# BRC 3

## Visual RC in 3D Model

Reinforced Concrete Structure Analysis & Design

Copyright Reserved

🐜 लामका डामगाव

# BRC 3

## Visual RC in 3D Model

Reinforced Concrete Structure Analysis & Design

Copyright Reserved

anguan sinunga



คู่มือ

## Erc 3

Visual RC in 3D ModelEasy and Express Reinforced Concrete Design<br/>การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยกฤษดา รักษากุลพิมพ์ครั้งที่ 1กันยายน 2555

ERC3 เป็นโปรแกรมวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างอาคารคอนกรีต เสริมเหล็ก ที่พัฒนาต่อเนื่องมาจาก Visual RC Design โดยยังคงรักษา ลักษณะวิธีการใช้งานและคุณสมบัติเดิมที่ดีเอาไว้

สิ่งที่แตกต่างและเพิ่มเติมจาก **Visual RC Design** ที่สำคัญก็คือ Module สำหรับวิเคราะห์โครงสร้างหลักจะเป็น Three Dimension Frame Analysis / Direct Stiffness Method ที่อาศัยการแก้สมการด้วยวิธี Matrix Method และการวิเคราะห์หาแรงภายในแผ่นพื้นได้เพิ่มเติมวิธีการ Model Structure ด้วยวิธีการทาง Finite Element Method สำหรับแผ่น พื้นที่มีลักษณะนอกเหนือขอบเขตของ วิธีการคำนวณวิธีที่ 3 ของสมาคม วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

ความสามารถ **ERC3** ที่เพิ่มเติมจาก **Visual RC** โดยหลัก ก็คือ สามารถวิเคราะห์แผ่นพื้นที่อยู่นอกเหนือขอบเขตการคำนวณด้วย Code ต่าง ๆ ได้ เช่น แผ่นพื้นที่ไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นต้น และการวิเคราะห์ คานที่อยู่นอกแนวแกนหลัก X-Z ได้ ERC3 Release1 สามารถคำนวณโครงสร้างได้ครั้งละ 1 ชั้นของ อาคารเช่นเดียวกับ Visual RC

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โครงสร้างจะเป็นผลโดยตรงมาจาก วิธีการ Model โครงสร้าง ซึ่ง **ERC3** ได้ใช้วิธีผสมผสาน ระหว่างการ วิเคราะห์โครงสร้างด้วย Code (แผ่นพื้นวิธีที่ 3) และการวิเคราะห์โครงสร้าง ที่ใช้วิธีการแก้สมการจริง จึงอาจจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มาสูงกว่าการวิเคราะห์ ด้วยการแก้สมการจริงทั้งหมดบ้าง

เช่นเดียวกับการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างทั่วไป ผลลัพธ์ จาก **ERC3** เป็นเพียงข้อเสนอหนึ่งที่ผู้ใช้จะต้องพิจารณาในการนำไปใช้ ออกแบบโครงสร้างด้วยความระมัดระวัง

มิถุนายน 2555

1.	เริ่มต้นการใช้งาน ERC3	1 - 1
	1.1 หน้าต่างของ ERC3D	1 - 2
	1.2 ระบบพิกัด และหน่วยแรงของ ERC3	1 - 9
	1.3 ขั้นตอนหลักการใช้งานโปรแกรม	1 - 10
2.	การป้อนข้อมูลใน ERC3	2 - 1
	2.1 การป้อนข้อมูลทั่วไป	2 - 1
	2.2 การป้อนชื่อและรายละเอียดหน้าตัดคานและเสา	2 - 3
	2.3 การกำหนดเส้น Grid	2 <b>-</b> 5
	2.4 การป้อนข้อมูลเสา	2 - 8
	2.5 การวางคานในผังโครงสร้าง	2 - 9
	2.6 การวางแผ่นพื้นในแปลนโครงสร้าง	2 - 10
	2.7 การป้อนค่าแรงกระทำ	2 - 13
3.	แก้ไขข้อมูลใน ERC3	3 - 1
	3.1 การแก้ไขข้อมูลที่ป้อนผิด ด้วยคำสั่ง Undo และ Redo	3 - 2
	3.2 การลบข้อมูลโครงสร้างต่าง ๆ	3 - 3
	3.3 การแก้ไขปรับปรุงข้อมูลต่าง ๆ ของชิ้นส่วนโครงสร้าง	3 - 7
4.	ผลการวิเคราะห์จาก ERC3	4 - 1
	4.1 การดูผลลัพธ์ทางจอภาพ	4 - 2
	4.2 การพิมพ์ผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์	4 - 15

5.	คำสั่งช่วยเหลือใน ERC3	5 - 1
	5.1 คำสั่งที่เกี่ยวกับการแสดงภาพ	5 <b>-</b> 1
	5.2 การถ่ายน้ำหนักไปสู่ผังโครงสร้างที่มีระดับต่ำกว่า	5 <b>-</b> 7
	5.3 คำสั่งเกี่ยวกับการบันทึก และการอ่านไฟล์ข้อมูล	5 <b>-</b> 9
	5.4 คำสั่งลัด Short Cut Command	5 - 11

#### ภาคผนวก

รูปที่ A.1 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File → Print → Title รูปที่ A.2 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File → Print → Beam Plan รูปที่ A.3 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File → Print → Selected Beam รูปที่ A.4 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File → Print → Slab แผ่นแรก รูปที่ A.5 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File → Print → Slab แผ่นต่อมา รูปที่ A.6 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File → Print → Transfer Load รูปที่ A.7 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File → Print → Column Result ERC3 Release1 เป็นโปรแกรมออกแบบวิเคราะห์โครงสร้างอาคาร คอนกรีตเสริมเหล็ก ที่สามารถทำงานได้ครั้งละ 1 ชั้นของอาคาร โดยการใช้ งานของโปรแกรมจะไม่จำกัด รูปแบบของแผ่นพื้น ทิศทางของการวางคาน และการวางตำแหน่งของน้ำหนักที่กระทำต่อโครงสร้าง วิธีการใช้งานและ รูปแบบของโปรแกรมจะคล้ายคลึงกับการใช้งาน Visual RC ที่ป้อนข้อมูล โครงสร้างด้วยการวาดภาพ ลักษณะและความสามารถต่าง ๆ ของโปรแกรมที่ เพิ่มเติมจาก Visual RC จะมีดังนี้

- แผ่นพื้น คสล. ไม่จำกัดรูปร่าง เช่นแผ่นพื้นรูปสามเหลี่ยม แผ่นพื้นที่ไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นต้น
- แผ่นพื้นที่มี หรือไม่มีคานรองรับ หรือแผ่นพื้นที่มีคาน รองรับไม่ครบทุกด้าน
- แผ่นพื้นที่มีน้ำหนักกระทำอื่น ๆ เช่น PointLoad หรือ LineLoad ที่นอกเหนือจากน้ำหนัก DeadLoad และ LiveLoad ที่น้ำหนักกระทำเฉลี่ยตามปกติ
- ทิศทางการวางคานจะอยู่ในทิศทางใดก็ได้ ไม่จำกัดแต่ เฉพาะในแนวแกน X-Y
- 5. ปริมาณเหล็กเสริมในคานจะรวม ผลการคำนวณจาก Bending Moment และ Torsion ด้วย

6. ปริมาณเหล็กเสริมในเสา จะรวมผลการคำนวณจากแรง ตามแนวแกนและBending Moment ที่เกิดขึ้นด้วย

# 1.1 หน้าต่างของ ERC3D ERC 3D จะประกอบไปด้วยหน้าต่างหลัก ๆ ดังนี้

1.1.1 หน้าต่างหลัก Main Windows



รูปที่ 1.1 ภาพหน้าต่างหลัก ของ ERC3

หน้าต่างหลักจะเป็นหน้าต่างที่สำหรับใช้ป้อนข้อมูล และแสดงภาพ โครงสร้างในระหว่างการใช้งานโปรแกรม

1.1.2 หน้าต่าง General Properties จะประกอบด้วยหน้าต่างย่อย อีก 2 หน้าต่าง ซึ่งจะเป็นหน้าต่างสำหรับป้อนรายละเอียดทั่วไป เช่น ชื่อ โครงการ ชื่องาน ค่า fc fc'fs fy เป็นต้น

Edit Properties	
Project Define Material Graphic	
Project Name	Toy Building
Engineer	Veera Chanvitidkul
Job Name	Floor1
Job Detail	
Project Date	6/10/2012 Today
	Cancel OK
	Ok-Close

D Edit Properties	
Project Define Material Graphic	
Column L Model 💽	Slab Gr Size Model 🗨
Beam / Column	Slab
fc' 173	fc' 173
fc/fc' 0.375	fc/fc' 0.375
fy 3000	fy 2400
fc	fc
fs	fs
n <u>10</u> <	n <
J 0.899	
K 0.302	
R	
Make Default Read Default	Cancel OK
	Ok-Close

รูปที่ 1.2 ภาพหน้าต่าง General Properties ซึ่งจะมี 2 หน้าต่างย่อย คือ ส่วน แสดงข้อมูลรายละเอียดทั่วไป สำหรับผู้ใช้งานกำหนด และ ส่วนแสดงคุณสมบัติ ของวัสดุ ซึ่งก็คือค่า fc fc' fs และ fy ของชิ้นส่วน คอนกรีตเสริมเหล็ก 1.1.3 หน้าต่าง Section เป็นหน้าต่างสำหรับกำหนดขนาดของ
 คาน และเสา ที่ใช้ในการป้อนข้อมูลซึ่งจะต้องกำหนดก่อนการป้อนข้อมูลหรือ
 การวาดภาพโครงสร้าง

E Section	
Sectio	on for Beam 5 Sections
Name	Ba
	B (cm) D (cm) 15 ▼ 45 ▼
	Add
Sectio	on for Column
Nama	3 Sections
Name	
	Shape Rectangle
	20 • 20 •
	Remove Add
Make	Default Read Save
	Close

รูปที่ 1.3 ภาพหน้าต่าง Section สำหรับป้อนขนาด และชื่อของ คาน เสา เพื่อใช้ในการป้อนข้อมูลโครงสร้าง 1.1.4 หน้าต่าง Beam Result เป็นหน้าต่างสำหรับแสดง ผลลัพธ์การวิเคราะห์และคำนวณ คาน

Select	OK-Close							<u>-</u>	pan 1 To 2 💌
1.8 <sup>-4</sup> 4.9	737 95								
Beam 5	Length	Section	BM1	BM25	BM50	BM75	BM99	MT1	MT25
Span-1 Span-2	<b>1.8</b> 4.95	15x45 15x45	1411.47 -3192.87	322.84 -547.16	-541.12 120.92	-2148.92 348.19	-4177.73 -391.77	50.01 -163	50.01 -88.95
1									Þ

รูปที่ 1.4 ภาพหน้าต่าง Beam Result

1.1.5 หน้าต่าง Slab Result เป็นหน้าต่างสำหรับแสดงผลลัพธ์ การวิเคราะห์และคำนวณ แผ่นพื้น

Slab 3 To 3 (FEM)		
	d M-X Mid M-Z	Mid M+X Mid M+Z
8 3 F-3 10 -423.16 329.1 438.53 -30	01.02 -284.05	132.34 193.94

รูปที่ 1.5 ภาพหน้าต่าง Slab Result

1.1.6 หน้าต่าง Column Result เป็นหน้าต่างสำหรับแสดง ผลลัพธ์การวิเคราะห์และคำนวณ เสา

Column Result									
Column	Coor-X	Coor-Z	Col-Size	RY	MX	MZ	Req.As	Percent	Remark
0.1	4.05	8 55	20x20	1626	1090	-304	14.8	37%	
C 2	4.05	4.95	20x20	3320	1368	532	28.8	7.2 %	
C 3	8.05	4.95	20x20	9647	601	450	13.2	3.3 %	
C 4	8.05	0	20x20	1177	353	914	11.2	2.8 %	
C 5	12.9	0	20x20	2072	614	963	19.6	4.9 %	
	12.0	0.00	2020	3650	-057	504	Ŭ	1.5 %	

รูปที่ 1.6 ภาพหน้าต่าง Column Result

1.1.7 หน้าต่าง Cross Check เป็นหน้าต่างสำหรับแสดงผลการ ตรวจสอบผลการวิเคราะห์โครงสร้าง โดยการเปรียบเทียบ แรงกระทำทั้งหมด ที่เป็นส่วนของข้อมูลนำเข้า (Data input) และ แรงปฏิกิริยา (Reaction) ที่เป็น ส่วนของผลลัพธ์จากการคำนวณของโปรแกรม

E Cross Check	
Total Slab Self Wt	8110.8
Total Slab DL	1689.75
Total Slab LL	5069.25
Total Slab EIT Plus	0
Total Beam self Wt	6829.84
Total Line Load	0
Total Point Load	0
Total Load	21699.64
Total Reaction	21699.81
Load - Reaction Difference	-0.0008 %
	OK-Close

รูปที่ 1.7 ภาพหน้าต่าง Cross Check

### 1.2 ระบบพิกัด และหน่วยแรงของ ERC3

1.2.1 การแสดงภาพโครงสร้างและการบอกตำแหน่งของจุดต่าง ๆ เช่นตำแหน่งเริ่มต้น สิ้นสุดความยาวคาน ตำแหน่งเสา หรือจุดขอบเขตของพื้น จะอยู่ในระบบพิกัด 3 มิติ ในรูปแบบ Cartesian Coordinate (ประกอบด้วย แกน X, Y และ Z) ซึ่งระนาบของพื้นดิน จะเป็นระนาบ X-Z ส่วนทิศทางตาม ความสูง จะเป็นทิศทางตามแกน Y



รูปที่ 1.8 ทิศทางตามแนวแกน ตามระบบพิกัดของ ERC3

1.2.2 หน่วยแรงและระยะความยาวของ **ERC3** จะใช้ มาตราเมตริกโดย

- ความยาว มีหน่วยเป็น เมตร
- **น้ำหนัก หรือแรงกระทำ** มีหน่วยเป็น **กิโลกรัม**
- พื้นที่ มีหน่วยเป็น ตารางเมตร
- โมเมนต์ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม-เมตร
- หน่วยแรงภายใน (Stress) มีหน่วยเป็น กิโลกรัม/ตารางชม.

1.3 ขั้นตอนหลักการใช้งานโปรแกรม การใช้งานโปรแกรม ERC3 จะมีลักษณะเช่นเดียวกับการใช้งาน Visual RC ซึ่งมี 3 ขั้นตอนหลัก คือ การป้อนข้อมูลด้วยการวาดรูปโครงสร้าง การสั่งให้โปรแกรมวิเคราะห์หา แรงภายในชิ้นส่วน และการเรียกดูผลลัพธ์ทั้งการแสดงผลหน้าจอหรือการ พิมพ์ โดยการใช้งานโปรแกรมจะมีขั้นตอนรวมทั้งหมดเรียงลำดับดังนี้

 1.3.1 การป้อนข้อมูลทั่วไปเช่น ชื่อโครงการ ชื่องาน ค่าหน่วย แรงใช้งานของคอนกรีตและเหล็ก ด้วยคำสั่ง

Edit  $\rightarrow$  General Property

1.3.2 กำหนดชื่อและขนาดของหน้าตัดคานและเสา ด้วยคำสั่ง



1.3.3 กำหนด Grid X และ Grid Y ให้เกิด node ซึ่งก็คือจุดตัด ของ Grid X และ Grid Y ด้วยคำสั่ง

### $\mathsf{Edit} \twoheadrightarrow \mathsf{Place} \twoheadrightarrow \mathsf{Grid}$

1.3.4 กำหนดตำแหน่งเสา ตาม node ต่าง ๆ ที่ต้องการด้วยคำสั่ง

### $\mathsf{Edit} \xrightarrow{\phantom{a}} \mathsf{Place} \xrightarrow{\phantom{a}} \mathsf{Column}$

1.3.5 กำหนดตำแหน่งคาน โดยจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของคานจะต้อง อยู่ใน node ด้วยคำสั่ง

### $\mathsf{Edit} \xrightarrow{} \mathsf{Place} \xrightarrow{} \mathsf{Beam}$

1.3.6 กำหนดตำแหน่งพื้น โดยจุดมุมพื้นจะต้องอยู่ใน node เท่านั้น ด้วยคำสั่ง

 $\mathsf{Edit} \xrightarrow{\phantom{a}} \mathsf{Place} \xrightarrow{\phantom{a}} \mathsf{Slab}$ 

1.3.7 กำหนดตำแหน่งแรงกระทำต่าง ๆ ที่กระทำต่อโครงสร้าง
 ด้วยคำสั่ง

Edit  $\rightarrow$  Place  $\rightarrow$  Load Edit  $\rightarrow$  Place  $\rightarrow$  Moment 1.3.8 สั่งให้โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างและคำนวณหา ปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง

Execute → Analyse

 1.3.9 เรียกดูผลลัพธ์การคำนวณของชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง
 Execute → Result → Beam Result
 Execute → Result → Slab Result
 Execute → Result → Column Result

1.3.10 การสั่งพิมพ์ภาพต่าง ๆ ของโครงสร้างและผลลัพธ์การ
 คำนวณต่าง ๆ ออกทางเครื่องพิมพ์ ด้วยคำสั่ง
 File → Print →คำสั่งย่อย

หรือเรียกดูภาพก่อนการพิมพ์จริงด้วยคำสั่ง

File  $\rightarrow$  Preview  $\rightarrow$ คำสั่งย่อย

การป้อนข้อมูลในโปรแกรม ERC3 ส่วนใหญ่จะเป็นการป้อน ข้อมูลด้วยการวาดภาพผังโครงสร้าง ลักษณะทั่วไปของการป้อนข้อมูลก็คือ เลือกคำสั่งจากเมนูคำสั่ง หรือกดปุ่มคำสั่งลัด เมื่อโปรแกรมรับรู้คำสั่งนั้นแล้ว จะปรากฏ กรอบของกลุ่มช่องเติมข้อความเพื่อตั้งค่าที่จำเป็นก่อนการป้อน ข้อมูล การป้อนข้อมูลควรจะดำเนินการไปเป็นขั้นตอน ในระหว่างนั้นอาจจะ บันทึกข้อมูลเอาไว้เป็นระยะ เพราะการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง จำเป็นจะต้องมีการทดลองปรับเปลี่ยนข้อมูลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสม ขั้นตอนในการป้อนข้อมูลของ ERC3 จะเรียงตามที่ลำดับไว้ใน ขั้นตอนหลักการใช้งานโปรแกรม ในบทที่ 1 โดยรายละเอียดจะมีดังนี้

2.1 การป้อนข้อมูลทั่วไป คำสั่ง Edit → General Property จะประกอบไปด้วยกลุ่มข้อมูลที่ผู้ใช้จะต้องกรอกเพื่อเป็นรายละเอียด และ Design Criteria

2.1.1 ส่วนที่เป็นชื่อโครงการ Project Title เรียกขึ้นมาด้วย การเลือกหน้า (Tap) Project ประกอบด้วยชื่อโครงการ (Project Name) ชื่อ งาน (Job Name) และรายละเอียดงาน (Job Detail) ข้อความต่าง ๆ ในส่วนนี้ จะไปปรากฏในรายงานที่พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์

Edit Properties		
Project Define Material Gra	phic	
Project Nam	e CheingMai-Resident	
Engine	er K Raksakul	
Job Nam	Building A	
Job Deta	ail 2nd Floor	
Project Da	te Today	
	Cancel OK	
		Ok-Close

รูปที่ 2.1 กรอบบันทึกข้อมูล General Property

2.1.2 ส่วนที่เป็น Design Criteria เรียกขึ้นมาด้วยการ เลือกหน้า (Tap) Define Material เพื่อการกำหนด ค่า fc', fc, fy, fs เพื่อ ใช้คำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมของคาน พื้น เสา เมื่อได้กำหนดค่า ต่าง ๆ แล้วโปรแกรมจะคำนวณค่าคงที่ต่าง ๆ ได้แก่ n, j, k และ R โดยการกำหนด Design Criteria จะแยกออกมาเป็น Beam properties และ Slab properties

E Edit Properties	
Project Define Material Graphic	
Column L Model	Slab Gr Size Model 🗨
Beam / Column	Slab
fc' 173	fc' 173
fc/fc' 0.375	fc/fc' 0.375
fy 3000	fy 2400
fc 64.875	fc64.875
fs 1500	fs 1200
n <u>10</u> <	n 10 <
J 0.899	J 0.883
K 0.302	K 0.351
R 8.806716	R 10.05345
Make Default Read Default	Cancel OK
	Ok-Close

รูปที่ 2.2 กรอบบันทึกข้อมูล **Design Criteria** ในหน้า Define material

2.2 การป้อนชื่อและรายละเอียดหน้าตัดคานและเสา คำสั่ง
Edit → Section ในการป้อนข้อมูลโครงสร้าง เสาและคาน จะต้องระบุ
ขนาดควบคู่ไปด้วย เพื่อความสะดวกและไม่สับสนในขั้นตอนการป้อนข้อมูล
ดังกล่าว จึงต้องสร้างชื่อของ Section คานและเสาก่อนเสมอ ขั้นตอนการ
สร้างชื่อ section มีดังนี้

 พิมพ์ชื่อหน้าตัดลงในช่องรับข้อความ โดยชื่อจะต้องไม่ซ้ำ กันกับชื่อที่ได้ตั้งไปแล้ว

2. ป้อนหรือเลือกตัวเลขขนาดความกว้าง (B) และ ความ
 ลึก (D) ของคานและเสา ลงในช่องรับข้อความ

 พุกครั้งที่ป้อนชื่อและขนาดแล้ว จะต้องบันทึกชื่อ section เพื่อสามารถเรียกใช้ในระหว่างการป้อนข้อมูลตำแหน่งเสาและคาน ด้วยการกดปุ่ม Add

4. หากต้องการลบชื่อ section ใดออกไป ให้เลือกชื่อ section นั้นขึ้นมาแล้วกดปุ่ม Remove

5. ชื่อ section คาน และเสา เมื่อสร้างเสร็จแล้ว สามารถ บันทึกเป็นไฟล์ลง disk แยกออกมาต่างหากจากไฟล์ข้อมูลโครงสร้างได้ด้วย การกดปุ่ม Save หรือถ้าหากต้องการให้ชื่อ section ที่ได้สร้างไว้นั้นถูก เรียกใช้งานอัตโนมัติทุกครั้งที่เปิดโปรแกรม จะต้องกดปุ่ม Make Default 6. ไฟล์ข้อมูล ชื่อ section คาน และเสา ที่ได้บันทึกไว้ แล้ว สามารถเรียกใช้งานได้ ด้วยการกดปุ่ม Read



รูปที่ 2.3 หน้าต่างการสร้าง Section Name

2.3 การกำหนดเส้น Grid ERC จะอ้างอิงตำแหน่งชิ้นส่วนต่างๆ ด้วย node (ซึ่งแต่ละ node จะเกิดจากการตัดกันของ Grid X และ Grid Z ดังนั้นพิกัดประจำตัวแต่ละ node จะมีค่าตาม Grid X และ Grid Y ที่ตัด กันนั้น) จึงจะต้องกำหนด Grid X และ Grid Z ให้ตัดกันเกิด node จน ครอบคลุม plan โครงสร้างที่ต้องการ วิเคราะห์ โดยที่จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของ คาน จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของ LineLoad ตำแหน่งมุมของพื้น ตำแหน่ง PointLoad จะต้องเกิดขึ้นที่ node เท่านั้น

การป้อนค่า Grid สามารถทำได้ด้วยการเลือกคำสั่ง Edit →Place→Grid หรือ กดปุ่มของ Grid ที่ปุ่มคำสั่งลัดเมื่อโปรแกรม รับคำสั่งแล้วจะปรากฏข้อความว่า PlaceGrid ขึ้นที่ ช่อง Edit Mode และ ปรากฏกรอบข้อความช่วยการป้อนข้อมูล Grid ที่มุมขวาของจอภาพ การ ป้อนข้อมูลจะทำได้ 2 วิธีคือ

2.3.1 การป้อนข้อมูลด้วยการกรอกตัวเลขในกรอบข้อความ การป้อนตัวเลข Grid สามารถป้อนได้ทั้งค่า Grid X และ Grid Z ด้วยการ กรอกตัวเลขลงไปในช่อง X-grid หรือ Z-grid แล้วกด Enter โดยค่า Grid ที่ป้อนสามารถเลือกได้ว่าจะเป็นระยะจากไหน ใน 3 ลักษณะ ตามการ เลือกจากช่องข้อความถัดไป

X-Grid	From	Origin	-
Y-Grid	From	Origin	•
รปที่ 2.4 กรอบช่	วยการ	ป้อนข้อม	มล Grid

ลักษณะที่ 1 From Origin จะเป็นการกำหนด Grid เป็นระยะ ตัวเลขที่ห่างจากจุด origin ของผัง (ที่ X = 0) เช่นถ้ากรอกตัวเลข "4" ในช่อง X-Grid และกำหนดลักษณะเป็น From Origin จะเป็นการกำหนด Grid ที่ระยะ X = 4

ลักษณะที่ 2 From Last Grid จะเป็นการกำหนดที่ระยะห่าง จาก Grid ที่มีค่ามากที่สุด เช่น หากมีการป้อนค่า Grid ไปบ้างแล้ว สมมติว่าค่า Grid ที่มากที่สุดในขณะนั้นเป็น X = 16 ถ้าป้อนตัวเลข "4" ในช่อง X-Grid เมื่อ กด Enter โปรแกรมจะสร้าง Grid ที่ระยะ X = 4+16 ซึ่งก็คือ X = 20



รูปที่ 2.5 ลักษณะการป้อนค่า Grid ให้เป็น From Last Grid

ลักษณะที่ 3 เป็นการสร้าง Grid ใหม่ ห่างจาก Grid เดิมที่มี อยู่แล้ว เช่น ได้สร้าง Grid ไว้แล้วที่ระยะ 4, 8, 12 และ 16 ไว้แล้ว หาก ต้องการป้อนค่า Grid ที่ระยะ 1.25 จากค่า Grid 12 จะต้องป้อนตัวเลข 1.25 โดยเลือกค่า ในช่องข้อความหลังให้เป็น 12



รูปที่ 2.6 ลักษณะการป้อนค่า Grid ให้เป็น From 12

การป้อนค่า Grid ทั้ง X และ Z สามารถป้อนได้ในคราวเดียวกัน เพียงแต่จะต้องป้อนตัวเลขให้ถูกช่อง และกำหนดลักษณะการป้อนให้ตรงตามที่ ต้องการ

2.3.2 การป้อนค่า Grid ด้วย เมาส์ ทำได้ด้วยการเคลื่อนที่เมาส์ ไปตามแกน X เมื่อต้องการป้อนค่า Grid X หรือไปตามแกน Z เมื่อต้องการ ป้อนค่า Grid Z (ภาพของเส้นแกน อาจจะสั้นไป จะต้องประมาณเองใน ระหว่างการเคลื่อนที่เมาส์) แล้วอ่านค่าตำแหน่งพิกัด X และ Z จากซ่อง Mouse Location เมื่อได้ค่าที่ต้องการจึงคลิกเมาส์ การป้อนข้อมูล Grid สามารถป้อนข้อมูลของทั้ง Grid X และ Grid Z ได้ในคราวเดียวกัน 2.4 การป้อนข้อมูลเสา สามารถทำได้ด้วยคำสั่ง Edit →
Place→Column หรือกดปุ่ม C เมื่อโปรแกรมรับคำสั่งแล้วจะปรากฏข้อความ
ว่า "PlaceColumn" ขึ้นที่ช่อง Edit Mode หมายความว่า ขณะนี้ โปรแกรม
กำลังรับการป้อนข้อมูลตำแหน่งของเสา และปรากฏกรอบข้อความที่มุมขวาบน
ของหน้าต่างโปรแกรมเพื่อให้เลือกชื่อเสา (Column Name) ที่ได้ตั้งชื่อไว้ก่อน
แล้วในขั้นตอนการป้อนชื่อและรายละเอียดหน้าตัดคานและเQ๊ ก่อนวางตำแหน่ง



การวางตำแหน่งเสาในผังโครงสร้างทำได้ง่าย ๆ ด้วยการเคลื่อนที่ เมาส์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการซึ่งก็คือ Node หรือจุดตัดกันของ Grid-X และ Grid-Z แล้วจึงคลิกเมาส์จะเป็นการป้อนข้อมูลเสา โดยขนาดเสาจะเป็นไป ตามชื่อเสา (Column Name) และมีตำแหน่งพิกัดเป็นไปตามตำแหน่งที่คลิกเมาส์



รูปที่ 2.8 การใช้เมาส์เคลื่อนที่ไปยัง node ที่ต้องการแล้วคลิกเมาส์เพื่อป้อนข้อมูลเสา

ระหว่างการป้อนข้อมูลเสาจะสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดเสาได้ ตลอดเวลา ทุกครั้งที่คลิกเมาส์เพื่อวางตำแหน่งเสา โปรแกรมจะอ่านตัวเลข X-Size และ Y-Size เพื่อกำหนดให้เป็นขนาดของเสาที่กำลังวาง ดังนั้นการ กำหนดขนาดของเสาจะต้องกำหนดก่อนแล้วจึงวางเสมอ การป้อนข้อมูลเสา ควรจะกระทำให้ครบจำนวน หรือเป็นส่วนใหญ่ให้เสร็จสิ้นก่อนค่อยวาง ตำแหน่งคานซึ่งเป็นลำดับถัดไปในการป้อนข้อมูลโครงสร้าง

2.5 การวางคานในผังโครงสร้าง ใช้คำสั่ง Edit → Place →
 Beam หรือกดปุ่ม B เมื่อโปรแกรมรับคำสั่งแล้วจะปรากฏข้อความว่า
 "PlaceBeam" ขึ้นที่ช่อง Mouse Duty หมายความว่าขณะนี้โปรแกรมกำลัง
 รับการป้อนข้อมูลคานและปรากฏกรอบข้อความที่มุมขวาบนของหน้าต่าง
 โปรแกรมเพื่อเลือกคานก่อนวางตำแหน่งคาน

id i ve d	
รูปท 2.9 กรอบของกลุมชองรบขอความเพอเ	ลอกซอ คานทปรากภูมุมขวาบน
9	aw q
เบื่อเรียกคำสั่ง Dlogo	Poom
INDIJE/19/16N Place	, Dealli

Section Bb

-

 $15 \times 40$ 

การวางตำแหน่งคานจะใช้วิธีการลากเส้นแนวคานด้วยการ เคลื่อนที่เมาส์ไปจุดเริ่มต้นแล้วคลิกปุ่มซ้ายของเมาส์ โดยไม่ต้องกดค้าง จากนั้นเคลื่อนที่เมาส์ไปยังจุดสิ้นสุดของคาน แล้วคลิกปุ่มซ้ายของเมาส์อีก ครั้ง โปรแกรมจะทำการวาดรูปคานให้ทันที และข้อมูลรายละเอียดของคาน ตัวนั้นจะถูกบันทึกไว้ภายในหน่วยความจำ



รูปที่ 2.10 ขั้นตอนการวางคาน

2.6 การวางแผ่นพื้นในแปลนโครงสร้าง ใช้คำสั่ง Edit →Place →Slab หรือกดปุ่ม S เมื่อโปรแกรมรับคำสั่งแล้ว จะปรากฏ ข้อความว่า "PlaceSlab" ขึ้นที่ช่อง Edit Mode หมายความว่า ขณะนี้ โปรแกรม กำลังรับการป้อนข้อมูลแผ่นพื้น และปรากฏกรอบข้อความที่มุมขวา บนของหน้าต่างโปรแกรมเพื่อให้กำหนดรายละเอียดก่อนวางตำแหน่งแผ่นพื้น



รูปที่ 2.11 กรอบของกลุ่มช่องรับข้อความสำหรับ การป้อนข้อมูลแผ่นพื้นที่ปรากฏมุมขวาบน เมื่อเรียกคำสั่ง Place Slab

2.6.1 การกำหนดประเภทแผ่นพื้น ก่อนวางแผ่นพื้นในผังโครงสร้าง จะต้องเลือกประเภทแผ่นพื้นในช่องรับข้อความ Slab Type ก่อน ชนิดของแผ่น พื้นที่สามารถวางในแปลนโครงสร้างจะมีอยู่ 3 ชนิดคือ - แผ่นพื้นทางเดียวทิศทางตามแนวแกน X (One Way X) คือแผ่นพื้นที่ถ่ายน้ำหนักเพียงทิศทางเดียวตามแนวแกน X-X ส่วนใหญ่จะเป็น แผ่นพื้นสำเร็จรูป (Prefabrication Slab)

- แผ่นพื้นทางเดียวทิศทางตามแนวแกน Z (One Way Z) คือแผ่นพื้นที่ถ่ายน้ำหนักเพียงทิศทางเดียวตามแนวแกน Z-Z ส่วนใหญ่จะ เป็นแผ่นพื้นสำเร็จรูป

- แผ่นพื้นสองทิศทาง (Two Way) คือแผ่นพื้น คสล.
 ชนิดที่เทคอนกรีตในที่ สามารถกำหนดให้พื้นชนิดนี้มีระดับที่แตกต่างกันได้ 3
 ระดับ (Two way A, Two way B, Two way C) เนื่องจากระดับพื้นใน
 Floor เดียวกัน หากมีระดับต่างกันมากก็จะไม่มีความต่อเนื่องทางด้าน
 โครงสร้าง ดังนั้นในการวางแผ่นพื้นโดยทั่วไปจึงควรใช้ Two way A เป็น
 ลำดับแรก หากจะต้องวางแผ่นพื้นที่มีระดับต่างจาก Two way A จนเกิด
 ความไม่ต่อเนื่องทางโครงสร้างแล้ว ก็อาจไปใช้ Two way B เป็นลำดับ
 ต่อไป และหากมีแผ่นพื้นที่มีระดับต่างไปอีก ก็ให้ใช้ Two way C อย่างไรก็
 ตามความแตกต่างค่าระดับ ของแผ่นพื้นที่กำหนดไว้เป็น 3 ระดับนั้นก็เป็น
 เพียงการกำหนดเพื่อให้โปรแกรม ตรวจสอบความต่อเนื่องของแผ่นพื้นได้

2.6.2 การกำหนดค่า Depth, Extra DL และ LL หมายถึง การกำหนดความหนาของแผ่นพื้น (D), น้ำหนักบรรทุกคงที่พิเศษ (Extra DL) นอกเหนือจากน้ำหนักตัวเองของแผ่นพื้นที่โปรแกรมได้คำนวณเอาไว้ น้ำหนักคงที่พิเศษเหล่านี้ได้แก่น้ำหนักวัสดุพื้นผิว หรืออื่น ๆ เป็นต้น และ น้ำหนักบรรทุกจร (LL) โดยจะต้องกำหนดเป็นตัวเลขในช่องรับข้อความ ตามลำดับ ในกรณีที่ต้องการให้รายละเอียดเหล่านี้เป็นไปตามค่า Default ให้เลือกกาเครื่องหมายถูกที่ช่อง Default Size

ค่า Depth, Extra DL และ LL จะเป็นไปตามขนาดหน้าตัดที่ กำหนดไว้ในหน้าต่าง Default Section

2.6.3 การเลือกวิธีวางแผ่นพื้นในผังโครงสร้าง หลังจากกำหนด ค่าต่าง ๆ ตามข้อ 2.6.1 และ 2.6.2 แล้ว จะเลือกวิธีวางแผ่นพื้นได้ 2 วิธี โดยการเลือกวิธีในกรอบข้อความที่มุมขวาบน

 Pick Inside Close Area คือ การเคลื่อนที่เมาส์ไป ในขอบเขตที่ต้องการวางแผ่นพื้นที่ล้อมรอบด้วยคานทุกด้าน แล้วคลิกเมาส์ จะเป็นการวางแผ่นพื้นด้วยการคลิกเมาส์เพียงครั้งเดียว





- Point To Point เคลื่อนที่เมาส์ไปยัง node ที่จะเป็น ตำแหน่งมุมใดมุมหนึ่งของ Slab แล้วคลิกปุ่มซ้ายของเมาส์แล้วเคลื่อน mouse ไปยัง node ที่เป็นตำแหน่งอีกมุมหนึ่งของแผ่นพื้นแล้วคลิกเมาส์ โดยจะต้องเคลื่อนที่เมาส์แล้วคลิกทุกมุมของแผ่นพื้นจนครบทุกมุมจนเวียน มาถึงจุดแรกแล้วคลิกเมาส์ครั้งสุดท้าย เมื่อวางแผ่นพื้นตามวิธีใดวิธีหนึ่งแล้วโปรแกรมจะ ระบายสีสร้างรูปเป็นสัญลักษณ์ของ Slab ขึ้นมาโดย Slab นั้นจะมีความหนา (Depth), Extra Dead Load และ Live Load ตามที่กำหนดไว้



รูปที่ 2.13 ลักษณะการแสดงภาพ เพื่อการวางพื้นวิธี Pick Inside Close Area

2.7 การป้อนค่าแรงกระทำ Line Load ใช้คำสั่ง Edit → Place →Load หรือปุ่มสำหรับวางแรงหรือน้ำหนักต่าง ๆ ทั้งแรงกระทำเป็นจุด (PointLoad) หรือน้ำหนักแผ่กระจาย (LineLoad) ที่กระทำต่อโครงสร้าง (พื้น คาน และเสา) เช่นน้ำหนักจาก กำแพง ผนัง น้ำหนักจากบันได เป็นต้น จะปรากฏข้อความว่า "PlaceLoad" ขึ้นในช่อง Edit Mode และกรอบ ข้อความเพื่อระบุรายละเอียดน้ำหนักกระทำขึ้นที่มุมขวาบนของจอภาพ



รูปที่ 2.14 กรอบของกลุ่มช่องรับข้อความสำหรับ การป้อนข้อมูล ที่ปรากฏมุมขวาบน เมื่อเรียกคำสั่ง Place Load ก่อนการเคลื่อนที่เมาส์ไปวางน้ำหนักกระทำในผังโครงสร้าง จะต้องระบุรายละเอียด หรือตรวจสอบค่าต่าง ๆ ในกรอบข้อความให้ถูกต้อง ตามความต้องการ ซึ่งรายละเอียดจะมีดังนี้

- ป้อนตัวเลขแรงกระทำในช่องรับข้อความ
- เลือกชนิดของแรงกระทำ Line Load หรือ Point Load

เลือกแนวหรือตำแหน่งการวางแรง General หรือ On
 Beam ซึ่งความหมายของทางเลือก General หมายถึงจะวางแรงกระทำที่ใด
 ในโครงสร้างได้ แม้จะเป็นการวางน้ำหนักในพื้น ส่วนทางเลือก On Beam
 หมายถึงกำหนดให้การคลิกเมาส์เพื่อวางตำแหน่งจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของ
 Line Load หรือจุดตำแหน่งของ Point Load สามารถคลิกได้บนแนวคาน
 หรือตำแหน่งของเสาได้เท่านั้น เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการป้อนข้อมูล
 การวางตำแหน่งจุดเริ่มต้นหรือสิ้นสุดของ Line Load และ
 ตำแหน่งของ Point Load สามารถวางได้บน node (จุดตัด grid-x grid-z)
 เท่านั้นและเป็นไปตาม ทางเลือก General หรือ On Beam ที่ได้เลือกเอาไว้
 การวางตำแหน่ง Line Load จะต้องเคลื่อนที่เมาส์ ไปยัง
 node ที่เป็นจุดเริ่มต้นของ Line Load แล้วคลิก จากนั้นเคลื่อนเมาส์ไปยัง
 node ที่เป็นจุดสิ้นสุด Line Load แล้วคลิกอีกครั้ง จะปรากฏรูป Line
 Load ขึ้นในผังโครงสร้าง

การวางตำแหน่ง Point Load จะต้องเคลื่อนที่เมาส์ ไปยัง node ที่ต้องการคลิก จะปรากฏรูปแสดง Point Load ขึ้นในผังโครงสร้าง การป้อนข้อมูลแรงกระทำสามารถทำต่อเนื่องได้ และสามารถ เปลี่ยนแปลงรายละเอียดใด ๆ เช่นเปลี่ยนตัวเลขน้ำหนักหรือเปลี่ยนทางเลือก Point Load / Line Load หรือ ทางเลือก General / On Beam ก่อนการวาง ตำแหน่งแรงกระทำได้ตลอดเวลาที่ป้อนข้อมูล



รูปที่ 2.15 ลักษณะการแสดงภาพ Line Load และ Point Load
การป้อนข้อมูลโครงสร้างในการทำงานจริงจะต้องมีการแก้ไขข้อมูลอยู่ เสมอ ๆ หลายประการ เช่น การปรับเปลี่ยนการรับน้ำหนักเพื่อทดสอบ โครงสร้าง การเพิ่มขนาดหน้าตัดคานในบาง Span เนื่องจากหน้าตัดไม่ พอเพียง หรืออาจจะเนื่องมาจากเหตุผลทางด้านสถาปัตยกรรม หรือความ เหมาะสมอื่นใดก็ตาม ERC3 จึงได้เตรียมคุณลักษณะในการแก้ไขข้อมูลของ โครงสร้างเอาไว้ เพื่อให้การใช้งานเกิดความสะดวกและไม่สับสนกับข้อมูลของ โครงสร้างต่าง ๆ ที่ได้ป้อนเอาไว้แล้ว การแก้ไขข้อมูลของ ERC3 มีดังนี้

- การลบข้อมูลที่ป้อนครั้งสุดท้าย และการเรียกข้อมูลกลับมา ด้วย คำสั่ง Undo/Redo
- การลบองค์ประกอบของโครงสร้างด้วยคำสั่ง Remove
- การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ หรือ ค่าต่าง ๆ ขององค์ประกอบ โครงสร้าง

การแก้ไขข้อมูลโครงสร้างจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพราะ อาจจะทำให้ความสมเหตุสมผล หรือตรรกะ (Logic) ของโครงสร้างผิดพลาด เป็นเหตุให้ไม่สามารถวิเคราะห์โครงสร้างได้ หรือวิเคราะห์โครงสร้างผิดพลาด ได้ โดยเฉพาะการลบข้อมูล เสา คาน และการเปลี่ยนแปลงความยาวคาน ทั้งนี้เนื่องจากในขั้นตอนการป้อนข้อมูลโครงสร้าง โปรแกรมจะทำการ ตรวจจับการป้อนข้อมูลที่ผิดจากตรรกะของโครงสร้างให้ แต่ในขั้นตอนการ แก้ไขข้อมูลเพื่อความสะดวกในการทำงานโปรแกรมอาจจะไม่ตรวจสอบ ตรรกะของโครงสร้าง

การบันทึกข้อมูลเป็นระยะ หรือการทำสำเนาข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นในการ รักษาความปลอดภัยของข้อมูล จึงควรทำอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาที่ใช้งาน โปรแกรม

#### 3.1 การแก้ไขข้อมูลที่ป้อนผิด ด้วยคำสั่ง Undo และ Redo

3.2 การลบข้อมูลโครงสร้างต่าง ๆ เราสามารถลบข้อมูลโครงสร้าง ทุกชนิดที่ปรากฏในผังออกไปได้ด้วยคำสั่งหลักคือ Edit → Remove แล้ว เลือกชนิดของข้อมูลที่ต้องการซึ่งอาจได้แก่ Grid, Column, Beam, Slab, Lineload และ Pointload โดยสามารถสังเกตข้อความที่ช่อง Edit Mode จะแสดงให้ทราบถึงว่าขณะนั้นเป็นการลบข้อมูลโครงสร้างใด การลบข้อมูล ต่าง ๆ จะทำได้ดังนี้

Е	File Edit View Tools	Execu	te	Help
	Undo		2,-	N   🕹 🖪 • 🏛   🖄 🔍 🖕
	Redo			Mouse Location
	General Property			Y=3 X=-32.85 Z
	Section			
	Place	•		
	Remove	•		Grid
	Change Entity Property Generate	•		Column Beam
	Structure Data			Slab
			_	Load / Moment

รูปที่ 3.1 คำสั่ง Remove ส่วนต่าง ๆ ในผังโครงสร้าง

3.2.1 การลบข้อมูล Grid ใช้คำสั่ง **Edit → Remove** → **Grid** จะมีข้อความ RemoveGrid ที่ช่องข้อความ Edit Mode จากนั้น เคลื่อนที่เมาส์ไปทับ เส้นกริด X ตามแนวแกน X หรือ เส้นกริด Z ตาม แนวแกน Z ที่ต้องการลบจะปรากฏ รายละเอียดของ Grid ในช่องข้อความ Entity แล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมก็จะทำการลบเส้นกริดเส้นนั้นออกไป



รูปที่ 3.2 แสดงการลบ Grid ออกจากผังโครงสร้าง

3.2.3 การลบข้อมูลเสา ใช้คำสั่ง **Edit → Remove → Column** จะมีข้อความ RemoveColumn ที่ช่องข้อความ Edit Mode จากนั้น เคลื่อนที่เมาส์ไปทับตำแหน่งเสาจะปรากฏรายละเอียดของเสา ในช่องข้อความ Entity ที่ต้องการลบแล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมก็จะทำการลบเสาต้นนั้นออกไป



3.2.4 การลบข้อมูลแผ่นพื้น ใช้คำสั่ง Edit → Remove →
 Slab จะมีข้อความ RemoveSlab ที่ช่องข้อความ Edit Mode จากนั้น เคลื่อนที่เมาส์ไปทับตำแหน่งแผ่นพื้นที่ต้องการลบแล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมก็ จะทำการลบแผ่นพื้นชิ้นนั้นออกไป



รูปที่ 3.4 แสดงการลบแผ่นพื้นออกจากผังโครงสร้าง

3.2.5 การลบข้อมูลคาน ใช้คำสั่ง Edit → Remove → Beam จะมีข้อความ RemoveBeam ที่ช่องข้อความ Edit Mode จากนั้น เคลื่อนที่เมาส์ไปทับตำแหน่งคานจะปรากฏรายละเอียดของคาน ในช่อง ข้อความ Entity ที่ต้องการลบแล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมก็จะทำการลบคานตัว นั้นออกไป



รูปที่ 3.5 แสดงการลบคานออกจากผังโครงสร้าง

3.2.6 การลบข้อมูลLoad ใช้คำสั่ง Edit→Remove →Load จะมีข้อความ RemoveLoad ที่ช่องข้อความ Edit Mode จากนั้นเคลื่อนที่เมาส์ไปทับตำแหน่งของ LineLoad หรือ PointLoad จะ ปรากฏรายละเอียดของ Load ในช่องข้อความ Entity ที่ต้องการลบแล้วคลิก เมาส์ โปรแกรมก็จะทำการลบ Load นั้นออกไป



3.3 การแก้ไขปรับปรุงข้อมูลต่าง ๆ ของชิ้นส่วนโครงสร้าง

คือการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนของโครงสร้างได้แก่การ เปลี่ยนชื่อหน้าตัดเสา ชื่อหน้าตัดและความยาวคาน เปลี่ยนชนิด ความหนา และน้ำหนักกระทำ Extra DL และ LL ของพื้น

Edit	View Tools Execute	Help	
	Undo		📙 Л • 🏛 🖄 🔍 👪 🖸
	Redo		Mouse Location
t	General Property		Y=3 X=-0.5 Z=-7.25
	Section		
	Place	►	
	Remove	▶ ,	
	Change Entity Property	•	Beam Section
	Generate	•	Beam Length
	Structure Data		Slab Column Section
		l	

รูปที่ 3.7 การเรียกคำสั่ง Edit Entity Property

3.3.1 การเปลี่ยนชื่อเพื่อให้เกิดการแก้ไขขนาดหน้าตัดคาน ในขณะการป้อนข้อมูลคานลงไปในแปลนโครงสร้าง โปรแกรมจะนำขนาดหน้า ตัด (Width, Depth) ที่กำหนดตามชื่อหน้าตัดไว้ในกรอบข้อความที่ปรากฏ มุมขวาบนของหน้าต่างหลัก นำไปใช้เป็นชื่อหน้าตัดของคานทุกครั้งที่ได้วาง คานลงไป หากจำเป็นต้องเปลี่ยนขนาดหน้าตัดคานบางช่วงหรือตลอดความ ยาวคานที่กำหนดไว้ตามชื่อหน้าตัด สามารถทำได้

3.3.1.1 การเปลี่ยนแก้ไขหน้าตัดทุก Span ของคาน กรณีนี้ใช้คำสั่ง

### $\mathsf{Edit} \xrightarrow{\phantom{\bullet}} \mathsf{Change \ Entity \ Property} \xrightarrow{\phantom{\bullet}} \mathsf{Beam \ Section} \xrightarrow{\phantom{\bullet}} \mathsf{All \ Span}$

จะปรากฏข้อความ **"EditBeamSectionAll"** ในช่อง Edit Mode และปรากฏกรอบรับข้อความชื่อหน้าตัดคานที่มุมขวาบน เลือก ชื่อหน้าตัดคานในช่องรับข้อมูลที่ต้องการไปแทนที่หน้าตัดเดิมของคานที่ ต้องการ แล้วเคลื่อนที่เมาส์ไปทับคานในผังโครงสร้างที่ต้องการแล้วคลิกเมาส์ ชื่อหน้าตัดคานที่เลือกไว้จะไปแทนที่คานทุกช่วง



รูปที่ 3.8 การเปลี่ยนแก้ไขหน้าตัดตลอดความยาวคาน

3.3.1.2 การเปลี่ยนแก้ไขหน้าตัดเฉพาะบางช่วง ของ

คาน กรณีนี้ใช้คำสั่ง

#### Edit $\rightarrow$ Change Entity Property $\rightarrow$ Beam Section $\rightarrow$ Selected Span

จะปรากฏข้อความ **"EditBeamSection"** ในช่อง Edit Mode และปรากฏกรอบรับข้อความชื่อหน้าตัดคานที่มุมขวาบน เลือกชื่อหน้า ตัดคานในช่องรับข้อมูลที่ต้องการไปแทนที่หน้าตัดเดิมของคานที่ต้องการ แล้วเคลื่อนที่เมาส์ไปทับช่วงคานในผังโครงสร้างที่ต้องการแล้วคลิกเมาส์ ชื่อ หน้าตัดคานที่เลือกไว้จะไปแทนที่คานในช่วงที่ต้องการ



รูปที่ 3.9 การเปลี่ยนแก้ไขหน้าตัดบางช่วงคาน

3.3.2 การแก้ไขความยาวของคาน ในกรณีที่ต้องการเพิ่มหรือ ลดความยาวคานที่ได้วางไว้แล้ว มีขั้นตอนดังนี้

## 3.3.2.1 เลือกคำสั่ง Edit → Change Entity Property

→ Beam Length จะมีข้อความ "ChangeBeam Length" ปรากฏที่ช่อง Edit Mode

3.3.2.2 เคลื่อนที่เมาส์ไปยังคานที่ต้องการ สังเกตหมาย เลขคานที่ปรากฏในช่อง Entity แล้วคลิกเมาส์ ข้อความในช่อง Edit Mode

จะเปลี่ยนเป็น ChangeBeamLength2 หมายความว่าเป็นขั้นตอนที่ 2 ของ คำสั่งนี้

3.3.2.3 เคลื่อนที่เมาส์ไปยังตำแหน่งใดใน 4 ตำแหน่งของ คานที่เลือกตามข้อ 2. (สมมติว่าเราได้เลือก B2 ในการเปลี่ยนแปลงความยาว)



รูปที่ 3.10 ตำแหน่งการคลิกเมาส์เพื่อเพิ่มลดความยาวคาน

ตำแหน่ง 1 เมื่อคลิกเมาส์คือการเพิ่มความยาวของคานที่จุดเริ่มต้น
 ตำแหน่ง 2 เมื่อคลิกเมาส์คือการลดความยาวของคานที่จุดเริ่มต้น
 ตำแหน่ง 3 เมื่อคลิกเมาส์คือการลดความยาวของคานที่ปลายคาน
 ตำแหน่ง 4 เมื่อคลิกเมาส์คือการเพิ่มความยาวของคานที่จุดปลาย

การเปลี่ยนแปลงความยาวจะเพิ่มหรือลด ความยาวทีละ ช่วงกริด การเพิ่มความยาวจะกระทำไม่ได้ถ้าคานนั้นมีจุดเริ่มต้นอยู่ที่เส้นกริด แรก หรือเส้นกริดสุดท้าย การลดความยาวคานจะทำไม่ได้ ถ้าคานนั้นยังมี ภาระเช่นมีน้ำหนักบรรทุกอยู่บนตัวเอง หรือมีคานอื่น ๆ หรือมีแผ่นพื้นมา ฝาก ซึ่งกรณีที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงความยาวด้วยเหตุเหล่านี้ โปรแกรมจะ แสดงข้อความขึ้นมาให้ทราบ 3.3.3 การเปลี่ยนชื่อเพื่อแก้ไขขนาดหน้าตัดเสา ในขณะการ
ป้อนข้อมูลเสาลงไปในแปลนโครงสร้าง โปรแกรมจะนำขนาดหน้าตัด (Size-X, Size-Z) ที่กำหนดตามชื่อหน้าตัดไว้ในกรอบข้อความที่ปรากฏมุมขวาบน
ของหน้าต่างหลัก นำไปใช้เป็นชื่อหน้าตัดของเสาทุกครั้งที่ได้วางไป หาก
จำเป็นต้องเปลี่ยนขนาดหน้าตัดเสาที่กำหนดไว้ตามชื่อ สามารถทำได้ด้วย
คำสั่ง

## Edit $\rightarrow$ Change Entity Property $\rightarrow$ Column Section

จะปรากฏข้อความ **"EditColumnSection**" ในช่อง Edit Mode และปรากฏกรอบรับข้อความชื่อหน้าตัดเสาที่มุมขวาบน

3.3.4 การแก้ไขข้อมูลของ Slab ข้อมูลแผ่นพื้นในผัง โครงสร้างสามารถแก้ไขได้คือ Slab Depth, Slab Type, Slab DL และ Slab LL ใช้ คำสั่ง

### $\mathbf{Edit} \rightarrow \mathbf{Change \ Entity \ Property} \rightarrow \mathbf{Slab}$

จะปรากฏกรอบช่องรับข้อความให้ใส่ตัวเลขที่มุมขวาบนของ หน้าต่างหลัก กรอกตัวเลขหรือเลือกตัวเลขจากลิสต์ในช่องเติมข้อความ เคลื่อนที่ เมาส์ไปยังแผ่นพื้นที่ต้องการเปลี่ยนค่า คลิกเมาส์เพื่อให้โปรแกรม จัดการเปลี่ยนแปลงค่าที่ต้องการของแผ่นพื้น



รูปที่ 3.11 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติแผ่นพื้น

เมื่อป้อนข้อมูลและปรับปรุงแก้ไขข้อมูลโครงสร้างจนถูกต้องตาม ความต้องการแล้ว ในขั้นตอนต่อไปก็จะเป็นการสั่งให้ โปรแกรมวิเคราะห์ โครงสร้างด้วยคำสั่ง

Execute  $\rightarrow$  Analyze

### โปรแกรมจะเริ่มวิเคราะห์โครงสร้างเป็นลำดับดังนี้

 คำนวณหาค่า Bending Moment, Shear Force ที่เกิดขึ้นใน Slab ทั้งหมด

2. คำนวณการถ่ายน้ำหนักจาก Slab ไปสู่คาน

 จำนวณหาค่า Bending Moment, Torsion, Shear Force ณ จุดต่าง ๆ ของคาน และ Reaction ที่ Support ของคานนั้น

4. คำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมรับ Moment และ Shear ณ จุด ต่าง ๆ ของคาน

5. คำนวณการถ่ายน้ำหนักสู่เสา และ หาปริมาณเหล็กเสริมสำหรับเสา

โปรแกรมอาจจะใช้เวลาวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับบ้างพอสมควร เมื่อ เสร็จการวิเคราะห์แล้วเสร็จ จะสังเกตเห็นว่าคำสั่ง Result ซึ่งเป็นคำสั่งย่อย ในคำสั่งเมนูคำสั่ง Execute จะมองเห็นได้ชัด (ก่อนหน้านั้นคำสั่ง Result จะ ถูก Disable ซึ่งปรากฏเป็นสีจาง) สามารถเรียกดูผลลัพธ์ต่าง ๆ ทางจอภาพ หรือสั่งพิมพ์ผลลัพธ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างภาพโครงสร้าง ที่จะมีแผ่นพื้นยื่น แผ่นพื้นที่มีคานและ ไม่มีคานรองรับ น้ำหนัก Line Load ที่วางบนแผ่นพื้น

4.1 การดูผลลัพธ์ทางจอภาพ เราสามารถเรียกดูผลลัพธ์จากการ
 วิเคราะห์ทางจอภาพได้ทุกอย่างตั้งแต่แผ่นพื้น, คาน, เสา และน้ำหนัก
 ปฏิกิริยา (Reaction) ที่เกิดขึ้นในเสาทั้งหมด การแสดงผลของแผ่นพื้นจะมี
 2 แบบตามวิธีการวิเคราะห์คือ

4.1.1 การเรียกดูผลลัพธ์ Slab สามารถเรียกได้ด้วยคำสั่ง

 $Execute \rightarrow Result \rightarrow Slab$ 

จะปรากฏหน้าต่างแสดงผลลัพธ์ของ Slab ขึ้นมา ในหน้าต่างใหม่จะมีตาราง แสดงผลลัพธ์ต่าง ๆ 2 แบบ ซึ่งสามารถเลือกเพื่อแสดงเฉพาะแผ่นพื้นที่ วิเคราะห์ด้วยวิธีที่ 3 หรือ วิเคราะห์ด้วยวิธี FEM ที่กรอบข้อความในหน้าต่าง แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์แผ่นพื้น



4.1.1.1 การแสดงผลลัพธ์แผ่นพื้นที่วิเคราะห์ด้วยวิธีที่ 3 ตามมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ของสมาคมวิศวกรรมสถาน แห่งประเทศไทย ซึ่งแผ่นพื้นที่โปรแกรมใช้วิธีการวิเคราะห์นี้จะเป็นแผ่นพื้นที่ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีคานรองรับทั้ง 4 ด้าน และไม่มี น้ำหนัก Line Load หรือ Point Load กระทำภายในแผ่นพื้น รายละเอียด ในแต่ละ Column จะเป็นดังนี้  Column1 (Slab) แสดง หมายเลขลำดับของ Slab
 Column2 (Detail) แสดงรายละเอียดของ Slab โดย ตัวอักษรตัวแรกหมายถึง ระดับของแผ่นพื้นว่า เป็น A หรือ B หรือ C ตัวอักษรที่ 2 หมายถึง Orientation แผ่นพื้น ว่าเป็น P-Portrait หรือ หรือ L-Landscape ตัวอักษรที่ 3 หมายถึง Case ของแผ่นพื้น ตามวิธีที่ 3 จะอยู่ระหว่าง 1 ถึง 9

Column3 (Size) จะบอกขนาดของ Slab โดยแสดงเป็น
 ค่าระยะตามแกน X และแกน Z มีหน่วยเป็น เมตร

 Column 4 (Depth) จะบอกความหนา (D) ของ Slab มี หน่วยเป็น ซม.

Column 5 (M-X) จะบอกผลลัพธ์ Negative Bending
 Moment ที่ขอบ Slab ตามทิศทางแกน X หน่วยเป็น Kg-m

Column 6 (M-Z) จะบอกผลลัพธ์ Negative Bending
 Moment ที่ขอบ Slab ตามทิศทางแกน Z หน่วยเป็น Kg-m

Column 7 (M+X) จะบอกผลลัพธ์ Positive Bending
 Moment ที่ระยะกึ่งกลาง Slab ตามทิศทางแกน X หน่วยเป็น Kg-m

Column 8 (M+Z) จะบอกผลลัพธ์ Positive Bending
 Moment ที่ระยะกึ่งกลาง Slab ตามทิศทางแกน Z หน่วยเป็น Kg-m

 Column 9 (ShX) จะบอกผลลัพธ์ Shear Force ด้าน แกนX (ไม่ใช่ทิศทางแกนX) หน่วยเป็น Kg

 Column 10 (ShZ) จะบอกผลลัพธ์ Shear Force ด้าน แกน Z (ไม่ใช่ทิศทางแกนZ) หน่วยเป็น Kg

Column 11 (Remark) จะบอกในกรณีที่ความหนาของ Slab ไม่พอเพียงซึ่งผู้ใช้จะต้องกำหนดความหนาใหม่ ข้อความที่ปรากฏจะ แสดงสาเหตุว่าไม่พอเพียงเพราะ Shear หรือ Moment (ถ้าไม่มีข้อความ ปรากฏแสดงว่าความหนาของ Slab พอเพียง)



รูปที่ 4.3 ตารางแสดงผลลัพธ์ การวิเคราะห์แผ่นพื้นด้วย วิธีที่ 3

4.1.1.2 การแสดงผลลัพธ์แผ่นพื้นที่วิเคราะห์ด้วยวิธี
Finite Element Method ซึ่งเป็นแผ่นพื้นที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้โดยวิธีที่
ซึ่งได้แก่ แผ่นพื้นที่มีแรงกระทำภายในแผ่นพื้น แผ่นพื้นที่ไม่เป็นรูป
สี่เหลี่ยมผืนผ้า แผ่นพื้นที่บางด้านหรือทุกด้านที่ไม่มีคานรองรับ ในแต่ละ
Column จะเป็นดังนี้

Column1 (Slab) แสดง หมายเลขลำดับของ Slab

Column 2 (Detail) จะระบุอักษรเริ่มต้นด้วย F ที่ หมายถึงการวิเคราะห์ด้วยวิธี FEM และตัวเลขที่ตามมาหมายถึง จำนวนจุด มุมรอบแผ่นพื้นนั้น

Column 3 (Depth) จะบอกความหนา (D) ของ Slab
 มีหน่วยเป็น ซม.

Column 4 (Edge M-) จะบอกผลลัพธ์ Maximum Negative Bending Moment ที่เกิดขึ้นตามแนวขอบของแผ่นพื้นนั้นที่ไม่มี คานรองรับ ซึ่งมีลักษณะเป็น Bending Moment ที่เกิดขึ้นสูงสุดตาม Column Stripe ของแผ่นพื้นไม่ว่าแผ่นพื้นนั้นจะมีกี่ Column Stripe ก็ตาม มีหน่วยเป็น Kg-m

Column 5 (Edge M+) จะบอกผลลัพธ์ Maximum Positive Bending Moment ที่เกิดขึ้นตามแนวขอบของแผ่นพื้นนั้นที่ไม่มี คานรองรับ ซึ่งมีลักษณะเป็น Bending Moment ที่เกิดขึ้นสูงสุดจากทุก Column Stripe ของแผ่นพื้นไม่ว่าแผ่นพื้นนั้นจะมีกี่ Column Stripe ก็ตาม มีหน่วยเป็น Kg-m Column 6 (Sh ->Col) จะบอกผลลัพธ์ Maximum
 Shear จากทุก Column Stripe ของแผ่นพื้นไม่ว่าแผ่นพื้นนั้นจะมีกี่
 Column Stripe ก็ตาม มีหน่วยเป็น Kg

 Column 7 (Mid M-X) จะบอกผลลัพธ์ Maximum
 Negative Bending Moment ที่เกิดขึ้นใน Middle Stripe ตามทิศทาง แกน X หน่วยเป็น Kg-m

 Column 8 (Mid M-Z) จะบอกผลลัพธ์ Maximum
 Negative Bending Moment ที่เกิดขึ้นใน Middle Stripe ตามทิศทาง แกน Z หน่วยเป็น Kg-m

Column 9 (Mid M+X) จะบอกผลลัพธ์ Maximum
 Positive Bending Moment ที่เกิดขึ้นใน Middle Stripe ตามทิศทางแกน
 X หน่วยเป็น Kg-m

Column 10 (Mid M+Z) จะบอกผลลัพธ์ Maximum
 Positive Bending Moment ที่เกิดขึ้นใน Middle Stripe ตามทิศทางแกน
 Z หน่วยเป็น Kg-m

Column 11 (Sh->X) จะบอกผลลัพธ์ Maximum
 Shear Force ด้านแกน X (ไม่ใช่ทิศทางแกน X) หน่วยเป็น Kg

Column 12 (Sh->Z) จะบอกผลลัพธ์ Maximum
 Shear Force ด้านแกน Z (ไม่ใช่ทิศทางแกน Z) หน่วยเป็น Kg

 Column 13 (Remark) จะบอกในกรณีที่ความหนา ของ Slab ไม่พอเพียงซึ่งผู้ใช้จะต้องกำหนดความหนาใหม่ ข้อความที่ปรากฏ จะแสดงสาเหตุว่าไม่พอเพียงเพราะ Shear หรือ Moment (ถ้าไม่มีข้อความ ปรากฏ แสดงว่าความหนาของ Slab พอเพียง)

ielect OK-Close												
Slab	Detail	Depth	Edge M-	Edge M+	Sh->Col	Mid M-X	Mid M-Z	Mid M+X	Mid M+Z	Sh->X	Sh->Z	Rem.
51	F-4	10	0	0	0	-842.19	-842.03	563.03	562.97	1063.9	1063.93	
35	F-4	10	0	0	0	-721.68	-975.04	417.16	570.02	1409.79	-988.85	
\$ 10	F-3	10	-135.41	56.52	217.39	-206.77	-22.89	45.15	28.99	-127.71	-482.81	
	1											

รูปที่ 4.4 ตารางแสดงผลลัพธ์ การวิเคราะห์แผ่นพื้นด้วย วิธี FEM

### 4.1.2 การเรียกดูผลลัพธ์คาน สามารถเรียกได้ด้วยคำสั่ง

### $\mathbf{Execute} \rightarrow \mathbf{Result} \rightarrow \mathbf{Beam}$

จะปรากฏข้อความ Result beam ที่ช่องข้อความ Mouse Duty สามารถ เลือกคานที่จะดูผลลัพธ์ได้ด้วยการเคลื่อนที่เมาส์ ไปยังคานที่ต้องการในผัง โครงสร้างแล้วคลิกเมาส์ปุ่มซ้าย โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างผลลัพธ์คานขึ้นมา หน้าต่างแสดงผลลัพธ์คานจะปรากฏรูป Loading Diagram ที่แสดงการรับ น้ำหนักจริงของคาน และตารางแสดงผลลัพธ์ที่เป็น Bending Moment และ Shear Force ที่ระยะต่าง ๆ ของคานโดยรายละเอียดในแต่ละ column ของ ตารางจะเป็นดังนี้

Column 1 (Span) แสดงลำดับหมายเลข Span ในคาน

Column 2 (Length) แสดงค่าความยาวใน Span มีหน่วย
 เป็น เมตร

 Column 3 (Section) แสดงขนาดหน้าตัด (W x D)ของคาน ใน Span นั้น มีหน่วยเป็น ซม.xชม.

Column 4 (BM1) แสดงค่า Bending Moment ที่ตำแหน่ง ซ้ายสุดของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

Column 5 (BM25) แสดงค่า Bending Moment ที่ 25% ของระยะ Span จากซ้ายของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

Column 6 (BM50) แสดงค่า Bending Moment ที่ 50% ของระยะ Span จากซ้ายของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

Column 7 (BM75) แสดงค่า Bending Moment ที่ 75% ของระยะ Span จากซ้ายของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

Column 8 (BM99) แสดงค่า Bending Moment ที่ตำแหน่ง
 ขวาสุดของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

Column 9 (MT1) แสดงค่าโมเมนต์บิด (Torsion) ที่ตำแหน่ง
 ซ้ายสุดของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

Column 10 (MT 25) แสดงโมเมนต์บิด (Torsion) ที่ 25%
 ของระยะ Span จากซ้ายของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

Column 11 (MT 50) แสดงค่าโมเมนต์บิด (Torsion) ที่ 50%
 ของระยะ Span จากซ้ายของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

Column 12 (MT 75) แสดงโมเมนต์บิด (Torsion) ที่ 75%
 ของระยะ Span จากซ้ายของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

Column 13 (MT 99) แสดงค่าโมเมนต์บิด (Torsion) ที่ ตำแหน่งขวาสุดของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

Column 14 (Mmax) แสดงค่า Maximum Positive Bending
 Moment ที่เกิดขึ้นใน Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

Column 15 (At-X) แสดงระยะห่างของจุดที่เกิด Maximum
 Positive Bending Moment ของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น m

Column 16 (VA) แสดงค่า Shear Force ที่ตำแหน่งซ้ายสุด
 ของ Span นั้น

Column 17 (VB) แสดงค่า Shear Force ที่ตำแหน่งซ้ายสุด
 ของ Span นั้น

Select	OK-Close	1728 4 MT50	- МТ75	MT99	Mmax	At X		S	pan 1 To 3	•
Span-1	164.28	-61.94	-61.94	-268.16	2319.94	1.5	-3389.35	4269.78		
Span-2	-132.47	-132.47	163.51	269.71	1045.48	2	-3511.62	2840.68		
Span-3	36.98	36.98	36.98	36.98	755.61	1.7	-3057.33	3857.33		
1										Þ

รูปที่ 4.5 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ผลการวิเคราะห์ Beam

ผลลัพธ์ที่แสดงในตารางครั้งแรกที่เรียกดูผลลัพธ์การ วิเคราะห์ จะเป็นค่า Bending Moment และค่า Shear ซึ่งในหน้าต่างนี้จะ สามารถเรียกดูปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการตรงจุดต่าง, Bending Moment Diagram และ Shear Force Diagram ได้ด้วยคำสั่งย่อยที่เรียกจากปุ่ม Select หรือ ด้วยการกดปุ่มขวาของเมาส์ คำสั่งย่อยจะมีดังนี้

Analyse หมายถึงการเรียกตารางแสดงค่า Bending
 Diagram, Shear Force ที่จุดต่าง ๆ ตามความยาวของคาน

Design หมายถึงการเรียกตารางแสดงค่าความต้องการ
 เหล็กเสริมที่จุดต่าง ๆ ตามความยาวของคาน

4.1.3 การเรียกดูผลลัพธ์ Reaction จะมี 2 ลักษณะคือผลลัพธ์ที่ แสดงด้วยผัง และผลลัพธ์ที่แสดงเป็นตาราง

4.1.3.1 ผลลัพธ์ Reaction ที่แสดงด้วยผัง ใช้คำสั่ง

# $\textbf{Execute} \rightarrow \textbf{Result} \rightarrow \textbf{Reaction} \rightarrow \textbf{By Plan}$

โปรแกรมจะแสดงผังตำแหน่งเสา และผลลัพธ์ที่เกี่ยวข้อง ตรงบริเวณใกล้กับตำแหน่งเสาเป็น 6 บรรทัดเรียงลงมาคือ

- หมายเลขเสา
- ขนาดเสา (กว้าง x ยาว) หน่วยเป็น cm. x cm.
- น้ำหนักที่ถ่ายลงเสาหน่วยเป็น Kg
- Bending Moment ที่เกิดขึ้น ตามแนวแกน X มีหน่วย เป็น Kg-m
- Bending Moment ที่เกิดขึ้น ตามแนวแกน Z มีหน่วย เป็น Kg-m
- ปริมาณเหล็กเสริมในเสาที่ต้องการ หน่วยเป็น sq.cm
   โดยสมมติฐานว่าเป็นเสาสั้น (Short Column)



รูปที่ 4.6 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์เสาที่แสดงด้วยผังตำแหน่งเสา

4.1.3.1 ผลลัพธ์ Reaction ที่แสดงด้วยตารางใช้คำสั่ง

#### Execute $\rightarrow$ Result $\rightarrow$ Column Result $\rightarrow$ By Table

จะปรากฏหน้าต่างแสดงตารางผลลัพธ์ของ Reaction ขึ้นมา โดยแต่ละ Column จะมีดังนี้

- Column หมายถึงหมายเลขลำดับของเสา
- Coor-X หมายถึงค่าพิกัด X ของตำแหน่งเสาต้นนั้น
- Coor-Z หมายถึงค่าพิกัด Z ของตำแหน่งเสาต้นนั้น

- Col-Size หมายถึงขนาดของเสา หน่วยเป็น cm x cm
- R Y หมายถึงน้ำหนักที่ถ่ายลงเสา หน่วยเป็น Kg
- M X หมายถึง Bending Moment ที่เกิดขึ้นในเสา ทางแกน X หน่วยเป็น Kg-m
- M Z หมายถึง Bending Moment ที่เกิดขึ้นในเสา ทางแกน Z หน่วยเป็น Kg-m
- Req.As หมายถึงปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการ สำหรับเสา
- Percent หมายถึง Percent เหล็กเสริม
- Remark คือหมายเหตุของการคำนวณ หากปรากฏ ตัวอักษรขึ้น จะต้องพิจารณาหน้าตัดเสาต้นนั้นอาจจะ มีขนาดไม่พอเพียง

lumn Result									
Column	Coor-X	Coor-Z	Col-Size	RY	MX	MZ	Req.As	Percent	Remar
1	0	0	20x20	2510	-630	-708	14	3.5 %	
2	4	0	20x20	4349	-251	-627	5.6	1.4 %	
3	8	0	20x20	3609	226	-625	5.2	1.3 %	
4	12	0	20x20	5599	-3788	-737	0	0 %	1
5	0	4	20x20	8338	-617	-888	23.2	5.8 %	
6	4	4	20x20	15409	-401	-582	16.8	4.2 %	
7	8	4	20x20	13382	164	-677	11.6	2.9 %	
8	12	4	20x20	18908	-4136	-838	0	0 %	1
9	0	9	20x20	7972	-769	-242	10.8	2.7 %	
10	4	9	20x20	14461	-481	85	5.6	1.4 %	
11	8	9	20x20	10404	-78	-34	4	1 %	
12	12	9	20x20	15178	-4405	-194	0	0 %	

รูปที่ 4.7 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์เสาที่แสดงด้วยตาราง

4.1.4 การตรวจสอบผลการวิเคราะห์ เมื่อสั่งให้โปรแกรม วิเคราะห์โครงสร้างแล้ว ควรตรวจสอบผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Cross Check ด้วยคำสั่ง

## $\mathbf{Execute} \rightarrow \mathbf{Result} \rightarrow \mathbf{Cross} \ \mathbf{Check}$

โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง Cross Check ซึ่งจะมีช่อง แสดงตัวเลข น้ำหนักส่วนต่างของโครงสร้าง ช่องแสดงตัวเลขแรงกระทำรวม (Total Load) และช่องแสดงตัวเลขแรงปฏิกิริยารวม (Total Reaction) โดย ที่ตัวเลขรวมจะต้องเท่ากัน หากตัวเลขไม่เท่ากัน หรือคลาดเคลื่อนไปมาก อาจจะมีความผิดพลาดในระหว่างการวิเคราะห์ ซึ่งผลลัพธ์การวิเคราะห์ อาจจะไม่สามารถนำไปใช้ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิจารณญาณของผู้คำนวณ

Total Slab Self Wt	58080
Total Slab DL	28100
Total Slab LL	20300
Total Slab EIT Plus	16400.27
Total Beam self Wt	22680
Total Line Load	27032.39
Total Point Load	0
Total Load	172592.66
Total Reaction	172592.77
Load - Reaction Difference	-0.0001 %
	OK-Close

รูปที่ 4.8 หน้าต่างแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่าง น้ำหนัก กระทำรวม และแรงปฏิกิริยารวม (Cross Check) 4.2 การพิมพ์ผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์ เราสามารถพิมพ์ผังโครงสร้าง และผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ได้ทุกอย่างตั้งแต่ แผ่นพื้น, คาน, เสา, แรงลัพธ์ ที่เกิดขึ้นในเสาทั้งหมด โดยคำสั่งพิมพ์ผลลัพธ์ต่าง ๆ จะมีดังนี้

Е	File	Edit View	Tools E	xecu	te	Help					
		New			2 -	N	1	H	• #		Z
		Open							Mou	se	Loc
		Save							Y=3		
		Save As									
		Page Setup	•								
		Print Preview	•								
		Print	۰.		Title	2					
		Exit			Bea	m Pla	an				
l	_				Sele	cted	Bear	n			
					All E	Beam	1				
					Slab	)					
					Trar	nsfer	Load	1			
					Col	umn	Resu	lt			
				_	-	-	-	-	-	_	

รูปที่ 4.9 คำสั่งพิมพ์ผลลัพธ์ต่าง ๆ ทางเครื่องพิมพ์

4.2.1 พิมพ์ค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ ใช้คำสั่ง File→Print→ Title

4.2.2 พิมพ์ภาพผังโครงสร้าง ใช้คำสั่ง

 $\textbf{File} \rightarrow \textbf{Print} \rightarrow \textbf{Beam Plan}$ 

โดยภาพที่พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์จะเหมือนกับที่แสดงทางจอภาพ

4.2.3 พิมพ์ผลลัพธ์ การวิเคราะห์และคำนวณคาน เฉพาะบาง

คาน ใช้คำสั่ง

### $File \rightarrow Print \rightarrow Selected Beam$

เมื่อเลือกคำสั่งแล้ว จะต้องเคลื่อนที่เมาส์ไปทับคานที่ต้องการพิมพ์ แล้วคลิก เมาส์เพื่อสั่งให้พิมพ์ คำสั่งนี้จะพิมพ์ผลลัพธ์ได้ครั้งละ 1 คาน 4.2.4 พิมพ์ผลลัพธ์ การวิเคราะห์และคำนวณคานทั้งหมด

ใช้คำสั่ง

## $\textbf{File} \rightarrow \textbf{Print} \rightarrow \textbf{All Beam}$

4.2.5 พิมพ์ผลลัพธ์ การวิเคราะห์และคำนวณ Slab

ทั้งหมดใช้คำสั่ง

### ${}_{\rm File} \rightarrow {}_{\rm Print} \rightarrow {}_{\rm Slab}$

การพิมพ์ผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์สามารถเรียกดูภาพเหมือนจริงก่อนพิมพ์ได้ ด้วยคำสั่ง

### $File \rightarrow Preview$

โดยคำสั่ง Preview จะมีคำสั่งย่อยเช่นเดียวกับคำสั่ง Print โดยตัวอย่างการ พิมพ์ผลลัพธ์จะแสดงในภาคผนวก **ERC3** ได้เตรียมคำสั่งช่วยเหลือต่างเพื่ออำนวยความสะดวก การใช้งานโปรแกรมเช่นเดียวกับโปรแกรมทางด้านกราฟิกอื่น ๆ แต่หลีกเลี่ยง ความซับซ้อนในการใช้งานและการเข้าถึงคำสั่งต่าง ๆ เพื่อให้โปรแกรมใช้งาน ง่าย คำสั่งช่วยเหลือต่างๆเหล่านี้ ไม่ใช่คำสั่งหลักในการป้อนข้อมูล หรือเพื่อดู ผลลัพธ์ต่าง ๆ แต่เป็นคำสั่งช่วยให้ผู้ใช้งานค้นหารายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ และอำนวยความสะดวกในการป้อนข้อมูล เป็นต้น กลุ่มคำสั่งช่วยเหลือ เหล่านี้คือ

- คำสั่งที่เกี่ยวกับการแสดงภาพและการค้นหาข้อมูลโครงสร้าง
- คำสั่งที่เกี่ยวกับการถ่ายน้ำหนักไปสู่ผังโครงสร้างที่มีระดับต่ำกว่า
- คำสั่งเกี่ยวกับการบันทึก และการอ่านไฟล์ข้อมูล
- คำสั่งลัด Short Cut Command

**5.1 คำสั่งที่เกี่ยวกับการแสดงภาพ** คำสั่งในกลุ่มนี้ได้แก่คำสั่ง เลื่อนภาพ (Pan) คำสั่งย่อขยายภาพ (Zoom) คำสั่ง Reset ภาพ คำสั่ง Refresh ภาพ คำสั่งเปลี่ยนการแสดงภาพ และคำสั่งปิดเปิดบางส่วนของภาพ โครงสร้าง 5.1.1 คำสั่งเลื่อนภาพ (Pan) คือคำสั่งที่ใช้ในการเลื่อนภาพ ผังโครงสร้างไปมาบนหน้าต่างหลักในลักษณะ **Real Time** เพื่อความสะดวก ในการมองภาพ การสั่งงานใช้คำสั่ง

#### $\mathbf{View} \rightarrow \mathbf{Pan}$

เมื่อเลือกคำสั่งนี้แล้วจะต้องเลื่อนเมาส์ไปบนผังโครงสร้าง ณ ตำแหน่งที่ต้องการ กดปุ่มซ้ายของเมาส์ค้างไว้ แล้วเลื่อนเมาส์ไป ยังตำแหน่งที่มองเห็นภาพได้ตามต้องการ (ภาพจะเคลื่อนไปตามการ ลากเมาส์) จึงปล่อยปุ่มซ้ายของเมาส์

5.1.2 คำสั่งย่อ-ขยายภาพ (Zoom) คือคำสั่งที่เพื่อย่อหรือ ขยายภาพในลักษณะ Real Time การสั่งงานใช้คำสั่ง

#### $\mathsf{View} \boldsymbol{\rightarrow} \mathsf{Zoom}$

เมื่อเลือกคำสั่งนี้แล้วจะต้องเลื่อนเมาส์ไปบริเวณกลาง จอภาพ กดปุ่มซ้ายค้างไว้ แล้วเลื่อนเมาส์ขึ้นด้านบน ภาพโครงสร้าง จะขยายใหญ่ขึ้น ถ้ากดปุ่มซ้ายค้างไว้แล้วเลื่อนเมาส์ลงด้านล่าง ภาพ โครงสร้าง จะเล็กลง เมื่อได้ขนาดภาพที่ต้องการจึงปล่อยปุ่มซ้ายของ เมาส์

5.1.3 คำสั่งหมุนภาพ (Rotate) คือคำสั่งที่เพื่อหมุนภาพใน ลักษณะ Real Time การสั่งงานใช้คำสั่ง

#### View $\rightarrow$ Rotate View Point

เมื่อเลือกคำสั่งนี้แล้วจะต้องเลื่อนเมาส์ไปบริเวณกลาง จอภาพ กดปุ่มซ้ายค้างไว้ แล้วเลื่อนเมาส์ในทิศทางขึ้นลง ภาพ โครงสร้างจะหมุนไปมารอบแกนนอน ถ้ากดปุ่มซ้ายค้างไว้แล้วเลื่อน เมาส์ไปมาตามแนวนอนซ้ายขวา ภาพจะหมุนไปมารอบแกนตั้ง เมื่อได้ ตำแหน่งการแสดงภาพที่ต้องการจึงปล่อยปุ่มซ้ายของเมาส์

5.1.4 คำสั่งเลือกมุมมองภาพ หน้าต่างหลักของ **ERC3** มี

การแสดงภาพ 7 มุมมอง คือ

- Isometric หรือ ภาพ 3 มิติ
- Front Elevation หรือ ภาพด้านหน้า
- Left Elevation หรือ ภาพด้านซ้าย
- Right Elevation หรือ ภาพด้านขวา
- Rear Elevation หรือ ภาพด้านหลัง
- Top Plan ภาพด้านบน
- Bottom Plan ภาพข้างใต้โครงสร้าง



5.1.5 คำสั่งปิดเปิดการแสดงภาพ ภาพผังโครงสร้างจะมีทั้ง ส่วนที่เป็นสัญลักษณ์ ตัวเลขแสดงค่าต่าง ๆ และเส้นกริด หากต้องการปิด การแสดงภาพบางส่วนเพื่อความสะดวกในการพิจารณาภาพโครงสร้าง จะต้องใช้ ปุ่มคำสั่งตามภาพ



รูปที่ 5.2 คำสั่งปิดเปิดการแสดงภาพบางส่วนหรือทั้งหมดของโครงสร้าง

5.1.6 คำสั่งย่อย Reset Screen คือคำสั่งเพื่อ Reset ภาพ ผังโครงสร้างให้เป็นภาพที่มองเห็นครอบคลุมทุกส่วนของผังโครงสร้าง เมื่อใช้ คำสั่งนี้ โปรแกรมจะลบภาพโครงสร้างที่ปรากฏขณะนั้นออกทั้งหมด ปรับ อัตราส่วนการแสดงภาพที่เหมาะสม ปรับการหมุนของภาพมาที่มุมการแสดง ภาพเริ่มต้น แล้ววาดภาพผังโครงสร้างใหม่ การสั่งงานใช้คำสั่ง

#### View $\rightarrow$ Reset Screen

5.1.7 คำสั่งย่อย Refresh คือคำสั่งให้โปรแกรมวาด ภาพผังโครงสร้างใหม่ คำสั่งนี้จะคล้ายกับตำสั่ง Reset Screen จะ แตกต่างตรงที่เมื่อโปรแกรมลบภาพโครงสร้างที่ปรากฏขณะนั้นออก ทั้งหมดแล้ว จะไม่ปรับอัตราส่วน (Scale) การแสดงภาพ แต่จะวาด ภาพผังโครงสร้างใหม่ในอัตราส่วนเดิมในมุมมองการหมุนไม่ เปลี่ยนแปลง การสั่งงานใช้คำสั่ง

#### $\mathbf{View} \rightarrow \mathbf{Refresh}$

5.1.8 การถามหมายเลขชิ้นส่วนจากภาพผังโครงสร้าง การ ค้นหารายละเอียดของส่วนประกอบของโครงสร้างด้วยวิธีนี้ มี 2 ขั้นตอน 5.1.8.1 เลือกคำสั่งด้วยการกดปุ่มคำสั่ง **ค้นหาชิ้นส่วน** 



รูปที่ 5.3 ปุ่มคำสั่ง ค้นหาชิ้นส่วน

แล้วเลือกคำสั่งย่อยว่าจะตรวจสอบหมายเลข เสา

(Column), คาน (Beam), แผ่นพื้น (Slab), LineLoad, หรือ PointLoad หรือใช้คำสั่ง

Tools > Find Entity > คำสั่งย่อย

จะปรากฏข้อความ "AskFor (ชนิดของชิ้นส่วน)" ในช่องข้อความ Edit Mode

5.1.8.2 เคลื่อนที่เมาส์ไปยังชิ้นส่วนที่ต้องการทราบ จะปรากฏหมายเลขชิ้นส่วนและรายละเอียดของชิ้นส่วนนั้น ๆ ในช่องข้อความ Entity ดังภาพตัวอย่าง



รูปที่ 5.4 ตัวอย่างการค้นหารายละเอียดโครงสร้างด้วยการใช้คำสั่ง Tools →Find Entity →LineLoad จะปรากฏรายละเอียดหมายเลข และปริมาณ LineLoad ในช่องข้อความ Entity 5.2 การถ่ายน้ำหนักไปสู่ผังโครงสร้างที่มีระดับต่ำกว่า ในการ วิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างอาคารส่วนใหญ่จะต้องมีการถ่ายน้ำหนักลงสู่เสา หรือโครงสร้างในผังคานชั้นที่ต่ำกว่า การถ่ายน้ำหนักระหว่างชั้นของผังคาน จะทำได้ ต่อเมื่อผังคานที่จะถ่ายน้ำหนัก และผังคานที่รับน้ำหนัก มีพิกัดเป็น ระบบเดียวกัน เช่นตำแหน่งเสา หรือ Node หลัก ๆ ของผังคานทั้ง 2 ผัง จะต้องมีค่าพิกัดเดียวกัน และการป้อนข้อมูลและวิเคราะห์โครงสร้างของทั้ง สองผัง จะต้องดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว เช่นในการออกแบบบ้าน 2 ชั้น จะต้องป้อนข้อมูลและวิเคราะห์โครงสร้าง ผังคานหลังคา ผังคานชั้นบน และ ผังคานชั้นล่าง ให้เสร็จเรียบร้อยก่อน เนื่องจากโปรแกรมจะสามารถ วิเคราะห์โครงสร้างได้ครั้งละชั้น การถ่ายน้ำหนักจะต้องบันทึกน้ำหนักที่เกิด จากการวิเคราะห์ผังอาคารชั้นบนถ่ายลงสู่เสาไปเป็นไฟล์ข้อมูลเก็บไว้ใน โฟลเดอร์ใดก่อนเสมอ จากนั้นจึงจะเปิดไฟล์ข้อมูลโครงสร้างในชั้นล่างที่ป้อน ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จึงอ่านไฟล์น้ำหนักที่ได้บันทึกไว้ด้วยการทำงานของผัง โครงสร้างชั้นล่าง

## ขั้นตอนการถ่ายน้ำหนักจะเป็นดังนี้

5.2.1 เมื่อป้อนข้อมูลและวิเคราะห์โครงสร้างผังคานหลังคาเสร็จ ใช้คำสั่ง

Execute  $\rightarrow$  Result  $\rightarrow$  Write Reaction To File

จะปรากฏกรอบรับข้อมูลเพื่อให้กำหนดความยาวของเสา เพื่อโปรแกรมจะคำนวณน้ำหนักของตัวเสาเพิ่มเติมเข้าไปให้

Plus Weigth of Collumn	×
มนวกน้ำหนักเสาที่ความยาว = ม	ОК
	Cancel
3	

รูปที่ 5.5 กรอบรับข้อมูลเพื่อกำหนด ความยาวเสาที่รวมเข้าไปในการถ่ายน้ำหนัก

กรอกตัวเลขความยาวเสาแล้วกดปุ่ม OK จะปรากฏ กรอบการบันทึกแฟ้มข้อมูล สมมติตั้งชื่อไฟล์น้ำหนักจากผังคานหลังคา สมมติชื่อว่า LoadFromFLRoof.trl บันทึกข้อมูลเก็บไว้ในโฟลเดอร์ใด โฟลเดอร์หนึ่ง

5.2.2 ใช้คำสั่ง **File → Open** เพื่อล้างข้อมูลผังโครงสร้าง หลังคาแล้วไปเลือกเปิด ผังคานชั้น 2 เพื่อให้โปรแกรมทำงานในผังคานชั้นที่ 2 โดยที่การป้อนข้อมูลของผังคานชั้นที่ 2 ควรจะเสร็จเรียบร้อยแล้ว ใช้คำสั่ง

#### $\mathsf{Edit} \rightarrow \mathsf{Place} \rightarrow \mathsf{Read} \ \mathsf{PL} \ \mathsf{From} \ \mathsf{File}$
จะปรากฏกรอบการอ่านไฟล์ข้อมูลทดลองตั้งชื่อไฟล์ว่า LoadFromFLRoof.trl โปรแกรมจะอ่านข้อมูลน้ำหนักแล้วป้อนเป็นข้อมูล PL และ Bending Moment ที่เกิดขึ้นลงไปในผังโครงสร้างคานชั้น 2

5.2.3 สั่งโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง เพื่อหาน้ำหนักที่จะถ่าย ลงสู่ผังคานชั้น 1 แล้วกลับไปใช้คำสั่งในลักษณะเดียวกับ ข้อ 5.2.1 และ
5.2.2 โดยเปลี่ยนชื่อไฟล์อย่าให้ซ้ำกับไฟล์ข้อมูลน้ำหนักจากผังคานหลังคา

**5.3 คำสั่งเกี่ยวกับการบันทึก และการอ่านไฟล์ข้อมูล** นอกเหนือ จากคำสั่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณวิเคราะห์โครงสร้าง โปรแกรมได้ เตรียมคำสั่งช่วยเหลือต่าง ๆ เอาไว้อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ เช่นเดียวกับ โปรแกรมประยุกต์ทั่วไป ดังนี้

5.3.1 คำสั่งบันทึกและอ่านแฟ้มข้อมูล ระหว่างการใช้งานโปรแกรม สามารถบันทึกข้อมูลไว้ใน Disk ได้ตลอดเวลาโดยใช้คำสั่ง File→Save เพื่อบันทึกข้อมูลในชื่อแฟ้มข้อมูลเดิม (ในกรณีบันทึกข้อมูลเป็นครั้งแรกควร ตั้งชื่อแฟ้มข้อมูลก่อน) หรือ ใช้คำสั่ง File→Save As เพื่อบันทึกข้อมูลใน ชื่ออื่น แฟ้มข้อมูลของ ERC3 จะมีนามสกุล (ส่วนขยายหลังจุด) เป็น "ERC" ในการบันทึกข้อมูลโปรแกรมจะเก็บข้อมูลทุกอย่างที่ได้ป้อนไว้

ระหว่างการทำงานไว้ สามารถอ่านข้อมูลกลับมาด้วยคำสั่ง File → Open

ระหว่างการทำงานในโปรแกรม สามารถหยุดการทำงานได้ ตลอดเวลา แล้วบันทึกข้อมูลที่ได้ป้อนแล้วไว้ ก่อนออกจากโปรแกรม ด้วย คำสั่ง File → Exit เมื่อกลับมาเปิดแฟ้มข้อมูลนั้นใหม่ ก็จะเป็นการทำงาน ต่อจากที่ได้หยุดไว้

ข้อมูลที่บันทึกในแฟ้มข้อมูลของ ERC3 จะเป็นเฉพาะข้อมูลที่ เกี่ยวกับรายละเอียดของโครงสร้างก่อนการวิเคราะห์เท่านั้น โดยที่ผลลัพธ์ จากการวิเคราะห์จะไม่บันทึกลงแฟ้มข้อมูล ดังนั้นทุกครั้งที่อ่านข้อมูล โครงสร้างที่ป้อนและบันทึกไว้แล้วนั้น จะต้องสั่งให้โปรแกรมวิเคราะห์เพื่อดู ผลลัพธ์อีกทุกครั้ง ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการลบภาพโครงสร้างจากหน้าต่าง โปรแกรมและลบข้อมูลต่าง ๆ ออกจากโปรแกรม เพื่อเตรียมป้อนข้อมูล โครงสร้างใหม่ จะต้องใช้คำสั่ง File → New

ถ้าต้องการออกจาก ERC3 จะต้องใช้คำสั่ง File → Exit จะ มีผลเช่นเดียวกับการใช้คำสั่ง Close ของ Windows 5.4 คำสั่งลัด Short Cut Command นอกเหนือจากเมนูคำสั่ง แล้ว ERC3 ยังมีปุ่มคำสั่งลัดจำนวนหนึ่ง เพื่อสั่งโปรแกรมทำงานแทนการสั่ง จากเมนูคำสั่งเฉพาะคำสั่งที่ใช้บ่อย ปุ่มคำสั่งลัดจะมีดังนี้

Ľ	คำสั่งลัดของ File <b>→</b> New
2	คำสั่งลัดของ File → Open
	คำสั่งลัดของ File <b>→</b> Save
9	คำสั่งลัดของ File <b>→</b> Print
Q.	คำสั่งลัดของ File <b>→</b> Preview
Ŋ	คำสั่งลัดของ Edit <b>→</b> Undo
C	คำสั่งลัดของ Edit <del>&gt;</del> Redo
2	ปุ่มคำสั่งเพื่อสอบถามข้อมูลของโครงสร้าง
k	ปุ่มคำสั่งยกเลิกคำสั่งเดิมที่กำลังทำงานในขณะนั้น
Y	ปุ่มคำสั่งเปลี่ยนมุมมองระหว่าง Isometric และ
	TOD AIGM แกวงผวาง

Я	คำสั่งเรียกเมนูคำสั่งย่อยเพื่อปิดเปิดการแสดง ภาพส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้าง
₩	คำสั่งลัดของ Edit $ ightarrow$ Place $ ightarrow$ Grid
2	คำสั่งลัดของ View <b>&gt;</b> Pan
Q	คำสั่งลัดของ View <b>&gt;</b> Zoom
<b>e</b> ↓a	คำสั่งลัดของ View <del>&gt;</del> Rotate View Point
<b>G</b>	คำสั่งลัดของ Edit Section
С	คำสั่งลัดของ Edit <del>&gt;</del> Place <del>&gt;</del> Column
В	คำสั่งลัดของ Edit $ ightarrow$ Place $ ightarrow$ Beam
S	คำสั่งลัดของ Edit $ ightarrow$ Place $ ightarrow$ Slab
<u>+</u>	คำสั่งลัดของ Edit -> Place -> Load

## Design Criteria

กำลังของคอนกรีต			
กำลังประลัย fc'	=	173	ksc
กำลังใช้งาน fc	=	64.875	ksc
กำลังของเหล็กเสริม			
แรงดึงที่จุดคราก fy	=	3000	ksc
แรงดึงที่ใช้งาน fs	=	1500	ksc
อัตราส่วนต่างๆ			
อัตราส่วน n	=	10	
อัตราส่วน j	=	0.899	
อัตราส่วน k	=	0.302	
น้ำหนักบรรทุก			
น้ำหนักคอนกรีต	=	2400	Kg/Cu-m.
น้ำหนักบรรทุกจร	=	150	Kg/Sq-m.

รูปที่ A.1 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File 🔶 Print 子 Title



Structure Diagram Project: Not Define Layer: Not Define

รูปที่ A.2 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File 🔶 Print 🏓 Beam Plan

ERC

Project	:
Engineer	:
Date	:

Job : Detail : Beam No. 2 Page : 2-1



Beam 2

Span	L	M1	M25	M50	M75	M99	M+max	Dist	VL	VR
	Section	AsT-AsB	AsT-AsB	AsT-AsB	AsT-AsB	AsT-AsB	AsT-AsB		Stirrupt	Stirrupt
1	4	-527.52	568.4	1299.93	252.67	-1907.14	1344.66	1.6	-2015.33	2510.81
	15x45	15.71 1.05/0.08	15.71 0.08/1.13	15.71 0.08/2.48	2.07 0/0.46	2.07 3.53/0	15.71 0.08/2.57		6@17	6@20
2	4	-2036.71	18.29	839.53	312.28	-1713.08	858.21	1.65	-2424.29	2398.15
	15x45	0.09 3.77/0	0.09 070.03	0.09 0/1.55	0.09 0/0.57	0.09 3.17/0	0.09 0/1.59		6@20	6@20
3	2	-1807.5	-641.07	-770.12	-305.56	118.5	77.92	1.95	-1091.2	-807.62
	15x45	-61.27 3.63/0.28	-61.27 1.46/0.28	-61.27 1.7/0.28	-61.27 0.84 / 0.28	-61.27 0.28/0.49	-61.27 0.28 / 0.42		6@12	6@12

รูปที่ A.3 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File *→* Print *→* Selected Beam



รูปที่ A.4 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File 🔶 Print 🔶 Slab แผ่นแรก

ERC

Project	: Not Define	Job	: Not Define
Engineer	: Veera Chanvitidkul	Detail	: S 1 To 6 (FEM)
Date	:	Page	:1

## Slab Result

Slab	Detail	Depth	E M- As-E	E M+ As+E	Sh->C	MidX M- As-X	MidZ M- As-Z	MidX M+ As+X	MidZ M+ As+Z	Sh->X	Sh->Z	Rem
S 1	A-F-4 10		0	0	0	-646 7.62	-673 8	395 4.65	400 4.72	846	827	
S 3	A-F-4 10		0 0	0 0	0	-776 9.42	-643 7.58	348 4.1	451 5.31	862	907	
S 4	A-F-5 10		-1266 16.2	486 5.73	-2065	-1080 13.6	-1017 12.7	608 7.17	534 6.3	-1164	1550	
S 5	A-F-4 10		-818 10	530 6.25	-814	<b>-436</b> 5.14	-629 7.41	100 1.18	183 2.15	-960	525	
S 6	A-F-5 10		0	0	0	-451 5.32	-113 1.32	182 2.15	69 0.81	285	-874	

## รูปที่ A.5 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File 🔶 Print 🔶 Slab แผ่นต่อมา

C1	C6	C7		
20 x 20	20 x 20	20 x 20		
R= 4383	R= 9491	R= 7079		
Mx= -521	Mx= -842	Mx= -1624		
Mz= -426	Mz= -254	Mz= -278		
As= 6	As= 14.4	As= 32		

C2	□ <sub>C5</sub>	C8		
20 x 20	20 x 20	20 x 20		
R= 5559	R= 11213	R= 11175		
Mx= -826	Mx= -1154	Mx= -1938		
Mz= 36	Mz= 318	Mz= 32		
As= 5.2	As= 25.2	As= 0		

00	UT I	0.5
20 x 20	20 x 20	20 x 20
R= 8856	R= 11703	R= 3689
Mx= -322	Mx= -699	Mx= 7483
Mz= -552	Mz= 271	Mz= 1060
As= 8.4	As= 13.2	As= 0

Transfer Load Plan Project: Not Define Layer: Not Define

รูปที่ A.6 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File 🔶 Print 子 Transfer Load

ERC

Project	:
Engineer	:
Date	:

Job : Detail : Reaction 1 To 9 Page : 1

Column	Coor.	Size	Reac Y	мх	мz	Req.As	Percent	Remark
C 1	2,2	20x20	4383	-521	-426	6	1.5 %	
C 2	2,6	20x20	5559	-826	36	5.2	1.3 %	
C 3	2,10	20x20	8856	-322	-552	8.4	2.1 %	
C 4	6,10	20x20	11703	-699	271	13.2	3.3 %	
C 5	6,6	20x20	11213	-1154	318	25.2	6.3 %	
C 6	6,2	20x20	9491	-842	-254	14.4	3.6 %	
C 7	10,2	20x20	7079	-1624	-278	32	8 %	
C 8	10,6	20x20	11175	-1938	32	0	0 %	М
C 9	10 , 10	20x20	3689	7483	1060	0	0 %	М

**Reaction Result** 

## รูปที่ A.7 ภาพการพิมพ์ จากคำสั่ง File 🔶 Print 子 Column Result



