

ใบงานโปรแกรม PROKON เรื่องที่ 1

การวิเคราะห์ออกแบบป้ายโฆษณาโครงข้อหมุนสามมิติ

ให้ออกแบบป้ายโฆษณากว้าง 32 เมตร สูง 36 เมตร หนา 4 เมตร โดยใช้เหล็กฉากจัดเป็นตารางขนาด 2.00 x 2.00 เมตร เหล็กในแนวนอนและเหล็กในแนวตั้งที่ระดับเหนือความสูง +10.00 เมตรขึ้นไปให้ใช้ L-75x75x9 mm. เหล็กในแนวตั้งตั้งแต่ระดับความสูง +10.00 เมตรลงมาให้นี้ใช้ขนาด L-100x100x10 mm. ส่วนเหล็กในแนวทแยงทั้งแนวนอนและแนวตั้งให้ใช้เหล็กขนาด L-50x50x6 mm. แรงแลมตามกฎกระทรวงมหาดไทยฉบับที่ 6 ออกตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 และที่แก้ไขเพิ่มเติม กล่าวคือ

ความสูงจากพื้นดิน, m	แรงค้ำลม, kg/m ²
0 - 10	50
10 - 20	80
20 - 40	120
> 40	160

วิธีทำ

ใช้ AutoCAD เขียนรูปโดยให้ด้านกว้าง 32 เมตรเป็นแกน X ความสูงเป็นแกน Y และความหนาเป็นแกน Z ขณะที่แผงเหล็กในตำแหน่ง Z = 0 แกน Y ซิดขอบซ้ายและแกน X ซิดขอบล่าง ใส่หมายเลขของจุดต่อโดยเรียงจากซ้ายไปขวาและล่างขึ้นบนตั้งแต่หมายเลข 1 ถึง 323

เมื่อ Z = 2 เมตร หมายเลขของจุดต่อเรียงจากแผงก่อนหน้า (เมื่อ Z = 0) จาก 324 ถึง 646 และเมื่อ Z = 4 เมตร หมายเลขของจุดต่อเรียงจากแผงก่อนหน้า (เมื่อ Z = 2) จาก 647 ถึง 969

เขียนแปลนตั้งแต่ Y = 0, Y = 2, ..., Y = 36 เมตร คำนวณแรงแลม โดยแบ่งครึ่งระยะทางระหว่างจุดต่อแล้วหาพื้นที่ที่ลมปะทะ

จุดที่ 1 กับ 17 มีพื้นที่ลมปะทะ 1 ตารางเมตร ระดับความสูงของพื้นที่อยู่ในช่วง 0-10 เมตร จึงมีแรงค้ำ 50 kg/m² แรงค้ำที่จุด 1 หรือ 17 คือ 1 m² × 50 kg / m² = 50 kg = 0.05 tonne = 0.05 tonne × 9.81 m / s² ≈ 0.05 tonne × 10 m / s² = 0.5 kN

จุดที่ 2 ถึง 16 มีพื้นที่ลมปะทะ 2 ตารางเมตร ระดับความสูงของพื้นที่อยู่ในช่วง 0 – 10 เมตร จึงมีแรงค้ำลม 50 kg/m² แรงค้ำที่จุด 2 ถึง 16 คือ 2 m² × 50 kg / m² = 100 kg = 0.1 tonne = 0.1 × 10 = 1 kN

จุดที่ 18, 34, 35, 51, 52, 68, 69, 85 มีพื้นที่ลมปะทะ 2 ตารางเมตร ระดับความสูงอยู่ในช่วง 0-10 เมตร มีแรงดันลม $2\text{ m}^2 \times 50\text{ kg/m}^2 = 100\text{ kg} = 0.10\text{ tonne} = 0.10 \times 10 = 1\text{ kN}$

จุดที่ 19 ถึง 33, จุดที่ 36 ถึง 50, จุดที่ 53 ถึง 67, จุดที่ 70 ถึง 84 มีพื้นที่ลมปะทะ 4 ตารางเมตร ระดับความสูงอยู่ในช่วง 0-10 เมตร มีแรงดันลม $4\text{ m}^2 \times 50\text{ kg/m}^2 = 200\text{ kg} = 0.2\text{ tonne} = 0.20 \times 10 = 2\text{ kN}$

จุดที่ 86 กับ 102 อยู่ที่ระดับ 10 เมตรพอดี พื้นที่ปะทะลมด้านล่างได้ระดับ 10 เมตร มีอยู่ 1 ตารางเมตร มีแรงดันลม $1\text{ m}^2 \times 50\text{ kg/m}^2 = 50\text{ kg}$ ส่วนที่อยู่เหนือระดับ 10 เมตร มีอยู่ 1 ตารางเมตร มีแรงดันลม $1\text{ m}^2 \times 80\text{ kg/m}^2 = 80\text{ kg}$ รวมแรงดันลมกระทำที่แต่ละจุดต่อเท่ากับ $50 + 80 = 130\text{ kg} = 0.13\text{ tonne} = 0.13 \times 10 = 1.3\text{ kN}$

จุดที่ 87 ถึง 101 อยู่ที่ระดับ 10 เมตรพอดี พื้นที่ปะทะลมด้านล่างได้ระดับ 10 เมตร มีอยู่ 2 ตารางเมตร มีแรงดันลม $2\text{ m}^2 \times 50\text{ kg/m}^2 = 100\text{ kg}$ ส่วนที่อยู่เหนือระดับ 10 เมตร มีอยู่ 2 ตารางเมตร มีแรงดันลม $2\text{ m}^2 \times 80\text{ kg/m}^2 = 160\text{ kg}$ รวมแรงดันลมกระทำที่แต่ละจุดต่อเท่ากับ $100 + 160 = 260\text{ kg} = 0.26\text{ tonne} = 0.26 \times 10 = 2.6\text{ kN} = 2\text{ m}^2 \times 120\text{ kg/m}^2 =$

จุดที่ 103, 119, 120, 136, 137, 153, 154, และ 170 อยู่ระดับ 10-20 เมตร พื้นที่ปะทะลมจุดละ 2 ตารางเมตร มีแรงดันลม $2\text{ m}^2 \times 80\text{ kg/m}^2 = 160\text{ kg} = 0.16\text{ tonne} = 0.16 \times 10 = 1.6\text{ kN}$

จุดที่ 104 ถึง 118 จุดที่ 121 ถึง 135 จุดที่ 138 ถึง 152 อยู่ระดับ 10-20 เมตร พื้นที่ปะทะลมจุดละ 4 ตารางเมตร มีแรงดันลม $4\text{ m}^2 \times 80\text{ kg/m}^2 = 320\text{ kg} = 0.32\text{ tonne} = 0.32 \times 10 = 3.2\text{ kN}$

จุดที่ 171 กับ 187 อยู่ที่ระดับ 20 เมตรพอดี พื้นที่ปะทะลมได้ระดับ 20 เมตร มี 1 ตารางเมตร มีแรงดันลม $1\text{ m}^2 \times 80\text{ kg/m}^2 = 80\text{ kg}$ พื้นที่ปะทะลมเหนือระดับ 20 เมตร มี 1 ตารางเมตร มีแรงดันลม $1\text{ m}^2 \times 120\text{ kg/m}^2 = 120\text{ kg}$ รวมแรงดันลมแต่ละจุดเท่ากับ $80 + 120 = 200\text{ kg} = 0.200\text{ tonne} = 0.200 \times 10 = 2\text{ kN}$

จุดที่ 172 ถึง 186 อยู่ที่ระดับ 20 เมตรพอดี พื้นที่ปะทะลมได้ระดับ 20 เมตร มี 2 ตารางเมตร มีแรงดันลม $2\text{ m}^2 \times 80\text{ kg/m}^2 = 160\text{ kg}$ พื้นที่ปะทะลมเหนือระดับ 20 เมตร มี 2 ตารางเมตร มีแรงดันลม $2\text{ m}^2 \times 120\text{ kg/m}^2 = 240\text{ kg}$ รวมแรงดันลมแต่ละจุดเท่ากับ $160 + 240 = 400\text{ kg} = 0.400\text{ tonne} = 0.400 \times 10 = 4\text{ kN}$

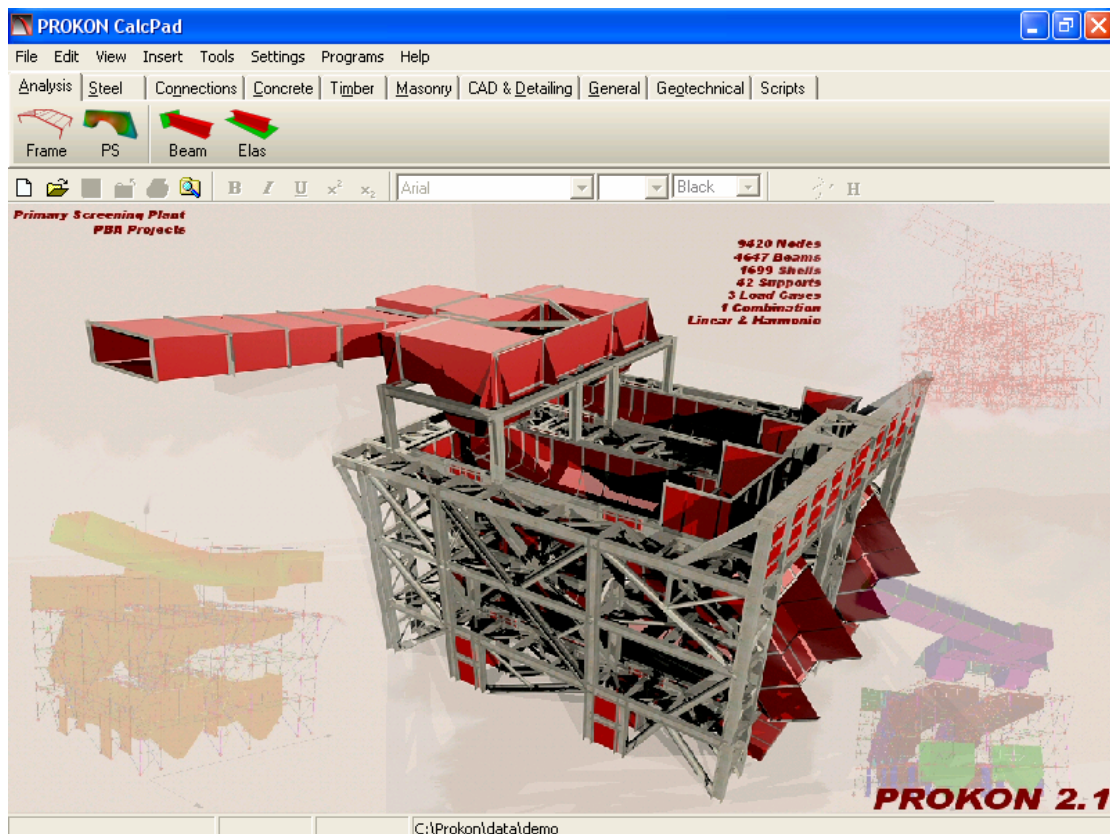
จุดที่ 188, 204, 205, 221, 222, 238, 239, 255, 256, 272, 273, 289, 290, 306 อยู่ระดับ 20-40 เมตร พื้นที่ปะทะลมจุดละ 2 ตารางเมตร แรงดันลม $= 2\text{ m}^2 \times 120\text{ kg/m}^2 = 240\text{ kg} = 0.240\text{ tonne}$

จุดที่ 189 ถึง 203, จุดที่ 206 ถึง 220, จุดที่ 223 ถึง 237, จุดที่ 240 ถึง 254, จุดที่ 257 ถึง 271, จุดที่ 274 ถึง 288, จุดที่ 291 ถึง 305 อยู่ระดับ 20-40 เมตร พื้นที่ปะทะลมจุดละ 4 ตารางเมตร มีแรงดันลม = $4 \text{ m}^2 \times 120 \text{ kg/m}^2 = 480 \text{ kg} = 0.48 \text{ tonne} = 0.48 \times 10 = 4.8 \text{ kN}$

จุดที่ 307 ถึง 323 อยู่ระดับ 20-40 เมตร พื้นที่ปะทะลม 1 ตารางเมตร แรงดันลมเท่ากับ $1 \text{ m}^2 \times 120 \text{ kg/m}^2 = 120 \text{ kg} = 0.120 \text{ tonne} = 0.120 \times 10 = 1.2 \text{ kN}$

จุดที่ 308 ถึง 322 อยู่ระดับ 20-40 เมตร พื้นที่ปะทะลม 2 ตารางเมตร แรงดันลมเท่ากับ $2 \text{ m}^2 \times 120 \text{ kg/m}^2 = 240 \text{ kg} = 0.240 \text{ tonne} = 0.240 \times 10 = 2.4 \text{ kN}$

เมื่อ Boot เครื่องเข้า Windows แล้วที่ Desktop มีไอคอนรูปเสาไฟฟ้าแรงสูงสีแดงด้านใต้ มีข้อความ Shortcut to Prokon_1 ให้ double click ที่ไอคอนนี้เข้าโปรแกรม Prokon หน้าจอมีลักษณะดังนี้

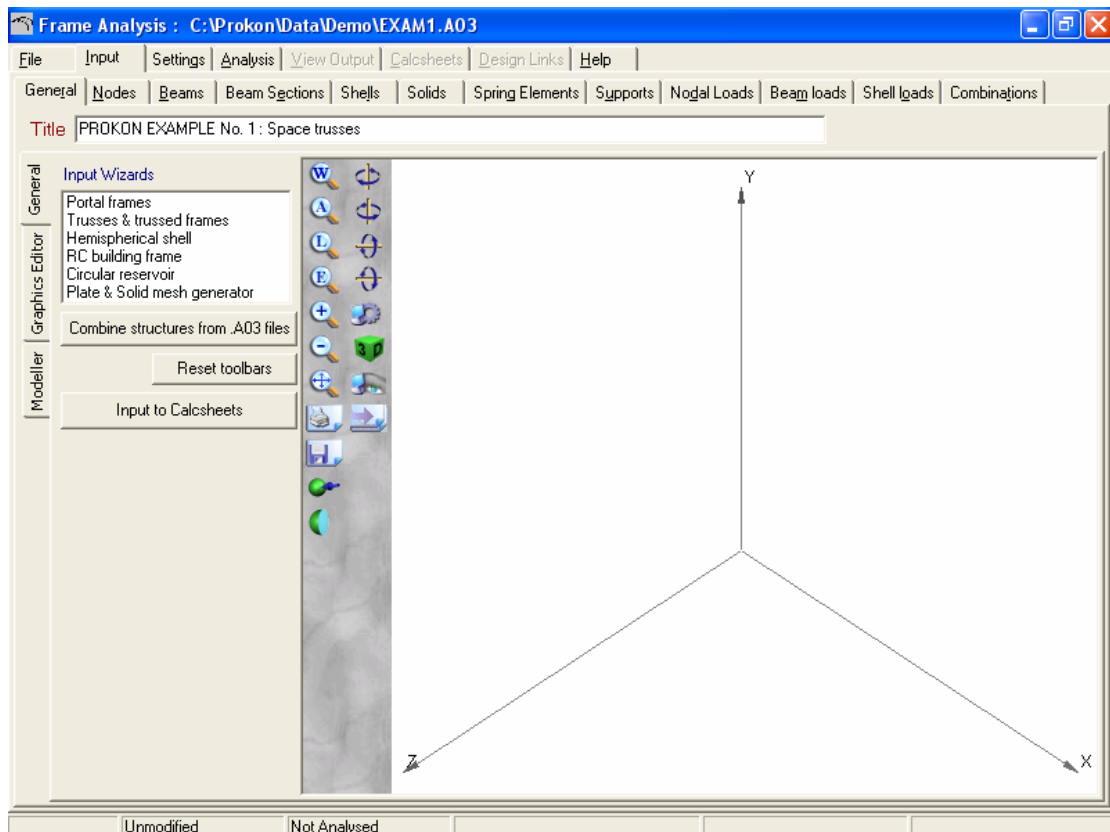


รูปที่ 1 เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Prokon

รูปที่ 1 เป็นตอนที่เข้าสู่โปรแกรม Prokon 2.1 เมนูหลักจะมี File Edit View Insert Tools Setting Programs และ Help บรรทัดถัดลงมาเป็นเมนูรอง ประกอบด้วย Analysis Steel Connections Concrete Timber CAD & Detailing General Geotechnical และ Scripts ในขั้นแรกนี่จะเป็นเรื่องการวิเคราะห์โครงสร้าง

เนื่องจากป้าโฆษณาเป็นโครงข้อหมุนสามมิติหรือ Space trusses ใช้เมาส์เลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่เมนูรอง Analysis คลิกปุ่มซ้ายของเมาส์จะมีปุ่มเลือกงานวิเคราะห์โครงสร้างต่างๆ ประกอบด้วยปุ่มซ้ายสุด Frame หรือ Frame Analysis ใช้ในการวิเคราะห์โครงข้อแข็งและโครงข้อหมุนทั้งสองมิติและสามมิติ ปุ่มถัดไปเป็น PS หรือ Plane Stress / Strain Analysis เป็นการวิเคราะห์หน่วยแรงและความเครียดในระนาบ ปุ่มถัดไป Beam หรือ Analysis of a single span beam ใช้วิเคราะห์คานช่วงเดียว Elas หรือ Analysis of a beam on an elastic support วิเคราะห์คานบนที่รองรับแบบยืดหยุ่นเช่นถนนคอนกรีตบนชั้นดินบดอัด

ให้เลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่ Frame คลิกปุ่มซ้ายของเมาส์ หน้าจอจะขึ้นตามรูปที่ 2 เป็นหน้าจอเริ่มแรกของการวิเคราะห์โครงข้อแข็งและโครงข้อหมุนสามมิติ แถวบนสุดเป็นเมนูหลักประกอบด้วย File Input Analysis View output Calcsheet Design Links Help โดย View output Calcsheet และ Design Links ยังเป็นสีเทาอยู่แสดงว่ายังใช้งานไม่ได้ บรรทัดถัดลงไปเป็นเมนูรองประกอบด้วย General, Nodes, Beams, Beam Sections, Shells, Solids, Spring elements, Supports, Nodal Loads, Beam loads, Shell load และ Combinations



รูปที่ 2 หน้าจอเริ่มแรกของการวิเคราะห์โครงข้อหมุนสามมิติ

ตัวแรกคือ General สำหรับป้อนข้อมูลพื้นฐานทั่วไป สังเกตทางด้านซ้ายล่างจะมีปุ่มยาวๆข้อความว่า Input to calcsheets เมื่อป้อนข้อมูลครบถ้วนแล้วหากคลิกที่ปุ่มนี้จะมีการนำข้อมูลที่ป้อนเข้าไปไว้ในกระดาษรายการคำนวณ

ตัวถัดไปคือ Nodes สำหรับการป้อนข้อมูลของจุดต่อโดยป้อนพิกัดตำแหน่งของจุดต่อ โดยแกน X กับแกน Z อยู่ในแนวราบส่วนแกน Y อยู่ในแนวดิ่งซึ่งอาจจะขัดกับความเคยชินในการตั้งแกนในโปรแกรมอื่นๆ

ถัดไปเป็น Beams ใช้ป้อนการเชื่อมโยงของชิ้นส่วนต่างๆ พร้อมทั้งหมายเลขกำหนดชนิดชิ้นส่วน

ถัดไปเป็น Beam sections ใช้สำหรับกำหนดหมายเลขของชนิดชิ้นส่วน ลักษณะหน้าตัด วัสดุ

ถัดไปเป็น Shells ใช้ป้อนโครงสร้างเปลือกบางเช่นเสากลมกลวงเสาปายโฆษขนาดใหญ

ถัดไปเป็น Solids ใช้ป้อนวัสดุแท่งตันขนาดใหญ่

ถัดไปเป็น Spring elements สำหรับชิ้นส่วนลักษณะสปริง

ถัดไปเป็น Supports ใช้ป้อนกำหนดจุดต่อที่เป็นจุดรองรับ

ถัดไปเป็น Nodal loads ใช้ป้อนแรงกระทำเป็นจุดที่จุดต่อ

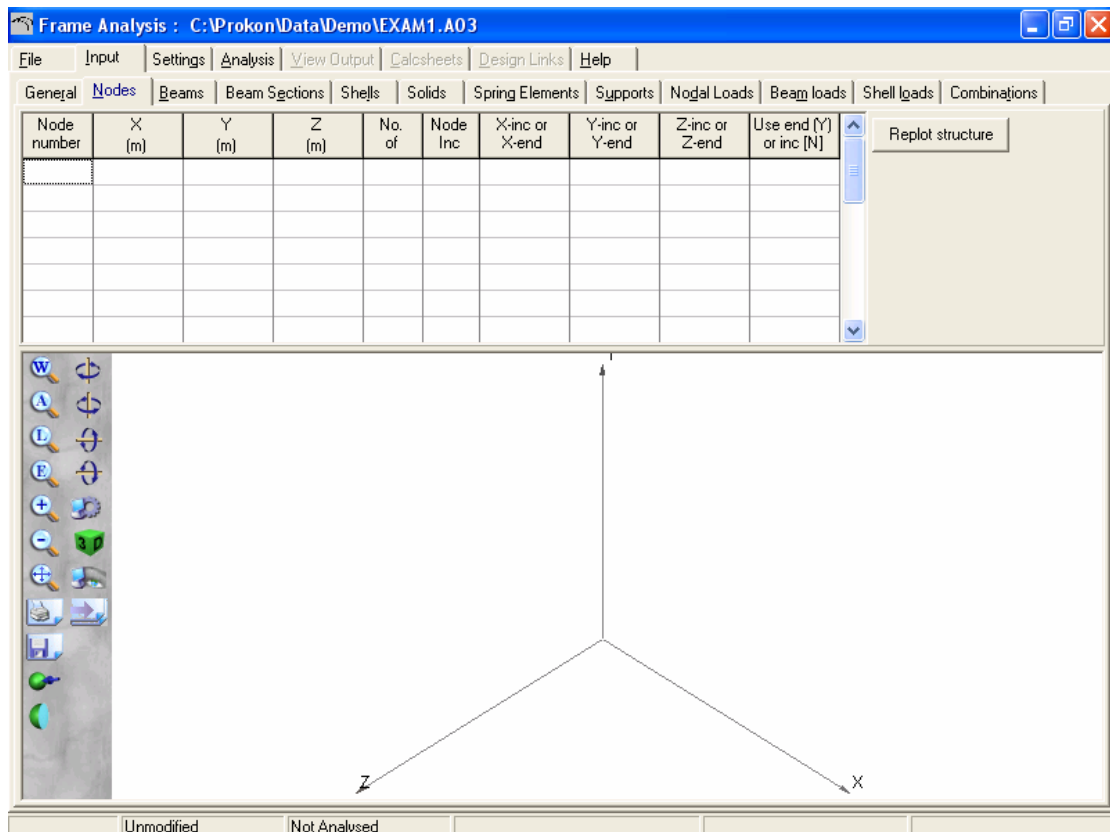
ถัดไปเป็น Beam loads ใช้ป้อนแรงกระจายกระทำบนชิ้นส่วนหรือแรงกระทำเป็นจุดบนชิ้นส่วนระหว่างจุดปลาย

ถัดไปเป็น Shell loads ใช้ป้อนแรงกระทำบนโครงสร้างเปลือกบาง

สุดท้าย Combinations ใช้กำหนดการผสมผสานของแรงที่กระทำแต่ละชุด

ในขั้นแรกให้คลิกไปที่ Title แล้วพิมพ์ PROKON EXAMPLE No. 1 : Space truses แล้วคลิกที่ File คลิกที่ Save As... แล้วคลิกในช่อง File name พิมพ์ EXAM1 คลิกปุ่ม OK

ไปคลิกที่ Nodes หน้าจอจะขึ้นตามรูปที่ 3 ที่ด้านบนจะมีตารางสำหรับป้อนข้อมูล ล่างขวาเป็นภาพแสดงเมื่อป้อนข้อมูลและเคาะ Enter แล้ว สังเกตว่าแกน X และ Z จะเป็นแนวราบส่วนแกน Y จะเป็นแนวดิ่ง ทางล่างซ้ายจะมีปุ่มสำหรับซูมหรือหมุนภาพ ขั้นแรกดูตารางป้อนข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3 ตารางสำหรับป้อนพิกัดของจุดต่อ หลังจากกดปุ่ม Nodes บนเมนู

ช่อง Node number. สำหรับป้อนหมายเลขจุดต่อ (Node) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการป้อน หรือจะป้อนทีละจุดต่อก็ได้

ช่อง X (m) สำหรับป้อนพิกัดทางแกน X ของจุดต่อในช่อง Node number. นั้น ถ้าไม่ป้อน หมายถึง = 0

ช่อง Y (m) สำหรับป้อนพิกัดทางแกน Y ของจุดต่อในช่อง Node number. นั้น ถ้าไม่ป้อน หมายถึง = 0

ช่อง Z (m) สำหรับป้อนพิกัดทางแกน Z ของจุดต่อในช่อง Node number. นั้น ถ้าไม่ป้อน หมายถึง = 0

ช่อง No. of จำนวนจุดต่อถัดไปอีกกี่จุดที่จะให้โปรแกรมสร้างค่าพิกัดให้เอง

ช่อง Node Inc หมายเลขของจุดต่อถัดไปที่ติดกันนั้นต่างกันเท่าใด เช่น จาก 3 ไป 7 ต่างกัน 4

ช่องนี้ต้องเติมหมายเลข 4 แต่ทุกจุดต้องต่างกันในอัตราเดียวกัน

ช่อง X -inc or X -end ค่าพิกัดทางแกน X ของจุดที่ติดกันเพิ่ม (+ หรือไม่ใช่เครื่องหมาย) หรือลด (ใส่เครื่องหมาย - ด้วย) เท่าใด ทุกจุดที่ติดกันต้องมีอัตราการเพิ่มเท่ากัน

ช่อง Y-inc or Y-end ค่าพิกัดทางแกน Y ของจุดที่ติดกันเพิ่ม (+ หรือไม่ใช่เครื่องหมาย) หรือลด (ใส่เครื่องหมาย - ด้วย) เท่าใด ทุกจุดที่ติดกันต้องมีอัตราการเพิ่มเท่ากัน

ช่อง Z-inc or Z-end ค่าพิกัดทางแกน Z ของจุดที่ติดกันเพิ่ม (+ หรือไม่ใช่เครื่องหมาย) หรือลด (ใส่เครื่องหมาย - ด้วย) เท่าใด ทุกจุดที่ติดกันต้องมีอัตราการเพิ่มเท่ากัน

ช่อง Use end(Y) or inc (N) ช่องนี้ไม่ค่อยได้ใช้ เว้นไว้ไม่ต้องป้อนอะไร

เริ่มการป้อนข้อมูลจุดต่อ ดูแบบแผ่นแรกซึ่งเป็นแผงป้ายในตำแหน่ง $Z = 0$ บรรทัดล่างสุดเริ่มจากจุดต่อหมายเลข 1 ทางซ้ายสุด เรียงไปทางขวาอีก 16 จุดเป็น 17 จุด แต่ละจุดหมายเลขเพิ่มขึ้นคราวละ 1 และค่าของ X เพิ่มขึ้นคราวละ 2 เมตร ป้อนช่อง Node number. เป็น 1 ช่อง X , Y, Z ไม่ป้อนเพราะเป็น 0 ทั้งหมด ช่อง No. of ป้อน 16 เพราะมีจำนวนจุดต่อไปทางขวาอีก 16 จุดที่เพิ่มในอัตราเดียวกัน ช่อง Node Increment ให้ป้อนเลข 1 เพราะหมายเลขของจุดต่อเพิ่มขึ้นคราวละ 1 และสุดท้ายในช่อง X-increment ป้อน 2 เพราะแต่ละจุดระยะทางแกน X เพิ่มขึ้นคราวละ 2 เมตร ส่วนใน Y-increment และ Z-increment ไม่ต้องป้อนเพราะไม่มีการเพิ่มลดใดๆ และช่องสุดท้ายก็ไม่ป้อนอะไรเลย เมื่อเคาะ Enter มีผลการป้อนจะเป็นดังนี้

Node number	X (m)	Y (m)	Z (m)	No. of	Node Inc.	X-inc or X-end	Y-inc or Y-end	Z-inc or Z-end	Use end(Y) Or inc (N)
1				16	1	2			

และรูปภาพจะมีจุด 1 ถึง 17 ขึ้นมาตามแนวแกน X

ในภาพ $Z = 0$ แนวขึ้นส่วนถัดขึ้นไป มีค่า $Y = 2$ ทุกจุด จะเริ่มจากจุดต่อหมายเลข 18 ค่า $X = 0$ ไม่ต้องป้อน ค่า $Y = 2$ ป้อนเลข 2 ค่า $Z = 0$ ไม่ต้องป้อน เรียงไปอีก 16 จุดโดยหมายเลขของจุดเพิ่มคราวละ 1 ค่า X เพิ่มคราวละ 2 ค่า Y และ Z ไม่มีการเพิ่ม ป้อนตรงช่อง Node number. ด้วยเลข 18 ช่อง X และ Z ไม่ป้อนเพราะมีค่าเป็น 0 ช่อง Y ป้อนเลข 2 เพราะจุด 18 สูงตามแนวแกนนี้ 2 เมตร ช่อง No of ป้อน 16 เพราะมีจุดต่อที่จะให้สร้างไปอีก 16 จุด ช่อง Node Inc ป้อน 1 เพราะหมายเลขของจุดเพิ่มคราวละ 1 ช่อง X-increment ป้อน 2 เพราะค่าตามแนวแกน X ของแต่ละจุดเพิ่มคราวละ 2 เมตร ส่วนช่อง Y-increment, Z-increment, ช่องสุดท้ายไม่ต้องป้อนอะไรเลย ผลการป้อนจะเป็นดังนี้

Node number	X (m)	Y (m)	Z (m)	No. of	Node Inc.	X-inc or X-end	Y-inc or Y-end	Z-inc or Z-end	Use end (Y) Or inc (N)
1				16	1	2			
18		2		16	1	2			

และรูปภาพจะมีจุดขึ้นอีกแนวจาก 18 ถึง 34

แนวที่ 3 เริ่มจากจุด 35 มีค่า Y = 4 เมตร

แนวที่ 4 เริ่มจากจุด 52 มีค่า Y = 6 เมตร

แนวที่ 5 เริ่มจากจุด 69 มีค่า Y = 8 เมตร

แนวที่ 6 เริ่มจากจุด 86 มีค่า Y = 10 เมตร

แนวที่ 7 เริ่มจากจุด 103 มีค่า Y = 12 เมตร

แนวที่ 8 เริ่มจากจุด 120 มีค่า Y = 14 เมตร

แนวที่ 9 เริ่มจากจุด 137 มีค่า Y = 16 เมตร

แนวที่ 10 เริ่มจากจุด 154 มีค่า Y = 18 เมตร

แนวที่ 11 เริ่มจากจุด 171 มีค่า Y = 20 เมตร

แนวที่ 12 เริ่มจากจุด 188 มีค่า Y = 22 เมตร

แนวที่ 13 เริ่มจากจุด 205 มีค่า Y = 24 เมตร

แนวที่ 14 เริ่มจากจุด 222 มีค่า Y = 26 เมตร

แนวที่ 15 เริ่มจากจุด 239 มีค่า Y = 28 เมตร

แนวที่ 16 เริ่มจากจุด 256 มีค่า Y = 30 เมตร

แนวที่ 17 เริ่มจากจุด 273 มีค่า Y = 32 เมตร

แนวที่ 18 เริ่มจากจุด 290 มีค่า Y = 34 เมตร

แนวที่ 19 เริ่มจากจุด 307 มีค่า Y = 36 เมตร

ผลการป้อนตามตารางถัดไป รูปภาพจะขึ้นไปทั้งแผงในตำแหน่ง Z = 0 เมตร

Node number	X (m)	Y (m)	Z (m)	No. of	Node Inc.	X-inc or X-end	Y-inc or Y-end	Z-inc or Z-end	Use end (Y) Or inc (N)
1				16	1	2			
18		2		16	1	2			
35		4		16	1	2			
52		6		16	1	2			
69		8		16	1	2			
86		10		16	1	2			
103		12		16	1	2			
120		14		16	1	2			
137		16		16	1	2			
154		18		16	1	2			
171		20		16	1	2			
188		22		16	1	2			
205		24		16	1	2			
222		26		16	1	2			
239		28		16	1	2			
256		30		16	1	2			
273		32		16	1	2			
290		34		16	1	2			
307		36		16	1	2			

เริ่มหน้าสองซึ่ง Z = 2 เมตร โดยจุดเริ่มจาก 324,341,358,375,392,409,426, 443,460,477,494,511,528,545,562,579,596,613,630 ผลการป้อนจะเป็นดังตารางต่อไปนี้

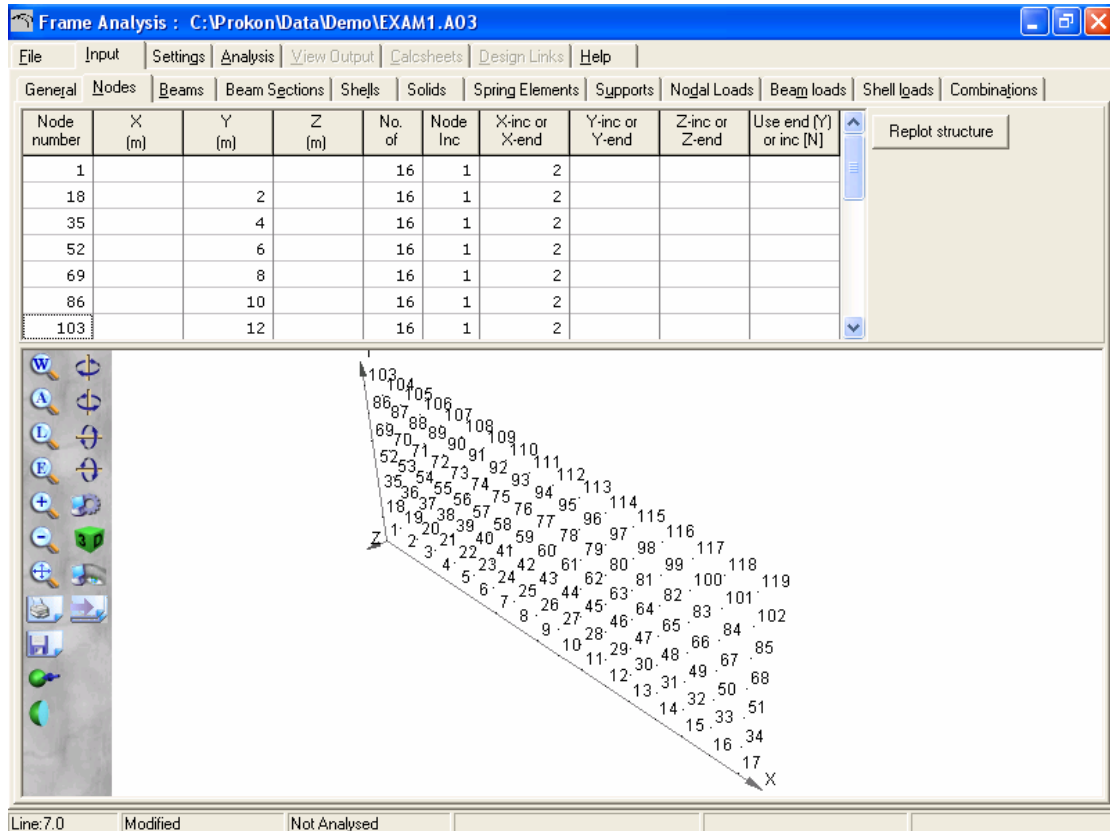
Node number	X (m)	Y (m)	Z (m)	No. of	Node Inc.	X-inc or X-end	Y-inc or Y-end	Z-inc or Z-end	Use end (Y) Or inc (N)
324			2	16	1	2			
341		2	2	16	1	2			
358		4	2	16	1	2			
375		6	2	16	1	2			
392		8	2	16	1	2			
409		10	2	16	1	2			
426		12	2	16	1	2			
443		14	2	16	1	2			
460		16	2	16	1	2			
477		18	2	16	1	2			
494		20	2	16	1	2			
511		22	2	16	1	2			
528		24	2	16	1	2			
545		26	2	16	1	2			
562		28	2	16	1	2			

Node number	X (m)	Y (m)	Z (m)	No. of	Node Inc.	X-inc or X-end	Y-inc or Y-end	Z-inc or Z-end	Use end (Y) Or inc (N)
579		30	2	16	1	2			
596		32	2	16	1	2			
613		34	2	16	1	2			
630		36	2	16	1	2			

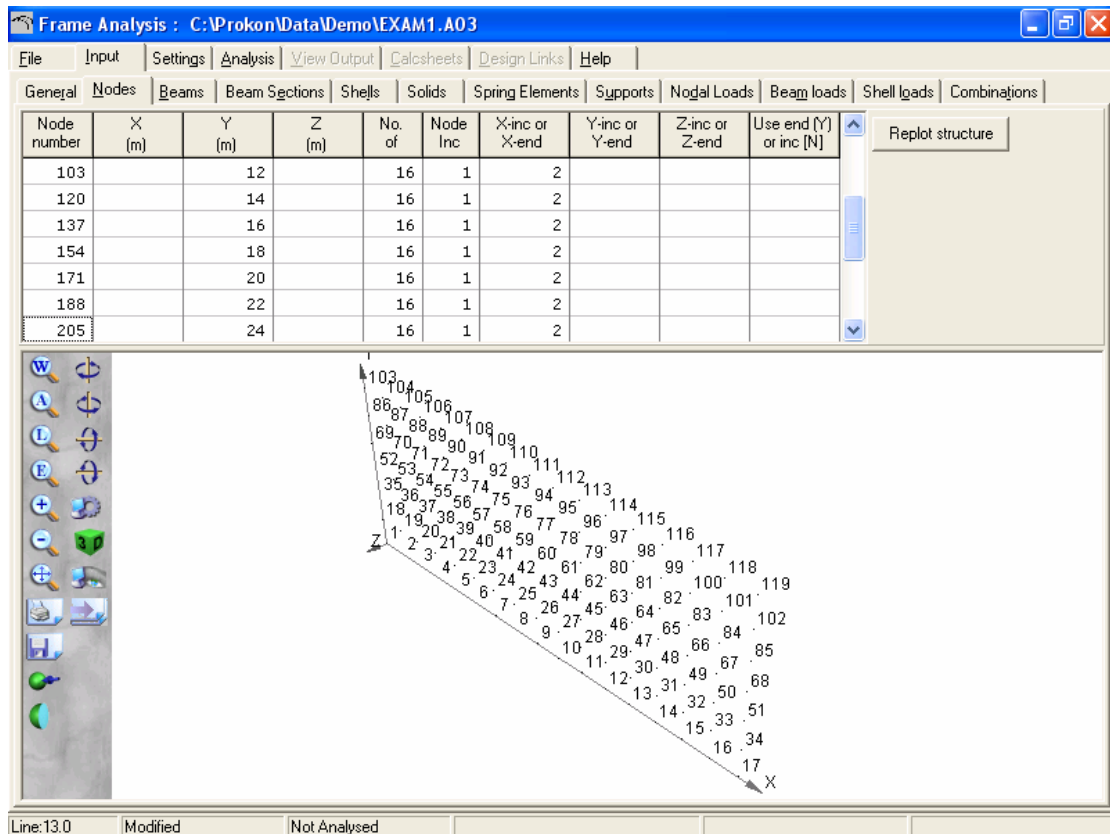
เริ่มหน้าสามซึ่ง Z = 4 เมตร โดยจุดเริ่มจาก 647,664,681,698,715,732,749,766, 783,800,817,834,851,868,885,902,919,936,953 ผลการป้อนจะเป็นดังตารางต่อไปนี้

Node number	X (m)	Y (m)	Z (m)	No. of	Node Inc.	X-inc or X-end	Y-inc or Y-end	Z-inc or Z-end	Use end (Y) Or inc (N)
647			4	16	1	2			
664		2	4	16	1	2			
681		4	4	16	1	2			
698		6	4	16	1	2			
715		8	4	16	1	2			
732		10	4	16	1	2			
749		12	4	16	1	2			
766		14	4	16	1	2			
783		16	4	16	1	2			
800		18	4	16	1	2			
817		20	4	16	1	2			
834		22	4	16	1	2			
851		24	4	16	1	2			
868		26	4	16	1	2			
885		28	4	16	1	2			
902		30	4	16	1	2			
919		32	4	16	1	2			
936		34	4	16	1	2			
953		36	4	16	1	2			

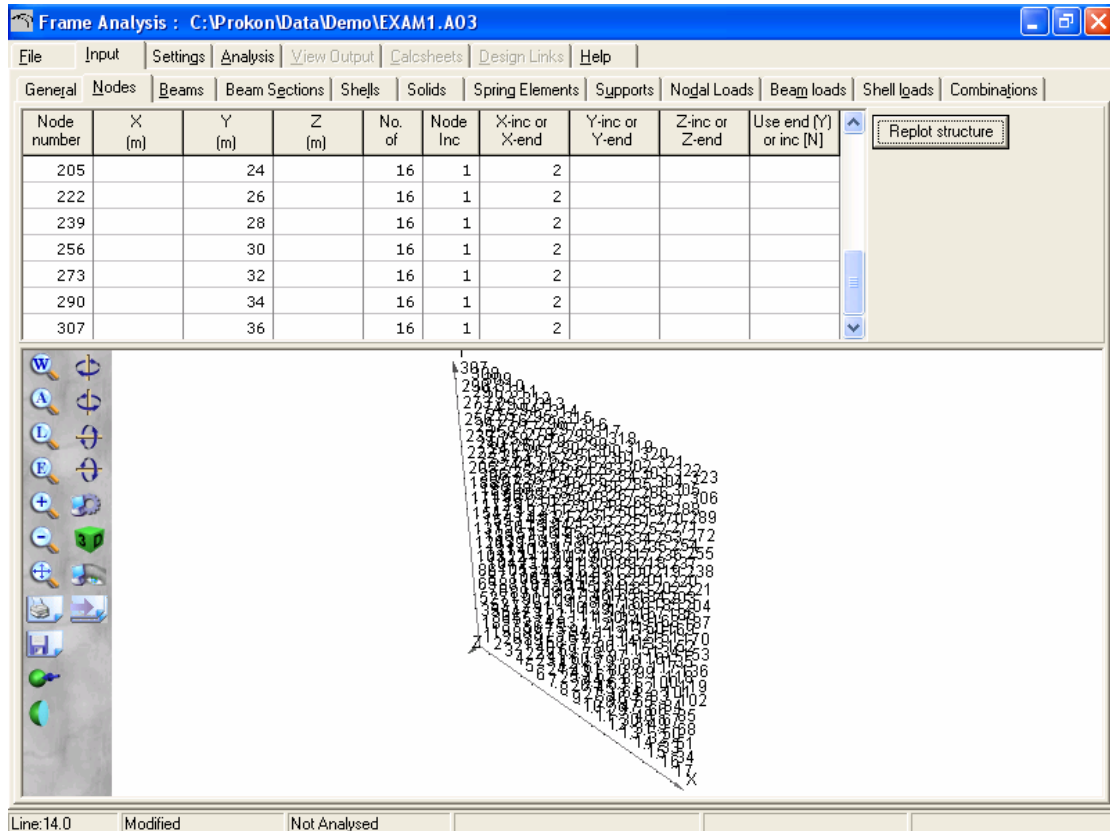
ขณะนี้ป้อนข้อมูลของจุดต่อเสร็จสิ้นแล้ว สังเกตรูปภาพจะแสดงจุดและหมายเลขของจุดต่อเต็มพรีดไปหมด ทางขวาของจอภาพจะมี scroll bar แถบเลื่อนใช้เมาส์เลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่แถบเลื่อนนี้แล้วกดปุ่มซ้ายของเมาส์ค้างเอาไว้พร้อมกับเลื่อนขึ้นลงจนเห็นแถบเมนูตามรูปที่ 4 ถึง 12



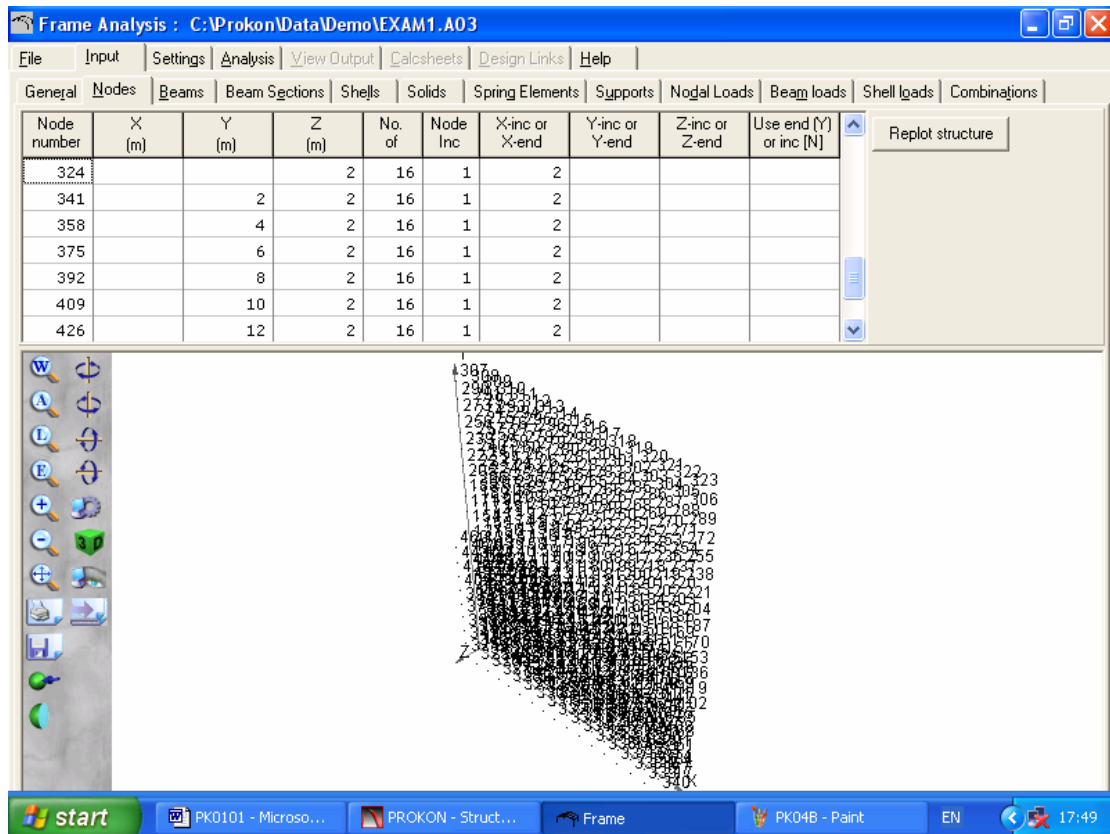
รูปที่ 4 ภาพหน้าจอเมื่อป้อนจุดต่อต่างๆ จากหมายเลข 1 ถึง 119 เสร็จแล้ว



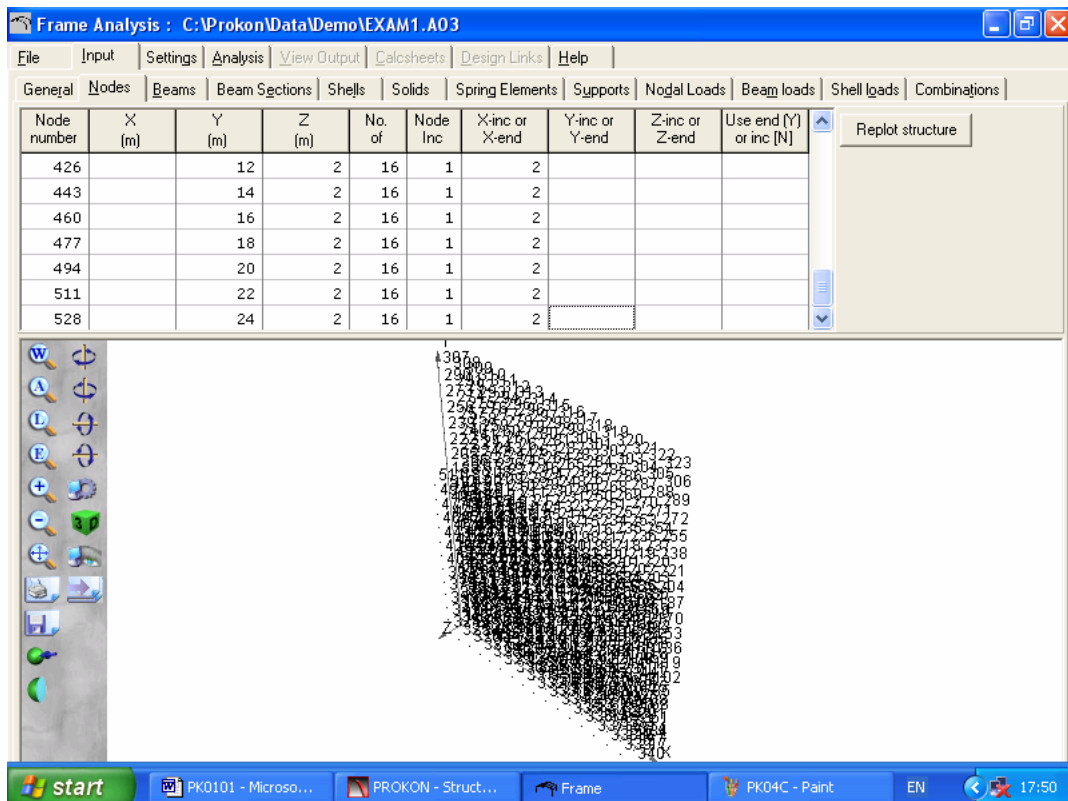
รูปที่ 5 ภาพหน้าจอเมื่อป้อนจุดต่อต่างๆ จากหมายเลข 120 ถึง 221 เสร็จแล้ว



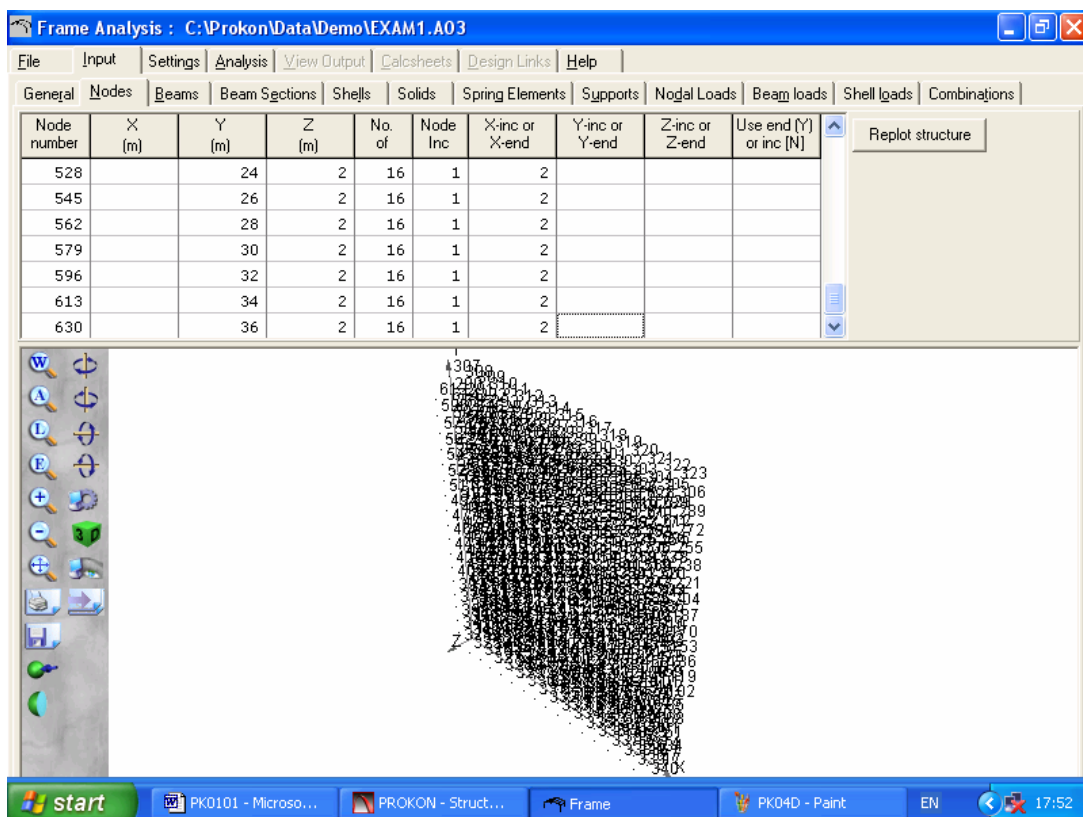
รูปที่ 6 ภาพหน้าจอเมื่อป้อนจุดต่อต่างๆ จากหมายเลข 222 ถึง 323 เสร็จแล้ว



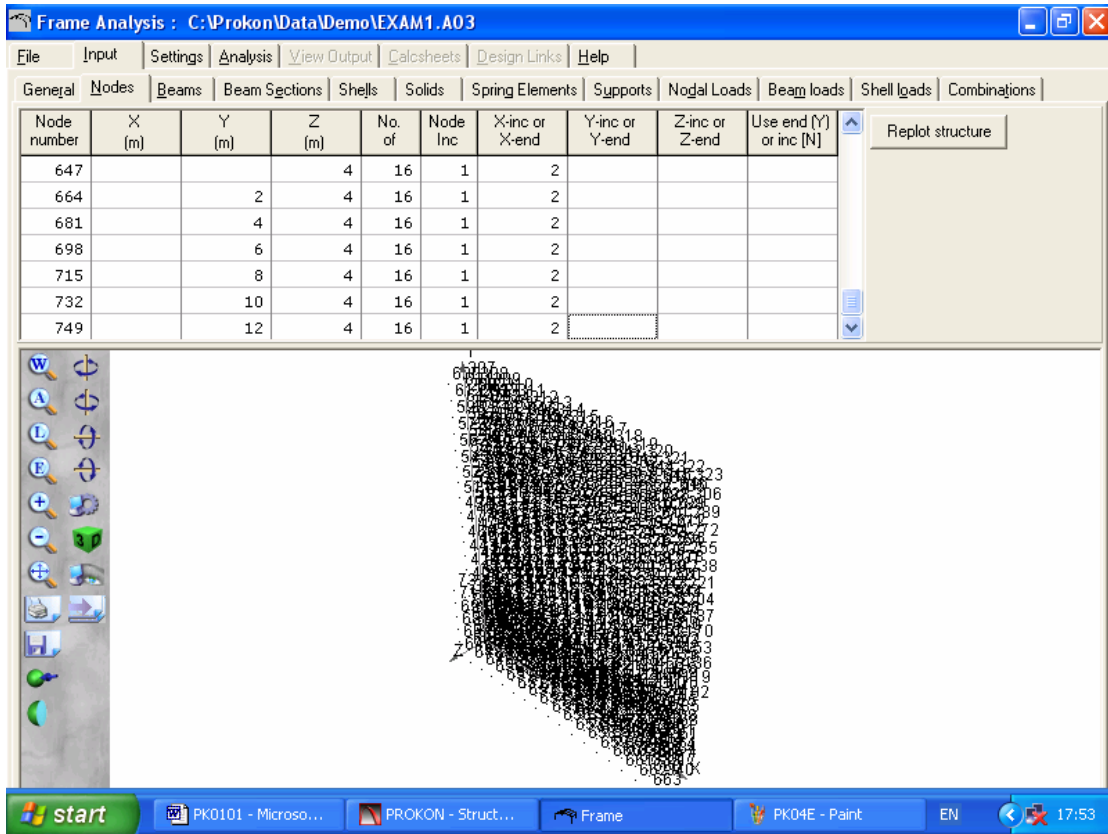
รูปที่ 7 ภาพหน้าจอเมื่อป้อนจุดต่อต่างๆ จากหมายเลข 324 ถึง 442 เสร็จแล้ว



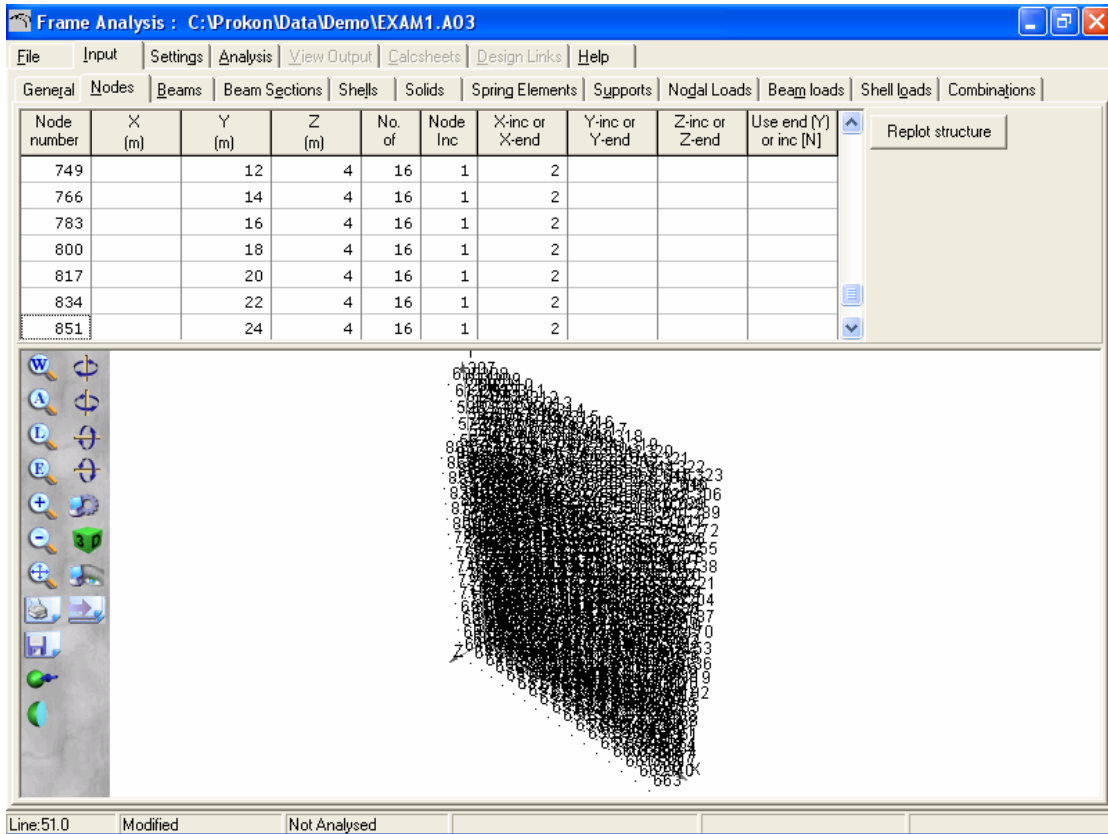
รูปที่ 8 ภาพหน้าจอเมื่อป้อนจุดต่อต่างๆ จากหมายเลข 443 ถึง 544 เสร็จแล้ว



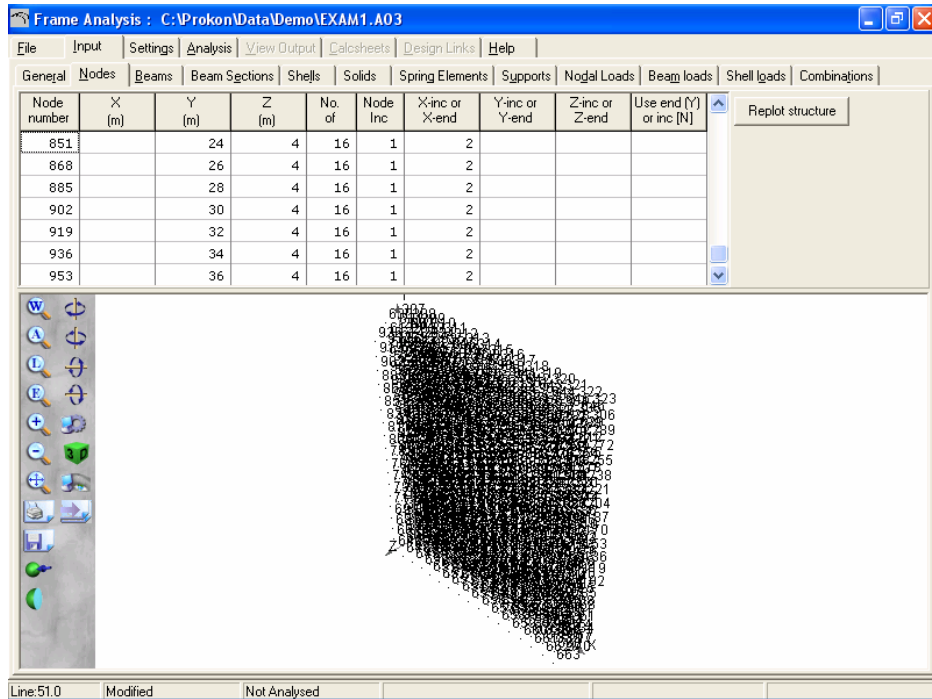
รูปที่ 9 ภาพหน้าจอเมื่อป้อนจุดต่อต่างๆ จากหมายเลข 545 ถึง 646 เสร็จแล้ว



รูปที่ 10 ภาพหน้าจอเมื่อป้อนจุดต่อต่างๆ จากหมายเลข 647 ถึง 765 เสร็จแล้ว

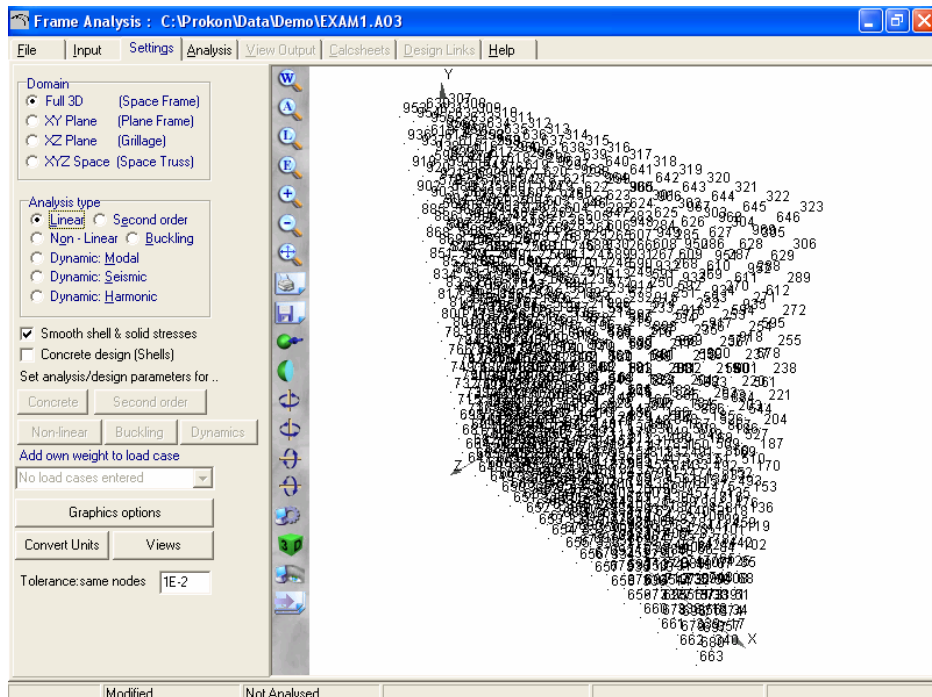


รูปที่ 11 ภาพหน้าจอเมื่อป้อนจุดต่อต่างๆ จากหมายเลข 766 ถึง 867 เสร็จแล้ว

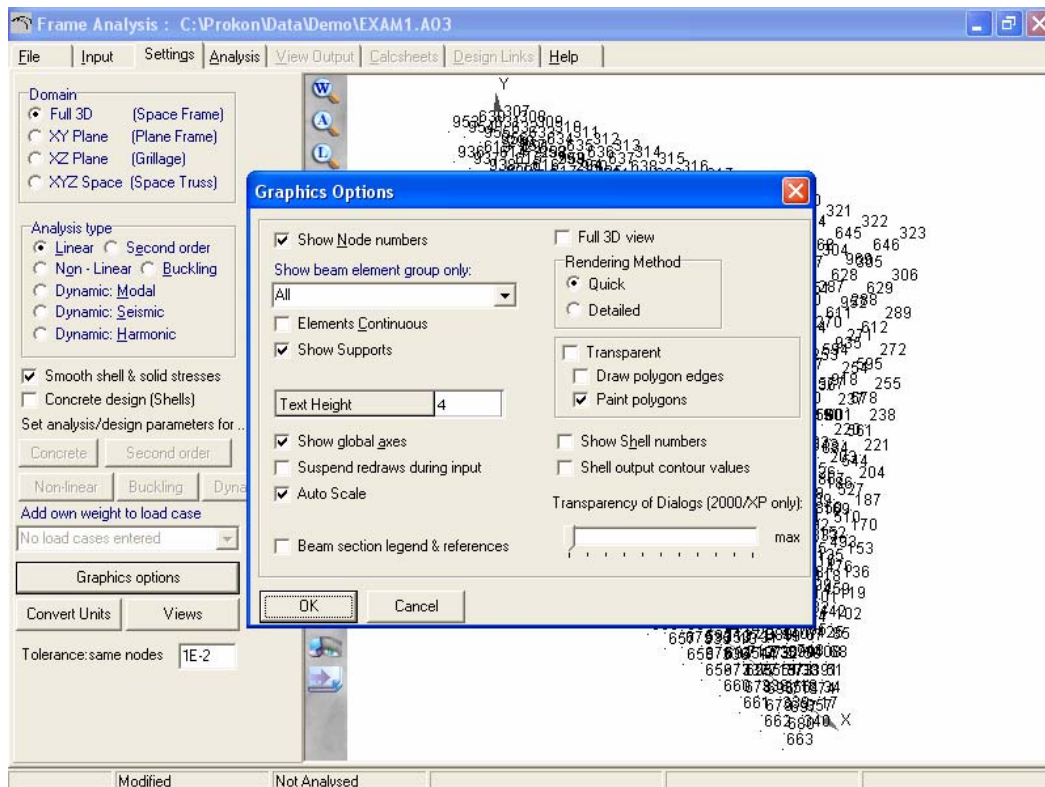


รูปที่ 12 ภาพหน้าจอเมื่อป้อนจุดต่อต่างๆ จากหมายเลข 868 ถึง 969 เสร็จแล้ว

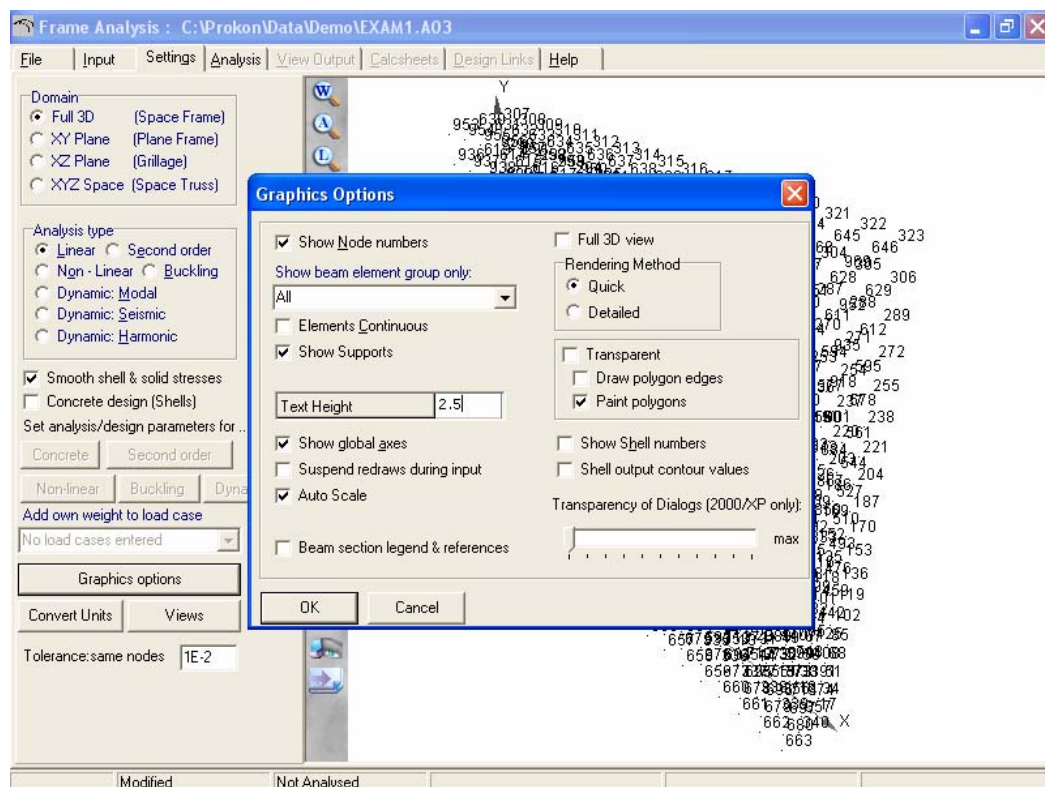
สังเกตว่าหมายเลขของจุดต่ออาจจะใหญ่เกินไปจนดูคล้ายตาหมาด หากจะลดขนาดให้ดูที่เมนูหลักจะมีปุ่ม Settings ให้คลิกเข้าไปแล้วคลิก Graphics options แก้เลข Text Height จาก 4 เป็น 2.5 แล้วคลิกที่ปุ่ม OK จะได้ผลตามรูปที่ 13 ถึง 16



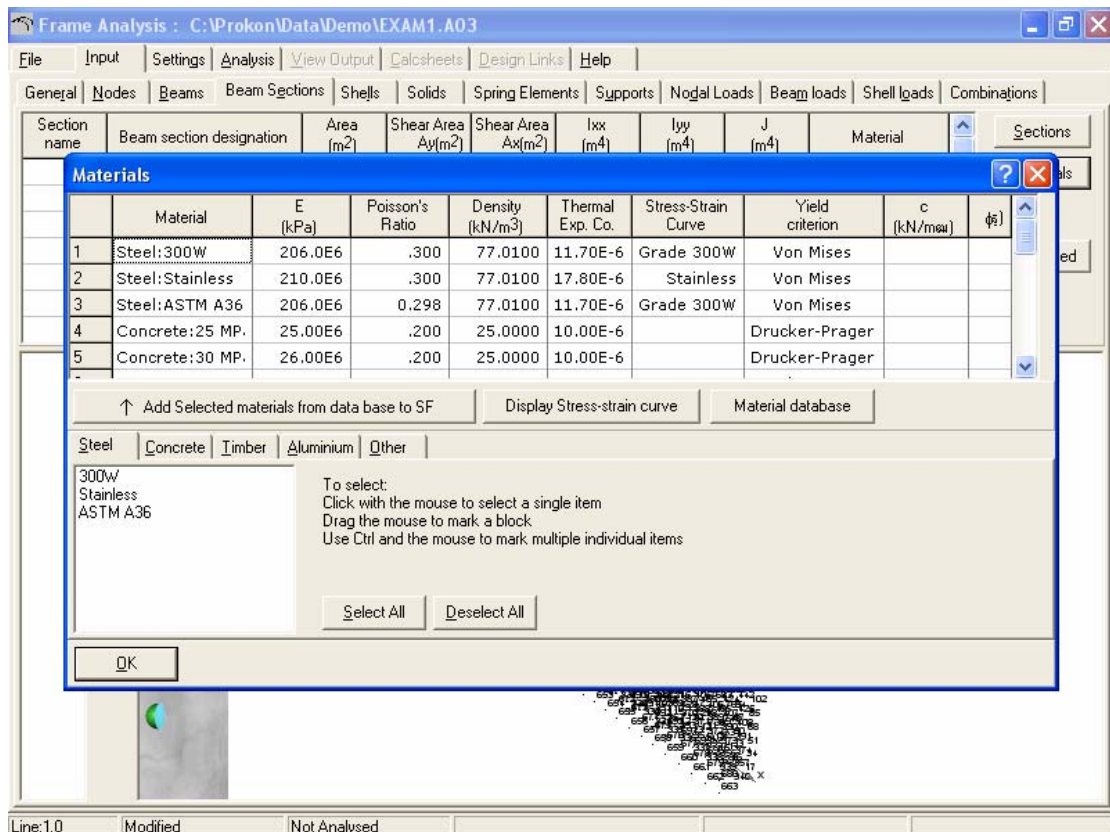
รูปที่ 13 เมื่อเลือก Settings จะเข้าไปแก้ขนาดตัวอักษร



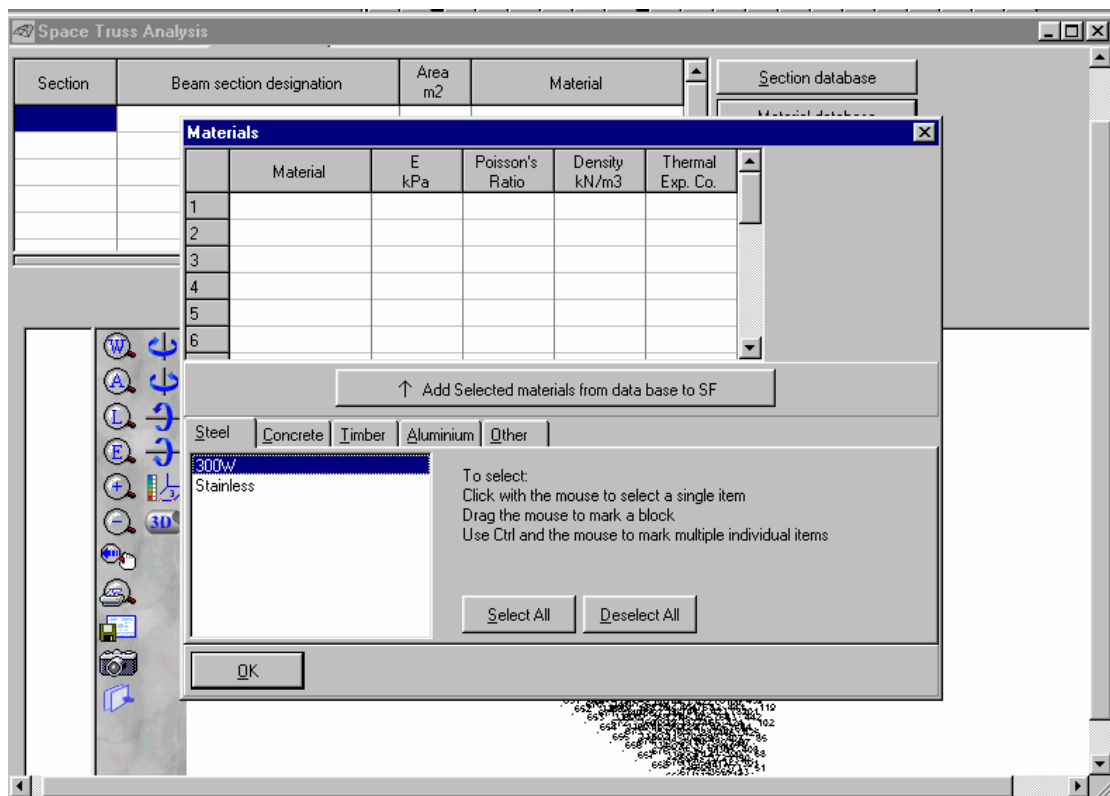
รูปที่ 14 เมื่อเลือก Graphics options จะเข้าไปแก้ขนาดตัวอักษร



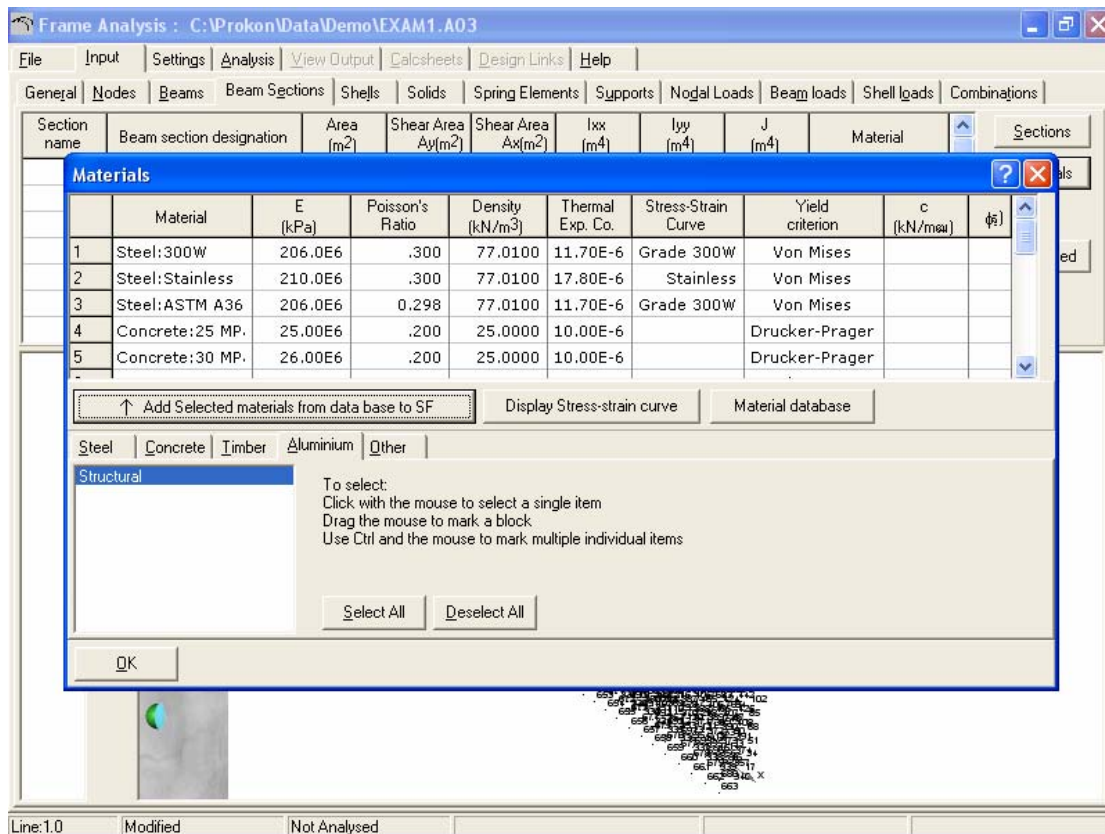
รูปที่ 15 เมื่อแก้ขนาดตัวอักษรจาก 4 เป็น 2.5 พอยต์



รูปที่ 18 แสดงการป้อนข้อมูลวัสดุ

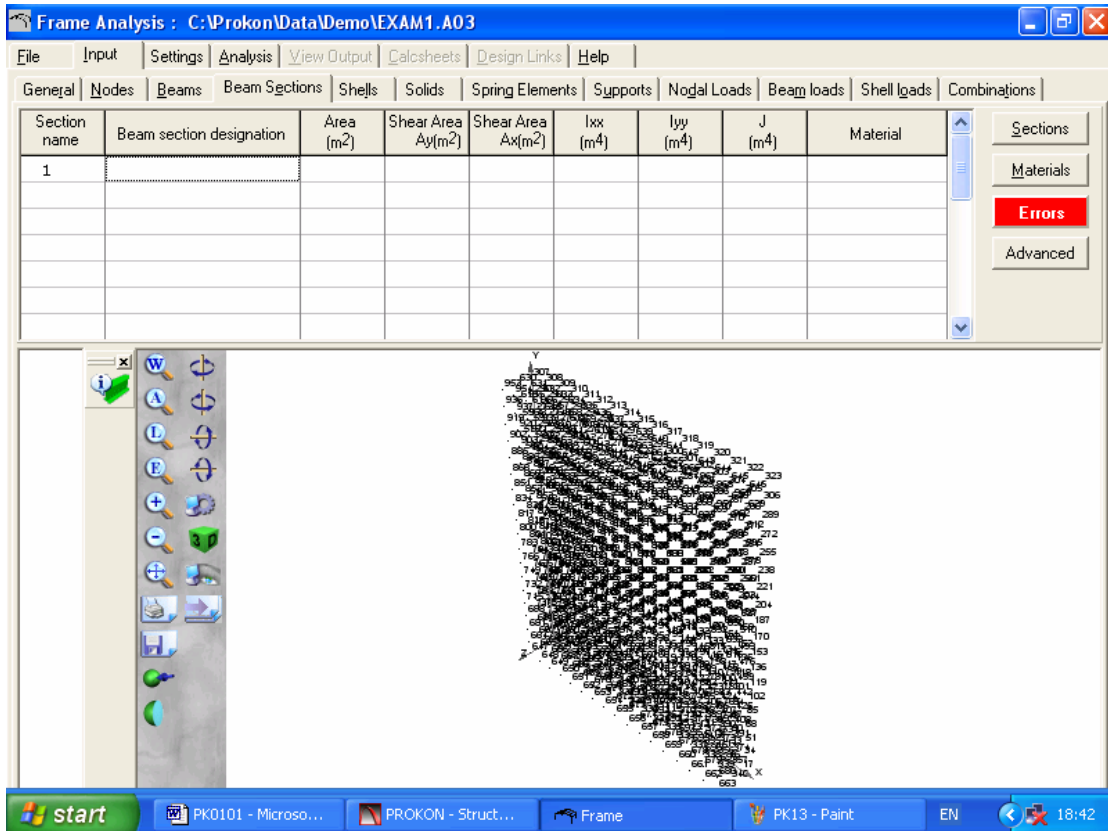


รูปที่ 19 แสดงการป้อนข้อมูลวัสดุ

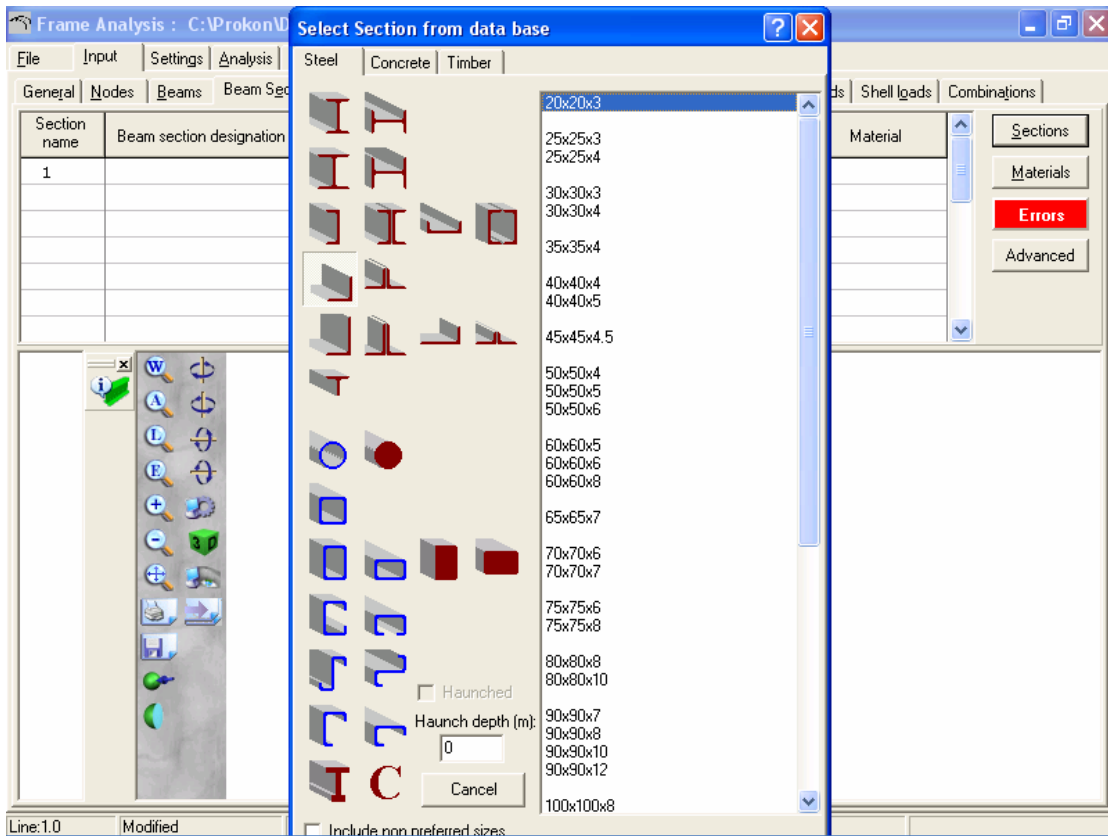


รูปที่ 20 แสดงการป้อนข้อมูลวัสดุ

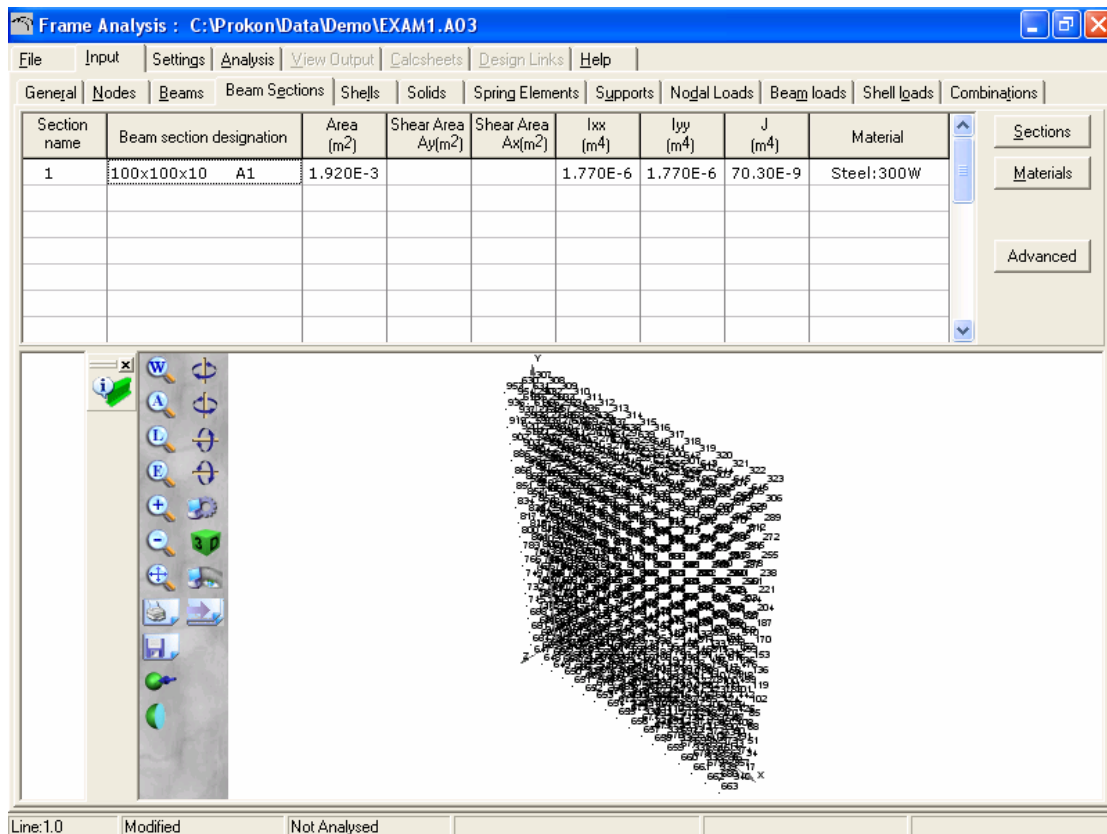
รูปที่ 17 เป็นหน้าจอเมื่อกดปุ่ม Beam sections ทางบนขวาจะมีปุ่มอยู่ 3 ปุ่มคือ Sections, Materials และ Advanced ในขั้นตอนนี้ให้กดปุ่มเลือกวัสดุคือกด Materials ได้ดังรูปที่ 18 ขณะนี้เลือกที่เหล็กกล้า (Steel) ซึ่งมีให้เลือกสองแบบคือ 300W กับ Stainless แต่ในไทยนิยมใช้ ASTM A36 ซึ่งเทียบได้กับ 300W ให้คลิกที่ 300W แล้วคลิกปุ่มขวาๆ ตรงกลางที่มีข้อความว่า Add selected materials from data base to SF จะมีข้อมูลปรากฏในช่องตารางด้านบนตามรูปล่างขวา จากนั้นอาจจะป้อนชื่อวัสดุเป็น ASTM A36 แล้วป้อนข้อมูลเหมือน 300W ทุกค่า ให้คลิกที่ปุ่ม OK กลับไปการป้อนข้อมูลตามรูปที่ 21



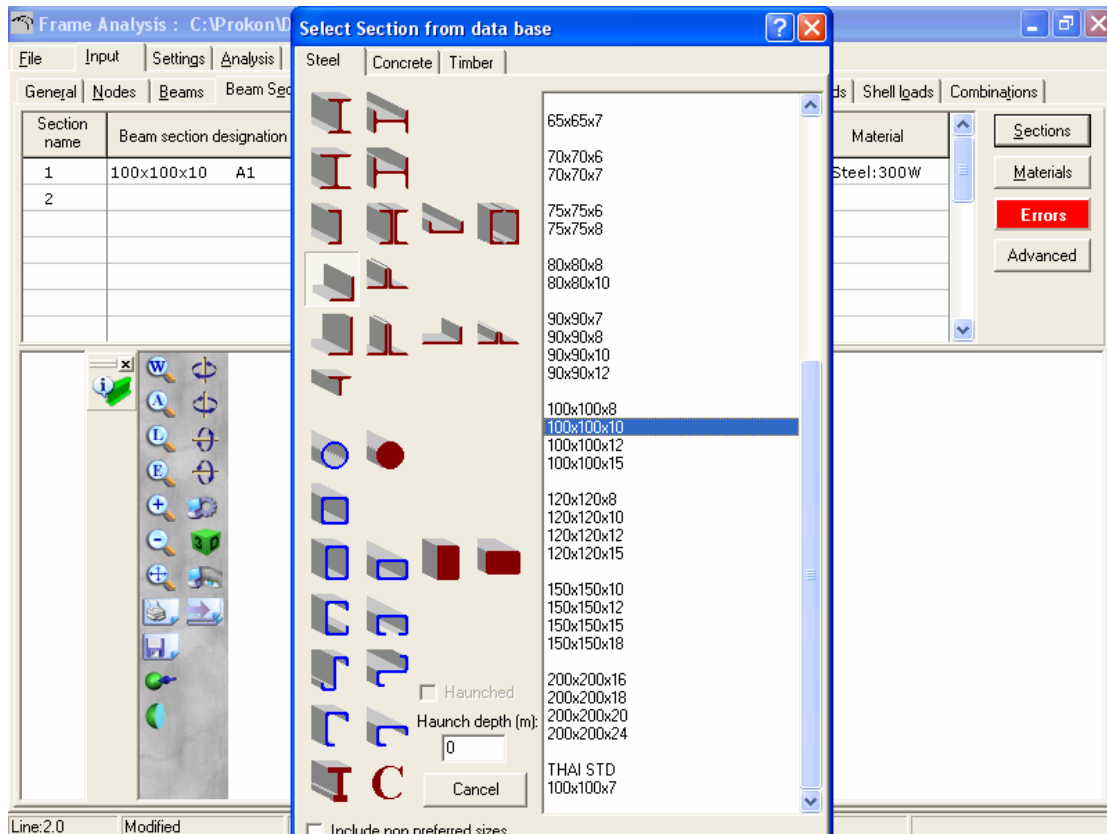
รูปที่ 21 ป้อนหมายเลขหน้าตัดเป็น 1 จะเลือกเหล็กจากขาเท่ากัน วัสดุเหล็กกล้า ASTM A36



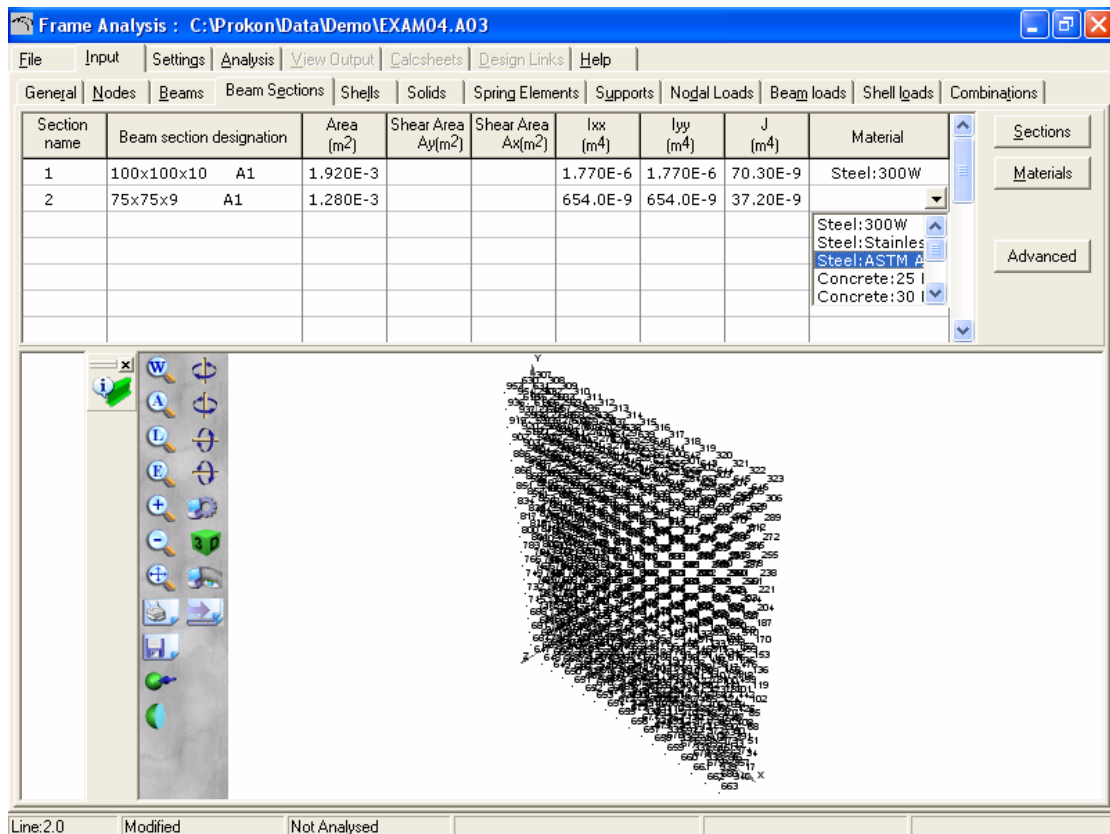
รูปที่ 22 คลิกช่องที่ 2 แล้วคลิกที่ปุ่ม Sections ทางขวา เลือหน้าตัดเหล็กจากขาเท่ากัน



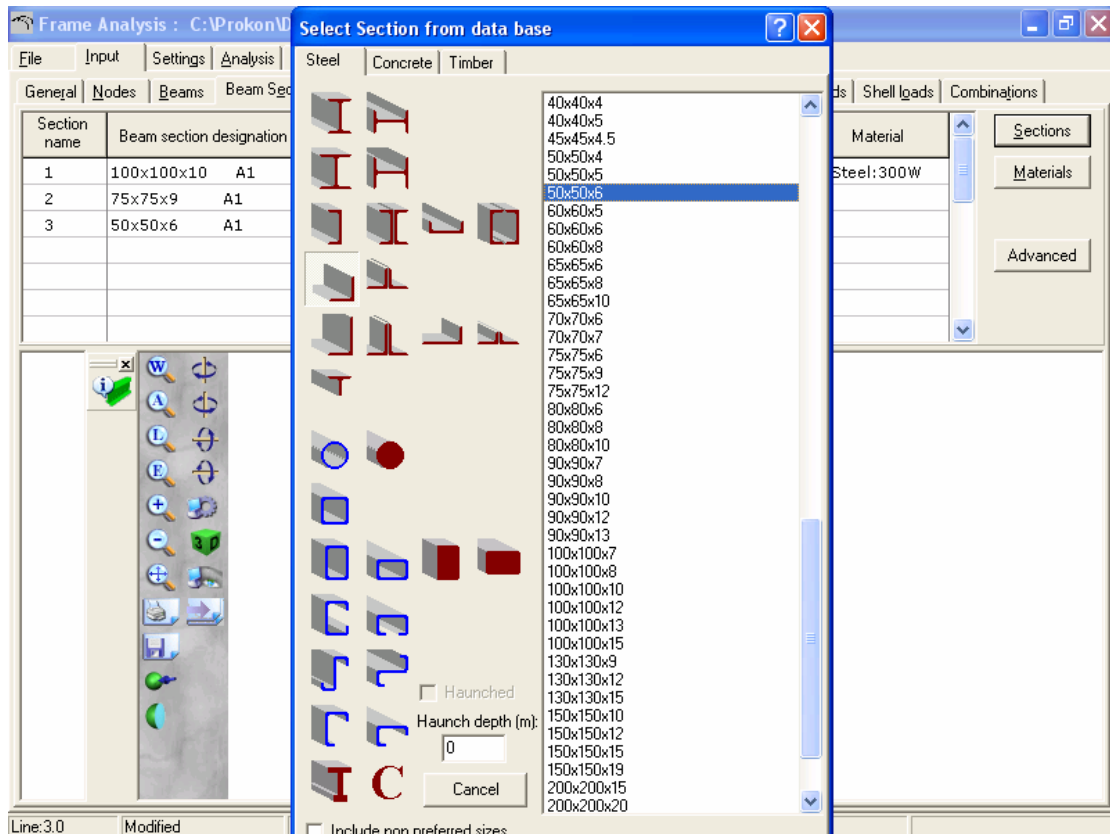
รูปที่ 23 เลือกเหล็กจาก 100x100x10 วัสดุเหล็กกล้า Steel:300W



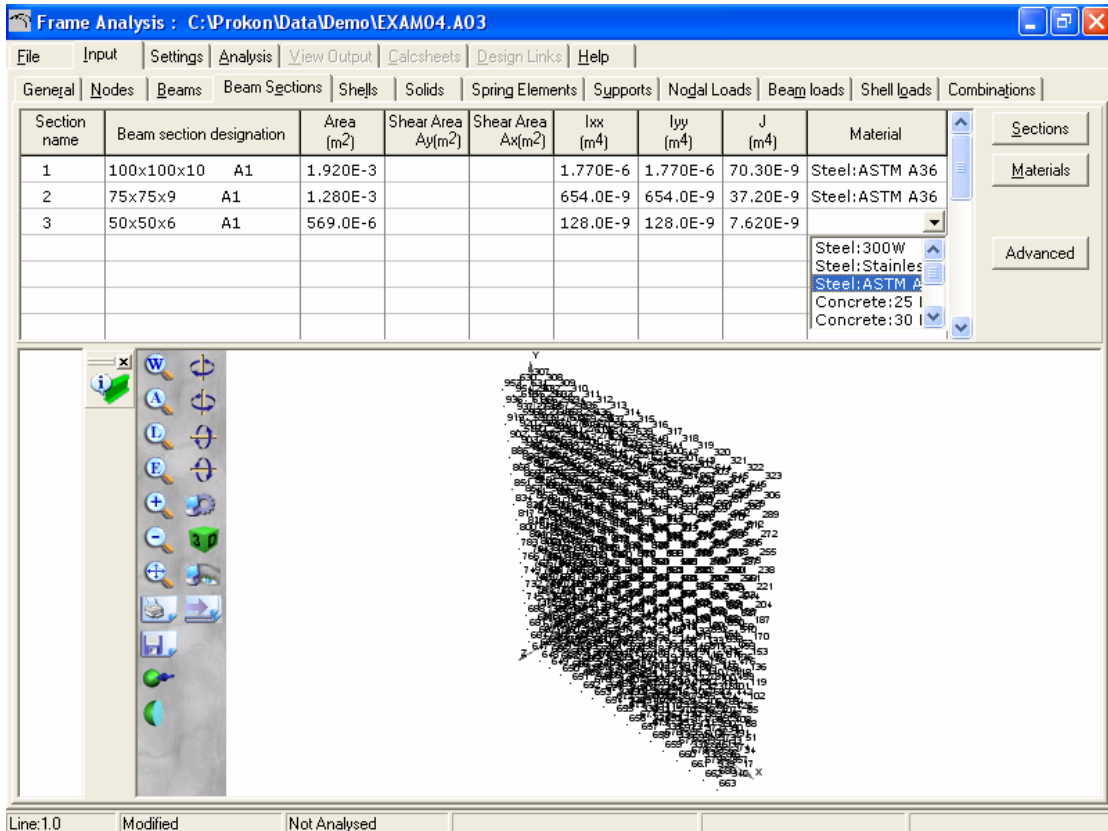
รูปที่ 24 ป้อนหมายเลขหน้าตัดเป็น 2 จะเลือกเหล็กจากขวาเท่านั้น



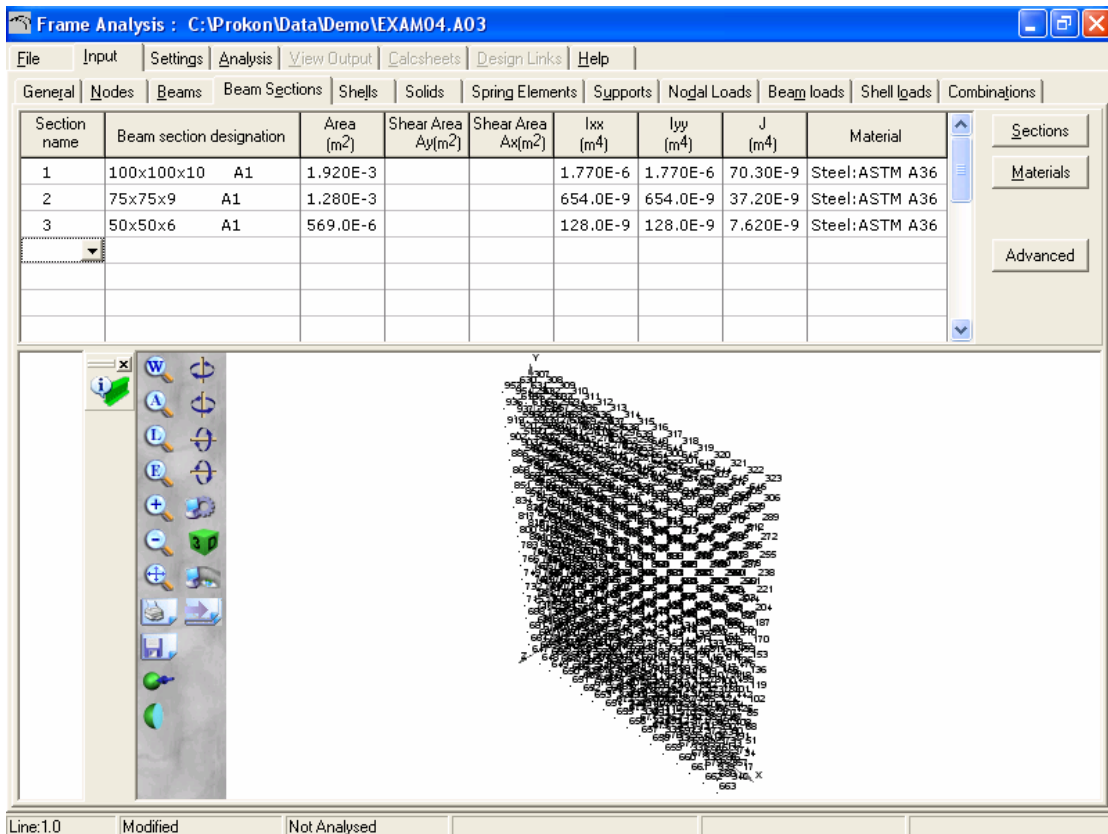
รูปที่ 25 เลือกเหล็กจาก 75x75x9 วัสดุเหล็กกล้า ASTM A36



รูปที่ 26 ป้อนหมายเลขหน้าตัดเป็น 3 เลือกเหล็กจากขา 50x50x6



รูปที่ 27 ป้อนวัสดุเหล็กกล้า ASTM A36



รูปที่ 28 ป้อนวัสดุเหล็กกล้า ASTM A36 ครบทุกหน้าตัด

รูปที่ 21 ในช่อง Section name ป้อนหมายเลขของหน้าตัดเป็น 1 เลื่อนไปช่องที่สอง (Beam section designation) เป็นชื่อของหน้าตัด ให้ไปคลิกที่ปุ่ม Section ทางมุมบนขวาของจอภาพ จะมีรูปที่ 22 ขึ้น ให้คลิกที่รูปหน้าตัดเหล็กฉากชนิดขยายยาวเท่ากัน แล้วคลิกเลือกหน้าตัดขนาด 100x100x10 mm. ข้อมูลของหน้าตัดจะไปอยู่ถัดไปวัสดุยังคงเป็น Steel:300W ตามรูปที่ 23 ให้คลิกในช่อง 300W จากนั้นเลื่อนไปช่อง Section name ป้อน 2 ลงบรรทัดถัดลงมา เลื่อนไปช่อง Beam section designation คลิกที่ปุ่ม Section ตอนนี้ยังเลือกเหล็กฉากอยู่ ให้คลิกที่ 75x75x9 mm. ดังรูปที่ 24

รูปที่ 26 ในช่อง Section name ป้อนหมายเลขหน้าตัดเป็น 3 คลิกใน Beam section designation แล้วคลิกที่ปุ่ม Sections ยังคงเลือกเหล็กฉากเท่ากันอยู่ เลือกเหล็กฉากขนาด 50x50x6 ในรูปที่ 27 คลิกที่ช่องวัสดุหรือ Material แล้วคลิกลูกศรชี้ลงขวาของช่องเลือก ASTM A36 ทุกช่อง เมื่อครบหมดจะได้รูปที่ 28

คลิกปุ่ม Beams จะได้ดังรูปที่ 29 แสดงรูปแบบในการป้อนข้อมูล ช่องแรกเป็น Beam element definition e.g 4-6--16 สำหรับป้อนชิ้นส่วนว่าอยู่ระหว่างจุดต่อใดโดยป้อนจุดต่อแรก (4) ตามด้วยเครื่องหมายลบ (-) ตามด้วยจุดต่อถัดไป (6) และหากมีการต่อเชื่อมโยงกันไปเรื่อยๆ จนถึงจุดต่อที่ 16 ก็ใส่เครื่องหมายลบสองตัวติดกัน (--) แล้วใส่จุดต่อสุดท้ายเลย

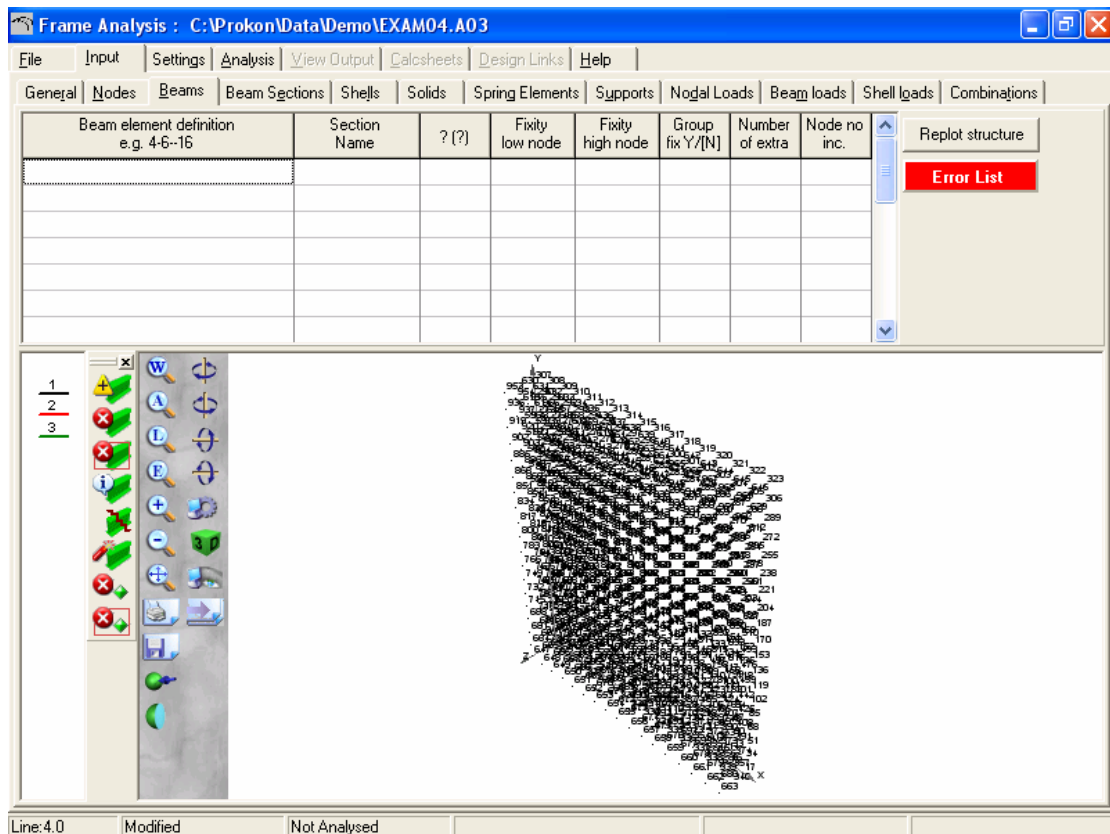
คู่มือแผ่นข้อมูลแผ่นแรกที่ $Z = 0$ นั้น แถวล่างสุด ชิ้นส่วนจะเป็น 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17 แต่ในการป้อนจะป้อนเป็น 1-2--17

ช่องที่ 2 Section name ให้ใส่หมายเลขของวัสดุในที่นี่ชิ้นส่วนแฉนวนทั้งหมดจะเป็นเหล็กฉาก 75x75x9 mm ซึ่งกำหนดให้เป็นหมายเลข 2 ป้อนหมายเลข 2 ในช่องนี้แล้วเลื่อนไปช่องที่สาม

ช่องที่ 7 Number of extra ลักษณะการป้อนทำนองเดียวกันนี้จะมีอีกกี่ครั้ง ก็จากจุดต่อ 18-34,35-51,52-68,69-85,86-102,103-119,120-136,137-153,154-170,171-187,188-204, 205-221, 222-238,239-255,256-272,273-289,290-306 และ 307-323 นับแล้วมีอีกทั้งหมด 18 ชิ้น จึงป้อนตัวเลข 18 ในช่องนี้

ช่องที่ 8 Node no inc. หมายเลขของจุดต่อแต่ละชั้นเพิ่มขึ้นเท่าใด ที่จะดูง่ายให้ดูจากจุดต่อแรก เช่นจาก 1 ไป 18 เพิ่ม 17 จาก 18 ไป 35 เพิ่ม 17 ทำนองเดียวกันไปเรื่อยๆ อัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อคือ 17 จึงป้อน 17 ที่ช่องนี้ เมื่อเคาะ Enter จะได้ดังรูปที่ 30

Beam element designation e.g. 4-6--16	Section Name	?(?)	Fixity Low node	Fixity High node	Group Fix Y/[N]	Number of extra	Node no inc.
1-2--17	2					18	17
1-18--86	1					16	1
86-103--307	2					16	1
1-19	3					15	1
B4						17	17
324-325--340	2					18	17
324-341--408	1					16	1
409-426--630	2					16	1
324-342	3					15	1
B9						17	17
647-648--663	2					18	17
647-664--732	1					16	1
732-749--953	2					16	1
647-665	3					15	1
B14						17	17
1-324-647	2					16	1
B16						18	17
2-324	3					15	1
B18						18	17
325-647	3					15	1
B20						18	17
1-341	3					17	17
B22						16	1
324-664	3					17	17
B24						16	1

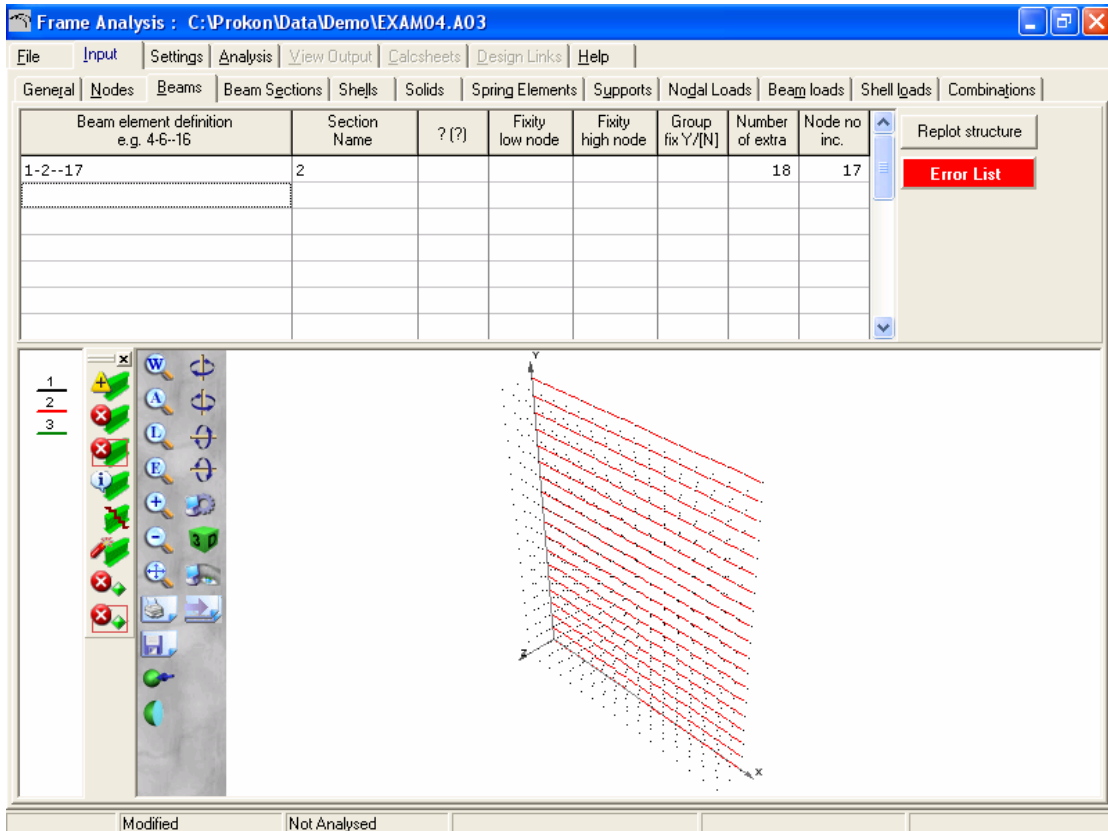


รูปที่ 29 แบบฟอร์มการป้อนชิ้นส่วนต่อเชื่อมระหว่างจุดต่อต่างๆ

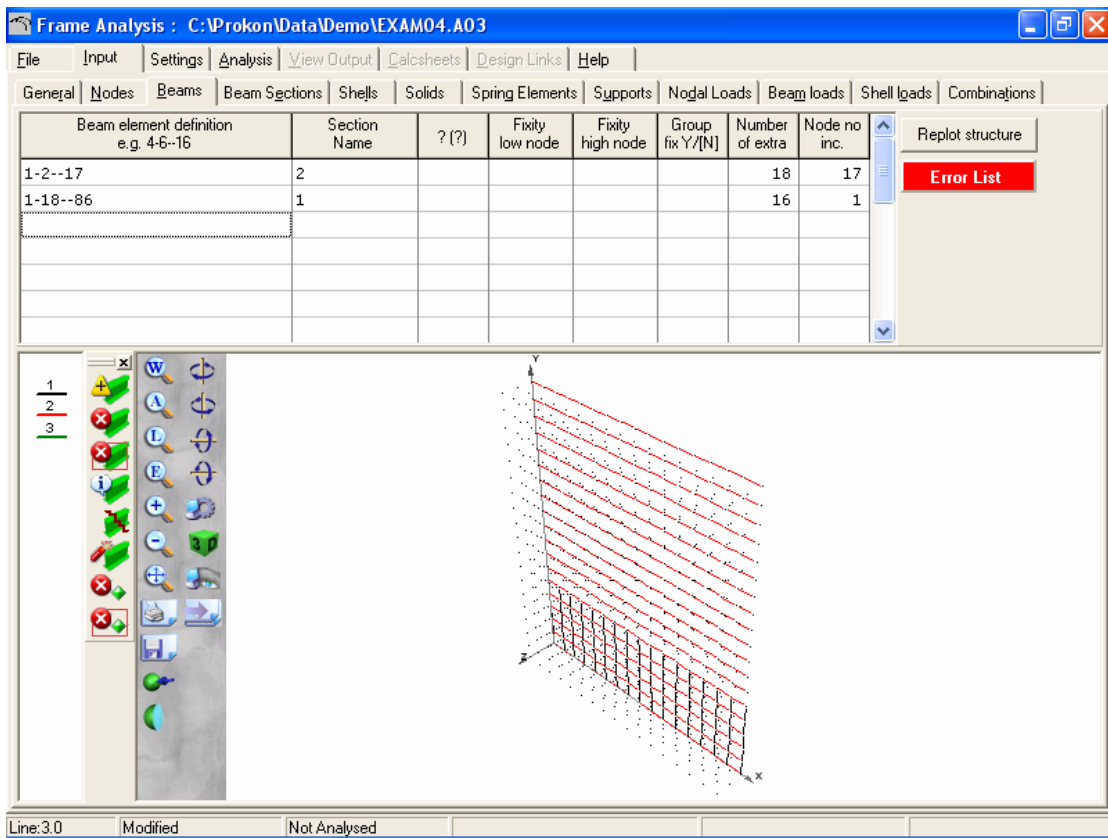
ในระดับความสูง 10 เมตร แรกจะเป็นเหล็กฉาก 100x100x10 mm. แนวแรกคือจาก Node 1 ถึง 86 และจะเหมือนกันไปอีก 16 แนว ดังนั้นในช่องแรกป้อน 1-18--86 ช่องที่สองป้อนวัสดุเป็นหมายเลข 1 ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนที่จะให้สร้างอัตโนมัติไป 16 ช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 (ดูจากจุดต่อแรกจาก 1 ไป 2 เพิ่ม 1) เมื่อเคาะ Enter จะได้ดังรูปที่ 31

ในระดับความสูงมากกว่า 10 เมตรขึ้นไปใช้เหล็กฉาก 75x75x9 mm. แนวแรกคือ Node 86 ถึง 307 และจะเหมือนกันไปอีก 16 แนว ดังนั้นในช่องแรกป้อน 86-103--307 ช่องที่สองป้อนวัสดุหมายเลข 2 ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนที่จะให้สร้างอัตโนมัติไป 16 ช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 (ดูจากจุดต่อแรกจาก 86 ไป 87 เพิ่ม 1) เมื่อเคาะ Enter จะได้ดังรูปที่ 32

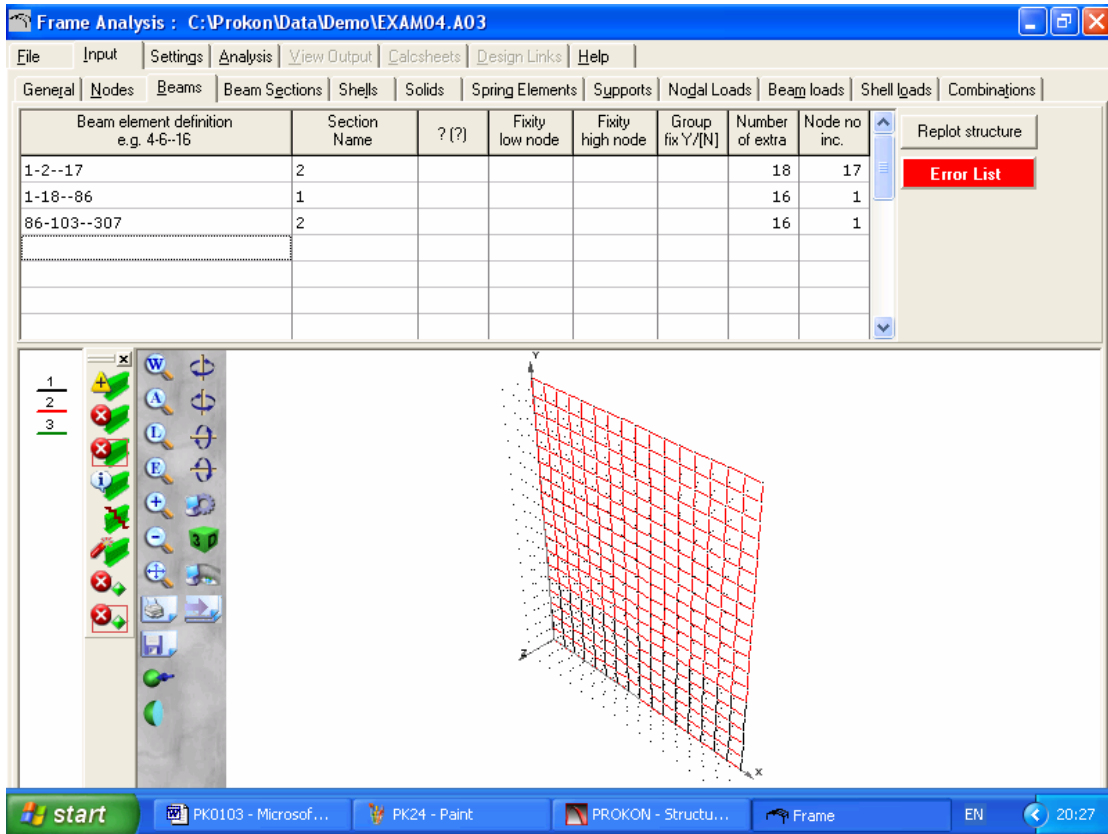
ต่อไปเป็นการป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงแถวล่างสุดซึ่งขึ้นแรกอยู่ระหว่างจุด 1 กับ 19 นับไปทางขวาที่เอียงเหมือนกันได้อีก 15 ชิ้น ดังนั้นในช่องแรกป้อน 1-19 ช่องที่สองป้อนหมายเลขวัสดุเป็น 3 ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนชิ้นที่จะให้สร้างอัตโนมัติ 15 และช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 (ดูจากจุดต่อแรก 1 ไป 2 เพิ่ม 1) เมื่อเคาะ Enter แล้วจะได้ดังรูปที่ 33 ซึ่งส่งกลับเลขจุดต่อออกด้วย Options Graphic แล้วลบเครื่องหมายถูกออกจาก Show node number



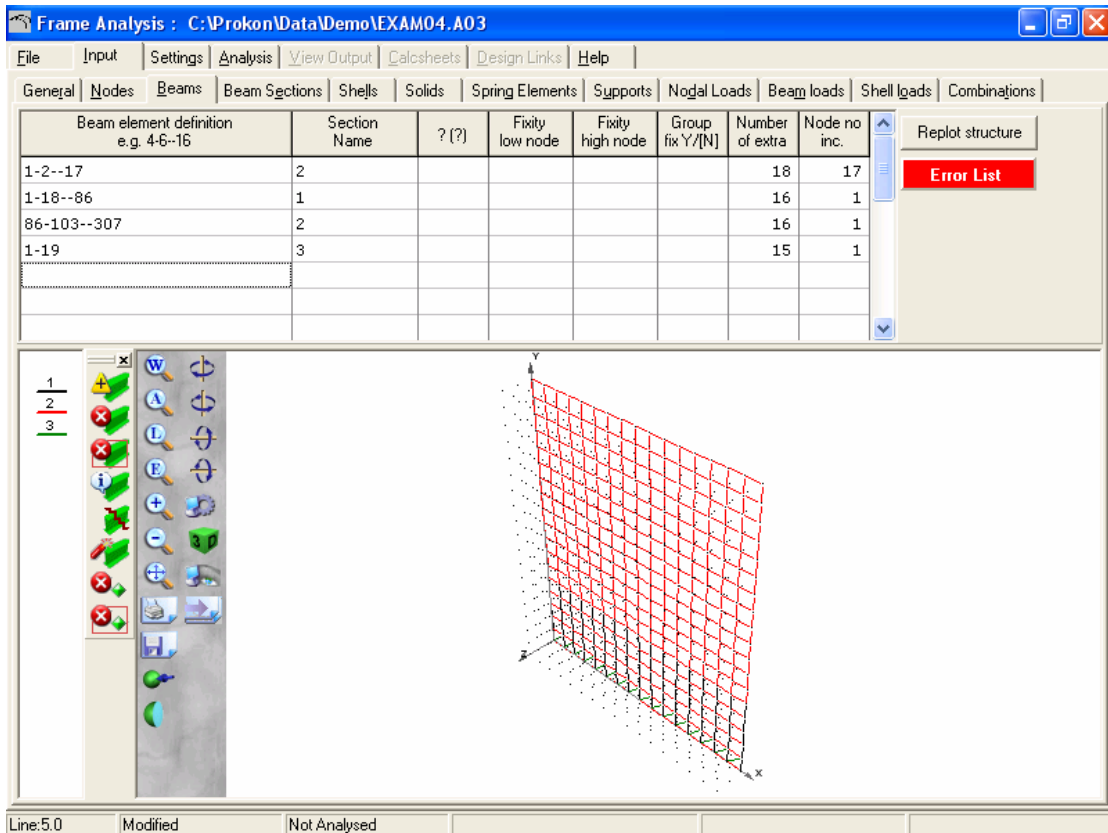
รูปที่ 30 การป้อนชิ้นส่วนในแผง Z = 0 แนวนอน



รูปที่ 31 การป้อนชิ้นส่วนในแผง Z = 0 แนวตั้งระดับ 0-10 เมตร

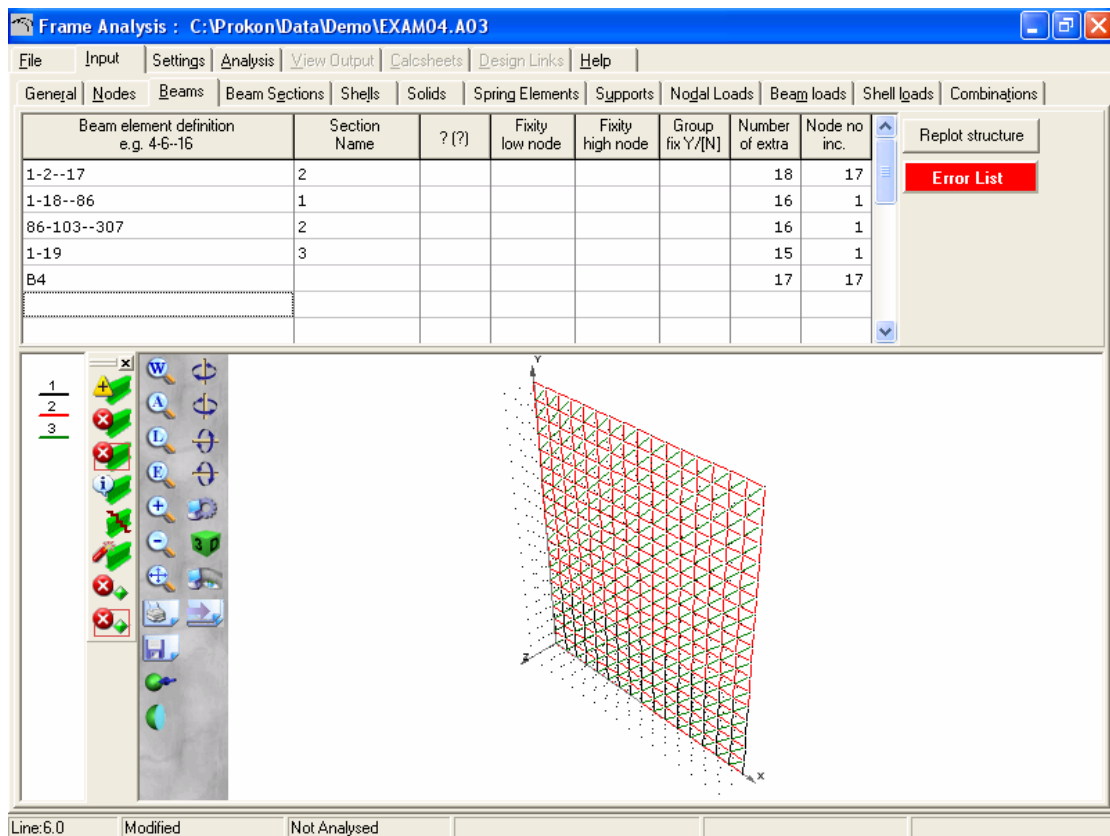


รูปที่ 32 การป้อนชิ้นส่วนในแนว Z = 0 แนวตั้งระดับ 10-36 เมตร



รูปที่ 33 การป้อนชิ้นส่วนในแนว Z = 0 แนวเอียงช่องล่างสุด

ต่อไปคูแนวเอียงช่องเหนือขึ้นไปสามารถสร้างขึ้นได้โดย Block copy นับจำนวนช่องเหนือขึ้นไปได้ 17 ช่อง แต่พอไปนับที่ช่องป้อนข้อมูลของ Prokon จะพบว่าเป็นบรรทัดที่ 4 นับจากข้างบน (บรรทัดที่หนึ่งมี 1-2--17 บรรทัดที่สองมี 1-18--86 บรรทัดที่สามมี 86-103--307 และบรรทัดที่สี่มี 1-19) ในบรรทัดที่ห้าช่องที่หนึ่งป้อน B4 แปลว่าคัดลอกทั้งบรรทัดที่ 4 มาในลักษณะเดียวกัน ช่องที่สองไม่ต้องป้อนอะไรเลยเพราะเป็นหน้าตัดหมายเลข 3 อยู่แล้ว ช่องที่เจ็ดป้อน 17 แสดงว่าให้สร้างชิ้นอีก 17 แถว และช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 17 (ดูจุดต่อแรกของชิ้นส่วนแรกแถวล่างสุดคือ 1 จาก 1-19 จุดต่อแรกของแถวที่สองถัดขึ้นไปคือ 18 จาก 18-36 เอา 18-1 ได้ 17 คืออัตราการเพิ่ม) เมื่อเกาะ Enter แล้วจะได้ดังรูปที่ 34

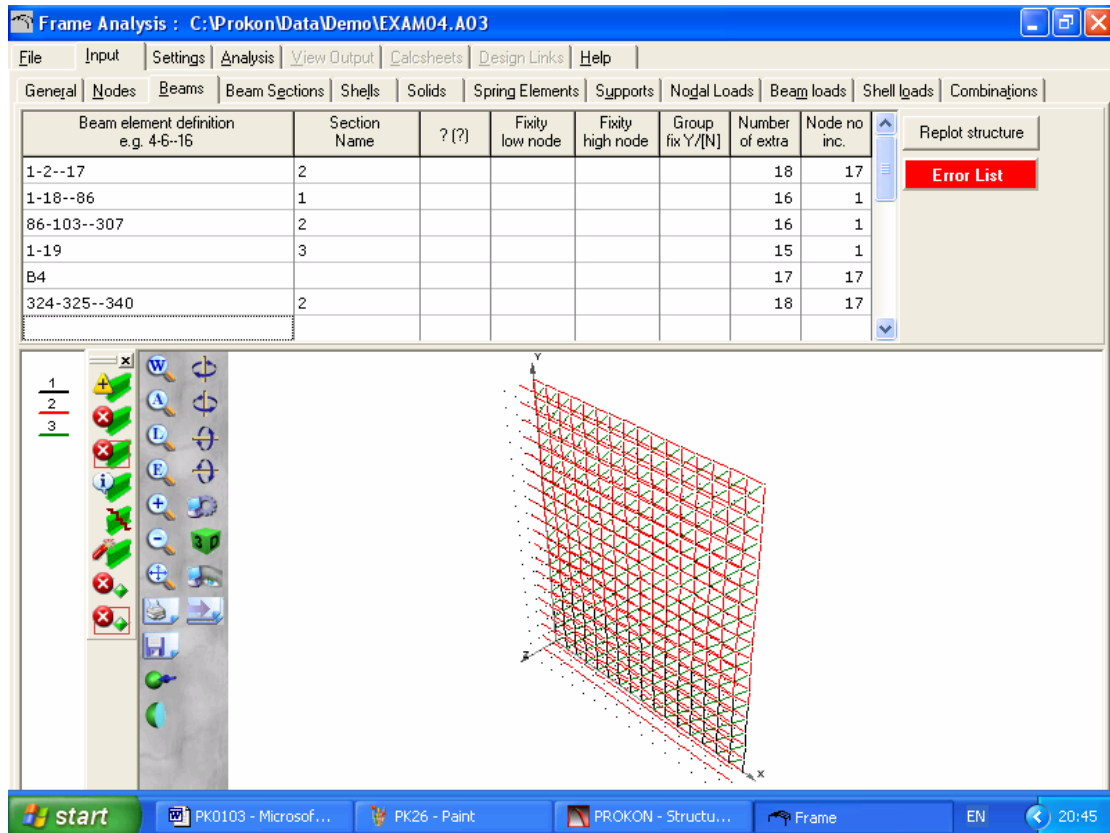


รูปที่ 34 การป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงของช่วง $Z = 0$ แถวที่สองขึ้นไปจนสุด

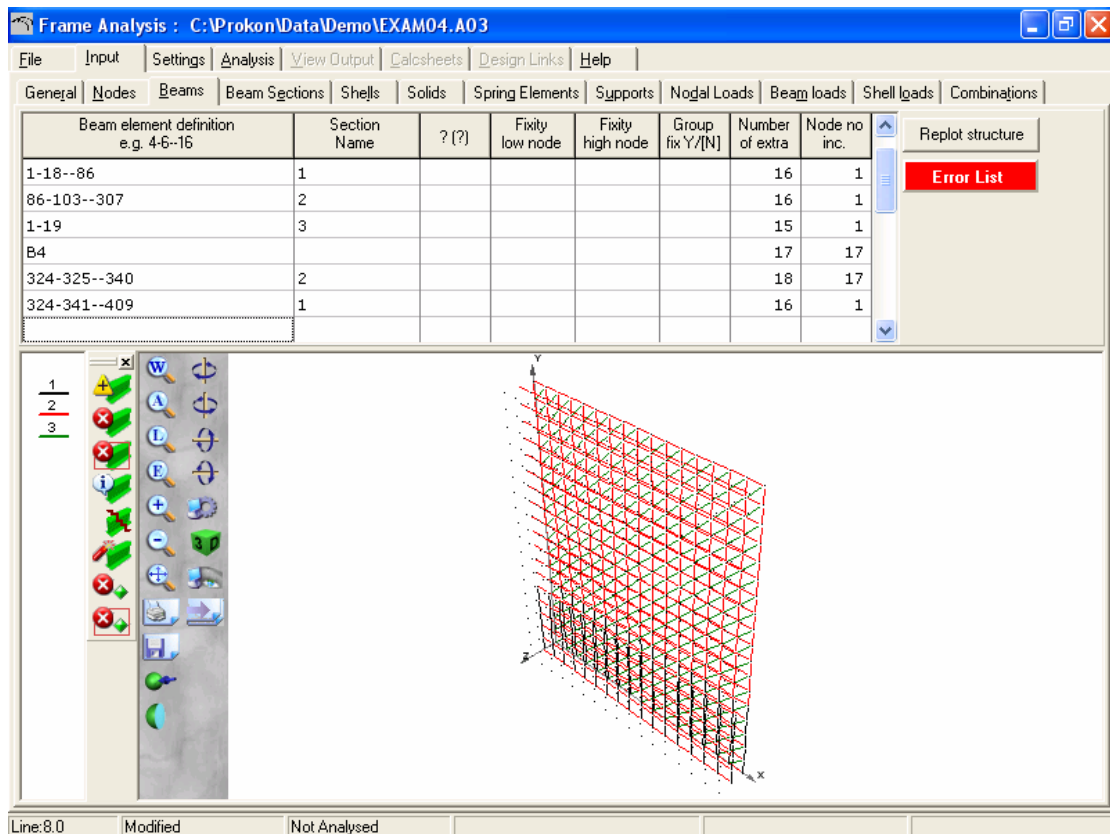
ต่อไปเป็นการป้อนชิ้นส่วนในแนว $Z = 2$ เมตร

แนวนอนแถวล่างสุด จากจุดต่อ 324 ไป 325 แล้วเลยไปถึง 340 หมายเลขหน้าตัดคือ 2 และจะเหมือนกันขึ้นไปอีก 18 แถว หมายเลขจุดต่อเพิ่มขึ้นในอัตรา $341 - 324 = 17$ ในช่องแรกจึงป้อน 324-325--340 ช่องที่สองป้อนหมายเลขหน้าตัด 2 ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนที่จะสร้างเพิ่ม 18 และช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 17 เกาะ Enter แล้วจะได้ดังรูปที่ 35

แนวค้ำช่วง 10 เมตรแรกจะเป็นหน้าตัดหมายเลข 1 แนวแรกอยู่ระหว่างจุด 324 ถึง 409 ช่องแรกป้อน 324-341--409 ช่องที่สองป้อนหมายเลขหน้าตัด 1 ช่องที่เจ็ดป้อนว่ามีอีก 16 แนวที่จะสร้างขึ้น และช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เค้าะ Enter ได้ตามรูปที่ 36



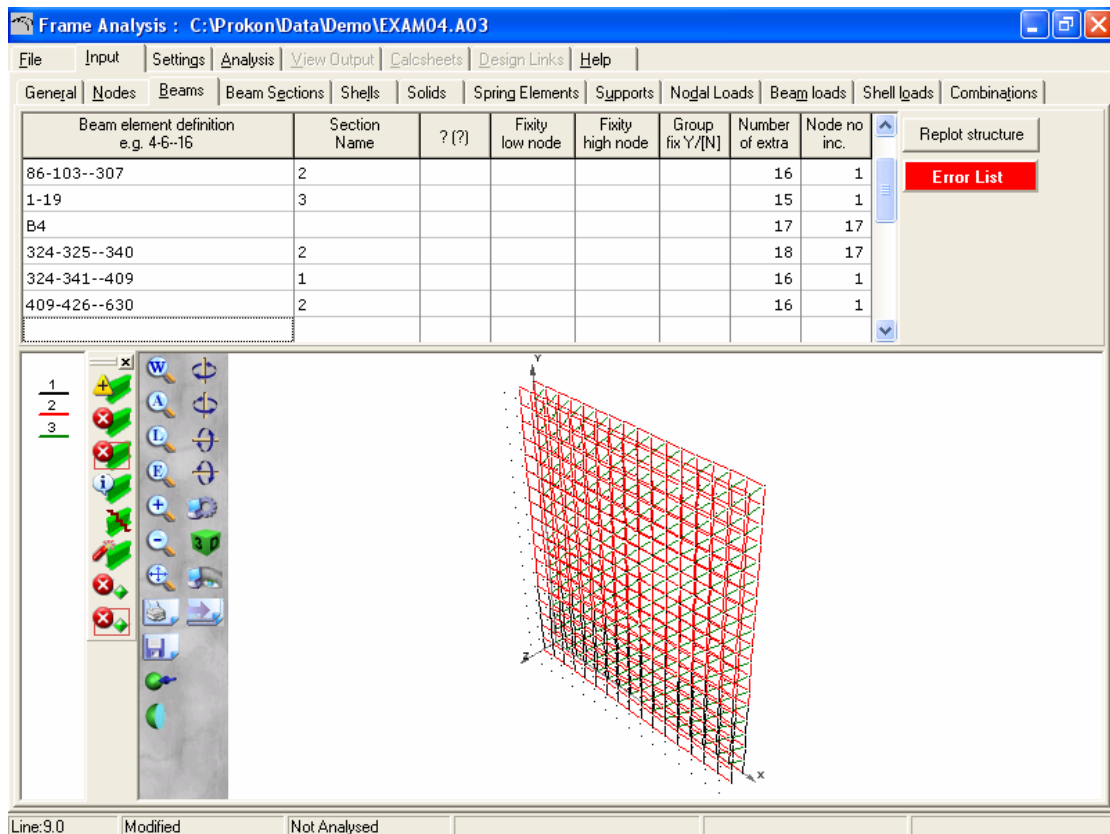
รูปที่ 35 ป้อนชิ้นส่วนแนวนอนของแผง Z = 2



รูปที่ 36 ป้อนชิ้นส่วนแนวดิ่งระดับ 0-10 เมตร ของแผง Z = 2

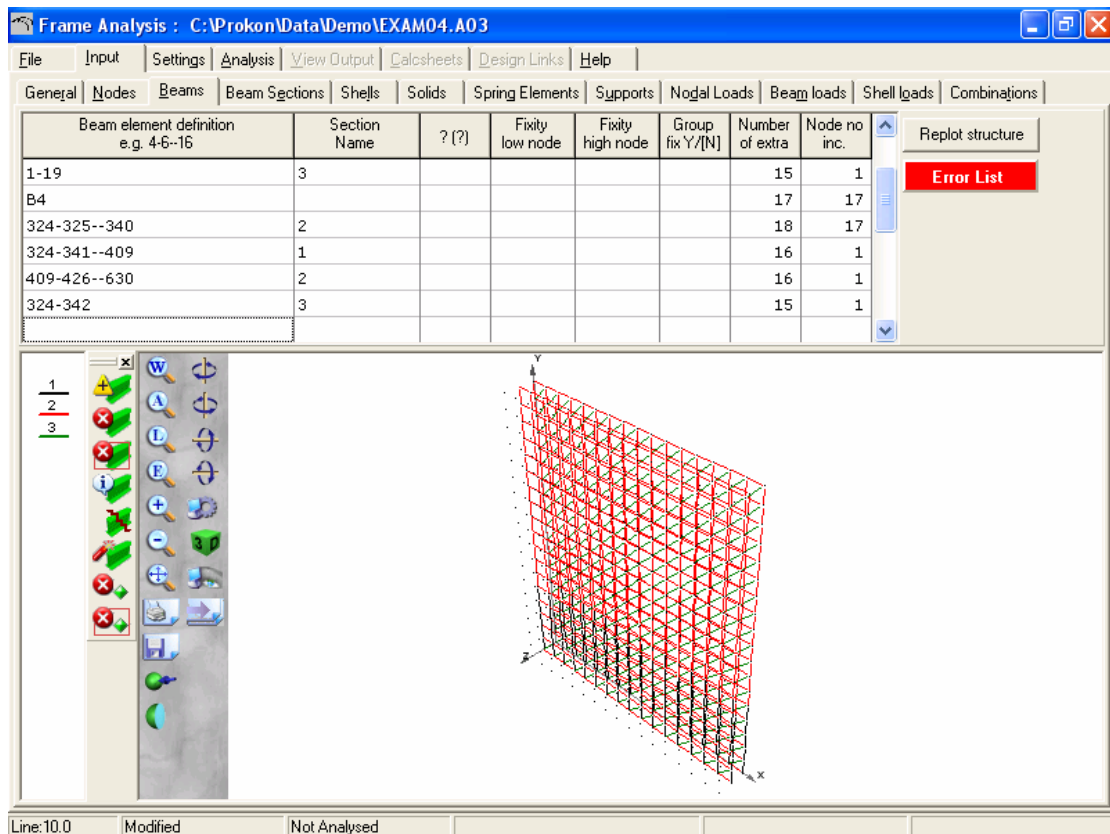
ต่อไปป้อนชิ้นส่วนแนวดิ่งจากระดับ 10 เมตรขึ้นไปซึ่งหมายเลขหน้าตัด 2 แนวแรกคือ จากจุด 409 ขึ้นไปถึง 630 แล้วสร้างไปอีก 16 แนว ป้อนช่องแรกเป็น 409-426--630 ช่องที่สอง ป้อนหมายเลขหน้าตัด 2 ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนแนวที่จะสร้างอัตโนมัติ 16 และช่องที่แปดป้อน อัตราการเพิ่มหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter จะได้ดังรูปที่ 37

ป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงแถวล่างสุด ชิ้นแรกอยู่ระหว่าง 324 กับ 342 หมายเลขหน้าตัด 3 และจะเหมือนกันไปทางขวาอีก 15 ชิ้น โดยหมายเลขจุดต่อเพิ่มทีละ 1 ดังนั้นช่องแรกป้อน 324-342 ช่องที่สองป้อนหมายเลขหน้าตัด 3 ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนชิ้นที่จะให้สร้างขึ้นอัตโนมัติ 15 ช่อง ที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อเป็น 1 เคาะ Enter จะได้ดังรูปที่ 38

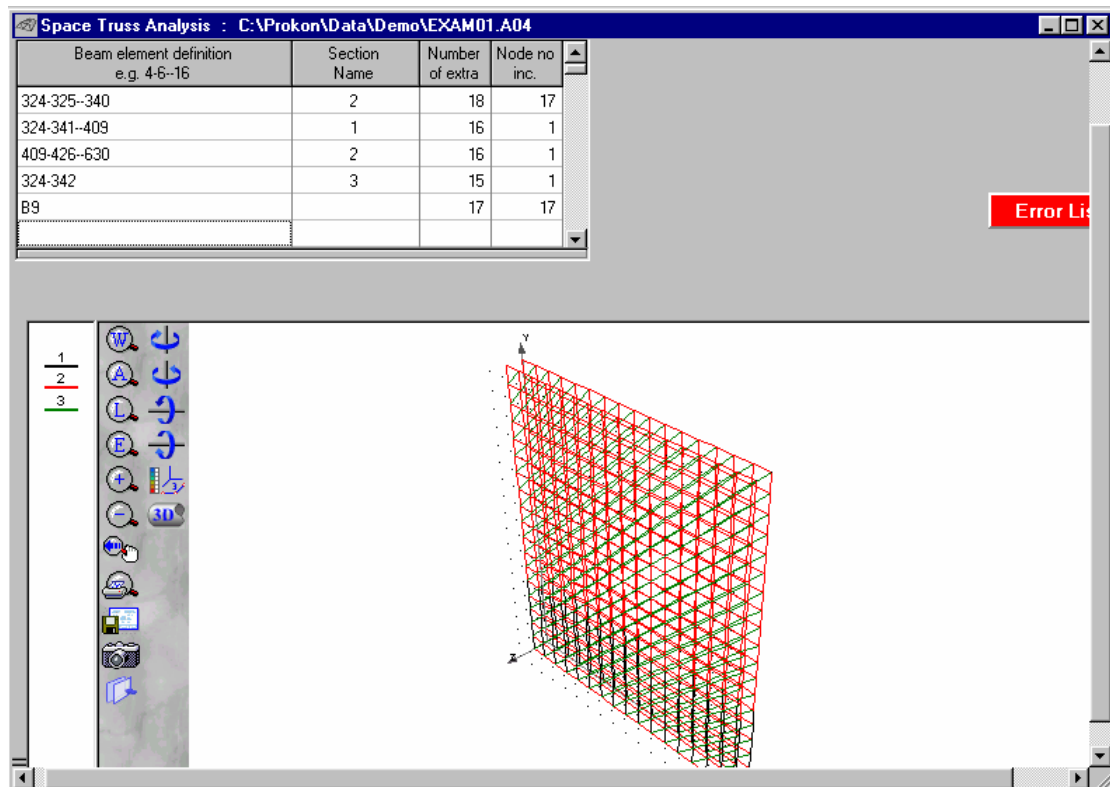


รูปที่ 37 ป้อนชิ้นส่วนแฉดิ่งในระดับ 10 เมตรขึ้นไป ของแผง Z = 2

ต่อไปจะเป็นการคัดลอกทั้ง Block จากแถวล่างสุดขึ้นไปอีก 17 แถว และหมายเลขจุดต่อเพิ่มขึ้นคราวละ 17 ในช่องแรกตรงที่มี B4 คือบรรทัดที่ 5 นับต่อลงมาจนถึงที่มี 324-342 จะเป็นแถวที่ 9 ดังนั้นช่องแรกป้อน B9 ช่องที่สองไม่ป้อนอะไรเลย ช่องที่เจ็ดป้อนแถวที่จะให้สร้างขึ้นอัตโนมัติ 17 และช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 17 เค้า Enter แล้วจะได้ดังรูปที่ 38



รูปที่ 37 ป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงแถวล่างสุดของแผง Z = 2

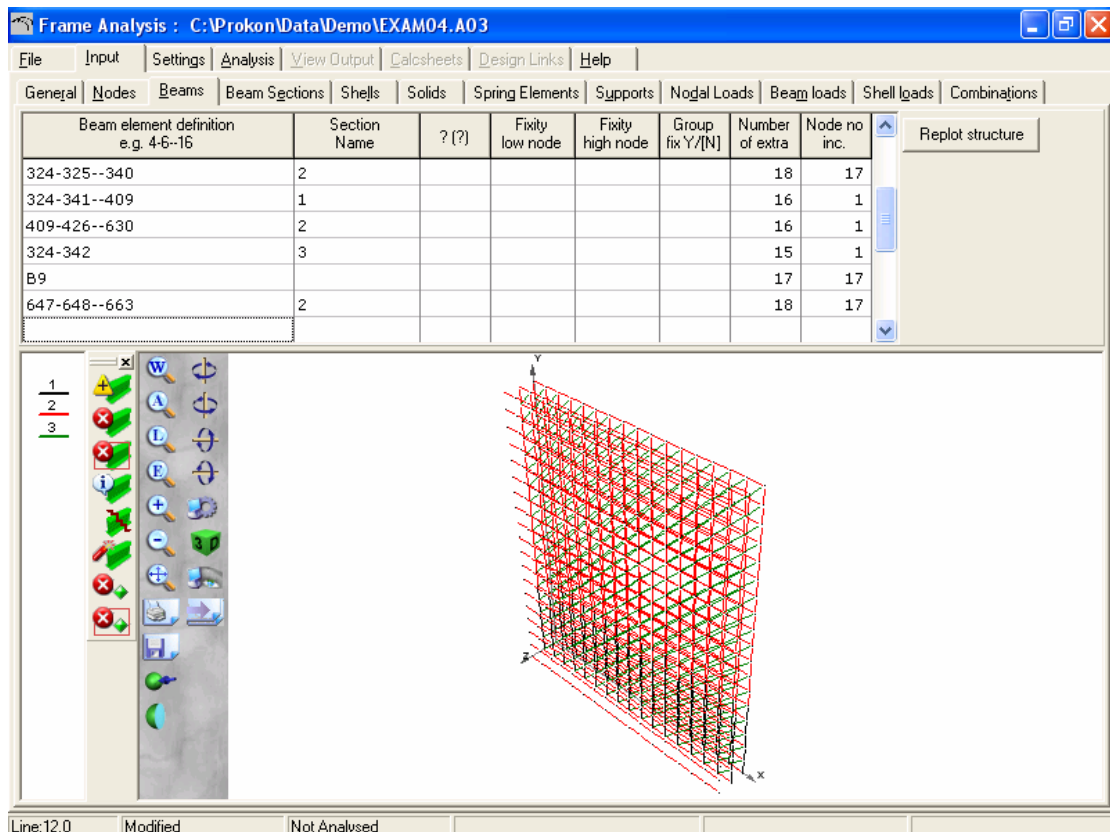


รูปที่ 38 การป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงส่วนที่เหลือของแผง Z = 2

ต่อไปเป็นการป้อนชั้นส่วนในแผง $Z = 4$ เมตร

แนวนอนแถวล่างสุดจากจุดต่อ 647 ไปยังจุด 648 แล้วเลยไปถึง 663 หมายเลขหน้าตัดคือ 2 และจะเหมือนกันขึ้นไปอีก 18 แถว หมายเลขจุดต่อเพิ่มขึ้นในอัตรา $664-647 = 17$ ในช่วงแรกจึงต้องป้อน 647-648--663 ช่องที่สองป้อนหมายเลขหน้าตัด 2 ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนที่จะสร้างเพิ่ม 18 และช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 17 เคาะ Enter แล้วจะได้ดังรูปที่ 39

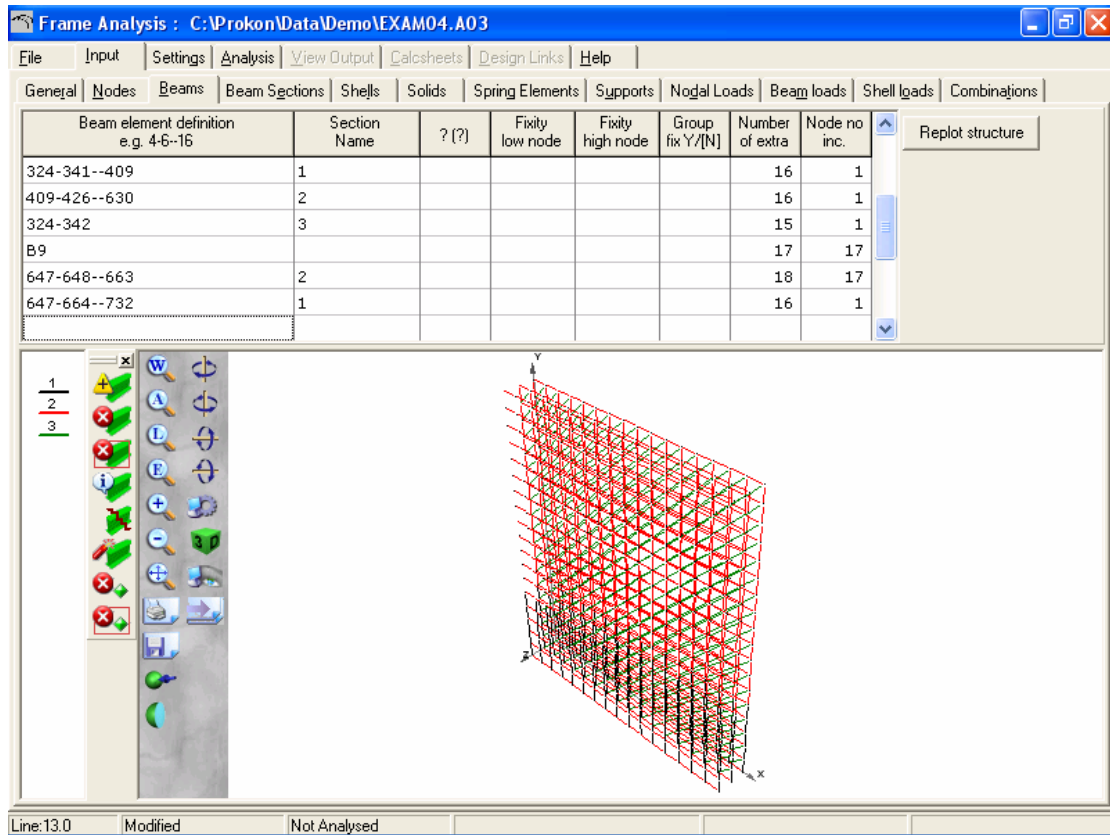
แนวตั้งช่วง 10 เมตรแรก จะเป็นหน้าตัดหมายเลข 1 แนวแรกอยู่ระหว่างจุด 647 ไป 664 เลขขึ้นไปถึง 732 ช่องแรกป้อน 647-664--732 ช่องที่สองป้อนหมายเลขหน้าตัด 1 ช่องที่เจ็ดป้อน 16 เป็นแนวที่จะสร้างเพิ่มในทำนองเดียวกัน ช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter แล้วจะได้ดังรูปที่ 40



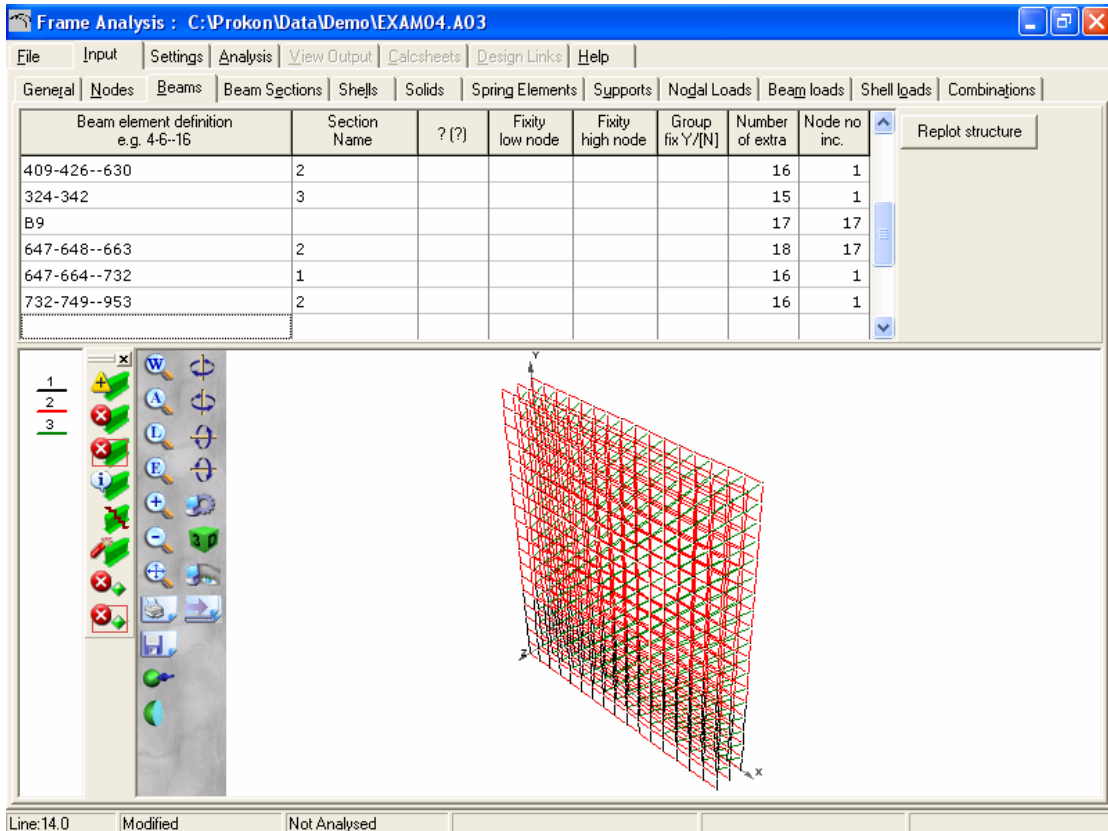
รูปที่ 39 การป้อนชั้นส่วนในแนวนอนของแผง $Z = 4$ เมตร

แนวตั้งช่วงสูงกว่า 10 เมตรขึ้นไป แนวซ้ายสุดเริ่มจาก 732 ไป 749 เลขขึ้นไปถึง 953 ช่องแรกป้อน 732-749--953 ช่องที่สองป้อนหมายเลขหน้าตัดเป็น 2 ช่องที่สามป้อน 16 เป็นจำนวนที่ต้องสร้างเพิ่มขึ้น และช่องที่สี่ป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ดังรูปที่ 41

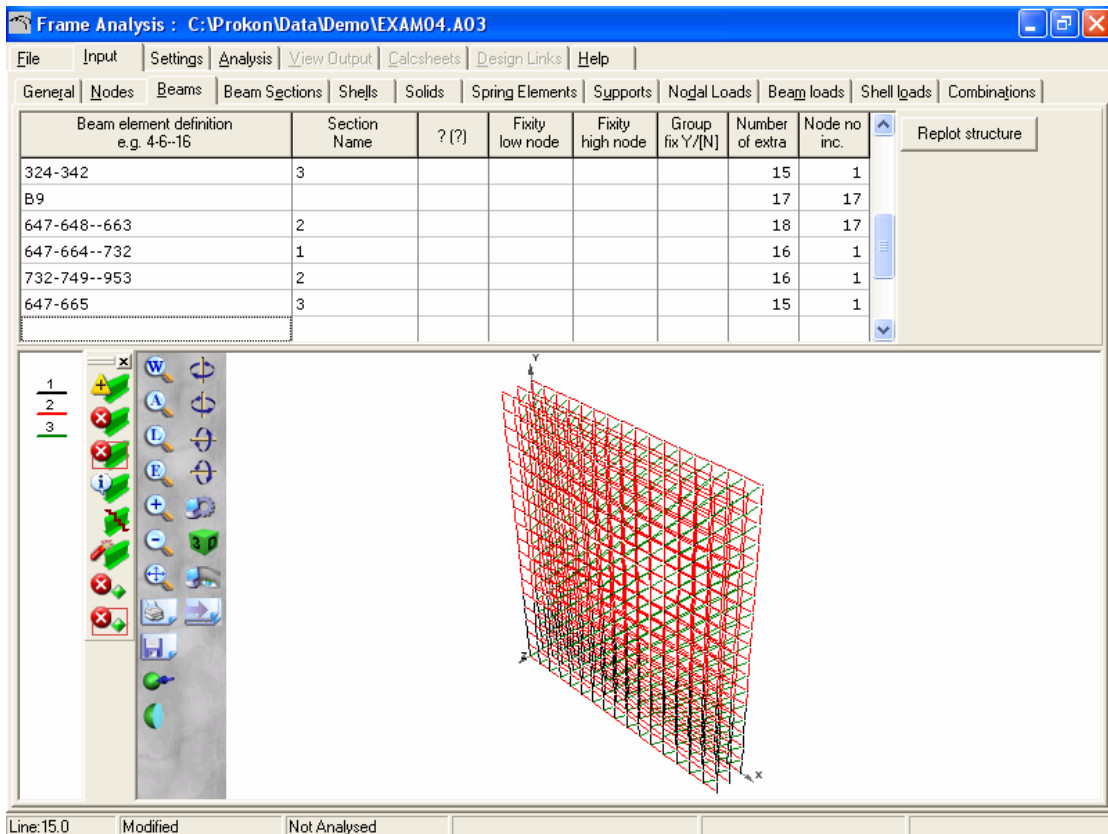
ชั้นส่วนเอียงแถวล่างสุดชั้นทางซ้ายสุดนั้นอยู่ระหว่างจุด 647 กับ 665 ในช่องแรกป้อน 647-665 ช่องที่สองป้อนหมายเลขหน้าตัด 3 ช่องที่สามป้อนจำนวนที่ต้องสร้างเพิ่ม 15 และช่องที่สี่ป้อนอัตราการเพิ่มหมายเลขจุดต่อ 1 เคะ Enter ได้ผลลัพธ์ตามรูปที่ 22



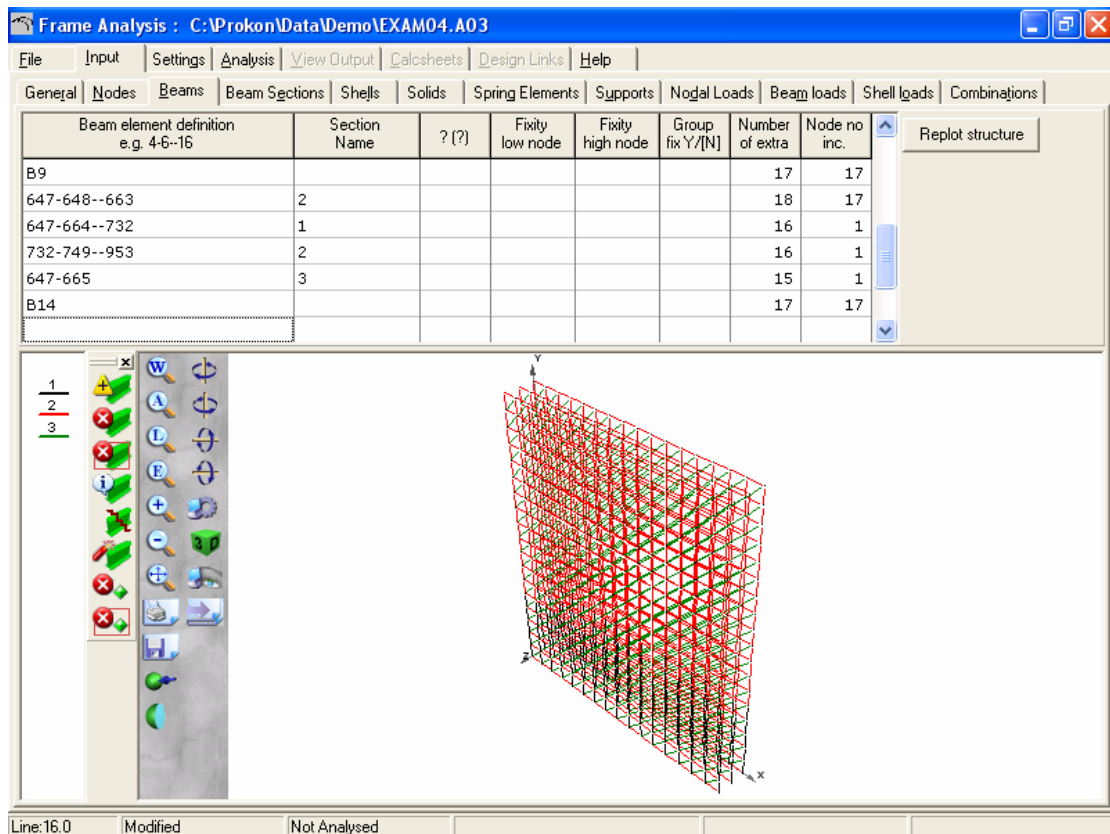
รูปที่ 40 ป้อนชั้นส่วนแนวตั้งระยะ 10 เมตรแรกของแผง Z = 4 เมตร



รูปที่ 41 ป้อนชิ้นส่วนแนวดิ่งสูงกว่า 10 เมตรขึ้นไปของแผง Z = 4 เมตร



รูปที่ 42 ป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงแถวแรกของแผง Z = 4 เมตร

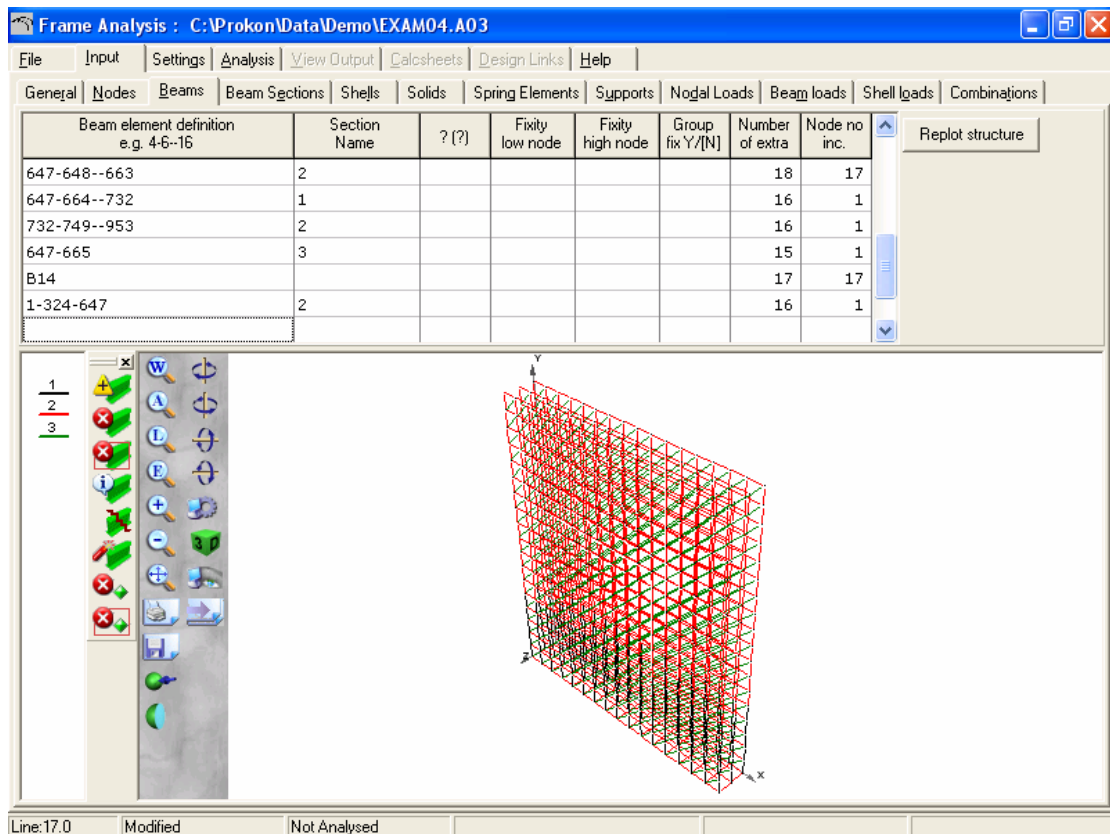


รูปที่ 43 ป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงตั้งแต่แถวที่สองขึ้นไปจนถึงสุดของแผง Z = 4 เมตร

สังเกตบรรทัดที่มี B9 คือบรรทัดที่ 10 นับลงมาจนถึงบรรทัดที่มี 647-665 จะเป็นบรรทัดที่ 14 ช่องแรกป้อน B14 ช่องที่สองไม่ต้องป้อนอะไร ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนแถวที่ต้องสร้างเพิ่มอีก 17 ช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อคือ 17 เคาะ Enter ผลลัพธ์ดังรูปที่ 43

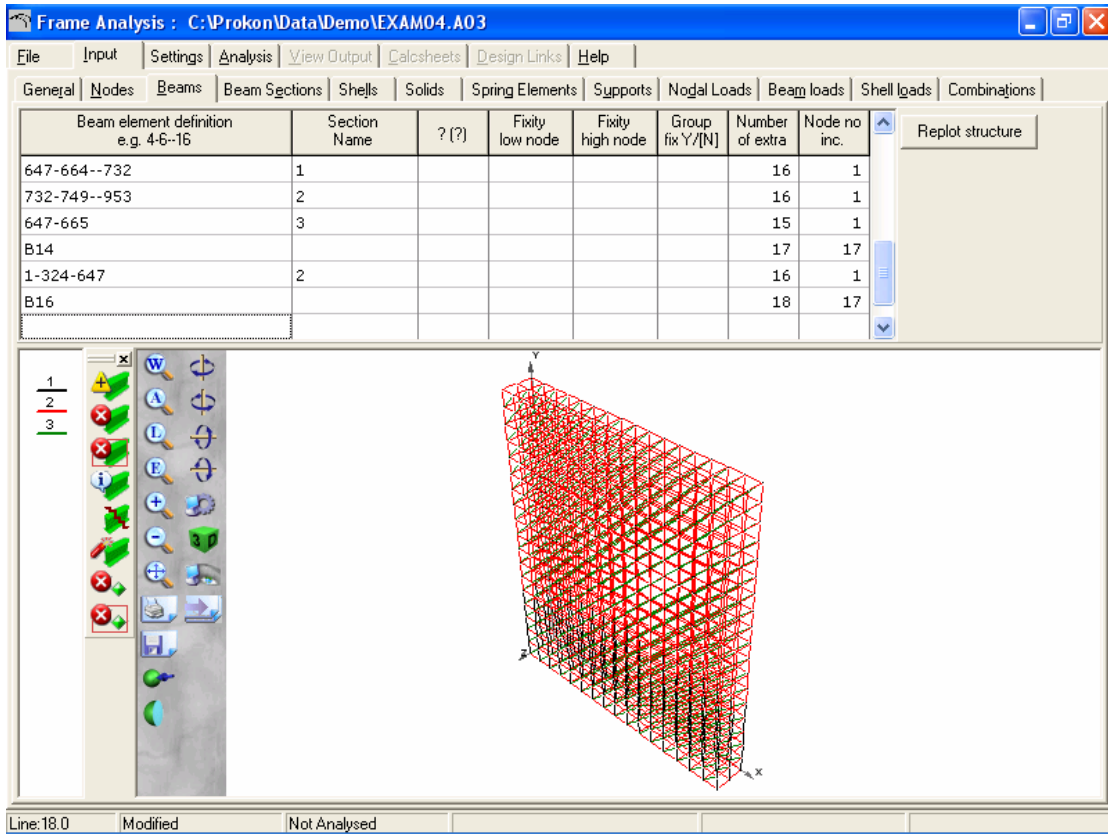
พิจารณาข้อมูลจากแผงแนวราบ $Y = 0$ ทางซ้ายสุดชิ้นส่วนอยู่จากจุด 1-324-647 ป้อนในช่องแรกเป็น 1-324-647 ช่องที่สองป้อนหมายเลขหน้าตัด 2 ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนแนวที่จะสร้างขึ้นอีก 16 แนว ช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter จะได้ดังรูปที่ 44

เราจะต้องคัดลอกวิธีการตามรูปที่ 44 ขึ้นไปจนถึงความสูง 36 เมตร จะเป็นลักษณะซ้ำๆ กันนี้ 18 แผง โดยหมายเลขจุดต่อเพิ่มขึ้น (ดูจากแผง $Y = 0$ กับ $Y = 2$) $18-1 = 17$ แต่ที่บรรทัดซึ่งมี B14 จะเป็นบรรทัดที่ 15 บรรทัดที่มี 1-32-647 จึงเป็นบรรทัดที่ 16 ดังนั้นช่องแรกจึงป้อน B16 ช่องที่สองไม่ต้องป้อนอะไรเพราะหมายเลขหน้าตัดเหมือนกับของเดิม ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนแผงที่จะสร้างขึ้นอีก 18 แผง ช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มหมายเลขจุดต่อ 17 เคาะ Enter ได้ตามรูปที่ 45

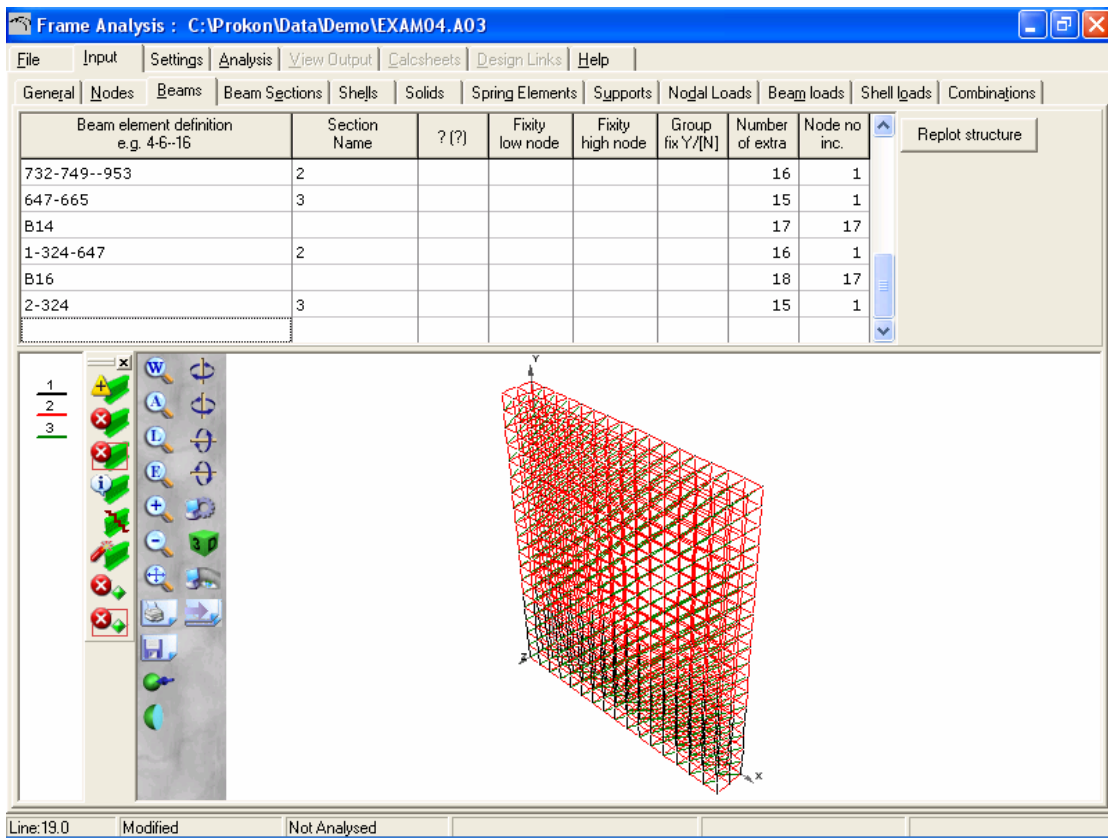


รูปที่ 44 ป้อนชั้นส่วนแนวอนขนามแกน Z ของแผง Y = 0 เมตร

ย้อนไปแผง Y = 0 จะป้อนชั้นส่วนแนวเอียงช่องแรก ขึ้นทางซ้ายสุดอยู่ระหว่าง 2 กับ 324 แล้วมีเพิ่มไปทางขวาอีก 15 ชั้น หมายเลขจุดต่อเพิ่มคราวละ 1 และหน้าตัดเป็นหมายเลข 3 ช่องแรกป้อน 2-324 ช่องที่สองป้อนหมายเลขหน้าตัด 3 ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนที่ต้องสร้างเพิ่มอีก 15 และช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลดังรูปที่ 46



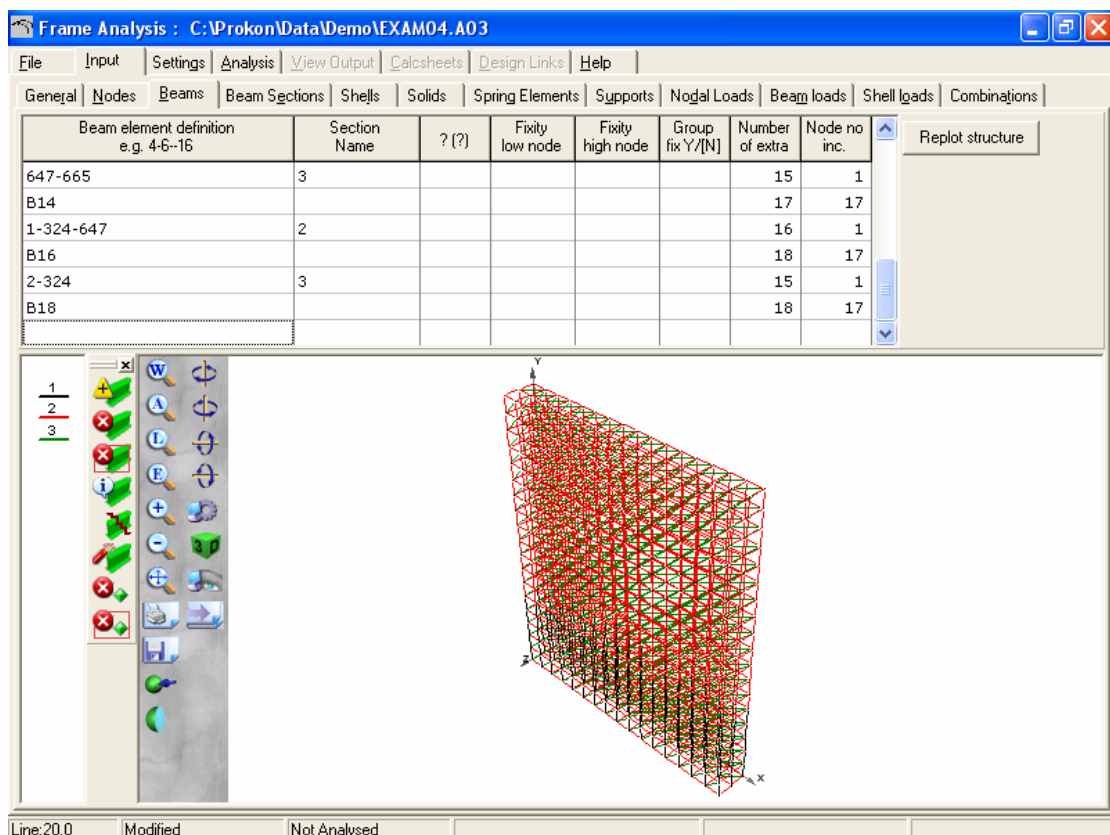
รูปที่ 45 ป้อนชิ้นส่วนแนวนานแกน Z ของแผง Y ส่วนเหนือขึ้นไปจาก $Y = 0$



รูปที่ 46 ป้อนชิ้นส่วนแนวเฉียงแถวแรกของแผง $Y = 0$ เมตร

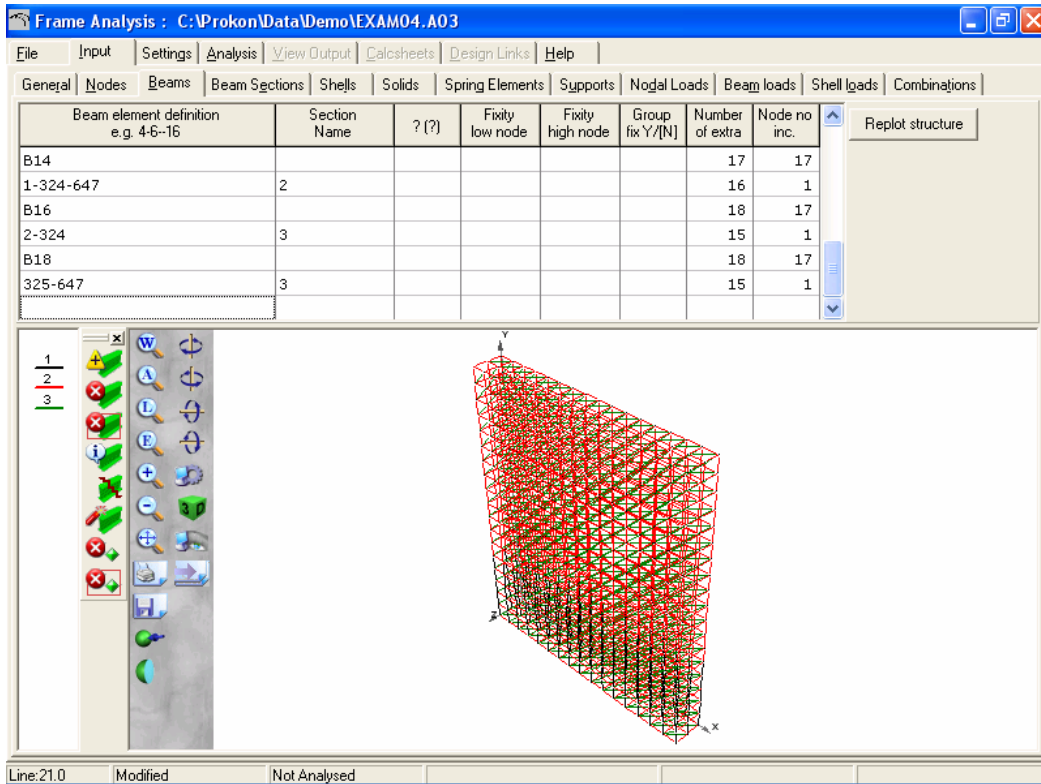
จะต้องคัดลอกขึ้นไปอีก 18 แถว โดยหมายเลขจุดต่อมีอัตราการเพิ่ม = $18-1 = 17$ ที่บรรทัดมี B16 คือบรรทัดที่ 17 ถัดลงมาคือบรรทัดที่ 18 มี 2-324 ซึ่งต้องการคัดลอก ดังนั้นช่องแรกป้อน B18 ช่องที่สองหมายเลขหน้าตัดไม่ต้องป้อนอะไร ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนที่จะคัดลอกไปอีกเป็น 18 และช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของจุดต่อ 17 เคาะ Enter ได้ผลดังรูปที่ 47

ต่อไปป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงที่แนว $Y = 0$ แนวที่สอง เริ่มจากชิ้นซ้ายสุดจากจุด 325 ไป 647 แล้วสร้างต่อไปทางขวาอีก 15 ชิ้น หมายเลขจุดต่อเพิ่มคราวละ 1 ช่องแรกป้อน 325-647 ช่องที่สองป้อนหมายเลขหน้าตัด 3 ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนชิ้นที่ต้องสร้างเพิ่ม 15 ช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 48

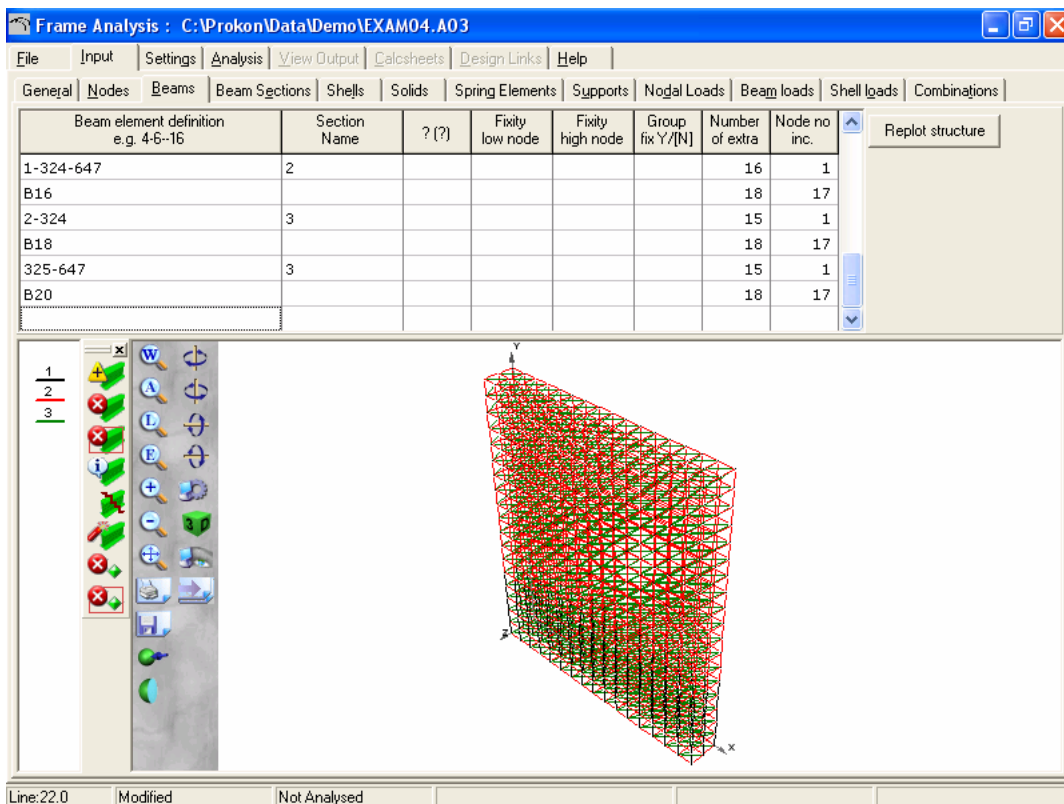


รูปที่ 47 ป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงส่วนที่เหนือ $Y = 0$ ขึ้นไปจนถึง $Y = 36$ เมตรโดยการคัดลอก

จะต้องคัดลอกขึ้นไปอีก 18 แถว โดยหมายเลขจุดต่อมีอัตราการเพิ่ม = $18-1 = 17$ ที่บรรทัดมี B18 คือบรรทัดที่ 19 ถัดลงมาคือบรรทัดที่ 20 มี 325-647 ซึ่งต้องการคัดลอก ดังนั้นช่องแรกป้อน B20 ช่องที่สองหมายเลขหน้าตัดไม่ต้องป้อนอะไร ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนที่จะคัดลอกไปอีกเป็น 18 และช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของจุดต่อ 17 เคาะ Enter ได้ผลดังรูปที่ 49



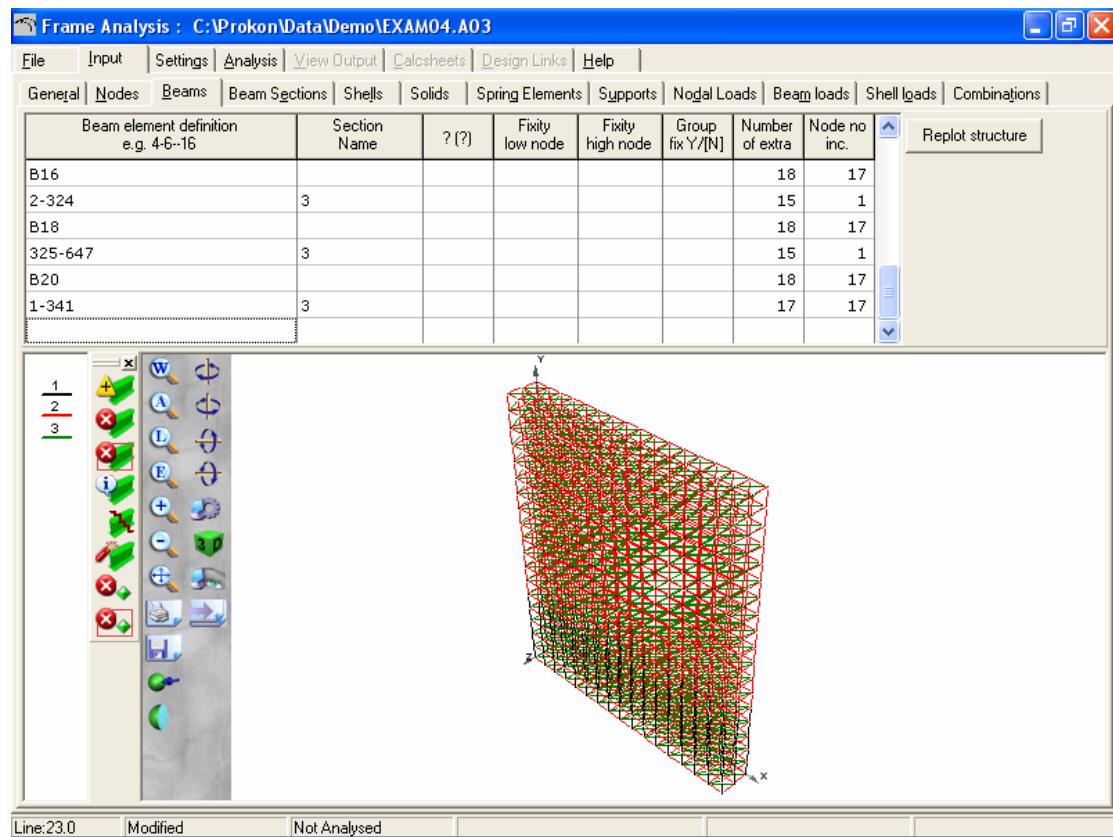
รูปที่ 48 ป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงแนวที่สองของแผง $Y = 0$



รูปที่ 49 ป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงแนวที่สองส่วนที่เหนือ $Y = 0$ ขึ้นไปจน $Y = 36$ เมตรโดยการ
คัดลอก

ไปคูแวง $X = 0.00$ เมตร แนวเอียงชุดแรกจะอยู่ทางซ้าย ชั้นล่างสุดอยู่ระหว่างจุด 1 กับ 341 และมีเหมือนกันขึ้นไปในแนวตั้งอีก 17 ชั้น โดยหมายเลขเพิ่มขึ้นในอัตรา $18-1 = 17$ ดังนั้นช่องแรกป้อน 1-341 ช่องที่สองป้อนหมายเลขหน้าตัด 3 ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนที่ต้องสร้างเพิ่มขึ้นอีก 17 และช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 17 เคาะ Enter ได้ดังรูปที่ 50

หากพิจารณาจากแวง $X = 0.00$ กับ $X = 2.00$ ไปจน $X = 32$ จะเห็นว่ามิลักษณะเหมือนกันไปอีก 16 แวง หมายเลขจุดต่อเพิ่มขึ้นในอัตรา $2-1 = 1$ ช่องที่มี B20 คือบรรทัดที่ 21 และช่องที่มีเลข 1-341 คือบรรทัดที่ 22 ดังนั้นช่องแรกป้อน B20 ช่องที่สองหมายเลขหน้าตัดเหมือนเดิมไม่ต้องป้อนอะไร ช่องที่เจ็ดจำนวนแวงที่สร้างขึ้นอีก 16 แวง และช่องที่แปดอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 51

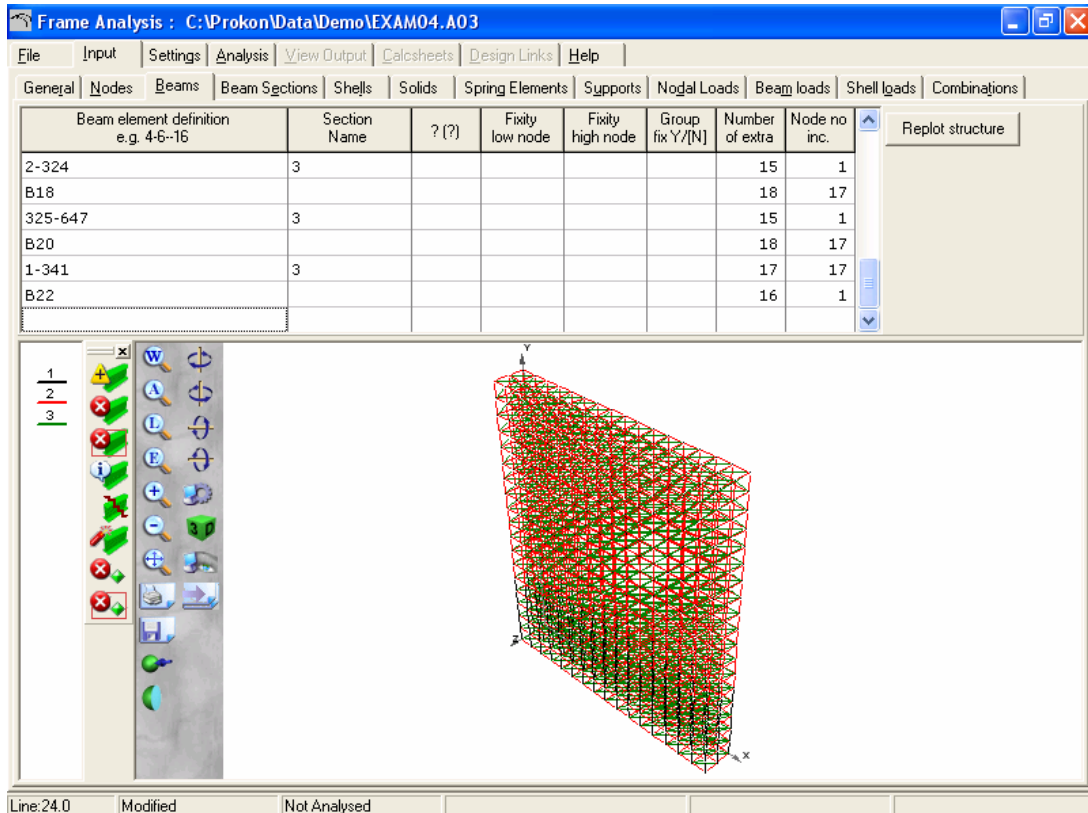


รูปที่ 50 ป้อนชั้นส่วนแนวเอียงแรกของแวง $X = 0$ เมตร สร้างขึ้นในแนวตั้งอีก 17 ชั้น

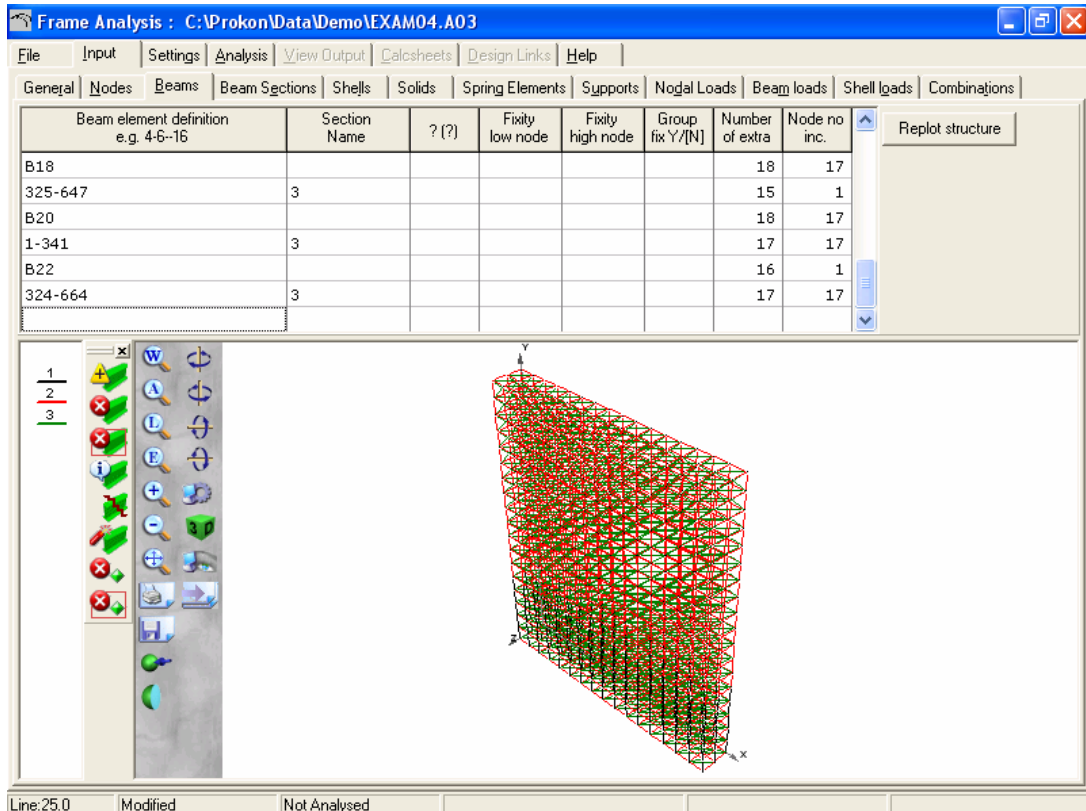
ย้อนไปคูแวง $X = 0.00$ เมตร แนวเอียงชุดที่สองจะอยู่ทางขวา ชั้นล่างสุดอยู่ระหว่างจุด 324 กับ 664 และมีเหมือนกันขึ้นไปในแนวตั้งอีก 17 ชั้น โดยหมายเลขเพิ่มขึ้นในอัตรา $341-324 = 17$ ดังนั้นช่องแรกป้อน 324-664 ช่องที่สองป้อนหมายเลขหน้าตัด 3 ช่องที่เจ็ดป้อนจำนวนที่ต้องสร้างเพิ่มขึ้นอีก 17 และช่องที่แปดป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 17 เคาะ Enter ได้ดังรูปที่

52

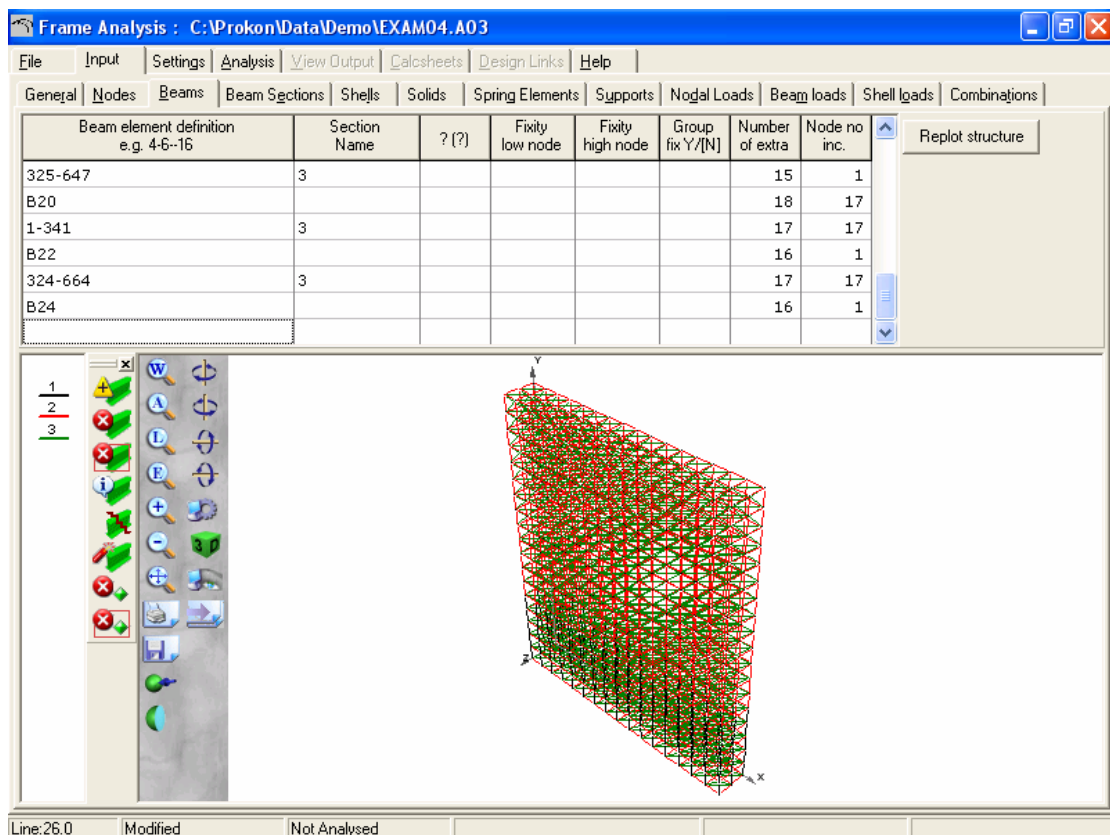
หากพิจารณาจากแผง X = 0.00 ถึง X = 2.00 ไปจน X = 32 จะเห็นว่ามีลักษณะเหมือนกันไปอีก 16 แผง หมายเลขจุดต่อเพิ่มขึ้นในอัตรา 325-324 = 1 ช่องที่มี B22 คือบรรทัดที่ 23 และช่องที่มีเลข 324-664 คือบรรทัดที่ 24 ดังนั้นช่องแรกป้อน B24 ช่องที่สองหมายเลขหน้าตัดเหมือนเดิมไม่ต้องป้อนอะไร ช่องที่เจ็ดจำนวนแผงที่สร้างขึ้นอีก 16 แผง และช่องที่แปดอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 53



รูปที่ 51 ป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงแรกของแผง X = 2 ถึง X = 32 เมตร โดยการคัดลอก

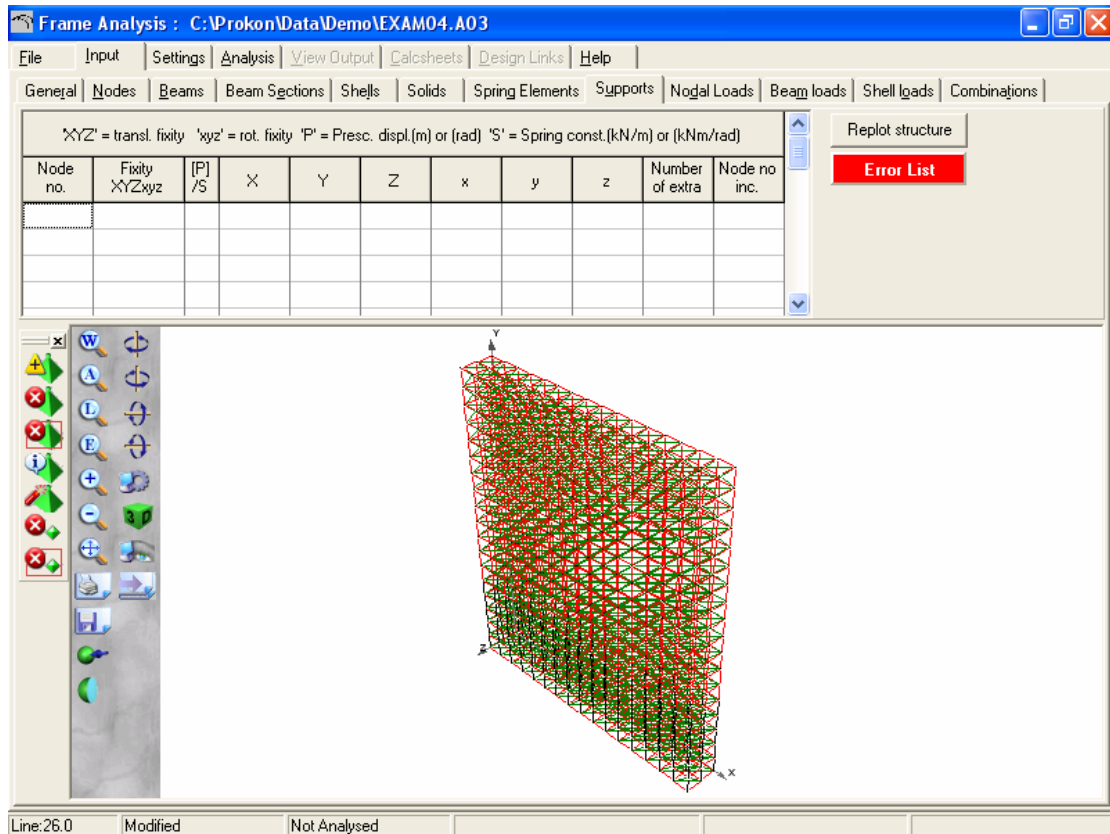


รูปที่ 52 ป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงหลังของแผง $X = 0$ เมตร สร้างขึ้นในแนวตั้งอีก 17 ชิ้น



รูปที่ 53 ป้อนชิ้นส่วนแนวเอียงหลังของแผง $X = 2$ ถึง $X = 32$ เมตร โดยการคัดลอก

คลิกที่เมนู Supports ได้ดังรูปที่ 54



รูปที่ 54 แบบฟอร์มการป้อนสถานะของจุดรองรับ

ข้อมูลของจุดรองรับ

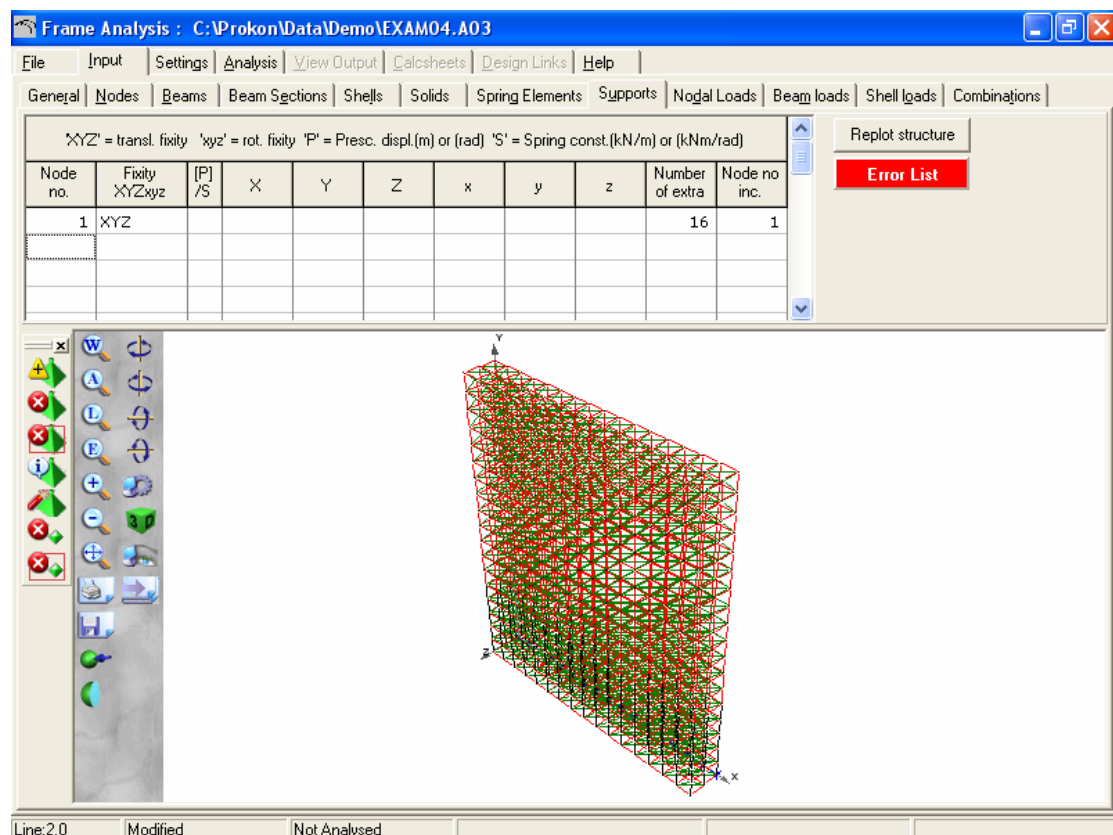
Node no	Fixity XYZxyz	[P] /S	X	Y	Z	x	y	z	Number Of extra	Node No. Inc.
1	XYZ								16	1
324	XYZ								16	1
647	XYZ								16	1

พิจารณาแบบฟอร์มป้อนสถานะของจุดรองรับพร้อมกับดูแผง $Z = 0$ จุดรองรับคือ หมายเลข 1 ถึง 17 ช่องแรก Node no. คือหมายเลขจุดที่เป็นจุดรองรับแรก ในที่นี้คือ 1 ช่องที่สอง Fixity XYZ เป็นสถานะของจุดรองรับว่าล็อกไม่ให้เคลื่อนที่ทางแกนใดบ้าง ในที่นี้จะให้ล็อกทุกแกนจึงเลือก XYZ ช่องที่สาม ใส่ ห้า หก เจ็ด แปด และ เก้า เป็นสภาพของสปริงที่ต้องป้อนค่านิจ k ในที่นี้ไม่ต้องป้อนค่าใดๆ ช่องที่สิบ Number of extra มีจุดอีกที่จุดที่มีสภาพเช่นเดียวกันในที่นี้คือ จุดหมายเลข 2 ถึง 17 รวม 16 จุด ช่องสุดท้าย Node no inc. อัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อเท่าใด ในที่นี้คือ $2-1 = 1$ ดังนั้น ช่องแรกป้อนหมายเลข 1 ช่องสองคลิกหัวลูกศรแล้วคลิกเลือก

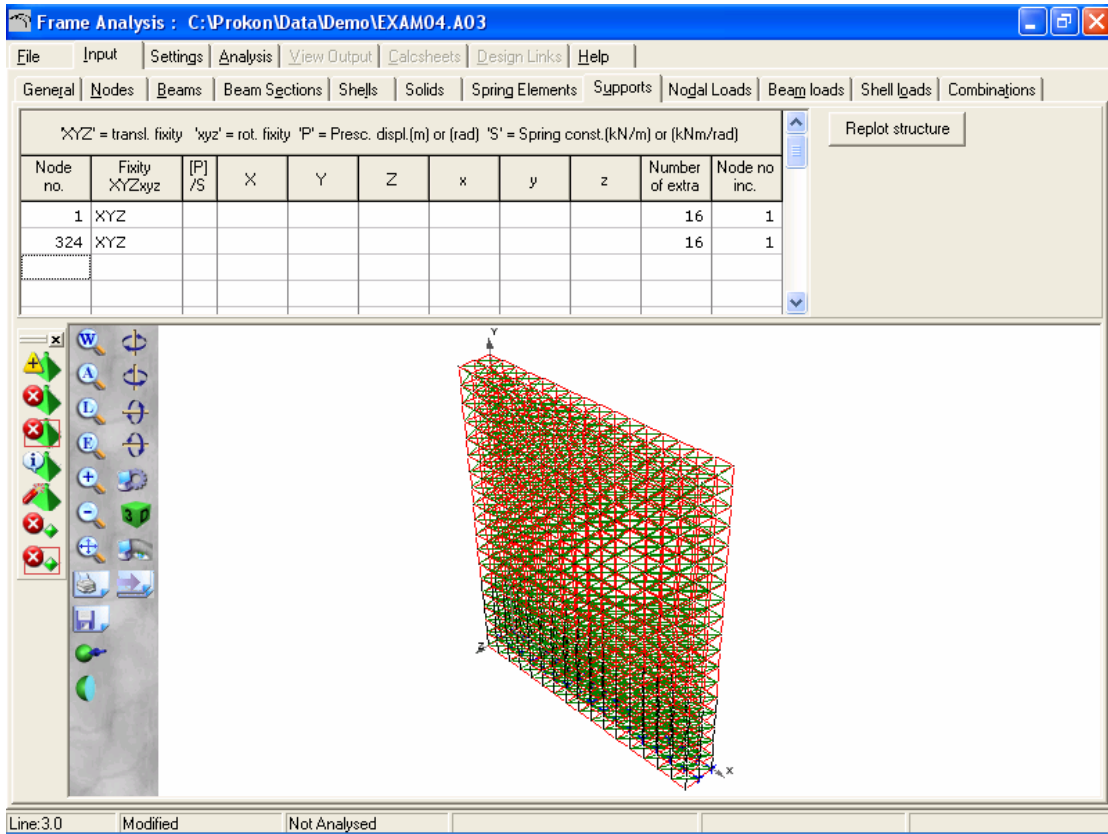
XYZ ช่องที่ลึบป้อนจำนวนจุดที่เหมือนกัน 16 ช่องที่ลึบเ็ค้อัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1
 เาะ Enter จะ ได้ผลดังรูปที่ 55

ต่อไปดูแผง Z = 2 จุครองรับจะเป็นหมายเลข 324 ถึง 340 ช่องแรกป้อนหมายเลข 324
 ช่องที่สองคลิกหัวลูกศรคลิกเลือก XYZ ช่องที่ลึบป้อนจำนวนจุดที่เหมือนกัน 16 ช่องที่ลึบเ็ค้อัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 56

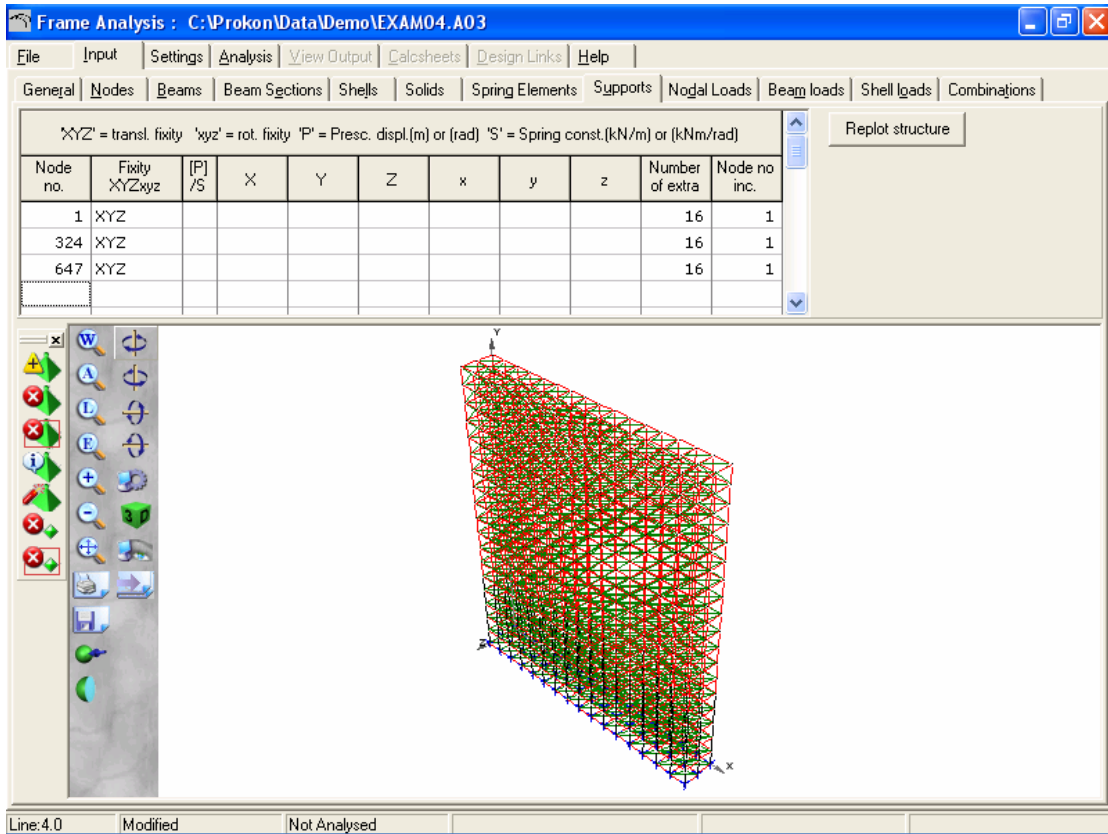
ต่อไปดูแผง Z = 4 จุครองรับจะเป็นหมายเลข 647 ถึง 663 ช่องแรกป้อนหมายเลข 647
 ช่องที่สองคลิกหัวลูกศรคลิกเลือก XYZ ช่องที่ลึบป้อนจำนวนจุดที่เหมือนกัน 16 ช่องที่ลึบเ็ค้อัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 57



รูปที่ 55 กำหนดจุดรองรับที่แผง Z = 0 จากจุด 1 ถึง 17



รูปที่ 56 กำหนดจุดรองรับที่แผง Z = 2 จากจุด 324 ถึง 340



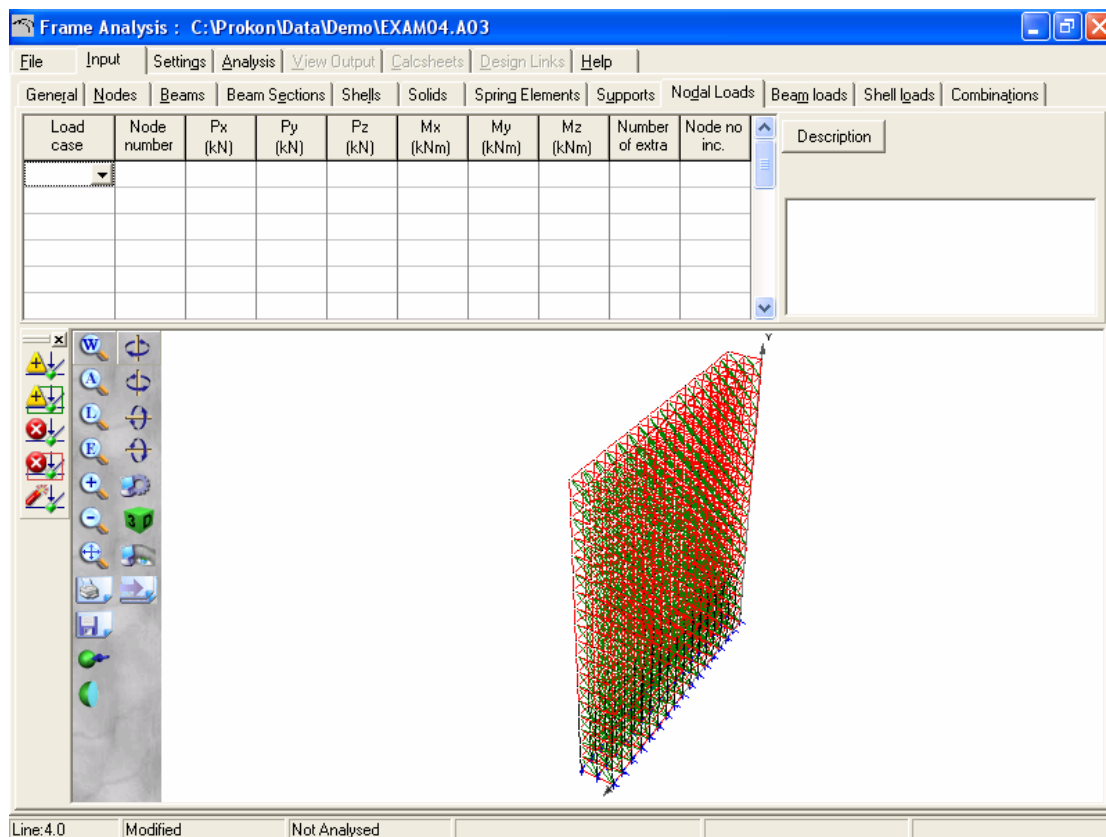
รูปที่ 57 กำหนดจุดรองรับที่แผง Z = 4 จากจุด 647 ถึง 663

คลิกที่ Nodal loads จะได้แบบฟอร์มตามรูปที่ 58 ซึ่งได้หมุนเอาด้านหลังที่ $Z = 0$ ให้มองเห็นเพื่อเวลาป้อนแรงกระทำจะได้แสดงให้เห็น ได้ชัดเจนขึ้น

ช่องแรกเป็น Load case ชุดของแรงกระทำซึ่งอาจจะมีหลายชุดมาผสมผสานกัน ในกรณีนี้พิจารณาเฉพาะแรงลมจึงมีเพียงชุดเดียว ช่องนี้จึงป้อนหมายเลข 1 เท่านั้น ช่องที่สอง Node number เป็นหมายเลขของจุดต่อที่แรงกระทำ ช่องที่สาม Px kN แรงตามแนวแกน X ถ้าทิศทางเหมือนแกนเป็น + ไม่ต้องใส่เครื่องหมาย ถ้าสวนทางกับแกนเป็น - ใส่เครื่องหมายด้วย แต่ถ้าเป็น 0 ไม่ต้องป้อน หน่วยของแรงต้องเป็น กิโลนิวตัน ช่องที่สี่ Py kN เป็นแรงตามแนวแกน Y คิดทำนองเดียวกับ Px ช่องที่ห้า Pz kN เป็นแรงตามแนวแกน Z คิดทำนองเดียวกับแรงตามแนวแกน X แกน Y ช่องที่หก เจ็ด แปด เป็น Mx kN.m, My kN.m, Mz kN.m ช่องที่เก้า Number of extra จำนวนจุดถัดๆ ไปที่มีแรงกระทำเท่ากันเหมือนกันมีอีกกี่จุด ช่องที่สิบสุดท้ายอัตราการเพิ่มของหมายเลขของจุดเท่าใด

Load Case	Node number	Px (kN)	Py (kN)	Pz (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Mz (kN.m)	Number Of extra	Node No inc.
1	1			0.5				1	16
1	2			1				14	1
1	18			1				1	16
1	19			2				14	1
1	35			1				1	16
1	36			2				14	1
1	52			1				1	16
1	53			2				14	1
1	69			1				1	16
1	70			2				14	1
1	86			1.3				1	16
1	87			2.6				14	1
1	103			1.6				1	16
1	104			3.2				14	1
1	120			1.6				1	16
1	121			3.2				14	1
1	137			1.6				1	16
1	138			3.2				14	1
1	154			1.6				1	16
1	155			3.2				14	1
1	171			2				1	16
1	172			4				14	1
1	188			2.4				1	16
1	189			4.8				14	1
1	205			2.4				1	16
1	206			4.8				14	1
1	222			2.4				1	16
1	223			4.8				14	1

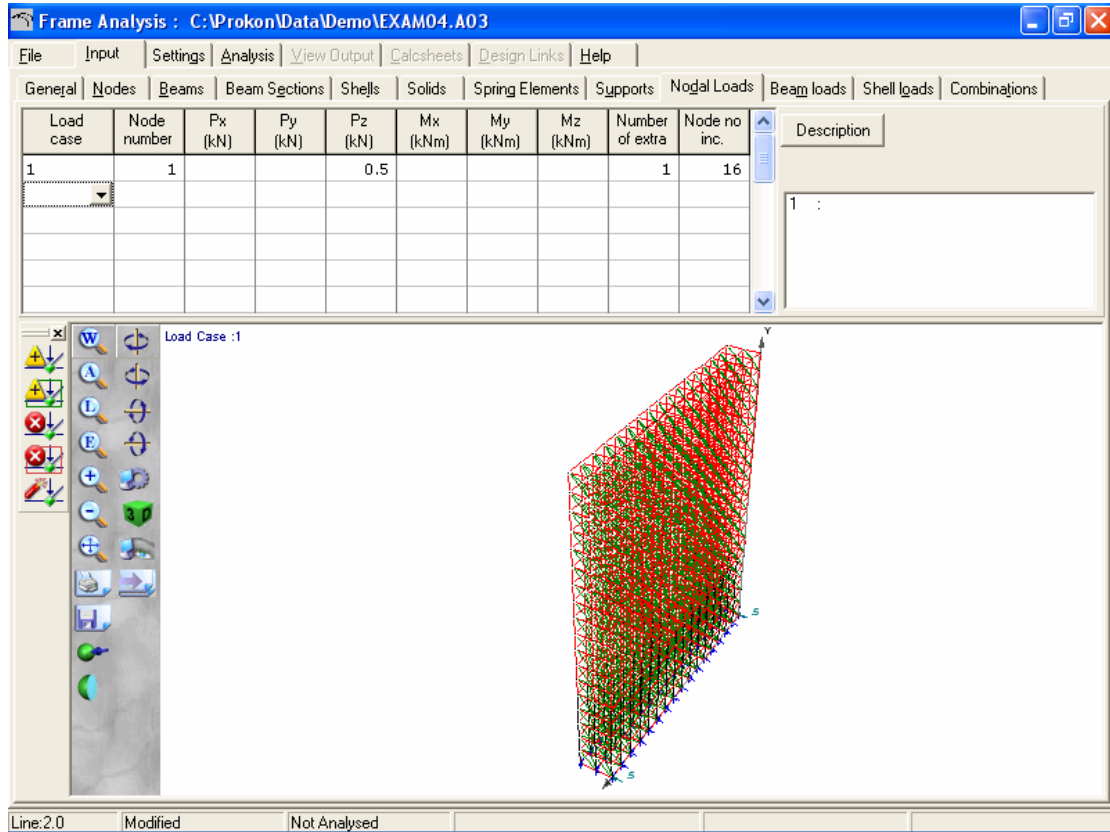
Load Case	Node number	Px (kN)	Py (kN)	Pz (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Mz (kN.m)	Number Of extra	Node No inc.
1	239			2.4				1	16
1	240			4.8				14	1
1	256			2.4				1	16
1	257			4.8				14	1
1	273			2.4				1	16
1	274			4.8				14	1
1	290			2.4				1	16
1	291			4.8				14	1
1	307			1.2				1	16
1	308			2.4				14	1



รูปที่ 58 แบบฟอร์มการป้อนแรงกระทำที่จุดต่อ ในที่นี้คือแรงลม

พิจารณาแผง $Y = 0$ ที่จุด 1 มีแรง 0.5 kN ในแนวแกน Z จึงเป็นบวก และที่เหมือนกันเลยคือจุด 17 เพียง 1 จุด หมายเลขจุดเพิ่มขึ้น = $17 - 1 = 16$ ป้อนช่องแรกชุดแรงเป็นเลข 1 ช่องสองหมายเลขจุดต่อ 1 ช่องสามและสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อน 0.5 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกันอีก 1 และช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดเป็น 16 เค้าะ Enter ได้ผลดังรูปที่ 59

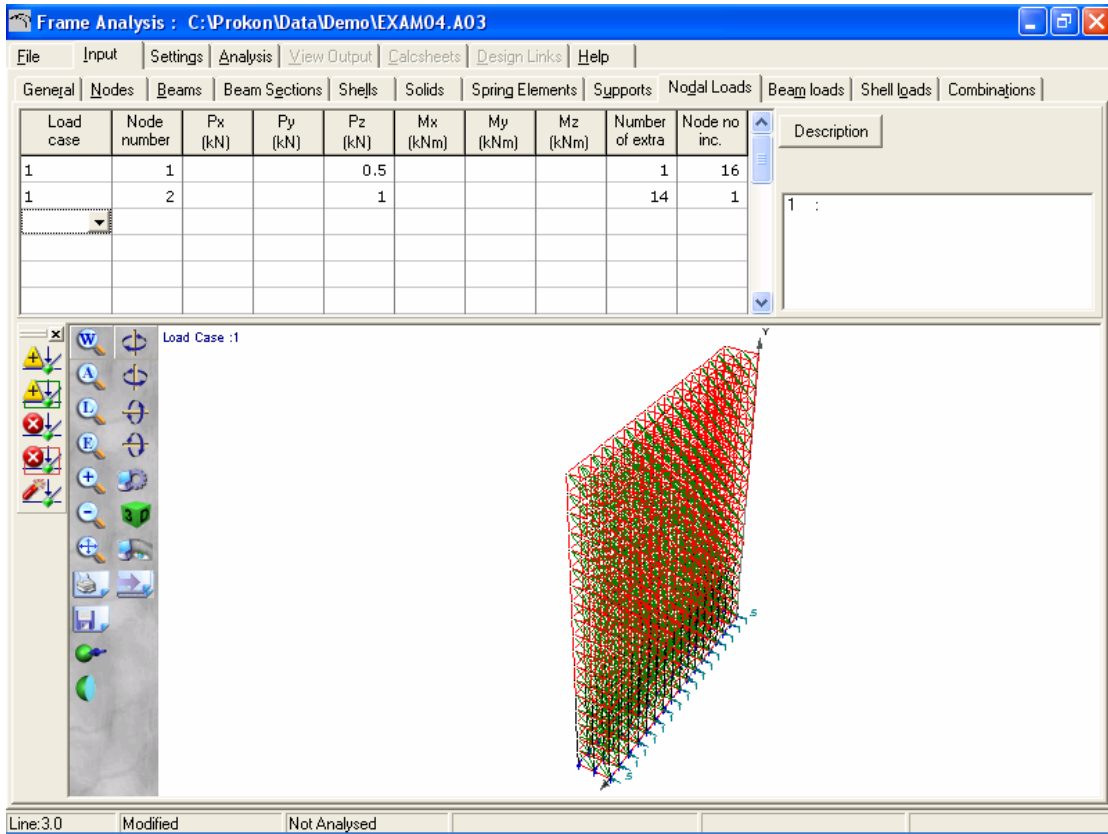
บรรทัดถัดลงมาป้อนช่องแรกเป็นแรงชุดที่ 1 ช่องสองหมายเลขจุดต่อ 2 ช่องสามและช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนขนาดแรง 1 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนจุดนี้อีก 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เค้าะ Enter ได้ผลดังรูปที่ 60



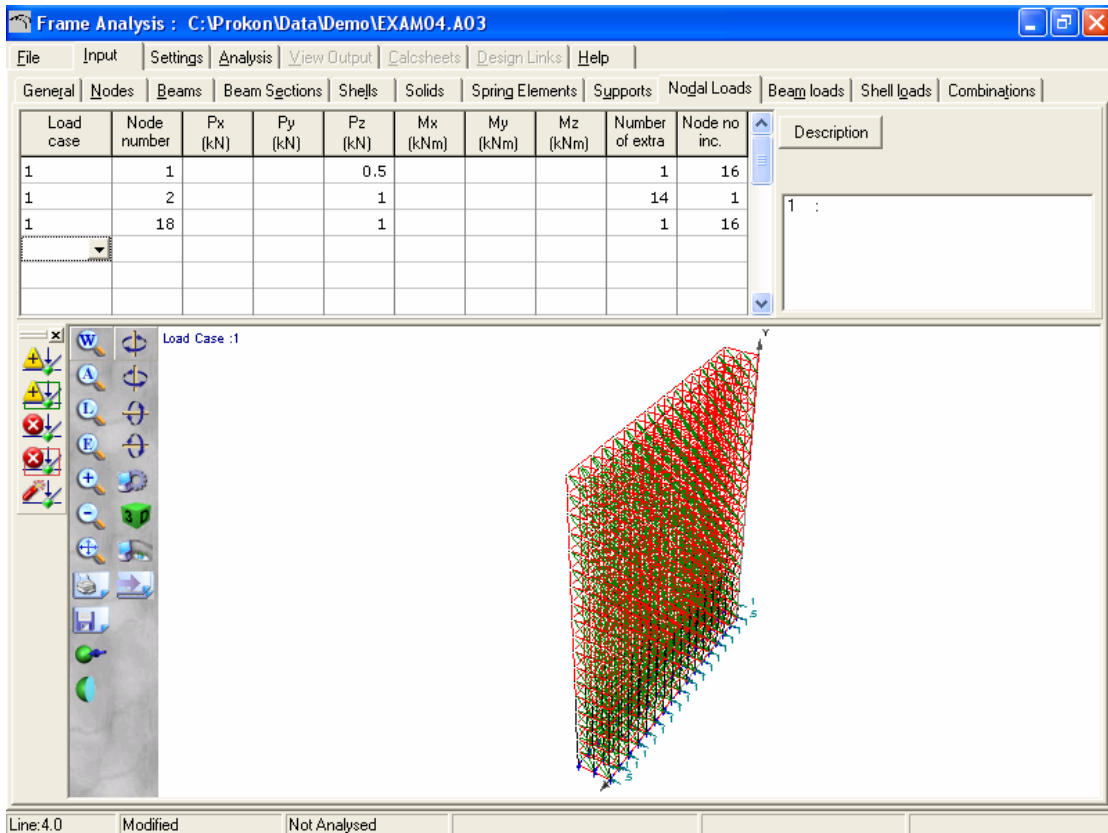
รูปที่ 59 ป้อนแรงกระทำเป็นจุดที่แฉง Y = 0 เฉพาะจุดริม

คูที่แฉง Y = 2 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 18 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 1 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เค้าะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 61

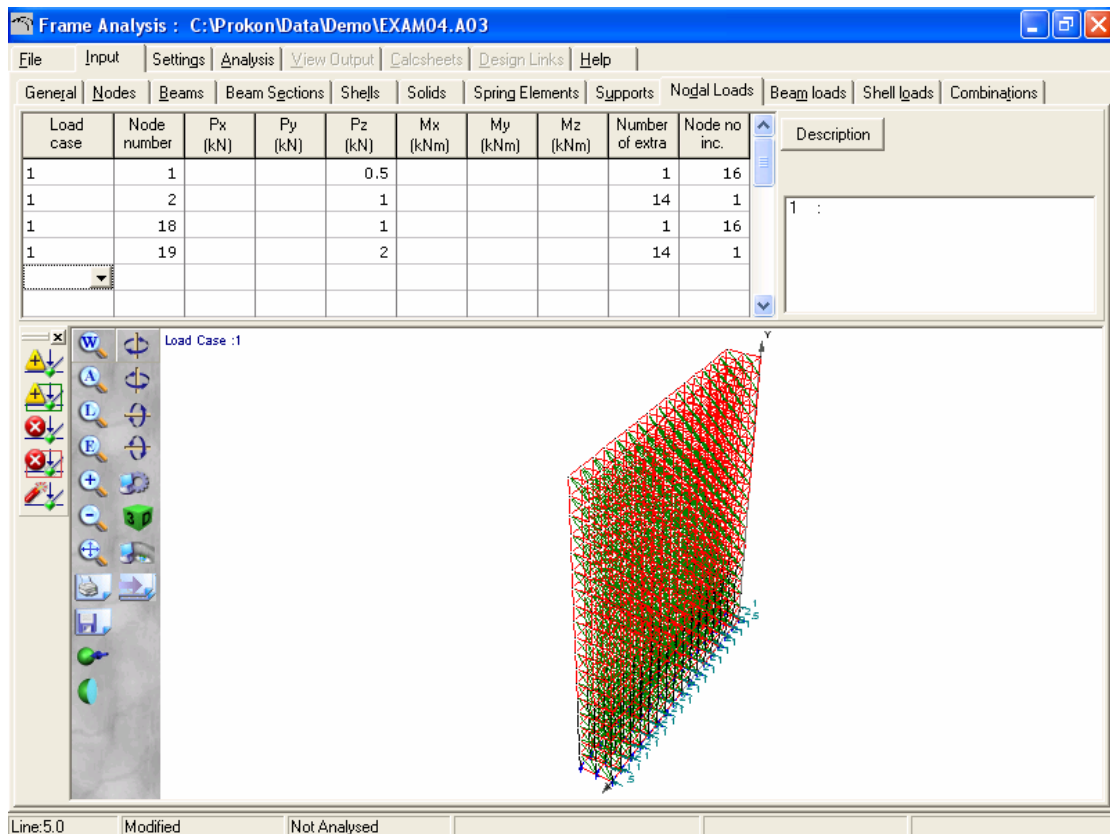
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 19 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เค้าะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 62



รูปที่ 60 ป้อนแรงกระทำเป็นจุดที่แกน $Y = 0$ จุดกลางๆ



รูปที่ 61 ป้อนแรงที่แกน $Y = 2$ เฉพาะจุดริม



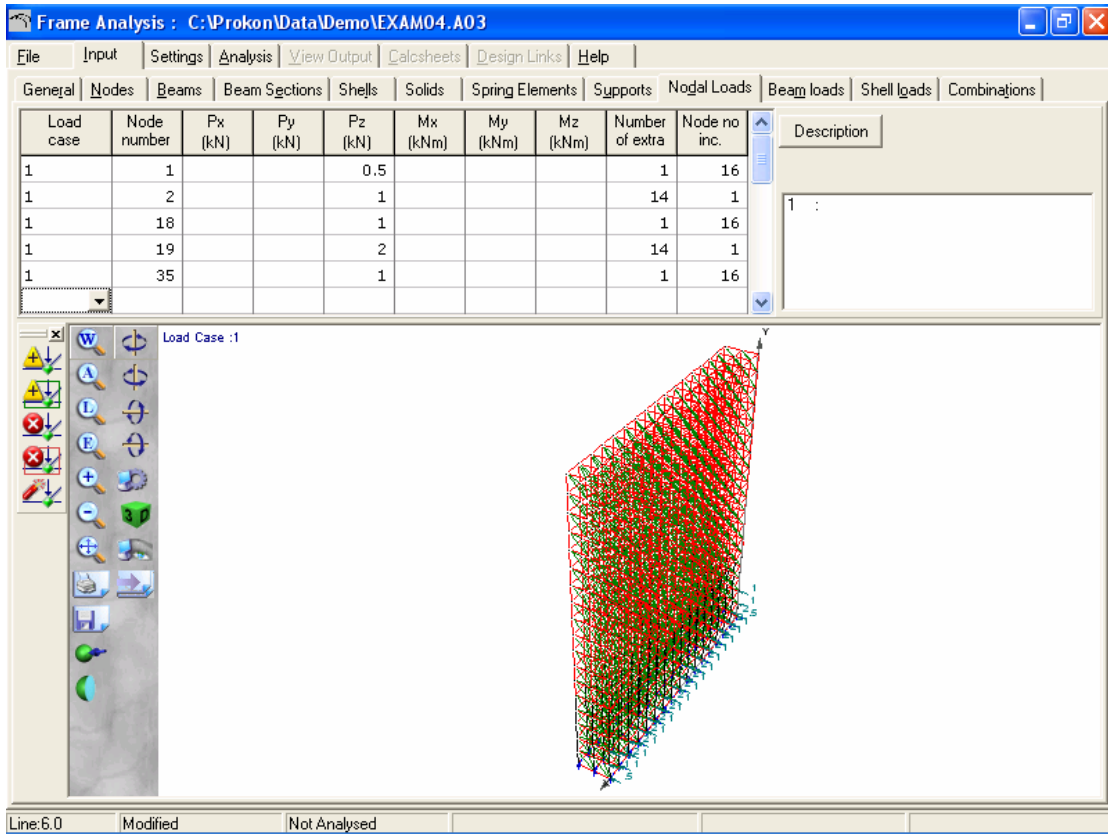
รูปที่ 62 ป้อนแรงที่แผง Y = 2 จุดกลาง

คู่มือแผง Y = 4 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 35 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 1 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 63

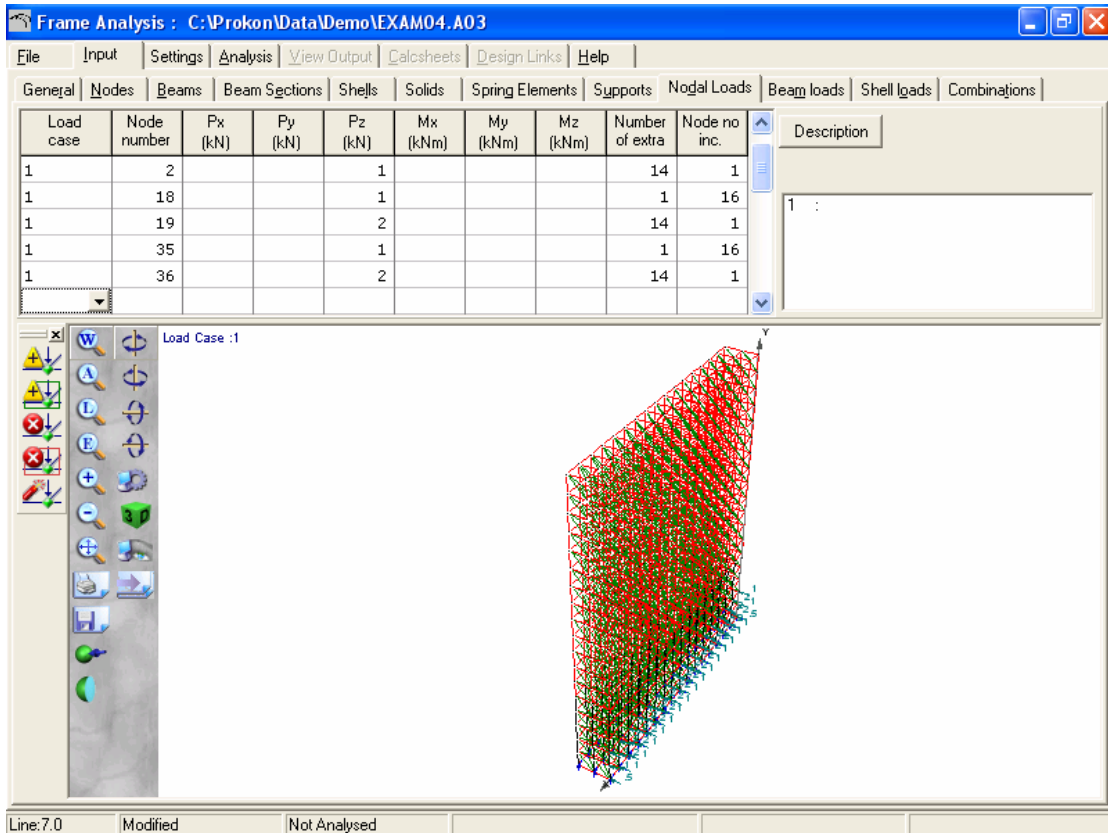
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 36 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 64

คู่มือแผง Y = 6 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 52 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 1 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 65

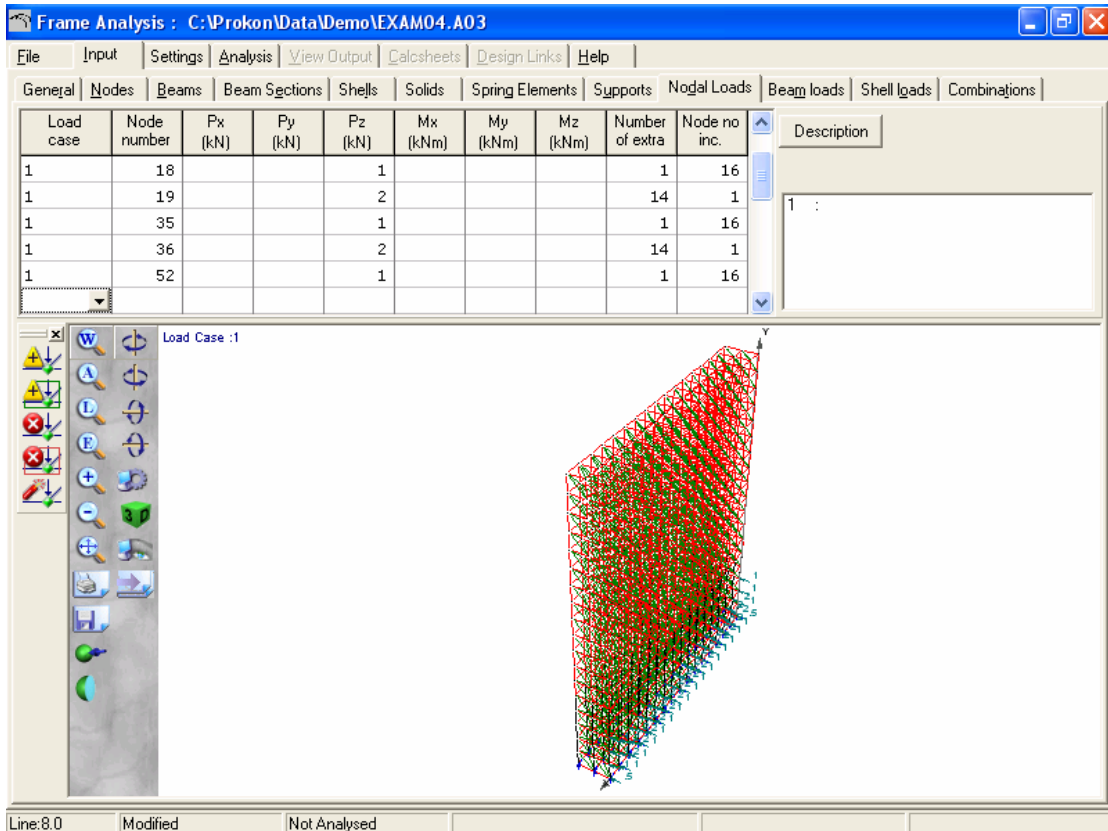
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 53 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 66



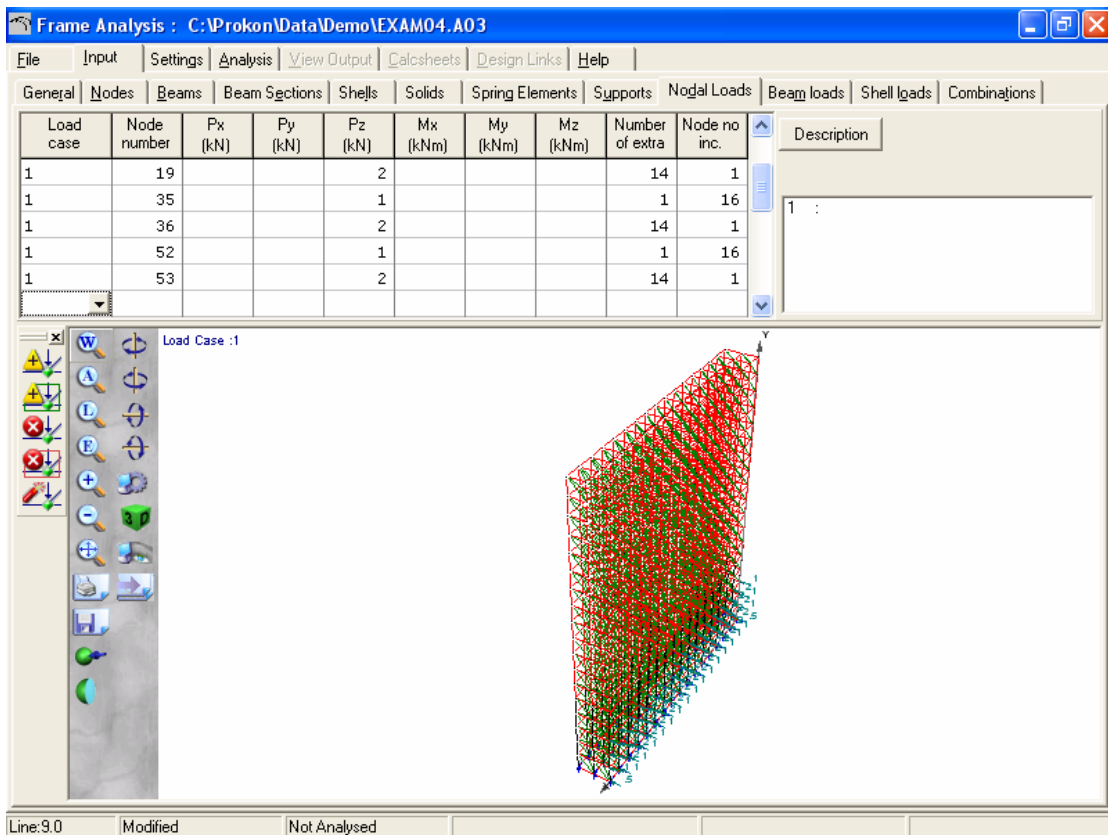
รูปที่ 63 ป้อนแรงที่แผง Y = 4 เฉพาะจุดริม



รูปที่ 64 ป้อนแรงที่แผง Y = 4 จุดกลาง



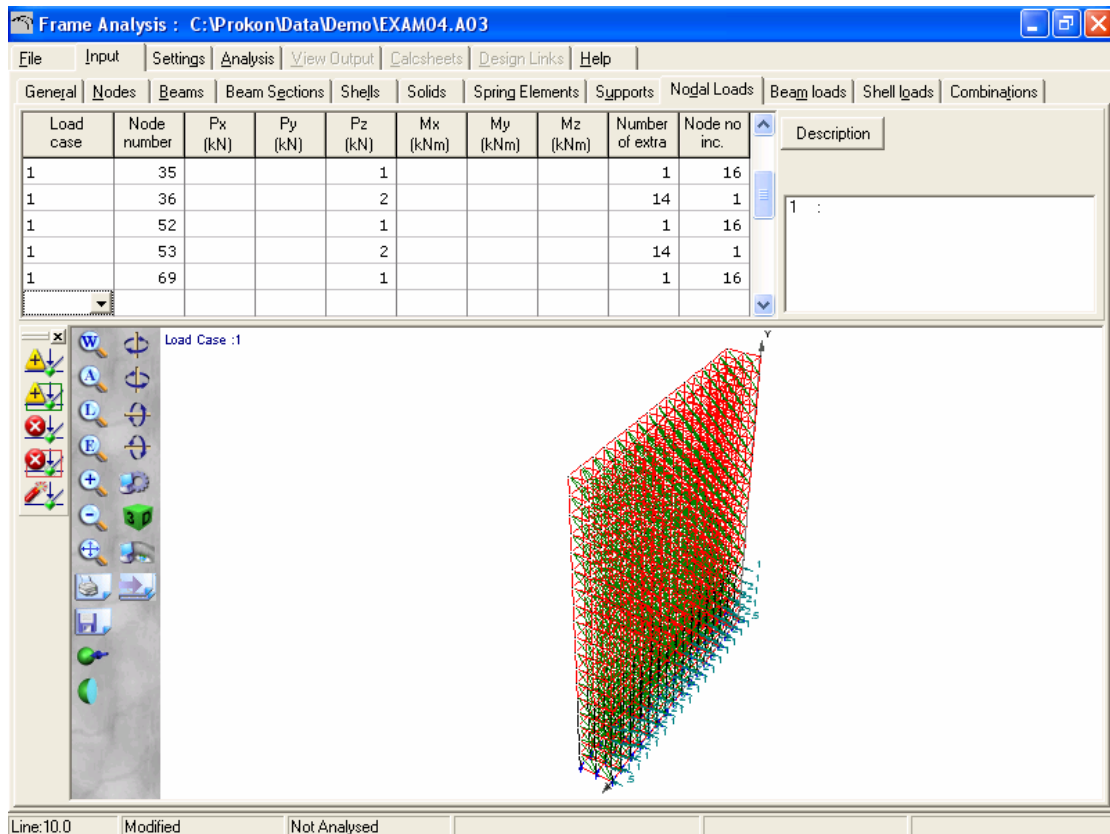
รูปที่ 65 ป้อนแรงที่แผง Y = 6 เฉพาะจุดริม



รูปที่ 66 ป้อนแรงที่แผง Y = 6 จุดกลาง

คู่มือที่ Y = 8 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 69 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 1 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 67

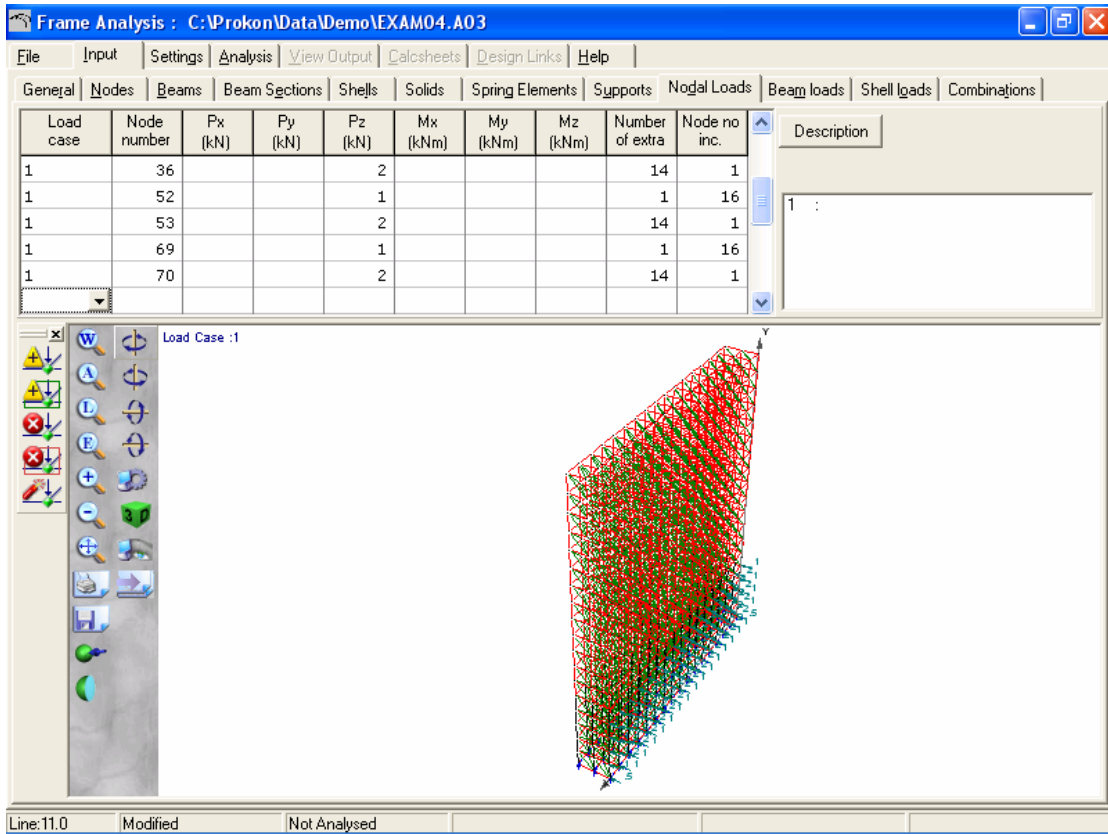
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 70 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 68



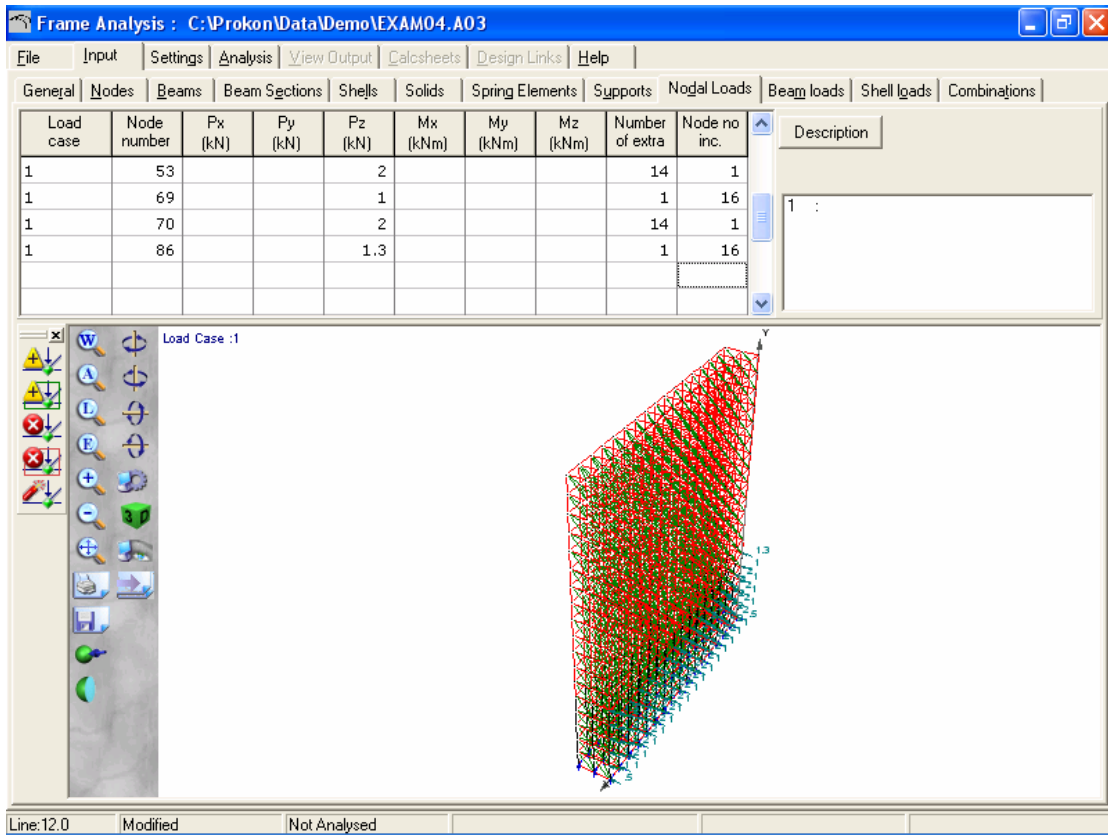
รูปที่ 67 ป้อนแรงที่แผง Y = 8 เฉพาะจุดริม

คู่มือที่ Y = 10 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 86 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 1.3 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 69

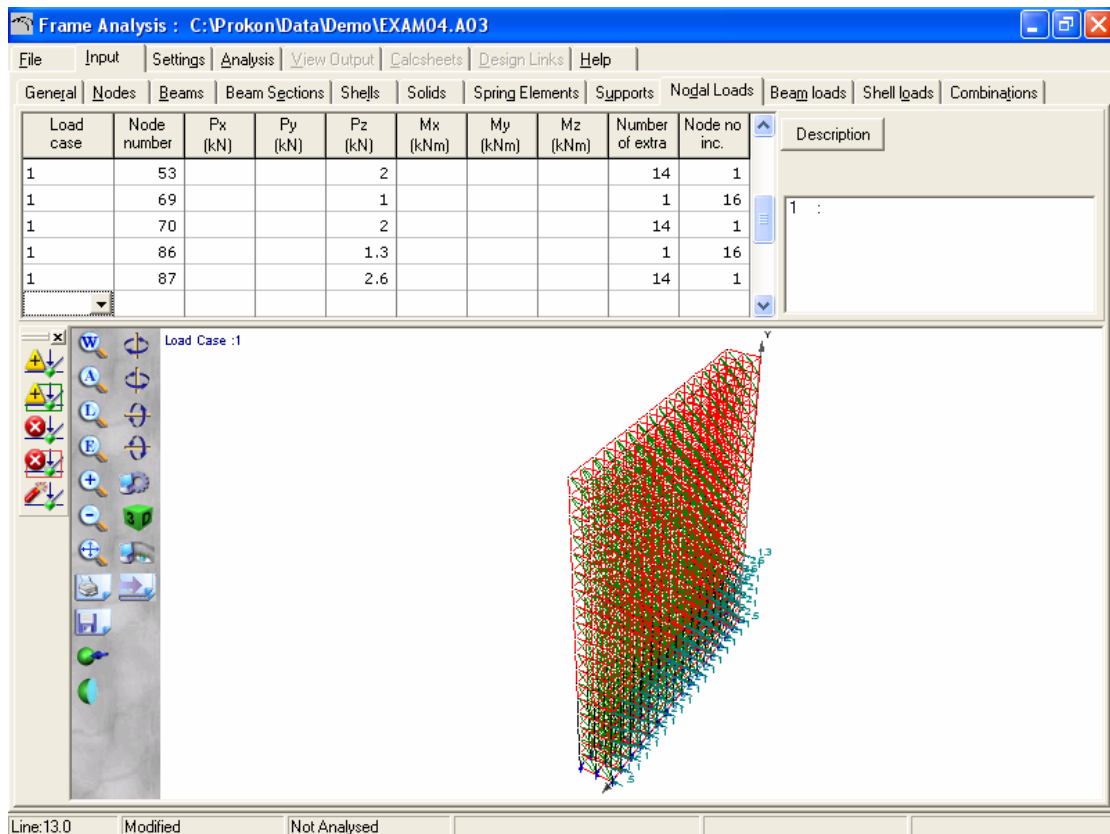
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 87 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2.6 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 70



รูปที่ 68 ป้อนแรงที่แผง Y = 8 จุดกลาง



รูปที่ 69 ป้อนแรงที่แผง Y = 10 เฉพาะจุดริม



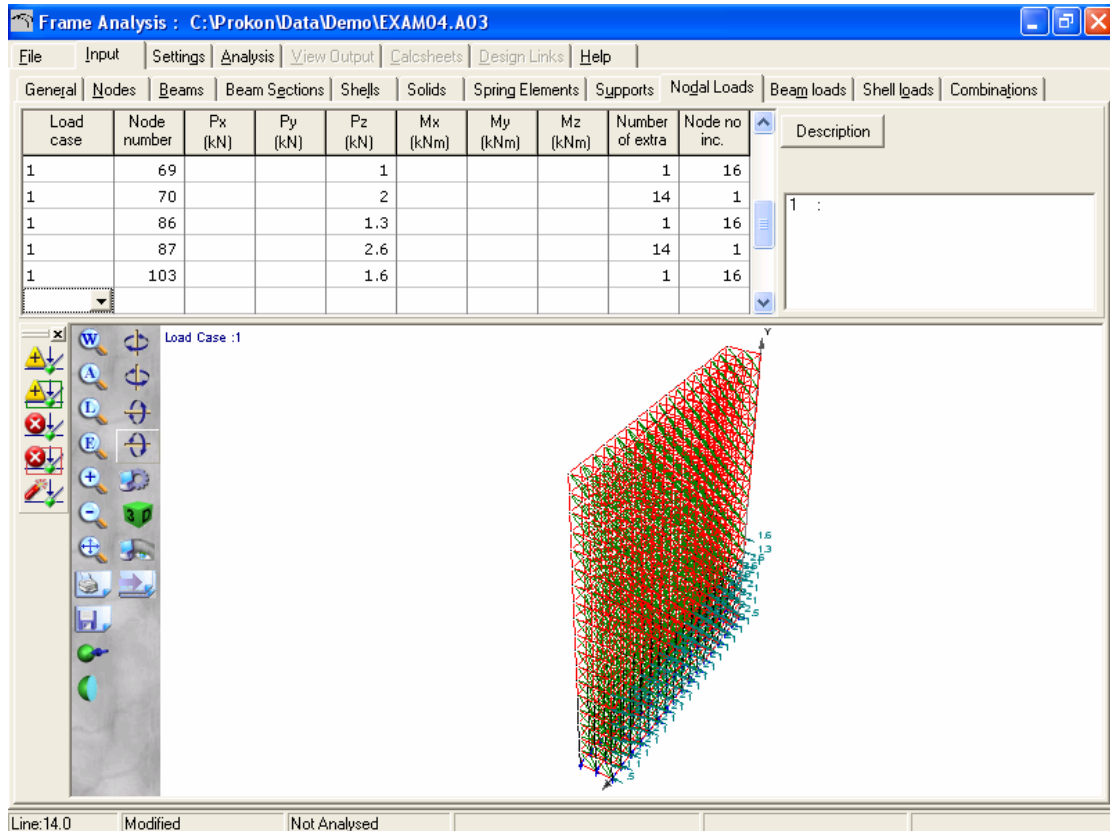
รูปที่ 70 ป้อนแรงที่แผง Y = 10 จุดกลาง

คูที่แผง Y = 12 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 103 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 1.6 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 71

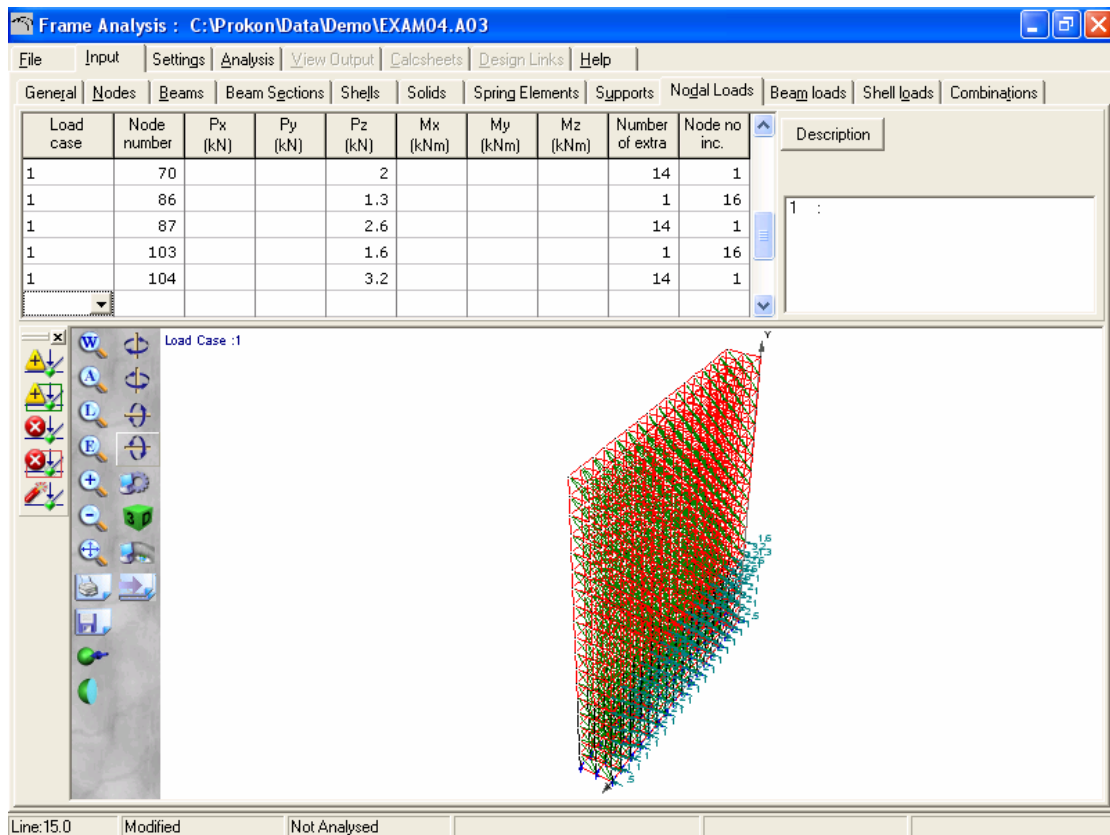
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 104 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 3.2 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 72

คูที่แผง Y = 14 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 120 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 1.6 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 73

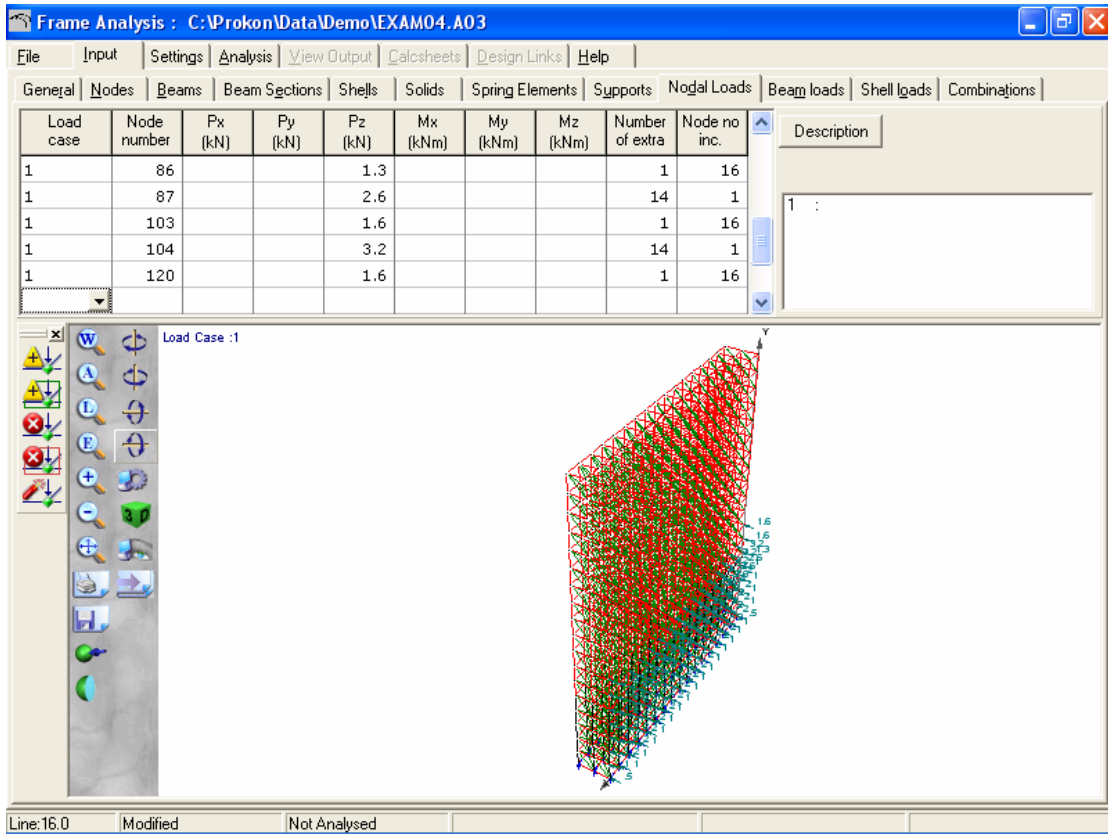
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 121 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 3.2 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 74



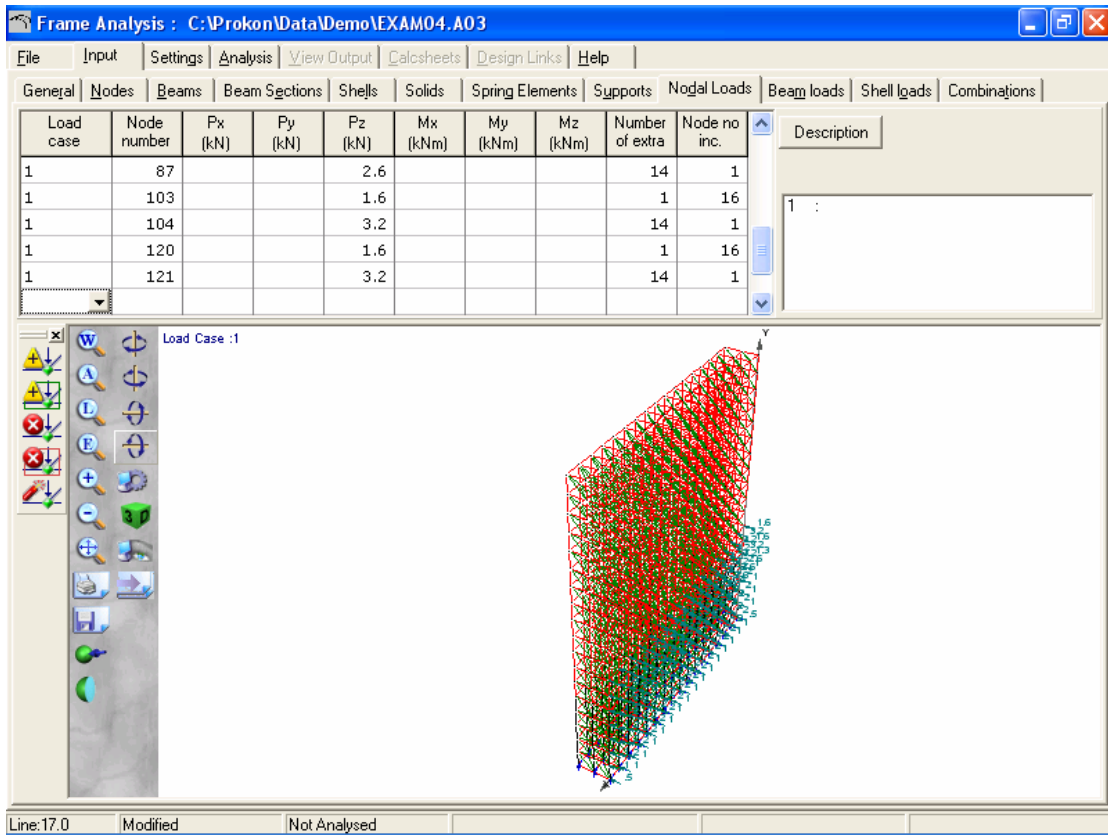
รูปที่ 71 ป้อนแรงที่แผง Y = 12 เฉพาะจุดริม



รูปที่ 72 ป้อนแรงที่แผง Y = 12 จุดกลาง



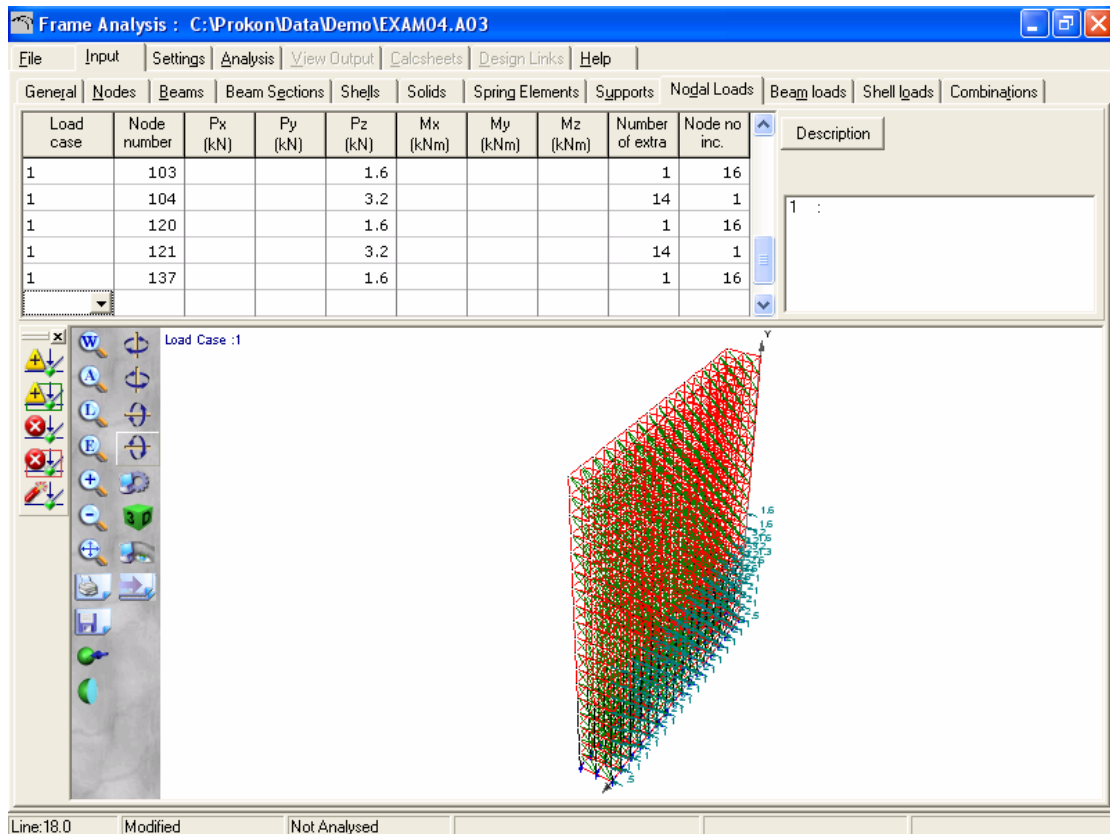
รูปที่ 73 ป้อนแรงที่แผง Y = 14 เฉพาะจุดริม



รูปที่ 74 ป้อนแรงที่แผง Y = 14 จุดกลาง

คู่มือที่แผง $Y = 16$ ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 137 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 1.6 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 75

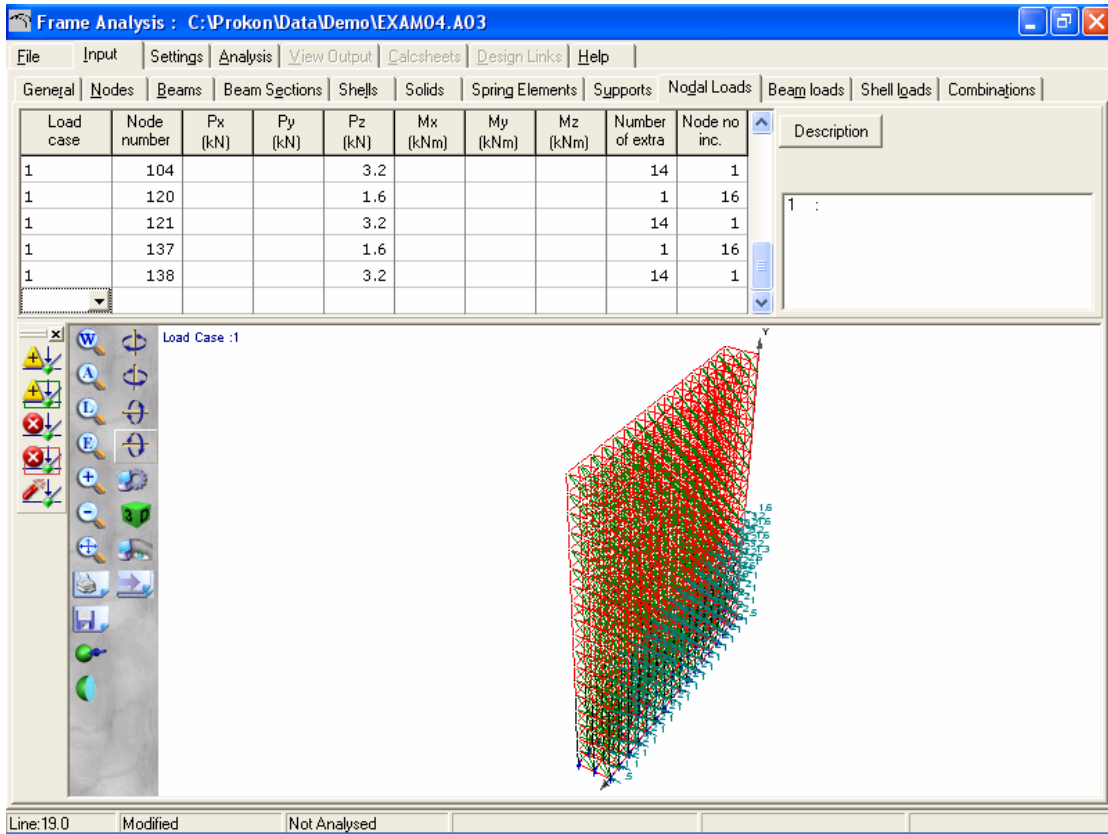
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 138 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 3.2 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 76



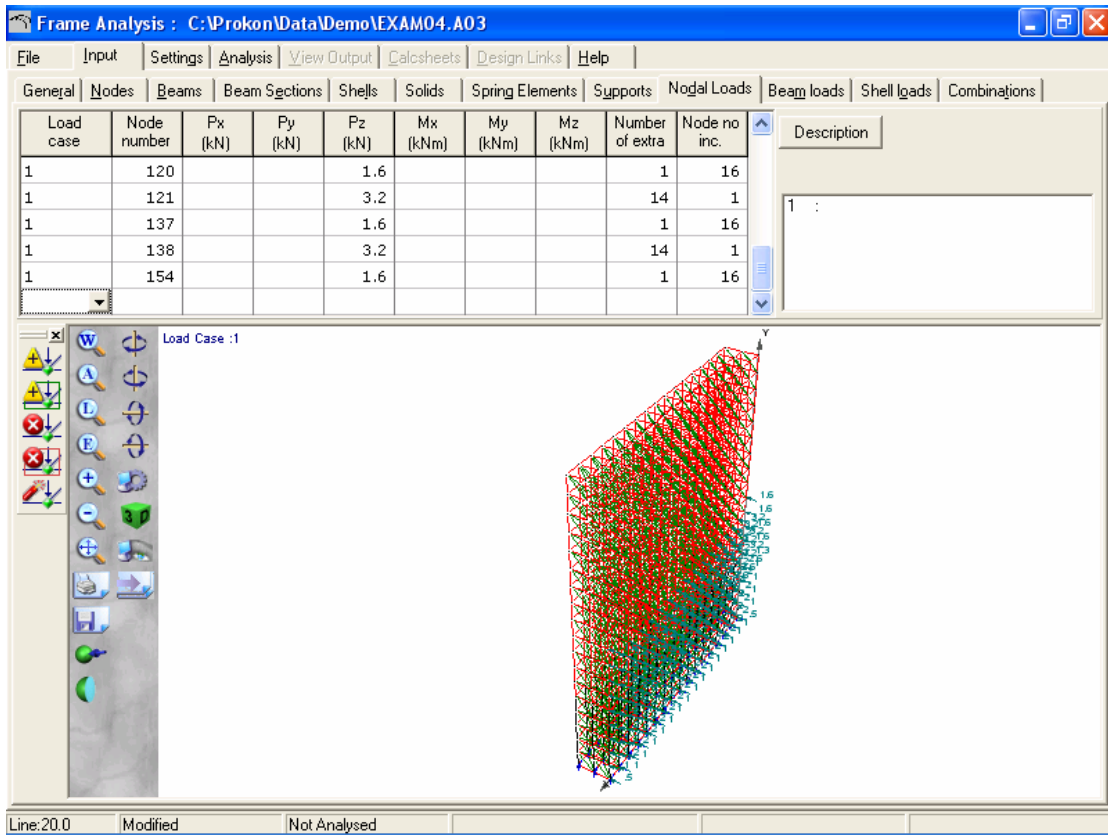
รูปที่ 75 ป้อนแรงที่แผง $Y = 16$ เฉพาะจุดริม

คู่มือที่แผง $Y = 18$ ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 154 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 1.6 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 77

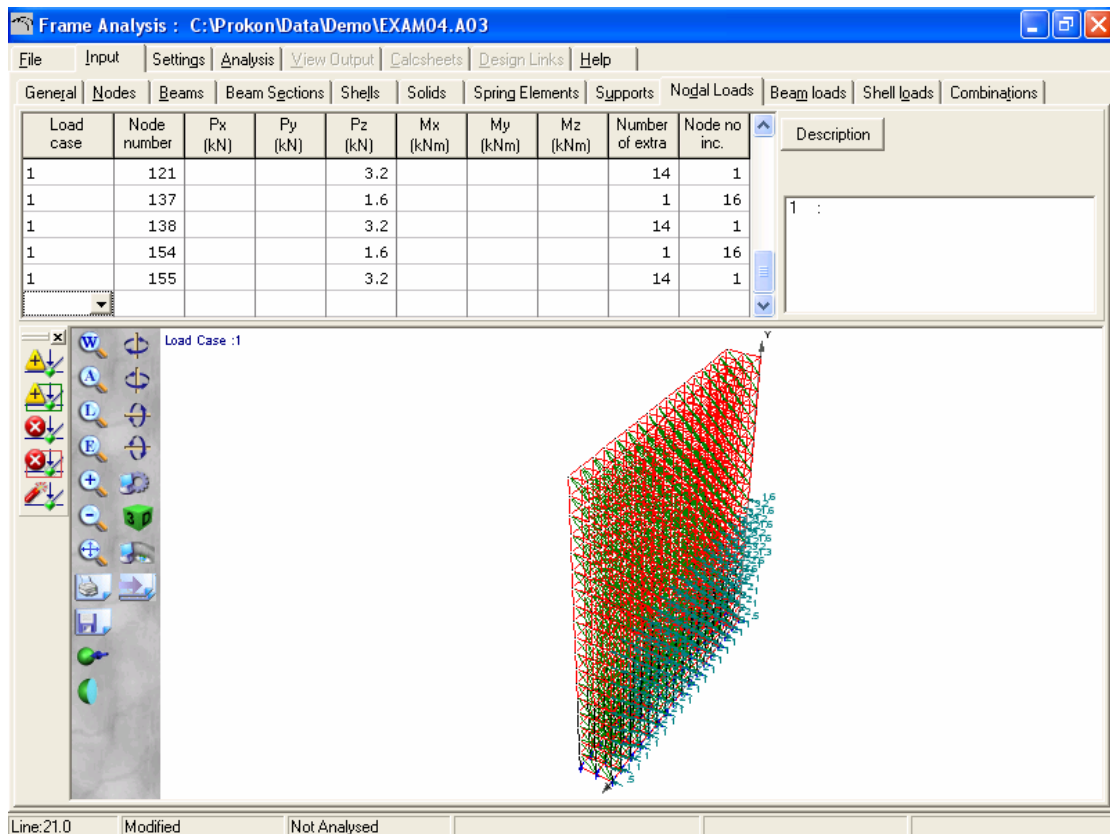
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 155 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 3.2 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 78



รูปที่ 76 ป้อนแรงที่แผง Y = 16 จุดกลาง



รูปที่ 77 ป้อนแรงที่แผง Y = 18 เฉพาะจุดริม



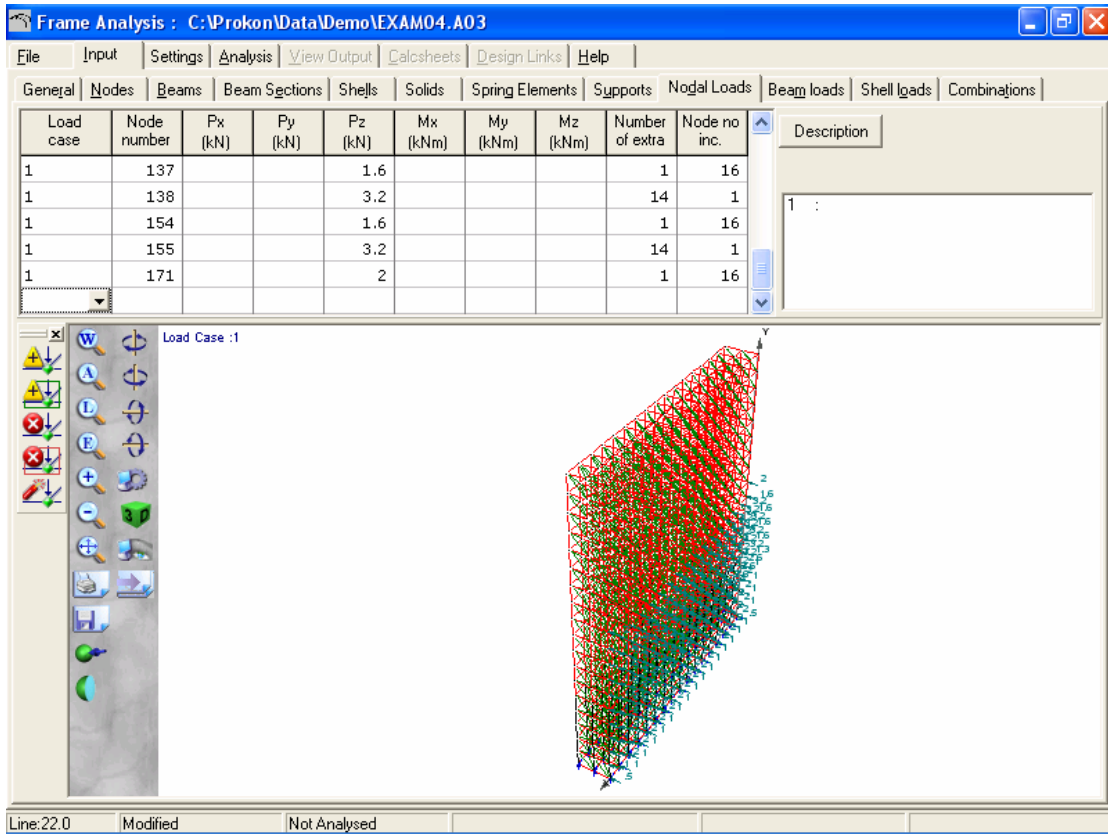
รูปที่ 78 ป้อนแรงที่แผง Y = 18 จุดกลาง

คูที่แผง Y = 20 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 171 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 79

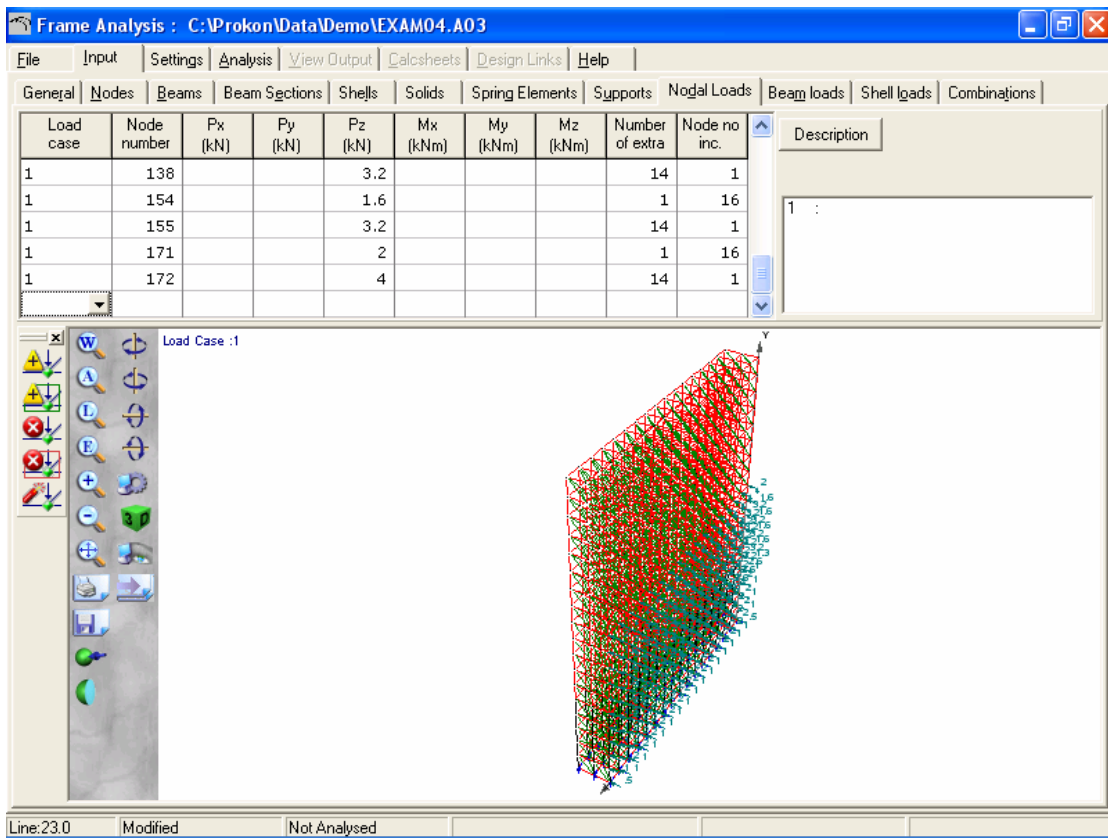
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 172 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 4 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 80

คูที่แผง Y = 22 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 188 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2.4 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 81

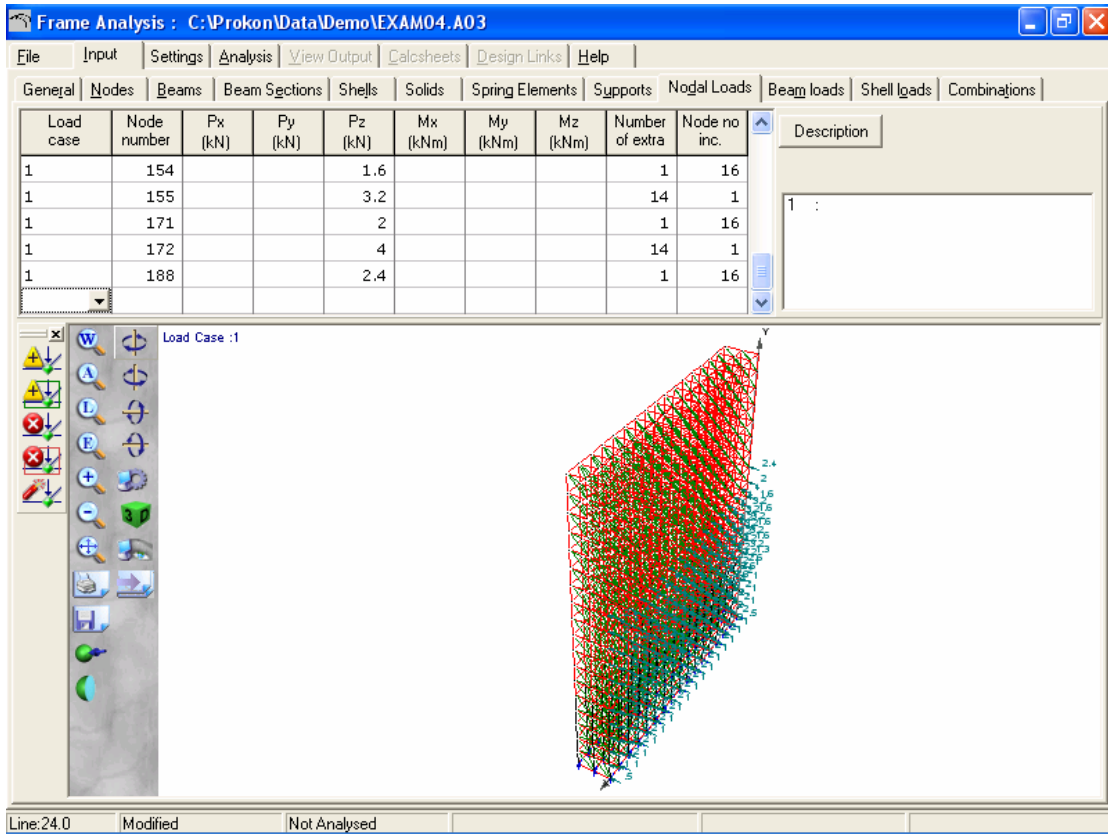
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 189 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 4.8 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 82



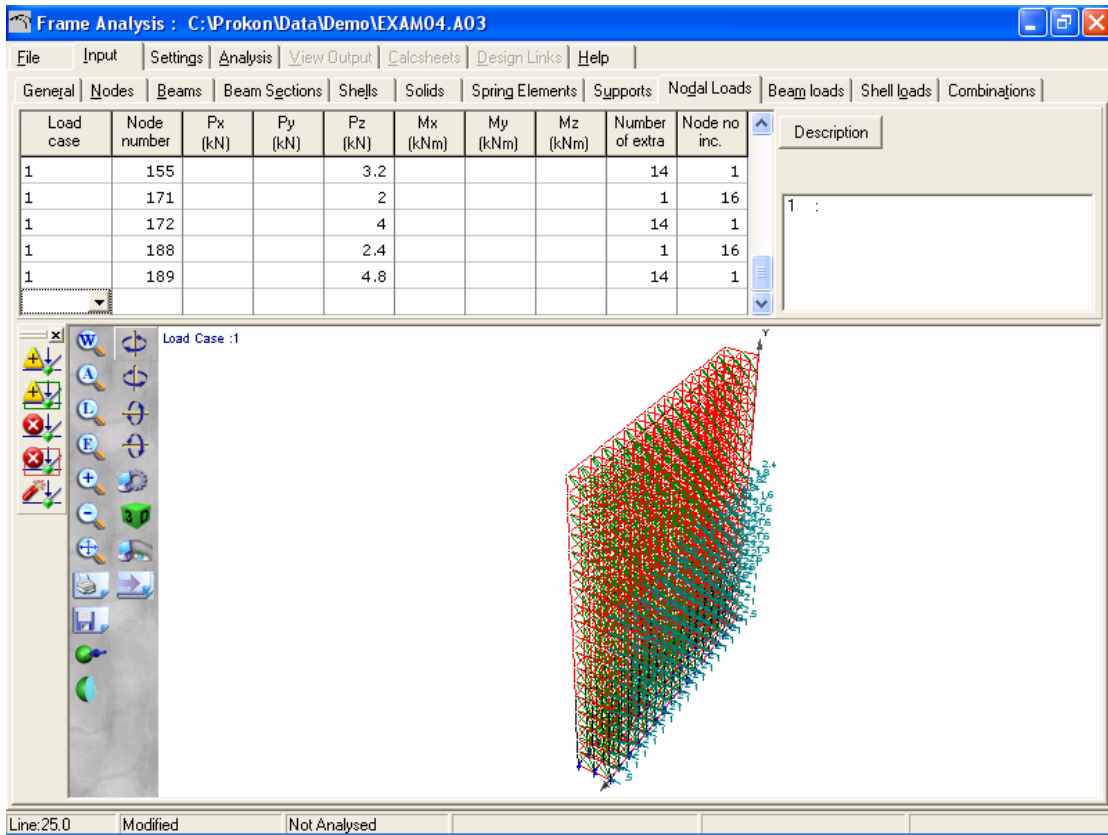
รูปที่ 79 ป้อนแรงที่แผง Y = 20 เฉพาะจุดริม



รูปที่ 80 ป้อนแรงที่แผง Y = 20 จุดกลาง



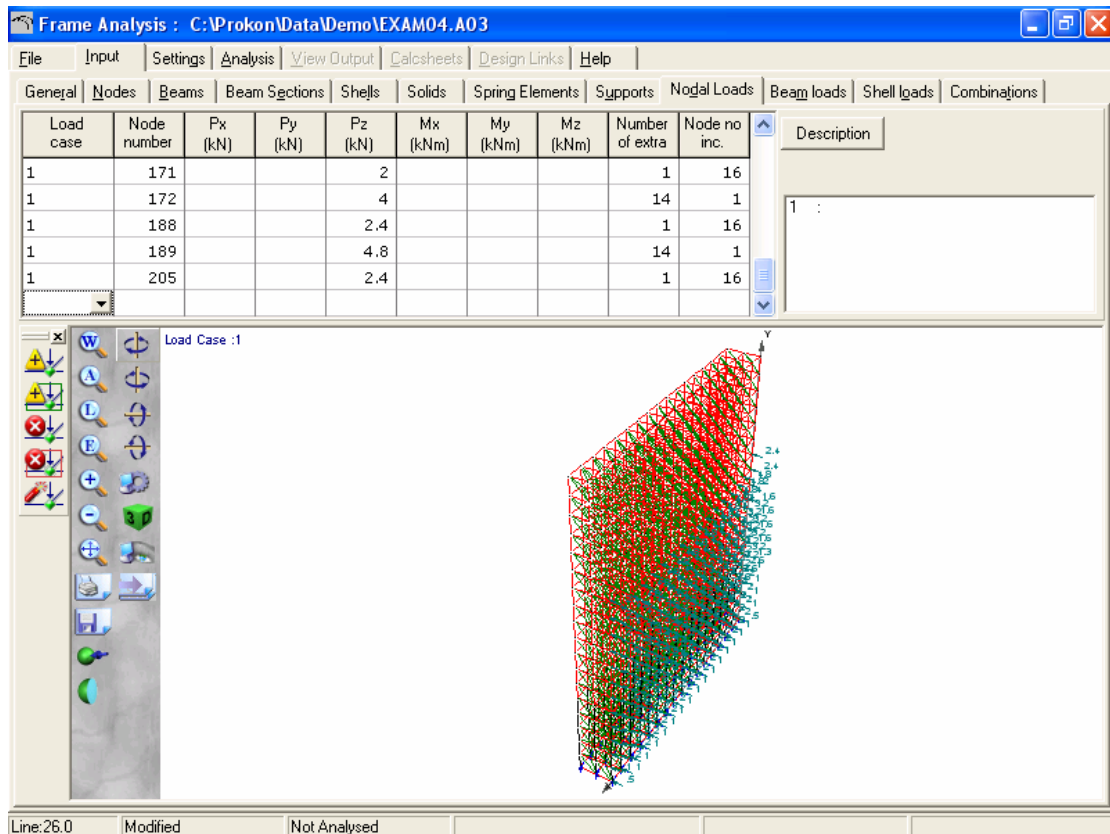
รูปที่ 81 ป้อนแรงที่แผง Y = 22 เฉพาะจุดริม



รูปที่ 82 ป้อนแรงที่แผง Y = 22 จุดกลาง

คู่มือที่แผง $Y = 24$ ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 205 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2.4 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 83

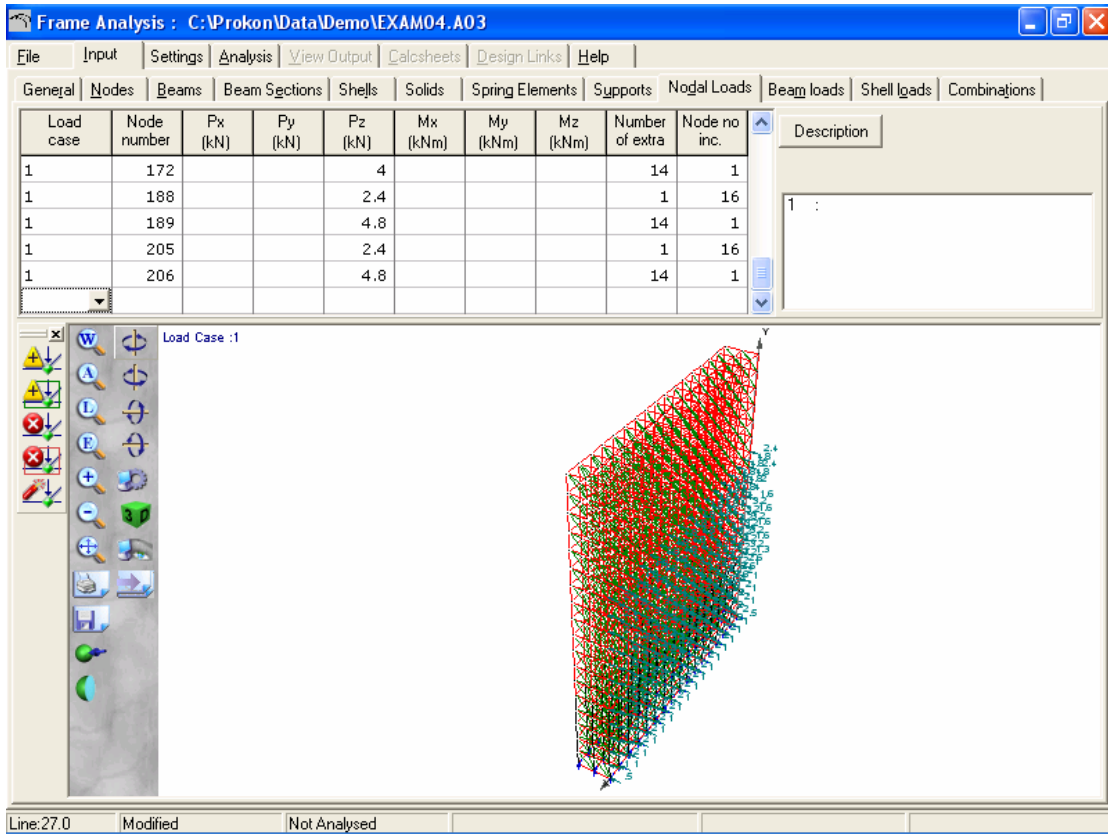
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 206 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 4.8 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 84



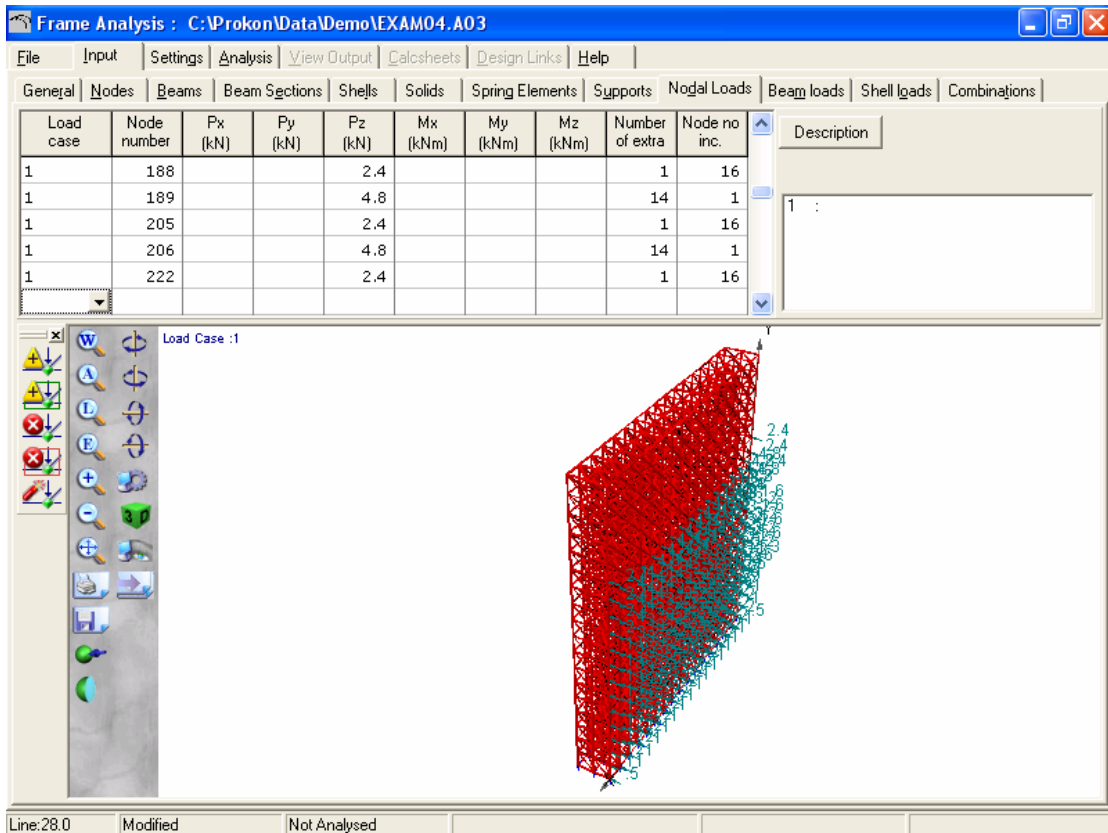
รูปที่ 83 ป้อนแรงที่แผง $Y = 24$ เฉพาะจุดริม

คู่มือที่แผง $Y = 26$ ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 222 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2.4 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 85

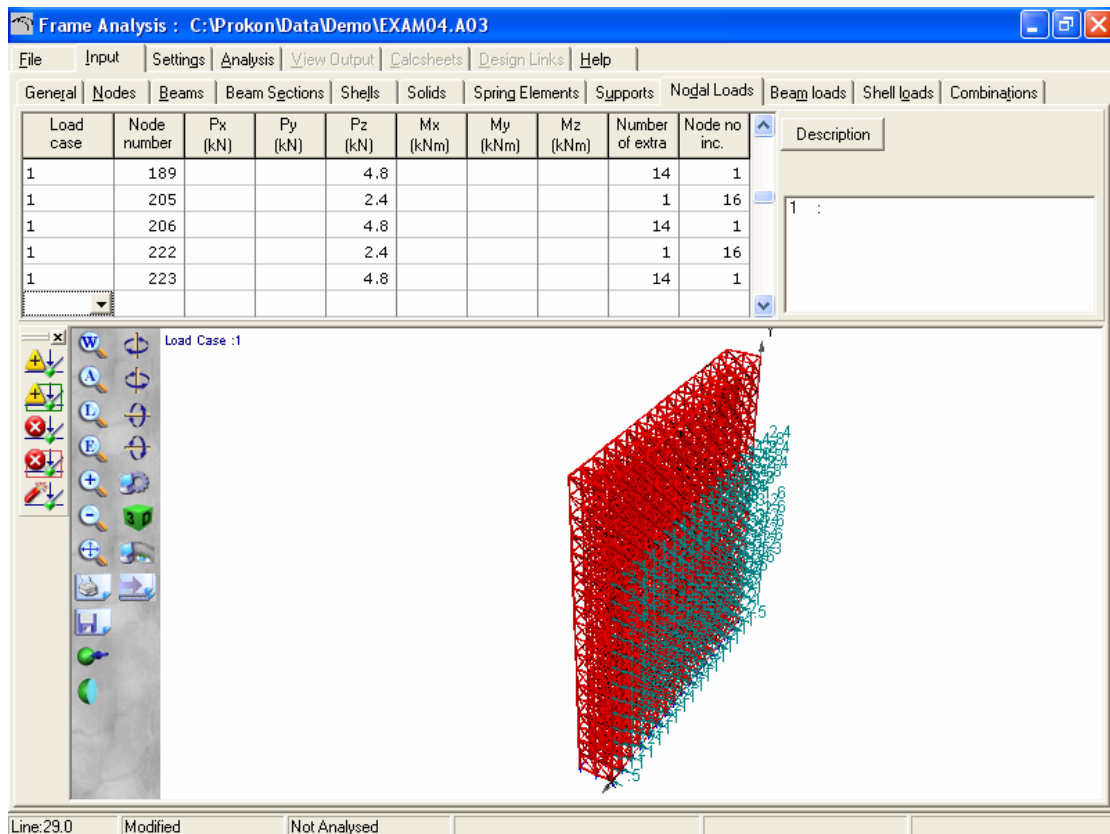
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 223 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 4.8 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 86



รูปที่ 84 ป้อนแรงที่แผง Y = 24 จุดกลาง



รูปที่ 85 ป้อนแรงที่แผง Y = 26 เฉพาะจุดริม



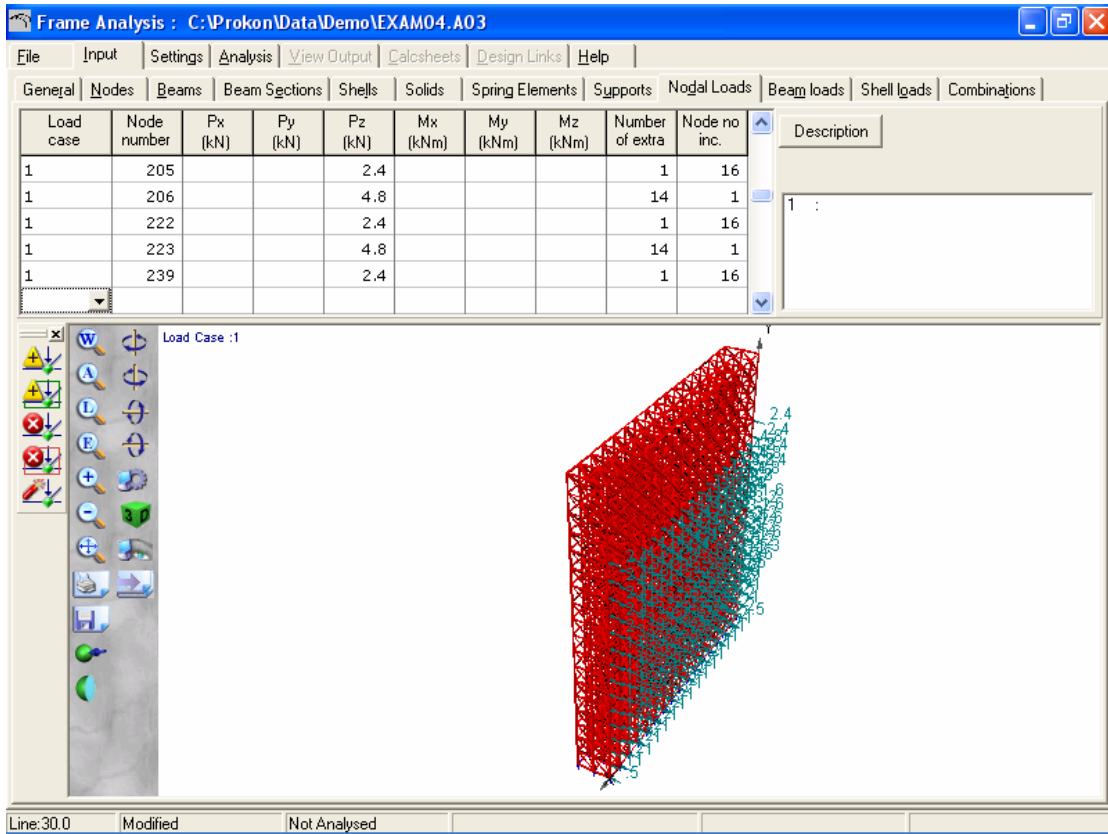
รูปที่ 86 ป้อนแรงที่แผง Y = 26 จุดกลาง

คูที่แผง Y = 28 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 239 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2.4 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 87

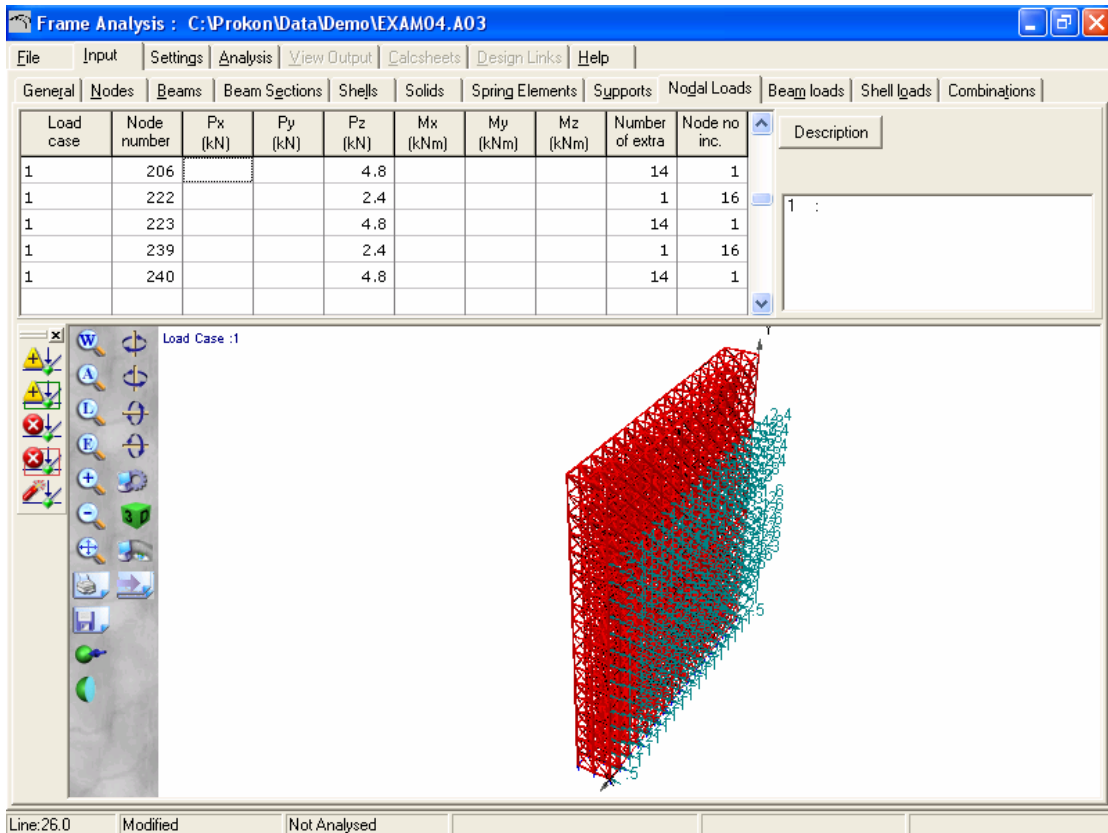
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 240 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 4.8 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 88

คูที่แผง Y = 30 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 256 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2.4 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 89

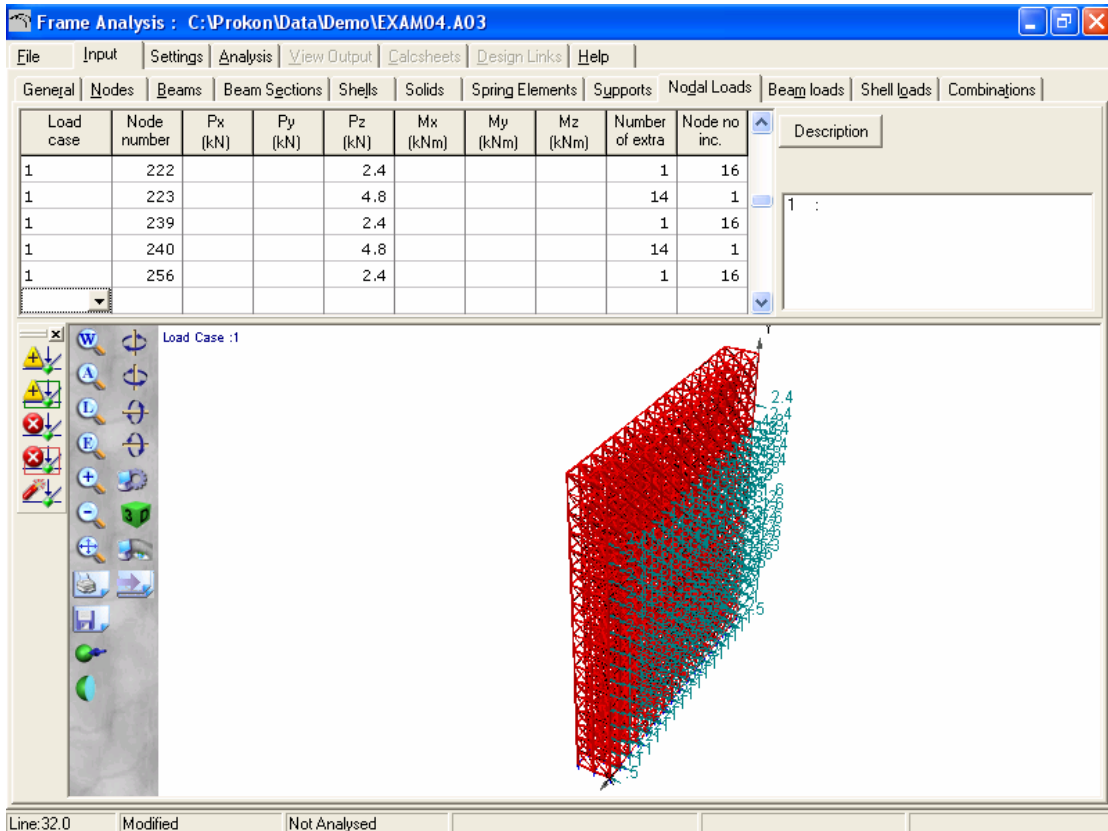
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 257 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 4.8 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 90



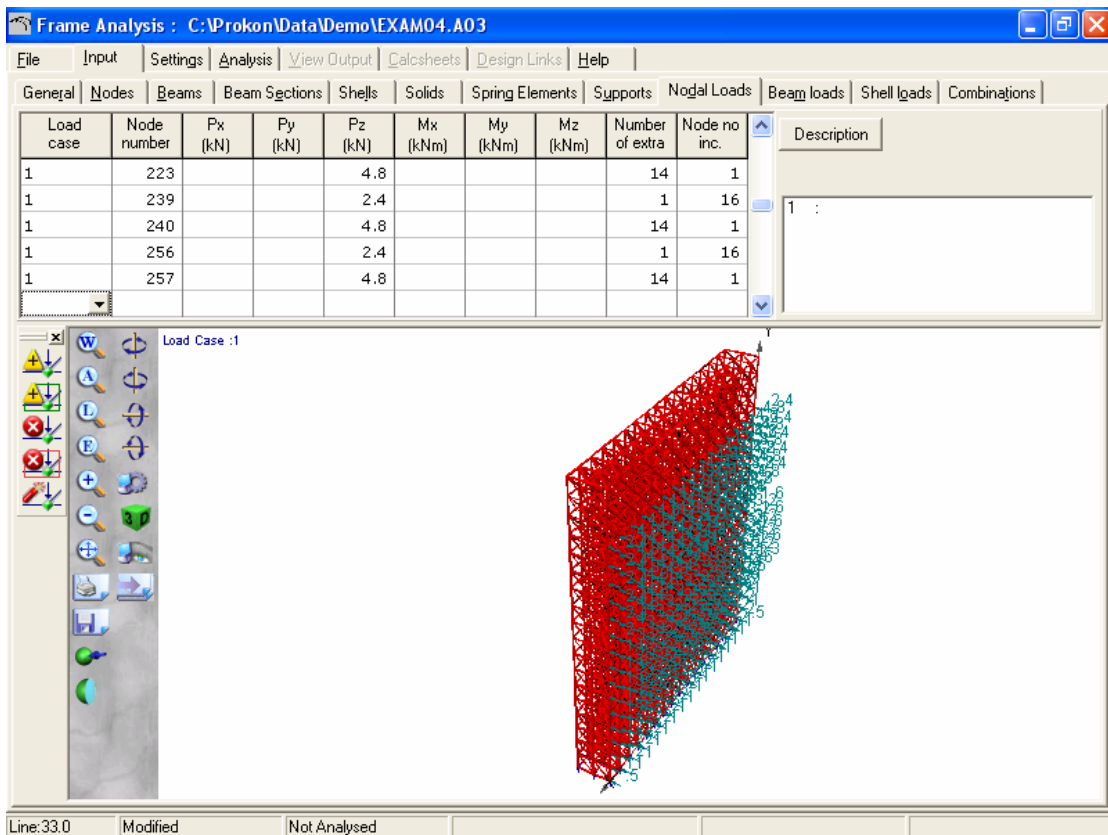
รูปที่ 87 ป้อนแรงที่แผง Y = 28 เฉพาะจุดริม



รูปที่ 88 ป้อนแรงที่แผง Y = 28 จุดกลาง



รูปที่ 89 ป้อนแรงที่แผง Y = 30 เฉพาะจุดริม



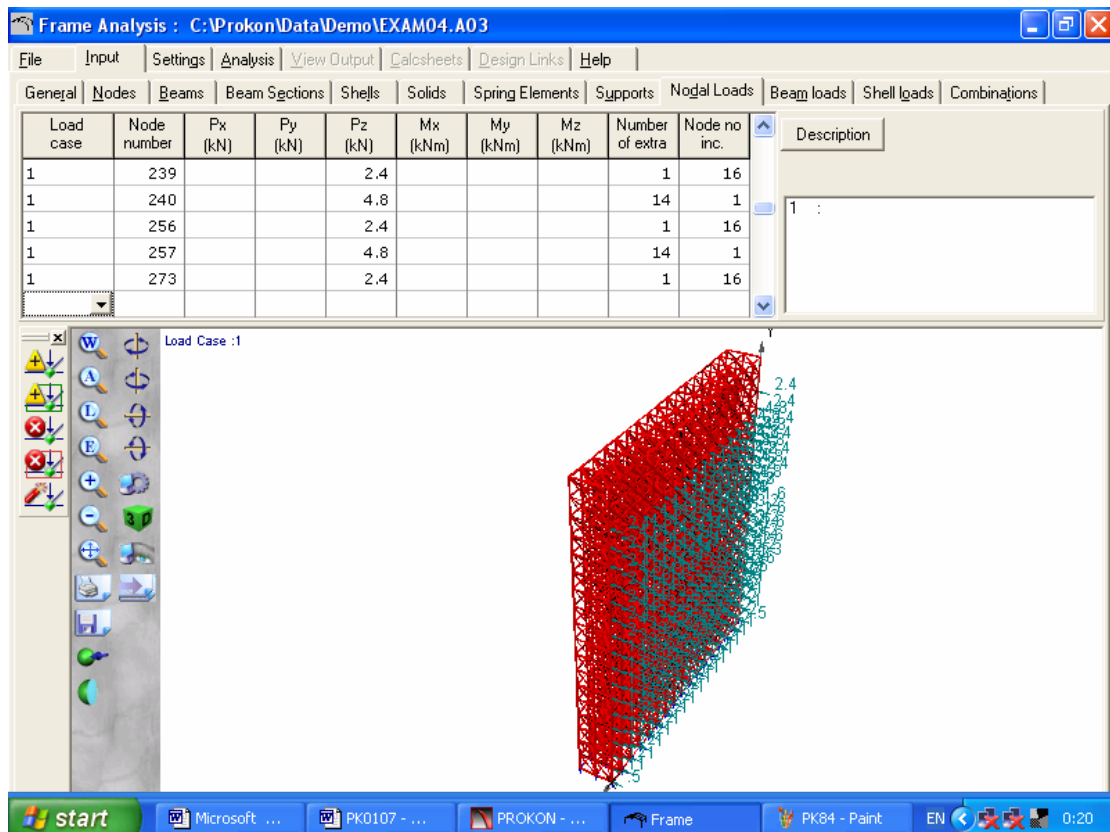
รูปที่ 90 ป้อนแรงที่แผง Y = 30 จุดกลาง

คู่มือที่แผง Y = 32 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 273 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2.4 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 91

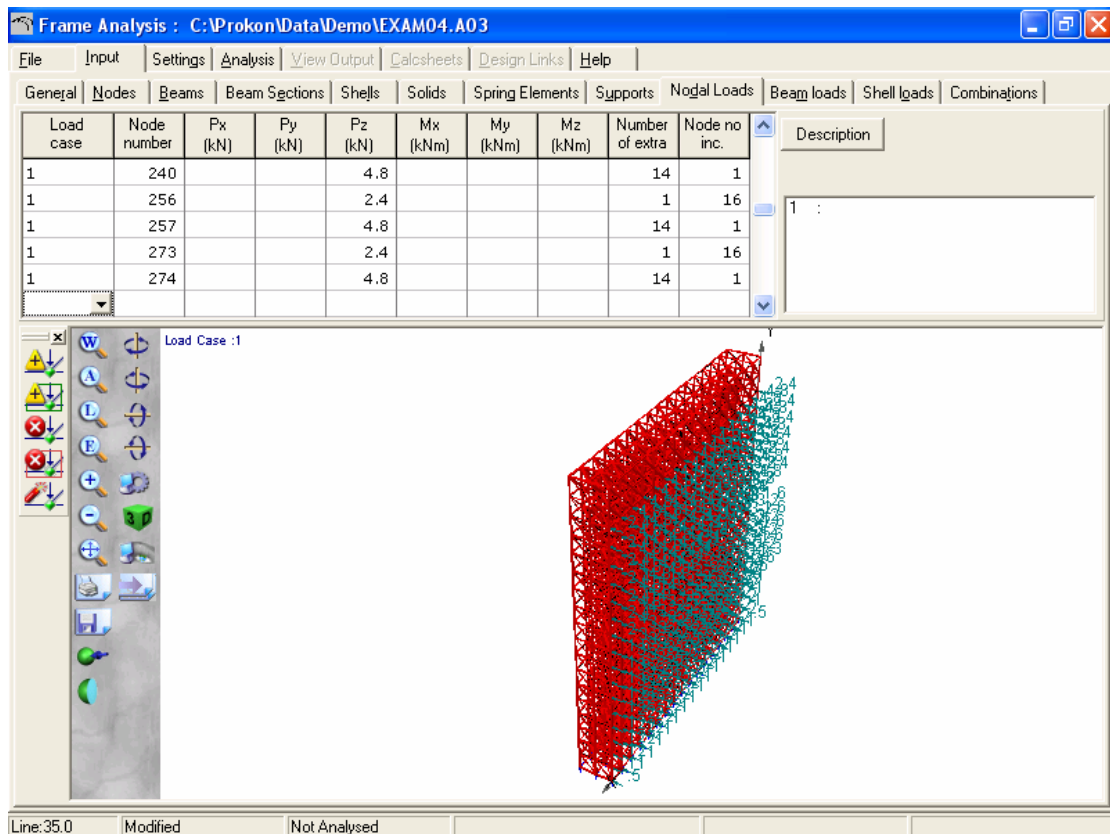
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 274 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 4.8 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 92

คู่มือที่แผง Y = 34 ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 290 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2.4 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 93

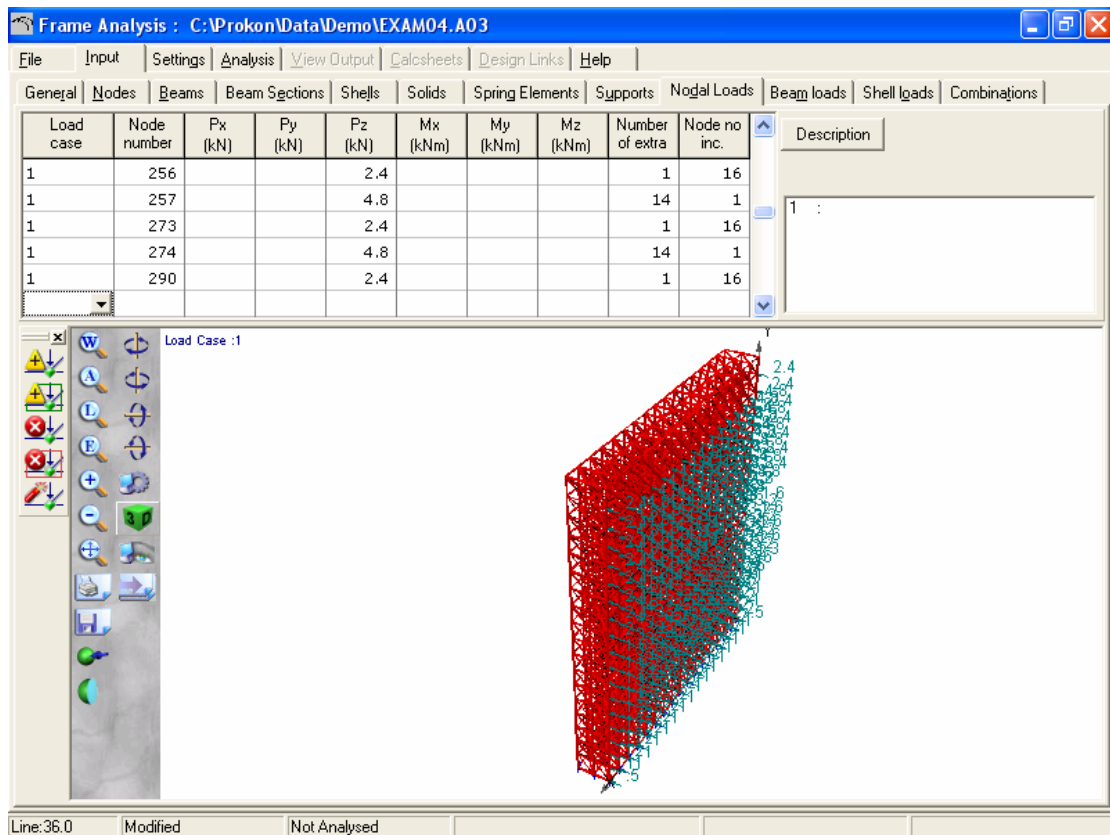
ช่องแรกป้อนหมายเลขชุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 291 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 4.8 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เคาะ Enter ได้ผลตามรูปที่ 94



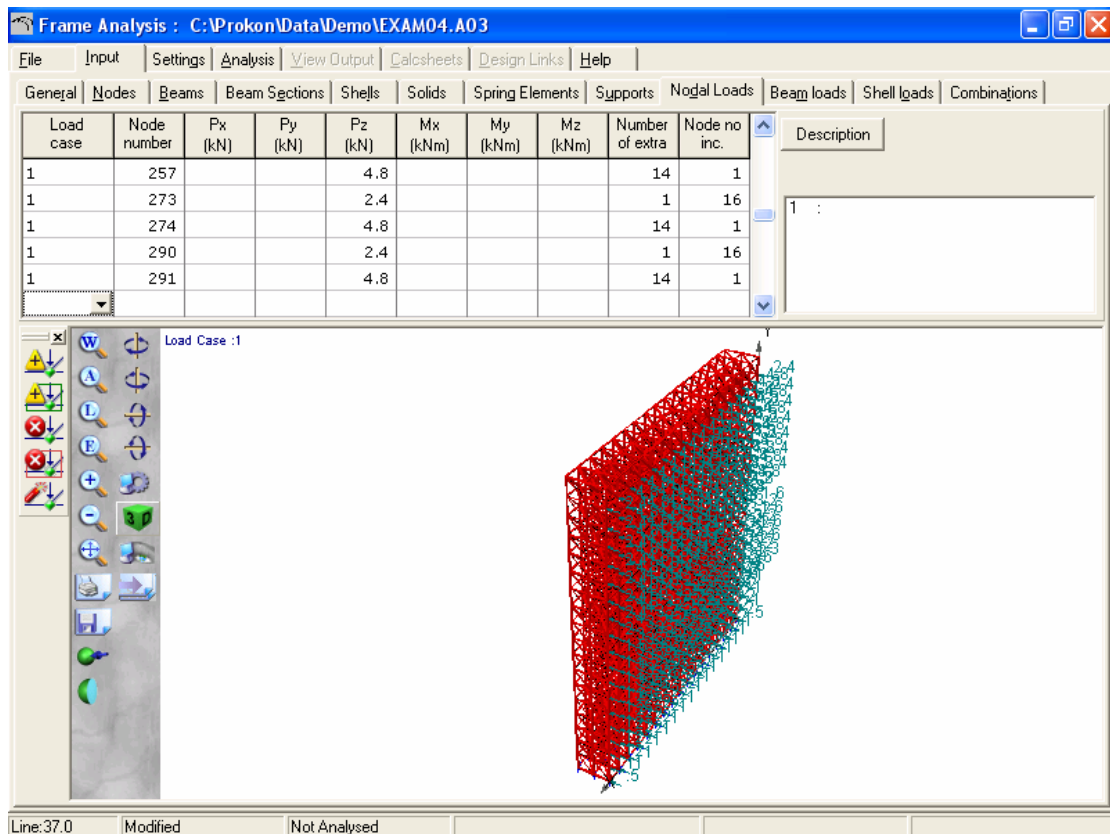
รูปที่ 91 ป้อนแรงที่แผง Y = 32 เฉพาะจุดริม



รูปที่ 92 ป้อนแรงที่แผง Y = 32 จุดกลาง



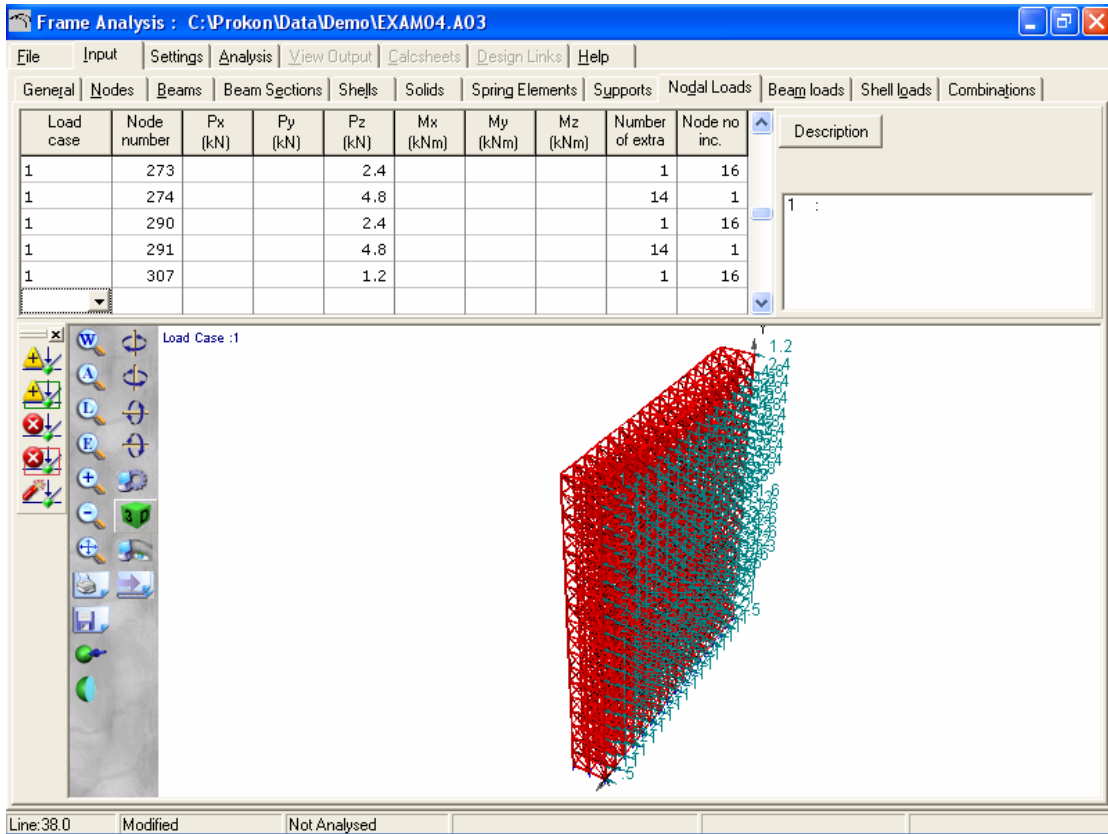
รูปที่ 93 ป้อนแรงที่แผง Y = 34 เฉพาะจุดริม



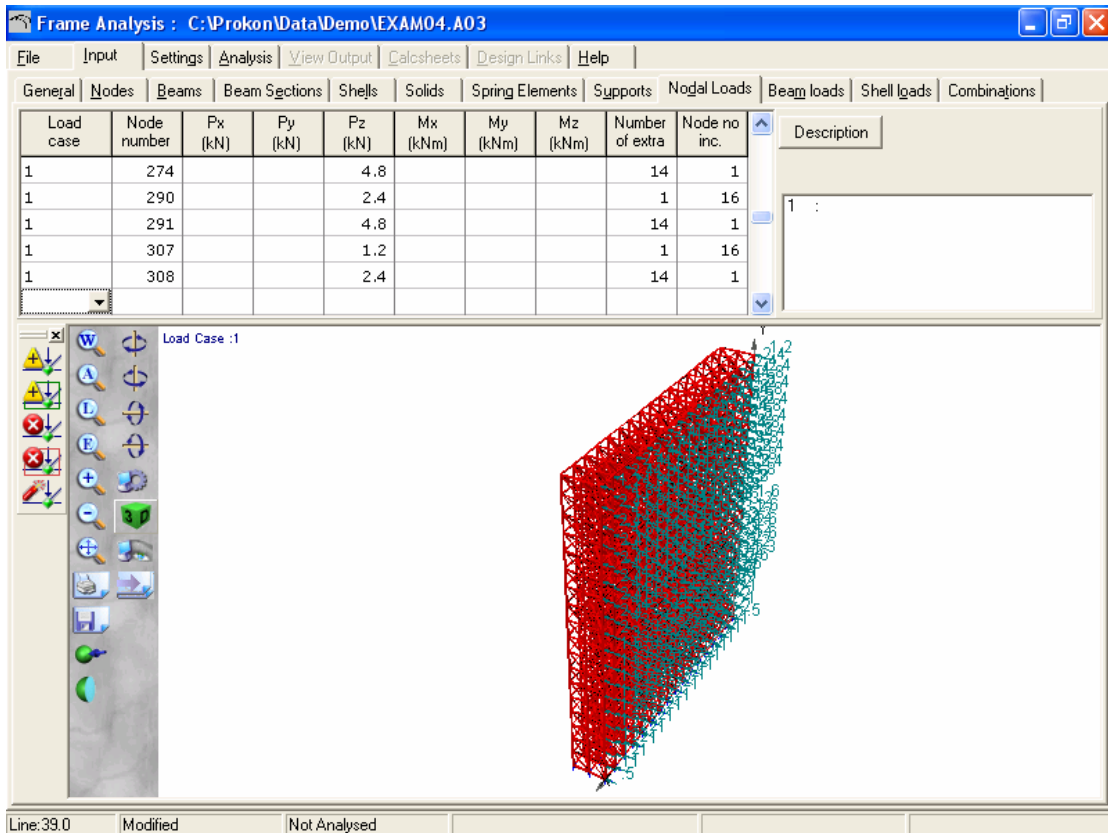
รูปที่ 94 ป้อนแรงที่แผง Y = 34 จุดกลาง

คู่มือแผง Y = 36 ช่องแรกป้อนหมายเลขจุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 307 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 1.2 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 1 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 16 เค้า Enter ได้ผลตามรูปที่ 95

ช่องแรกป้อนหมายเลขจุดแรง 1 ช่องที่สองป้อนหมายเลขจุดต่อ 308 ช่องสามช่องสี่ไม่ป้อน ช่องห้าป้อนแรง 2.4 ช่องเก้าป้อนจำนวนจุดที่มีแรงเหมือนกัน 14 ช่องสิบป้อนอัตราการเพิ่มของหมายเลขจุดต่อ 1 เค้า Enter ได้ผลตามรูปที่ 96



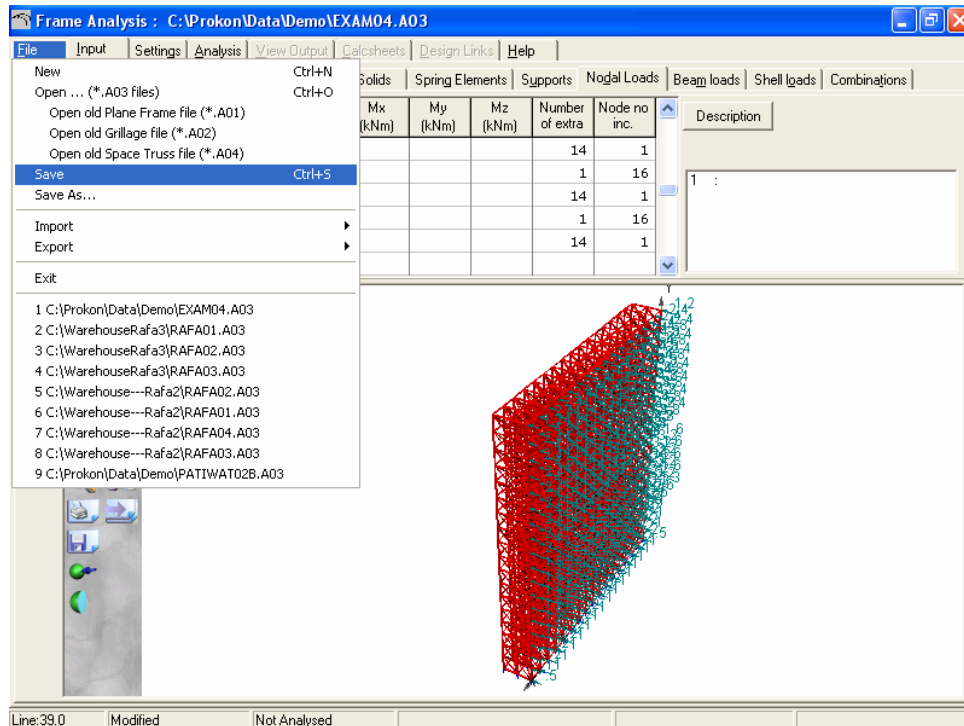
รูปที่ 95 ป้อนแรงที่แผง Y = 36 เฉพาะจุดริม



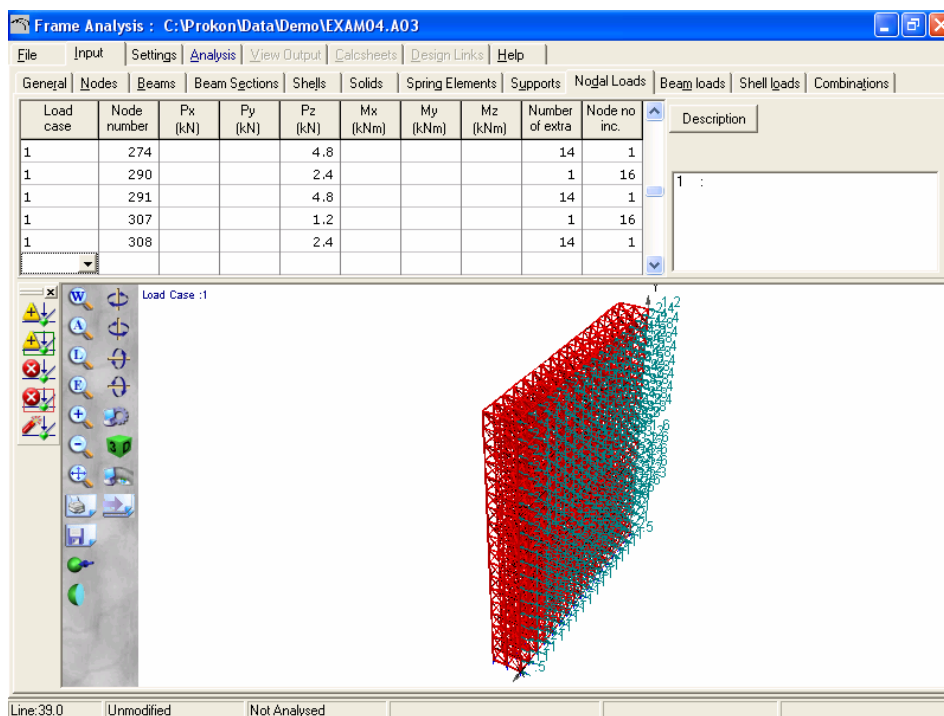
รูปที่ 96 ป้อนแรงที่แผง Y = 36 จุดกลาง

เลื่อน Scroll bar ทางขวาขึ้นแล้วคลิกที่ File คลิกที่ Save หรือ Save As ในชื่อไฟล์ EXAM04.A03 ตามรูปที่ 97 เลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่ปุ่ม Analysis เตรียมกดเพื่อไปวิเคราะห์ตามรูปที่

98

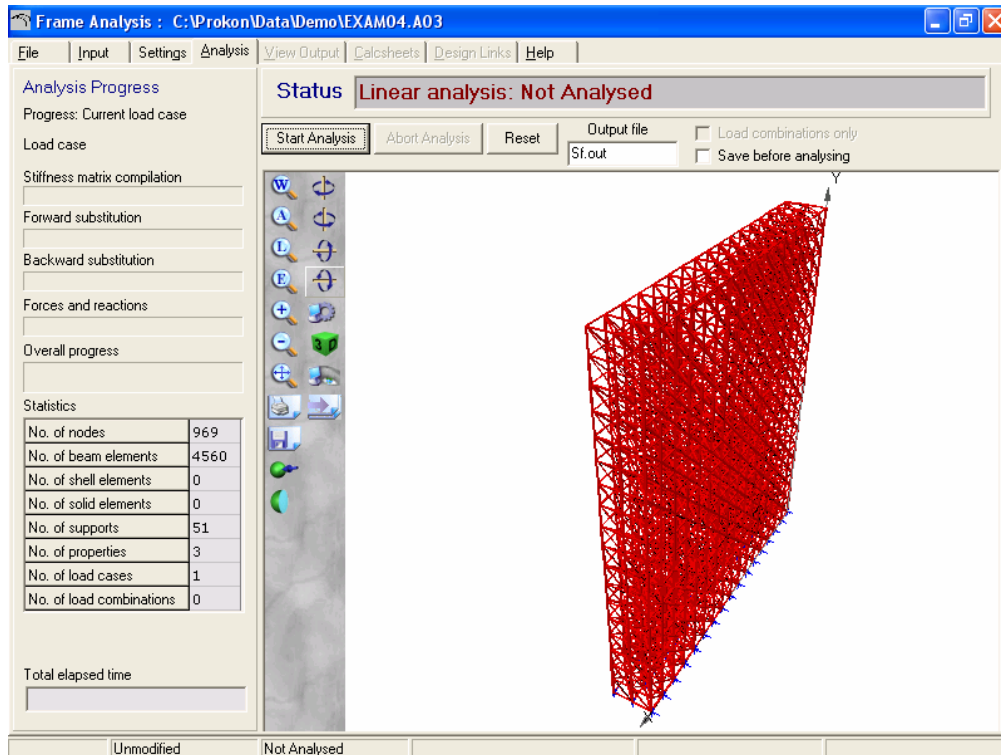


รูปที่ 97 รูปการตั้งบันทึกไฟล์ข้อมูลในชื่อ EXAM01.A04

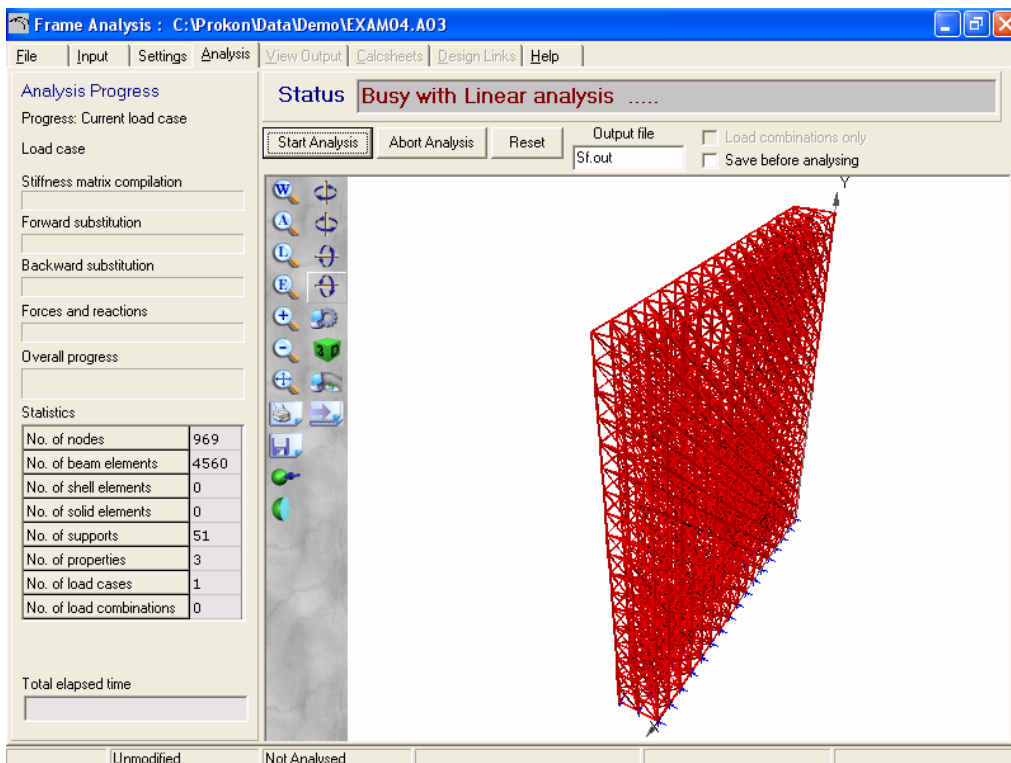


รูปที่ 98 เตรียมกดปุ่ม Analysis เพื่อทำการวิเคราะห์

เมื่อคลิกปุ่ม Analysis แล้วหน้าจอจะเปลี่ยนไปเป็นรูปที่ 99 เลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่ปุ่ม Start Analysis เตรียมกดจะได้ดังรูปที่ 100

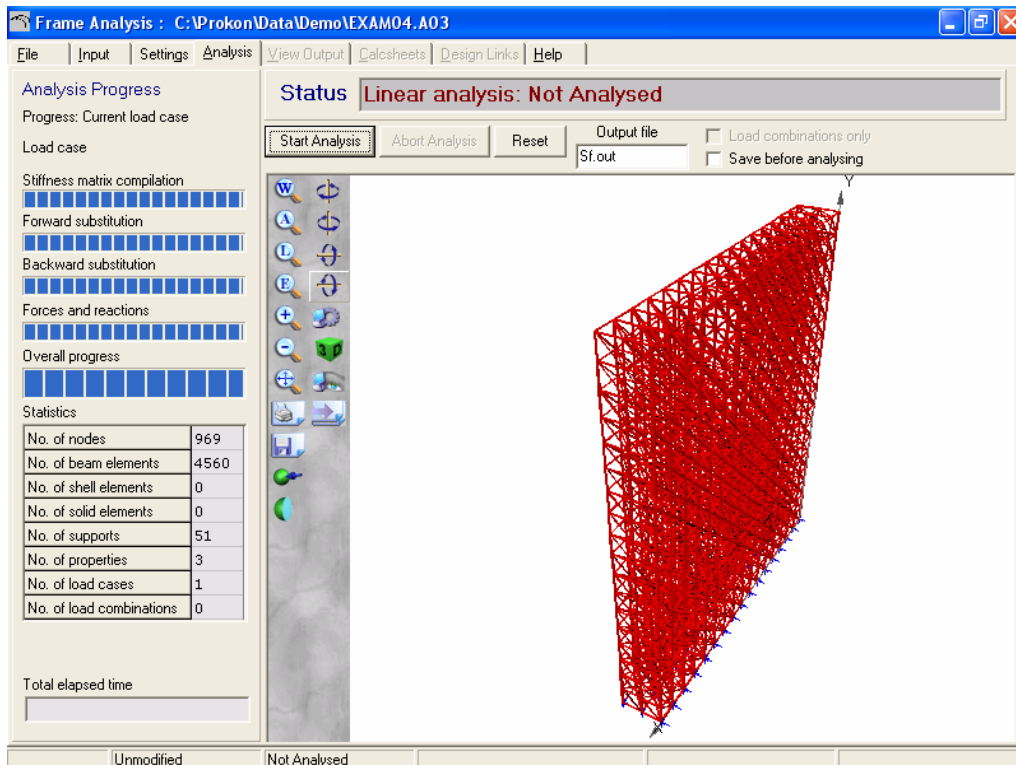


รูปที่ 99 หน้าจอขณะที่จะทำการวิเคราะห์โครงสร้างข้อหมุน

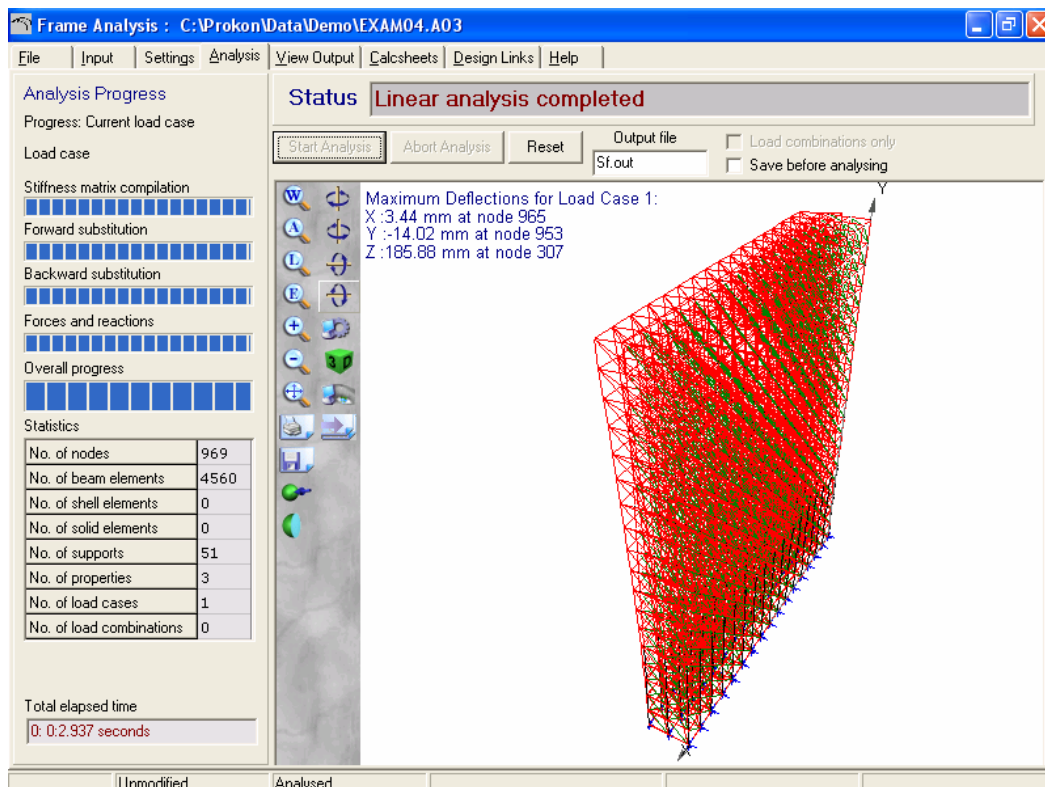


รูปที่ 100 ขณะจะทำการวิเคราะห์

เมื่อคลิกที่ปุ่ม Start Analysis รูปที่ 101 แสดงระหว่างการวิเคราะห์ ส่วนรูปที่ 102 เมื่อวิเคราะห์เสร็จแล้ว

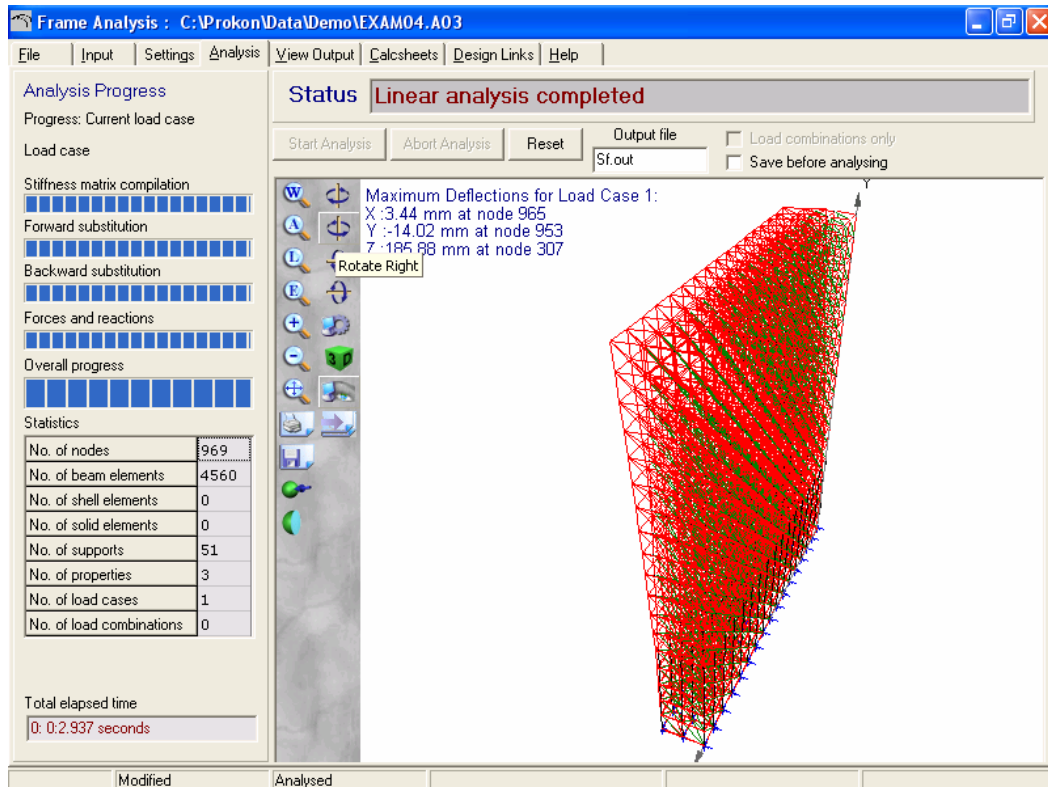


รูปที่ 101 ระหว่างการวิเคราะห์

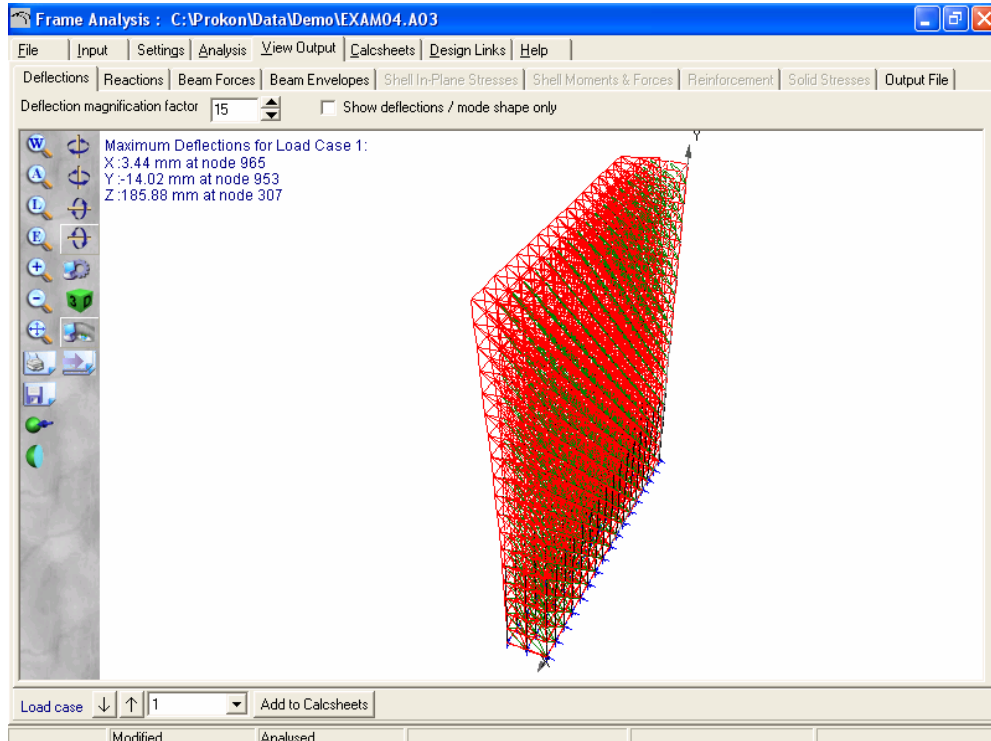


รูปที่ 102 เมื่อวิเคราะห์เสร็จแล้ว

คลิกตรงปุ่ม View Output เพื่อดูรูปผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 103 และรูปที่ 104



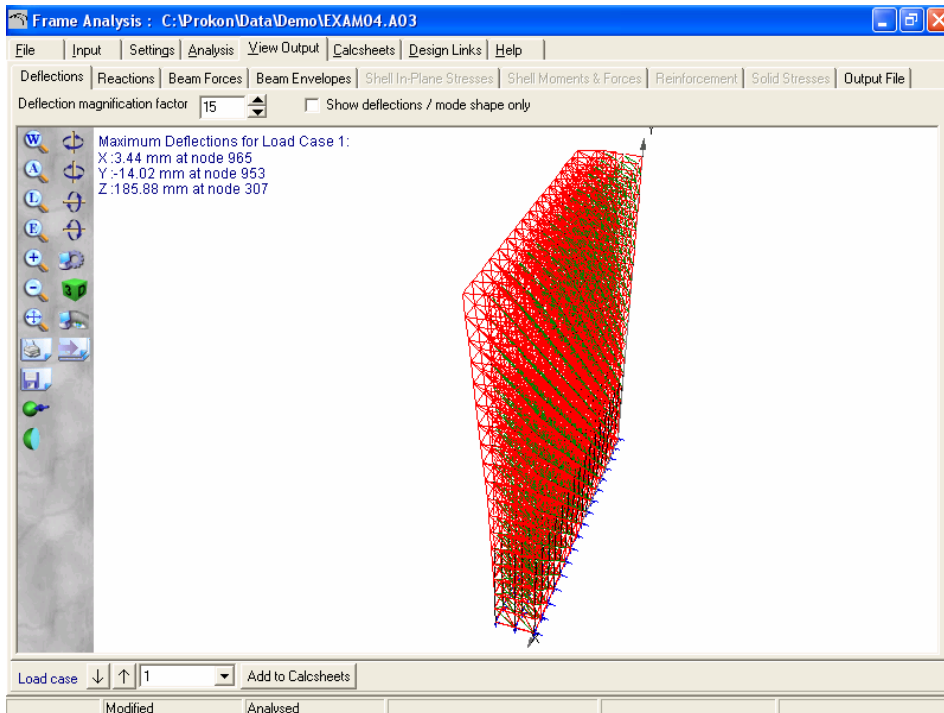
รูปที่ 103 จะคลิกที่ปุ่ม View Output



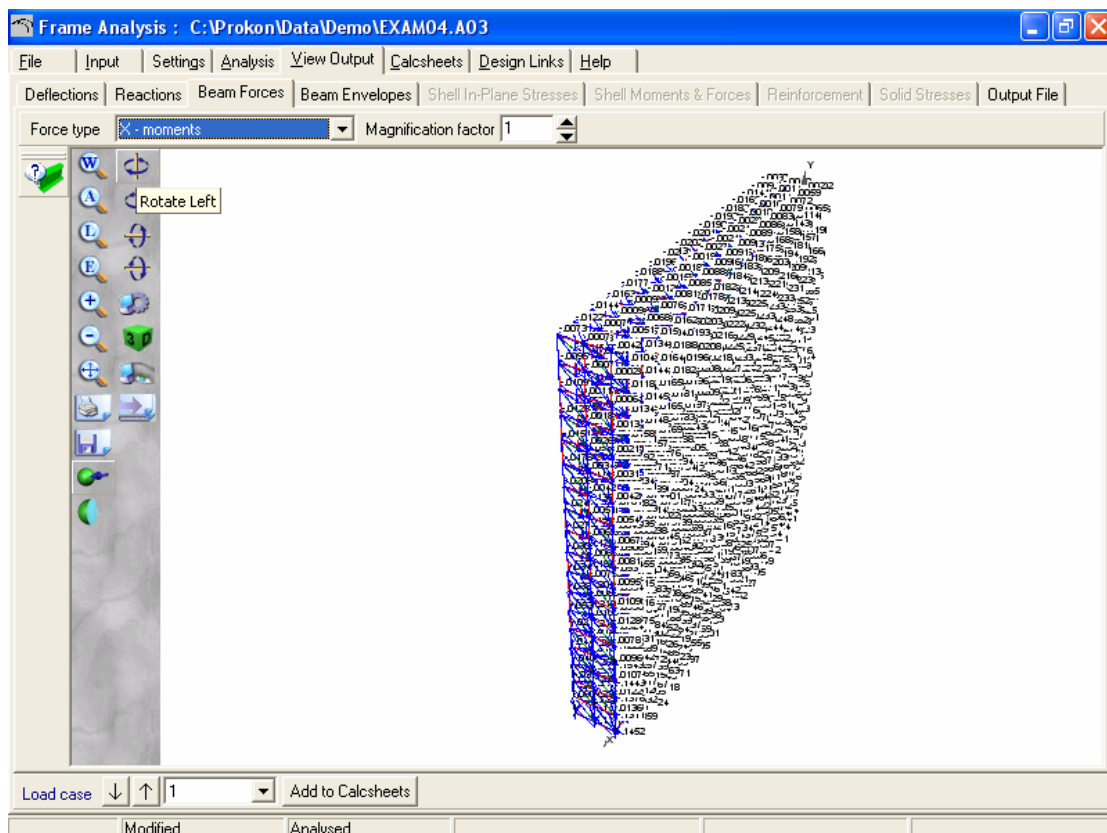
รูปที่ 104 หลังจากคลิกปุ่ม View Output แล้ว

จะเห็นว่าปุ่ม Deflections ถูกคลิกอยู่ ให้มองด้านล่างเห็นปุ่ม Add to calcsheets ให้คลิกที่ปุ่มนี้ ดังรูปที่ 105

คลิกที่ปุ่ม Beam forces แล้วเลือก Axial คลิกที่ปุ่ม Add to calcsheets ดังรูปที่ 106

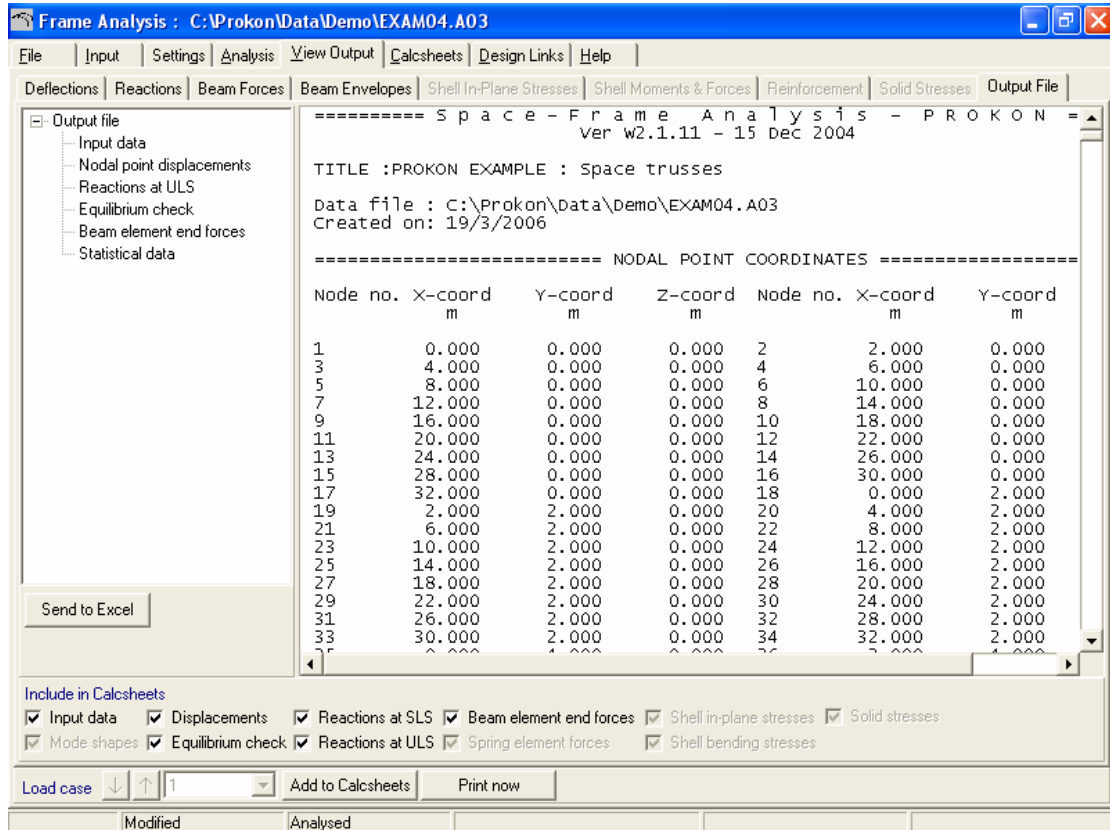


รูปที่ 85 ภาพการโก่งตัว

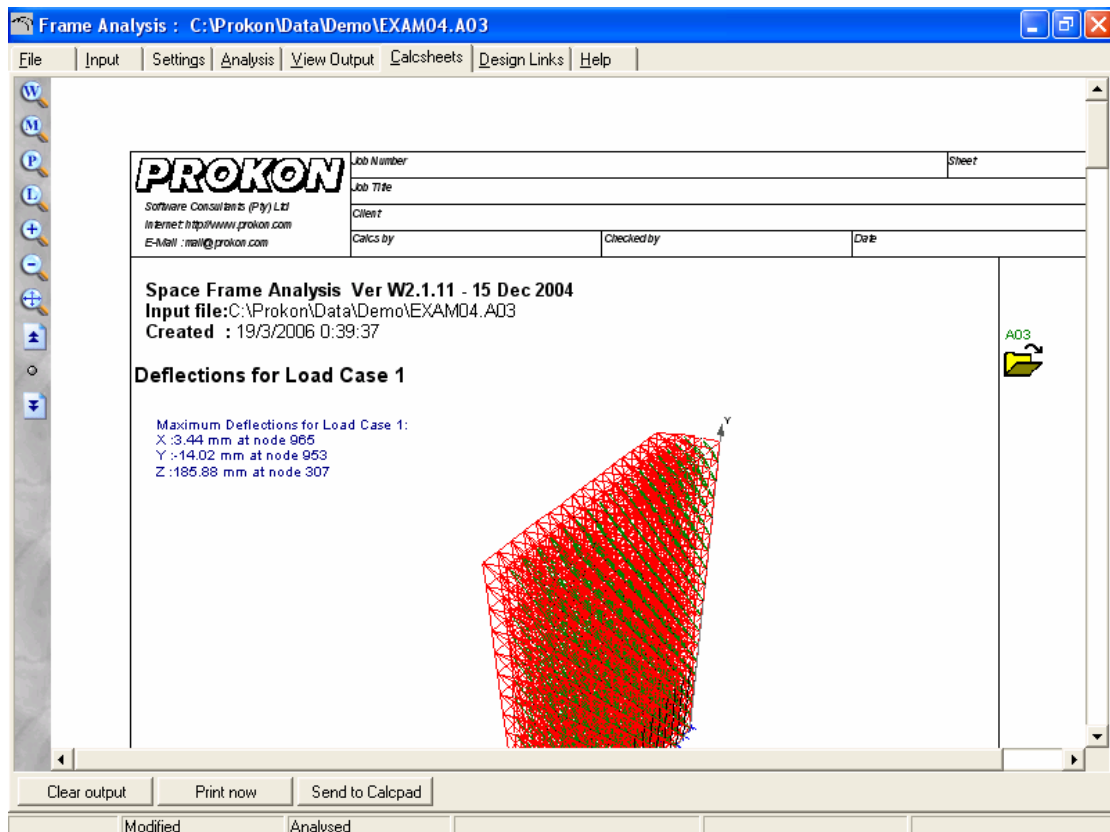


รูปที่ 106 ภาพแรงตามแนวแกน

คลิกที่ปุ่ม Output File คลิกที่ปุ่ม Add to calcsheets ดังรูปที่ 107 คลิกที่ Calcsheets ได้ ดังรูปที่ 108 เลื่อน Scroll bar ต่ำสุดไปทางขวาจนเห็น Scroll bar ของตัว Calcsheets เอง จะสามารถเลื่อนขึ้นลงหรือสั่งพิมพ์ได้ จำนวนหน้าของตัวอย่างนี้มี 143 หน้า



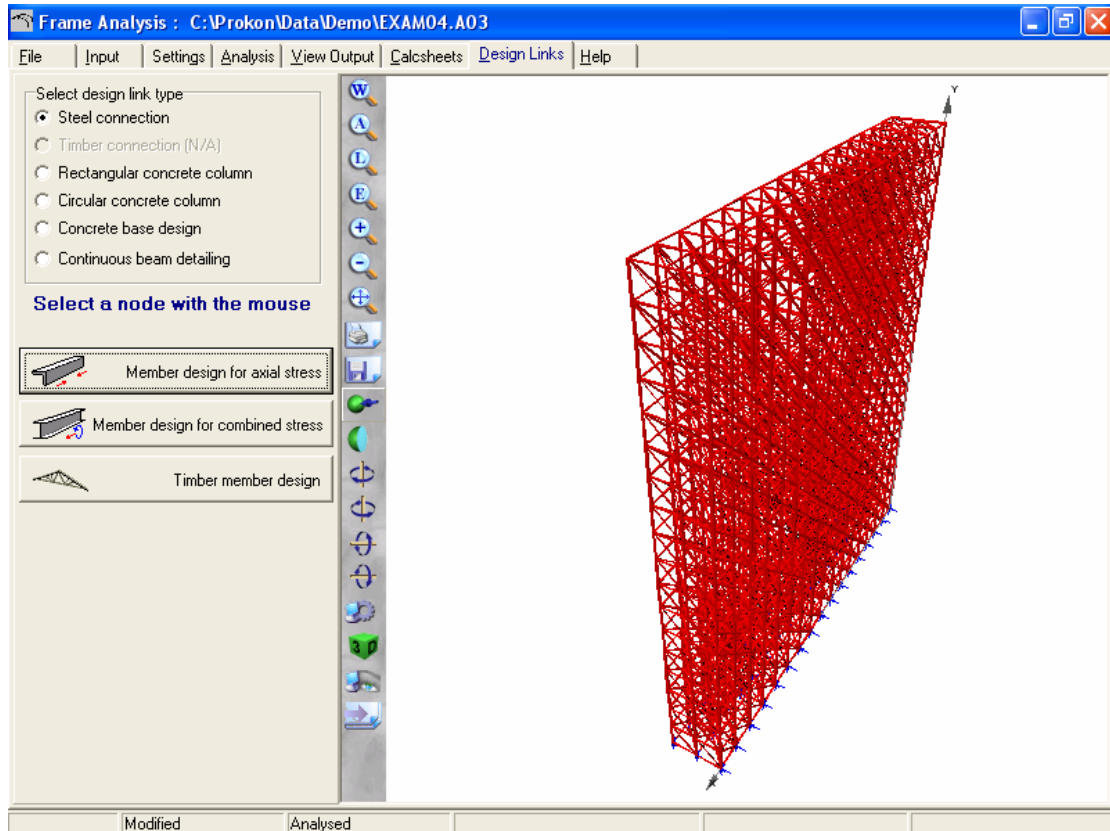
รูปที่ 107 ผลการวิเคราะห์เป็นตัวเลข



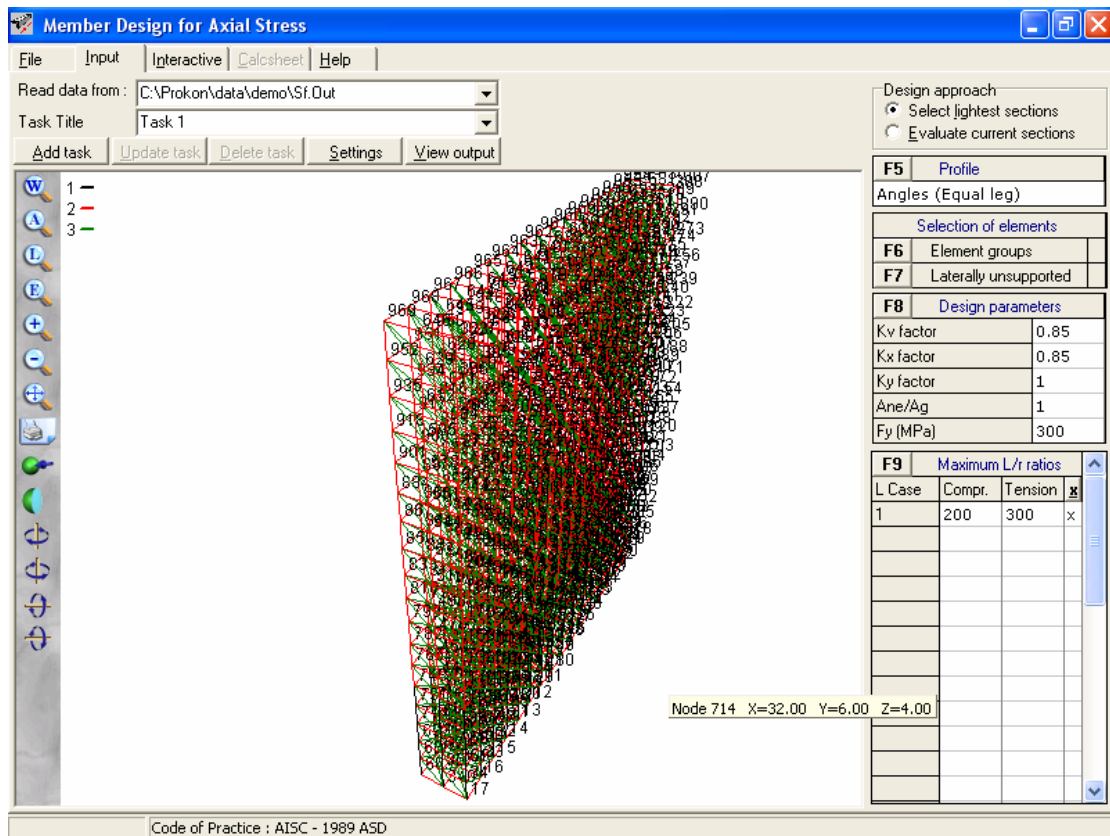
รูปที่ 108 รายละเอียดการวิเคราะห์ที่พร้อมจะสั่งพิมพ์ได้

คลิก Design Links ที่เมนูดังรูปที่ 109 เพื่อออกแบบโครงสร้างเหล็ก แล้วคลิกที่

Member design for axial stress ตามรูปที่ 110

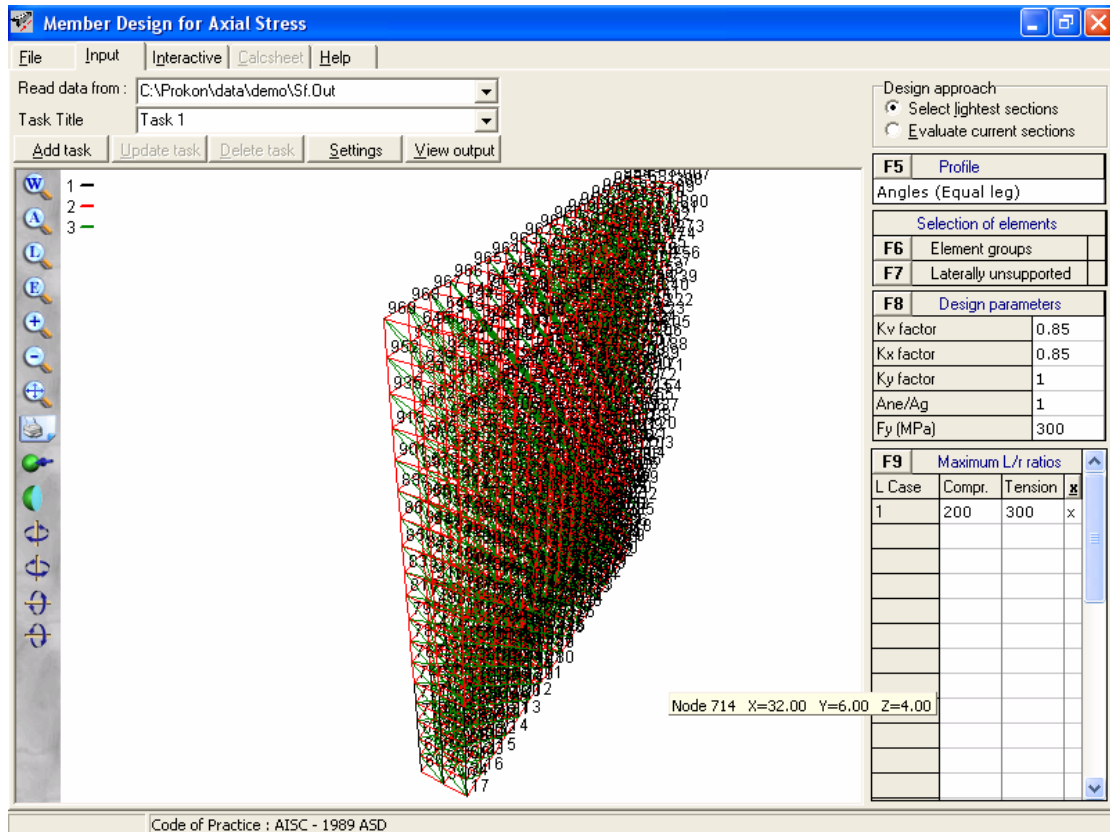


รูปที่ 109 เลือกรูปแบบโครงสร้างเหล็ก

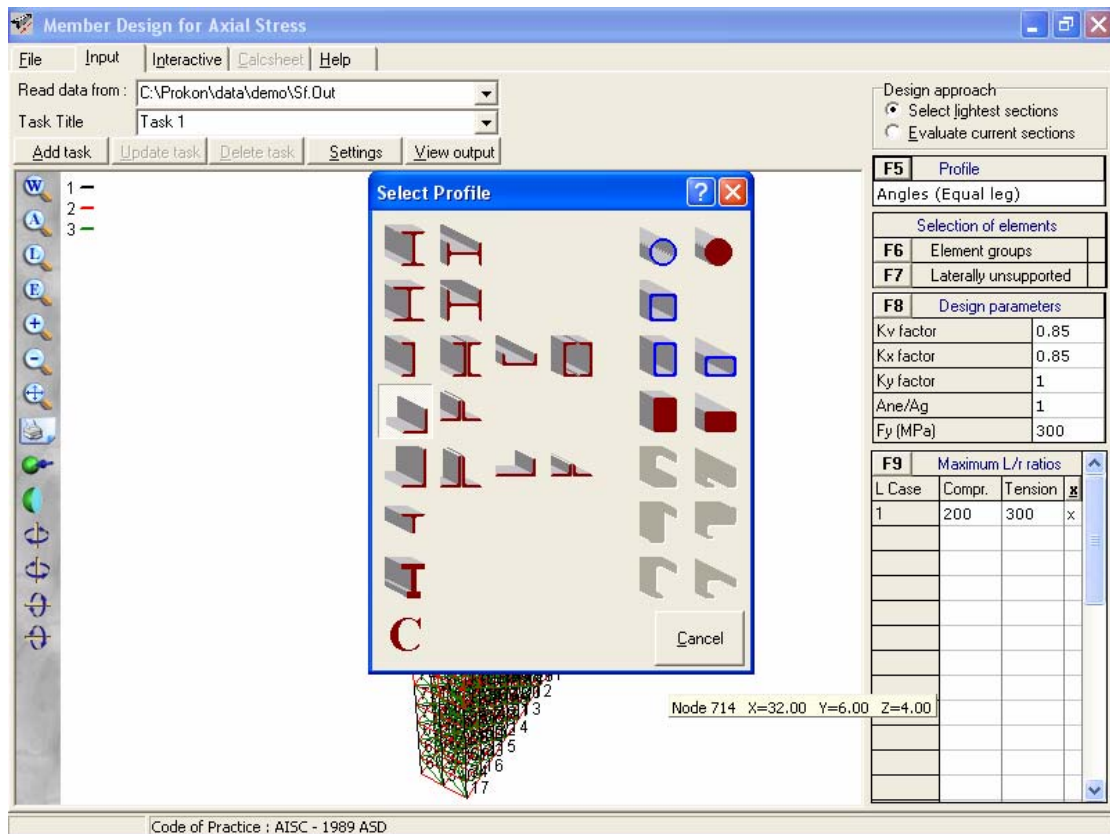


รูปที่ 110 คลิกปุ่ม Member design for axial stress

ทางขวาบนจะมีวงกลมให้เลือก จุดบนให้เลือกหน้าตัดที่เบาที่สุด จุดล่างให้ตรวจสอบว่าหน้าตัดที่เลือกไว้นั้นรับแรงได้หรือไม่ตามรูปที่ 111 คลิกปุ่ม F5 จะเห็นว่าหน้าตัดที่เลือกเป็นหลักฉากชนิดขาเท่ากันตามรูปที่ 112 คลิกปุ่ม F6 เพื่อเลือกชุดชิ้นส่วนโดย Select All ตามรูปที่ 113 คลิก OK

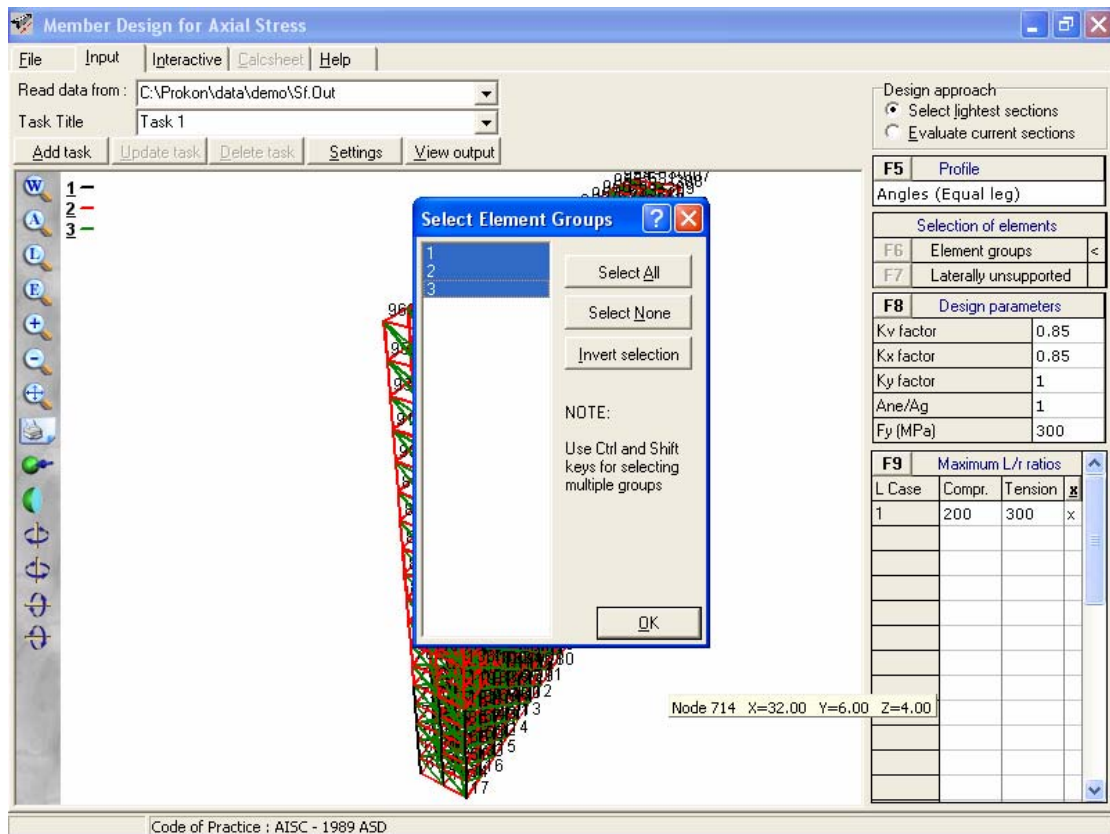


รูปที่ 111 เข้าสู่การออกแบบชิ้นส่วนรับแรงตามแนวแกน (Strut)

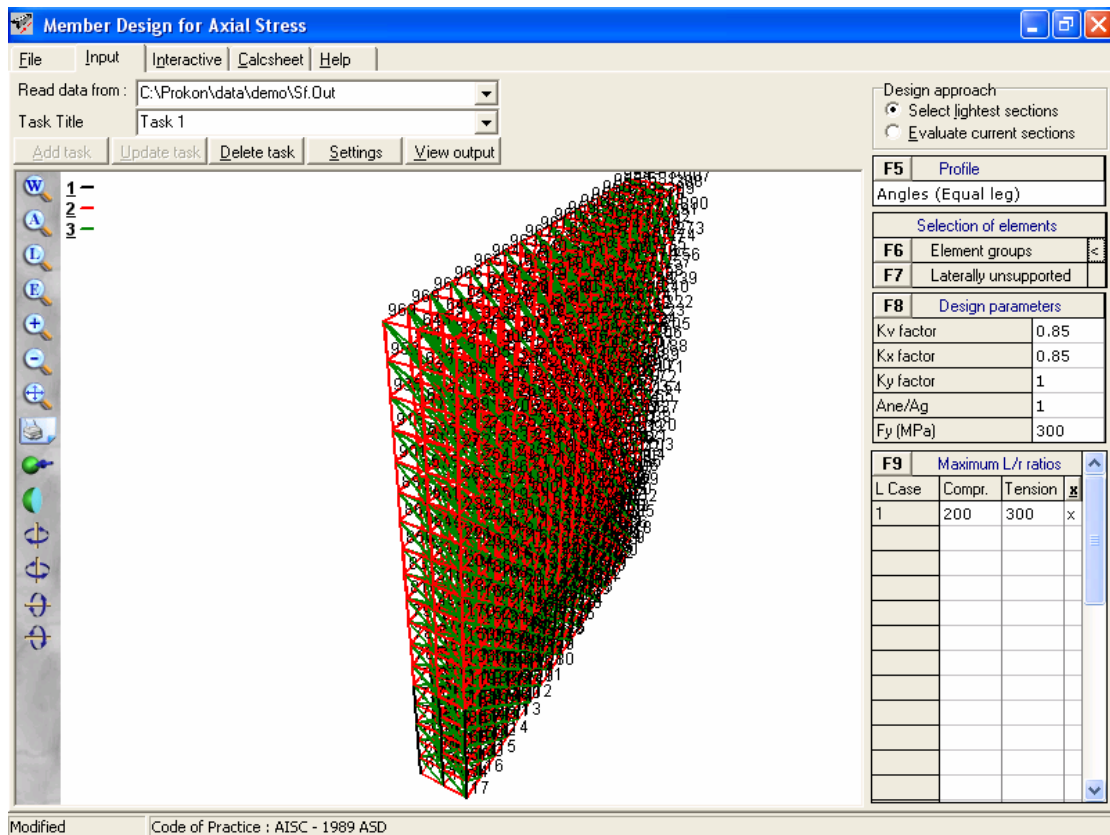


รูปที่ 112 เลือกเหล็กจากชนิดขาเท่ากัน

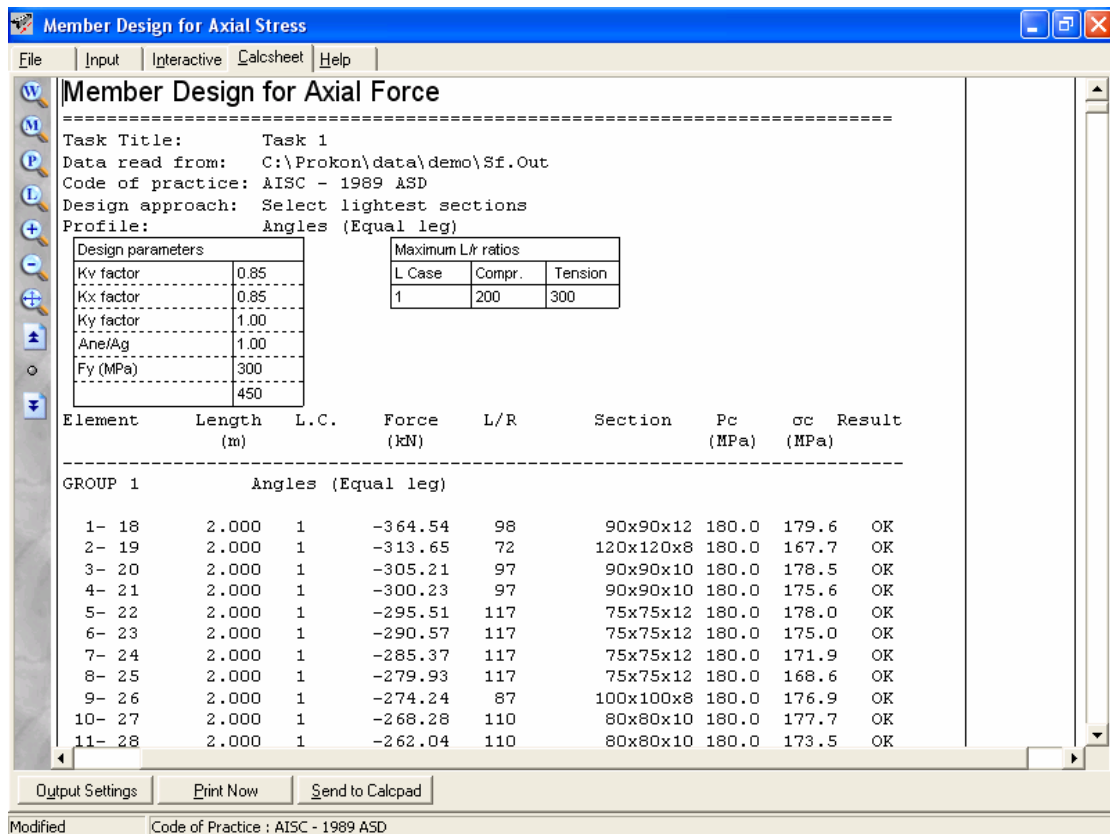
คลิกปุ่ม Add task ทางมุมบนซ้ายของจอ ปุ่ม Calcsheet ที่เคยเป็นสีจางจะเข้มขึ้น ตามรูปที่ 114 ให้คลิกปุ่ม Calcsheet จะเริ่มการคำนวณออกแบบแต่ละชิ้นส่วนทันที รอจนผลแสดงดังรูปที่ 115 ให้คลิกปุ่ม Send to calcpad แต่ถ้าสั่งกดปุ่ม Print now จะได้ผลการคำนวณ 74 แผ่น



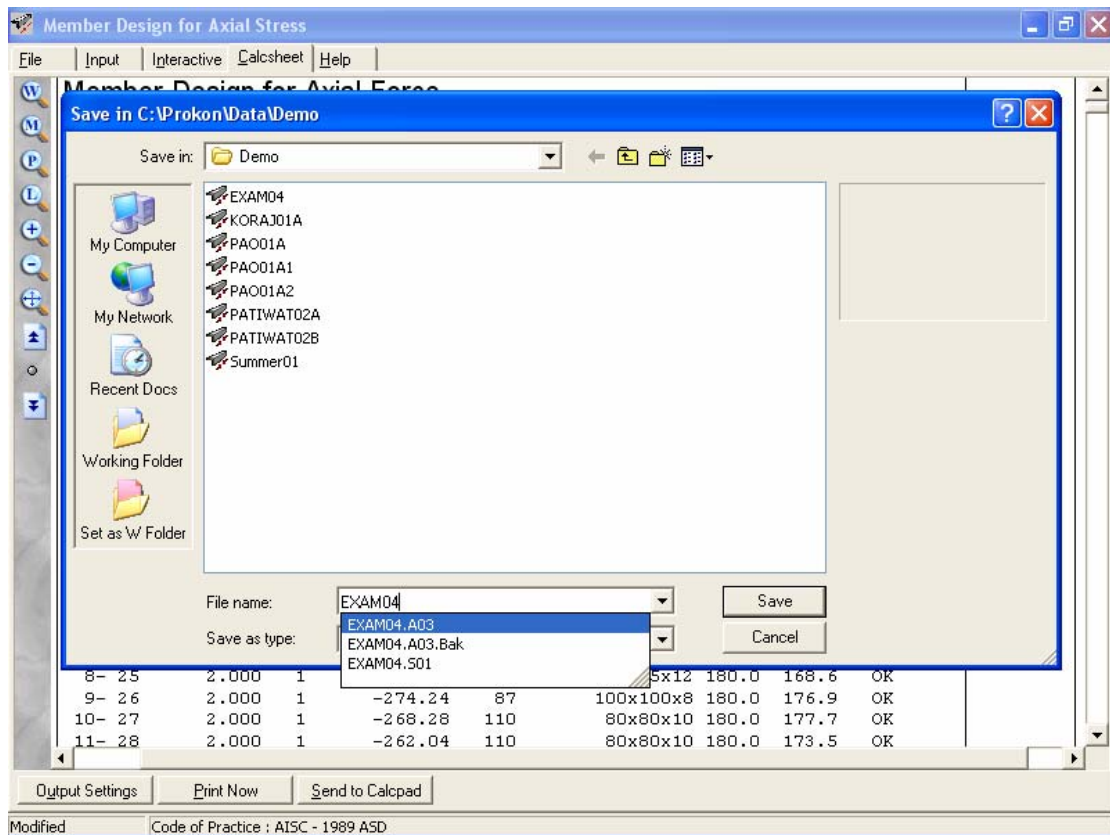
รูปที่ 113 เลือกหน้าตัดทุกขนาดเพื่อให้ออกแบบ



รูปที่ 114 เมื่อคลิกปุ่ม Add task แล้วปุ่ม Calcsheet จะเข้มขึ้น



รูปที่ 115 ผลการออกแบบโดยเลือกหน้าตัดเล็กที่สุด



รูปที่ 116 บันทึกผลการออกแบบลงไฟล์ EXAM04.S01

หมายเหตุ ปัจจุบัน (พ.ศ.2548) กรุงเทพมหานครกำหนดให้ป้ายโฆษณากว้างไม่เกิน 32.00 เมตร สูงไม่เกิน 30.00 เมตร และให้ใช้แรงดันลมไม่น้อยกว่า 180 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตั้งแต่รูป 117 ถึง 133 จะเป็นข้อมูลของป้ายโฆษณาเดิมที่อธิบายในใบงานนี้ และตั้งแต่รูปที่ 134 เป็นข้อมูลของป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่

ข้อมูลป้ายโฆษณาตามใบงาน

Y

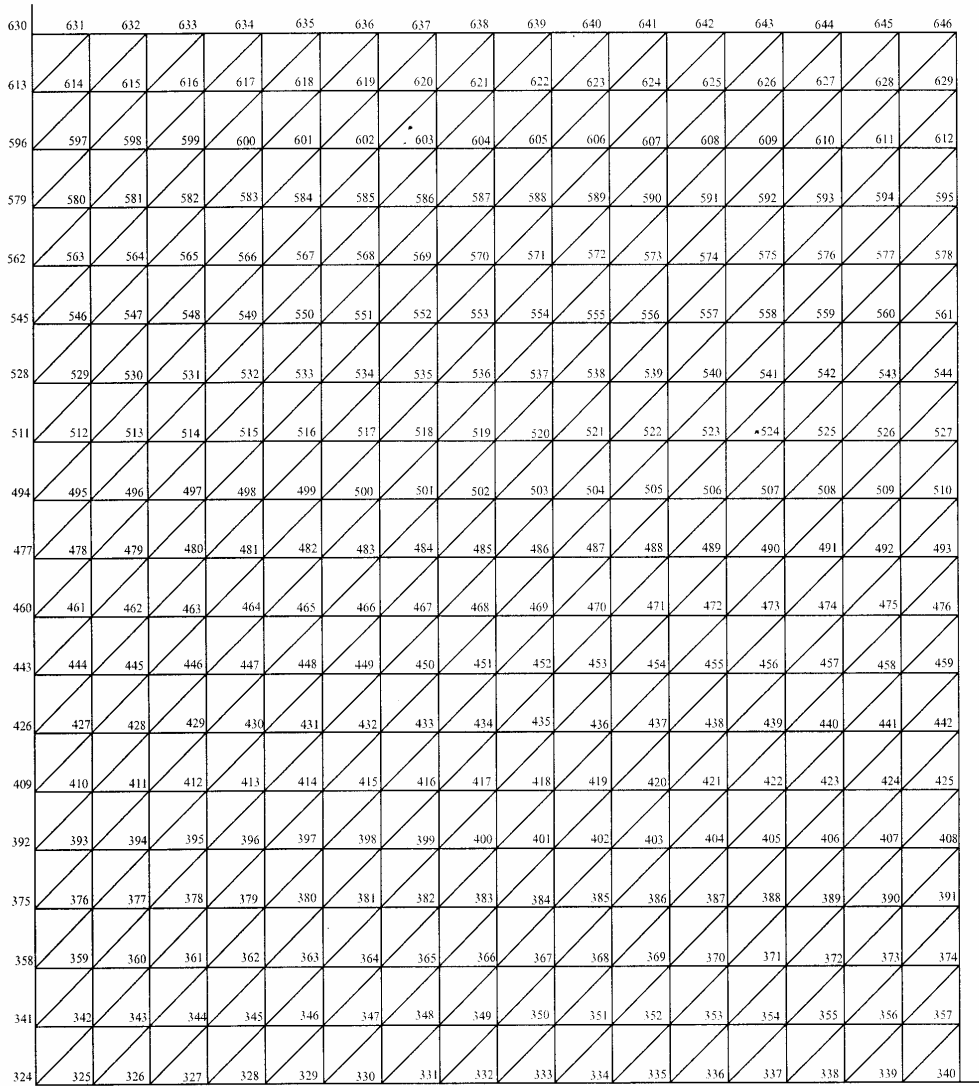
307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323
290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306
273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289
256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272
239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255
222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238
205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221
188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204
171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187
154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136
103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

X

Z = 0.00

รูปที่ 117 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ Z = 0.00 เมตร

Y



X

Z = 2.00

รูปที่ 118 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ Z = 2.00 เมตร

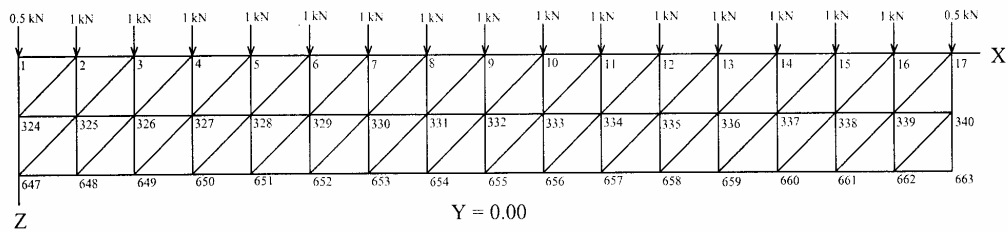
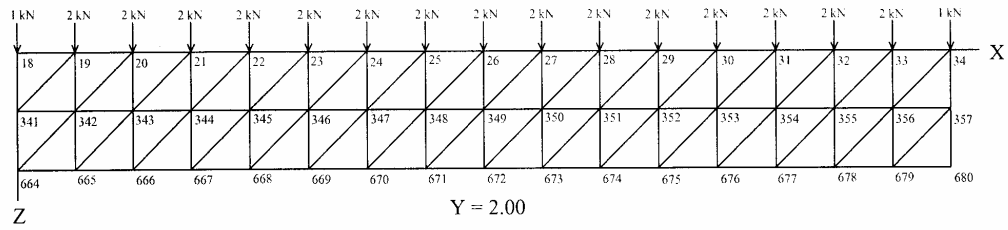
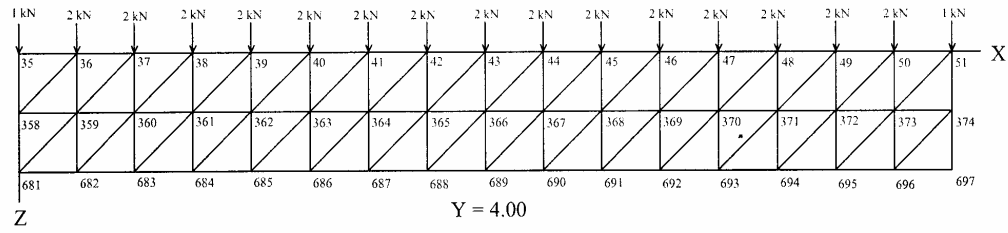
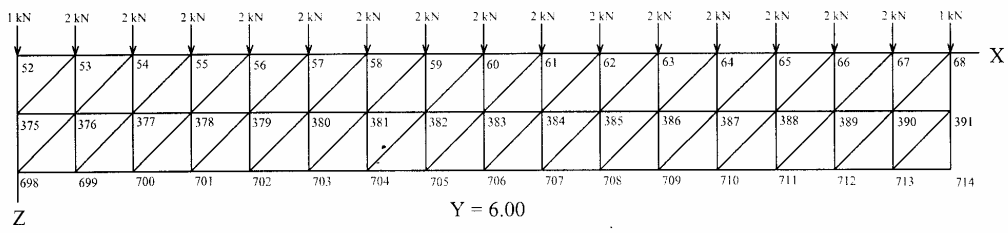
Y

953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969
936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952
919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935
902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918
885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901
868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884
851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867
834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850
817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833
800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816
783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799
766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782
749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765
732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748
715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731
698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714
681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697
664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680
647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663

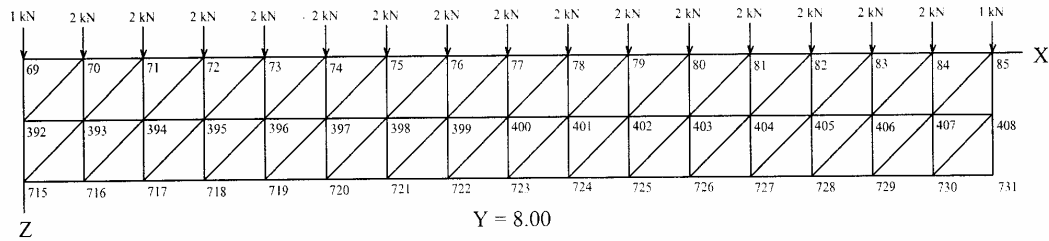
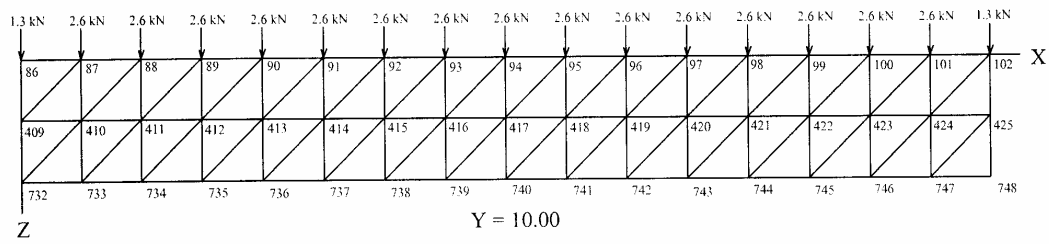
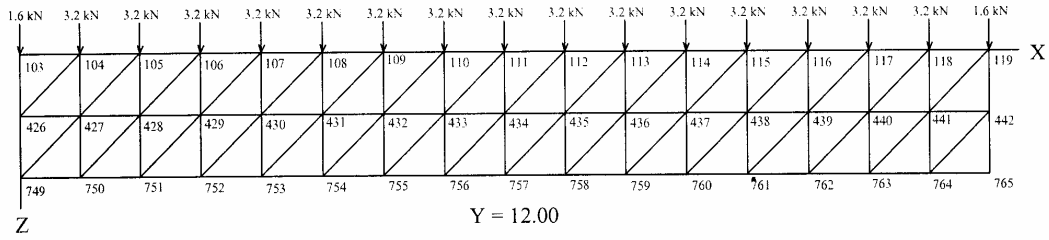
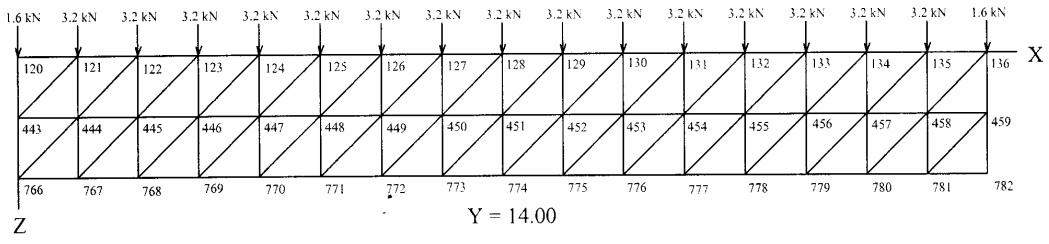
X

Z = 4.00

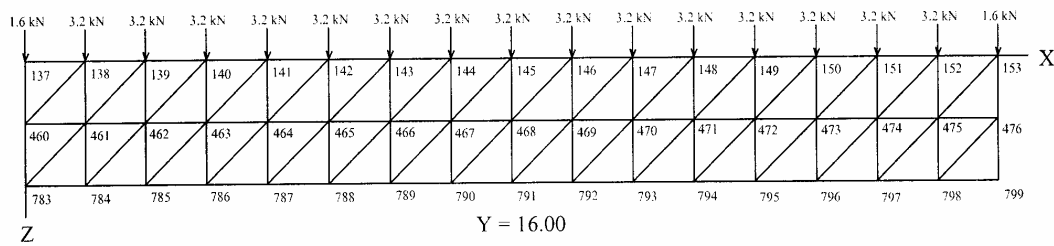
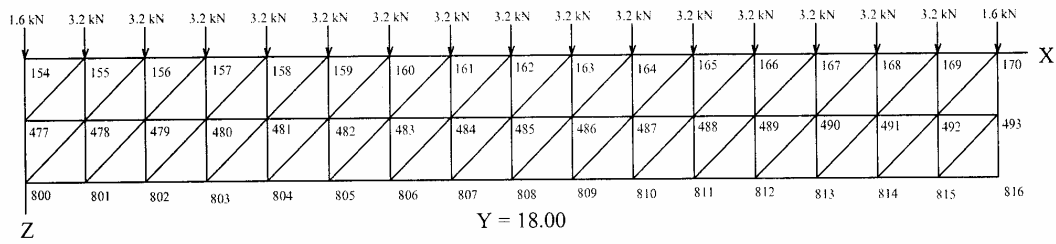
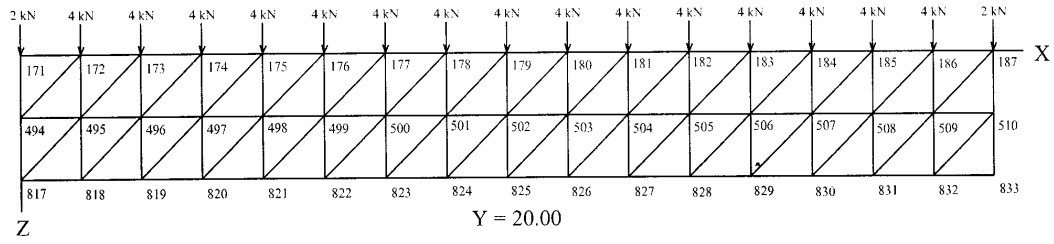
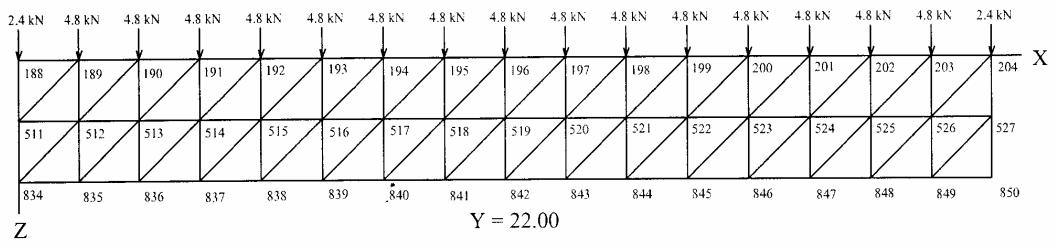
รูปที่ 119 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ Z = 4.00 เมตร



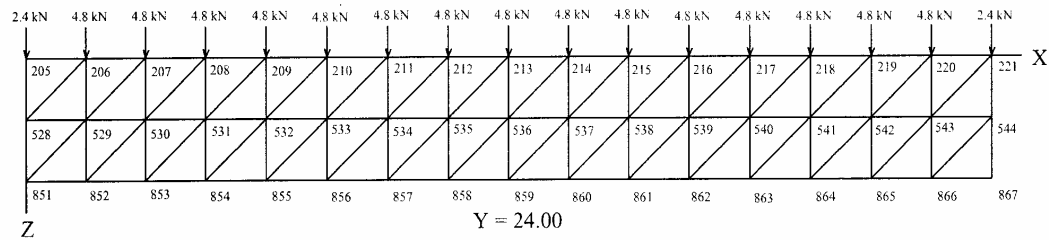
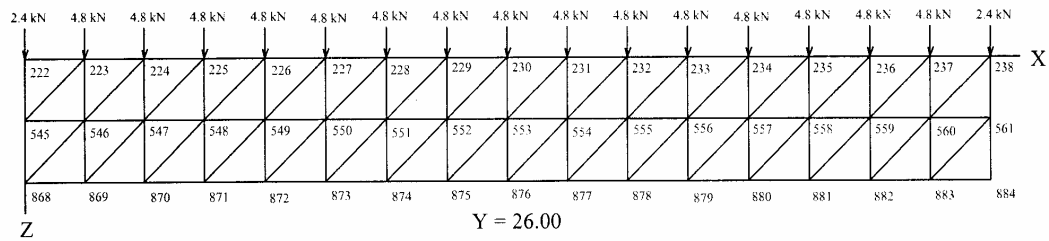
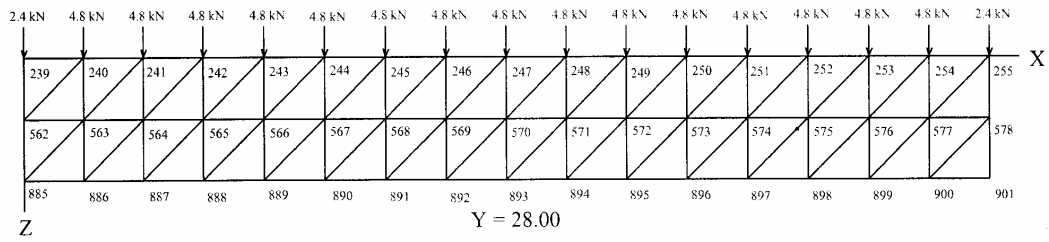
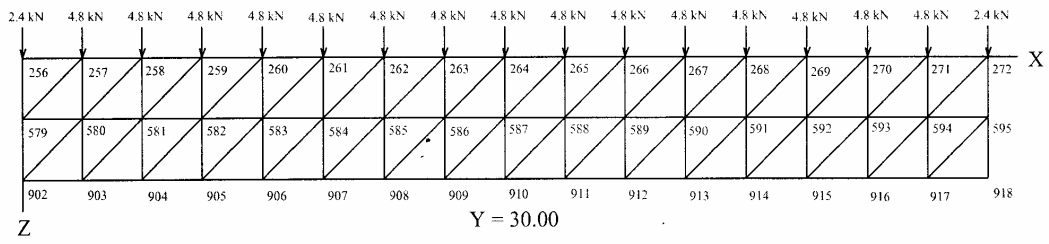
รูปที่ 120 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ Y = 0.00 – 6.00 เมตร



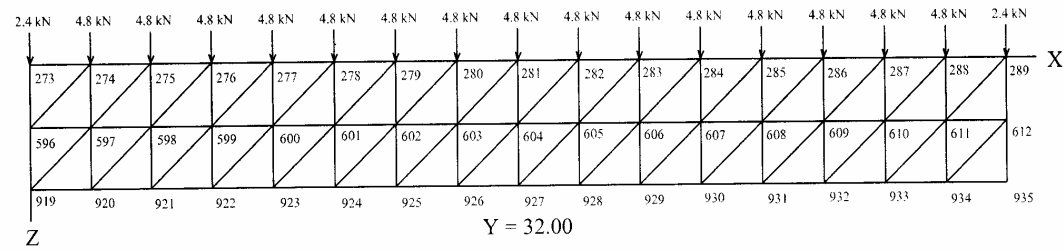
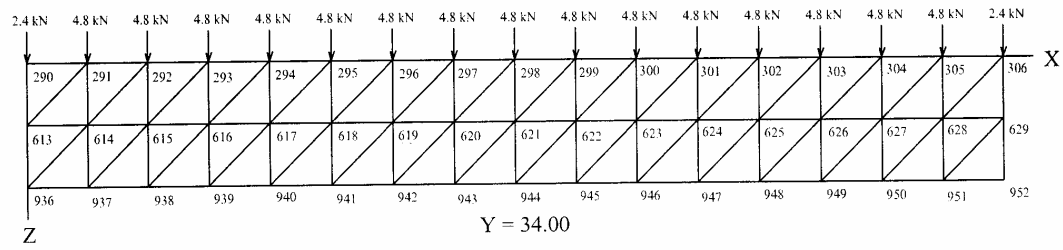
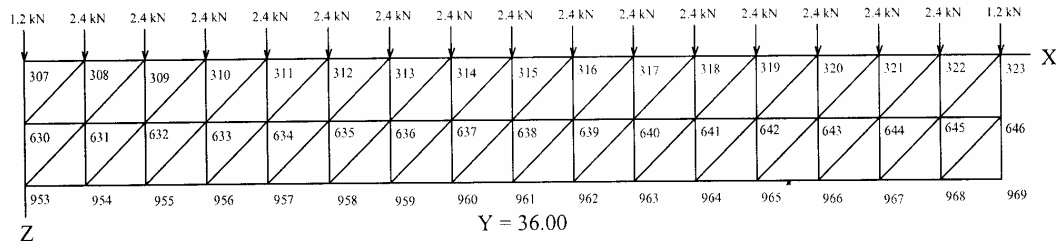
รูปที่ 121 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ Y = 8.00 – 14.00 เมตร



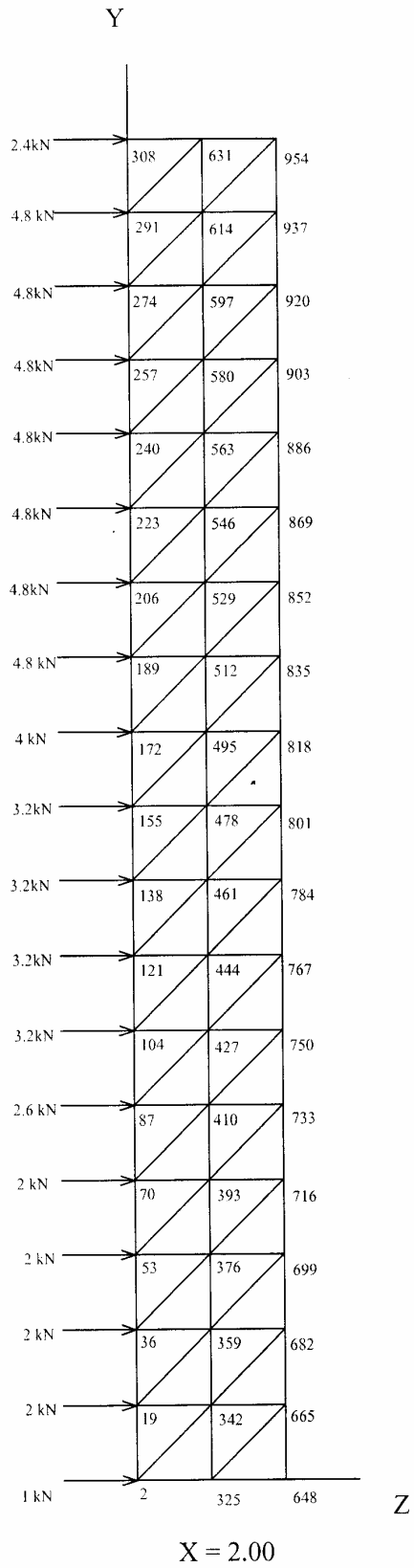
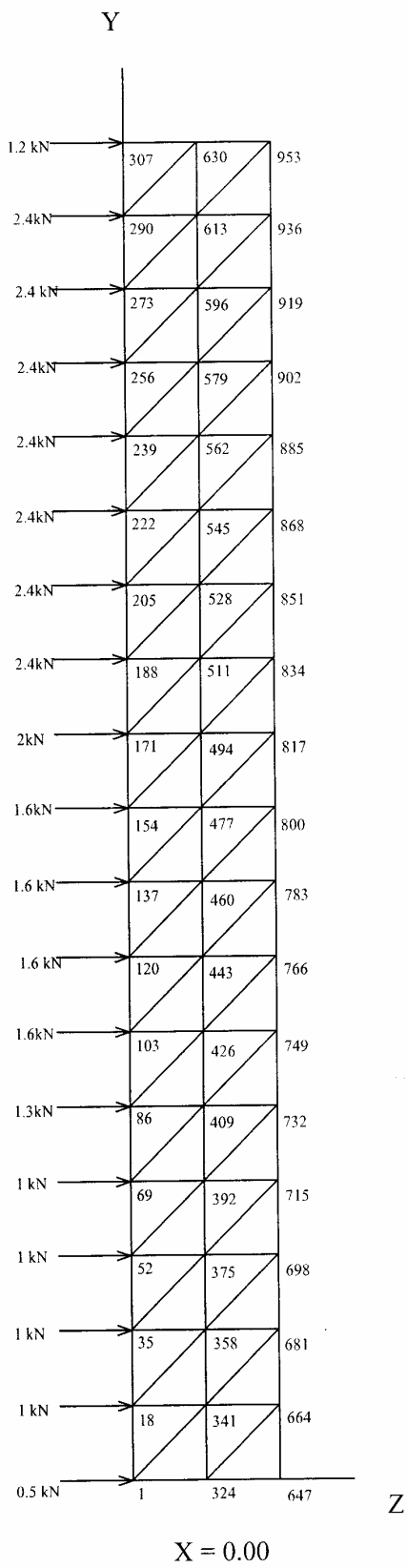
รูปที่ 122 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ Y = 16.00 – 22.00 เมตร



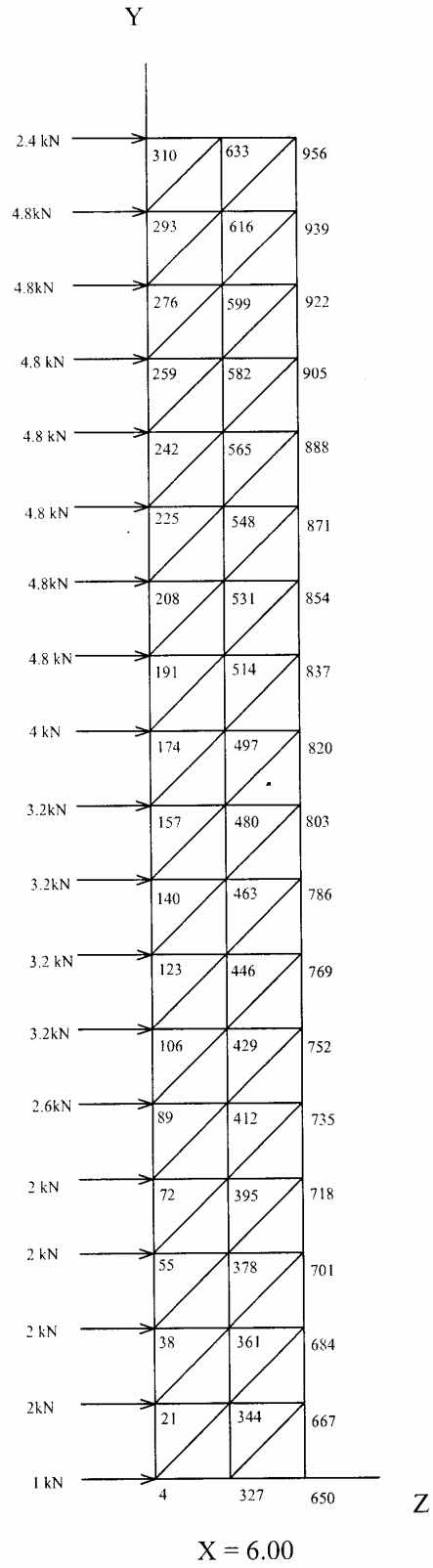
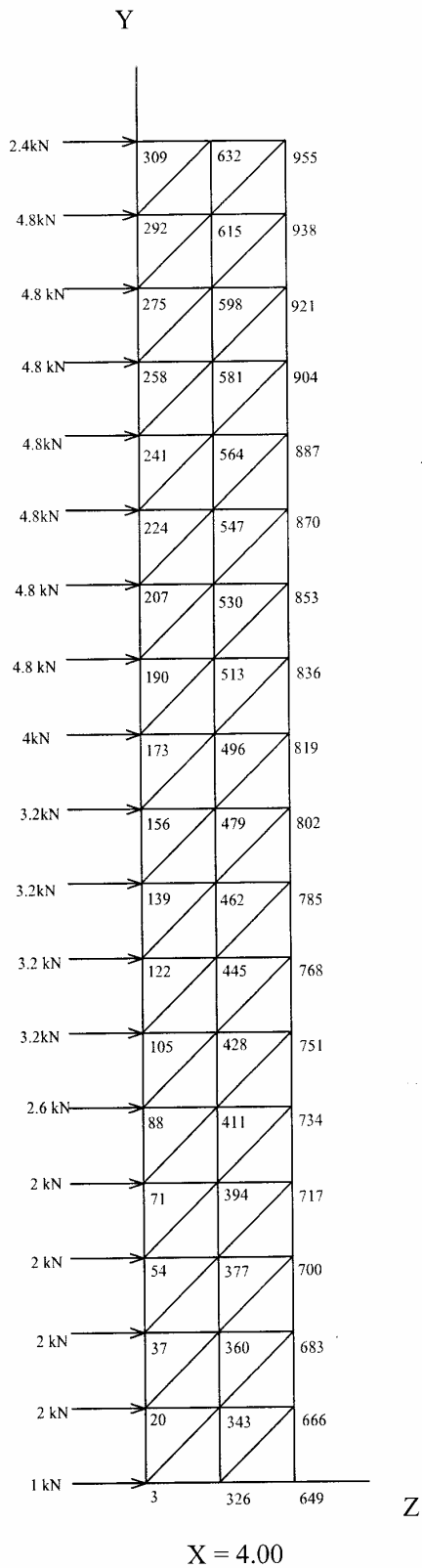
รูปที่ 123 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ Y = 24.00 – 30.00 เมตร



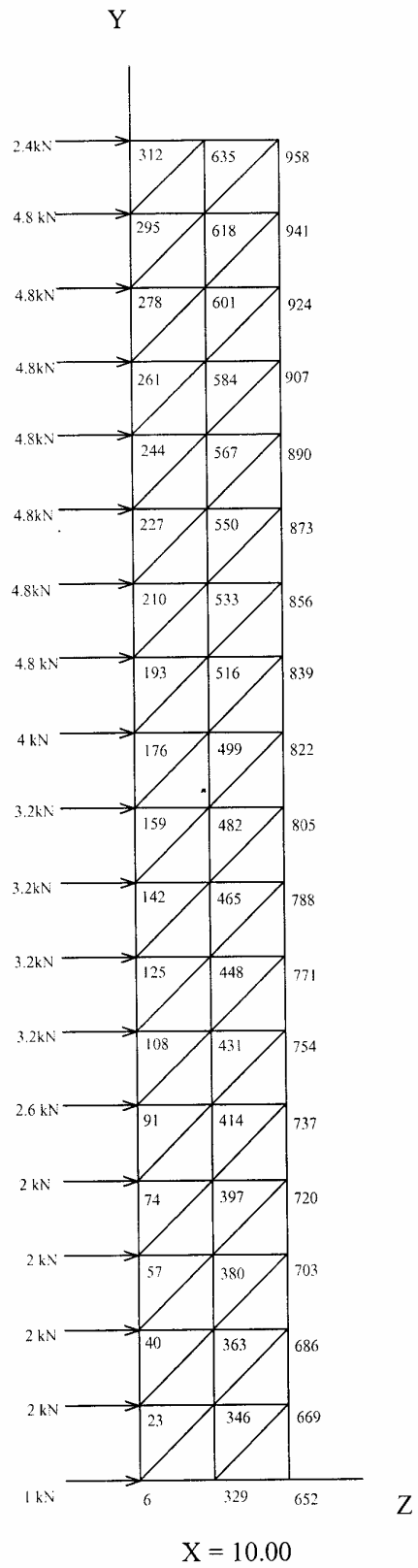
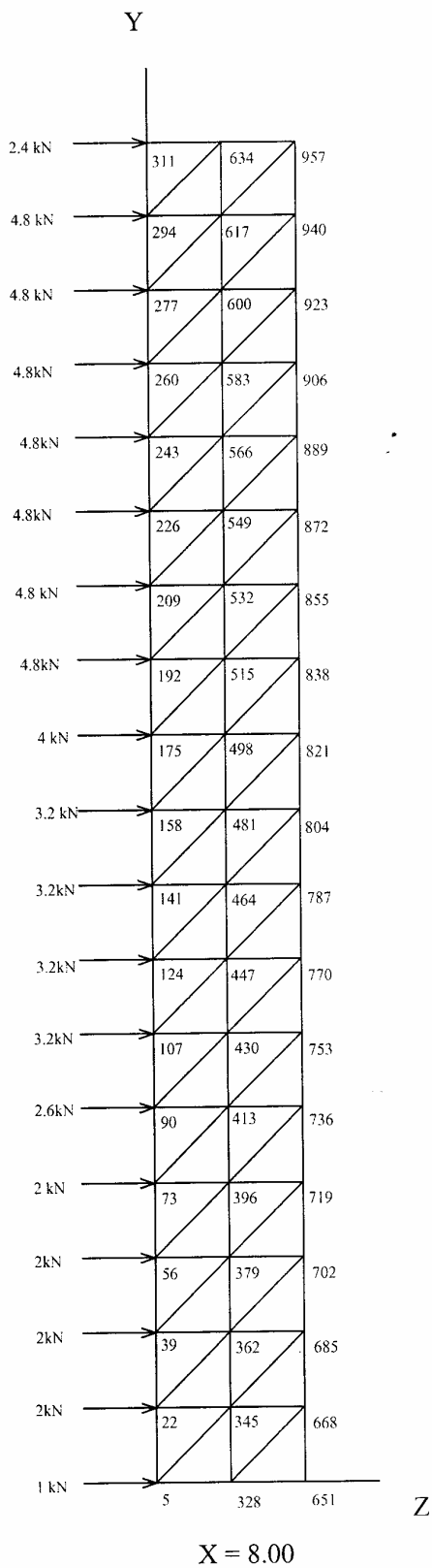
รูปที่ 124 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ Y = 32.00 – 36.00 เมตร



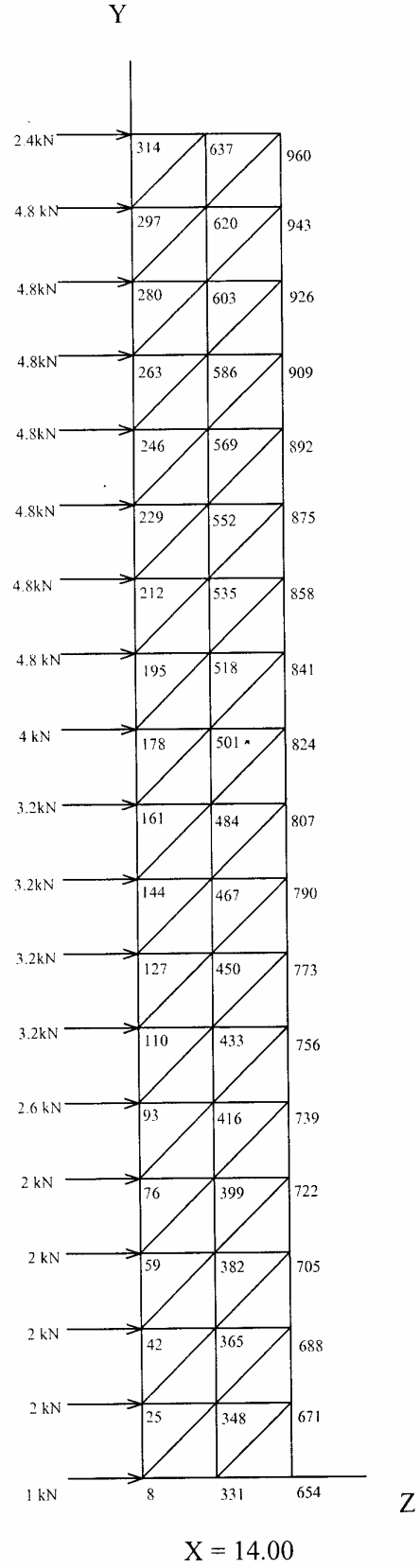
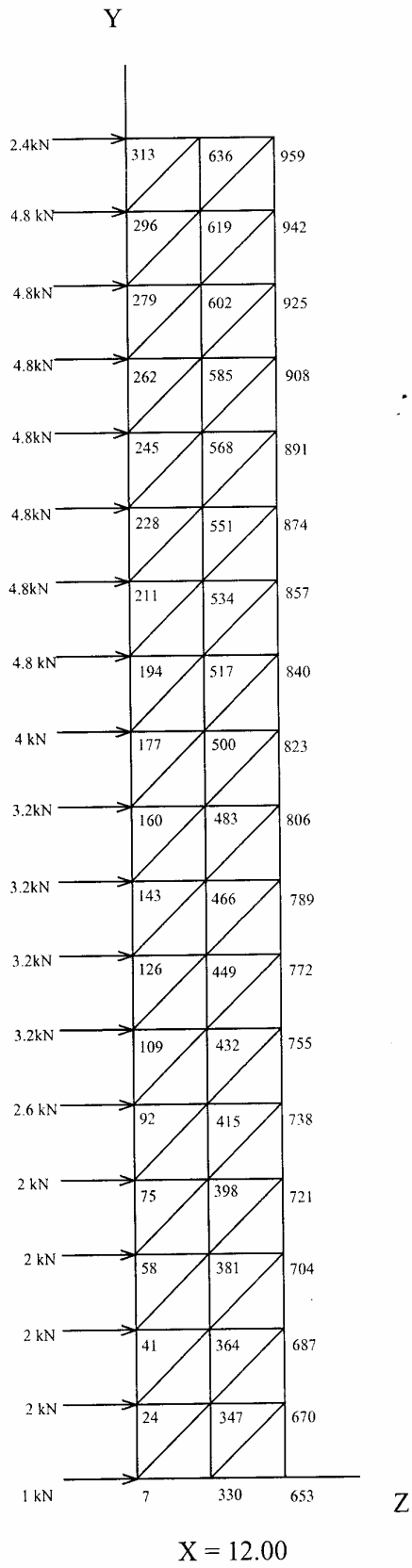
รูปที่ 125 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ X = 0.00 - 2.00 เมตร



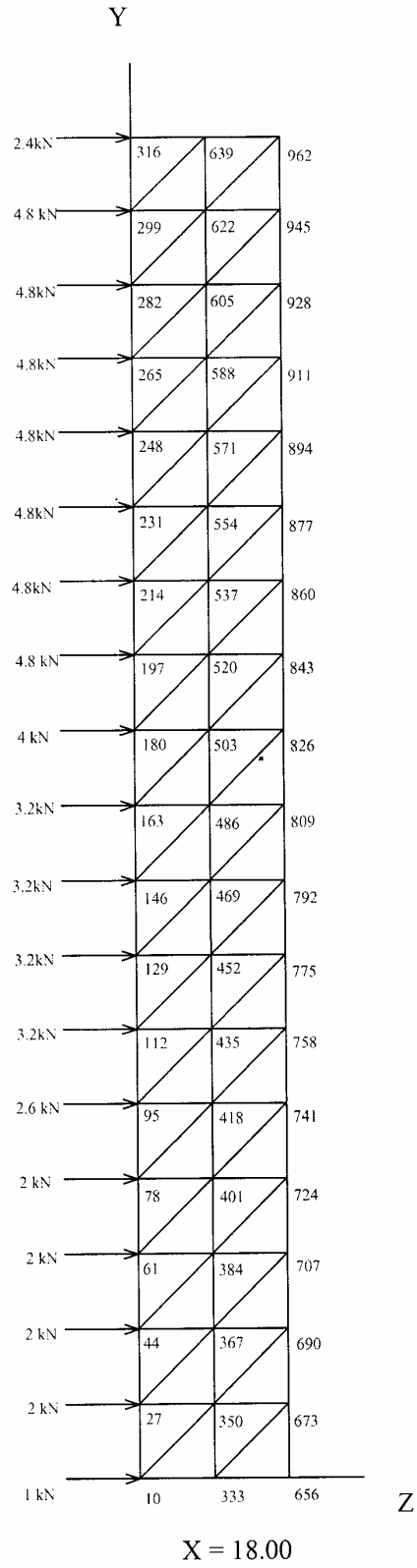
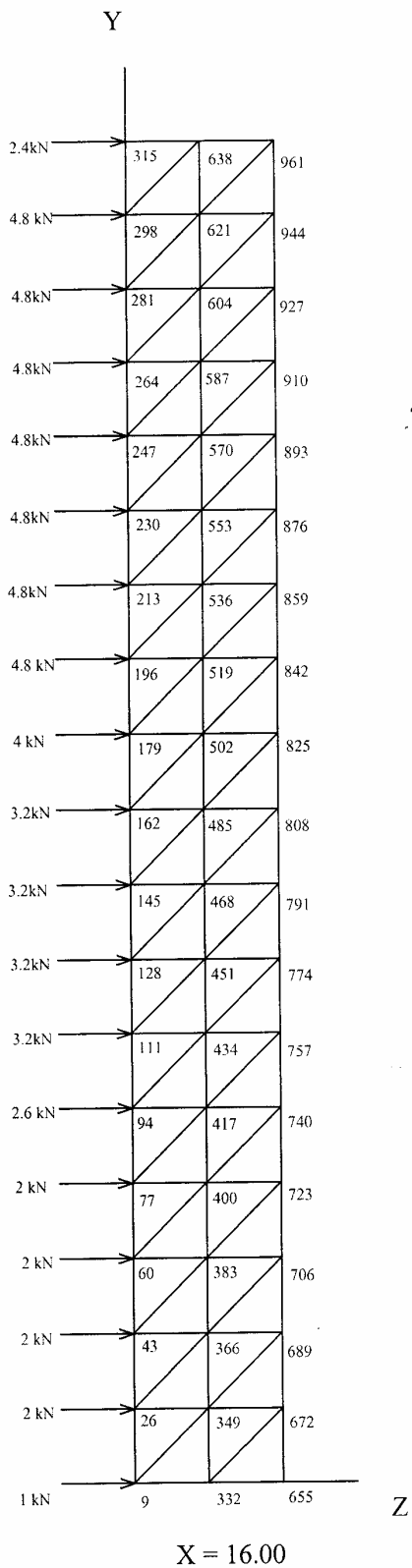
รูปที่ 126 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ X = 4.00 – 6.00 เมตร



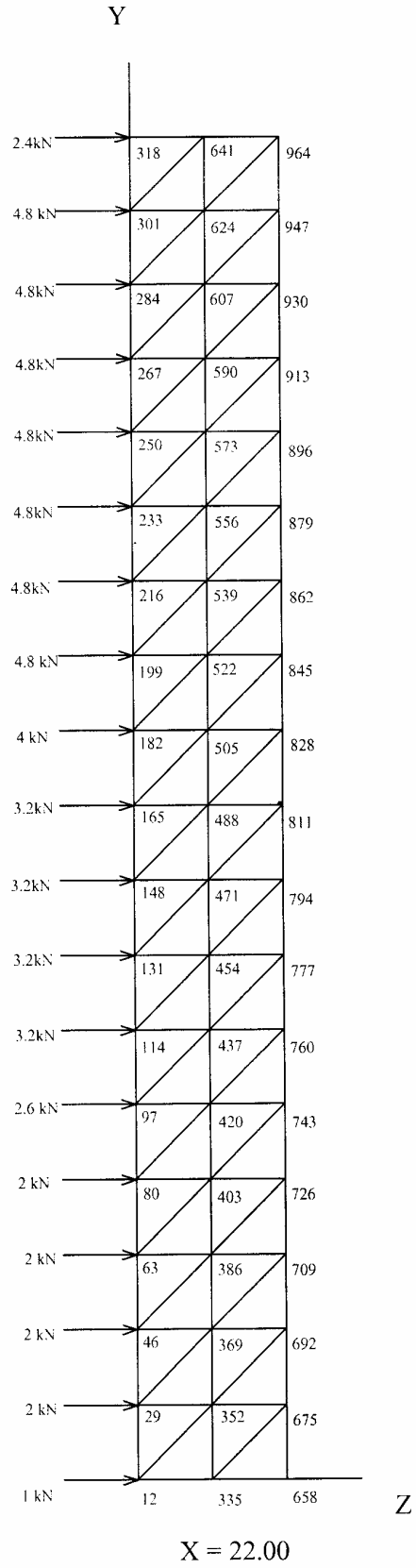
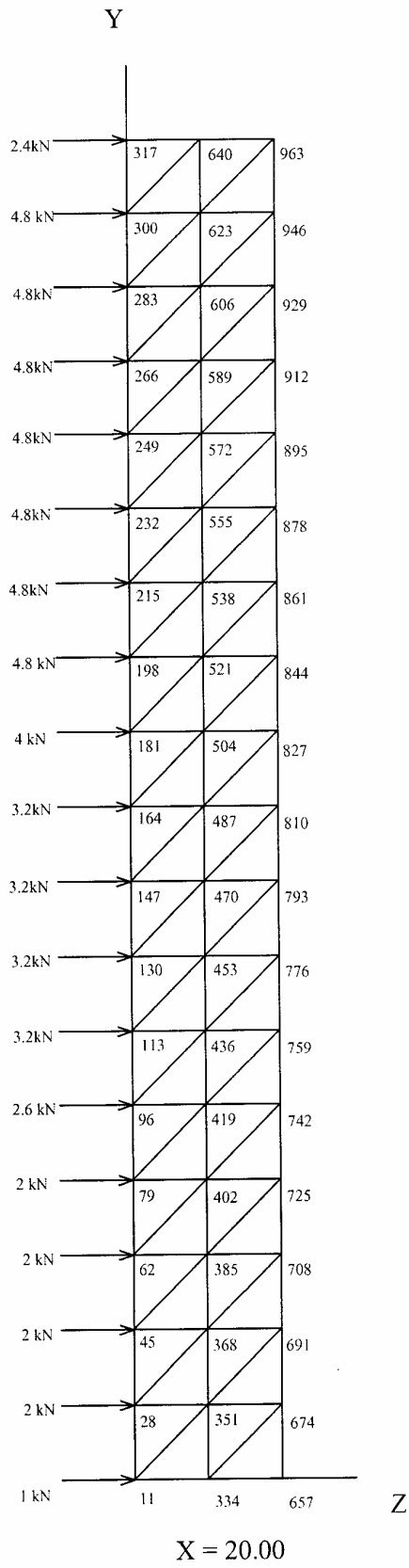
รูปที่ 127 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ X = 8.00 – 10.00 เมตร



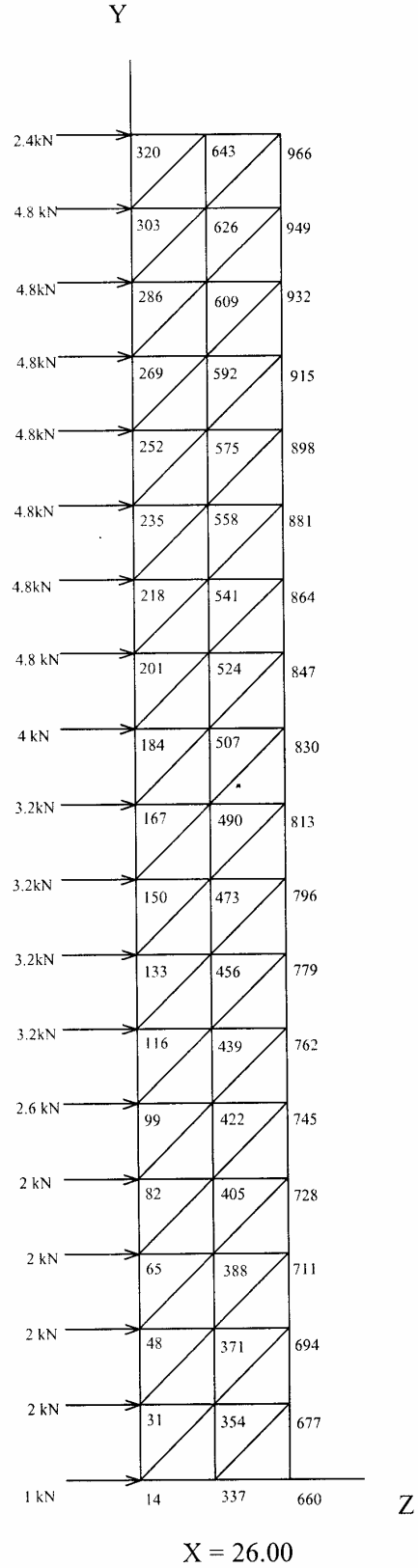
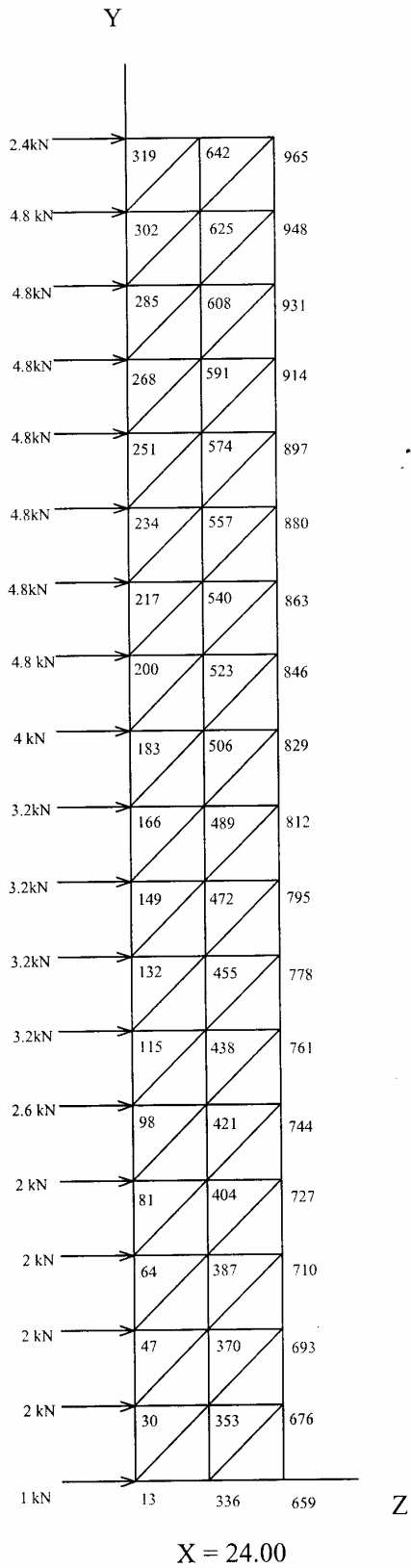
รูปที่ 128 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ X = 12.00 – 14.00 เมตร



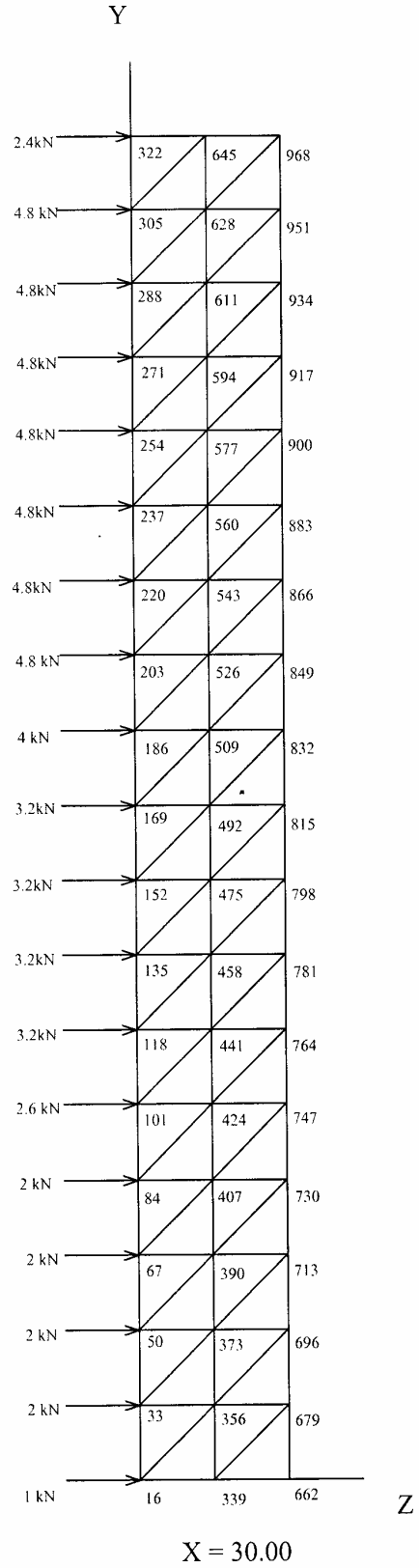
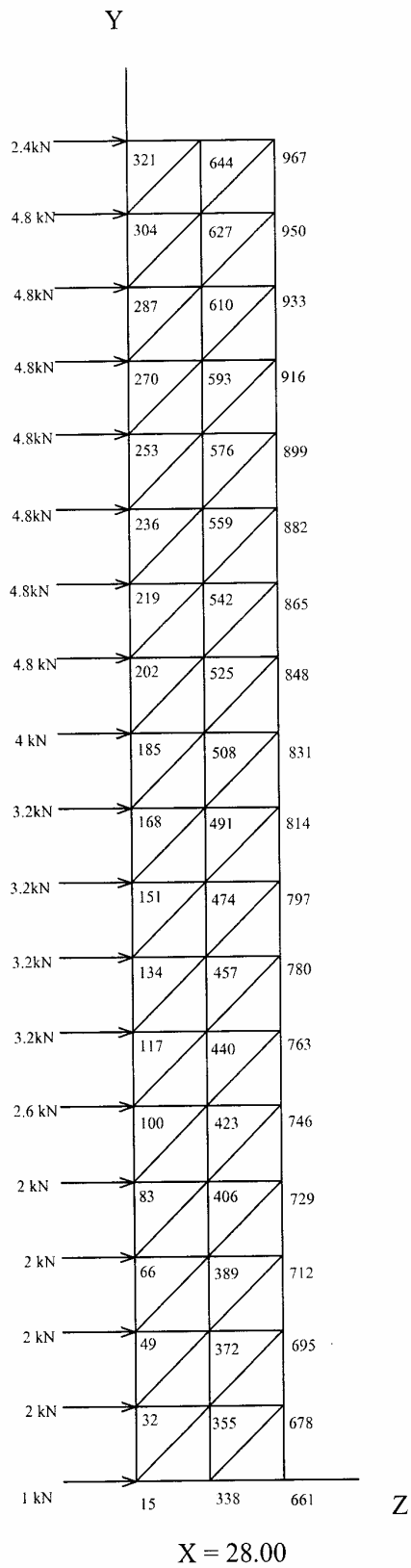
รูปที่ 129 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ X = 16.00 – 18.00 เมตร



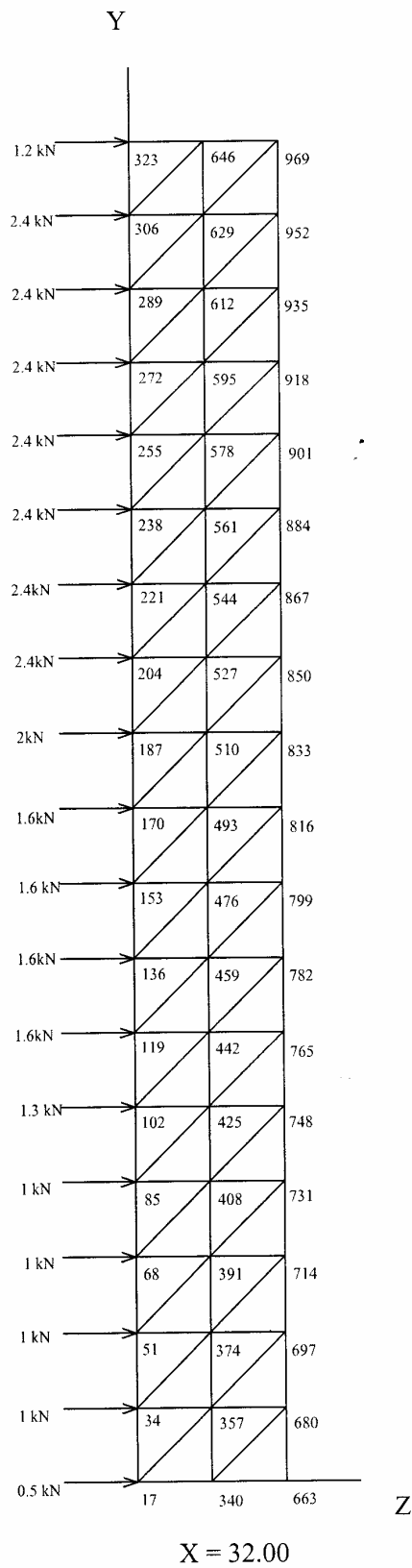
รูปที่ 130 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ $X = 20.00 - 22.00$ เมตร



รูปที่ 131 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ X = 24.00 – 28.00 เมตร

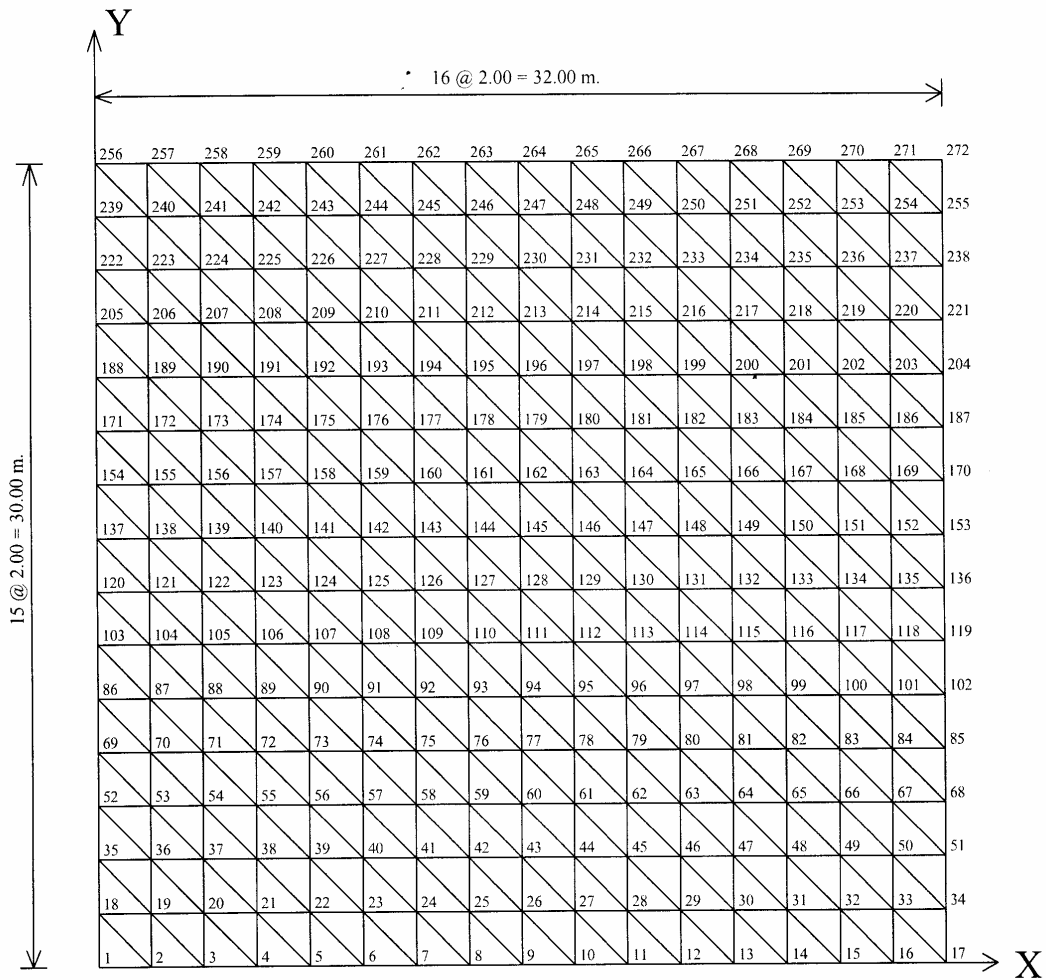


รูปที่ 132 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ X = 28.00 – 30.00 เมตร



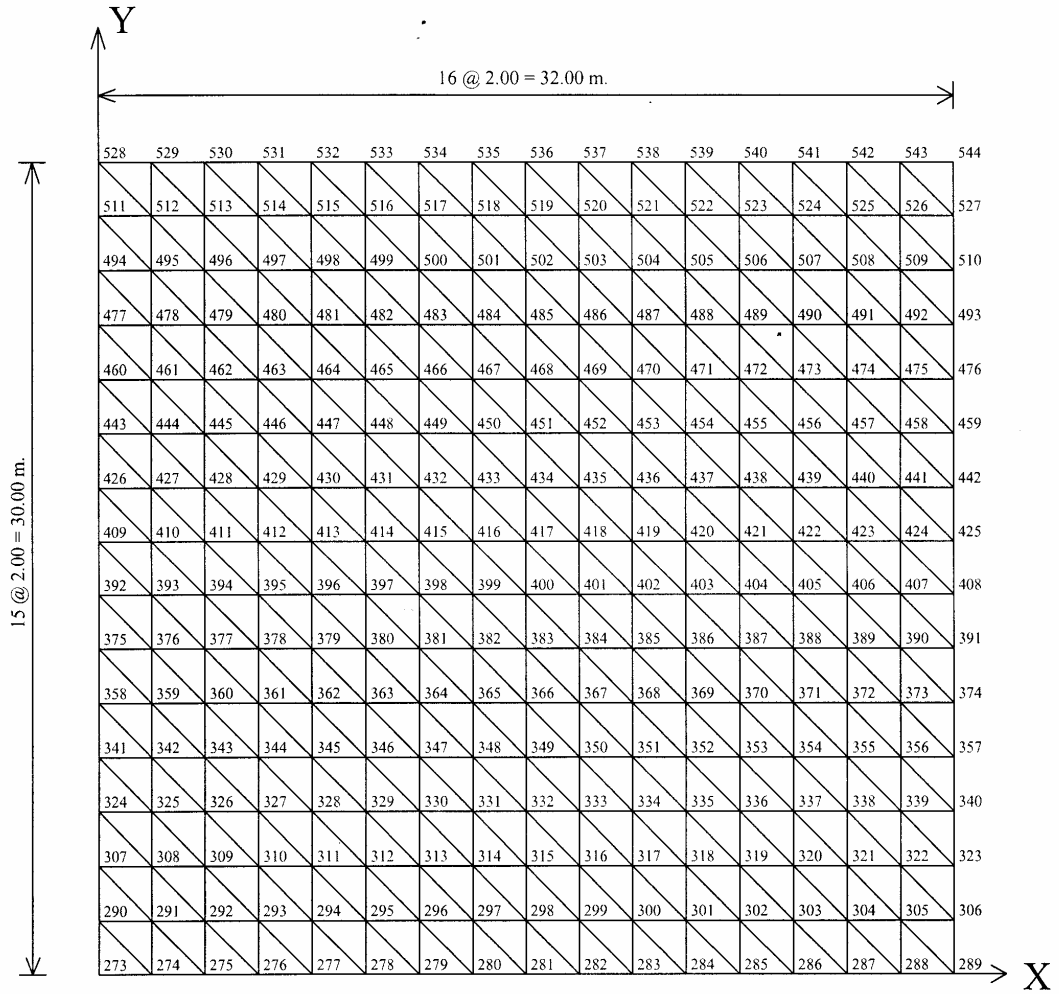
รูปที่ 133 ป้ายโฆษณาแผงที่ระยะ $X = 32.00$ เมตร

ข้อมูลป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่



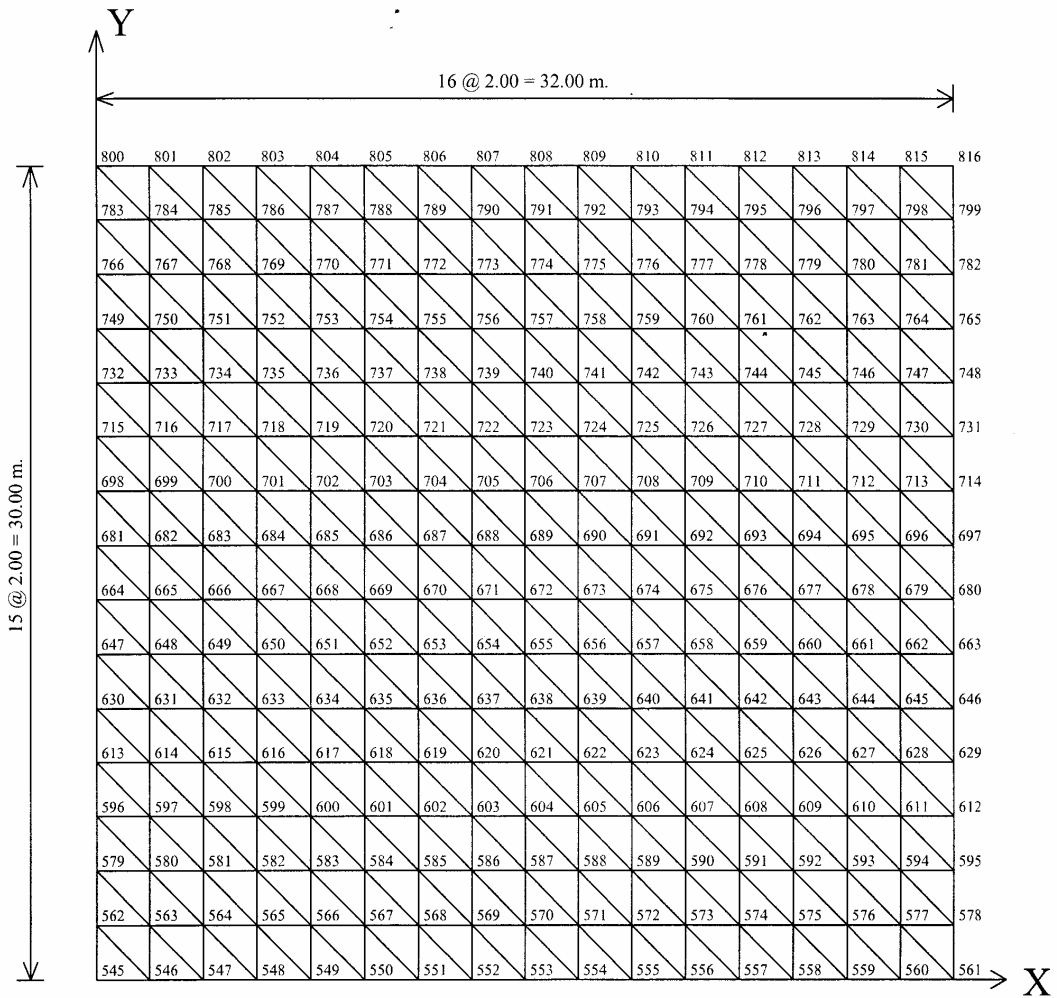
Z = 0.00 m.

รูปที่ 134 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ Z = 0.00 เมตร



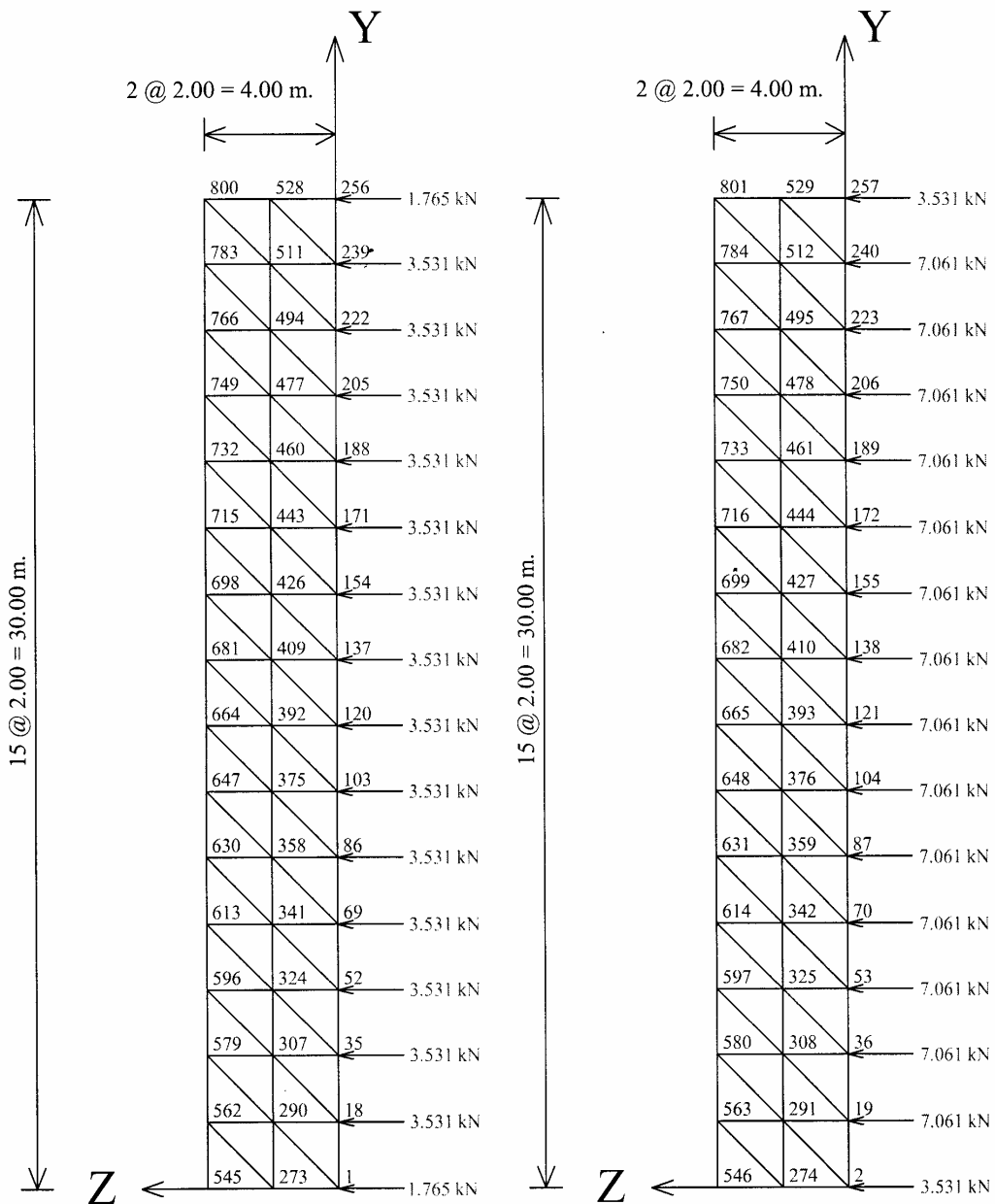
$$Z = 2.00 \text{ m.}$$

รูปที่ 135 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ Z = 2.00 เมตร



$$Z = 4.00 \text{ m.}$$

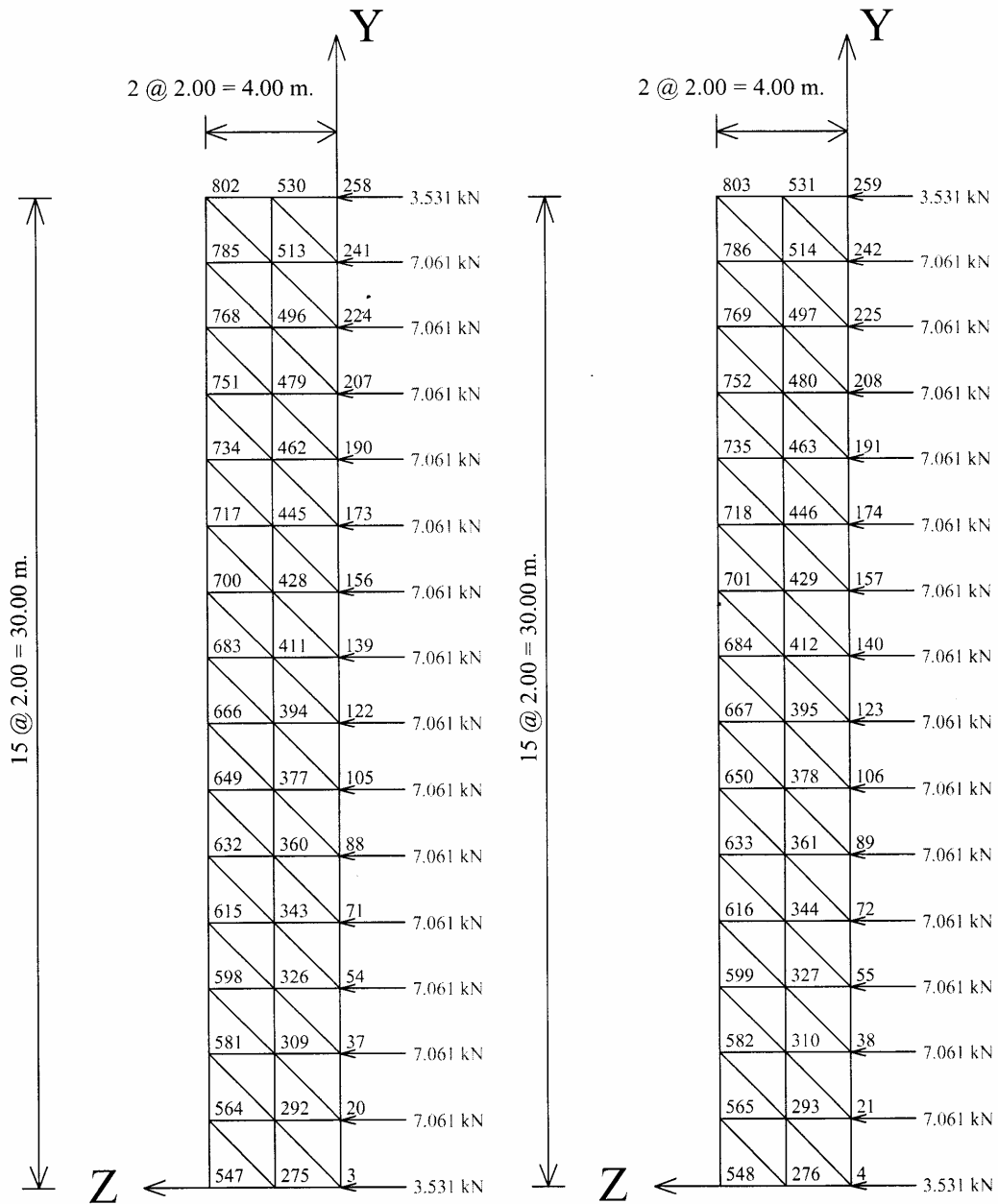
รูปที่ 136 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ Z = 4.00 เมตร



X = 0.00 m.

X = 2.00 m.

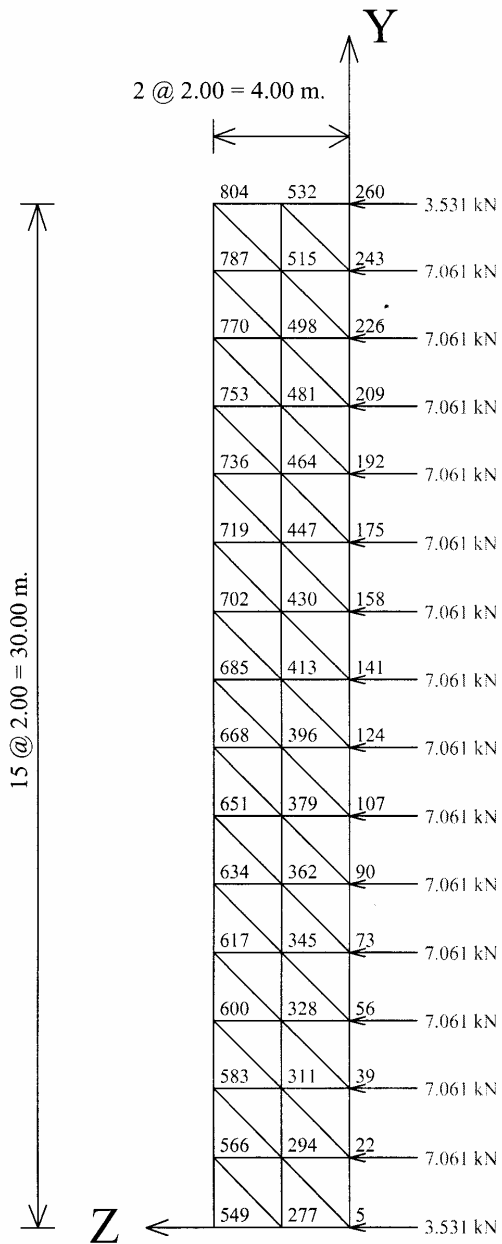
รูปที่ 137 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แดงที่ระยะ X = 0.00 – 2.00 เมตร



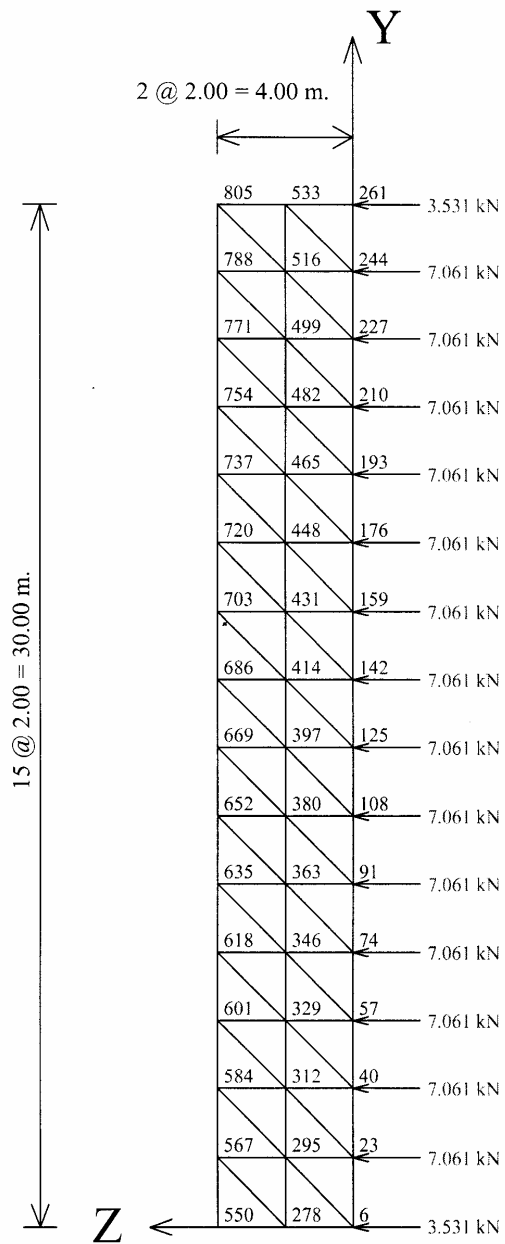
X = 4.00 m.

X = 6.00 m.

รูปที่ 138 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ X = 4.00 – 6.00 เมตร

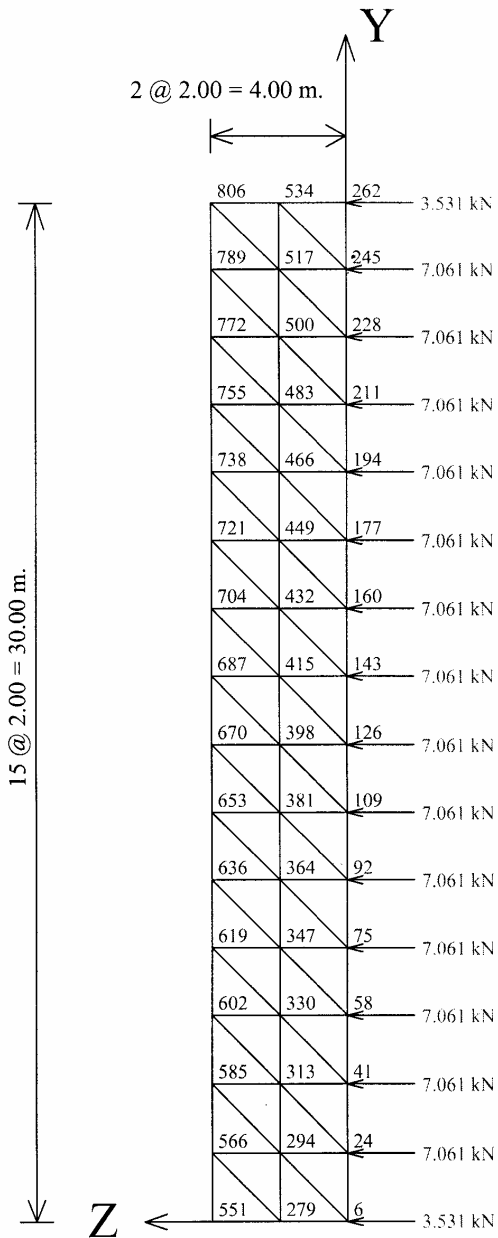


$X = 8.00 \text{ m.}$

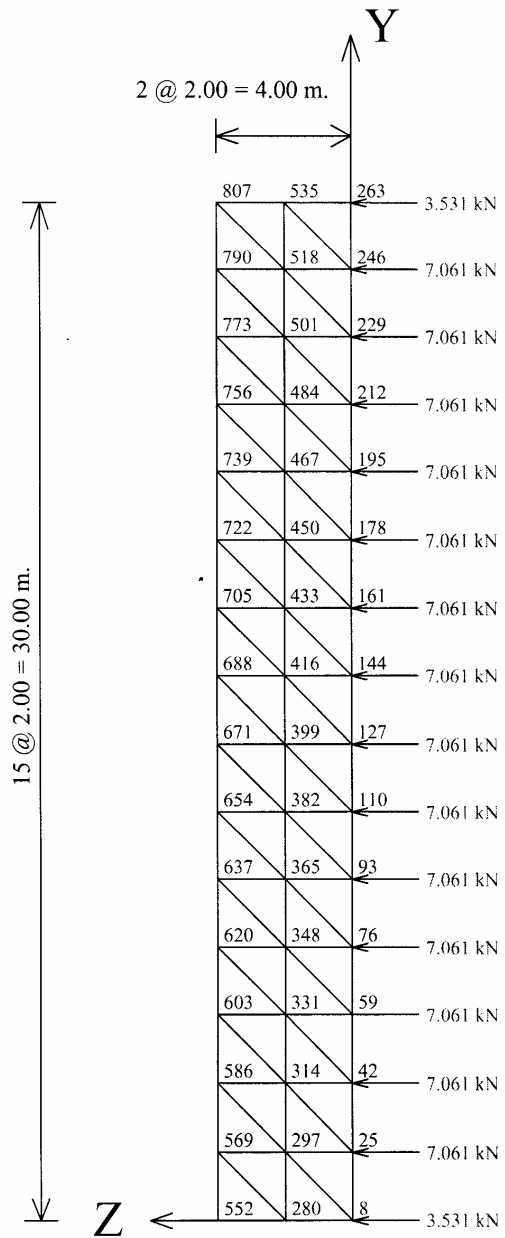


$X = 10.00 \text{ m.}$

รูปที่ 139 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ $X = 8.00 - 10.00$ เมตร

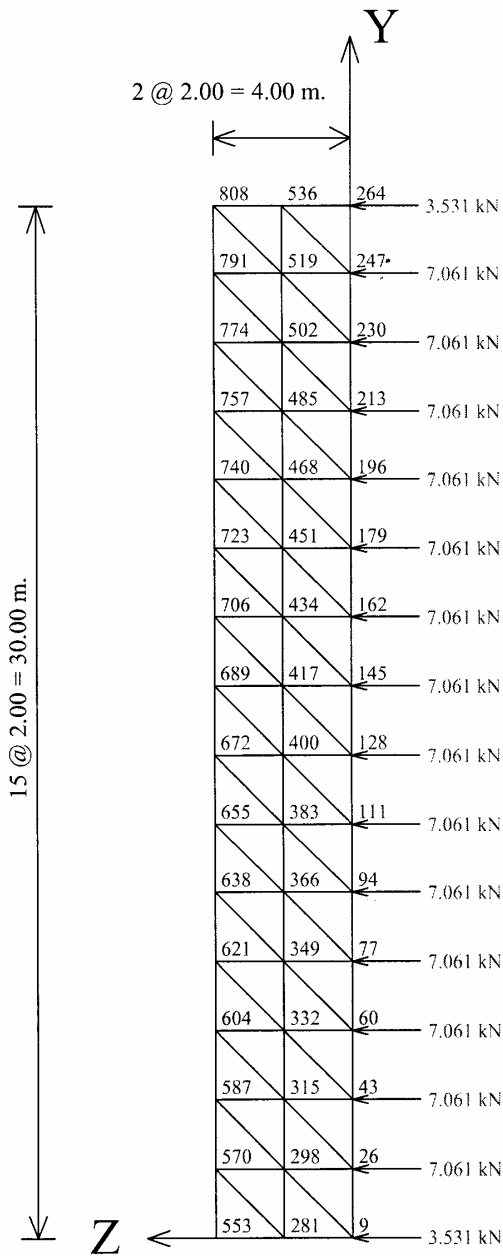


X = 12.00 m.

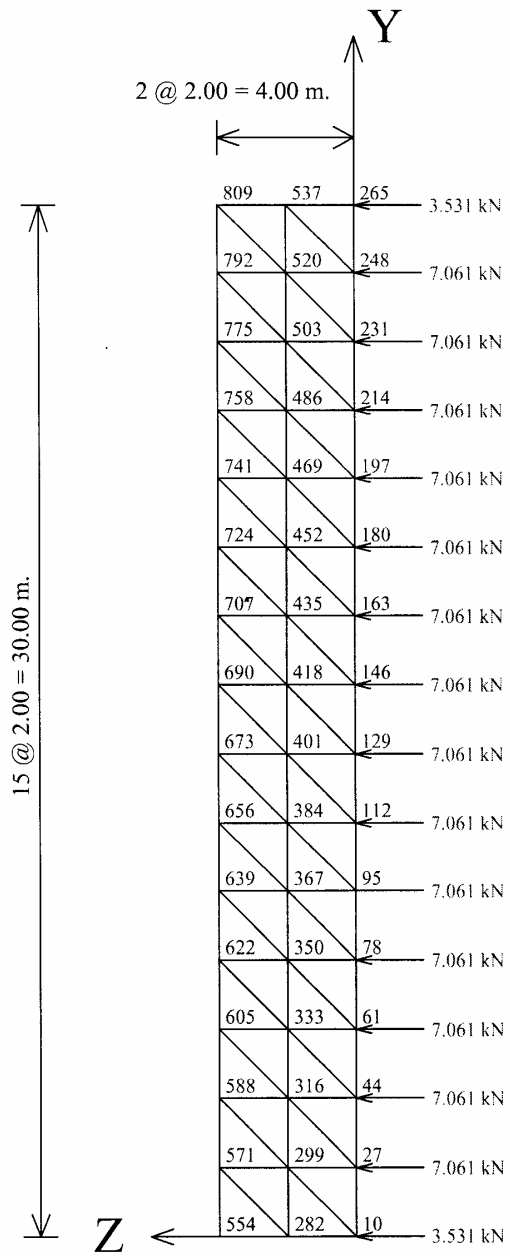


X = 14.00 m.

รูปที่ 140 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ X = 12.00 – 14.00 เมตร

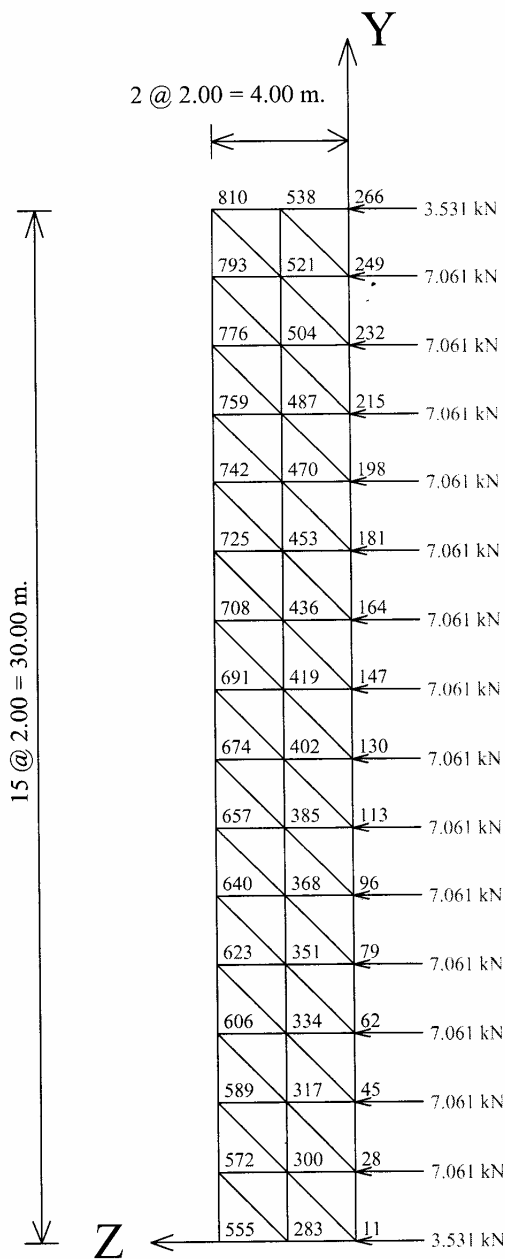


X = 16.00 m.

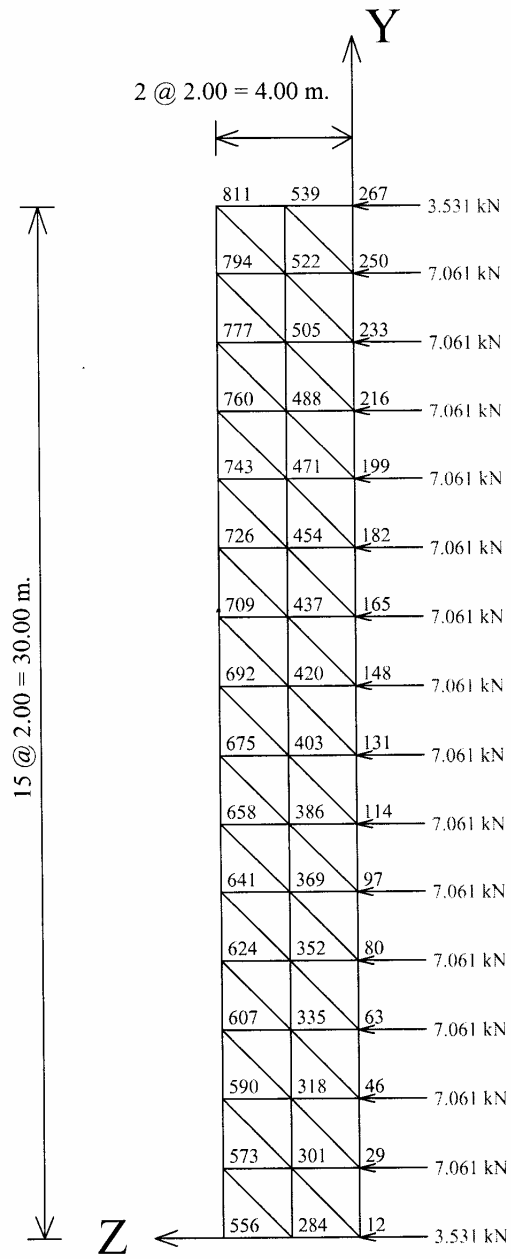


X = 18.00 m.

รูปที่ 141 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ X = 16.00 – 18.00 เมตร

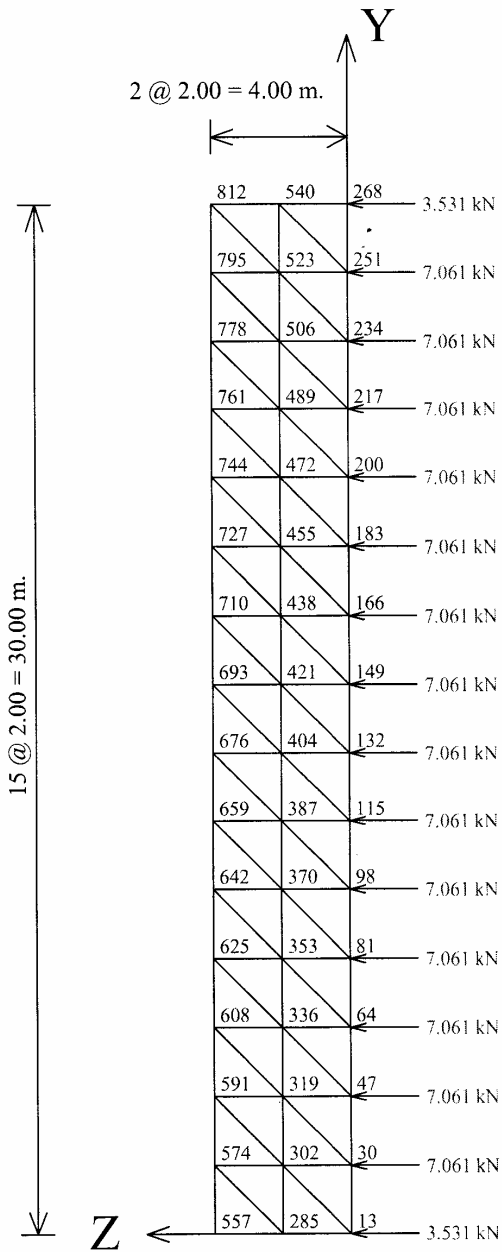


X = 20.00 m.

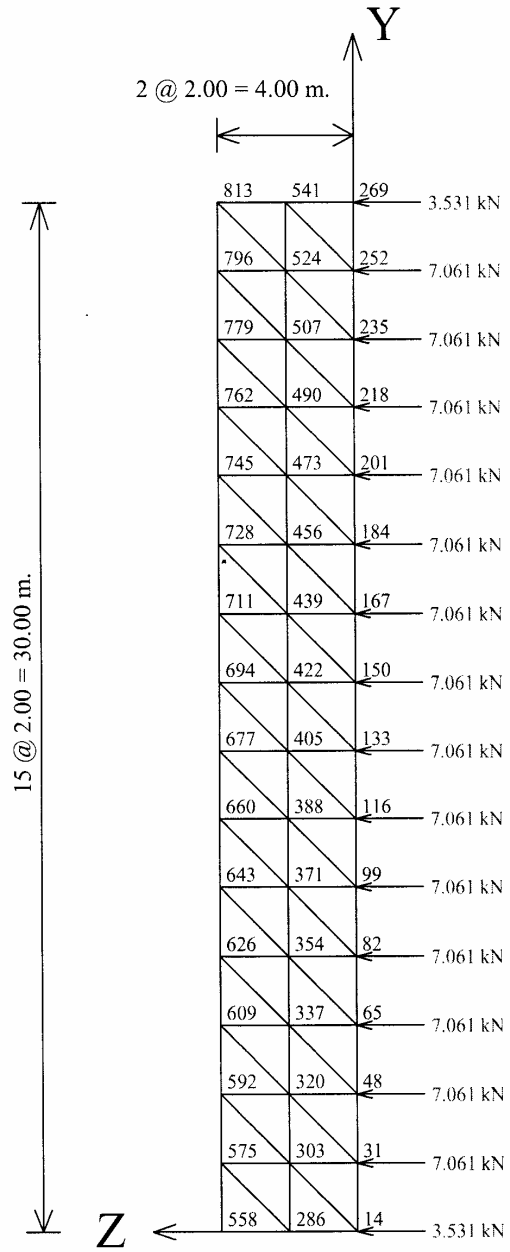


X = 22.00 m.

รูปที่ 142 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ X = 20.00 – 22.00 เมตร

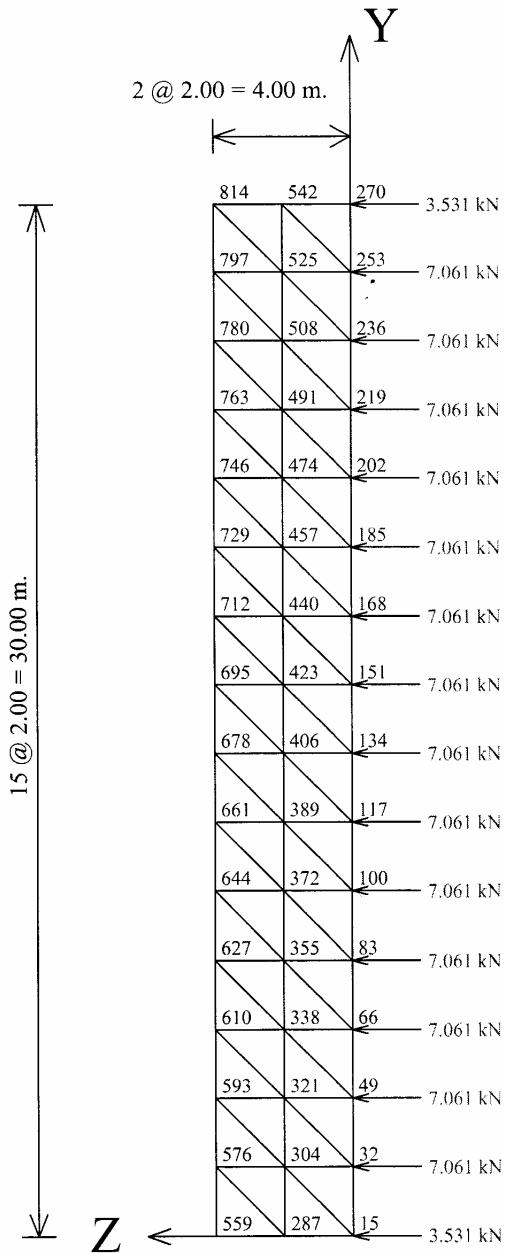


$X = 24.00 \text{ m.}$

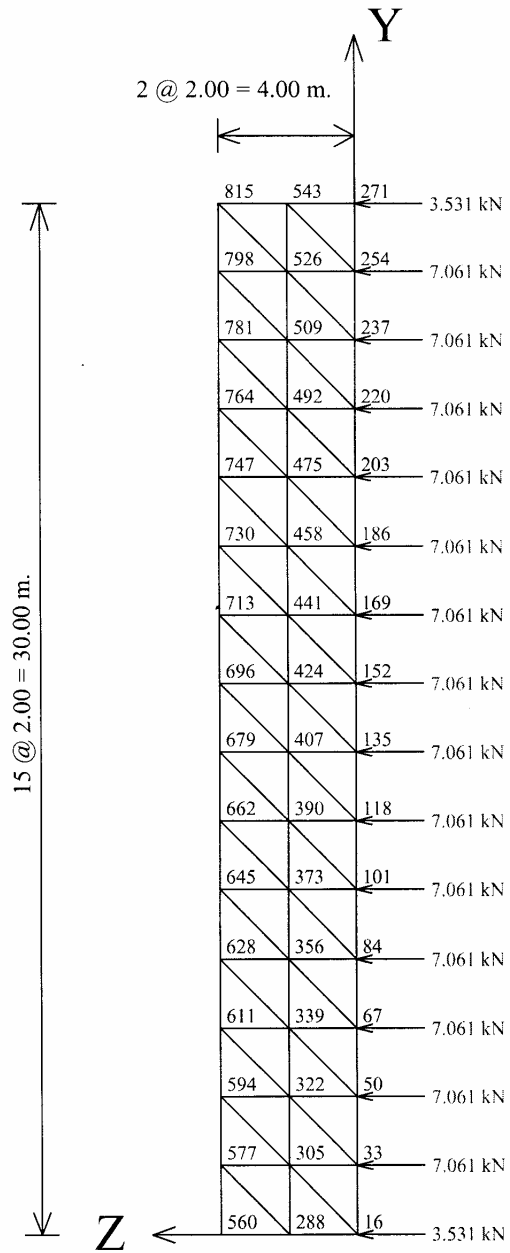


$X = 26.00 \text{ m.}$

รูปที่ 143 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ $X = 24.00 - 26.00$ เมตร

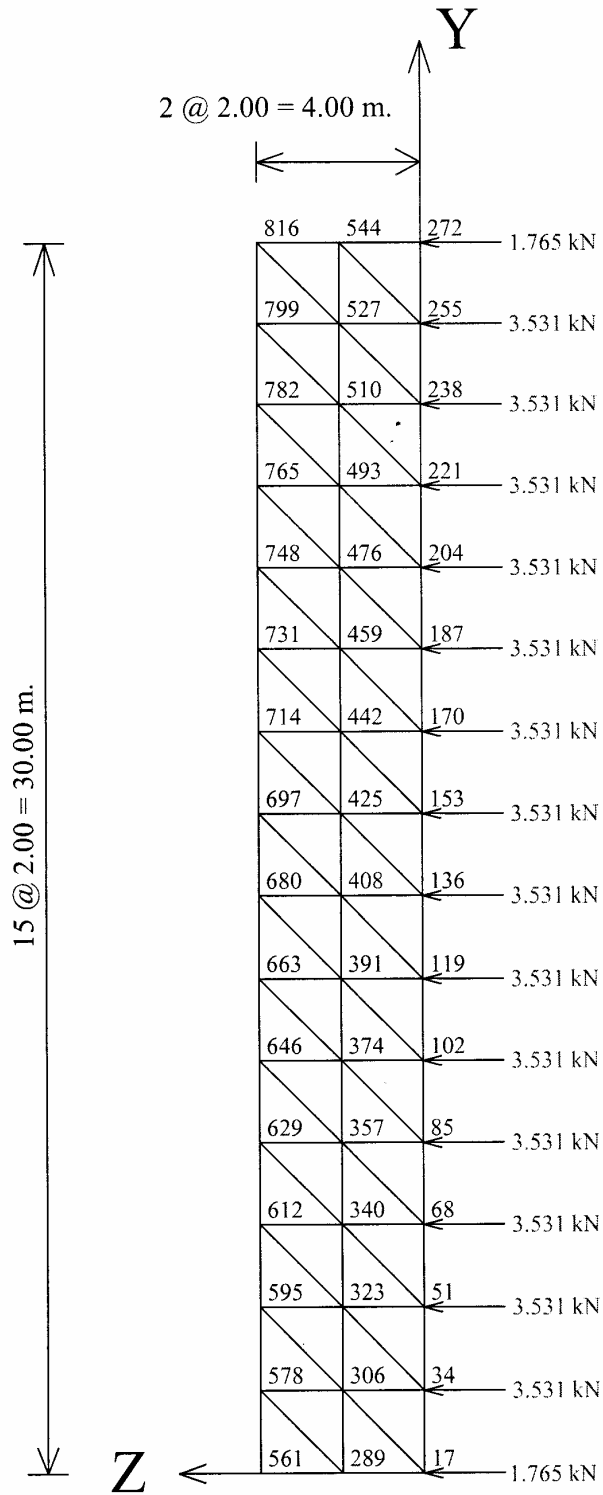


X = 28.00 m.



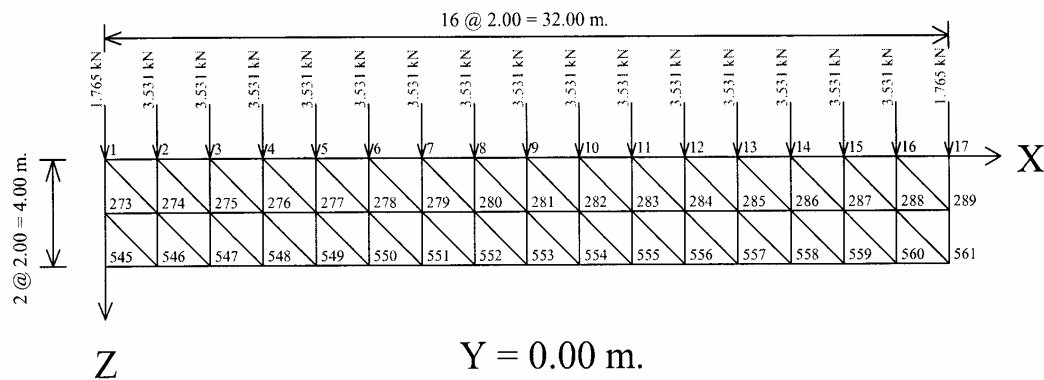
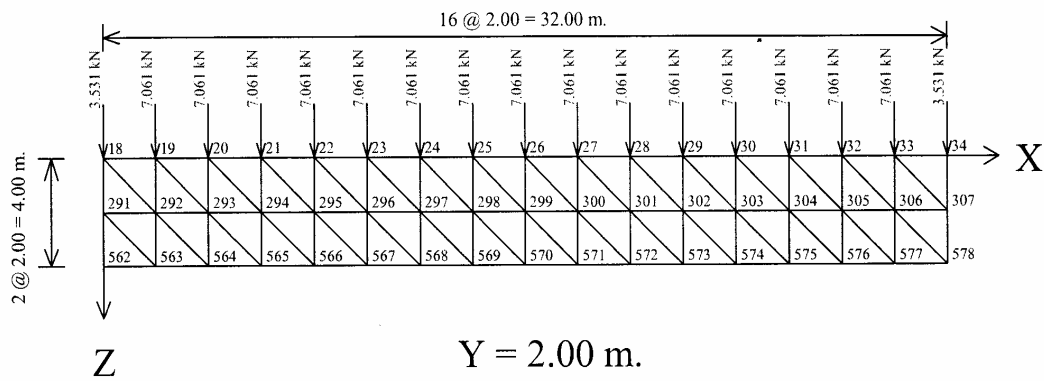
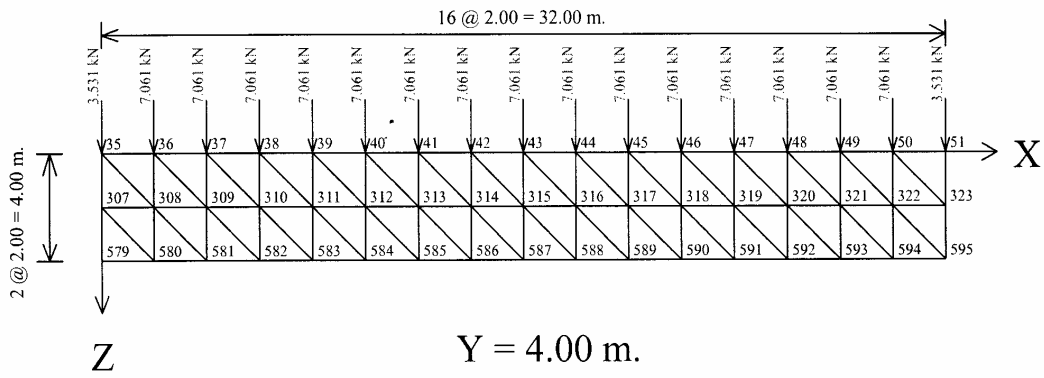
X = 30.00 m.

รูปที่ 144 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ X = 28.00 – 30.00 เมตร

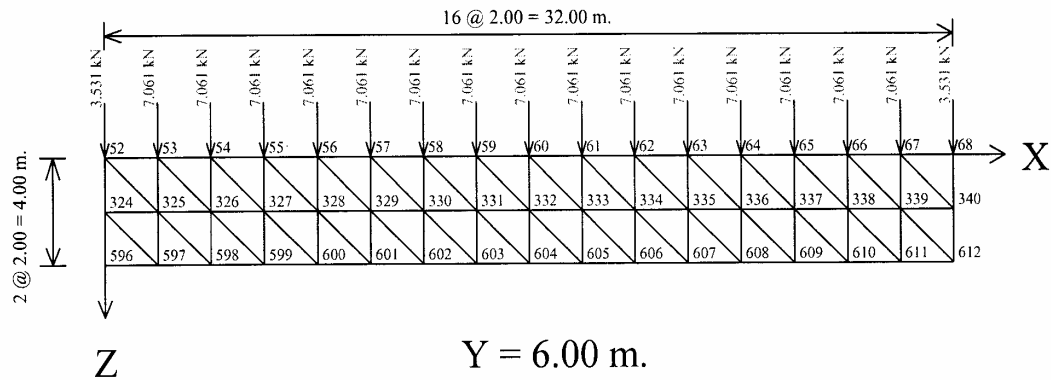
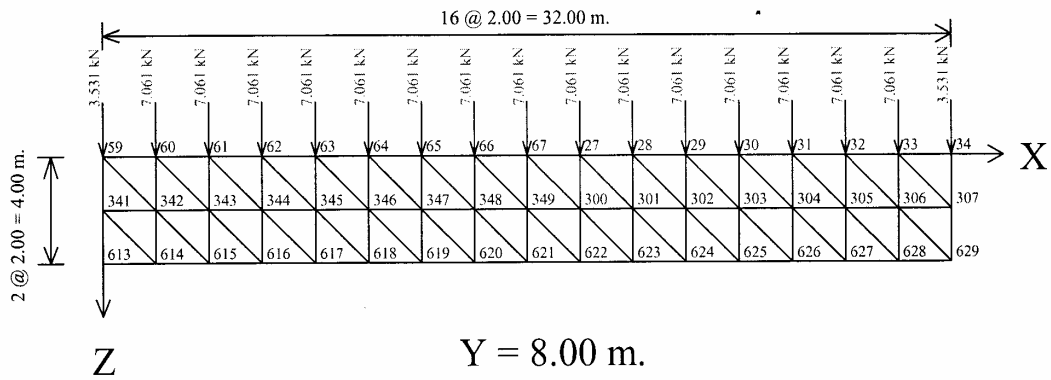
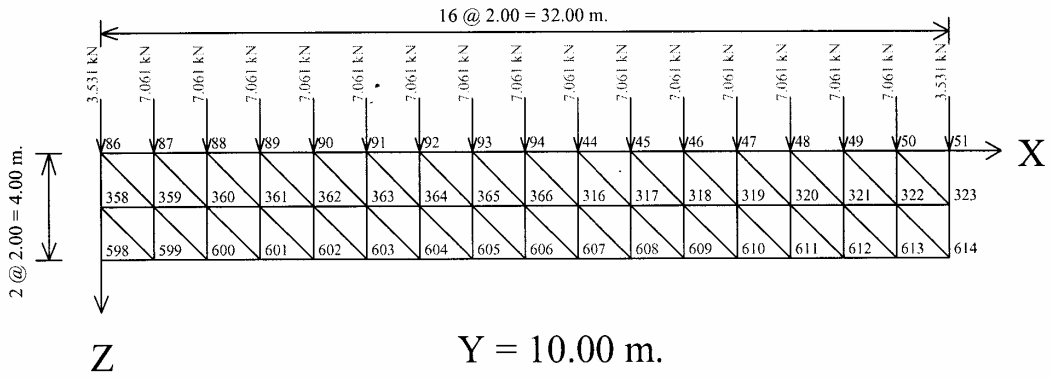


$X = 32.00 \text{ m.}$

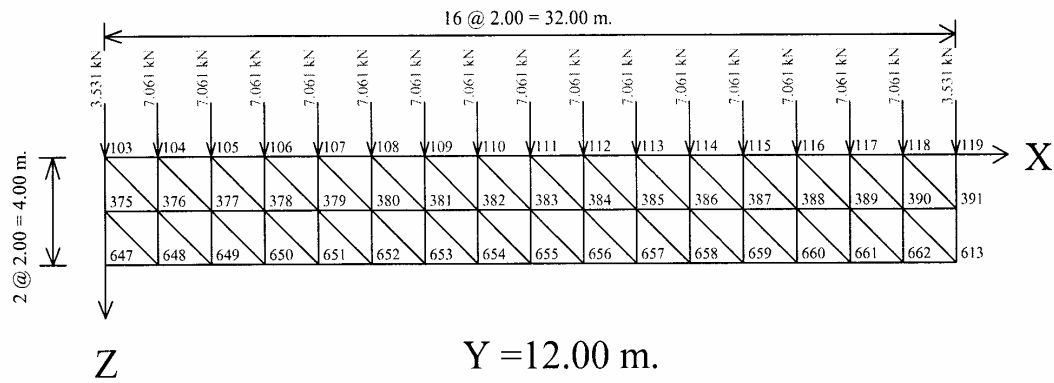
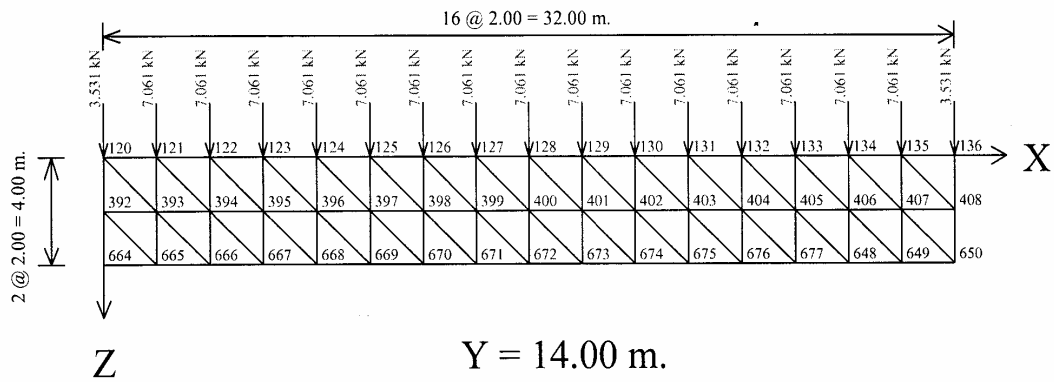
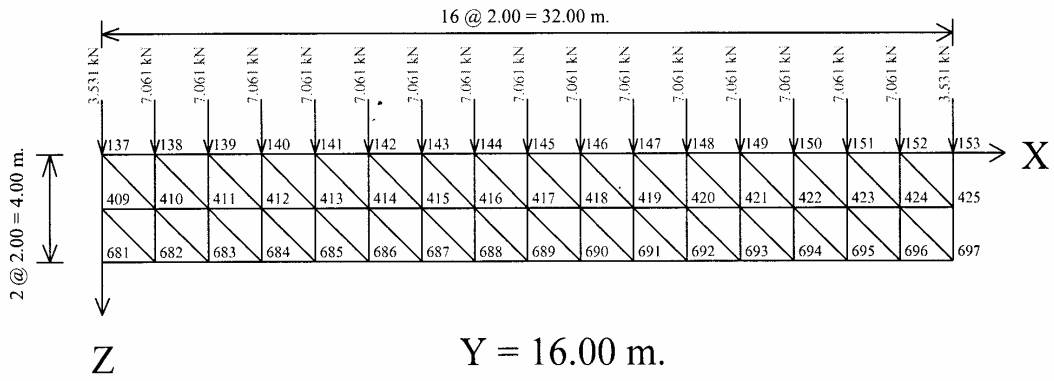
รูปที่ 145 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ X = 32.00 เมตร



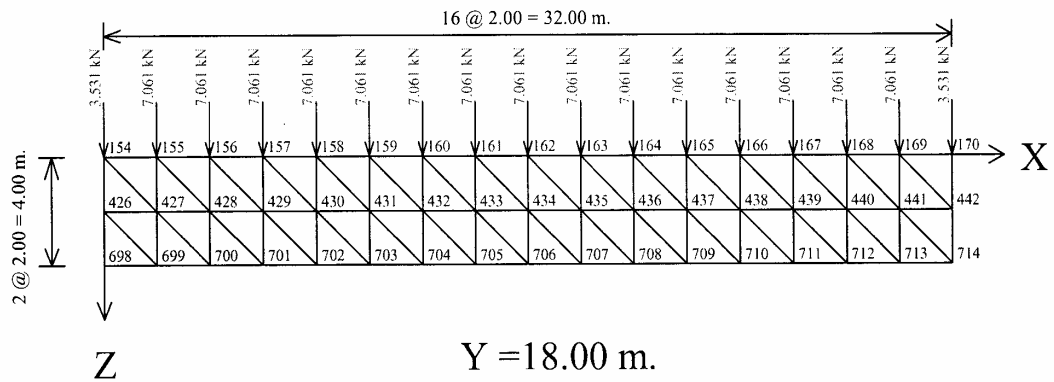
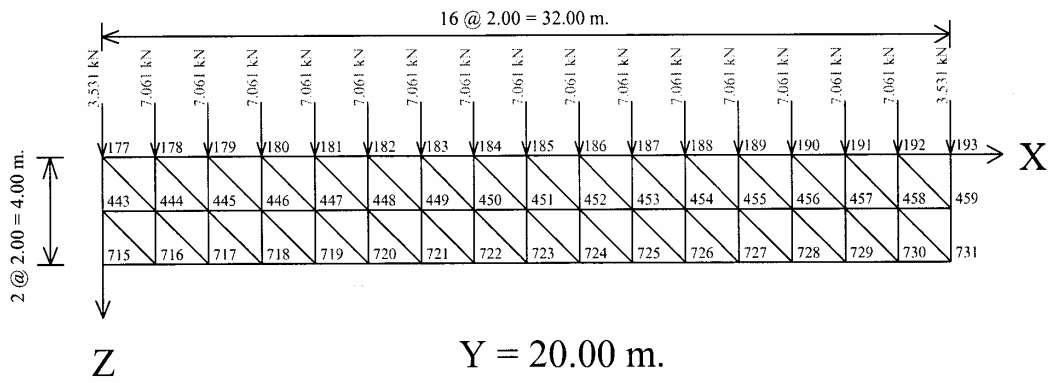
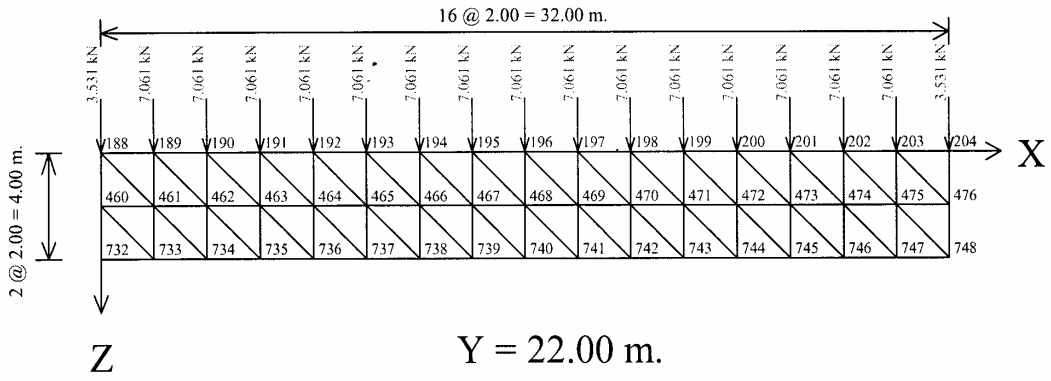
รูปที่ 146 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ Y = 0.00 – 4.00 เมตร



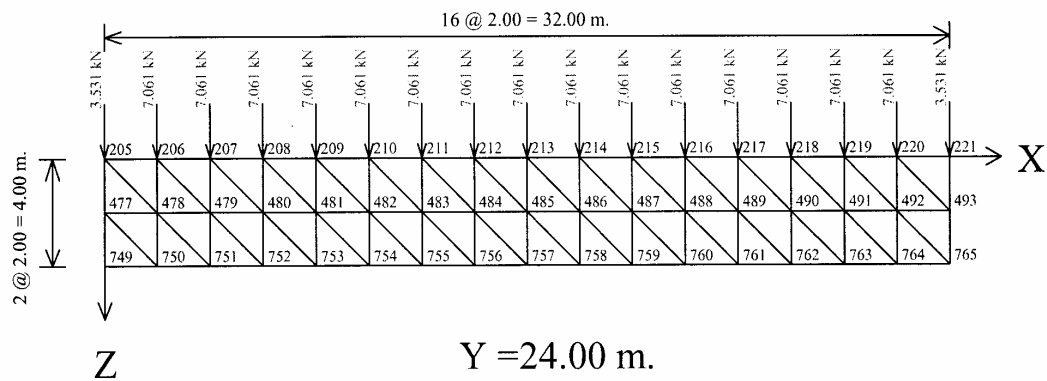
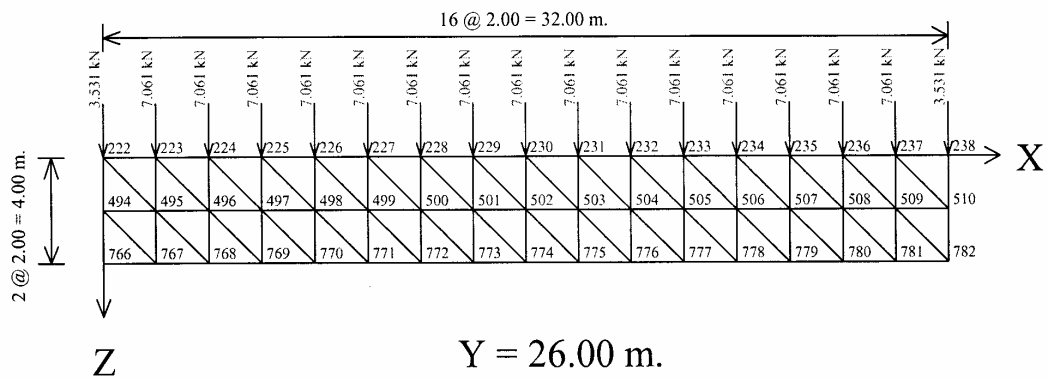
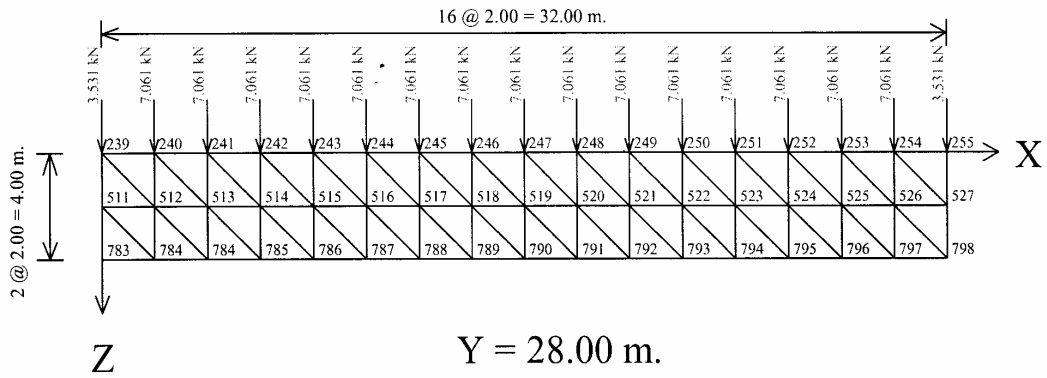
รูปที่ 147 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แห่งที่ระยะ Y = 6.00 – 10.00 เมตร



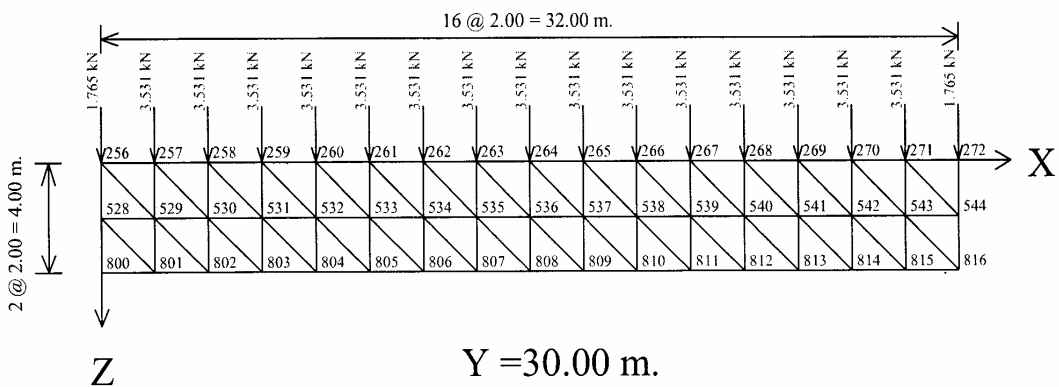
รูปที่ 148 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ Y = 12.00 – 16.00 เมตร



รูปที่ 149 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ Y = 18.00 – 22.00 เมตร



รูปที่ 150 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ Y = 24.00 – 28.00 เมตร



รูปที่ 151 ป้ายโฆษณาตามกฎหมายใหม่แผงที่ระยะ Y = 30.00 เมตร

ใบงานฝึกปฏิบัติออกแบบโครงข้อมุมสองมิติ

ต้องการออกแบบโครงหลังคาจั้วช่วงยาว 30.00 เมตร ชายคาข้างละ 1.50 เมตร ระยะ Bay 6.00 เมตร วัสดุผนังเหล็กกริดลอนเคลือบ (metal sheet) ความเอียง 5 องศา ก่อสร้างในเขต กรุงเทพมหานครจึงใช้น้ำหนักบรรทุกจร 50 kg/m^2 ระยะห่างแป 1.50 เมตรทางราบ ช่วงย่อย 1.50 เมตร วัสดุเป็นท่อเหล็กโครงสร้าง ASTM A36 หรือ 300W

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดน้ำหนักบรรทุก

ออกแบบแป ระยะเรียงแป $x = 1.50 \text{ m}$ ทางราบ

น้ำหนักบรรทุกจร	50	kg/m^2
Metal sheet	5	kg/m^2
น้ำหนักแป	10	kg/m^2
น้ำหนักรวม w_1	65	kg/m^2
น้ำหนักลงแป 1 ตัวทางตั้ง	$w = w_1 x = 65 \times 1.50 =$	97.5 kg/m
แปลงน้ำหนัก	$w = \frac{97.5}{100} = 0.975 \text{ kN/m}$	

มุมเอียงหลังคา 5 องศา แยกแรงไปทางแกนหลัก (แรงแกน Y) และแกนรอง (แรงแกน Z)

$$w_y = -w \cos 5^\circ = -0.975 \cos 5^\circ = -0.971 \text{ kN/m} \text{ เป็น } - \text{ เพราะสวนแกน Y}$$

$$w_z = w \sin 5^\circ = 0.975 \sin 5^\circ = 0.085 \text{ kN/m} \text{ เป็น } + \text{ เพราะทิศเหมือนแกน Z}$$

เนื่องจากมีเหล็กยึดแปที่ระยะ 3.00 เมตร กลางช่วงพอดี แบ่งช่วงย่อย 1.00 เมตร ยาว 6.00 เมตร ได้ 6 ช่วง จึงมี Node จาก 1 ถึง 7 (จำนวน Node เพิ่มอีก 1 จากจำนวนช่วง)

เข้า Input – Nodes ป้อน Node number เป็น 1 พิกัด $X=0, Y=0, Z=0$ มี Node อีก 6 จุด ป้อน No.of เป็น 6 ป้อน Node inc เป็น 1 (หมายเลข Node เพิ่มคราวละ 1) แล้วป้อน X-inc เป็น 1 (ระยะทางแกน X เพิ่มคราวละ 1 เมตร)

ยังอยู่ใน Input เข้า Beam sections เข้า Section name เป็น 1 ที่ Section designation คลิกปุ่ม Sections คลิกปุ่ม Steel เลือกกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า เลือกหน้าตัด $150 \times 80 \times 4.5$ คู่มือ Materials ควรจะเป็น Steel:300W

ยังอยู่ใน Input เข้า Beams ที่ช่อง Beam element definition ป้อน 1-2--7 ช่อง Section Name ป้อน 1

ยังอยู่ใน Input เข้า Supports ที่ Node No. ป้อน 1 ที่ Fixity ป้อน XYZ จุด 4 เป็น Z และจุด 7 เป็น XYZx ที่จุด 1 รับแรงได้ทั้ง 3 แกน ที่จุด 4 รับแรงเฉพาะแกน Z และที่จุด 7 รับแรงได้ 3 แกน และรับโมเมนต์รอบแกน x ด้วย

ยังอยู่ใน Input เข้า Beam loads ป้อน Load Case เป็น 1 ช่อง Beam element definition ป้อน 1-2--7 ช่อง Direction ป้อน Y แรงในแนวแกน Y ช่อง W(low...) ป้อน -0.971 บรรทัดถัดลงมา ช่อง Beam element definition ป้อน 1-2--7 ช่อง Direction ป้อน Z แรงในแนวแกน Z ช่อง W(low...) ป้อน 0.085

คลิกที่ File – Save As ตั้งชื่อไฟล์ Ch03Ex01A เคาะ Enter

คลิกที่ Analysis แล้วคลิก Start analysis

คลิกที่ Design Links แล้วคลิกเลือก Member design for combined stress เลือก Evaluate current section ที่มุมบนขวา คลิกปุ่ม F6 ได้ลงมา เลือกหน้าต่าง 1 คลิก OK คลิก Add Task คลิก Design คลิก Task to Calcsheet ด้านล่าง คลิกที่ Calcsheet แล้วดูผล ว่ามี Fail ขึ้นหรือไม่ หากต้องการพิมพ์ผลเลขก็ได้ หรืออาจจะส่งไป CalsPad เพื่อการจัดรูปแบบให้เรียบร้อยก็ได้

ออกแบบเหล็กยึดแป

แต่ละด้านของจั่วมีจำนวนแป $= 1 + \frac{15+1.5}{1.5} = 12$ ตัว แต่ละตัวรับแรงดึงตามแนวเอียง

$$T_1 = 12 \times \left(0.085 \times \frac{6.00}{2} \right) = 3.06 \text{ kN}$$

$$\text{แรงในเหล็กยึดแปที่ยึดจั่ว } T = \frac{3.06}{\cos 5^\circ} = 3.07 \text{ kN}$$

$$\text{หน้าตัดเหล็กที่ต้องการ } A_s = \frac{T}{0.6F_y} = \frac{307}{0.6 \times 2400} = 0.213 \text{ cm}^2$$

มาตรฐานกำหนดห้ามเล็กกว่า 15 mm ใช้เหล็กยึดแป RB 15 mm

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบโครงหลังคา

$$\text{จำนวนช่วงย่อย} = \frac{1.5 + 30 + 1.5}{1.5} = 22 \text{ ช่วง} \quad \text{ข้างละ 11 ช่วงๆ ละ 1.50 เมตร}$$

ปลายริมสูง 0.30 เมตร

$$\text{ยอดจั่วสูง} = 0.30 + (11 \times 1.50) \sin 5^\circ = 1.738 \text{ m}$$

$$\text{เพิ่มช่วงละ} = \frac{1.738 - 0.30}{11} = 0.13073$$

เข้า Analysis – Frame เข้า Setting – Domain เลือก XY-plane

เข้าใน Analysis – Frame – Input –Node

ป้อน Node หมายเลข 1 พิกัด X=0, Y=0 ช่อง No. of ป้อน 22 (จาก 23-1= 22) ช่อง Node inc. ป้อน 1 และ X inc ป้อน 1.5 กับ Y inc ป้อน 0 จะมี Node 1 ถึง 23 ในแนวราบ

ช่อง Node no. ป้อน 24 พิกัด X=0, Y=0.30 ช่อง No. of ป้อน 10 ช่อง Node inc. ป้อน 1 และ X inc ป้อน 1.5 กับ Y inc ป้อน 0.13073 มี Node 24 ถึง 34 ขึ้นมา

ช่อง Node no. ป้อน 35 พิกัด X=16.5, Y=1.738 ช่อง No. of ป้อน 11 ช่อง Node inc. ป้อน 1 และ X inc ป้อน 1.5 กับ Y inc ป้อน -0.13073 มี Node 35 ถึง 46 ขึ้นมา

ยังอยู่ใน Input เข้า Beam sections เข้า Section name เป็น 1 ที่ Section designation คลิกปุ่ม Sections คลิกปุ่ม Steel เลือกท่อ D4x4.5mm ดูช่อง Materials ควรจะเป็น Steel:300W เข้า Section name เป็น 2 ที่ Section designation คลิกปุ่ม Sections คลิกปุ่ม Steel เลือกท่อ D3x3.2mm

ยังอยู่ใน Input เข้า Beams ที่ช่อง Beam element definition ป้อน 1-2- -23-46 ช่อง Section Name ป้อน 1 ที่ช่อง Beam element definition ป้อน 1-24-25 - -46 ช่อง Section Name ป้อน 1 เป็นชิ้นส่วนรอบนอก

ช่อง Section Name ป้อน 2 ที่ช่อง Beam element definition ป้อน 2-25 ช่อง No.of Extra ป้อน 20 ช่อง Node no inc ป้อน 1

ช่อง Section Name ป้อน 2 ที่ช่อง Beam element definition ป้อน 2-24 ช่อง No.of Extra ป้อน 10 ช่อง Node no inc ป้อน 1

ช่อง Section Name ป้อน 2 ที่ช่อง Beam element definition ป้อน 12-36 ช่อง No.of Extra ป้อน 10 ช่อง Node no inc ป้อน 1

ยังอยู่ใน Input เข้า Supports ที่ Node No. ป้อน 2 ที่ Fixity ป้อน XY จุด 22 เป็น Y

$$\text{น้ำหนักลงจุดภายใน} = 65 \times 1.50 \times 6.00 = 585 \text{ kg} = \frac{585}{100} = 5.85 \text{ kN}$$

$$\text{น้ำหนักลงจุดต่อริมสองข้างๆ ละ} = \frac{5.85}{2} = 2.925 \text{ kN}$$

ยังอยู่ใน Input เข้า Nodal loads ป้อน Load Case เป็น 1 ช่อง Node No ป้อน 24 ช่อง Py ป้อน -2.925 ช่อง No of Extra ป้อน 1 ช่อง Node no inc ป้อน 22 บรรทัดถัดลงมา ช่อง Node No ป้อน 25 ช่อง Py ป้อน -5.85 ช่อง No of Extra ป้อน 20 ช่อง Node no inc ป้อน 1

คลิกที่ File – Save As ตั้งชื่อไฟล์ Ch03Ex01B เคาะ Enter

คลิกที่ Analysis แล้วคลิก Start analysis

คลิกที่ Design Links แล้วคลิกเลือก Member design for axial stress เลือก Evaluate current section ที่มุมบนขวา คลิกปุ่ม F6 ได้ลงมา เลือกหน้าต่าง 1 และ 2 คลิก OK คลิก Add Task คลิก Design คลิกที่ Calcsheet แล้วดูผล ว่ามี Fail ขึ้นหรือไม่ หากต้องการพิมพ์ผลเลขก็ได้ หรืออาจจะส่งไป CalsPad เพื่อการจัดรูปแบบให้เรียบร้อยก็ได้