

Chaper 5 SPRING HANGER DESIGN Rev. 1

(By Piya K. Last Update : 20 March 2002)

Spring ที่ใช้ในงานออกแบบระบบท่อ มี อยู่ 2 ชนิด ด้วยกัน คือ

1. Variable Spring

spring ชนิดนี้ load จะมีการเปลี่ยนแปลง โดยขึ้นอยู่กับ ระยะ movement ของ spring จึงเรียกกันว่า variable spring

2. Constant Spring

Spring ชนิดนี้ถูกออกแบบมาให้ load ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ไปตามระยะ movement ไม่ว่า movement จะเกิดขึ้นเท่าไร ก็ตาม load ยังคงเดิม จึงเรียกกัน constant spring

จะเห็นได้ว่า spring ถูกเรียกตามการเปลี่ยนแปลงของโหลด ถ้าโหลดไม่เปลี่ยนแปลงก็เรียก constant ถ้าโหลดเปลี่ยนแปลงก็เรียก variable เข้าใจกันแล้วนะครับ คราวนี้มาดูหน้าที่ของ spring ใน บทนี้ผม จะกล่าวถึงเฉพาะ variable เพียงอย่างเดียว

หน้าที่ของ spring

1. เพื่อรักษา สมดุล ของระบบท่อ หลังจากที่ท่อมีการขยายตัว จากตำแหน่ง installed (cold) ไป operating (hot)
2. อนุญาตให้มีการเคลื่อนที่ของท่อ จาก cold ไป hot ได้ ต่างจาก rigid support ตรงที่ไม่ยอมให้ท่อขยายตัว เคลื่อนที่ได้ง่าย ๆ
3. spring สามารถทำให้ stress range ลดลงในระบบท่อได้ ด้วยเหตุนี้เอง stress engineer ที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา stress ยังไม่มากพอ มักเลือกติดตั้ง spring เพื่อทำให้ expansion stress ที่เกิดขึ้น ไม่เกินค่า allowable limit

WHEN WE INSTALL A SPRING

- สามารถ นำ spring มา ลด Forces & Moment ที่ กระทำต่อ Nozzle ลงได้ จึง นำ spring มาติดตั้ง ใกล้ๆ nozzle ของ equipment เพื่อ จำกัด load ไม่ให้เกินค่า limit
- สามารถ นำ spring มาช่วยแก้ปัญหา settlement ได้ เช่น ที่ Tank ที่ไม่ได้ piling นานๆ ไปหลายสิบปี อาจเกิด settlement ถ้าเราติดตั้ง rigid support เพื่อรองรับน้ำหนักท่อก่อนเข้า tank อาจทำให้ flexibility ไม่เพียงพอ

วิธีการเลือกใช้ VARIABLE and CONSTANT กันอย่างไร

- ถ้า vertical movement ไม่เกิน 70 mm ให้เราเลือกใช้ variable spring
- ถ้า vertical movement เกิน 70 mm ให้ เราใช้ constant spring แทน variable spring

Spring ไม่ควรติดตั้งที่ใด

- ที่ rotating equipment เช่น pump เพราะจะทำให้ pump สั่นได้ เคยเห็น พอร์ปหล่อ บางท่านติด spring ใก้ๆ หน้า pump คงจะหวังว่าทำให้ ระบบท่อยืดหยุ่น แรงกระทำลดลง อย่าเห็นผิดเช่นนั้นนะ เพราะมันจะทำให้ ท่อ vibrate ได้เพิ่มขึ้น ปกติ pump ก็เป็นแหล่งกำเนิดการสั่นสะเทือนอยู่แล้ว ยิ่งติด spring ยิ่ง เสริมขนาดการสั่นสะเทือนเข้าไปอีก แล้วถ้ามันสั่นจนกระทั่งถึง ความถี่ ธรรมชาติ ของ ระบบ จะเกิดอะไรขึ้น เพราะฉะนั้นหลีกเลี่ยงดีกว่า
- reciprocating compressor เหตุผล ที่ไม่ควรติด ก็เช่นเดียวกับ พวก rotating equipment เช่นกัน
- บน pipe rack ไม่ควรจะติด spring เลย ผมเคยเห็นมาเยอะแล้วว่า บน pipe rack มีการติดตั้ง spring ด้วย หนักสุดก็ ติด spring ที่ expansion loop ก็มี plant นั้นก็เลยติด spring ไปกว่า 500 ตัว ลองคิดว่าเสียเงินโดยไม่จำเป็นไปเท่าไร เบาะ ๆ ตัวละ 20000-30000 บาทเอง แล้วถ้ามีใครบอกว่า แก้ปัญหา stress ไม่ได้ ให้เขามาปรึกษากับผม (ไม่คิดค่าปรึกษา) เดียวจะทำให้ดู
- ที่ๆ มีการเคลื่อนที่ แปลงเปลี่ยนในแนว vertical เล็กน้อยมาก นี้ก็เห็นประจำ ท่อขยายตัว move แค่ 0.8 mm ก็ติด spring แล้ว เห็นบ่อย จริงๆ ไม่ได้พูดเล่น การติด spring น้อยๆ นอกจากจะเป็นการ ออกแบบที่ประหยัดแล้ว ยังลดการซ่อมบำรุง ลงด้วย นอกจากนั้นแล้ว ไม่ต้องเสี่ยงต่อการที่ load เปลี่ยนไปเนื่องจากการล้าของ coil spring อีกด้วย ดีไปหมดเลย

สูตรที่ใช้ หากินมีอะไรบ้าง

การคำนวณหา Installed Load (Cold Load)

$$\text{Cold Load} = \text{Hot Load} + (\text{movement} \times \text{spring rate})$$

a) ถ้า spring movement up (เช่น $y = +10 \text{ mm.}$) จะได้ สูตร เหมือนเดิม เป็น

$$\text{Cold Load} = \text{Hot Load} + (\text{movement} \times \text{spring rate})$$

b) แต่ถ้า spring movement down (เช่น $y = -10 \text{ mm.}$) จะได้สูตร ดังนี้

$$\text{Cold Load} = \text{Hot Load} - (\text{movement} \times \text{spring rate})$$

หมายเหตุ Hot Load หรือ Operating load คือ load ที่เกิดขึ้น ขณะ operating
Cold Load หรือ Installed load คือ load ที่เกิดขึ้น ขณะ installation

การคำนวณหา Load Variation

$$\text{Load Variation} = \frac{|\text{Hot Load} - \text{Cold Load}|}{\text{Hot Load}} = \frac{|\text{spring rate} \times \text{movement}|}{\text{Hot Load}}$$

ในการเลือก spring ไม่ ควรให้ load เปลี่ยนแปลงเกิน 25 เปอร์เซ็นต์
จำไว้ละ Load variation เกิน 25 % ใครทำเกินมา บอกให้เขากลับไปทำมาใหม่

การเลือก Spring จาก Table (ยกตัวอย่าง ตารางของ comet spring)

ก่อนอื่น เราต้องรู้ค่า Hot Load, movement และ load variation (load variation นั้นเราจะเป็นผู้กำหนดว่าจะให้ได้มากที่สุดเท่าไร)

Step 1 – คำนวณหา ค่า maximum spring rate จากสูตร

$$\text{Max. spring rate} = \frac{\text{Variation} \times \text{Hot Load}}{\text{Movement}}$$

Step 2 – นำค่า hot load ที่ได้ มากำหนดหา ขนาดของ load โดยหาจาก column ในตาราง

Step 3 – สำหรับขนาด size spring, เลือก series ของ spring ด้วย spring rate ที่ต่ำกว่า ที่คำนวณได้ใน step ที่ 1

Step 4 – คำนวณหา cold load จาก สูตร $CL = HL + kx$ แล้วก็ดูด้วยว่า cold load ที่ได้ ตกอยู่ใน working range ของ spring size นั้นหรือปล่าว

Step 5 - ถ้า cold load ไม่อยู่ใน range ให้เราพยายาม หา spring size ใหม่

ตัวอย่าง สมมติ hot load = 5316 N และ travel จาก ตำแหน่ง cold ไปยัง hot = 37.3 mm up, กำหนดให้ load variation = 25 %

วิธีทำ

Step 1 – max. spring rate = $(0.25 \times 5316) / 37.3 = 35.6 \text{ N/mm}$

Step 2,3 – ค่า hot load เราเท่ากับ 5316 ดังนั้นลอง เลือก spring size V3-16 ซึ่ง spring rate = 18.2 N/mm.

Step 4 – cold load = $5316 + 18.2 \times 37.3 = 5995 \text{ N}$.

Step 5 – จะเห็นว่า cold load เกินค่า max จนตก อยู่ในช่วงที่เรียกว่า over travel นั้นหมายความว่า spring ที่เราเลือกนั้น ออกไป เพราะฉะนั้น ต้องเลือก size ใหม่ ให้เหมาะสม กว่านี้

ลองเลือกใช้ size V3-17 ซึ่งมี spring rate = 22.6 N/mm (ตัวนี้ spring แข็งกว่า)

Step 3 – cold load = $5316 + 22.6 \times 37.3 = 6158 \text{ N}$ (OK load ไม่เกินค่า maximum)

Check load variation = $|5316 - 6158| / 5316 = 0.158$ or 15.8 % OK เลือก อันนี้แหละครับ

การเตรียม Spring Data Sheet (ขอ Pending ไว้ก่อน)