

PIPING STRESS TRAINING COURSE

BY

ปิยะ กิตติธเนศวร



"STRESS SPECIALIST IS ALWAYS RIGHT"

Last Update : 20 March 2002

คำนำ

OBJECTIVE OF THE PROGRAM

- To transfer knowledge of pipe stress analysis

OVERVIEW OF THE PROGRAM

Page

บทที่ 1 Basic Piping Stress Analysis และการใช้โปรแกรม CAESAR II

บทที่ 2 Static

- ทำความเข้าใจกับ hot sustain stress และ cold sustain stress
- การนำ piping input file มาวิเคราะห์พร้อมกันหลายๆ file

บทที่ 3 Pipe Rack

- การทำ stress line บน pipe rack
- ปัจจัย 4 อย่างที่มีผลต่อการ Design Expansion Loop
- How to design expansion loop
- ตำแหน่งการใส่ support ให้กับ line บน pipe rack

บทที่ 4 Pipe Support Design

- Introduction to pipe support design

บทที่ 5 Spring Hanger Design

- Variable Spring Hanger
- Constant Spring Hanger

บทที่ 6 Jacket Pipe

- วิธีการ model และ analysis line jacket pipe
- วิธีการ model jacket pipe โดยวิธี equivalent method
- การคำนวณหา minimum leg require สำหรับ line jacket pipe
- การคำนวณหา Critical Buckling Force

บทที่ 7 Dynamic

- ทำความรู้จักกับปัญหา dynamic problem ว่ามีอะไรบ้าง
- วิธีการใช้ CAESAR II ทำ dynamic analysis สำหรับ line ที่ต่อกับ reciprocating compressor
- วิธีการแก้ปัญหา static และ dynamic
- IMPACT LOAD ANALYSIS

บทที่ 8 Seismic Analysis

- ทำความรู้จัก code และสูตรที่ใช้ ในการวิเคราะห์ seismic
- วิธีการใช้ CAESAR II วิเคราะห์ความแข็งแรงของท่อในกรณี แผ่นดินไหว

บทที่ 9 Stress Analysis for Underground Piping

บทที่ 10 โครงสร้าง file ของ Program CAESAR II

- เจาะลึกโครงสร้าง file ของ CAESAR II

บทที่ 11 การใช้ Technology 3D ร่วมกับ CAESAR II

- แนะนำให้รู้จัก PDS 3D INTERGRAPH และ PD STRESS
- การใช้ PD STRESS สร้างไฟล์กลาง (neutral file) สำหรับ มาใช้กับ CAESAR II
- การนำ neutral file มา สร้าง piping input file

บทที่ 12 Structural

- การใช้ CAESAR II model structure
- การนำ structure model มาวิเคราะห์พร้อมกับ piping model

บทที่ 13 การสร้างโปรแกรมเพื่อคำนวณงานด้าน pipe stress บน INTERNET

- การเขียนโปรแกรม PERL. ให้สามารถคำนวณหา pipe wall thickness , maximum pipe span, etc

APPENDIX A: ตาราง Allowable Nozzle Loads ของอุปกรณ์ต่างๆ

APPENDIX B: CODE ต่างๆ ที่ เกี่ยวข้องกับ pipe stress analysis

APPENDIX C: Stress Analysis Check List

APPENDIX D: ตัวอย่าง stress analysis report

บทที่ 1

BASIC PIPING STRESS และการใช้ โปรแกรม CAESAR II

พื้นฐานการทำ Piping Stress Analysis

โดยพื้นฐานเลยก็คือ การออกแบบท่อให้มีความยืดหยุ่น (flexibility) โดยใช้จำนวนข้อต่อ (fitting) ให้น้อยที่สุด เพื่อความประหยัด และ ลด pressure drop ที่เกิดขึ้นให้น้อยที่สุด

ระบบท่อที่ร้อน จะเกิดการขยายตัวของท่อ ส่วนระบบท่อที่เย็นจะเกิดการหดตัวของท่อ ทั้งสองระบบนั้น จะทำให้เกิดปัญหาความเค้นในท่อได้ทั้งนั้น การทำ stress analysis จะต้องคำนวณหาแรง และ โมเมนต์ ที่กระทำ ณ จุดยึด (ต่อไปนี้จะเรียกทับศัพท์ว่า จุด anchor) ยกตัวอย่างของจุด anchor ในที่นี้ก็ได้แก่ line stop หรือว่า จะเป็น nozzle ของ equipment ก็ได้

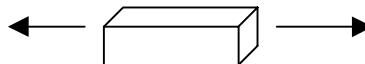
เรานำค่าแรง และ โมเมนต์ ที่ได้ขึ้นมาเปรียบเทียบกับค่า Allowable Forces และ MomentS โดยค่าแรง และโมเมนต์ที่คำนวณได้นั้นจะต้องไม่เกินค่า Allowable ไม่เช่นนั้นจะทำให้อุปกรณ์พังเสียหายได้ โดยเราสามารถทราบค่า Allowable Load ได้จาก โรงงานผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ หรือได้จาก code ที่ใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ถ้าเป็น pump ก็อาจจะเป็น code API 610 ถ้าเป็น steam turbine ก็ใช้ code ของ NEMA SM23 ถ้าเป็น Tank ขนาดใหญ่ ก็ใช้ code API650 เหล่านี้เป็นต้น จะใช้ code ไหน แต่ละ project ก็ไม่เหมือนกัน แต่โดยทั่วไปในงาน ออกแบบ petrochemical และ refinery plant ก็จะใช้ code ที่กล่าวมาข้างบน

1.1 BASIC STRESS QUANTITIES

ก่อนที่เราจะเริ่มทำการคำนวณ pipe stress ให้เราทำความเข้าใจกับปริมาณ stress พื้นฐานต่อไปนี้ก่อน

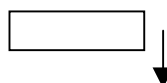
AXIAL STRESS (ความเค้นตามแนวแกน)

$$\text{Axial Stress} = \frac{\text{Force}}{\text{Area}}$$



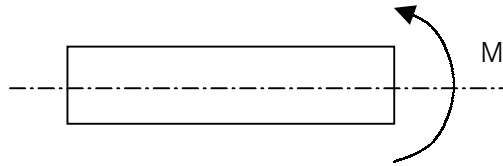
SHEAR STRESS (ความเค้นเฉือน)

$$\text{Shear Stress} = \frac{\text{Force in Shear}}{\text{Shear Area}}$$



BENDING STRESS (ความเค้นดัด)

$$\sigma = \frac{M c}{I}$$



โดยที่

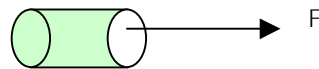
M- Moment @ cross section

c- Distance from neutral axis to outer surface

I – cross section moment of inertia = $\frac{\pi (d_o^4 - d_i^4)}{64}$

LONGITUDINAL PRESSURE STRESS

$$\sigma_{PL} = F/A = Pd/4t$$



HOOP PRESSURE STRESS

$$\sigma_{PH} = \frac{F}{A} = \frac{P d}{2 t}$$

ทางยุโรปนิยมใช้ ค่า d เป็น outside diameter มากกว่าที่จะใช้เป็น inside

จากกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน [$\Sigma F = 0$]

$$2 F = P d_i L$$

$$\sigma_{PH} = \frac{P d_i L}{2 t L} = \frac{P d_i}{2 t}$$

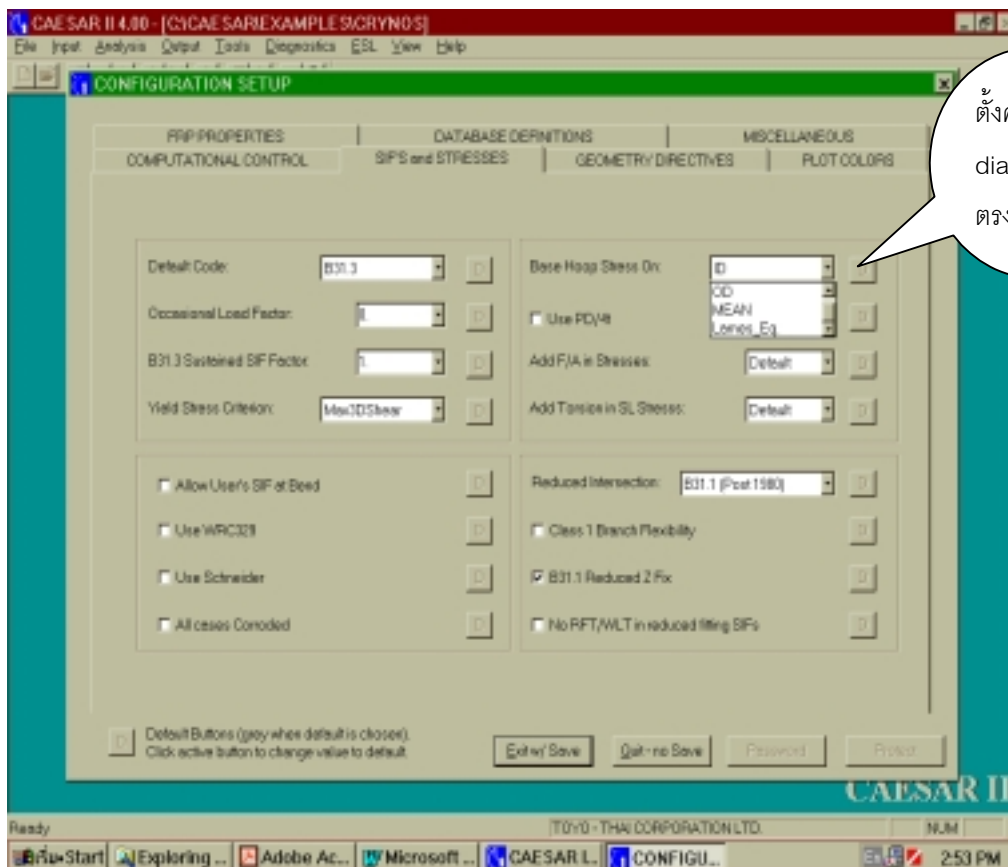
จริงๆ แล้ว สมการ hoop pressure stress ที่ใช้กล่าวถึงข้างบนนี้ เป็นสมการ ที่ให้ค่าประมาณ

สมการที่ให้ค่าได้ exact นั้น ถูกกำหนดโดย สมการของ LAME ดังต่อไปนี้

$$\sigma_{PH} = \frac{Pr_i^2 + L r_i^2 r_o^2 P / r^2}{r_o^2 - r_i^2}$$

r = position thru the thickness

รูปที่ 1 คือการกรกำหนดค่าให้กับ program CAESAR II มี option ให้เลือก 4 ค่า คือ ID , OD , MEAN และ LAMES_EQ ถ้าเราต้องการค่าที่ conservative ที่สุด ก็เลือกใช้ base hoop stress on เป็น OD แต่โดยทั่วไปนิยมใช้ ID ผมก็ไม่เข้าใจเหมือนกัน คงอยากให้ผ่านง่ายๆ ดังนั้นก่อนที่จะเริ่มต้น ทำ pipe stress analysis โดยใช้ CAESAR II ก็ควรจะมาตั้งค่า ตรงนี้ก่อน โดยไปที่ TOOL บน main menu ของ CAESAR VERSION 4.XX และ Configures/Setup ก็จะได้ dialog box ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การกำหนด diameter ที่ใช้ในการคำนวณ hoop stress ให้กับ CAESAR II

Stress ที่เกิดขึ้นบนผนังท่อ

โดยทั่วไป หน้าตัดของท่อจะเกิดปัญหา stress หลักๆ ได้สามรูปแบบ คือจาก bending , axial และ pressure ดังนั้นสมการในการ คำนวณหาค่า longitudinal stress ที่หน้าตัดท่อจะเป็นดังนี้

$\frac{Mc}{I}$	+	$\frac{F}{A}$	+	$\frac{Pd}{4t}$
Bending		axial		pressure

ซึ่ง โดยทั่วไปแล้ว U.S Code ก็จะใช้ รูปแบบสมการข้างบนในการหา longitudinal stress

CODE COMPLIANCE BASICS :

ในการทำ stress นั้น มีรูปแบบการเสียหายพื้นฐานสองแบบ ดังนี้

1. Sustained (or Primary) Stress Failure
2. Expansion (or Secondary) Stress Failure

ซึ่งแต่ละ mode นั้นก็มีลักษณะเฉพาะไม่เหมือนกัน

ลักษณะที่เป็น PRIMARY STRESS

1. primary stress ส่วนเกิน มีสาเหตุมาจากการเกิด plastic deformation และ rupture.
2. เกือบทั้งหมดเกิดจากการรับภาระเนื่องจาก weight และ pressure
3. Allowable limits สำหรับ sustained stresses นั้น จะสัมพันธ์กับ ค่า yield stress ของ material
4. การพังเสียหายจะเกิดขึ้นแบบทันทีทันใด จะไม่มีอาการเตือนให้เราเห็นล่วงหน้า เหมือนกับการพังเนื่องจากการล้าของวัสดุ (fatigue)
5. โดยทั่วไปก็จะไม่เกี่ยวกับ cyclic

ลักษณะ ที่เป็น SECONDARY STRESS

1. เกิดเนื่องจาก การขยายตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (thermal expansion)
2. การพังเสียหายอาจจะเกิดการ crack เป็นจุดเล็กๆ ตามผิวด้านใน หรือ ด้านนอกของท่อก่อน

ลักษณะ ที่เป็น OCCASIONAL STRESS

นอกจากการพังเสียหาย ที่กล่าวมาแล้วบางครั้งก็มี การเสียหายเหตุการณ์บางครั้งบางคราวเช่น wind , earthquakes หรืออาจจะเนื่องจาก steam/water hammer

CODE STRESS ALLOWABLE :

THE SUSTAIN ALLOWABLE STRESS คือการเอาค่า hot yield stress มาคูณด้วยค่า factor ซึ่ง sustained stresses ไม่ควรเกินค่า materials elastic limit ณ อุณหภูมิ ที่ operating หรือ อุณหภูมิที่ใช้ในการ design ถ้าเขียนเป็นสมการจะได้ดังนี้

$$S_I < S_h$$

โดยที่ S_I = Stress ที่เกิดขึ้นเนื่องจาก sustained load
 S_h = Hot Allowable stress ซึ่งมีค่าไม่เกิน $0.666 S_y$ หรือ $0.25 S_u$

ค่า S_h นี้เราสามารถเปิดหาค่าได้จาก table A-1 ใน ASME B31.3
เช่น pipe carbon steel A53 Gr.B ที่อุณหภูมิ 200 องศาฟาเรนไฮต์ จะได้ค่า $S_h = 20000$ psi หรือ จะแปลงเป็นหน่วย SI ก็หารด้วย 145 จะได้เท่ากับ 137.93 N/mm²
บางทีเราอาจเปิดไม่เจอวัสดุที่ต้องการหา เป็นเพราะว่า วัสดุนั้นไม่ใช่ code ASME B31.3 ก็ได้

THE EXPANSION ALLOWABLE STRESS RANGE ค่านี้จะต้องไม่เกิน สองเท่าของ yield stress คูณกับ safety factor , cyclic reduction factor ลบ ด้วยค่า mean stress . ซึ่ง total stress range (expansion บวก กับ sustained) ถูก set ไว้เท่ากับ สองเท่าของ yield stress

$$S_A < f (1.25 S_c + 1.25 S_h - S_I)$$

โดยที่ S_A = Computed expansion stress range
 f = Cyclic reduction factor for fatigue
 S_c = Cold allowable stress
 S_h = Hot allowable stress

ค่า f นั้น ขึ้นอยู่กับ จำนวนรอบความร้อนที่ท่อ จะได้รับ ซึ่งกำหนดไว้ใน code B31.1 table 102.3.2 ดังนี้

- $f = 1.0$ สำหรับ 7000 รอบ หรือต่ำกว่า
- $f = 0.9$ สำหรับ 7000 – 14000 รอบ
- $f = 0.8$ สำหรับ 14000 – 22000 รอบ
- $f = 0.7$ สำหรับ 22000 – 45000 รอบ
- $f = 0.6$ สำหรับ 45000 – 100000 รอบ
- $f = 0.5$ สำหรับ มากกว่า 100000 รอบ

ส่วนใหญ่แล้วระบบท่อที่เรา ออกแบบก็จะอยู่ในช่วงประมาณ ไม่เกิน 7000 รอบความร้อน อย่างเช่น การออกแบบสำหรับการ operating ในช่วง 20 ปี ของโรงไฟฟ้า เต็มที่แล้วก็ จะ shut down steam line ที่เข้าไปขับ Steam Turbine ไม่เกิน 1 รอบต่อวัน ดังนั้นเราจะไม่ค่อยได้เห็นนักสำหรับที่ค่า f จะต่ำกว่า 1

ยกตัวอย่างอีกระบบหนึ่ง ที่รอบไม่น่าเกิน 7000 ก็เช่น relief valves เพราะการทำงานของ relief valve คงไม่เกิด ขึ้นบ่อยมากทุกวัน

THE OCCASIONAL STRESS คือ stress ที่เกิดขึ้นเป็นบางครั้งบางคราว ไม่สม่ำเสมอ เช่น แผ่นดินไหว (seismic) รายละเอียดเกี่ยวกับ การวิเคราะห์ piping including seismic effect นื่องๆ สามารถศึกษาได้จากบทที่ 7 , wind , water hammer เป็นต้น occasional allowable stress โดยทั่วไปจะมีค่า อยู่ระหว่าง $1.1S_h - 1.33S_h$ ขึ้นอยู่กับ code ที่ใช้ อย่างเช่น B31.1 ใช้ $1.15S_h - 1.2 S_h$ ส่วน B31.3 ใช้ $1.3 S_h$ เป็นต้น

ขั้นตอนการ check flexibility ต่อไปนี้เป็นขั้นตอนการ check flexibility ของระบบท่อ

- 1 คำนวณหา sustained stress ยกตัวอย่างเช่น stress ที่เกิดจาก primary load ปกติก็คือ weight และ pressure
- 2 คำนวณหา expansion stress
- 3 เปรียบเทียบ sustained stress ที่คำนวณได้ในข้อ 1 กับ allowable stress : S_h
- 4 เปรียบเทียบ expansion stress ที่คำนวณได้ตามข้อ 2 กับ ค่า allowable : $f (1.25S_c + 1.25S_h - S_I)$

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 ผลออกมาได้ สาเหตุเกิดจากการวนลูบ 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 เช่น Mr. John M Nedovich เป็น piping stress engineer ที่มีประสบการณ์ทำ stress มามากกว่า 20 ปี และเคยผ่านการทำงานกับบริษัทใหญ่ๆทั่วโลกมาเกือบหมด เชื่อว่าโปรแกรม CAESAR II นั้น run recommend case ผิดพลาดในกรณีที่ระบบเป็น 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) สองค่านี้ในกรณี lift off จะต่างกัน แต่ถ้าระบบที่ไม่ lift off ค่าทั้งสองค่านี้จะเท่ากัน เพราะฉะนั้น เราสามารถใช้ case ที่ CAESAR II recommend ได้สำหรับในกรณีที่ ไม่ 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 ไม่มีความหมายอะไรมากนัก นอกจากเป็น mathematics ที่ช่วยให้ CAESAR II คิดคำนวณเท่านั้นเอง

ส่วนตัวผมนั้นเชื่อว่า sustained นั้นมีอยู่ sustained เดียว คือ cold sustained ส่วน hot sustained นั้นน่าจะเป็น cold sustained ที่อุณหภูมิ operating มากกว่า ผมจะขอยกตัวอย่างระบบสักระบบหนึ่งเป็น ระบบที่อุณหภูมิ install เป็น ambient และ operating เป็น 100 องศาเซลเซียส แต่มีวิศวกรคนอื่นมามองระบบ ของผมกลับกันเป็น 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 หรือว่าจะมองจาก ระบบ ร้อนมาเย็น ซึ่งก็เป็นไปได้ในกรณี shut down (แต่ไม่ว่าจะมอง มุมมองไหน thermal stress ranges ก็ยังคงเดิม)

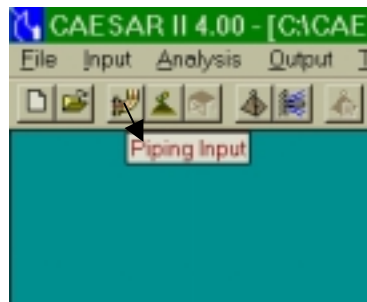
แต่จริงๆแล้ว ที่ อุณหภูมิ 100 องศา เป็นอุณหภูมิ ทำงาน ของระบบท่อ ถ้าไม่ทำงานก็จะ shut down และอุณหภูมิตกลงมาที่ installed temp. ถ้าผมองกลับกันโดยคิดว่า อุณหภูมิ 100 เป็น installed temp. นั้น และ ambient เป็น operating (นี่มันเหมือนกับเป็นระบบ cryogenic system แต่ไม่ใช่) ดังนั้นการใช้ค่า modulus ของ วัสดุในการคำนวณหา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

ยังไงก็แล้วแต่เรื่อง cold sustained กับ hot sustained ก็ยังเป็นเรื่องที่ยังไม่มีการตัดสินใจชัด 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

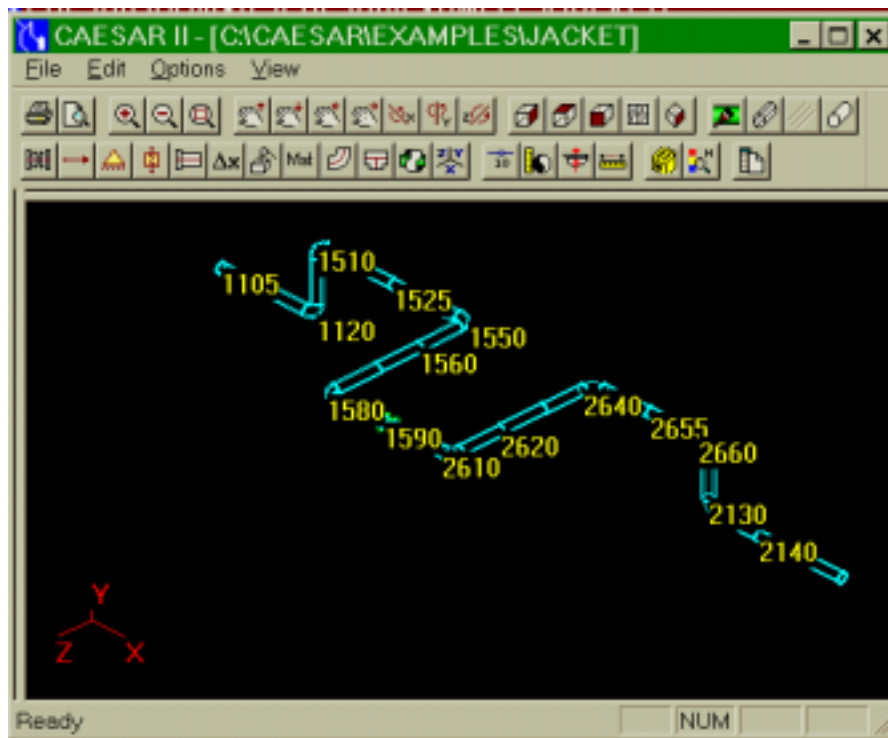
การนำ piping input file มาวิเคราะห์พร้อมกันหลายๆ file

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

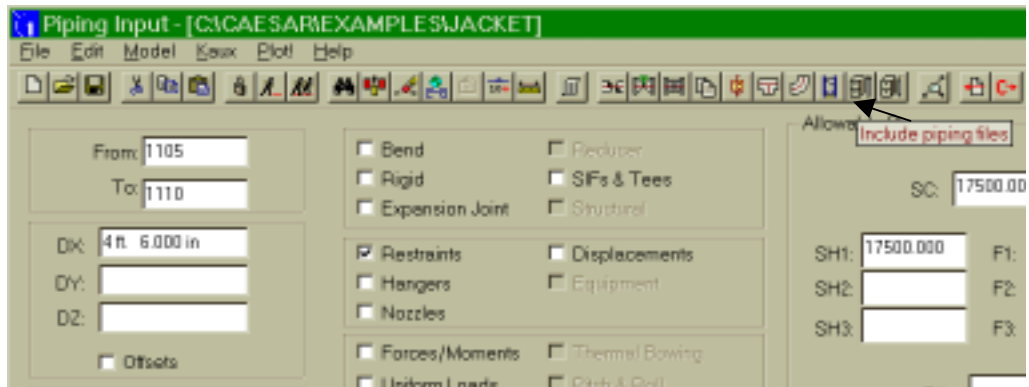


view ดูจะเป็น file jacket pipe ดังรูปที่ 2



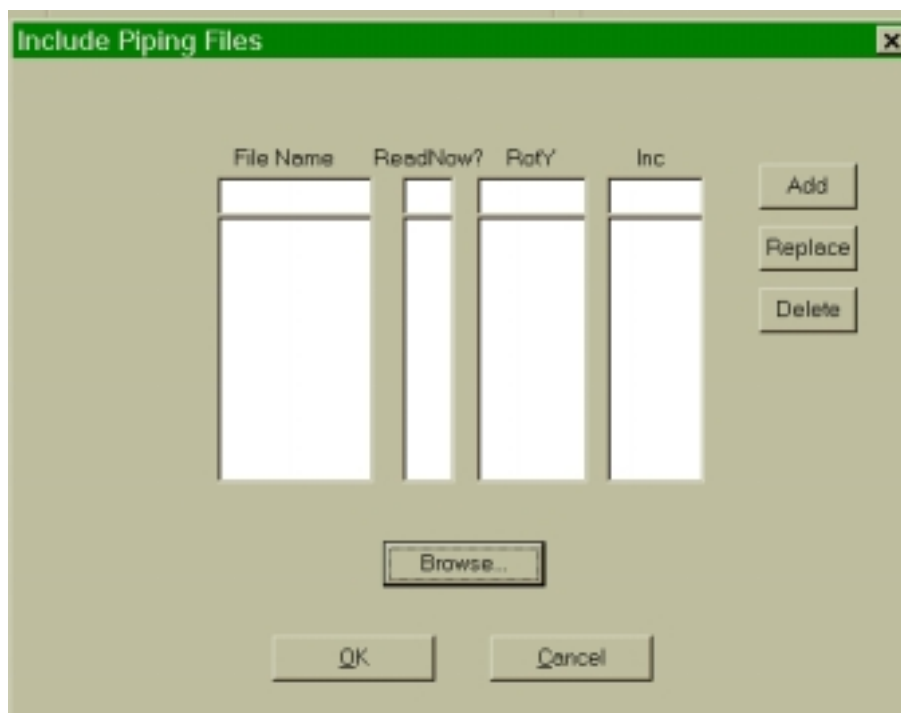
รูปที่ 2 ตัวอย่าง jacket pipe

ย้อนกลับมาที่ input menu ตามรูปที่ 3 ตรงลูกศรชี้ คือ icon include piping files

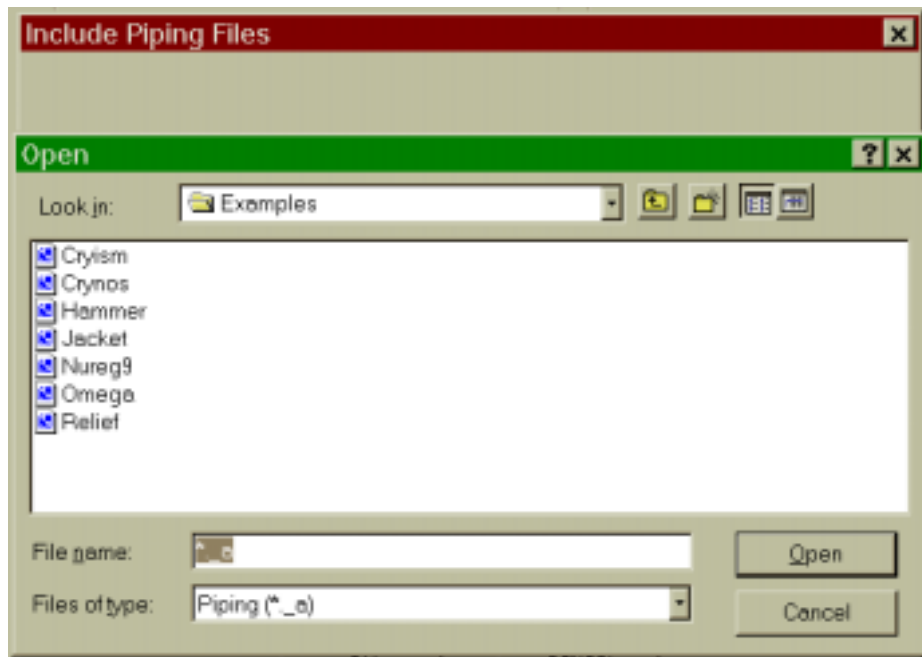


รูปที่ 3 ภายใน piping input จะมี icon include piping files

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

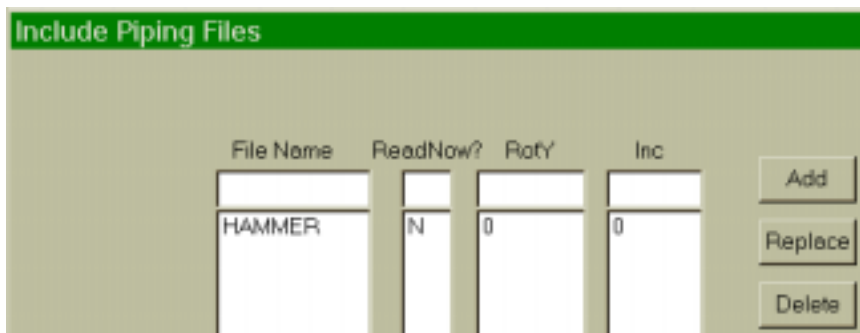


รูปที่ 4



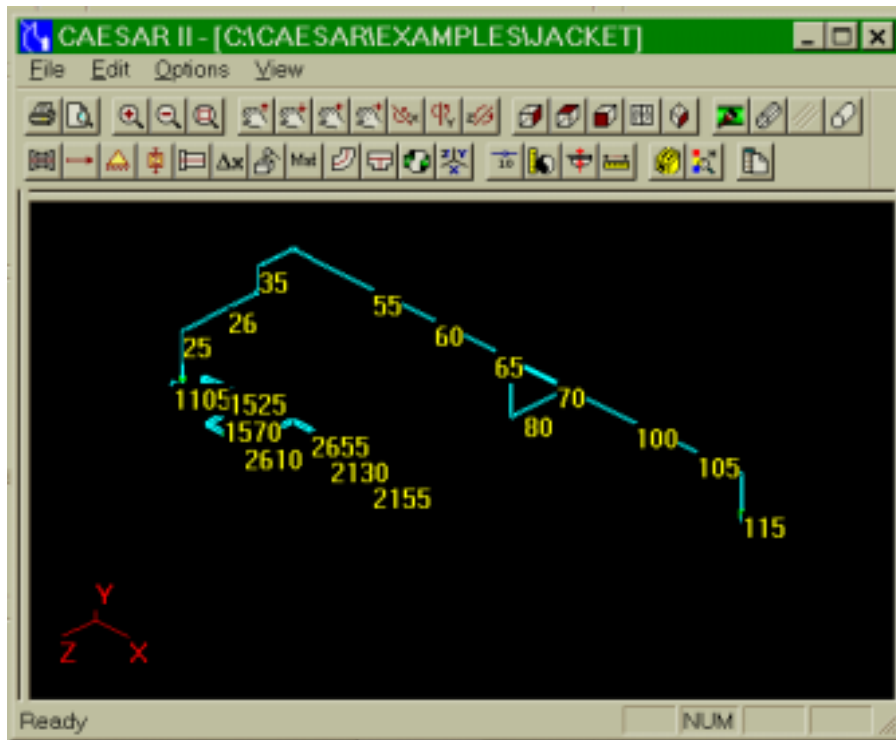
รูปที่ 5

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 ดังนั้นควร ระมัดระวังตรงนี้ด้วย ปกติควรจะเป็น N



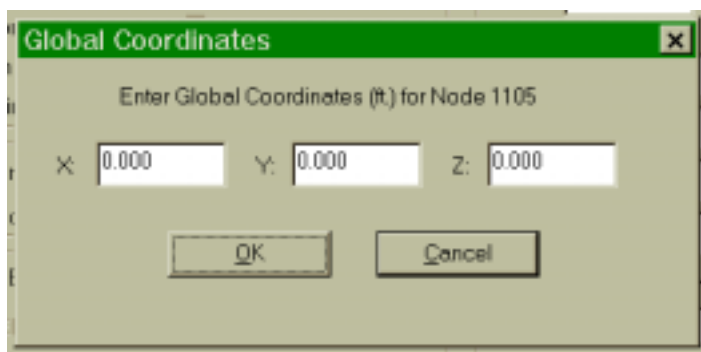
รูปที่ 6

ถ้าเรา view ดูก็จะเป็นดังรูป ที่ 7



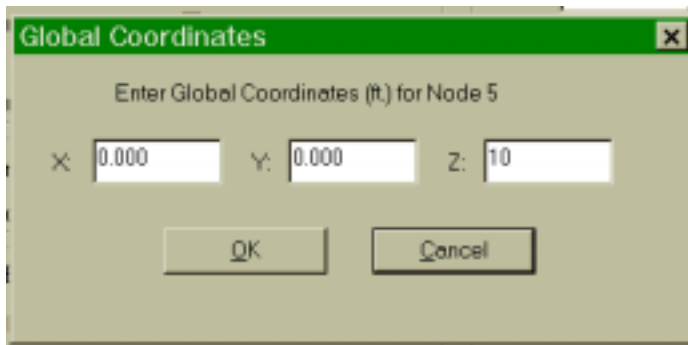
รูปที่ 7

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

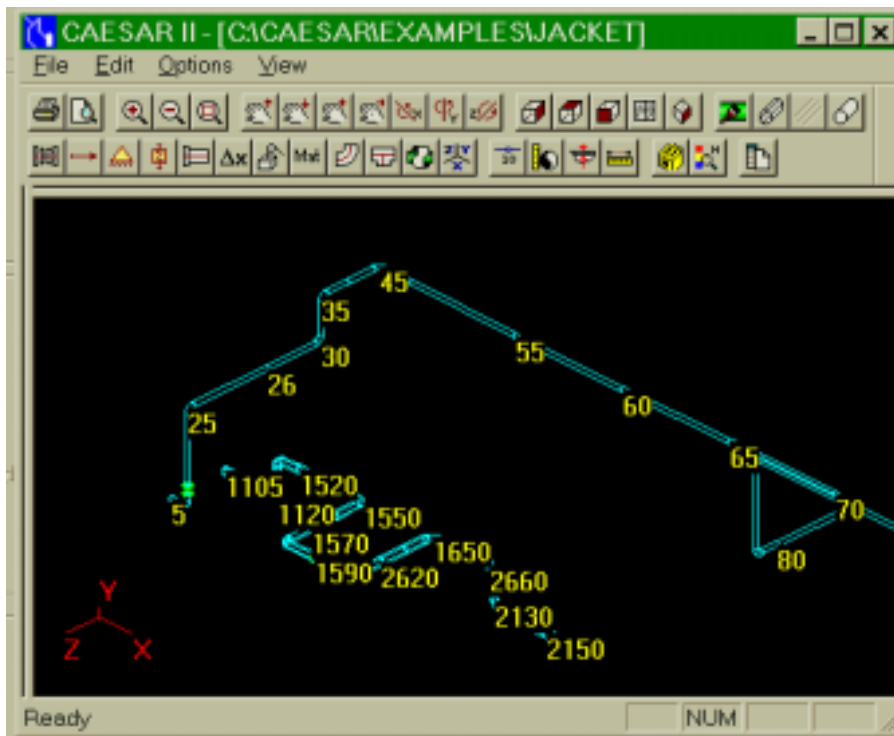


รูปที่ 8

กด ปุ่ม ok ก็จะปรากฏหน้าจอ 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 มีเคสติดขัดอยู่อย่างหนึ่ง คือ ค่า coordinate ที่ป้อนลงไป ในแกน X และ Z จะต้องเป็นค่า ลบ จึงจะทำให้ ทิศทางใน CAESAR II ถูกต้อง ถ้าเราไปใส่ค่าบวก ทิศทางจะกลับทิศกัน

ข้อควรระวังในการใช้ include piping file นั้นก็คืออย่าให้มี node ซ้ำกันเกิดขึ้น