

# สารบัญ

## การสอนและการแนะนำสำหรับ SAP2000

### 1 บทนำ

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| การใช้หนังสือคู่มือ      | 1-1 |
| การแนะนำคร่าวๆของโปรแกรม | 1-2 |
| การใช้การสอน             | 1-2 |

### 2 การสอนเป็นการแนะนำ

|            |                              |      |
|------------|------------------------------|------|
| โครงการ    | 2-2                          |      |
| ส่วนติดต่อ | 2-2                          |      |
| ชั้นที่ 1  | เริ่มต้นแบบจำลองใหม่         | 2-3  |
|            | กำหนดการเลือกรายการอัตโนมัติ | 2-6  |
| ชั้นที่ 2  | เพิ่มเฟรม                    | 2-10 |
|            | วาดเฟรม                      | 2-10 |
|            | การขจัดลอก                   | 2-11 |
|            | การตกแต่ง                    | 2-14 |
|            | การกำหนดตอนจบ                | 2-17 |
|            | บันทึกแบบจำลอง               | 2-19 |
| ชั้นที่ 3  | เพิ่มพื้นที่                 | 2-19 |
|            | กำหนดส่วนพื้นที่             | 2-19 |
|            | วาดวัตถุพื้นที่              | 2-20 |
|            | แบ่งวัตถุพื้นที่             | 2-22 |
| ชั้นที่ 4  | เพิ่มจุดยึด                  | 2-23 |

การสอนเป็นการแนะนำสำหรับ SAP2000 เวอร์ชัน 8

---

|            |                              |      |
|------------|------------------------------|------|
| ชั้นที่ 5  | กำหนดโหนด                    | 2-25 |
| ชั้นที่ 6  | กำหนดแรงโน้มถ่วง             | 2-26 |
| ชั้นที่ 7  | กำหนดแก้ไขความแข็งของพื้นที่ | 2-28 |
| ชั้นที่ 8  | เริ่มการวิเคราะห์            | 2-29 |
| ชั้นที่ 9  | กราฟฟิคตรวจดูการวิเคราะห์    | 2-30 |
| ชั้นที่ 10 | ออกแบบเฟรมเหล็ก              | 2-34 |

## บทนำ

### การใช้หนังสือคู่มือนี้

หนังสือคู่มือนี้แนะนำคุณถึง SAP2000 เวอร์ชัน 8. ตามขั้นตอนเพื่อนำทางคุณผ่านการพัฒนาของแบบจำลองแรกของคุณ ความตั้งใจต้องแสดงเป็นอย่างแรกและเพื่อความรวดเร็วและโดยง่าย แบบจำลองสามารถถูกสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมนี้ การสอนนี้ได้รับความตั้งใจเพื่อให้ถึงมือคุณโดยอยู่บนประสบการณ์การทำงานกับ SAP2000 ซึ่งสำหรับคนส่วนมาก วิธีที่รวดเร็วกลายเป็นที่คุ้นเคยกับการใช้โปรแกรม SAP2000 คือหนึ่งอย่างที่สุดโปรแกรมอัจฉริยะและทรงพลังกับความสามารถมากมายและฟังก์ชัน หนังสือคู่มือนี้ไม่พยายามเพื่อทำเป็นเอกสารอย่างเต็มที่ทั้งหมดของความสามารถเหล่านั้น ค่อนข้างจะ, เราสรุปแสดงวิธีทำงานกับโปรแกรม, การเตรียมคำอธิบายจำนวนหนึ่งตามวิธีเพื่อ ความเข้าใจอย่างเต็มที่ของ SAP2000 คุณควรใช้หนังสือคู่มือการสอนเป็นการแนะนำนี้ในสัณฐานกับเอกสารอ้างอิง SAP2000 อื่นๆ.

เราหวังว่าคุณมีความสุขการใช้การสอนนี้, และซึ่งคุณค้นหาประโยชน์ของมันเป็นที่เริ่มต้นในการค้นหาของคุณของสิ่งนี้ทรงพลังและที่ครอบคลุมเวอร์ชันของ SAP2000.

## การแนะนำคร่าวๆของโปรแกรม

SAP2000 คือโปรแกรมทางโครงสร้าง finite-element พื้นฐาน ที่ทำงานได้อย่างอิสระสำหรับการวิเคราะห์และการออกแบบของโครงสร้างภายในยังหนึ่งรู้อเอง, ทรงพลัง ส่วนติดต่อผู้ใช้กับเครื่องมือมากมายเพื่อช่วยเหลือในการก่อสร้างที่รวดเร็วและแน่นอนของแบบจำลอง, ตามด้วยเทคนิควิเคราะห์แยกแยะสมัยใหม่ที่ต้องการเพื่อทำโครงการที่ซับซ้อนมากที่สุด SAP2000 คือวัตถุพื้นฐาน, ความหมายคือ แบบจำลองซึ่งถูกสร้างโดยสมาชิกซึ่งนำเสนอความจริงทางกายภาพ ซึ่งร่วมกับหลายสมาชิกเข้าไปใน SAP2000 ถูกสร้างเป็นวัตถุเดี่ยวเช่นเดียวกับ ที่มันมีอยู่ในโลกจริงๆ และ ทำการแยกย่อยเพื่อให้แน่ใจว่าการติดต่อกับส่วนอื่นๆ ถูกจัดการภายในโปรแกรม ผลลัพธ์สำหรับการวิเคราะห์และการออกแบบถูกทำเป็นรายงานสำหรับวัตถุครอบคลุม, และไม่สำหรับแต่ละ element ย่อยซึ่งทำขึ้น การเตรียมข้อมูลคือทั้งง่ายกว่าเพื่อตีความและอยู่กับร่องกับรอยมากขึ้นของโครงสร้างทางกายภาพ.

## การใช้การสอนนี้

ตัวอย่างในการสอนนี้เตรียมคำพรรณนาเป็นขั้นตอนโดยใช้ SAP2000. เราแนะนำซึ่งคุณทำตามขั้นตอนนี้ตามความเป็นจริงใน SAP2000 ขณะที่อ่านหนังสือคู่มือนี้

โปรแกรม SAP2000 ต้องถูกติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ของคุณก่อนคุณสามารถเริ่มต้นการสอน. มันยังเป็นแนวความคิดที่ดีเพื่อความเข้าใจในสิ่งอื่นๆภายในเอกสารอ้างอิง SAP2000 ก่อนเพื่อการเริ่มต้นการสอนนี้, หรืออย่างน้อยมีคู่มืออยู่ระหว่างการสอนถ้าต้องการ.

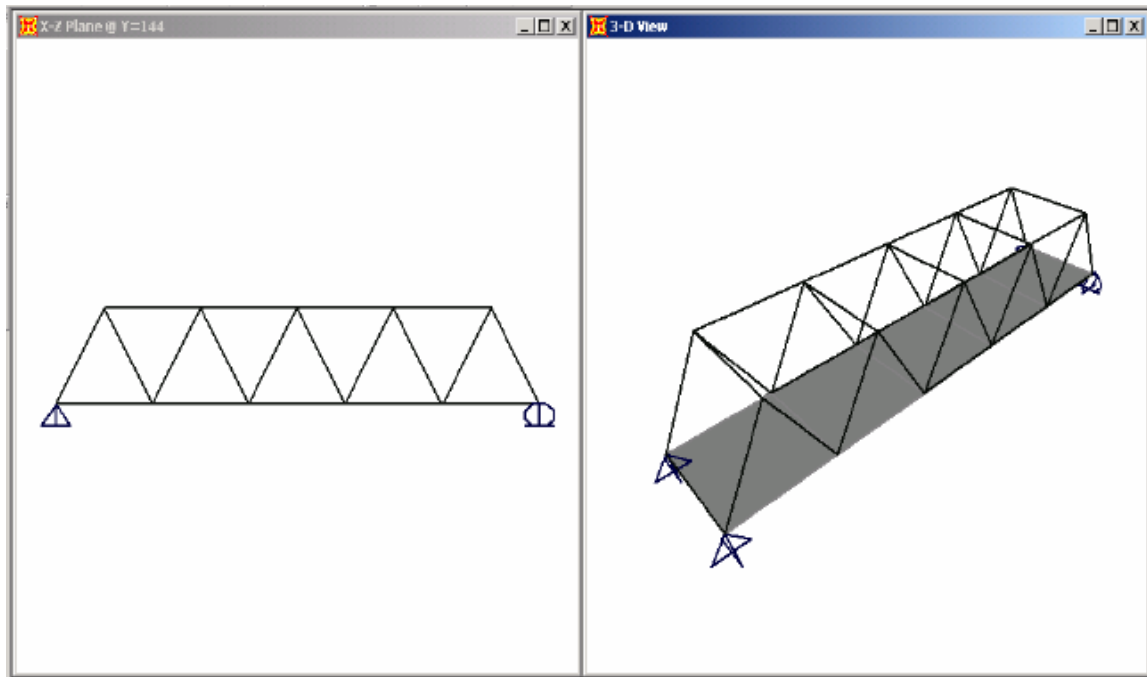
ถ้าคุณต้องการคู่มือการใช้งานคุณสามารถดูได้จากแฟ้ม ที่เป็นนามสกุล .pdf เราขอแนะนำให้คุณพิมพ์ออกมาก่อนที่จะเริ่มการเรียนรู้ มันไม่ใช่แบบฝึกหัด ของการใช้ Sap 2000 นี้ ในขณะที่คุณกำลังอ่านมันบนหน้าจอของคุณ

ระหว่างการเรียนรู้นี้ เราจำเป็นต้องสำรวจความสามารถพื้นฐานของ Sap2000 นี้ โดยเตรียมอย่างน้อย หนึ่งชั่วโมงผ่านไปสำหรับตัวอย่างนี้ และถ้าคุณต้องหยุด คุณต้องทำการบันทึกแบบจำลองนั้นไว้เพื่อทำการต่อไป

ยินดีต้อนรับสู่ Sap2000

## แนะนำการสอน

บทนี้ได้เตรียมอย่างเป็นขั้นตอนสำหรับโครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลอง Sap2000 แต่ละขั้นตอนของกระบวนการสร้างแบบจำลองและแนะนำเทคนิคการก่อสร้างแบบจำลอง ที่ทำในบทนี้ โงที่แสดงในภาพที่ 1



รูปที่1 แบบจำลอง

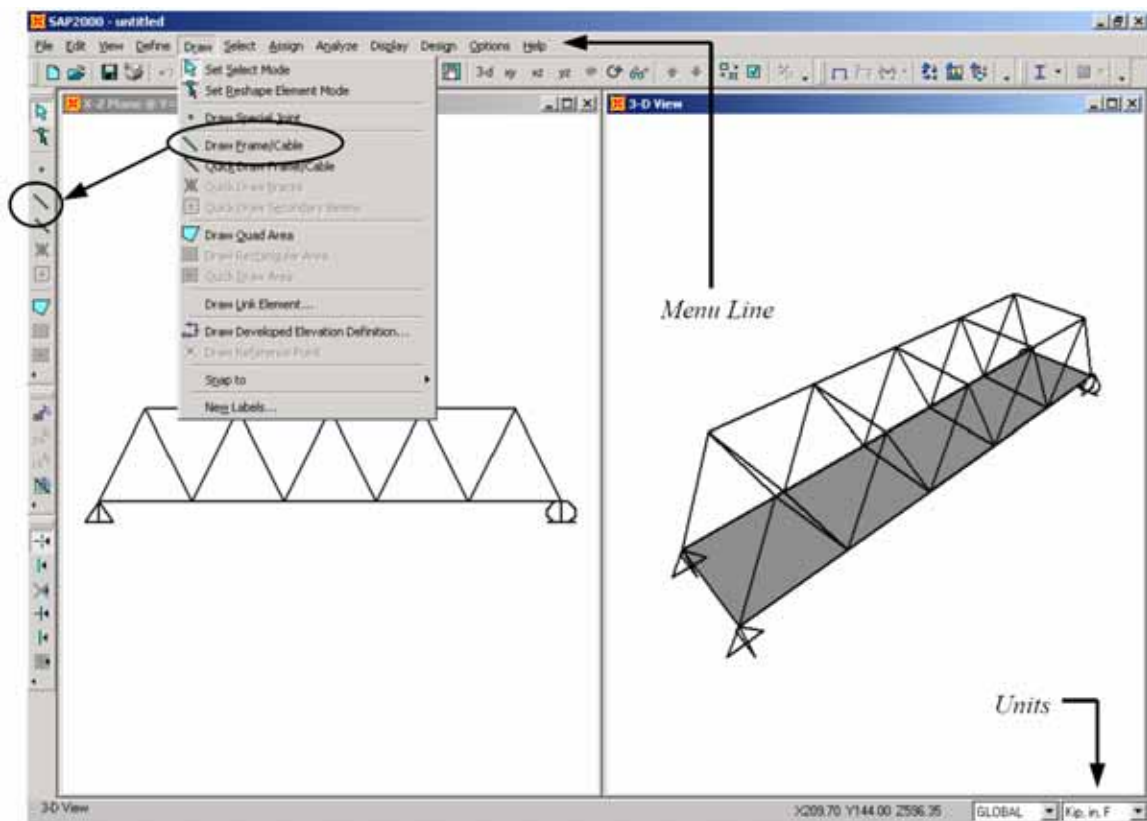
## โครงการ

การสอนโครงการแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ ความชันของสะพาน, ความยาวของสะพาน 60 ฟุต, มีคามกว้างและสูง 12 ฟุต, ปลายข้างหนึ่งเป็น rollers และเป็น pins ที่อีกจุดหนึ่ง.

ตัวสะพานและโครงทักใช้เหล็ก 2L4x4, โดยมีแผ่นพื้นหนา 5 นิ้ว สะพานจะถูกวิเคราะห์สำหรับโหลดคงที่เท่านั้น, โดยแผ่นพื้นรับโหลดตายตัว 10 ปอนด์/ฟุต<sup>2</sup> (psf) และมีโหลดจร 100 psf

## ส่วนหน้าตาหลัก

บรรทัดบนสุดเป็นเมนูที่รวบรวมคำสั่งและข้อกำหนดต่างๆที่มีใน Sap2000, รวมถึงข้อกำหนด, การวาด, การเลือก, การระบุ, การวิเคราะห์, การแสดงผลและการออกแบบ. เมนูที่แสดงรายการเหล่านี้ได้ถูกบรรจุคำสั่งที่ใช้งานบ่อยที่สุดใน Sap2000, และใช้บ่อยมากที่สุด คำสั่งสามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยกดปุ่มเพียงปุ่มเดียวในบริเวณหน้าจอที่อยู่บริเวณรอบพื้นที่ที่ใช้วาดการใช้ประโยชน์ได้ของปุ่มถูกแสดงในเมนูหลัก โดยแสดงเป็นรูปของไอคอนที่อยู่ด้านซ้ายและมุมล่างขวาแสดงในส่วยของหน่วยที่ใช้ ภาพที่ 2 แสดงภาพทั้งหมดของหน้าตาหลัก

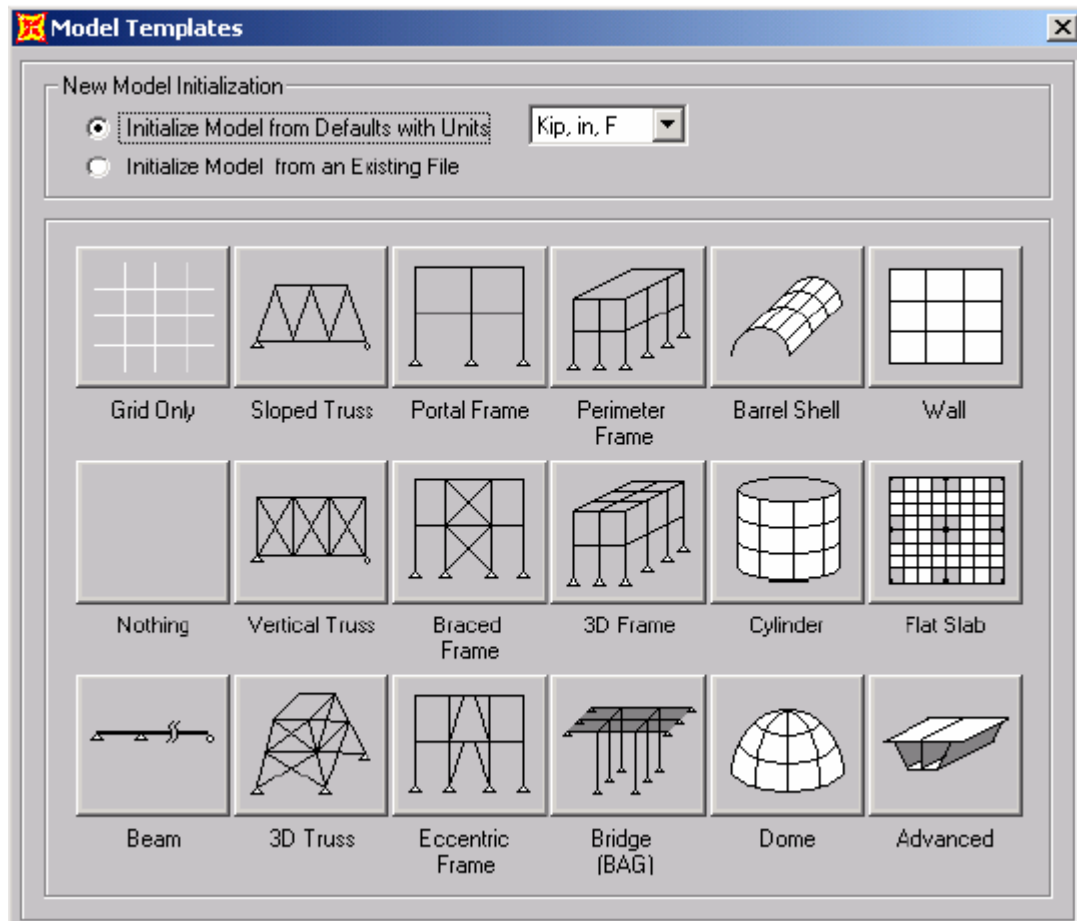


ภาพที่ 2 แสดงภาพทั้งหมดของหน้าตาหลัก

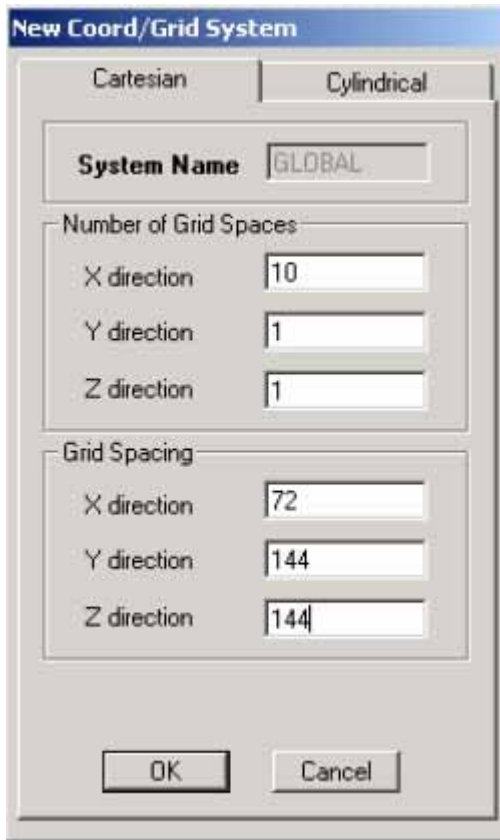
## ขั้นตอน 1 เริ่มต้นแบบจำลองใหม่

ในขั้นตอนนี้ เส้นโครงร่างจำถูกกำหนดให้รองรับแบบที่จะทำโมเดล และเมื่อรายการหน้าต่างของเหล็กฉากคู่จะถูกกำหนดให้เลือกแบบอัตโนมัติ

A คลิกที่ **File Menu > New Model** หรือปุ่มคำสั่ง **New Model**  , และหลังจากนั้นจะแสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งหน่วยที่ใช้จะเป็นหน่วยของ Kip-in



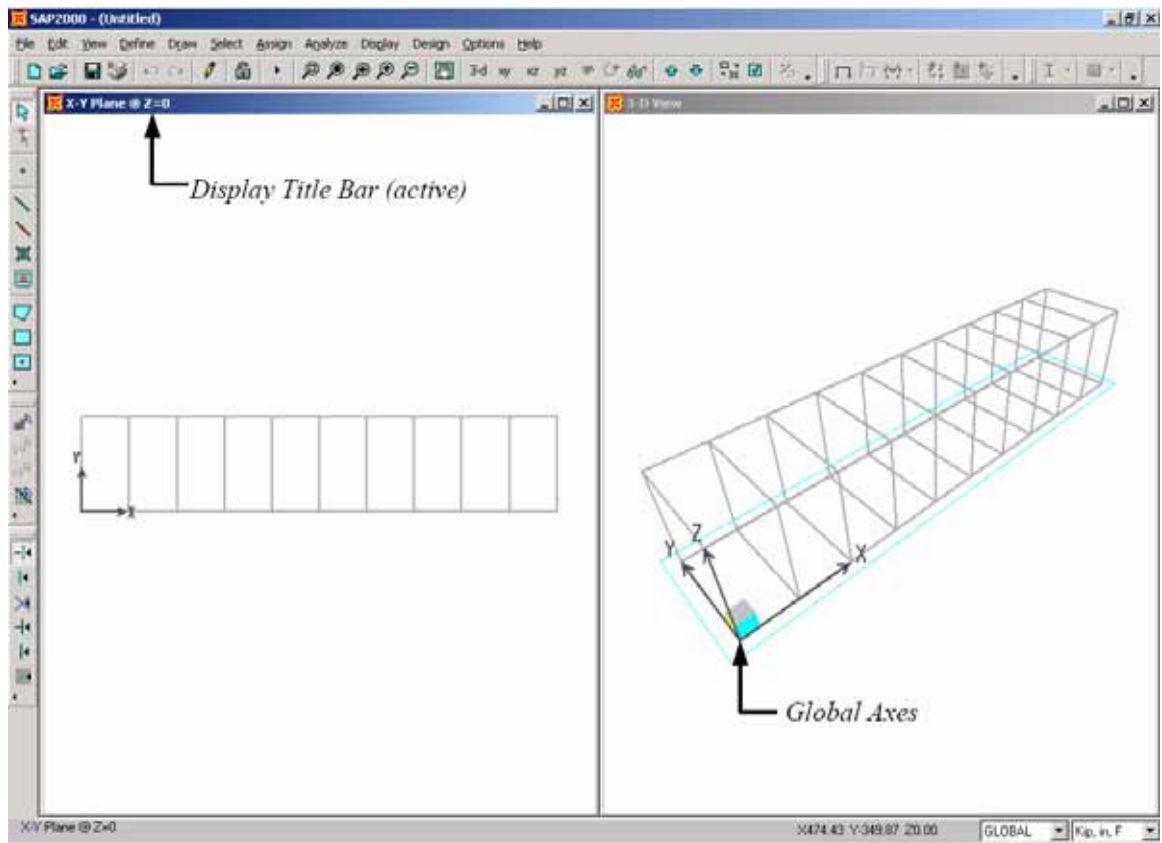
B. จะแสดงรูปการสร้างโมเดลที่ง่ายและรวดเร็ว, อย่างไรก็ตามการเริ่มต้นการสอนนี้เราจะเริ่มต้นกันด้วยการสร้างเส้นโครงร่าง, มันจะถูกกำหนดด้วยลักษณะทางเรขาคณิต.มันจำเป็นที่ต้องเป็นรูปเรขาคณิต เพราะการนำเสนอเกี่ยวกับแบบจำลองที่เป็นเรขาคณิต ดังนั้นมันสมควรที่จะกำหนดหมายเลขของเส้นโครงโดยกำหนดทั้งความสูง และความกว้าง โดยเลือกในรูป ของ Grid Only แล้ว จะแสดงผลดังในรูปภาพ ที่ 4



รูปภาพที่ 4  
ระบบการสร้าง  
เส้นโครงสร้าง

C. ระบบ New Coord/Grid System ใช้ระบุเจาะจงการสร้างเส้นโครงร่างในแกน X,Y และ Z โดยเราจะเริ่มกำหนดให้ช่องเส้นโครงร่างในแกน X เป็น 10 และแกน Y และ Z ให้เป็น 1 และกำหนดความยาวของเส้นโครงร่างโดยให้เส้นในแกน X ยาว 6 ฟุต โดยสามารถพิมพ์ 6ft ได้เลยโดยหน่วยจะเปลี่ยนให้เองอัตโนมัติ เป็น 72 นิ้ว และให้ทั้งเส้นแกน Z และ Y ยาว 12 ฟุต (144 นิ้ว)





รูปภาพที่ 5 หน้าต่างของ SAP2000

D. คลิก ปุ่ม OK เพื่อยอมรับในสิ่งที่เปลี่ยนแปลง ดังในรูปภาพที่ 5 จะเห็นเป็นรูปเส้นโครงร่าง ทั้งสองหน้าต่าง ทั้งในระนาบ X, Y ด้านซ้ายและ ในรูปแบบ 3D ทางด้านขวา โดยเราสามารถเปลี่ยนมุมมองได้โดยการ คลิกที่คำสั่ง **Options menu > Windows**

**บันทึก** ระบายในรูปภาพที่ 5 มันจะแสดงระนาบที่มองในการมอง สองมิติ ในรูปสามมิติ โดยจะแสดงเป็นเส้นสีฟ้า

**บันทึก** ในรูปจะแสดงแกนหลักของภาพโดยที่มีแกน Z เป็นแกนที่แทนแกนแรงโน้มถ่วงโลกที่ ดัดลบ หรือมีทิศทาง

## กำหนดการเลือกหน้าตัดอัตโนมัติ

การเลือกหน้าตัดแบบอัตโนมัติเป็นวิธีการเลือกอย่างง่าย ๆ จากรายการของหน้าตัด ซึ่งในการสอนนี้จะ เป็นชุดหน้าตัดเหล็กฉากคู่(2L4x4) รายการเลือกอัตโนมัติเป็นชุดที่กำหนดลักษณะเฉพาะของวัตถุ เมื่อเลือกให้ เป็นการเลือกแบบอัตโนมัติ โปรแกรมจะทำการเลือกหน้าตัดที่ประหยัดที่สุด และสามารถเลือกหน้าตัดจากรายการ ที่ใช้ออกแบบได้อย่างเพียงพอกับเฟรม และเมื่อเริ่มทำการวิเคราะห์ โปรแกรมจะกำหนดหน้าตัดจากรายการเพื่อ คุณสมบัติการวิเคราะห์จะได้ถูกต้อง

สำหรับการสอนพิเศษนี้ โปรแกรมจะวิเคราะห์และออกแบบจากชุดหน้าตัดเหล็กฉากคู่ ซึ่งจะเลือกจากรายการ หน้าตัดโดยอัตโนมัติดังที่จะสร้างดังนี้

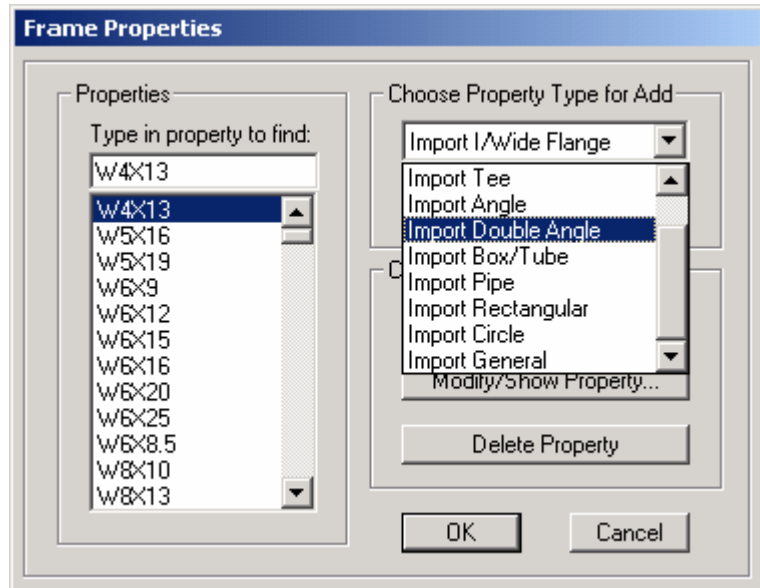
- A. คลิกเลือกคำสั่ง **Define menu > Frame/Cable sections** ซึ่งจะแสดงคุณสมบัติของเฟรมดูได้จาก **รูปที่ 6**



- B. เลื่อนคุณสมบัติของหน้าตัดลงมาตามรายการที่เห็น ที่มีขนาด 2L4x4 s, ถ้าทำแล้ว, ข้ามไปขั้นตอน D หรือมีฉะนั้นให้ดำเนินการขั้นตอน C

- C. คลิกที่ส่วนล่าง ในช่องที่อ่านว่า “Import I/Wide Flange” ในส่วนของ Choose Property Type for Add ในส่วนของข้อความโดยเลื่อนลงมาส่วนล่างในการป้อนข้อมูลโดยค้นคำว่า Import Double Angle – ดังรูปที่ 7 โดยคลิกตามนั้น

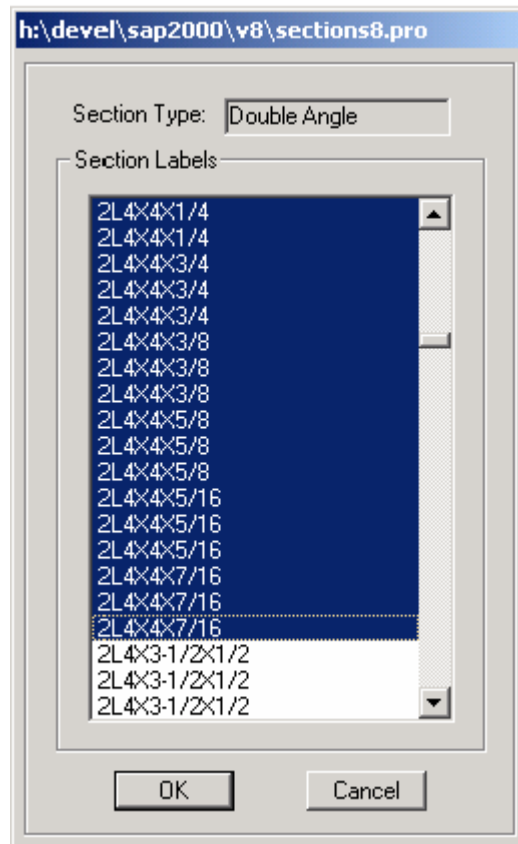
รูปภาพที่ 7  
Import  
Double  
Angle



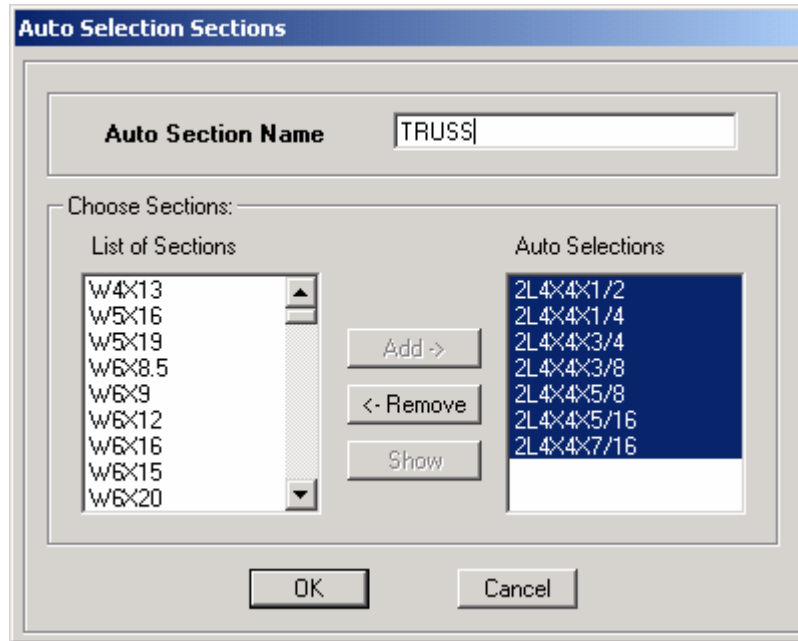
- D. ให้คลิกในบริเวณของ Frame Properties คลิกที่ปุ่ม **Add New Property** ซึ่งจะเปิด file ที่เป็นข้อมูลของหน้าตัด
- E. เลือกและเปิด file ที่ชื่อ SECTIONS8.PRO จาก file คุณสมบัติของหน้าตัด เช่นเดียวกับที่ป้อนข้อมูลของเหล็กจากคู่มือที่ใช้ใน Model. ซึ่งรายการของ Sections8 จะแสดงดังในรูปภาพที่ 8
- F. เลื่อนลงมาในส่วนของหน้าตัดเหล็กจากคู่มือ โดยค้นหาในส่วนของ 2L4x4 ทั้งหมด โดยคลิกแถบแสงคอมพิวเตอร์
- G. เลื่อนลงมาโดยเลือกในส่วนของ 2L4x4 โดยกดปุ่ม shift ค้างไว้ แล้วเลื่อนลงมาคลิกอีกที่ที่ 2L4x4x7/16 ซึ่งจะเป็นการเลือกส่วนของ 2L4x4 ทั้งหมด

H. คลิกปุ่ม OK และจากนั้นก็คลิกปุ่ม OK ในส่วนของ Double Angle Section จากการเลือกหน้าตัด เหล็กฉากในรายการของคุณสมบัติจากระบบของ Frame Properties

รูปภาพที่ 8  
หน้าตัดจากรายการ  
Sections8.pro



- I. คลิกในช่องข้างล่างที่อ่านว่า “Add I/Wide Flange” ในตัวเลือกของชนิดคุณสมบัติสำหรับเพิ่มพื้นที่ของคุณสมบัติเฟรมจากนั้นให้เลื่อนลงมา เลือกที่คำว่า Add Auto Select แล้วกดคลิก
- J. ในการคลิกเลือกพื้นที่จาก Frame Properties ให้คลิกที่ปุ่ม Add New Property ซึ่งจะเป็นการเปิดการเลือกอัตโนมัติซึ่งจะแสดงในรูปที่ 9 ทำเป็น
- K. พิมพ์คำว่า TRUSS ในส่วนของ Auto Sections Name





- L. เลื่อนลงมาในรายการหาคำว่า 2L4x4x1/2 แล้วคลิกให้ขึ้นแถบแสง
- M. และต่อจากนั้นเลื่อนลงมาในส่วนของรายการโดยกดปุ่ม Shift ค้างไว้แล้วเลือกที่ 2L4x4x7/16, ซึ่งจะขึ้นแถบแสงค้อมทั้งหมดของ 2L4x4
- N. คลิกปุ่ม Add เพื่อย้ายในส่วนที่เลือกจากรายการไปไว้ในส่วน Auto Selections ทางด้านขวาของระบบ
- O. คลิกปุ่ม OK และก็คลิกปุ่ม OK ในส่วนของ Frame Properties เพื่อยอมรับในการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มในส่วนชื่อ TRUSS ในส่วนของช่อง Properties

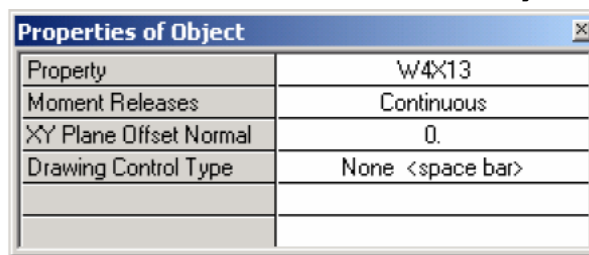
## ขั้นที่ 2 เพิ่มเฟรม

ในขั้นตอนนี้ เฟรมที่เกี่ยวข้องกับ ฟังก์ชันที่ ชื่อ TRUSS ของรายการจะถูกใช้ในการวาดบนเส้นโครงร่าง ซึ่งสามารถแก้ไขได้จากคำสั่งบนเมนู

### การวาดเฟรม

ให้แน่ใจว่าอยู่บนระนาบ X และ Y โดยที่แกน  $Z = 0$  วิว (ดูจากระนาบที่อยู่ต่ำสุด) ที่แสดง (ดูจากขั้นตอนที่ 1- D สำหรับรูปแบบและทิศทางที่แสดงให้เห็นดังในหน้าที่ 2- 14 สำหรับการตั้งค่ามุมมอง) มุมมองนี้ควรอยู่ด้านซ้ายของหน้าต่าง. ซึ่งจะเช็คโดยปุ่มของ Snap to Point and Grid Intersections. สิ่งนี้จะช่วยระบุตำแหน่งที่แน่นอนของเฟรม. สิ่งนี้จะเริ่มทำงานเมื่อกดปุ่มที่เกี่ยวข้องโดย  จะยุบลงไป. โดยอีกทางหนึ่ง, ใช้คำสั่งบนเมนู Draw > Snap to > Points and Grid Intersections โดยทั่วไป, คำสั่งนี้จะทำงานอยู่แล้ว.

- A. คลิกที่ Draw Frame/Cable ปุ่ม  หรือ ใช้คำสั่ง Draw menu > Draw Frame/Cable ถ้าคุณเข้าใจถึงคำสั่งการวาด Frame/Cable ผ่าน เมนูการวาด. ปุ่ม Frame/Cable จะยุบลงไปเมื่อคุณเลือกคำสั่งนี้. ในส่วนของ Properties of Object จะปรากฏดังจะแสดงในรูปภาพที่ 10




| Properties of Object   |                  |
|------------------------|------------------|
| Property               | w4x13            |
| Moment Releases        | Continuous       |
| XY Plane Offset Normal | 0.               |
| Drawing Control Type   | None <space bar> |
|                        |                  |
|                        |                  |

ในส่วนของ Properties of Object จะครอบคลุมทุกมุมมองในส่วนของเฟรมทุกชิ้นส่วน, โดยการคลิกลากมันไปวิธี

- B. คลิกในส่วนของ Property เพื่อแก้ไข ที่อยู่ใน Properties of Object และเลื่อนลงมาเลือกที่คำว่า TRUSS เพื่อเป็นการเลือกหน้าต่างที่อยู่ใน TRUSS โดยอัตโนมัติ แล้วจากนั้นคุณก็วาดมันลงไป

C. เริ่มต้นวาดเฟรมแรก, คลิกซ้ายหนึ่งที่ในระนาบ X-Y ที่จุดกำเนิดและคลิกเมาส์อีกที่เมื่อลากเมาส์ไปทางด้านขวาในแนวนอนตามเส้นโครงร่าง (ที่  $X=720, Y=0$ ) โดยที่ตำแหน่งของลูกศรจะอยู่ต่ำกว่าหน้าจอทางด้านขวามือซึ่งเฟรมจะแสดงทั้งสองหน้าต่างต่าง (ทั้งระนาบและ 3 มิติ) หลังจากที่คลิกจุดสิ้นสุดของเฟรมให้คลิกขวา เพื่อ “ยกปากกา” เพื่อที่คุณจะได้ไม่ต้องวาดเฟรมยาวๆและเป็นการยกเลิกการวาดเฟรม/เคเบิล เพื่อที่จะให้คุณทำการเพิ่มเติมส่วนอื่นๆ

ถ้าคุณเกิดข้อผิดพลาดขณะวาดให้คุณกดปุ่ม Select Object  เพื่อออกจากการวาดไปเลือกใหม่ได้อีก โดยคลิกที่ Edit menu > Undo Frame Add และทำซ้ำตามข้อ A-C

D. ทำซ้ำข้อ C วาดเฟรมเพิ่มขนานกับเฟรมแรกที่ตำแหน่งจาก  $(X=0, Y=144)$  ถึง  $(X=720, Y=144)$  โดยใช้เฟรมที่มีคุณสมบัติของ TRUSS และคลิกขวาเพื่อหยุดการวาด

E. คลิกซ้ายที่  $(X=0, Y=0)$  ต่อจากนั้นไปที่  $(X=0, Y=144)$  วาดเฟรมขวางกับอันแรก

F. คลิกที่ปุ่ม Select Object  หรือกดที่ปุ่ม Esc บนแป้นคีย์บอร์ดเพื่อออกจากคำสั่งการวาด

## คำสั่ง คัดลอก(Replicating Objects)

เพื่อให้แน่ใจว่าคำสั่งอยู่ในโหมดนี้

A. เลือกเฟรมที่ตั้งฉากที่อยู่ระหว่างแกนตามยาวโดยให้คลิกซ้ายบนเฟรมหรือคลิกซ้ายด้านขวาของเฟรม และกดเมาส์ด้านซ้ายค้างไว้จากนั้นให้ลากเมาส์ข้ามเฟรมดูจากรูปภาพที่ 12

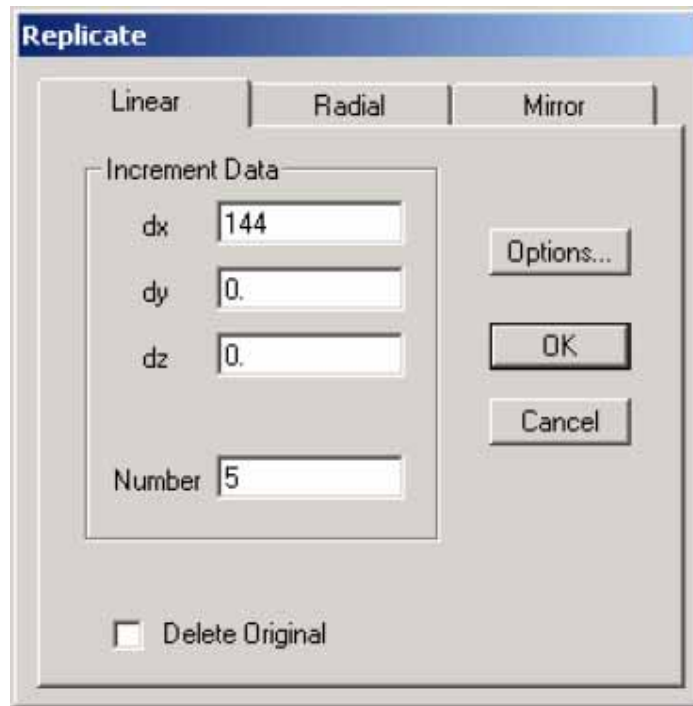
B. คลิกที่ Edit menu > Replicate ทำตามคำสั่งที่แสดงในรูปภาพที่ 11

C. คลิกที่แถบ linear แล้วพิมพ์ 144 ในช่องของ dx

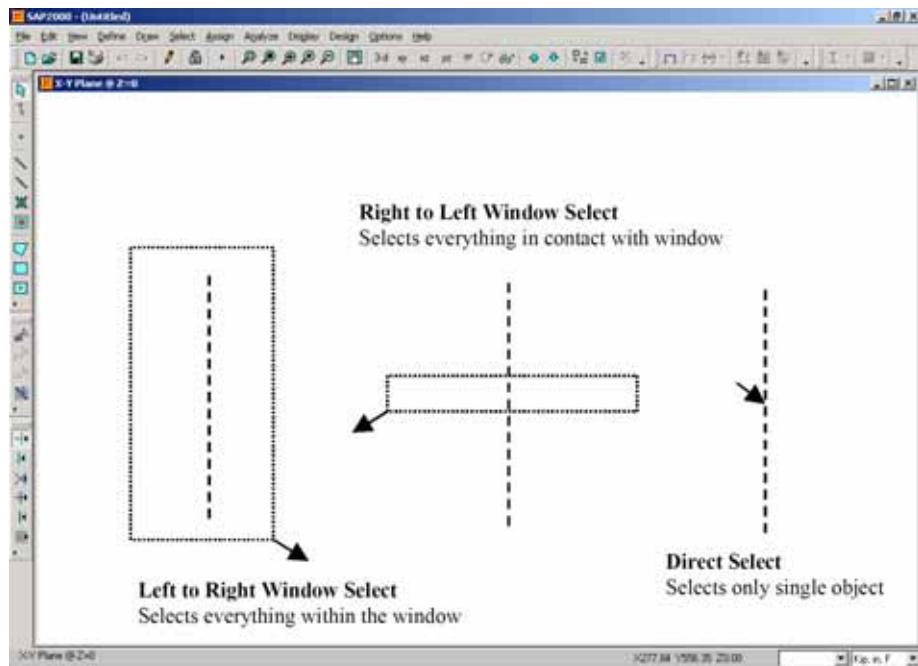
D. พิมพ์ 5 ในช่องของ number

E. กดปุ่ม OK บันทึก.ว่าเฟรมตามขวางได้ถูกสร้างขึ้นบนเส้นโครงร่างแล้ว

รูปภาพที่ 11  
ส่วนการคัดลอก



รูปภาพที่ 12  
*Graphical Selection Options*



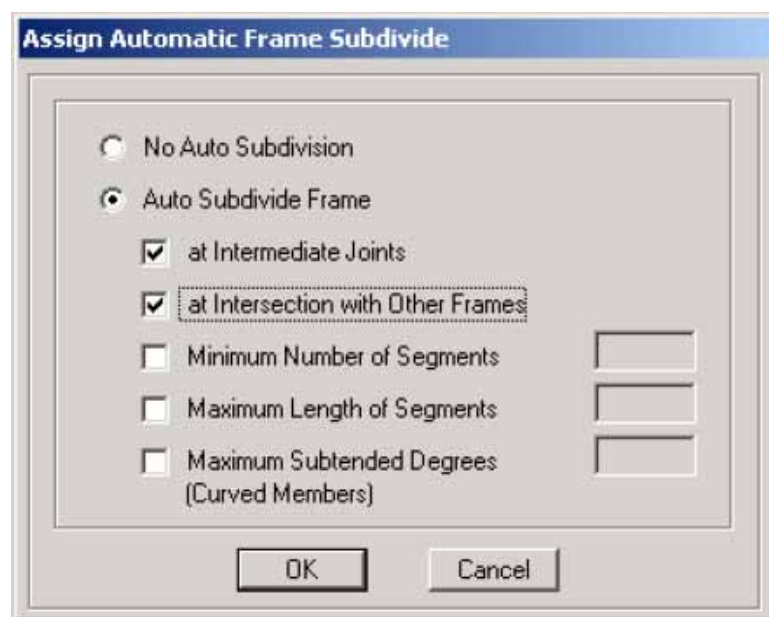


F. คลิกซ้าย 1 ครั้งบนเฟรมตามยาวเพื่อที่จะเลือกมัน

G. คลิกที่ Assign menu > Frame/Cable > Automatic Frame Subdivide แสดงตามภาพที่ 13 แล้วเลือกที่ Auto Subdivide Frame และคลิกถูก ที่ at Intersection Joints และ at intersection with Other Frame แล้วคลิก OK

การแบ่งย่อยนี้ จำเป็นต้องให้แน่ใจว่ามีการเชื่อมกันระหว่าง Chords และ members อื่นๆ เพราะว่า Chords จะถูกสร้างขึ้นเป็นแบบ Single Physical Objects จากหลักการวิเคราะห์นี้ Chords จะถูกเชื่อมต่อกับทุกส่วนของเฟรม แต่สำหรับการออกแบบและการเลือกจะถูกกำหนดให้เป็นวัตถุชิ้นเดียว

รูปภาพที่ 13  
Assign  
Automatic  
Frame  
Subdivide  
form



H. คลิกที่ปุ่ม Select All  หรือ ใช้ Select Menu > Select > All เพื่อเลือกวัสดุต่างๆทุกโครงสร้าง

I. คลิกที่ Edit menu > Replicate จะแสดงรูปแบบของReplicate

1. พิมพ์ 72 ในช่องของ dx พิมพ์ 0 ในช่องของ dy และพิมพ์ 144 ในช่องของ dz

2. พิมพ์ 1 ในช่องของ number

3. กด OK เพื่อยอมรับการเปลี่ยนแปลง

เฟรมที่อยู่ด้านล่างจะถูกคัดลอกไปไว้ด้านบนโดยเลื่อนไปในแนวแกน X 12 นิ้ว

### การตกแต่งวัตถุ(Trimming Object)

เพื่อให้แน่ใจว่าอยู่ในโหมดนี้ให้เลือกดูมุมมองที่ระนาบ X-Y

A. คลิกคำสั่ง View menu > Set 2D View

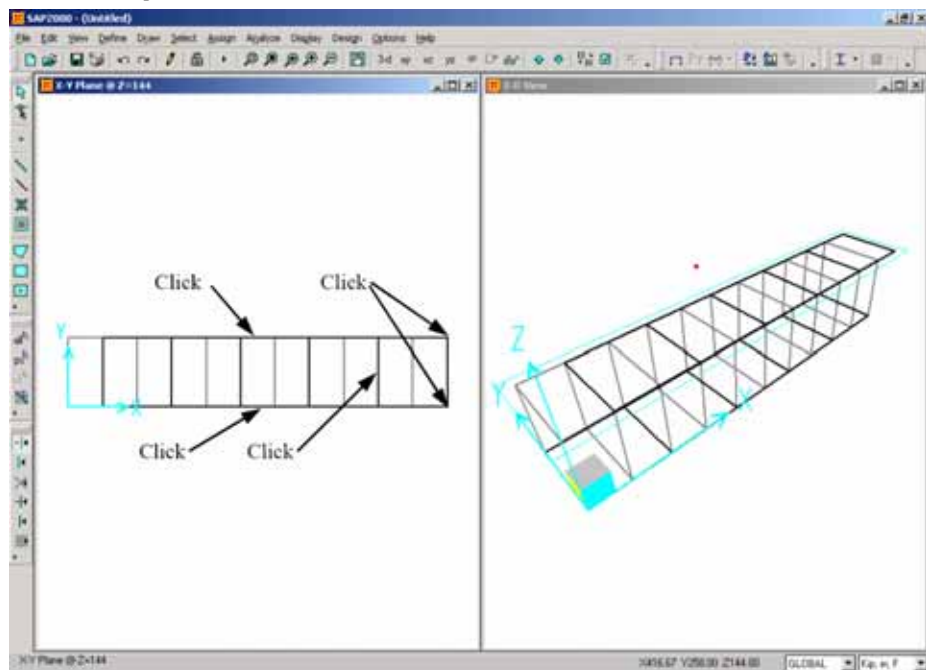
1. เมื่ออยู่ในรูปแบบของ 2 มิติ ให้คลิกมุมของในระนาบ X-Y

2. พิมพ์ 144 ในช่อง Z เพื่อที่จะให้ Frame อยู่ด้านบน

B. คลิกคำสั่ง Assign menu > Clear Display of Assigns เพื่อเอาเฟรมที่แบ่งย่อยออก

C. คลิกที่ Chord บนสุดทั้ง 2 ข้างและเฟรมที่ตั้งฉากด้านขวาและอีก 2 เฟรมที่อยู่ปลายของเฟรมด้านขวาสุด ดังแสดงในรูปภาพที่ 14 ซึ่งจะเลือกเฟรมตามเส้นข้างล่าง

รูปภาพที่14  
Select  
mode for  
Trim



D.คลิกที่ปุ่มคำสั่ง Edit menu > Trim/Extend Frames จะปรากฏ ส่วนของ Trim/extent Selected Frame

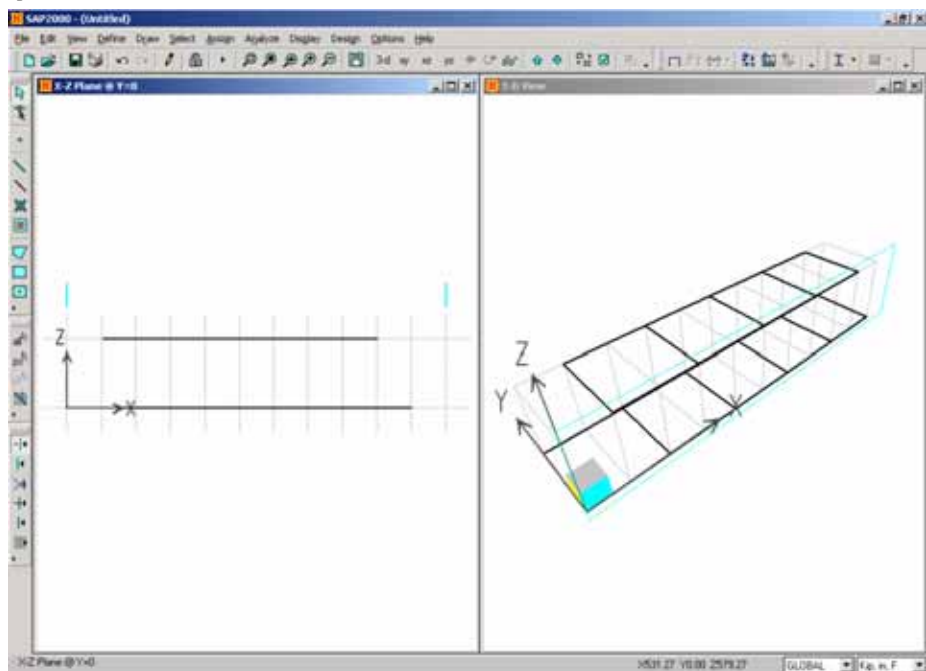
1.เลือก Trim Frame Option และกด OK

เลือก Trim Frames จะตัด 2 chord ด้านบนและเฟรมที่ตั้งฉาก, เพื่อตัดเฟรม, เลือกเฟรม, เลือกเฟรมที่จะตัดและเลือกจุดที่อยู่ด้านบนของเฟรม

E.คลิก “orphaned” ของเฟรมที่อยู่ขวาสุดและไปที่คำสั่ง Edit menu > Delete หรือ กดปุ่ม Delete บนคีย์บอร์ด

F. เพื่อให้แน่ใจว่าอยู่ในระนาบ ให้ทำให้อยู่ในมุมมองของระนาบ XZ XZ แบบจำลองของคุณตอนนี้จะแสดงดังในรูปภาพที่ 15

รูปภาพที่15  
Model after  
frame  
objects  
have  
been added  
in plan



G. กดที่ปุ่ม Draw Frame/Cable  หรือคำสั่ง Draw menu > Draw Frame/Cable และจะปรากฏส่วนของคุณสมบัติของเฟรม

H. เพื่อให้แน่ใจว่าคุณสมบัติที่ใช้เป็นแบบเดียวกับ TRUSS

I. การวาดเส้นทแยงมุม, คลิกซ้ายหนึ่งครั้งในมุมมองของ XZ และกดอีกทีที่ตอนปลายของ Chord ที่ (X=72, Z=144) แล้วคลิกขวาที่ (X=144, Z=0) จะได้เส้นทแยงมุมสองเส้น

ตอนนี้เส้นทแยงมุมได้ถูกวาดแล้ว

J. คลิกขวาและกดที่ปุ่ม Select Object  หรือกด ปุ่ม ESC บนคีย์บอร์ด เพื่อออกจากการวาด Frame/Cable

K. คลิกเมาส์เพื่อคลิกค้อมทั้งสองเส้นทแยงมุม เพื่อเลือก ดั้งชั้นตอนในรูปภาพที่ 12 เพื่อเลือก

L. คลิก Edit > Replicate และจะปรากฏหน้าต่างของ Replicate

1. พิมพ์ 144 ในช่อง dx พิมพ์ 0 ในช่อง dy และ 0 ในช่อง dz
2. พิมพ์ 4 ในช่องของ Number
3. กด OK เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลง

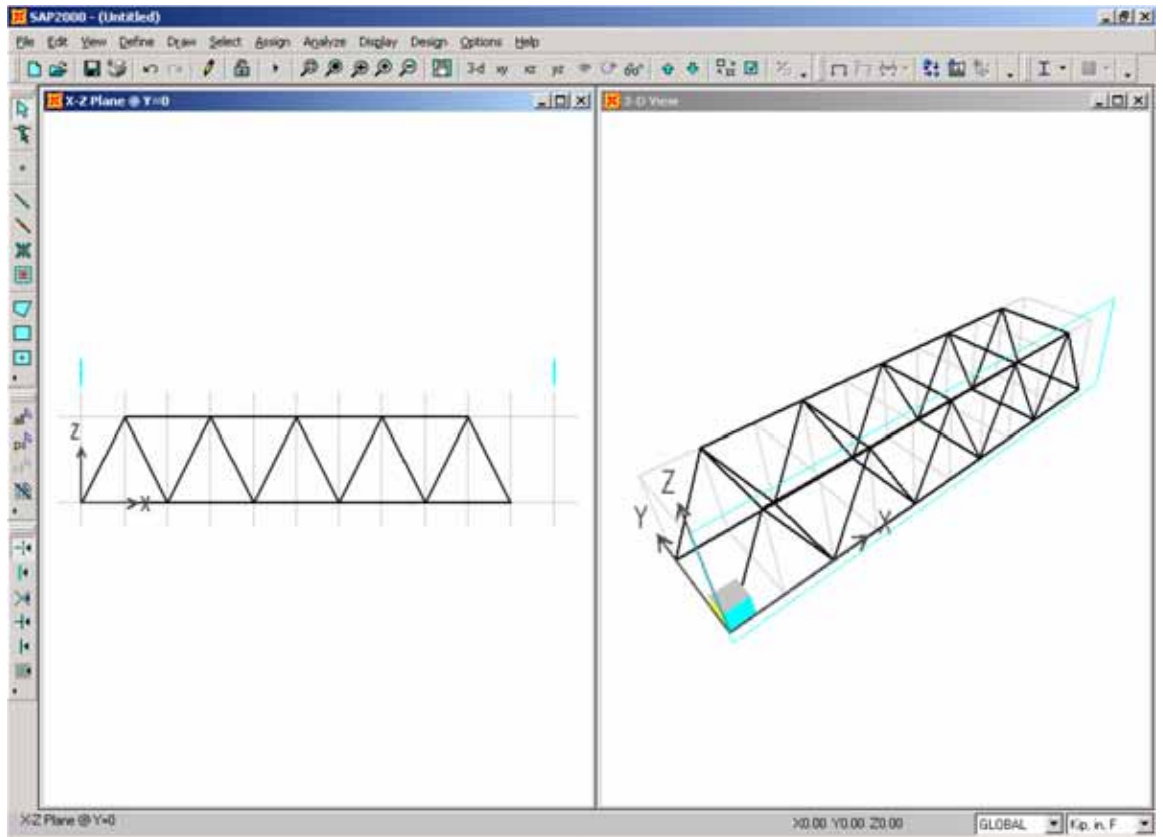
เมื่อได้เส้นทแยงมุมทั้งหมดที่ประกอบเป็นโครงทัก

M. คลิกเมาส์เพื่อค้อมโดยลากจากขวาไปซ้ายสุด (เลือกทั้งหมด)

N. คลิก Edit > Replicate แล้วจะปรากฏ หน้าต่างของ Replicate

1. เลือกในส่วนของ Linear พิมพ์ 0 ในช่องของ dx, 144 ในช่อง dy และพิมพ์ 0 ในช่อง dz
2. พิมพ์ 1 ในช่อง Number

3. คลิก OK เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลง  
แบบจำลองที่สร้างจะปรากฏดังรูปภาพที่ 16



รูปภาพที่ 16  
*Model after all frame  
objects have been added*

กำหนดการสิ้นสุดของเฟรม (Assigning Member End Releases)

เพื่อให้แน่ใจว่าอยู่ในโหมดนี้ให้อยู่ในระนาบ XZ แล้วทำดังนี้

A. คลิกปุ่มเพื่อเลือกเส้นทะแยงมุมทั้งหมดโดยคลิกจากซ้ายไปขวา

B. คลิก Assign menu > Frame/Cable > Releases/Partial Fixity แล้วจะปรากฏรูปดังใน


ภาพที่ 17 คลิกที่ Moment 33(Major) โดยคลิกทุกทั้งในช่องของ Start และ End Releases

โดยเป็นการกำหนดโมเมนต์หลัก, ในเฟรมเส้นทแยงมุม จะมีคุณสมบัติเป็น Pinned Element

รูปที่ 17  
Assign Frame  
Releases  
form

| Frame Releases        | Release                             |                                     | Frame Partial Fixity Springs |     |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-----|
|                       | Start                               | End                                 | Start                        | End |
| Axial Load            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |                              |     |
| Shear Force 2 (Major) | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |                              |     |
| Shear Force 3 (Minor) | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |                              |     |
| Torsion               | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |                              |     |
| Moment 22 (Minor)     | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |                              |     |
| Moment 33 (Major)     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 0.                           | 0.  |

No Releases           

- C. คลิก OK เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลงและกลับสู่หน้าจอหลัก
- D. คลิก View menu > Set 2D View ในหน้าต่าง 2D View ให้คลิกเลือกที่คลิกที่ระนาบ XZ และพิมพ์ 144 ในช่อง Y= แล้วจะปรากฏมุมมอง 2 มิติ และเลือกใช้ปุ่ม Move Up in list  เพื่อเลื่อนดูระนาบ
- E. คลิกค้อมเพื่อเลือกทั้งหมดจากขวาไปซ้าย
- F. คลิกคำสั่ง Assign menu > Frame/Cable > Releases/Partial Fixity แล้วปรากฏหน้าต่าง Assign Frame Releases ขึ้นและเพื่อให้แน่ใจว่าเป็น Moment33 (Major) ให้คลิกถูกในช่องของ Start และ End Releases และคลิก OK เพื่อรับการเปลี่ยนแปลง
- G. คลิก Assign menu > Clear Display of Assigns เพื่อลบเฟรมที่มีจุดต่อที่เหมือนกัน

บันทึกโมเดล

ระหว่างการพัฒนาควรบันทึกแบบจำลองบ่อยๆถึงแม้คุณจะไม่เชื่อใจตัวเองก็ตามแต่คุณควรที่จะเซฟชื่อที่ต่างกันเพื่อเซฟการเปลี่ยนแปลงในการพัฒนา

A. คลิก File menu > Save หรือคลิกปุ่ม Save  เพื่อบันทึกและเจาะจงไดเรคทอรีที่คุณต้องการบันทึกโมเดล, สำหรับการสอนนี้ให้เซฟชื่อ TRUSS

### ขั้นที่ 3 การเพิ่มพื้นที่

ในขั้นนี้จะเป็นการเพิ่มแผ่นพื้นคอนกรีตในแบบจำลอง

การกำหนดหน้าตัดของแผ่นพื้น

ทำให้อยู่ในระนาบ XZ โดยเปลี่ยนมุมมองและกำหนดคุณสมบัติของแผ่นพื้นคอนกรีต

A. คลิกปุ่ม XY View  ซึ่งจะแสดงในระนาบของพื้น

B. คลิกคำสั่ง Defile menu > Area Section แล้วจะปรากฏหน้าต่างของ Area Section

C. คลิกที่ปุ่ม Add New Section เมื่อคลิกแล้วจะปรากฏหน้าต่างของ Area Section ดังแสดงในรูปภาพที่ 18

1. พิมพ์ DECK ในช่องของ Section Name
2. กำหนดความหนา (ทั้ง Membrane และ Bending) เท่ากับ 5 นั้นหมายความว่า มีคอนกรีตหนา 5 นิ้ว
3. คลิก OK แล้วก็คลิก OK ในหน้าต่างของ Area Section เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลง

รูปภาพที่ 18  
Area Section  
form

The image shows a software dialog box titled "Area Section". It contains the following fields and options:

- Section Name:** A text box containing the value "DECK".
- Material:**
  - Material Name:** A dropdown menu currently showing "CONC".
  - Material Angle:** A text box containing the value "0".
- Area Type:** Three radio button options: "Shell" (which is selected), "Plane", and "Axisymmetric Solid (Asolid)".
- Thickness:** Two text boxes: "Membrane" containing "5" and "Bending" containing "5".
- Type:** Three radio button options: "Shell" (selected), "Membrane", and "Plate". There is also an unchecked checkbox for "Thick Plate".
- Buttons: "Set Modifiers...", "Display Color" (with a grey square), "OK", and "Cancel".

การวาดแผ่นพื้น (Draw the Area Object)

ทำให้อยู่ในระนาบ XY @Z=0 ซึ่งในการสอนนี้ ในการวาดแผ่นพื้นจะใช้คำสั่งดังต่อไปนี้

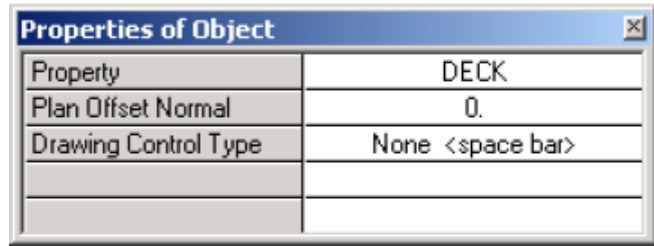
A. คลิกปุ่ม Draw Quad Area Element หรือใช้ Draw menu > Draw Quad Area ซึ่งจะ


ปรากฏหน้าต่างของคุณสมบัติของแผ่นพื้นซึ่งจะแสดงในรูปภาพที่ 19

เพื่อให้แน่ใจว่าแผ่นพื้นที่วาดมีคุณสมบัติเป็น DECK ถ้าไม่ใช่ ให้คลิกในช่องของ Property โดยเลื่อนลงมาเลือกที่ค่า DECK จากรายการ



รูปภาพที่ 19  
Properties of  
Object box

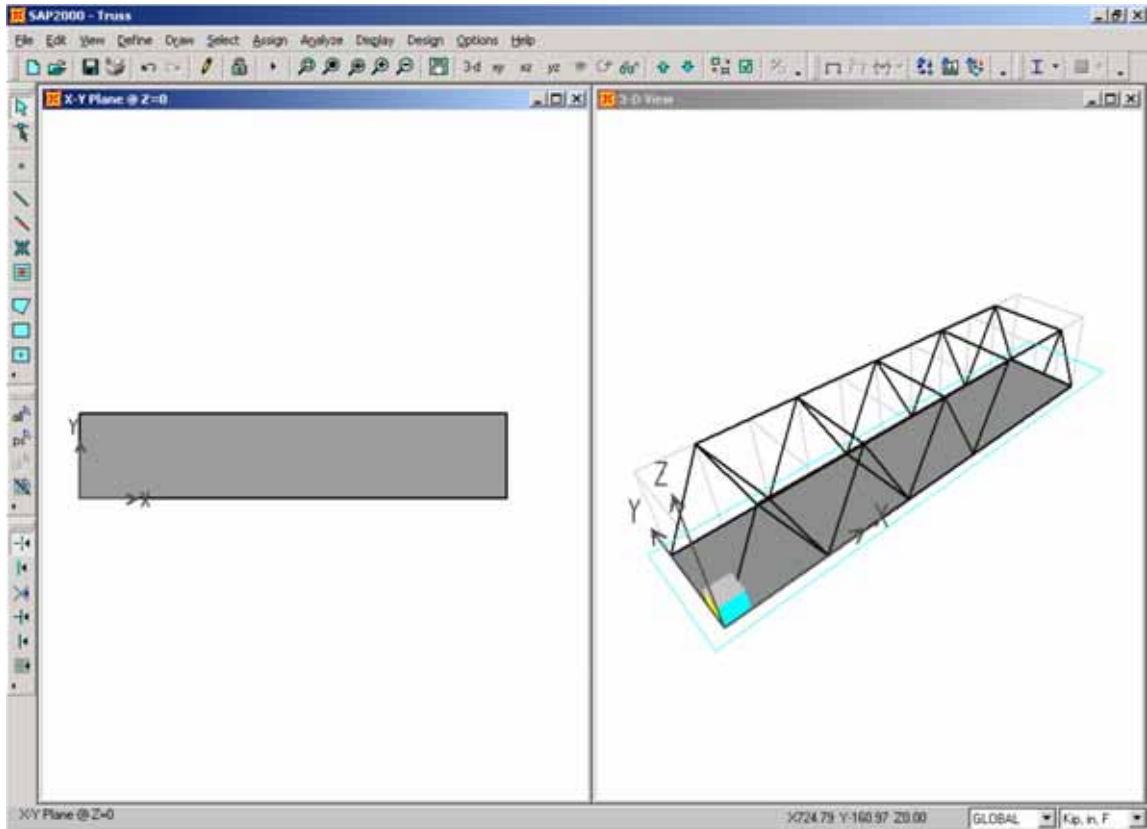


- B. คลิกคำสั่ง Snap to points and Grid Intersections ซึ่งสิ่งนี้จะเป็นตัวช่วยในการวาดแผ่นพื้น
- C. คลิกหนึ่งครั้ง ที่ (X=0, Y=0) โดยเลื่อนเมาส์ตามเข็มนาฬิกาการอบ Model และกดตามลำดับเพื่อวาดแผ่นพื้น (X=0, Y=144), (X=720, Y=144) และ (X=720, Y=0)
- D. คลิกที่ปุ่ม Select Object  หรือ กด ESC บนแป้นคีย์บอร์ด เพื่อออกจากคำสั่งการวาดแผ่นพื้น
- E. เพื่อที่จะดูแผ่นพื้นที่วาดให้คลิกที่ปุ่ม Set Display Options  หลังจากนั้นให้คลิกถูกที่ช่องของ Fill Object และ Apply to All Windows ดังแสดงในรูปภาพที่ 20



รูปภาพที่ 20  
Display Options for  
Active Windows form

- F. คลิก OK เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลงแล้ว Model จะปรากฏดังในรูปภาพที่ 21



รูปภาพที่ 21  
*Model after the area  
 objects have been drawn*

ขั้นที่ 4 การแบ่งพื้นที่ (Mesh the Area Object)

ทำให้อยู่ในระนาบ XY @Z=0, สำหรับหัวข้อนี้จะเป็นการแบ่งวัตถุแผ่นพื้นให้เป็นวัตถุที่แบ่งเป็นตาราง

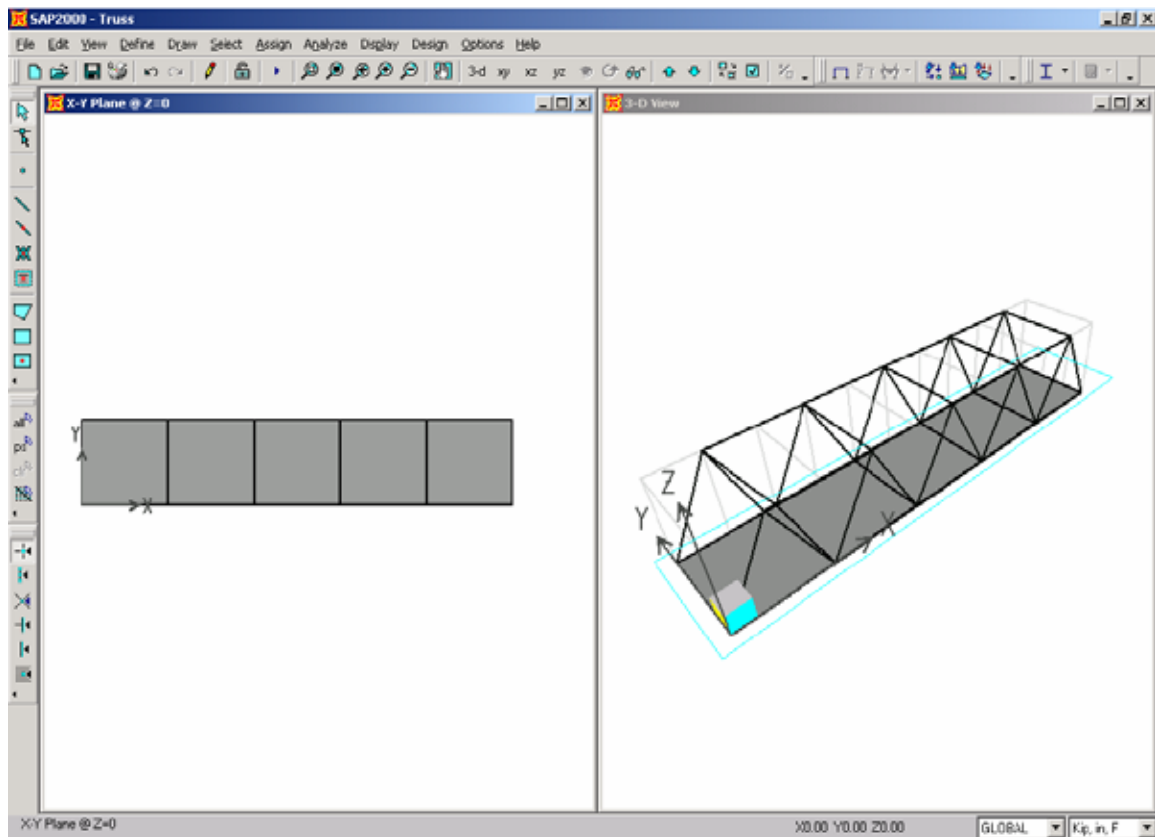
- A. เลือกคลิกค้อมบริเวณแผ่นพื้นทั้งหมดเพื่อเลือก
- B. คลิกบริเวณใดๆในแผ่นพื้น ซึ่งวัตถุนี้จะถูกแสดงในมุมมอง
- C. คลิกคำสั่ง Edit menu > Mesh Area แล้วจะปรากฏหน้าต่างของ Mesh Shells

เนื่องจากแผ่นพื้นที่เราได้ในตอนแรกเป็นชิ้นเดียวแต่ต้องการแบ่งให้เป็นแผ่นพื้นย่อยจึงต้องทำดังที่กล่าวมา

โดยการเชื่อมต่อตามจุดต่อของเฟรมบนแผ่นพื้น ซึ่งเป็นการแบ่งเป็นตารางไม่ใช้การแบ่งแบบทั่วไป

D. คลิกบน Mesh using Selected Joints on edges และคลิก OK แล้ว Model จะเป็นดังใน

รูปภาพที่ 22



รูปภาพที่ 22

*Model after re-mesh  
of DECK area object*

ขั้นที่ 4 เพิ่มจุดยึด (Add Restraints)




ในขั้นตอนนี้จะกำหนดจุดรองรับของโครงทักของสะพาน โดยให้มุมมองอยู่ในระนาบ XY @Z=0 แล้ว  
เข้าสู่โหมดการเลือก

A. คลิกที่ปลายด้านขวาสุดที่เป็นจุดปลายของเฟรม

B. คลิก Assign menu > Joint > Restraints แล้วจะปรากฏหน้าต่างของ Joint Restraints ดังในรูปภาพที่ 23

รูปภาพที่ 23  
Joint Restraints form



- C. คลิกที่ปุ่ม roller  ซึ่งเป็นการเลือกแบบ Translation 3 ทั้ง 2 จุด แล้วคลิก OK เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลง
- D. คลิกที่ 2 จุดด้านซ้ายสุดซึ่งเป็นจุดที่ปลายเฟรม โดยเลือกทั้ง 2 จุด
- E. คลิกที่คำสั่ง Assign menu > Joint > Restraints ซึ่งจะปรากฏหน้าต่างของ Joint Restraints
- F. คลิกปุ่ม pinned  ซึ่งเป็นการเลือกแบบ Translation 1, 2&3 แทน สำหรับทั้ง 2 จุด แล้วคลิก OK เพื่อยืนยัน การเปลี่ยนแปลง
- G. คลิก File menu > Save หรือกด ปุ่ม Save  เพื่อเซฟ Model

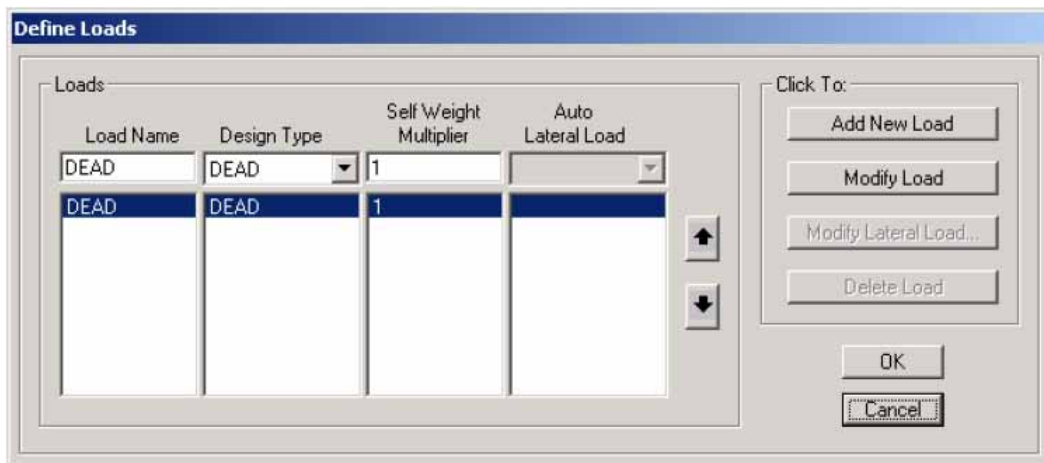
## ขั้นที่ 5 กำหนดโหลด (Define Load Cases)

โหลดที่ใช้ในการสอนนี้จะประกอบด้วยโหลดตายตัวและโหลดจร โดยมีทิศทางตามแรงโน้มถ่วงโลก

สำหรับตัวอย่างนี้ ประมาณว่า สะพานมีน้ำหนักตายตัวที่  $10 \text{ Ib/ft}^2$  (psf) ที่เป็นแผ่นพื้นคอนกรีตและมี  
โหลดจรกระทำ  $100 \text{ psf}$  บนแผ่นพื้น

A. คลิกคำสั่ง **Define menu > Loads** จะปรากฏหน้าต่าง **Define Loads** ดังแสดงในรูปภาพที่ 24  
หมายเหตุ ในที่นี่สามารถกำหนดให้โหลดมีเพียงแบบเดียวถ้าเป็นโหลดตายตัวจะปรากฏเป็นคำว่า  
(DEAD)

หมายเหตุ ในช่องของ **Self weight multiplier** ที่กำหนดเป็น 1 นั้น หมายความว่าโหลดจะกระทำโดย  
อัตโนมัติทุก 1 หน่วยเวลาทุกเฟรม



ใน Sap 2000 ทั้งโหลดและการวิเคราะห์ มันอาจมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ตัวโปรแกรมจะสร้างความคล้ายคลึงโดยอัตโนมัติ เมื่อโหลดได้ถูกกำหนดและการวิเคราะห์เป็นตัวตรวจดู เมื่อมีการเริ่มให้ Run

B. คลิกในช่องของ **Load Name** แล้วพิมพ์คำว่า **LIVE** แล้วเลือกประเภทของโหลดโดยเลื่อนลงมาจาก  
รายการ

เลือกคำว่า LIVE แล้วให้ในช่องของ Self Weight Multiplier เป็น 0 คลิกปุ่ม Add New Load เพื่อเพิ่มโหลดจจร ลงไปในรายการ

การกำหนดโหลดจะแสดงในรูปภาพที่ 25 คลิก OK เพื่อยืนยันสำหรับการเพิ่มโหลดที่เป็นจริง

| Load Name | Design Type | Self Weight Multiplier | Auto Lateral Load |
|-----------|-------------|------------------------|-------------------|
| LIVE      | LIVE        | 0                      |                   |
| DEAD      | DEAD        | 1                      |                   |
| LIVE      | LIVE        | 0                      |                   |

รูปภาพที่ 25

*The Define Loads form after all load cases have been defined*


ขั้นที่ 6 กำหนดแรงโน้มถ่วง (Assign Gravity Load)

ในขั้นนี้ แรงโน้มถ่วงตายตัวและจระจะกระทำบนโมเดล โดยทำให้อยู่ในมุมมองระนาบ XY @Z=0 และให้โปรแกรม อยู่ในโหมดเลือก

A. ให้คุณคลิกค้อมเพื่อเลือกจากขวาไปซ้ายโดยค้อมทั้งหมดของแผ่นพื้นถ้า มันปรากฏมีทั้งหมด “5แผ่นพื้น” เพื่อให้แน่ใจจากนั้นให้กดปุ่ม Clear Selection `ctrl` และทำอีก

B. คลิก Assign menu > Area Load > Uniform (Shell) แล้วจะปรากฏ หน้าต่างของ Area Uniform Loads ให้เลือก DEAD ใน Load Case Name และเลื่อนลงมาดังจะแสดงในรูปภาพที่ 26


รูปภาพที่ 26  
Area Uniform  
Loads form

1. เลือก หน่วย Ib ft ในช่อง Units
  2. พิมพ์ 10 ในช่อง Load ในส่วนของ Uniform Load  
ทบทวน จำไว้ว่า แรงโน้มถ่วงจะไม่แสดงออกในแนวแกน Z
  3. คลิก OK เพื่อยอมรับโหลดตายตัว
- C. คลิกปุ่มเพื่อเลือกทั้งหมดของแผ่นพื้นจากขวาไปซ้าย หรือคลิก Select menu > Get Previous Selection หรือคลิกปุ่ม Get Previous Selection  เพื่อกลับไปเลือกแผ่นพื้นทั้งหมดอีกครั้ง
- D. คลิก Assign menu > Area Load > Uniform (Shell) จะปรากฏ หน้าต่าง Area Uniform Load และเลือก Live จากการเลื่อนรายการลงมาดู
1. เลือกหน่วย Ib ft เปลี่ยนได้โดยเลื่อนลง
  2. พิมพ์ 100 ในช่องโหลดในส่วน Load area
  3. คลิก OK เพื่อรับน้ำหนักจร
- E. คลิก Assign menu > Clear Display of Assigns เพื่อไม่ให้แสดงโหลด

ขั้นที่ 7 กำหนดแก้ไขความแข็งแรงของพื้นที่ (Assign Area Stiffness Modifiers)

ในขั้นนี้ คุณสมบัติของผิวของแผ่นพื้นจะถูกถอนเว้นจากการกระทำจากผิวฉาบสำหรับจุดต่อของโครงสร้างให้อยู่ในมุมมองระนาบ XY @Z= 0 และให้โปรแกรมอยู่ในโหมดตัวเลือก

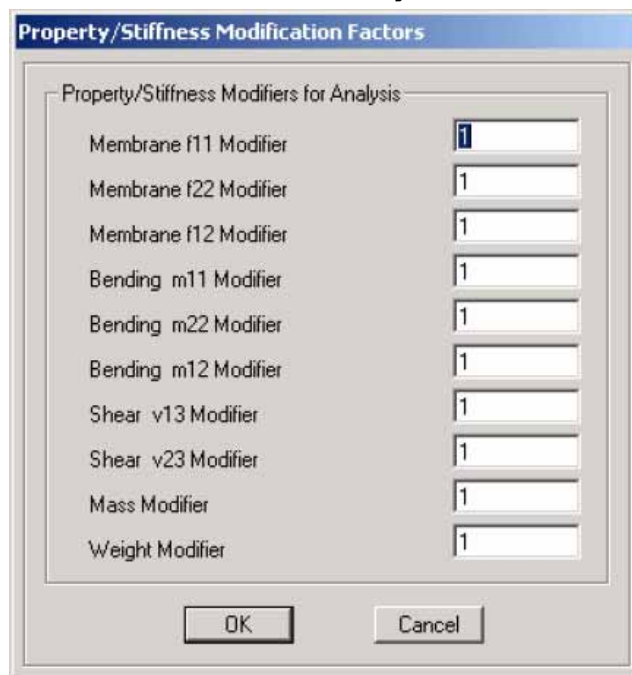
A. คลิกค้อมทั้งหมดของของแผ่นพื้นจากขวาไปซ้าย หรือคลิกคำสั่ง Select menu > Get Previous

Selection หรือคลิกที่ปุ่ม Get previous Selection  แล้วมันจะเลือกทั้งหมดของแผ่นพื้น

B. คลิกคำสั่ง Assign menu > Area > Area Stiffness Modifiers แล้วจะปรากฏหน้าต่าง

Property/Stiffness Modification Factors ดังในรูปภาพที่ 27

รูปภาพที่ 27  
*Property/Stiffness  
Modification  
Factors form*



1. พิมพ์ 0 ในช่องของ Membrane f11 Modifier




2. พิมพ์ 0 ในช่องของ Membrane f22 Modifier

3. คลิก OK เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลง

C. คลิก Assign menu > Clear Display of Assigns เพื่อเคลียร์หน้าจอจากการแก้ไข

D. ทำในมุมมอง 3D โดยคลิกเมาส์บริเวณใดๆ ก็ได้ ในหน้าต่าง และคลิกคำสั่ง View menu > Show Grid แล้วมันจะปิดการแสดงเส้นโครงร่างในมุมมอง 3D ซึ่งจะแสดงเฉพาะรูปของ Model

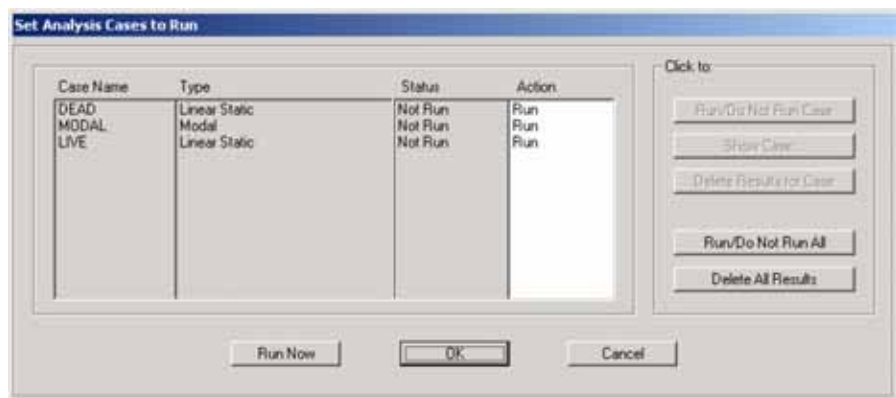
E. คลิก File menu > Save หรือ กดปุ่ม Save  เพื่อเซฟ Model

ขั้นที่ 8 เริ่มการวิเคราะห์ (Run the Analysis)

ในขั้นนี้ จะทำการวิเคราะห์

A. คลิก Analyze menu > Run Analysis หรือคลิกปุ่ม Run Analysis แล้วปรากฏหน้าต่างของ Set Analysis Case to run ดังในรูปภาพที่ 28


รูปภาพที่ 28  
*Set  
Analysis  
Cases  
to Run  
form*



หมายเหตุ ในโปรแกรมจะกำหนดโดยอัตโนมัติให้มีการวิเคราะห์ทั้ง DEAD, MODAL และ LIVE โหลดซึ่งเป็นโหลดพื้นฐานเพื่อคาดการณ์ล่วงหน้าซึ่งโปรแกรมจะต้องการอย่างน้อย 1 อย่างสำหรับชนิดของโหลด, ถึงแม้ว่าจะไม่ได้กำหนดฟังก์ชันไดนามิก



1. เลือก MODAL ในช่อง Case Name
2. คลิกปุ่ม RUN/Do Not Run Case สำหรับ MODAL  
เป็น Do Not Run นั้นเป็นความตั้งใจเพื่อการวิเคราะห์ที่เป็นจริง
3. คลิกปุ่ม Run Now

โปรแกรมจะทำการสร้างส่วนการวิเคราะห์ซึ่งเป็นส่วนพื้นฐานของข้อมูลของ Sap 2000 ในไม่ช้า มันจะแสดง “การวิเคราะห์” รอสักครู่ ข้อมูลทั้งหมดจะอยู่ในหน้าต่างไปพร้อมกับการวิเคราะห์, ซึ่งเราสามารถเรียกดูข้อมูลที่หลังได้โดยคลิก File menu > Show Input/Output Text File และเลือกดูในไฟล์ที่เป็นนามสกุล .LOG

- B. เมื่อทำการวิเคราะห์เสร็จ จะแสดงข้อความ “ANALYSIS COMPLETE” ให้คลิกปุ่ม OK เพื่อปิดหน้าต่าง, ซึ่งตัวโปรแกรมจะทำการแสดงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแบบจำลองและแบบจำลองจะถูกล็อก ซึ่งมีปุ่ม  เพื่อแสดงการ Lock/Unlock ปรากฏให้ โดยการล็อกแบบจำลองก็เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงใดๆที่จะมี ผลต่อการวิเคราะห์แบบจำลอง

### ขั้นที่ 9 กราฟพีคตรวจดูผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ (Graphically Review the Analysis Results)

ในขั้นนี้ ผลการวิเคราะห์จะถูกแสดงให้ดูในรูปของกราฟพีค

- A. ให้มุมมองอยู่ในระนาบ XY @Z=0 โดยคลิกที่ ปุ่ม XZ View  เพื่อเข้าสู่มุมมอง
- B. คลิกที่ปุ่ม Show Frame/Cables Forces/Stresses  หรือคลิกคำสั่ง Display menu > Show Forces/Stresses > Frames/Cable

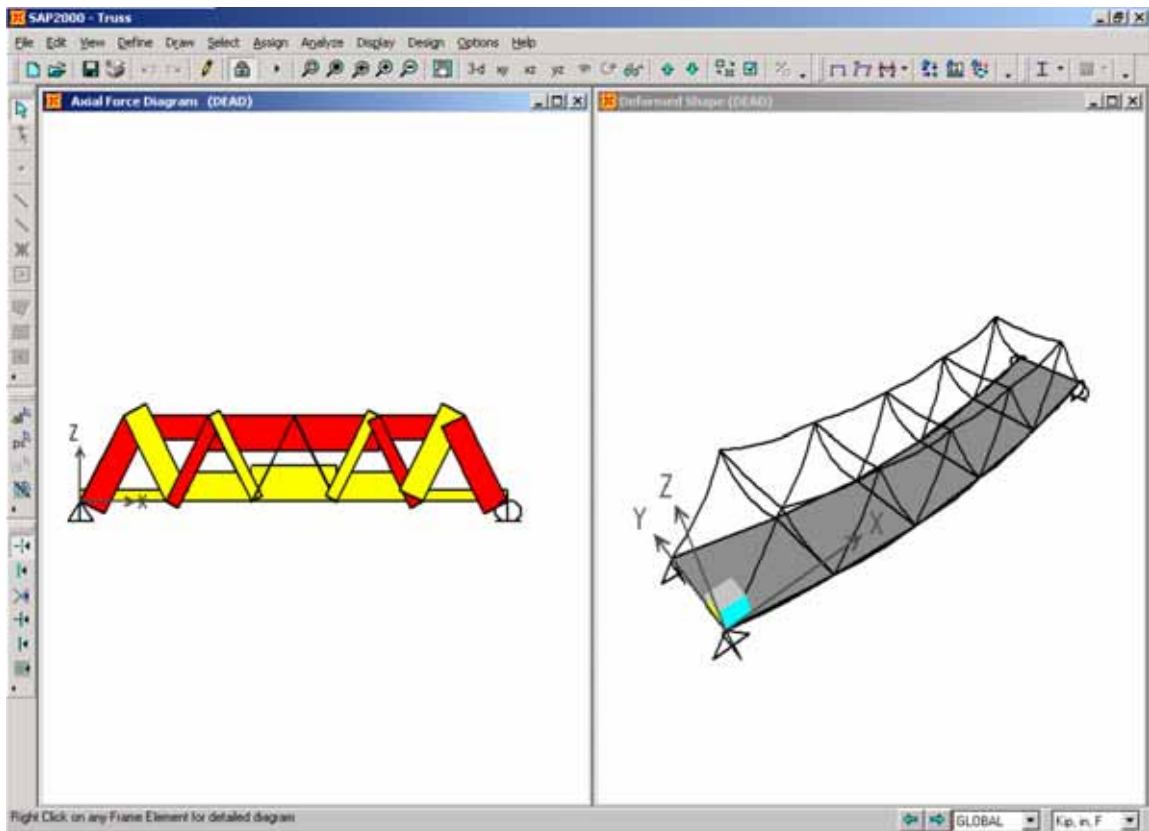
จะปรากฏหน้าตาต่างของ Member Force Diagram for frames ดังในรูปภาพที่ 29

1. เลือก DEAD ในช่อง Case/Combo Name
2. เลือก Axial Force
3. คลิกที่ Fill Diagram
4. คลิกที่ปุ่ม OK และรูปแสดงแรงในแนวแกนจะปรากฏดังในรูปภาพที่ 30



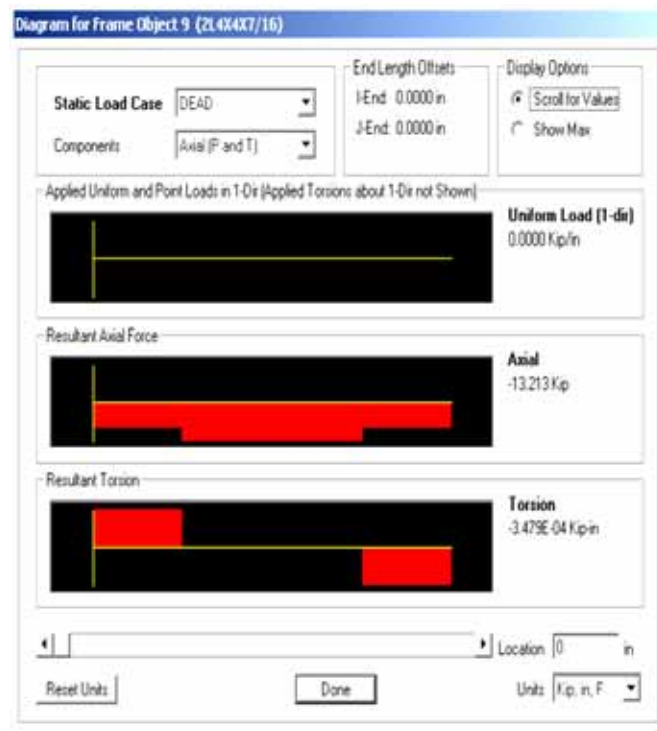
รูปภาพที่ 29  
Member Force Diagram for Frames form

รูปภาพที่ 30  
Axial force diagram in an elevation view



C. คลิกขวาบนเฟรม ในระนาบ XZ แล้วจะปรากฏหน้าต่างของ Diagram for Frame Object ดังในรูปภาพที่ 31

รูปภาพที่30  
Force details  
obtained by  
right-clicking  
top chord of  
truss in the  
elevation  
view  
in Figure 29



หมายเหตุ โปรแกรมจะแสดงแผนภาพของแรงที่เกิดขึ้นของเฟรมที่เลือกทั้งหมดโดยจะแบ่งย่อยเป็นส่วนในการวิเคราะห์โดยอัตโนมัติ

1. คลิกที่ Scroll for Values แล้ว แผนภาพจะปรากฏซึ่งสามารถเอาเมาส์ไปคลิกในส่วนของแผนภาพเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของแรงในคาน
2. คลิกปุ่ม Done เพื่อปิดหน้าต่าง

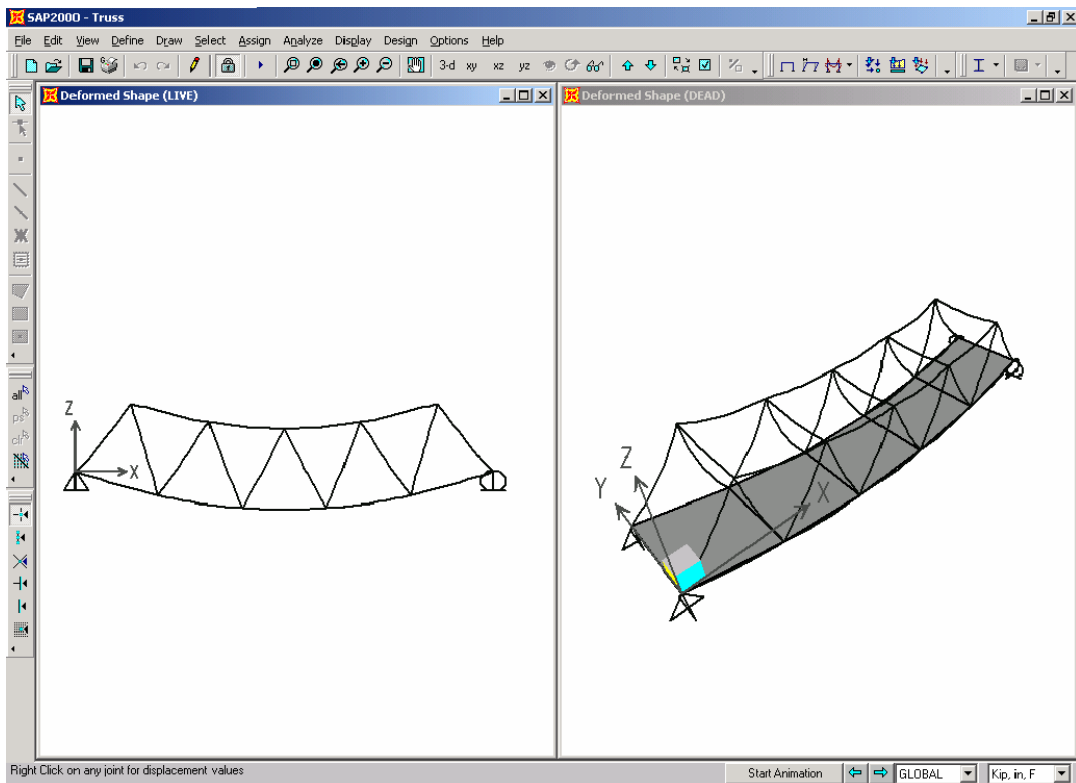
D. ทำให้อยู่ในระนาบ XZ แล้วคลิกคำสั่ง Display menu > Show Deformed Shape หรือ คลิกปุ่ม Show Deformed Shape 

แล้วจะปรากฏหน้าต่างของ Deformed Shape ดังในรูปภาพที่ 32

1. เลือก LIVE ในช่อง Case/Combo Name
2. เลือก Cubic Curve
3. คลิก OK แล้วปรากฏการเปลี่ยนแปลงดังในรูปภาพที่ 33

รูปภาพที่ 32  
*Deformed  
Shape form*

รูปภาพที่ 33  
*Deformed Shape  
in an elevation  
view*



E. คลิกขวามบนจุดต่อใดๆ ในรูปภาพที่ 33แล้วจะปรากฏผลของ joint Displacement ดังในรูปภาพที่ 34

รูปภาพที่ 34  
*Joint Displacements  
 obtained by rightclicking  
 a joint shown  
 in the elevation view in  
 Figure 32*

| Joint Displacements |            |           |          |
|---------------------|------------|-----------|----------|
| Joint ID            | 19         |           |          |
|                     | 1          | 2         | 3        |
| Trans               | 0.02697    | 6.693E-05 | -0.13149 |
| Rotn                | -1.121E-05 | 0.00000   | 0.00000  |

F. ปิดหน้าต่าง Joint Displacement

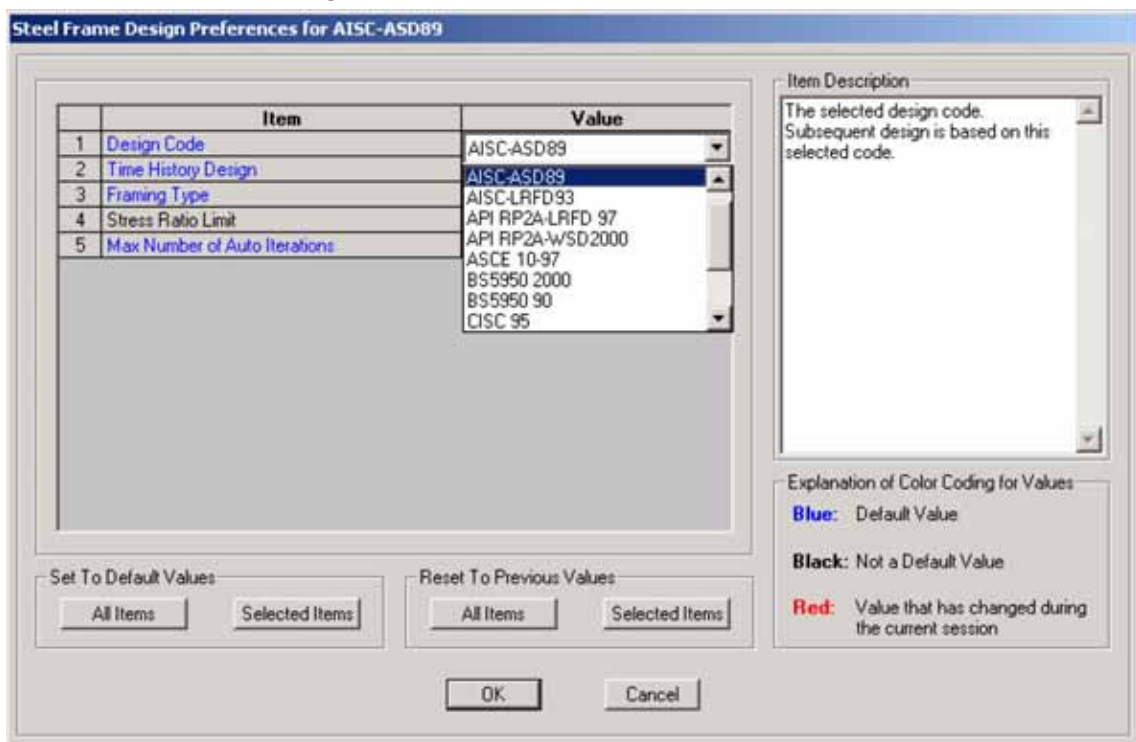
ขั้นที่ 10 ออกแบบเฟรมเหล็ก (Design the Steel Frame Object)

ในขั้นตอนนี้ จะเป็นการออกแบบเฟรมเหล็ก

หมายเหตุ ในโครงสร้างจะทำการวิเคราะห์เสร็จก่อนที่จะทำในส่วนนี้

A. คลิก Option menu > Preferences > Steel Frame Design จะแสดงส่วน Steel Frame Design

Preferences ดังในรูปภาพที่ 35

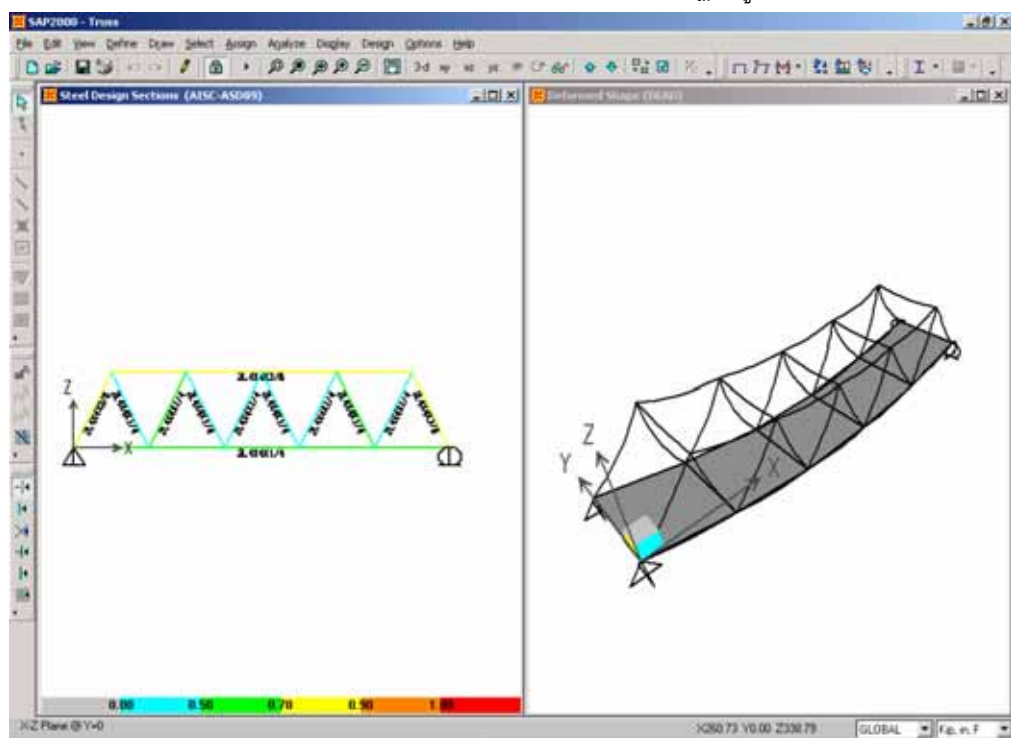


รูปภาพที่ 35  
*Steel Frame Design  
 Preferences form*

1. คลิกของส่วนในช่อง Values จะเห็นรหัส มากมายให้เลือก รหัส AISC – ASD89
2. กลับไปดูข้อมูลที่แก้ไขในช่องให้ดี แล้วคลิก OK เพื่อยืนยันการเลือก

B. คลิก Design menu > Steel Frame Design > Start Design/Check of Structure หรือคลิกที่ปุ่ม Start Steel Design/Check of Structure **I** เพื่อเริ่มการออกแบบเฟรมเหล็ก.  
โปรแกรมจะออกแบบเฟรมเหล็ก โดยเลือกเหล็กที่ประหยัดที่สุดโดยเลือกจาก TURSS โดยอัตโนมัติ เพื่อทำการวาด

เมื่อออกแบบเสร็จ ขนาดของเฟรมเหล็กจะแสดงใน Model ซึ่งจะปรากฏดังรูปภาพที่ 36



รูปภาพที่ 36  
*Model after the initial steel frame design*

C. คลิก Design menu > Steel Frame Design > Verify Analysis Vs Design Section และจะปรากฏ ข้อความดังในรูปภาพที่ 37 แล้วคลิกที่ No เพื่อปิด

รูปภาพที่ 37  
*Analysis vs Design  
Section warning  
message*



ในการวิเคราะห์ (ขั้นที่ 8) โปรแกรมจะเลือกโดยใช้น้ำหนัก จาก TRUSS เป็นการเลือกโดยอัตโนมัติ ระหว่างการออกแบบ (ในขั้นตอนนี้) โปรแกรมจะใช้ตัวเลือกเหล่านั้นในการวิเคราะห์ ข้อความในรูปภาพที่ 37 แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์และออกแบบที่แตกต่าง

ในจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์และออกแบบจนกระทั่งมีความแน่นอน หมายเหตุ เมื่อมีการวิเคราะห์สะพานอีกครั้ง Sap2000 จะออกแบบหน้าตัด (ดูตัวอย่างในขั้นที่ 10) ดังนั้นจะทำการวิเคราะห์หน้าตัดต่อไป

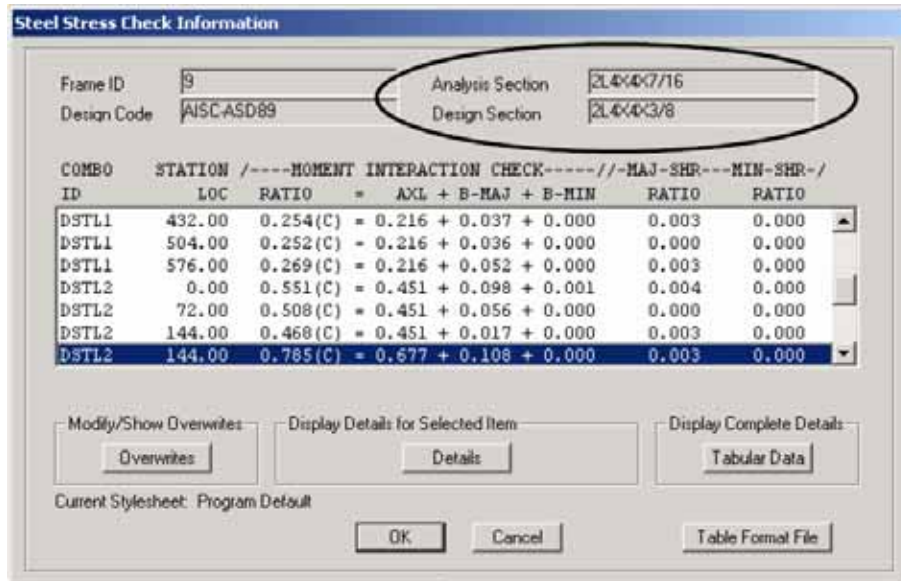
D. คลิกขวาหนึ่งทีบนโครงทักที่อยู่จุดบนเฟรมในมุมมองระนาบ XZ ดังแสดงในรูปภาพที่ 36 ซึ่งจะ

แสดงข้อมูลของเหล็กดังในรูปภาพที่ 38 หมายเหตุ รายงานของส่วนการวิเคราะห์และออกแบบมีความแตกต่างกัน

ในส่วนของโครงสร้างหลักของรายการออกแบบของเฟรมที่รับอัตราความเครียดและโหลดเข้าด้วยกัน หมายเหตุ โปรแกรมจะทำการสร้างรหัสเฉพาะ เพื่อรวมโหลดสำหรับการออกแบบเฟรมเหล็ก

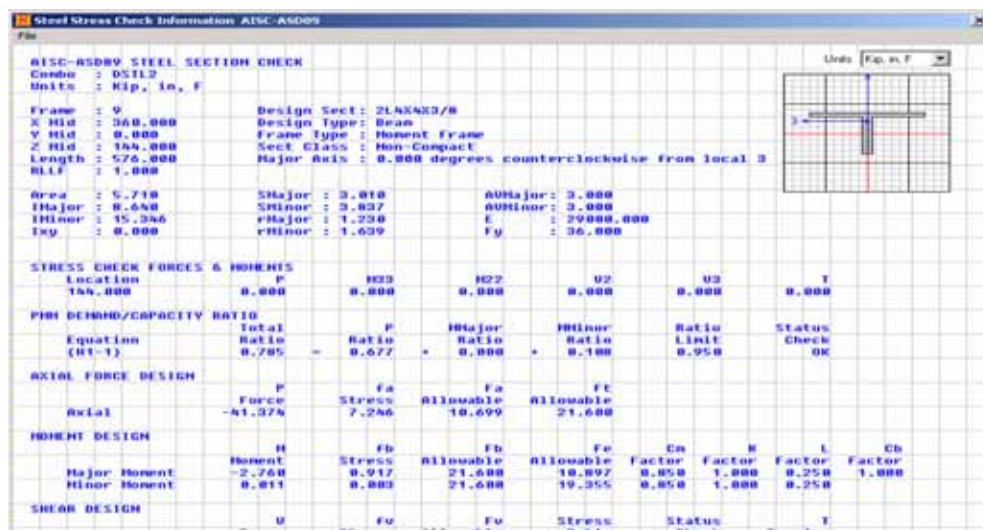
ดังนั้น โปรแกรมที่ออกแบบจุดต่อจะทำการคำนวณแบบเดียวกันเช่นเดียวกับการวาดก็เหมือนกัน ถึงแม้โปรแกรมจะมีการแบ่งการวิเคราะห์แบบอัตโนมัติก็ตาม





รูปภาพที่ 38  
Steel Stress Check Information form


คลิกปุ่ม Detail ที่อยู่บน Steel Stress Check Information จะปรากฏ Steel Stress Check Information AISC-ASD89 หมายถึง คุณสามารถพิมพ์ข้อมูลออกมาจากคำสั่ง File menu



รูปภาพที่ 39  
Steel Stress Check Information AISCASD89 form

คลิก X ที่อยู่มุมบนขวามือ เพื่อปิดส่วนของ Steel Stress Check Information AISC-ASD89 เพื่อปิด

คลิกปุ่ม Cancel เพื่อปิดส่วนของ Steel Stress Check Information

E. ถ้าต้องการคำนวณเพื่อวิเคราะห์หน้าตัดโครงสร้างใหม่ คลิกคำสั่ง Analyze menu > Run Analysis หรือกด ปุ่ม Run Analysis  และเมื่อคลิก Run แล้วจะปรากฏการประมวลผลบนหน้าจอ

F. เมื่อการวิเคราะห์เสร็จ คลิก OK เพื่อปิดหน้าต่างการวิเคราะห์ คลิก Design menu > Steel Frame Design > Start Design/Check of Structure หรือกดปุ่ม Start Steel Design/Check of Structure เพื่อเริ่มการคำนวณการออกแบบเหล็ก

G. เมื่อออกแบบเสร็จแล้วให้คลิกคำสั่ง Design menu > Steel Frame Design > Verify Analysis vs. Design Section แล้วจะปรากฏข้อความดังในรูปภาพที่ 40

รูปภาพที่ 40  
Analysis vs Design  
Section message



ข้อความในรูปภาพที่ 40 แสดงถึงตัวเลขของหน้าตัดโครงสร้างที่แตกต่างจากส่วนของการออกแบบ กด NO ถ้าหน้าตัดไม่เหมาะสม กด OK ถ้าเหมาะสม เพื่อปิดส่วนนี้

วนกลับไปทำซ้ำขั้นตอน E และ G จนกระทั่งข้อความที่แสดงว่าการวิเคราะห์และออกแบบเหมาะสม สิ่งนี้อาจต้องทำซ้ำไปหลายครั้งโดยยึดหลักความซับซ้อนของแบบจำลอง

H. เมื่อทำการออกแบบและวิเคราะห์หน้าตัดแล้ว คลิก Design menu > Steel Frame Design > Verify all Members Passed ซึ่งจะเป็นรูปแบบที่ คล้ายกันดังรูปภาพที่ 41 เมื่อเฟรมทั้งหมดผ่าน

รูปภาพที่ 41  
Stress/capacity  
check message



หมายเหตุ member ไม่ผ่าน แสดงว่า หน้าตัดไม่เพียงพอในการเลือกอัตโนมัติ เนื่องจากโปรแกรมยังคงใช้หน้าตัดส่วนใหญ่ในการคำนวณโดยอัตโนมัติทั้งการวิเคราะห์และออกแบบ โดยข้อความจะแสดงทุกครั้งที่ไม่ผ่านนั้นเป็นการเลือกจากรายการแก้ไขโดยอัตโนมัติ ในกรณีนั้น ในการเพิ่มหน้าตัดในการเลือกอัตโนมัติ หรือ กำหนดหน้าตัดที่ใหญ่ขึ้น ซึ่งไม่สามารถทำได้และไม่สามารถคำนวณและออกแบบได้

I. คลิก File menu > Save หรือปุ่ม Save เพื่อเซฟ Model

นี่เป็นการสอนการใช้ SAP 2000 Version 8  
โดยสมบูรณ์