	-2.59E+05	-5.29E+04	4.66E+02	-9.17E+04	-3.74E+03	6.52E+03	-1.24E+06	1.64E+05	1.97E+04	2.12E+05	5.18E+03
53	400	-8.74E+04	1.31E+03	2.67E+05	-5.29E+04	4.66E+02	9.44E+04	-3.74E+03	6.52E+03	1.25E+06	1.64E+05	2.15E+04	2.12E+05	5.34E+03
54	0	-7.64E+04	1.43E+03	-2.82E+05	-4.62E+04	5.07E+02	-1.00E+05	-3.42E+03	5.01E+03	-1.09E+06	1.43E+05	1.82E+04	1.86E+05	5.65E+03
54	400	-7.64E+04	1.43E+03	2.90E+05	-4.62E+04	5.07E+02	1.03E+05	-3.42E+03	5.01E+03	1.23E+06	1.43E+05	2.00E+04	1.86E+05	5.79E+03
55	0	-6.48E+04	1.52E+03	-3.02E+05	-3.94E+04	5.42E+02	-1.07E+05	-3.04E+03	3.99E+03	-9.44E+05	1.23E+05	1.64E+04	1.59E+05	6.65E+03
55	400	-6.48E+04	1.52E+03	3.07E+05	-3.94E+04	5.42E+02	1.10E+05	-3.04E+03	3.99E+03	1.09E+06	1.23E+05	1.85E+04	1.59E+05	6.77E+03

member(no)	section (cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Area(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	shear(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	Moment(kg-cm)	Axial(kg)	Moment(kg-cm)
73	0	-2.9E+04	2.97E+03	-5.91E+05	-1.28E+04	1.43E+03	-2.84E+05	-1.43E+03	1.04E+03	-1.43E+05	4.37E+04	1.11E+04	5.52E+04	1.31E+04
73	400	-2.9E+04	2.97E+03	5.93E+05	-1.28E+04	1.43E+03	2.66E+05	-1.43E+03	1.04E+03	5.12E+05	4.37E+04	1.39E+04	5.52E+04	1.32E+04
74	0	-4.57E+04	2.94E+03	-5.94E+05	-8.44E+03	1.40E+03	-2.87E+05	-4.17E+02	5.36E+02	-4.57E+03	2.77E+04	9.99E+03	5.45E+04	1.32E+04
74	400	-4.57E+04	2.94E+03	5.79E+05	-8.44E+03	1.40E+03	2.71E+05	-4.17E+02	5.36E+02	2.09E+05	2.77E+04	1.22E+04	5.45E+04	1.27E+04
75	0	-7.31E+03	3.77E+03	-4.37E+05	-4.04E+03	1.97E+03	-3.16E+05	-2.39E+01	-1.49E+02	8.46E+04	1.29E+04	9.85E+03	1.71E+04	1.46E+04
75	400	-7.31E+03	3.77E+03	6.52E+05	-4.04E+03	1.97E+03	4.73E+05	-2.39E+01	-1.49E+02	1.71E+04	1.29E+04	1.57E+04	1.71E+04	2.00E+04



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายจตุพล ฝาระมี เกิดวันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2521
สถานที่เกิด จ. นครพนม
สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนสุนทรวิจิตร จ.นครพนม
สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนบางมูลนาก
ภูมิวิทยาคม อ.บางมูลนาก จ.พิจิตร
สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก

ชื่อ นายนเรศ สิริวัฒน์ เกิดวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด จ. นครสวรรค์
สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนลาซาลโชติรวี จ. นครสวรรค์
สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนนครสวรรค์
จ. นครสวรรค์
สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก

ชื่อ นายศรัณย์ กำจัดโรค เกิดวันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด จ. ลำปาง
สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนดาดกสินราชานุสรณ์ จ. ตาก
สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย กรุงเทพฯ
สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนดากพิทยาคม จ. ตาก
สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก

ชื่อ นายอานนท์ สักดิ์บูรณาพร เกิดวันที่ 24 มิถุนายน พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด จ. นครสวรรค์
สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนลาซาลโชติรวี จ. นครสวรรค์
สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก