

บทที่ 2 STATIC

ข้อถกเถียง เรื่อง sustained stress

ก่อนอื่นทำความเข้าใจกับระบบ linear restraint กับ non-linear restraint ก่อน

- **ระบบ non-linear restraint** ถ้าคุณป้อนค่า restraint ให้เป็นดังต่อไปนี้ มีค่า friction , +Y , gap CAESAR II จะใช้สมการแบบ linear equation มากขึ้นในการคำนวณ ซึ่งจะใช้เวลาในการคำนวณนานขึ้น บางครั้ง ก็ไม่สามารถ run ผลออกมาได้เกิดอาการวนลูบ ดังนั้นคุณก็ต้อง พยายามลดสมการ linear equation ให้น้อยลง เช่น ใส่ guide ไม่ต้องมี gap
- **ระบบ linear restraint** ถ้าคุณป้อน restraint เป็น Y , ไม่ใส่ค่า friction , ไม่ใส่ gap เหล่านี้เรียกว่า ระบบที่มีความเป็น linear CAESAR II จะคำนวณได้ง่ายขึ้นและเร็วขึ้น เหมาะกับ line บน pipe rack ที่ไม่ต้องการผลการคำนวณแม่นยำอะไรมากมาย ดังนั้นเวลาเราใช้ CAESAR II คำนวณ pipe stress สำหรับ line ที่ไม่ sensitive มาก เราจึงควรพยายามให้เป็น linear มากที่สุด

stress engineer บางท่าน ที่มีประสบการณ์ทำ stress มามากกว่า 20 ปี และเคยผ่านการทำงานกับบริษัทใหญ่ๆทั่วโลกมาเกือบหมด เชื่อว่าโปรแกรม CAESAR II นั้น run recommend case ผิดพลาดในกรณีที่เป็น non linear เช่นในกรณีที่ pipes line lift off ออกจาก support ซึ่ง case ที่ถูกต้อง นั้นควรจะเป็น ดังนี้

case ที่ CAESAR RECOMMEND	case ที่ ควรจะเป็น
W+P1+T1 (OPE)	1. W+P1+T1 (OPE)
W+P1 (SUS)	2. W+P1 (SUS)
DS1-DS2 (EXP)	3. T1 (EXP)
	4. DS1-DS2 (EXP)
	5. DS1-DS3 (SUS)
	} Nozzle and } restraint loads
	} B31.3 Code Compliance

ถ้าเราเปรียบเทียบ (SUS) สองค่าในกรณี lift off จะต่างกัน แต่ถ้าระบบที่ไม่ lift off ค่าทั้งสองค่านี้จะเท่ากัน เพราะฉะนั้น เราสามารถใช้ case ที่ CAESAR II recommend ได้สำหรับในกรณีที่ไม่ lift off

แต่ทางบริษัทผู้พัฒนาโปรแกรม CAESAR II ก็ยืนยันหนักแน่นว่า case ที่เขา recommend นั้นถูกต้อง และเชื่อว่า sustained stress นั้นมีอยู่ case เดียว คือ cold sustained แต่ถ้า pipe stress engineer ท่านใดไม่เห็นด้วย และปรารถนา จะให้คำนวณหา hot sustained ก็ให้ run case ใหม่ตาม case ขวามือด้านบน ได้ ซึ่งได้เพิ่ม load case เพิ่มเข้ามา 2 case จากปกติ คือ T1 (EXP) และ DS1-DS3 (SUS)

ใน case ใหม่ที่ ถูกเสนอโดย CAESAR II นั้น case ที่ 2 ยังคงเป็น cold sustained ในขณะที่ case ที่ 4 เป็น expansion case ส่วน hot sustained ก็คือ case ที่ 5 ส่วน case ที่ 3 นั้น ไม่มีความหมายอะไรมากนักนอกจากเป็น mathematics ที่ช่วยให้ CAESAR II คิดคำนวณเท่านั้นเอง

ส่วนตัวผมนั้นเชื่อว่า sustained นั้นมีอยู่ sustained เดียว คือ cold sustained ส่วน hot sustained นั้นน่าจะเป็น cold sustained ที่อุณหภูมิ operating มากกว่า ผมจะขอยกตัวอย่างระบบสักระบบหนึ่งเป็นระบบที่อุณหภูมิ install เป็น ambient และ operating เป็น 100 องศาเซลเซียส แต่มีวิศวกรคนอื่นมามองระบบของผมกลับกันเป็น อุณหภูมิ install เป็น 100 องศา และเปลี่ยนแปลงไป เป็น ambient ดังนั้น sustained stress ของ วิศวกรคนที่สองก็จะ base on อุณหภูมิ 100 องศา และเขาก็จะเรียกอันนี้ว่า hot sustained ดังนั้นเขาจึงคิดว่า sustained stress นั้นมี สองแบบ ขึ้นอยู่กับการมอง ว่าเราจะมอง ระบบจาก เย็นไปร้อน หรือว่าจะมองจากระบบ ร้อนมาเย็น ซึ่งก็เป็นไปได้ในกรณี shut down (แต่ไม่ว่าจะมอง มุมมองไหน thermal stress ranges ก็ยังคงเดิม)

แต่จริงๆแล้ว ที่ อุณหภูมิ 100 องศา เป็นอุณหภูมิ ทำงาน ของระบบท่อ ถ้าไม่ทำงานก็จะ shut down และอุณหภูมิตกลงมาที่ installed temp. ถ้ามองกลับกันโดยคิดว่า อุณหภูมิ 100 เป็น installed temp. นั้น และ ambient เป็น operating (นี่มันเหมือนกับเป็นระบบ cryogenic system แต่ไม่ใช่) ดังนั้นการใช้ค่า modulus ของวัสดุในการคำนวณหา sustained ก็ต้อง base on 100 องศา ดังนั้น sustained ที่เขาคำนวณได้จะต้องใช้ค่า young modulus ที่ อุณหภูมิ 100 องศา เราอย่าลืมนะว่า sustained นั้นจะไม่ใช้สาเหตุนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ดังนั้นค่า sustained stress ที่คำนวณได้จะต้อง base on อุณหภูมิ installed ซึ่งที่อุณหภูมินี้จะไม่เกิดผลกระทบใดๆต่อระบบท่อ ระบบจะไม่ยืด หรือ หดตัว ณ อุณหภูมินี้

ยังไงก็แล้วแต่เรื่อง cold sustained กับ hot sustained ก็ยังเป็นเรื่องที่ยังไม่มีการตัดสินใจขาด ใน piping code ก็ไม่ชัดเจนในเรื่องนี้ แต่ถ้าเราอยากจะมีปัญหาข้อถกเถียงกับ pipe stress engineer เราก็ run case analysis ให้ครอบคลุม ทั้ง cold และ hot sustained ก็ได้ จะได้หมดเรื่องหมดราวถกเถียง และ conservative กว่าด้วย สรุปแล้วผมเชื่อว่ามี sustained เดียว แต่วิธีการ analysis ของผม ก็ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ มากกว่าที่จะเลือกระบบใดระบบ หนึ่งมาใช้

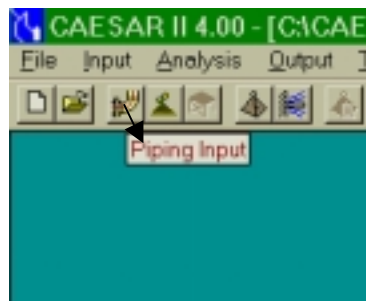
Note :

การทำ pipe stress analysis นั้น เราจะเชื่อ โปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างเดียวไม่ได้ เพราะ บางครั้ง เราโมเดล ไม่ถูกต้อง ผลการคำนวณก็ผิดไป หรือ อาจจะเป็นเพราะว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำมาผิด (bug computer) สิ่งสำคัญก็คือ เราจะต้องถามตัวเองเสมอ ขณะกำลัง ทำ analysed ด้วยคำถามนี้ ***"What do you expect to see?"*** คือให้เรามาถามตัวเองว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ ควรจะออกมาเป็นเช่นไร เช่น ท่อควรจะ lift off ใหม่ถ้าอุณหภูมิ สูงขึ้น

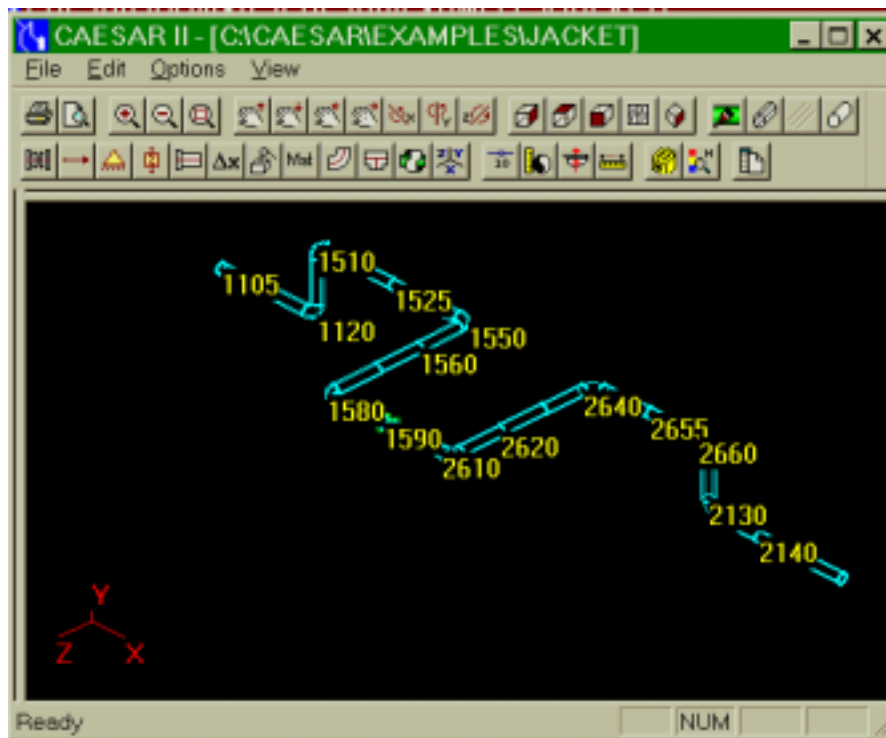
การนำ piping input file มาวิเคราะห์พร้อมกันหลายๆ file

CAESAR II นั้นมีความสามารถในการ run pipe input file ได้ หลายๆ file พร้อมๆกันและให้ผลการวิเคราะห์เหมือน run line เดียว ซึ่งสามารถทำได้ตั้งแต่ version for DOS แล้ว แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้กันเพราะ ผลการ run จะช้าลง และ การเช็ค ก็ จะ ซับซ้อนขึ้น แต่ก็เหมาะสำหรับการเช็ค ว่า line ที่เรา model มานั้น ถูกต้อง ชนกัน หรือป่าว อย่างเช่น line บน pipe rack ซึ่งมี line จำนวนมากมาย วิธีการนำ file input มารวมกันก็ทำได้ดังต่อไปนี้

1. เปิด input file สักหนึ่ง file

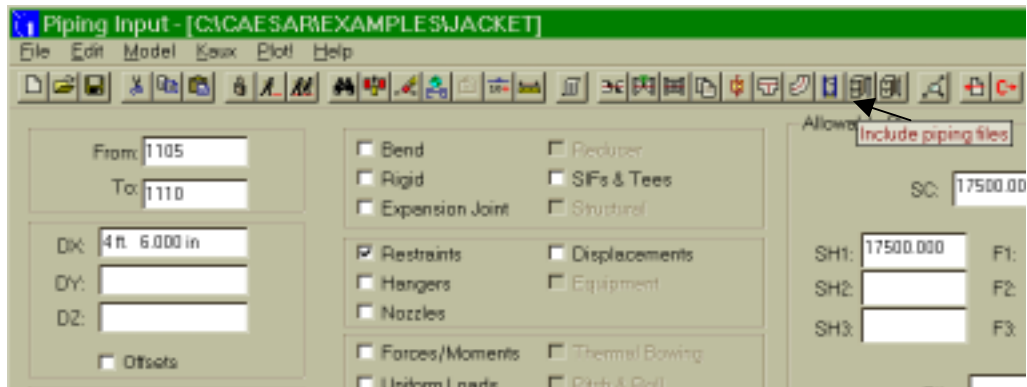


view ดูจะเป็น file jacket pipe ดังรูปที่ 2



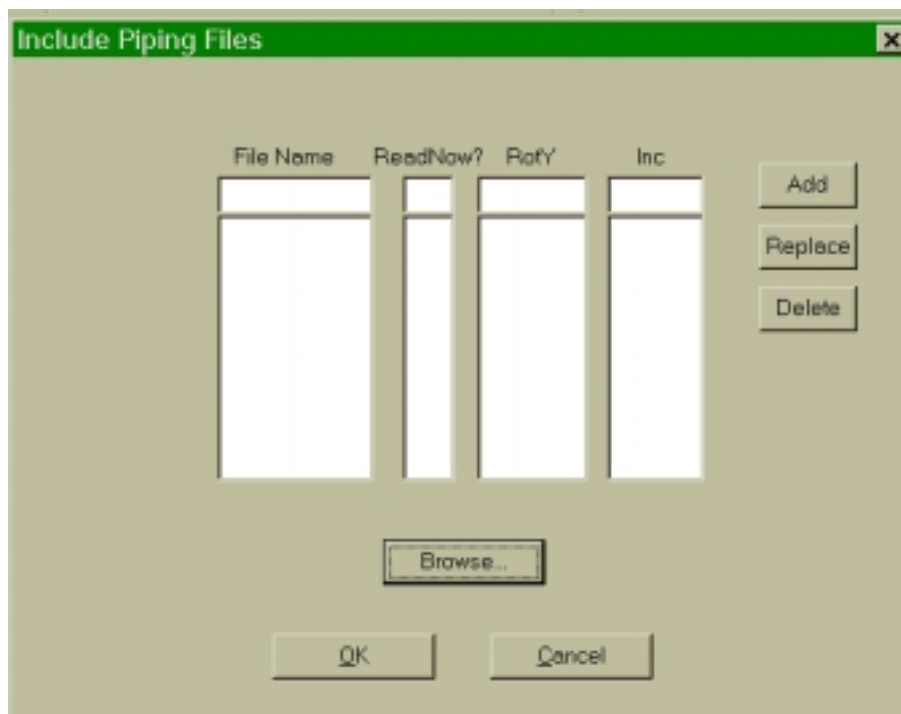
รูปที่ 2 ตัวอย่าง jacket pipe

ย้อนกลับมาที่ input menu ตามรูปที่ 3 ตรงลูกศรชี้ คือ icon include piping files



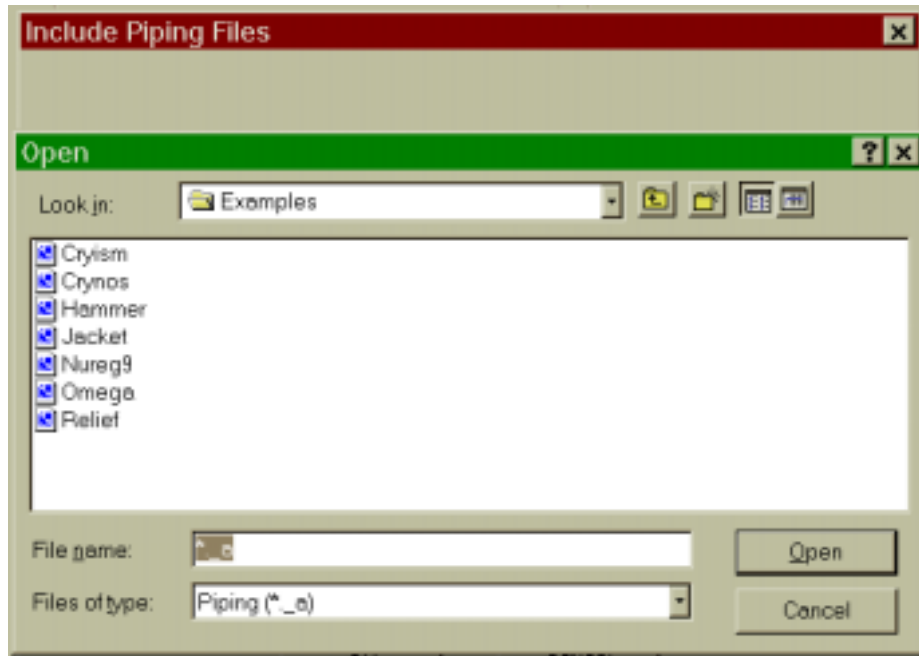
รูปที่ 3 ภายใน piping input จะมี icon include piping files

พอกดที่ icon ก็จะมีปรากฏตามรูปที่ 4 ให้เรากด ปุ่ม Browse... ซึ่งก็จะปรากฏตามรูปที่ 5 ให้เราเลือก file ที่ต้องการนำมารวมกับ file jacket pipe ของเรา

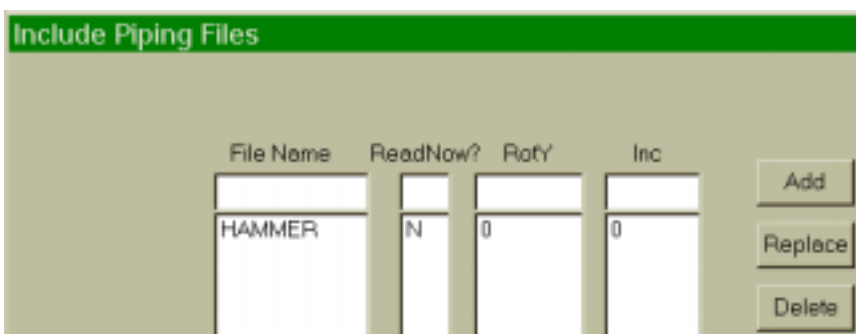


รูปที่ 4

รูปที่ 5

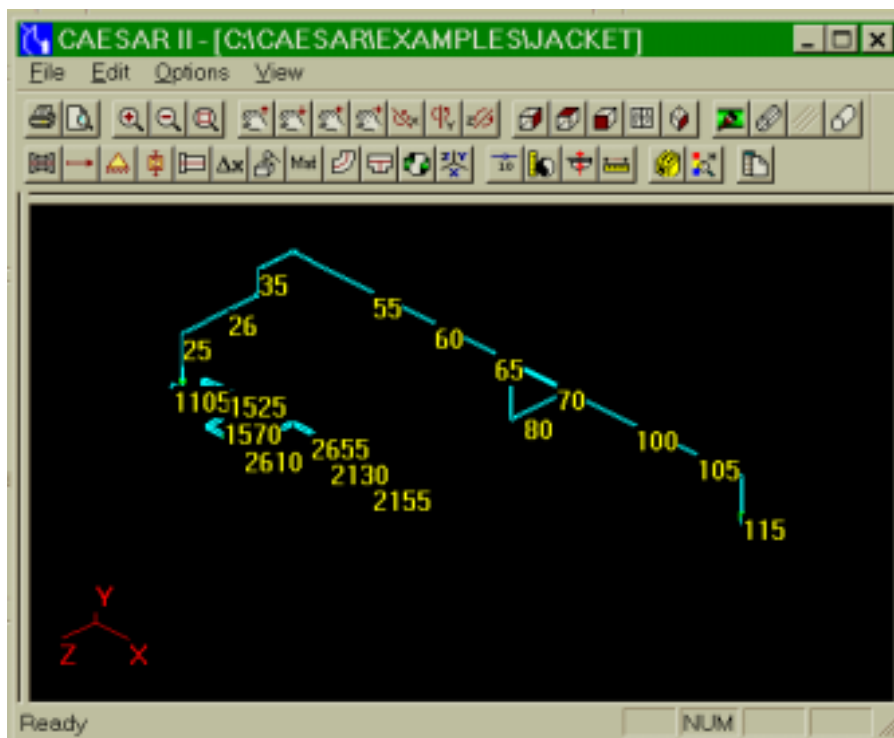


ถ้าเราเลือก file water hammer ก็จะได้ดังรูปที่ 6 ตรง column ReadNow นั้นมีให้เลือกสอง option คือ N กับ Y CAESAR II default จะเป็น N ก็คือ เป็นการดึง file hammer นี้มาแค่ reference กับ file jacket แต่ไม่ได้รวมเข้ามาอยู่ใน input model แต่ถ้าเราต้องการให้ มารวมกันถาวรใน input model เราก็เปลี่ยนเป็น Y ดั่งนั้นควร ระมัดระวังตรงนี้ด้วย ปกติควรจะเป็น N



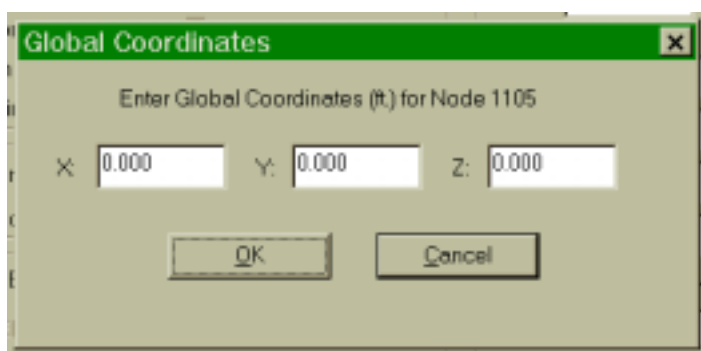
รูปที่ 6

ถ้าเรา view ดูก็จะเป็นดังรูป ที่ 7



รูปที่ 7

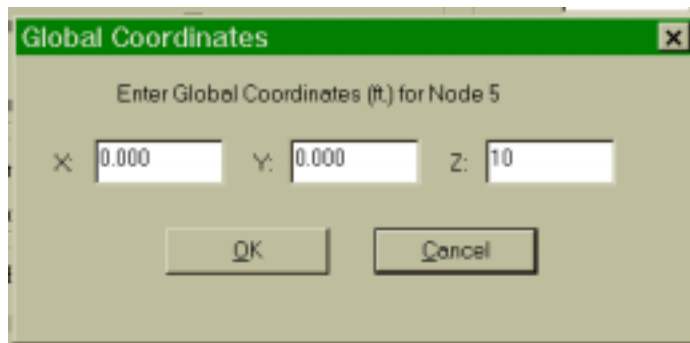
ตอนนี้เรายังไม่ได้กำหนดจุด coordinate ให้กับ node เริ่มต้นของทั้งสอง model ดังนั้น CAESAR II ก็จะมองว่า coordinate เริ่มต้น เป็น 0,0,0 ทั้ง node 5 และ 1105 วิธีการให้ค่า coordinate จริงก็ไปที่ input menu และ กด [ALT]+[G] พร้อมๆ กัน จะขึ้น หน้าจอดังรูป 8



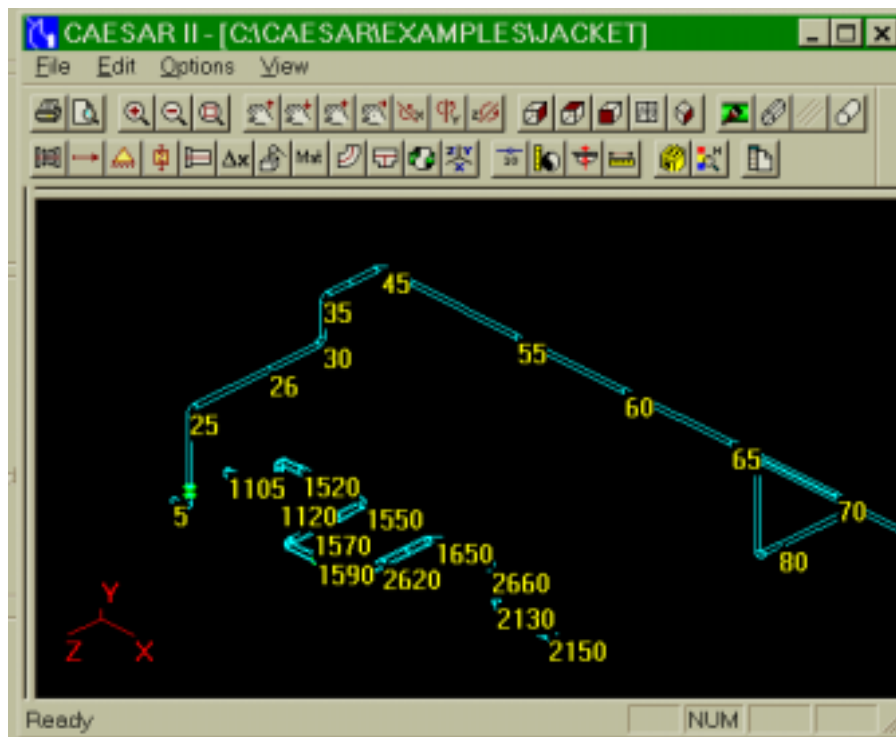
รูปที่ 8

กด ปุ่ม ok ก็จะไปปรากฏหน้าจอ ต่อไปดังรูปที่ 9 แล้วจึงค่อยกำหนด coordinate ใหม่ให้กับ node 5 เป็น $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 10$ หลังจากนั้น plot view ดูก็จะทำให้ node 1105 กับ node 5 ห่างกันออกมา

10 foot ในแกน Z ดังรูปที่ 10



รูปที่ 9 การกำหนด coordinates ให้กับ node 5



รูปที่ 10

ที่นี้ก็เสร็จแล้ว ใน plant จริงนั้นเราสามารถใส่ coordinates จริงๆ ของ pipe ลงไปได้ แต่ มีเคล็ดลับอยู่อย่างหนึ่ง คือ ค่า coordinate ที่ป้อนลงไป ในแกน X และ Z จะต้องเป็นค่า ลบ จึงจะทำให้ ทิศทางใน CAESAR II ถูกต้อง ถ้าเราไปใส่ค่าบวก ทิศทางจะกลับทิศกัน

ข้อควรระวังในการใช้ include piping file นั่นก็คืออย่าให้มี node ซ้ำกันเกิดขึ้น