เกี่ยวกับ **ERCM**

ERCM โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างและออกแบบชิ้นส่วน เสา คาน พื้น บันได และฐานราก ของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่สามารถป้อนข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และออกแบบอาคารทั้งหลังในคราวเดียวที่พัฒนาเพิ่มเติม โมดูลการออกแบบ หน้าตัดชิ้นส่วน เสา คาน พื้น ฐานราก ให้กับ **ERC3R2** โดยโมดูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชิ้นส่วนพัฒนามาจากส่วน **DX** ของโปรแกรม **Visual RC DX**

คำอธิบายภาพรวมของ **ERCM** ที่ง่ายที่สุด คือ

ERCM = ERC3R2 + DX

การใช้งาน **ERCM** เพื่อให้ใช้งานง่ายที่สุดจึงแบ่งการทำงานออกเป็น 2 โมดูล คือ

ERCM-analyze เป็นโมดูลหลัก ลักษณะการใช้งานจะเหมือนกับ **ERC3R2** และ

ERCM-design เป็นโมดูลรอง ลักษณะการใช้งานเหมือนส่วน **DX**

การใช้งาน **ERCM** จึงมีความเกี่ยวพันของข้อมูลและผลลัพธ์ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

ส่วนแรก ข้อมูลโครงสร้าง ผ่านการวิเคราะห์ ได้**ผลลัพธ์**เป็นแรงภายในชิ้นส่วนต่าง ๆ และ

ส่วนที่ 2 แรงภายในชิ้นส่วนต่าง ๆ นั้น จะผ่านการคำนวณได้เป็นความต้องการเหล็กเสริมซึ่งเป็น **ข้อมูล**ให้วิศวกรออกแบบการเสริมเหล็กในขั้นสุดท้าย **ผลลัพธ์**ให้กับชิ้นส่วนโครงสร้างอาคาร

การออกแบบโปรแกรม **ERCM** จึงพยายามให้การใช้งานเหมาะสมกับขั้นตอนการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของวิศวกรโครงสร้าง การใช้งานโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจในหลักการทำงาน ข้อจำกัดของโปรแกรมต่าง ๆ ก่อนการใช้งานจริง

สารบัญ

เกี่ยวกับ **ERCM**

1. เริ่มต้นการใช้งาน **ERCM**

แบ่งส่วนการใช้งาน 1-1

ความสามารถของโปรแกรม 1-2

1.1 หน้าต่างของ **ERCM**-analyze 1-4

1.2 ระบบพิกัด และหน่วยแรงของ **ERCM**-analyze 1-12

1.3 ขั้นตอนหลักการใช้งานโปรแกรม 1-13

1.4 ระบบไฟล์บันทึกข้อมูลของ **ERCM** 1-16

1.5 ขั้นตอนการทำงานบน **ERCM** 1-19

2. การป้อนข้อมูลใน **ERCM**-analyze 2-1

2.1 การป้อนข้อมูลทั่วไป 2-1

2.2 การป้อนชื่อและรายละเอียดหน้าตัดคานและเสา 2-3

2.3 การกำหนดเส้น 2-6

2.4 การป้อนข้อมูลฐานราก 2-10

2.5 การป้อนข้อมูลเสา 2-13

2.6 การวางคานในผังโครงสร้าง 2-16

2.7 การวางแผ่นพื้นในแปลนโครงสร้าง 2-17

2.8 การป้อนข้อมูลบันได 2-21

2.9 การป้อนค่าแรงกระทำ 2-24

3. แก้ไขข้อมูลใน **ERCM**-analyze 3-1
3.1 การแก้ไขข้อมูลที่ป้อนผิดด้วยคำสั่ง Undo และ Redo 3-2
3.2 การลบข้อมูลโครงสร้างต่าง ๆ 3-2
3.3 การแก้ไขปรับปรุงข้อมูลโครงสร้าง 3-11
4. ผลการวิเคราะห์จาก **ERCM**-analyze 4-1
4.1 การดูผลลัพธ์ทางจอภาพ 4-3
4.2 การพิมพ์ผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์ 4-20
5. คำสั่งช่วยเหลือใน **ERCM**-analyze 5-1
5.1 คำสั่งที่เกี่ยวกับการแสดงภาพ 5-1
5.2 คำสั่งเกี่ยวกับการบันทึก และการอ่านไฟล์ข้อมูล 5-7
5.3 คำสั่งลัด Short Cut Command 5-8
6. เริ่มต้นการใช้งาน **ERCM**-analyze 6-1
6.1 แนวทางการใช้งานโปรแกรม 6-2
6.3 การกำหนดตำแหน่งเหล็กเสริม 6-5
6.4 คำสั่งลัดพิเศษ 6-10
7. การจัดกลุ่มและออกแบบรายละเอียดคาน 7-1
7.1 คุณสมบัติของคานที่คล้ายคลึง 7-1
7.2 การจัดกลุ่มคาน 7-2
7.3 การออกแบบการเสริมเหล็กในคาน 7-7
7.4 การแสดงภาพหน้าตัดกลุ่มคาน 7-16

8. การจัดกลุ่มและออกแบบรายละเอียดแผ่นพื้น 8-1
8.1 คุณสมบัติของแผ่นพื้นที่คล้ายคลึงนำมาจัดกลุ่มเดียวกันได้ 8-2
8.2 การจัดกลุ่มแผ่นพื้น 8-2
8.3 การออกแบบการเสริมเหล็กในแผ่นพื้น 8-16
9. การจัดกลุ่มและออกแบบรายละเอียดเสา 9-1
9.1 คุณสมบัติของเสาที่คล้ายคลึงนำมาจัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้ 9-1
9.2 การจัดกลุ่มเสา 9-2
9.3 การออกแบบการเสริมเหล็กในเสา 9-6
9.4 การแสดงภาพหน้าตัดกลุ่มเสา 9-14
10. การจัดกลุ่มและออกแบบรายละเอียดฐานราก 10-1
10.1 คุณสมบัติของฐานรากที่คล้ายคลึงนำมาจัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้ 10-1
10.2 การจัดกลุ่มฐานราก 10-2
10.3 การออกแบบการเสริมเหล็กในฐานราก 10-6
10.4 การแสดงภาพรายละเอียดของกลุ่มฐานราก 10-10
11. การพิมพ์ภาพรายละเอียดและคำสั่งช่วยเหลือ 11-1
11.1 การพิมพ์รูปรายละเอียดการเสริมเหล็กในคาน 11-2
11.2 การพิมพ์รูปรายละเอียดการเสริมเหล็กในแผ่นพื้น 11-8
11.3 การพิมพ์รูปรายละเอียดการเสริมเหล็กในเสาและฐานราก 11-13
11.4 คำสั่งช่วยเหลืออื่น ๆ 11-15

1. เริ่มต้นการใช้งาน ERCM

ERCM เป็นโปรแกรมออกแบบโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่สามารถวิเคราะห์ออกแบบครอบคลุมทั้งอาคารตั้งแต่คานในระดับรองรับหลังคา เสา คานพื้น ทุกชั้นอาคารจนถึงฐานราก การใช้งานโปรแกรมจะไม่จำกัดรูปแบบของแผ่นพื้น ทิศทางของการวางคาน และการวางตำแหน่งของน้ำหนักที่กระทำต่อโครงสร้าง

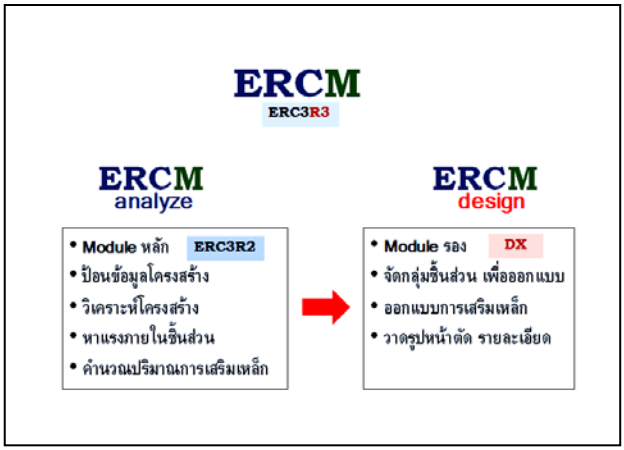
วิธีการใช้งานและรูปแบบของโปรแกรมจะคล้ายคลึงกับการใช้งาน **ERC 3** (Release 2) ในส่วนการป้อนข้อมูลโครงสร้างและแรงกระทำต่าง ๆ ด้วยการวาดภาพและจะคล้ายคลึงกับการใช้งานในส่วน DX ของโปรแกรม Visual RC DX ในส่วนการจัดกลุ่มชิ้นส่วนเพื่อออกแบบการเสริมเหล็ก

ERCM แบ่งส่วนการใช้งานออกเป็น 2 โมดูลที่ใช้งานต่อเนื่องกัน ได้แก่

ERCM analyze เป็นโมดูลหลักที่ใช้ในการป้อนข้อมูลโครงสร้าง วิเคราะห์โครงสร้าง เพื่อคำนวณหาแรงภายในชิ้นส่วนและคำนวณหาความต้องการเหล็กเสริม

ERCM design เป็นโมดูลที่รับผลการวิเคราะห์จาก **ERCM analyze** เพื่อจัดกลุ่มชิ้นส่วน ออกแบบและวาดรูปการเสริมเหล็กต่าง ๆ ของโครงสร้าง

การใช้งานโปรแกรมจะเริ่มต้นที่โมดูล **ERCM analyze** การใช้งานจะต่อเนื่องไปจนจบการทำงานที่ **ERCM design**



รูปที่ 1.1 ผังโมดูลของ ERCM

ลักษณะและความสามารถต่าง ๆ ของโปรแกรม ERCM

1. สามารถวิเคราะห์โครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กได้ทั้งอาคาร โดยการป้อนข้อมูลโครงสร้างในคราวเดียว

2. สามารถวิเคราะห์โครงสร้างชิ้นส่วนของอาคารได้ตั้งแต่ ฐานราก เสา คาน พื้น และบันได

3. สามารถคำนวณแผ่นพื้น คสล. ไม่จำกัดรูปร่าง เช่น แผ่นพื้นรูปสามเหลี่ยม แผ่นพื้นที่ไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นต้น

4. สามารถคำนวณแผ่นพื้นที่มีน้ำหนักกระทำอื่น ๆ เช่น Point Load หรือ Line Load ที่นอกเหนือจากน้ำหนัก Dead Load และ Live Load ที่น้ำหนักกระทำเฉลี่ยตามปกติ

5. ทิศทางการวางคานจะอยู่ในทิศทางใดก็ได้ ไม่จำกัดแต่เฉพาะในแนวแกน X-Y

6. สามารถป้อนแรงกระทำด้านข้าง (Lateral Force) และแรงกระทำต่อโครงสร้างที่เป็นแรงหมุน (Moment) ได้

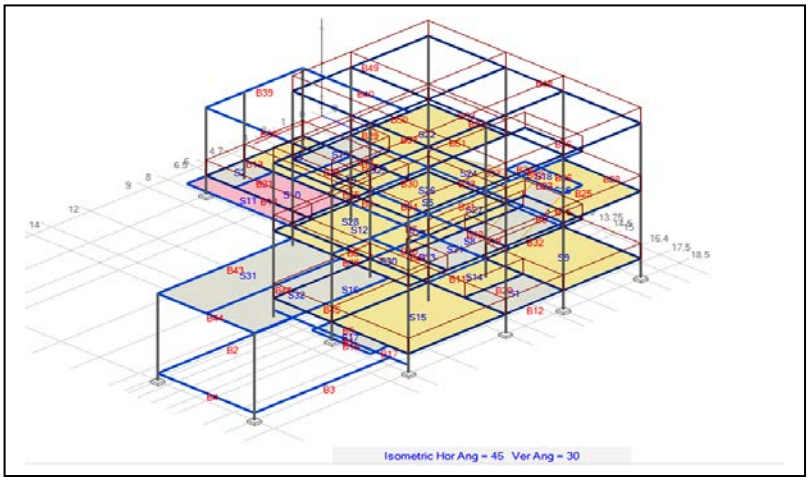
7. ผลลัพธ์การวิเคราะห์คานจะแสดงปริมาณเหล็กเสริมที่ได้จากการคำนวณ Bending Moment และ Torsion

8. ผลลัพธ์การวิเคราะห์เสาจะแสดงปริมาณเหล็กเสริมที่ได้จากการคำนวณแรงตามแนวแกนและ Bending Moment ที่เกิดขึ้นด้วย

9. แสดงผลลัพธ์ของการคำนวณฐานรากทั้งฐานรากแผ่ (Spread Footing) และฐานรากที่รองรับด้วยเสาเข็ม (Piled Footing)

10. แสดงผลลัพธ์ของการคำนวณฐานรากที่รองรับแรงตามแนวแกนและ Moment ที่ถ่ายลงสู่ฐานรากด้วย

11. ออกแบบการเสริมเหล็กและจัดกลุ่มชิ้นส่วนอาคาร เสา คาน พื้น และฐานราก และวาดรูปรายละเอียดเพื่อจัดทำรายการคำนวณ

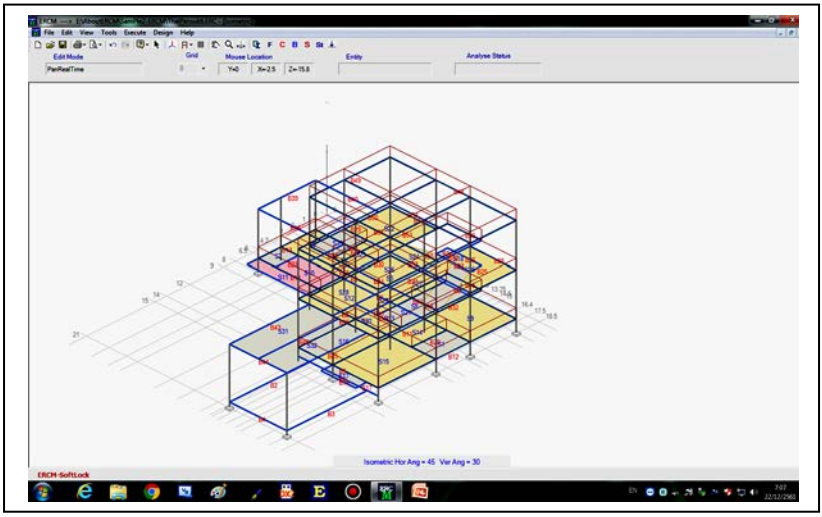


รูปที่ 1.2 ภาพโครงสร้างที่โมเดลมาจาก อาคาร คสล. ในลักษณะโครงสร้าง 3 มิติที่ ERCM สามารถวิเคราะห์ออกแบบได้

1.1 หน้าต่างของ **ERCM analyze**

การใช้งาน **ERCM analyze** ตั้งแต่การวาดรูปเพื่อป้อนข้อมูล การตั้งค่าต่าง ๆ ตลอดจนการแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณจะเป็นการแสดงผลผ่านหน้าต่างของโปรแกรมซึ่ง **ERCM analyze** จะมีหน้าต่างหลัก ๆ ดังนี้

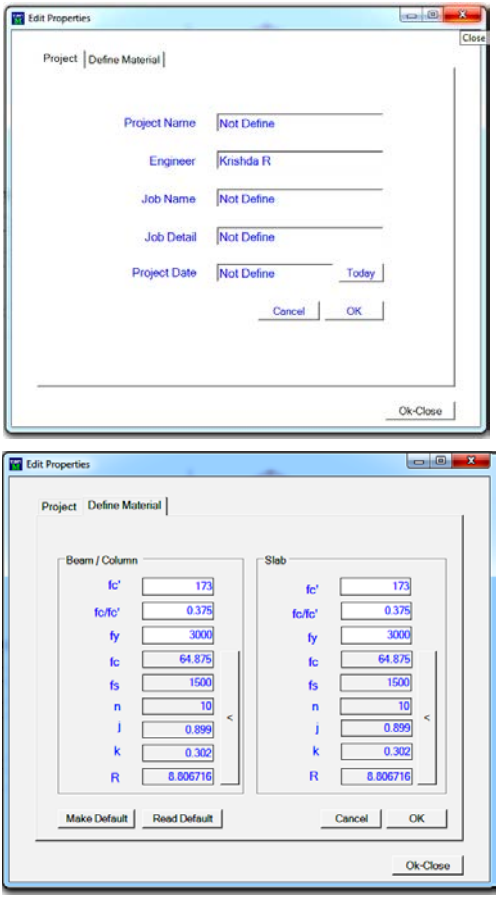
1.1.1 หน้าต่างหลัก Main Windows จะเป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับป้อนข้อมูลในลักษณะการวาดรูปและแสดงภาพต่างของโครงสร้าง คำสั่งต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะเริ่มต้นที่หน้าต่างหลักนี้



รูปที่ 1.3 ภาพหน้าต่างหลักของ **ERCM analyze**

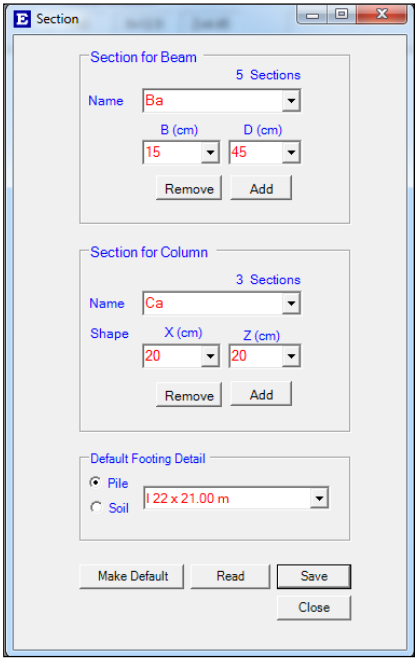
หน้าต่างหลักจะเป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับป้อนข้อมูลและแสดงภาพโครงสร้างในระหว่างการใช้งานโปรแกรม

1.1.2 หน้าต่าง General Properties ประกอบด้วยหน้าต่างย่อยอีก 2 หน้าต่าง ซึ่งจะเป็นหน้าต่างสำหรับป้อนรายละเอียดทั่วไป เช่น ชื่อโครงการ ชื่องาน ค่า **fc fc' fs fy** เป็นต้น



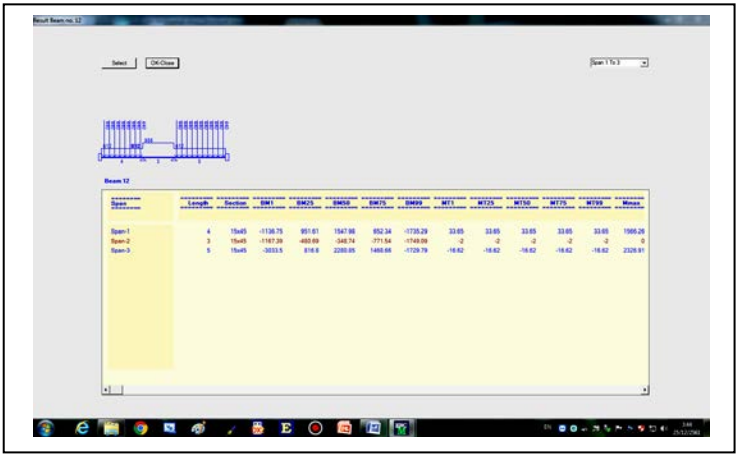
รูปที่ 1.4 ภาพหน้าต่าง General Properties มี 2 หน้าต่างย่อย คือ ส่วนแสดงข้อมูลรายละเอียดทั่วไปสำหรับผู้ใช้งานกำหนด และส่วนแสดงคุณสมบัติของวัสดุ คือ ค่า **fc fc' fs** และ **fy** ของชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก

1.1.3 หน้าต่าง Section เป็นหน้าต่างสำหรับกำหนดขนาดของคาน เสา และรายละเอียดเบื้องต้นของฐานรากที่ใช้ในการป้อนข้อมูลจะต้องกำหนดก่อนการป้อนข้อมูลหรือการวาดภาพโครงสร้าง



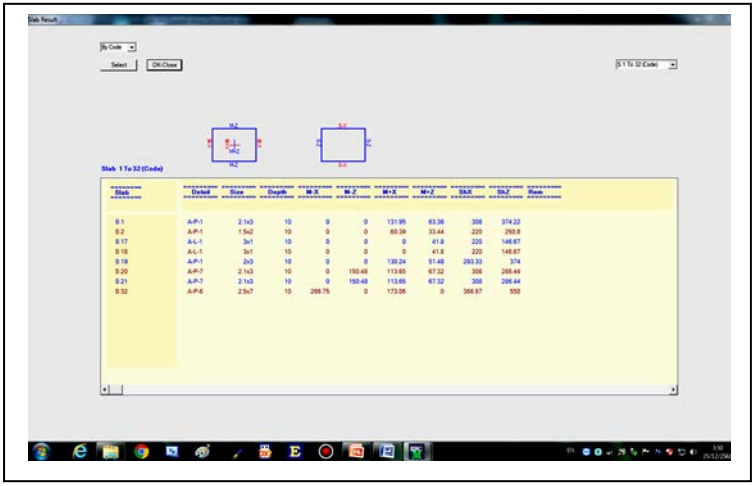
รูปที่ 1.5 ภาพหน้าต่าง Section สำหรับป้อนขนาดและชื่อของ คาน เสา และกำหนดรายละเอียดของ Default Footing เพื่อใช้เป็นค่าเริ่มต้นในการป้อนข้อมูลโครงสร้าง

1.1.4 หน้าต่าง Beam Result เป็นหน้าต่างสำหรับแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์และคำนวณคาน



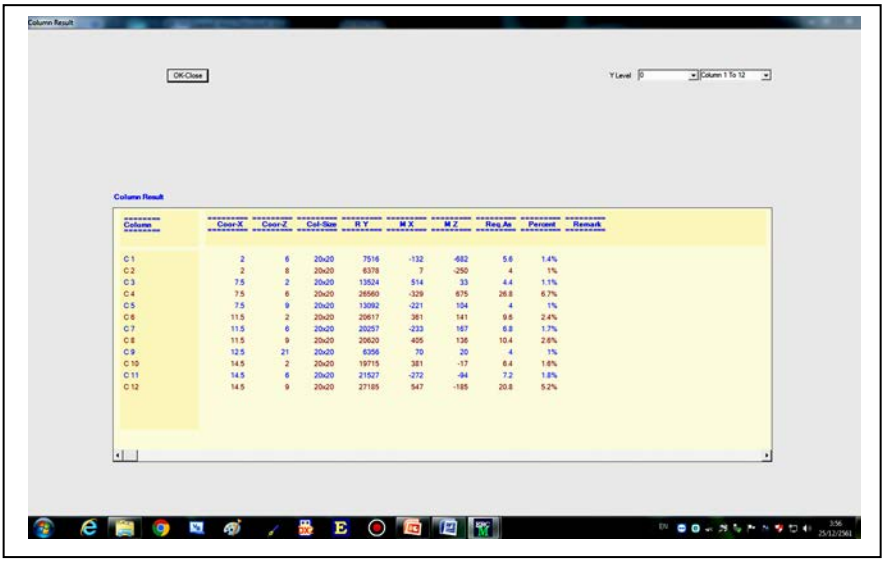
รูปที่ 1.6 ภาพหน้าต่าง Beam Result

1.1.5 หน้าต่าง Slab Result เป็นหน้าต่างสำหรับแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์และคำนวณแผ่นพื้น



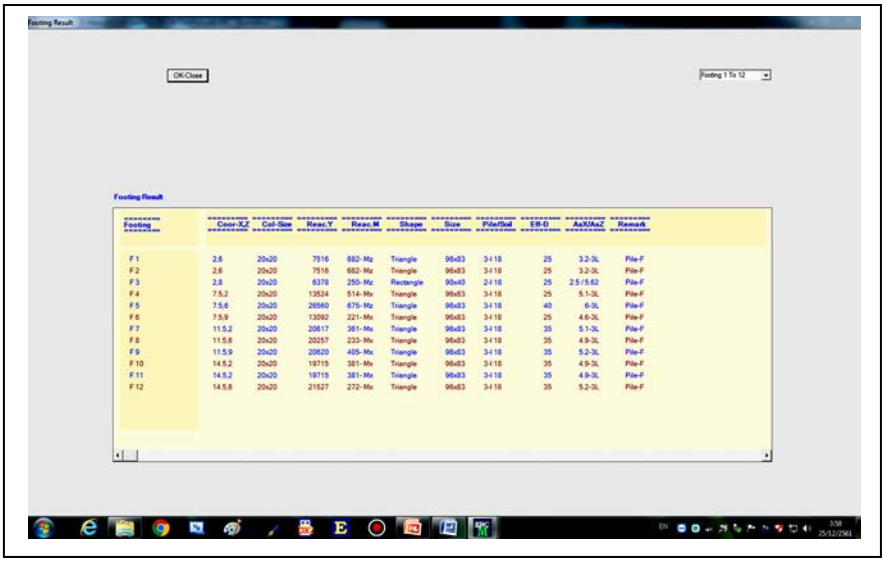
รูปที่ 1.7 ภาพหน้าต่าง Slab Result

1.1.6 หน้าต่าง Column Result เป็นหน้าต่างสำหรับแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์และคำนวณเสา



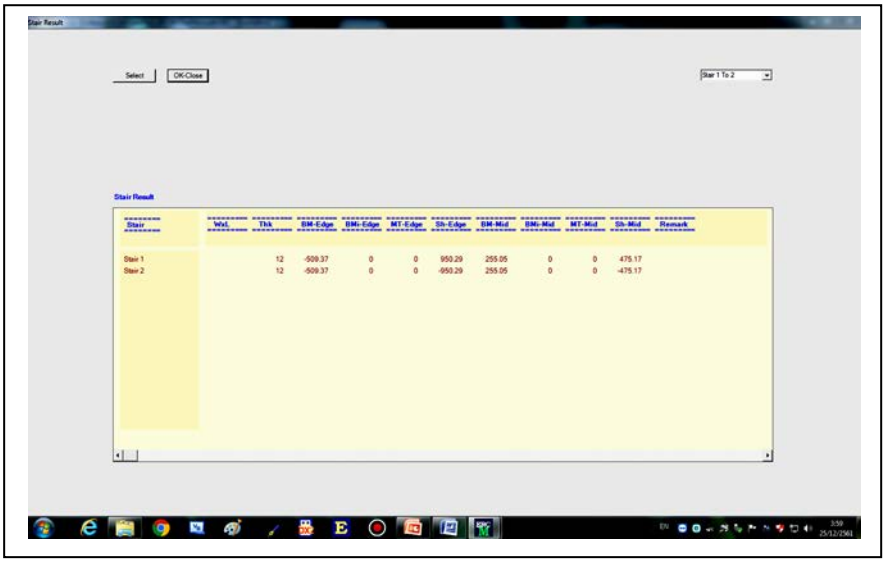
รูปที่ 1.8 ภาพหน้าต่าง Column Result

1.1.7 หน้าต่าง Footing Result เป็นหน้าต่างสำหรับแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์และคำนวณฐานราก



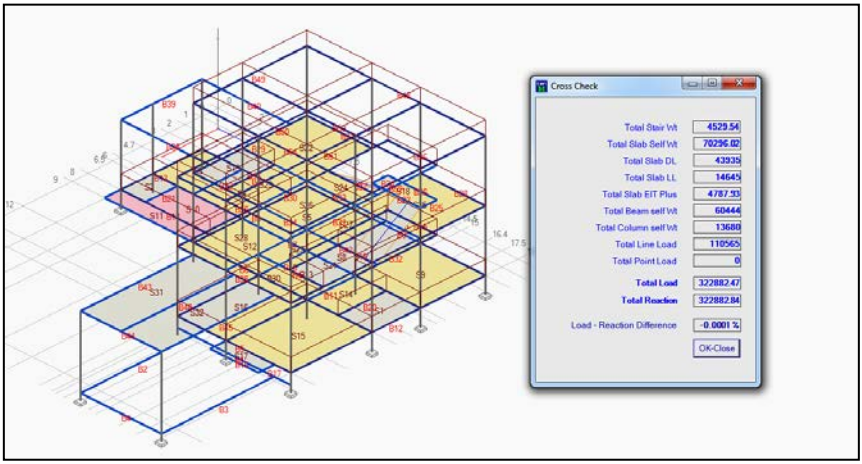
รูปที่ 1.9 ภาพหน้าต่าง Footing Result

1.1.8 หน้าต่าง Stair Result เป็นหน้าต่างสำหรับแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์และคำนวณบันได



รูปที่ 1.10 ภาพหน้าต่าง Stair Result

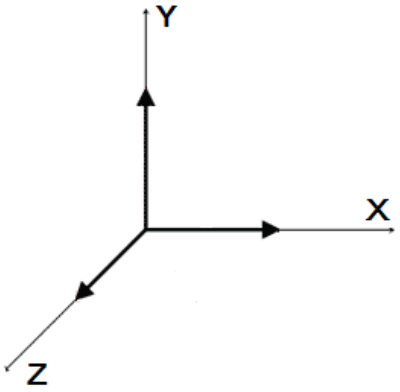
1.1.9 หน้าต่าง Cross Check เป็นหน้าต่างสำหรับแสดงผลการตรวจสอบผลการวิเคราะห์โครงสร้าง โดยการเปรียบเทียบแรงกระทำทั้งหมดที่เป็นส่วนของข้อมูลนำเข้า (Data Input) และ แรงปฏิกิริยา (Reaction) ที่เป็นส่วนของผลลัพธ์จากการคำนวณของโปรแกรม



รูปที่ 1.11 ภาพหน้าต่าง Cross Check

1.2 ระบบพิกัดและหน่วยแรงของ ERCM analyze

1.2.1 การแสดงภาพโครงสร้างและการบอกตำแหน่งของจุดต่าง ๆ เช่น ตำแหน่งเริ่มต้น สิ้นสุดความยาวคาน ตำแหน่งเสา หรือจุดขอบเขตของพื้น จะอยู่ในระบบพิกัด 3 มิติ ในรูปแบบ Cartesian Coordinate (ประกอบด้วยแกน X ,Y และ Z) ซึ่งระนาบของพื้นดินจะเป็นระนาบ X-Z ส่วนทิศทางตามความสูงจะเป็นทิศทางตามแกน Y



รูปที่ 1.12 ทิศทางของตามแนวแกนตามระบบพิกัดของ **ERCM**

1.2.2 หน่วยแรงและระยะความยาว ของ **ERCM analyze** จะใช้มาตราเมตริกโดย

- **ความยาว** มีหน่วยเป็น **เมตร**
- **น้ำหนัก หรือ แรงกระทำ** มีหน่วยเป็น **กิโลกรัม**
- **พื้นที่** มีหน่วยเป็น **ตารางเมตร**
- **โมเมนต์** มีหน่วยเป็น **กิโลกรัม - เมตร**
- **หน่วยแรงภายใน** (Stress) มีหน่วยเป็น **กิโลกรัม/ตาราง ซม.**

1.3 ขั้นตอนหลักการใช้งานโปรแกรม

การใช้งานโปรแกรม **ERCM** analyze จะมี 4 ขั้นตอนหลัก คือ

- **การป้อนข้อมูลด้วยการวาดรูปโครงสร้าง**
- **การสั่งให้โปรแกรมวิเคราะห์หาแรงภายในชิ้นส่วน และ**
- **การเรียกดูผลลัพธ์ทั้งการแสดงผลหน้าจอหรือการพิมพ์**
- **การส่งผลการวิเคราะห์เพื่อออกแบบหน้าตัดและเรียกโมดูล ERCM design ทำงานออกแบบการเสริมเหล็กของชิ้นส่วนโครงสร้าง เสา คาน พื้น ฐานราก ต่อไป**

การใช้งานโปรแกรมจะมีขั้นตอนรวมทั้งหมดเรียงลำดับ ดังนี้

1.3.1 **การป้อนข้อมูลทั่วไป** เช่น ชื่อโครงการ ชื่องาน ค่าหน่วยแรงใช้งานของคอนกรีตและเหล็ก ด้วยคำสั่ง

Edit → General Property

1.3.2 **การกำหนดชื่อของหน้าตัด** (Section) คานและเสา เพื่อความสะดวกในการเรียกใช้ขนาดหน้าตัดโดยไม่ต้อระบุตัวเลข เช่น อาจจะกำหนดขนาดหน้าตัดของคานที่มีขนาด 20x40 ให้มีชื่อเป็น Ba และขนาด 15x40 ให้มีชื่อเป็น Bb เป็นต้น ด้วยคำสั่ง

Edit → Section

1.3.3 **กำหนด Grid X Grid Y และ Grid Z** ซึ่งจะเกิด Node (จุดตัดของ Grid X Grid Y และ Grid Z) ที่มีพิกัดเป็น 3 มิติ ด้วยคำสั่ง

Edit → Place →Grid

1.3.4 กำหนดตำแหน่งฐานราก (Footing) ตาม Node ต่าง ๆ ที่ต้องการด้วยคำสั่ง

Edit → Place → Footing

1.3.5 กำหนดตำแหน่งเสา (Column) ตาม Node ต่าง ๆ ที่ต้องการด้วยคำสั่ง

Edit → Place → Column

1.3.6 กำหนดตำแหน่งคาน โดยจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของคานจะต้องอยู่ใน Node ด้วยคำสั่ง

Edit → Place →Beam

1.3.7 กำหนดตำแหน่งพื้น (Slab) โดยจุดมุมพื้นจะต้องอยู่ใน Node เท่านั้น ด้วยคำสั่ง

Edit → Place →Slab

1.3.8 กำหนดตำแหน่งบันได (Stair) โดยจุดมุมบันไดจะต้องอยู่ใน Node เท่านั้น ด้วยคำสั่ง

Edit → Place →Stair

1.3.9 กำหนดตำแหน่งแรงกระทำต่าง ๆ ที่กระทำต่อโครงสร้างด้วยคำสั่ง

Edit → Place →Load
Edit → Place →Moment

1.3.10 กำหนดตำแหน่งแรงกระทำด้านข้าง (Lateral Load) ที่กระทำต่อโครงสร้าง ด้วยคำสั่ง

Edit → Place → Lateral Load

1.3.11 สั่งให้โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างและคำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง

Execute → Analyze

1.3.12 เรียกดูผลลัพธ์การคำนวณของชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง

Execute →Result →Beam Result
Execute →Result →Slab Result
Execute →Result →Column Result
Execute →Result →Footing Result
Execute →Result →Stair Result

1.3.13 การสั่งพิมพ์ทั้งภาพต่าง ๆ ของโครงสร้างและผลลัพธ์การคำนวณต่าง ๆ ออกทางเครื่องพิมพ์ ด้วยคำสั่ง

File →Print →คำสั่งย่อย

หรือเรียกดูภาพก่อนการพิมพ์จริงด้วยคำสั่ง

File →Preview →คำสั่งย่อย

1.3.14 ส่งผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงสร้าง ผลการคำนวณความต้องการเหล็กเสริมของชิ้นส่วนเสา คาน พื้น ฐานราก เพื่อไปออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างในโมดูล **ERCM** design ด้วยคำสั่ง

Design → **ERCM** design

1.4 ระบบไฟล์บันทึกข้อมูล ERCM

เนื่องจาก **ERCM** เป็นโปรแกรมที่มี 2 โมดูลทำงานต่อเนื่องกัน ข้อมูลและผลลัพธ์ของโปรแกรมจึงมี 2 กลุ่ม คือ

- **กลุ่มที่ 1 : ข้อมูล** โครงสร้าง เสา คาน พื้น ฐานราก บันได และ **ผลลัพธ์** การวิเคราะห์ คือ แรงภายในชิ้นส่วนต่าง ๆ (Internal Force) ที่แยกย่อยออกเป็น Bending Moment, Torsion Moment, Shear Force, Axial Force ซึ่ง **ข้อมูล** เป็นสิ่งที่ผู้ใช้งานโปรแกรมป้อนเข้าสู่ระบบงาน ส่วน **ผลลัพธ์** เป็นผลการคำนวณของโปรแกรม

- **กลุ่มที่ 2 :** จากแรงภายในชิ้นส่วน (Internal Force) โปรแกรมจะออกแบบการเสริมเหล็กเบื้องต้นใน เสา คาน พื้น ฐานราก เพื่อให้ผู้ใช้งานโปรแกรมนำไปจับกลุ่มออกแบบการเสริมเหล็กของชิ้นส่วน การเสริมเหล็กของชิ้นส่วนเบื้องต้นนี้ จึงเป็น **ข้อมูล** เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมออกแบบได้สะดวก เมื่อออกแบบเสร็จ จึงเป็น **ผลลัพธ์** ของการออกแบบชิ้นส่วนอาคาร

การวิเคราะห์ออกแบบอาคาร **1** หลัง เมื่อทำงานครบถ้วนสมบูรณ์แล้วจะมีไฟล์บันทึกข้อมูลเกิดขึ้นทั้งหมด **4** ชนิดไฟล์ เป็นไฟล์งานที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ผู้ใช้งานจะต้องระมัดระวังในการใช้งานไฟล์ทั้ง **4** ชนิดไฟล์ด้วยความเข้าใจอย่างถูกต้อง ไฟล์งานทั้ง 4 ชนิดจะมีรายละเอียดและความหมาย ดังนี้

สมมติชื่อไฟล์งานเป็น “BuildingA”

รูปแบบที่ 1 BuildingA.ERC หมายถึง ไฟล์**ข้อมูล**โครงสร้าง เสา คาน พื้น ฐานรากของงาน เมื่อผู้ใช้งานป้อนข้อมูลโครงสร้างแต่ยังไม่สั่งให้วิเคราะห์โครงสร้างแล้วบันทึกข้อมูล โปรแกรมจะบันทึกข้อมูลโครงสร้างในชื่อ **BuildingA.ERC**

ไฟล์งาน รูปแบบที่ 1 นี้ จะเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานบนโมดูล **ERCM**-analyze

รูปแบบที่ 2 BuildingA.ERC.R หมายถึงไฟล์ **ข้อมูล** โครงสร้าง เสา คาน พื้น ฐานรากของงาน และรวม **ผลลัพธ์** การวิเคราะห์บางส่วนที่โปรแกรมได้คำนวณรวมไปด้วย เมื่อผู้ใช้งานสั่งให้โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างเสร็จแล้วบันทึกข้อมูล โปรแกรมจะบันทึกข้อมูล **2** ไฟล์ในชื่อ **BuildingA.ERC** และ **BuildingA.ERC.** ซึ่งทั้ง **2** ไฟล์จะมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน ในการเรียกไฟล์ขึ้นมาใช้งานหากเรียกไฟล์รูปแบบที่ 2 ขึ้นมาใช้งาน **โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์โครงสร้างในส่วนที่ยังค้างการวิเคราะห์ต่อเนื่องให้ทันที**

ไฟล์งานรูปแบบที่ 2 นี้จะเกิดขึ้นในระหว่างการทำงานบนโมดูล ERCM-analyze

รูปแบบที่ 3 BuildingA.ERC.R.DX หมายถึง ไฟล์ผลการออกแบบชิ้นส่วนเบื้องต้นที่โปรแกรมได้จัดเตรียมไว้ ซึ่งเป็น **ข้อมูล** ให้ผู้ใช้งานได้ออกแบบการเสริมเหล็กตามต้องการ เนื่องจากการออกแบบชิ้นส่วนที่โปรแกรมจัดทำไว้อาจยังไม่มีความสมบูรณ์ในด้านการออแบบ เช่น ยังไม่มีการจัดกลุ่มชิ้นส่วนหรืออาจจะมีจำนวนหน้าตัดชิ้นส่วนมากเกินไป

ไฟล์งาน รูปแบบที่ **3** เป็นไฟล์ที่ **ERCM**-analyze สร้างขึ้นเพื่อส่งต่อให้ **ERCM-**design ทำงานต่อไป

รูปแบบที่ 4 BuildingA.ERC.R.DX.R หมายถึง ไฟล์ผลลัพธ์ในลำดับสุดท้ายของการทำงานบน **ERCM-**design เมื่อผู้ใช้งานโปรแกรมได้เริ่มจัดกลุ่ม และ ออกแบบการเสริมเหล็ก ชิ้นส่วน เสา คาน พื้น ฐานราก ไปแล้ว และบันทึกการทำงาน **ERCM-design** จะบันทึกไฟล์ในรูปแบบที่ 4 ซึ่งจะมีส่วนของรายละเอียดเบื้องต้นที่ **ERCM-analyze** ส่งมารวมกับรายละเอียดการจัดกลุ่มออกแบบที่ผู้ใช้งานได้ออกแบบไว้

ตารางแสดงความสัมพันธ์ของไฟล์ข้อมูล **ERCM**

ไฟล์	ใช้ในโมดูล	การเกิดขึ้นของข้อมูล
BuildingA.ERC	**ERCM-analyze**	**ผู้ใช้งานป้อนข้อมูล**
Building.ERC.R	**ERCM-analyze**	การคำนวณของโปรแกรม
Building.ERC.R.DX	**ERCM-design**	การคำนวณของโปรแกรม
Building.ERC.R.DX.R	**ERCM-design**	**ผู้ใช้งานป้อนข้อมูล**

ขั้นตอนหลักในการใช้งานโมดูลและการบันทึกข้อมูล

1. ป้อนข้อมูลชิ้นส่วนโครงสร้าง โดยผู้ใช้งานในโมดูล **ERCM-**analyze ระหว่างการป้อนข้อมูลอาจบันทึกเป็นช่วง ๆ จนป้อนข้อมูลแล้วเสร็จบันทึกในรูปแบบ BuildingA.ERC

2. สั่งให้ ERCM-analyze วิเคราะห์โครงสร้าง เมื่อวิเคราะห์ผ่านแล้วบันทึกข้อมูลโครงสร้างและผลการวิเคราะห์บางส่วนในรูปแบบ BuildingA.ERC.R

3. เรียกใช้โมดูล ERCM-design ด้วยคำสั่ง **design → ERCM-design** ไฟล์งาน BuildingA.ERC.R.DX จะถูกสร้างขึ้นมาและโหลดเข้าสู่โมดูล **ERCM**-design เพื่อเปิดใช้งาน

4. จัดกลุ่มและออกแบบชิ้นส่วน บนโมดูล **ERCM**-design ระหว่างการทำงานหรือทำงานแล้วเสร็จ จะบันทึกข้อมูลการออกแบบจัดกลุ่มชิ้นส่วนในรูปแบบ BuildingA.ERC.R.DX.R

1.5 ขั้นตอนการทำงานบน ERCM

การทำงานใน **ERCM** สรุปเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

1. ป้อนข้อมูลโครงสร้าง เสา คาน พื้น ฐานราก บันได บนโมดูล **ERCM**-analyze ในระหว่างการป้อนข้อมูลหรือป้อนข้อมูลเสร็จแล้วแต่ยังไม่สั่งให้ **ERCM**-analyze วิเคราะห์โครงสร้าง สามารถบันทึกไฟล์งานได้ในรูปแบบ **BuildingA.ERC**

2. พิจารณาแก้ไขข้อมูลโครงสร้างจนถูกต้องเป็นที่พอใจแล้วสั่งให้บันทึกไฟล์งานซ้ำในรูปแบบ **BuildingA.ERC**

3. สั่งให้ **ERCM**-analyze วิเคราะห์โครงสร้างเพื่อดูผลแรงภายในชิ้นส่วน แล้วบันทึกไฟล์ **ERCM** จะบันทึกไฟล์เป็น 2 ไฟล์พร้อมกัน คือ **BuildingA.ERC** และ **BuildingA.ERC.R**

4. ตรวจสอบดูผลการวิเคราะห์ถ้าถูกต้องเป็นที่พอใจแล้ว ดำเนินการในขั้นตอนที่ 5 ต่อไป แต่ถ้ายังจำเป็นต้องแก้ไขข้อมูลโครงสร้างอีก กลับไปในขั้นตอนที่ 2

5. สั่งให้ **ERCM-analyze** เรียกโมดูล **ERCM-design** ด้วยคำสั่ง

Design → ERCM - design

ไฟล์งาน **BuildingA.ERC.R.DX** จะถูกสร้างขึ้นมาและโหลดเข้าสู่โมดูล **ERCM- design** และเปิดใช้งานโมดูล **ERCM-design**

6. จัดกลุ่มชิ้นส่วน เสา คาน พื้น ฐานราก และออกแบบการเสริมเหล็กบนโมดูล **ERCM-design** ในระหว่างการทำงานหากยังไม่แล้วเสร็จและต้องการบันทึกไฟล์ โปรแกรมจะบันทึกไฟล์ในรูปแบบ **BuildingA.ERC.R.DX.R** และเพื่อป้องกันความสับสน ไฟล์ในรูปแบบ **BuildingA.ERC.R.DX** จะถูกลบทิ้งไป ถ้าต้องการหยุดการทำงานให้ปิดโมดูล **ERCM-design**

7. เมื่อต้องการทำงานจัดกลุ่มชิ้นส่วนหรือออกแบบการเสริมเหล็กต่อจากข้อ **6** จะต้องเปิดโมดูล **ERCM-analyze** แล้วเปิดไฟล์ **BuildingA.ERC.R.DX.R** โมดูล **ERCM-design** จะถูกเปิดและไฟล์งาน **BuildingA.ERC.R.DX.R** จะโหลดเข้าเพื่อทำงานต่อ

8. เมื่อการออกแบบชิ้นส่วนแล้วเสร็จ การพิมพ์ภาพต่าง ๆ แล้วเสร็จและบันทึกไฟล์งาน จะเป็นการบันทึกไฟล์ซ้ำในรูปแบบ **BuildingA.ERC.R.DX.R**

9. หากต้องการเรียกดูข้อมูลในไฟล์งานที่แล้วเสร็จต้องเรียกไฟล์เหมือนในขั้นตอนที่ **7**

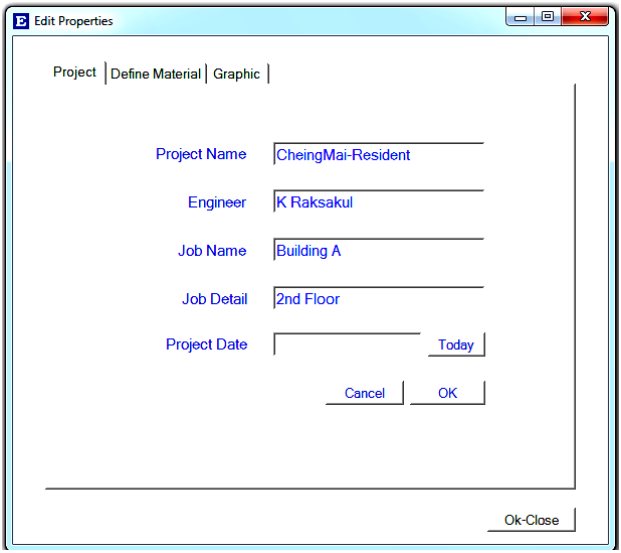
2. การป้อนข้อมูลใน **ERCM analyze**

การป้อนข้อมูลในโปรแกรม **ERCM analyze** ส่วนใหญ่จะเป็นการป้อนข้อมูลด้วยการวาดภาพผังโครงสร้าง 3 มิติ ลักษณะทั่วไปของการป้อนข้อมูล คือ เลือกคำสั่งจากเมนูคำสั่งหรือกดปุ่มคำสั่งลัด เมื่อโปรแกรมรับรู้คำสั่งนั้นแล้ว จะปรากฏกรอบของกลุ่มช่องเติมข้อความเพื่อตั้งค่าที่จำเป็นก่อนการป้อนข้อมูล การป้อนข้อมูลควรดำเนินการเป็นขั้นตอน ในระหว่างนั้นอาจบันทึกข้อมูลไว้เป็นระยะ เพราะการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างจำเป็นต้องมีการทดลองปรับเปลี่ยนข้อมูลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสม

ขั้นตอนในการป้อนข้อมูลของ **ERCM analyze** จะเรียงตามลำดับไว้ใน **ขั้นตอนหลักการใช้งานโปรแกรม** ในบทที่ 1 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

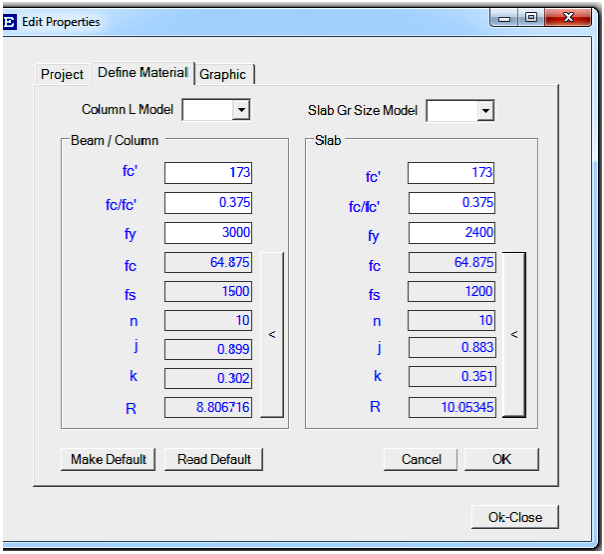
2.1 การป้อนข้อมูลทั่วไป คำสั่ง **Edit → General Property** ประกอบไปด้วยกลุ่มข้อมูลที่ผู้ใช้จะต้องกรอกเพื่อเป็นรายละเอียด และ Design Criteria

2.1.1 ส่วนที่เป็นชื่อโครงการ Project Title เรียกขึ้นมาด้วยการเลือกหน้า (Tap) Project ประกอบด้วย ชื่อโครงการ (Project Name) ชื่องาน (Job Name) และรายละเอียดงาน (Job Detail) ข้อความต่าง ๆ ในส่วนนี้จะปรากฏในรายงานที่พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์



รูปที่ 2.1 กรอบบันทึกข้อมูล **General Property**

2.1.2 ส่วนที่เป็น Design Criteria เรียกขึ้นมาด้วยการเลือกหน้า (Tap) Define Material การกำหนดค่า fc', fc, fy, fs เพื่อใช้คำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมของคาน พื้น เสา เมื่อได้กำหนดค่าต่าง ๆ แล้วโปรแกรมจะคำนวณค่าคงที่ต่าง ๆ ได้แก่ n, j, k และ R โดยการกำหนด Design Criteria แยกออกมาเป็น Beam Properties และ Slab Properties



รูปที่ 2.2 กรอบบันทึกข้อมูล **Design Criteria**

2.2 การป้อนชื่อและรายละเอียดหน้าตัดคาน เสา และรายละเอียดเบื้องต้นของฐานราก

คำสั่ง **Edit →Section** ในการป้อนข้อมูลโครงสร้าง เสา และคาน ต้องระบุขนาดควบคู่ไปด้วยเพื่อความสะดวกและไม่สับสนในขั้นตอนการป้อนข้อมูลดังกล่าว จึงต้องสร้างชื่อของ Section คานและเสาก่อนเสมอ ขั้นตอนการสร้างชื่อ Section มีดังนี้

1. พิมพ์ชื่อหน้าตัดลงในช่องรับข้อความ โดยชื่อต้องไม่ซ้ำกับชื่อที่ได้ตั้งไปแล้ว

2. ป้อนหรือเลือกตัวเลขขนาดความกว้าง (B) และ ความลึก (D) ของคานและเสาลงในช่องรับข้อความ

3. ทุกครั้งที่ป้อนชื่อและขนาดแล้วต้องบันทึกชื่อ Section เพื่อสามารถเรียกใช้ในระหว่างการป้อนข้อมูลตำแหน่งเสาและคานด้วยการกดปุ่ม Add

4. หากต้องการลบชื่อ Section ใดออกไปให้เลือกชื่อ Section นั้นขึ้นมาแล้วกดปุ่ม Remove

5. ชื่อ Section คาน และเสา เมื่อสร้างเสร็จแล้วสามารถบันทึกเป็นไฟล์ลง Disk แยกออกมาต่างหากจากไฟล์ข้อมูลโครงสร้างได้ด้วยการกดปุ่ม Save หรือถ้าหากต้องการให้ชื่อ Section ที่สร้างไว้นั้นถูกเรียกใช้งานอัตโนมัติทุกครั้งที่เปิดโปรแกรม ต้องกดปุ่ม Make Default

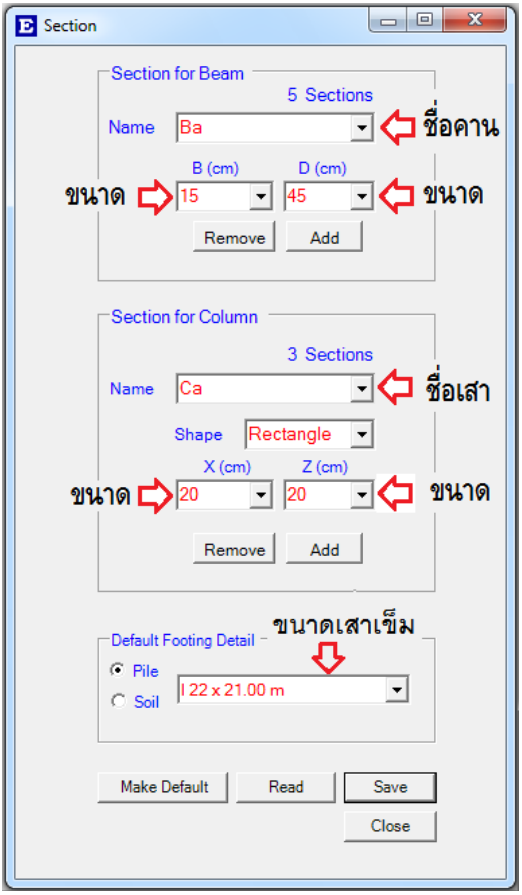
6. ไฟล์ข้อมูล ชื่อ Section คาน และเสา ที่ได้บันทึกไว้แล้วสามารถเรียกใช้งานได้ ด้วยการกดปุ่ม Read

7. ต้องกำหนดชนิดของ Default Footing เพื่อเป็นรายละเอียดเบื้องต้นในระหว่างการป้อนข้อมูลฐานรากในขั้นตอนการป้อนข้อมูล โดยเลือกชนิดของฐานรากว่าจะใช้เสาเข็ม (Piled Footing) หรือ ดิน (Spread Footing)

- หากใช้เสาเข็มรับน้ำหนักต้องเลือกกดปุ่ม Pile และกำหนดขนาดความยาวเสาเข็มโดยความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มจะระบุค่าโดยประมาณของบริเวณพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร

- หากใช้ดินรับน้ำหนักต้องเลือกกดปุ่ม Soil และเลือกชนิดของดิน

การกำหนดชนิดของการรับน้ำหนักของฐานรากในขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดในเบื้องต้น หากในระหว่างการป้อนข้อมูลฐานรากอาจเปลี่ยนแปลงรายละเอียดการรับน้ำหนักของฐานรากได้ตลอดเวลาระหว่างการป้อนข้อมูลฐานราก



รูปที่ 2.3 หน้าต่างการสร้าง Section Name ของ คาน เสา และการกำหนดลักษณะเบื้องต้นของฐานราก

2.3 การกำหนดเส้น Grid ERCM analyze จะอ้างอิงตำแหน่งชิ้นส่วนต่าง ๆ ด้วย Node (แต่ละ Node จะเกิดจากการตัดกันของ Grid X และ Grid Z บนระนาบ Y ดังนั้น พิกัดประจำตัวแต่ละ Node จะมีค่าตาม Grid X และ Grid Y ที่ตัดกัน) และค่า Y จะต้องกำหนดระนาบ Y เสมอ จากนั้นจึงกำหนดค่า Grid X และ Grid Z เพื่อให้ตัดกันเกิด Node จนครอบคลุม Plan โครงสร้างที่ต้องการวิเคราะห์ ดังนั้นทุก Node ที่เกิดขึ้นจะมีค่าพิกัด X,Y,Z

การป้อนข้อมูลโครงสร้างทุกชนิดตั้งแต่

- ตำแหน่งของฐานราก
- ตำแหน่งเสา จุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุดความยาว เสา
- จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของ คาน
- จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของ Line Load
- ตำแหน่งมุมของพื้น
- ตำแหน่งมุมบันได
- ตำแหน่ง Point Load

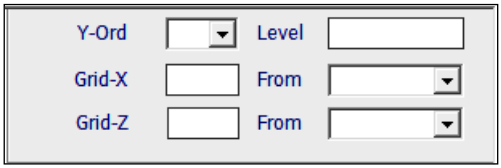
จะต้องเกิดขึ้นที่ Node เท่านั้น

การป้อนค่า Grid สามารถทำได้ด้วยการเลือกคำสั่ง Edit →Place→Grid หรือ กดปุ่มของ Grid ที่ปุ่มคำสั่งลัด เมื่อโปรแกรมรับคำสั่งแล้วจะปรากฏข้อความว่า Place Grid ขึ้นที่ช่อง Edit Mode และปรากฏกรอบข้อความช่วยการป้อนข้อมูล Grid ที่มุมขวาของจอภาพ การป้อนข้อมูลจะทำได้ 2 วิธี คือ

2.3.1 การป้อนข้อมูลด้วยการกรอกตัวเลขในกรอบข้อความตามลำดับ ดังนี้

2.3.1.1 กำหนดค่าระนาบ Y (Plane Y) ในโครงสร้างอาคารจะต้องมีหลายระนาบในลักษณะของค่าระดับของพื้นในแต่ละชั้น ค่าระดับของชานพักบันได ค่าระดับของฐานราก ค่าระดับของคาน อะเส เป็นต้น ซึ่งค่าระดับเหล่านี้ต้องกำหนดค่าระดับ Y ในแต่ละระนาบด้วยการป้อนตัวเลขในช่อง Y-Ord. แล้วกดปุ่ม Enter ป้อนค่าตัวเลขระดับแล้วกดปุ่ม Enter ทุกครั้งจนครบทุกระดับชั้น

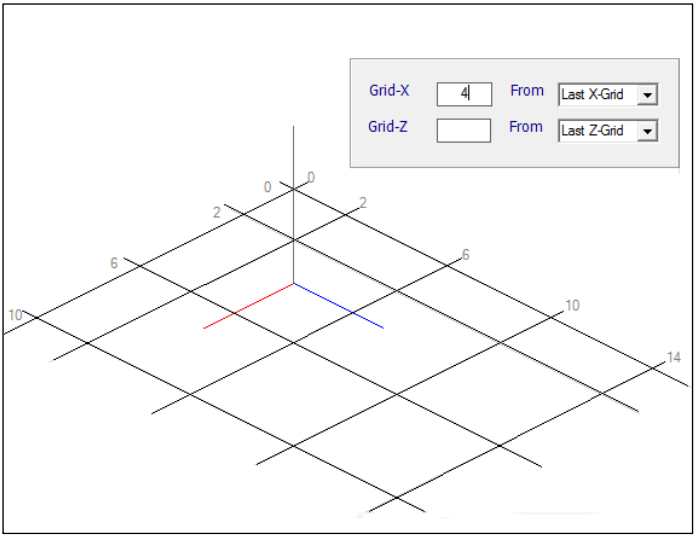
2.3.1.2 การป้อนตัวเลข Grid สามารถป้อนได้ทั้งค่า Grid X และ Grid Z ด้วยการกรอกตัวเลขลงไปในช่อง X-grid หรือ Z-grid แล้วกด Enter โดยค่า Grid ที่ป้อนสามารถเลือกได้ว่าจะเป็นระยะจากไหนใน 3 ลักษณะตามการเลือกจากช่องข้อความถัดไป ได้แก่



รูปที่ 2.4 กรอบช่วยการป้อนข้อมูล Grid

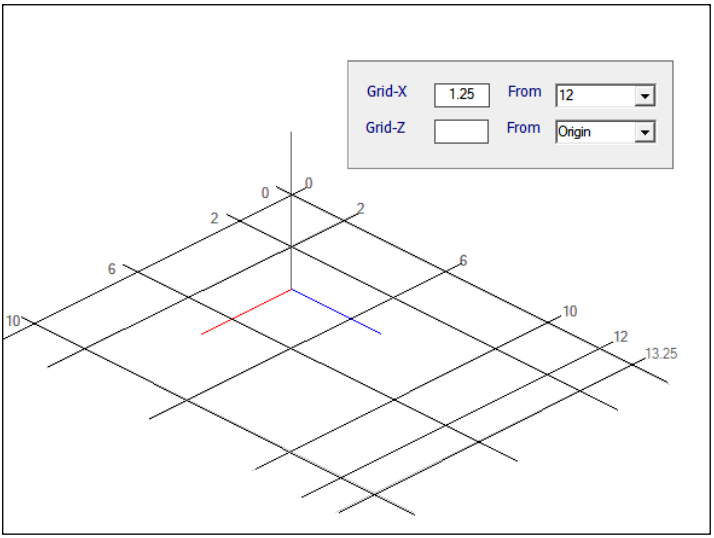
ลักษณะที่ **1** From Origin เป็นการกำหนด Grid เป็นระยะตัวเลขที่ห่างจากจุด Origin ของผัง (ที่ X=0) เช่น ถ้ากรอกตัวเลข “4” ในช่อง X-Grid และกำหนดลักษณะเป็น From Origin จะเป็นการกำหนด Grid ที่ระยะ X=4

ลักษณะที่ 2 From Last Grid เป็นการกำหนดระยะห่างจาก Grid ที่มีค่ามากที่สุด เช่น หากมีการป้อนค่า Grid ไปบ้างแล้ว สมมติว่าค่า Grid ที่มากที่สุดในขณะนั้นเป็น X=16 ถ้าป้อนตัวเลข “4” ในช่อง X-Grid เมื่อกด Enter โปรแกรมจะสร้าง Grid ที่ระยะ X= 4+16 คือ X=20



รูปที่ 2.5 ลักษณะการป้อนค่า Grid ให้เป็น From Last Grid

ลักษณะที่ 3 เป็นการสร้าง Grid ใหม่ ห่างจาก Grid เดิมที่มีอยู่แล้ว เช่น สร้าง Grid ไว้แล้วที่ระยะ 4 8 12 และ 16 แล้ว หากต้องการป้อนค่า Grid ที่ระยะ 1.25 จากค่า Grid 12 ต้องป้อนตัวเลข 1.25 โดยเลือกค่าในช่องข้อความหลังให้เป็น 12

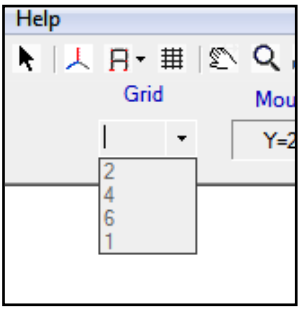


รูปที่ 2.6 ลักษณะการป้อนค่า Grid ให้เป็น From **12**

การป้อนค่า Grid ทั้ง X และ Z สามารถป้อนได้ในคราวเดียวกัน เพียงแต่ต้องป้อนตัวเลขให้ถูกช่องและกำหนดลักษณะการป้อนให้ตรงตามที่ต้องการ

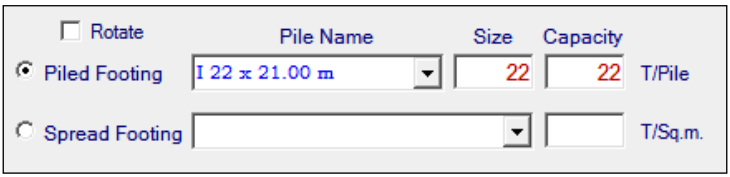
2.3.2 การป้อนค่า Grid ด้วย เมาส์ ทำได้ด้วยการเคลื่อนที่เมาส์ไปตามแกน X เมื่อต้องการป้อนค่า Grid X หรือไปตามแกน Z เมื่อต้องการป้อนค่า Grid Z (ภาพของเส้นแกนอาจสั้นไป จะต้องประมาณเองในระหว่างการเคลื่อนที่เมาส์) แล้วอ่านค่าตำแหน่งพิกัด X และ Z จากช่อง Mouse Location เมื่อได้ค่าที่ต้องการจึงคลิกเมาส์ การป้อนข้อมูล Grid สามารถป้อนข้อมูลทั้ง Grid X และ Grid Z ได้ในคราวเดียวกัน

2.3.3 การเรียกให้แสดงภาพระนาบ Grid Y การแสดงภาพของ Grid จะแสดงภาพเพียงระนาบเดียวเพื่อไม่ให้เกิดความสับสน การเรียกระนาบ Grid เป็นระนาบที่ค่า Grid Y ได้ด้วยการกดเลือกค่าในกล่องข้อความ Grid



รูปที่ 2.7 กล่องข้อความ **Grid** ที่จะเลือกให้แสดง **Grid** ที่ระนาบ **Y**

2.4 การป้อนข้อมูลฐานราก สามารถทำได้ด้วยคำสั่ง Edit →Place→Footing หรือกดปุ่ม **F** เมื่อโปรแกรมรับคำสั่งแล้วจะปรากฏข้อความว่า “Place Footing” ขึ้นที่ช่อง Edit Mode หมายความว่า ขณะนี้โปรแกรมกำลังรับการป้อนข้อมูลตำแหน่งของ ฐานรากและปรากฏกรอบข้อความที่มุมขวาบน (หรือมุมซ้ายบน) ของหน้าต่างโปรแกรมเพื่อกำหนดชนิดและรายละเอียดของฐานราก โดยรายละเอียดของ Default Footing ตาม **ข้อ 2.2** (ข้อย่อยที่ 7) จะปรากฏขึ้นมาในกรอบข้อความ



รูปที่ 2.8 กรอบรายละเอียดฐานราก (Footing) ที่ปรากฏมุมขวาบน (หรือมุมซ้ายบน) ของหน้าต่างโปรแกรม

จะต้องกำหนดชนิดของฐานรากว่าเป็นฐานรากที่ใช้เสาเข็ม (Pile Footing) หรือ ฐานรากแผ่ (Spread Footing)

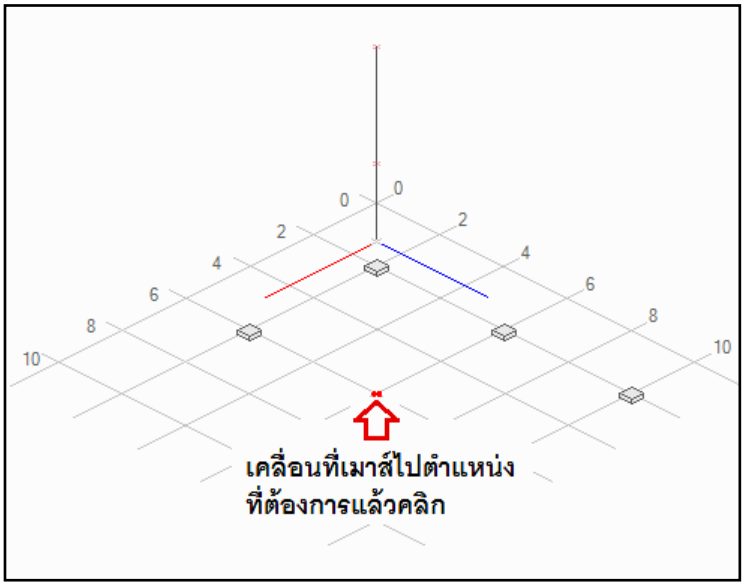
หากกำหนดเป็นฐานรากที่ใช้เสาเข็ม (Pile Footing) ต้องเลือกชื่อเสาเข็มในช่องเลือกชื่อ Pile Name จะปรากฏขนาดเป็น ซม. (Size) และกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็ม (Capacity) มีหน่วยเป็น T/Pile เบื้องต้นของพื้นที่ กทม. ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนแปลงหรือกำหนดชื่อ (Pile Name) ขนาด (Size) และกำลังรับน้ำหนักเสาเข็ม (Capacity) ใหม่เองได้

หากกำหนดเป็นฐานรากที่ใช้ฐานรากแผ่ (Spread Footing) ต้องเลือกชื่อของดินที่ใช้รับน้ำหนัก โดยกำหนดชนิดของดินไว้ 3 ชนิด คือ ดินอ่อน (Clay) ดินปานกลาง (Medium) และดินแข็ง (Hard) เมื่อเลือกชื่อดินแล้วจะปรากฏกำลังรับน้ำหนักของดิน (Capacity) มีหน่วยเป็น T/Sq.m. ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนแปลงหรือกำหนดชื่อดินและกำลังรับน้ำหนักของดิน (Capacity) ใหม่เองได้

การเลือก Rotate ในกรอบรายละเอียด

- หากไม่เลือก Rotate จะมีความหมายว่า ในขั้นตอนวิเคราะห์หาผลลัพธ์ขนาดของฐานราก หากได้ขนาดฐานรากเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ด้านกว้างของฐานรากจะอยู่ในแกนพิกัด X และด้านยาวจะอยู่ในแนวพิกัด Z
- หากเลือก Rotate จะมีความหมายว่า ในขั้นตอนวิเคราะห์หาผลลัพธ์ขนาดของฐานราก หากได้ขนาดฐานรากเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ด้านกว้างของฐานรากจะอยู่ในแกนพิกัด Z และด้านยาวจะอยู่ในแนวพิกัด X คือ การบังคับให้โปรแกรมหมุนฐานรากไป 90 องศาจากผลลัพธ์ปกติ

การวางตำแหน่งฐานรากในผังโครงสร้างทำได้ง่าย ๆ ด้วยการเคลื่อนที่เมาส์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ คือ Node หรือจุดตัดกันของ Grid-X และ Grid-Z บนระนาบ Y แล้วจึงคลิกเมาส์ เป็นการป้อนข้อมูลตำแหน่งฐานรากโดยชนิดและการกำหนดขนาดของเสาเข็มหรือชนิดของดินให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในกรอบรายละเอียดที่กล่าวแล้วข้างต้น ตำแหน่งพิกัดเป็นไปตามตำแหน่งที่คลิกเมาส์บนระนาบ Y ที่แสดงขณะนั้น

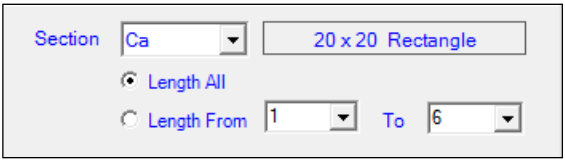


รูปที่ 2.9 การใช้เมาส์เคลื่อนที่ไปยัง Node ที่ต้องการแล้วคลิกเมาส์เพื่อป้อนข้อมูลเสา

2.5 การป้อนข้อมูลเสา สามารถทำได้ด้วยคำสั่ง Edit →Place → Column หรือ กดปุ่ม C เมื่อโปรแกรมรับคำสั่งแล้วจะปรากฏข้อความว่า “Place Column” ขึ้นที่ช่อง Edit Mode หมายความว่า ขณะนี้โปรแกรมกำลังรับการป้อนข้อมูลตำแหน่งของ เสา และปรากฏกรอบข้อความที่มุมขวาบนของหน้าต่างโปรแกรมเพื่อให้เลือกชื่อเสา (Column Name) ที่ได้ตั้งชื่อไว้ก่อนแล้วในขั้นตอนการป้อนชื่อและรายละเอียดหน้าตัดคานและเสาและกำหนดความยาวโดยมี 2 ทางเลือก คือ

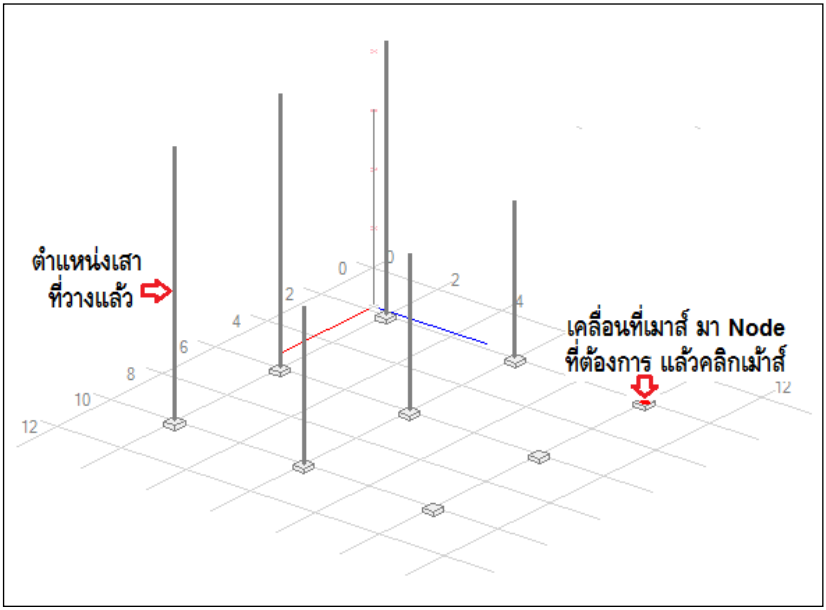
- Length All กำหนดความยาวตั้งแต่ค่า Y ของระนาบต่ำสุดจนถึง ค่า Y ของระนาบสูงสุด

- Length From....To.... คือ การกำหนดความยาวของเสาตั้งแต่ค่าในช่วงของระนาบ Y ที่ต้องการ โดยจะต้องเลือกค่า Y เริ่มต้นจนถึงค่า Y ที่สิ้นสุดความยาวของเสาก่อนวางตำแหน่ง



รูปที่ 2.10 กรอบการเลือกชื่อเสา (Column Name) ที่ปรากฏมุมขวาของหน้าต่างโปรแกรม

การวางตำแหน่งเสาในผังโครงสร้างทำได้ง่าย ๆ ด้วยการเคลื่อนที่เมาส์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ คือ Node หรือจุดตัดกันของ Grid-X และ Grid-Z แล้วจึงคลิกเมาส์เป็นการป้อนข้อมูลเสา โดยขนาดเสาจะเป็นชื่อเสา (Column Name) และมีตำแหน่งพิกัดเป็นไปตามตำแหน่งที่คลิกเมาส์



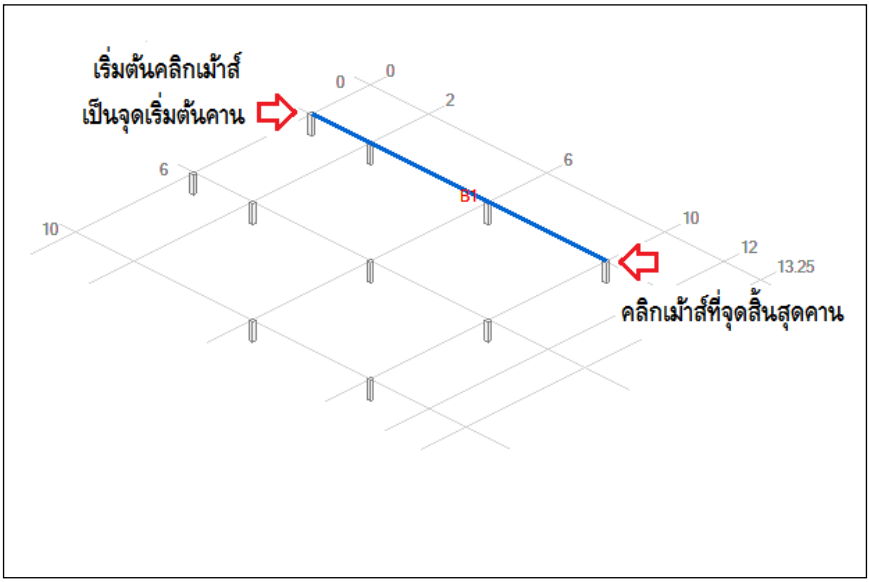
รูปที่ 2.11 การใช้เมาส์เคลื่อนที่ไปยัง **Node** ที่ต้องการแล้วคลิกเมาส์เพื่อป้อนข้อมูลเสา

ระหว่างการป้อนข้อมูลเสาสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดเสาได้ตลอดเวลา ทุกครั้งที่คลิกเมาส์เพื่อวางตำแหน่งเสาโปรแกรมจะอ่านตัวเลข **X-Size** และ **Y-Size** เพื่อกำหนดให้เป็นขนาดของเสาที่กำลังวาง ดังนั้นในการป้อนข้อมูลโครงสร้างการกำหนดขนาดของเสาจะต้องกำหนดก่อนวางเสมอ การป้อนข้อมูลเสาควรกระทำให้ครบจำนวนหรือส่วนใหญ่ให้เสร็จสิ้นก่อนค่อยวางตำแหน่งคานเป็นลำดับถัดไป

2.6 การวางคานในผังโครงสร้าง ใช้คำสั่ง Edit →Place → Beam หรือกดปุ่ม B เมื่อโปรแกรมรับคำสั่งแล้วจะปรากฏข้อความว่า “Place Beam” ขึ้นที่ช่อง Mouse Duty หมายความว่า ขณะนี้โปรแกรมกำลังรับการป้อนข้อมูลคาน และปรากฏกรอบข้อความที่มุมขวาบนของหน้าต่างโปรแกรมเพื่อเลือกคานก่อนวางตำแหน่งคาน

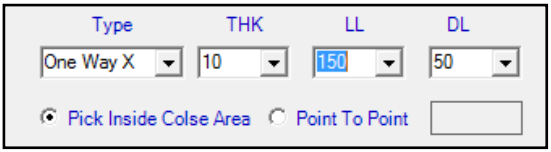
รูปที่ 2.12 กรอบของกลุ่มช่องรับข้อความเพื่อเลือกชื่อคานที่ปรากฏมุมขวาบน เมื่อเรียกคำสั่ง Place Beam

การวางตำแหน่งคานจะใช้วิธีการลากเส้นแนวคานด้วยการเคลื่อนที่เมาส์ไปจุดเริ่มต้นแล้วคลิกปุ่มซ้ายของเมาส์โดยไม่ต้องกดค้าง จากนั้นเคลื่อนที่เมาส์ไปยังจุดสิ้นสุดของคานแล้วคลิกปุ่มซ้ายของเมาส์อีกครั้ง โปรแกรมจะทำการวาดรูปคานให้ทันที ข้อมูลรายละเอียดของคานตัวนั้นจะถูกบันทึกไว้ภายในหน่วยความจำ



รูปที่ 2.13 ขั้นตอนการวางคาน

2.7 การวางแผ่นพื้นในแปลนโครงสร้าง ใช้คำสั่ง Edit →Place →Slab หรือกดปุ่ม S เมื่อโปรแกรมรับคำสั่งแล้วจะปรากฏข้อความว่า “Place Slab” ขึ้นที่ช่อง Edit Mode หมายความว่า ขณะนี้โปรแกรมกำลังรับการป้อนข้อมูลแผ่นพื้น และปรากฏกรอบข้อความที่มุมขวาบนของหน้าต่างโปรแกรมเพื่อให้กำหนดรายละเอียดก่อนวางตำแหน่งแผ่นพื้น



รูปที่ 2.14 กรอบของกลุ่มช่องรับข้อความสำหรับการป้อนข้อมูลแผ่นพื้นที่ปรากฏมุมขวาบน เมื่อเรียกคำสั่ง Place Slab

2.7.1 การกำหนดประเภทแผ่นพื้นก่อนวางแผ่นพื้นในผังโครงสร้างจะต้องเลือกประเภทแผ่นพื้นในช่องรับข้อความ **Slab Type** ก่อน ชนิดของแผ่นพื้นที่สามารถวางในแปลนโครงสร้างมี 3 ชนิด คือ

- แผ่นพื้นทางเดียวทิศทางตามแนวแกน X (One Way X) คือ แผ่นพื้นที่ถ่ายน้ำหนักเพียงทิศทางเดียวตามแนวแกน X-X ส่วนใหญ่จะเป็นแผ่นพื้นสำเร็จรูป (Prefabrication Slab)

- แผ่นพื้นทางเดียวทิศทางตามแนวแกน Z (One Way Z) คือ แผ่นพื้นที่ถ่ายน้ำหนักเพียงทิศทางเดียวตามแนวแกน Z-Z ส่วนมากเป็นแผ่นพื้นสำเร็จรูป

- แผ่นพื้นสองทิศทาง (Two Way) คือ แผ่นพื้น คสล. ชนิดที่เทคอนกรีตในที่ สามารถกำหนดให้พื้นชนิดนี้มีระดับที่แตกต่างกันได้ 3 ระดับ คือ Two way A, Two way B และ Two Way C เนื่องจากระดับพื้นใน Floor เดียวกันหากมีระดับต่างกันมากจะไม่มีความต่อเนื่องทางด้านโครงสร้าง ดังนั้นในการวางแผ่นพื้นโดยทั่วไปจึงควรใช้ Two way A เป็นลำดับแรก หากจะต้องวางแผ่นพื้นที่มีระดับต่างจาก Two Way A จนเกิดความไม่ต่อเนื่องทางโครงสร้างแล้วอาจไปใช้ Two way B เป็นลำดับต่อไป และหากมีแผ่นพื้นที่มีระดับต่างไป

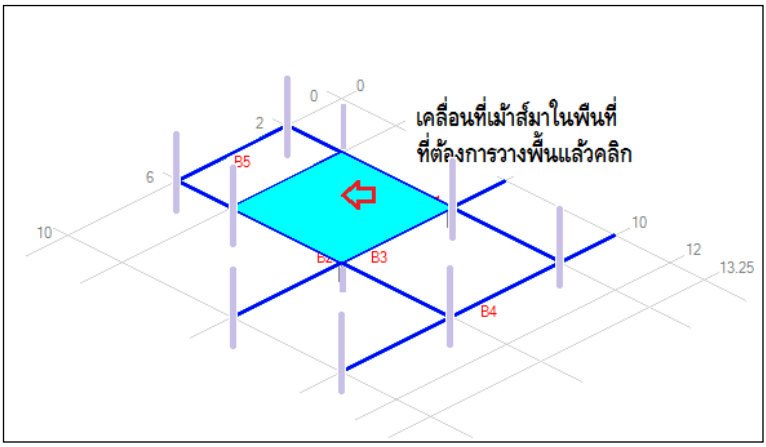
อีกให้ใช้ Two way C อย่างไรก็ตามความแตกต่างค่าระดับของแผ่นพื้นที่กำหนดไว้เป็น 3 ระดับนั้นเป็นเพียงการกำหนดเพื่อให้โปรแกรมตรวจสอบความต่อเนื่องของแผ่นพื้นได้อย่างถูกต้องเท่านั้น

2.7.2 การกำหนดค่า Depth, Extra DL และ LL หมายถึง การกำหนดความหนาของแผ่นพื้น (D) น้ำหนักบรรทุกคงที่พิเศษ (Extra DL) นอกเหนือจากน้ำหนักตัวเองของแผ่นพื้นที่โปรแกรมจนหนา น้ำหนักคงที่พิเศษเหล่านี้ ได้แก่ น้ำหนักวัสดุพื้นผิวหรืออื่น ๆ เป็นต้น และน้ำหนักบรรทุกจร (LL) จะต้องกำหนดเป็นตัวเลขในช่องรับข้อความตามลำดับ ในกรณีที่ต้องการให้รายละเอียดเหล่านี้เป็นไปตามค่า Default ให้เลือกกาเครื่องหมายถูกที่ช่อง Default Size

ค่า Depth, Extra DL และ LL จะเป็นไปตามขนาดหน้าตัดที่กำหนดไว้ในหน้าต่าง Default Section

2.7.3 การเลือกวิธีวางแผ่นพื้นในผังโครงสร้าง หลังจากกำหนดค่าต่าง ๆ ตามข้อ 2.7.1 และ 2.7.2 แล้วจะเลือกวิธีวางแผ่นพื้นได้ 2 วิธี โดยการเลือกวิธีในกรอบข้อความที่มุมขวาบน ได้แก่

- Pick Inside Close Area คือ การเคลื่อนที่เมาส์ไปในขอบเขตที่ต้องการวางแผ่นพื้นที่ล้อมรอบด้วยคานทุกด้านแล้วคลิกเมาส์ เป็นการวางแผ่นพื้นด้วยการคลิกเมาส์เพียงครั้งเดียว

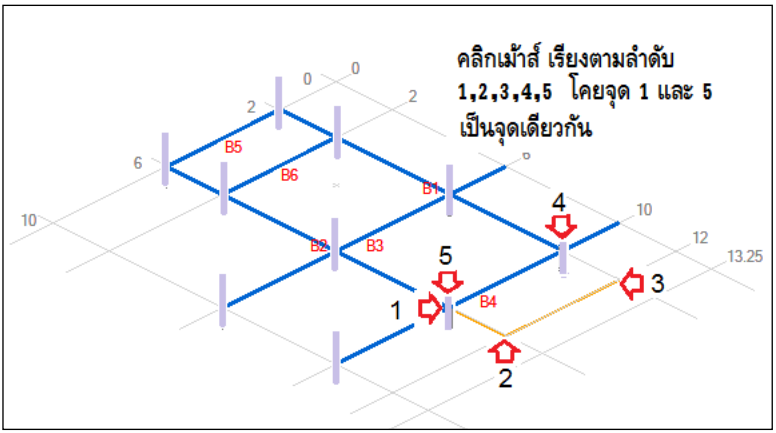


รูปที่ 2.15 ลักษณะการแสดงภาพเพื่อการวางพื้นวิธี Pick Inside Close Area

- Point To Point เคลื่อนที่เมาส์ไปยัง Node ที่เป็นตำแหน่งมุมใดมุมหนึ่งของ Slab แล้วคลิกปุ่มซ้ายของเมาส์แล้วเคลื่อน Mouse ไปยัง Node ที่เป็นตำแหน่งอีกมุมหนึ่งของแผ่นพื้นแล้วคลิกเมาส์ โดยต้องเคลื่อนที่เมาส์แล้วคลิกทุกมุมของแผ่นพื้นครบทุกมุมจนเวียนมาถึงจุดแรกแล้วคลิกเมาส์ครั้งสุดท้าย

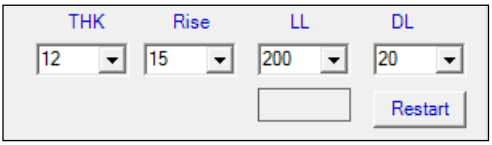
ในระหว่างการกำหนดขอบเขตของแผ่นพื้นด้วยวิธี Point To Point **หากเกิดความสับสนหรือกำหนดจุดผิดให้กดปุ่ม** Restart ในกรอบข้อความเพื่อเป็นการเริ่มต้นการป้อนข้อมูลใหม่

เมื่อวางแผ่นพื้นตามวิธีใดวิธีหนึ่งแล้วโปรแกรมจะระบายสีสร้างรูปเป็นสัญลักษณ์ของ Slab ขึ้นมาโดย Slab นั้นจะมีความหนา (Depth) Extra Dead Load และ Live Load ตามที่กำหนดไว้



รูปที่ 2.16 ลักษณะการแสดงภาพเพื่อการวางพื้นวิธี Point to point

2.8 การป้อนข้อมูลบันได ใช้คำสั่ง Edit →Place →Stair หรือกดปุ่ม St เมื่อโปรแกรมรับคำสั่งแล้วจะปรากฏข้อความว่า “Place Stair” ขึ้นที่ช่อง Edit Mode หมายความว่า ขณะนี้ โปรแกรมกำลังรับการป้อนข้อมูลแผ่นพื้น และปรากฏกรอบข้อความที่มุมขวาบนของหน้าต่างโปรแกรมเพื่อให้กำหนดรายละเอียดก่อนวางตำแหน่งแผ่นพื้น



รูปที่ 2.17 กรอบของกลุ่มช่องรับข้อความสำหรับการป้อนข้อมูลบันได ที่ปรากฏมุมขวาบน เมื่อเรียกคำสั่ง Place Stair

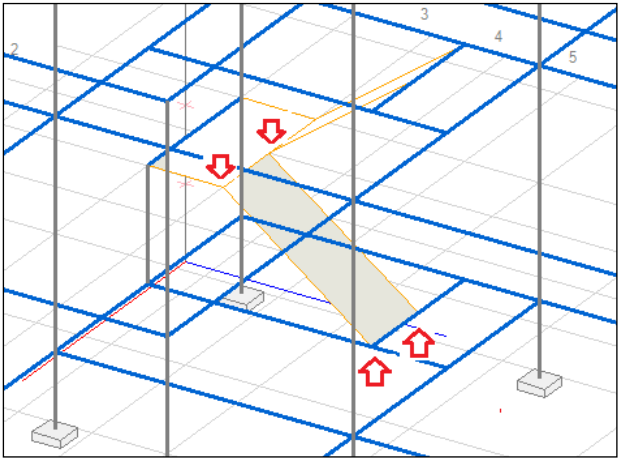
การป้อนข้อมูลบันไดจะต้องป้อนในลักษณะที่คล้ายกับการป้อนข้อมูลแผ่นพื้น ในวิธีการป้อนแบบ Point To Point คือ กำหนดจุดมุมของบันไดด้วยการเคลื่อนที่เมาส์แล้วคลิกตำแหน่งของมุมแผ่นบันไดทีละจุดจนครบทุกมุม โดยแผ่นบันไดจะต้องมีจำนวน 4 มุมเท่านั้น แผ่นบันไดจะมีได้ 2 ลักษณะ คือ

- แผ่นบันไดที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นหรือคานหรือเชื่อมระหว่างแผ่นบันไดด้วยกัน แผ่นบันไดแบบนี้จะเป็นลักษณะที่มี 2 จุด มุมแรกอยู่ในระนาบ Y คนละระนาบ Y กับ 2 จุดมุมหลัง ซึ่งคือแผ่นบันไดทีมีความเอียงลาด จากสูงมาต่ำหรือจากต่ำไปสูง
- แผ่นชานพักบันได ที่ทุกจุดมุมอยู่ในระนาบ Y เดียวกัน

ขั้นตอนการป้อนข้อมูลบันไดจะต้องป้อนข้อมูลบันไดทีละแผ่น ดังนี้

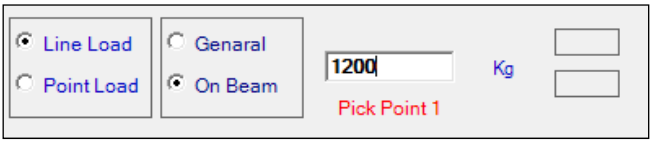
- กำหนดความหนาของแผ่นบันได (หน่วยเป็น ซม.) ในช่อง THK
- กำหนดความสูงของลูกตั้งบันได (หน่วยเป็น ซม.) ในช่อง Rise
- กำหนดการรับน้ำหนักจร (หน่วยเป็น กก/ตร.ม.) ในช่อง LL
- กำหนดการรับน้ำหนักคงที่พิเศษเพิ่มเติม (หน่วยเป็น กก./ตร.ม.) ในช่อง DL
- ตรวจสอบ Grid Line ทั้งหมดก่อนว่าจะมี Node (จุดตัดระหว่าง Grid X และ Grid Z) ครบถ้วนทุกมุมของแผ่นบันได หากไม่ครบจะต้องเพิ่ม Grid X และ Grid Z ให้ครบถ้วน

- ตรวจสอบว่าระนาบของ Y ครบถ้วนทุกจุดมุมของแผ่นบันได หากไม่ครบจะต้องเพิ่มระนาบ Y ให้ครบถ้วน
- กำหนดจุดมุมบันไดทีละจุดจนครบ 4 จุด ด้วยการเคลื่อนที่เมาส์ไปยังตำแหน่งระนาบ Y ที่ต้องการแล้วคลิกโดยสังเกตกากบาทสีแดงที่เกิดขึ้นเมื่อเคลื่อนที่เมาส์ไปตำแหน่งที่มีจุดตัดของ Grid X และ Grid Z หากคลิกเมาส์ในขณะที่ปรากฏกากบาทสีแดง จะเป็นการป้อนข้อมูลจุดมุมของแผ่นพื้น
- เมื่อป้อนข้อมูล 2 จุดมุมแรกแล้ว หากต้องเปลี่ยนค่าระนาบ Y ให้เปลี่ยนการแสดงภาพของ Grid ในระนาบ Y ใหม่ที่ต้องการ ตามวิธีการเรียกการแสดงระนาบ Y ตาม ข้อ 2.3.3
- ในกรณีของชานพักบันได ให้เคลื่อนที่เมาส์ไปกำหนดจุดมุมทั้ง 4 มุมได้ในระนาบ Y เพียงระนาบเดียว
- ในระหว่างการป้อนข้อมูล หากมีเหตุที่จะต้องเริ่มต้นป้อนข้อมูลใหม่จากการคลิกตำแหน่งจุดมุมผิดพลาด ให้กดปุ่ม Restart ในกรอบป้อนข้อมูลเพื่อเป็นการเริ่มต้นการป้อนข้อมูลใหม่



รูปที่ 2.18 ภาพที่ปรากฏหลังจากการป้อนข้อมูลแผ่นบันไดด้วยการเคลื่อนที่เมาส์แล้วคลิกทีละจุดมุมจนครบ 4 ครั้ง

2.9 การป้อนค่าแรงกระทำ Line Load ใช้คำสั่ง Edit →Place →Load หรือ ปุ่มสำหรับวางแรงหรือน้ำหนักต่าง ๆ ทั้งแรงกระทำเป็นจุด (Point Load) หรือ น้ำหนักแผ่กระจาย (Line Load) ที่กระทำต่อโครงสร้าง (พื้น คาน และเสา) เช่น น้ำหนักจาก กำแพง ผนัง บันได เป็นต้น จะปรากฏข้อความว่า "Place Load" ขึ้นในช่อง Edit Mode และกรอบข้อความเพื่อระบุรายละเอียดน้ำหนักกระทำขึ้นที่มุมขวาบนของจอภาพ



รูปที่ 2.19 กรอบของกลุ่มช่องรับข้อความสำหรับ การป้อนข้อมูลที่ปรากฏมุมขวาบน เมื่อเรียกคำสั่ง Place Load

ก่อนการเคลื่อนที่เมาส์ไปวางน้ำหนักกระทำในผังโครงสร้าง จะต้องระบุรายละเอียดหรือตรวจสอบค่าต่าง ๆ ในกรอบข้อความให้ถูกต้องตามความต้องการมีรายละเอียด ดังนี้

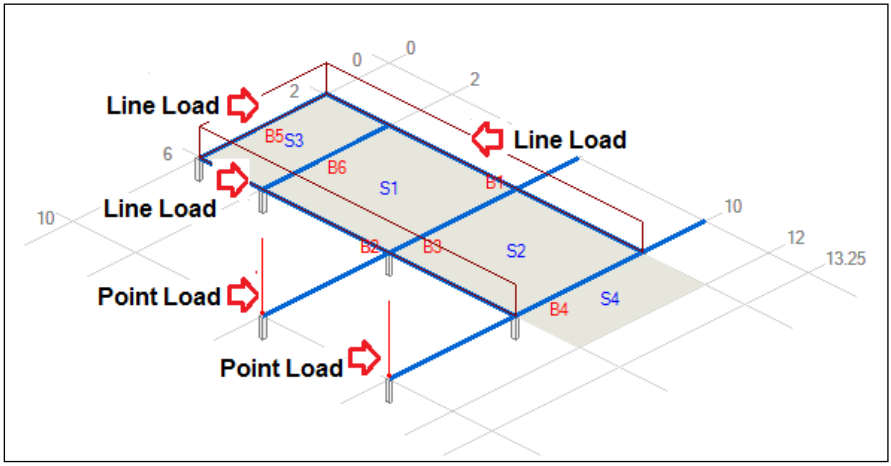
- ป้อนตัวเลขแรงกระทำในช่องรับข้อความ
- เลือกชนิดของแรงกระทำ Line Load หรือ Point Load
- เลือกแนวหรือตำแหน่งการวางแรง General หรือ On Beam ซึ่งความหมายของทางเลือก General หมายถึง จะวางแรงกระทำที่ใดในโครงสร้างได้แม้จะเป็นการวางน้ำหนักบนพื้น ส่วนทางเลือก On Beam หมายถึง กำหนดให้การคลิกเมาส์เพื่อวางตำแหน่งจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของ Line Load หรือจุดตำแหน่งของ Point Load สามารถคลิกได้บนแนวคานหรือตำแหน่งของเสาได้เท่านั้น เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการป้อนข้อมูล

การวางตำแหน่งจุดเริ่มต้นหรือสิ้นสุดของ Line Load และตำแหน่งของ Point Load สามารถวางได้บน Node (จุดตัด Grid-x, Grid-z) เท่านั้นและเป็นไปตามทางเลือก General หรือ On Beam ที่เลือกเอาไว้

การวางตำแหน่ง Line Load จะต้องเคลื่อนที่เมาส์ไปยัง 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

การป้อนข้อมูลแรงกระทำสามารถทำต่อเนื่องได้และสามารถเปลี่ยนแปลงรายละเอียดใด ๆ เช่น เปลี่ยนตัวเลขน้ำหนักหรือเปลี่ยนทางเลือก Point Load / Line Load หรือ ทางเลือก General / On Beam ก่อนการวางตำแหน่งแรงกระทำได้ตลอดเวลาที่ป้อนข้อมูล



รูปที่ 2.20 ลักษณะการแสดงภาพ Line Load และ Point Load

3. แก้ไขข้อมูลใน **ERCM** analyze

การป้อนข้อมูลโครงสร้างในการทำงานจริง จะต้องมีการแก้ไขข้อมูลอยู่เสมอหลายประการ เช่น การปรับเปลี่ยนการรับน้ำหนักเพื่อทดสอบโครงสร้าง การเพิ่มขนาดหน้าตัดคานในบาง Span เนื่องจากหน้าตัดไม่พอเพียง หรืออาจจะเนื่องมาจากเหตุผลทางด้านสถาปัตยกรรม หรือความเหมาะสมอื่นใดก็ตาม **ERCM analyze** จึงเตรียมคำสั่งในการแก้ไขข้อมูลของโครงสร้างไว้เพื่อความสะดวกและไม่สับสนกับข้อมูลเดิมของโครงสร้างต่าง ๆ ที่ได้ป้อนหรือแก้ไขไปบ้างแล้ว คำสั่งการแก้ไขข้อมูลของ **ERCM analyze** มีดังนี้

- **การลบข้อมูลที่ป้อนครั้งสุดท้าย และการเรียกข้อมูลกลับมาด้วยคำสั่ง Undo/Redo**
- **การลบองค์ประกอบของโครงสร้างด้วยคำสั่ง Remove**
- **การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ หรือค่าต่าง ๆ ขององค์ประกอบโครงสร้าง**

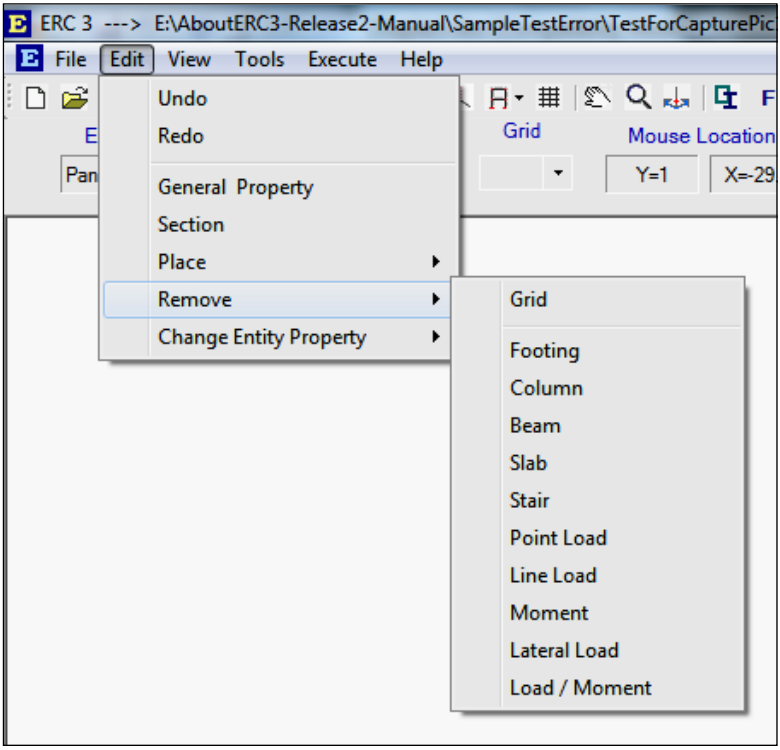
การแก้ไขข้อมูลโครงสร้างจะต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพราะอาจจะทำให้ความสมเหตุสมผลหรือตรรกะ (Logic) ของโครงสร้างผิดพลาดเป็นเหตุให้ไม่สามารถวิเคราะห์โครงสร้างหรือวิเคราะห์โครงสร้างผิดพลาดได้ โดยเฉพาะการลบข้อมูล เสา คาน และการเปลี่ยนแปลงความยาวคาน ทั้งนี้เนื่องจากในขั้นตอนการป้อนข้อมูลโครงสร้าง โปรแกรมจะทำการตรวจจับการป้อนข้อมูลที่ผิดจาก

ตรรกะของโครงสร้างให้ แต่ในขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลเพื่อความสะดวกในการทำงานโปรแกรมอาจจะไม่ตรวจสอบตรรกะของโครงสร้าง

การบันทึกข้อมูลเป็นระยะหรือการทำสำเนาข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นในการ**รักษาความปลอดภัยของข้อมูล** จึงควรทำอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาที่ใช้งานโปรแกรม

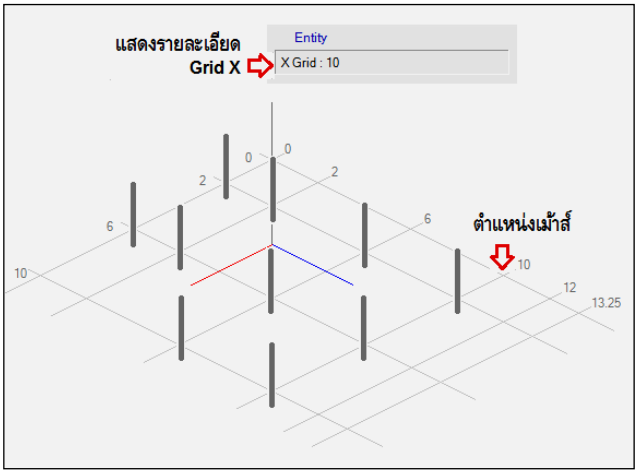
3.1 การแก้ไขข้อมูลที่ป้อนผิด ด้วยคำสั่ง Undo และ Redo เป็นการแก้ไขการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดในลักษณะเดินหน้าและถอยหลัง ในกรณีที่ผู้ใช้ทราบถึงความผิดพลาดในทันทีที่ป้อนข้อมูลผิด การแก้ไขอย่างง่ายที่สุดด้วยการกดปุ่ม หรือเลือกคำสั่ง Edit→Undo โปรแกรมจะถอยหลังการป้อนข้อมูลไปให้ **1 Step** ทันที เสมือนหนึ่งผู้ใช้ไม่ได้ป้อนข้อมูลนั้นมาก่อนเลยและกรณีเช่นเดียวกัน ผู้ใช้สามารถเรียกข้อมูลที่ Undo นั้นมาด้วยคำสั่ง Redo คือการกดปุ่ม หรือเลือกคำสั่ง Edit→ Redo ได้เช่นกัน การใช้คำสั่ง Undo/Redo ถึงแม้จะสามารถถอยหลังได้จนถึง Step แรกของการป้อนข้อมูลและเดินหน้าได้จนถึง Step ล่าสุดของการป้อนข้อมูล แต่ก็ต้องใช้งานด้วยความระมัดระวังและต้องคอยดูภาพโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงไปทุก Step ด้วย

3.2 การลบข้อมูลโครงสร้างต่าง ๆ เราสามารถลบข้อมูลโครงสร้างทุกชนิดที่ปรากฏในผังออกไปได้ด้วยคำสั่งหลัก คือ Edit →Remove แล้วเลือกชนิดของข้อมูลที่ต้องการ ได้แก่ Grid, Footing Column, Beam, Slab, Stair, Line Load และ Point Load โดยสามารถสังเกตข้อความที่ช่อง Edit Mode จะแสดงให้ทราบว่าขณะนั้นเป็นการลบข้อมูลโครงสร้างใด ก่อนการลบข้อมูลต่าง ๆ จะต้องเรียกระนาบ Y ที่ชิ้นส่วนของโครงสร้างนั้นอาศัยอยู่ การลบข้อมูลหรือชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบของโครงสร้างตามที่กล่าวมาจะทำได้ ดังนี้



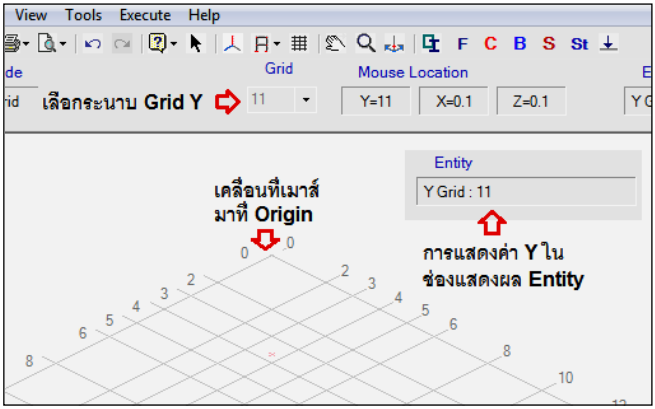
รูปที่ 3.1 คำสั่ง Remove ส่วนต่าง ๆ ในผังโครงสร้าง

3.2.1 การลบข้อมูล Grid ใช้คำสั่ง Edit →Remove→Grid จะมีข้อความ Remove Grid ที่ช่องข้อความ Edit Mode จากนั้นเคลื่อนที่เมาส์ไปทับเส้น Grid X ตามแนวแกน X หรือเส้น Grid Z ตามแนวแกน Z ที่ต้องการลบจะปรากฏรายละเอียดของ Grid ในช่องข้อความ Entity แล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมจะลบเส้น Grid เส้นนั้นออกไปจากทุกระนาบ Y



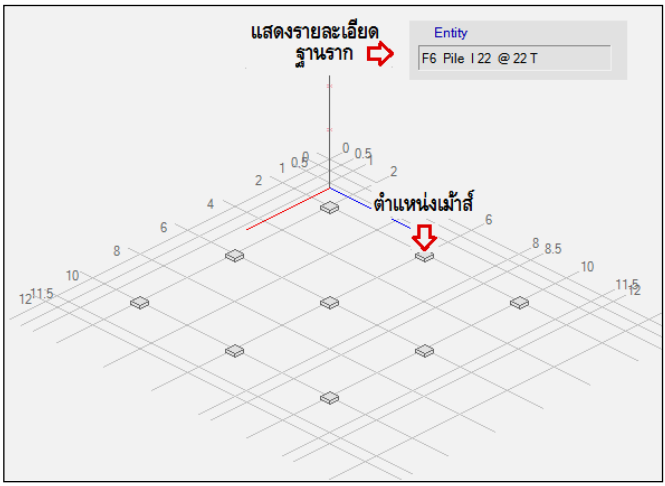
รูปที่ 3.2 แสดงการลบ Grid ออกจากผังโครงสร้าง

ในกรณีที่ต้องการลบ Grid ทั้งระนาบ Y ออกไป จะทำได้โดยเรียกให้โปรแกรมแสดงระนาบ Grid Y ที่ต้องการลบจากช่องข้อความ Grid แล้วเคลื่อนเมาส์ไปตรงบริเวณแกน Y ที่จุด Origin ของระนาบ Grid Y (ที่บริเวณ X = 0 และ Z = 0) จะปรากฏข้อความ



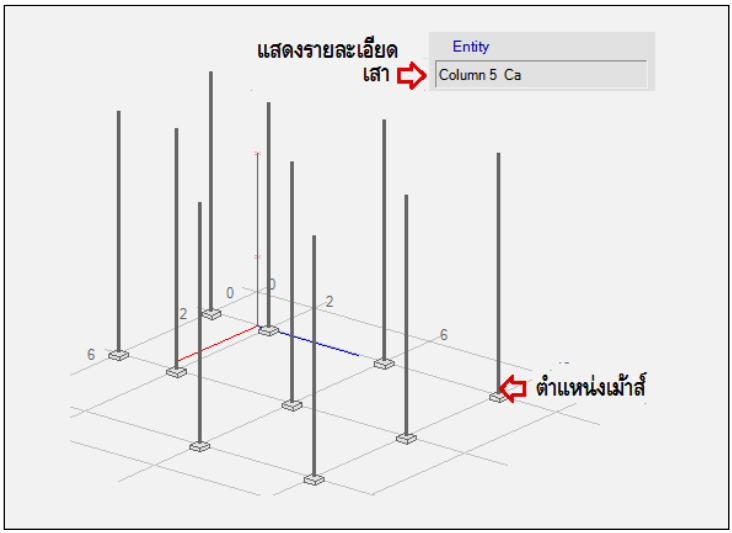
รูปที่ 3.3 แสดงการลบ ระนาบ Grid Y ออกจากผังโครงสร้าง

3.2.2 การลบข้อมูลฐานราก จะต้องเรียกระนาบ Y ที่เป็นระนาบที่อยู่ต้นของฐานรากขึ้นมาก่อน จากนั้นจึงใช้คำสั่ง Edit →Remove→Footing จะมีข้อความ Remove Footing ที่ช่องข้อความ Edit Mode จากนั้นเคลื่อนเมาส์ไปทับตำแหน่งฐานราก จะปรากฏรายละเอียดของฐานรากในช่องข้อความ Entity ที่ต้องการลบแล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมก็จะทำการลบฐานรากนั้นออกไป



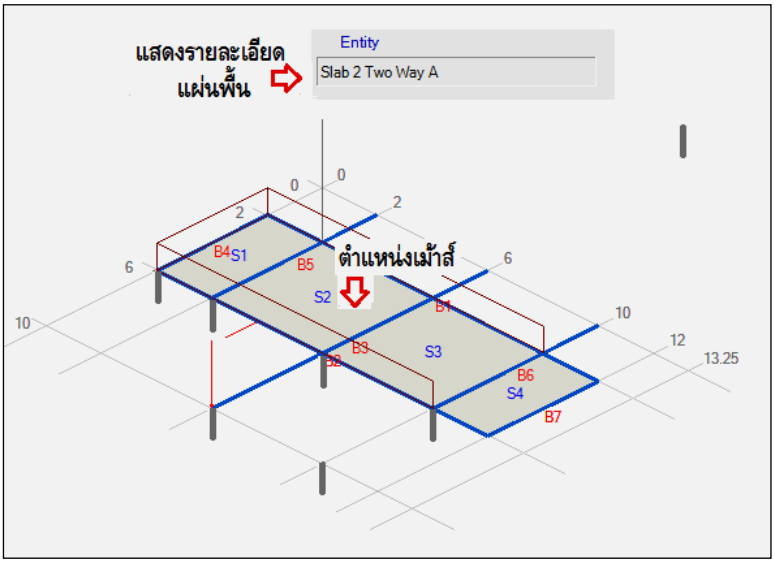
รูปที่ 3.4 แสดงการลบฐานรากออกจากผังโครงสร้าง

3.2.3 การลบข้อมูลเสา จะต้องเรียกระนาบ Y ที่เป็นจุดเริ่มต้นของเสา จากนั้นจึงใช้คำสั่ง Edit→Remove→Column จะมีข้อความ Remove Column ที่ช่องข้อความ Edit Mode จากนั้นเคลื่อนที่เมาส์ไปทับตำแหน่งโคนเสา จะปรากฏรายละเอียดของเสาในช่องข้อความ Entity ที่ต้องการลบแล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมจะทำการลบเสาต้นนั้นออกไป



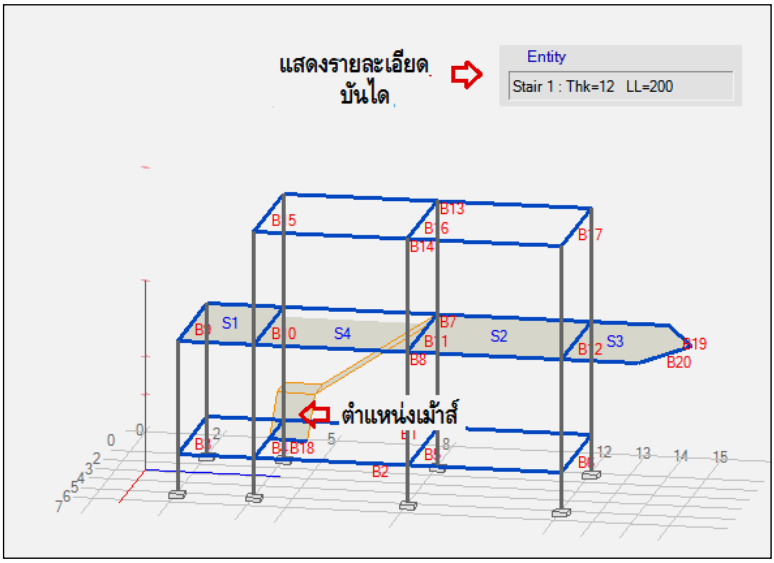
รูปที่ 3.5 แสดงการลบเสาออกจากผังโครงสร้าง

3.2.4 การลบข้อมูลแผ่นพื้น ใช้คำสั่ง Edit →Remove→Slab จะมีข้อความ Remove Slab ที่ช่องข้อความ Edit Mode จากนั้นเคลื่อนที่เมาส์ไปทับตำแหน่งแผ่นพื้นที่ต้องการลบแล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมจะทำการลบแผ่นพื้นชิ้นนั้นออกไป



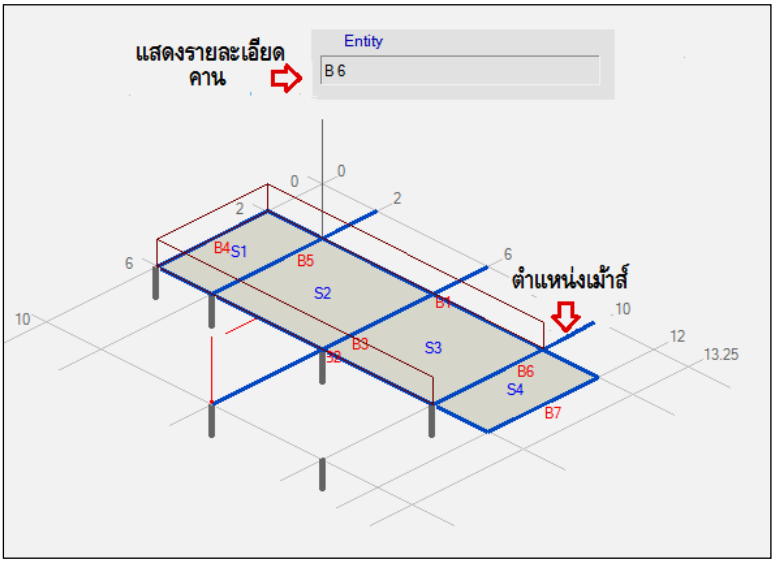
รูปที่ 3.6 แสดงการลบแผ่นพื้นออกจากผังโครงสร้าง

3.2.5 การลบข้อมูลบันได ใช้คำสั่ง Edit→Remove→Stair จะมีข้อความ Remove Stair ที่ช่องข้อความ Edit Mode จากนั้นเคลื่อนที่เมาส์ไปทับตำแหน่งบันไดที่ต้องการลบแล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมจะทำการลบบันไดชิ้นนั้นออกไป



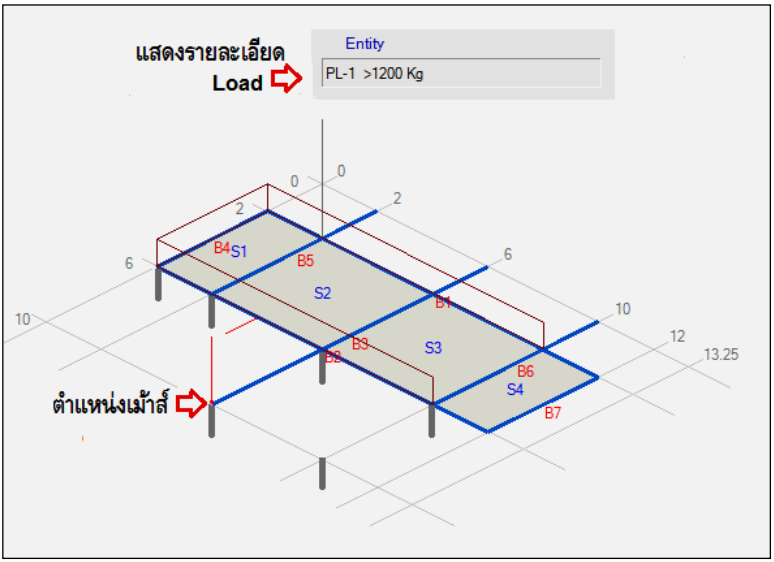
รูปที่ 3.7 แสดงการลบบันไดออกจากผังโครงสร้าง

3.2.6 การลบข้อมูลคาน ใช้คำสั่ง Edit→Remove→Beam จะมีข้อความ Remove Beam ที่ช่องข้อความ Edit Mode จากนั้นเคลื่อนที่เมาส์ไปทับตำแหน่งคานจะปรากฏรายละเอียดของคานในช่องข้อความ Entity ที่ต้องการลบแล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมจะทำการลบคานตัวนั้นออกไป



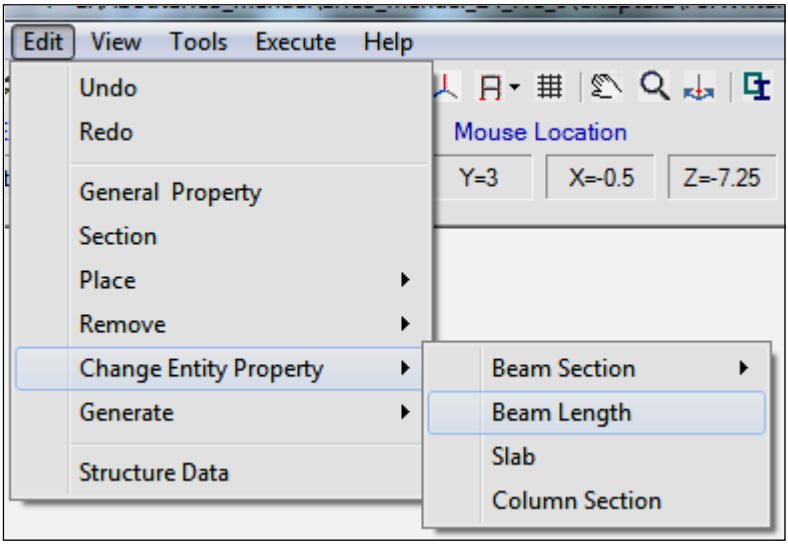
รูปที่ 3.8 แสดงการลบคานออกจากผังโครงสร้าง

3.2.7 การลบข้อมูล Load ใช้คำสั่ง Edit→Remove→Load จะมีข้อความ Remove Load ที่ช่องข้อความ Edit Mode จากนั้นเคลื่อนที่เมาส์ไปทับตำแหน่งของ Line Load หรือ Point Load จะปรากฏรายละเอียดของ Load ในช่องข้อความ Entity ที่ต้องการลบแล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมจะทำการลบ Load นั้นออกไป



รูปที่ 3.9 แสดงการลบ Load ออกจากผังโครงสร้าง

3.3 การแก้ไขปรับปรุงข้อมูลต่าง ๆ ของชิ้นส่วนโครงสร้าง คือ การเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนของโครงสร้าง ได้แก่ การเปลี่ยนชื่อหน้าตัดเสา ชื่อหน้า และความยาวตัดคาน เปลี่ยนชนิด ความหนา และน้ำหนักกระทำ Extra DL และ LL ของพื้น



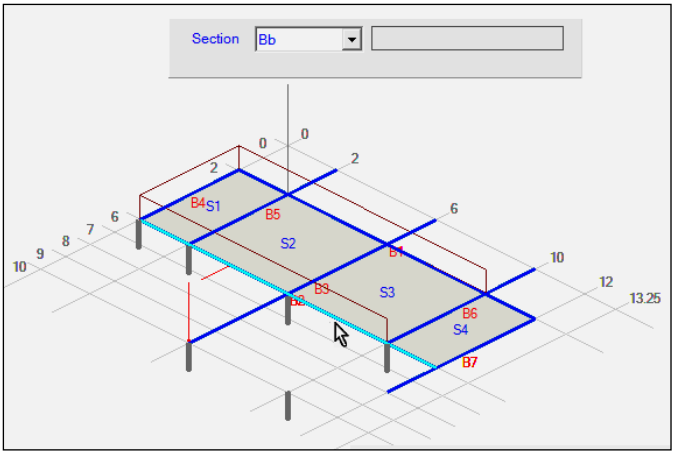
รูปที่ 3.10 การเรียกคำสั่ง Edit Entity Property เพื่อแก้ไขปรับปรุงข้อมูล

3.3.1 การเปลี่ยนชื่อเพื่อแก้ไขขนาดหน้าตัดคาน ในขณะการป้อนข้อมูลคานลงไปในแปลนโครงสร้าง โปรแกรมจะนำขนาดหน้าตัด (Width, Depth) ที่กำหนดตามชื่อหน้าตัดไว้ในกรอบข้อความที่ปรากฏมุมขวาบนของหน้าต่างหลักนำไปใช้เป็นชื่อหน้าตัดของคานทุกครั้งที่ได้วางคานลงไป หากจำเป็นต้องเปลี่ยนขนาดหน้าตัดคานบางช่วงหรือตลอดความยาวคานที่กำหนดไว้ตามชื่อหน้าตัดสามารถทำได้ คือ

3.3.1.1 การแปลงแก้ไขขนาดหน้าตัดทุก Span ของคาน กรณีนี้ใช้คำสั่ง

Edit→Change Entity Property→Beam Section→All Span

จะปรากฏข้อความ **"Edit Beam Section All"** ในช่อง Edit Mode และปรากฏกรอบรับข้อความชื่อหน้าตัดคานที่มุมขวาบน เลือกชื่อหน้าตัดคานในช่องรับข้อมูลที่ต้องการไปแทนที่หน้าตัดเดิมของคานที่ต้องการแล้วเคลื่อนที่เมาส์ไปทับคานในผังโครงสร้างที่ต้องการแล้วคลิกเมาส์ ชื่อหน้าตัดคานที่เลือกไว้จะไปแทนที่คานทุกช่วง



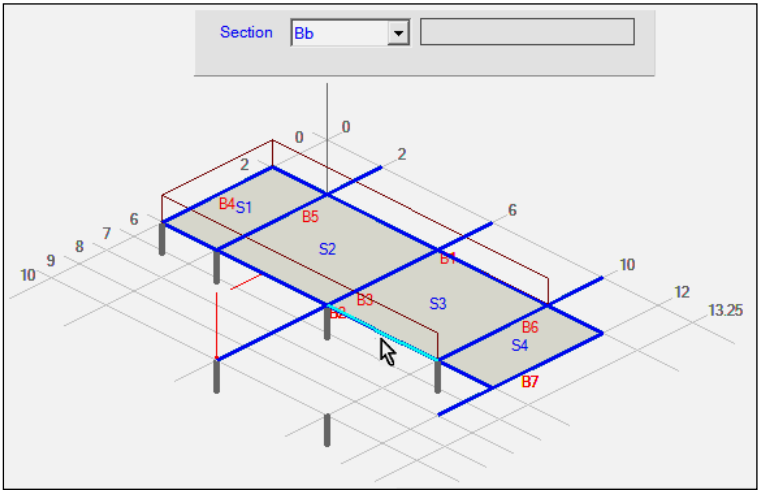
รูปที่ 3.11 การแก้ไขขนาดหน้าตัดตลอดความยาวคาน

3.3.1.2 การแก้ไขขนาดหน้าตัดเฉพาะบางช่วงของคาน

กรณีนี้ใช้คำสั่ง

Edit→Change Entity Property→Beam Section→Selected Span

จะปรากฏข้อความ **"Edit Beam Section"** ในช่อง Edit Mode และปรากฏกรอบรับข้อความชื่อหน้าตัดคานที่มุมขวาบน เลือกชื่อหน้าตัดคานในช่องรับข้อมูลที่ต้องการไปแทนที่หน้าตัดเดิมของคานที่ต้องการ แล้วเคลื่อนที่เมาส์ไปทับช่วงคานในผังโครงสร้างที่ต้องการ แล้วคลิกเมาส์ชื่อหน้าตัดคานที่เลือกไว้จะไปแทนที่คานในช่วงที่ต้องการ



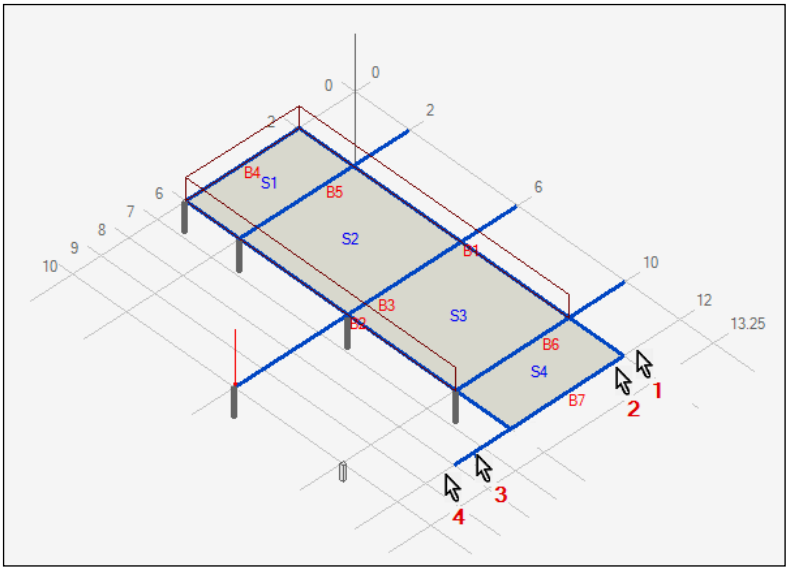
รูปที่ 3.12 การแก้ไขขนาดหน้าตัดบางช่วงคาน

3.3.2 การแก้ไขความยาวของคาน การเปลี่ยนแปลงเพิ่ม ลดความยาวคาน ในกรณีที่ต้องการเพิ่มหรือลดความยาวคานที่ได้วางไว้แล้ว มีขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกคำสั่ง **Edit → Change Entity Property→Beam Length** จะมีข้อความ "Change Beam Length" ปรากฏที่ช่อง Edit Mode

2. เคลื่อนที่เมาส์ไปยังคานที่ต้องการ สังเกตหมายเลขคานที่ปรากฏในช่อง Entity แล้วคลิกเมาส์ ข้อความในช่อง Edit Mode จะเปลี่ยนเป็น Change Beam Length 2 หมายความว่า เป็นขั้นตอนที่ 2 ของคำสั่งนี้

3. เคลื่อนที่เมาส์ไปยังตำแหน่งใดใน 4 ตำแหน่งของคานที่เลือกตามข้อ 2 (สมมติว่าเราได้เลือก B2 ในการเปลี่ยนแปลงความยาว)



รูปที่ 3.13 ตำแหน่งการคลิกเมาส์เพื่อเพิ่มลดความยาวคาน

ตำแหน่งที่ 1 เมื่อคลิกเมาส์ คือ การเพิ่มความยาวของคานที่จุดเริ่มต้น
ตำแหน่งที่ 2 เมื่อคลิกเมาส์ คือ การลดความยาวของคานที่จุดเริ่มต้น
ตำแหน่งที่ 3 เมื่อคลิกเมาส์ คือ การลดความยาวของคานที่ปลายคาน
ตำแหน่งที่ 4 เมื่อคลิกเมาส์ คือ การเพิ่มความยาวของคานที่จุดปลาย

การเปลี่ยนแปลงความยาวจะเพิ่มหรือลดความยาวทีละช่วง Grid การเพิ่มความยาวจะกระทำไม่ได้ถ้าคานนั้นมีจุดเริ่มต้นอยู่ที่เส้น Grid แรก หรือเส้น Grid สุดท้าย การลดความยาวคานจะทำไม่ได้ถ้าคานนั้นยังมีภาระ เช่น มีน้ำหนักบรรทุกอยู่บนตัวเอง หรือมีคานอื่น ๆ หรือมีแผ่นพื้นมาฝาก ซึ่งกรณีที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงความยาวด้วยเหตุเหล่านี้โปรแกรมจะแสดงข้อความขึ้นมาให้ทราบ

3.3.3 การเปลี่ยนชื่อเพื่อแก้ไขขนาดหน้าตัดเสา ในขณะการป้อนข้อมูลเสาลงไปในแปลนโครงสร้าง โปรแกรมจะนำขนาดหน้าตัด (Size-X, Size-Z) ที่กำหนดตามชื่อหน้าตัดไว้ในกรอบข้อความที่ปรากฏมุมขวาบนของหน้าต่างหลักนำไปใช้เป็นชื่อหน้าตัดของเสาทุกครั้งที่ได้วางไป หากจำเป็นต้องเปลี่ยนขนาดหน้าตัดเสาที่กำหนดไว้ตามชื่อ สามารถทำได้ด้วยคำสั่ง

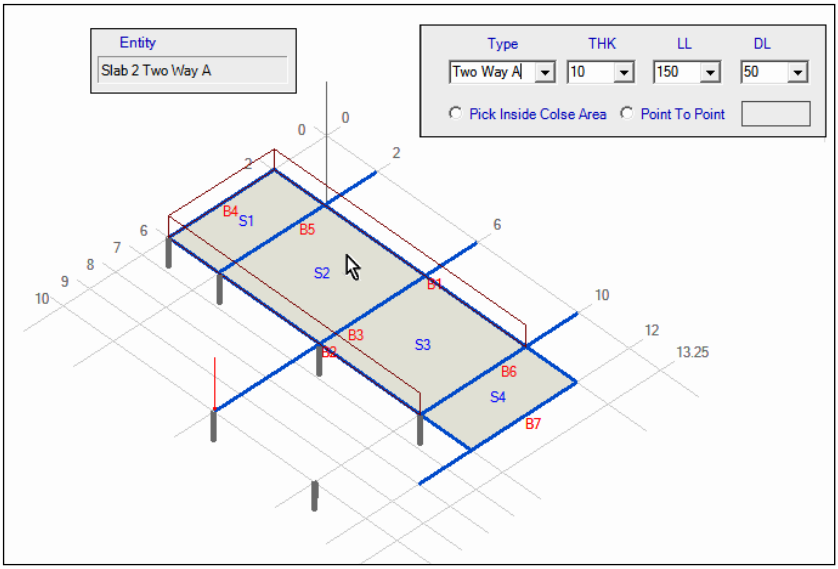
Edit→Change Entity Property→Column Section

จะปรากฏข้อความ **"Edit Column Section"** ในช่อง Edit Mode และปรากฏกรอบรับข้อความชื่อหน้าตัดเสาที่มุมขวาบน

3.3.4 การแก้ไขข้อมูลของ Slab ข้อมูลแผ่นพื้นในผังโครงสร้างสามารถแก้ไขได้ คือ Slab Depth, Slab Type, Slab DL และ Slab LL ใช้คำสั่ง

Edit→Change Entity Property→Slab

จะปรากฏกรอบช่องรับข้อความให้ใส่ตัวเลขที่มุมขวาบนของหน้าต่างหลัก กรอกตัวเลขหรือเลือกตัวเลขจากลิสต์ในช่องเติมข้อความ เคลื่อนที่เมาส์ไปยังแผ่นพื้นที่ต้องการเปลี่ยนค่า คลิกเมาส์เพื่อให้โปรแกรมจัดการเปลี่ยนแปลงค่าที่ต้องการของแผ่นพื้น



รูปที่ 3.14 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติแผ่นพื้น

3.3.5 การแก้ไขข้อมูลของฐานราก ข้อมูลฐานรากในผังโครงสร้างสามารถแก้ไขได้ คือ ชนิดของฐานรากว่าจะเป็น Piled Footing หรือ Spread Footing และชนิดของเสาเข็ม ในกรณีของ Piled Footing หรือชนิดของดินในกรณีของ Spread Footing

Edit→Change Entity Property→Footing

จะปรากฏกรอบช่องรับข้อความให้ใส่ตัวเลขหรือเลือกชนิดของเสาเข็มในกรณีของ Piled Footing หรือชนิดของดินในกรณีของ Spread Footing ให้เลือกข้อความหรือกรอกตัวเลขเช่นเดียวกับในขั้นตอนการวางตำแหน่งฐานราก (ข้อ 2.3 บทที่ 2) เคลื่อนที่เมาส์ไปยังฐานรากต้องการเปลี่ยนค่าคลิกเมาส์เพื่อให้โปรแกรมจัดการเปลี่ยนแปลงค่าที่ต้องการของฐานรากนั้น

4. ผลการวิเคราะห์จาก ERCM analyze

เมื่อป้อนข้อมูลและปรับปรุงแก้ไขข้อมูลโครงสร้างจนถูกต้องตามความต้องการแล้ว ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการสั่งให้โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างด้วยคำสั่ง

Execute→Analyze

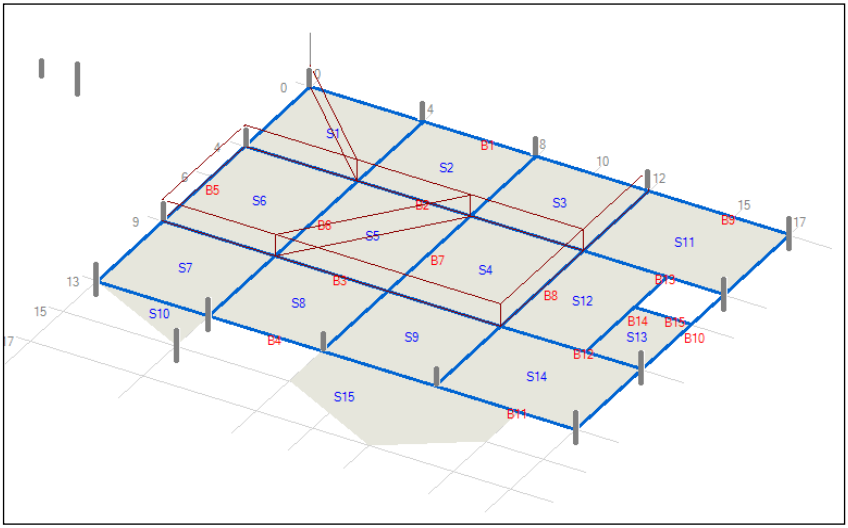
โปรแกรมจะเริ่มวิเคราะห์โครงสร้างเป็นลำดับ ดังนี้

1. คำนวณหาค่า Bending Moment, Shear Force ที่เกิดขึ้นในบันไดทั้งหมด
2. คำนวณการถ่ายน้ำหนักที่เกิดขึ้นจากบันไดไปสู่แผ่นพื้นและคาน
3. คำนวณหาค่า Bending Moment, Shear Force ที่เกิดขึ้นในแผ่นพื้นทั้งหมด
4. คำนวณการถ่ายน้ำหนักจากแผ่นพื้นไปสู่คานและเสา
5. คำนวณหาค่า Bending Moment, Torsion, Shear Force ณ จุดต่าง ๆ ของคานและเสา
6. คำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมรับ Moment และ Shear ณ จุดต่าง ๆ ของบันได
7. คำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมรับ Moment และ Shear ณ จุดต่าง ๆ ของแผ่นพื้น

8. คำนวณหาปริมาณเหล็กเสริมรับ Moment และ Shear ณ จุดต่าง ๆ ของคานและเสา

9. คำนวณการถ่ายน้ำหนักสู่ฐานรากและหาปริมาณเสาเข็ม เหล็กเสริมสำหรับฐานราก

โปรแกรมอาจใช้เวลาวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับบ้างพอสมควร เมื่อเสร็จการวิเคราะห์แล้วจะสังเกตเห็นว่าคำสั่ง Result ซึ่งเป็นคำสั่งย่อยในคำสั่งเมนูคำสั่ง Execute จะมองเห็นได้ชัด ก่อนหน้านั้นคำสั่ง Result จะถูก Disable ซึ่งปรากฏเป็นสีจาง สามารถเรียกดูผลลัพธ์ต่าง ๆ ทางจอภาพหรือสั่งพิมพ์ผลลัพธ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้



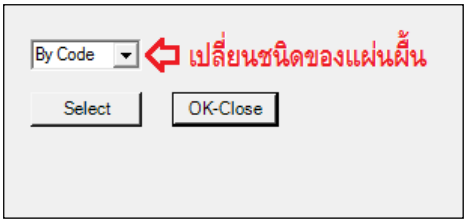
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างภาพโครงสร้างที่จะมีแผ่นพื้นยื่น แผ่นพื้นที่มีคานและไม่มีคานรองรับน้ำหนัก Line Load ที่วางบนแผ่นพื้น

4.1 การดูผลลัพธ์ทางจอภาพ เราสามารถเรียกดูผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ทางจอภาพได้ทุกอย่างตั้งแต่ แผ่นพื้น คาน เสา และน้ำหนักปฏิกิริยา (Reaction) ที่เกิดขึ้นในเสาทั้งหมด การแสดงผลของแผ่นพื้นจะมี 2 แบบตามวิธีการวิเคราะห์ คือ

4.1.1 การเรียกดูผลลัพธ์ Slab สามารถเรียกได้ด้วยคำสั่ง

Execute→Result→Slab

จะปรากฏหน้าต่างแสดงผลลัพธ์ของ Slab ขึ้นมาในหน้าต่างใหม่โดยจะมีตารางแสดงผลลัพธ์ต่าง ๆ 2 แบบ ซึ่งสามารถเลือกเพื่อแสดงเฉพาะแผ่นพื้นที่วิเคราะห์ด้วยวิธีที่ 3 หรือ วิเคราะห์ด้วยวิธี FEM ที่กรอบข้อความในหน้าต่างแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์แผ่นพื้น



รูปที่ 4.2 เลือกการวิเคราะห์แผ่นพื้นด้วยวิธีที่ 3 หรือ FEM

4.1.1.1 การแสดงผลลัพธ์แผ่นพื้นที่วิเคราะห์ด้วยวิธีที่ 3 ตามมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ซึ่งแผ่นพื้นที่โปรแกรมใช้วิธีการวิเคราะห์นี้จะเป็นแผ่นพื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีคานรองรับทั้ง 4 ด้าน และไม่มีน้ำหนัก Line Load หรือ Point Load กระทำภายในแผ่นพื้น รายละเอียดในแต่ละ Column จะเป็น ดังนี้

- **Column1 (Slab)** แสดง หมายเลขลำดับของ Slab
- **Column2 (Detail)** แสดงรายละเอียดของ Slab โดย

  ตัวอักษรตัวแรกหมายถึง ระดับของแผ่นพื้นว่าเป็น A หรือ B หรือ C

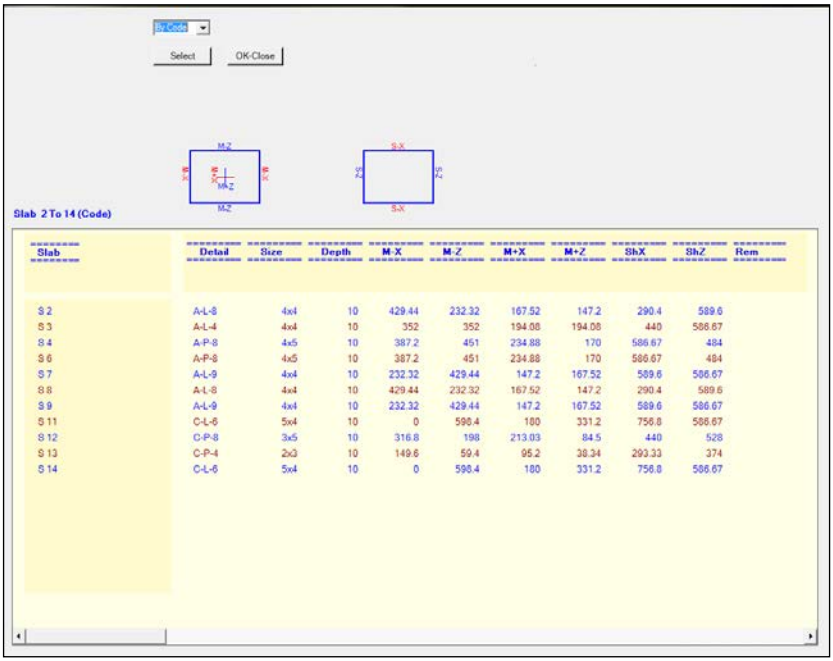
  ตัวอักษรที่ 2 หมายถึง Orientation แผ่นพื้นว่าเป็น P-Portrait หรือ หรือ L-Landscape

  ตัวอักษรที่ 3 หมายถึง Case ของแผ่นพื้นตามวิธีที่ 3 จะอยู่ระหว่าง 1 ถึง 9

- **Column 3 (Size)** จะบอกขนาดของ Slab โดยเป็นขนาดของ Slab ซึ่งแสดงในรูปของระยะตามแกน X ระยะตามแกน Z มีหน่วยเป็น เมตร
- **Column 4 (Depth)** จะบอกความหนา (D) ของ Slab มีหน่วยเป็น 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 ด้านแกน X (ไม่ใช่ทิศทางแกน X) หน่วยเป็น Kg

- **Column 10 (ShZ)** จะบอกผลลัพธ์ Shear Force ด้านแกน Z (ไม่ใช่ทิศทางแกน Z) หน่วยเป็น Kg

- **Column 11 (Remark)** จะบอกในกรณีที่ความหนาของ Slab ไม่พอเพียง ผู้ใช้จะต้องกำหนดความหนาใหม่ ข้อความที่ปรากฏจะแสดงสาเหตุว่าไม่พอเพียงเพราะ Shear หรือ Moment (ถ้าไม่มีข้อความปรากฏแสดงว่าความหนาของ Slab พอเพียง)



Slab	Detail	Size	Depth	M-X	M-Z	M+X	M+Z	ShX	ShZ	Rem
S 2	A-L-8	4x4	10	429.44	232.32	167.52	147.2	290.4	589.6	
S 3	A-L-4	4x4	10	352	352	194.08	194.08	440	586.67	
S 4	A-P-8	4x5	10	387.2	451	234.88	170	586.67	484	
S 6	A-P-8	4x5	10	387.2	451	234.88	170	586.67	484	
S 7	A-L-9	4x4	10	232.32	429.44	147.2	167.52	589.6	586.67	
S 8	A-L-8	4x4	10	429.44	232.32	167.52	147.2	290.4	589.6	
S 9	A-L-9	4x4	10	232.32	429.44	147.2	167.52	589.6	586.67	
S 11	C-L-6	5x4	10	0	598.4	180	331.2	756.8	586.67	
S 12	C-P-8	3x5	10	316.8	198	213.03	84.5	440	528	
S 13	C-P-4	2x3	10	149.6	59.4	95.2	36.34	293.33	374	
S 14	C-L-6	5x4	10	0	598.4	180	331.2	756.8	586.67	

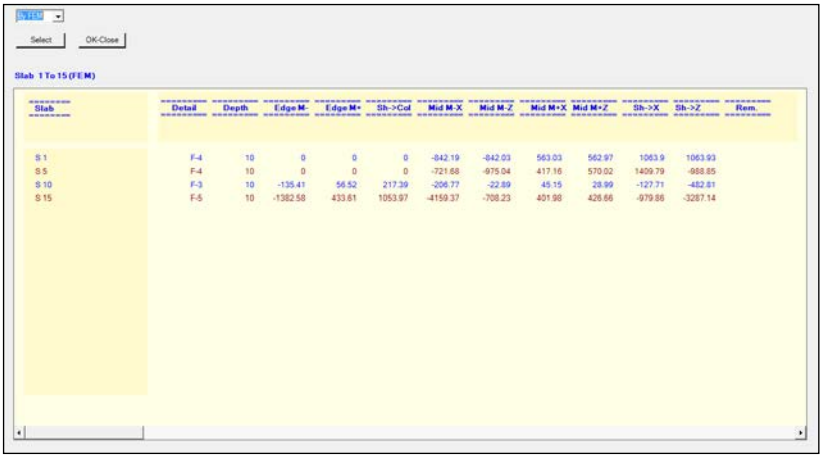
รูปที่ 4.3 ตารางแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์แผ่นพื้นด้วยวิธีที่ 3

4.1.1.2 การแสดงผลลัพธ์แผ่นพื้นที่วิเคราะห์ด้วยวิธี

Finite Element Method จะเป็นแผ่นพื้นที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้โดยวิธีที่ 3 ได้แก่ แผ่นพื้นที่มีแรงกระทำภายในแผ่นพื้น แผ่นพื้นที่ไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แผ่นพื้นที่บางด้านหรือทุกด้านที่ไม่มีคานรองรับ ในแต่ละ Column จะเป็น ดังนี้

- **Column 1 (Slab)** แสดง หมายเลขลำดับของ Slab
- **Column 2 (Detail)** แสดง รายละเอียดของ Slab โดยจะระบุอักษรเริ่มต้นด้วย F หมายถึงการวิเคราะห์ด้วยวิธี FEM และตัวเลขที่ตามมาหมายถึง จำนวนจุดมุมรอบแผ่นพื้นนั้น
- **Column 3 (Depth)** จะบอกความหนา (D) ของ Slab มีหน่วยเป็น ซม.
- **Column 4 (Edge M-)** จะบอกผลลัพธ์ Maximum Negative Bending Moment ที่เกิดขึ้นตามแนวขอบของแผ่นพื้นนั้นที่ไม่มีคานรองรับมีลักษณะเป็น Bending Moment ที่เกิดขึ้นสูงสุดตาม Column Stripe ของแผ่นพื้น ไม่ว่าแผ่นพื้นนั้นจะมีกี่ Column Stripe มีหน่วยเป็น Kg-m
- **Column 5 (Edge M+)** จะบอกผลลัพธ์ Maximum Positive Bending Moment ที่เกิดขึ้นตามแนวขอบของแผ่นพื้นนั้นที่ไม่มีคานรองรับมีลักษณะเป็น Bending Moment ที่เกิดขึ้นสูงสุดจากทุก Column Stripe ของแผ่นพื้น ไม่ว่าแผ่นพื้นนั้นจะมีกี่ Column Stripe มีหน่วยเป็น Kg-m
- **Column 6 (Sh ->Col)** จะบอกผลลัพธ์ Maximum Shear จากทุก Column Stripe ของแผ่นพื้น ไม่ว่าแผ่นพื้นนั้นจะมีกี่ Column Stripe มีหน่วยเป็น Kg

- **Column 7 (Mid M-X)** จะบอกผลลัพธ์ Maximum Negative Bending Moment ที่เกิดขึ้นใน Middle Stripe ตามทิศทางแกน X หน่วยเป็น Kg-m
- **Column 8 (Mid M-Z)** จะบอกผลลัพธ์ Maximum Negative Bending Moment ที่เกิดขึ้นใน Middle Stripe ตามทิศทางแกน 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)** จะบอกในกรณีที่ความหนาของ Slab ไม่พอเพียงซึ่งผู้ใช้จะต้องกำหนดความหนาใหม่ ข้อความที่ปรากฏจะแสดงสาเหตุว่าไม่พอเพียงเพราะ Shear หรือ Moment (ถ้าไม่มีข้อความปรากฏ แสดงว่าความหนาของ Slab พอเพียง)



รูปที่ 4.4 ตารางแสดงผลลัพธ์ การวิเคราะห์แผ่นพื้นด้วยวิธี FEM

4.1.2 การเรียกดูผลลัพธ์คาน สามารถเรียกได้ด้วยคำสั่ง Execute→Result→Beam

จะปรากฏข้อความ Result Beam ที่ช่องข้อความ Mouse Duty สามารถเลือกคานที่จะดูผลลัพธ์ได้ด้วยการเคลื่อนที่เมาส์ไปยังคานที่ต้องการในผังโครงสร้างแล้วคลิกเมาส์ปุ่มซ้าย โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างผลลัพธ์คานขึ้นมา หน้าต่างแสดงผลลัพธ์คานจะปรากฏรูป Loading Diagram ที่แสดงการรับน้ำหนักจริงของคานและตารางแสดงผลลัพธ์ที่เป็น Bending Moment และ Shear Force ที่ระยะต่าง ๆ ของคานโดยรายละเอียดในแต่ละ Column ของตารางจะเป็น ดังนี้

▪ **Column 1 (Span)** แสดง ลำดับหมายเลข Span ในคาน

▪ **Column 2 (Length**) แสดง ค่าความยาวใน Span มีหน่วยเป็น เมตร

▪ **Column 3 (Section)** แสดง ขนาดหน้าตัด (W x D) ของคานใน Span นั้น มีหน่วยเป็น ซม.x ซม.

▪ **Column 4 (BM1)** แสดง ค่า Bending Moment ที่ตำแหน่งซ้ายสุดของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

▪ **Column 5 (BM25)** แสดง ค่า Bending Moment ที่ 25% ของระยะ Span จากซ้ายของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

▪ **Column 6 (BM50)** แสดง ค่า Bending Moment ที่ 50% ของระยะ Span จากซ้ายของ Span นั้นๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

▪ **Column 7 (BM75)** แสดง ค่า Bending Moment ที่ 75% ของระยะ Span จากซ้ายของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

▪ **Column 8 (BM99)** แสดง ค่า Bending Moment ที่ตำแหน่งขวาสุดของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

▪ **Column 9 (MT1)** แสดง ค่าโมเมนต์บิด (Torsion) ที่ตำแหน่งซ้ายสุดของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

▪ **Column 10 (MT25)** แสดง ค่าโมเมนต์บิด (Torsion) ที่ 25% ของระยะ Span จากซ้ายของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

▪ **Column 11 (MT 50)** แสดง ค่า โมเมนต์บิด (Torsion) ที่ 50% ของระยะ Span จากซ้ายของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

▪ **Column 12(MT 75)** แสดง ค่าโมเมนต์บิด (Torsion) ที่ 75% ของระยะ Span จากซ้ายของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

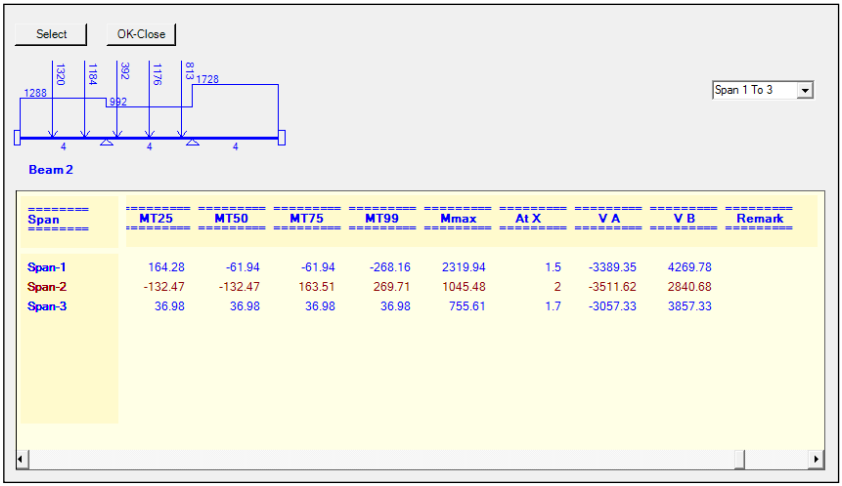
▪ **Column 13 (MT 99)** แสดง ค่าโมเมนต์บิด (Torsion) ที่ตำแหน่งขวาสุด ของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

▪ **Column 14 (Mmax)** แสดง ค่า Maximum Positive Bending Moment ที่เกิดขึ้นใน Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น Kg-m

▪ **Column 15 (At-X)** แสดง ระยะห่างของจุดที่เกิด Maximum Positive Bending Moment ของ Span นั้น ๆ มีหน่วยเป็น m

▪ **Column 16 (VA)** แสดง ค่า Shear Force ที่ตำแหน่งซ้ายสุดของ Span นั้น

▪ **Column 17 (VB)** แสดง ค่า Shear Force ที่ตำแหน่งซ้ายสุดของ Span นั้น



รูปที่ 4.5 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ผลการวิเคราะห์ Beam

ผลลัพธ์ที่แสดงในตารางครั้งแรกที่เรียกดูผลลัพธ์การวิเคราะห์ จะเป็นค่า Bending Moment และค่า Shear ซึ่งในหน้าต่างนี้สามารถเรียกดูปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการตรงจุดต่าง ๆ Bending Moment Diagram และ Shear Force Diagram ได้ด้วยคำสั่งย่อยที่เรียกจากปุ่ม Select หรือด้วยการกดปุ่มขวาของเมาส์ คำสั่งย่อยจะมี ดังนี้

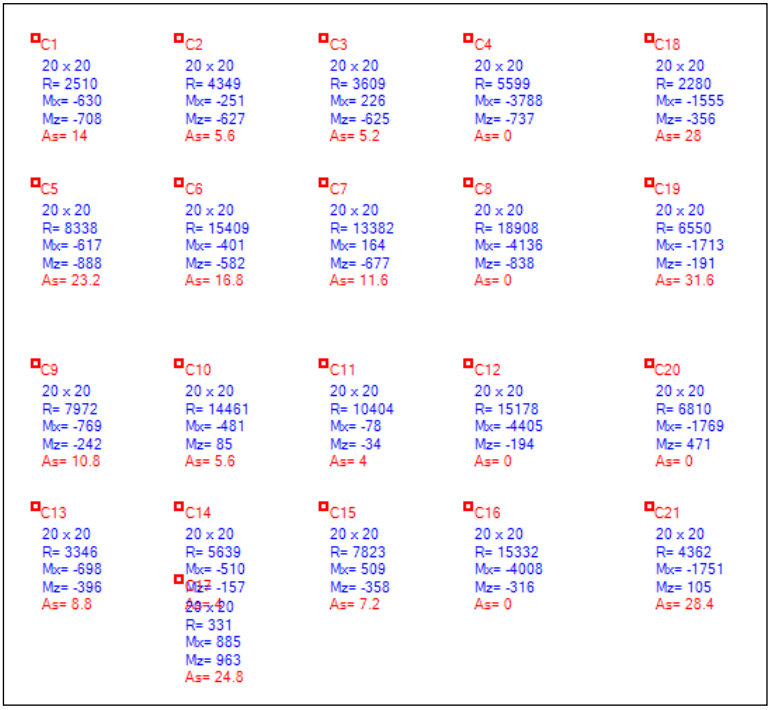
- **Analyze** หมายถึง การเรียกตารางแสดงค่า Bending Diagram, Shear Force ที่จุดต่าง ๆ ตามความยาวของคาน
- **Design** หมายถึง การเรียกตารางแสดงค่าความต้องการเหล็กเสริมที่จุดต่าง ๆ ตามความยาวของคาน

4.1.3 การเรียกดูผลลัพธ์เสา **Column** จะมี 2 ลักษณะ คือ ผลลัพธ์ที่แสดงด้วยผัง และผลลัพธ์ที่แสดงเป็นตาราง

4.1.3.1 ผลลัพธ์ Column ที่แสดงด้วยผัง ใช้คำสั่ง **Execute→Result → Column → By Plan**

โปรแกรมจะแสดงผังตำแหน่งเสาและผลลัพธ์ที่เกี่ยวข้องตรงบริเวณใกล้กับตำแหน่งเสาเป็น 6 บรรทัดเรียงลงมา คือ

- หมายเลขเสา
- ขนาดเสา (กว้างxยาว) หน่วยเป็น cm x cm
- น้ำหนักที่ถ่ายลงเสา หน่วยเป็น Kg
- Bending Moment ที่เกิดขึ้น ตามแนวแกน X มีหน่วยเป็น Kg-m
- Bending Moment ที่เกิดขึ้น ตามแนวแกน Z มีหน่วยเป็น Kg-m
- ปริมาณเหล็กเสริมในเสาที่ต้องการ หน่วยเป็น sq.cm

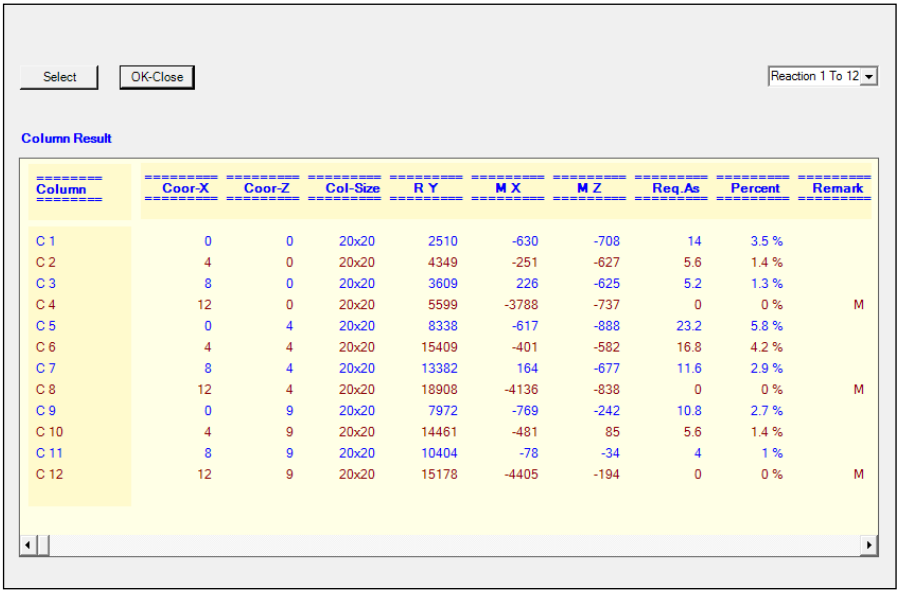


รูปที่ 4.6 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์เสาที่แสดงด้วยผังตำแหน่งเสา

4.1.3.2 ผลลัพธ์ Column ที่แสดงด้วยตาราง ใช้คำสั่ง **Execute→Result →Column Result → By Table** จะปรากฏหน้าต่างแสดงตารางผลลัพธ์ของ Reaction ขึ้นมา โดยแต่ละ Column จะมี ดังนี้

- Column หมายถึง หมายเลขลำดับของเสา
- Coor-X หมายถึง ค่าพิกัด X ของตำแหน่งเสาต้นนั้น
- Coor-Z หมายถึง ค่าพิกัด Z ของตำแหน่งเสาต้นนั้น

- Col-Size หมายถึง ขนาดของเสา หน่วยเป็น cm x cm
- R Y หมายถึงน้ำหนักที่ถ่ายลงเสา หน่วยเป็น Kg
- M X หมายถึง Bending Moment ที่เกิดขึ้นในเสาทางแกน X หน่วยเป็น Kg-m
- M Z หมายถึง Bending Moment ที่เกิดขึ้นในเสาทางแกน Z หน่วยเป็น Kg-m
- Req.As หมายถึง ปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการสำหรับเสา
- Percent หมายถึง Percent เหล็กเสริม
- Remark คือ หมายเหตุของการคำนวณ หากปรากฏตัวอักษรขึ้นจะต้องพิจารณาหน้าตัดเสาต้นนั้นอาจจะมีขนาดไม่พอเพียง

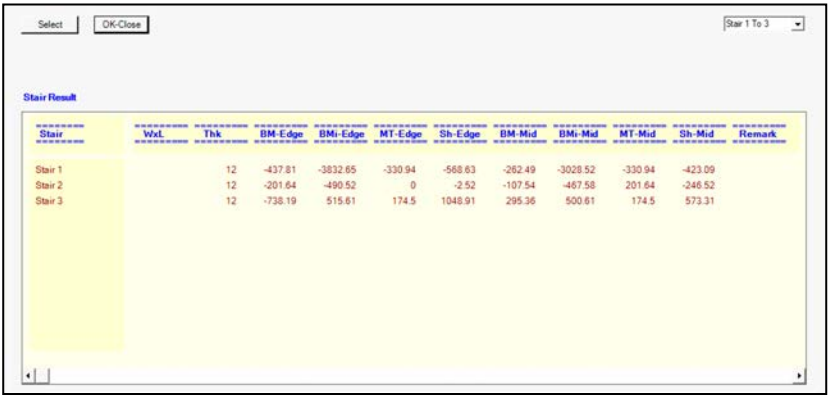


Column	Coor-X	Coor-Z	Col-Size	R Y	M X	M Z	Req.As	Percent	Remark
C 1	0	0	20x20	2510	-630	-708	14	3.5 %	
C 2	4	0	20x20	4349	-251	-627	5.6	1.4 %	
C 3	8	0	20x20	3609	226	-625	5.2	1.3 %	
C 4	12	0	20x20	5599	-3788	-737	0	0 %	M
C 5	0	4	20x20	8338	-617	-888	23.2	5.8 %	
C 6	4	4	20x20	15409	-401	-582	16.8	4.2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

รูปที่ 4.7 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์เสาที่แสดงด้วยตาราง

4.1.4 การเรียกดูผลลัพธ์บันได Stair สามารถเรียกได้ด้วยคำสั่ง Execute→Result→ Stair Result

จะปรากฏหน้าต่างแสดงผลลัพธ์ของบันไดขึ้นมาในหน้าต่างใหม่จะมีตารางแสดงผลลัพธ์ต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 4.8 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์บันไดที่แสดงเป็นตาราง

จะปรากฏหน้าต่างแสดงตารางผลลัพธ์ของ Reaction ขึ้นมา โดยแต่ละ Column จะมี ดังนี้

- Stair หมายถึง หมายเลขลำดับของบันได
- WxL หมายถึง ขนาดโดยประมาณของบันได กว้างxยาว มีหน่วยเป็น ม. x ม.
- Thk หมายถึง ค่าความหนาของแผ่นบันได มีหน่วยเป็น ซม.

- BM Edge หมายถึง ค่า Bending Moment รอบแกนด้านสั้น (Z) ของบันไดมีหน่วยเป็น Kg-m ตรงบริเวณขอบตามยาวของบันได
- BMi Edge หมายถึง ค่า Bending Moment รอบแกนตั้ง Y ของบันไดมีหน่วยเป็น Kg-m ตรงบริเวณขอบตามยาวของบันได
- MT Edge หมายถึง ค่า Torsion รอบแกน X ของบันไดมีหน่วยเป็น Kg-m ตรงบริเวณขอบตามยาวของบันได
- Sh Edge หมายถึง Shear ที่เกิดขึ้นตรงบริเวณขอบตามยาวของบันไดมีหน่วยเป็น Kg
- BM Mid หมายถึง ค่า Bending Moment รอบแกนด้านสั้น (Z) ของบันไดมีหน่วยเป็น Kg-m ตรงบริเวณกลางแนวแกนของบันได
- BMi Mid หมายถึง ค่า Bending Moment รอบแกนตั้ง Y ของบันไดมีหน่วยเป็น Kg-m ตรงบริเวณกลางแนวแกนของบันได
- MT Mid หมายถึง ค่า Torsion รอบแกน X ของบันไดมีหน่วยเป็น Kg-m ตรงบริเวณกลางแนวแกนของบันได
- Sh Mid หมายถึง Shear ที่เกิดขึ้นตรงบริเวณขอบตามยาวของบันไดมีหน่วยเป็น Kg
- Remark คือ หมายเหตุของการคำนวณ

ผลลัพธ์ที่แสดงในตารางครั้งแรกที่เรียกดูผลลัพธ์การวิเคราะห์ จะเป็นค่า Bending Moment Torsion และค่า Shear ซึ่งในหน้าต่างนี้สามารถเรียกดูปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการตรงจุดต่างได้ด้วยคำสั่งย่อยที่เรียกจากปุ่ม Select หรือ ด้วยการกดปุ่มขวาของเมาส์ คำสั่งย่อยจะมี ดังนี้

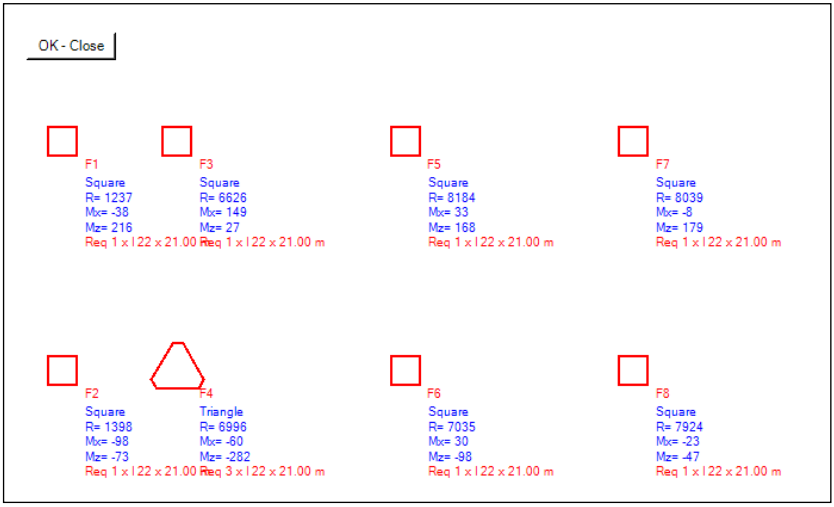
- **Analyze** หมายถึง การเรียกตารางแสดงค่า Bending Diagram, Torsion Shear Force ที่จุดขอบและกึ่งกลางของบันได
- **Design** หมายถึง การเรียกตารางแสดงค่าความต้องการเหล็กเสริมที่จุดขอบและกึ่งกลางของบันได

4.1.5 การเรียกดูผลลัพธ์ฐานราก Footing จะมี **2** ลักษณะ คือ ผลลัพธ์ที่แสดงด้วยผังและผลลัพธ์ที่แสดงเป็นตาราง

4.1.5.1 ผลลัพธ์ Footing ที่แสดงด้วยผัง ใช้คำสั่ง **Execute→Result → Footing → By Plan**

โปรแกรมจะแสดงผังตำแหน่ง Footing และผลลัพธ์ที่เกี่ยวข้องตรงบริเวณใกล้กับตำแหน่ง Footing เป็น 6 บรรทัดเรียงลงมา คือ

- หมายเลข **Footing**
- ลักษณะ Shape ของฐานราก ว่าเป็น Square หรือ Rectangle หรือ Triangle
- น้ำหนักที่ถ่ายลง **Footing** หน่วยเป็น Kg
- Bending Moment ที่เกิดขึ้นในฐานรากตามแนวแกน X มีหน่วยเป็น Kg-m
- Bending Moment ที่เกิดขึ้นในฐานรากตามแนวแกน Z มีหน่วยเป็น Kg-m
- ปริมาณเสาเข็มที่ใช้ ในกรณีที่เป็นฐานรากรับน้ำหนักด้วยเสาเข็ม



รูปที่ 4.9 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ฐานรากที่แสดงด้วยผัง

4.1.5.2 ผลลัพธ์ Footing ที่แสดงด้วยตาราง

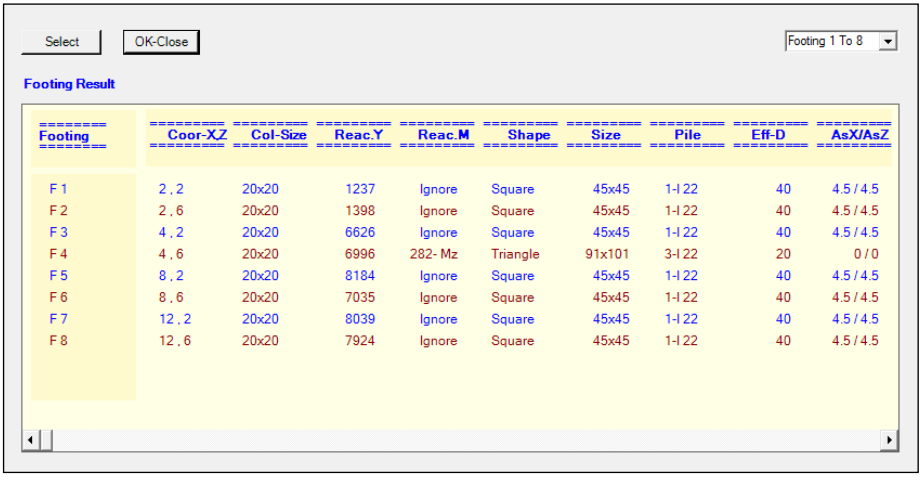
ใช้คำสั่ง

Execute→Result → Footing → By Table

จะปรากฏหน้าต่างแสดงตารางผลลัพธ์ของ **Footing** ขึ้นมา โดยแต่ละ Column จะมี ดังนี้

- Footing หมายถึง หมายเลขลำดับของเสา
- Coor-X,Z หมายถึง ค่าพิกัด X และ Z ของตำแหน่ง Footing
- Col-Size หมายถึง ขนาดของเสาที่เชื่อมต่อกับ Footing มีหน่วยเป็น cm x cm

- Reac Y หมายถึง น้ำหนักที่ถ่ายลง Footing หน่วยเป็น Kg
- Reac M หมายถึง Moment ที่ถ่ายลง Footing มีหน่วยเป็น Kg-m
- Shape หมายถึง รูปของฐานราก
- Size หมายถึง ขนาดของของฐานรากมีหน่วยเป็น m x m
- Pile หมายถึง จำนวนและขนาดเสาเข็ม
- Eff-D หมายถึง ขนาดความหนาประสิทธิผล (Effective Depth) ของฐานราก มีหน่วยเป็น cm
- AsX/AsZ หมายถึง ปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการตามทิศทาง X และ ทิศทาง Z มีหน่วยเป็น sq.cm
- Remark คือ หมายเหตุของการคำนวณ



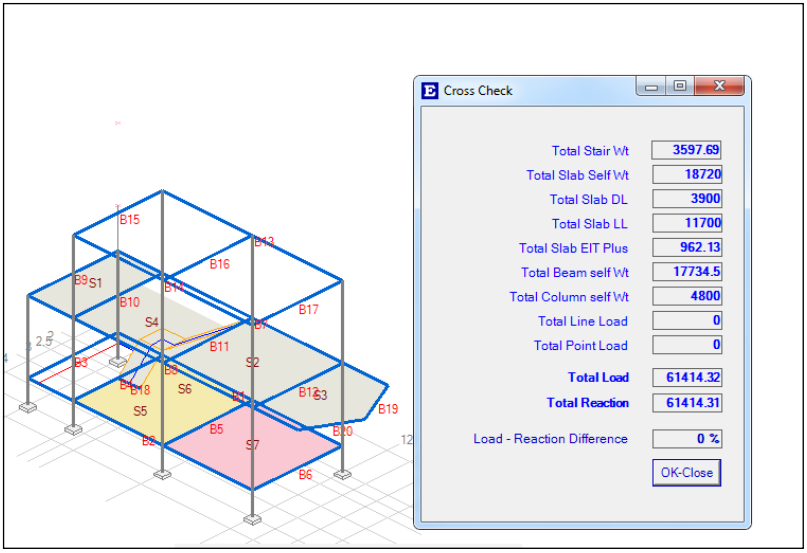
Footing	Coor-XZ	Col-Size	Reac.Y	Reac.M	Shape	Size	Pile	Eff-D	AsX/AsZ
F 1	2 , 2	20x20	1237	Ignore	Square	45x45	1-I 22	40	4.5 / 4.5
F 2	2 , 6	20x20	1398	Ignore	Square	45x45	1-I 22	40	4.5 / 4.5
F 3	4 , 2	20x20	6626	Ignore	Square	45x45	1-I 22	40	4.5 / 4.5
F 4	4 , 6	20x20	6996	282- Mz	Triangle	91x101	3-I 22	20	0 / 0
F 5	8 , 2	20x20	8184	Ignore	Square	45x45	1-I 22	40	4.5 / 4.5
F 6	8 , 6	20x20	7035	Ignore	Square	45x45	1-I 22	40	4.5 / 4.5
F 7	12 , 2	20x20	8039	Ignore	Square	45x45	1-I 22	40	4.5 / 4.5
F 8	12 , 6	20x20	7924	Ignore	Square	45x45	1-I 22	40	4.5 / 4.5

รูปที่ 4.10 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ฐานรากที่แสดงด้วยตาราง

4.1.6 การตรวจสอบผลการวิเคราะห์ เมื่อสั่งให้โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างแล้ว ควรตรวจสอบผลการวิเคราะห์ในลักษณะ Cross Check ด้วยคำสั่ง

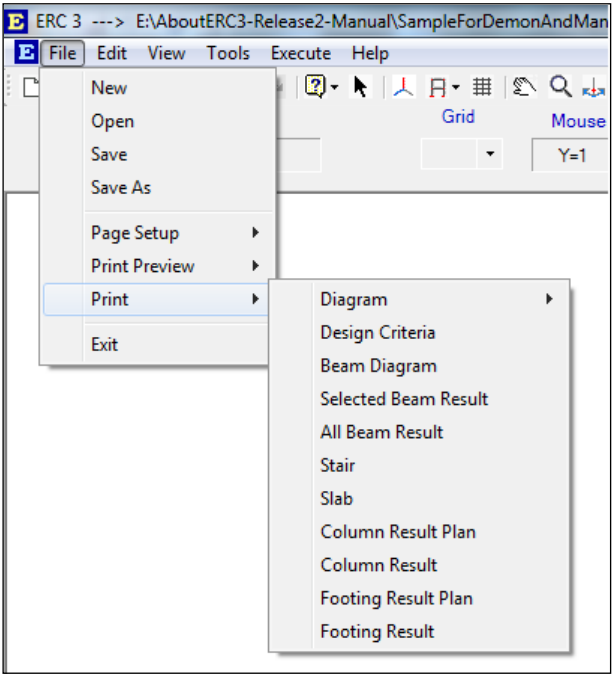
Execute→Result→Cross Check

โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง Cross Check ซึ่งจะมีช่องแสดงตัวเลขน้ำหนักส่วนต่างของโครงสร้าง ช่องแสดงตัวเลขแรงกระทำรวม (Total Load) และช่องแสดงตัวเลขแรงปฏิกิริยารวม (Total Reaction) โดยที่ตัวเลขรวมจะต้องเท่ากัน หากตัวเลขไม่เท่ากันหรือคลาดเคลื่อนไปมาก อาจมีความผิดพลาดในระหว่างการวิเคราะห์ซึ่งผลลัพธ์การวิเคราะห์จะไม่สามารถนำไปใช้ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิจารณญาณของผู้คำนวณ



รูปที่ 4.11 หน้าต่างแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างน้ำหนักกระทำรวม และแรงปฏิกิริยารวม (Cross Check) ของการวิเคราะห์โครงสร้างตามรูปด้านซ้าย

4.2 การพิมพ์ผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์ เราสามารถพิมพ์ผังโครงสร้างและผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ได้ทุกอย่างตั้งแต่ แผ่นพื้น คาน เสา แรงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในเสา บันได และฐานรากทั้งหมด โดยคำสั่งพิมพ์ผลลัพธ์ต่าง ๆ มีดังนี้



รูปที่ 4.12 คำสั่งพิมพ์ผลลัพธ์ต่าง ๆ ทางเครื่องพิมพ์

4.2.1 พิมพ์ภาพผังโครงสร้างที่ได้จากการวิเคราะห์ ได้แก่ Deformed Structure, Bending Moment Z และ Shear Y ใช้คำสั่ง

File→Print→ Diagram

4.2.2 พิมพ์ Design Criteria ของโครงสร้าง ใช้คำสั่ง

File→Print→ Design Criteria

4.2.3 พิมพ์ภาพโครงสร้าง ใช้คำสั่ง

File→Print→ Beam Structure

โดยภาพที่พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์จะเหมือนกับที่แสดงทางจอภาพ

4.2.4 พิมพ์ผลลัพธ์การวิเคราะห์และคำนวณคาน เฉพาะบางคาน ใช้คำสั่ง

File→Print→ Selected Beam Result

เมื่อเลือกคำสั่งแล้วจะต้องเคลื่อนที่เมาส์ไปทับคานที่ต้องการพิมพ์แล้วคลิกเมาส์เพื่อสั่งให้พิมพ์ คำสั่งนี้จะพิมพ์ผลลัพธ์ได้ครั้งละ 1 คาน

4.2.5 พิมพ์ผลลัพธ์การวิเคราะห์และคำนวณคานทั้งหมด ใช้คำสั่ง

File→Print→ All Beam Result

4.2.6 พิมพ์ผลลัพธ์ การวิเคราะห์และคำนวณบันไดทั้งหมด ใช้คำสั่ง

File→Print→ Stair

4.2.7 พิมพ์ผลลัพธ์ การวิเคราะห์และคำนวณ Slab ทั้งหมด ใช้คำสั่ง

File→Print→ Slab

4.2.8 พิมพ์ผลลัพธ์ การวิเคราะห์และคำนวณเสาในลักษณะการแสดงด้วยผัง ใช้คำสั่ง

File→Print→ Column Result Plan

4.2.9 พิมพ์ผลลัพธ์ การวิเคราะห์และคำนวณเสาในลักษณะการแสดงด้วยตาราง ใช้คำสั่ง

File→Print→ Column Result

4.2.10 พิมพ์ผลลัพธ์ การวิเคราะห์และคำนวณฐานรากในลักษณะการแสดงด้วยผัง ใช้คำสั่ง

File→Print→ Footing Result Plan

4.2.11 พิมพ์ผลลัพธ์ การวิเคราะห์และคำนวณเสาในลักษณะการแสดงด้วยตาราง ใช้คำสั่ง

File→Print→ Footing Result

การพิมพ์ผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์สามารถเรียกดูภาพเหมือนจริงก่อนพิมพ์ได้ด้วยคำสั่ง

File → Preview

โดยคำสั่ง Preview มีคำสั่งย่อยเช่นเดียวกับคำสั่ง Print โดยตัวอย่างการพิมพ์ผลลัพธ์แสดงในภาคผนวก

5. คำสั่งช่วยเหลือใน **ERCM analyze**

ERCM analyze ได้เตรียมคำสั่งช่วยเหลือต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกการใช้งานโปรแกรมเช่นเดียวกับโปรแกรมทางด้านกราฟิกอื่น ๆ แต่หลีกเลี่ยงความซับซ้อนในการใช้งานและการเข้าถึงคำสั่งต่าง ๆ เพื่อให้โปรแกรมใช้งานง่าย คำสั่งช่วยเหลือต่าง ๆ เหล่านี้ ไม่ใช่คำสั่งหลักในการป้อนข้อมูล หรือเพื่อดูผลลัพธ์ แต่เป็นคำสั่งช่วยให้ผู้ใช้งานค้นหารายละเอียดของข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการป้อนข้อมูล เป็นต้น กลุ่มคำสั่งช่วยเหลือเหล่านี้ คือ

- คำสั่งที่เกี่ยวกับการแสดงภาพและการค้นหาข้อมูลโครงสร้าง
- คำสั่งที่เกี่ยวกับการถ่ายน้ำหนักไปสู่ผังโครงสร้างที่มีระดับต่ำกว่า
- คำสั่งเกี่ยวกับการบันทึกและการอ่านไฟล์ข้อมูล
- คำสั่งลัด **Short Cut Command**

5.1 คำสั่งที่เกี่ยวกับการแสดงภาพ คำสั่งในกลุ่มนี้ ได้แก่ คำสั่ง เลื่อนภาพ (Pan) คำสั่งย่อ ขยายภาพ (Zoom) คำสั่ง Reset ภาพ คำสั่ง Refresh ภาพ คำสั่งเปลี่ยนการแสดงภาพ และคำสั่งปิด เปิดบางส่วนของภาพโครงสร้าง

5.1.1 คำสั่งเลื่อนภาพ (Pan) คือ คำสั่งที่ใช้ในการเลื่อนภาพผังโครงสร้างไปมาบนหน้าต่างหลักในลักษณะ **Real Time** เพื่อความสะดวกในการมองภาพ การสั่งงานใช้คำสั่ง **View → Pan**

เมื่อเลือกคำสั่งนี้แล้วจะต้องเลื่อนเมาส์ไปบนผังโครงสร้าง ณ ตำแหน่งที่ต้องการ กดปุ่มซ้ายของเมาส์ค้างไว้แล้วเลื่อนเมาส์ไปยังตำแหน่งที่มองเห็นภาพได้ตามต้องการ (ภาพจะเคลื่อนไปตามการลากเมาส์) จึงปล่อยปุ่มซ้ายของเมาส์

5.1.2 คำสั่งย่อ-ขยายภาพ (Zoom) คือ คำสั่งเพื่อย่อหรือขยายภาพในลักษณะ Real Time การสั่งงานใช้คำสั่ง

View → Zoom

เมื่อเลือกคำสั่งนี้แล้วจะต้องเลื่อนเมาส์ไปบริเวณกลางจอภาพ กดปุ่มซ้ายค้างไว้แล้วเลื่อนเมาส์ขึ้นด้านบน ภาพโครงสร้างจะขยายใหญ่ขึ้นถ้ากดปุ่มซ้ายค้างไว้แล้วเลื่อนเมาส์ลงด้านล่าง ภาพโครงสร้าง จะเล็กลง เมื่อได้ขนาดภาพที่ต้องการจึงปล่อยปุ่มซ้ายของเมาส์

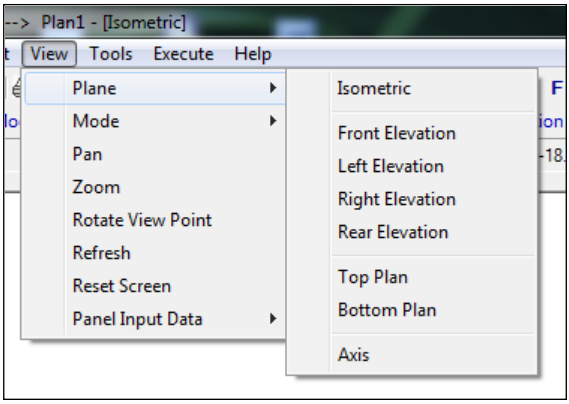
5.1.3 คำสั่งหมุนภาพ (Rotate) คือ คำสั่งที่เพื่อหมุนภาพในลักษณะ Real Time การสั่งงานใช้คำสั่ง

View → Rotate View Point

เมื่อเลือกคำสั่งนี้แล้วจะต้องเลื่อนเมาส์ไปบริเวณกลางจอภาพ กดปุ่มซ้ายค้างไว้ แล้วเลื่อนเมาส์ในทิศทางขึ้นลง ภาพโครงสร้างจะหมุนไปมารอบแกนนอน ถ้ากดปุ่มซ้ายค้างไว้แล้วเลื่อนเมาส์ไปมาตามแนวนอนซ้ายขวา ภาพจะหมุนไปมารอบแกนตั้ง เมื่อได้ตำแหน่งการแสดงภาพที่ต้องการจึงปล่อยปุ่มซ้ายของเมาส์

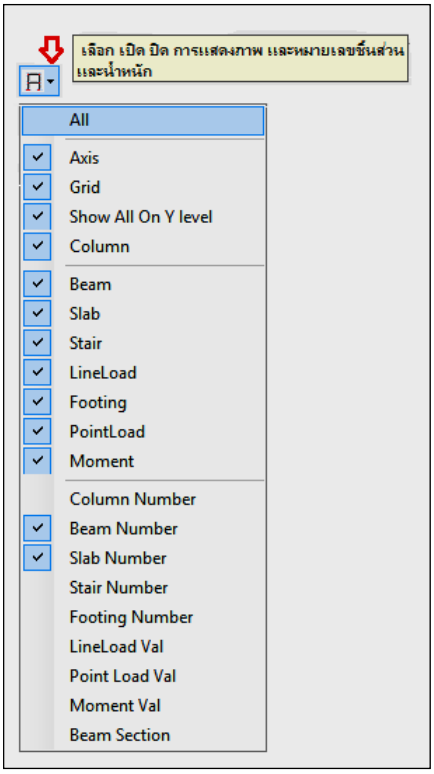
5.1.4 คำสั่งเลือกมุมมองภาพ หน้าต่างหลักของ **ERC3** มีการแสดงภาพ 7 มุมมอง คือ

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



รูปที่ 5.1 คำสั่งย่อย **View →Plane → (คำสั่งย่อย)** เพื่อเลือกมุมมองภาพ

5.1.5 คำสั่งเปิด - ปิดการแสดงภาพ ภาพผังโครงสร้างจะมีทั้งส่วนที่เป็นสัญลักษณ์ตัวเลขแสดงค่าต่าง ๆ และเส้น Grid หากต้องการปิดการแสดงภาพบางส่วนเพื่อความสะดวกในการพิจารณาภาพโครงสร้างจะต้องใช้ ปุ่มคำสั่งตามภาพ



รูปที่ 5.2 คำสั่งเปิด - ปิดการแสดงภาพบางส่วนหรือทั้งหมดของโครงสร้าง

คำสั่งเปิด-ปิด ที่มีลักษณะพิเศษคำสั่งหนึ่ง คือ **Show All On Y Level** คือ คำสั่งที่จะเปิดปิดชิ้นส่วนต่าง ๆ ในเฉพาะระนาบ Y หากเปิดคำสั่งนี้ทุกชิ้นส่วนของโครงสร้างจะแสดงภาพออกมาทั้งหมด หากปิดคำสั่งนี้ชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับระนาบ Y ที่ปรากฏขณะนั้นจะแสดงขึ้นมา ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับระนาบ Y ที่เรียกให้แสดงขณะนั้นจะถูกปิดไม่ให้แสดงออกมาด้วย **คำสั่งนี้จะมีประโยชน์ในการป้อนข้อมูลชิ้นส่วนในลักษณะ 2 มิติ**

ขั้นตอนในการแสดงภาพเพื่อป้อนข้อมูลในลักษณะ 2 มิติ มีขั้นตอน ดังนี้

- ปิดการแสดงภาพทั้งโครงสร้างให้แสดงเฉพาะระนาบ Y ที่เรียกขึ้นมาด้วยการปิดตัวเลือก **Show All On Y Level**

- เรียกให้แสดงภาพ 2 มิติ ด้วยปุ่ม

- เรียกให้แสดงระนาบ Y ที่ต้องการในช่องข้อความ **Grid**

- เมื่อป้อนข้อมูลในระนาบ Y นั้นเสร็จแล้ว ให้เลือกระนาบ Y ใหม่แล้วป้อนข้อมูล

การป้อนข้อมูลในลักษณะที่กล่าวมาจะทำให้สามารถป้อนข้อมูลได้ทีละชั้นของอาคารโดยไม่สับสน

5.1.6 คำสั่งย่อย Reset Screen คือ คำสั่งเพื่อ Reset ภาพผังโครงสร้างให้เป็นภาพที่มองเห็นครอบคลุมทุกส่วนของผังโครงสร้าง เมื่อใช้คำสั่งนี้โปรแกรมจะลบภาพโครงสร้างที่ปรากฏขณะนั้นออกทั้งหมด ปรับอัตราส่วนการแสดงภาพที่เหมาะสม ปรับการหมุนของภาพมาที่มุมการแสดงภาพเริ่มต้น แล้ววาดภาพผังโครงสร้างใหม่ การสั่งงานใช้คำสั่ง

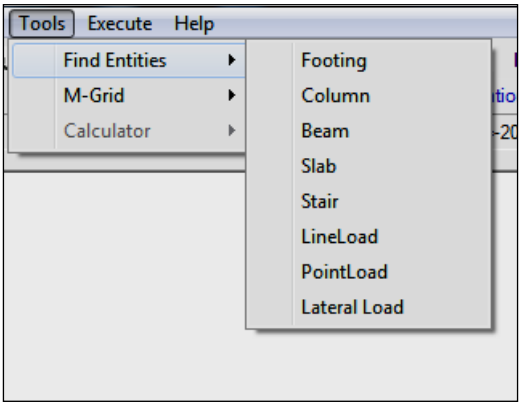
View → Reset Screen

5.1.7 คำสั่งย่อย Refresh คือ คำสั่งให้โปรแกรมวาดภาพผังโครงสร้างใหม่ คำสั่งนี้จะคล้ายกับคำสั่ง Reset Screen จะแตกต่างตรงที่เมื่อโปรแกรมลบภาพโครงสร้างที่ปรากฏขณะนั้นออกทั้งหมดแล้ว จะไม่ปรับอัตราส่วน (Scale) การแสดงภาพ แต่จะวาดภาพผังโครงสร้างใหม่ในอัตราส่วนเดิมในมุมมอง การหมุนไม่เปลี่ยนแปลง การสั่งงานใช้คำสั่ง **View → Refresh**

5.1.8 การถามหมายเลขชิ้นส่วนจากภาพผังโครงสร้าง

การค้นหารายละเอียดของส่วนประกอบของโครงสร้างด้วยวิธีนี้ มี 2 ขั้นตอน

1. เลือกคำสั่งด้วยการกดปุ่มคำสั่ง **ค้นหาชิ้นส่วน**



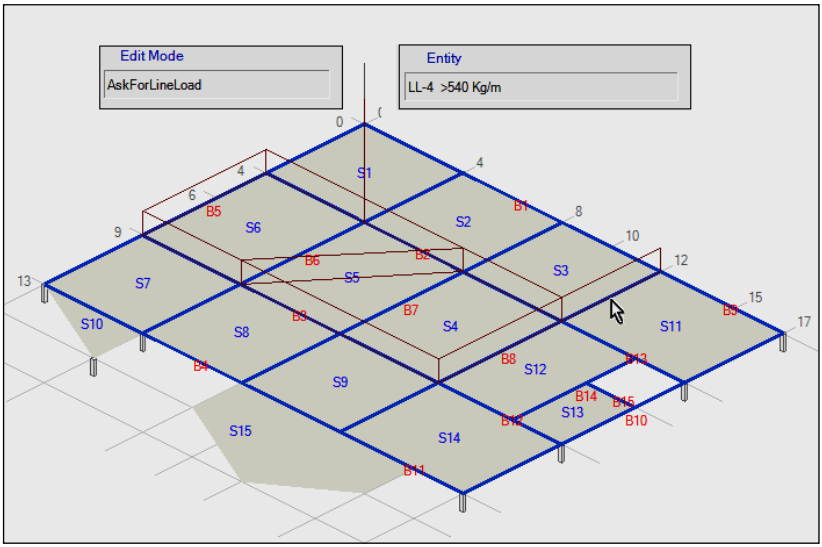
รูปที่ 5.3 ปุ่มคำสั่ง ค้นหาชิ้นส่วน

แล้วเลือกคำสั่งย่อยเพื่อสอบถามหมายเลข เสา (Column) คาน (Beam) แผ่นพื้น (Slab) LineLoad หรือ PointLoad หรือใช้คำสั่ง

Tools→Find Entity → **คำสั่งย่อย**

จะปรากฏข้อความ “Ask For (ชนิดของชิ้นส่วน)” ในช่องข้อความ Edit Mode

2. เคลื่อนที่เมาส์ไปยังชิ้นส่วนที่ต้องการทราบจะปรากฏหมายเลขชิ้นส่วนและรายละเอียดของชิ้นส่วนนั้น ๆ ในช่องข้อความ Entity ดังภาพตัวอย่าง



รูปที่ 5.4 ตัวอย่างการค้นหารายละเอียดโครงสร้างด้วยการใช้คำสั่ง Tools→Find Entity →Line Load จะปรากฏรายละเอียดหมายเลข และปริมาณ Line Load ในช่องข้อความ Entity

5.2 คำสั่งเกี่ยวกับการบันทึกและการอ่านไฟล์ข้อมูล นอกเหนือจากคำสั่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณวิเคราะห์โครงสร้าง โปรแกรมได้เตรียมคำสั่งช่วยเหลือต่าง ๆ เอาไว้อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้เช่นเดียวกับโปรแกรมประยุกต์ทั่วไป ดังนี้

5.2.1 คำสั่งบันทึกและอ่านแฟ้มข้อมูล ระหว่างการใช้งานโปรแกรม สามารถบันทึกข้อมูลไว้ใน Disk ได้ตลอดเวลาโดยใช้คำสั่ง File→Save เพื่อบันทึกข้อมูลในชื่อแฟ้มข้อมูลเดิม (ในกรณีบันทึกข้อมูลเป็นครั้งแรกควรตั้งชื่อแฟ้มข้อมูลก่อน) หรือ ใช้คำสั่ง File→Save As เพื่อบันทึกข้อมูลในชื่ออื่น แฟ้มข้อมูลของ **ERCM analyze** จะมีนามสกุล (ส่วนขยายหลังจุด) เป็น **ERC** หรือ **ERC.R**

ในการบันทึกข้อมูลโปรแกรมจะเก็บข้อมูลทุกอย่างที่ป้อนไว้ระหว่างการทำงานไว้ สามารถอ่านข้อมูลกลับมาด้วยคำสั่ง File→Open

ระหว่างการทำงานในโปรแกรม สามารถหยุดการทำงานได้ตลอดเวลาแล้วบันทึกข้อมูลที่ได้ป้อนแล้วไว้ก่อนออกจากโปรแกรม ด้วยคำสั่ง File→ Exit เมื่อกลับมาเปิดแฟ้มข้อมูลนั้นใหม่จะเป็นการทำงานต่อจากที่ได้หยุดไว้

ถ้าต้องการออกจาก **ERCM analyze** จะต้องใช้คำสั่ง File→Exit จะมีผลเช่นเดียวกับการใช้คำสั่ง Close ของ Windows

5.3 คำสั่งลัด Short Cut Command นอกเหนือจากเมนูคำสั่งแล้ว **ERCM analyze** ยังมีปุ่มคำสั่งลัดจำนวนหนึ่งเพื่อสั่งโปรแกรมทำงานแทนการสั่งจากเมนูคำสั่งเฉพาะคำสั่งที่ใช้บ่อย ปุ่มคำสั่งลัดจะมี ดังนี้

คำสั่งลัดของ File → New

คำสั่งลัดของ File → Open

คำสั่งลัดของ File → Save

คำสั่งลัดของ File → Print

คำสั่งลัดของ File → Preview

คำสั่งลัดของ Edit→ Undo

คำสั่งลัดของ Edit→ Redo

ปุ่มคำสั่งเพื่อสอบถามข้อมูลของโครงสร้าง

ปุ่มคำสั่งยกเลิกคำสั่งเดิมที่กำลังทำงานในขณะนั้น

ปุ่มคำสั่งเปลี่ยนมุมมองระหว่าง Isometric และ Top View ของโครงสร้าง

คำสั่งเรียกเมนูคำสั่งย่อยเพื่อปิดเปิดการแสดงภาพส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้าง

คำสั่งลัดของ Edit → Place → Grid

คำสั่งลัดของ View→ Pan

คำสั่งลัดของ View→ Zoom

คำสั่งลัดของ View→ Rotate View Point

คำสั่งลัดของ Edit Section

คำสั่งลัดของ Edit → Place → Footing

คำสั่งลัดของ Edit → Place → Column

คำสั่งลัดของ Edit → Place → Beam

คำสั่งลัดของ Edit → Place → Stair

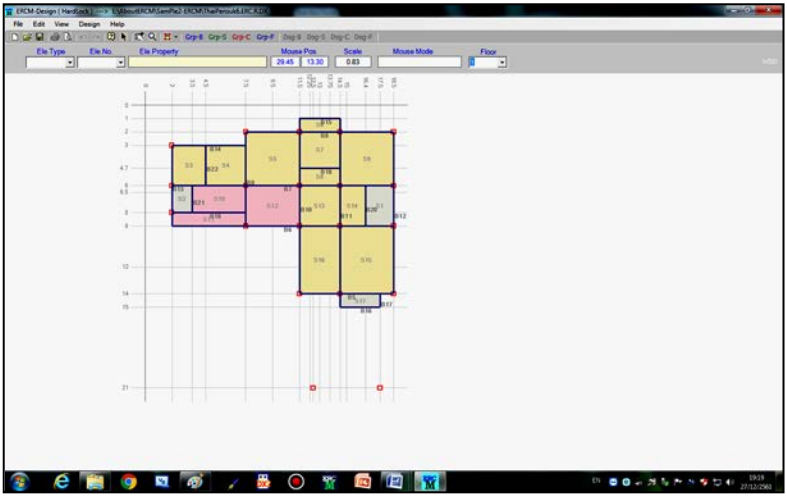
คำสั่งลัดของ Edit → Place → Slab

คำสั่งลัดของ Edit → Place → Load

6. เริ่มต้นการใช้งาน **ERCM design**

ERCM design คือ โมดูลเพื่อออกแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ เสา คาน พื้น และฐานราก ของ อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่วิเคราะห์จนได้ผลลัพธ์ที่เป็นแรงภายในชิ้นส่วนและความต้องการเหล็กเสริมที่ส่งมาจาก **ERCM analyze**

ERCM design จะมีลักษณะการใช้งานในการออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กชิ้นส่วนอาคาร คาน เสา พื้น ฐานราก จนถึงการพิมพ์ภาพรายละเอียดการเสริมเหล็ก คล้ายกับส่วน **DX** (Section Detail Design and Drawing Extension) ของ **Visual RC DX**



รูปที่ 6.1 ภาพหน้าต่างหลักของ **ERCM design**

6.1 แนวทางการใช้งานโปรแกรม

การใช้งานในส่วนของ **ERCM design** หลังจากที่เรียกใช้งานจากโมดูลหลัก **ERCM analyze** มีขั้นตอนหลัก ดังนี้

6.1.1 การจัดกลุ่มคานที่มีลักษณะเดียวกัน และมีความต้องการเหล็กเสริมใกล้เคียงกัน เพื่อให้จำนวนกลุ่มคานที่จะนำไปออกแบบรายละเอียดมีจำนวนไม่มากจนเกินไป การจัดกลุ่มคานให้มีจำนวนมากน้อยเพียงไรจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของงานนั้น

6.1.2 การออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กของคาน โปรแกรมจะออกแบบการเสริมเหล็กเบื้องต้นมาให้ ผู้ใช้งานจะปรับแต่งรายละเอียดการเสริมเหล็กได้ตามความเหมาะสม

6.1.3 การจัดกลุ่มแผ่นพื้นที่มีลักษณะเดียวกัน และมีความต้องการเหล็กเสริมใกล้เคียงกัน

6.1.4 ออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กของแผ่นพื้น โปรแกรมจะออกแบบการเสริมเหล็กเบื้องต้นมาให้ ผู้ใช้งานจะต้องปรับแต่งรายละเอียดการเสริมเหล็กได้ตามความเหมาะสม

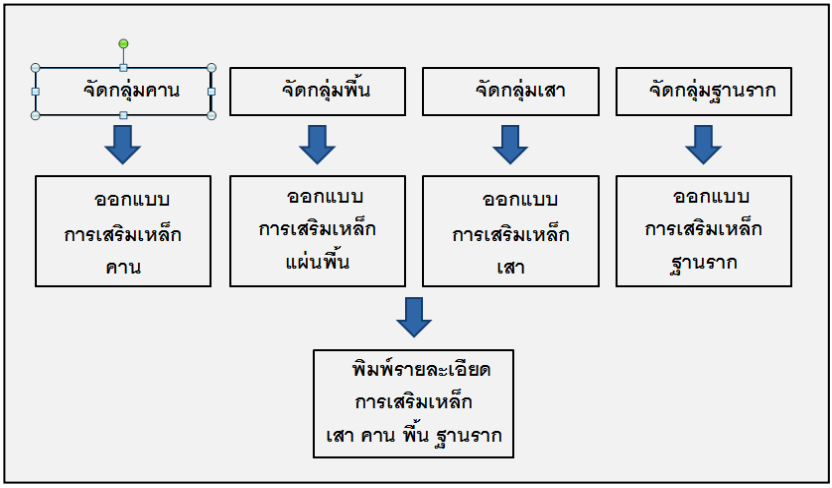
6.1.5 การจัดกลุ่มเสาที่มีลักษณะเดียวกันและมีความต้องการเหล็กเสริมใกล้เคียงกัน

6.1.6 ออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กของเสา โปรแกรมจะออกแบบการเสริมเหล็กเบื้องต้นมาให้ ผู้ใช้งานจะปรับแต่งรายละเอียดการเสริมเหล็กได้ตามความเหมาะสม

6.1.7 การจัดกลุ่มฐานรากที่มีลักษณะเดียวกันและมีความต้องการเหล็กเสริมใกล้เคียงกัน มีจำนวนเสาเข็มเท่ากัน

6.1.8 ออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กของฐานราก โปรแกรมจะออกแบบการเสริมเหล็กเบื้องต้นมาให้ ผู้ใช้งานจะปรับแต่งรายละเอียดการเสริมเหล็กได้ตามความเหมาะสม

6.1.9 การพิมพ์ภาพรายละเอียดการเสริมเหล็กชิ้นส่วน คาน แผ่นพื้น เสา และฐานราก เพื่อนำไปจัดทำรายการคำนวณหรือส่งให้ผู้เขียนแบบเพื่อจัดทำแบบรายละเอียดการก่อสร้างต่อไป



รูปที่ 6.2 แผนผังขั้นตอนการใช้งานโมดูล **ERCM design**

6.2 การตั้งชื่อกลุ่มชิ้นส่วน

ชิ้นส่วน คาน พื้น เสา ทุกชิ้นในแต่ละชั้นของอาคาร โปรแกรมจะกำหนดชื่อให้ทุกชิ้นส่วนโดยไม่ซ้ำกันในขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้าง จึงทำให้ในขั้นตอนการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมของชิ้นส่วน ไม่สามารถนำชื่อชิ้นส่วนที่โปรแกรมกำหนดให้มาใช้ได้อย่างเหมาะสม จำเป็นต้องกำหนดชื่อของกลุ่มชิ้นส่วนที่รวบรวมชิ้นส่วนที่ต้องการให้มีรายละเอียดของเหล็กเสริมเหมือนกัน เช่น ชื่อของ

คานที่โปรแกรมกำหนดให้จะขึ้นต้นด้วย **"B"** ตามด้วยตัวเลขที่เริ่มจาก **1** ไปจนถึงจำนวนคานทั้งหมด ในขั้นตอนการออกแบบรายละเอียดอาจจัดกลุ่มคานที่มีรายละเอียดคล้ายกันให้เป็นกลุ่มคานเดียวกัน จึงจำเป็นต้องตั้งชื่อกลุ่มคานอีกครั้ง โดยผู้ออกแบบจะต้องกำหนดเอง ชื่อกลุ่มคานเบื้องต้นโปรแกรมจะกำหนดให้ก่อนเป็น **"BD"** แล้วตามด้วยตัวเลขซึ่งสามารถแก้ไขชื่อกลุ่มคานได้

ชื่อเบื้องต้นของกลุ่มคานที่โปรแกรมกำหนดให้จะเป็น **"BD"** ตามด้วยตัวเลข

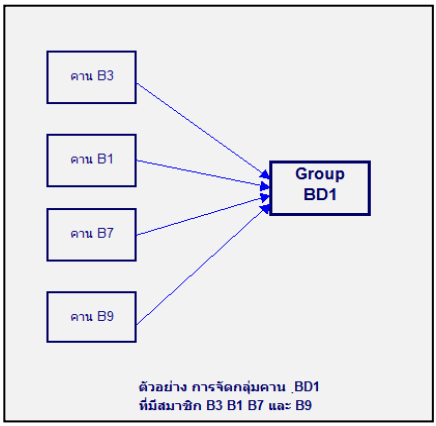
ชื่อเบื้องต้นของกลุ่มแผ่นพื้นที่โปรแกรมกำหนดให้จะเป็น **"SD"** ตามด้วยตัวเลข

ชื่อเบื้องต้นของกลุ่มเสาที่โปรแกรมกำหนดให้จะเป็น **"CD"** ตามด้วยตัวเลข

ชื่อเบื้องต้นของกลุ่มฐานรากที่โปรแกรมกำหนดให้จะเป็น **"FD"** ตามด้วยตัวเลข

ข้อจำกัดของการตั้งชื่อกลุ่มชิ้นส่วนจะมีเพียงไม่สามารถตั้งชื่อที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษร **"B"** หรือ **"S"** หรือ **"C"** หรือ **"F"** แล้วตามด้วยตัวเลข

การจัดกลุ่มชิ้นส่วนมีความสำคัญ เพราะการจัดที่เหมาะสมจะทำให้ประหยัดเหล็กเสริม ลดงานเขียนแบบ ลดความสับสน และความผิดพลาด ทั้งในขั้นตอนการเขียนแบบและก่อสร้างจริง



รูปที่ 6.3 แผนผังตัวอย่างการจัดกลุ่มและตั้งชื่อชิ้นส่วน

6.3 การกำหนดตำแหน่งเหล็กเสริม

การออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมในคานและแผ่นพื้นอาจมีเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริม (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กและจำนวนเส้น) เป็นไปตามค่าของโมเมนต์ดัดที่เกิด โดยการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมอาจจะกำหนดเป็นช่วง ๆ ตามความยาวของคาน **ERCM**-design จึงกำหนดตำแหน่งของเหล็กเสริมในชิ้นส่วน ดังนี้

6.3.1 การกำหนดช่วงการเสริมเหล็กในคาน ในการวิเคราะห์ออกแบบคานของ **ERCM** ตามปกติจะกำหนดชิ้นส่วนคานที่อยู่ในแนวของเส้น Grid เดียวกันและต่อเนื่องกันให้เป็นคานเดียวกันในแต่ละช่วงคาน **(Span)** จะแบ่งระยะของเหล็กเสริมบน และเหล็กเสริมล่างออกเป็น 4 ช่วงเพื่อความเหมาะสมในการกำหนดจำนวนและขนาดหน้าตัดของเหล็กเส้น ดังนี้

6.3.1.1 Top Bar Zone **1** คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมบนเริ่มตั้งแต่ด้านซ้ายสุดของช่วงคานมาจนถึงระยะ 1/3 ของความยาวช่วงคาน หรือ ระยะ L/3

6.3.1.2 Top Bar Zone **2** คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมบนเริ่มที่ ระยะ 1/3 ของความยาวช่วงคาน หรือ ระยะ L/3 ไปจนถึงระยะกึ่งกลางช่วงคาน หรือ ระยะ L/2

6.3.1.3 Top Bar Zone **3** คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมบนเริ่มที่ระยะกึ่งกลางช่วงคาน หรือ ระยะ L/2 ไปจนถึง ระยะ 2L**/3** ของความยาวช่วงคาน หรือ ระยะ L/3 จากขวาสุดของช่วงคาน

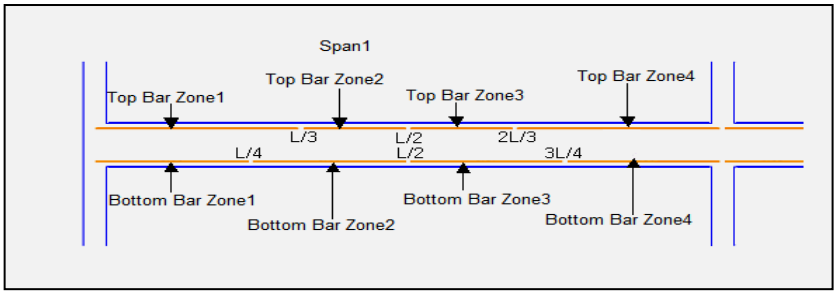
6.3.1.4 Top Bar Zone 4 คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมบนเริ่มที่ 2L**/3** ของความยาวช่วงคาน หรือ ระยะ L/3 จากขวาสุดของช่วงคานไปจนถึงจุดขวาสุดของช่วงคาน

6.3.1.5 Bottom Bar Zone 1 คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมบน เริ่มตั้งแต่ ด้านซ้ายสุดของช่วงคานมาจนถึงระยะ 1/4 ของความยาวช่วงคาน หรือ ระยะ L/4

6.3.1.6 Bottom Bar Zone 2 คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมบน เริ่มที่ ระยะ 1/4 ของความยาวช่วงคาน หรือระยะ L/4 ไปจนถึง ระยะกึ่งกลางช่วงคาน หรือ ระยะ L/2

6.3.1.7 Bottom Bar Zone 3 คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมบน เริ่มที่ระยะกึ่งกลางช่วงคาน หรือ ระยะ L/2 ไปจนถึง ระยะ **3L/4** ของความยาวช่วงคาน หรือ ระยะ **L/4** จากขวาสุดของช่วงคาน

6.3.1.8 Bottom Bar Zone 4 คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมบน เริ่มที่ **3L/4** ของความยาวช่วงคาน หรือระยะ **L/4** จากขวาสุดของช่วงคาน ไปจนถึงจุดขวาสุดของช่วงคาน



รูปที่ 6.4 แสดงการแบ่งระยะและการเรียกชื่อระยะของเหล็กเสริมในแต่ละช่วงคาน

6.3.2 การกำหนดช่วงการเสริมเหล็กในแผ่นพื้น การวิเคราะห์หาค่าโมเมนต์ดัดแผ่นพื้น **ERCM**-design ใช้สูตรการคำนวณระบบแผ่นพื้นสองทางซึ่งมีที่รองรับทั้งสี่ด้าน วิธีที่ 3 ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย การคำนวณวิธีนี้จะได้ค่าโมเมนต์ดัดลบที่ขอบแผ่นพื้นและค่าโมเมนต์บวกที่ช่วงกลางแผ่นพื้น และระบบแผ่นพื้นสองทางจะมีด้านสั้นและด้านยาวของแผ่นพื้น ดังนั้นการกำหนดตำแหน่งเหล็กเสริมของแผ่นพื้นจะมี ดังนี้

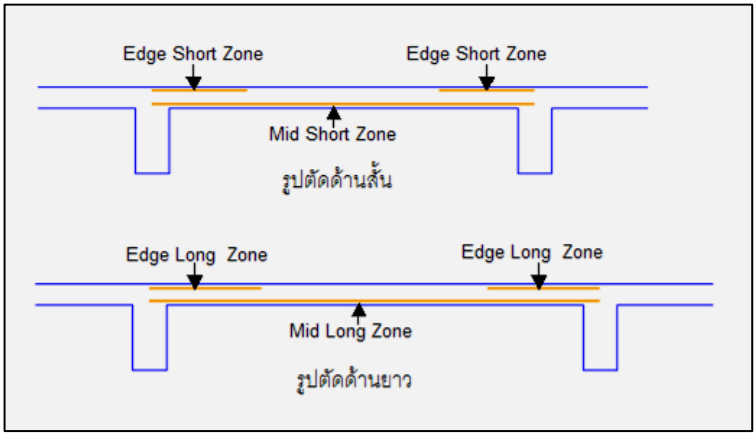
แผ่นพื้น 2 ทาง รูปสี่เหลี่ยมจตุรัสหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีคานรองรับทุกด้าน

6.3.2.1 Edge Short Zone คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมบนด้านสั้นของแผ่นพื้น ระยะตั้งแต่ขอบแผ่นพื้นมาจนถึงระยะ 1/3 ของความยาวด้านสั้นของแผ่นพื้น ซึ่งจะรวมถึงทั้งด้านซ้ายและด้านขวาเพื่อรับโมเมนต์ดัดลบที่เกิดขึ้นบริเวณขอบแผ่นพื้น

6.3.2.2 Edge Long Zone คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมบนด้านยาวของแผ่นพื้น ระยะตั้งแต่ขอบแผ่นพื้นมาจนถึงระยะ 1/3 ของความยาวด้านยาวนของแผ่นพื้น ซึ่งจะรวมถึงทั้งด้านซ้ายและด้านขวาเพื่อรับโมเมนต์ดัดลบที่เกิดขึ้นบริเวณขอบแผ่นพื้น

6.3.2.3 Mid Short Zone คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมล่างด้านสั้นของแผ่นพื้นตลอดความยาว เพื่อรับโมเมนต์ดัดบวกที่เกิดขึ้นบริเวณช่วงกลางพื้นแต่จะกำหนดให้เสริมเหล็กตลอดความยาวด้านสั้นเพื่อความสะดวกในการก่อสร้างจริงตลอดความยาวด้านสั้นเพื่อความสะดวกในการก่อสร้างจริง

6.3.2.4 Mid Long Zone คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมล่างด้านยาวของแผ่นพื้นตลอดความยาว เพื่อรับโมเมนต์ดัดบวกที่เกิดขึ้นบริเวณช่วงกลางพื้นแต่จะกำหนดให้เสริมเหล็กตลอดความยาวด้านสั้นเพื่อความสะดวกในการก่อสร้างจริงตลอดความยาวด้านยาวเพื่อความสะดวกในการก่อสร้างจริง

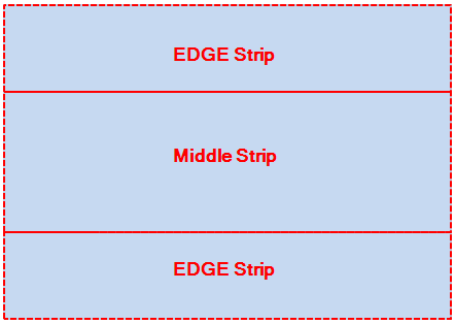


รูปที่ 6.5 แสดงการแบ่งระยะ และการเรียกชื่อระยะของเหล็กเสริมในแผ่นพื้น

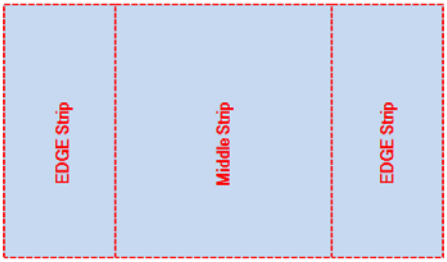
แผ่นพื้น 2 ทางที่โมเดลเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธี FEM

6.3.2.5 Edge Strip หรือ Column Strip คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมบริเวณ **Strip ขอบ** แผ่นพื้นทั้งขอบด้านซ้ายและขอบด้านขวา ทั้งด้านสั้นและด้านยาวของแผ่นพื้น จะประกอบด้วยเหล็กเสริมล่างซึ่งจะเป็นเหล็กเสริมเพื่อรับ Positive Bending Moment โดยเหล็กเสริมล่างจะยาวตลอดและเหล็กเสริมบนบริเวณขอบทั้งสองด้านของ Strip เพื่อรับ Negative Bending Moment

6.3.2.6 Middle Strip คือ ตำแหน่งของเหล็กเสริมบริเวณ **Strip กลาง** ของแผ่นทั้งด้านสั้นและด้านยาวของแผ่นพื้น จะประกอบด้วยเหล็กเสริมล่างซึ่งจะเป็นเหล็กเสริมเพื่อรับ Positive Bending Moment โดยเหล็กเสริมล่างจะยาวตลอดและเหล็กเสริมบนบริเวณขอบทั้งสองด้านของ Strip เพื่อรับ Negative Bending Moment



Edge Strip **และ** middle Strip **ด้านยาวแผ่นพื้น**



Edge Strip **และ** middle Strip **ด้านสั้นแผ่นพื้น**

รูปที่ 6.6 แสดงการแบ่งระยะและการเรียกชื่อ Strip ในแผ่นพื้นที่วิเคราะห์ด้วยวิธี **FEM**

การเสริมเหล็กเพื่อรองรับ Bending Moment ของ Edge Strip ของด้านสั้นและด้านยาวของแผ่นพื้นจะเท่ากัน

การเสริมเหล็กเพื่อรองรับ Bending Moment ของ Middle Strip ของด้านสั้นและด้านยาวของแผ่นพื้นจะเท่ากัน

6.4 คำสั่งลัดพิเศษ

ในโมดูล **ERCM- design** ได้เตรียมปุ่มคำสั่งลัด Short-Cut พิเศษเพื่อให้เข้าถึงคำสั่งจัดกลุ่มและออกแบบชิ้นส่วนอาคารได้อย่างรวดเร็ว จำนวน **8** ปุ่ม ดังนี้

Grp-B หมายถึง คำสั่งลัดของ **Design→Group Beam**

Grp-S หมายถึง คำสั่งลัดของ **Design→Group Slab**

Grp-C หมายถึง คำสั่งลัดของ **Design→Group Column**

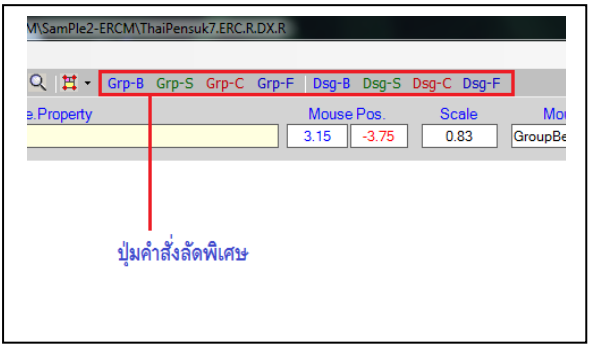
Grp-B หมายถึง คำสั่งลัดของ **Design→Group Footing**

Dsg-B หมายถึง คำสั่งลัดของ **Design→Design Beam**

Dsg-S หมายถึง คำสั่งลัดของ **Design→ Design Slab**

Dsg-C หมายถึง คำสั่งลัดของ **Design→ Design Column**

Dsg-B หมายถึง คำสั่งลัดของ **Design→ Design Footing**



รูปที่ 6.6 ปุ่มคำสั่งลัด **Short-Cut** พิเศษ

7. การจัดกลุ่มและออกแบบรายละเอียดคาน

การออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กของคานจะต้องเริ่มต้นที่การจัดกลุ่มคานที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันก่อนเสมอ กลุ่มของคาน (Group Beam) อาจจะมีสมาชิกเพียง 1 คาน หรือจำนวนเท่าไรก็ได้ ชื่อคานที่เริ่มต้นด้วย **"B"** ตามด้วยตัวเลขที่ **ERCM-analyze** กำหนดให้ในระหว่างการป้อนข้อมูลจะเป็นชื่อคานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ส่วนชื่อของกลุ่มคานที่ใช้ในการออกแบบหน้าตัดในโมดูล **ERCM-design** จะต้องกำหนดขึ้นใหม่ หากไม่กำหนด **ERCM-design** จะตั้งชื่อเบื้องต้นให้เป็น **"BD"** แล้วตามด้วยตัวเลข

เมื่อจัดกลุ่มคานแล้วเสร็จจึงเข้าสู่การออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมของคานได้ การออกแบบรายละเอียดจึงเป็นการออกแบบสำหรับกลุ่มคานโดยที่ไม่สามารถจะออกแบบรายละเอียดให้กับคาน (**"B"** ที่ตามด้วยตัวเลข) ได้โดยตรง หากต้องการออกแบบรายละเอียดให้กับคานเพียงตัวเดียวจะต้องกำหนดให้กลุ่มคานมีสมาชิกเพียงคานเดียวเสียก่อน

7.1 คุณสมบัติของคานที่คล้ายคลึงนำมาจัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้

ในการออกแบบรายละเอียดของกลุ่มคาน มีวัตถุประสงค์ให้รายละเอียดเหล็กเสริมของกลุ่มคาน (Group Beam) เป็นตัวแทนของรายละเอียดคานสมาชิกได้ทุกคาน ดังนั้นคานที่สามารถนำมาจัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้จะต้องมีลักษณะเหมือนกัน ดังนี้

7.1.1 มีจำนวนช่วงคานเท่ากัน

7.1.2 ปลายคานด้านซ้ายสุดจะต้องมี หรือ ไม่มี จุดรองรับเหมือนกัน

7.1.3 ปลายคานด้านขวาสุดจะต้องมี หรือ ไม่มี จุดรองรับเหมือนกัน

7.1.4 ความกว้างของหน้าตัดคาน ในลำดับช่วงคาน (Span) เดียวกันจะต้องเท่ากัน

7.1.5 ความลึกของหน้าตัดคาน ในลำดับช่วงคาน (Span) เดียวกันจะต้องเท่ากัน

โดยที่ความยาวของช่วงคาน (Span) ในลำดับเดียวกันไม่จำเป็นต้องยาวเท่ากัน

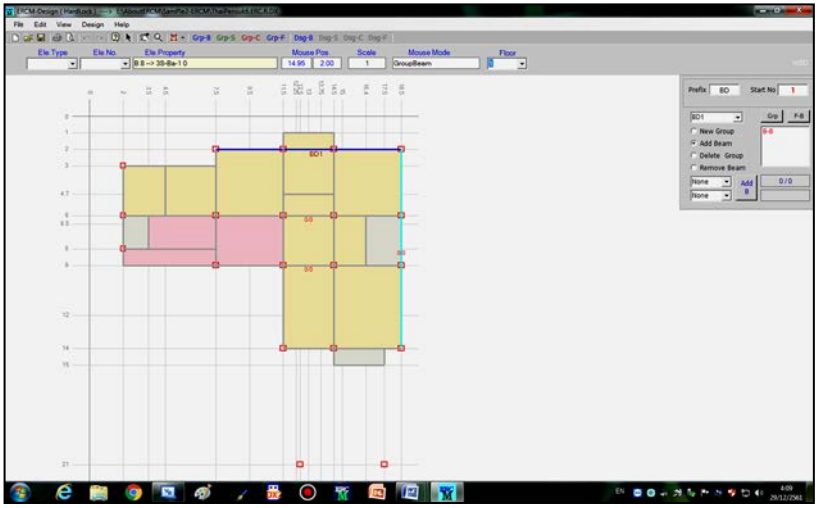
และเพื่อความประหยัดเหล็กเสริม คานที่จะนำมาจัดเป็นกลุ่มเดียวกันควรมีความแตกต่างของความต้องการเหล็กเสริมในแต่ละ Zone ไม่มากจนเกินไป การตัดสินใจเลือกสมาชิกของกลุ่มคานจะเป็นวิจารณญาณของผู้ออกแบบโครงสร้าง

7.2 การจัดกลุ่มคาน

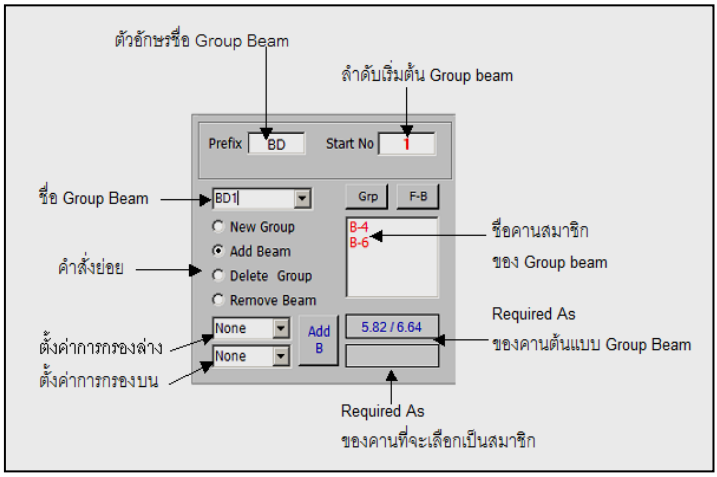
หลังจากขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างด้วย **ERCM-analyze** แล้ว และเรียกคำสั่ง **Design → ERCM design** จะปรากฏโมดูล **ERCM design** และภาพแปลนของผังโครงสร้างเพื่อจัดกลุ่มชิ้นส่วนและออกแบบการเสริมเหล็กในขั้นตอนต่อไป เริ่มต้นจัดกลุ่มคานจะต้องใช้คำสั่ง

Design → Group Beam

เมื่อใช้คำสั่งนี้แล้วจะปรากฏกรอบช่วยในการจัดกลุ่มที่มุมขวาบนของหน้าต่าง ภาพผังคานที่แต่เดิมจะแสดงสีของเส้นสัญลักษณ์คานตามลำดับชั้นของคานจะเปลี่ยนเป็นสีเทาทุกคาน มีความหมายว่าในขั้นตอนการออกแบบรายละเอียดหน้าตัดของกลุ่มคานไม่จำเป็นต้องอ้างอิงลำดับชั้นของคาน คานทุกคานในผังที่จะนำไปออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กได้จะต้องถูกจัดเข้าใน Group Beam ใด ๆ เสียก่อน คานที่ไม่ได้เข้ากลุ่มจะไม่สามารถนำไปออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กได้ ในกรณีที่ต้องการออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กในคานใดคานหนึ่งโดยตรงจะต้องจัด Group Beam ให้มีสมาชิกเพียงคานตัวเดียวได้แล้วออกแบบรายละเอียดผ่าน Group Beam นั้น ๆ



รูปที่ 7.1 หน้าต่างการจัดกลุ่มคาน



รูปที่ 7.2 กรอบช่วยการจัดกลุ่มคาน

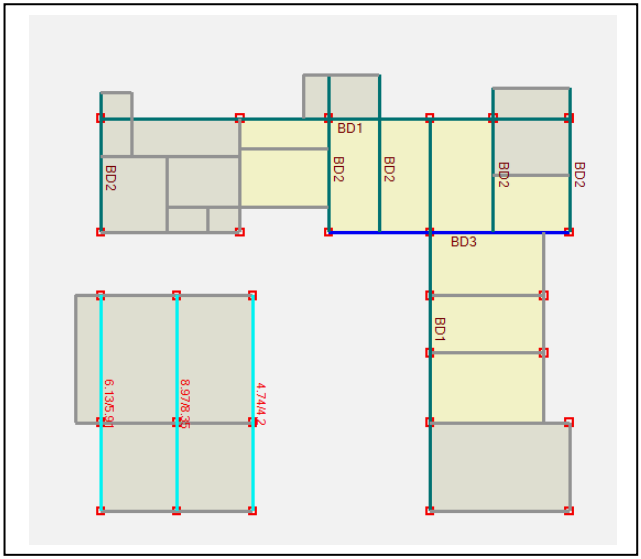
ขั้นตอนการจัดกลุ่มคานเพื่อนำไปออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็ก

7.2.1 กำหนดตัวอักษรเริ่มต้นของชื่อ Groupbeam ในช่องรับข้อความ Prefix หากต้องการเปลี่ยนจากที่โปรแกรมตั้งชื่อไว้ให้ก่อนว่า “BD”

7.2.2 กำหนดตัวเลขลำดับเริ่มต้นของ Groupbeam ในช่องรับข้อความ Start No. หากต้องการเปลี่ยนจากที่โปรแกรมกำหนดไว้ให้ด้วยตัวเลข 1

7.2.3 การเริ่มต้นสร้าง Groupbeam ด้วยการเลือกตัวเลือก New Group แล้วเคลื่อนที่เมาส์ไปยังบริเวณคานที่ต้องการให้เป็นสมาชิกแรกของ Groupbeam แล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมจะสร้าง Groupbeam ขึ้นมาโดยมีชื่อเป็นตามตัวอักษรในช่อง Prefix ตามด้วยตัวเลขโดยตามลำดับการสร้าง Groupbeam โดย Groupbeam แรกจะเริ่มต้นด้วยตัวเลขในช่อง Start No.

สีของคานที่ถูกเลือกเป็นสมาชิกแรกของกลุ่มจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน คานที่มีคุณสมบัติเหมือนกันจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้าอ่อนและแสดงตัวเลข ความต้องการเหล็กเสริม Top Bar สูงสุดจากทุก Zone ทุก Span ของคานนั้น ตามด้วยความต้องการเหล็กเสริม Bottom Bar สูงสุดจากทุก Zone ทุก Span ของคาน



รูปที่ 7.3 การเปลี่ยนแปลงสี และการแสดงตัวเลขความต้องการเหล็กเสริมของคานในระหว่างการสร้าง Group Beam

7.2.4 การเพิ่มสมาชิกของกลุ่มคานด้วยการเลือกตัวเลือก Add Member แล้วกำหนดการกรองสมาชิกด้วยการกำหนดขอบเขตค่าเปอร์เซ็นต์ต่ำสุดและขอบเขตค่าเปอร์เซ็นต์สูงสุดของความแตกต่างความต้องการเหล็กเสริมของคานที่มีคุณสมบัติเหมือนกลุ่มคานกับคานสมาชิกแรกของกลุ่มคาน คานที่อยู่นอกขอบเขตการกรองจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้าเทาอ่อนเพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างกับคานที่อยู่ในขอบเขตการกรอง

การเพิ่มสมาชิกทำได้ 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 ใช้เมาส์ไปคลิกบริเวณคานที่ต้องการให้เป็นสมาชิกของกลุ่มคานโดยจะเลือกจากคานที่มีคุณสมบัติเหมือนกันทั้งในและนอกขอบเขตการกรอง

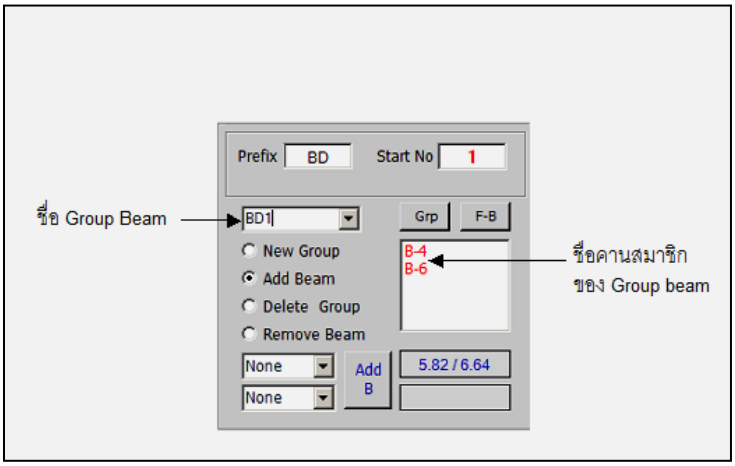
วิธีที่ 2 หากพอใจขอบเขตการกรองความต้องการปริมาณเหล็กเสริมแล้ว สามารถกดปุ่ม Add B เพื่อให้ทุกคานที่อยู่ในขอบเขตการกรองเข้าเป็นสมาชิกของกลุ่มคานนี้ทุกคาน

ชื่อของกลุ่มคานจะปรากฏในช่อง Drop down list และชื่อของคานสมาชิกจะปรากฏในช่องลิสต์ทางด้านขวาในกรอบช่วยการจัดกลุ่ม สีของคานที่จัดเข้ากลุ่ม Group Beam แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

7.2.5 ถ้าต้องการลบคานออกจากสมาชิกของกลุ่ม ให้เลือกตัวเลือก Remove Beam ในกรอบช่วยการจัดกลุ่มคานแล้วเคลื่อนเมาส์ไปยังคานที่ต้องลบออกจากกลุ่มแล้วคลิกเมาส์ คานที่ถูกเลือกจะถูกนำออกจากกลุ่ม

7.2.6 ถ้าต้องการลบกลุ่ม **Group Beam** ให้เลือกตัวเลือก **Delete Group** ในกรอบช่วยการจัดกลุ่มคานแล้วเคลื่อนเมาส์ไปยังคานใด ๆ ที่เป็นสมาชิกของ Group Beam ที่ต้องการลบออกแล้วคลิกเมาส์ Group Beam นั้นจะถูกลบออกไป

7.2.7 ถ้าต้องการตรวจสอบว่าคานใดที่ยังไม่ถูกจัดกลุ่ม ให้กดปุ่ม F-B ในกรอบช่วยการจัดกลุ่ม จะปรากฏรายชื่อคานที่ยังไม่จัดเข้ากลุ่มในช่องลิสต์บ็อกซ์ในกรอบช่วยการจัดกลุ่ม



รูปที่ 7.4 รายชื่อของ Group Beam Number และ รายชื่อคานสมาชิกในกลุ่มที่ปรากฏใน ช่อง Drop Down List และ List Box

7.2.8 การจัดกลุ่มคานสามารถเลือกสมาชิกจากคานในระดับ Floor อื่น ๆ ได้ ด้วยการเลือก Floor ในระดับอื่นจาก Drop Down List จากช่อง Floor ในแถบคำสั่ง หากคานในระดับ Floor อื่นที่มีคุณสมบัติสามารถรวมกลุ่มได้จะแสดงเป็นสีฟ้าอ่อนตามรายละเอียดตามข้อ **7.2.3**

7.3 การออกแบบการเสริมเหล็กในคาน

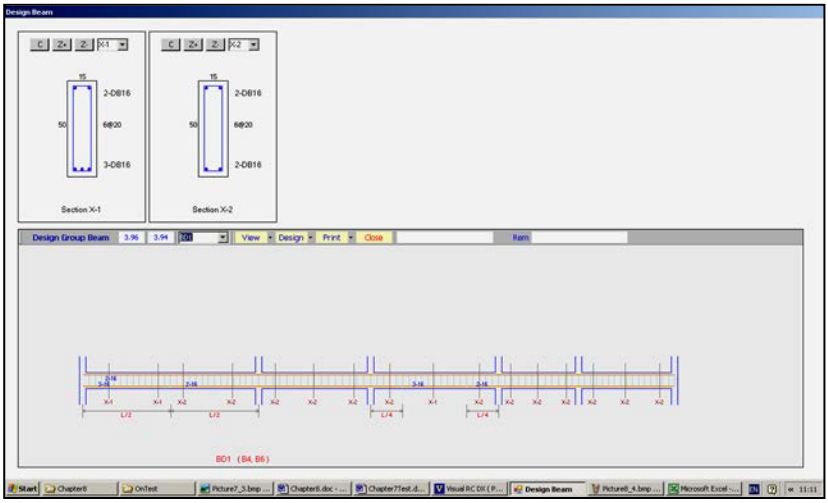
เมื่อจัดกลุ่มคานเสร็จบางส่วนหรือทั้งหมดแล้ว สามารถออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กในคานได้ โดยใช้คำสั่ง

Design → Design Beam

จะปรากฏหน้าต่างออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กของคาน หน้าต่างการออกแบบจะมี 2 ส่วนหลัก คือ

- พื้นที่บริเวณครึ่งล่างของหน้าต่าง เป็นพื้นที่สำหรับป้อนข้อมูลแก้ไขข้อมูลในการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมและเหล็กปลอก จะแสดงภาพตัดตามยาวคานและแสดงภาพ **Diagram** ตามยาวของเหล็กเสริมใน **Zone** ต่าง ๆ

- พื้นที่บริเวณครึ่งบนของหน้าต่าง เป็นพื้นที่สำหรับแสดงภาพหน้าตัดขวางคานที่จุดตัดต่าง ๆ แสดงรายละเอียดเหล็กเสริม ในส่วนนี้จะเป็นเฉพาะการแสดงภาพเท่านั้นไม่สามารถแก้ไขรายละเอียดใด ๆ ผ่านทางพื้นที่นี้ได้



รูปที่ 7.5 หน้าต่างการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมของคาน

การออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กในคาน เป็นการป้อนข้อมูลหลัก 2 อย่าง คือ ลำดับแรกเป็นการกำหนดจำนวนและขนาดเหล็กเสริมตามยาวเพื่อรับโมเมนต์ดัดใน **Zone** ต่าง ๆ ได้แก่ Top Bar Zone 1-4 และ Bottom Bar Zone 1-4 ในทุกช่วงคาน (Span) ให้พอเพียงกับปริมาณความต้องการเหล็กเสริมใน Zone และ Span ลำดับที่ 2 คือการกำหนดขนาดเหล็กและระยะห่าง (Spacing) ของเหล็กปลอกให้พอเพียงกับปริมาณความต้องการเหล็กปลอกในแต่ละ Zone และ Span ซึ่งการแบ่ง Zone ของเหล็กปลอกมี 4 Zone ตามระยะของ Bottom Bar Zone

ขั้นตอนหลัก ๆ ในการออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กเมื่อเข้าสู่หน้าต่างการออกแบบรายละเอียด มีดังนี้

- เลือก Group Beam ที่ต้องการออกแบบจากช่อง Drop Down List จะปรากฏภาพตัดตามยาวคานในพื้นที่ส่วนล่าง
- ในกรณีที่ระดับคานต่างกันเล็กน้อย จะต้องปรับระดับคาน ด้วยคำสั่ง

  Design → Shift Beam
- กำหนดจำนวนและขนาดเหล็กเสริมใน Zone ต่าง ๆ ด้วยคำสั่ง

  Design → Place Bar
- กำหนดรายละเอียดของเหล็กปลอก ด้วยคำสั่ง

  Design → Place Stirrupt

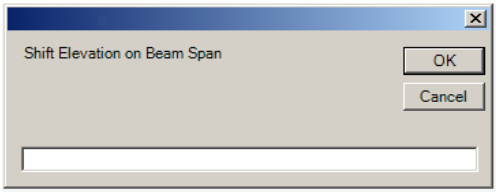
7.3.1 การจัดเหล็กเสริมตามยาวคานเพื่อรับโมเมนต์ดัด

เมื่อเลือก Group Beam และปรากฏภาพคานตามยาวแล้วมีขั้นตอน ดังนี้

7.3.1.1 ปรับระดับคาน ในกรณีที่บางช่วงคานจำเป็นต้องยกระดับหรือลดระดับจากปกติ เช่น ช่วงคานที่รับพื้นห้องน้ำ ใช้คำสั่ง

Design → Shift Beam

เคลื่อนที่เมาส์ไปยังช่วงคานที่ต้องการปรับระดับ คลิกเมาส์ จะปรากฏช่องรับข้อความใส่ตัวเลขระดับที่ต้องการยกขึ้น หน่วยเป็น ซม. ถ้าต้องการลดระดับลงให้ใส่เครื่องหมาย **“ - ”** ตามด้วยตัวเลขที่ต้องการ ระดับคานจะปรับไปตามค่าที่ระบุไว้ การปรับระดับคานจะทำได้ไม่เกิน 20% ของความลึกคานในช่วง (Span) นั้น เพื่อมิให้ความต่อเนื่องของคานเปลี่ยนแปลงไป การปรับระดับหลังคานจะเป็นการปรับเพื่อให้ถูกต้องในการเขียนแบบเท่านั้น

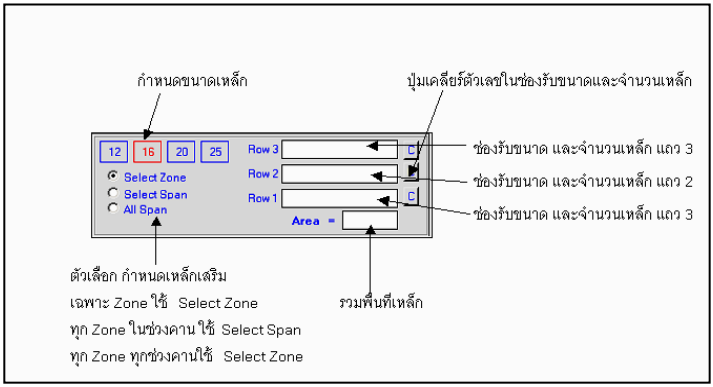


รูปที่ 7.6 กรอบรับข้อความเพื่อรับตัวเลขการปรับระดับคาน

7.3.1.2 กำหนดขนาดและจำนวนเส้นเหล็กเสริมใน Zone และ Span ด้วยคำสั่ง

Design → Place bar

จะปรากฏกรอบช่วยการป้อนข้อมูลที่มุมขวาของหน้าต่างล่าง



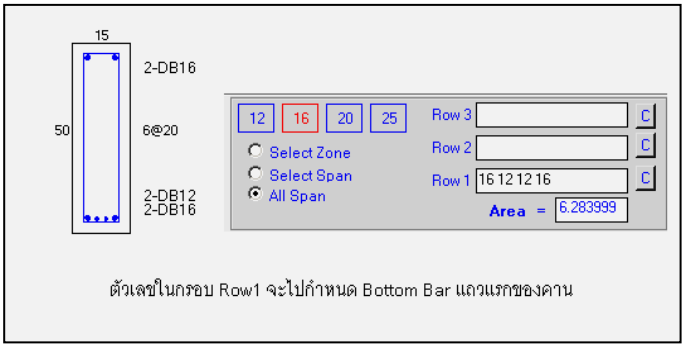
รูปที่ 7.7 กรอบช่วยการป้อนข้อมูลเหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด

ดำเนินการเป็นลำดับ ดังนี้

- กำหนดขนาดเหล็กในช่องรับขนาดและจำนวนเส้นในช่องรับข้อมูลเหล็กเสริมซึ่งช่องรับข้อมูลจะมี 3 แถว การเสริมเหล็กทั้งเหล็กบน (Top Bar) และเหล็กล่าง (Bottom Bar) สามารถใส่ได้ไม่เกินจำนวนช่องรับข้อมูลที่มีอยู่ การกำหนดขนาดและจำนวนต้องกรอกตัวเลขลงไปในช่องรับโดยเริ่มจาก Row1 ก่อน แล้วจึงกรอกใน Row2 และ Row3 ตามลำดับ ไม่สามารถจะป้อนตัวเลขโดยไม่เรียงลำดับได้ Format ของการใส่ตัวเลขและขนาดจะเป็นตามตัวอย่าง เช่น ใน Row1 ระบุตัวเลขเป็น

16 12 12 16

มีความหมายว่า การเรียงเหล็กจะเรียงขนาด 16 มม. ด้านนอกจำนวน 2 เส้น และด้านในเป็น 12 มม. จำนวน 2 เส้น เป็นต้น



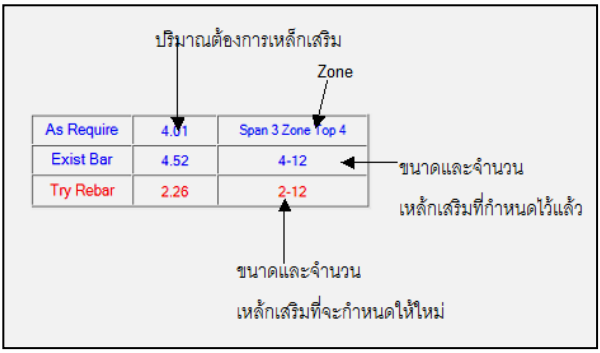
รูปที่ 7.8 ความหมายของการป้อนตัวเลขในช่องรับขนาดและจำนวนเหล็ก **Row 1 - 3**

ในกรอบช่วยการวางเหล็กจะมีส่วนช่วยในการพิมพ์ตัวเลขลงในช่องรับขนาดและจำนวนเหล็ก ด้วยการคลิกเมาส์เลือกขนาดเหล็กที่ต้องการแล้วไปคลิกในช่องรับขนาดและจำนวน (Row1 -3) โปรแกรมจะช่วยพิมพ์ตัวเลขให้แทนการพิมพ์ตัวเลขจากแป้นพิมพ์

การกำหนดขนาดและจำนวน จะต้องทำให้ครบตามที่ต้องการ หากต้องการเพิ่มแถวของการเสริมเหล็กจะต้องป้อนตัวเลขใน Row2 และ Row3 ตามปริมาณที่ต้องการ ปริมาณพื้นที่เหล็กเสริมรวมจะแสดงในช่องรวมพื้นที่เหล็ก

- กำหนดตัวเลือกการวางเหล็กเสริมว่าจะวางเฉพาะ Zone (Select Zone) หรือจะวางทุก Zone ในช่วงคานที่เลือก (Select Span) หรือจะวางทุก Zone ในทุกช่วงคาน (All Span)

- เคลื่อนที่เมาส์ไปยังตำแหน่งของเหล็กเสริม Top Bar หรือ Bottom Bar ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงการเสริมเหล็กเป็นไปตามที่กำหนดไว้ เมื่อตำแหน่งของเมาส์ไปทับส่วนหนึ่งของแนวเส้นเหล็กเสริม จะปรากฏตารางแสดงรายละเอียดเปรียบเทียบเพื่อช่วยในการกำหนดเหล็กเสริม



รูปที่ 7.9 ตารางเปรียบเทียบความต้องการเหล็กเสริม การกำหนดเหล็กเสริมเดิม และเหล็กเสริมที่จะกำหนดให้ใหม่เพื่อแทนที่

กรณีที่เลือกการวางเหล็กเสริมเป็น Select Zone ในแถว As Require จะเป็นความต้องการเหล็กเสริมของ Zone ที่ตำแหน่งเมาส์ทับอยู่

กรณีที่เลือกการวางเหล็กเสริมเป็น Select Span ในแถว As Require จะเป็นความต้องการเหล็กเสริมของ Zone ที่ต้องการปริมาณเหล็กเสริมสูงสุดในช่วงคาน (Span) ที่ตำแหน่งเมาส์ทับอยู่

กรณีที่เลือกการวางเหล็กเสริมเป็น All Span ในแถว As Require จะเป็นความต้องการเหล็กเสริมของ Zone ที่ต้องการปริมาณเหล็กเสริมสูงสุดจากทุกช่วงคาน (Span)

ระหว่างที่ตำแหน่งเมาส์ชี้ไปที่แนวเหล็กเสริม Top Bar หรือ Bottom Bar และในช่องรับข้อมูลเหล็กมีการระบุขนาดและจำนวนไว้แล้ว โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบความต้องการเหล็กเสริมกับปริมาณที่กำหนดไว้ในช่องรับข้อมูลว่าเพียงพอหรือไม่ โดยเปลี่ยนสีของเส้นเหล็กจากเดิมไปเป็นสีฟ้าอ่อน หรือ สีแดง หรือ สีขาว แต่ละสีจะมีความหมาย ดังนี้

สีฟ้าอ่อน หมายถึง ปริมาณเหล็กเสริมใหม่พอเพียงกับความต้องการ

สีแดง หมายถึง ปริมาณเหล็กเสริมใหม่ไม่พอเพียงกับความต้องการ

สีขาว หมายถึง ไม่มีการเปรียบเทียบ

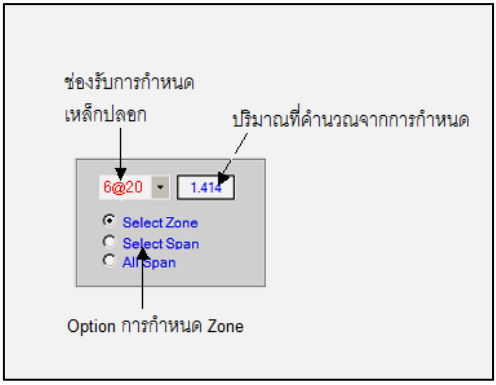
- เมื่อพิจารณาว่าจำนวนเส้นและขนาดเหล็กที่จะกำหนดแทนที่ของเดิมเหมาะสมแล้ว ให้คลิกเมาส์เป็นการกำหนดจำนวนและขนาดเหล็กเส้นใหม่ไปยัง Zone นั้น (Option Select Zone) หรือ ทุก Zone ในช่วงคาน (Option Select Span) หรือทุก Zone ในทุกช่วงคาน (Option All Span)

การดำเนินการในขั้นตอนการกำหนดเหล็กเสริมเป็นขั้นตอนหลักที่สำคัญมาก ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงการกำหนดเหล็กเสริม โปรแกรมจะคำนวณและแสดงภาพหน้าตัดขวางที่แตกต่างกันที่เกิดขึ้นทั้งหมดตลอดความยาวคานในกรอบเล็ก ๆ ในบริเวณส่วนบนของหน้าต่างการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมคาน

7.3.2 การกำหนดเหล็กปลอก เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการออกแบบเหล็กเสริมในขั้นแรกเช่นเดียวกับเหล็กเสริมรับโมเมนต์ดัด โปรแกรมจะคำนวณเหล็กปลอกมาให้ก่อนตามค่า Shearing Force ที่วิเคราะห์ได้โดย Zone ของเหล็กปลอกในแต่ละช่วงคานจะเหมือนกับการแบ่ง Zone ของเหล็กเสริมล่าง Bottom Bar คือ จะแบ่งความยาวของแต่ละ Zone เป็น 25% ของความยาว Span การกำหนดขนาดปริมาณเหล็กปลอกใช้คำสั่ง

Design→Place Stirrupt

เมื่อเรียกคำสั่งแล้วจะปรากฏกรอบช่วยการกำหนดเหล็กปลอกที่มุมขวาบนของหน้าต่างการออกแบบเหล็กเสริมคาน



รูปที่ 7.10 กรอบช่วยการป้อนข้อมูลเหล็กปลอก

ขั้นตอนในการกำหนดเหล็กปลอก มีดังนี้

- เลือกขนาดและระยะห่างของเหล็กปลอกใน Drop Down List หรือ พิมพ์ตาม Format ขนาด Diameter @ ระยะ Spacing เช่น **6@20** เป็นต้น

- กำหนดตัวเลือกว่าตามความต้องการว่าจะวางเหล็กปลอกเฉพาะใน Zone (Select Zone) หรือจะวางทุก Zone ในช่วงคานที่เลือก (Select Span) หรือจะวางทุก Zone ในทุกช่วงคาน (All Span)

- เคลื่อนที่เมาส์ไปยังบริเวณที่ต้องการกำหนดเหล็กปลอก สีของเหล็กปลอกจะเปลี่ยนไปมีความหมาย ดังนี้

สีน้ำเงิน หมายถึง ปริมาณเหล็กปลอกใหม่พอเพียงกับความต้องการ

สีแดง หมายถึง ปริมาณเหล็กปลอกใหม่ไม่พอเพียงกับความต้องการ

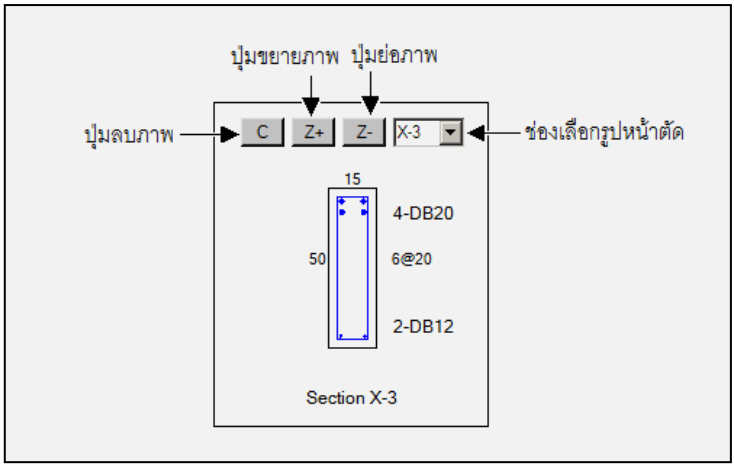
สีฟ้าอ่อน หมายถึง ไม่มีการเปรียบเทียบ

และจะปรากฏตารางเปรียบเทียบความต้องการเหล็กปลอก ปริมาณเหล็กปลอกเดิม และ ปริมาณเหล็กปลอกที่จะกำหนดใหม่

- คลิกเมาส์เพื่อกำหนดเหล็กปลอกให้กับ Zone ที่ต้องการ

7.4 การแสดงภาพหน้าตัดกลุ่มคาน

ภาพหน้าตัดคานตามตำแหน่งเส้นตัดขวางในรูปกลุ่มคานที่แสดงในพื้นที่ด้านล่างของหน้าต่างการออกแบบจะปรากฏในพื้นที่ส่วนบนของหน้าต่าง พื้นที่นี้แสดงเป็นกรอบเล็ก ๆ โดยแต่ละกรอบแสดงรูปหน้าตัด 1 รูป จำนวนกรอบที่แสดงรูปหน้าตัดขึ้นอยู่กับจำนวนหน้าตัดคานที่เกิดขึ้นหรือขนาดของจอแสดงภาพ ในแต่ละกรอบแสดงภาพจะกำหนดให้แสดงรูปหน้าตัดขวางใด ๆ ของกลุ่มคานได้โดยเลือกจากช่อง **Drop Down List** และสามารถย่อขยายรูปหน้าตัดได้ด้วยปุ่ม **Z-** และ **Z+** และ ลบการแสดงภาพหน้าตัดด้วยปุ่ม **C**



รูปที่ 7.11 กรอบแสดงภาพหน้าตัดตามขวางของกลุ่มคาน

8. การจัดกลุ่มและออกแบบรายละเอียดแผ่นพื้น

การออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กของแผ่นพื้นจะมีขั้นตอนเช่นเดียวกับการออกแบบรายละเอียดคาน โดยเริ่มต้นที่การจัดกลุ่มแผ่นพื้นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันก่อนเสมอ กลุ่มแผ่นพื้น **(Group Slab)** อาจมีสมาชิกเพียง **1** แผ่นพื้นหรือจำนวนเท่าไรก็ได้ ชื่อแผ่นพื้นเริ่มต้นด้วย **"S"** ตามด้วยตัวเลขที่ **ERCM-analyze** กำหนดให้ในระหว่างการป้อนข้อมูลจะเป็นชื่อแผ่นพื้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ส่วนชื่อของกลุ่มแผ่นพื้นที่ใช้ในการออกแบบหน้าตัดด้วยโมดูล **ERCM-design** ต้องกำหนดขึ้นใหม่ หากไม่กำหนด **ERCM-design** จะตั้งชื่อเบื้องต้นให้เป็น **"SD"** แล้วตามด้วยตัวเลข

เมื่อจัดกลุ่มแผ่นพื้นแล้วจึงจะเข้าสู่การออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมได้ การออกแบบรายละเอียดจึงเป็นการออกแบบสำหรับกลุ่มแผ่นพื้นโดยที่ไม่สามารถจะออกแบบรายละเอียดให้กับแผ่นพื้น (**"S"** ที่ตามด้วยตัวเลข) ได้โดยตรง หากต้องการออกแบบรายละเอียดให้กับแผ่นพื้นเพียงตัวเดียวจะต้องกำหนดให้กลุ่มแผ่นพื้นมีสมาชิกเพียงแผ่นพื้นเดียวเสียก่อน

แผ่นพื้นที่จะนำมาจัดกลุ่มเพื่อออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมได้กระทำได้กับแผ่นพื้นที่หล่อในที่ หรือ Two Way Slab ได้เท่านั้น แผ่นพื้นที่กำหนดให้เป็นแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่เป็นประเภท One Way Slab ไม่สามารถนำมาจัดกลุ่มได้

8.1 คุณสมบัติของแผ่นพื้นที่คล้ายคลึงนำมาจัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้

ในการออกแบบรายละเอียดของกลุ่มแผ่นพื้นนั้น มีวัตถุประสงค์ให้รายละเอียดเหล็กเสริมของกลุ่มแผ่นพื้น **(Group Slab)** เป็นตัวแทนของรายละเอียดแผ่นพื้นสมาชิกได้ทั้งหมด คุณสมบัติที่เหมือนกันของแผ่นพื้นที่จะนำมาจัดรวมเป็นกลุ่มเดียวกันได้จึงมี ดังนี้

8.1.1 จะต้องเป็นแผ่นพื้นที่เป็น **Two Way Slab** ด้วยกัน โดยจะต้องเป็นแผ่นพื้นที่กำหนดประเภทเป็น **Sa** หรือ **Sb** หรือ **Sc** ในขั้นตอนการป้อนข้อมูลแผ่นพื้นเท่านั้น

8.1.2 จะต้องเป็นแผ่นพื้นที่มีความหนาเท่ากัน โดยอาจจะมีขนาดความกว้างหรือความยาวที่แตกต่างกันได้

8.1.3 จะต้องเป็นแผ่นพื้นที่ใช้วิธีการคำนวณด้วยวิธีเดียวกันซึ่ง **ERCM-analyze** จะมีวิธีการวิเคราะห์แผ่นพื้น 2 วิธี คือ วิเคราะห์ด้วยวิธี Slab Code Method 3 และวิธี Finite Element Method โดยอาจจะมีขนาดความกว้างหรือความยาวที่แตกต่างกันได้

เพื่อเป็นการประหยัดเหล็กเสริม การจัดกลุ่มแผ่นพื้นที่จะรวมเป็นกลุ่มเดียวกันควรคำนึงแผ่นพื้นที่มีขนาดและภาระการรับน้ำหนักที่ใกล้เคียงกัน

8.2 การจัดกลุ่มแผ่นพื้น

หลังจากขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างแล้วด้วย **ERCM-analyze** แล้ว และเรียกคำสั่ง **Design → ERCM design** จะปรากฏโมดูล **ERCM design** และภาพแปลนของผังโครงสร้างเพื่อจัดกลุ่มชิ้นส่วนและออกแบบการเสริมเหล็กในขั้นตอนต่อไป เริ่มต้นจัดกลุ่มแผ่นพื้นจะต้องใช้คำสั่ง **Design → Group Slab**

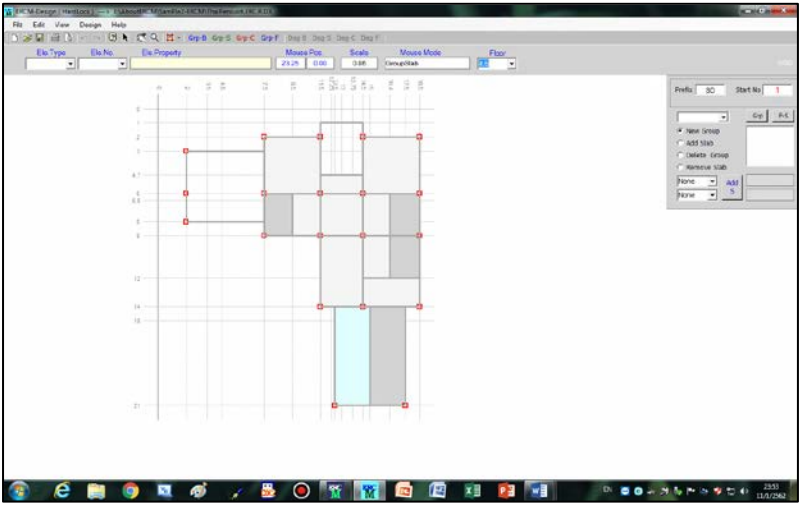
เมื่อใช้คำสั่งนี้แล้วจะปรากฏกรอบช่วยในการจัดกลุ่มที่มุมขวาบนของหน้าต่าง ภาพผังโครงสร้างเดิมที่แสดงสีของคานตามลำดับชั้นจะเปลี่ยนสีของคานเป็นสีเทา สีของแผ่นพื้นที่กำหนดตามประเภทจะเปลี่ยนสีเป็น ดังนี้

One Way Slab จะเปลี่ยนเป็น สีเทาอ่อน

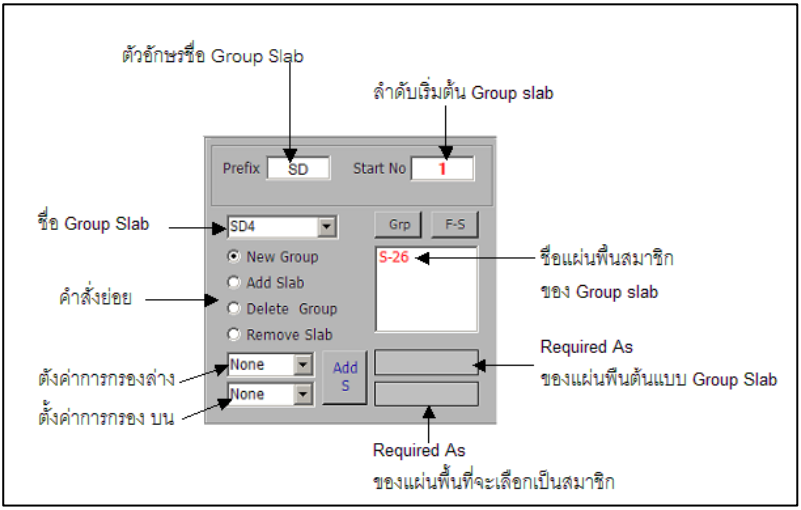
Two Way Slab ที่คำนวณด้วย **Code Slab Method 3** จะเปลี่ยนเป็น สีเทาเข้ม

Two Way Slab ที่คำนวณด้วยวิธี **FEM** จะเปลี่ยนเป็น สีฟ้าอ่อน

แผ่นพื้น **Two Way Slab** ทั้งหมดที่ออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมจะต้องออกแบบผ่านทางกลุ่ม **Group Slab** ได้เท่านั้น โดยไม่สามารถออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมให้กับแผ่นพื้น **Slab** ใด ๆ ได้โดยตรง เช่นเดียวกับการออกรายละเอียดสำหรับกลุ่มคาน หากต้องการออกแบบรายละเอียดสำหรับแผ่นพื้นเพียงชิ้นเดียวจะต้องกำหนด Group Slab ให้มีสมาชิกเพียงแผ่นพื้นเดียวเท่านั้น



รูปที่ 8.1 หน้าต่างการจัดกลุ่มแผ่นพื้น



รูปที่ 8.2 กรอบช่วยการจัดกลุ่มแผ่นพื้น

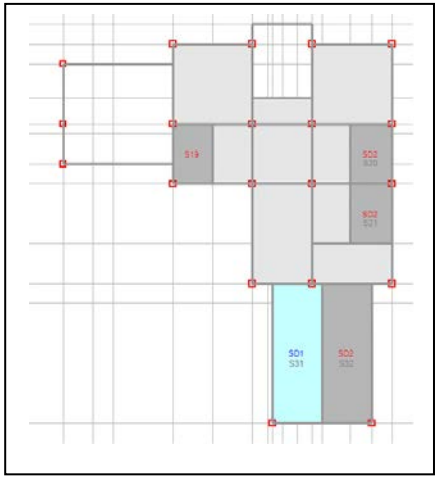
ขั้นตอนการจัดกลุ่มแผ่นพื้นเพื่อนำไปออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็ก

8.2.1 กำหนดตัวอักษรเริ่มต้นของชื่อ **Groupslab** ในช่องรับข้อความ **Prefix** หากต้องการเปลี่ยนจากที่โปรแกรมตั้งชื่อไว้ให้ก่อนว่า **"SD"**

8.2.2 กำหนดตัวเลขลำดับเริ่มต้นของ **Groupslab** ในช่องรับข้อความ **Start No.** หากต้องการเปลี่ยนจากที่โปรแกรมกำหนดไว้ให้ด้วยตัวเลข 1

8.2.3 การเริ่มต้นสร้าง **Groupslab** ด้วยการเลือกตัวเลือก **New Group** แล้วเคลื่อนที่เมาส์ไปยังบริเวณแผ่นพื้นที่ต้องการให้เป็นสมาชิกแรกของ Group แล้วคลิกเมาส์ โปรแกรมจะสร้าง **Groupslab** ขึ้นมาโดยมีชื่อเป็นตามตัวอักษรในช่อง **Prefix** ตามด้วยตัวเลขตามลำดับการสร้าง **Group** โดย **Groupslab** แรกจะเริ่มต้นด้วยตัวเลขในช่อง **Start No**.

จะปรากฏชื่อ **Groupslab** และหมายเลข **Slab Number** แผ่นพื้นที่ถูกเลือกเป็นสมาชิกใน **GroupSlab** นั้น



รูปที่ 8.3 การปรากฏชื่อ **Group Slab** และชื่อ **Slab** ในระหว่างการจัดกลุ่มแผ่นพื้น

8.2.4 การเพิ่มสมาชิกของกลุ่มแผ่นพื้น ด้วยการเลือกตัวเลือก **Add Member** แล้วใช้เมาส์ไปคลิกบริเวณแผ่นพื้นที่ต้องการให้เป็นสมาชิกของกลุ่ม โดยจะเลือกจากแผ่นพื้นที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน

ชื่อของกลุ่มแผ่นพื้นจะปรากฏในช่อง **Drop down list** และชื่อของสมาชิกในกลุ่มแผ่นพื้นจะปรากฏในช่องลิสต์ทางด้านขวาในกรอบช่วยการจัดกลุ่ม ชื่อของ **Group Slab** จะปรากฏคู่กับชื่อของแผ่นพื้น

8.2.5 ถ้าต้องการลบแผ่นพื้นออกจากสมาชิกของกลุ่ม ให้เลือกตัวเลือก **Remove Slab** ในกรอบช่วยการจัดกลุ่มแผ่นพื้นแล้วเคลื่อนเมาส์ไปยังแผ่นพื้นที่ต้องลบออกจากกลุ่มแล้วคลิกเมาส์ แผ่นพื้นที่ถูกเลือกจะถูกนำออกจากกลุ่ม

8.2.6 ถ้าต้องการลบกลุ่ม **Group Slab** ให้เลือกตัวเลือก **Delete Group** ในกรอบช่วยการจัดกลุ่มแผ่นพื้น แล้วเคลื่อนเมาส์ไปยังแผ่นพื้นใด ๆ ที่เป็นสมาชิกของ **Group Slab** ที่ต้องการลบออกแล้วคลิกเมาส์ **Group Slab** นั้นจะถูกลบออกไป

8.2.7 ถ้าต้องการตรวจสอบว่าแผ่นพื้นใดที่ยังไม่ถูกจัดกลุ่ม ให้กดปุ่ม **F-S** ในกรอบช่วยการจัดกลุ่ม จะปรากฏรายชื่อแผ่นพื้นที่ยังไม่จัดเข้ากลุ่มในช่องลิสต์บ็อกซ์ในกรอบช่วยการจัดกลุ่ม

8.3 การออกแบบการเสริมเหล็กในแผ่นพื้น

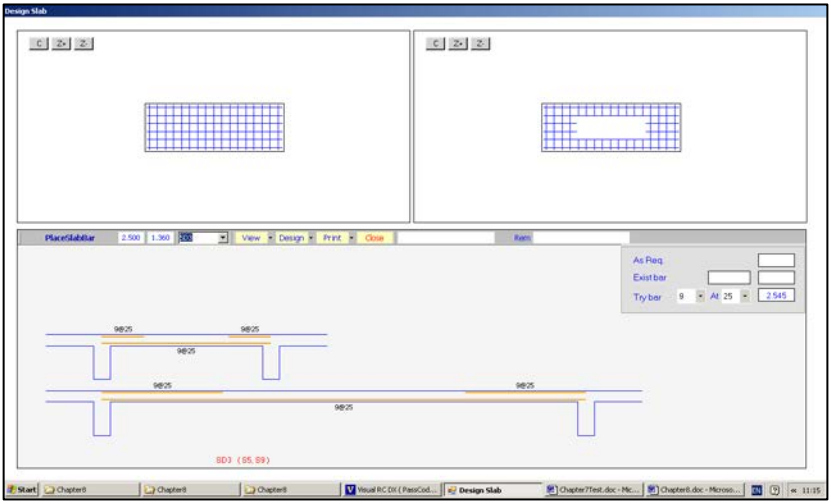
เมื่อจัดกลุ่มแผ่นพื้นเสร็จบางส่วนหรือทั้งหมดแล้ว สามารถออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กในกลุ่มแผ่นพื้นได้ โดยใช้คำสั่ง

Design → Design Slab

จะปรากฏหน้าต่างออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กของแผ่นพื้น หน้าต่างการออกแบบจะมี 2 ส่วนหลัก คือ

- พื้นที่บริเวณครึ่งล่างของหน้าต่างเป็นพื้นที่สำหรับป้อนข้อมูลแก้ไขข้อมูลในการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมซึ่งแสดงภาพตัดตามยาวแผ่นพื้นและแสดงภาพ Diagram ตามยาวของเหล็กเสริมใน Zone ต่าง ๆ

- พื้นที่บริเวณครึ่งบนของหน้าต่างเป็นพื้นที่สำหรับแสดงภาพ Diagram การเสริมเหล็กขอบด้านสั้น ด้านยาว และการเสริมเหล็กช่วงกลางด้านสั้น ด้านยาวของแผ่นพื้น รายละเอียดเหล็กเสริมที่แสดงในพื้นที่นี้จะเป็นเฉพาะการแสดงภาพเท่านั้น ไม่สามารถแก้ไขรายละเอียดใด ๆ ผ่านทางพื้นที่นี้ได้



รูปที่ 8.4 หน้าต่างการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมของแผ่นพื้น

การออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กในแผ่นพื้น คือ การกำหนดขนาด (Diameter) และระยะห่าง (Spacing) ของเหล็กเสริมเพื่อรับโมเมนต์ดัดใน Zone ต่าง ๆ ได้แก่ Edge Short Zone, Edge Long Zone, Mid Short Zone และ Mid Long Zone ของแผ่นพื้น

เมื่อเรียก Group Slab ขึ้นมาในครั้งแรกจะปรากฏรายละเอียดเหล็กเสริมใน Zone ต่าง ๆ ที่โปรแกรมได้คำนวณค่าเบื้องต้นไว้แล้ว ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนการกำหนดเหล็กเสริมให้ตรงกับความต้องการได้

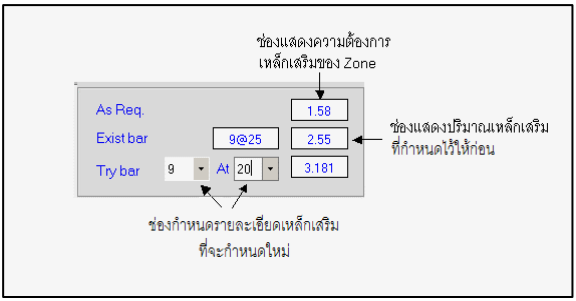
ขั้นตอนการกำหนดเหล็กเสริมแผ่นพื้น

เมื่อเข้าสู่หน้าต่างการออกแบบรายละเอียดจะเป็น ดังนี้

- เลือก Group Slab ที่ต้องการออกแบบจากช่อง Drop Down List จะปรากฏภาพตัดตามยาวแผ่นพื้นในพื้นที่ส่วนล่างของหน้าต่าง
- เลือกคำสั่ง

Design → Place Bar

จะปรากฏกรอบช่วยเหลือการกำหนดเหล็กเสริมที่มุมขวาบนของพื้นที่การออกแบบส่วนล่าง



รูปที่ 8.5 กรอบช่วยเหลือการกำหนดเหล็กเสริมในแผ่นพื้น

- กำหนดขนาดและระยะห่างเหล็กเสริมที่ช่องรับข้อมูล **Try Bar** ในกรอบช่วยเหลือการกำหนดเหล็กเสริม

- เคลื่อนที่เมาส์ไปยังตำแหน่งเหล็กเสริม **Zone** ที่ต้องการแล้วเปรียบเทียบปริมาณเหล็กเสริมในช่อง As Req และ Try Bar

- หากปริมาณเหล็กในช่อง **Try Bar** มากกว่า **As Req** แสดงว่าปริมาณเหล็กเสริมที่กำหนดไว้มากกว่าความต้องการของเหล็กเสริมใน Zone นั้น

- หากปริมาณเหล็กในช่อง **Try Bar** น้อยกว่า **As Req** แสดงว่าปริมาณเหล็กเสริมที่กำหนดไว้น้อยกว่าความต้องการของเหล็กเสริมใน **Zone** นั้น ควรจะต้องไปเปลี่ยนขนาดและระยะห่างในช่อง Try Bar ใหม่

- คลิกเมาส์เพื่อกำหนดรายละเอียดเหล็กเสริมใน **Zone** นั้นให้เป็นไปตามขนาดและระยะห่างที่ได้กำหนดไว้ในช่องรับข้อมูล **Try Bar**

- กำหนดเหล็กเสริมให้ครบทุก **Zone** ตามต้องการ

9. การจัดกลุ่มและออกแบบรายละเอียดเสา

การออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กของเสา เป็นเช่นเดียวกับการออกแบบรายละเอียดคานหรือเสา จะต้องเริ่มต้นที่การจัดกลุ่มเสาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันก่อนเสมอ กลุ่มเสา **(Group Column)** อาจจะมีสมาชิกเพียง **1** เสา หรือจำนวนเท่าใดก็ได้ ชื่อเสาที่เริ่มต้นด้วย **"C"** ตามด้วยตัวเลขที่ **ERCM-analyze** กำหนดให้ในระหว่างการป้อนข้อมูลเป็นชื่อเสาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ส่วนชื่อของกลุ่มเสาที่ใช้ในการออกแบบหน้าตัดด้วยโมดูล **ERCM-design** ต้องกำหนดขึ้นใหม่ หากไม่กำหนด **ERCM-design** จะตั้งชื่อเบื้องต้นให้เป็น **"CD"** แล้วตามด้วยตัวเลข

เมื่อจัดกลุ่มแล้วจึงเข้าสู่การออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมได้ การออกแบบรายละเอียดจึงเป็นการออกแบบสำหรับกลุ่มเสาโดยที่ไม่สามารถจะออกแบบรายละเอียดให้กับเสา (**"C"** ที่ตามด้วยตัวเลข) ได้โดยตรง หากต้องการออกแบบรายละเอียดให้กับเสาเพียงต้นเดียว ต้องกำหนดให้กลุ่มเสามีสมาชิกเพียงเสาต้นเดียวก่อน

9.1 คุณสมบัติของเสาที่คล้ายคลึงนำมาจัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้

ในการออกแบบรายละเอียดของกลุ่มเสา มีวัตถุประสงค์ให้รายละเอียดเหล็กเสริมของกลุ่มเสา (**Group Column**) เป็นตัวแทนของรายละเอียดเสาสมาชิกได้ทั้งหมด คุณสมบัติเหมือนกันของเสาที่จะนำมาจัดรวมเป็นกลุ่มเดียวกันได้จึงมี ดังนี้

9.1.1 ต้องเป็นเสาที่มีขนาดด้านแคบเท่ากัน

9.1.2 ต้องเป็นเสาที่มีขนาดด้านกว้างเท่ากัน

9.1.3 ต้องเป็นเสาที่มีความยาว จุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด ของเสาเท่ากัน

9.1.4 ต้องเป็นเสาที่มีจำนวนช่วง ความยาวแต่ละช่วงเสาตรงกัน

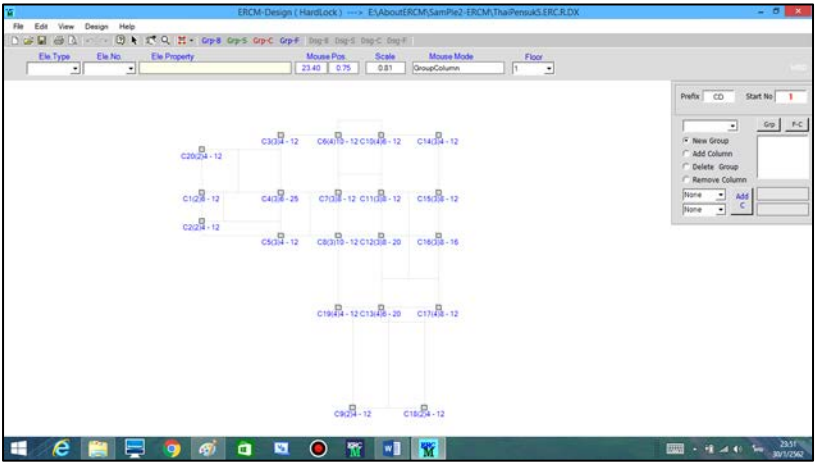
โดยไม่จำกัดการวางตำแหน่งให้ด้านกว้างหรือด้านแคบจะไปตาม แกน X หรือ ตาม แกน Y

9.2 การจัดกลุ่มเสา

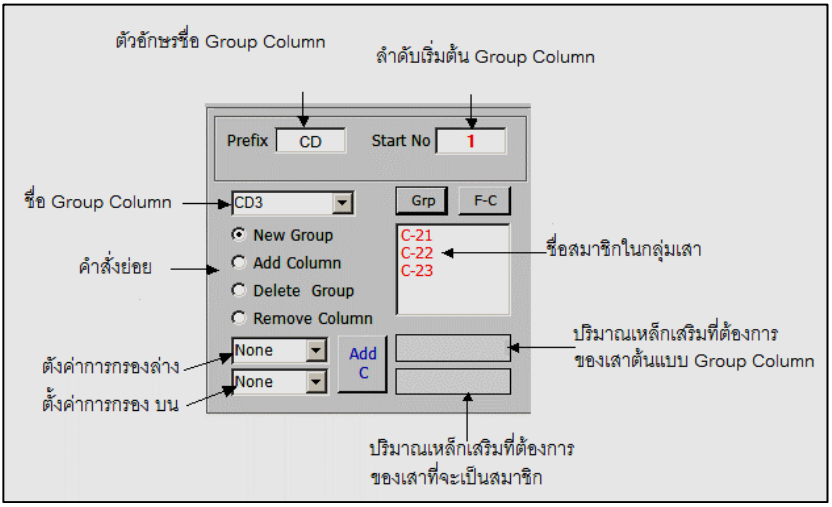
การเริ่มต้นจัดกลุ่มเสาต้องใช้คำสั่ง

Design → Group Column

จะปรากฏกรอบช่วยในการจัดกลุ่มเสาที่มุมขวาบนของหน้าต่างภาพผังโครงสร้างเดิมที่แสดงภาพของคาน แผ่นพื้น และเสา จะเปลี่ยนแปลงไปโดยแนวเส้น **Diagram** ของคานและพื้นจะหายไปเหลือแต่แนวเส้นแสดงตำแหน่งคานเท่านั้น สีของ **Diagram** เสาจากเดิมเป็นสีแดงจะเปลี่ยนเป็นสีเทา



รูปที่ 9.1 หน้าต่างการจัดกลุ่มเสา



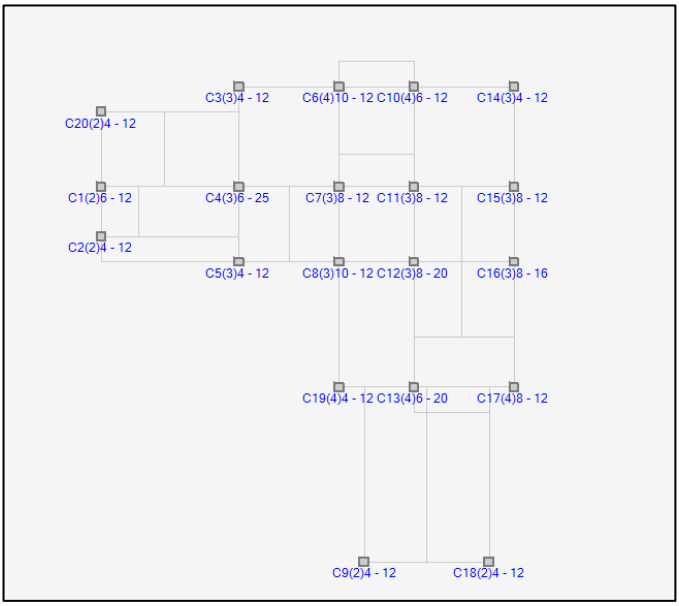
รูปที่ 9.2 กรอบช่วยการจัดกลุ่มเสา

ขั้นตอนการจัดกลุ่มเสาเพื่อนำไปออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็ก

9.2.1 กำหนดตัวอักษรเริ่มต้นของชื่อ **Group Column** ในช่องรับข้อความ **Prefix** หากต้องการเปลี่ยนจากที่โปรแกรมตั้งชื่อไว้ให้ก่อนว่า **"CD"**

9.2.2 กำหนดตัวเลขลำดับเริ่มต้นของ **Group Column** ในช่องรับข้อความ **Start No.** หากต้องการเปลี่ยนจากที่โปรแกรมกำหนดไว้ให้ด้วยตัวเลข **1**

สีของเสาที่ถูกเลือกเป็นสมาชิกแรกของกลุ่มจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน และเสาที่มีคุณสมบัติเหมือนกันจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้าอ่อน



รูปที่ 9.3 การเปลี่ยนแปลงสี และการแสดงตัวเลขความต้องการเหล็กเสริมของเสาในระหว่างการสร้าง Group Column

9.2.3 การเพิ่มสมาชิกของกลุ่มเสาด้วยการเลือกตัวเลือก **Add Column** แล้วกำหนดการกรองสมาชิก ด้วยการกำหนดจำนวนและขนาดเหล็กเสริมต่ำสุดที่ต้องการ และกำหนดจำนวนและขนาดเหล็กเสริมสูงสุดที่ต้องการ เสาที่อยู่นอกขอบเขตการกรองจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้าเทาอ่อน เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างกับเสาที่อยู่ในขอบเขตการกรอง

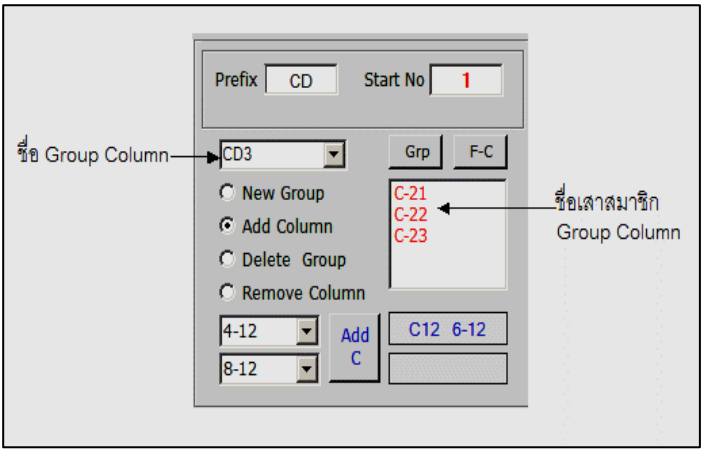
การเพิ่มสมาชิกของ **Group Column** ทำได้โดยใช้เมาส์ไปคลิกบริเวณเสาที่ต้องการให้เป็นสมาชิกของกลุ่มโดยจะเลือกจากเสาที่มีคุณสมบัติเหมือนกันทั้งในและนอกขอบเขตการกรอง

ชื่อของกลุ่มเสาจะปรากฏในช่อง Drop down list และชื่อของเสาสมาชิกจะปรากฏในช่องลิสต์ทางด้านขวาในกรอบช่วยการจัดกลุ่ม สีของเสาที่จัดเข้ากลุ่ม **Group Column** แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

9.2.4 ถ้าต้องการลบเสาออกจากสมาชิกของกลุ่ม ให้เลือกตัวเลือก **Remove Column** ในกรอบช่วยการจัดกลุ่มเสา แล้วเคลื่อนเมาส์ไปยังเสาที่ต้องลบออกจากกลุ่มแล้วคลิกเมาส์ เสาที่ถูกเลือกจะถูกนำออกจากกลุ่ม

9.2.5 ถ้าต้องการลบกลุ่ม **Group Column** ให้เลือกตัวเลือก **Delete Group** ในกรอบช่วยการจัดกลุ่มเสาแล้วเคลื่อนเมาส์ไปยังเสาที่เป็นสมาชิกของ **Group Column** ที่ต้องการลบออก แล้วแล้วคลิกเมาส์ **Group Column** นั้นจะถูกลบออกไป

9.2.6 ถ้าต้องการตรวจสอบว่าเสาใดที่ยังไม่ถูกจัดกลุ่มแล้ว กดปุ่ม **F-C** ในกรอบช่วยการจัดกลุ่ม จะปรากฏรายชื่อเสาที่ยังไม่จัดเข้ากลุ่มในช่องลิสต์บ็อกซ์ในกรอบช่วยการจัดกลุ่ม



รูปที่ 9.4 รายชื่อของ **Group Column** และรายชื่อเสาสมาชิกในกลุ่มที่ปรากฏใน ช่อง Drop Down List และ **List Box**

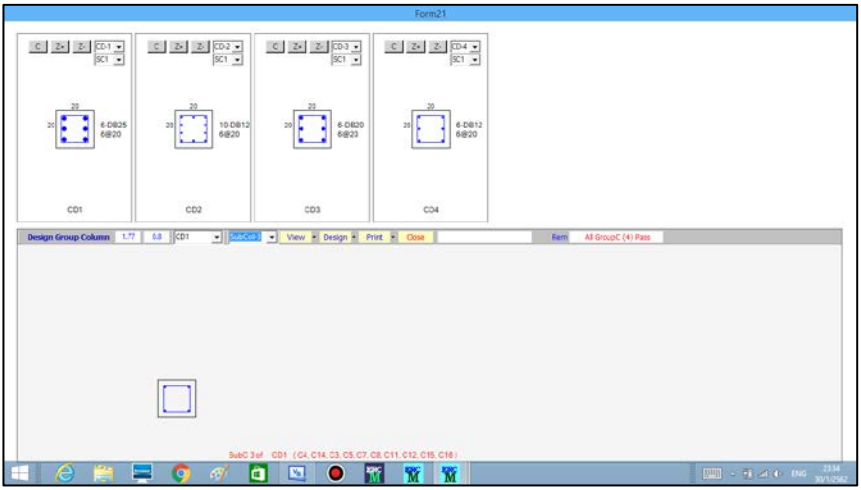
9.3 การออกแบบการเสริมเหล็กในเสา

เมื่อจัดกลุ่มเสาเสร็จบางส่วนหรือทั้งหมดแล้วสามารถออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กในกลุ่มเสาได้ โดยใช้คำสั่ง

Design → Design Column

จะปรากฏหน้าต่างออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กของเสา หน้าต่างการออกแบบมี **2** ส่วนหลัก คือ

- พื้นที่บริเวณครึ่งล่างของหน้าต่าง เป็นพื้นที่สำหรับป้อนข้อมูล แก้ไขข้อมูล ในการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมจะแสดงภาพหน้าตัดและการเสริมเหล็กของกลุ่มเสาที่ทำการออกแบบรายละเอียด
- พื้นที่บริเวณครึ่งบนของหน้าต่าง เป็นพื้นที่สำหรับแสดงภาพหน้าตัดและการเสริมเหล็กของกลุ่มเสาทุกกลุ่มที่ได้จัดเอาไว้ พื้นที่ส่วนนี้จะเป็นส่วนเฉพาะการแสดงภาพเท่านั้นไม่สามารถแก้ไขรายละเอียดใด ๆ ผ่านทางพื้นที่นี้ได้



รูปที่ 9.5 หน้าต่างการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมของเสา

การออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กในเสา คือ การป้อนข้อมูลหลัก 2 อย่าง ลำดับแรกจะเป็นการกำหนดจำนวนและขนาดเหล็กเสริมแกนเพื่อร่วมกับคอนกรีตรับแรงตามแนวแกนเสา ลำดับที่ 2 คือ การกำหนดขนาดเหล็กและระยะห่าง **(Spacing)** ของเหล็กปลอก

ขั้นตอนหลัก ๆ ในการออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กเมื่อเข้าสู่หน้าต่างการออกแบบรายละเอียดมี ดังนี้

- เลือก **Group Column** ที่ต้องการออกแบบจากช่อง Drop Down List จะปรากฏภาพหน้าตัดเสาพร้อมเหล็กเสริมของ Group Column และ Sub Column ที่เลือกในพื้นที่ส่วนล่าง ใช้คำสั่ง

Design → Place Bar

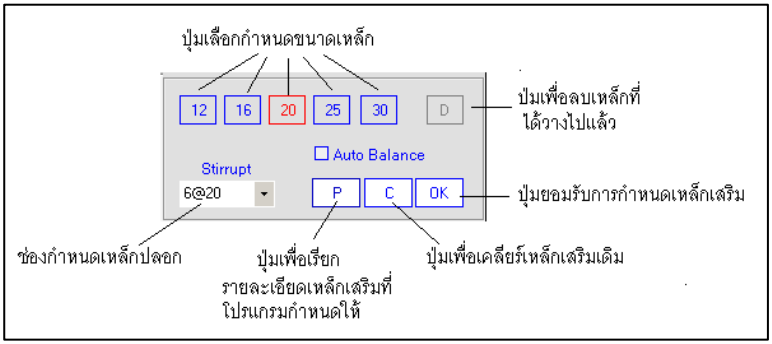
เพื่อกำหนดเหล็กเสริม และเหล็กปลอกให้กับ **Group Column** ใน **Sub Column** นั้น

- ในกรณีที่พอใจกับปริมาณเหล็กเสริมและเหล็กปลอกที่โปรแกรมคำนวณไว้ให้แล้วอาจข้ามขั้นตอนนี้ไปได้แล้วไปเลือก **Group Column** และ **Sub Column** อื่นเพื่อออกแบบต่อไป

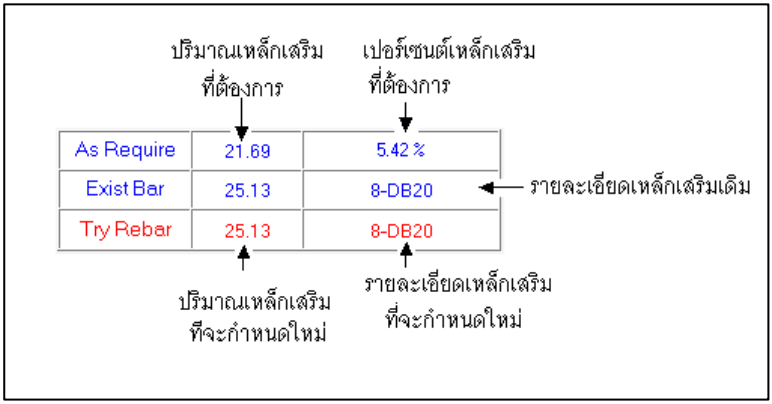
9.3.1 การกำหนดเหล็กเสริมแกน เป็นขั้นตอนแรกของการกำหนดรายละเอียดเหล็กเสริมให้กับ Group Column เมื่อเลือกคำสั่ง

Design → Place Bar

จะปรากฏกรอบช่วยเหลือการป้อนข้อมูลรายละเอียดเหล็กเสริมแกนของเสาที่มุมขวาบนของหน้าต่างล่างและตารางเปรียบเทียบเหล็กเสริมเพื่อช่วยในการออกแบบ



รูปที่ 9.6 กรอบช่วยการป้อนข้อมูลเหล็กเสริมแกนเสา



รูปที่ 9.7 ตารางเปรียบเทียบความต้องการเหล็กเสริม การกำหนดเหล็กเสริมเดิมและเหล็กเสริมที่จะกำหนดให้ใหม่เพื่อแทนที่

ในกรอบช่วยเหลือการป้อนข้อมูลรายละเอียดเหล็กเสริมแกนจะมีปุ่มคำสั่งย่อยเพื่อช่วยออกแบบ นอกเหนือจากปุ่มเลือกขนาดเหล็กเสริม (ที่เป็นปุ่มตัวเลข) อีก คือ ปุ่ม **C OK D** และ Check Box **Auto Balance**

- ปุ่ม **C** เป็นปุ่มคำสั่งเพื่อ **Clear** รายละเอียดเหล็กเสริมเดิมหรือที่กำลังออกแบบให้ไม่มีเหล็กเสริมใด ๆ ในหน้าตัดของเสา เพื่อเป็นการเริ่มต้นการออกแบบรายละเอียดหรือในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนขนาดเหล็กเสริมไปจากเดิมในขณะนั้น

- ปุ่ม **OK** เป็นปุ่มคำสั่งเพื่อยอมรับการป้อนรายละเอียดเหล็กเสริม เนื่องจากในระหว่างการกำหนดตำแหน่งเหล็กเสริมอาจจะป้อนตำแหน่งของเหล็กเสริมได้ไม่ครบจำนวนแถว หรือ จำนวนคอลัมน์ เมื่อกดปุ่มนี้โปรแกรมจะปรับตำแหน่งของเหล็กเสริมให้เหมาะสมและพยายามให้เกิดความสมดุลของตำแหน่ง

- ปุ่ม **D** เป็นปุ่มคำสั่งใช้สำหรับลบหรือ **Remove** เหล็กเสริมที่ได้วางไปแล้วในหน้าตัดของ **Group Column**

- **Auto Balance** คือ **Check Box Option** สำหรับกำหนดให้โปรแกรมช่วยเพิ่มจำนวนเหล็กเส้นในตำแหน่งตรงข้ามกับที่ผู้ใช้กำหนด เพื่อให้การวางตำแหน่งเหล็กเสริมเป็นไปในลักษณะสมดุลโดยอัตโนมัติ

ขั้นตอนการกำหนดตำแหน่งเหล็กเสริมแกนเสา

- เมื่อเลือก **Group Column** เพื่อมาออกแบบจะปรากฏภาพแสดงหน้าตัดเสา เหล็กเสริม และเส้น Grid ทั้งแกน **X** และ แกน **Y** จำนวนและตำแหน่งจุดตัดของเส้น Grid จะแสดงถึงจำนวนและตำแหน่งที่เป็นไปได้ในการวางตำแหน่งเหล็กเสริมที่จะทำให้ช่องว่างระหว่างเหล็กเสริม มากกว่า **2.5** ซม. ตามมาตรฐานของ **วสท.**

- เลือก **Auto Balance** ถ้าต้องการให้โปรแกรมช่วยเพิ่มตำแหน่งวางเหล็กเพื่อให้เกิดสมดุลของตำแหน่งเหล็กเสริม

- หากต้องการเพิ่มเหล็กเสริม กดปุ่มเลือกขนาดเหล็กเสริม เคลื่อนที่เมาส์ไปยังจุดตัดของเส้น Grid ที่ต้องการวางเหล็ก แล้วคลิกเมาส์จะปรากฏภาพเหล็กเสริมที่ตำแหน่งนั้น

- ในกรณีที่เลือก **Auto Balance** โปรแกรมจะวางเหล็กเสริมเพิ่มให้จนเกิดภาวะสมดุลของเหล็กเสริมในหน้าตัดเสา

- เพิ่มเหล็กเสริมได้จนครบตามจำนวนที่ต้องการ โดยในหน้าตัดเดียวกันอาจจะใช้เหล็กเสริมต่างขนาดกันได้

- ในกรณีที่ใช้เหล็กเสริมต่างขนาดกัน อาจจะทำให้ช่องว่างระหว่างเหล็กเสริมน้อยกว่า **2.5** ซม.ได้ เพราะการกำหนดเส้น Grid และระยะห่างของเส้น Grid โปรแกรมจะคำนวณจากขนาดเหล็กเสริมตัวแรกที่เลือก

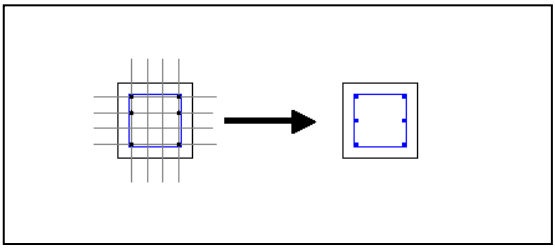
- ในการวางตำแหน่งเหล็กเสริม ควรจะต้องอ่านค่าจากตารางเปรียบเทียบด้วยเพื่อจะได้ออกแบบรายละเอียดได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

- ในกรณีที่ต้องการลบหรือเอาเหล็กเสริมบางเส้นที่วางไปแล้วออก ให้กดปุ่ม D แล้วเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งเหล็กเสริมเส้นนั้นแล้วคลิกเมาส์การลบเหล็กเส้นออกจะทำได้ครั้งละ **1** เส้นเท่านั้น ไม่สามารถจะใช้ฟังชั่น **Auto Balance** ได้

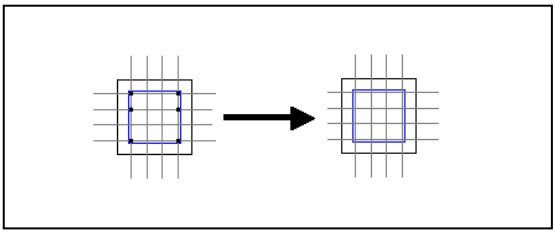
- กดปุ่ม **OK** เมื่อวางเหล็กเส้นได้ครบถ้วนตามต้องการ การแสดงภาพหน้าตัดเสาจะเปลี่ยนไปจากภาพหน้าตัดเสาที่มีเส้น Grid และตำแหน่งเบื้องต้นของเหล็กเสริมไปเป็นภาพหน้าตัดเสาและตำแหน่งเหล็กเสริมจริง

- ในกรณีที่ต้องการเริ่มต้นกำหนดเหล็กเสริมใหม่โดยลบเหล็กเสริมที่ปรากฏในขณะนั้นออกจนหมดเพื่อเปลี่ยนขนาดของเหล็กเสริมจากเดิมให้กดปุ่ม **C**

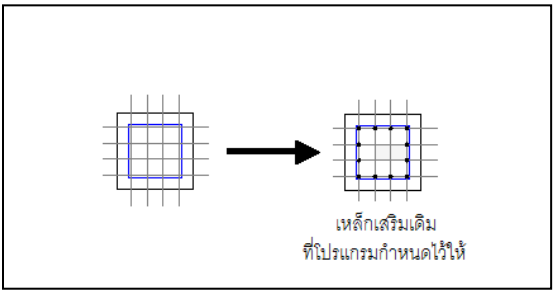
- ในกรณีที่ต้องการ **Reset** การออกแบบรายละเอียดให้กลับไปยังรายละเอียดเดิมที่โปรแกรมคำนวณไว้ ให้กดปุ่ม **P**



รูปที่ 9.8 ภาพแสดงหน้าตัดเสาที่แสดงเส้น Grid ประกอบในระหว่างการออกแบบเหล็กเสริม และภาพแสดงหน้าตัดเสาจริงหลังจากกดปุ่ม OK

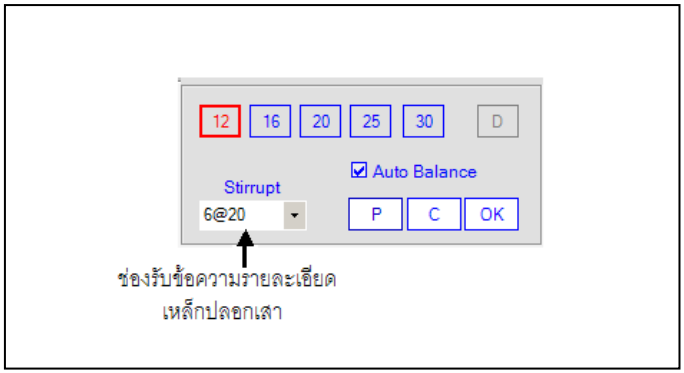


รูปที่ 9.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของภาพหน้าตัดเสาจากการกดปุ่ม C



รูปที่ 9.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงของภาพหน้าตัดเสาจากการกดปุ่ม P

9.3.2 การกำหนดเหล็กปลอกเสา ในระหว่างการออกแบบกำหนดขนาดและตำแหน่งของเหล็กเสริมแกนเสา สามารถกำหนดขนาด **(Diameter)** และระยะห่าง **(Spacing)** ของเหล็กปลอกเสาได้ด้วยการเลือกขนาดและระยะห่าง จากช่องรับข้อความการกำหนดเหล็กปลอกเสาได้



รูปที่ 9.11 ช่องรับข้อความรายละเอียดของเหล็กปลอกเสา

เมื่อกำหนดรายละเอียดเหล็กปลอกแล้วและออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมแกนเสร็จเรียบร้อยแล้ว การกดปุ่ม **OK** คือ การกำหนดเหล็กปลอกให้กับกลุ่มเสานั้นด้วย

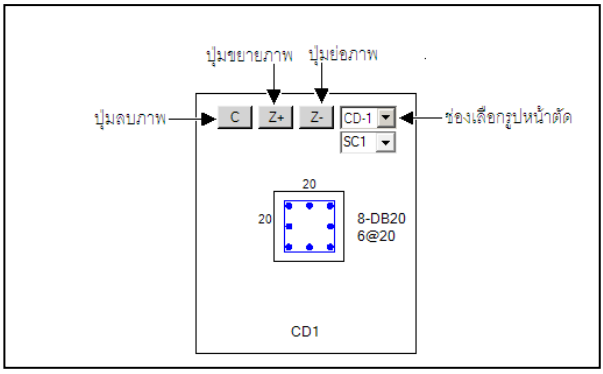
ในกรณีที่ต้องการแก้ไขหรือกำหนดรายละเอียดของเหล็กปลอกใหม่หลังจากที่ได้ออกแบบเหล็กเสริมแกนและกดปุ่ม **OK** ไปแล้ว ให้เรียกใช้คำสั่ง

Design → Place Bar

แล้วป้อนข้อมูลรายละเอียดขนาดและระยะห่างเหล็กปลอกใหม่แล้วกดปุ่ม **OK** รายละเอียดของเหล็กปลอกใหม่จะเข้าไปแทนที่รายละเอียดเดิม โดยที่รายละเอียดเหล็กเสริมแกนจะเป็นไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

9.4 การแสดงภาพหน้าตัดกลุ่มเสา

ในระหว่างการออกแบบรายละเอียดกลุ่มเสาในพื้นที่ด้านล่างของหน้าต่างการออกแบบ พื้นที่ด้านบนจะเป็นกรอบแสดงหน้าตัดตามขวางของกลุ่มเสาอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำลังออกแบบในพื้นที่ด้านล่าง จำนวนกรอบที่แสดงรูปหน้าตัดจะขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มเสาทั้งหมดหรือขนาดของจอแสดงภาพ ในแต่ละกรอบแสดงภาพจะกำหนดให้แสดงรูปกลุ่มเสาใดก็ได้โดยเลือกจากช่อง **Drop Down List** และสามารถย่อ ขยายรูปหน้าตัดได้ด้วยปุ่ม **Z-** และ **Z+** และลบการแสดงภาพหน้าตัดด้วยปุ่ม **C**



รูปที่ 9.12 กรอบแสดงภาพหน้าตัดตามขวางของกลุ่มคาน

10. การจัดกลุ่มและออกแบบรายละเอียดฐานราก

การออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กของฐานรากเช่นเดียวกับการออกแบบรายละเอียดคานหรือแผ่นพื้น ต้องเริ่มต้นที่การจัดกลุ่มฐานรากที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันก่อนเสมอ กลุ่มแผ่นพื้น **(Group Footing)** อาจมีสมาชิกเพียง **1** ฐานราก หรือจำนวนเท่าไรก็ได้ ชื่อแผ่นพื้นที่เริ่มต้นด้วย **"F"** ตามด้วยตัวเลขที่ **ERCM-analyze** กำหนดให้ในระหว่างการป้อนข้อมูลจะเป็นชื่อฐานรากเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ส่วนชื่อของกลุ่มแผ่นพื้นที่ใช้ในการออกแบบหน้าตัดด้วยโมดูล **ERCM-design** ต้องกำหนดขึ้นใหม่ หากไม่กำหนด **ERCM-design** จะตั้งชื่อเบื้องต้นให้เป็น **"FD"** แล้วตามด้วยตัวเลข

เมื่อจัดกลุ่มแล้วจึงเข้าสู่การออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมได้ การออกแบบรายละเอียดจึงเป็นการออกแบบสำหรับกลุ่มฐานรากโดยที่ไม่สามารถจะออกแบบรายละเอียดให้กับฐานราก (**"F"** ที่ตามด้วยตัวเลข) ได้โดยตรง หากต้องการออกแบบรายละเอียดให้กับฐานรากเพียงต้นเดียวต้องกำหนดให้กลุ่มฐานรากมีสมาชิกเพียงฐานรากเดียวเสียก่อน

10.1 คุณสมบัติของฐานรากที่คล้ายคลึงนำมาจัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้

ในการออกแบบรายละเอียดของกลุ่มฐานราก มีวัตถุประสงค์ให้รายละเอียดเหล็กเสริมของกลุ่มฐานราก (**Group Footing**) เป็นตัวแทนของรายละเอียดฐานรากสมาชิกได้ทั้งหมด คุณสมบัติที่เหมือนกันของฐานรากที่จะนำมาจัดรวมเป็นกลุ่มเดียวกันได้ มีดังนี้

10.1.1 ต้องเป็นฐานรากที่มีขนาดด้าน รูปร่าง จำนวนเสาเข็มที่เท่ากัน

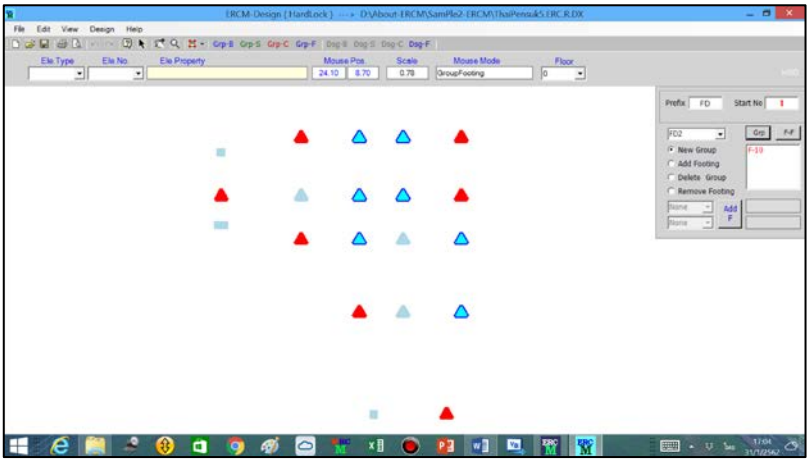
10.1.2 ต้องเป็นฐานรากที่รับ Moment น้อยกว่าฐานรากที่ถูกเลือกเป็นฐานรากแรกของกลุ่ม

10.2 การจัดกลุ่มฐานราก

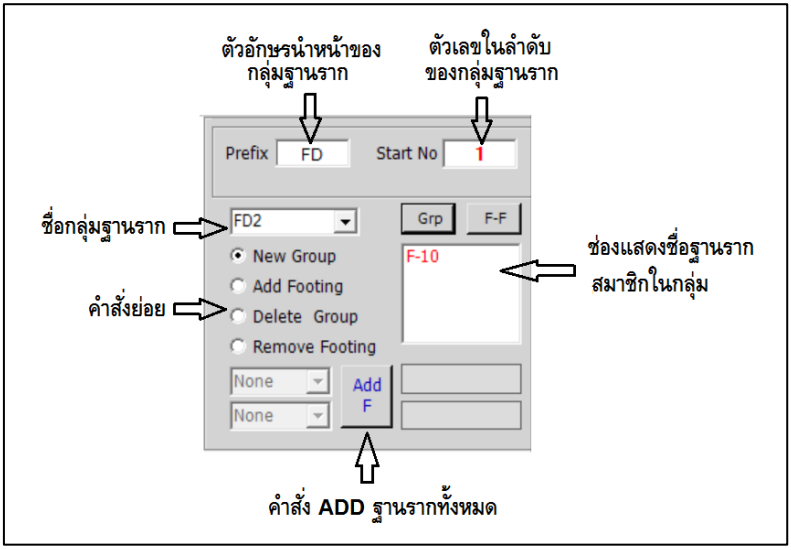
การเริ่มต้นจัดกลุ่มแผ่นพื้นจะต้องใช้คำสั่ง

Design → Group Footing

จะปรากฏกรอบช่วยในการจัดกลุ่มฐานรากที่มุมขวาบนของหน้าต่าง ภาพผังโครงสร้างเดิมที่แสดงภาพของคาน แผ่นพื้น และฐานรากจะเปลี่ยนแปลงไปโดยแนวเส้น **Diagram** ของคานและพื้นจะหายไปเหลือแต่รูปของฐานรากเท่านั้น สีของ **Diagram** ฐานรากจากเดิมจะเปลี่ยนเป็นสีเทา



รูปที่ 10.1 หน้าต่างการจัดกลุ่มฐานราก



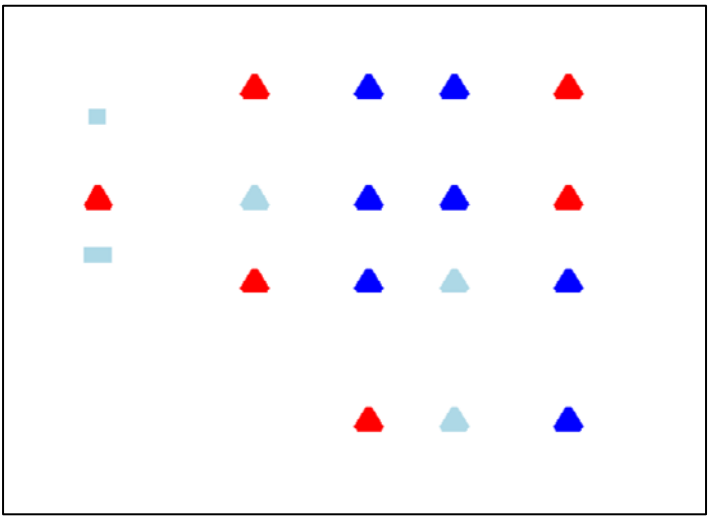
รูปที่ 10.2 กรอบช่วยการจัดกลุ่มฐานราก

ขั้นตอนการจัดกลุ่มฐานรากเพื่อนำไปออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็ก

10.2.1 กำหนดตัวอักษรเริ่มต้นของชื่อ **Group Footing** ในช่องรับข้อความ **Prefix** หากต้องการเปลี่ยนจากที่โปรแกรมตั้งชื่อไว้ให้ก่อนว่า **"FD"**

10.2.2 กำหนดตัวเลขลำดับเริ่มต้นของ **Group Column** ในช่องรับข้อความ **Start No.** หากต้องการเปลี่ยนจากที่โปรแกรมกำหนดไว้ให้ด้วยตัวเลข **1**

สีของฐานรากที่ถูกเลือกเป็นสมาชิกแรกของกลุ่มจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน และฐานรากที่มีคุณสมบัติเหมือนกันจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้าอ่อน



รูปที่ 10.3 การเปลี่ยนแปลงสี และการแสดงตัวเลขความต้องการเหล็กเสริมของฐานรากในระหว่างการสร้าง **Group Footing**

10.2.3 การเพิ่มสมาชิกของกลุ่มฐานรากด้วยการเลือกตัวเลือก **Add Footing** แล้วกำหนดการกรองสมาชิกด้วยการกำหนดจำนวนและขนาดเหล็กเสริมต่ำสุดที่ต้องการ และกำหนดจำนวนและขนาดเหล็กเสริมสูงสุดที่ต้องการ ฐานรากที่อยู่นอกขอบเขตการกรองจะเปลี่ยนเป็นสีฟ้าเทาอ่อนเพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างกับฐานรากที่อยู่ในขอบเขตการกรอง

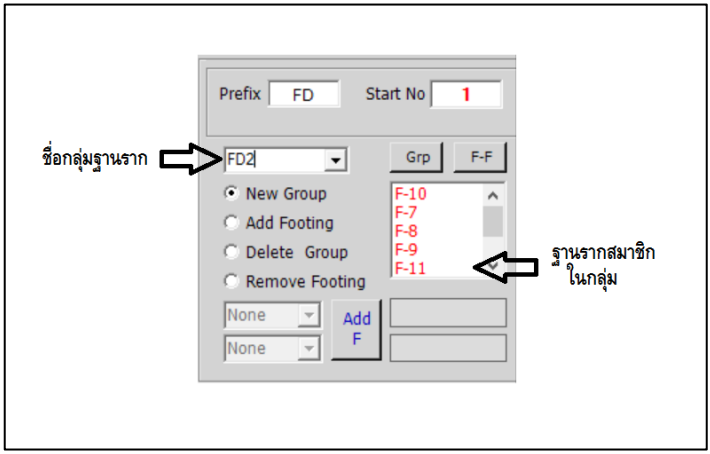
การเพิ่มสมาชิกของ **Group Footing** ทำได้โดยใช้เมาส์ไปคลิกบริเวณฐานรากที่ต้องการให้เป็นสมาชิกของกลุ่มโดยจะเลือกจากฐานรากที่มีคุณสมบัติเหมือนกันทั้งในและนอกขอบเขตการกรอง

ชื่อของกลุ่มฐานรากจะปรากฏในช่อง **Drop down list** และชื่อของฐานรากสมาชิกจะปรากฏในช่องลิสต์ทางด้านขวาในกรอบช่วยการจัดกลุ่ม สีของฐานรากที่จัดเข้ากลุ่ม **Group Footing** แล้ว จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

10.2.4 ถ้าต้องการลบฐานรากออกจากสมาชิกของกลุ่มให้เลือกตัวเลือก **Remove Footing** ในกรอบช่วยการจัดกลุ่มฐานรากแล้วเคลื่อนเมาส์ไปยังฐานรากที่ต้องลบออกจากกลุ่มแล้วคลิกเมาส์ ฐานรากที่ถูกเลือกจะถูกนำออกจากกลุ่ม

10.2.5 ถ้าต้องการลบกลุ่ม **Group Footing** ให้เลือกตัวเลือก **Delete Group** ในกรอบช่วยการจัดกลุ่มฐานรากแล้วเคลื่อนเมาส์ไปยังฐานรากที่เป็นสมาชิกของ **Group Footing** ที่ต้องการลบออกแล้วคลิกเมาส์ **Group Footing** นั้นจะถูกลบออกไป

10.2.6 ถ้าต้องการตรวจสอบว่าฐานรากใดที่ยังไม่ถูกจัดกลุ่มกดปุ่ม **F-C** ในกรอบช่วยการจัดกลุ่ม จะปรากฏรายชื่อฐานรากที่ยังไม่จัดเข้ากลุ่มในช่องลิสต์บ็อกซ์ในกรอบช่วยการจัดกลุ่ม



รูปที่ 10.4 รายชื่อของ **Group Footing** และ รายชื่อฐานรากสมาชิกในกลุ่มที่ปรากฏใน ช่อง Drop Down List และ **List Box**

10.3 การออกแบบการเสริมเหล็กในฐานราก

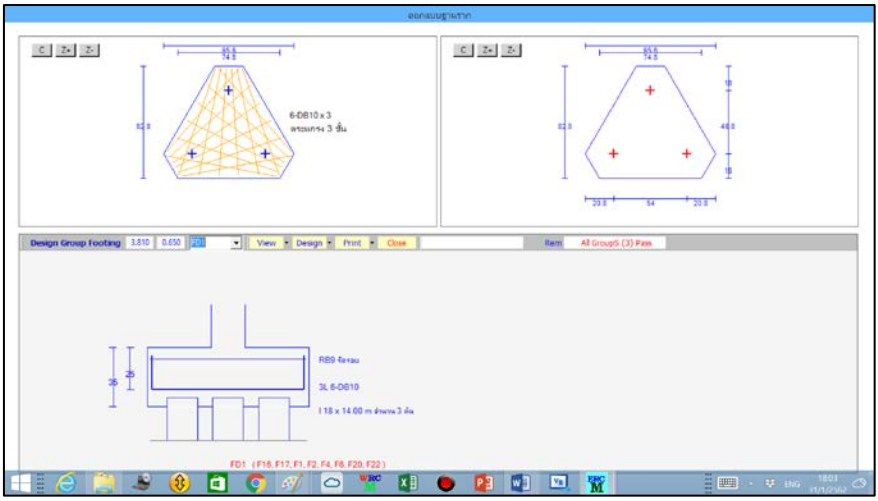
เมื่อจัดกลุ่มฐานรากเสร็จบางส่วนหรือทั้งหมดแล้วสามารถออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กในกลุ่มฐานรากได้ โดยใช้คำสั่ง

Design → Design Footing

จะปรากฏหน้าต่างออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กของฐานราก หน้าต่างการออกแบบมี **2** ส่วนหลัก คือ

- พื้นที่บริเวณครึ่งล่างของหน้าต่าง เป็นพื้นที่สำหรับป้อนข้อมูลแก้ไขข้อมูลในการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมซึ่งจะแสดงภาพหน้าตัดและการเสริมเหล็กของกลุ่มฐานรากที่จะทำการออกแบบรายละเอียด

- พื้นที่บริเวณครึ่งบนของหน้าต่างเป็นพื้นที่สำหรับแสดงภาพหน้าตัดและการเสริมเหล็กของกลุ่มฐานรากทุกกลุ่มที่ได้จัดเอาไว้ พื้นที่ส่วนนี้จะเป็นส่วนเฉพาะการแสดงภาพเท่านั้นไม่สามารถแก้ไขรายละเอียดใด ๆ ผ่านทางพื้นที่นี้ได้



รูปที่ 10.5 หน้าต่างการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมของฐานราก

การออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กในฐานราก คือ การป้อนข้อมูลหลัก 2 อย่าง ลำดับแรกจะเป็นการกำหนดจำนวน ขนาดเหล็กเสริมตามแนวแกน **X** และขนาดเหล็กเสริมตามแนวแกน **Y** (ในกรณีที่ฐานรากรูปสามเหลี่ยม จะกำหนดจำนวนและขนาดเหล็กเสริมเพียงชุดเดียวเพื่อใช้เป็นเหล็กเสริมทั้ง **3** ทิศทาง) ลำดับต่อไปจะเป็นการกำหนดความลึกของฐานราก

เมื่อเข้าสู่หน้าต่างการออกแบบรายละเอียดฐานรากจะมีขั้นตอนในการออกแบบ ดังนี้

- เลือก **Group Footing** ที่ต้องการออกแบบจากช่อง Drop Down List จะปรากฏภาพหน้าตัดฐานรากพร้อมเหล็กเสริมของ Group Footing ที่เลือกในพื้นที่ส่วนล่าง

- ใช้คำสั่ง

Design → Place Bar

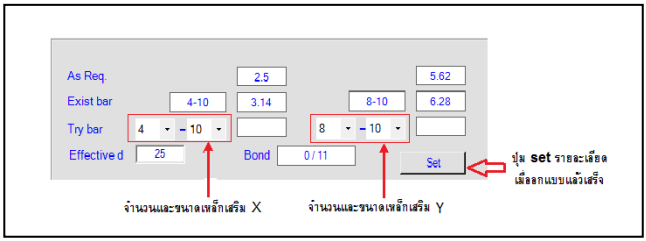
เพื่อกำหนดขนาด จำนวน เหล็กเสริมและความลึก **Group Footing**

- เมื่อจัดปริมาณเหล็กเสริม กำหนดความลึกของฐานรากแล้วหรือพอใจกับปริมาณเหล็กเสริมและความลึกที่โปรแกรมคำนวณไว้ให้แล้วอาจข้ามขั้นตอนนี้ไปได้ แล้วไปเลือก **Group Footing** อื่นเพื่อออกแบบต่อไป

10.3.1 การกำหนดเหล็กเสริมแกน เป็นขั้นตอนแรกของการกำหนดรายละเอียดเหล็กเสริมให้กับ Group Footing เมื่อเลือกคำสั่ง

Design → Place Bar

จะปรากฏกรอบช่วยเหลือการป้อนข้อมูลรายละเอียดเหล็กเสริมแกนของฐานรากที่มุมขวาบนของหน้าต่างล่าง และตารางเปรียบเทียบเหล็กเสริมเพื่อช่วยในการออกแบบ



รูปที่ 10.6 กรอบช่วยการป้อนข้อมูลเหล็กเสริมแกนฐานราก

ในกรอบช่วยเหลือการป้อนข้อมูลรายละเอียดเหล็กเสริมจะมีช่องแสดงตัวเลข ดังนี้

- As Req คือ ช่องแสดงปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการทั้งตามแนวแกน **X** และ **Y**

- **Exist bar** คือ รายละเอียดเหล็กเสริมเดิมที่กำหนดไว้ในการออกแบบครั้งก่อน

- **Try bar** คือ ช่องเพื่อกำหนดจำนวนและขนาดเหล็กเสริมเพื่อกำหนดใหม่ให้กับฐานราก

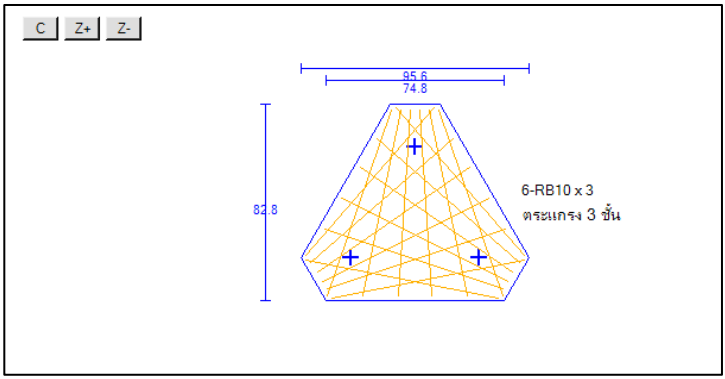
- **Effective d** คือ ช่องเพื่อกำหนดความลึกประสิทธิผลให้กับฐานราก

- **Bond** คือ ช่องแสดงตัวเลขค่า **Bond Stress** ที่เกิดขึ้นในเหล็กเสริม มีหน่วยเป็น Kg/cm^2 เพื่อให้ผู้ออกแบบตรวจสอบความถูกต้องของการกำหนดเหล็กเสริม

เมื่อผู้ออกแบบกำหนดปริมาณเหล็กเสริมและความลึกของฐานราก ตรวจสอบปริมาณว่าเพียงพอกับความต้องการ มีค่า **Bond Stress** น้อยกว่าค่า **Allowable Bond Stress** เป็นที่พอใจแล้วจึงนำไปใช้กับ **Group Footing** ที่ออกแบบด้วยการกดปุ่ม **Set**

10.4 การแสดงภาพรายละเอียดของกลุ่มฐานราก

ในระหว่างการออกแบบรายละเอียดกลุ่มฐานราก พื้นที่ด้านล่างของหน้าต่างการออกแบบจะเป็นรายละเอียดรูปตัดตามยาวของฐานราก พื้นที่ด้านบนจะเป็นกรอบแสดงภาพแปลนรายละเอียดการเสริมเหล็กและตำแหน่งของเสาเข็ม การขยายรูปแปลนฐานรากได้ด้วยปุ่ม **Z-** และ **Z+** และกลับไปแสดงภาพก่อนการย่อ ขยายภาพด้วยปุ่ม **C**



รูปที่ 10.7 กรอบแสดงภาพแปลนของฐานราก

11. การพิมพ์ภาพรายละเอียด และคำสั่งช่วยเหลือ

เมื่อออกแบบรายละเอียดการเสริมเหล็ก คาน แผ่นพื้น เสา และฐานราก เสร็จทั้งหมด หรือเสร็จบางส่วนด้วย **ERCM-design** แล้ว สามารถสั่งพิมพ์ภาพรายละเอียดออกทางเครื่องพิมพ์เพื่อส่งไปเขียนแบบโครงสร้าง หรือจัดทำรายการคำนวณอาคาร

รูปภาพรายละเอียดที่สามารถพิมพ์ได้มี ดังนี้

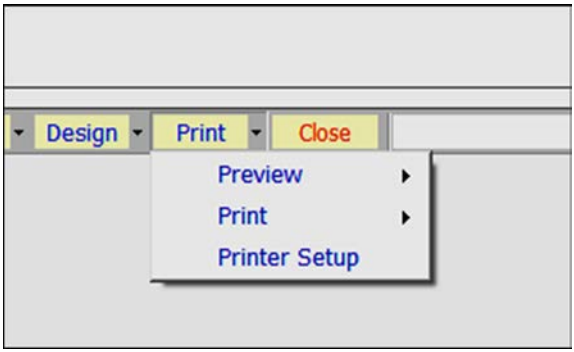
1. รูปรายละเอียดการเสริมเหล็กในคาน ทั้งรูปตัดตามยาว และรูปตัดตามขวาง
2. รูปรายละเอียดการเสริมเหล็กในพื้น ทั้งรูปตัดตามด้านยาว และรูปตัดตามด้านสั้น ของแผ่นพื้น
3. รูปตัดแสดงรายละเอียดการเสริมเหล็กในเสา
4. รูปตัดแสดงรายละเอียดการเสริมเหล็ก ฐานราก
5. รูปแปลนผังกลุ่มคาน
6. รูปแปลนผังกลุ่มแผ่นพื้น
7. รูปแปลนผังกลุ่มเสา
8. รูปแปลนผังกลุ่มฐานราก

11.1 การพิมพ์รูปรายละเอียดการเสริมเหล็กในคาน

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วว่า การออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมจะเป็นการออกแบบให้กับ **Group Beam** ซึ่งเป็นตัวแทนของคานสมาชิกของกลุ่ม การสั่งพิมพ์จึงเป็นการสั่งพิมพ์ภาพของ **Group Beam** ด้วย การสั่งพิมพ์รายละเอียดต่าง ๆ ในส่วน **ERCM-design** จะแยกออกจากการสั่งพิมพ์ผลลัพธ์การวิเคราะห์ที่เป็นส่วนของเนื้อหาเดิมของ **ERCM-analyze** การใช้คำสั่งพิมพ์ภาพในหน้าต่างการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริม ด้วยคำสั่ง **Print** จะปรากฏเมนูคำสั่งย่อยอีก 3 คำสั่ง ได้แก่

- **Preview**
- **Print**
- **Printer Setup**

รูปที่ คำสั่งและ



11.1 เมนู **Print** คำสั่งย่อย

จะเป็นการสั่งให้แสดงภาพตัวอย่างก่อนการพิมพ์จริง พิมพ์ภาพออกทางเครื่องพิมพ์และการตั้งค่าเครื่องพิมพ์ตามลำดับ

11.1.1 การแสดงภาพตัวอย่างก่อนพิมพ์ ใช้คำสั่ง

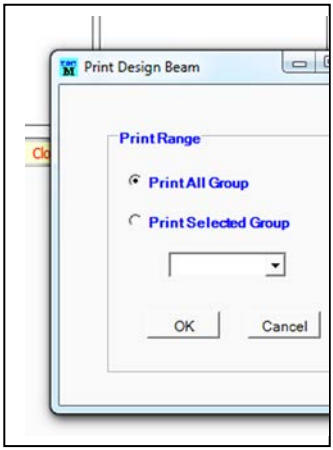
Print → Preview

เมื่อเลือกคำสั่งนี้จะปรากฏคำสั่งย่อยลงไปอีก **2** คำสั่ง ได้แก่

- Section Detail
- Plan

แต่ละคำสั่งจะมีรายละเอียด ดังนี้

11.1.1.1 คำสั่ง **Preview → Section Detail** คือ การสั่งให้แสดงภาพตัวอย่างก่อนพิมพ์ของรายละเอียดการเสริมเหล็กในกลุ่มคาน เมื่อเลือกคำสั่งจะปรากฏกรอบสั่งแสดงภาพปรากฏขึ้นมา

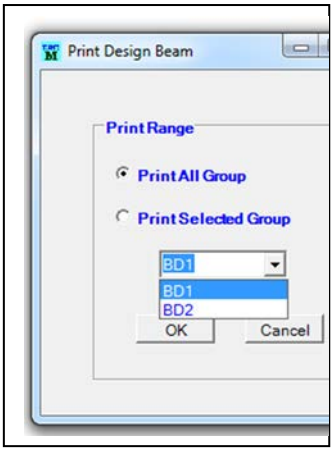


รูปที่ 11.2 กรอบสั่งแสดงภาพเมื่อใช้คำสั่ง **Preview → Section Detail**

ในกรอบสั่งแสดงภาพ จะมี 2 ทางเลือกให้แสดงตัวอย่างก่อนพิมพ์

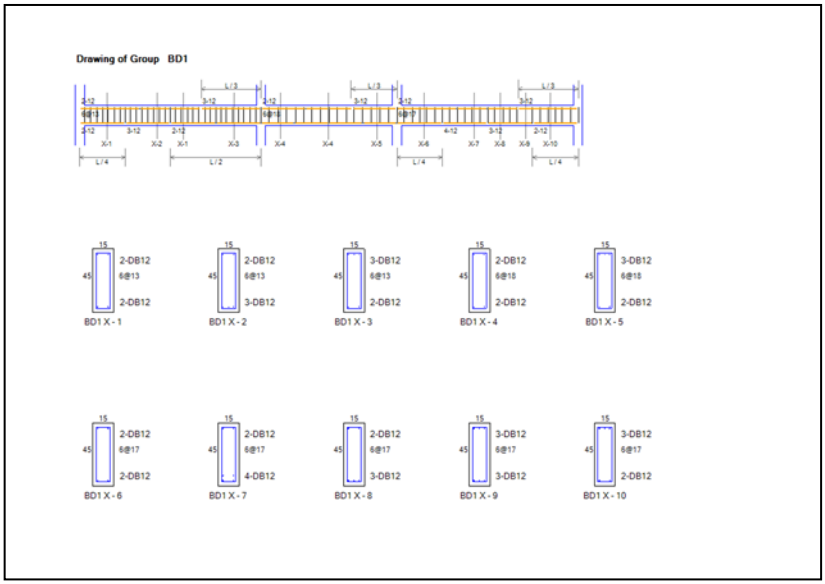
ทางเลือก **Print All Group** เป็นการสั่งให้แสดงรายละเอียดของทุกกลุ่มคาน

ทางเลือก **Print Selected Group** เป็นการสั่งให้แสดงรายละเอียดเฉพาะกลุ่มคาน เมื่อใช้ทางเลือกนี้แล้วจะต้องไปเลือกชื่อกลุ่มคานช่อง **Drop Down List**



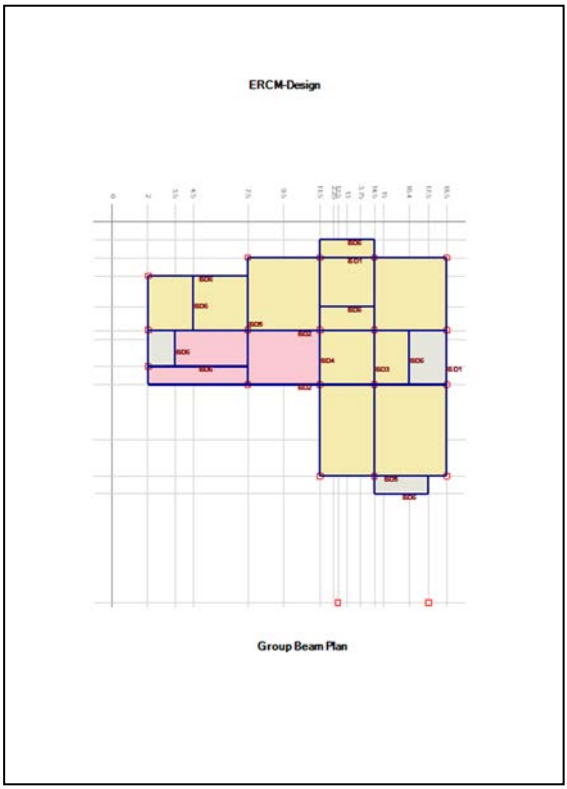
รูปที่ 11.3 Drop Down List ที่ใช้เลือกชื่อกลุ่มคานเพื่อสั่งให้แสดงภาพตัวอย่างเหมือนพิมพ์

เมื่อเลือกวิธีการพิมพ์ได้ตามต้องการแล้วกดปุ่ม **OK** โปรแกรมจะแสดงภาพตัวอย่างก่อนพิมพ์ออกมาทางหน้าจอมอนิเตอร์



รูปที่ 11.4 ภาพตัวอย่างก่อนการพิมพ์ รายละเอียดการเสริมเหล็กของกลุ่มคาน

11.1.1.2 คำสั่ง **Preview → Plan** คือ คำสั่งให้แสดงภาพตัวอย่างก่อนพิมพ์ของแปลนผังกลุ่มคาน เมื่อใช้คำสั่งนี้โปรแกรมจะแสดงภาพตัวอย่างออกทางหน้าจอมอนิเตอร์แทนการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์



รูปที่ 11.5 ภาพตัวอย่างก่อนการพิมพ์ ของแปลนผังกลุ่มคาน

11.1.2 การพิมพ์ภาพออกทางเครื่องพิมพ์ ใช้คำสั่ง **Print → Print**

คำสั่งพิมพ์ภาพทางเครื่องพิมพ์จะคล้ายกับคำสั่งแสดงภาพตัวอย่างก่อนพิมพ์ เพียงแต่คำสั่งนี้จะเป็นการพิมพ์ภาพจริงออกทางเครื่องพิมพ์ คำสั่งย่อยจะมีอีก **2** คำสั่งเช่นเดียวกับคำสั่ง **Print → Preview** ในการทำงานจริงควรตรวจสอบภาพตัวอย่างการพิมพ์ก่อนการพิมพ์จริงเพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการตั้งค่าต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์หรือความผิดพลาดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

11.1.2.1 คำสั่ง **Print→ Section Detail** คือ การสั่งให้พิมพ์ของรายละเอียดการเสริมเหล็กในกลุ่มคานออกทางเครื่องพิมพ์ ทางเลือกเพื่อกำหนดวิธีการพิมพ์ก็จะมี 2 ทางเลือกเช่นเดียวกับ คำสั่ง **Preview → Section Detail** คือ

ทางเลือก **Print All Group** เป็นการสั่งให้แสดงรายละเอียดของทุกกลุ่มคาน

ทางเลือก **Print Selected Group** เป็นการสั่งให้แสดงรายละเอียดเฉพาะกลุ่มคาน เมื่อใช้ทางเลือกนี้แล้วจะต้องไปเลือกชื่อกลุ่มคานช่อง **Drop Down List**

11.1.2.2 คำสั่ง **Print → Plan** คือ คำสั่งให้พิมพ์ภาพแปลนผังกลุ่มคานออกทางเครื่องพิมพ์

11.1.2 การตั้งค่าเครื่องพิมพ์ ใช้คำสั่ง

Print → Printer Setup

เป็นคำสั่งเพื่อตั้งค่าต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์ คำสั่งนี้จะเป็นการใช้งานผ่านระบบปฏิบัติการ ดังนั้นรายละเอียดและภาพและฟังชั่นต่าง ๆ ของการตั้งค่าเครื่องพิมพ์ที่ปรากฏในระหว่างการใช้งานคำสั่งนี้อาจจะแตกต่างกันไปตามระบบปฏิบัติการที่ได้ติดตั้งไว้

11.2 การพิมพ์รูปรายละเอียดการเสริมเหล็กในแผ่นพื้น

การออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมสำหรับแผ่นพื้น เป็นการออกแบบให้กับ **Group Slab** ซึ่งเป็นตัวแทนของแผ่นพื้นสมาชิกของกลุ่ม การสั่งพิมพ์จึงเป็นการสั่งพิมพ์ภาพของ **Group Slab** ด้วยเช่นกันเช่นเดียวกับการพิมพ์รายละเอียดเหล็กเสริมของกลุ่มคานด้วยคำสั่ง **Print** จะปรากฏเมนูคำสั่งย่อยอีก 3 คำสั่ง ได้แก่

- **Preview**
- **Print**
- **Printer Setup**

เป็นการสั่งให้แสดงภาพตัวอย่างก่อนการพิมพ์จริง พิมพ์ภาพออกทางเครื่องพิมพ์และการตั้งค่าเครื่องพิมพ์ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับการพิมพ์รูปรายละเอียดของเหล็กเสริมคาน

11.2.1 การแสดงภาพตัวอย่างก่อนพิมพ์ ใช้คำสั่ง

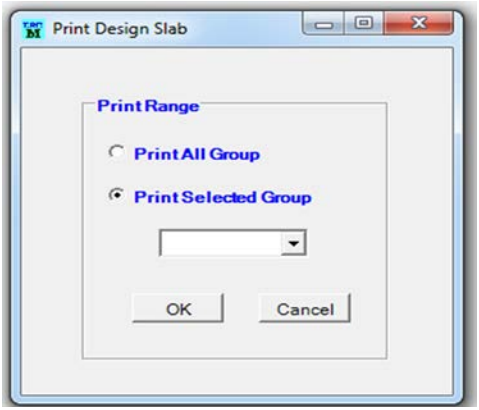
Print → Preview

เมื่อเลือกคำสั่งนี้จะปรากฏคำสั่งย่อยลงไปอีก 2 คำสั่ง ได้แก่

- Section Detail
- Plan

แต่ละคำสั่งจะมีรายละเอียดดังนี้

11.2.1.1 คำสั่ง **Preview → Section Detail** คือ การสั่งให้แสดงภาพตัวอย่างก่อนพิมพ์รายละเอียดการเสริมเหล็กในกลุ่มแผ่นพื้น เมื่อเลือกคำสั่งจะปรากฏกรอบคำสั่งแสดงภาพปรากฏขึ้นมา

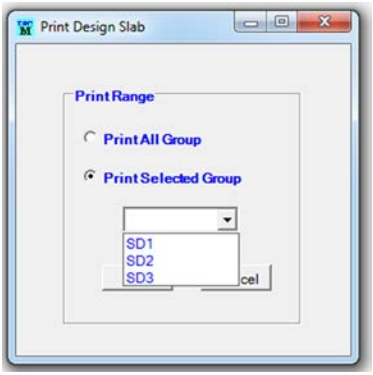


รูปที่ 11.6 กรอบสั่งแสดงภาพเมื่อใช้คำสั่ง **Preview → Section Detail**

ในกรอบสั่งแสดงภาพ จะมี 2 ทางเลือกให้แสดงตัวอย่างก่อนพิมพ์

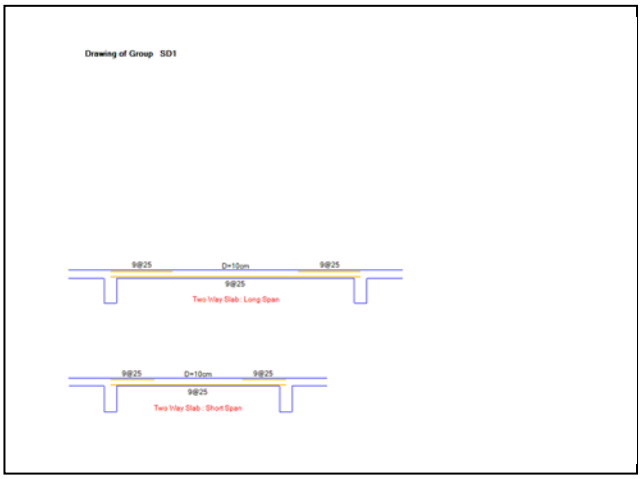
ทางเลือก **Print All Group** เป็นการสั่งให้แสดงรายละเอียดของทุกกลุ่มแผ่นพื้น

ทางเลือก **Print Selected Group** เป็นการสั่งให้แสดงรายละเอียดเฉพาะกลุ่มแผ่นพื้น เมื่อใช้ทางเลือกนี้แล้วจะต้องไปเลือกชื่อกลุ่มแผ่นพื้นช่อง **Drop Down List**



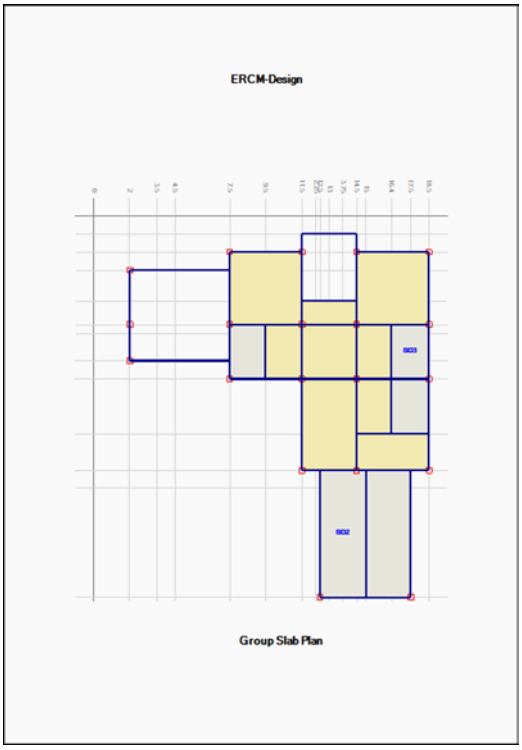
รูปที่ 11.7 Drop Down List ที่ใช้เลือกชื่อกลุ่มแผ่นพื้นเพื่อสั่งให้แสดงภาพตัวอย่างเหมือนพิมพ์

เมื่อเลือกวิธีการพิมพ์ได้ตามต้องการแล้ว กดปุ่ม **OK** โปรแกรมจะแสดงภาพตัวอย่างก่อนพิมพ์ออกมาทางหน้าจอมอนิเตอร์



รูปที่ 11.8 ภาพตัวอย่างก่อนการพิมพ์ รายละเอียดการเสริมเหล็กของกลุ่มแผ่นพื้น

11.2.1.2 คำสั่ง **Preview → Plan** คือ คำสั่งให้แสดงภาพตัวอย่างก่อนพิมพ์ของแปลนผังกลุ่มแผ่นพื้น เมื่อใช้คำสั่งนี้โปรแกรมจะแสดงภาพตัวอย่างออกทางหน้าจอมอนิเตอร์แทนการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์



รูปที่ 11.9 ภาพตัวอย่างก่อนการพิมพ์ของแปลนผังกลุ่มแผ่นพื้น

11.2.2 การพิมพ์ภาพออกทางเครื่องพิมพ์ ใช้คำสั่ง Print → Print

คำสั่งพิมพ์ภาพทางเครื่องพิมพ์คล้ายกับคำสั่งแสดงภาพตัวอย่างก่อนพิมพ์ เพียงแต่คำสั่งนี้จะเป็นการพิมพ์ภาพจริงออกทางเครื่องพิมพ์ คำสั่งย่อยจะมีอีก 3 คำสั่งเช่นเดียวกับคำสั่ง **Print → Preview** ในการทำงานจริงจึงควรตรวจสอบภาพตัวอย่างการพิมพ์ก่อนการพิมพ์จริงเพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการตั้งค่าต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์หรือความผิดพลาดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

11.2.2.1 คำสั่ง **Print→ Section Detail** คือ การสั่งให้พิมพ์ของรายละเอียดการเสริมเหล็กในกลุ่มแผ่นพื้นออกทางเครื่องพิมพ์ ทางเลือกเพื่อกำหนดวิธีการพิมพ์มี 2 ทางเลือก เช่นเดียวกับคำสั่ง

Preview → Section Detail คือ

ทางเลือก **Print All Group** เป็นการสั่งให้แสดงรายละเอียดของทุกกลุ่มแผ่นพื้น

ทางเลือก **Print Selected Group** เป็นการสั่งให้แสดงรายละเอียดเฉพาะกลุ่มแผ่นพื้น เมื่อใช้ทางเลือกนี้แล้วจะต้องไปเลือกชื่อกลุ่มคานช่อง **Drop Down List**

11.2.2.2 คำสั่ง **Print→ Plan** คือ คำสั่งให้พิมพ์ภาพแปลนผังกลุ่มแผ่นพื้นออกทางเครื่องพิมพ์

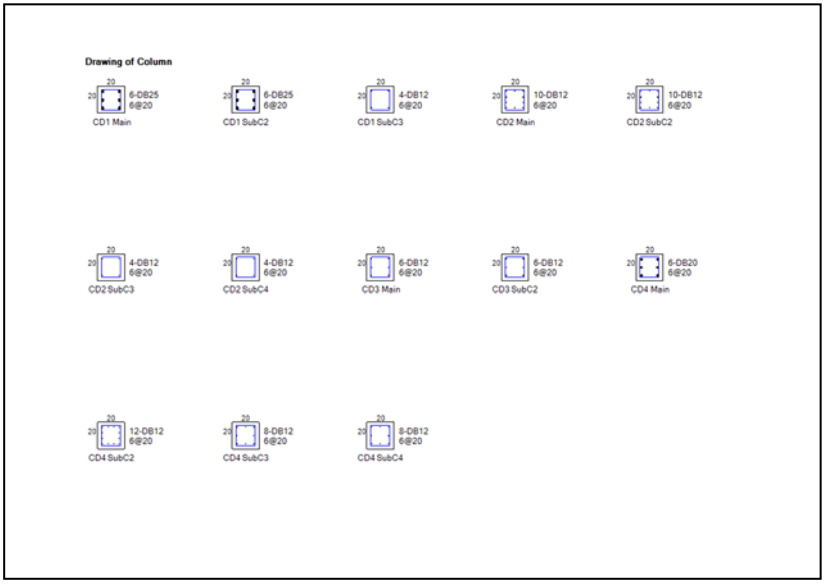
11.2.3 การตั้งค่าเครื่องพิมพ์ ใช้คำสั่ง

Print → Printer Setup

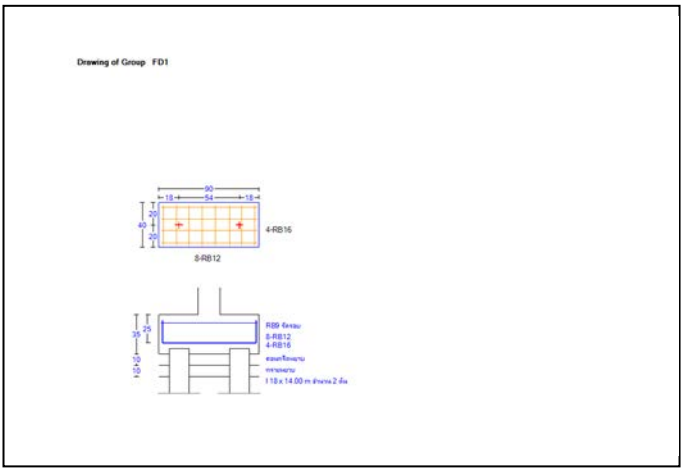
เป็นคำสั่งเพื่อตั้งค่าต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์เช่นเดียวกับคำสั่งย่อยตามรายละเอียดข้อ 11.1.3

11.3 การพิมพ์รูปรายละเอียดการเสริมเหล็กในเสา และฐานราก

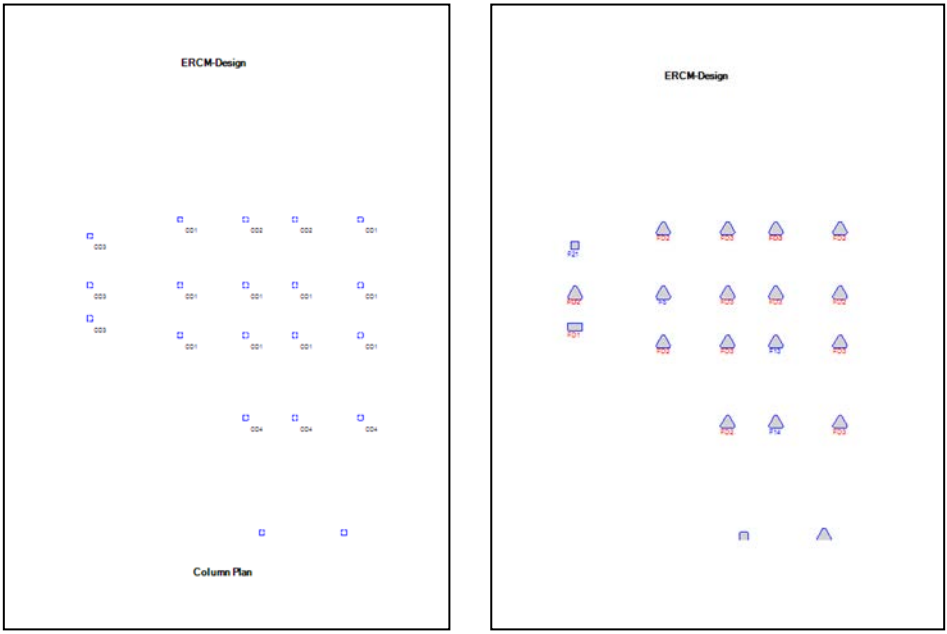
การสั่งพิมพ์รายละเอียดของเสาและฐานรากมีขั้นตอนและการเรียกคำสั่งเช่นเดียวกับการสั่งพิมพ์รายละเอียดของคานและพื้น เป็นการสั่งพิมพ์รายละเอียดของ **Group Column** หรือ **Group Footing** เช่นกัน รายละเอียดต่าง ๆ ดูได้จากรายละเอียดตามข้อ **11.1** หรือ **11.2**



รูปที่ 11.10 ภาพตัวอย่างก่อนการพิมพ์ รายละเอียดการเสริมเหล็กของกลุ่มเสา



รูปที่ 11.11 ภาพตัวอย่างก่อนการพิมพ์ รายละเอียดการเสริมเหล็กของกลุ่มฐานราก



รูปที่ 11.12 ภาพตัวอย่างก่อนการพิมพ์ แปลนกลุ่มเสาและฐานราก

11.4 คำสั่งช่วยเหลืออื่น ๆ

ในหน้าต่างการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริม คาน แผ่นพื้น และเสา ยังมีคำสั่งย่อยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแสดงภาพความสะดวกในการป้อนข้อมูลรายละเอียดเหล็กเสริม ดังนี้

11.4.1 คำสั่ง **View→Pan** เป็นคำสั่งเลื่อนภาพในหน้าต่างการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมของกลุ่มคาน กลุ่มแผ่นพื้น และกลุ่มเสา ในลักษณะการแสดงภาพแบบตอบสนองทันที (Real Time) โดยกดปุ่มซ้ายของเมาส์ค้างไว้แล้วเคลื่อนที่เมาส์ให้ภาพเลื่อนไปบริเวณที่ต้องการจึงปล่อย เช่นเดียวกับคำสั่ง **Pan** ในหน้าต่างหลัก

11.4.2 คำสั่ง **View→Zoom** เป็นคำสั่งย่อ ขยายภาพในหน้าต่างการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมของกลุ่มคาน กลุ่มแผ่นพื้นและกลุ่มเสาในลักษณะการแสดงภาพแบบตอบสนองทันที **(Real Time)** โดยกดปุ่มซ้ายของเมาส์ค้างไว้แล้วเคลื่อนที่เมาส์ไปด้านบนของภาพ **(Zoom in)** หรือเคลื่อนที่เมาส์ไปด้านล่างของภาพ **(Zoom out)** เมื่อได้ขนาดภาพตามต้องการจึงปล่อย เช่นเดียวกับคำสั่ง **Zoom** ในหน้าต่างการป้อนข้อมูลโครงสร้าง

11.4.3 คำสั่ง **View→Reset Screen** เป็นคำสั่งเพื่อ Reset การแสดงภาพให้กลับมาเหมือนตอนเริ่มต้นก่อนที่ภาพจะถูกเลื่อน หรือย่อ ขยาย

11.4.4 คำสั่ง **View→Refresh** เป็นคำสั่งเพื่อให้ลบภาพที่ปรากฏในขณะนั้นแล้วแสดงภาพรายละเอียดขึ้นมาใหม่

11.4.5 คำสั่ง **View→Require As** เป็นคำสั่งเพื่อให้แสดงภาพรายละเอียดและปริมาณความต้องการเหล็กเสริมของ Zone ต่าง ๆ คำสั่งนี้จะมีเฉพาะในการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมของกลุ่มคานและกลุ่มแผ่นพื้น

11.4.6 คำสั่ง **View→Rebar** เป็นคำสั่งเพื่อให้แสดงภาพรายละเอียดการเสริมเหล็กของ Zone ต่าง ๆ คำสั่งนี้จะมีเฉพาะในการออกแบบรายละเอียดเหล็กเสริมของกลุ่มคานและกลุ่มแผ่นพื้น

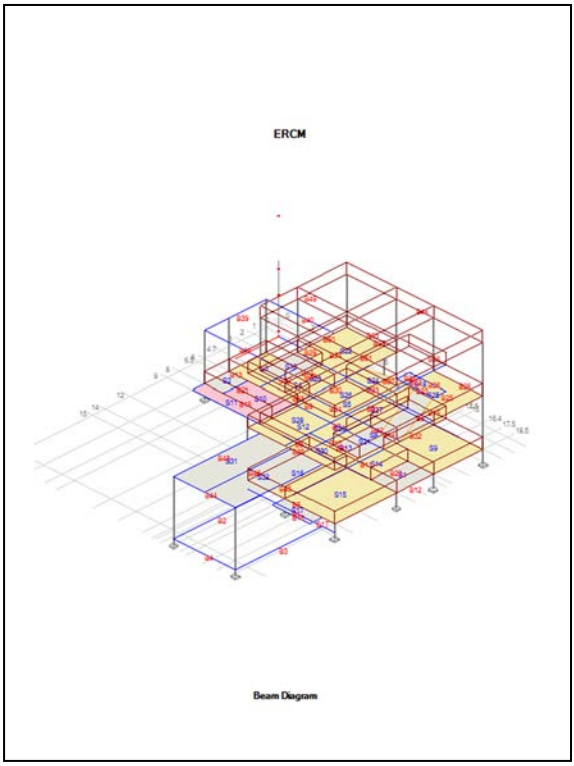
ภาคผนวก

ภาพตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดผลการวิเคราะห์โครงสร้าง
จาก **ERCM-analyze**

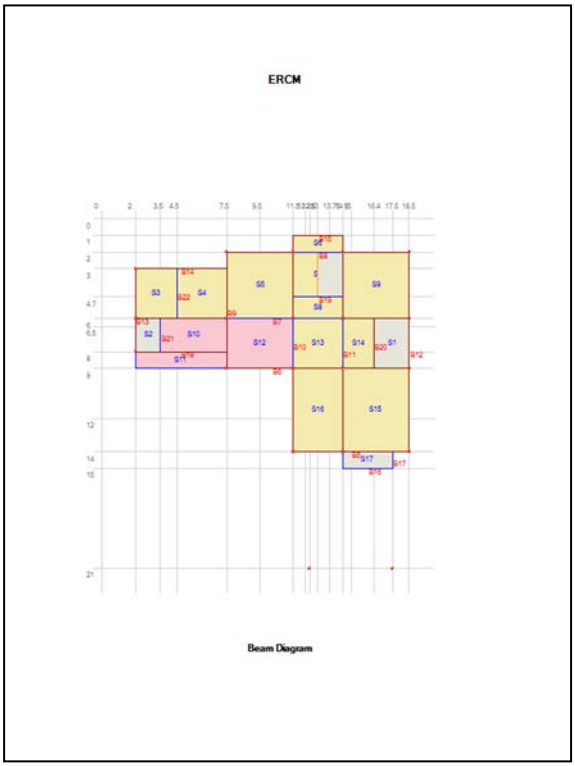
ภาพตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดการเสริมเหล็ก
และผังกลุ่มคาน ผังกลุ่มแผ่นพื้น ผังกลุ่มเสา และผังกลุ่มฐานราก

จาก **ERCM-design**

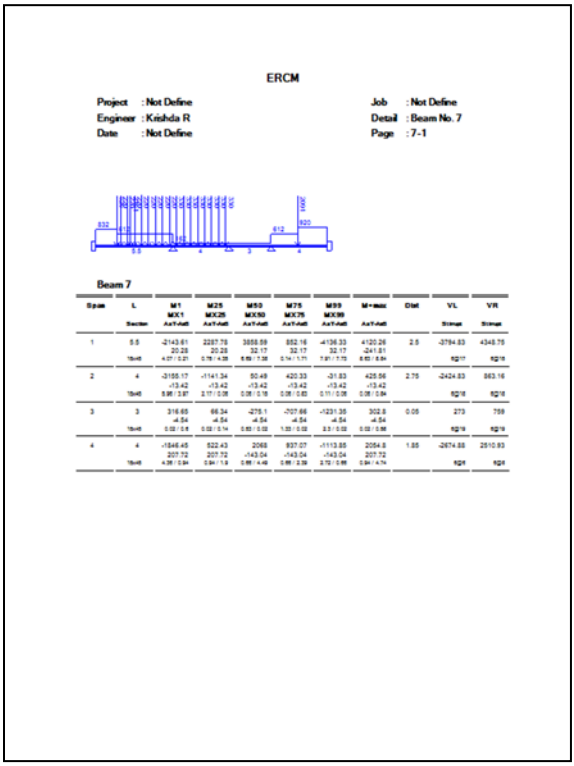
รูปที่ **A-1** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ภาพโครงสร้าง 3 มิติ
รูปที่ **A-2** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผังคาน
รูปที่ **A-3** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผลลัพธ์การวิเคราะห์คาน
รูปที่ **A-4** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผลลัพธ์การวิเคราะห์แผ่นพื้น
รูปที่ **A-5** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผลลัพธ์การวิเคราะห์เสา
รูปที่ **A-6** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผลลัพธ์การวิเคราะห์ฐานราก
รูปที่ **B-1** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผังกลุ่มคาน
รูปที่ **B-2** ภาพตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดการเสริมเหล็กกลุ่มคาน
รูปที่ **B-3** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผังกลุ่มแผ่นพื้น
รูปที่ **B-4** ภาพตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดการเสริมเหล็กกลุ่มแผ่นพื้น
รูปที่ **B-5** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผังกลุ่มเสา
รูปที่ **B-6** ภาพตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดการเสริมเหล็กกลุ่มเสา
รูปที่ **B-7** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผังกลุ่มฐานราก
รูปที่ **B-8** ภาพตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดการเสริมเหล็กกลุ่มฐานราก



รูปที่ **A-1** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ภาพโครงสร้าง 3 มิติ



รูปที่ **A-2** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผังคาน



ERCM

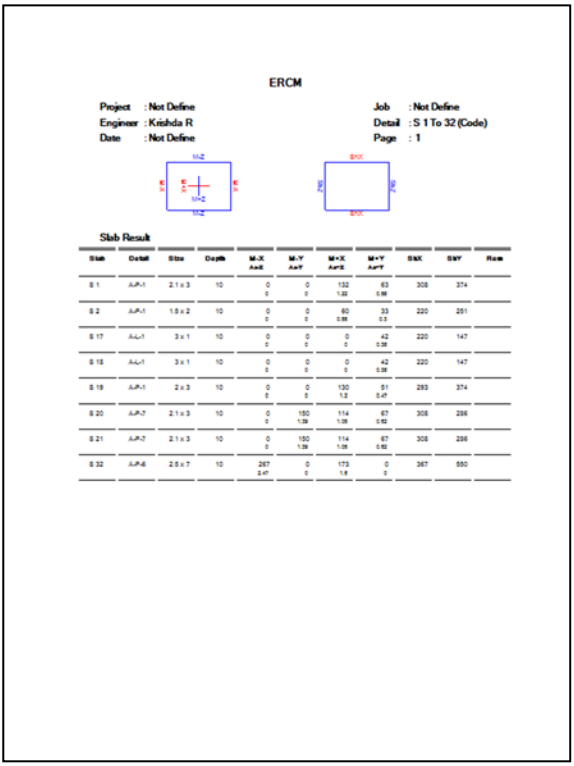
Project : Not Define
Engineer : Krishda R
Date : Not Define

Job : Not Define
Detail : Beam No. 7
Page : 7-1

Beam 7

Span	L Section	M1 MX1 AxT-AxB	M25 MX25 AxT-AxB	M50 MX50 AxT-AxB	M75 MX75 AxT-AxB	M99 MX99 AxT-AxB	M+max AxT-AxB	Dist	VL Stirrup	VR Stirrup
1	5.5 18x40	-2143.61 20.28 4.27 / 0.21	2287.78 20.28 0.75 / 4.28	3858.89 32.17 6.69 / 7.38	852.16 32.17 0.74 / 1.71	-4136.33 32.17 7.91 / 7.72	4120.26 -241.51 6.62 / 6.84	2.5	-3784.83 @17	4348.76 @18
2	4 18x40	-3155.17 -13.42 5.96 / 3.87	-1141.34 -13.42 2.11 / 0.08	50.49 -13.42 0.09 / 0.16	420.33 -13.42 0.08 / 0.83	-31.83 -13.42 0.11 / 0.06	425.56 -13.42 0.08 / 0.84	2.75	-2424.83 @16	863.16 @16
3	3 18x40	316.65 -4.54 0.02 / 0.6	66.34 -4.54 0.02 / 0.14	-275.1 -4.54 0.63 / 0.02	-707.66 -4.54 1.33 / 0.02	-1231.38 -4.54 2.3 / 0.02	302.8 -4.54 0.02 / 0.56	0.05	273 @19	799 @19
4	4 18x40	-1846.45 207.72 4.38 / 0.94	522.43 207.72 0.94 / 1.9	2068 -143.04 0.98 / 4.48	937.07 -143.04 0.98 / 2.39	-1113.85 -143.04 2.72 / 0.98	2054.8 207.72 0.94 / 4.74	1.85	-2674.88 @21	2510.93 @21

รูปที่ **A-3** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผลลัพธ์การวิเคราะห์คาน



ERCM

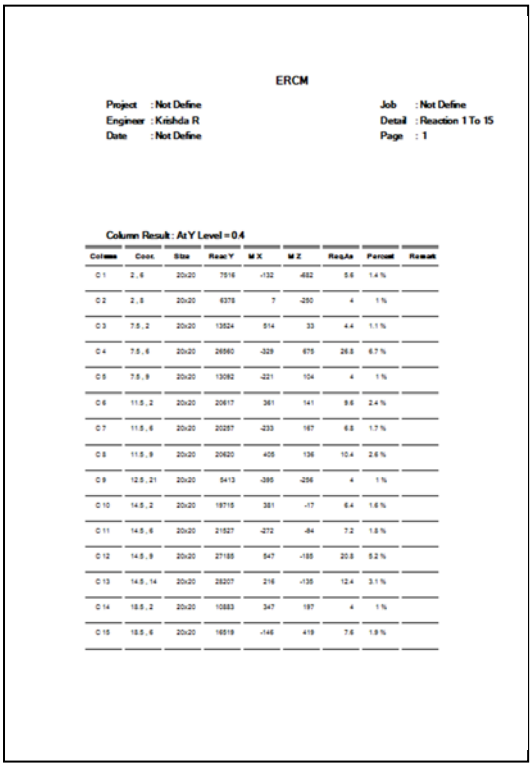
Project : Not Define
Engineer : Krishda R
Date : Not Define

Job : Not Define
Detail : S 1 To 32 (Code)
Page : 1

Slab Result

Slab	Detail	Size	Depth	M-X Ast	M-Y Ast	M+X Ast	M+Y Ast	SMX	SMY	Rem
S 1	A-P-1	2.1 x 3	10	0 0	0 0	132 1.22	63 0.58	308	374	
S 2	A-P-1	1.5 x 2	10	0 0	0 0	60 0.55	33 0.3	220	251	
S 17	A-J-1	3 x 1	10	0 0	0 0	0 0	42 0.39	220	147	
S 18	A-J-1	3 x 1	10	0 0	0 0	0 0	42 0.39	220	147	
S 19	A-P-1	2 x 3	10	0 0	0 0	130 1.2	51 0.47	293	374	
S 20	A-P-7	2.1 x 3	10	0 0	150 1.39	114 1.05	67 0.62	308	286	
S 21	A-P-7	2.1 x 3	10	0 0	150 1.39	114 1.05	67 0.62	308	286	
S 32	A-P-6	2.5 x 7	10	267 2.47	0 0	173 1.6	0 0	367	550	

รูปที่ **A-4** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผลลัพธ์การวิเคราะห์แผ่นพื้น



ERCM

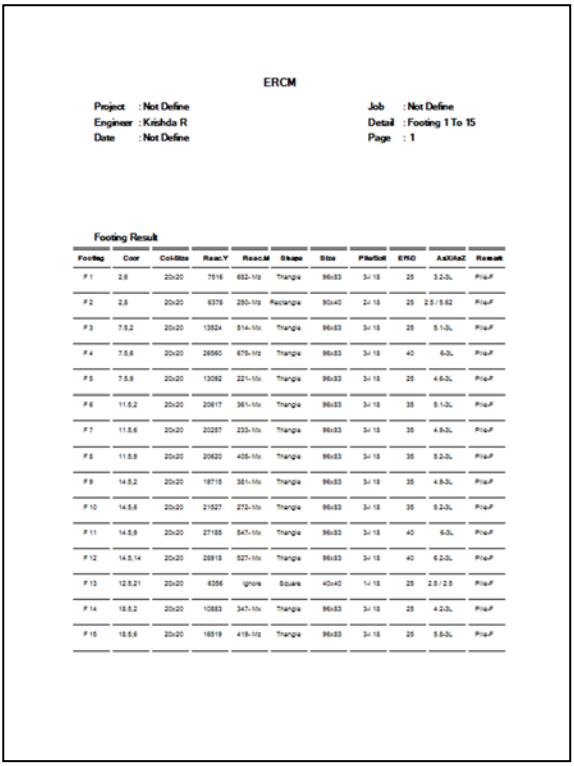
Project : Not Define
Engineer : Krishda R
Date : Not Define

Job : Not Define
Detail : Reaction 1 To 15
Page : 1

Column Result : At Y Level = 0.4

Column	Coor.	Size	Reac Y	M X	M Z	ReqAs	Percent	Remark
C 1	2 , 6	20x20	7516	-132	-682	5.6	1.4 %	
C 2	2 , 8	20x20	6378	7	-260	4	1 %	
C 3	7.5 , 2	20x20	13524	514	33	4.4	1.1 %	
C 4	7.5 , 6	20x20	26560	-329	675	26.8	6.7 %	
C 5	7.5 , 9	20x20	13092	-221	104	4	1 %	
C 6	11.5 , 2	20x20	20617	361	141	9.6	2.4 %	
C 7	11.5 , 6	20x20	20257	-233	167	6.8	1.7 %	
C 8	11.5 , 9	20x20	20620	405	136	10.4	2.6 %	
C 9	12.5 , 21	20x20	5413	-395	-256	4	1 %	
C 10	14.5 , 2	20x20	18715	381	-17	6.4	1.6 %	
C 11	14.5 , 6	20x20	21527	-272	-84	7.2	1.8 %	
C 12	14.5 , 9	20x20	27185	547	-185	20.8	5.2 %	
C 13	14.5 , 14	20x20	28207	216	-135	12.4	3.1 %	
C 14	16.5 , 2	20x20	10883	347	197	4	1 %	
C 15	16.5 , 6	20x20	16519	-146	419	7.6	1.9 %	

รูปที่ **A-5** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผลลัพธ์การวิเคราะห์เสา



ERCM

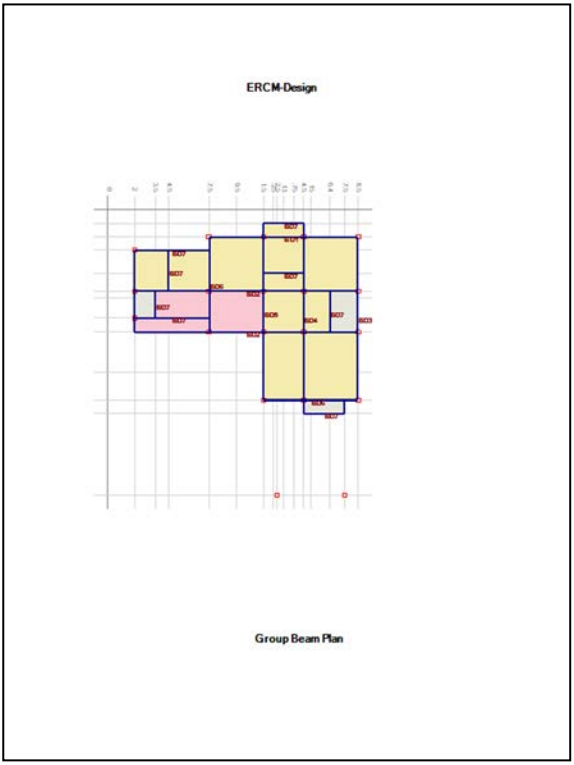
Project : Not Define
Engineer : Krishda R
Date : Not Define

Job : Not Define
Detail : Footing 1 To 15
Page : 1

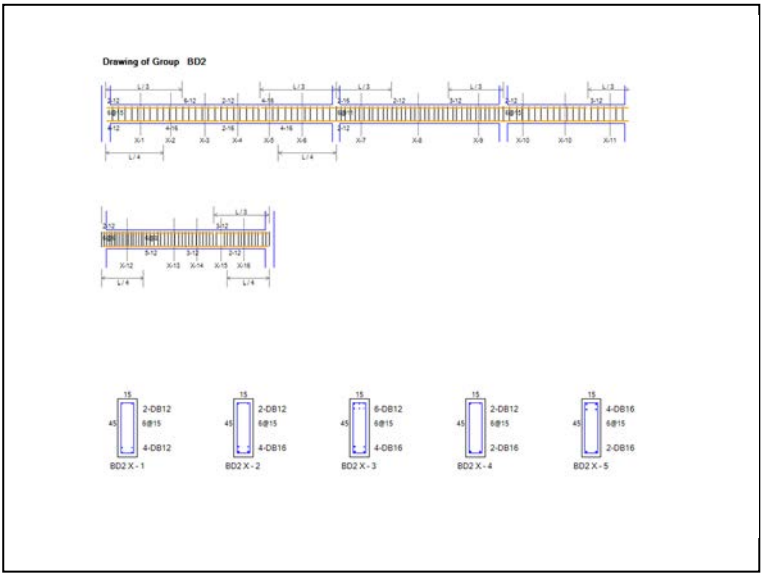
Footing Result

Footing	Coor	Col-Size	Reac.Y	Reac.M	Shape	Size	PileSoil	EffD	AsX/AsZ	Remark
F 1	2,6	20x20	7516	682-Mz	Triangle	96x83	3-I 18	25	3.2-3L	Pile-F
F 2	2,8	20x20	6378	260-Mz	Rectangle	80x40	2-I 18	25	2.8 / 5.62	Pile-F
F 3	7.5,2	20x20	13624	514-Mx	Triangle	96x83	3-I 18	25	5.1-3L	Pile-F
F 4	7.5,6	20x20	26560	675-Mz	Triangle	96x83	3-I 18	40	6-3L	Pile-F
F 5	7.5,9	20x20	13092	221-Mx	Triangle	96x83	3-I 18	25	4.6-3L	Pile-F
F 6	11.5,2	20x20	20617	361-Mx	Triangle	96x83	3-I 18	35	5.1-3L	Pile-F
F 7	11.5,6	20x20	20257	233-Mx	Triangle	96x83	3-I 18	35	4.9-3L	Pile-F
F 8	11.5,9	20x20	20620	405-Mx	Triangle	96x83	3-I 18	35	5.2-3L	Pile-F
F 9	14.5,2	20x20	19715	351-Mx	Triangle	96x83	3-I 18	35	4.9-3L	Pile-F
F 10	14.5,6	20x20	21527	272-Mx	Triangle	96x83	3-I 18	35	5.2-3L	Pile-F
F 11	14.5,9	20x20	27185	547-Mx	Triangle	96x83	3-I 18	40	6-3L	Pile-F
F 12	14.5,14	20x20	28918	527-Mx	Triangle	96x83	3-I 18	40	6.2-3L	Pile-F
F 13	12.5,21	20x20	6356	Ignore	Square	40x40	1-I 18	25	2.5 / 2.5	Pile-F
F 14	18.5,2	20x20	10883	347-Mx	Triangle	96x83	3-I 18	25	4.2-3L	Pile-F
F 15	18.5,6	20x20	16519	419-Mz	Triangle	96x83	3-I 18	25	5.6-3L	Pile-F

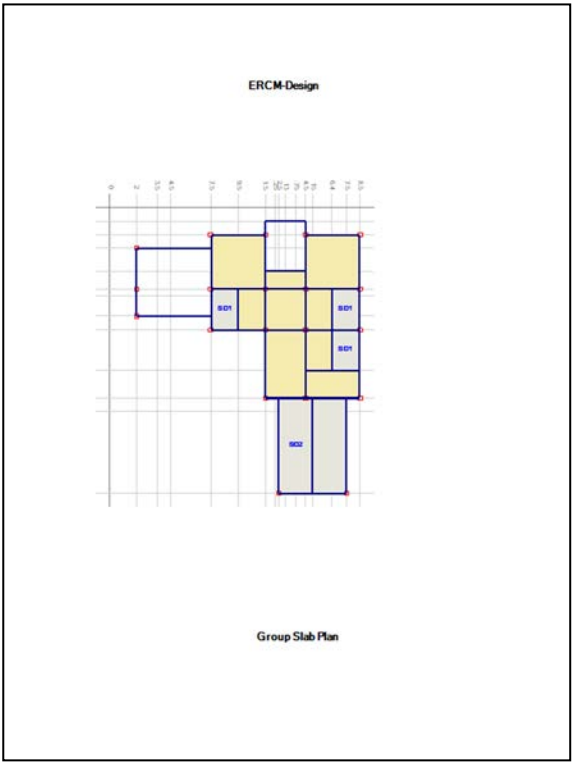
รูปที่ **A-6** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผลลัพธ์การวิเคราะห์ฐานราก



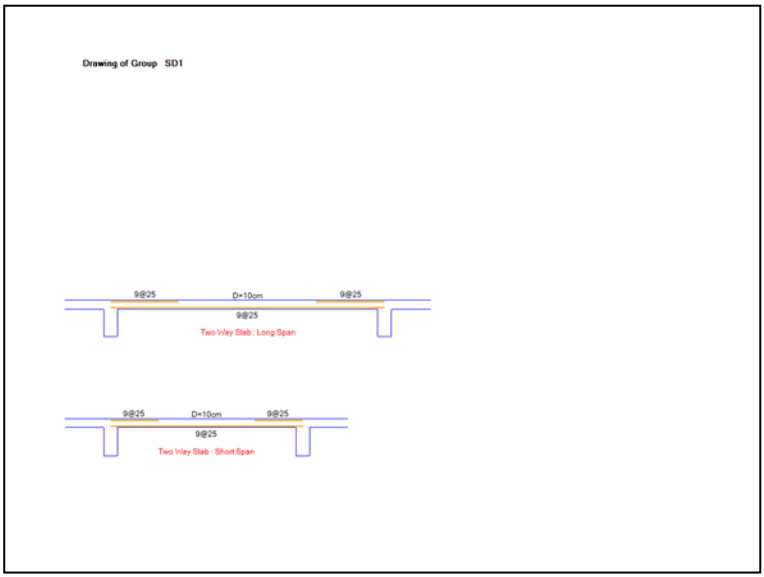
รูปที่ **B-1** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผังกลุ่มคาน



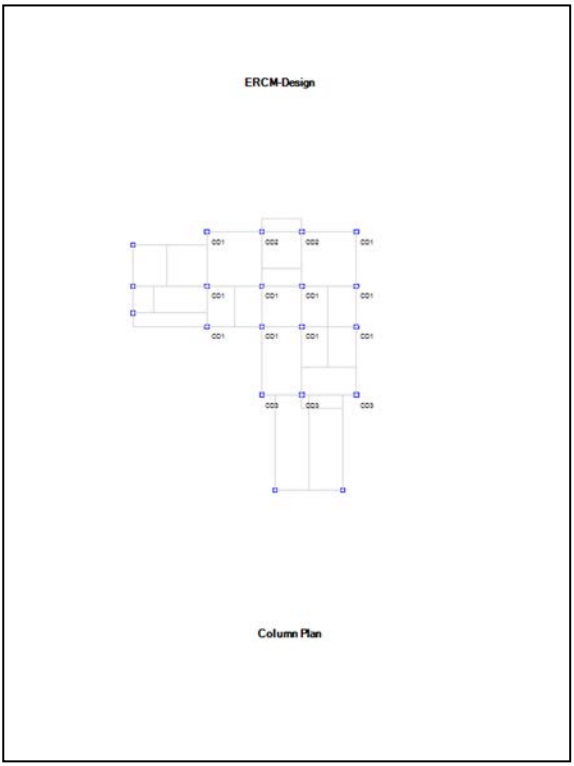
รูปที่ **B-2** ภาพตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดการเสริมเหล็กกลุ่มคาน



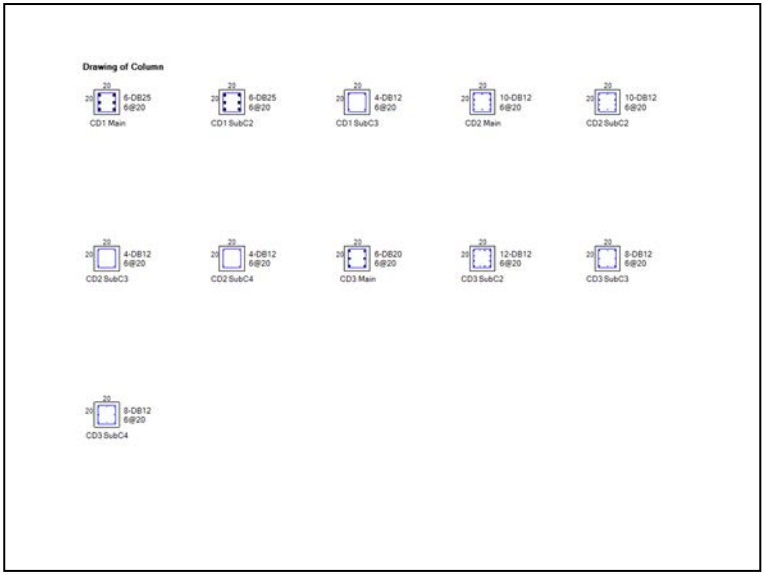
รูปที่ **B-3** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผังกลุ่มแผ่นพื้น



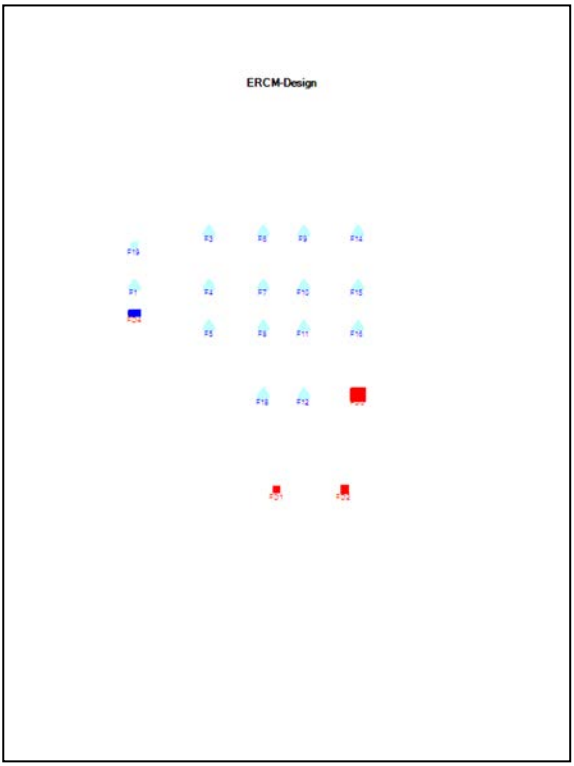
รูปที่ **B-4** ภาพตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดการเสริมเหล็กกลุ่มแผ่นพื้น



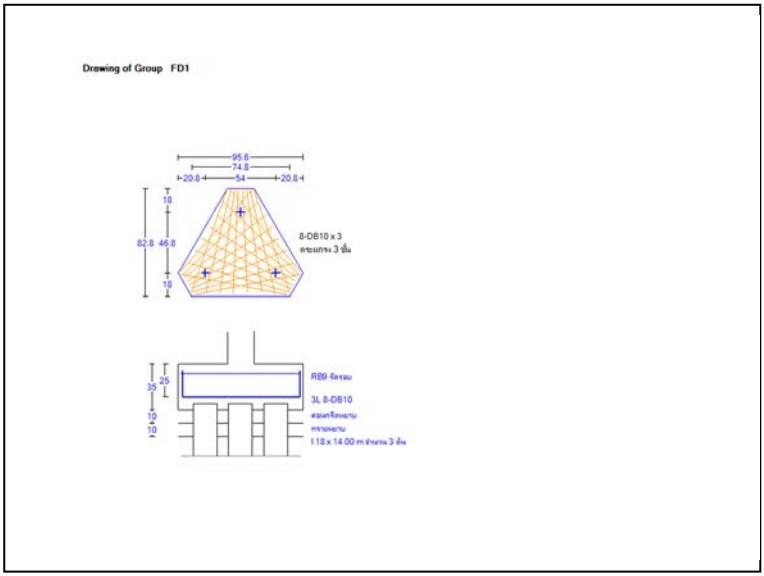
รูปที่ **B-5** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผังกลุ่มเสา



รูปที่ **B-6** ภาพตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดการเสริมเหล็กกลุ่มเสา



รูปที่ **B-7** ภาพตัวอย่างการพิมพ์ผังกลุ่มฐานราก



รูปที่ **B-8** ภาพตัวอย่างการพิมพ์รายละเอียดการเสริมเหล็กกลุ่มฐานราก