บทที่ 4
การติดตั้งและใช้งานโปรแกรม NGFA

4.1 การติดตั้งโปรแกรม NGFA

โปรแกรม NGFA ที่ได้รับการพัฒนาขึ้น จะสามารถใช้งานได้โดยสมบูรณ์ต้องทำการติดตั้งโปรแกรมจากชุดติดตั้งโปรแกรมใน CD สำหรับติดตั้งโปรแกรม NGFA ซึ่งชุดติดตั้งดังกล่าวเป็นโฟลเดอร์ที่ภายในบรรจุไฟล์ข้อมูลสำหรับติดตั้งโปรแกรม

ก่อนการติดตั้งโปรแกรม ควรรู้ถึงข้อกำหนดของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับโปรแกรม และส่วนประกอบภายใน CD สำหรับติดตั้งโปรแกรม NGFA ก่อน

4.1.1 ข้อกำหนดของเครื่องคอมพิวเตอร์

โปรแกรม NGFA สามารถติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซึ่งมีข้อกำหนดดังนี้

- ควรมีหน่วยประมวลผลอย่างน้อย Pentium 100 ขึ้นไป
- ความละเอียดจอภาพคือ 800 x 600 หรือ มากกว่า และความละเอียดของสีคือ 256 สี
- RAM อย่างน้อย 16 MB
- ระบบปฏิบัติการ Windows 98
- พื้นที่ HardDisk อย่างน้อย 15 MB

4.1.2 ส่วนประกอบภายใน CD สำหรับติดตั้งโปรแกรม NGFA

- ไฟล์ติดตั้ง (Setup File) ซึ่งมีนามสกุล EXE
- แฟ้มข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการติดตั้ง
- แฟ้มข้อมูลสำรองสำหรับเก็บข้อมูลโปรแกรม Source Code ทั้งหมด

4.2 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม

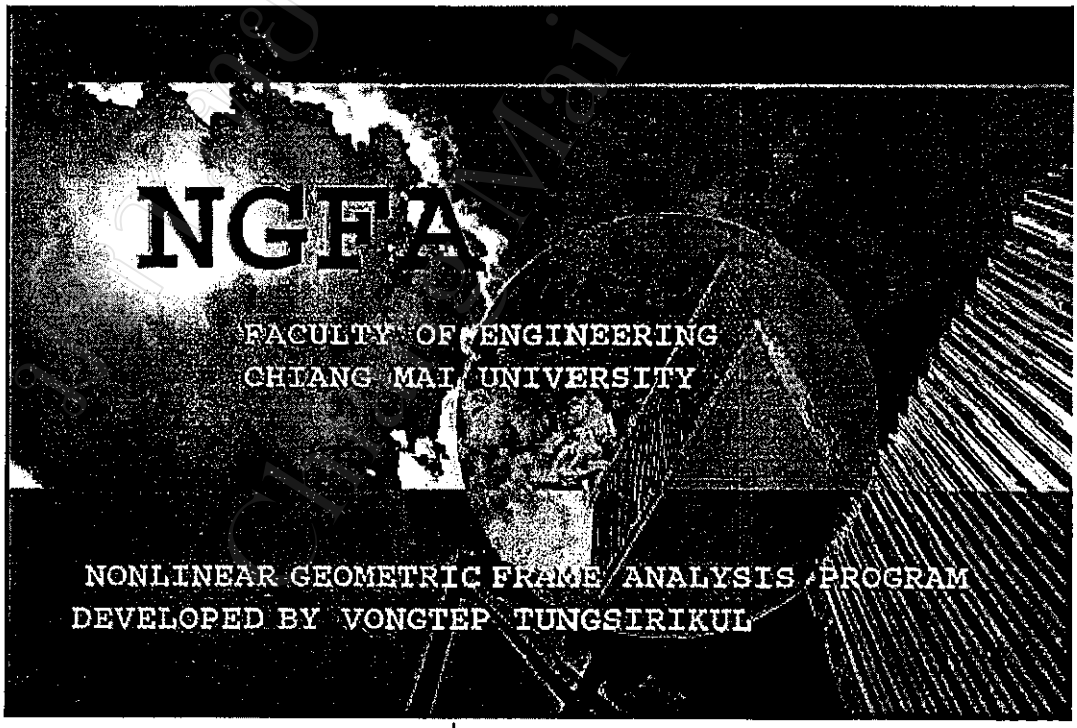
ก่อนติดตั้งโปรแกรมควรปิดโปรแกรมอื่นที่เปิดอยู่ก่อนหน้านี้ให้หมดเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับไฟล์ที่เปิดอยู่ จากนั้นปฏิบัติตามขั้นตอบดังนี้

1. บรรจุ CD สำหรับติดตั้งโปรแกรม NGFA เข้าไปในเครื่อง
2. เลือก Run ไฟล์ชื่อ Setup.EXE
3. ทำตามขั้นตอนที่โปรแกรมติดตั้งแนะนำ

เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการติดตั้ง ควรทำการ Restart เครื่องคอมพิวเตอร์ก่อนเริ่มต้นใช้โปรแกรม

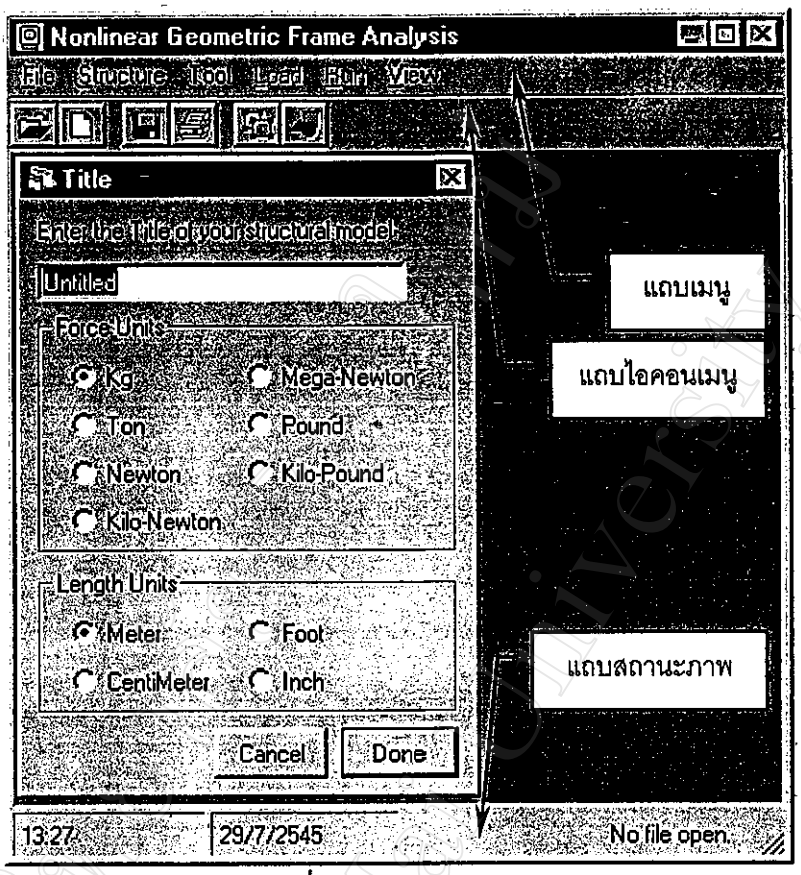
4.3 การเริ่มต้นใช้งาน

หลังจากทำการติดตั้งโปรแกรมลงไปในเครื่องแล้ว ไฟล์สำหรับปฏิบัติการโปรแกรม NGFA จะถูกติดตั้งไว้ใน Path ชื่อ C:\Program Files\Frame Analysis\NGFA\NGFA.EXE ให้เปิดโปรแกรมจาก Path ดังกล่าว หรือเปิดโปรแกรมจากเมนูดังนี้ Start >Program >NGFA > NGFA



รูปที่ 4.1 หน้าจอไตเติล

หลังจากเปิดโปรแกรมจะปรากฏหน้าจอไตเติลดังรูปที่ 4.1 จากนั้นจะเข้าสู่หน้าจอหลักของโปรแกรม โดยภายในหน้าจอหลักของโปรแกรมจะประกอบด้วยแถบเมนู แถบไอคอนเมนู และแถบสถานะภาพดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 หน้าจอหลักของโปรแกรม

4.4 แถบเมนู

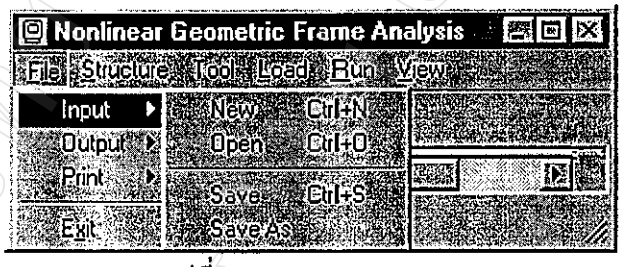
ภายในแถบเมนูจะประกอบด้วยเมนู เพื่อความสะดวกและความเข้าใจตรงตามชื่อเมนูที่แสดงบนโปรแกรมจริง จึงขอใช้คำทับศัพท์ภาษาอังกฤษแสดงชื่อของเมนูทั้งหมดในโปรแกรม โดยเมนูทั้งหมดมีดังนี้

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดของเมนูทั้งหมด

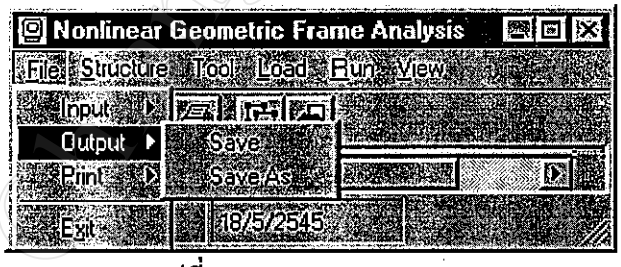
No.	เมนู	รายละเอียด
1.	File	เป็นเมนูเกี่ยวกับการนำเข้า ส่งออก และพิมพ์ไฟล์ผ่านเครื่องพิมพ์
2.	Structure	เป็นเมนูที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง และแก้ไขรายละเอียดของโครงสร้าง
3.	Tool	เป็นเมนูสำหรับเรียกใช้เครื่องคิดเลข
4.	Load	เป็นเมนูที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขข้อมูลของแรงที่กระทำต่อโครงสร้างในรูปแบบต่าง
5.	Run	เป็นเมนูสำหรับเริ่มต้นการวิเคราะห์โครงสร้าง
6.	View	เป็นเมนูที่เกี่ยวข้องกับการแสดงผล

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดของเมนู File

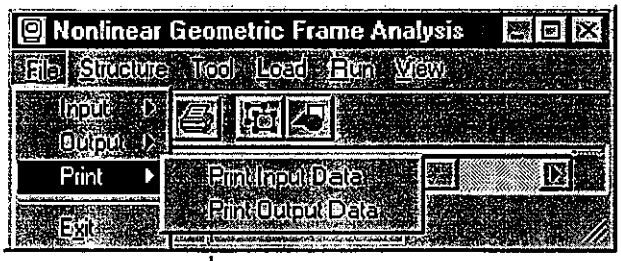
1. เมนู File		
เมนูย่อยระดับ 1	**เมนูย่อยระดับ 2**	**คำสั่ง**
- Input	- New	สร้างไฟล์ข้อมูลนำเข้าใหม่
	- Open	เปิดไฟล์ข้อมูลนำเข้าเก่าที่มีอยู่แล้ว
	- Save	บันทึกข้อมูลลงในไฟล์นำเข้า
	- Save As	บันทึกข้อมูลลงในไฟล์เป็นชื่อไฟล์นำเข้าชื่อใหม่
- Output	- Save	บันทึกข้อมูลลงในไฟล์ส่งออก
	- Save As	บันทึกข้อมูลลงในไฟล์เป็นชื่อไฟล์ส่งออกชื่อใหม่
- Print	- Print Input Data	พิมพ์ไฟล์นำเข้าออกผ่านเครื่องพิมพ์
	- Print Output Data	พิมพ์ไฟล์ส่งออกออกผ่านเครื่องพิมพ์
- Exit	-	ออกจากโปรแกรม



รูปที่ 4.3 เมนู File > Input



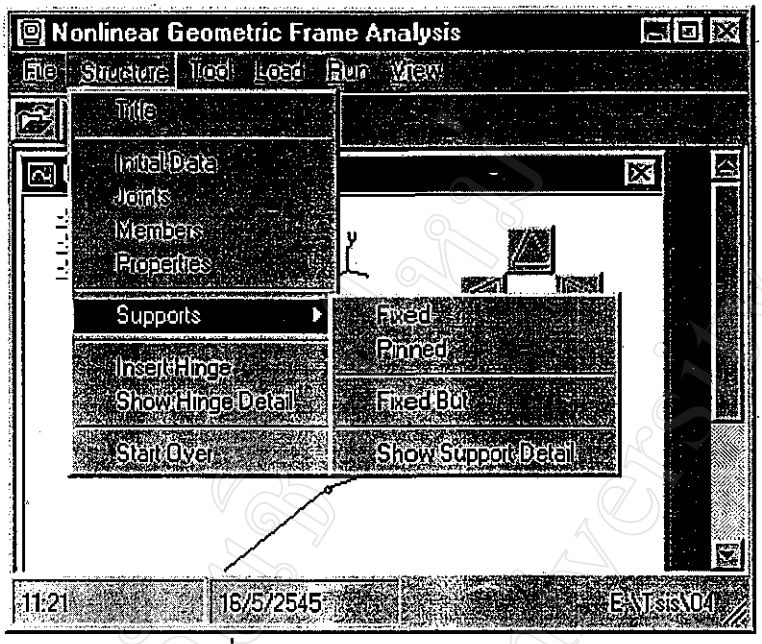
รูปที่ 4.4 เมนู File > Output



รูปที่ 4.5 เมนู File > Print

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดของเมนู Structure

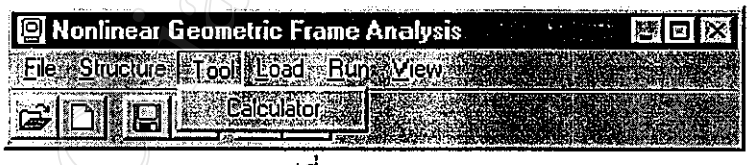
2. เมนู Structure		
เมนูย่อยระดับ 1	**เมนูย่อยระดับ 2**	**คำสั่ง**
- Title	-	เรียกฟอร์ม Title สำหรับป้อนข้อมูลชื่อโครงสร้างและเลือกหน่วยวัดระยะและหน่วยแรง
- Initial Data	-	เรียกฟอร์ม Main สำหรับป้อนข้อมูลเบื้องต้น
- Joints	-	เรียกฟอร์ม Enter Joint Coordinates สำหรับป้อนข้อมูลโหนด
- Members	-	เรียกฟอร์ม Enter Members สำหรับป้อนข้อมูลชิ้นส่วนย่อย
- Properties	-	เรียกฟอร์ม Enter Properties สำหรับป้อนข้อมูลคุณสมบัติวัสดุของชิ้นส่วนย่อย
- Supports	- Fixed	เรียกฟอร์ม Select Support Joint สำหรับป้อนข้อมูลจุดรองรับแบบยึดรั้งทั้งหมด
	- Pinned	เรียกฟอร์ม Select Support Joint สำหรับป้อนข้อมูลจุดรองรับแบบยึดรั้งแต่หมุนได้
	- Fixed But	เรียกฟอร์ม Fixed But สำหรับแก้ไขข้อมูลจุดรองรับซึ่งสามารถเลือกเงื่อนไขได้ ก่อนจะเข้าสู่ฟอร์ม Select Support Joint สำหรับป้อนข้อมูลจุดรองรับต่อไป
	- Show Support Detail	เรียกฟอร์ม Show Support Detail สำหรับแสดงข้อมูลจุดรองรับทั้งหมด
- Insert Hinge	-	เรียกฟอร์มMember Release สำหรับแก้ไขเงื่อนไขปลายของชิ้นส่วนย่อย ก่อนจะเข้าสู่ฟอร์ม Select Member เพื่อป้อนข้อมูลเงื่อนไขปลายของชิ้นส่วนย่อยต่อไป
- Show Hinge Detail	-	เรียกฟอร์ม Show Hinge Detail สำหรับแสดงข้อมูลเงื่อนไขปลายของชิ้นส่วนย่อย
- Start Over	-	ลบข้อมูลเก่าที่มีอยู่ทั้งหมด เพื่อจะเริ่มต้นป้อนข้อมูลชุดใหม่



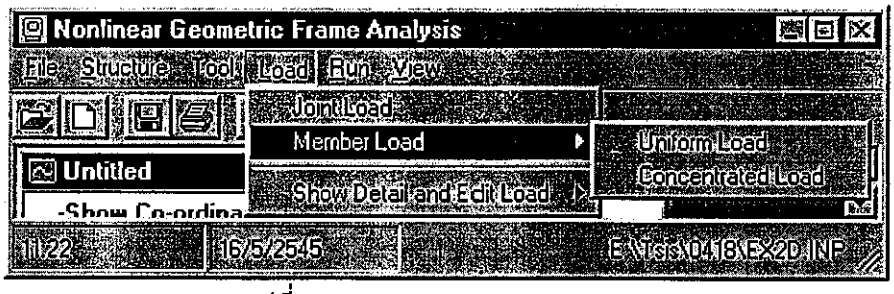
รูปที่ 4.6 เมนู Structure > Supports

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดของเมนู Tool

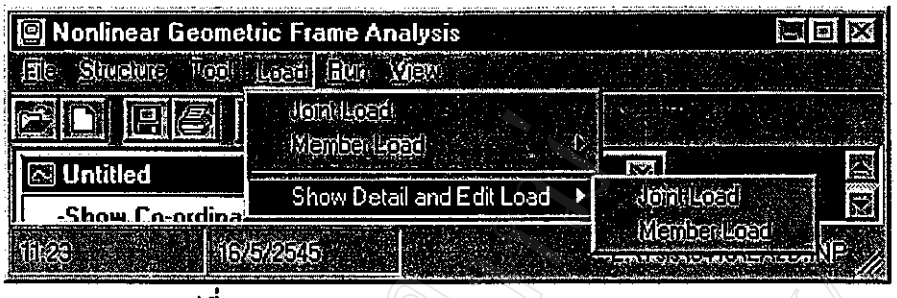
3. เมนู Tool		
เมนูย่อยระดับ 1	**เมนูย่อยระดับ 2**	**คำสั่ง**
- Calculator	-	เรียกใช้โปรแกรมเครื่องคิดเลขจาก Windows ซึ่งถ้าหากในเครื่องคอมพิวเตอร์ของท่านไม่ได้ติดตั้งโปรแกรมเครื่องคิดเลขดังกล่าว เมนูนี้จะใช้การไม่ได้



รูปที่ 4.7 เมนู Tool



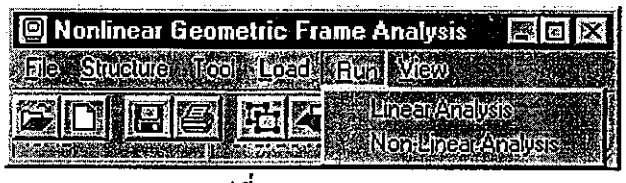
รูปที่ 4.8 เมนู Load > Member Load



รูปที่ 4.9 เมนู Load > Show Detail and Edit Load

ตารางที่ 4.5 รายละเอียดของเมนู Load

4. เมนู Load		
เมนูย่อยระดับ 1	**เมนูย่อยระดับ 2**	**คำสั่ง**
- Joint Load	-	เรียกฟอร์ม Edit Load สำหรับป้อนข้อมูลแรงกระทำที่โหนด ก่อนจะเข้าสู่ฟอร์ม Select Joint สำหรับป้อนข้อมูลโหนดต่อไป
- Member Load	- Uniform Load	เรียกฟอร์ม Edit Load สำหรับป้อนข้อมูลแรงกระทำกระจายสม่ำเสมอที่ชิ้นส่วนย่อย ก่อนจะเข้าสู่ฟอร์ม Select Member สำหรับป้อนข้อมูลชิ้นส่วนย่อยต่อไป
	- Concentrated Load	เรียกฟอร์ม Edit Load สำหรับป้อนข้อมูลแรงกระทำแบบเป็นจุดที่ชิ้นส่วนย่อย ก่อนจะเข้าสู่ฟอร์ม Select Member สำหรับป้อนข้อมูลชิ้นส่วนย่อยต่อไป
- Show Detail and Edit Load	- Joint Load	เรียกฟอร์ม Select Loading Joint ซึ่งแสดงข้อมูลแรงกระทำที่โหนดพร้อมทั้งสามารถแก้ไขข้อมูลดังกล่าวได้โดยการพิมพ์
	- Member Load	เรียกฟอร์ม Select Loading Member ซึ่งแสดงข้อมูลแรงกระทำที่ชิ้นส่วนย่อยพร้อมทั้งสามารถแก้ไขข้อมูลดังกล่าวได้โดยการพิมพ์



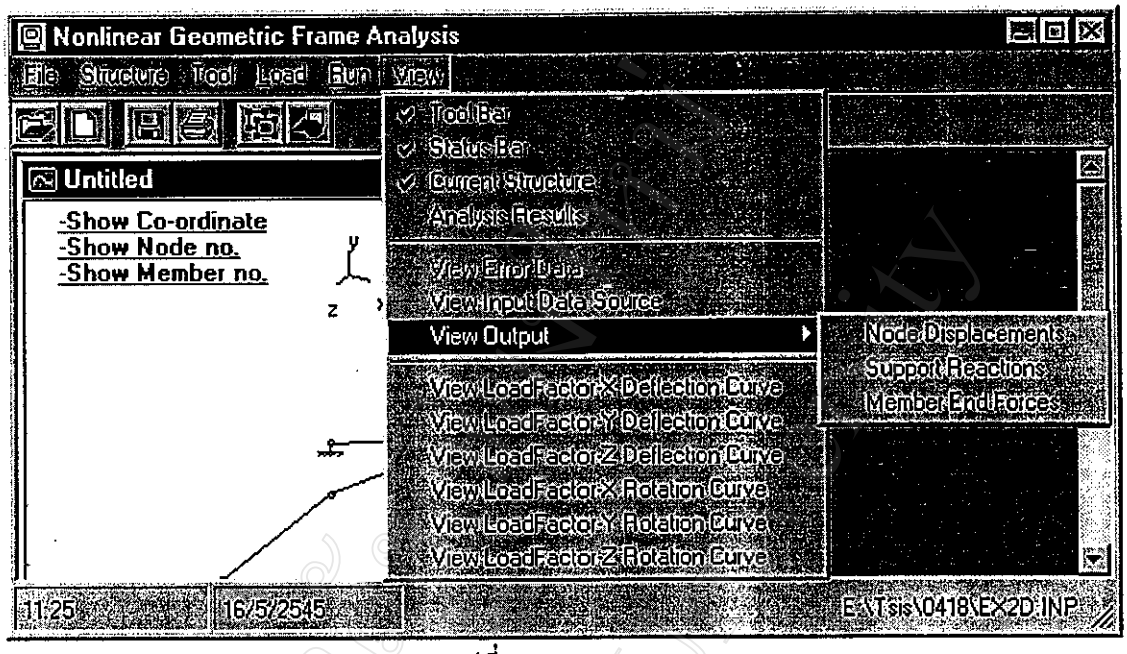
รูปที่ 4.10 เมนู Run

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดของเมนู Run

5. เมนู Run		
เมนูย่อยระดับ 1	**เมนูย่อยระดับ 2**	**คำสั่ง**
- Linear Analysis	-	เลือกวิธีการวิเคราะห์แบบเชิงเส้น
- Nonlinear Analysis	-	เลือกวิธีการวิเคราะห์แบบไม่เป็นเชิงเส้นทางเรขาคณิต

ตารางที่ 4.7 รายละเอียดของเมนู View

6. เมนู View		
เมนูย่อยระดับ 1	**เมนูย่อยระดับ 2**	**คำสั่ง**
- Tool Bar	-	แสดงหรือซ่อนแถบไอคอนเมนู
- Status Bar	-	แสดงหรือซ่อนแถบสถานะภาพ
- Current Structure	-	แสดงหรือซ่อนฟอร์ม Picture
- Analysis Results	-	เรียกดูฟอร์ม Running Status
- View Error Data	-	เรียกดูฟอร์ม Error Data
- View Input Data	-	เรียกดูฟอร์ม Input Data
- View Output Data	- Node Displacements	เรียกดูฟอร์ม Node Displacements
	- Support Reactions	เรียกดูฟอร์ม Support Reactions
	- Member End Forces	เรียกดูฟอร์ม Member End Forces
- View LoadFoctor -X Deflection Curve	-	เรียกดูฟอร์ม LoadFoctor - X Deflection Curve
- View LoadFoctor-Y Deflection Curve	-	เรียกดูฟอร์ม LoadFoctor - Y Deflection Curve
- View LoadFoctor-Z Deflection Curve	-	เรียกดูฟอร์ม LoadFoctor - Z Deflection Curve
- View LoadFoctor-X Rotation Curve	-	เรียกดูฟอร์ม LoadFoctor - X Rotation Curve
- View LoadFoctor-Y Rotation Curve	-	เรียกดูฟอร์ม LoadFoctor - Y Rotation Curve
- View LoadFoctor-Z Rotation Curve	-	เรียกดูฟอร์ม LoadFoctor - Z Rotation Curve



รูปที่ 4.11 เมนู View

4.5 แถบไอคอนเมนู

แถบไอคอนเมนูประกอบด้วยไอคอนสำหรับเรียกใช้เมนู มีรายละเอียดของไอคอนดังนี้

ตารางที่ 4.8 รายละเอียดของไอคอน

No.	ไอคอน	ชื่อ	รายละเอียด
1.		Open File	เรียกเมนู File > Input > Open
2.		Create New File	เรียกเมนู File > Input > New
3.		Save	เรียกเมนู File > Input > Save
4.		Print Input File	เรียกเมนู File > Print > Print Input Data
5.		Edit Joint	เรียกเมนู Structure > Joints
6.		Edit Member	เรียกเมนู Structure > Members

4.6 แถบสถานะภาพ

แถบสถานะภาพเป็นแถบแสดงสถานะภาพของโปรแกรม ข้อมูลที่แสดงในแถบดังกล่าวมี 3 ส่วนได้แก่ ข้อมูลเวลาปัจจุบัน ข้อมูลวันที่ปัจจุบัน และข้อมูลเส้นทางของไฟล์นำเข้าที่กำลังทำการแก้ไขในปัจจุบัน

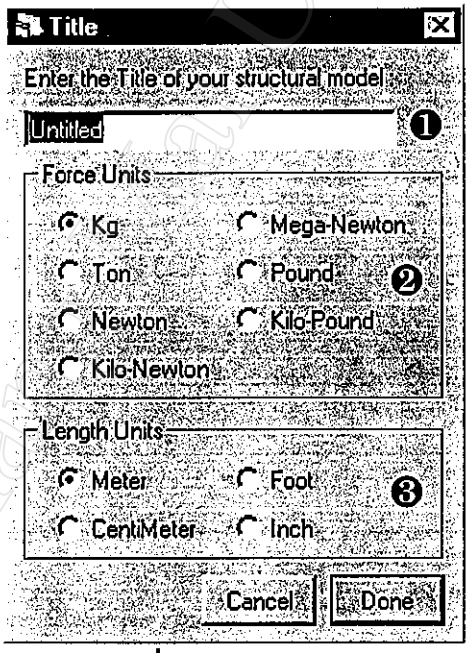
4.7 การสร้างไฟล์นำเข้า

การสร้างไฟล์นำเข้าเป็นขั้นตอนที่สำคัญก่อนการวิเคราะห์โครงสร้าง วัตถุประสงค์ก็คือการนำข้อมูลของโครงสร้างจริงมาจัดเรียงให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์นำเข้าที่โปรแกรม NGFA สามารถอ่านได้ นั่นคือรูปแบบของข้อมูลไฟล์นำเข้าที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ต่อไปนี้จะอธิบายถึงขั้นตอนในการใช้โปรแกรมเพื่อสร้างไฟล์นำเข้า ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

4.7.1 การสร้างข้อมูลหัวเรื่อง ข้อมูลหน่วยแรง และหน่วยวัดระยะ

เปิดฟอร์ม Title โดยเลือกเมนู File > Input > New หรือ Click ที่ปุ่มไอคอนเมนูหมายเลข 2. จะได้ฟอร์มดังรูปที่ 4.12

ฟอร์ม Title เป็นฟอร์มสำหรับสร้างข้อมูลหัวเรื่อง (Title) ข้อมูลหน่วยแรง (Force Unit) และหน่วยวัดระยะ (Length Unit) โดยปฏิบัติดังนี้

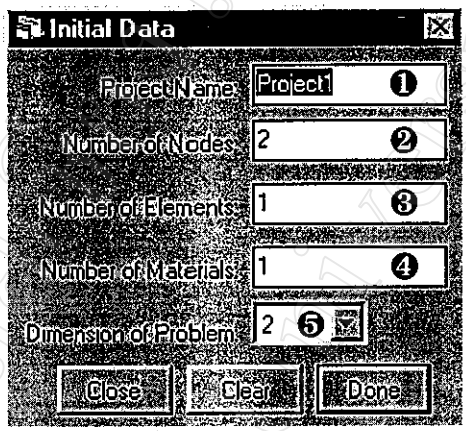


รูปที่ 4.12 ฟอร์ม Title

จากรูปที่ 4.12 ให้พิมพ์หัวเรื่องในช่องหมายเลข ❶ เลือกหน่วยแรงในกรอบหมายเลข ❷และหน่วยวัดระยะในกรอบหมายเลข ❸ เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลเหล่านี้ให้ Click ที่ปุ่ม Done ฟอร์ม Title จะถูกปิดแล้วจะปรากฏฟอร์ม Initial Data ดังรูปที่ 4.13 หรือถ้าหากต้องการยกเลิกการสร้างข้อมูลในส่วนนี้ให้ Click ที่ปุ่ม Cancel

4.7.2 การสร้างข้อมูลเบื้องต้น

ฟอร์ม Initial Data เป็นฟอร์มสำหรับสร้างข้อมูลเบื้องต้น โดยสามารถเปิดได้จากเมนูดังนี้ Structure > Initial Data ข้อมูลเบื้องต้นที่สร้างจากฟอร์มนี้ ได้แก่ ชื่อโครงงาน (Project Name) จำนวนโหนด (Number of Nodes) จำนวนชิ้นส่วนย่อย (Number of Elements) จำนวนของวัสดุ (Number of Materials) มิติของโครงสร้าง (Dimension of Problem) โดยปฏิบัติดังนี้



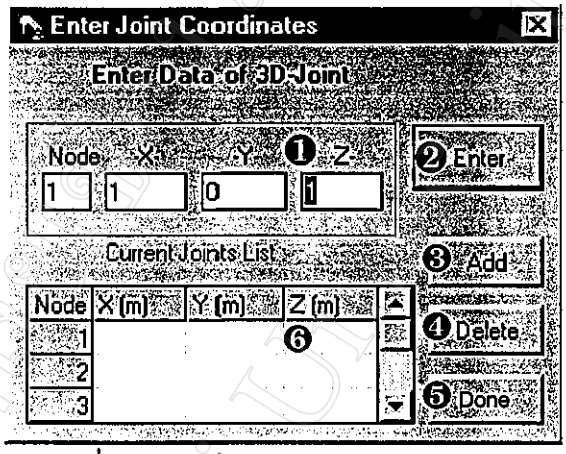
รูปที่ 4.13 ฟอร์มMain

จากรูปที่ 4.13 ให้พิมพ์ชื่อโครงงานที่ช่องหมายเลข ❶ พิมพ์จำนวนโหนดที่ช่องหมายเลข ❷ พิมพ์จำนวนชิ้นส่วนย่อยที่ช่องหมายเลข ❸ พิมพ์จำนวนของวัสดุที่ช่องหมายเลข ❹ และเลือกมิติของโครงสร้างที่ช่องหมายเลข ❺ เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลเบื้องต้นให้ Click ที่ปุ่ม Done หากต้องการล้างข้อมูลเก่าเพื่อทำการป้อนข้อมูลใหม่ให้ Click ที่ปุ่ม Clear และถ้าต้องการปิดฟอร์ม Initial Data โดยไม่ทำการบันทึกข้อมูลให้ Click ที่ปุ่ม Close หลังจากต้องการบันทึกข้อมูลเบื้องต้นแล้วฟอร์ม Initial Data จะปิดไป

4.7.3 การสร้างข้อมูลพิกัดโหนด

เปิดฟอร์ม Enter Joint Coordinates โดยเลือกเมนูดังนี้ Structure > Joints หรือ Click ที่ปุ่มไอคอนเมนู Edit Joint จะได้ฟอร์มดังรูปที่ 4.14

ฟอร์ม Enter Joint Coordinates เป็นฟอร์มสำหรับพิมพ์แก้ไขข้อมูลพิกัดโหนด และสามารถทำการเพิ่มหรือลบโหนดได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 4.14 ฟอร์ม Enter Joint Coordinates

จากรูปที่ 4.14 กรอบหมายเลข ❶ เป็นส่วนสำหรับพิมพ์ค่าพิกัด ช่องแรกเป็นช่องแสดงหมายเลขโหนดซึ่งเป็นช่องที่ไม่สามารถพิมพ์แก้ไขได้ 3 ช่องถัดมาเป็นช่องสำหรับพิมพ์ค่าพิกัด x y และ z ตามลำดับ กรณีของโครงสร้างแบบ 2 มิติ จำนวนช่องสำหรับพิมพ์ค่าพิกัดจะมีเพียง 2 ช่อง คือ ช่องสำหรับค่าพิกัด x และค่าพิกัด y หมายเลข ❷ เป็นปุ่มสำหรับบันทึกข้อมูลค่าพิกัดเฉพาะที่พิมพ์จากกรอบหมายเลข ❶ หมายเลข ❸ เป็นปุ่มสำหรับเพิ่มโหนด หมายเลข ❹ เป็นปุ่มสำหรับลบโหนด หมายเลข ❺ เป็นปุ่มสำหรับบันทึกข้อมูลค่าพิกัดโหนดในโครงสร้างทั้งหมดพร้อมทั้งปิดฟอร์ม Enter Joint Coordinates หมายเลข ❻ เป็นตารางแสดงข้อมูลค่าพิกัดโหนด

การพิมพ์แก้ไขพิกัดโหนดมีขั้นตอนดังนี้

1. เริ่มต้นจากโหนดหมายเลข 1
2. พิมพ์ข้อมูลค่าพิกัดโหนดในแต่ละช่องในกรอบหมายเลข ❶
3. Click ที่ปุ่มหมายเลข ❷ เพื่อบันทึกข้อมูลค่าพิกัดที่พิมพ์ไว้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะปรากฏบนตารางหมายเลข ❻ ขณะเดียวกันช่องแสดงหมายเลขโหนดจะเปลี่ยนเป็นหมายเลขถัดไป โดยอัตโนมัติ
4. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 และ 3 จนกระทั่งถึงโหนดสุดท้าย

5. หากต้องการแก้ไขข้อมูลของโหนดใดๆให้ Click ที่แถวของโหนดนั้นๆบนตารางหมายเลข ❻ จากนั้นทำตามขั้นตอนที่ 2 และ 3

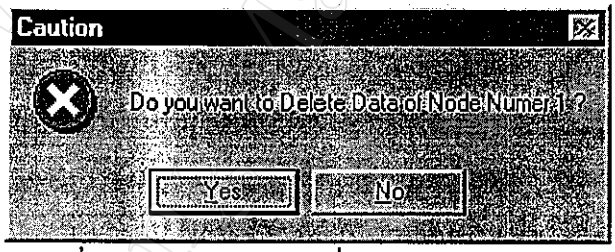
6. เมื่อทำการแก้ไขข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว ให้ Click ที่ปุ่มหมายเลข ❺ เพื่อบันทึกข้อมูลค่าพิกัดโหนดทั้งหมดพร้อมทั้งปิดฟอร์ม Enter Joint Coordinates

การเพิ่มหรือลบโหนดมีขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อต้องการเพิ่มโหนด ให้ Click ที่ปุ่มหมายเลข ❸ จำนวนโหนดจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนครั้งของการ Click โดยโหนดที่เพิ่มมานั้นจะมีหมายเลขโหนดเป็นหมายเลขที่ถัดจากหมายเลขของโหนดสุดท้ายก่อนการเพิ่ม ตัวอย่างเช่น ก่อนเพิ่มมีจำนวนโหนด 10 โหนด หมายเลขของโหนดสุดท้าย คือ 10 เมื่อ Click ปุ่ม Add จะมีจำนวนโหนดเพิ่มเป็น 11 โหนด และหมายเลขของโหนดที่เพิ่มเข้ามา คือ 11

2. เมื่อต้องการลบโหนดใดๆให้ Click ที่แถวของโหนดนั้นๆบนตารางหมายเลข ❻ หมายเลขโหนดและข้อมูลพิกัดโหนดจะไปปรากฏในกรอบหมายเลข ❶

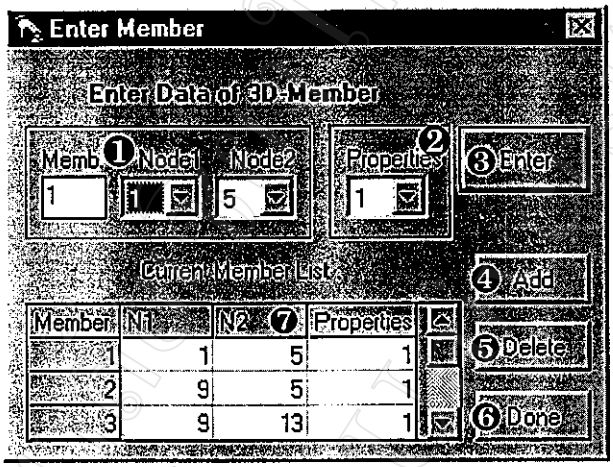
3. จากนั้น Click ที่ปุ่มหมายเลข ❹ เพื่อลบโหนดที่เลือก จะมีกรอบข้อความ (Message Box) เพื่อยืนยันการลบโหนดดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 กรอบข้อความเพื่อยืนยันการลบโหนด

4.7.4 การสร้างข้อมูลของชิ้นส่วนย่อย

หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนการสร้างข้อมูลพิกัดโหนดแล้ว ต่อไปจะเป็นสร้างข้อมูลของชิ้นส่วนย่อย ให้ผู้ใช้เปิดฟอร์ม Enter Member โดยเลือกเมนูดังนี้ Structure > Members หรือ Click ที่ปุ่มไอคอนเมนูหมายเลข 6 จะได้ฟอร์มดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ฟอร์ม Enter Member

ฟอร์ม Enter Member เป็นฟอร์มสำหรับพิมพ์แก้ไขข้อมูลชิ้นส่วนย่อย และสามารถทำการเพิ่มหรือลบชิ้นส่วนย่อยได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

จากรูปที่ 4.16 กรอบหมายเลข ❶ เป็นส่วนสำหรับเลือกโหนดต้น (Node1) และโหนดปลาย (Node2) สำหรับชิ้นส่วนย่อย โดยช่องแรกเป็นช่องแสดงหมายเลขชิ้นส่วนย่อยซึ่งเป็นช่องที่ไม่สามารถพิมพ์แก้ไขได้ 2 ช่องถัดมาเป็นช่องสำหรับเลือกโหนดต้น และโหนดปลายสำหรับชิ้นส่วนย่อยตามลำดับ กรอบหมายเลข ❷ เป็นส่วนสำหรับเลือกหมายเลขชุดข้อมูลของคุณสมบัติของวัสดุ หมายเลข ❸ เป็นปุ่มสำหรับบันทึกข้อมูลของชิ้นส่วนย่อยที่เลือกไว้ในกรอบหมายเลข ❶ และ ❷ หมายเลข ❹ เป็นปุ่มสำหรับเพิ่มชิ้นส่วนย่อย หมายเลข ❺ เป็นปุ่มสำหรับลบชิ้นส่วนย่อย หมายเลข ❻ เป็นปุ่มสำหรับบันทึกข้อมูลของชิ้นส่วนย่อยทั้งหมดพร้อมทั้งปิดฟอร์ม Enter Member หมายเลข ❼ เป็นตารางแสดงข้อมูลของชิ้นส่วนย่อย

การป้อนหรือแก้ไขข้อมูลของชิ้นส่วนย่อยมีขั้นตอนดังนี้

1. เริ่มต้นจากชิ้นส่วนย่อยหมายเลข 1
2. ในกรอบหมายเลข ❶ เลือกโหนดสำหรับเชื่อมต่อชิ้นส่วนย่อย โหนดต้น และโหนดปลายตามลำดับ
3. ในกรอบหมายเลข ❷ เลือกหมายเลขชุดข้อมูลของคุณสมบัติของวัสดุ

4. Click ที่ปุ่มหมายเลข ❸ เพื่อบันทึกข้อมูลของชิ้นส่วนย่อย โดยข้อมูลดังกล่าวจะปรากฏบนตารางหมายเลข ❼ ขณะเดียวกันช่องแสดงหมายเลขชิ้นส่วนย่อยจะเปลี่ยนเป็นหมายเลขถัดไปโดยอัตโนมัติ

5. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 ถึง 4 จนถึงหมายเลขชิ้นส่วนย่อยสุดท้าย

6. หากต้องการแก้ไขข้อมูลของชิ้นส่วนย่อยใดๆให้ Click ที่แถวของหมายเลขชิ้นส่วนย่อยนั้นๆบนตารางหมายเลข ❼ จากนั้นทำตามขั้นตอนที่ 2 ถึง 4

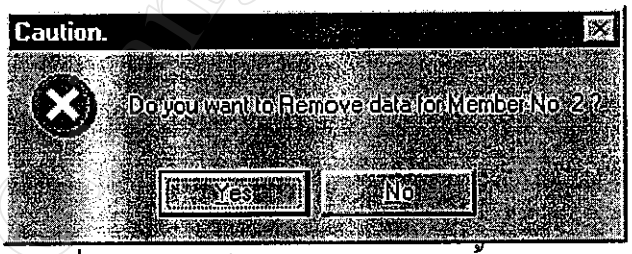
7. เมื่อทำการแก้ไขข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว ให้ Click ที่ปุ่มหมายเลข ❻ เพื่อบันทึกข้อมูลของชิ้นส่วนย่อยทั้งหมดพร้อมทั้งปิดฟอร์ม Enter Member

การเพิ่มหรือลบโหนดมีขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อต้องการเพิ่มชิ้นส่วนย่อย ให้ Click ที่ปุ่มหมายเลข ❹ จำนวนชิ้นส่วนย่อยจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนครั้งของการ Click โดยชิ้นส่วนย่อยที่เพิ่มมานั้นจะมีหมายเลขชิ้นส่วนย่อยเป็นหมายเลขที่ถัดจากหมายเลขสุดท้ายของชิ้นส่วนย่อยก่อนการเพิ่ม ตัวอย่างเช่น ก่อนเพิ่มมีจำนวนชิ้นส่วนย่อย 15 ชิ้น หมายเลขสุดท้ายของชิ้นส่วนย่อยคือ 15 เมื่อ Click ปุ่ม Add จะมีจำนวนชิ้นส่วนย่อยเพิ่มเป็น 16 ชิ้น และหมายเลขของชิ้นส่วนย่อยที่เพิ่มเข้ามา คือ 16

2. เมื่อต้องการลบชิ้นส่วนย่อยใดๆให้ Click ที่แถวของชิ้นส่วนย่อยนั้นๆบนตารางหมายเลข ❼ ซึ่งหมายเลขและข้อมูลของชิ้นส่วนย่อยจะปรากฏในกรอบหมายเลข ❶ และ ❷

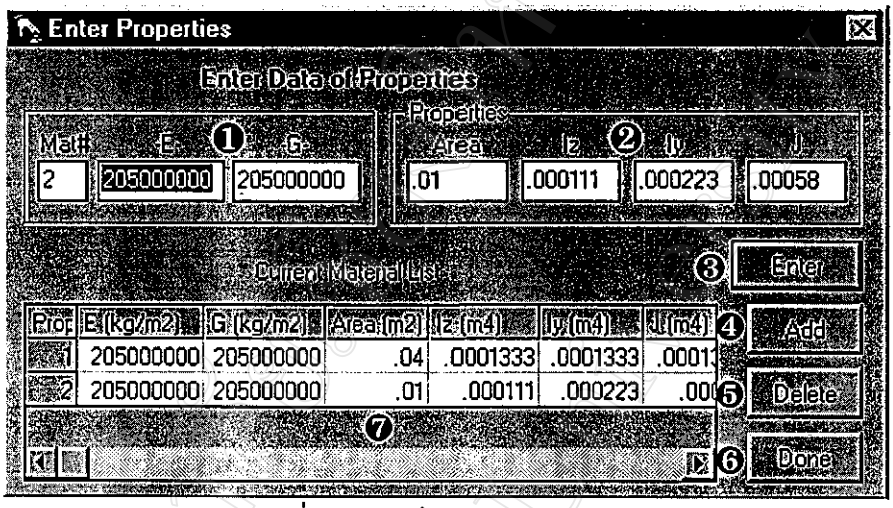
3. จากนั้น Click ที่ปุ่มหมายเลข ❻ เพื่อลบชิ้นส่วนย่อยที่ได้เลือกไว้ โดยจะมีกรอบข้อความ ยืนยันการลบชิ้นส่วนย่อยดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 กรอบข้อความยืนยันการลบชิ้นส่วนย่อย

4.7.5 การสร้างข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุ

การสร้างข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุ ให้ผู้ใช้เปิดฟอร์ม Enter Properties โดยเลือกเมนูดังนี้ Structure > Properties จะปรากฏฟอร์มดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ฟอร์ม Enter Properties

ฟอร์ม Enter Properties เป็นฟอร์มสำหรับพิมพ์แก้ไขคุณสมบัติของวัสดุและหน้าตัด และสามารถทำการเพิ่มหรือลบชุดข้อมูลของคุณสมบัติได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

จากรูปที่ 4.18 กรอบหมายเลข ❶ เป็นส่วนสำหรับพิมพ์แก้ไขคุณสมบัติของวัสดุ โดยช่องแรกเป็นช่องแสดงหมายเลขชุดข้อมูลของคุณสมบัติ ซึ่งเป็นช่องที่ไม่สามารถพิมพ์แก้ไขได้ 2 ช่องถัดมาเป็นช่องสำหรับพิมพ์แก้ไขค่าโมดุลลัสยืดหยุ่น E และช่องสำหรับพิมพ์แก้ไขค่าโมดุลลัสแรงเฉือน G ตามลำดับ กรณีเป็นโครงสร้างแบบ 2 มิติ จะปรากฏเพียงช่องสำหรับพิมพ์แก้ไขค่าโมดุลลัสยืดหยุ่น E กรอบหมายเลข ❷ เป็นส่วนสำหรับพิมพ์แก้ไขคุณสมบัติของหน้าตัด โดยช่องแรกเป็นช่องสำหรับพิมพ์แก้ไขพื้นที่หน้าตัด A ส่วน 3 ช่องถัดมาเป็นช่องสำหรับพิมพ์แก้ไขค่าโมเมนอินเนอร์เชียรอบแกน z' I_z โมเมนอินเนอร์เชียรอบแกน y' I_y และโมเมนอินเนอร์เชียรอบแกน x' J ตามลำดับ หมายเลข ❸ เป็นปุ่มสำหรับบันทึกข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุและหน้าตัดในกรอบหมายเลข ❶ และ ❷ หมายเลข ❹ เป็นปุ่มสำหรับเพิ่มชุดข้อมูลของคุณสมบัติ หมายเลข ❺ เป็นปุ่มสำหรับลบชุดข้อมูลของคุณสมบัติ หมายเลข ❻ เป็นปุ่มสำหรับบันทึกข้อมูลของคุณสมบัติทั้งหมดพร้อมทั้งปิดฟอร์ม Enter Properties หมายเลข ❼ เป็นตารางแสดงข้อมูลของคุณสมบัติ

การพิมพ์หรือแก้ไขข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุมีขั้นตอนดังนี้

1. เริ่มต้นจากชุดข้อมูลของคุณสมบัติหมายเลข 1

2. ในกรอบหมายเลข ❶ พิมพ์ค่า E และค่า G

3. ในกรอบหมายเลข ❷ พิมพ์ค่า A ค่า I_z ค่า I_y และค่า J

4. Click ที่ปุ่มหมายเลข ❸ เพื่อบันทึกข้อมูลของคุณสมบัติ โดยข้อมูลดังกล่าวจะปรากฏบนตารางหมายเลข ❼ ขณะเดียวกันช่องแสดงหมายเลขชุดข้อมูลของคุณสมบัติจะเปลี่ยนเป็นหมายเลขถัดไปโดยอัตโนมัติ

5. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 ถึง 4 จนถึงชุดข้อมูลของคุณสมบัติสุดท้าย

6. หากต้องการแก้ไขข้อมูลของคุณสมบัติชุดใดๆให้ Click ที่แถวของข้อมูลของคุณสมบัติชุดนั้นๆบนตารางหมายเลข ❼ จากนั้นทำตามขั้นตอนที่ 2 ถึง 4

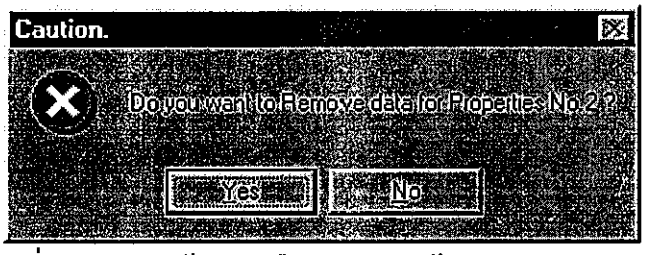
7. เมื่อทำการแก้ไขข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว ให้ Click ที่ปุ่มหมายเลข ❻ เพื่อบันทึกข้อมูลของคุณสมบัติทั้งหมดพร้อมทั้งปิดฟอร์ม Enter Properties

การเพิ่มหรือลบโหนดมีขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อต้องการเพิ่มชุดข้อมูลของคุณสมบัติ ให้ Click ที่ปุ่มหมายเลข ❹ ชุดข้อมูลจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนครั้งของการ Click โดยชุดข้อมูลของคุณสมบัติที่เพิ่มมานั้นจะมีหมายเลขชุดข้อมูลปีนหมายเลขที่ถัดจากหมายเลขสุดท้ายของชุดข้อมูลก่อนการเพิ่ม ตัวอย่างเช่น ก่อนเพิ่มมีจำนวนชุดข้อมูลของคุณสมบัติ 2 ชุด หมายเลขชุดสุดท้ายของคุณสมบัติ คือ 2 เมื่อ Click ปุ่ม Add จะมีจำนวนชุดข้อมูลของคุณสมบัติเพิ่มเป็น 3 ชุด และหมายเลขชุดของคุณสมบัติที่เพิ่มเข้ามา คือ 3

2. เมื่อต้องการลบข้อมูลของคุณสมบัติชุดใดๆให้ Click ที่แถวของข้อมูลของคุณสมบัติชุดนั้นๆบนตารางหมายเลข ❼ ซึ่งหมายเลขและข้อมูลของคุณสมบัติจะปรากฏในกรอบหมายเลข ❶ และ ❷

3. จากนั้น Click ที่ปุ่มหมายเลข ❻ เพื่อลบชุดข้อมูลของคุณสมบัติที่ได้เลือกไว้ โดยจะมีกรอบข้อความ ยืนยันการลบข้อมูลของคุณสมบัติดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 กรอบข้อความยืนยันการลบข้อมูลของคุณสมบัติ

4.7.6 การสร้างข้อมูลจุดรองรับ

การสร้างข้อมูลจุดรองรับ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ

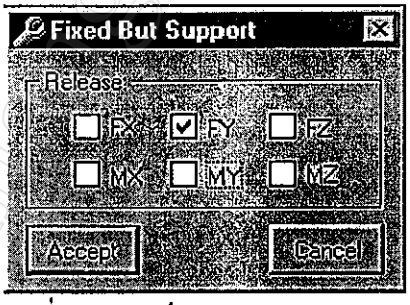
ก. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลจุดรองรับ โดยในขั้นตอนนี้ผู้ใช้สามารถเตรียมข้อมูลสำหรับจุดรองรับได้ 3 แบบ คือ

1. แบบยึดรั้งทั้งหมด (Fixed Support) โดย Click ที่เมนู Structure > Supports > Fixed จะปรากฏฟอร์ม Select Support Joint : Fixed ดังรูปที่ 4.21 (ก)
2. แบบยึดรั้งเฉพาะการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง (Pinned Support) โดย Click ที่เมนู Structure > Supports > Pinned จะปรากฏฟอร์ม Select Support Joint : Pinned ดังรูปที่ 4.21 (ข)
3. แบบเลือกเงื่อนไข (Fixed But) โดย Click ที่เมนู Structure > Supports > Fixed But จะปรากฏฟอร์ม Fixed But Support ดังรูปที่ 4.20

กรณีที่เลือกข้อมูลของจุดรองรับแบบที่ 3 ผู้ใช้ต้องเลือกเงื่อนไขการปลดแรงต้านทาน ซึ่งมี 6 เงื่อนไขดังนี้

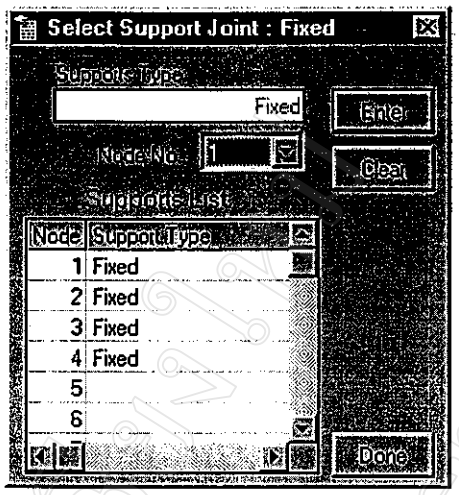
- FX FY FZ สำหรับปลดแรงต้านทานในแนวแกน x y z
- MX MY MZ สำหรับปลดแรงดัดรอบแกน x y z

ตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการปลดแรงต้านทานในแนวแกน y และปลดแรงดัดรอบแกน y ให้ Click ที่ช่อง FY และ MY ดังรูปที่ 4.20

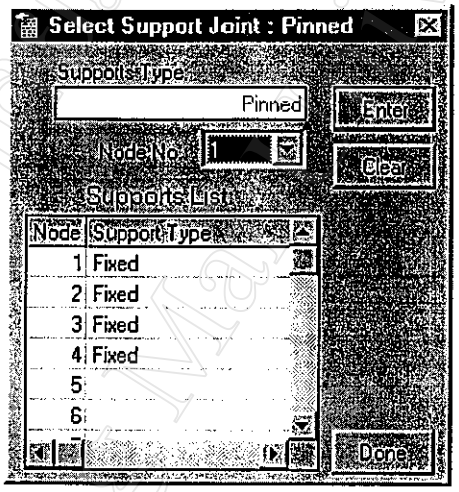


รูปที่ 4.20 ฟอร์ม Fixed But Support

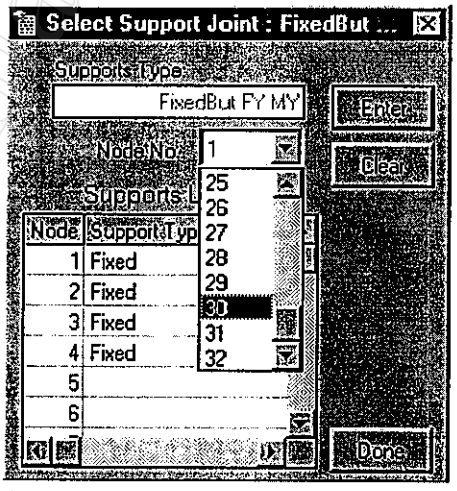
หลังจากเลือกเงื่อนไขการปลดแรงต้านทานแล้ว ให้ Click ที่ปุ่ม Accept จะได้ฟอร์ม Select Support Joint : Fixed But ดังรูปที่ 4.21 (ค)



(ก) ฟอร์มเลือกโหนดสำหรับจุดรองรับแบบ Fixed



(ข) ฟอร์มเลือกโหนดสำหรับจุดรองรับแบบ Pinned

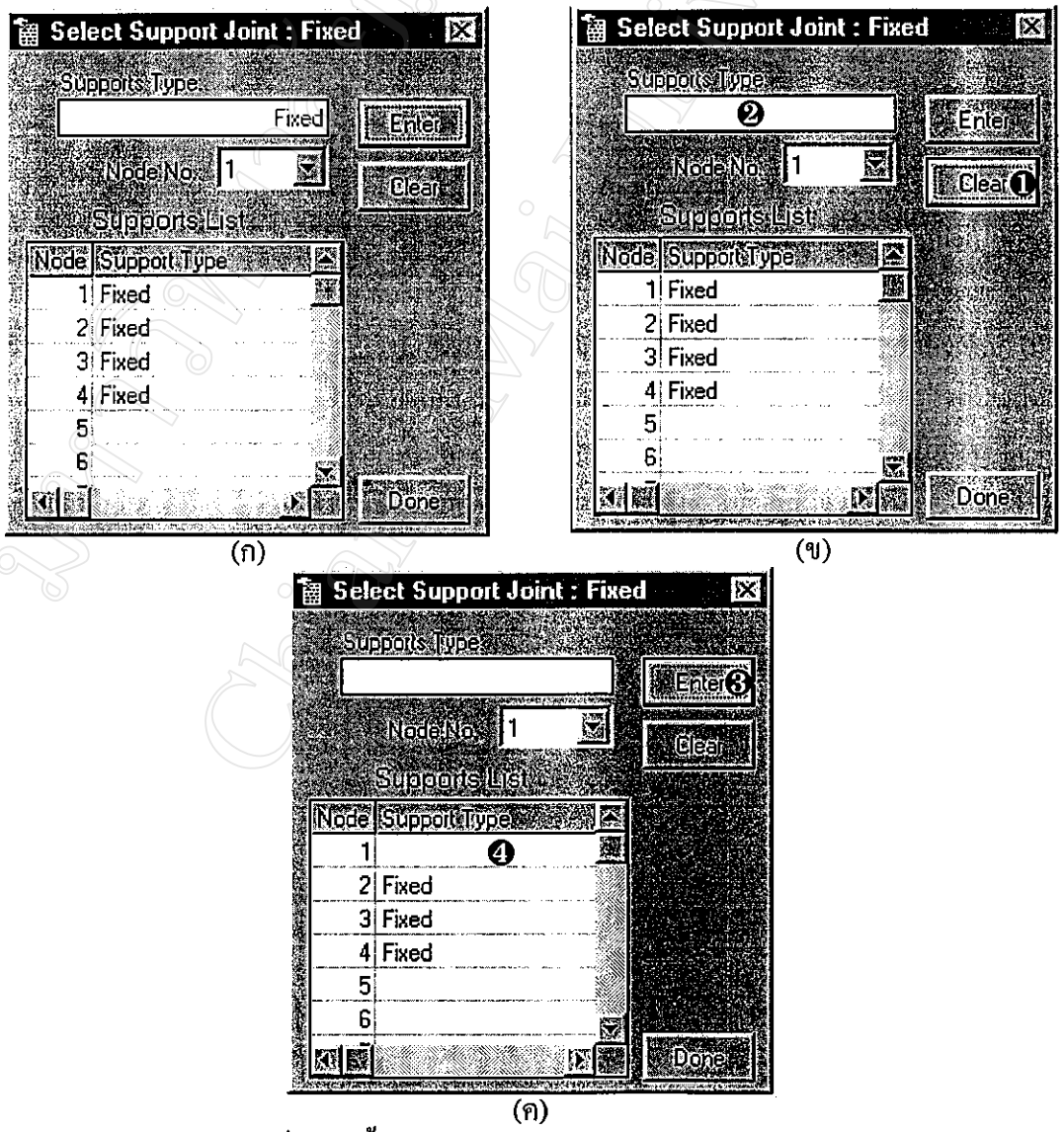


(ค) ฟอร์มเลือกโหนดสำหรับจุดรองรับแบบ Fixed But

รูปที่ 4.21 ฟอร์มเลือกโหนดสำหรับจุดรองรับ

ข. ขั้นตอนการเลือกโหนดสำหรับจุดรองรับ

จากขั้นตอนที่ผ่านมา แม้ว่าข้อมูลจุดรองรับที่จัดเตรียมไว้จะมีรูปแบบแตกต่างกันแต่จะมีขั้นตอนการเลือกโหนดสำหรับจุดรองรับเหมือนกัน โดยปฏิบัติดังต่อไปนี้ จากรูปที่ 4.21 ช่อง Supports Type: เป็นช่องสำหรับแสดงข้อมูลของจุดรองรับที่เตรียมไว้ ผู้ใช้จะต้องเลือกโหนดสำหรับข้อมูลจุดรองรับดังกล่าว โดยเลือกโหนดจากหมายเลขในช่อง Node No. จากนั้นกดปุ่ม Enter เพื่อบันทึก ข้อมูลจุดรองรับที่บันทึกแล้วจะปรากฏบนตาราง Support List ในช่อง Support Type ตามแถวของหมายเลขโหนดที่ได้เลือกไว้ กรณีที่จุดรองรับเป็นแบบเลือกเงื่อนไข (Fixed But) ข้อมูลในช่อง Supports Type: จะขึ้นต้นด้วยคำว่า "Fixed But" แล้วตามด้วยเงื่อนไขการปลดแรงต้านทาน ยกตัวอย่างรูปที่ 4.21 (ค) ข้อมูลในช่อง Supports Type: คือ "Fixed But" และมีเงื่อนไขการปลดแรงต้านทานเป็น "FX MX"



รูปที่ 4.22 ขั้นตอนการลบข้อมูลจุดรองรับของโหนด

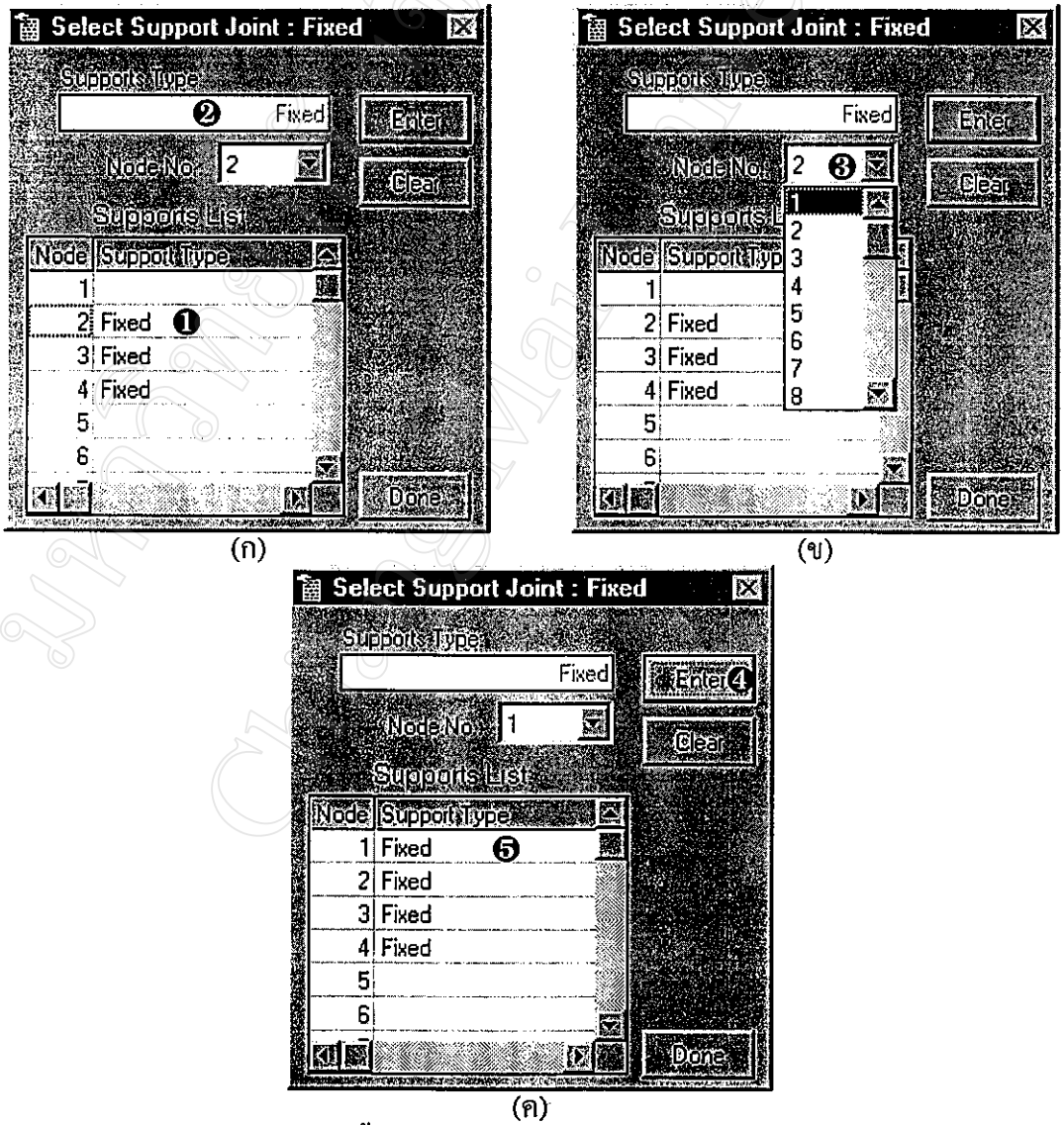
กรณีที่ต้องการลบข้อมูลจุดรองรับสำหรับโหนดใดๆ ให้ปฏิบัติดังนี้

1. จากรูปที่ 4.22 (ก) สมมุติว่าต้องการลบข้อมูลจุดรองรับของโหนดหมายเลข 1 ซึ่งมีข้อมูลในตาราง Support List: เป็น "Fixed" และมีข้อมูลในช่อง Supports Type: คือ "Fixed"

2. ให้ Click ที่ปุ่มหมายเลข ❶ เพื่อลบข้อมูลจุดรองรับในช่อง Supports Type: โดยช่องหมายเลข ❷ จะกลายเป็นช่องว่างดังรูปที่ 4.22 (ข)

3. เลือกโหนดหมายเลข 1 สำหรับลบข้อมูลจุดรองรับจากช่อง Node No.

4. ให้ Click ที่ปุ่มหมายเลข ❸ เพื่อลบข้อมูลจุดรองรับของโหนดที่เลือกไว้ โดยข้อมูล จุรองรับของโหนดหมายเลข 1 ในตารางหมายเลข ❹ จะกลายเป็นช่องว่างดังรูปที่ 4.22 (ค)



รูปที่ 4.23 ขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลจุดรองรับของโหนด

กรณีที่ต้องการเพิ่มข้อมูลจุดรองรับสำหรับโหนดใดๆ ให้ปฏิบัติดังนี้

1. จากรูปที่ 4.23 (ก) สมมุติว่าต้องการเพิ่มข้อมูลจุดรองรับของโหนดหมายเลข 1 ซึ่งเดิมเป็นช่องว่าง ให้มีข้อมูลจุดรองรับเป็น "Fixed"

2. ให้ Click ที่แถวใดๆในตาราง Support List: ที่มีข้อมูลในช่อง Support Type เป็น "Fixed" โดยตัวอย่างนี้ได้ Click ที่แถวของโหนดหมายเลข 2 ทำให้ช่อง Supports Type: มีข้อมูลจุดรองรับเป็น "Fixed" ขั้นตอนดังกล่าวแสดงด้วยหมายเลข ❶ และ ❷ในรูปที่ 4.23 (ก)

3. เลือกโหนดหมายเลข 1 เพื่อเพิ่มข้อมูลจุดรองรับจากช่อง Node No. ดังแสดงด้วยหมายเลข ❸ ในรูปที่ 4.23 (ข)

4. ให้ Click ที่ปุ่มหมายเลข ❹ เพื่อทำการบันทึกข้อมูลจุดรองรับของโหนดที่เลือกไว้ โดยข้อมูลจุดรองรับของโหนดหมายเลข 1 ในตารางหมายเลข ❺ จะกลายเป็น "Fixed" ดังรูปที่ 4.23 (ค)

เมื่อแก้ไขข้อมูลเสร็จสิ้นแล้วให้ Click ที่ปุ่ม Done เพื่อบันทึกข้อมูลจุดรองรับทั้งหมด

4.7.7 การสร้างข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงของปลายชิ้นส่วนย่อย

การสร้างข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงของปลายชิ้นส่วนย่อยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ

ก. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงของปลายชิ้นส่วนย่อย โดย Click ที่เมนู Structure > Insert Hinge จะได้ฟอร์ม Member Release ดังรูปที่ 4.24 จากนั้นปฏิบัติดังนี้

1. จากรูปที่ 4.24 กรอบหมายเลข ❶ เป็นส่วนสำหรับเลือกตำแหน่งของชิ้นส่วนย่อยที่ต้องการสร้างเงื่อนไขการปลด โดยสามารถเลือกได้ 2 แบบคือ

- Start เป็นโหนดเริ่มต้นของชิ้นส่วนย่อย
- End เป็นโหนดปลายของชิ้นส่วนย่อย

ตัวอย่างนี้ได้เลือก Start

2. กรอบหมายเลข ❷ เป็นส่วนสำหรับเลือกเงื่อนไขการปลด โดยสามารถเลือกได้ 6 แบบคือ

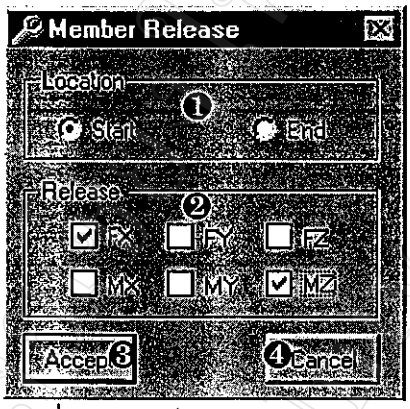
- FX FY FZ สำหรับปลดแรงต้านทานในแนวแกน x y z
- MX MY MZ สำหรับปลดแรงดัดรอบแกน x y z

ตัวอย่างนี้ได้เลือกปลด FX และ MZ

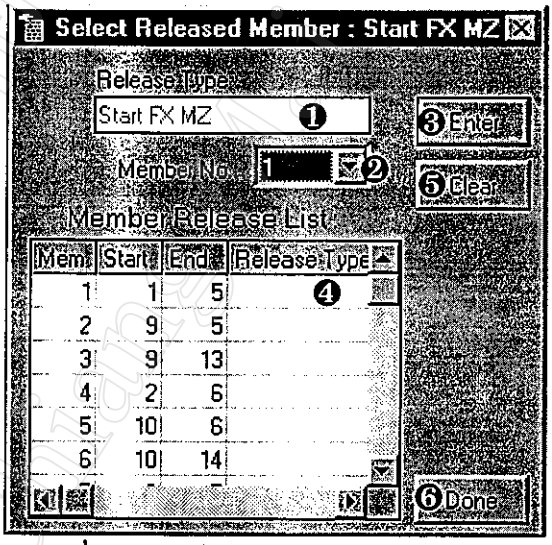
3. ปุ่มหมายเลข ❸ คือปุ่ม Accept หลังจากเลือกข้อมูลในกรอบหมายเลข ❶ และหมายเลข ❷ เสร็จสิ้น และต้องการข้ามไปในขั้นตอนต่อไป ให้ Click ที่ปุ่มดังกล่าวนี้ เพื่อ

บันทึกข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ ฟอร์ม Member Release จะถูกปิด พร้อมกันนั้นจะปรากฏฟอร์ม Select Released Member ดังรูปที่ 4.25

4. ปุ่มหมายเลข ❹ คือปุ่ม Cancel เมื่อต้องการยกการสร้างข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงของปลายชิ้นส่วนย่อยและปิดฟอร์ม Member Release ให้ Click ที่ปุ่มดังกล่าว



รูปที่ 4.24 ฟอร์ม Member Release



รูปที่ 4.25 ฟอร์ม Select Released Member

ข. ขั้นตอนการเลือกชิ้นส่วนย่อยสำหรับข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงที่จัดเตรียมไว้

จากฟอร์ม Select Released Member รูปที่ 4.25 มีขั้นตอนการเลือกชิ้นส่วนย่อยดังนี้

1. หมายเลข ❶ เป็นช่อง Release Type: สำหรับแสดงข้อมูลที่เตรียมไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ โดยข้อมูลตัวอย่างนี้ เป็น "Start FX MZ" ความหมายคือ โหนดเริ่มต้นของชิ้นส่วนย่อยมีการปลดแรง FX และ MZ

2. หมายเลข ❷ เป็นช่อง Member No.:สำหรับเลือกหมายเลขของชิ้นส่วนย่อย

3. หมายเลข ❸ คือปุ่ม Enter เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงในช่องหมายเลข ❶ สำหรับชิ้นส่วนย่อยที่ได้เลือกไว้ในช่องหมายเลข ❷ ให้ Click ที่ปุ่มดังกล่าว ข้อมูลที่บันทึกแล้วจะไปปรากฏบนตารางหมายเลข ❹

4. หมายเลข ❺ คือปุ่ม Clear เมื่อต้องการลบข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงในช่องหมายเลข ❶ ให้ Click ที่ปุ่มดังกล่าว

5. หมายเลข ❻ คือปุ่ม Done เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงทั้งหมด พร้อมทั้งปิดฟอร์ม Select Released Member ให้ Click ที่ปุ่มดังกล่าว

กรณีที่ต้องการลบหรือแก้ไขข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงสำหรับชิ้นส่วนย่อยใดๆ ให้ปฏิบัติดังนี้

1. เมื่อต้องการลบข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงสำหรับชิ้นส่วนย่อยใดๆ ให้เลือกหมายเลขของชิ้นส่วนย่อยนั้นจากช่องหมายเลข ❷

2. ในกรณีที่ข้อมูลในช่องหมายเลข ❶ ไม่เป็นช่องว่าง ให้ Click ที่ปุ่ม Clear เพื่อลบข้อมูลในช่องดังกล่าว

3. ให้ Click ที่ปุ่ม Enter เพื่อบันทึกข้อมูล เนื่องจากไม่มีข้อมูลในช่องหมายเลข ❶ ดังนั้นข้อมูลในแถวของชิ้นส่วนย่อยที่เลือกไว้บนตารางหมายเลข ❹ จะกลายเป็นช่องว่างโดยอัตโนมัติ เป็นการสิ้นสุดขั้นตอนการลบข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงสำหรับชิ้นส่วนย่อย

4. เมื่อต้องการเพิ่มข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงสำหรับชิ้นส่วนย่อยใดๆ ให้ Click ที่แถวของชิ้นส่วนย่อยใดก็ตามบนตารางหมายเลข ❹ ที่มีข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงที่เราต้องการ เพื่อให้ข้อมูลดังกล่าว ไปปรากฏอยู่ในช่องหมายเลข ❶

5. เลือกหมายเลขของชิ้นส่วนย่อยเพิ่มที่ต้องการข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงจากช่องหมายเลข ❷

6. ให้ Click ที่ปุ่ม Enter เพื่อทำการบันทึกข้อมูล เป็นการสิ้นสุดขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลเงื่อนไขการปลดแรงสำหรับชิ้นส่วนย่อย

4.7.8 การสร้างข้อมูลแรง

การสร้างข้อมูลแรงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ

ก. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลแรง โดยมีขั้นตอนดังนี้

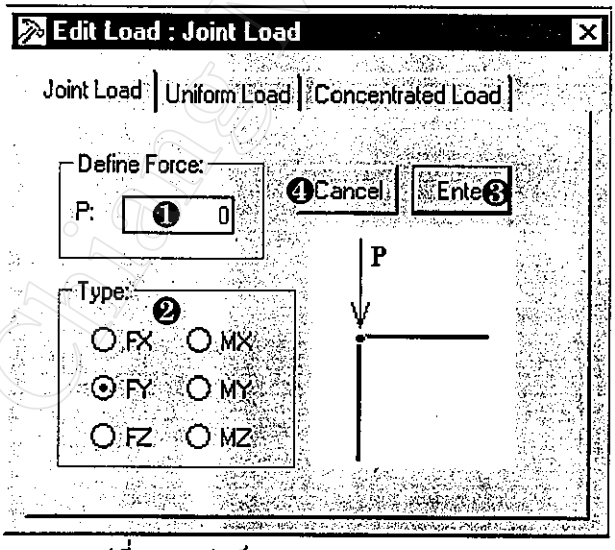
- Click ที่เมนู Load > Joint Load เพื่อเปิดฟอร์ม Edit Load : Joint Load สำหรับเตรียมแรงกระทำที่โหนด ดังรูปที่ 4.26 โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. จากรูปที่ 4.26 ช่องหมายเลข ❶ คือช่อง Define Force: ใช้สำหรับกำหนดขนาดของแรงกระทำที่โหนด P

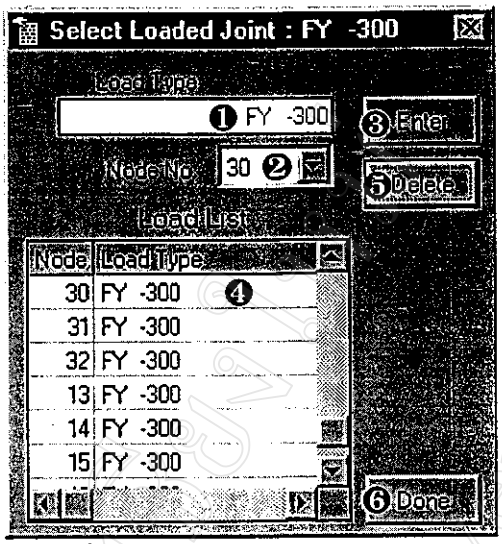
2. หมายเลข ❷ คือกรอบ Type: ใช้กำหนดประเภทของแรง โดยแบ่งออกเป็น 6 ประเภทคือ FX FY FZ เป็นแรงกระทำในแนวแกน x y z ตามลำดับและ MX MY MZ เป็นแรงดัดรอบแกน x y z ตามลำดับ

3. หมายเลข ❸ คือปุ่ม Enter ใช้เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลที่เตรียมไว้ในช่องหมายเลข ❶ และกรอบหมายเลข ❷ จากนั้นข้ามไปทำในขั้นตอนถัดไป โดยฟอร์ม Edit Load จะปิดไป และเปิดฟอร์ม Select Loaded Joint ดังรูปที่ 2.47

4. หมายเลข ❹ คือปุ่ม Cancel ใช้เมื่อต้องการยกเลิกการเตรียมข้อมูลแรงและปิดฟอร์ม Edit Load



รูปที่ 4.26 ฟอร์ม Edit Load : Joint Load

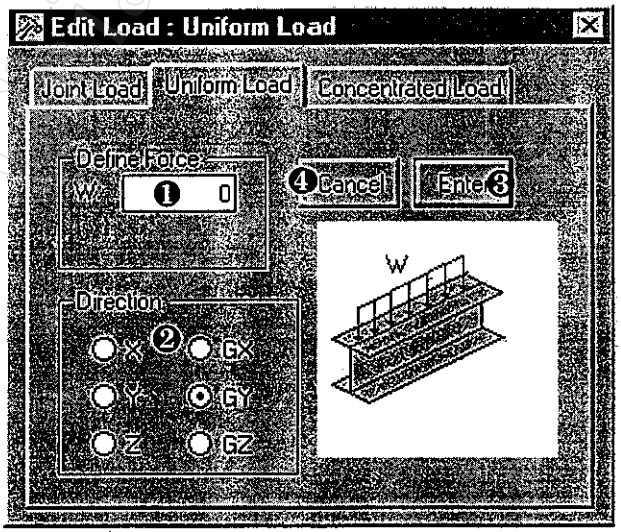


รูปที่ 4.27 ฟอร์ม Select Loaded Joint

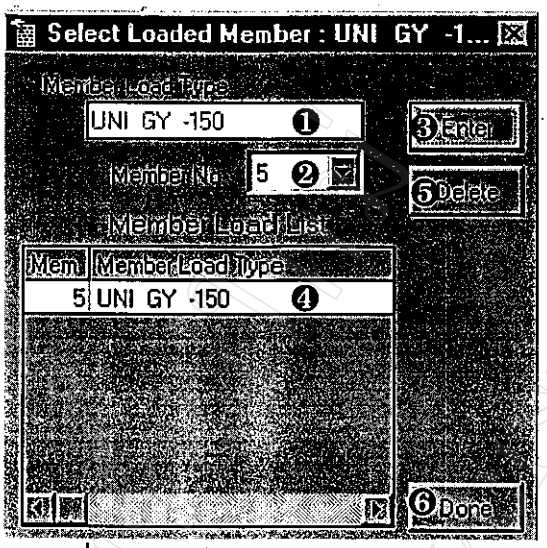
- Click ที่เมนู Load > Member Load > Uniform Load เพื่อเปิดฟอร์ม Edit Load : Uniform Load สำหรับเตรียมแรงกระจายสม่ำเสมอกระทำที่ชิ้นส่วนย่อย ดังรูปที่ 4.28 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. จากรูปที่ 4.28 ช่องหมายเลข ❶ คือช่อง Define Force: ใช้สำหรับกำหนดขนาดของแรงกระจายสม่ำเสมอ W

2. หมายเลข ❷ คือกรอบ Direction: ใช้กำหนดทิศทางของแรง โดยแบ่งออกเป็น 6 ประเภทคือ X Y Z เป็นทิศในแนวแกนพิกัดย่อย x' y' z' ตามลำดับ และ GX GY GZ เป็นทิศในแนวแกนพิกัดโครงสร้าง x y z ตามลำดับ



รูปที่ 4.28 ฟอร์ม Edit Load : Uniform Load



รูปที่ 4.29 ฟอร์ม Select Loaded Member

3. หมายเลข ❸ คือปุ่ม Enter ใช้เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลที่เตรียมไว้ในช่องหมายเลข ❶ และกรอบหมายเลข ❷ จากนั้นข้ามไปทำในขั้นตอนถัดไป โดยฟอร์ม Edit Load จะปิดไป และเปิดฟอร์ม Select Loaded Member ดังรูปที่ 4.29

4. หมายเลข ❹ คือปุ่ม Cancel ใช้เมื่อต้องการยกเลิกการเตรียมข้อมูลแรงและปิดฟอร์ม Edit Load

- Click ที่เมนู Load > Member Load > Concentrated Load เพื่อเปิดฟอร์ม Edit Load : Concentrated Load สำหรับเตรียมแรงกระทำแบบจุดกระทำที่ชิ้นส่วนย่อย ดังรูปที่ 4.30 โดยมีขั้นตอนดังนี้

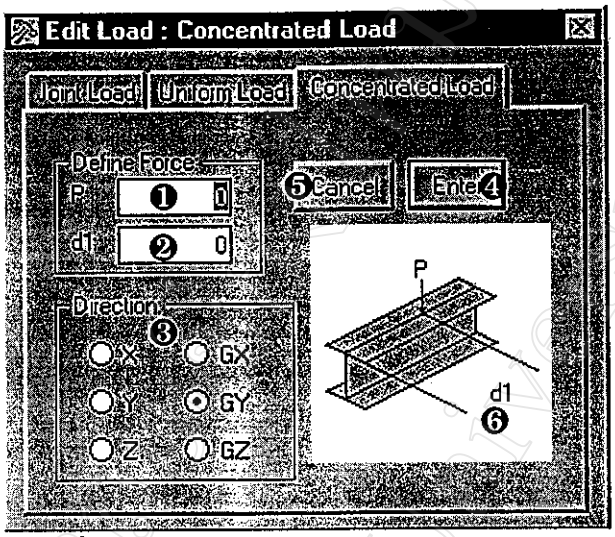
1. จากรูปที่ 4.30 ช่องหมายเลข ❶ คือช่องสำหรับกำหนดขนาดของแรงกระทำเป็นจุด P

2. หมายเลข ❷ คือช่องสำหรับกำหนดระยะจากโหนดเริ่มต้นถึงจุดที่แรงกระทำ ดังแสดงในภาพหมายเลข ❻

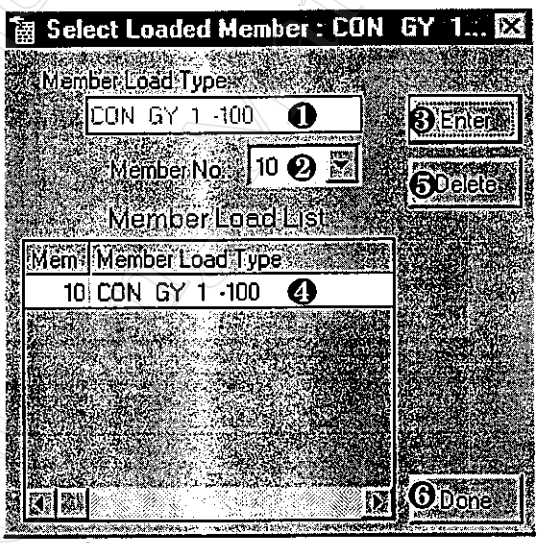
3. หมายเลข ❸ คือกรอบ Direction: ซึ่งได้อธิบายไว้แล้วในหัวข้อก่อนหน้านี้

4. หมายเลข ❹ คือปุ่ม Enter ใช้เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลที่เตรียมไว้ในช่องหมายเลข ❶ หมายเลข ❷ และกรอบหมายเลข ❸ จากนั้นข้ามไปทำในขั้นตอนถัดไป โดยฟอร์ม Edit Load จะปิดไป และเปิดฟอร์ม Select Loaded Member ดังรูปที่ 4.31

5. หมายเลข ❺ คือปุ่ม Cancel ใช้เมื่อต้องการยกเลิกการเตรียมข้อมูลแรง และปิดฟอร์ม Edit Load



รูปที่ 4.30 ฟอร์ม Edit Load : Concentrated Load



รูปที่ 4.31 ฟอร์ม Select Loaded Member

ข. ขั้นตอนการเลือกโหนดสำหรับข้อมูลแรงกระทำที่โหนด และการเลือกชิ้นส่วนย่อยสำหรับข้อมูลแรงกระทำที่ชิ้นส่วนย่อย โดยมีขั้นตอนดังนี้

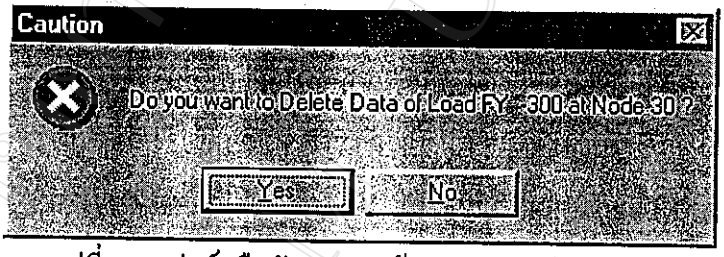
- กรณีที่เป็นข้อมูลแรงกระทำที่โหนด จะต้องทำการเลือกโหนดสำหรับข้อมูลดังกล่าว ผ่านทางฟอร์ม Select Loaded Joint ดังรูปที่ 4.27 โดยปฏิบัติดังนี้

1. จากรูปที่ 4.27 ช่องหมายเลข ❶ คือช่อง Load Type: มีข้อมูลแรงซึ่งได้จัดเตรียมไว้คือ "FY -300" มีความหมายคือ แรงกระทำที่โหนดขนาด 300 หน่วยกระทำในทิศ -y

2. หมายเลข ❷ คือช่อง Node No.: ทำการเลือกโหนดหมายเลข 30

3. หมายเลข ❸ คือปุ่ม Enter ให้ Click ที่ปุ่มดังกล่าว เพื่อบันทึกข้อมูลแรงของโหนด 30 ข้อมูลที่บันทึกแล้วจะปรากฏบนตาราง Load List: ดังแสดงในช่องหมายเลข ❹

4. หมายเลข ❺ คือปุ่ม Delete ใช้เมื่อต้องการลบข้อมูลแรงของโหนดใดๆ โดยก่อนอื่นให้ Click เลือกข้อมูลแรงของโหนดดังกล่าวจากตาราง Load List: จากนั้น Click ที่ปุ่ม Delete ซึ่งจะปรากฏฟอร์มยืนยันการลบ ดังรูปที่ 4.32 เลือกปุ่ม Yes เพื่อยืนยัน และ No เพื่อยกเลิก



รูปที่ 4.32 ฟอร์มยืนยันการลบข้อมูลแรงของโหนดใดๆ

5. หมายเลข ❻ คือปุ่ม Done หลังจากแก้ไขข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว ให้ Click ที่ปุ่มดังกล่าวเพื่อบันทึกข้อมูลแรงทั้งหมด พร้อมทั้งปิดฟอร์ม Select Loaded Joint

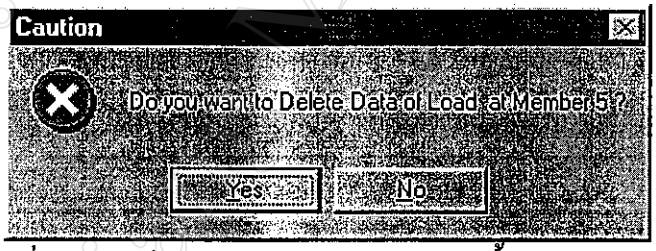
- กรณีที่เป็นข้อมูลแรงกระทำที่ชิ้นส่วนย่อย จะต้องทำการเลือกชิ้นส่วนย่อยสำหรับข้อมูลดังกล่าว ผ่านทางฟอร์ม Select Loaded Member และเนื่องจากฟอร์ม Select Loaded Member ในรูปที่ 4.29 และรูปที่ 4.31 มีลักษณะการทำงานเหมือนกัน ดังนั้นจึงขออธิบายฟอร์มในรูปที่ 4.29 เพียงฟอร์มเดียว โดยมีขั้นตอนนี้

1. จากรูปที่ 4.29 ช่องหมายเลข ❶ คือช่อง Load Type: มีข้อมูลแรงซึ่งได้จัดเตรียมไว้คือ "UNI GY -150" มีความหมายคือ แรงกระจายสม่ำเสมอขนาด 150 หน่วยกระทำในทิศ -y

2. ช่องหมายเลข ❷ คือช่อง Member No.: ทำการเลือกโหนดหมายเลข 5

3. หมายเลข ❸ คือปุ่ม Enter ให้ Click ที่ปุ่มดังกล่าว เพื่อบันทึกข้อมูลแรงของชิ้นส่วนย่อยหมายเลข 5 ข้อมูลที่บันทึกแล้วจะปรากฏบนตาราง Member Load List: ดังแสดงในช่องหมายเลข ❹

4. หมายเลข ❺ คือปุ่ม Delete ใช้เมื่อต้องการลบข้อมูลแรงของชิ้นส่วนย่อยใดๆ โดยก่อนอื่นให้ Click เลือกข้อมูลแรงของชิ้นส่วนย่อยดังกล่าวจากตาราง Member Load List: จากนั้น Click ที่ปุ่ม Delete ซึ่งจะปรากฏฟอร์มยืนยันการลบ ดังรูปที่ 4.33 เลือกปุ่ม Yes เพื่อยืนยัน และ No เพื่อยกเลิกการลบ



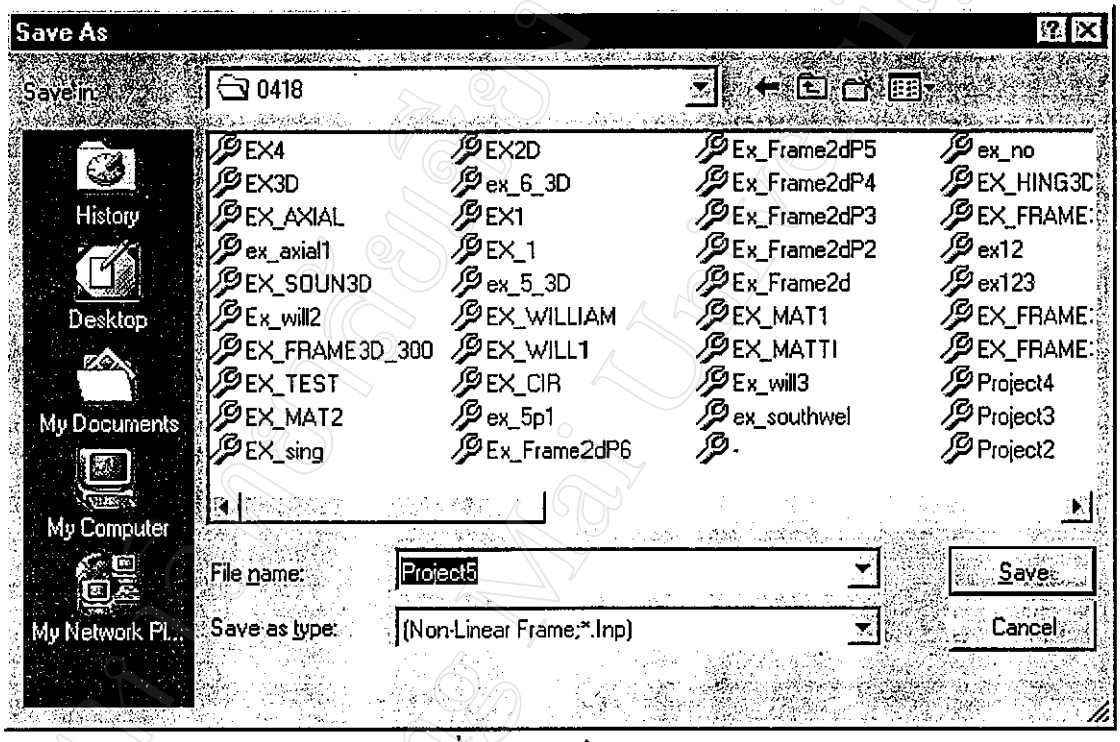
รูปที่ 4.33 ฟอร์มยืนยันการลบข้อมูลแรงของชิ้นส่วนย่อยใดๆ

5. หมายเลข ❻ คือปุ่ม Done หลังจากแก้ไขข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว ให้ Click ที่ปุ่มดังกล่าวเพื่อบันทึกข้อมูลแรงทั้งหมด พร้อมทั้งปิดฟอร์ม Select Loaded Member

4.7.9 การบันทึกข้อมูลไฟล์นำเข้าทั้งหมด

การบันทึกข้อมูลไฟล์ทั้งหมดเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการสร้างไฟล์นำเข้า โดยปฏิบัติดังนี้

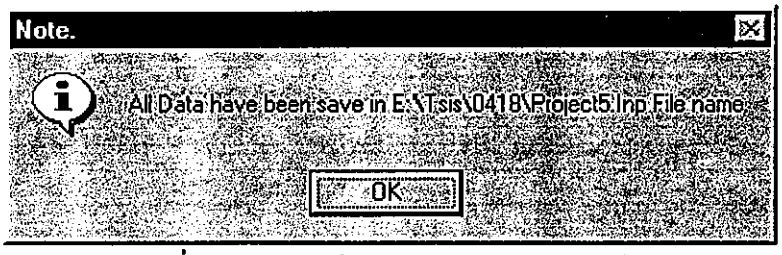
1. Click ที่เมนู File > Input > Save หรือใช้แป้นลัด Ctrl+S หรือ Click ที่ปุ่มไอคอนเมนูหมายเลข 3. จะปรากฏฟอร์ม Save As ดังรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.34 ฟอร์ม Save As

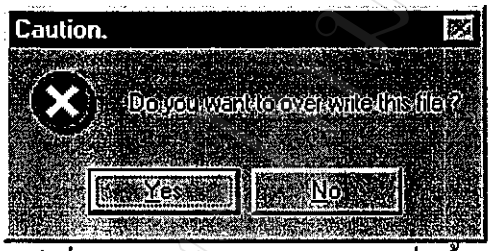
2. จากรูปที่ 4.34 ในช่อง File name: ให้พิมพ์ชื่อไฟล์ข้อมูลนำเข้า

3. Click ที่ปุ่ม Save เพื่อทำการบันทึก เมื่อทำการบันทึกเรียบร้อยแล้วจะปรากฏฟอร์มฟอร์มแสดงผลการบันทึก ดังรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.35 กรอบข้อความแสดงผลการบันทึก

กรณีที่ชื่อไฟล์ข้อมูลนำเข้าซ้ำกับชื่อไฟล์ที่มีอยู่แล้ว โปรแกรมจะแสดงฟอร์มยืนยันการบันทึกทับชื่อดังกล่าว ดังรูปที่ 4.36 เลือก Yes เพื่อยืนยัน หรือ เลือก No เพื่อยกเลิกการการบันทึกทับ



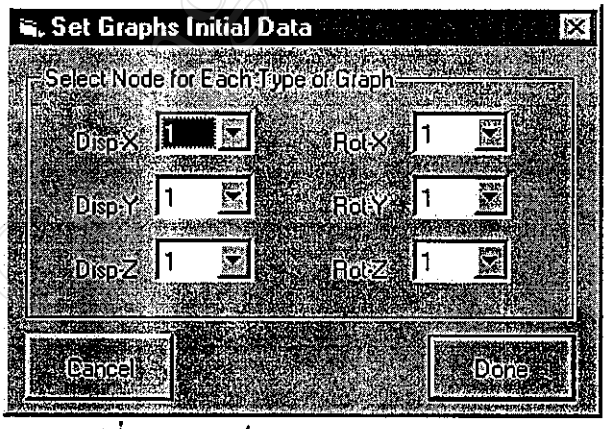
รูปที่ 4.36 ฟอร์มยืนยันการบันทึกชื่อซ้ำ

4. หากต้องการยกเลิกการบันทึกไฟล์นำเข้า พร้อมปิดฟอร์ม Save As ไป ให้ Click ที่ปุ่ม Cancel

4.8 การวิเคราะห์โปรแกรม

โปรแกรม **NGFA** สามารถเลือกการวิเคราะห์ได้ 2 แบบ คือ

4.8.1 การวิเคราะห์แบบเชิงเส้น โดยเลือกเมนูดังนี้ Run > Linear Analysis จะปรากฏฟอร์ม Set Graphs Initial Data ดังรูปที่ 4.37

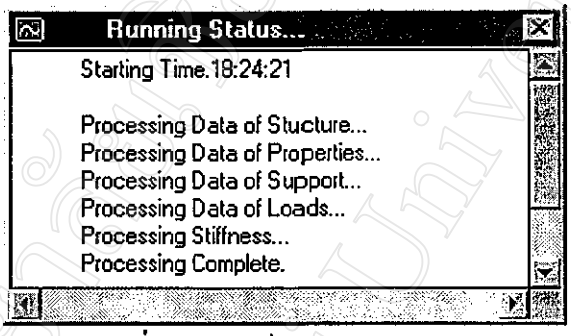


รูปที่ 4.37 ฟอร์ม Set Graphs Initial Data

ฟอร์ม Set Graphs Initial Data เป็นฟอร์มสำหรับเลือกโหนดที่สนใจสำหรับค่าการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งแบบต่างๆ เพื่อนำไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งกับแฟคเตอร์แรงที่เพิ่มขึ้น

จากรูปที่ 4.37 ภายในกรอบ Select Node for Each Type of Graph ประกอบด้วยช่องสำหรับเลือกโหนด 6 ช่อง ได้แก่โหนดสำหรับการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งในแนวแกน x y z (Disp-x , Disp-y , Disp-z) และโหนดสำหรับการหมุนรอบแกน x y z (Rot-x ,Rot-y ,Rot-z) เมื่อเลือกโหนดจนครบแล้ว ให้ Click ที่ปุ่ม Done เพื่อเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ หากต้องการยกเลิกการวิเคราะห์ ให้ Click ที่ปุ่ม Cancel เพื่อปิดฟอร์ม Set Graphs Initial Data

ขณะทำการวิเคราะห์ โปรแกรมจะแสดงสถานะภาพของการทำงานผ่านทางฟอร์ม Running Status ดังรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.38 ฟอร์ม Running Status

เมื่อสิ้นสุดกระบวนการวิเคราะห์ จะปรากฏข้อความ "Processing Complete."

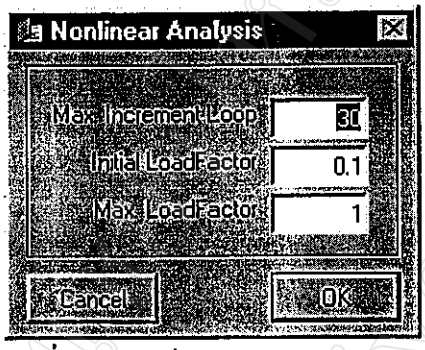
4.8.2 การวิเคราะห์แบบไม่เป็นเชิงเส้นทางเรขาคณิต โดยเลือกเมนูดังนี้ Run > Non-Linear Analysis จะปรากฏฟอร์ม Set Graphs Initial Data ดังรูปที่ 4.37 ซึ่งมีขั้นตอนปฏิบัติเช่นเดียวกับที่ได้กล่าวมาในหัวข้อที่แล้ว

หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนในฟอร์ม Set Graphs Initial Data แล้ว จะปรากฏฟอร์ม Nonlinear Analysis ดังรูปที่ 4.39 ฟอร์มดังกล่าวใช้ในการป้อนค่าตัวแปรที่จำเป็นสำหรับวิเคราะห์แบบไม่เป็นเชิงเส้นทางเรขาคณิต โดยมีตัวแปร 3 ค่า ได้แก่

- ค่า Max. Increment Loop คือค่าจำนวนรอบสูงสุดสำหรับกระบวนการวิเคราะห์ กล่าวคือ หากจำนวนรอบของการวิเคราะห์มีค่าเกินจำนวนรอบสูงสุดที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะหยุดและถือว่าสิ้นสุดกระบวนการวิเคราะห์ที่รอบดังกล่าว

- ค่า Initial Load Factor คือค่าแฟคเตอร์แรงเริ่มต้น ซึ่งใช้เป็นอัตราการเพิ่มของแฟคเตอร์แรงระหว่างรอบของแรงกระทำที่เพิ่มขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น กำหนดให้ค่าแฟคเตอร์แรงเริ่มต้นเป็น 0.1 ในการวิเคราะห์รอบที่ 1 ค่าแฟคเตอร์แรงเริ่มต้นเป็น 0.1 ต่อมาเมื่อทำการวิเคราะห์รอบที่ 2 ค่าแฟคเตอร์แรงจะเพิ่มเป็น 0.2 ค่าแฟคเตอร์แรงในรอบที่ 2 เพิ่มขึ้นจากรอบที่ 1 เป็น 0.1

- ค่า Max. Load Factor คือค่าแฟคเตอร์สูงสุดสำหรับกระบวนการวิเคราะห์ กล่าวคือ หากค่าแฟคเตอร์แรงในรอบของการวิเคราะห์ใดมีค่าเกินค่าแฟคเตอร์สูงสุดที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะหยุดและถือว่าสิ้นสุดกระบวนการวิเคราะห์ที่รอบดังกล่าว



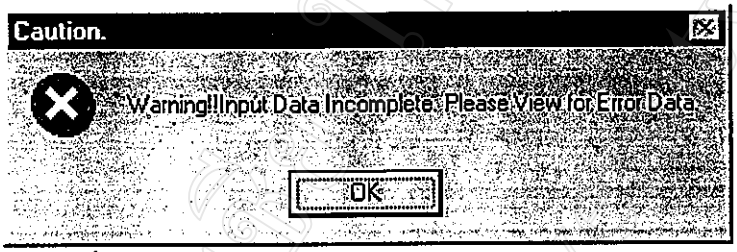
รูปที่ 4.39 ฟอร์ม Nonlinear Analysis

หลังจากป้อนค่าตัวแปรทั้ง 3 แล้วให้ Click ที่ปุ่ม OK เพื่อเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ หากต้องการยกเลิกการวิเคราะห์ ให้ Click ที่ปุ่ม Cancel เพื่อปิดฟอร์ม Nonlinear Analysis ขณะทำการวิเคราะห์ โปรแกรมจะแสดงสถานะภาพของการทำงานผ่านทางฟอร์ม Running Status เช่นเดียวกับการวิเคราะห์แบบเชิงเส้น

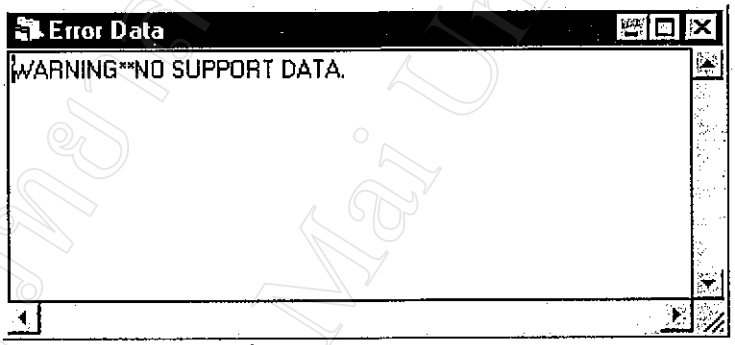
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

4.9 การแจ้งเตือนข้อผิดพลาดในไฟล์ข้อมูลนำเข้า

ในกรณีที่ข้อมูลในไฟล์นำเข้าไม่สมบูรณ์ เมื่อนำไฟล์ดังกล่าวไปทำการวิเคราะห์ โปรแกรมจะแจ้งเตือนโดยปรากฏกรอบข้อความดังรูปที่ 4.40 ให้ตรวจสอบข้อผิดพลาดโดยเลือกเมนู View > View Error Data จะปรากฏฟอร์ม Error Data ขึ้นดังรูปที่ 4.41



รูปที่ 4.40 กรอบข้อความแจ้งเตือนไฟล์นำเข้าไม่สมบูรณ์



รูปที่ 4.41 ฟอร์ม Error Data

ข้อความที่ปรากฏในฟอร์ม Error Data จะเป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลในไฟล์นำเข้า จากรูปที่ 4.41 เป็นข้อความแจ้งเตือนการขาดหายของข้อมูลจุดรองรับ

4.10 การแสดงภาพโครงสร้าง

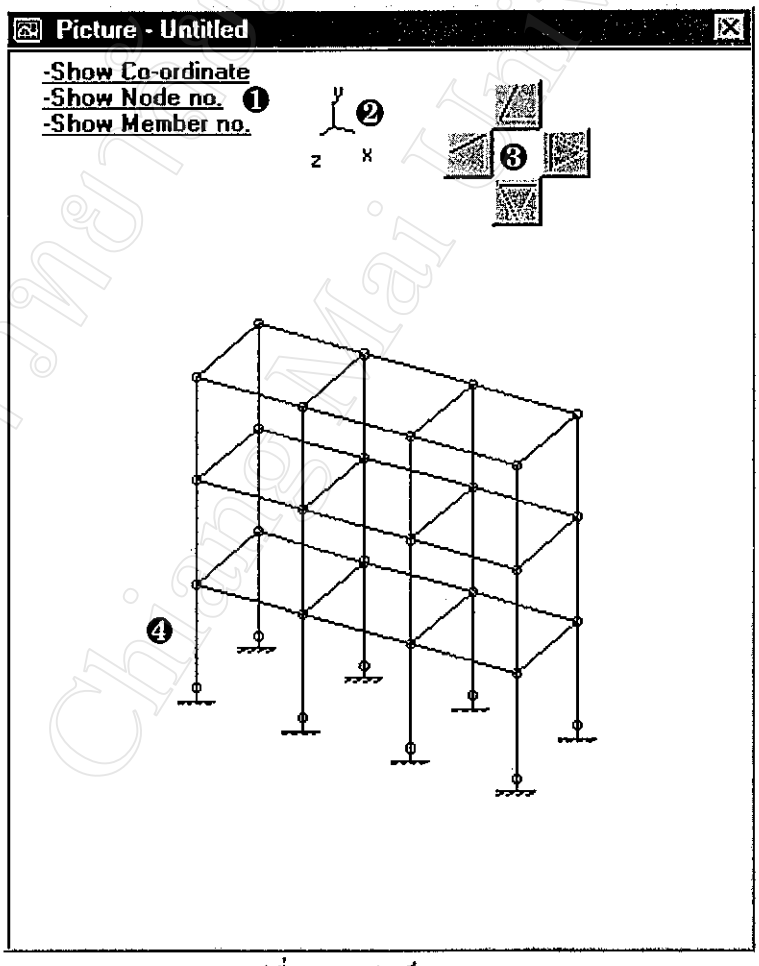
ขณะทำการสร้างหรือแก้ไขไฟล์ข้อมูลนำเข้า ผู้ใช้จะเห็นภาพของโครงสร้างผ่านทางฟอร์ม Picture ดังรูปที่ 4.42 ฟอร์มดังกล่าวมีส่วนประกอบ 4 ส่วนดังนี้

- หมายเลข ❶ คือ ส่วนสำหรับเลือกว่าจะแสดงหรือซ่อนข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลพิกัดโหนด (Coordinate) ข้อมูลหมายเลขโหนด (Node no.) ข้อมูลหมายเลขชิ้นส่วนย่อย (Member no.)

- หมายเลข ❷ คือ ส่วนแสดงทิศทางของแกนพิกัดโครงสร้าง

- หมายเลข ❸ คือ ส่วนสำหรับเลือกการหมุนรูปภาพโครงสร้าง โดยจะหมุนรอบแกนนอนเมื่อ Click ปุ่มซ้าย-ขวา และหมุนรอบแกนตั้งเมื่อ Click ปุ่มบน-ล่าง

- หมายเลข ❹ คือ ส่วนแสดงรูปภาพโครงสร้าง



รูปที่ 4.42 ฟอร์ม Picture

4.11 การแสดงผลการวิเคราะห์

หลังจากทำการวิเคราะห์แล้ว ผลการวิเคราะห์ที่ได้จำแนกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่แสดงผลด้วยตาราง ได้แก่ ผลการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของโหนด ผลของแรงปฏิกิริยาที่จุดรองรับ และผลของแรงภายในชิ้นส่วนย่อย ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่แสดงผลด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแฟคเตอร์แรงกับค่าการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง (u_x , u_y , u_z , θ_x , θ_y , θ_z) ผู้ใช้สามารถเลือกดูผลการวิเคราะห์ โดยปฏิบัติดังนี้

- Click ที่เมนู View > View Output > Node Displacements จะปรากฏฟอร์ม Node Displacements ดังรูปที่ 4.43

Node Displacements :

Node	X m.	Y m.	Z m.	X (rad)	Y (rad)	Z (rad)
21	5.649E-04	-1.388E-04	-1.263E-03	-2.655E-04	0.000E+00	-1.202E-04
22	5.642E-04	-1.412E-04	-1.263E-03	-2.655E-04	0.000E+00	-7.805E-05
23	5.638E-04	-1.404E-04	-1.263E-03	-2.655E-04	0.000E+00	-7.802E-05
24	5.635E-04	-1.428E-04	-1.263E-03	-2.655E-04	0.000E+00	-1.200E-04
25	1.176E-03	-2.812E-04	-2.738E-03	-2.039E-04	0.000E+00	-8.453E-05
26	1.175E-03	-2.848E-04	-2.738E-03	-2.039E-04	0.000E+00	-5.998E-05
27	1.175E-03	-2.837E-04	-2.738E-03	-2.039E-04	0.000E+00	-5.996E-05
28	1.174E-03	-2.873E-04	-2.738E-03	-2.039E-04	0.000E+00	-8.449E-05
29	1.532E-03	-4.263E-04	-3.631E-03	-9.588E-05	0.000E+00	-4.023E-05
30	1.530E-03	-4.303E-04	-3.631E-03	-9.588E-05	0.000E+00	-2.402E-05
31	1.530E-03	-4.290E-04	-3.631E-03	-9.588E-05	0.000E+00	-2.402E-05
32	1.529E-03	-4.330E-04	-3.631E-03	-9.588E-05	0.000E+00	-4.017E-05

รูปที่ 4.43 ฟอร์ม Node Displacements

- Click ที่เมนู View > View Output > Support Reactions จะปรากฏฟอร์ม Node Displacements ดังรูปที่ 4.44

Support Reactions :

Node	FORCE X kg.	FORCE Y kg.	FORCE Z kg.	MOM X kg-m.	MOM Y kg-m.	MOM Z kg-m.
1	-1.662E+00	3.072E+02	3.749E+00	9.311E+00	0.000E+00	4.146E+00
2	-2.091E+00	3.121E+02	3.749E+00	9.311E+00	0.000E+00	4.716E+00
3	-2.089E+00	3.106E+02	3.749E+00	9.311E+00	0.000E+00	4.711E+00
4	-1.657E+00	3.155E+02	3.749E+00	9.311E+00	0.000E+00	4.134E+00
17	-1.662E+00	2.845E+02	3.751E+00	9.315E+00	0.000E+00	4.146E+00
18	-2.091E+00	2.894E+02	3.751E+00	9.315E+00	0.000E+00	4.716E+00
19	-2.089E+00	2.879E+02	3.751E+00	9.315E+00	0.000E+00	4.711E+00
20	-1.657E+00	2.928E+02	3.751E+00	9.315E+00	0.000E+00	4.134E+00

รูปที่ 4.44 ฟอร์ม Support Reactions

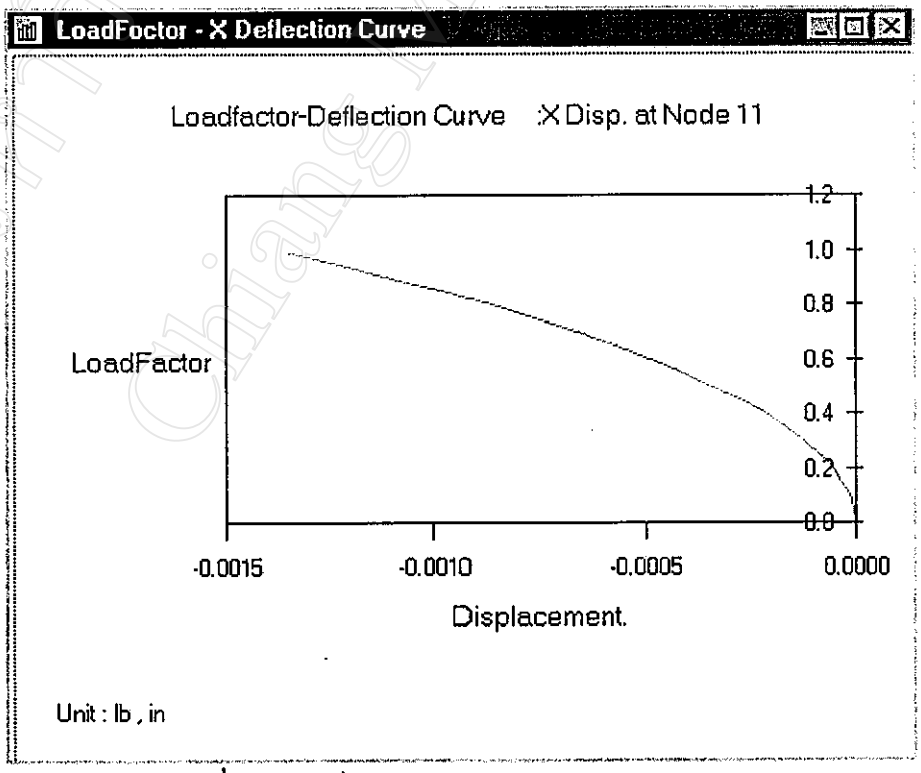
- Click ที่เมนู View > View Output > Member End Forces จะปรากฏฟอร์ม Member End Forces ดังรูปที่ 4.45

Member End Forces :

MEMB	NOD	AXIAL kg	SHEAR-Y kg	SHEAR-Z kg	TORSION kg	MOM-Y kg-m	MOM-Z kg-m
1	1	3.072E+02	1.662E+00	3.749E+00	0.000E+00	-9.311E+00	4.146E+00
	5	-3.072E+02	-1.662E+00	-3.749E+00	0.000E+00	-5.685E+00	2.504E+00
2	9	3.039E+02	1.034E+00	-2.750E+00	0.000E+00	5.921E+00	2.311E+00
	5	-3.039E+02	-1.034E+00	2.750E+00	0.000E+00	5.080E+00	1.824E+00
3	9	3.012E+02	5.420E-01	1.500E+00	0.000E+00	-2.262E+00	7.814E-01
	13	-3.012E+02	-5.420E-01	-1.500E+00	0.000E+00	-3.738E+00	1.387E+00
4	2	3.121E+02	2.091E+00	3.749E+00	0.000E+00	-9.311E+00	4.716E+00
	6	-3.121E+02	-2.091E+00	-3.749E+00	0.000E+00	-5.685E+00	3.649E+00
5	10	3.063E+02	1.716E+00	-2.750E+00	0.000E+00	5.921E+00	3.555E+00
	6	-3.063E+02	-1.716E+00	2.750E+00	0.000E+00	5.080E+00	3.308E+00
6	10	3.020E+02	9.586E-01	1.500E+00	0.000E+00	-2.262E+00	1.672E+00

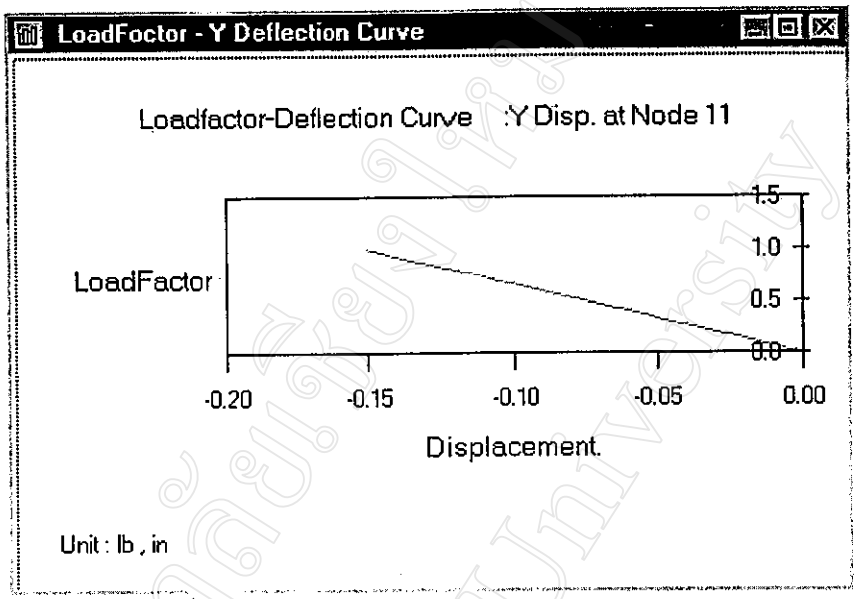
รูปที่ 4.45 ฟอร์ม Member End Forces

- Click ที่เมนู View > View LoadFactor-X Deflection Curve จะปรากฏฟอร์ม LoadFactor - X Deflection Curve ดังรูปที่ 4.46



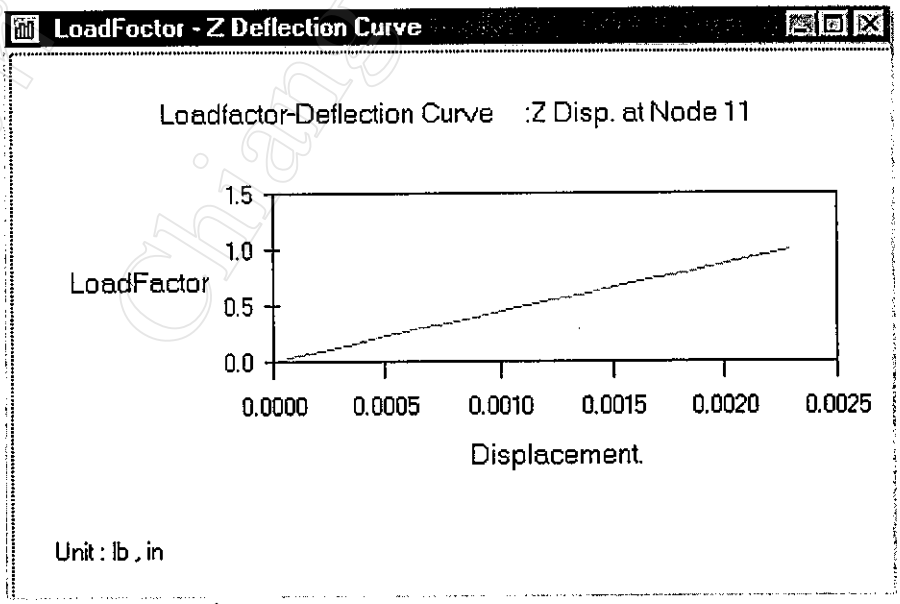
รูปที่ 4.46 ฟอร์ม LoadFactor - X Deflection Curve

- Click ที่เมนู View > View LoadFactor-Y Deflection Curve จะปรากฏฟอร์ม LoadFactor - Y Deflection Curve ดังรูปที่ 4.47



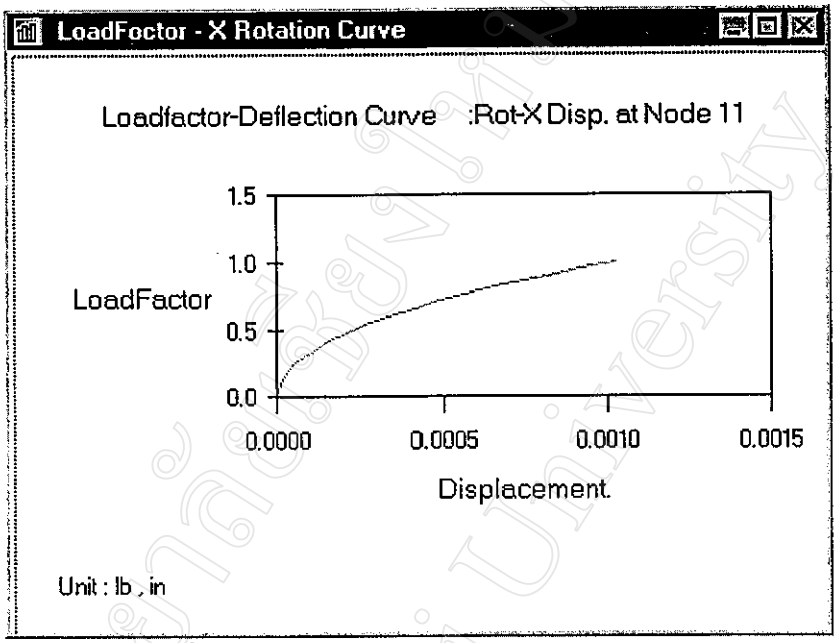
รูปที่ 4.47 ฟอร์ม LoadFactor - Y Deflection Curve

- Click ที่เมนู View > View LoadFactor-Z Deflection Curve จะปรากฏฟอร์ม LoadFactor - Z Deflection Curve ดังรูปที่ 4.48



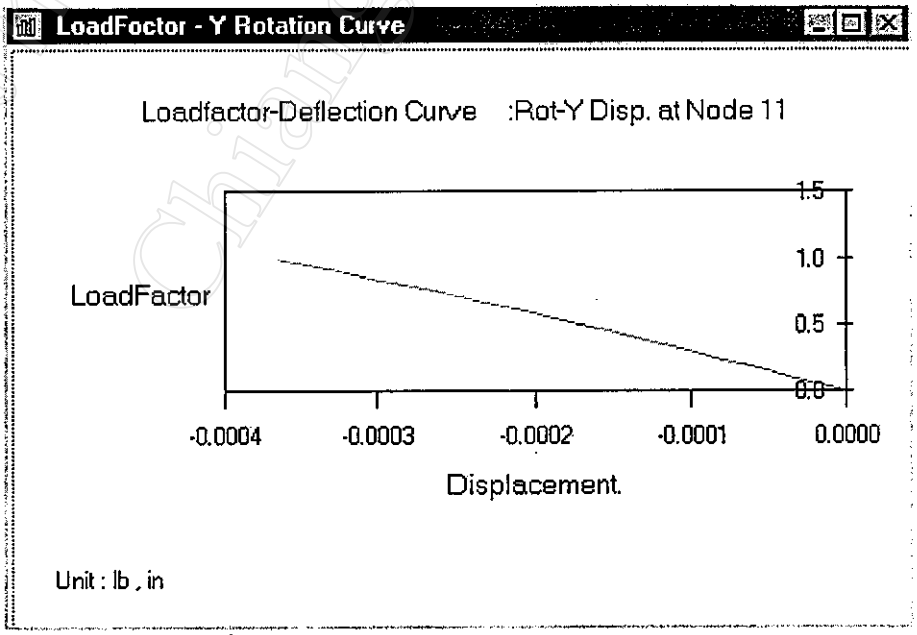
รูปที่ 4.48 ฟอร์ม LoadFactor - Z Deflection Curve

- Click ที่เมนู View > View LoadFactor-X Rotation Curve จะปรากฏฟอร์ม LoadFactor - X Rotation Curve ดังรูปที่ 4.49



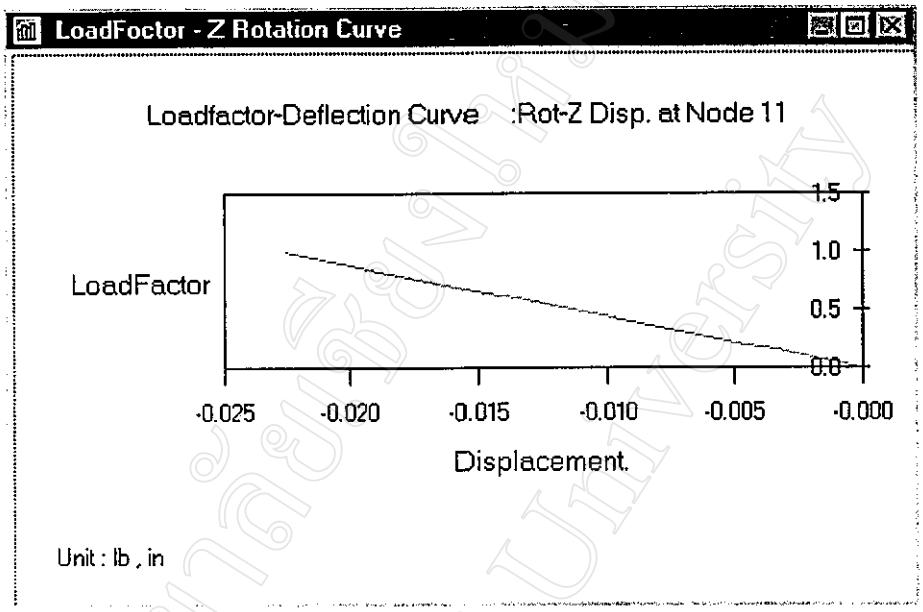
รูปที่ 4.49 ฟอร์ม LoadFactor - X Rotation Curve

- Click ที่เมนู View > View LoadFactor-Y Rotation Curve จะปรากฏฟอร์ม LoadFactor - Y Rotation Curve ดังรูปที่ 4.50



รูปที่ 4.50 ฟอร์ม LoadFactor - Y Rotation Curve

- Click ที่เมนู View > View LoadFactor-Z Rotation Curve จะปรากฏฟอร์ม LoadFactor - Z Rotation Curve ดังรูปที่ 4.51



รูปที่ 4.51 ฟอร์ม LoadFactor - Z Rotation Curve

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University