

บทที่ 7

Seismic Analysis

By Piya K.

Last Update 23 Sep 01

Seismic Analysis ก็คือการวิเคราะห์แผ่นดินไหว (Earthquake) Piping Engineer ไม่สามารถ คาดเดาล่วงหน้าได้เลยว่าจะเกิด แผ่นดินไหวเมื่อไร และ ส่งผลกระทบต่อระบบท่อมากน้อยเพียงไร ดังนั้นในเขตพื้นที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวบ่อยๆ ควรจะออกแบบระบบท่อให้ แข็งแรง มั่นคง เพียงพอที่จะรองรับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น อย่างน้อยๆ ก็ให้สามารถ operate ได้ ไม่ต่ำกว่า หนึ่งร้อยปี

ในประเทศไทย Plant ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเขตปลอดภัยแผ่นดินไหว เช่น โรงกลั่นน้ำมันเอสโซ่ , โรงกลั่นน้ำมันไทยออยล์ ที่ อำเภอสรีราชา ดังนั้นโรงกลั่นน้ำมันทั้งสองโรงนี้ก็ไม่ต้องออกแบบเพื่อสำหรับแผ่นดินไหว ก็จะทำให้ประหยัดงบประมาณในการออกแบบ ได้มากมาย ตัวอย่างที่จะต้องมีการทำ seismic analysis ก็เช่นโรงแยกก๊าซ ของ shell ที่ ประเทศ Philliplines เพราะว่าตั้งอยู่ใน โซน แผ่นดินไหว ในบทนี้จะเรียนรู้วิธีการใช้ CAESAR II วิเคราะห์ ระบบท่อว่า สามารถ รองรับกับเหตุการณ์แผ่นดินไหวได้หรือไม่

CAESAR II สามารถทำการวิเคราะห์ seismic ได้ 2 แบบ คือ แบบ seismic และ แบบ static equivalent method แบบ แรกนั้นค่อนข้างยากและซับซ้อนเกินไป ในทางปฏิบัติ piping engineer มักเลือกใช้วิธี static equivalent method แทน โดยการนำ UBC Code มาใช้ร่วมกับ ASME Code

การวิเคราะห์ (Analysis)

ดังที่เคยกล่าวมาแล้วว่า seismic นั้น เป็น occasional case ดังนั้นใน CAESAR II เราต้องแยก case ต่างหากออกมาจากการทำ static analysis โดยเราจะใช้วิธีการแบบ equivalent ให้เราทำ static load case รวมกับค่า horizontal g force.

ซึ่งจะสามารถคำนวณได้จาก UBC code section 1632 – Lateral Force on Elements of Structures, Nonstructural Components and Equipment Supported by Structures โดยกล่าวไว้ว่า ส่วน (element) ของโครงสร้าง (structure) ใดๆ และ ส่วนที่ไม่ใช่ โครงสร้าง(nonstructural) ที่ถูกรองรับโดยโครงสร้าง ควรจะถูกออกแบบให้ต้านทานแรงจากแผ่นดินไหว (seismic forces) ซึ่ง UBC Code กำหนดวิธีคำนวณไว้ใน Section 1632.2 แต่สำหรับ attachment ที่มีขนาดน้ำหนักเบาว่า 181 kg ไม่จำเป็นต้อง ถูกนำมาออกแบบ เช่น furniture ในตัวโครงอาคาร

nonstructural ในที่นี้ก็คือ piping ของเราที่ ถูก support ไว้กับ Structure หรือว่า pipe rack ดังนั้นเพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่ code วางเอาไว้ เราจะนำ code มาประยุกต์ใช้ได้ดังนี้

วิธีการ หา Earthquake Load Derivation on the Piping:

อันดับแรกศึกษา Project Specification Requirement ก่อน

DATA : Design Code	ให้ใช้ code UBC 1997 (ตาม Project Spec)
Seismic Zone	1 ,2,3 or 4 แล้วแต่ ว่า Plant อยู่ที่ไหน
Importance Factor (UBC category 3), I_p	1.0 เปิด table 16-K
Maximum Design Lateral Seismic Force	$F_{p\max} = 4.0 C_a I_p W_p$ (32-3)
Minimum total Design Lateral Seismic Force	$F_{p\min} = 0.7 C_a I_p W_p$ (32-3)

ค่า F_p จะคำนวณโดยใช้สูตร (32-2)

Total Design Lateral Seismic Force, F_p

$$F_p = \frac{a_p C_a I_p}{R_p} \left(\frac{1 + 3h_x}{h_r} \right) W_p \quad (32-2)$$

โดยที่

a_p = in-structure Component Amplification Factor that varies from 1.0 to 2.5. (เปิด Table 16-O)

C_a = seismic coefficient, as set forth in table 16-Q

h_r = the structure roof elevation with respect to grade.

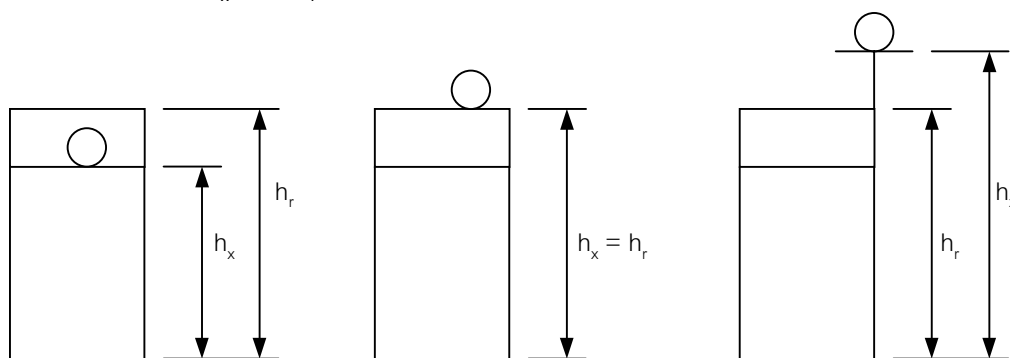
h_x = the element or component attachment elevation with respect to grade. ค่านี้ไม่ควรต่ำกว่า 0.0.

I_p = importance factor specified in table 16-K

R_p = Component Response Modification Factor that shall be taken from Table 16-O

W_p = The weight of an element or component

ทำความเข้าใจระยะ h_x and h_r ที่ apply ใช้สำหรับงาน piping



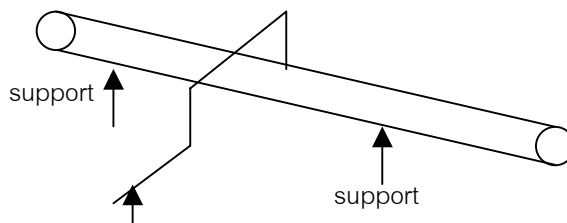
h_r ก็คือ ระยะความสูงของหลังคา structural โดยเทียบกับ ระดับพื้นดิน

h_x ก็คือ ระยะความสูงของ piping โดยเทียบกับระดับพื้นดิน

สำหรับ seismic loading แล้ว friction ที่เกิดขึ้นที่ supports เช่น rest and guide ไม่ต้องนำมาพิจารณา สำหรับ ด้านทานแรงแผ่นดินไหว(seismic forces) ดังนั้นใน CAESAR II เราต้อง เอา ค่า ส.ป.ส แรงเสียดทานออกให้หมด ก่อนที่จะ run analysis

การ Design Piping

เป็นเรื่องที่ต้องควรระวัง และ support ให้ ดีอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะจุดที่ไม่ค่อยมั่นคงและอ่อนแอ เช่น ท่อที่วางอยู่บน cantilever beam ถ้าเรา support ไม่ดี ในขณะที่เกิดแผ่นดินไหว ท่ออาจจะตกลงมาจาก cantilever beam ก็ได้ ยกตัวอย่างอีกสักกรณีหนึ่ง line 2" branch มาจาก header 10" ในสภาวะ ปกติ แล้ว case นี้ไม่มีปัญหาเลย



ไม่ว่า sustain case หรือ expansion case แต่มันจะพังในกรณีที่เกิดแผ่นดินไหวได้ตรงบริเวณ branch connection เพราะว่าท่อ header ไม่ได้ถูก support ไว้กับ pipe rack อย่างดีเพียงพอ มันเกิด seismic forces ในแนวแกน horizontal ทำให้ force ที่ branch connection สูงเกินไปจนทำให้ branch พังเสียหายได้

Piping Stress Analysis For Seismic Case by Using CAESAR II

ต้องแยก model ในการประเมิน seismic effects ตาม load case ต่อไปนี้

- U1 (OCC) } Nozzle and restraint loads
- U2 (OCC) }
- W + P1 + U1 (OCC) } B31.1 Code Compliance
- W + P1 + U2 (OCC) }

ให้เราแยก case ออกมาพิจารณาใหม่เลย อาจจะ save file name เป็นชื่อใหม่ เลย และ case นี้ให้ พิจารณา เฉพาะ operating condition เท่านั้น design condition ไม่ต้องพิจารณา อย่าลืมนะ friction ไม่นำมาใช้ สำหรับการ seismic model ดังนั้นใน CAESAR II piping input model ต้อง เอา ค่า ส.ป.ส ความเสียดทานออกให้หมด (เตือนบ่อยจังเลย ส่งสัยคนแต่งเป็นโรคย้ำคิดย้ำทำ)

รายละเอียด ,วิธีการตั้งค่า และ เทคนิคในการ model piping input บนโปรแกรม CAESAR II ผมจะนำมาเสนอลงท้ายที่มีการปรับปรุงเนื้อหาใหม่ นะครับ เพราะผมไม่มีเวลามาจัดทำเลย ในตอนนี้ ใน sheet นี้จึงรวบรวมให้เฉพาะสิ่งที่สำคัญๆ

หน้าที่ ของ Piping Engineer

1. Piping Engineer จะต้องออกแบบ ตรวจสอบ ระบบท่อ ไม่ให้พังเสียหายในกรณี sustain case (primary) และ expansion case (secondary) แล้วยังต้อง ออกแบบระบบท่อให้ป้องกันการพังเสียหายจาก seismic (occasional) ด้วย
2. Piping Engineer ต้องส่ง piping loads ให้ทาง Civil Engineer ออกแบบ Structural สำหรับต้านทาน แรงแผ่นดินไหว(seismic loads) ด้วย
3. Piping Engineer ต้อง design support ให้แข็งแรง สามารถต้านทานแรงแผ่นดินไหวได้