การออกแบบโครงสร้างอาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 3 มิติ

STUCTURAL DESIGN OF THE NEW ADMINISTRATION ENGINEERING BUILDING FACULTY NARESUAN UNIVERSITY USING A THREE DIMENSIONAL COMPUTER SOFTWARE

นายวาริท ชูเกษ รหัส 51360547

นายวรากร กาญจนภี รหัส 51363371

นายวิศรุต เตี๋ยวประสงค์ รหัส 51363401

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 10 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 15971186
เลขเรียกหนังสือ ว.
มหาวิทยาลัยนเรศวร วิ182 ว
2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การออกแบบโครงสร้างอาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 3 มิติ

ผู้ดำเนินโครงงาน

นายวาริท	ชูเกษ	รหัส 51360547
นายวรากร	กาญจนภี	รหัส 51363371
นายวิศรุต	เตี่ยวประสงค์	รหัส 51363401

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร.กำพล ทรัพย์สมบูรณ์

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2554

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ดร.กำพล ทรัพย์สมบูรณ์)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร.สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ภัคพงศ์ หอมเนียม)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การออกแบบโครงสร้างอาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 3 มิติ		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายวาริท	ชูเกษ	รหัส 51360547
	นายวรากร	กาญจนภี	รหัส 51363371
	นายวิศรุต	เตี่ยวประสงค์	รหัส 51363401
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร.กำพล ทรัพย์สมบูรณ์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2554		

.....

บทคัดย่อ

โครงงานวิศวกรรมโยธาฉบับนี้เป็นการศึกษาการประยุกต์ใช้งานของโปรแกรมออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้าง Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 ที่อำนวยความสะดวกในการคำนวณองค์พยพ(โครงสร้าง)ต่างๆขององค์อาคาร ซึ่งโครงการวิจัยนี้ได้นำแบบร่างอาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นแบบอย่างในการคำนวณออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้าง จากการประยุกต์ใช้ซอฟแวร์ดังกล่าว ทำให้ทราบว่าโปรแกรม Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 มีขีดความสามารถทั้งการออกแบบและทำการวิเคราะห์โครงสร้าง เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับการคำนวณของโปรแกรม Sut Structural 3.50 พบว่าค่าที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ

Project title	STUCTURAL DESIGN OF THE NEW ADMINISTRATION ENGINEERING BUILDING FACULTY NARESUAN UNIVERSITY USING A THREE DIMENSIONAL COMPUTER SOFTWARE		
Name	Mr. Warit	Chookate	ID. 51360547
	Mr. Warakorn	Kanjanapee	ID. 51363371
	Mr. Witsarut	Teawprasong	ID. 51363401
Project advisor	Dr. Kumpon	Subsomboon	
Major	Civil Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2011		

.....

Abstract

This civil engineering project applied the Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 computer software in designing and building structure of the new administration engineering building. The software can facilitate in analyzing and designing the building structure, and producing the calculations. The result from the software is verified with the SUT Structure proving that they showed the results.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ก็เพราะความกรุณารวมถึงความเป็นครูของ คุณนคร พลีธัญญวงศ์ ที่ได้ให้คำชี้แนะการใช้โปรแกรม Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 กับทางคณะผู้จัดทำเป็นอย่างดี เสมือนเป็นอาจารที่ปรึกษาโครงงานนี้อีกท่านหนึ่ง และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ กำพล ทรัพย์สมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาให้คำชี้แนะแง่คิดในการทำโครงงาน รวมถึงอธิบายขอบเขตของการวิจัยตลอดจนข้อเสนอแนะและข้อมูลต่างๆ ในการดำเนินโครงงานนี้

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านที่เข้าร่วมฟังคำบรรยายโครงงานและให้คำติชมข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ รวมถึงรุ่นพี่ปริญญาโทที่คอยให้คำแนะนำในการเลือกใช้โปรแกรมและการเขียนรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบริษัท Autodesk ที่มีความเอื้อเฟื้อให้แก่นิสิตนักศึกษาสามารถดาวน์โหลดโปรแกรม Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 แบบไม่เสียค่าใช้จ่าย เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้ในวงการวิศวกรรมศาสตร์สืบไป

นายวาริท	ชูเกษ	51360547
นายวรากร	กาญจนภี	51363371
นายวิศรุต	เตี่ยวประสงค์	51363401

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญรูป.....ช

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน.....2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....3
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....4
2.1 การออกแบบโครงสร้างวงจร.....4
2.2 โครงสร้างของอาคาร.....6
2.2.1โครงสร้างต่างๆของอาคารที่เป็นนิยมกันในปัจจุบัน.....8
2.3 แรงที่กระทำต่อโครงสร้าง.....10
2.3.1. **น้ำหนักบรรทุกคงที่** (Dead Load : DL).....11
2.3.2. **น้ำหนักบรรทุกจร** (Live Load : LL) 12
2.3.3. **แรงลม** (Wind Load :WL) 14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน....16
3.1 กำหนดรูปแบบและรายละเอียดวัสดุและวิธีวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง....16
3.2 กำหนดและสร้างกริดไลน์(Grid Line)....23
3.3 กำหนดและสร้างเสา....26
3.4 กำหนดและสร้างคาน....28
3.5 กำหนดและสร้างพื้นหล่อในที่....30
3.6 กำหนดและสร้างพื้นสำเร็จรูป....32
3.7 กำหนดประเภทของน้ำหนักกระทำ....35
3.8 ใส่ Factor ของหน่วยน้ำหนัก....36
3.9 กำหนดประเภทของน้ำหนักกระทำ....37
3.10 กำหนดและใส่โครงสร้างหลังคา....39
3.11 ใส่น้ำหนักกระทำโครงสร้างหลังคา....40
3.12 คำสั่งการใช้โปรแกรมเพิ่มเติม....42
3.13 รูปแสดงโครงสร้างอาคาร....47

บทที่ 4 ผลการทดลองและการแสดงค่าโครงสร้างโดยโปรแกรม....50
4.1 ผลการวิเคราะห์และการออกแบบแบบจำลองโครงสร้างประเภทคาน....50
4.2 ผลการวิเคราะห์และการออกแบบแบบจำลองโครงสร้างประเภทเสา....58
4.3 ผลการวิเคราะห์และการออกแบบแบบจำลองโครงสร้างประเภทพื้นหล่อในที่....64
4.4 ผลการวิเคราะห์และการออกแบบแบบจำลองโครงสร้างประเภทโครงหลังคาเหล็ก....68

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินการ....71

ภาคผนวก....74
ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน....78

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 โครงสร้างอาคาร....6

2.2 ตึกเอ็มไพร์สเตท....7

2.3 ตัวอย่างรูปโครงสร้างเหล็ก....8

2.4 ตัวอย่างรูปโครงสร้างอัดแรง (Prestress Concete)....8

2.5 ตัวอย่างรูปโครงสร้างไม้....9

2.6 ตัวอย่างรูปโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก....9

2.7 ตัวอย่างรูปน้ำหนักบรรทุกคงที่(Dead Load)....10

2.8 ตัวอย่างรูปน้ำหนักจร(Live Load)....12

2.9 ตัวอย่างรูปแรงลม (Wind Load)....14

3.1 หน้าแรกเมื่อเปิดโปรแกรม....16

3.2 หน้าจอหลักโปรแกรม Autodesk Robot Structure 2012....17

3.3 การตั้งค่า....18

3.4 การเลือกหน่วย....18

3.5 การเลือกหน่วยของแรง....19

3.6 การเลือกวัสดุ....20

3.7 การเพิ่มประเภทของวัสดุ....20

3.8 การเลือกมาตรฐานในการออกแบบ....21

3.9 การเลือกมาตรฐานในการออกแบบ (ต่อ)....21

3.10 การเลือก Code....22

3.11 แบบสถาปัตย์1....23

3.12 แบบสถาปัตย์2....23

3.13 ขั้นตอนการสร้างกริดไลน์....24

3.14 กริดไลน์....25

3.15 วิธีกำหนดรูปแบบขนาดของเสา....26

3.16 วิธีกำหนดตำแหน่งของเสา....27

3.17 เสา....27

3.18 วิธีกำหนดรูปแบบขนาดของคาน....28

3.19 วิธีกำหนดตำแหน่งของคาน....29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.20 คาน 29

3.21 วิธีกำหนดการวาง Contour 30

3.22 Contour 30

3.23 วิธีการวางพื้นหล่อในที่ 31

3.24 พื้นหล่อในที่ 31

3.25 วิธีการกำหนดรูปแบบการถ่ายแรง 32

3.26 วิธีการใส่พื้นสำเร็จรูป 33

3.27 พื้นสำเร็จรูป One-way X 34

3.28 พื้นสำเร็จรูป One-way Y 34

3.29 วิธีการเพิ่มประเภทของน้ำหนักกระทำ 35

3.30 วิธีการใส่ Factor Load 36

3.31 วิธีการใส่น้ำหนักกระทำ 37

3.32 น้ำหนักกระทำ DLขนาด 880 kgf/ m ทิศทาง-z 38

3.33 วิธีการใส่โครงสร้างหลังคา 39

3.34 โครงสร้างหลังคา 40

3.35 Two-way เพื่อถ่ายแรงลงโครงสร้างหลังคา 40

3.36 Two-way เพื่อถ่ายแรงลงโครงสร้างหลังคา 41

3.37 การใช้คำสั่ง Translation 42

3.38 สิ้นสุดการใช้คำสั่ง Translation 43

3.39 การใช้คำสั่ง Trim 44

3.40 สิ้นสุดการใช้คำสั่ง Trim 45

3.41 การใช้คำสั่ง Supports 46

3.42 อาคารมุมมอง FRONT VIEW 47

3.43 อาคารมุมมอง LEFT VIEW 47

3.44 อาคารมุมมอง BACK VIEW 48

3.45 อาคารมุมมอง RIGHT VIEW 48

3.46 อาคารมุมมอง TOP VIEW 49

3.47 อาคารมุมมอง BOTTOM VIEW 49

4.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์คาน 50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์คาน (ต่อ)	51
4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์คาน (ต่อ)	52
4.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์คาน (ต่อ)	52
4.5 ค่าโมเมนต์ของน้ำหนักกระทำและค่าโมเมนต์ของเหล็กเสริม	53
4.6 แสดงการเสริมเหล็กของคาน	53
4.7 รายการคำนวณ	54
4.8 ค่าโมเมนต์ของน้ำหนักกระทำและค่าโมเมนต์ของเหล็กเสริม	54
4.9 รายการแสดงขนาดเหล็กที่ใช้	54
4.10 วิธีการเสริมเหล็ก	55
4.11 วิธีการเสริมเหล็กปลอก	55
4.12 วิธีการเลือกระยะเรียงของเหล็กปลอก	56
4.13 วิธีการเสริมเหล็ก Main	56
4.14 วิธีการเสริมเหล็ก Bottom	57
4.15 ค่าโมเมนต์ของน้ำหนักกระทำและค่าโมเมนต์ของเหล็กเสริมหลังจากทำการเพิ่มเหล็ก	57
4.16 ขั้นตอนการวิเคราะห์เสา	58
4.17 ขั้นตอนการวิเคราะห์เสา (ต่อ)	59
4.18 ขั้นตอนการวิเคราะห์เสา (ต่อ)	60
4.19 ขั้นตอนการวิเคราะห์เสา (ต่อ)	61
4.20 ค่าโมเมนต์ที่เกิดขึ้นกับเสา	62
4.21 แสดงการเสริมเหล็กของเสา	62
4.22 รายการคำนวณ	63
4.23 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นหล่อในที่	64
4.24 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นหล่อในที่ (ต่อ)	65
4.25 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นหล่อในที่ (ต่อ)	65
4.26 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นหล่อในที่ (ต่อ)	66
4.27 แสดงเหล็กเสริมในพื้น	66
4.28 รายการคำนวณ	67
4.29 รูป Drawings	67
4.30 ขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างหลังคา	68

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.31 ขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างหลังคา (ต่อ) 69

4.32 รายละเอียดการคำนวณ 70

ก. การสร้างContourของลิฟท์ 74

ข. Contour ลิฟท์ 74

ค. การใส่ผนังลิฟท์ 75

ง. ผนังลิฟท์ 75

จ. การเลือกขนาดคานโค้ง 76

ฉ. การสร้างเลือกคำสั่งสร้างคานโค้ง 77

ช. ภาพคานโค้ง 77

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

การออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้าง(Design and Analysis Structural) เวลาเป็นสิ่งที่สำคัญเมื่อต้องการจะออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างหนึ่งขึ้นมา จะทำอย่างไรเพื่อให้โครงสร้างนั้นเสร็จตามเวลาที่กำหนดเอาไว้ สิ่งที่สำคัญประการแรกของการออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างคือ การวิเคราะห์โครงสร้าง ให้ได้ค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด และประหยัดเวลามากที่สุด หากทำการวิเคราะห์ผิดพลาด ถึงแม้การออกแบบ(Design)ได้อย่างถูกต้องตามผลการวิเคราะห์นั้นเพียงใด ก็อาจทำให้โครงสร้างนั้นเปลืองกว่าความเป็นจริง(ในกรณีคิดน้ำหนักเกินจริง)หรือ อาจทำให้โครงสร้างที่ออกแบบรับน้ำหนักไม่ไหว(เนื่องจากกำหนดน้ำหนักน้อยกว่าความเป็นจริง) ซึ่งอาจส่งผลให้โครงสร้างเกิดการวิบัติขององค์อาคารและพังลงมา สร้างความอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ดั่งกรณีที่พบเห็นตามข่าวต่างๆ

ทางคณะผู้จัดทำได้ตระหนักถึงสาเหตุของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงได้จัดทำโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อช่วยลดเวลาและลดความผิดพลาดจากวิธีคำนวณมือดังกล่าว โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่เรียกว่า Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 มาช่วยในการออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้าง ซึ่งจะกล่าวถึงอาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นแบบอย่างในการคำนวณออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้าง ของโครงงานนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อเรียนรู้การใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 ในการวิเคราะห์ออกแบบองพคายพ (โครงสร้าง)ขององค์อาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจการใช้งานในโปรแกรม Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012

1.3.2 เพื่อวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กในอาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เบื้องต้นประกอบการพิจารณาต่างๆเกี่ยวกับการออกแบบก่อสร้าง และนำประยุกต์ใช้งานในอนาคตได้

1.3.3 เพื่อเผยแพร่เป็นประโยชน์แก่นิสิต นักศึกษาและผู้ที่สนใจทั่วไป

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 ในการวิเคราะห์และการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก อาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลมาตรฐานในการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก

1.5.2 ศึกษารูปแบบและข้อจำกัดของโปรแกรมออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กในปัจจุบัน

1.5.3 ศึกษาแบบร่างและพื้นที่การใช้งานอาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.5.4 เขียนแบบจำลอง3มิติ อาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และวิเคราะห์ การออกแบบโดยโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

1.5.5 ตรวจสอบการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

1.5.6 รวบรวมข้อมูลการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและการวิเคราะห์ออกแบบ

1.5.7 สรุปผลการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กอาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.6 แผนการดำเนินงาน

เดือน / กิจกรรม	พ.ย.				ธ.ค.				ม.ก.				ก.พ.				มี.ค.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. เลือกโปรแกรมและศึกษาการใช้โปรแกรม																				
2. ศึกษารูปแบบและข้อจำกัดของโปรแกรม																				
3. ศึกษาแบบร่างและพื้นที่การใช้งานอาคาร																				
4. เขียนแบบโครงสร้างของอาคาร																				
5. วิเคราะห์,ออกแบบโครงสร้าง และตรวจสอบความถูกต้องของผลที่ได้																				
6. สรุปผลการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กอาคาร																				
7. จัดทำเอกสารและรูปเล่ม																				

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. ค่าโปรแกรม	500	บาท
2. ค่าวัสดุสำนักงาน	500	บาท
3. ค่าเอกสารและวัสดุคอมพิวเตอร์	1,000	บาท
4. ค่าเข้าเล่มโครงงาน	1,000	บาท
รวมเป็นเงิน	3000	บาท (สามพันบาทถ้วน)

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 การออกแบบโครงสร้าง

โดยทั่วไปแล้วการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างนั้น ก่อนที่เราจะสามารถออกแบบส่วนความแข็งแรง(Strength) ขององค์อาคารหรือโครงสร้างนั้นได้ จะต้องมีการวิเคราะห์โครงสร้างมาก่อนหน้านั้น ซึ่งในขั้นตอนของการวิเคราะห์จะพิจารณาตั้งแต่ส่วนของคุณสมบัติของวัสดุ ลักษณะหรือรูปแบบของการแสดงออกของโครงสร้างที่มีเป็นผลมาจากแรงกระทำภายในของตัวองค์อาคารเองและแรงเนื่องจากการกระทำจากภายนอกต่างๆ รวมถึงเทคนิควิธีการหรือขั้นตอนในการก่อสร้างและการออกแบบ

ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นหากพิจารณาให้ดีจะเห็นว่า ในขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างนั้นเป็นไปไม่ได้เลยที่เราจะทำการวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อหาค่าที่ต้องการทราบต่างๆจากโครงสร้างของจริงได้ ดีที่สุดที่ทำได้ก็เพียงแต่วิเคราะห์จากแบบจำลองย่อส่วนหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโครงสร้างจริงเหล่านี้เท่านั้น นั้นย่อมหมายความว่าการโมเดลหรือการจำลองโครงสร้างเพื่อการวิเคราะห์โครงสร้างมีความสำคัญ และมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจในกระบวนการของการจำลองโครงสร้างเพื่อการวิเคราะห์ให้ลายละเอียดและรอบคอบ ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งการแสดงพฤติกรรมที่แท้จริงของโครงสร้าง(หรือใกล้เคียง) ซึ่งผลจากการแสดงพฤติกรรมดังกล่าวจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการหรือขั้นตอนในการออกแบบโครงสร้าง ท้ายที่สุดแล้วต้องก็จะได้องค์อาคารหรือโครงสร้างที่มีความแข็งแรง ได้มาตรฐานตามกฎหมายและมาตรฐานที่กำหนดหรือแนะนำไว้ เพื่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินรวมถึงความมั่นใจของผู้ใช้อาคารนั้นๆ

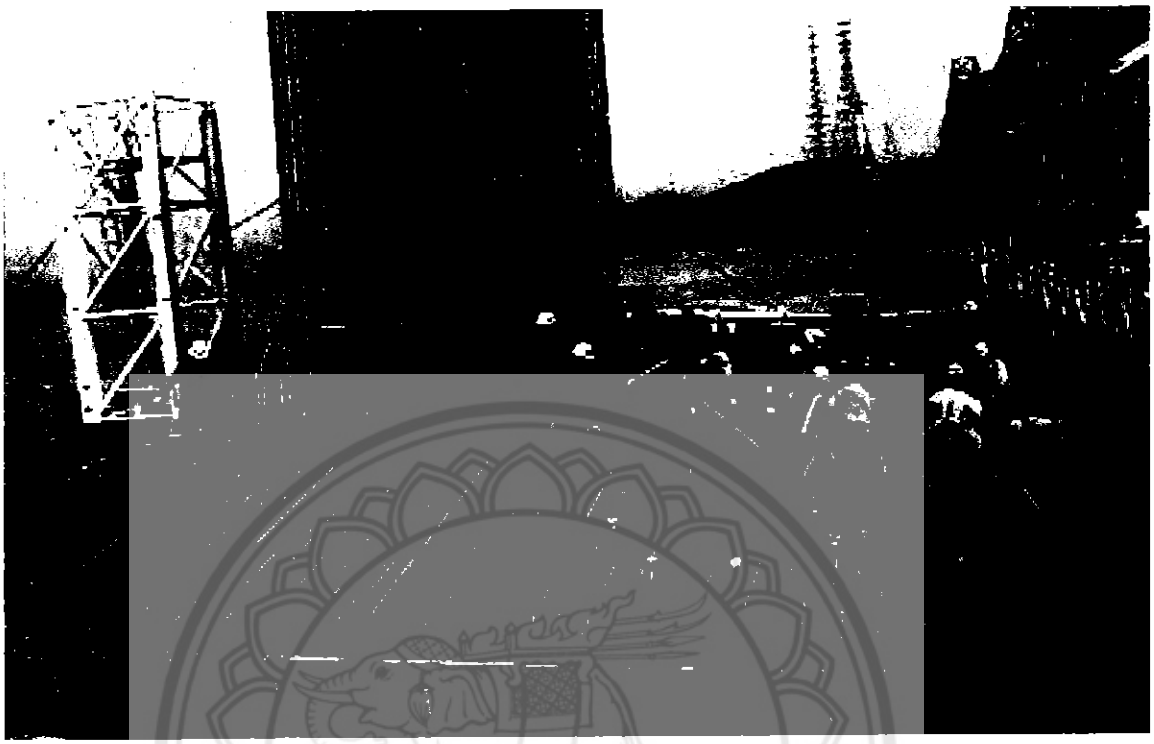
ดังนั้นหากเราต้องการที่จะให้พฤติกรรมโครงสร้างที่แสดงออกในรูปของแบบจำลอง มีความละเอียดถูกต้อง และใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุดในทุกพฤติกรรมที่ควรจะเป็นนั้น ในโครงงานนี้ก็จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างแบบจำลองและประมวลผล แบบจำลองดังกล่าวจะถูกต้องถูกจำลองขึ้นด้วยสภาพเงื่อนไขต่างๆ ให้ใกล้เคียงกับโครงสร้างจริงให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และป้อนค่าInputเข้าไปในโปรแกรมเพื่อประมวลผลและแสดงค่าดังกล่าว แต่ต้องไม่ยุ่งยากซับซ้อนจนก่อให้เกิดความไม่เหมาะสมกับระยะเวลาและค่าใช้จ่าย

หลักการโดยทั่วไปของการใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์และออกแบบ

ขั้นตอนหลัก	รายละเอียดและวิธีการของแต่ละขั้นตอน
1. กำหนดลักษะงานของโครงสร้างในการจำลอง	ลักษณะงานเช่นShell Design, Building Design, Frame3D Design, Frame2D Design เป็นต้น
2. กำหนดมาตรฐาน(Code)และวิธีการวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้าง	วิธีการออกแบบ เช่น LRFD, ASD, ACI318 เป็นต้น
3. กำหนดคุณสมบัติ(Properties)ของวัสดุที่ใช้ให้กับแบบจำลองโครงสร้าง	1. กำหนดค่าความแข็งแรงของคอนกรีต(Strength) 2. กำหนดค่าYield, Ultimate Stress ของเหล็ก 3.และกำหนดค่าต่างๆที่เกี่ยวกับวัสดุที่เลือกใช้ เช่น Es, Ec, G, V เป็นต้น 4. กำหนดขนาดขององค์อาคารต่างๆ
4. เขียนหรือสร้างรูปทรงทางเรขาคณิต(Geometry)ของโครงสร้าง เรียกว่าแบบจำลองโครงสร้าง (Structure model)	อาจทำด้วยการลาก Mouse แล้ว Click หรือป้อนค่าในตาราง หรือใช้ตัวช่วยสร้าง(Template)
5. กำหนดน้ำหนักบรรทุกออกแบบ(Design Load) กรณีต่างๆที่อาจเกิดขึ้นตลอดอายุการใช้งานของโครงสร้าง	1. คิดน้ำหนักรวมของประเภทต่างๆตามวิธีที่ได้แนะนำในมาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง 2. รวมน้ำหนักต่างๆเป็นน้ำหนักรวมสุทธิ(Combine Load)ตามวิธีที่ได้แนะนำในมาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง แล้วป้อนค่าลงไปในโปรแกรม

ตารางแสดงหลักการโดยทั่วไปของการใช้โปรแกรมวิเคราะห์และออกแบบ

2.2 โครงสร้างของอาคาร



รูปที่ 2.1 โครงสร้างอาคาร

โครงสร้างของอาคารหรือสิ่งก่อสร้างต่างๆในปัจจุบันนี้ มีมากมายหลายประเภทและหลายวิธี ซึ่งแต่ละประเภทหรือแต่ละวิธีนั้นก็จะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน วิธีการเลือกก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของลักษณะของงานนั้นๆ ประเภทของโครงสร้างอาจแบ่งจากตัววัสดุหลักของโครงสร้าง อาทิเช่น โครงสร้างเหล็ก, โครงสร้างไม้, โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นต้น ซึ่งในโครงการวิจัยนี้คณะผู้จัดได้เลือกโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก มาเป็นโครงสร้างของอาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

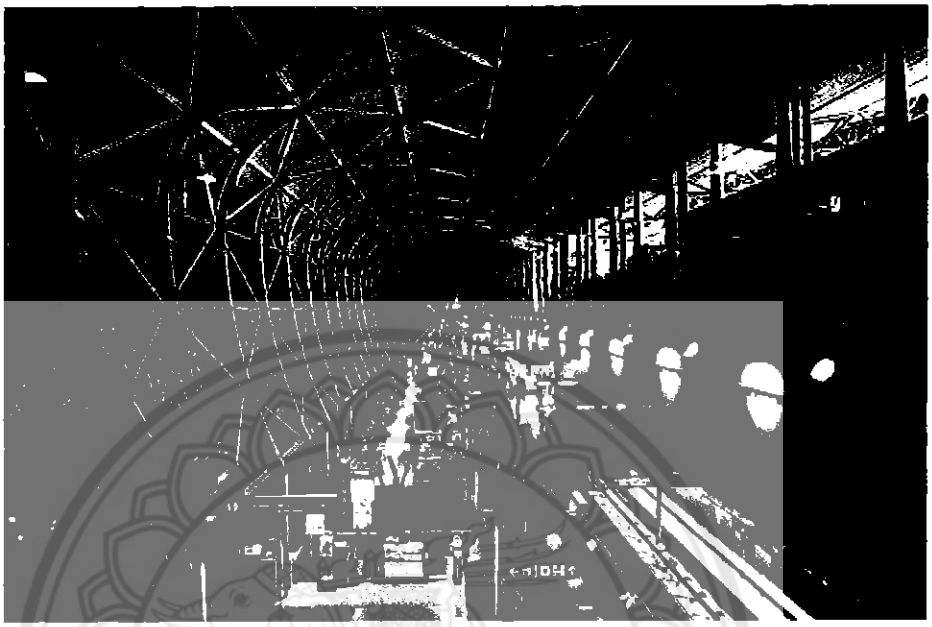
โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ในปัจจุบันนี้มีวิธีการคิดคำนวณอยู่2วิธีที่เป็นนิยม อันได้แก่การคำนวณออกแบบโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน (Working Method) และการคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลัง (Strength Method) ซึ่งทั้ง2วิธีมีข้อแตกต่างกันอยู่พอสมควร คือ กรณีที่น้ำหนัก หรือแรงกระทำต่อองค์อาคารทำให้ความเค้น หรือความเครียดมีค่าอยู่ในช่วงขีดจำกัดยืดหยุ่น วิธีหน่วยแรงใช้งานใช้งานก็จะสมเหตุสมผล แต่สมมติฐาน หรือวิธีหน่วยแรงใช้งานจำกัดตรงที่ ไม่ครอบคลุมที่จะอธิบายพฤติกรรมขององค์อาคารโดยเฉพาะในกรณีที่ความเค้น หรือความเครียดมีค่ามากกว่าขีดจำกัดยืดหยุ่น หรือกรณีที่ต้องการทราบกำลังประลัยขององค์อาคาร ซึ่งในส่วนนี้ก็ได้มีวิศวกรคิดวิธีการคิดคำนวณใหม่ที่จะมาแก้ไขข้อบกพร่องนี้ ซึ่งนั้นก็คือการคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลัง (Strength Method) ซึ่ง

วิธีนี้จะคำนึงถึงตัวคูณแรง (Load factors) หรืออีกนัยหนึ่งคือนัยสำคัญของน้ำหนัก หรือแรงกระทำต่อองค์อาคารในสภาวะประลัย ใช้กำลังของวัสดุตรงต่อความเป็นจริง คำนึงถึงพฤติกรรมที่แท้จริงของวัสดุ โดยเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น และความเครียดในช่วงที่ไม่เป็นเส้นตรงหรือไม่เป็นสัดส่วนตรงกับระยะห่างจากแกนสะเทิน การคำนวณออกแบบโดยวิธีกำลังสามารถคาดคะเนกำลังสูงสุดขององค์อาคาร เข้าใจพฤติกรรมวิบัติ คำนึงถึงข้อบกพร่องของวัสดุ(Defect in materials) การทำงาน หรือฝีมือแรงงาน(Workmanship) โดยกำหนดค่าตัวคูณลดกำลังไว้ด้วย อย่างไรก็ตามการคำนวณตรวจสอบความสามารถใช้งาน(Serviceability) ขององค์อาคาร เช่น คำนวณการโก่งตัว ก็ยังคงเป็นวิธีหน่วยแรงใช้งาน(หรือพิจารณาที่สภาวะใช้งานนั้นเอง) ดังนั้นทั้งวิธีหน่วยแรงใช้งาน หรือวิธีกำลัง ต่างก็ถูกต้องสมเหตุสมผลควรแก่การคำนวณออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็กตามแต่กรณี

รูปที่ 2.2 ตึกเอ็มไพร์สเตท เคยเป็นตึกสูงที่สุดในโลก สร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก
(ที่มา:http://www.guitarthai.com/musicboard/question.asp?QID=1654)

2.2.1โครงสร้างต่างๆของอาคารที่เป็นนิยมกันในปัจจุบัน

2.2.1.1. โครงสร้างเหล็ก



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างรูปโครงสร้างเหล็ก

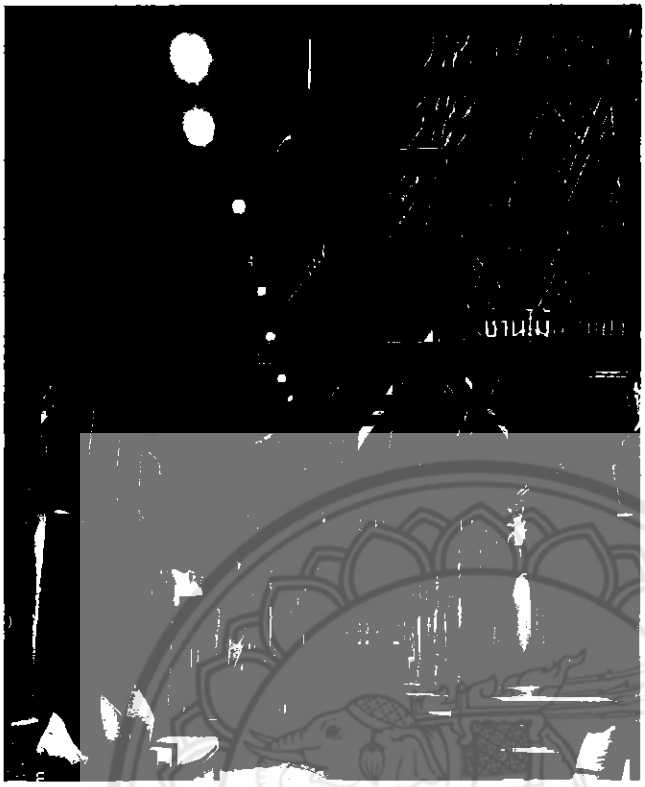
(ที่มา:http://www.yellowatwork.com/TH/content/Pages/Constrution_02132012_r.aspx)

2.2.1.2 โครงสร้างคอนกรีตอัดแรง (Prestress Concete)

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างรูปโครงสร้างอัดแรง (Prestress Concete)

(ที่มา:http://www.ideocondo.com/php/new/?p=project-progress-details&ppgid=5&id=8&iyear=2009-04-1)

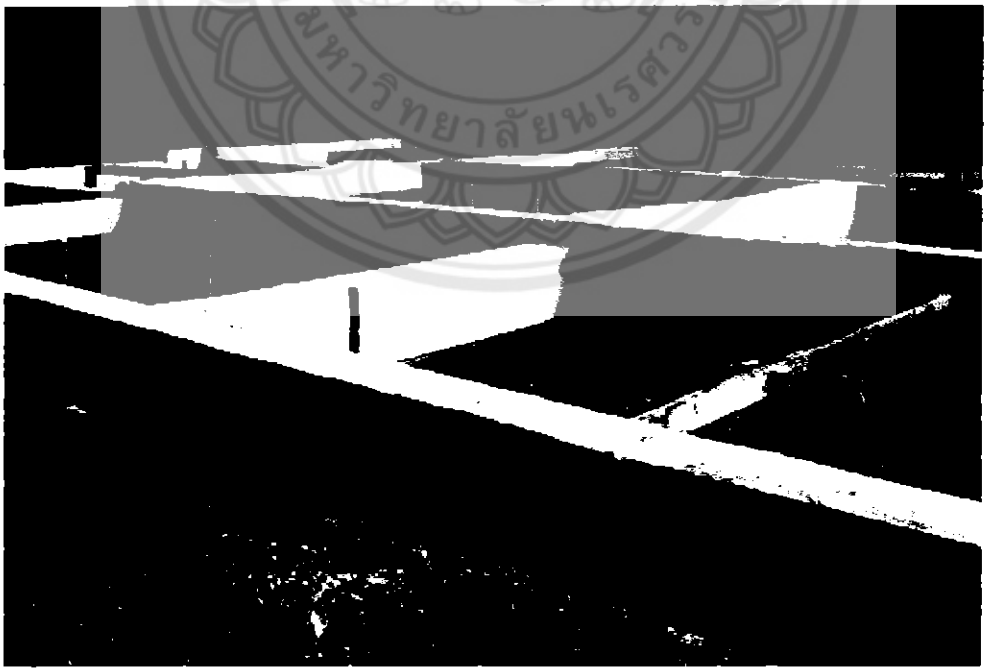
2.2.1.3. โครงสร้างไม้



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างรูปโครงสร้างไม้

ที่มา:http://www.oknation.net/blog/civil/2011/04/17/entry-2)

2.2.1.4.โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างรูปโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

(ที่มา: http://www.learners.in.th/blogs/posts/230984)

2.3 แรงที่กระทำต่อโครงสร้าง

การวิบัติต่างๆขององค์อาคาร เกิดขึ้นเพราะมีแรงกระทำต่อตัวอาคารมากเกินกว่าค่าน้ำหนักออกแบบของโครงสร้างที่วิศวกรได้กำหนดออกแบบไว้ ถ้าสมมติไม่มีแรงกระทำต่างๆกระทำต่อโครงสร้าง ไม่ว่าจะเป็นแรงจากน้ำหนักของตัวโครงสร้างเองซึ่งเป็นผลมาจากโน้มถ่วง, แรงลม, แรงดันจากการขยายตัวของวัสดุ หรือแรงอื่นๆ ระบบโครงสร้างของอาคารก็ดูเหมือนว่าเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็น แต่ในโลกแห่งความเป็นจริงแล้ว โครงสร้างเป็นสิ่งสำคัญที่สุดโดย เฉพาะในอาคารที่ต้องรับแรงต่างๆสูง และเกี่ยวข้องกับชีวิตคน เพราะโครงสร้างต้องรองรับแรงกระทำต่างๆ ที่กระทำต่อตัวอาคาร งานแรกที่วิศวกรโครงสร้างต้องทำคือ พิจารณาแรงที่กระทำต่อโครงสร้าง และการออกแบบให้รองรับแรงกระทำในกรณีที่รุนแรงที่สุด อีกทั้งต้องมีการออกแบบให้เผื่อแรงที่เกิดขึ้นไม่บ่อยครั้งจากธรรมชาติ ซึ่งแรงกระทำต่อโครงสร้างหลักๆนั้นสามารถแยกได้เป็นแรงหลักๆดังนี้

รูปที่2.7 ตัวอย่างรูปน้ำหนักบรรทุกคงที่(Dead Load)

(ที่มา:http://www.ideocondo.com/php/new/?p=projectprogressdetails&ppgid=5&id=8&iyear=2009-07-2)

2.3.1. น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load : DL)

คือ น้ำหนักบรรทุกที่กระทำอยู่กับที่ คงที่ตายตัว ไม่มีการเคลื่อนย้ายหรือเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำหนัก ถ้าจะให้เห็นลักษณะที่ชัดเจนก็คือชิ้นส่วนของโครงสร้างของอาคารนั่นเอง ซึ่งได้แก่ เสา คาน พื้น หลังคา ผนัง บันได กระเบื้องปูพื้น พื้นสำเร็จรูป และคอนกรีตทับหน้าของพื้นสำเร็จรูป เป็นต้น แล้วเราจะรู้ได้อย่างไรว่าชิ้นส่วนของอาคารเหล่านั้นมันมีน้ำหนักเท่าไหร่ แต่ไม่ต้องกังวล เพราะน้ำหนักต่างๆเหล่านั้นเขาได้มีการทดสอบมาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เพียงแต่เราทราบขนาดหรือพื้นที่ของชิ้นส่วนนั้นๆ ก็จะสามารถทราบน้ำหนักคงที่โดยคร่าวๆได้แล้ว ซึ่งน้ำหนักคงที่ของวัสดุต่างๆ มีข้อมูลน้ำหนักต่อหน่วยโดยประมาณ ดังแสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

น้ำหนักบรรทุกคงที่ของวัสดุ	หน่วยน้ำหนักโดยประมาณ
1. คอนกรีตเสริมเหล็ก	2300- 2400 กก./ลบ.ม.
2. เหล็ก	7700 – 7900 กก./ลบ.ม.
3. ไม้	460 – 490 กก./ลบ.ม.
4. กระจก	2900 – 3000 กก./ลบ.ม.
5. น้ำ	1000 กก./ลบ.ม.
6. ผนังอิฐบล็อกรวมฉาบหนา 10 ซม.	120 – 150 กก./ตร.ม.
7. ผนังอิฐมอญรวมฉาบหนา 10 ซม.	180 – 200 กก./ตร.ม.
8. ผนังอิฐบล็อกมวลเบารวมฉาบหนา 10 ซม.	90 – 100 กก./ตร.ม.
9. ผนังเบา เช่น ไม้อัด, ยิปซั่ม รวมโครงคร่าว	20 – 40 กก./ตร.ม.
10. หลังคากระเบื้องลอนคู่, ลอนเล็ก รวมแป	12 – 15 กก./ตร.ม.
11. หลังคากระเบื้องโมเนีย, ดินเผาเคลือบ รวมระแนง	50 – 70 กก./ตร.ม.
12. โครงสร้างหลังคา	20 – 50 กก./ตร.ม.

13. ฝ้าเพดาน รวมโครงคร่าว	15 – 20 กก./ตร.ม.
14. พื้นไม้รวมตง	30 – 50 กก./ตร.ม.
15. พื้นสำเร็จรูปรวมคอนกรีตทับหน้ารวมหนา 10 ซม.	240 – 260 กก./ตร.ม.

(ที่มา:http://www.eit.or.th/content.php?siteid=0&mode=knowledge&option=com_content&lang=th)

2.3.2. น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load : LL)

คือ น้ำหนักบรรทุกที่เป็นลักษณะมีการเคลื่อนย้าย เคลื่อนที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงขนาดน้ำหนักอยู่ตลอดเวลา หรืออยู่ชั่วคราว เช่น รถยนต์ หิมะ แรงลม ผู้คนที่ใช้อาคาร วัสดุอุปกรณ์สำนักงาน เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมาเราจะสามารถสังเกตได้ว่า แรงกระทำเหล่านี้จะเกิดขึ้นเป็นครั้งคราว และเมื่อมีการเคลื่อนย้ายออกไป ก็จะไม่มีแรงกระทำคงค้าง ซึ่งตามข้อกำหนดของพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 หรือข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร ว่าด้วยเรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544 ได้กำหนดค่าน้ำหนักบรรทุกจรขั้นต่ำเพื่อใช้ควบคุมการออกแบบไว้ดังตารางต่อไปนี้

รูปที่2.8 ตัวอย่างรูปน้ำหนักจร(Live Load)

(ที่มา:http://www.aesservice.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539211681&Ntype=9)

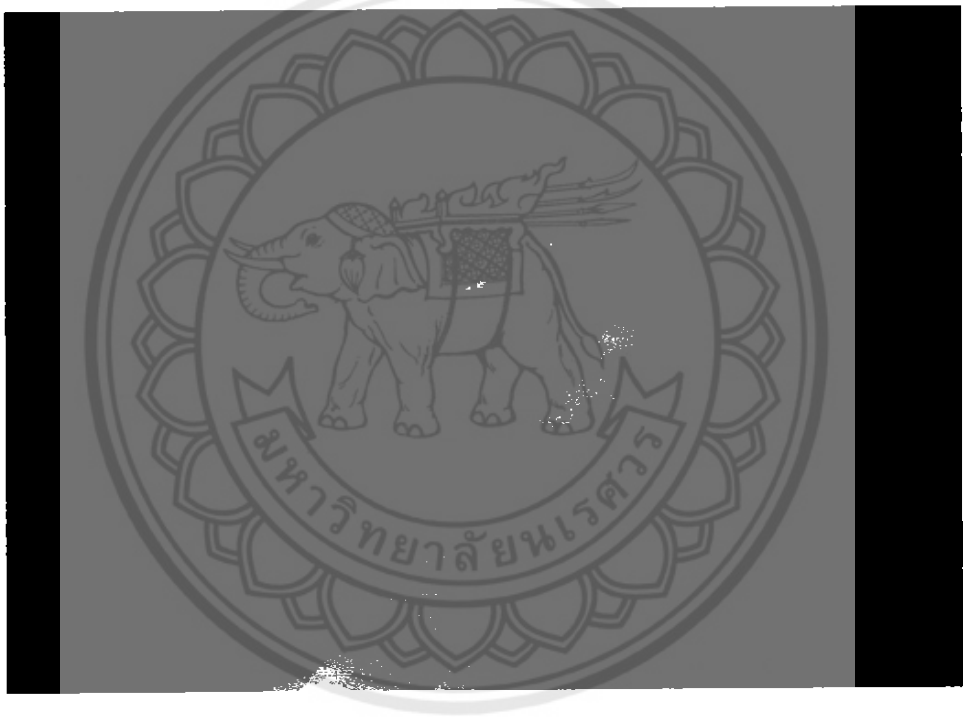
ประเภทการใช้อาคาร	น้ำหนักบรรทุกจรขั้นต่ำ (กก.ตร.ม.)
1. หลังคา	50
2. พื้นกันสาดหรือพื้นหลังคาคอนกรีต	100
3. ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ-ห้องส้วม	150
4. ห้องแถว ตึกแถว อาคารชุด หอพัก โรงแรม	200
5. สำนักงาน ธนาคาร	250
6. อาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน	300
7. ห้องโถง บันไดและช่องทางเดินของอาคารชุด หอพัก โรงแรม โรงพยาบาล สำนักงาน ธนาคาร	300
8. ตลาด ห้างสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องประชุม ห้องอ่านหนังสือใน หอสมุด ที่จอดรถ/เก็บรถยนต์นั่ง	400
9. ห้องโถง บันไดและช่องทางเดินของอาคาร พาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน	400
10. คลังสินค้า โรงกีฬา พิพิธภัณฑ์ อัฒจันทร์ โรงพิมพ์ โรงงานอุตสาหกรรม ห้องเก็บเอกสารและพัสดุ	500
11. ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของตลาด ห้างสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร และหอสมุด	500
12. ห้องเก็บหนังสือของหอสมุด	600

13. ที่จอดรถหรือเก็บรถยนต์บรรทุกเปล่าและรถอื่นๆ	800

ตารางแสดงค่ากำหนดน้ำหนักบรรทุกจรขั้นต่ำเพื่อใช้ควบคุมการออกแบบ (ที่มา: พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544)

2.3.3. แรงลม (Wind Load :WL)

คือ น้ำหนักบรรทุกจรประเภทหนึ่ง ซึ่งกระทำต่อโครงสร้างอาคารทางด้านข้างโดยจะมีขนาดแรงกระทำแปรผันกับความสูงของโครงสร้างอาคาร



รูปที่2.9 ตัวอย่างรูปแรงลม (Wind Load)

(ที่มา: http://www.bbberry.net/webboard/viewthread.php?tid=7122)

แรงลมที่กระทำต่ออาคาร

ความสูงอาคาร	หน่วยแรงลม(กก.ตร.ม.)
ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	50 กก.ตร.ม.
ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	80 กก.ตร.ม.
ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	120 กก.ตร.ม.
ส่วนของอาคารที่สูงกว่า 40 เมตร	160 กก.ตร.ม.

(ที่มา:http://www.eit.or.th/content.php?siteid=0&mode=knowledge&option=com_content&lang=th)

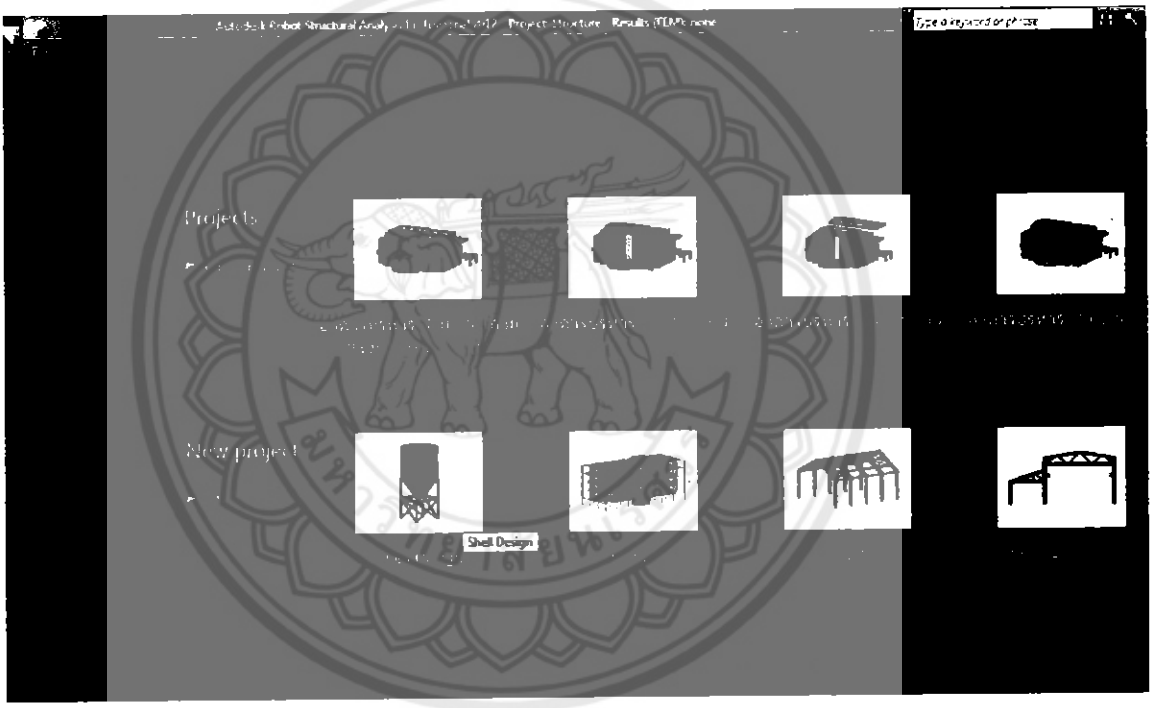
บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 กำหนดรูปแบบและรายละเอียดวัสดุและวิธีวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้าง

ข้อกำหนดรูปแบบและรายละเอียดและวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ในการจำลองแบบโครงสร้างอาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มีขั้นตอนดังนี้

3.1.1 เปิดโปรแกรม Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012

3.1.2 เลือกลักษณะโครงการ (Select project) => Shell Design (1)



รูปที่3.1 หน้าแรกเมื่อเปิดโปรแกรม

3.1.3 เครื่องมือในการออกแบบอาคาร

เมื่อเปิดเข้ามาให้ตัวโปรแกรมจะเห็นหน้าต่างดังรูปที่3.2 ซึ่งเป็นเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในโปรแกรม โดย

1. คือ Manu Bar เมื่อคลิกจะมีคำสั่งต่างๆขึ้นมามากมายให้เลือกใช้ ซึ่งจะได้กล่าวถึงการใช้งานในหัวข้อถัดไป

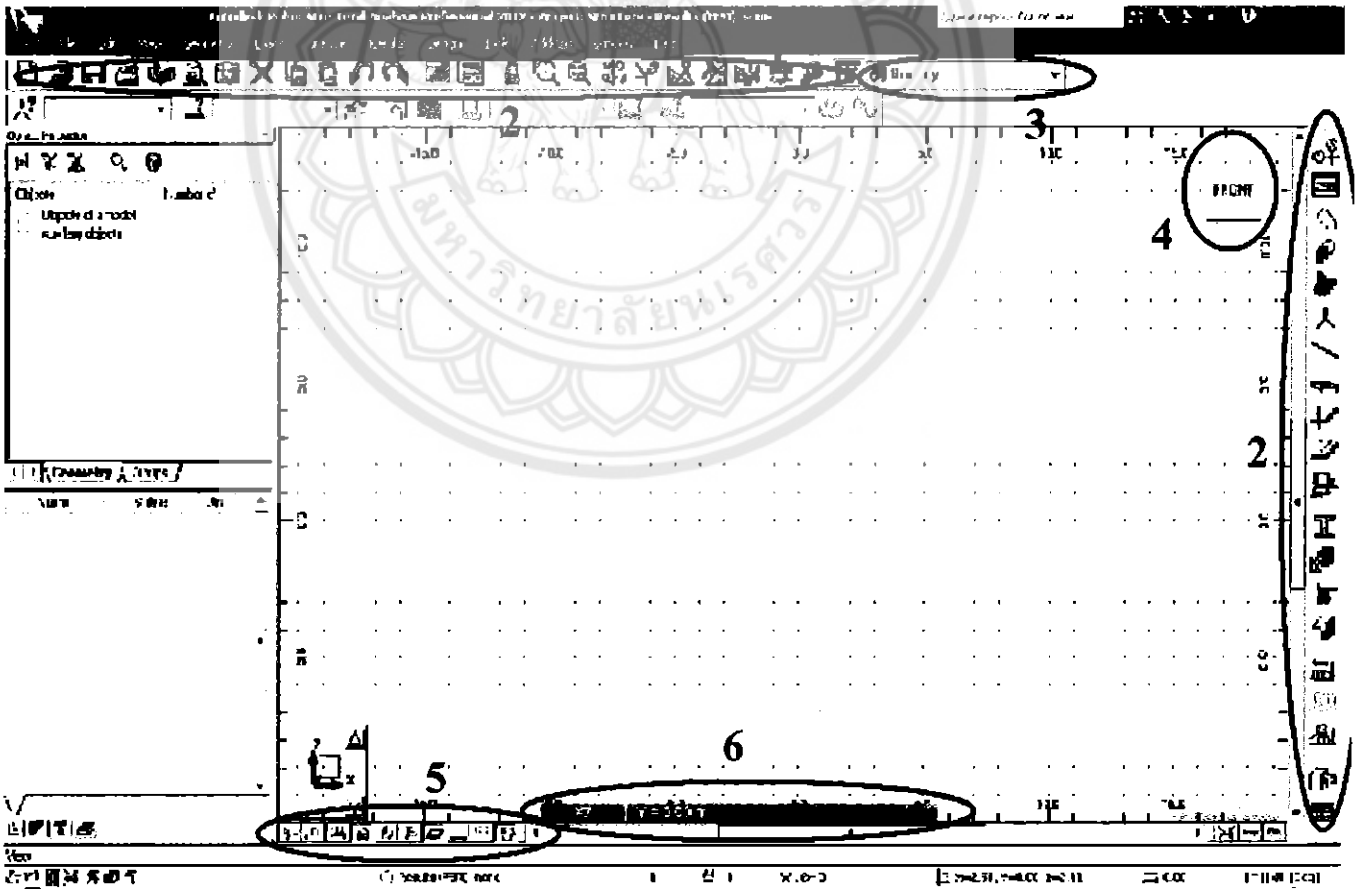
2. คือ Short key จะเป็นคำสั่งที่อยู่ในกลุ่มของ Manu Bar ซึ่งเป็นคำสั่งที่ใช้งานบ่อย จึงสามารถนำออกมาไว้ภายนอกได้

3. Drop Down จะเป็นหน้าต่างต่างๆที่เราต้องการดู ในการใช้งานเขียนแบบทั่วไปจะอยู่ในหน้าของ Geometry

4. เป็นการแสดงรูปด้านที่เรามองอยู่ในรูปแบบสามมิติ ซึ่งสามารถดูได้ทุกมุมมองของตัวอาคาร

5. เป็นเมนูที่ต้องการให้แสดงรูปหรือค่าที่ต้องการหลังจากที่เราทำการเขียนโครงสร้างลงในโปรแกรม

6. เป็นเมนูที่สามารถให้เราดูรูปเป็นมุมมองสองมิติได้ เช่น ในแกน xy xz หรือ yz เป็นต้น และสามารถดูค่าที่ระดับที่เรากำหนดตาม Grit line ได้ด้วยเช่นกัน



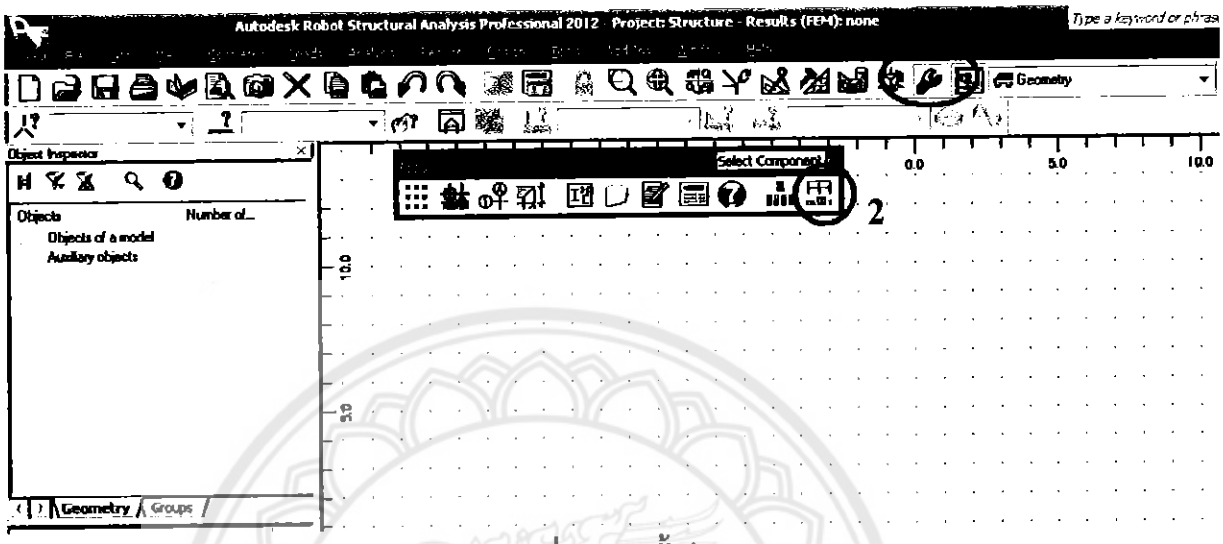
รูปที่3.2 หน้าจอหลักโปรแกรม Autodesk Robot Structure 2012

3.1.4 กำหนดคุณสมบัติของวัสดุและวิธีการวิเคราะห์ การตั้งค่าโปรแกรม

1. กดปุ่ม tool ใน แถบเครื่องมือ

2. กดปุ่ม Job Preferences ในหน้าต่าง Tools

คลิกเลือก (1)=> tool (2)=> Job Preferences



รูปที่3.3 การตั้งค่า

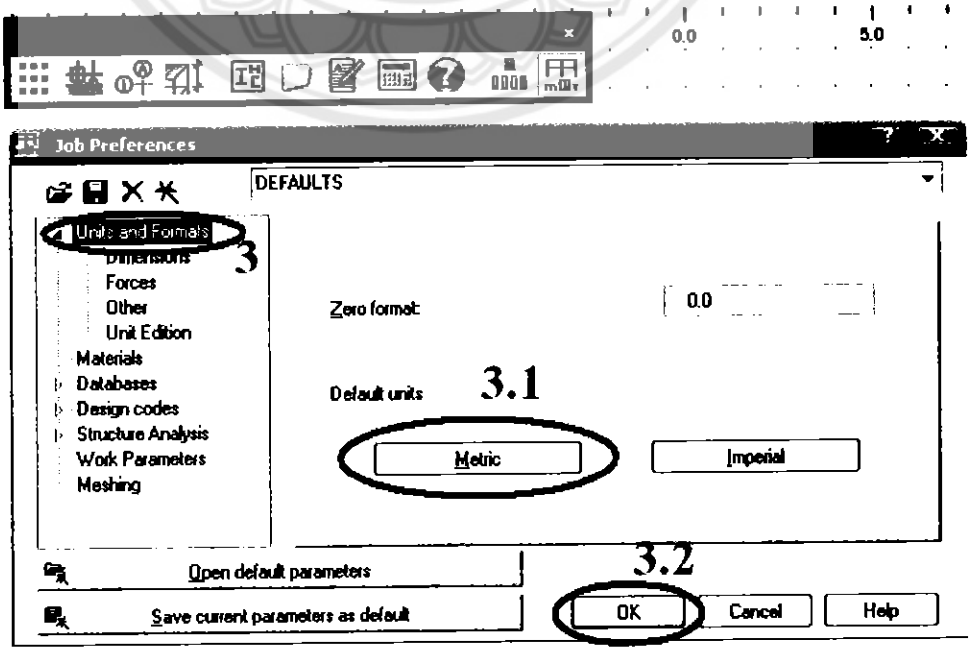
3.1.5 หลังจากนั้นจะมีหน้าต่างขึ้นมาดังรูป

3. คลิกเลือก Units and Formats แล้วเลือก

3.1 Metric เพื่อใช้หน่วยเป็น Metric และกด

3.2 กดOKเพื่อยืนยัน

คลิกเลือก (3)=> Units and Formats (3.1)=> Metric (3.2)=> OK



รูปที่3.4 การเลือกหน่วย

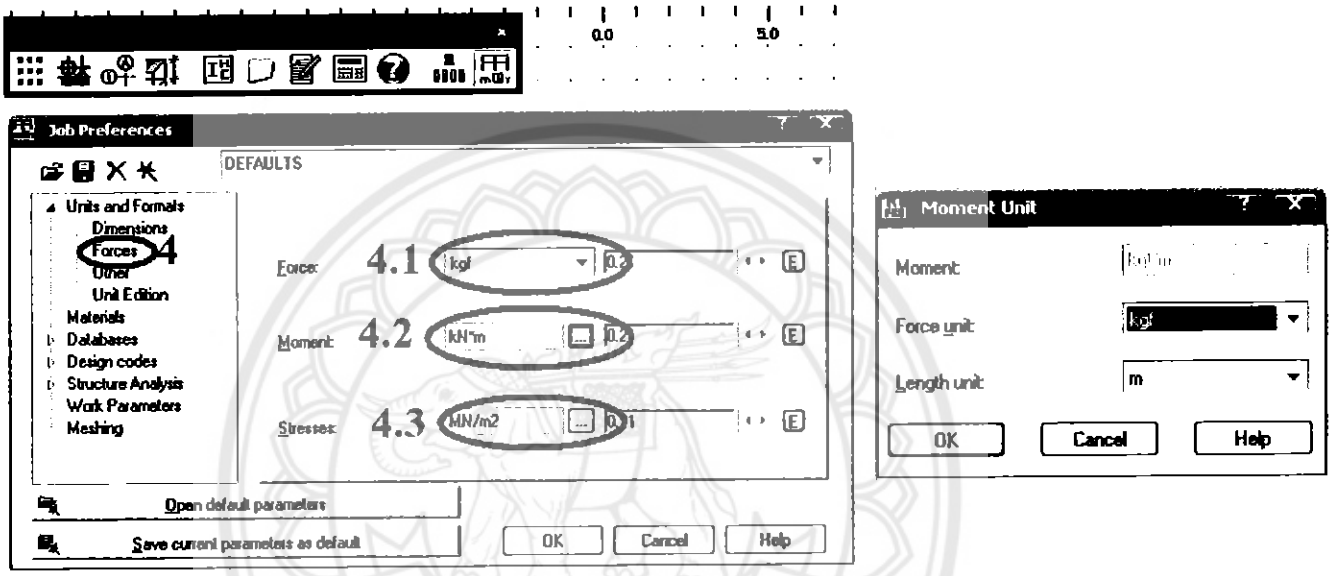
4. เลือก Forces เพื่อเปลี่ยนหน่วยแรงต่างๆ

4.1 เลือกหน่วยแรงเป็น kgf ดังรูป

4.2 Moment ให้เลือกเป็น kgf*m

4.3 Stresses ให้เลือกเป็น kgf/cm2

การตั้งค่าของ4.1 และ 4.2 สามารถตั้งได้โดยกดที่ [...] รูปหลังจากนั้นจะมีหน้าต่างขึ้นมาดังรูปที่ 3.5



รูปที่3.5 การเลือกหน่วยของแรง

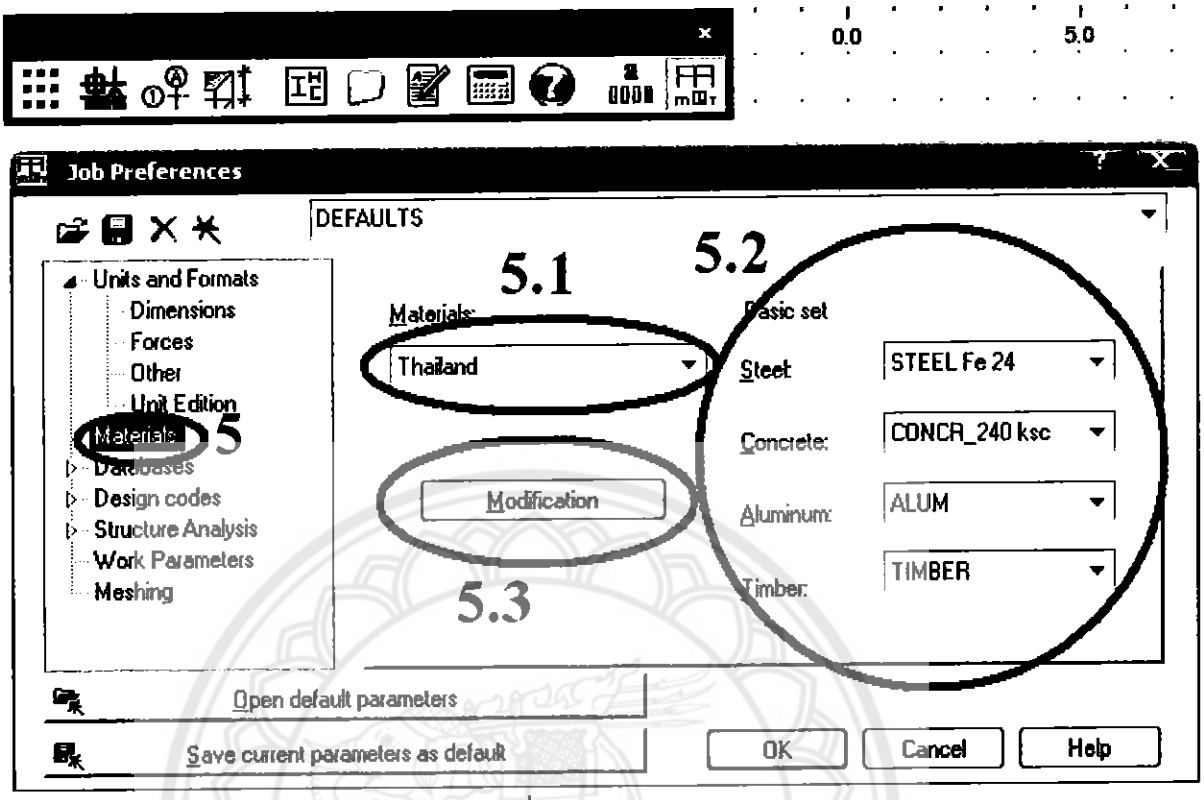
5. Materials เพื่อเปลี่ยนชนิดของวัสดุ

5.1 Materials เลือกของ Thailand หลังจากนั้นเลือก

5.2 Basic set เพื่อเปลี่ยนชนิดของวัสดุต่างๆ โดยในที่นี้ใช้ Steel ชนิด Steel Fe 24 ส่วน Concrete ชนิด Concr_240ksc ในกรณีที่ต้องการเลือกเพิ่มเติมที่ในโปรแกรมไม่ระบุสามารถเลือก

5.3 Modification ดัง รูปที่3.6

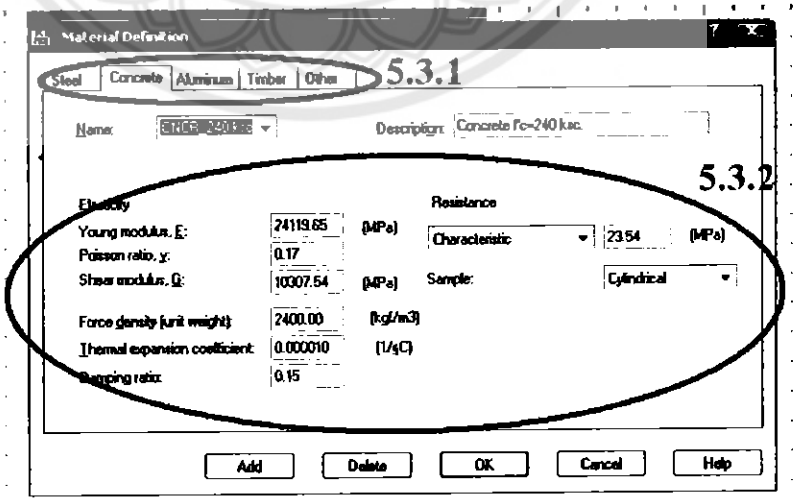
คลิกเลือก (5)=> Materials (5.1)=> Materials เลือกของ Thailand (5.2)=>Basic set ใช้ Steel ชนิด Steel Fe 24 ส่วน Concrete ชนิด Concr_240ksc (5.3)=> Modification



รูปที่3.6 การเลือกวัสดุ

5.3.1 เลือกชนิดวัสดุที่เราต้องการเพิ่มเติมค่า หลังจากนั้นจะขึ้นหน้าต่าง**ดังรูปที่3.7**

5.3.2 เป็นการตั้งค่าคุณสมบัติของวัสดุชนิดนั้นได้

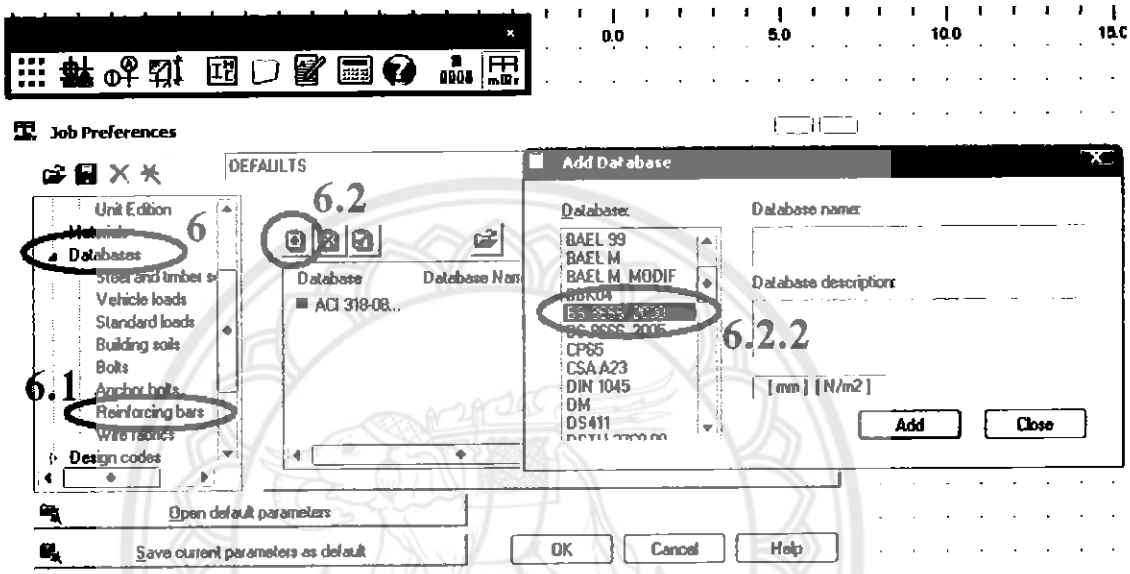


รูปที่3.7 การเพิ่มประเภทของวัสดุ

6. Databases เพื่อเลือกมาตรฐานในการออกแบบต่างๆ ในที่นี้จะไปเปลี่ยนที่

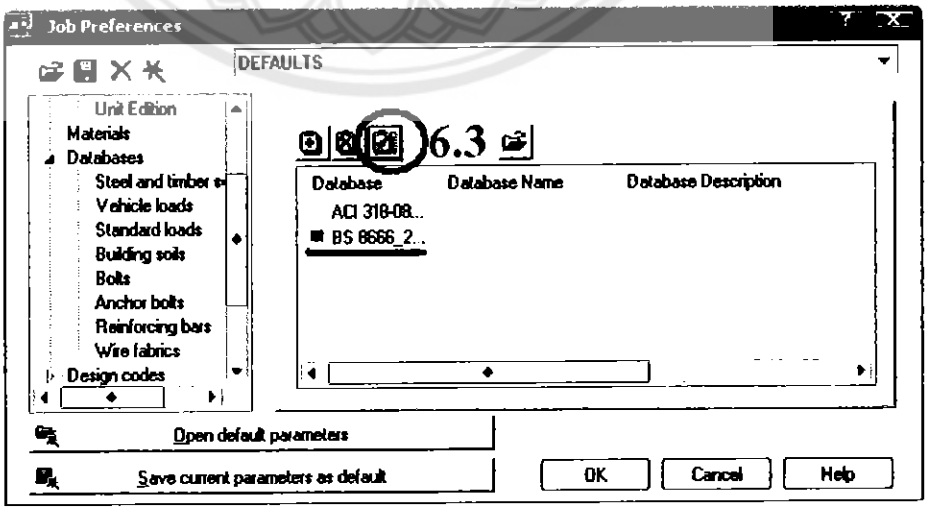
6.1 Reinforcing bars เพื่อเปลี่ยนมาตรฐานของเหล็กเสริม เลือกไอคอน

6.2 เพื่อทำการเพิ่มมาตรฐานไป หลังจากกดแล้วจะขึ้นหน้าต่างมาดังรูป Add Database หลังจากนั้นเลือก BS 8666 2000 แล้วกด Add



รูปที่3.8 การเลือกมาตรฐานในการออกแบบ

6.3 เพื่อกำหนดให้ใช้มาตรฐานที่ได้กำหนดเพิ่มเข้ามา

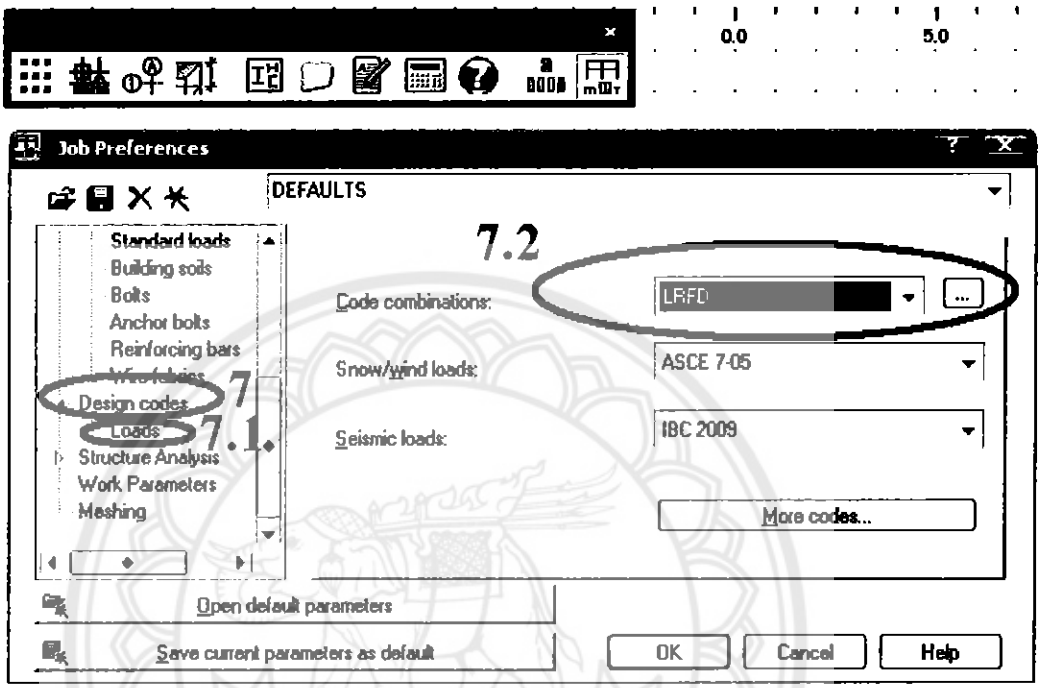


รูปที่3.9 การเลือกมาตรฐานในการออกแบบ (ต่อ)

7. เลือก Design codes แล้วเลือก

7.1 Loads หลังจากนั้นให้เลือก

7.2 โดยให้เปลี่ยนโค้ดเป็น LRFD ดังรูป และกด OK

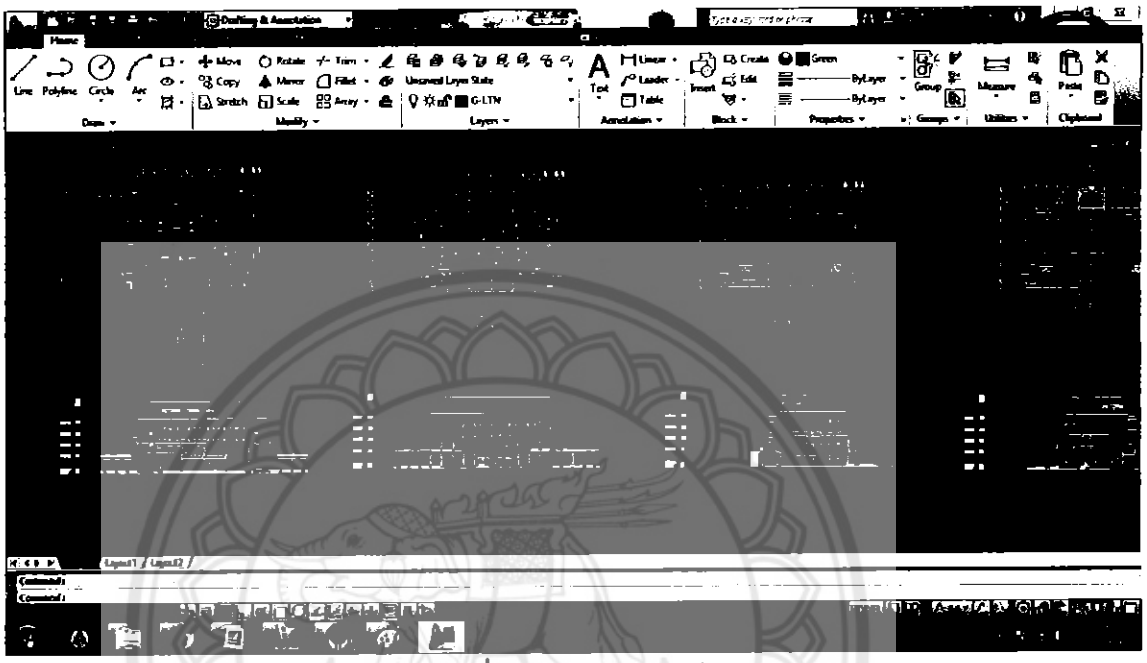


รูปที่3.10 การเลือก Code

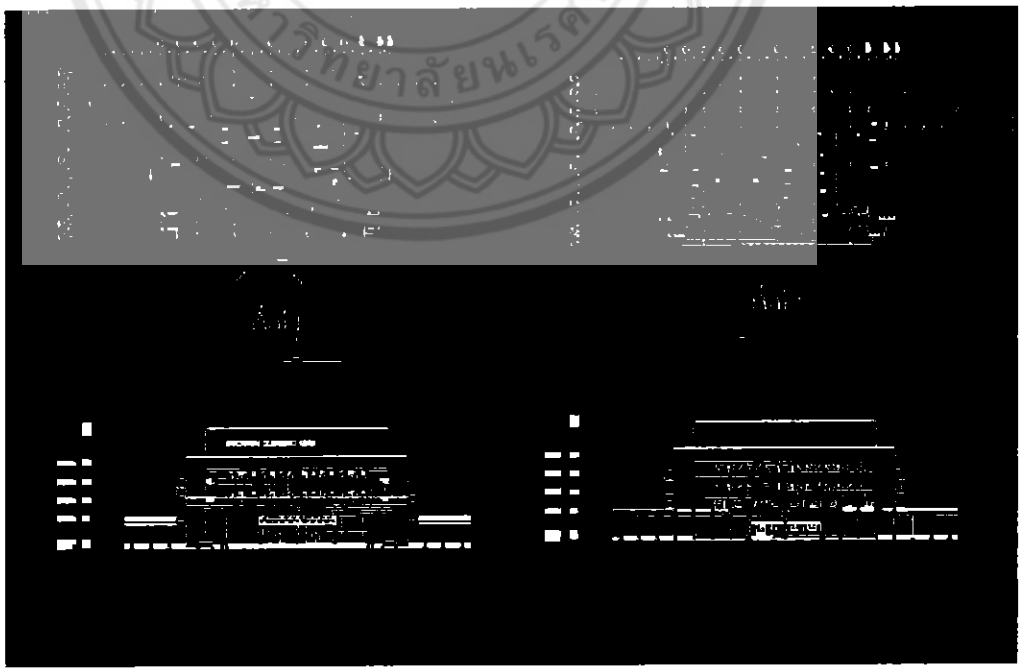
3.2 กำหนดและสร้างกริดไลน์(Grid Line)

3.2.1 กำหนดกริดไลน์

ขั้นแรกก่อนการสร้างกริดไลน์ จะต้องศึกษาแบบให้เข้าใจถ่องแท้มาก่อน หรือไม่ก็สร้างกริดไลน์ตามแบบสถาปัตย์ที่ได้กำหนดมาเบื้องต้น



รูปที่3.11 แบบสถาปัตย์1



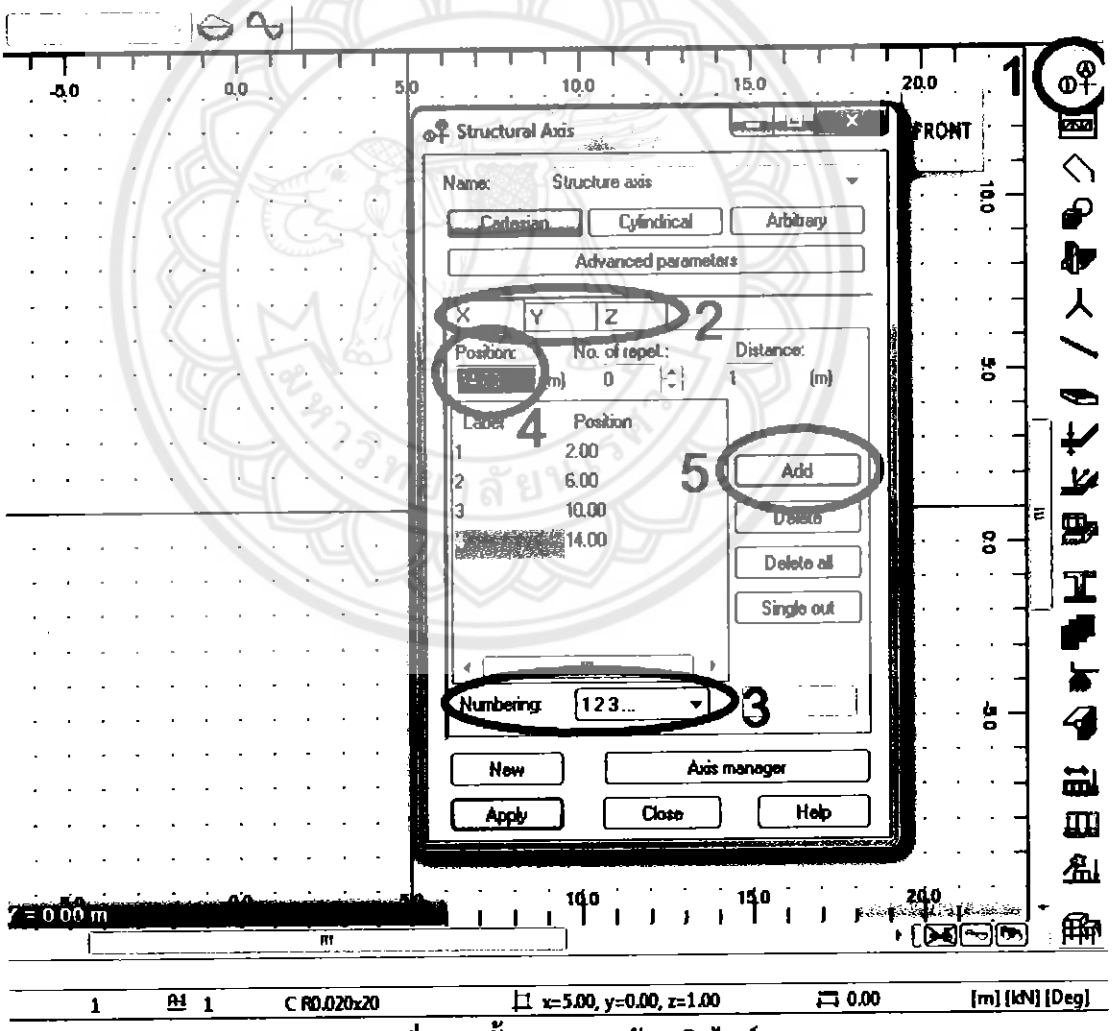
รูปที่3.12 แบบสถาปัตย์2

3.2.2 สร้างกริดไลน์

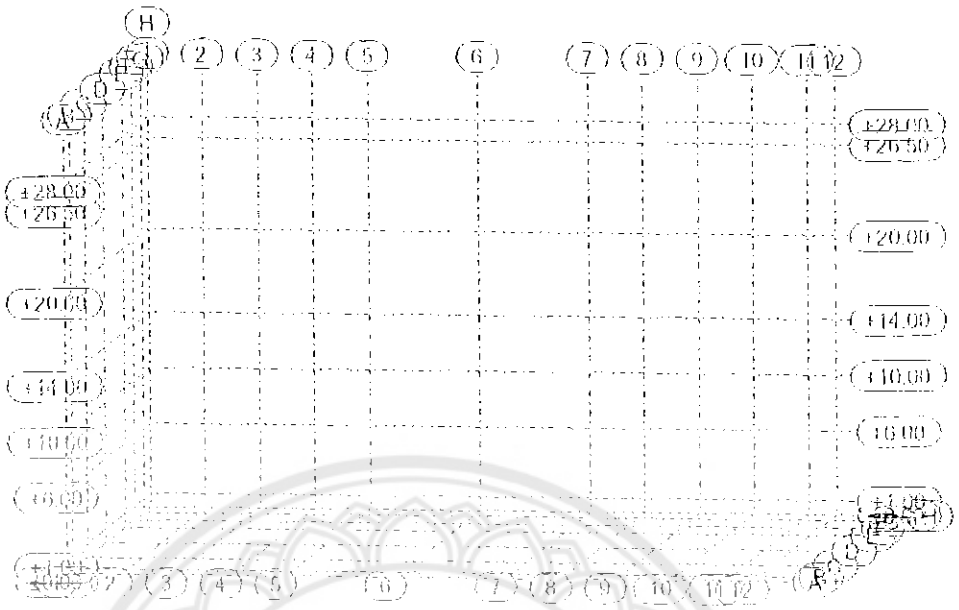
มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่งAxis Definition
2. เลือกแนวแกนX,Y,Z
3. ตั้งค่าNumbering (การเรียงชื่อของกริดไลน์ จะเป็น1 2 3... หรือ A B C...) ในที่นี้เลือก1 2 3...
4. ป้อนค่าระยะจากจุดอ้างอิง
5. กดAddค่า (เสร็จขั้นตอนการสร้างต่อ1กริดไลน์)

คลิกเลือก (1)=>Axis Definition (2)=>เลือกแนวแกน(3)=>ตั้งค่าNumbering(4)=>ป้อนค่าระยะจากจุดอ้างอิง (5)=>Add



รูปที่3.13 ขั้นตอนการสร้างกริดไลน์



รูปที่3.14 กริดไลน์

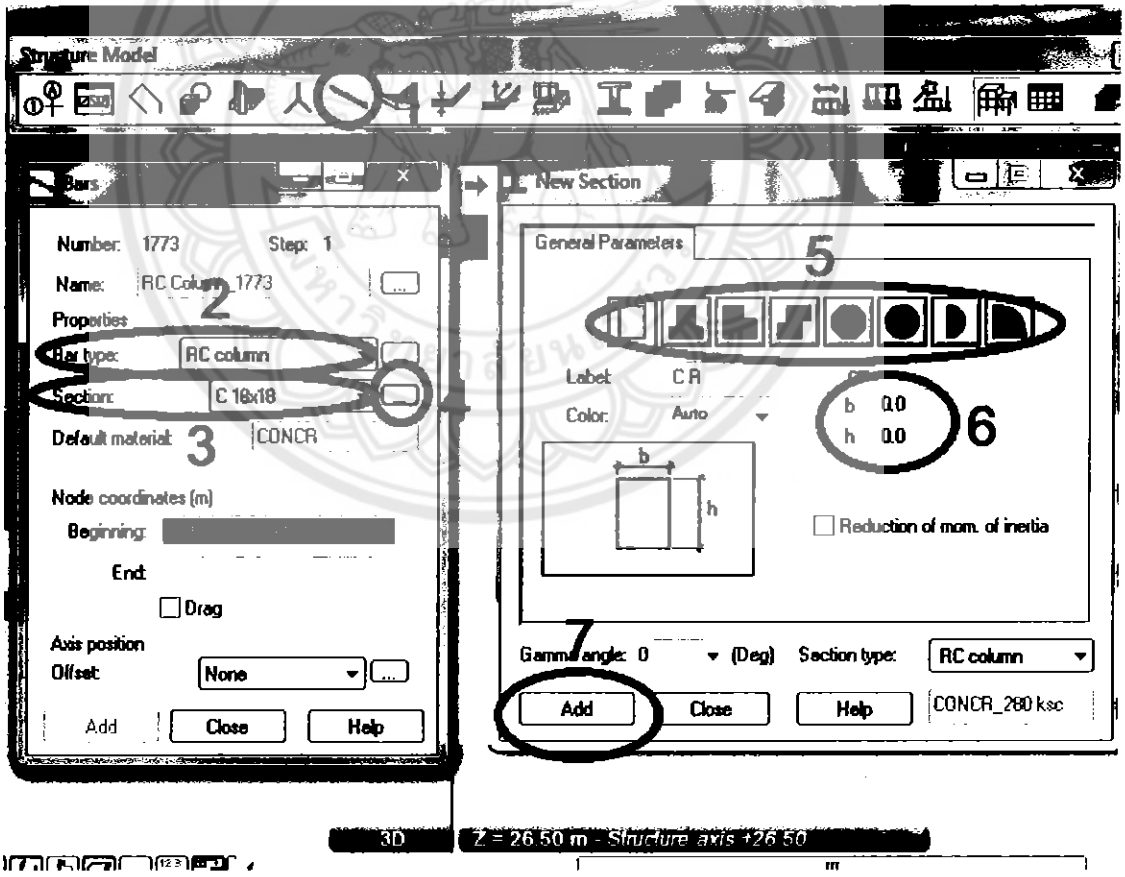
เ67976 86 ฝร.
ก ส 829
2554

3.3 กำหนดและสร้างเสา

3.3.1 กำหนดรูปแบบ ขนาดเสา มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่งBars
2. เลือกประเภท RC column
3. เลือกหน้าตัด (หากไม่มีหน้าตัดที่ต้องการไปที่ขั้นตอนที่4)
4. เพิ่มประเภทและขนาดหน้าตัด
5. เลือกประเภทของ column
6. ใส่ขนาดหน้าตัดที่ต้องการ
7. ทำการAdd column ที่ต้องการ

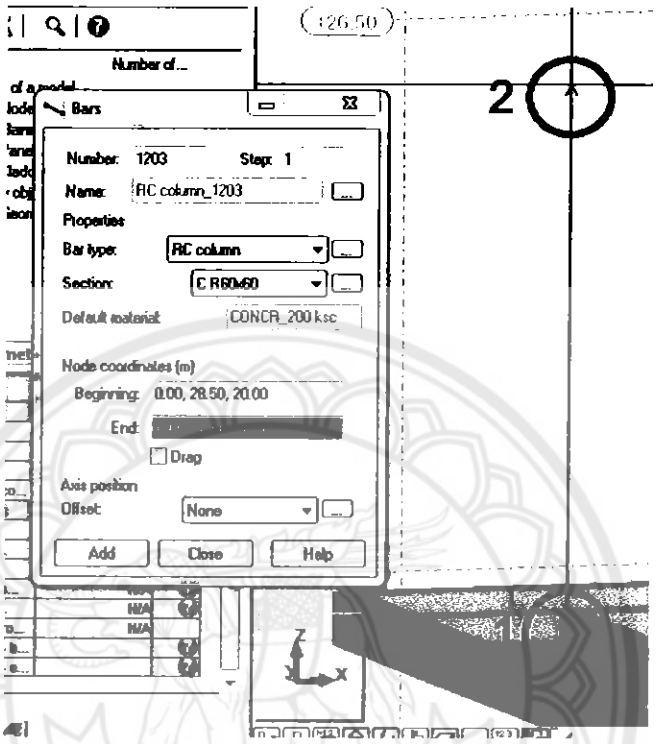
คลิกเลือก (1)=> Bars (2)=> RC column (3)=>เลือกหน้าตัด(หากไม่มีหน้าตัดที่ต้องการไปที่ขั้นตอนที่4) (4)=>เพิ่มประเภทและขนาดหน้าตัด (5)=>เลือกประเภทของ column (6)=>ใส่ขนาดหน้าตัดที่ต้องการ (7)=> Add



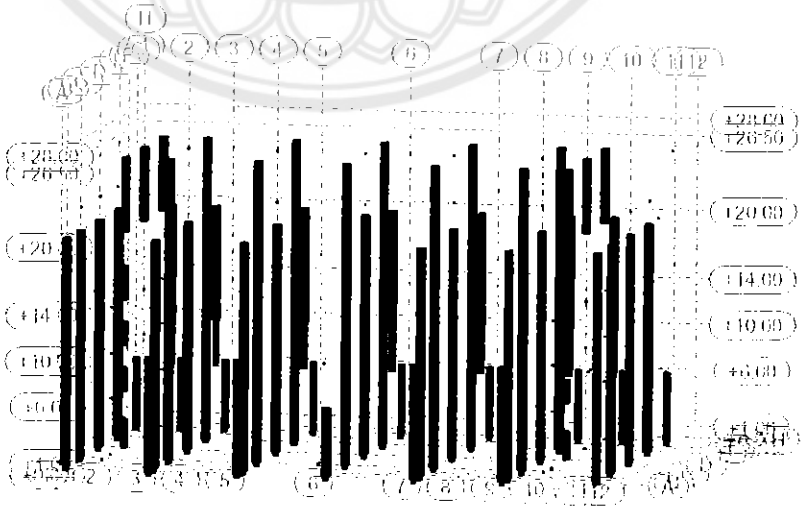
รูปที่3.15 วิธีกำหนดรูปแบบขนาดของเสา

3.3.2 กำหนดตำแหน่งของเสา มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุด Beginning
2. กำหนดจุด End



รูปที่3.16 วิธีกำหนดตำแหน่งของเสา



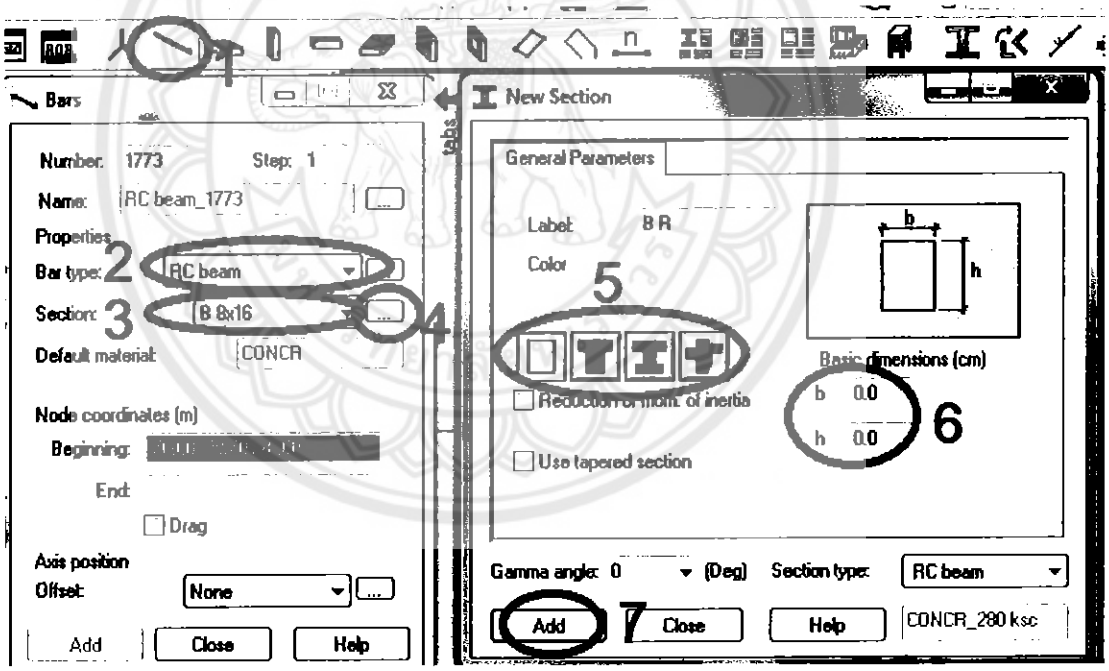
รูปที่3.17 เสา

3.4 กำหนดและสร้างคาน

3.4.1 กำหนดรูปแบบ ขนาดคาน มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่งBars
2. เลือกประเภท RC beam
3. เลือกหน้าตัด (หากไม่มีหน้าตัดที่ต้องการไปที่ขั้นตอนที่4)
4. เพิ่มประเภทและขนาดหน้าตัด
5. เลือกประเภทของbeam
6. ใส่ขนาดหน้าตัดที่ต้องการ
7. ทำการadd beam ที่ต้องการ

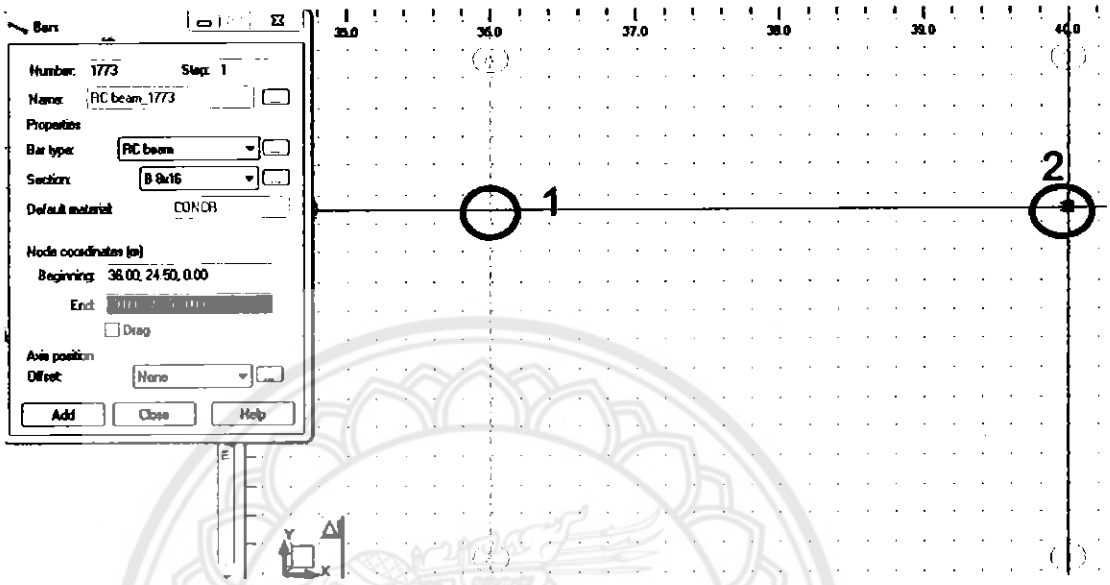
คลิกเลือก (1)=> Bars (2)=> RC beam (3)=>เลือกหน้าตัด(หากไม่มีหน้าตัดที่ต้องการไปที่ขั้นตอนที่ 4) (4)=>เพิ่มประเภทและขนาดหน้าตัด (5)=>เลือกประเภทของ beam (6)=>ใส่ขนาดหน้าตัดที่ต้องการ (7)=> Add



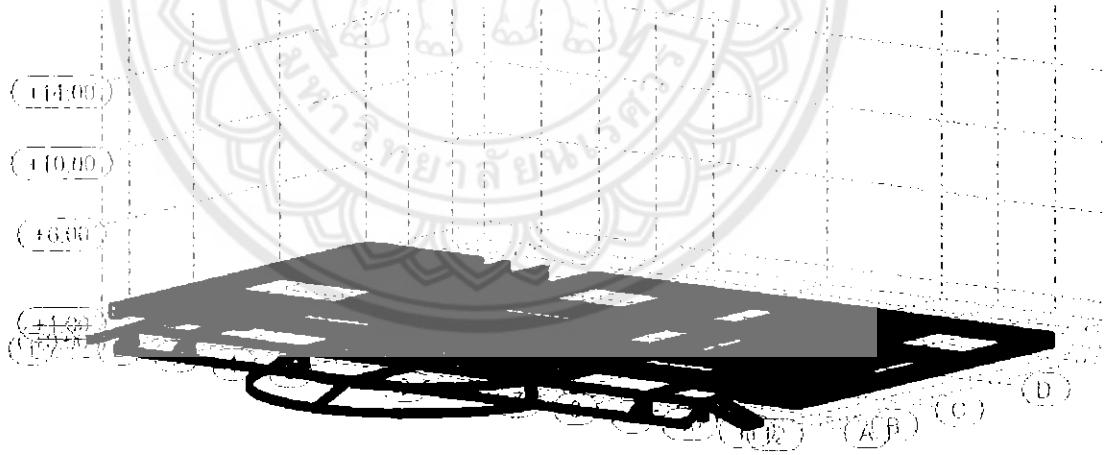
รูปที่3.18 วิธีกำหนดรูปแบบขนาดของคาน

3.4.2 กำหนดตำแหน่งของคาน มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุด Beginning
2. กำหนดจุด End



รูปที่3.19 วิธีกำหนดตำแหน่งของคาน



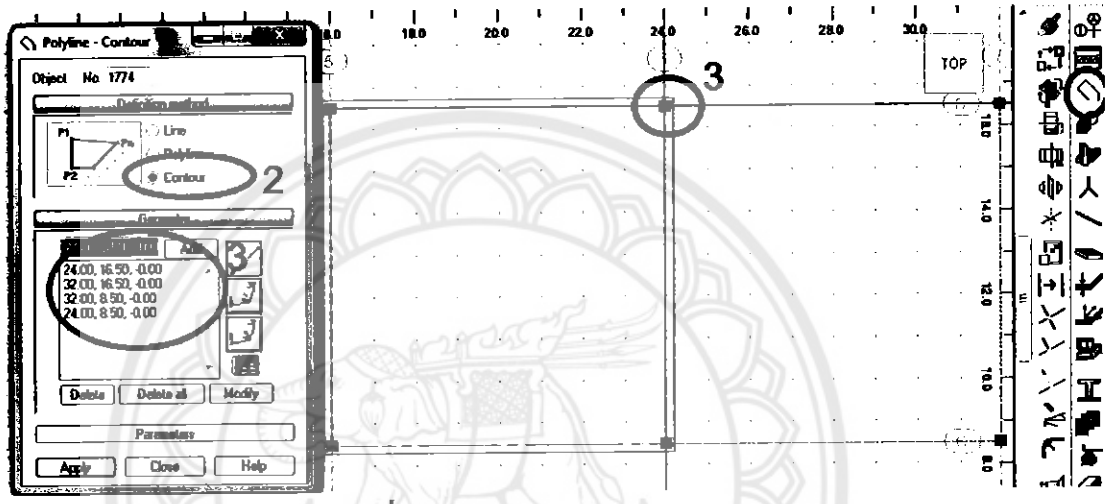
รูปที่3.20 คาน

3.5 กำหนดและสร้างพื้นหล่อในที่

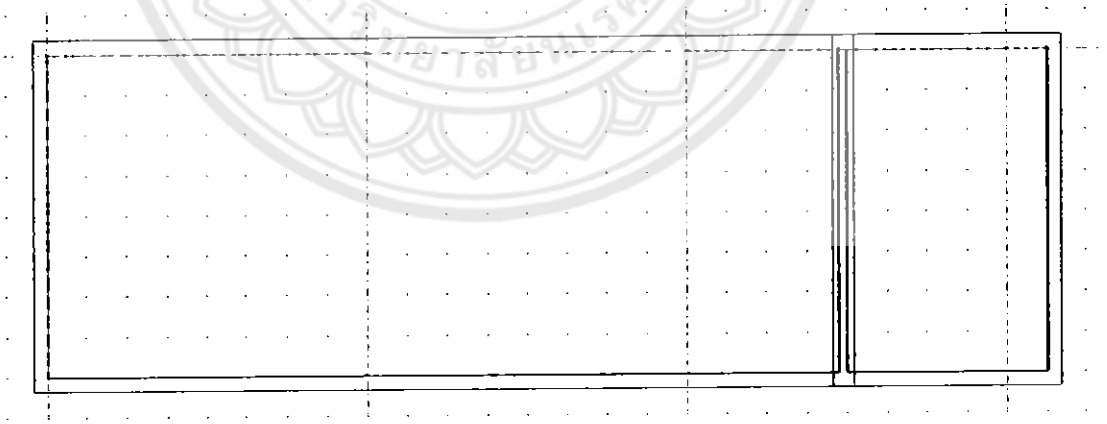
3.5.1 กำหนดรูปแบบวาง Contour เพื่อที่จะใส่พื้นหล่อในที่ มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่ง Polyline – Contour
2. เลือกประเภท Contour
3. กำหนดพื้นที่วาง Contour

คลิกเลือก (1)=> Polyline – Contour (2)=> เลือกประเภท (3)=> กำหนดพื้นที่วาง



รูปที่3.21 วิธีกำหนดการวาง Contour

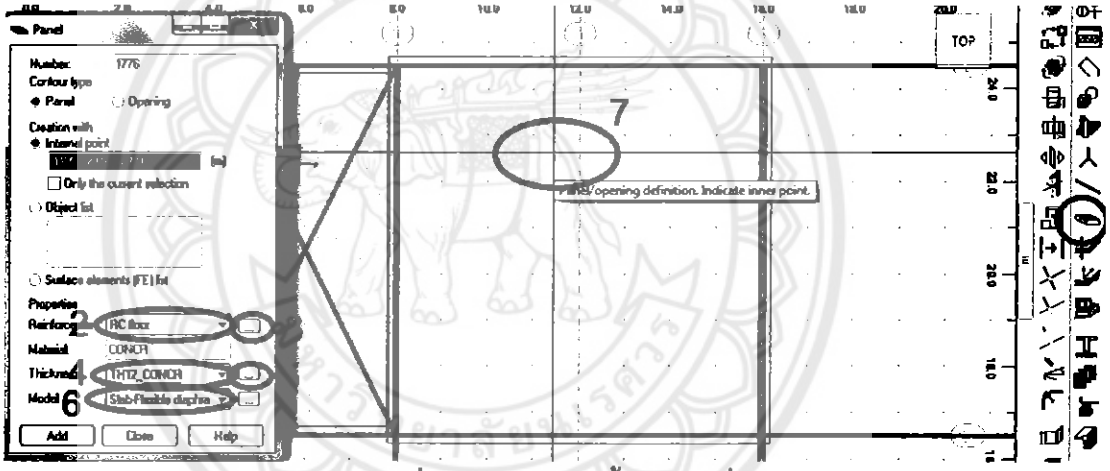


รูปที่3.22 Contour

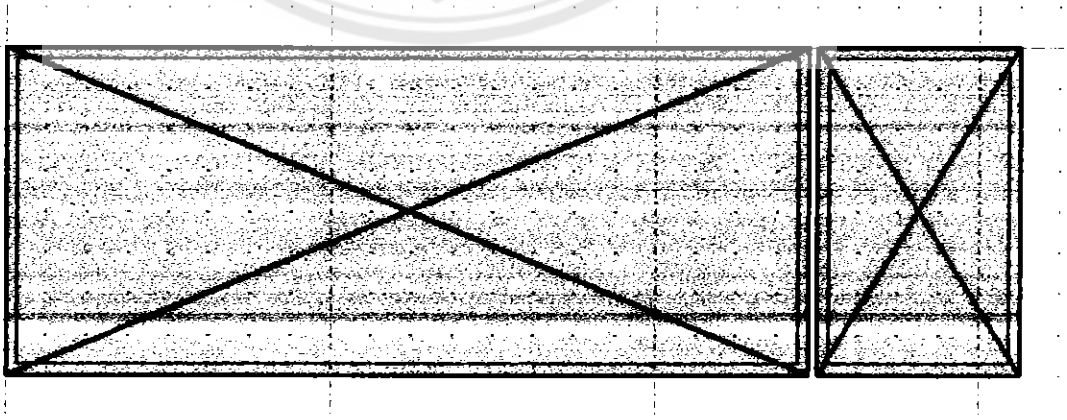
3.3.2 กำหนดรูปแบบ พื้นหล่อในที่ มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่ง Panel
2. เลือกประเภทพื้น (หากไม่มีประเภทที่ต้องการไปขั้นตอน3)
3. เพิ่มประเภทพื้นที่ต้องการ
4. เลือกความหนาของพื้น (หากไม่มีความหนาที่ต้องการไปขั้นตอน5)
5. เพิ่มความหนาของพื้นที่ต้องการ
6. เลือกประเภทของการถ่ายแรง
7. ทำการadd พื้นไปยังบริเวณที่ใส่ Contour

คลิกเลือก (1)=> Panel (2)=> เลือกประเภทพื้น (หากไม่มีประเภทที่ต้องการไปขั้นตอน3) (3)=> เพิ่มประเภทพื้นที่ต้องการ (4)=> เพิ่มความหนาของพื้นที่ต้องการ(หากไม่มีความหนาที่ต้องการไปขั้นตอน5) (5)=> เพิ่มความหนาของพื้นที่ต้องการ (6)=> เลือกประเภทของการถ่ายแรง (7)=> Add



รูปที่3.23 วิธีการวางพื้นหล่อในที่



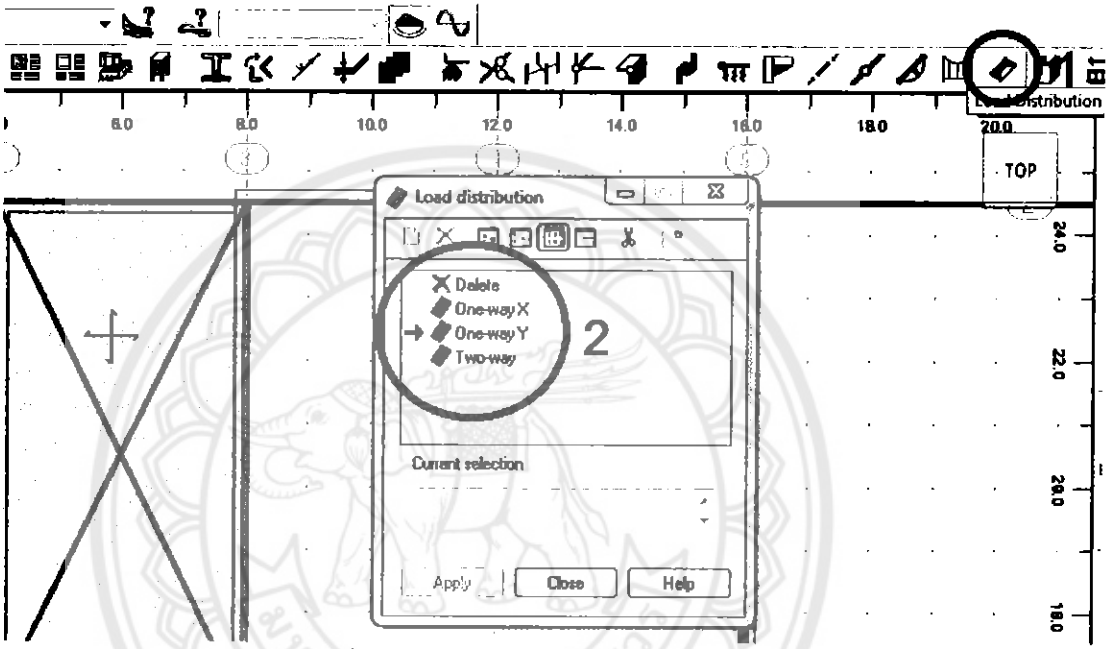
รูปที่3.24 พื้นหล่อในที่

3.6 กำหนดและสร้างพื้นสำเร็จรูป

3.6.1 กำหนดรูปแบบการถ่ายแรง เพื่อที่จะใส่พื้นสำเร็จรูป มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่งStructural Definition
2. เลือกประเภท การถ่ายแรง

คลิกเลือก (1)=> Structural Definition (2)=> เลือกประเภท การถ่ายแรง

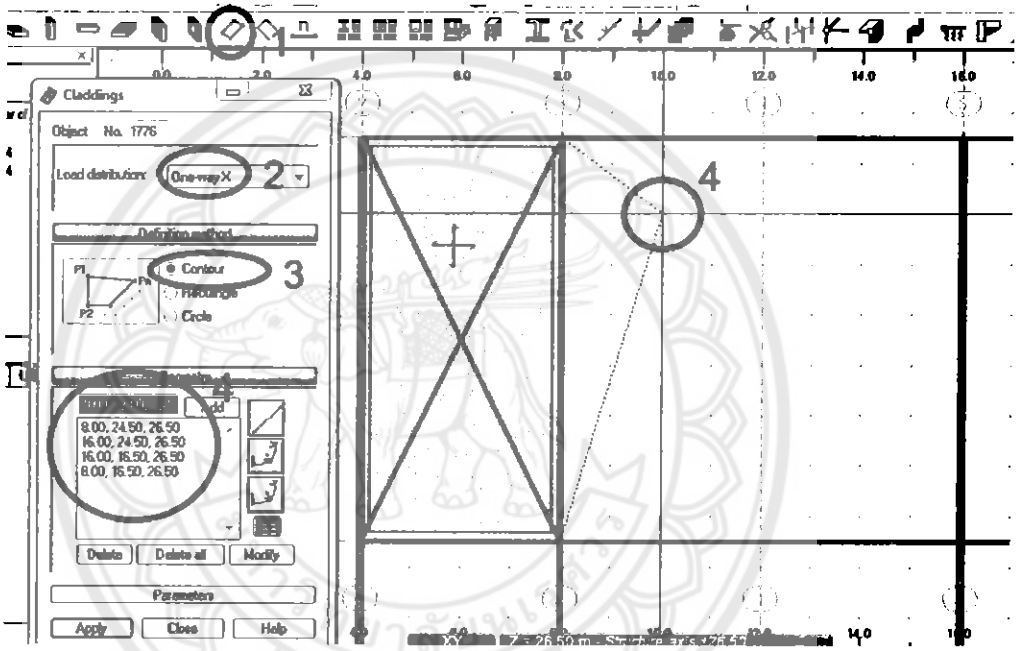


รูปที่3.25 วิธีการกำหนดรูปแบบการถ่ายแรง

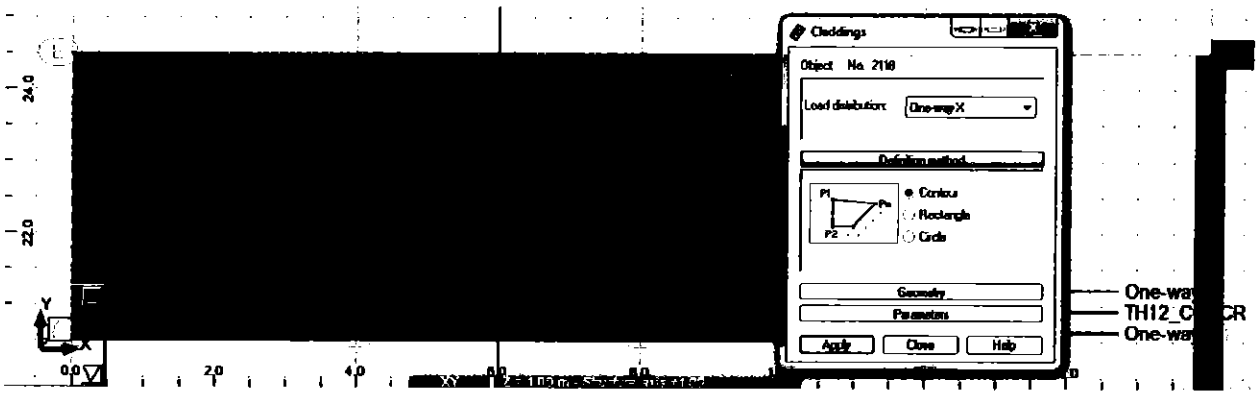
3.6.2 กำหนดรูปแบบ พื้นสำเร็จรูป มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่ง Cladding
2. เลือกประเภท การถ่ายแรง
3. เลือกประเภทของ Contour
4. เลือกพื้นที่ที่จะใส่พื้นสำเร็จรูป

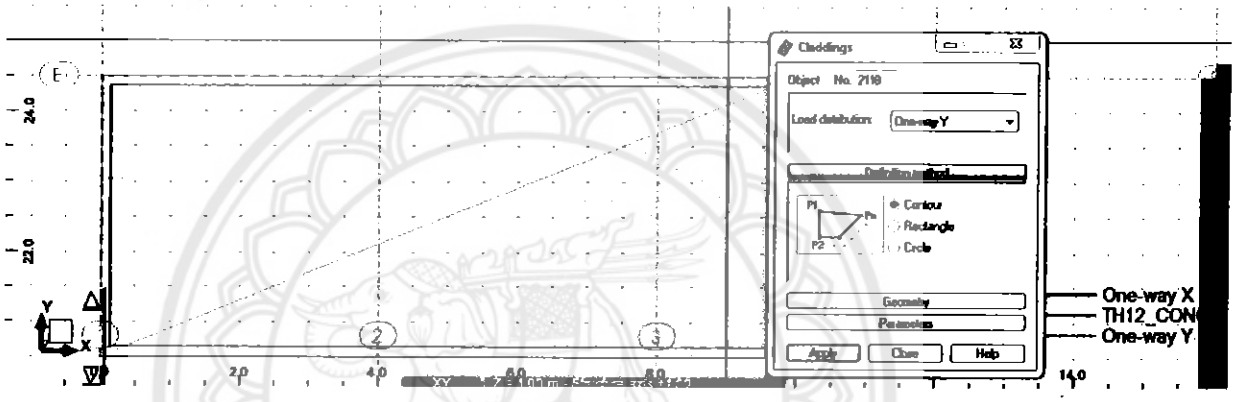
คลิกเลือก (1)=> Cladding (2)=> เลือกประเภท การถ่ายแรง (3)=> เลือกประเภทของ Contour (4)=> เลือกพื้นที่ที่จะใส่พื้นสำเร็จรูป



รูปที่3.26 วิธีการใส่พื้นสำเร็จรูป



รูปที่3.27 พื้นสำเร็จรูป One-way X



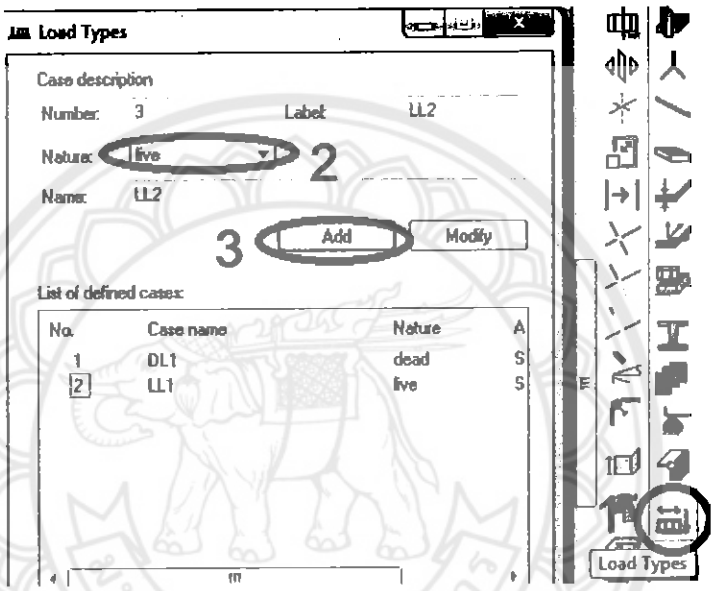
รูปที่3.28 พื้นสำเร็จรูป One-way Y

3.7 กำหนดประเภทของน้ำหนักกระทำ

3.7.1 กำหนดประเภทของน้ำหนักกระทำ มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่ง Load Types
2. เลือกประเภท แรงกระทำ
3. เพิ่มประเภท แรงกระทำ

คลิกเลือก (1)=> Load Types (2)=> เลือกประเภท แรงกระทำ(3)=> เพิ่มประเภท แรงกระทำ



รูปที่3.29 วิธีการเพิ่มประเภทของน้ำหนักกระทำ

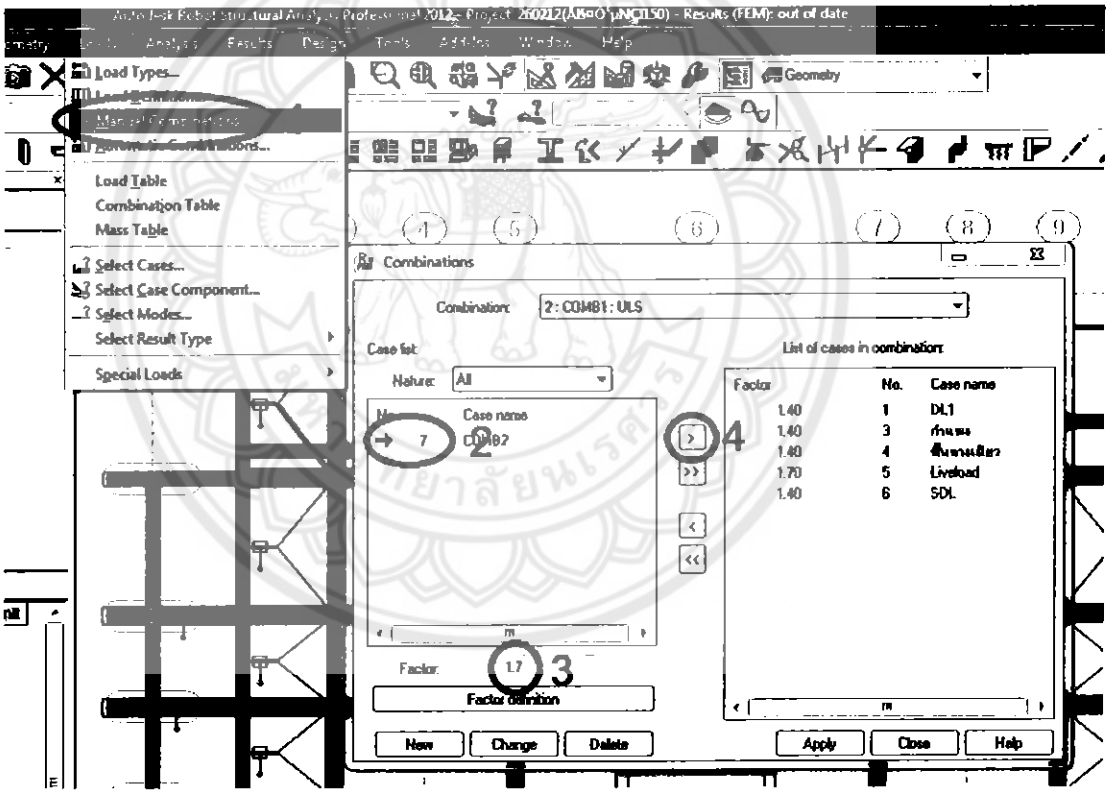
3.8 ใส่ Factor ของหน่วยน้ำหนัก

3.8.1 ใส่ Factor ของหน่วยน้ำหนัก

มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่ง Loads Manual Combination Modified
2. เลือกประเภท แรงกระทำ
3. ใส่ Factor Load
4. เพิ่ม load เข้าไปยัง List

คลิกเลือก (1)=> Loads Manual Combination Modified (2)=> เลือกประเภท แรงกระทำ (3)=> ใส่ Factor Load (4)=> เพิ่ม load เข้าไปยัง List



รูปที่3.30 วิธีการใส่ Facter Load

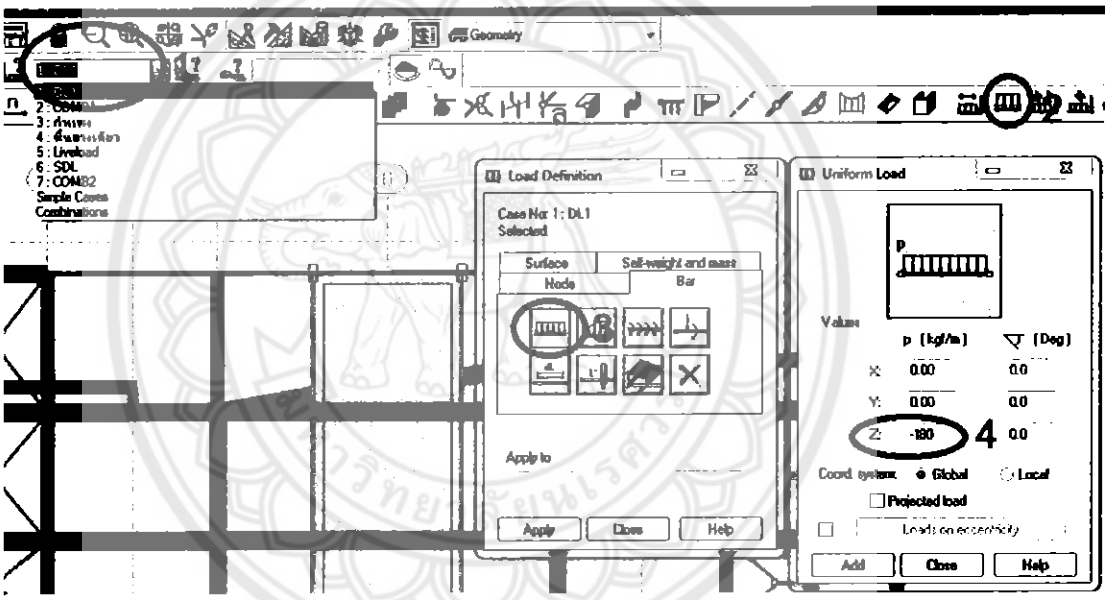
3.9 กำหนดประเภทของน้ำหนักกระทำ

3.9.1 ใส่น้ำหนักกระทำ

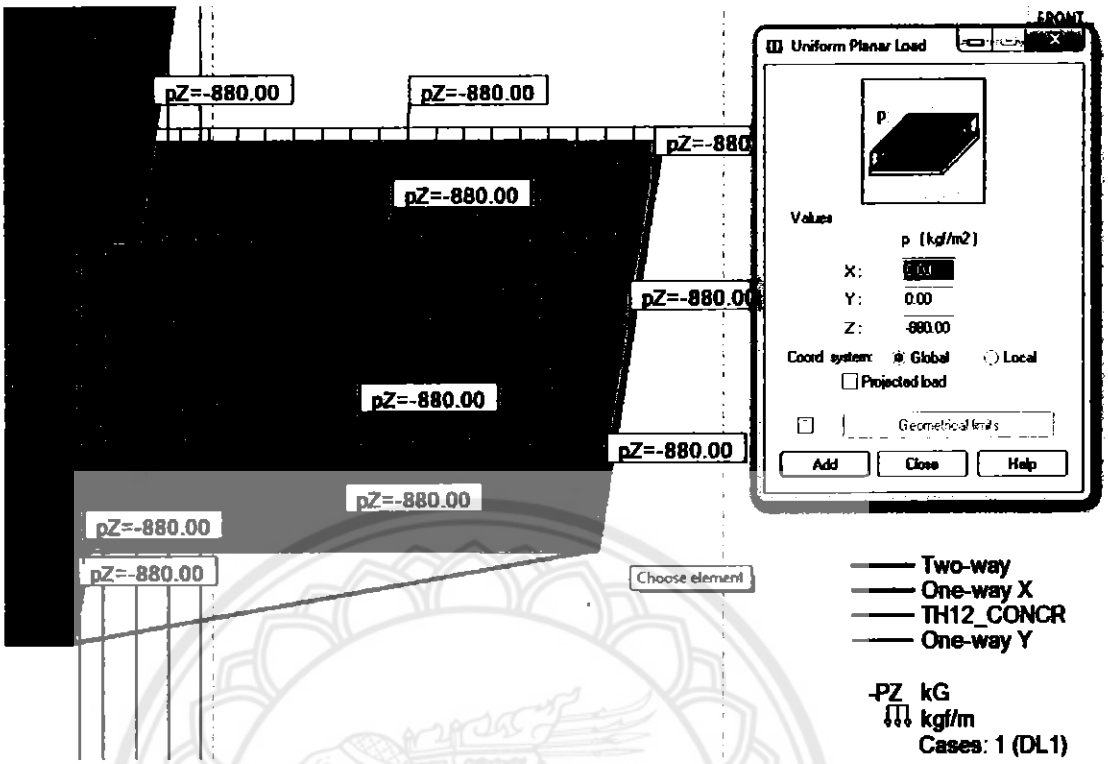
มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกประเภทของน้ำหนักกระทำที่จะทำการใส่
2. เลือกประเภท แรงกระทำ
3. เลือกลักษณะ แรงที่กระทำ
4. ใส่ขนาดและทิศทางของแรง

คลิกเลือก (1)=>เลือกประเภทของน้ำหนักกระทำที่จะทำการใส่ (2)=>เลือกประเภท แรงกระทำ (3)=> เลือกลักษณะ แรงที่กระทำ (4)=> ใส่ขนาดและทิศทางของแรง



รูปที่3.31 วิธีการใส่น้ำหนักกระทำ



รูปที่3.32 น้ำหนักกระทำ DLขนาด 880 kgf/ m ทิศทาง-z

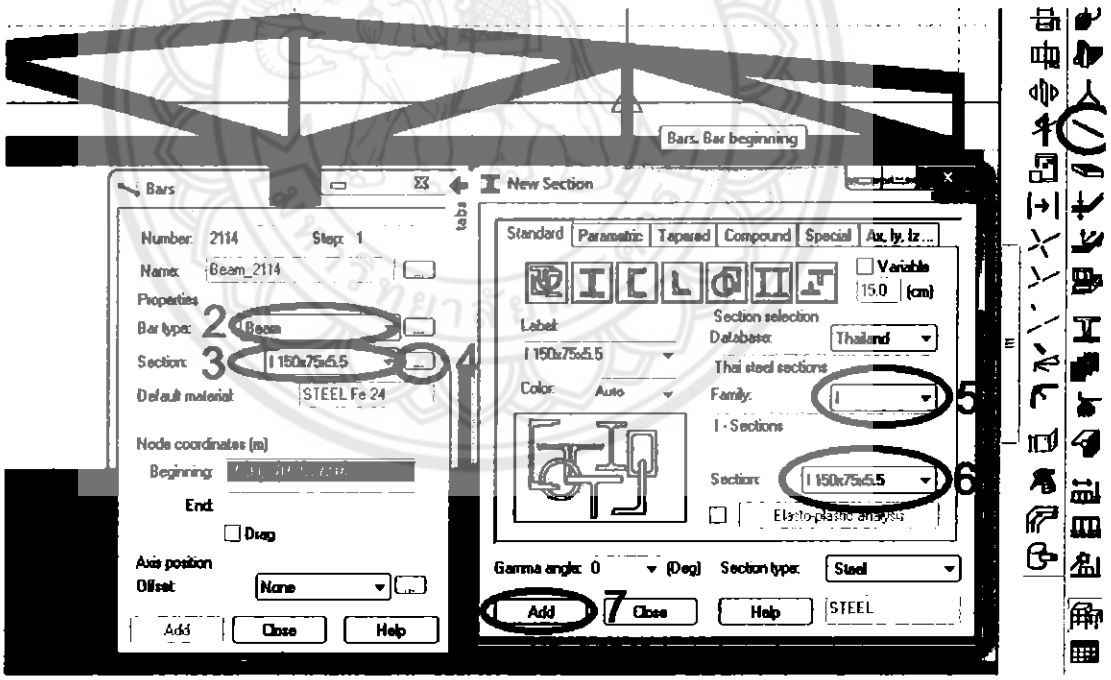
3.10 กำหนดและใส่โครงสร้างหลังคา

3.10.1 ใส่โครงสร้างหลังคา

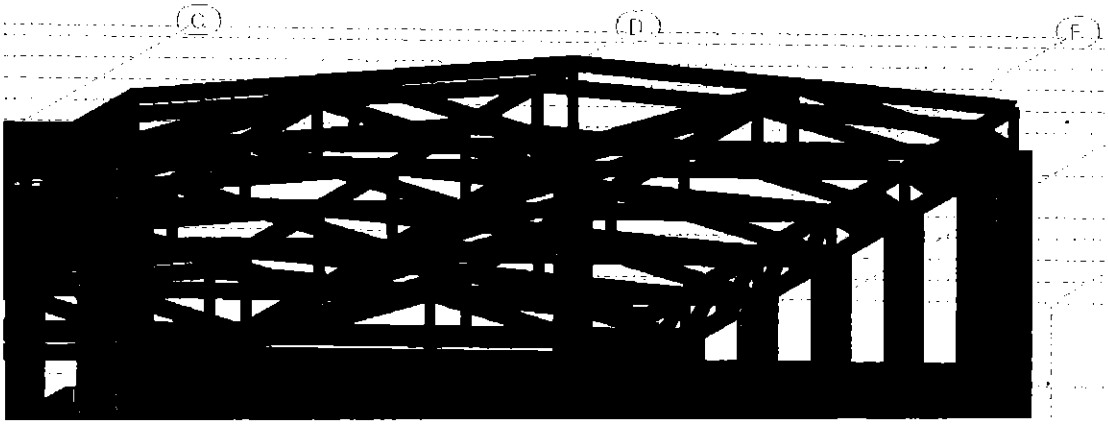
มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่งBars
2. เลือกประเภท Beam
3. เลือกหน้าตัด(หากไม่มีหน้าตัดที่ต้องการไปที่ขั้นตอนที่4)
4. เพิ่มประเภทและขนาดหน้าตัด
5. เลือกประเภทของbeam
6. ใส่ขนาดหน้าตัดที่ต้องการ
7. ทำการadd beam ที่ต้องการ

คลิกเลือก(1)=> Bars (2)=> เลือกประเภท Beam (3)=> เลือกหน้าตัด(หากไม่มีหน้าตัดที่ต้องการไปที่ขั้นตอนที่4) (4)=> เพิ่มประเภทและขนาดหน้าตัด (5)=> เลือกประเภทของbeam (6)=> ใส่ขนาดหน้าตัดที่ต้องการ (7)=> Add



รูปที่3.33 วิธีการใส่โครงสร้างหลังคา



รูปที่3.34 โครงสร้างหลังคา

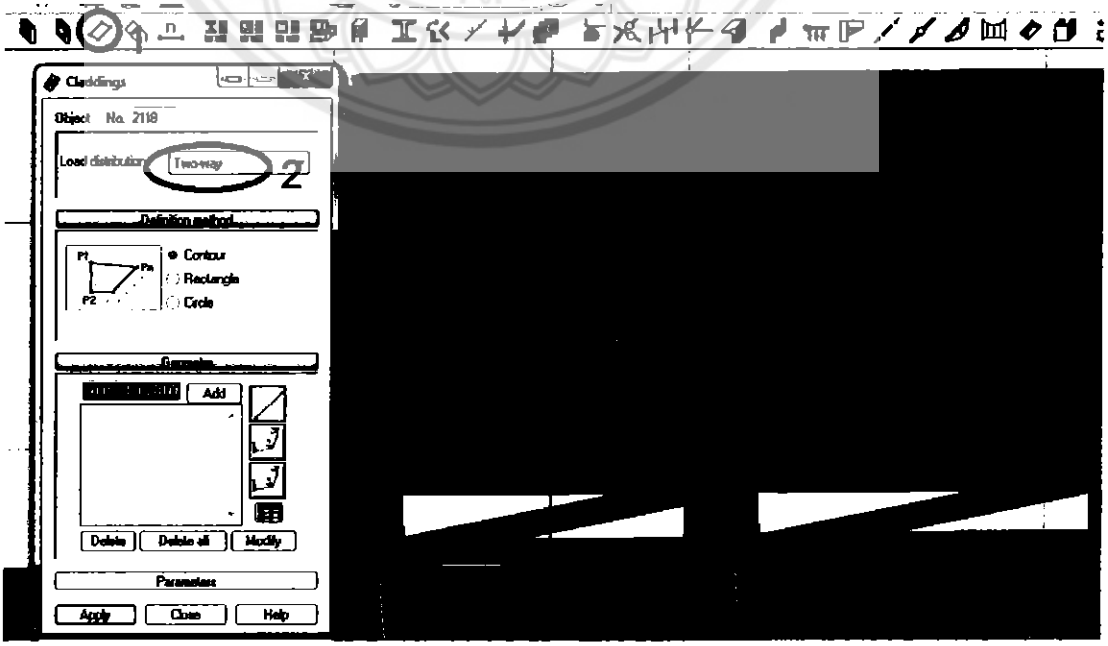
3.11 ใส่น้ำหนักกระทำโครงสร้างหลังคา

3.11.1 ใส่น้ำหนักกระทำโครงสร้างหลังคา

มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่ง Cladding
2. เลือกประเภทการถ่ายแรง Two-way
3. เลือกพื้นที่วางพื้น Two-way

คลิกเลือก(1)=> Cladding (2)=> เลือกประเภทการถ่ายแรง Two-way (3)=> **เลือกพื้นที่วางพื้น** Two-way



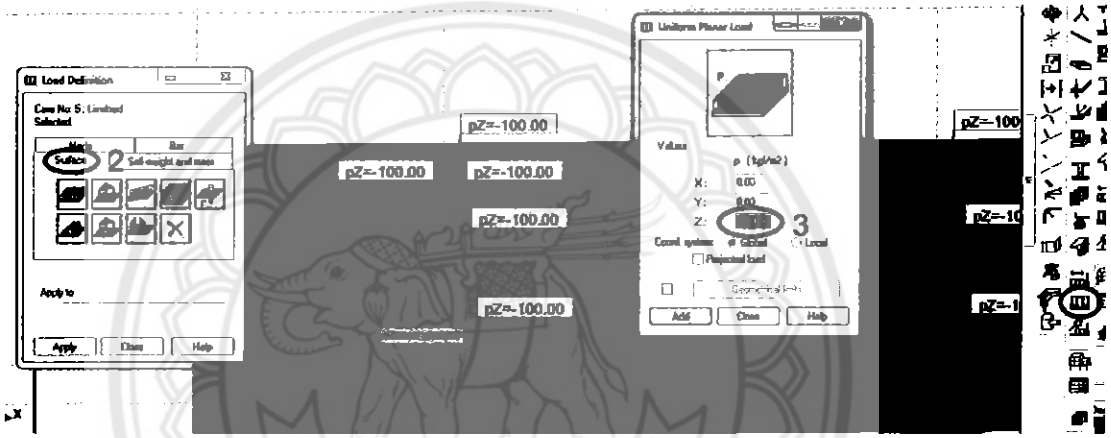
รูปที่3.35 พื้น Two-way **เพื่อถ่ายแรงลงโครงสร้างหลังคา**

3.11.2 ใส่น้ำหนักกระทำ

มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่ง Load Definition
2. เลือกประเภท แรงกระทำ
3. ใส่ขนาดและทิศทางของแรง
4. ใส่แรงไปยังบริเวณพื้นTwo-way

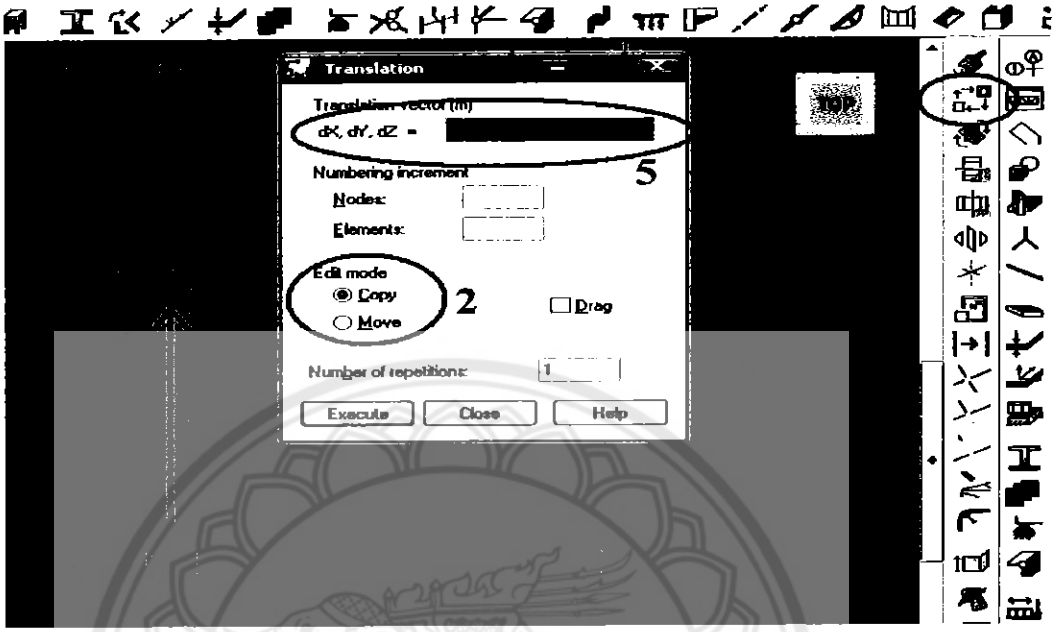
คลิกเลือก(1)=> Load Definition (2)=> เลือกประเภท แรงกระทำ (3)=> ใส่ขนาดและทิศทางของแรง (4)=> ใส่แรงไปยังบริเวณพื้นTwo-way



รูปที่3.36 พื้น Two-way เพื่อถ่ายแรงลงโครงสร้างหลังคา

3.12 คำสั่งการใช้โปรแกรมเพิ่มเติม

3.12.1 คำสั่ง Translation

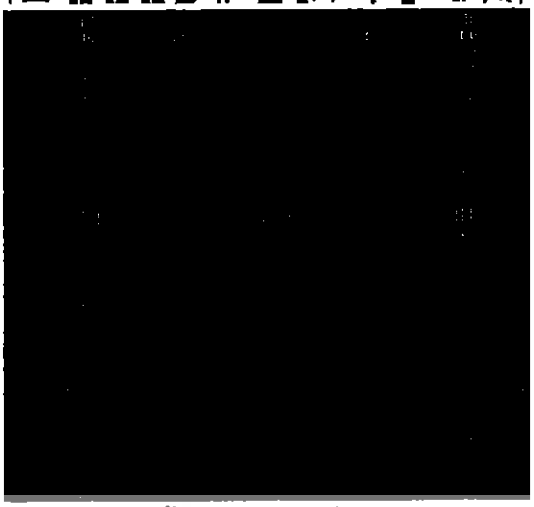


รูปที่3.37 การใช้คำสั่ง Translation

ในกรณีที่ต้องการMoveหรือCopyวัตถุสามารถเลือกใช้คำสั่งนี้ได้
มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกใช้คำสั่ง Translation
2. จะเป็นการเลือกว่าเราต้องการจะ Move หรือ copy ในที่นี้เลือก copy หลังจากนั้นให้เราเลือกที่จุด
3. คือจุดที่เราต้องการใช้เป็นแนวการอ้างอิงในการ copy วัตถุ
4. ในกรณีที่โปรแกรมสามารถ Snap จุดของตำแหน่งสามารถคลิกที่จุดที่เราต้องการย้ายได้เลย ในกรณีที่โปรแกรมไม่ได้ Snap จุดของตำแหน่งสามารถทำได้โดย
5. เป็นการใส่ค่าตำแหน่งที่ต้องการย้ายไปโดยการบอกในรูปของ x,y,z เช่น 0.0,3.5,0.0 ในกรณีที่ต้องการย้ายไปในตำแหน่ง y = 3.5 m.

คลิกเลือก(1)=> Translation (2)=> Move หรือ copy (3)=> เลือกจุดอ้างอิง (4)=> เลือกจุดสิ้นสุดที่จะ Move หรือ copy



รูปที่3.38 สิ้นสุดการใช้คำสั่ง Translation

3.12.2 คำสั่ง Trim

ในกรณีที่ต้องการตัดคานสามารถใช้คำสั่ง Trim ได้

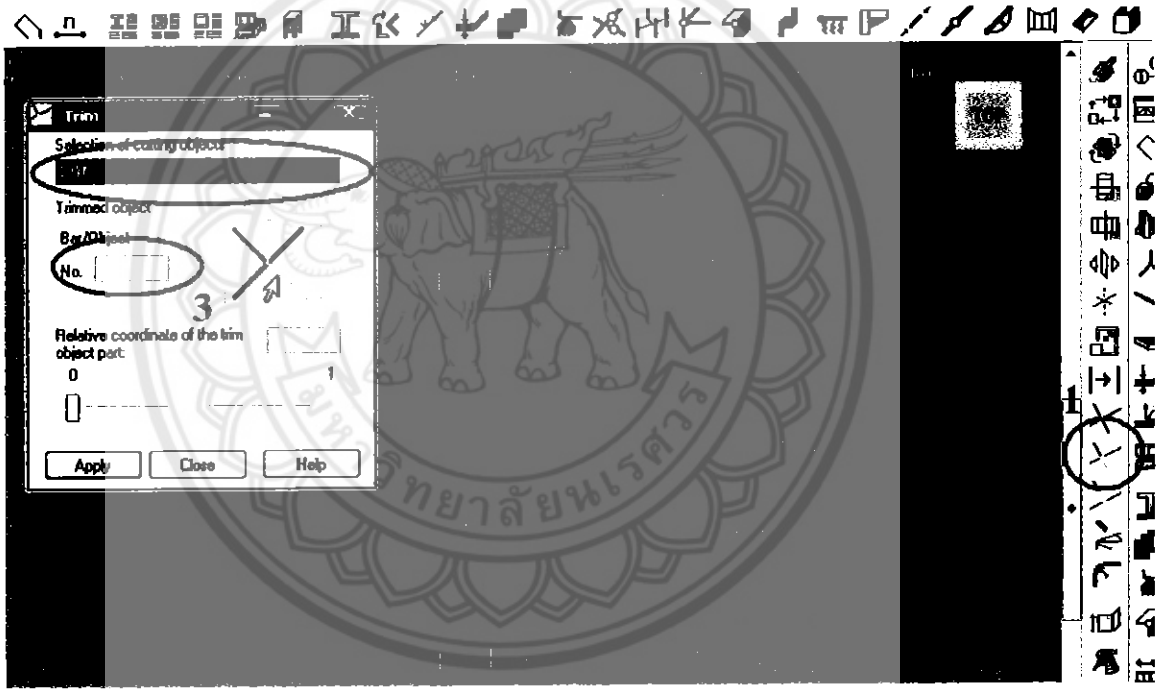
มีขั้นตอนดังนี้

1.เลือกใช้คำสั่ง Trim

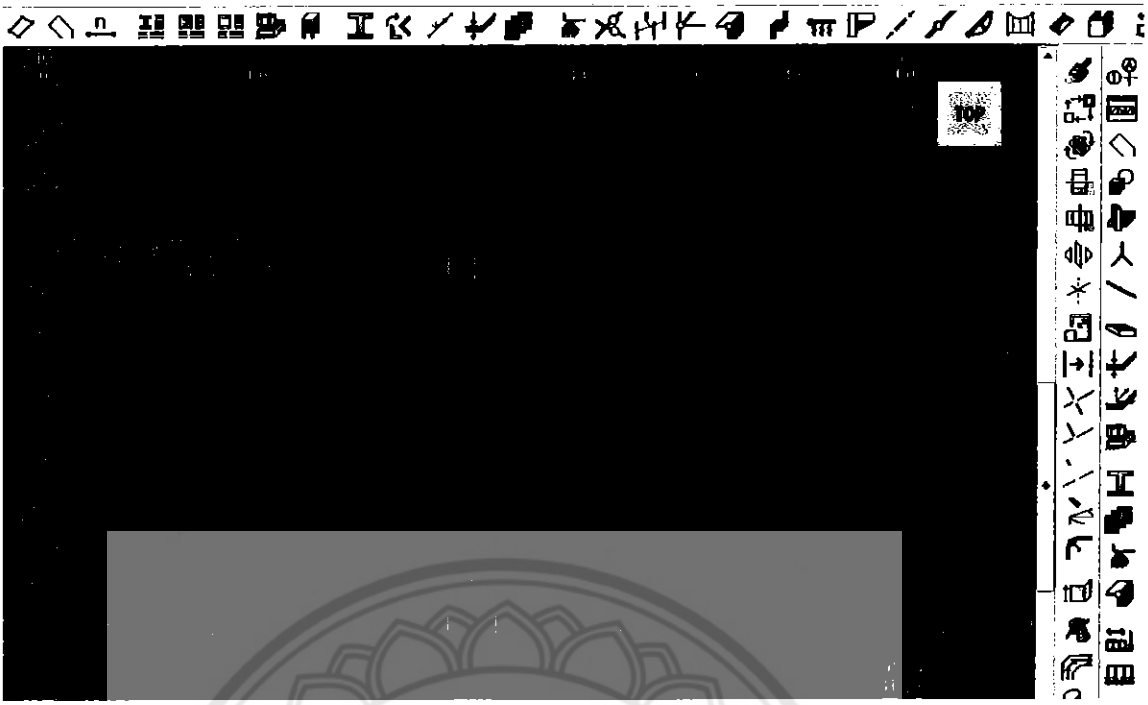
2. Selection of cutting objects เพื่อเป็นคานอ้างอิงหลังในการตัดคาน แล้วทำคานคลิกคานที่ต้องการ ในที่นี้เลือกคานสีแดง ดังรูปที่3.39 หลังจากนั้นให้เลือก

3. Bar/Object เพื่อเลือกคานที่ต้องการตัด หลังจากนั้นคลิกที่ตำแหน่งคาน คานดังกล่าวจะหายไป

คลิกเลือก(1)=> Trim (2)=> Selection of cutting objects (3)=> เลือกคานที่ต้องการตัด



รูปที่3.39 การใช้คำสั่ง Trim



รูปที่3.40 สิ้นสุดการใช้คำสั่ง Trim

3.12.2 คำสั่ง Supports

การใส่ Supports เพื่อให้โครงสร้าง stable

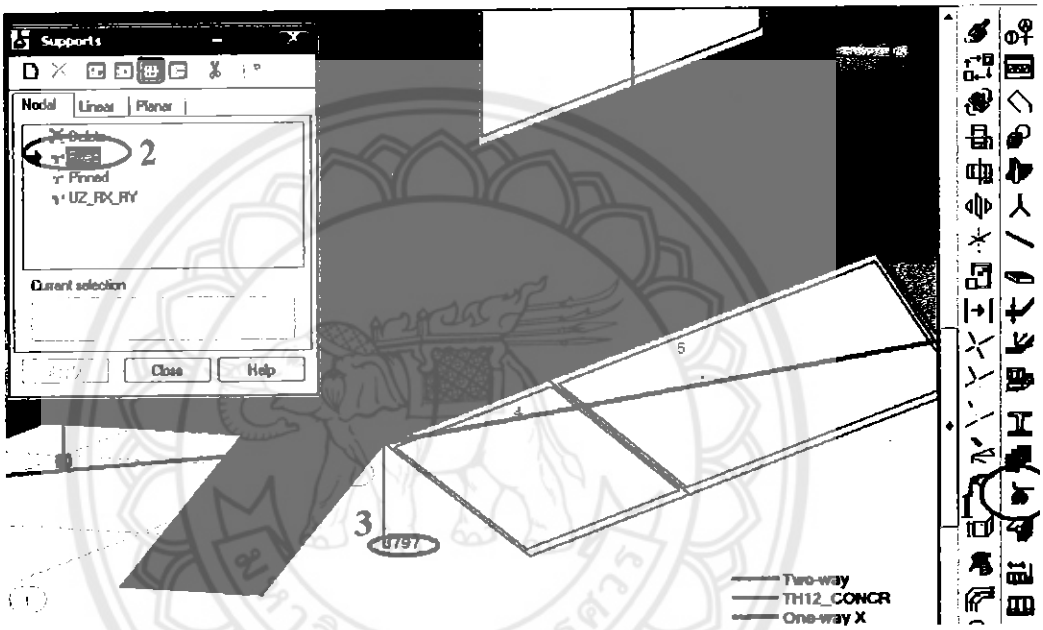
มีขั้นตอนดังนี้

1.เลือกใช้คำสั่ง Supports

2. Fixed เพื่อกำหนดจุดSupportเป็นแบบ Fixed ดัง รูปที่3.41

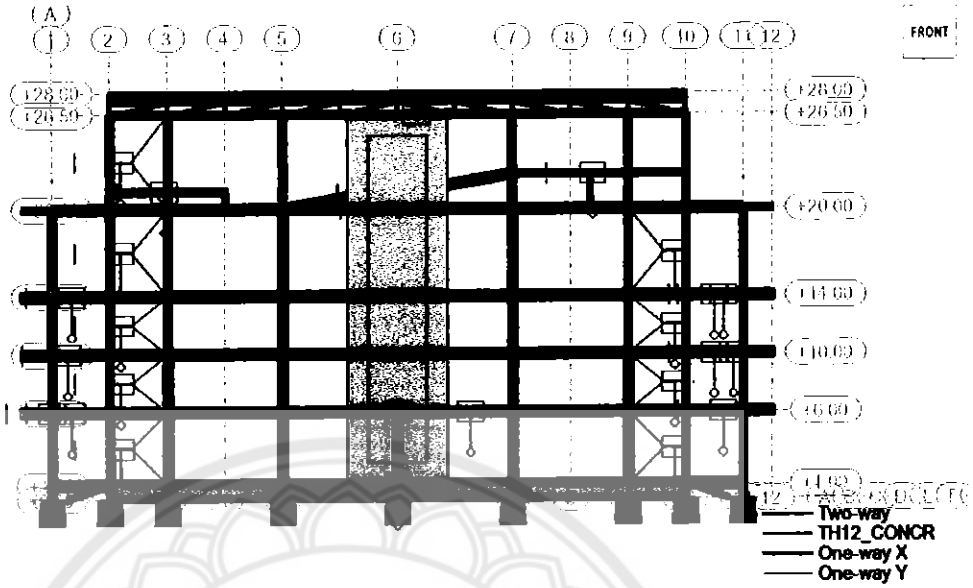
3. ใส่ Support ในตำแหน่งที่ต้องการ

คลิกเลือก(1)=> Supports (2)=> เลือกประเภทSupport (3)=> ใส่ Support ในตำแหน่งที่ต้องการ

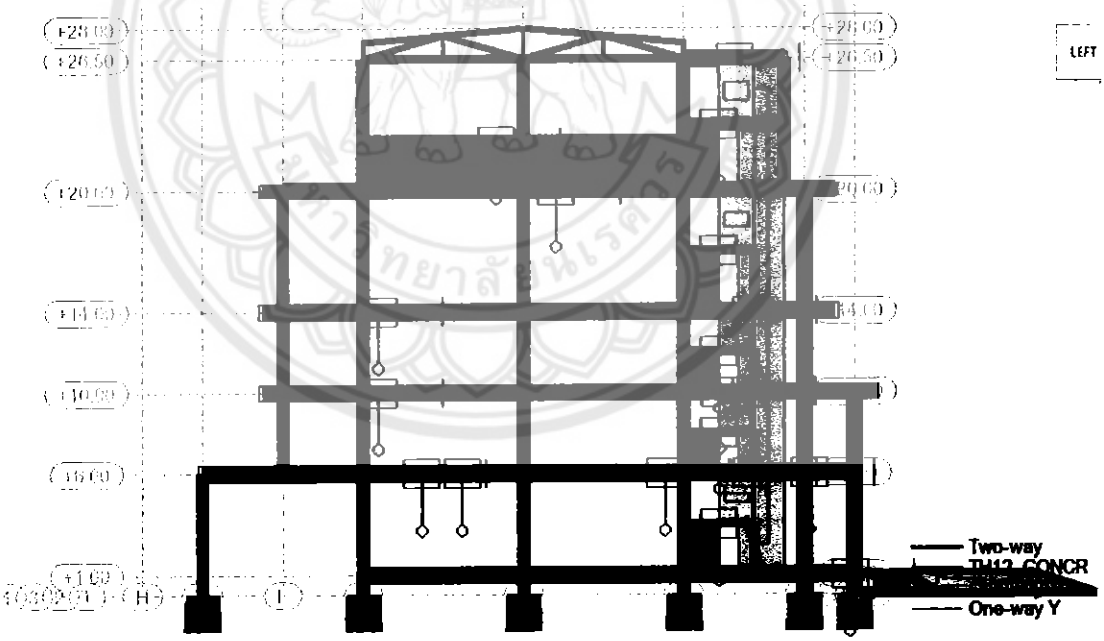


รูปที่3.41 การใช้คำสั่ง Supports

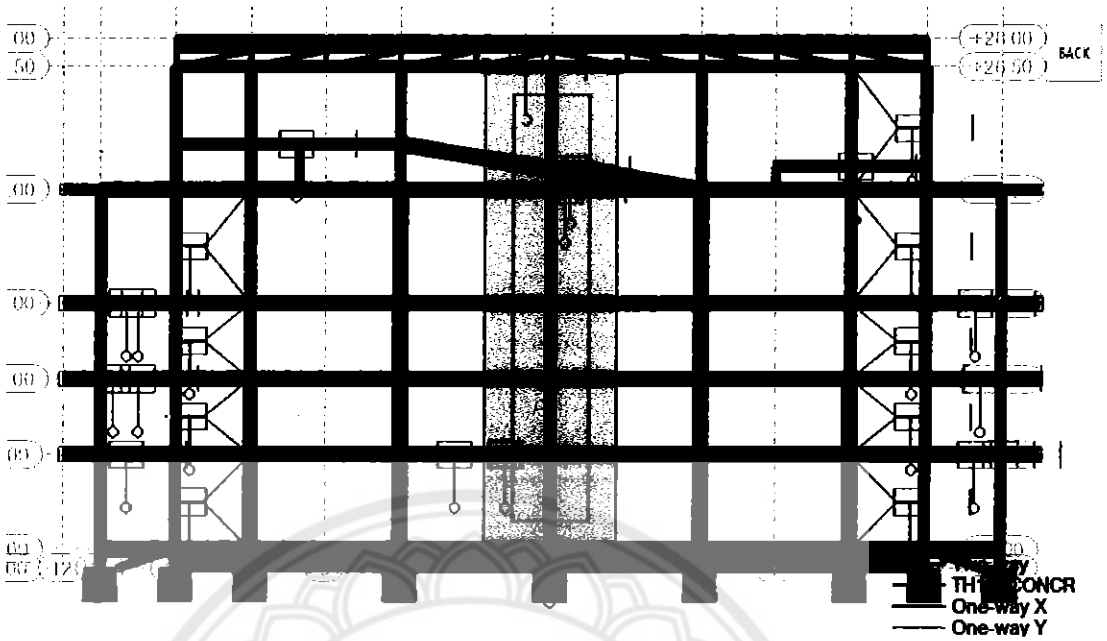
3.13 รูปแสดงโครงสร้างอาคาร



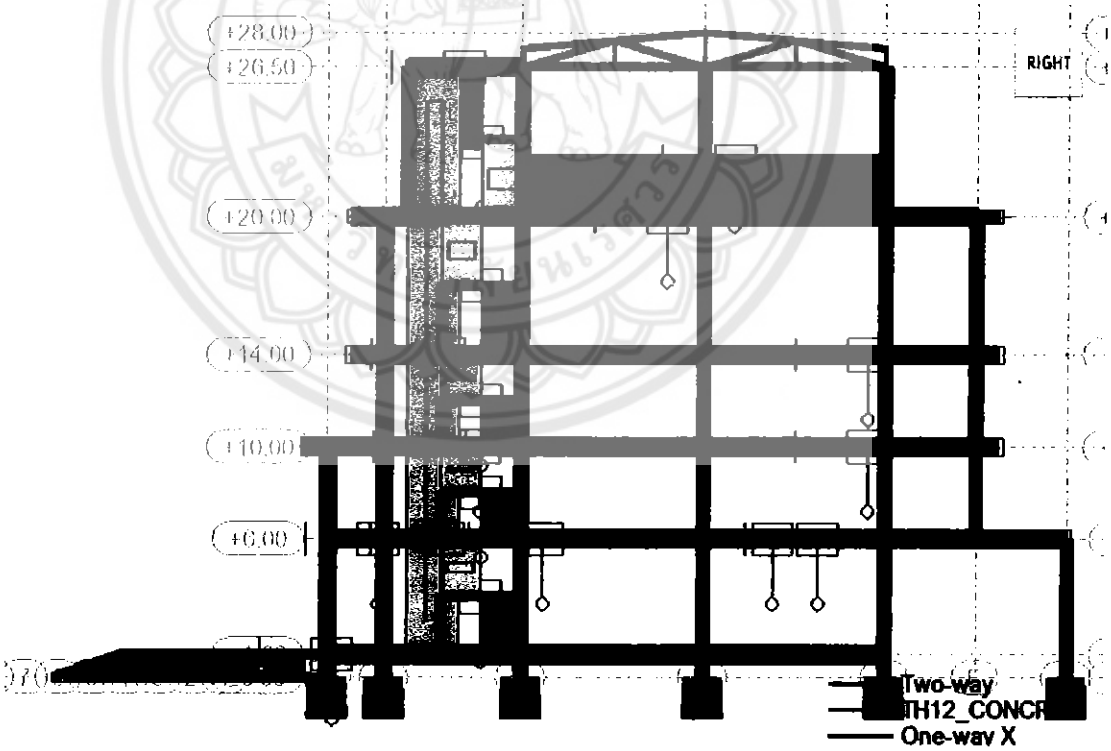
รูปที่3.42 อาคารมุมมอง FRONT VIEW



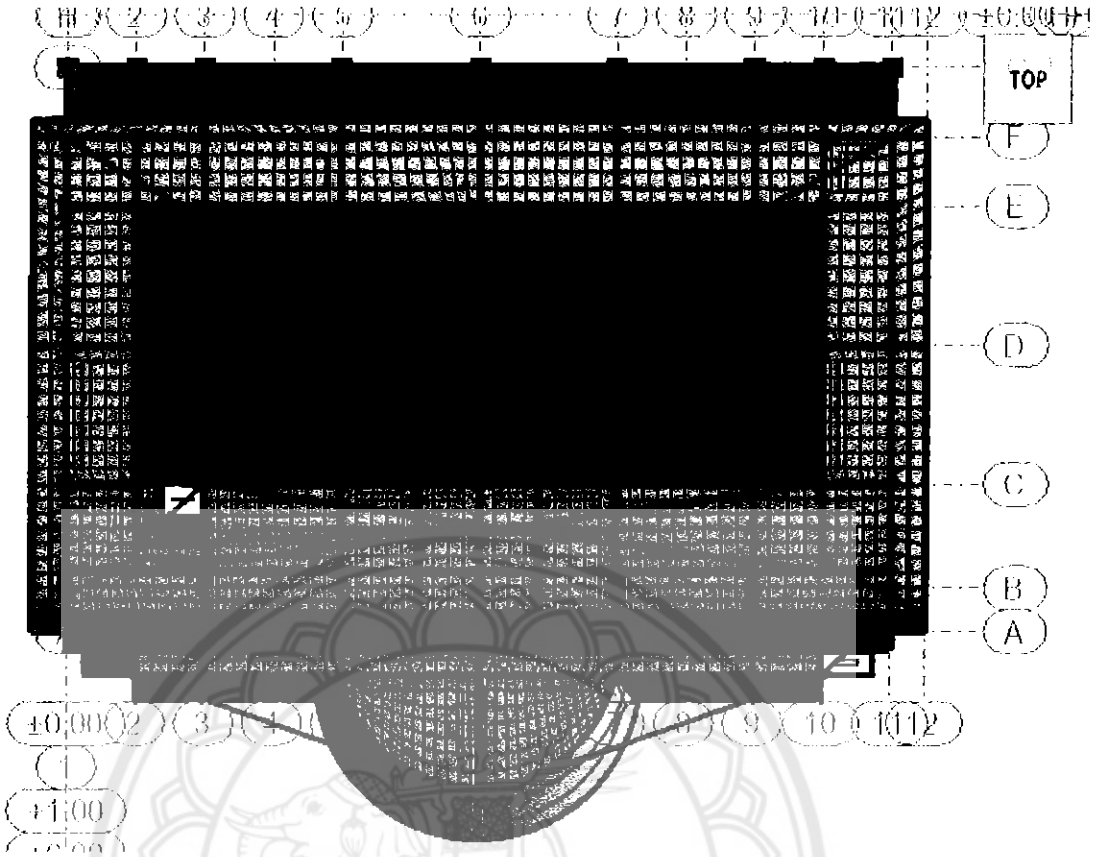
รูปที่3.43 อาคารมุมมอง LEFT VIEW



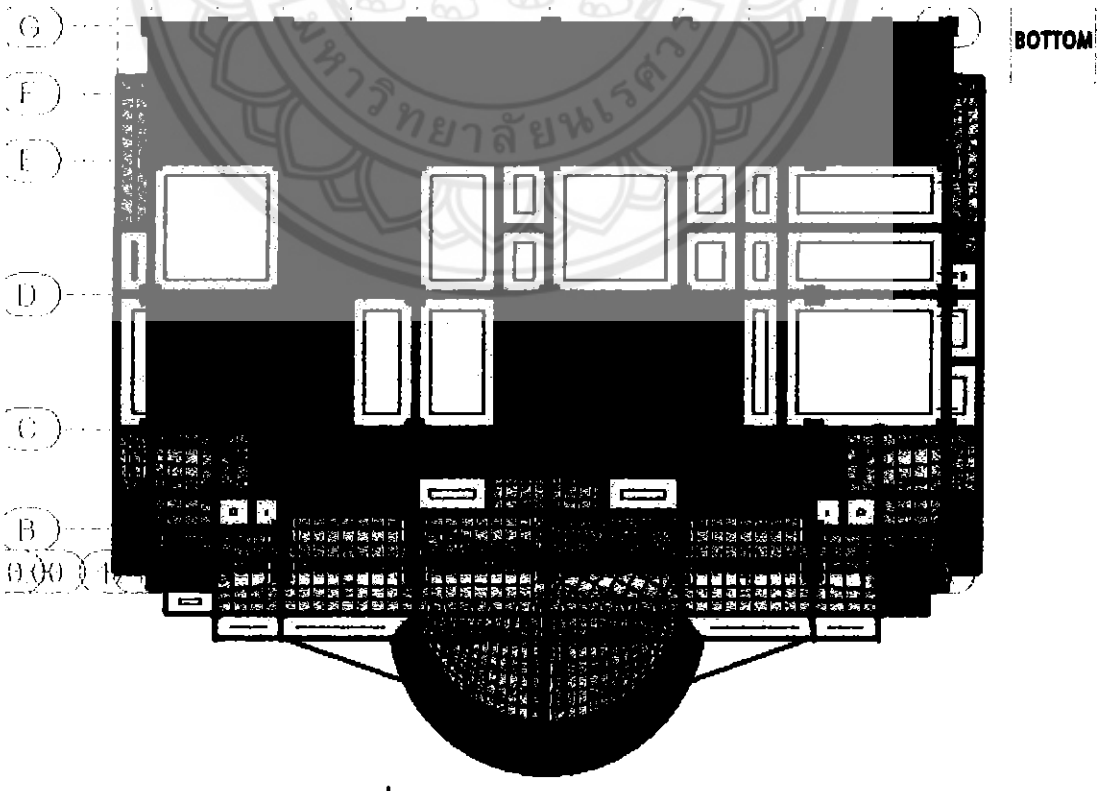
รูปที่3.44 อาคารมุมมอง BACK VIEW



รูปที่3.45 อาคารมุมมอง RIGHT VIEW



รูปที่3.46 อาคารมุมมอง TOP VIEW



รูปที่3.47 อาคารมุมมอง BOTTOM VIEW

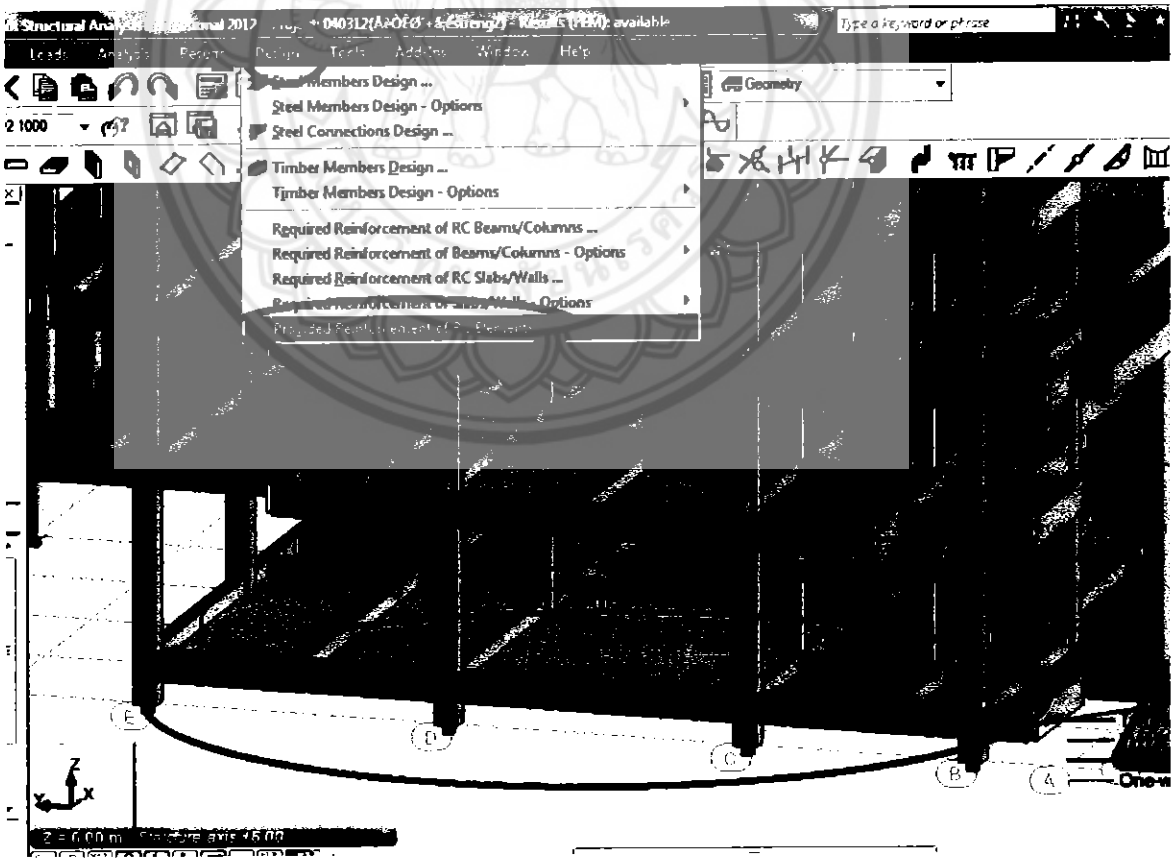
บทที่ 4
ผลการทดลองและการแสดงค่าโครงสร้างโดยโปรแกรม Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012

4.1 ผลการวิเคราะห์และการออกแบบแบบจำลองโครงสร้างประเภทคาน

มีขั้นตอนการทำดังนี้

1. นำเมาส์ไปคลิกที่คานที่ต้องการทราบผลวิเคราะห์และผลการออกแบบ (ในกรณีที่ต้องการออกแบบเป็นคานต่อเนื่องให้กดปุ่มCtrlค้างไว้แล้วคลิกรูปคานที่ต้องการจนเสร็จแล้วจึงปล่อยปุ่มCtrlออก
2. กดที่ปุ่ม Design
3. เลือก Provided Reinforcement of RC Elements

คลิกเลือก (1)=> เลือกคานที่ต้องการพิจารณา (2)=> Design (3)=> Provided Reinforcement of RC Elements

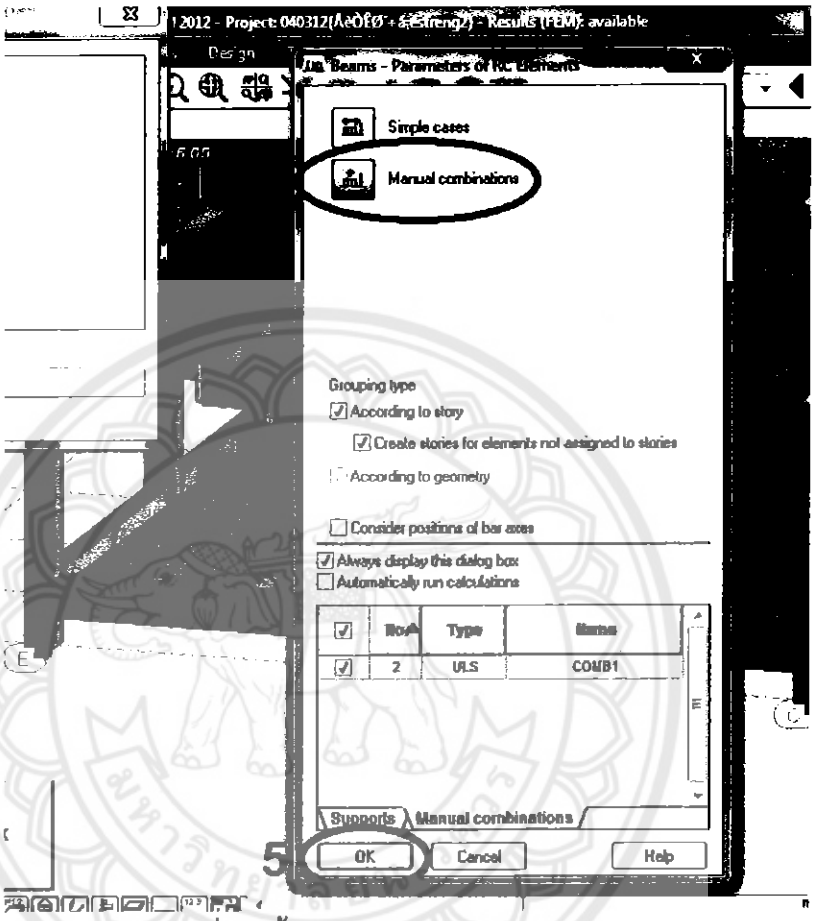


รูปที่4.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์คาน

4. เลือกไอคอน Manual combinations

5. เลือก OK

คลิกเลือก (4)=> Manual combinations (5)=> OK

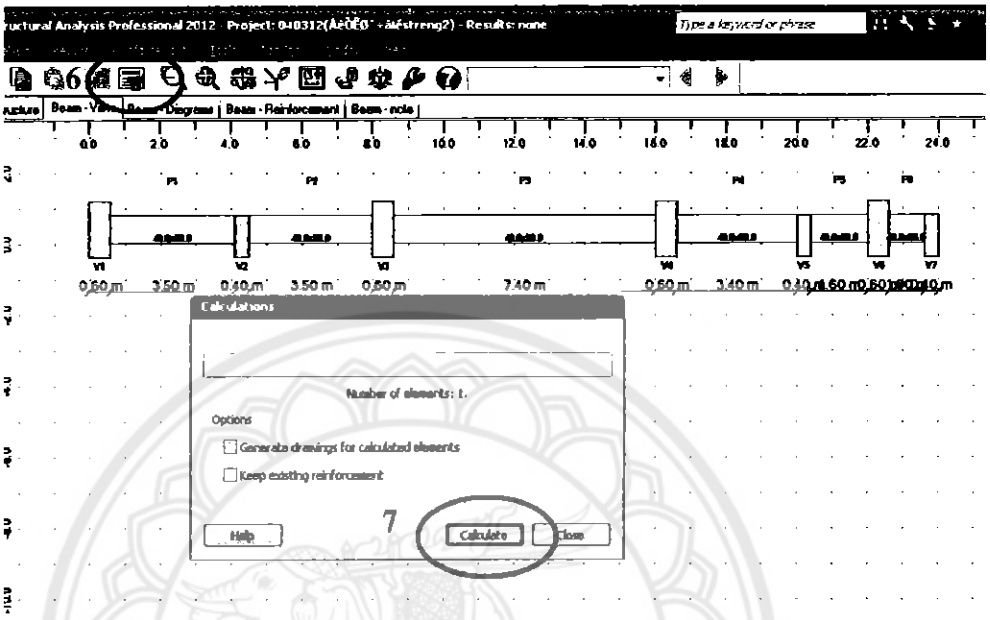


รูปที่4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์คาน (ต่อ)

6. เลือก start calculation เพื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างและคำนวณปริมาณเหล็กเสริม

7. เลือก calculate เพื่อเริ่มทำการคำนวณ

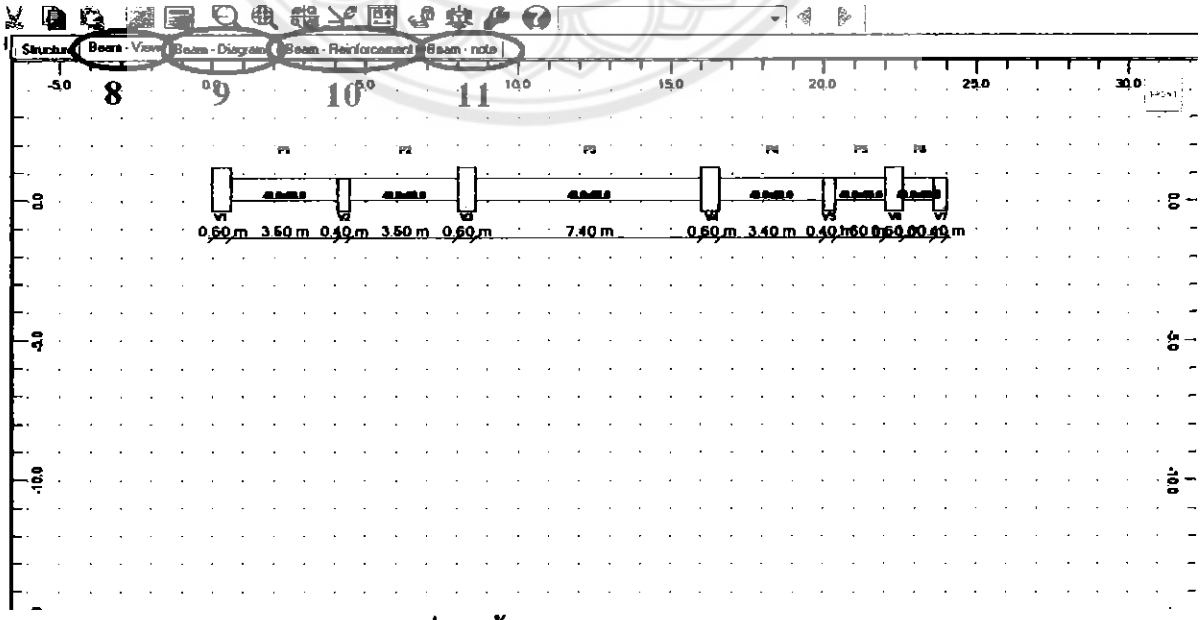
คลิกเลือก (6) => start calculation (7) => calculate



รูปที่4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์คาน (ต่อ)

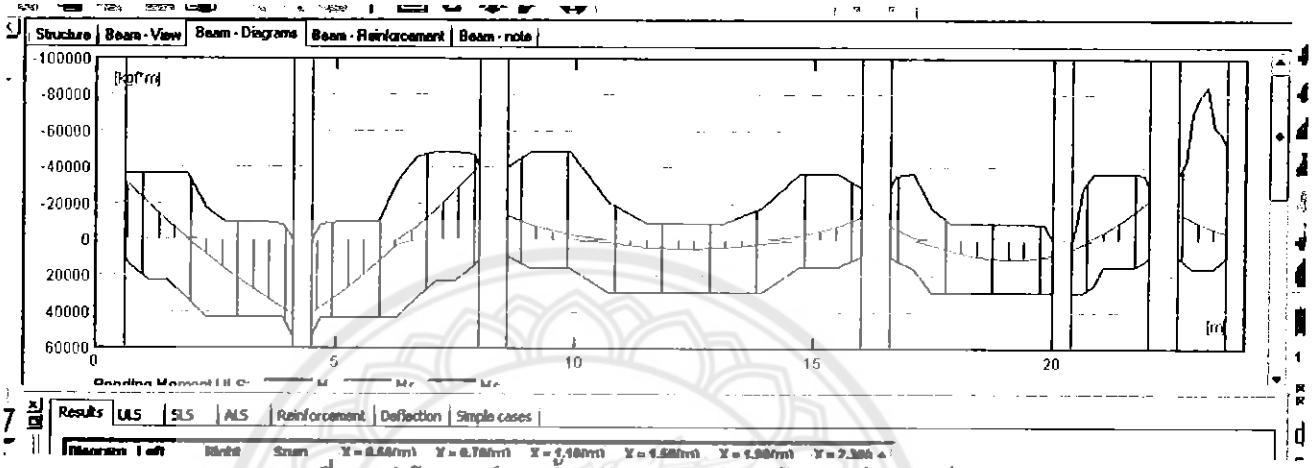
หลังจากโปรแกรมทำการคำนวณเสร็จจะพบเมนูตามรูปที่4.4 โดย

8. Beam - View เป็นรูปคานที่นำมาวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อหาเหล็กเสริม



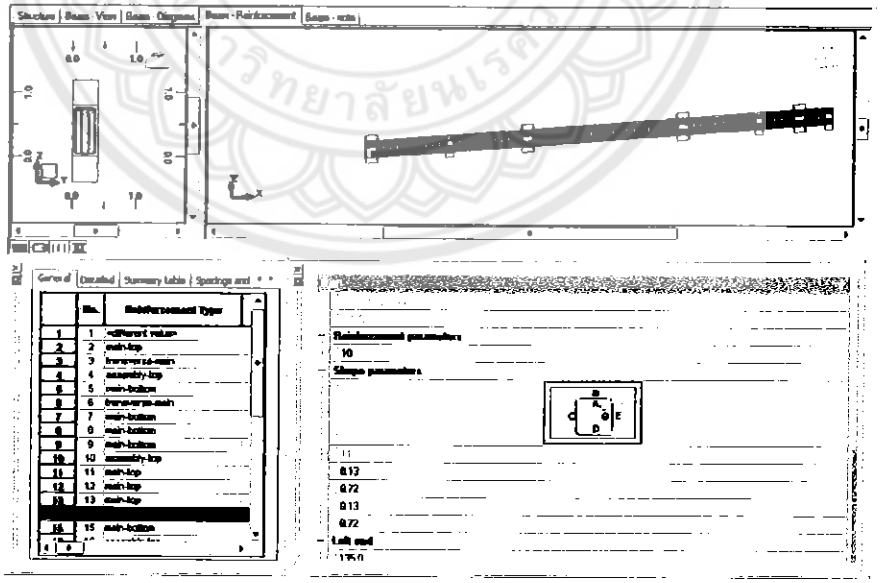
รูปที่4.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์คาน (ต่อ)

9. Beam - Diagram จะแสดงผลการคำนวณ Moment และ Shear ของคานที่เลือกมาวิเคราะห์ โดยเส้นสีแดงจะแสดงถึงMomentที่เหล็กเสริมสามารถรับได้ และเส้นสีเขียวจะแสดงถึง Moment ประลัยที่เกิดขึ้นจริงจากการรับน้ำหนักต่างๆของคาน



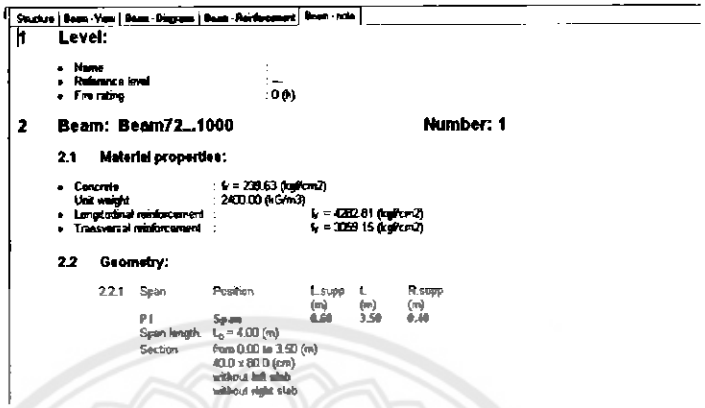
รูปที่4.5 ค่าโมเมนต์ของน้ำหนักกระทำและค่าโมเมนต์ของเหล็กเสริม

10. Beam – reinforcement แสดงปริมาณเหล็กเสริมของคาน ซึ่งสามารถคลิกที่เหล็กเพื่อให้แสดงรายละเอียดของเหล็กเพิ่มเติมได้ดังรูป



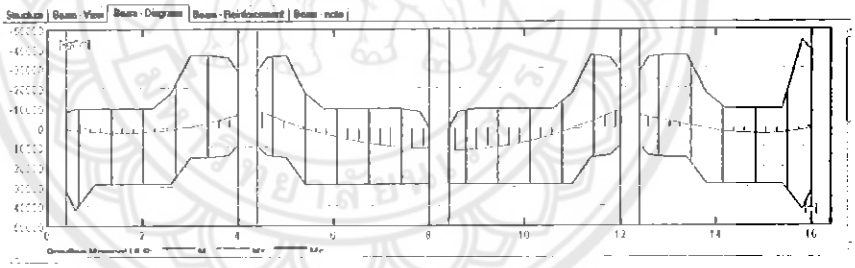
รูปที่4.6 แสดงการเสริมเหล็กของคาน

11. Beam - note แสดงรายละเอียดต่างๆในการคำนวณ เช่น กำลังอัดคอนกรีต ร่วมถึงแสดงปริมาณงานต่างๆ เช่น ไม้แบบ และ เหล็กเสริม

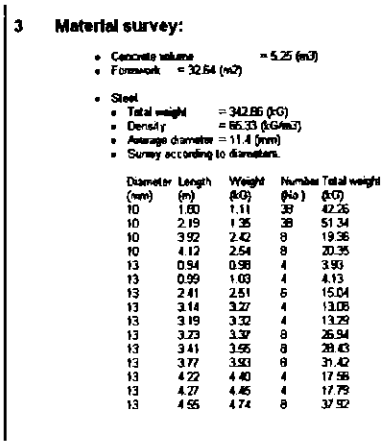


รูปที่4.7 รายการคำนวณ

ในกรณีที่ต้องการแก้ไขเหล็กเสริม (เนื่องจากในการก่อสร้างจริงอาจเป็นไปได้ยากเนื่องจากตัวโปรแกรมเสริมเหล็กหลายขนาด) สามารถเลือกขนาดเหล็กเสริมได้เองดังนี้

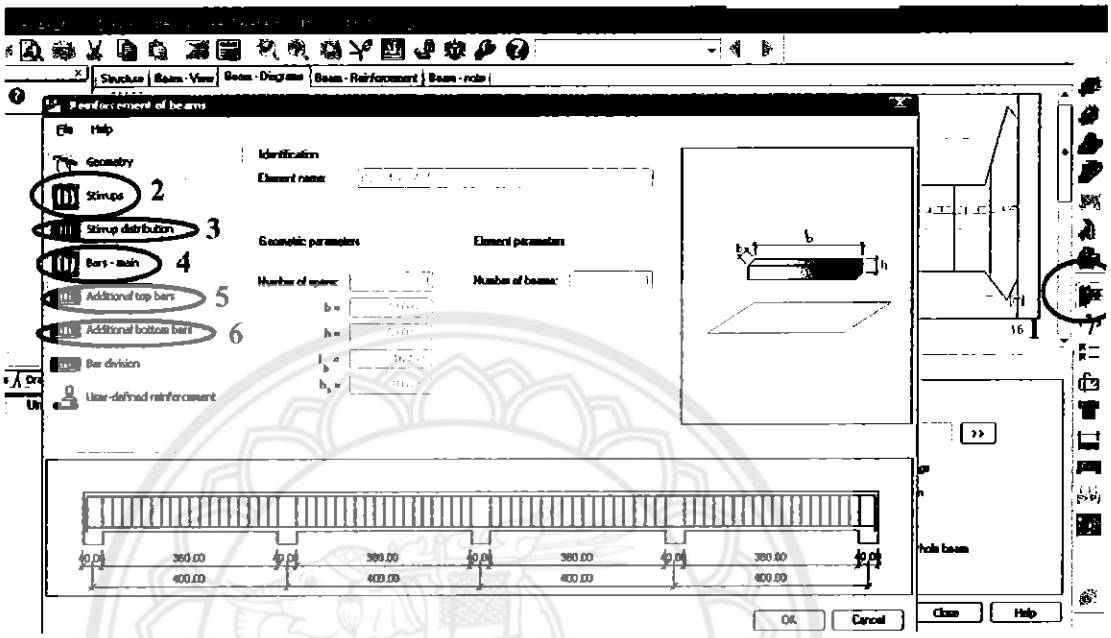


รูปที่4.8 ค่าโมเมนต์ของน้ำหนักกระทำและค่าโมเมนต์ของเหล็กเสริม



รูปที่4.9 รายการแสดงขนาดเหล็กที่ใช้

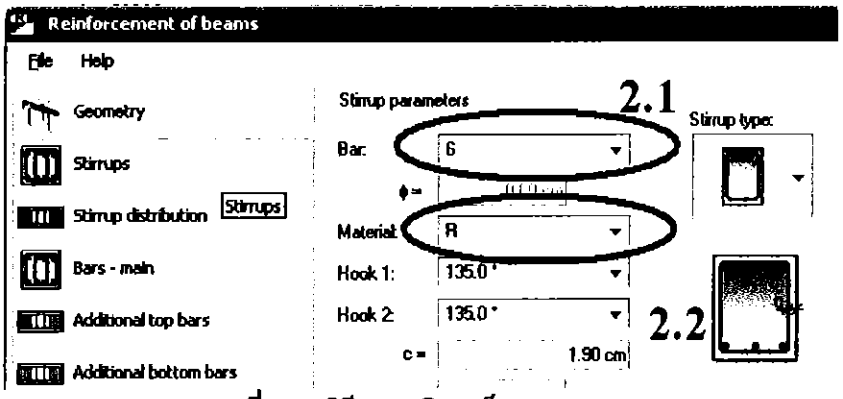
จากรูปที่ 4.8 และ 4.9 แสดงให้เห็นว่าการเสริมเหล็กของโปรแกรมนั้นมีหลายขนาด และเสริมหลายช่วง ซึ่งยากต่อการทำงาน อาจจะแก้ไขได้โดย



รูปที่4.10 วิธีการเสริมเหล็ก

1. Typical reinforcement หลังจากนั้นจะมีหน้าต่างขึ้นมาดังรูป
2. Stirrups เป็นการเสริมเหล็กปลอกเพื่อรับแรงเฉือนที่กระทำต่อคาน
    2.1 สามารถเลือกขนาดเหล็กเสริมได้ ในตัวอย่างเป็นเหล็กขนาด 6 mm.
    2.2 เป็นชนิดของเหล็กเสริมในตัวอย่างเป็นเหล็กกลม

คลิกเลือก (1) =>Typical reinforcement (2) => Stirrups

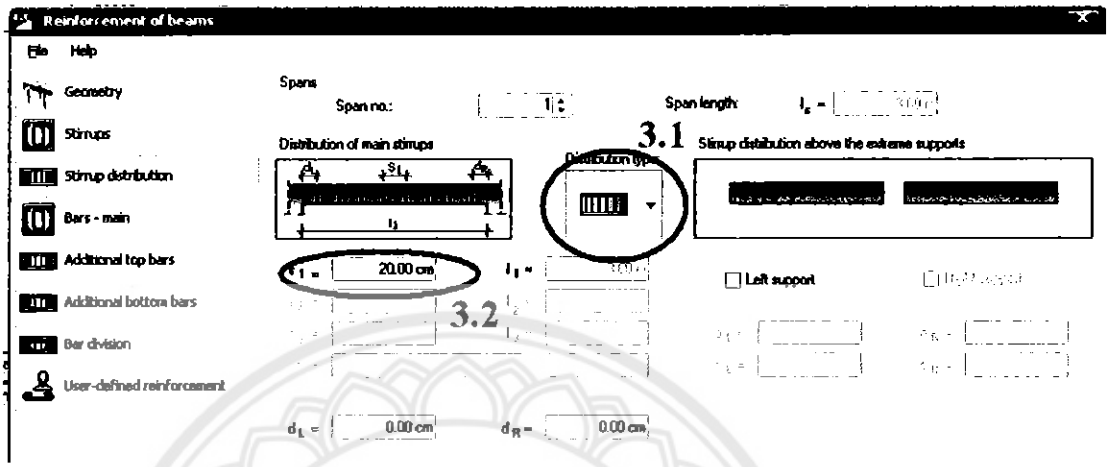


รูปที่4.11 วิธีการเสริมเหล็กปลอก

3. Stirrup distribution เป็นการเลือกระยะเรียงของเหล็กปลอก

3.1 เป็นรูปแบบของการเรียงเหล็กปลอก ในที่นี้เลือกระยะเรียงเท่ากันตลอดช่วงคาน

3.2 เมื่อเลือกรูปแบบเสร็จก็มาใส่ระยะเรียงที่ต้องการในที่นี้เลือก 20 cm



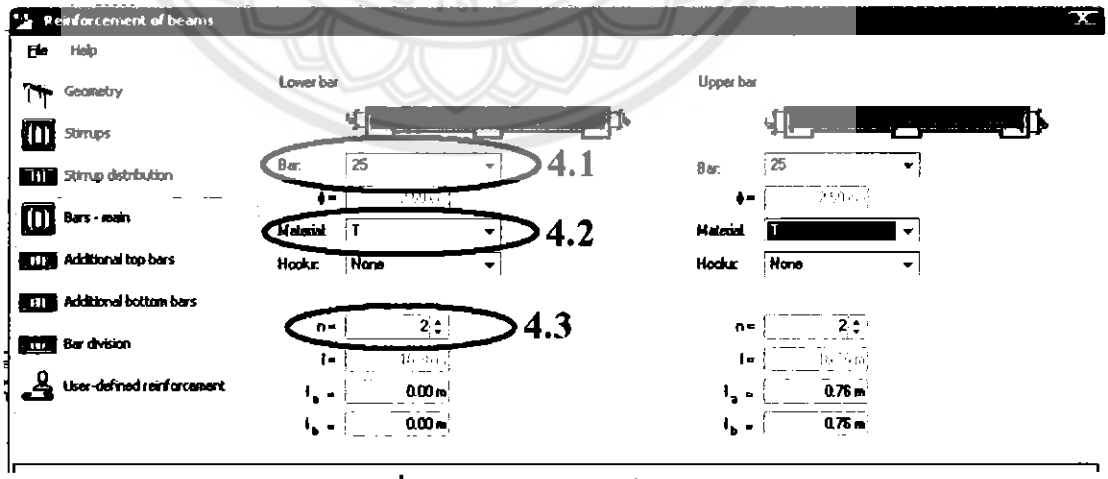
รูปที่4.12 วิธีการเลือกระยะเรียงของเหล็กปลอก

4. Bar – main เป็นเหล็กเสริมหลักที่เสริมยาวตลาดความยาวคาน

4.1 เลือกขนาดของเหล็กเสริมในที่นี้เลือกขนาด 25 mm

4.2 เลือกชนิดของเหล็กเสริมโดยกำหนดให้เป็นเหล็กข้ออ้อย

4.3 เลือกจำนวนของเหล็กเสริมหลัก ดังรูปใช้ 2 เส้น โดยสามารถเสริมได้ทั้งด้านบนและด้านล่างด้วยวิธีเดียวกัน



รูปที่4.13 วิธีการเสริมเหล็ก Main

การเสริมเหล็กเพิ่มเติม

5. เป็นการเสริมเหล็กเสริมด้านบน

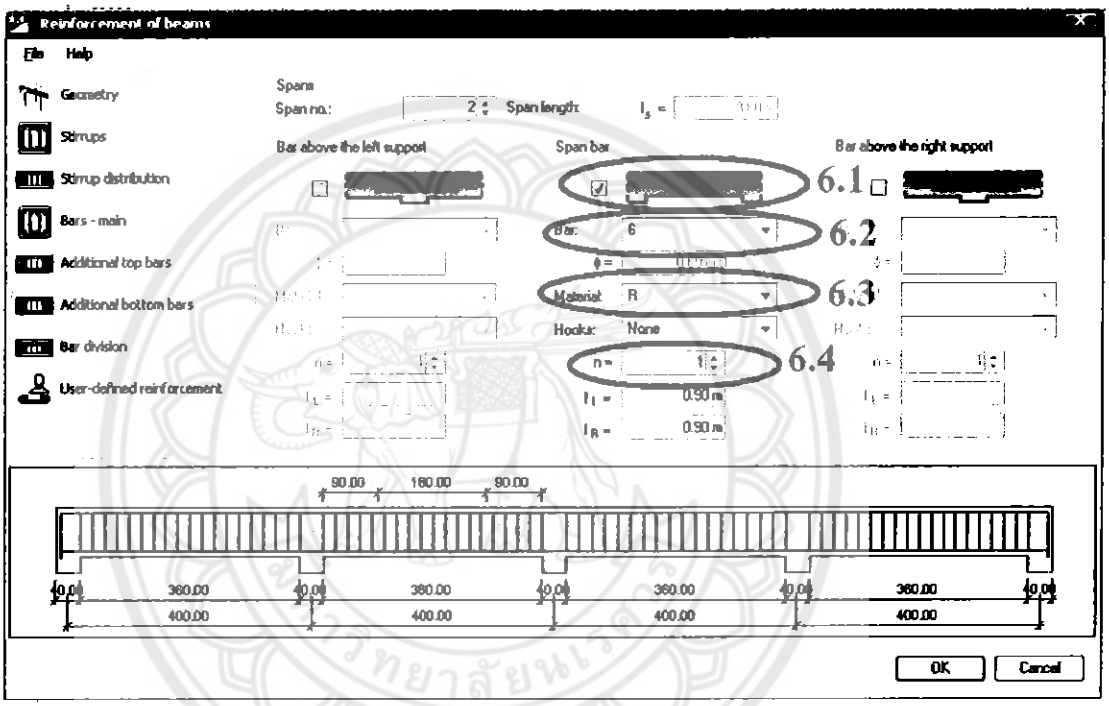
6. จะเสริมในด้านล่าง จากตัวอย่างเลือกเสริมเหล็กเสริมในด้านล่าง

6.1 เป็นการเลือกบริเวณที่ต้องการเสริมเหล็กไป ในที่นี้เลือกกลางคาน

6.2 เลือกขนาดของเหล็กเสริม

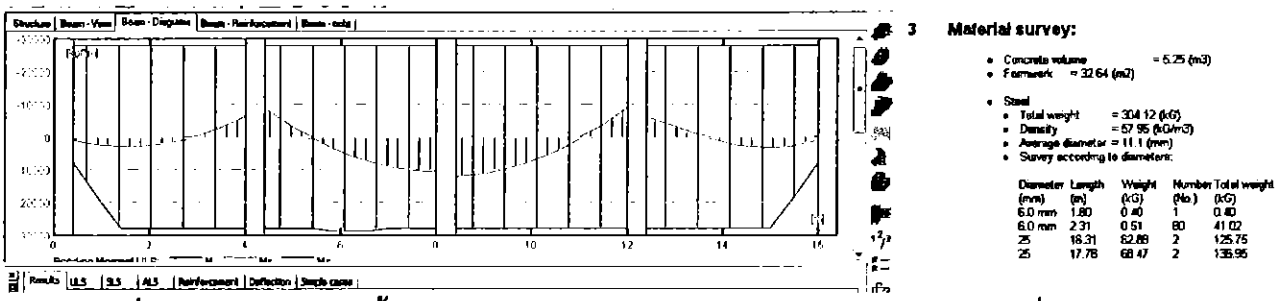
6.3 เลือกชนิดของเหล็กเสริม

6.4 เลือกจำนวนเหล็กที่ต้องการเสริม



รูปที่4.14 วิธีการเสริมเหล็ก Bottom

จะเห็นได้ว่า หลังจากการเปลี่ยนเหล็กเสริมแล้ว เหล็กที่ทำการเสริมเข้าไปใหม่ก็สามารถรับโมเมนต์จากน้ำหนักที่กระทำต่อคานได้เช่นเดียวกันกับที่โปรแกรมทำการเสริมเหล็กเอง แต่จะมีจำนวนการเสริมเหล็กที่น้อย และจะทำให้การทำงานจริงนั้นง่ายกว่าที่โปรแกรมออกแบบ



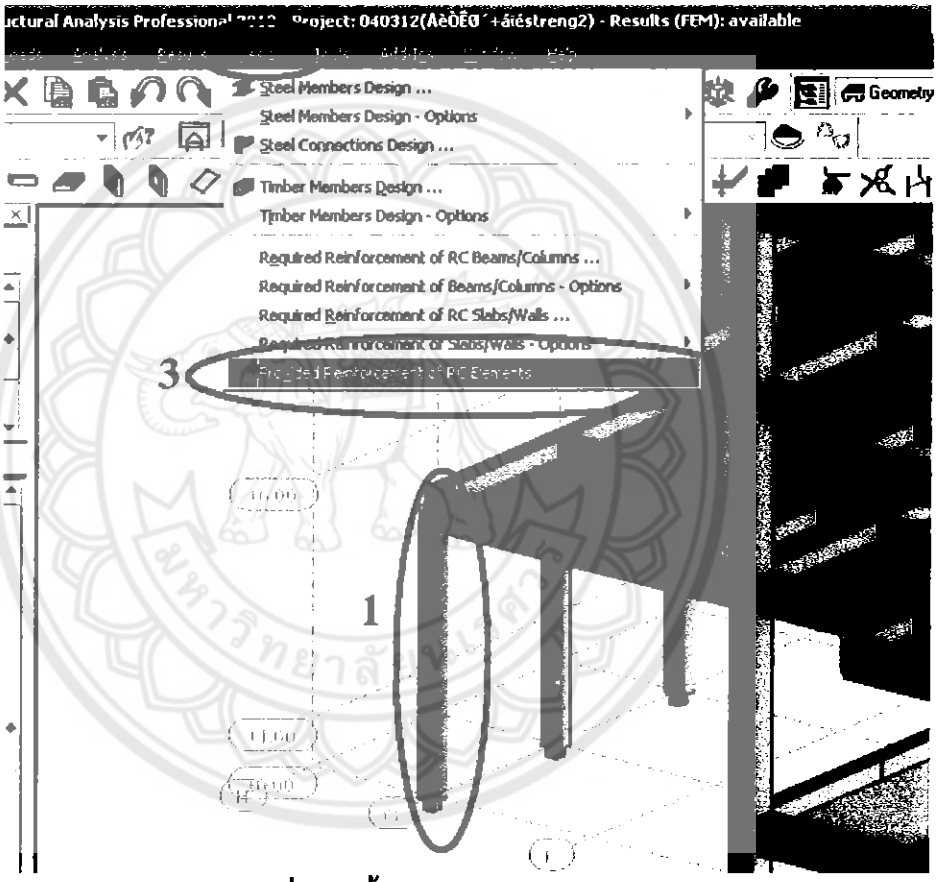
รูปที่4.15 ค่าโมเมนต์ของน้ำหนักกระทำและค่าโมเมนต์ของเหล็กเสริมหลังจากทำการเพิ่มเหล็ก

4.2 ผลการวิเคราะห์และการออกแบบแบบจำลองโครงสร้างประเภทเสา

มีขั้นตอนการทำดังนี้

1. นำเมาส์ไปคลิกที่เสาที่ต้องการทราบผลวิเคราะห์และผลการออกแบบ
2. กดที่ปุ่ม Design
3. แล้วเลือก Provided Reinforcement of RC Elements

คลิกเลือก (1)=> เลือกเสาที่ต้องการพิจารณา (2)=> Design (3)=> Provided Reinforcement of RC Elements

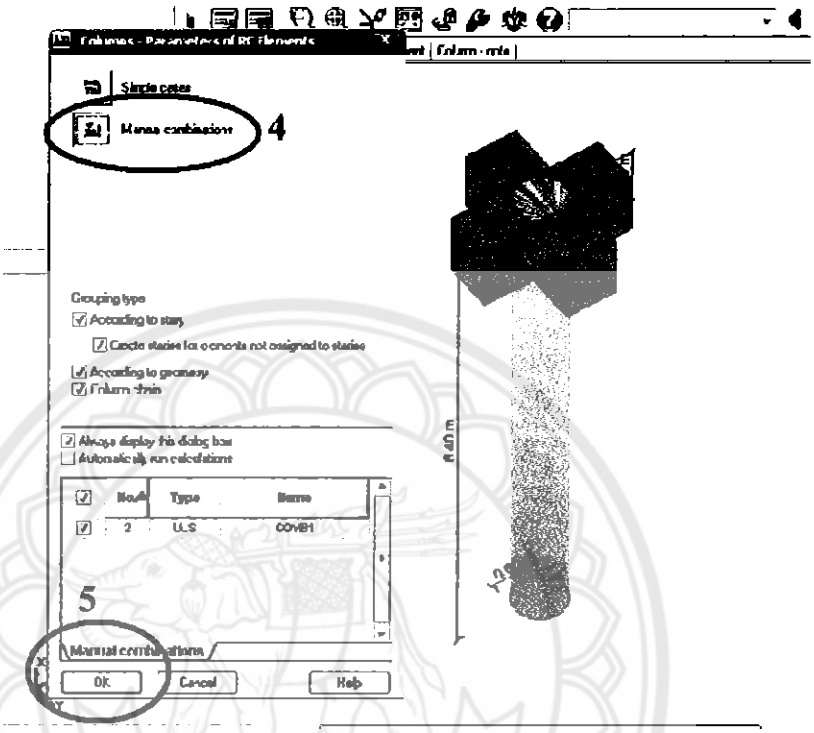


รูปที่4.16 ขั้นตอนการวิเคราะห์เสา

4. เลือกไอคอน Manual combinations

5. เลือก OK

คลิกเลือก (4)=> Manual combinations (5)=> OK

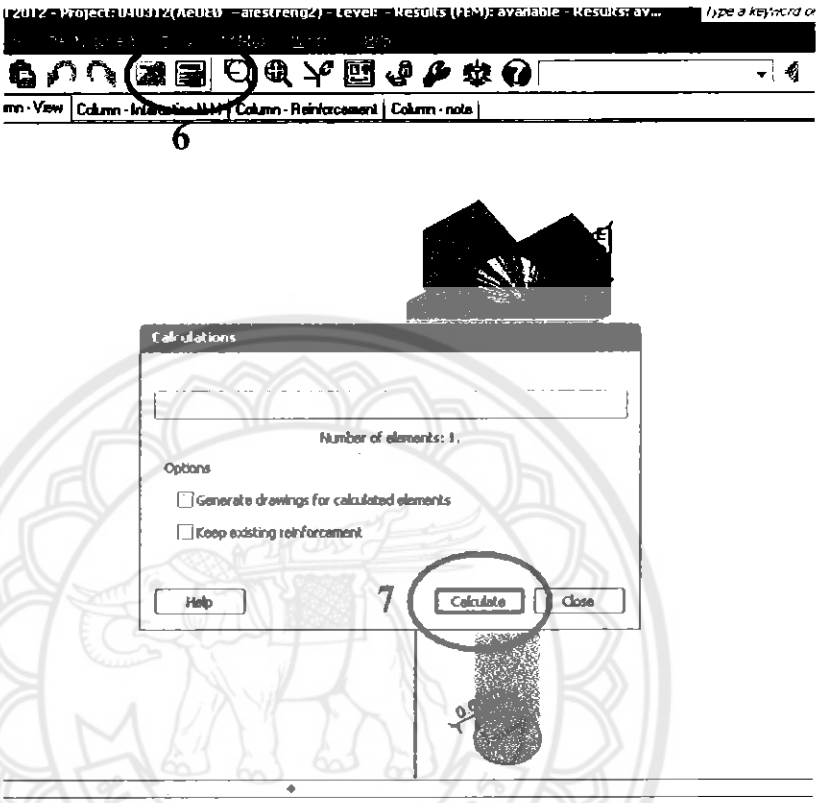


รูปที่4.17 ขั้นตอนการวิเคราะห์เสา (ต่อ)

6. เลือก start calculation เพื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างและคำนวณปริมาณเหล็กเสริม

7. เลือก calculate เพื่อเริ่มทำการคำนวณ

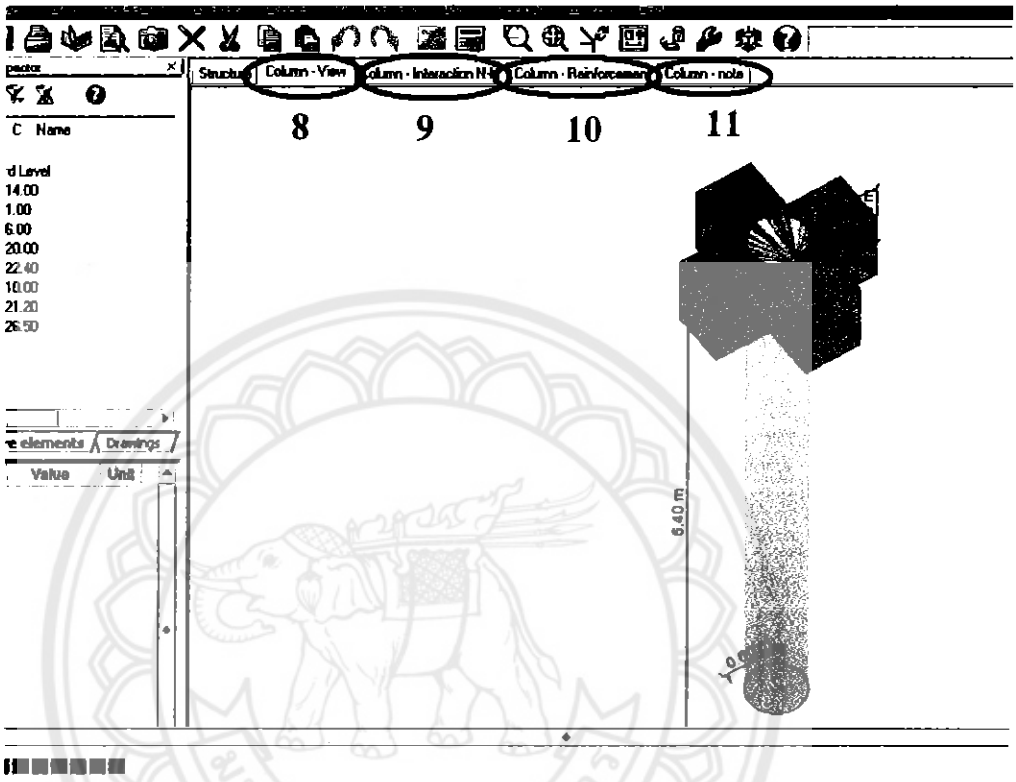
คลิกเลือก (6) => start calculation (7) => calculate



รูปที่4.18 ขั้นตอนการวิเคราะห์เสา (ต่อ)

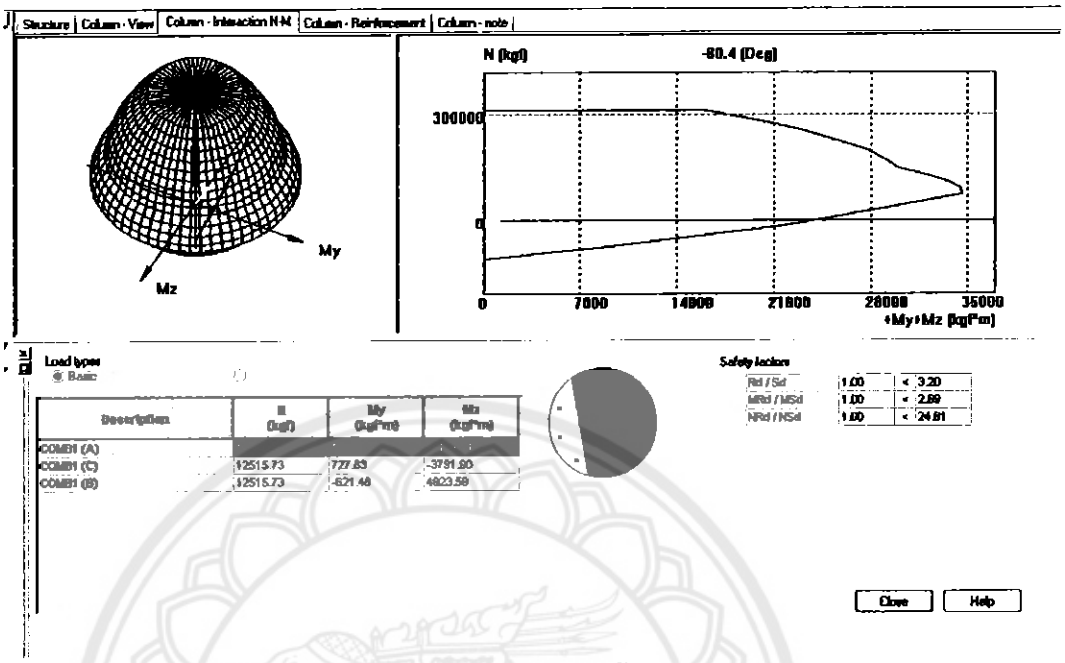
หลังจากโปรแกรมทำการคำนวณเสร็จจะพบเมนูตามรูปที่4.19 โดย

8. Column – View เป็นรูปเสาที่นำมาวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อหาเหล็กเสริม



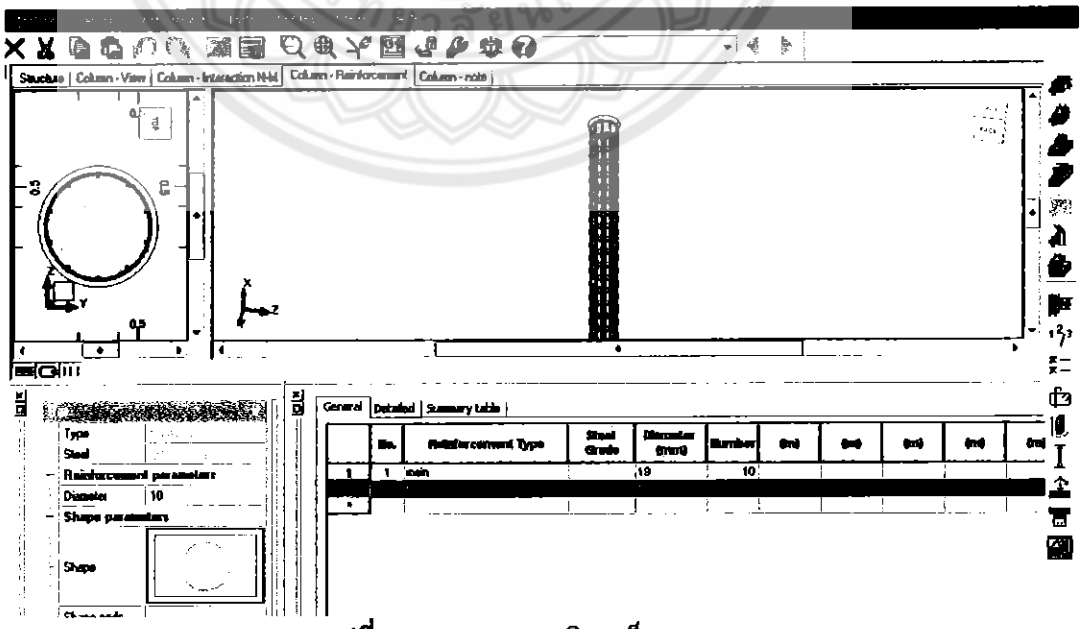
รูปที่4.19 ขั้นตอนการวิเคราะห์เสา (ต่อ)

9. Column – Interaction จะแสดง Moment ที่เกิดขึ้นกับเสา



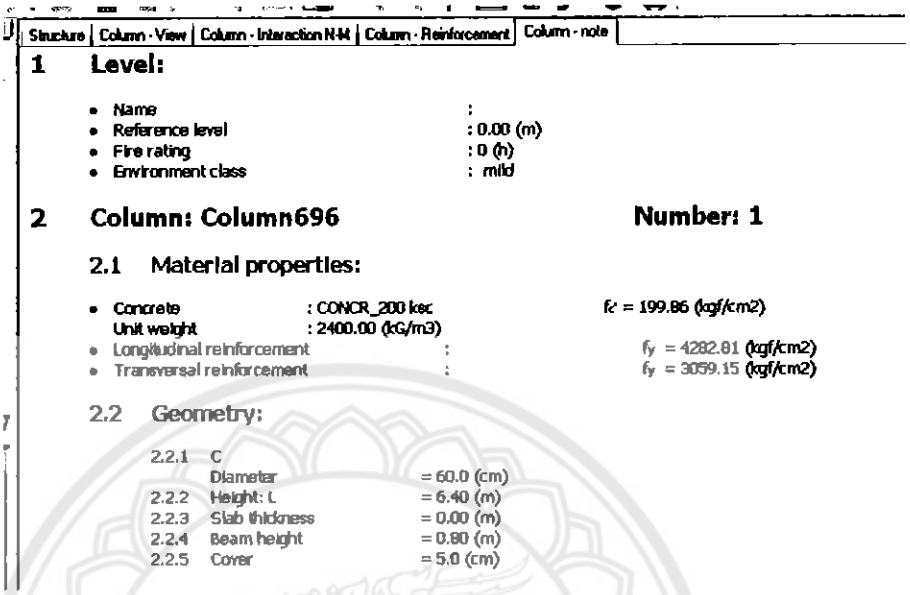
รูปที่4.20 ค่าโมเมนต์ที่เกิดขึ้นกับเสา

10. Column - Reinforcement แสดงปริมาณเหล็กเสริมของเสา ซึ่งสามารถคลิกที่เหล็กเพื่อให้แสดงรายละเอียดของเหล็กเพิ่มเติมได้ดังรูป



รูปที่4.21 แสดงการเสริมเหล็กของเสา

11. Column – note แสดงรายละเอียดต่างๆในการคำนวณ เช่น กำลังอัดคอนกรีต ร่วมถึงแสดงปริมาณงานต่างๆ เช่น ไม้แบบ และ เหล็กเสริม



Structure | Column - View | Column - Interaction N-M | Column - Reinforcement | Column - note

1 Level:

- Name :
- Reference level : 0.00 (m)
- Fire rating : 0 (h)
- Environment class : mild

2 Column: Column696 **Number: 1**

2.1 Material properties:

- Concrete : CONCR_200 kec — f_c' = 199.86 (kgf/cm2)
  Unit weight : 2400.00 (kG/m3)
- Longitudinal reinforcement : — f_y = 4282.81 (kgf/cm2)
- Transversal reinforcement : — f_y = 3059.15 (kgf/cm2)

2.2 Geometry:

2.2.1	C Diameter	= 60.0 (cm)
2.2.2	Height: L	= 6.40 (m)
2.2.3	Slab thickness	= 0.00 (m)
2.2.4	Beam height	= 0.80 (m)
2.2.5	Cover	= 5.0 (cm)

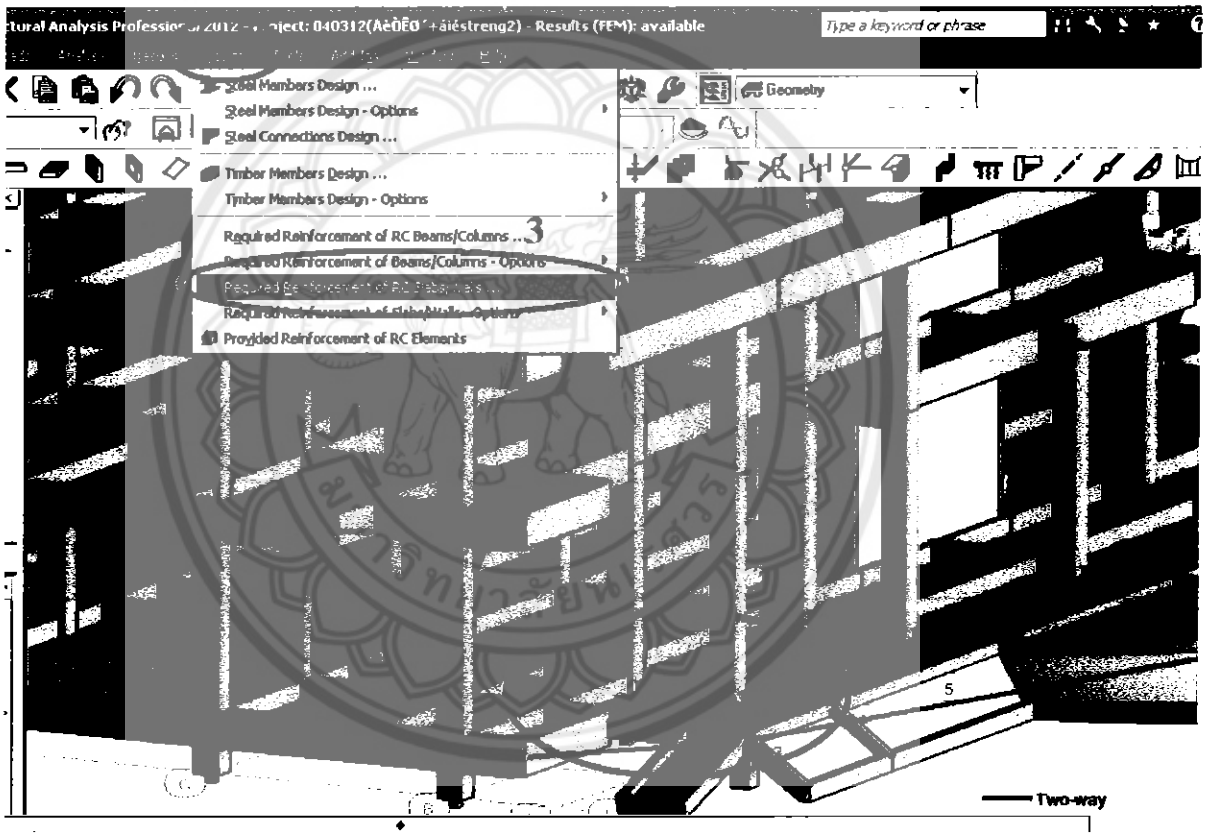
รูปที่4.22 รายการคำนวณ

4.3 ผลการวิเคราะห์และการออกแบบแบบจำลองโครงสร้างประเภทพื้นหล่อในที่

มีขั้นตอนการทำดังนี้

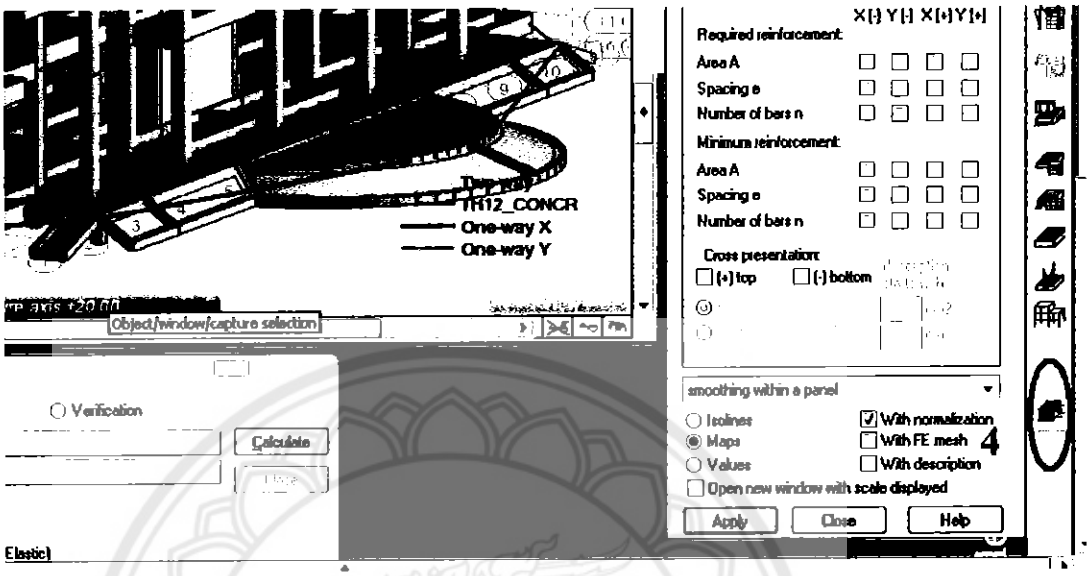
1. เลือกแผ่นพื้นหล่อในที่ที่ต้องการนำมาวิเคราะห์
2. กดที่ปุ่ม Design
3. เลือก Required Reinforcement of RC slabs/Walls

คลิกเลือก (1)=> เลือกคานที่ต้องการพิจารณา (2)=> Design (3)=> Required Reinforcement of RC slabs/Walls



รูปที่4.23 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นหล่อในที่

4. เลือก Provided Reinforcement of RC Elements



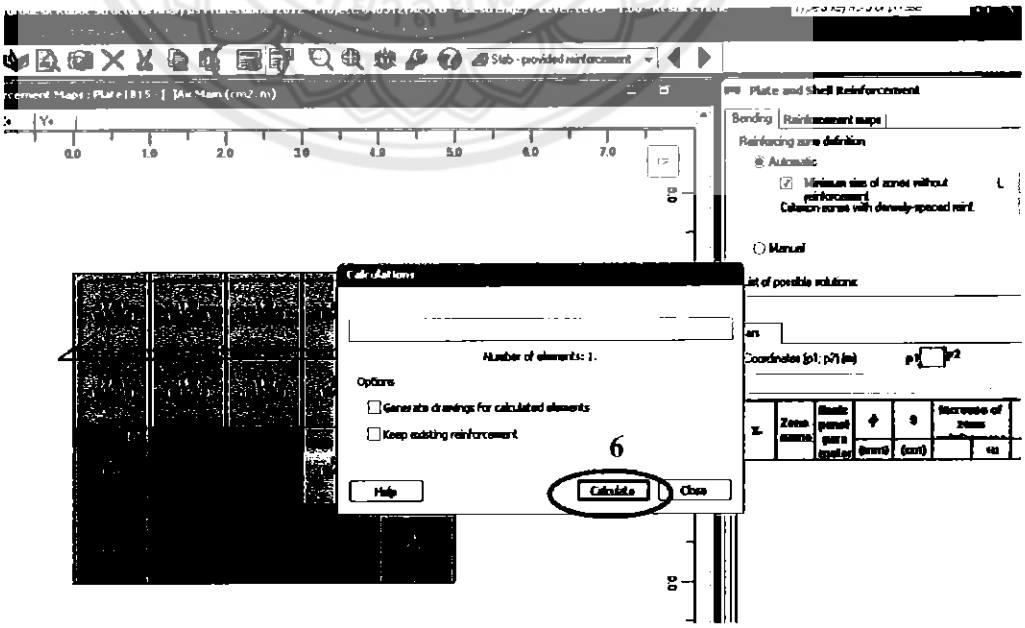
รูปที่4.24 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นหล่อในที่ (ต่อ)

หลังจากเลือก Provided Reinforcement of RC Elements จะขึ้นหน้าจอดัง รูปที่4.25 ให้เลือก

5. เลือก start calculation เพื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างและคำนวณปริมาณเหล็กเสริม

6. เลือก calculate เพื่อเริ่มทำการคำนวณ

คลิกเลือก (5) => start calculation (6) => calculate



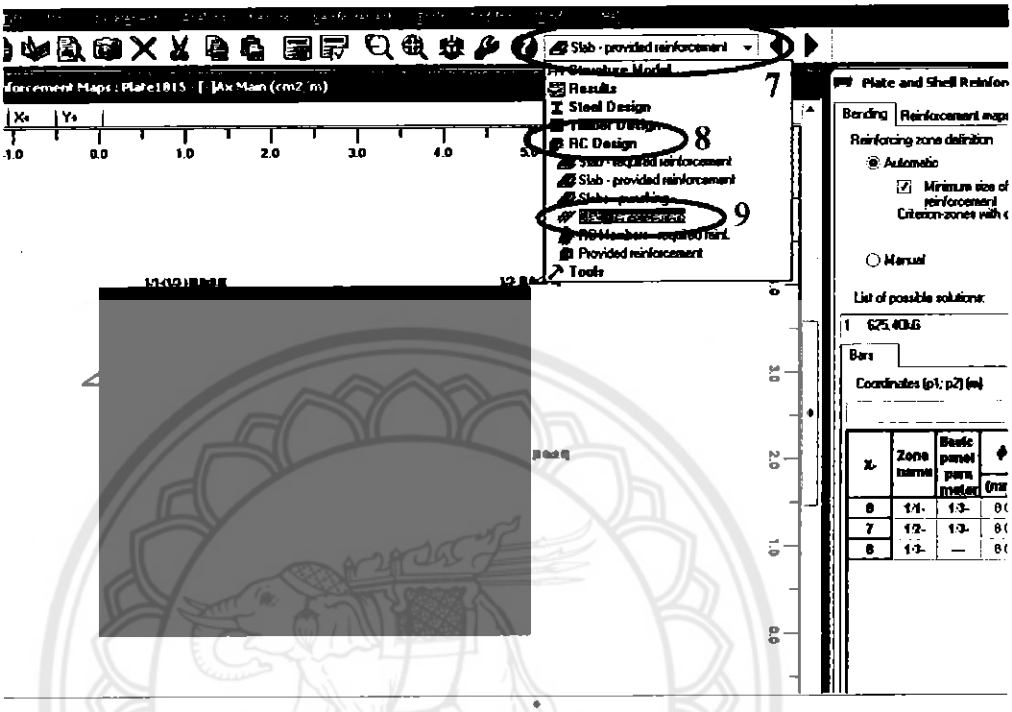
รูปที่4.25 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นหล่อในที่ (ต่อ)

หลังจากทำการ calculate จะขึ้นหน้าจอดัง รูปที่4.26 ให้เลือก

7. Slab – provided reinforcement

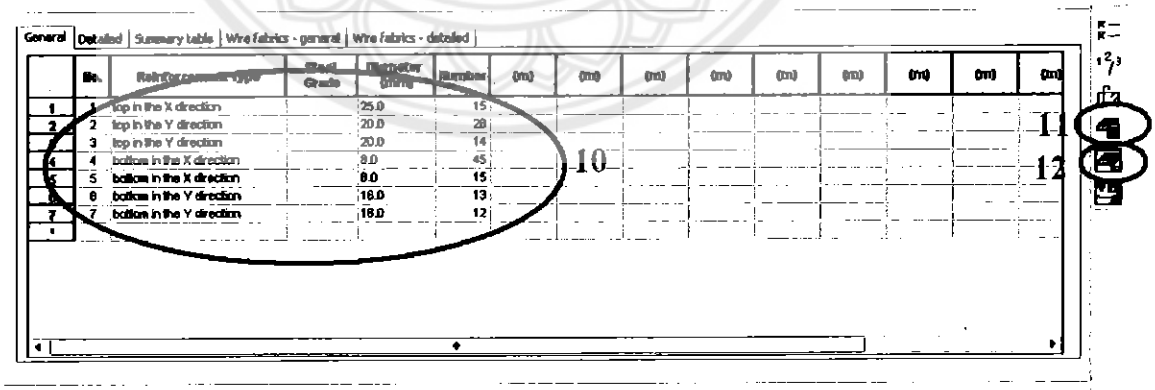
8. RC Design

9. Slab – reinforcement เพื่อแสดงรายละเอียดการเสริมเหล็ก



รูปที่4.26 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นหล่อในที่ (ต่อ)

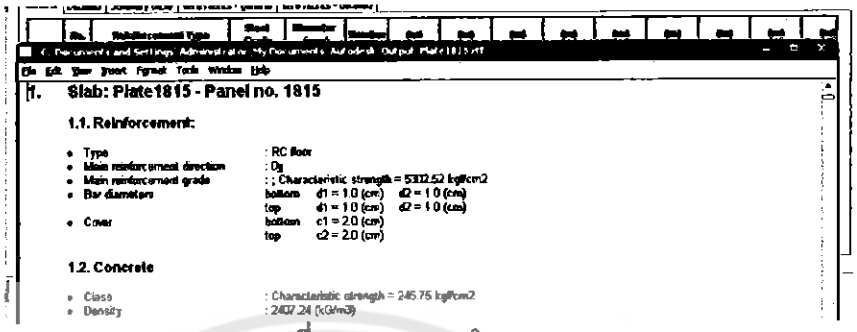
10. รายละเอียดเหล็กเสริมของพื้นหล่อในที่



รูปที่4.27 แสดงเหล็กเสริมในพื้น

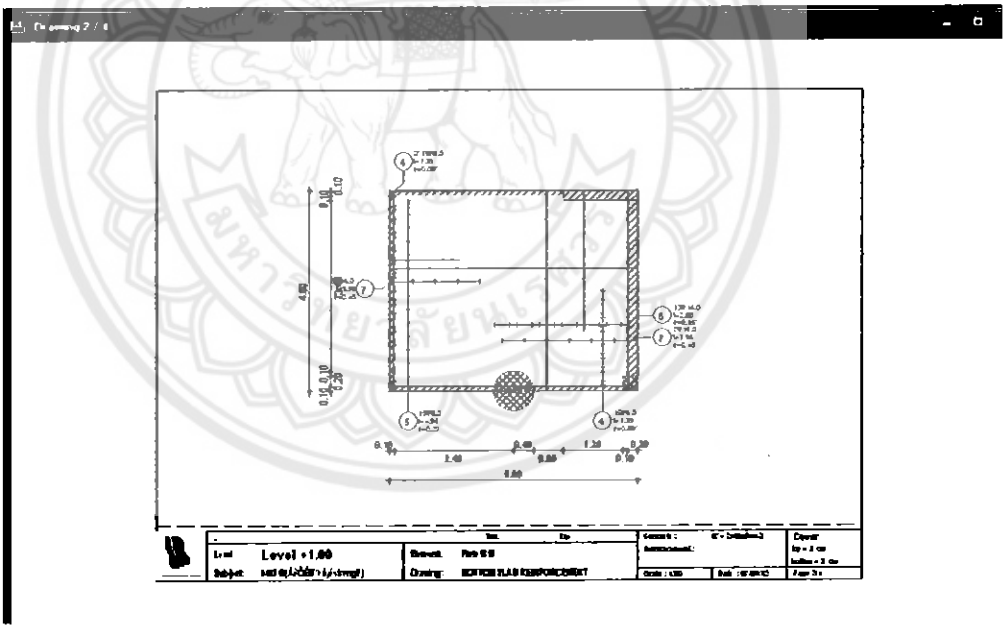
ในกรณีต้องการทราบรายละเอียดในการคำนวณเพิ่มเติม สามารถเลือกเมนูด้านข้างได้

11. Calculations note เป็นรายละเอียดต่างๆในการคำนวณ เช่น ปริมาณคอนกรีต ปริมาณไม้แบบ เป็นต้น



รูปที่4.28 รายการคำนวณ

12. Drawings เป็นรูปแบบการเสริมเหล็ก โดยจะออกมาในรูปแบบ Drawings



รูปที่4.29 รูป Drawings

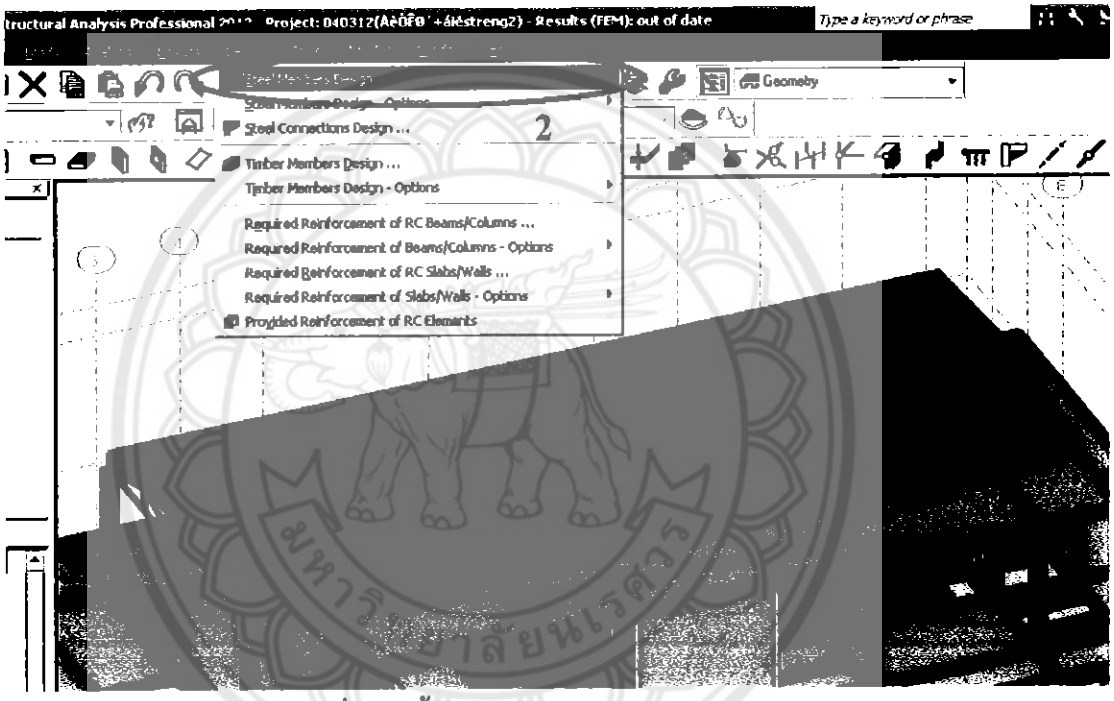
4.4 ผลการวิเคราะห์และการออกแบบแบบจำลองโครงสร้างประเภทโครงหลังคาเหล็ก

มีขั้นตอนการทำดังนี้ (1)=>เลือกเมนู Design (2)=> คลิกที่ Steel Members Design เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างเหล็ก

มีขั้นตอนการทำดังนี้

1. กดที่ปุ่ม Design
2. เลือก Steel Members Design

คลิกเลือก (1)=> Design (2)=> Steel Members Design



รูปที่4.30 ขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างหลังคา

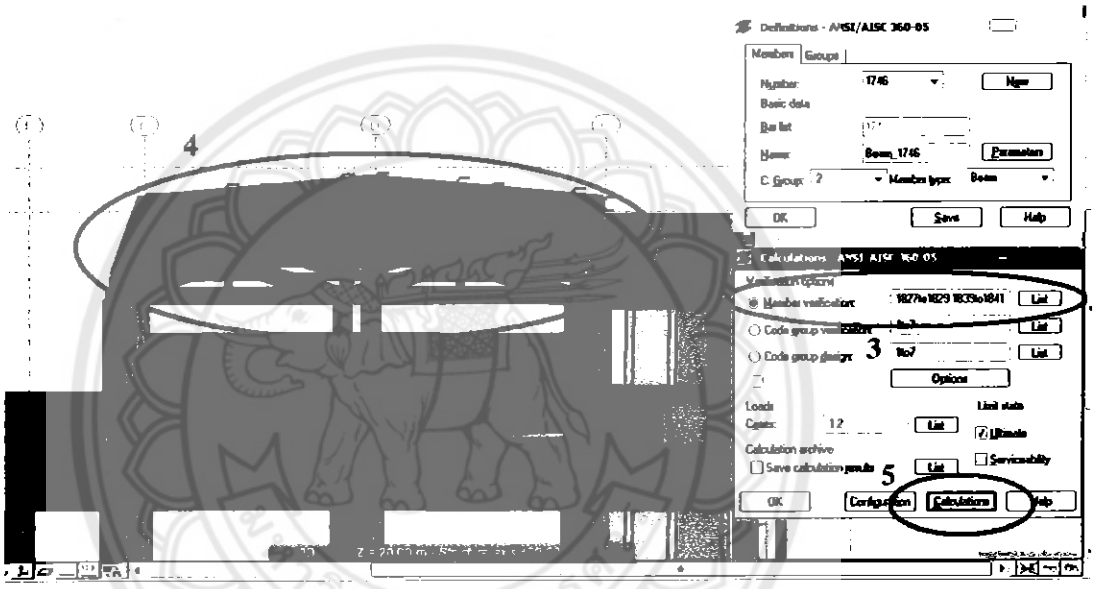
เมื่อคลิก Steel Members Design จะแสดงผลมาดัง **รูปที่4.30** หลังจากนั้นคลิก

3. Member verification

4. หลังจากนั้นทำการเลือกชิ้นส่วนเหล็กที่ต้องการนำมาวิเคราะห์โครงสร้าง (หากต้องการเลือกเหล็กหลายชิ้นให้กด ctrl ค้างไว้แล้วเลือกเหล็กเพิ่มเติมได้)

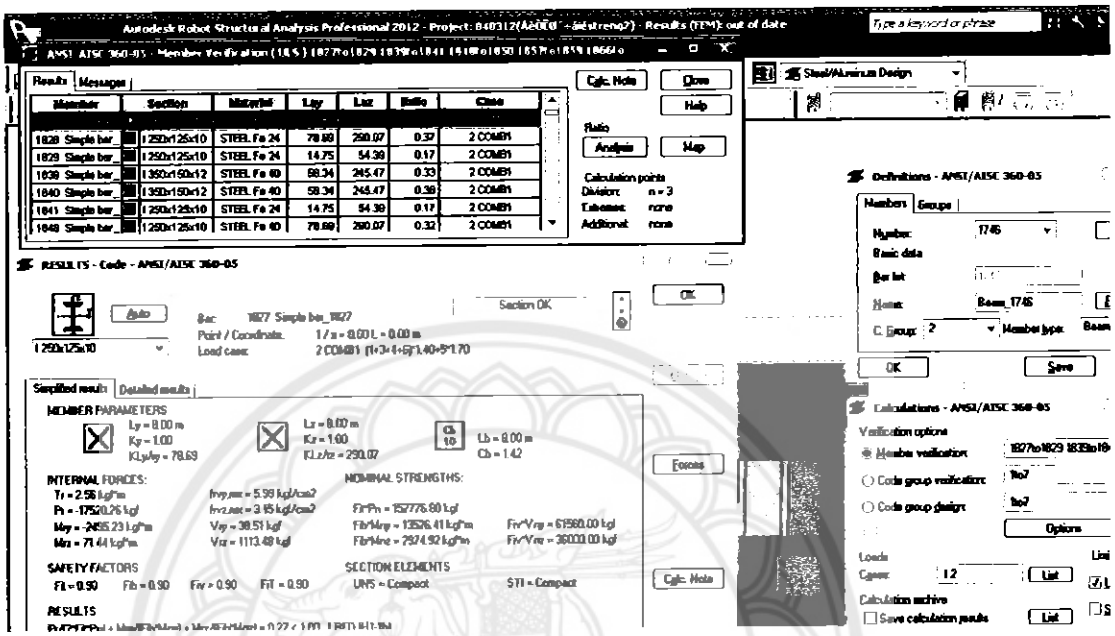
5. หลังจากเลือกโครงสร้างเหล็กจนครบแล้ว คลิกที่ calculations เพื่อวิเคราะห์โครงสร้าง

คลิกเลือก (3)=> Member verification (4)=> เลือกโครงสร้างที่ต้องการพิจารณา (5)=> calculations



รูปที่4.31 ขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างหลังคา (ต่อ)

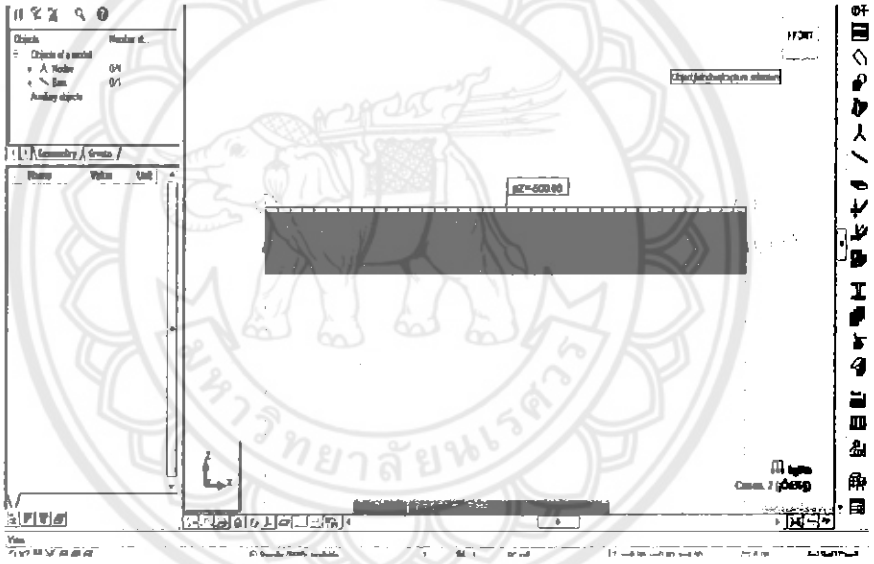
หลังจากคลิก calculations จะแสดงผลออกมาดัง รูปที่4.31 โดยสีเขียวแสดงถึงการใช้เหล็กที่นำมาใช้กับโครงสร้างผ่าน สามารถใช้งานได้ หากต้องการดูรายการคำนวณสามารถคลิกที่เหล็กที่ต้องการทราบผลการคำนวณได้



รูปที่4.32 รายละเอียดการคำนวณ

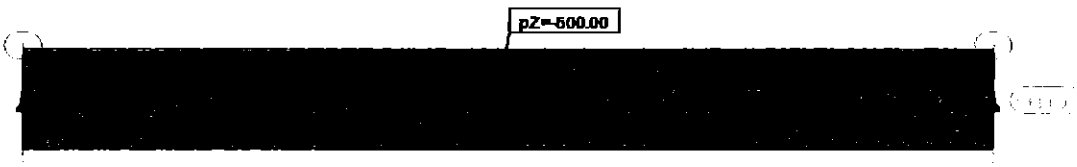
บทที่ 5
วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินการ

หลังจากที่ทางคณะผู้จัดทำได้สร้างแบบจำลอง3มิติและทำการวิเคราะห์ออกแบบ อาคารบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ด้วยโปรแกรม Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 เป็นที่เรียบร้อยซึ่งได้แสดงขั้นตอนการจำลองและแสดงผลค่าหน่วยแรงต่างๆในบทที่3และบทที่4เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในบทนี้จะขอกล่าวถึงความถูกต้องของโปรแกรม Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 เพื่อทำให้ผู้ใช้เกิดความมั่นใจในการใช้โปรแกรมดังกล่าว ซึ่งในบทที่5 นี้จะเป็นการเปรียบเทียบการวิเคราะห์แบบจำลองง่ายๆที่ไม่มีความซับซ้อนเท่าอาคารบริหารฯ ทั้งนี้เพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ตัวอย่าง

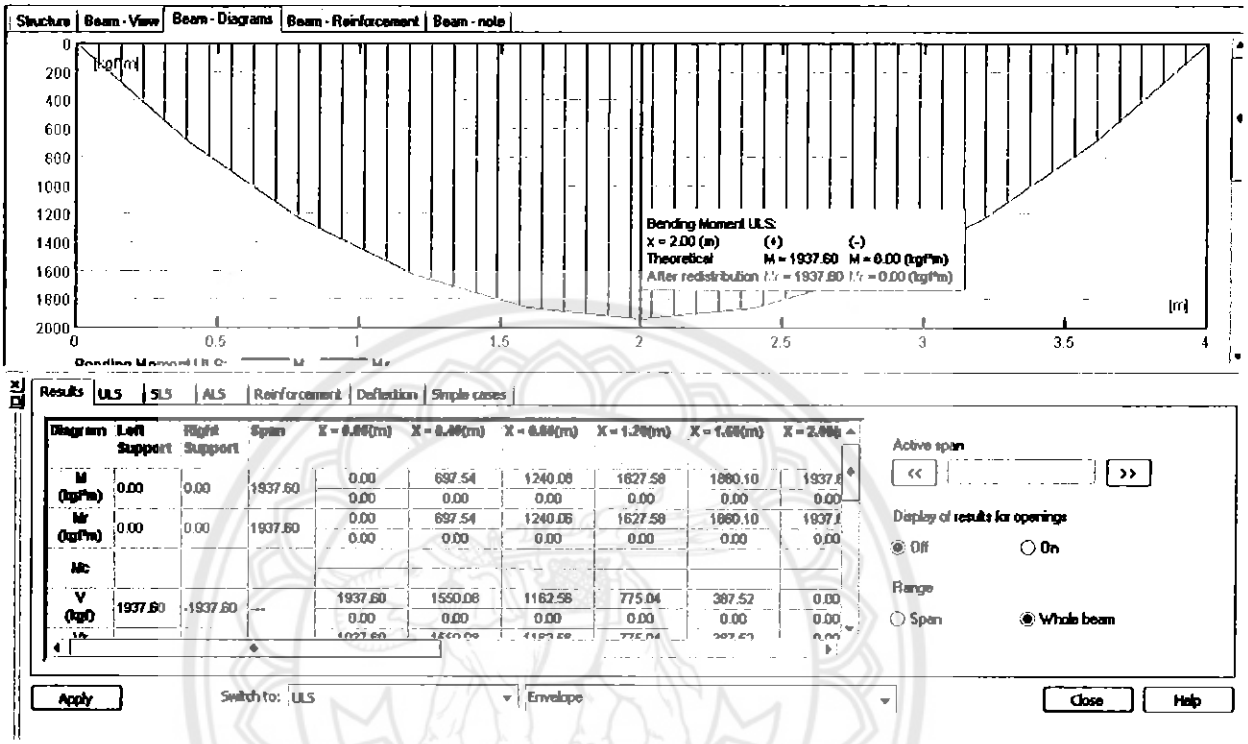
เปรียบเทียบการคำนวณโครงสร้างคานขนาด 20*40 cm ใช้เปรียบเทียบคาน ยาว 4 ใช้Support แบบ Pin Support ทั้งสองข้าง



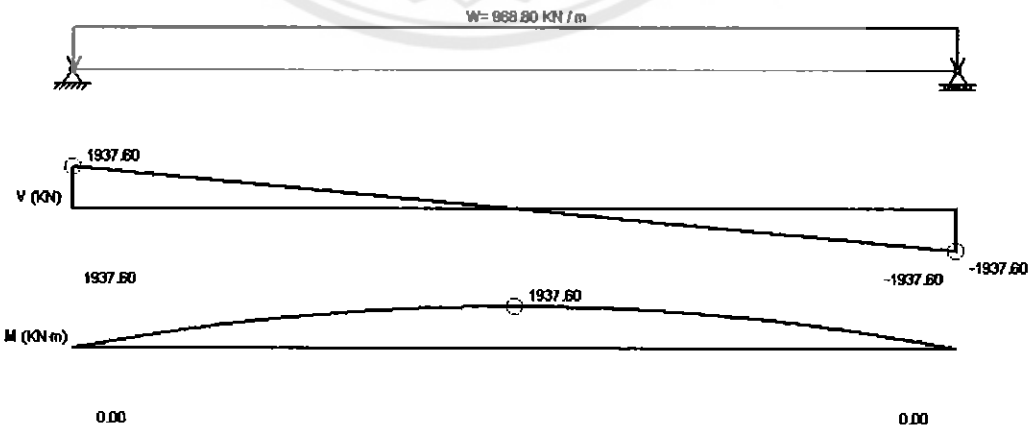
คานขนาด 20*40 cm ความยาวคาน 4 m ใส่น้ำหนัก ในแกน-z ขนาด 500 kgf/m

น้ำหนักตัวคาน 0.2*0.4*2400 = 192 kgf/m จะมีแรงกระทำ (500+192)*1.4

เป็นแรง uniform load = 968.8 kgf/m



คำนวณด้วยโปรแกรม Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 ได้โมเมนต์มากที่สุด 1937.6



คำนวณด้วยโปรแกรม SUT Structure 3.50 ได้โมเมนต์มากที่สุด 1937.6

ทั้งสองโปรแกรมมีความคลาดเคลื่อน ((1937.6-1937.6)/1937.6)*100 = 0.00 เปอร์เซ็นต์

ผลการคำนวณจากตัวอย่างข้างต้นสามารถสรุปอยู่ในรูปตารางได้ดังนี้

ตัวอย่างที่	ค่าโมเมนต์สูงสุด		ค่าความคลาดเคลื่อน
	โปรแกรม Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012	โปรแกรม SUT Structure 3.50	
1	1937.6-	1937.6-	0.0

จากข้อมูลในตารางข้างต้นในความเข้าใจของคณะผู้จัดทำสามารถสรุปได้ว่า การวิเคราะห์โครงสร้างของโปรแกรม Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 มีความถูกต้องแม่นยำ และโปรแกรม Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2012 สามารถย่นระยะเวลาในการคำนวณในส่วนของการวิเคราะห์และการออกแบบ รวมถึงลดข้อผิดพลาดในขั้นตอนการคำนวณอันเนื่องมาจากความผิดพลาดจากมนุษย์อีกด้วย สมดั่งกับที่เป็นโปรแกรมวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้าง ที่ได้รับความนิยมมากในหมู่วิศวกรโครงสร้างทั่วโลก

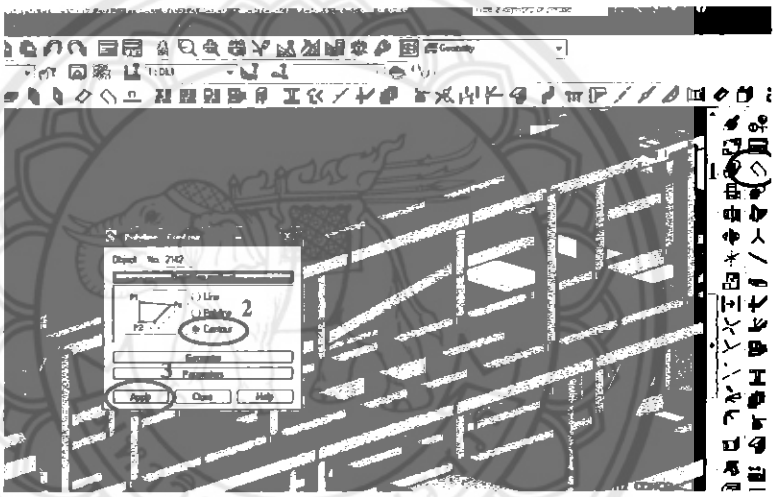
ภาคผนวก

1.การเขียนโครงสร้างลิฟท์

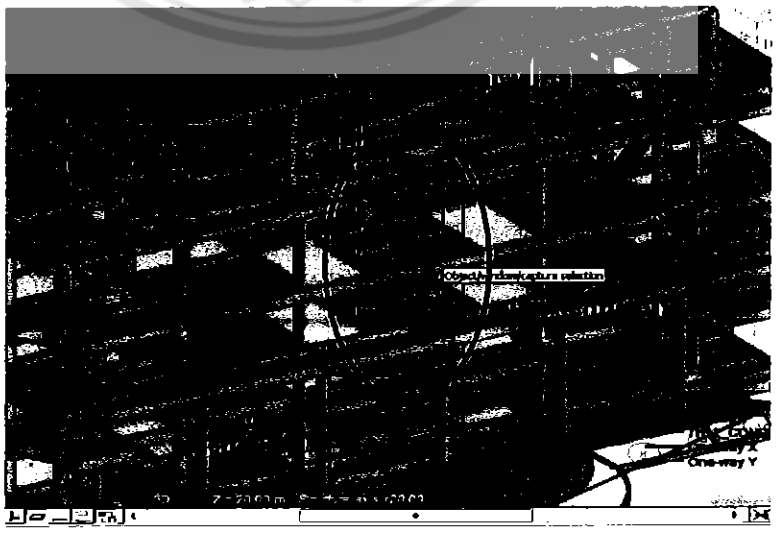
การเขียนโครงสร้างลิฟท์จะใช้คำสั่งคล้ายๆกับพื้นหล่อในที่สามารถทำได้ดังนี้

1. เลือกคำสั่ง Polyline – Contour หลังจากนั้นจะมีหน้าต่างขึ้นมา
2. เลือก Contour เพื่อทำเป็นวงรอบปิดสำหรับใส่พนังลิฟท์ หลังจากนั้นทำการเขียนเส้น Contourตามจุดที่ต้องการ (โดยการเขียนเหมือนการเขียนContourพื้นในบทที่3) ทำจนครบทุกด้าน
3. เลือก Apply

คลิกเลือก (1)=> Polyline – Contour (2)=> Contour (3)=> Apply



รูปที่ก. การสร้างContourของลิฟท์



รูปที่ข. Contour ลิฟท์

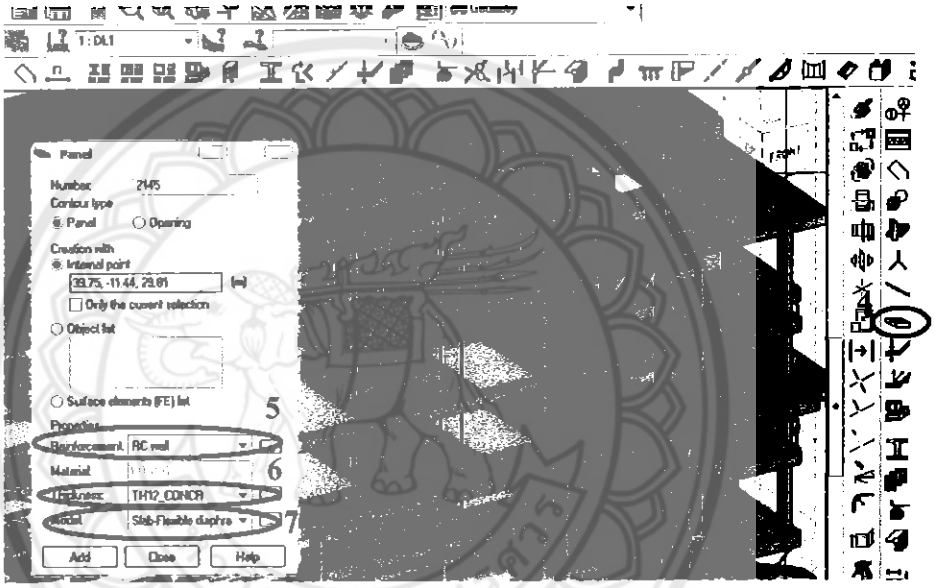
หลังจากได้เส้น Contour แล้ว ทำการใส่ผนังลิฟท์ โดยใช้คำสั่งดังต่อไปนี้

4. เลือก Panal เพื่อทำการใส่ผนังลิฟท์

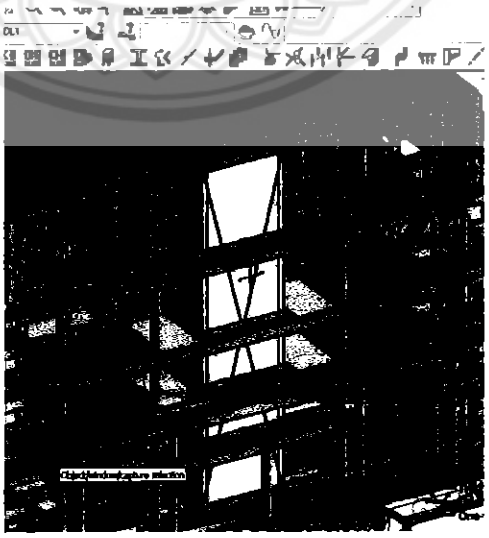
5. เลือกที่ Reinforcement โดยกำหนดใช้ RC wall ซึ่งจะเป็นทิศทางการเสริมเหล็กลงในแนวแกน Z ใช้

6. เลือกที่ Thickness กำหนดให้เป็น TH12_CONCR คือใช้ความหนา 12 cm (7)=> Model เลือกใช้ Slab-Flxible diaphra หลังจากนั้นนำไปใส่ในContour เพื่อสร้างเป็นผนังลิฟท์ (การใส่เหมือนกับการใส่พื้นหล่อในที่ในบทที่3)

คลิกเลือก (4)=> Panal (5)=> Reinforcement (6)=> Thickness



รูปที่ค. การใส่ผนังลิฟท์



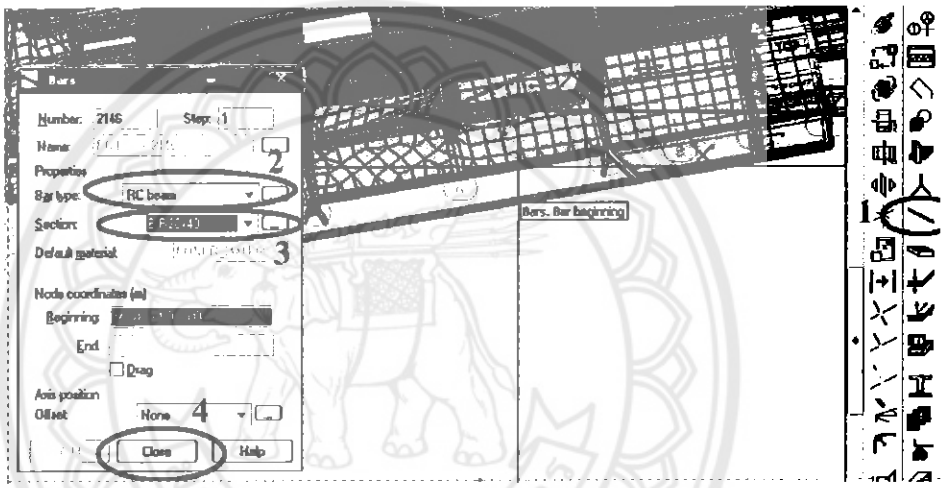
รูปที่ง. ผนังลิฟท์

2.การเขียนคานโค้ง

การทำคานโค้ง มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกคำสั่ง Bars เพื่อกำหนดชนิดและหน้าตัดคาน
2. เลือกที่ Bar type โดยกำหนดใช้ RC beam เพื่อใช้คานเป็นคาน Concrete
3. เลือกที่ Section โดยใช้คานขนาด BR20x40 หลังจากนั้นกด (ขั้นตอนการทำต่างเหมือนการสร้างคานในบทที่3)
4. เลือก Close เพื่อปิดหน้าต่าง

คลิกเลือก (1)=> Bars (2)=> Bar type (3)=> Section (4)=> Close

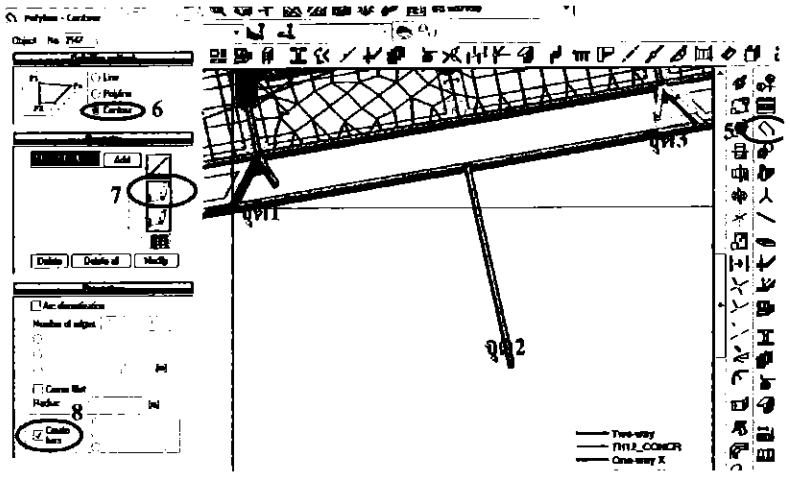


รูปที่จ. การเลือกขนาดคานโค้ง

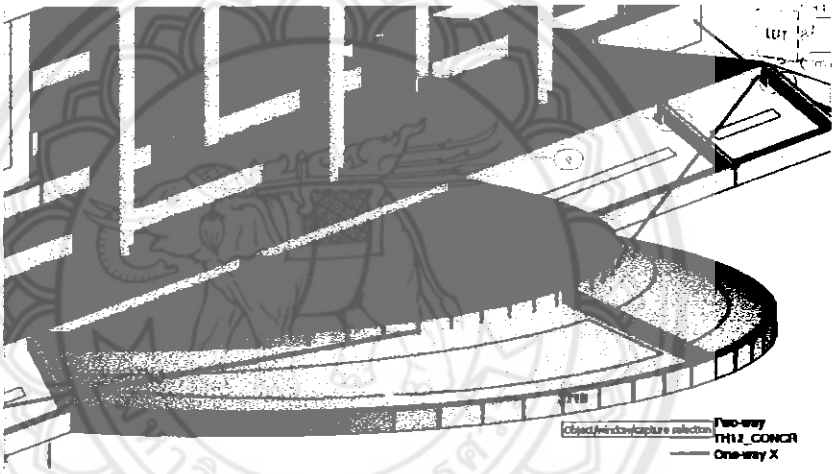
หลังจากทำการกำหนดขนาดคานเรียบร้อยแล้วสามารถใส่คานโค้งได้ดังนี้

5. เลือกคำสั่ง Polyline – Contour เพื่อทำการใส่คานโค้ง
6. เลือกที่ Contour เพื่อทำการเขียน Contour เป็นวงรอบปิด
7. ในส่วนของ Geometry เลือกใช้ Arc begin center end เพื่อทำการใส่คานในรูปแบบจากจุด 1ไป2และ3 และ
8. Parameter เลือกที่ Create bars เพื่อใส่คานตามที่เลือกไว้ในส่วนแรก หลังจากนั้นทำการวาดคาน โดยเริ่มจากจุด1 ไปจุด2 และจุด3 ตามลำดับ

คลิกเลือก (5)=> Polyline – Contour (6)=> Contour (7)=> Arc begin center end (8)=> Create bars



รูปที่ฉ. การสร้างเลือกคำสั่งสร้างคานโค้ง



รูปที่ช. ภาพคานโค้ง

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายวาริท ชูเกษ

ภูมิลำเนา 221 ม.2 ต.ท่าวังทอง อ.เมือง จ.พะเยา 56000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพะเยาพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: ma_nam_ja@hotmail.com

ชื่อ นางวรากร กาญจนภี

ภูมิลำเนา 87-89 ถ.จอมพล ต.หนองหลวง อ.เมือง จ.ตาก 63000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนตากพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: kan_ce@hotmail.com

ชื่อ นายวิศรุต เตี๋ยวประสงค์

ภูมิลำเนา 798/21 ซ.23 หมู่บ้าน โฮมการ์เด้น ต.จอหอ อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30310

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: l3ass_en@hotmail.com