บทที่ 3
แนวทางการติดตั้งท่อไอน้ำแจ็คเก็ตในอุตสาหกรรม

ผู้จัดทำโครงงานได้รวบรวมข้อมูลการติดตั้งท่อไอน้ำแจ็คเก็ตบางส่วน ณ สถานที่ก่อสร้าง บริษัทไบเออร์ไทยจำกัด ตั้งอยู่ที่ อ.มาพตาพุด จ.ระยอง เป็นบริษัทผู้ผลิตและส่งออกเม็ดพลาสติก เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ ชั้นนำของประเทศไทย ซึ่งขยายกำลังการผลิตดังนั้น การติดตั้งจึงต้องคำนึงถึงโครงสร้างที่มีอยู่แล้ว โดยที่บริษัท โตโยไทย คอร์ปอเรชั่น จำกัด บริษัทซึ่งรับเหมาออกแบบและติดตั้งโรงงานแห่งนี้ได้ให้โอกาสทางคณะผู้ดำเนินโครงงานใช้โรงงานแห่งนี้เป็นที่รวบรวมข้อมูลในการติดตั้งท่อไอน้ำแจ็คเก็ต

โดยเมื่อวิศวกรที่ควบคุมงานการติดตั้งได้รับแบบของการเดินท่อ (Pipe Layout) จากวิศวกรผู้ออกแบบแล้ว จะนำไปปฏิบัติงานตามแบบการเดินท่อและแผนงานที่วางไว้ ซึ่งสามารถเรียงลำดับการปฏิบัติงานเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

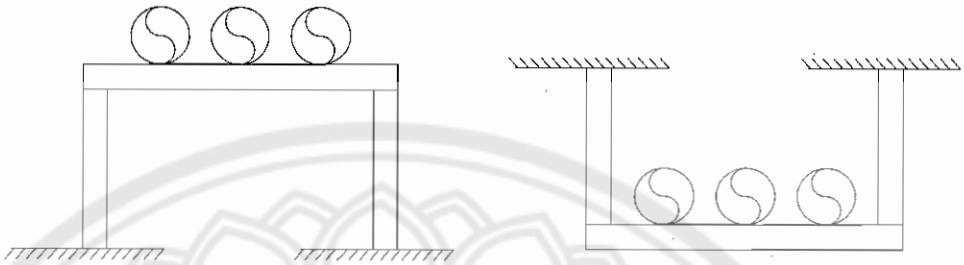
1. การติดตั้งเหล็กยึดแขวนหรือหนุนรองท่อ
2. การประกอบและการติดตั้งท่อ
3. การตรวจสอบรอยรั่วในระบบท่อที่ติดตั้ง
4. การหุ้มฉนวนท่อ

3.1 การยึดแขวนและหนุนรองท่อ (Hanger and Supports)

เนื่องจากผู้ออกแบบการเดินท่อได้มีการวางการหนุนรองท่อไว้เรียบร้อยแล้ว ดังนั้นผู้จัดทำโครงงานจึงขอยกตัวอย่างในการยึดแขวนและหนุนรองเพื่อรับน้ำหนักท่อ ของไหลภายในท่อ การขยายตัวหรือหดตัวเมื่อท่อรับความร้อน รับการสั่นสะเทือนทำให้ท่ออยู่ในแนวที่กำหนด ป้องกันความเสียหายของระบบท่อ การยึดแขวนและหนุนรองท่อ (Pipe supports) จะใช้อุปกรณ์หลายชนิดด้วยกัน เช่น ตัวหนุนรอง (Supports) ตัวแขวน (Pipe hanger) สมอยึด (Anchor) และปลอกสวมท่อ (Guides)

อุปกรณ์ยึดแขวนและหนุนรองท่อที่ใช้ Supports และ Hanger ดังนั้นทางผู้ทำโครงการจึงขอยกตัวอย่างการติดตั้ง 2 ชนิด ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งในรูปดังกล่าวจะแสดงลักษณะความ

แตกต่างของการยึดแขวนและหนุนรองท่อ โดยในกรณีที่ระบบท่ออยู่สูงกว่าอุปกรณ์ เรียกว่า การหนุนรอง (Supports) ส่วนกรณีที่ระบบท่ออยู่ต่ำกว่าอุปกรณ์ เรียกว่า การยึดแขวนท่อ (Hanger)



ก. supports ข. Hanger

รูปที่ 3.1 รูปแสดงลักษณะ supports และ Hanger ที่ใช้ในงานก่อสร้างที่บริษัท ไบเออร์ ไทย จำกัด

การติดตั้งเหล็กยึดแขวนหรือหนุนรองท่อ ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. น้ำหนักของท่อ น้ำหนักจะต้องรวมทั้งน้ำหนักของท่อและน้ำหนักของของเหลวภายในท่อด้วย วาล์วและฉนวนหุ้มท่อก็จำเป็นต้องนำเข้ามาพิจารณาด้วย

2. ชนิดของท่อ ระยะระหว่างเหล็กยึดแขวนหรือหนุนรองท่อจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของท่อ เช่น ท่อเหล็กหล่อและท่อเหล็กดัดโค้งได้น้อยกว่าท่อตะกั่ว ท่อทองแดง หรือท่อพลาสติก

3. การป้องกันการส่งถ่ายการสั่นสะเทือน ในกรณีที่ต่อท่อเข้ากับเครื่องจักรกล ความสั่นสะเทือนอาจส่งผ่านมาตามท่อ เหล็กยึดแขวน หรือมาตามโครงสร้างของอาคาร ทำให้เกิดเสียงและเรสโซแนนซ์ (resonance) ยิ่งไปกว่านั้นบางครั้งอาจเกิดแรงช็อคเนื่องจากการเกิดน้ำกระแทกอีกด้วย

4. การขยายตัวของท่อ เหล็กยึดแขวนหรือหนุนรองท่อจะต้องสามารถรับการขยายหรือหดตัวของท่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิด้วย

5. การพิจารณาระยะห่างระหว่างท่อ ระยะห่างระหว่างท่อกับกำแพงหลังจากเดินเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีเพียงพอที่จะทำงานโดยใช้เครื่องมือได้ หรือเพื่อการหุ้มฉนวน การทาสี การตรวจ และการบำรุงรักษา ระยะที่แคบที่สุด คือ 25 mm ซึ่งหมายถึงระยะระหว่างท่อหลังจากเดิน

แล้วเสร็จไม่ว่าจะมีการหุ้มฉนวนท่อหรือไม่ก็ตาม ระยะห่างระหว่างเหล็กยึดแขวนหรือหนุนรองท่อสามารถดูได้จากตารางที่ 3.1

6. การพิจารณาถึงงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ควรพิจารณาถึงงานอื่น ๆ ที่อาจจะเข้ามาติดตั้งอยู่ในที่เดียวกัน เช่น การดิดตั้งปล่อง และท่อสำหรับเครื่องปรับอากาศ หลังการติดตั้งชั้นวางท่อสายเคเบิ้ลหรือสายไฟฟ้า

7. การพิจารณาถึงการเดินท่อเรียงขนานกันหลาย ๆ ท่อ ควรเดินท่อตามแนวแกน หรือผิวล่างเรียงตัวกันเป็นระเบียบ ประณีต ให้มากที่สุด

8. ควรยึดโบลต์สำหรับแขวนในแนวดิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้ยางเป็นตัวกันความสั่นสะเทือน จะต้องระมัดระวังการยึด มิให้ส่วนที่เป็นยางถูกดึงเอียง ๆ ควรให้รับแรงโดยสม่ำเสมอ

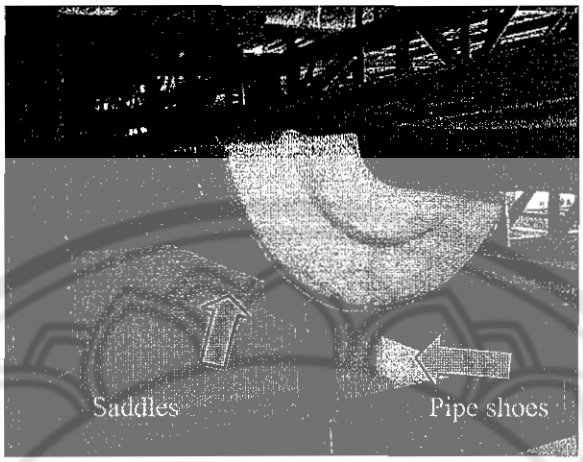
9. การยึดท่อให้มั่นคงจนไม่สามารถแกว่งจากด้านข้างได้

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงระยะห่างระหว่างเหล็กยึดแขวนหรือหนุนรองท่อ: *[2]*

เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ	ระยะห่างระหว่างเหล็กยึดแขวน
20 mm หรือเล็กกว่า	1.8 m หรือต่ำกว่า
25 - 40 mm	2.0 m หรือต่ำกว่า
50 - 80 mm	3.0 m หรือต่ำกว่า
90 - 150 mm	4.0 m หรือต่ำกว่า
200 mm หรือใหญ่กว่า	5.0 m หรือต่ำกว่า

3.1.1 แท่นรองรับท่อ (Pipe shoes)

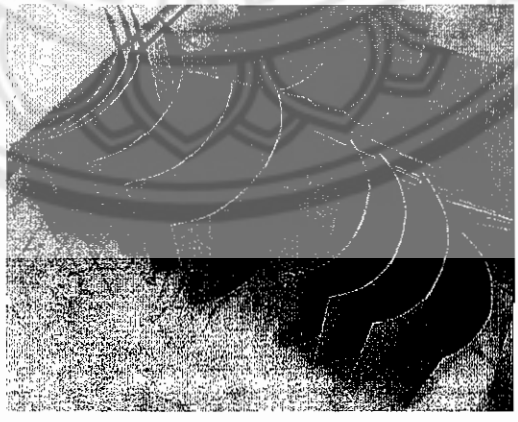
การเดินท่อในระบบท่อแจ็คเก็ต ในบางช่วงต้องมีความลาดเอียง เพื่อให้น้ำไหลกลับเข้าสู่อุปกรณ์ ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้ Pipe shoes เชื่อมติดกับคาน Hanger โดยความยาวของ Pipe shoes จะเป็นตัวกำหนดความลาดเอียงของระบบท่อ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แท่นรองรับท่อ (Pipe shoes) และแซดเดิลที่ใช้ ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทย จำกัด

3.1.2 แซดเดิลส์ (Saddles)

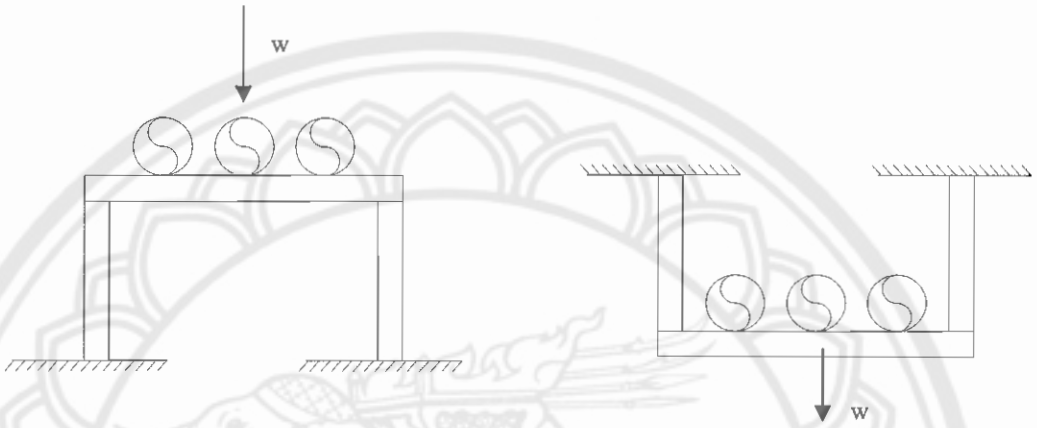
แซดเดิลส์ใช้รับท่อหุ้มฉนวน เพื่อวางเข้ากับรางเลื่อนหรือจุดรองรับท่อ ท่อที่หุ้มฉนวนปกติจะมีการเคลื่อนที่เนื่องจากการขยายตัวหรือหดตัว อุปกรณ์นี้ออกแบบมาเพื่อรับการเคลื่อนที่ในแนวราบ โดยไม่ต้องพิจารณาแนวดิ่ง และยังป้องกันการฉีกขาดของฉนวนและการสึกหรอของท่อด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แซดเดิลส์ที่ใช้ ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทยจำกัด

3.1.3 การคำนวณเพื่อหาขนาดเหล็กสำหรับใช้ทำ Support และ Hanger

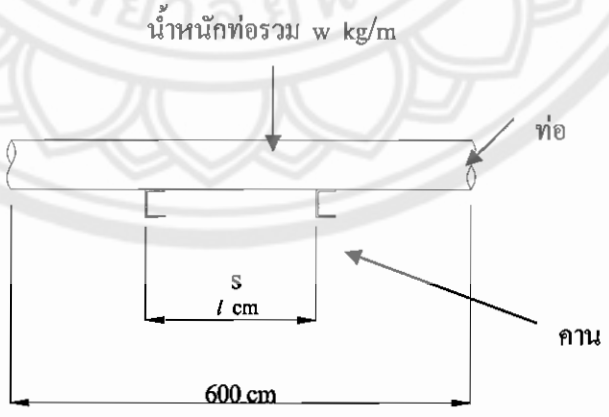
3.1.3.1 การคำนวณหาขนาดของคานที่ยึดติดแน่นไว้ 2 ข้าง



ก) คาน Supports ข) คาน Hanger

รูปที่ 3.4 รูปแสดงทิศทางของแรงที่กระทำต่อคาน Supports และ Hanger

การคำนวณหาขนาดของคาน Supports และ คาน Hanger นั้นมีหลักในการคำนวณเหมือนกัน แตกต่างกันที่ทิศทางของแรงที่กระทำเท่านั้น ดังนั้นจึงขอยกตัวอย่างการคำนวณในรูปแบบของคาน Supports



รูปที่ 3.5 รูปแสดงท่อที่วางบนคาน Supports

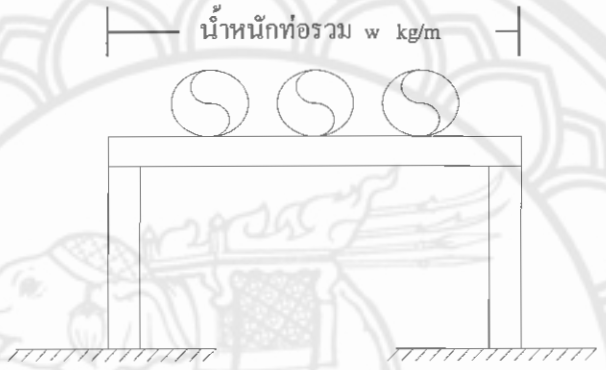
จากรูปที่ 3.5 สามารถคำนวณหาน้ำหนักที่คานแต่ละตัวรับได้ ดังนี้

ในที่นี้ s เท่ากับ ระยะ Span ซึ่งปกติมีค่าอยู่ระหว่าง 2.5 - 3 m

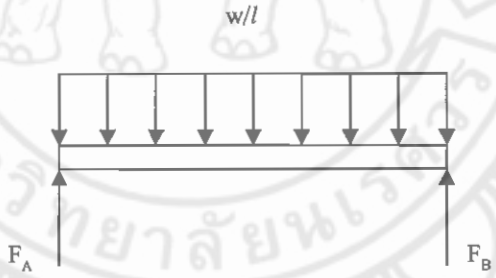
ท่อมาตรฐาน 1 เส้นยาว 6 m ดังนั้น

น้ำหนักท่อรวม = w kg/m x 6 m

คานแต่ละตัวรับน้ำหนักโดยเฉลี่ย = น้ำหนักท่อรวม / 2 kg



รูปที่ 3.6 รูปแสดงน้ำหนักท่อที่กระทำต่อคาน



รูปที่ 3.7 ผังวัตถุอิสระแสดงแรงทั้งหมดที่กระทำต่อคาน

จากรูปที่ 3.6 และ 3.7 สามารถคำนวณหาขนาดของคาน Supports ได้ตามลำดับดังนี้

1. คำนวณหาการแอ่นตัวของคาน

จากสูตร $$\Delta_{max} = \frac{5wl^4}{384EI} \quad (3.1)$$

โดยที่ Δ_{max} = การแอ่นตัวสูงสุดของคาน, cm

w = น้ำหนักทั้งหมดบนคานคูณค่าความปลอดภัย ซึ่งในที่นี้ใช้ 1.3, kg

l = ความยาวของคาน, m

E = Modulus of Elasticity, kg/cm^2(ksc)

I = โมเมนต์ความเฉื่อยของคาน, cm^4

ข้อกำหนดในการคำนวณ คือ $$\Delta_{max} \leq \frac{l}{360} \quad (3.2)$$

เมื่อพิจารณาสมการที่ 3.1 พบว่าเรายังไม่ทราบค่าโมเมนต์ความเฉื่อย (I) ทำให้หาค่า Δ_{max} ไม่ได้ ดังนั้นจึงพิจารณาหาค่า Δ_{max} จากสมการที่ 3.2 แทน เมื่อหาค่า Δ_{max} ได้แล้วจึงนำกลับไปแทนค่าในสมการที่ 3.1 แล้วย้ายข้างสมการเพื่อหาค่าค่าโมเมนต์ความเฉื่อย (I) จะได้ดังสมการที่ 3.3

$$I = \frac{\frac{5\times 1.3w}{100}\times(l\times 100)^4}{384\times E\times \Delta_{max}} \qquad \frac{\frac{kg}{cm}\times cm^4}{\frac{kg}{cm^2}\times cm} \quad (3.3)$$

2. คำนวณหาค่าโมดูลัสของหน้าตัด

จากสูตร $$Z_x = \frac{M_{max}}{F_b} \quad (3.4)$$

โดยที่ Z_x = โมดูลัสของหน้าตัด, cm^3 (Modulus of section)

M_{max} = โมเมนต์ดัดสูงสุดที่เกิดขึ้น, kg.cm (Maximum moment)

F_b = หน่วยแรงดัดสูงสุดที่เกิดขึ้น, kg/cm^2

โดยข้อกำหนดคือ $F_b = 0.6\,F_y$ (3.5)

F_y = จุดคลากสำหรับเหล็กกล้าคาร์บอน มีค่าอยู่ระหว่าง 2,250 – 2,5kg/cm^2

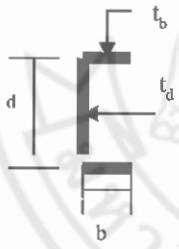
เมื่อพิจารณาหน่วยแรงดัดสูงสุดที่เกิดขึ้น $F_b = 0.6\ F_y$ โดยที่ F_y มีค่าอยู่ระหว่าง 2,250 – 2,530 kg/cm^2 เราเลือกค่า F_y เท่ากับ 2,500 kg/cm^2 ดังนั้น

$$F_b = 0.6\ F_y = 0.6 \times 2{,}500 = 1{,}500\ \text{kg/cm}^2$$

เมื่อพิจารณาสมการที่ 3.4 ยังไม่ทราบค่า โมเมนต์ดัดสูงสุด ดังนั้นหาค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นที่จุดปลายของคานจาก

$$M_{max@end\ beam} = \frac{wl^2}{8} = \frac{1.3wl^2}{8}\ \text{kg.m} \qquad (3.6)$$

นำค่า I และ Z_x ที่คำนวณได้ไปเปิดตาราง ก.1 ในภาคผนวก ก. หาขนาดของเหล็กเพื่อใช้ทำคานจะได้เหล็กที่เล็กที่สุดที่สามารถรับน้ำหนักท่อได้ โดยถ้าค่า I และ Z_x ที่นำไปใช้เปิดตารางไม่ตรงกับในตารางให้เลือกใช้ค่าที่มากกว่า ทั้งนี้สามารถดูตัวอย่างการคำนวณได้จากตัวอย่าง ก.1 ในภาคผนวก ก.



$= d \times b \times t_d \times t_b$

รูปที่ 3.8 รูปแสดงเหล็ก Channel ที่เลือกใช้

3. การตรวจสอบค่าความถูกต้องของขนาดคาน Supports ที่เลือกใช้

3.1 ตรวจสอบค่าเหล็ก Channel จากตารางว่ายอมรับได้หรือไม่ โดยมีข้อกำหนด คือ

อัตราส่วนของ $\frac{b}{2t_b}$ จะต้องน้อยกว่า $\frac{545}{\sqrt{F_y}}$ (3.7)

และ $\frac{b}{2t_b}$ จะต้องน้อยกว่า $\frac{5355}{\sqrt{F_y}}$ (3.8)

3.2 ตรวจสอบค่า Bending Force

จากสมการที่ 3.4 $$Z_x = \frac{M_{max}}{F_b}$$

ย้ายข้างหา F_b จะได้ $$F_b = \frac{M_{max} \times 100}{Z_x} \quad \frac{kg.cm}{cm^3} \qquad (3.9)$$

ข้อกำหนด คือ ค่า F_b ที่ได้ต้องน้อยกว่า $0.6\,F_y$

3.3 ตรวจสอบ ค่า Shear

จากสูตร $$f_v = \frac{\frac{wl}{2}}{dt_d} \qquad (3.10)$$

โดยที่ f_v = แรงเฉือนที่กระทำต่อคาน, kg/cm^2

w = น้ำหนักของคาน x ค่าความปลอดภัย (1.3), kg

l = ความยาวของคาน, m

d = ด้านยาวของเหล็ก Channel (พิจารณาจากรูปที่ 29) ,cm

t_d = ความหนาของด้านยาวของเหล็ก Channel (พิจารณาจากรูปที่ 29) ,cm

ข้อกำหนด คือ ค่า f_v ที่ได้ต้องน้อยกว่า $0.4\,F_y$

3.4 ตรวจสอบ ค่า Deflection

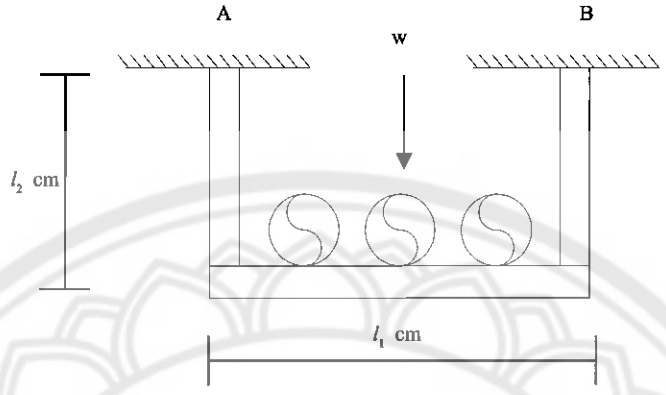
น้ำหนักจริง (w) = (น้ำหนักท่อทั้งหมด + น้ำหนักคาน) (ค่าความปลอดภัยในที่นี้ใช้ 1.3) (3.11)

= (w) (1.3) kg/m

จากสมการที่ 3.1 $$\Delta_{max} = \frac{5wl^4}{384EI}$$

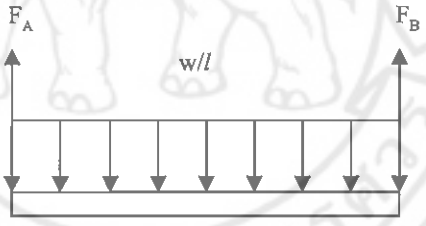
ข้อกำหนด คือ Δ_{max} ที่ได้ต้องน้อยกว่า $< \frac{l}{360}$

3.1.3.2 การคำนวณหาขนาดเหล็กหิ้วหรือเหล็กรับแรงกด



รูปที่ 3.9 รูปแสดงทิศทางของแรงที่กระทำต่อเหล็กรับแรงดึง

ในหัวข้อนี้เป็นการพิจารณาหาขนาดของเหล็กหิ้วที่ดึงคาน Hanger หรือเหล็กที่รับแรงกดของคาน Supports ซึ่งมีวิธีการคำนวณเหมือนกันแต่ทิศทางของแรงที่กระทำตรงข้ามกันเท่านั้น ดังนั้นทางผู้ดำเนินโครงการจึงขอยกตัวอย่างการคำนวณเหล็กรับแรงดึงในคาน Hanger เพียงประเภทเดียว



รูปที่ 3.10 ผังวัตถุอิสระแสดงแรงทั้งหมดที่กระทำต่อคานและเหล็กหิ้ว

1. การคำนวณหาแรงดึงที่ยอมให้

จากสูตร $$T_a = F_t A_n = 0.6 F_y A_n \quad (3.12)$$

โดยที่ T_a = แรงดึงที่ยอมให้, kg

A_n = เนื้อที่หน้าตัดสุทธิ, $cm^2 \leq 0.85\ A_g$

A_g = เนื้อที่หน้าตัดทั้งหมด, cm^2

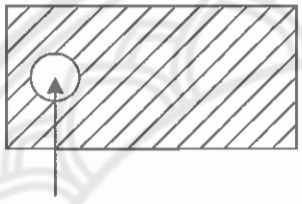
F_t = หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ต่อพื้นที่ , kg/cm^2

F_y = หน่วยแรงคลาก, kg/cm^2

F_u = กำลังดึงน้อยที่สุด kg/cm^2

ถ้าเหล็กที่ใช้ทำ Hanger ไม่มีการเจาะรูนั่นคือ $A_n = A_g$

$$T_a = F_t A_n = 0.6 F_y A_n = 0.6 F_y A_g \quad (3.13)$$



A_g คือ เนื้อที่หน้าตัดทั้งหมด = พื้นที่แรเงา + พื้นที่รูเจาะ
A_n คือ เนื้อที่หน้าตัดสุทธิ = พื้นที่แรเงา

รูที่เจาะเพื่อยึด

รูปที่ 3.11 รูปแสดงเนื้อที่หน้าตัดสุทธิและเนื้อที่หน้าตัดทั้งหมด

เลือกเหล็กจากตาราง ก.2 แล้วคำนวณตามขั้นตอน ทั้งนี้สามารถดูตัวอย่างการคำนวณได้จากตัวอย่าง ก.2 ในภาคผนวก ก.

2. ตรวจสอบ ค่า Stiffness

$$\frac{Kl}{r} \leq 300 \quad (3.14)$$

โดยที่ l = ความยาวของเหล็กหิ้ว (Hanger) cm

r = Raduis of Gyration cm

K = สัมประสิทธิ์ความยาวประสิทธิผลจะอยู่ระหว่าง 0.5 – 2

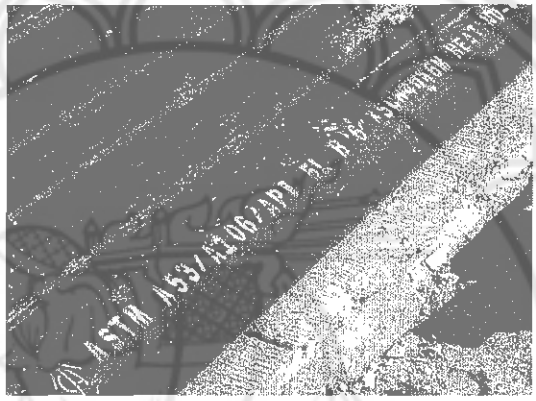
หาค่า $\frac{Kl}{r}$ แล้วนำค่าที่ได้คูณกับค่าความปลอดภัย (ใช้ 1.2) โดยมีข้อกำหนด คือ ค่าที่คำนวณได้ต้องไม่เกินกว่า 300 จึงจะยอมรับได้

3.2 การติดตั้งท่อแจ็คเก็ต (Fabrication and construction)

หลังจากที่ติดตั้งเหล็กยึดแขวนท่อแล้วก็จะเริ่มนำท่อขึ้นที่ได้ทำการประกอบขึ้นไปติดตั้งบนเหล็กเหล็กยึดแขวนท่อ

ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงการติดตั้งท่อแจ็คเก็ต โดยเริ่มจากการเก็บรักษาท่อก่อนการติดตั้ง การประกอบและการต่อท่อ ตามลำดับดังนี้

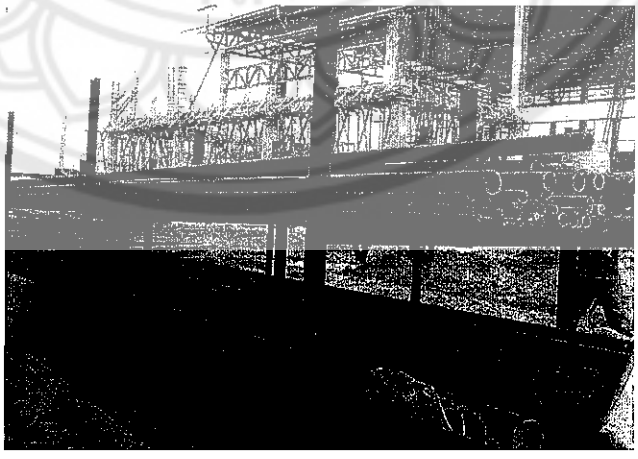
3.2.1 การเก็บรักษาท่อก่อนการติดตั้ง



รูปที่ 3.12 ตัวอักษรแสดงรายละเอียดท่อ ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทยจำกัด

1. ท่อทุกเส้นต้องทาสีกันสนิม และปลายท่อทุกเส้นจะต้องมี Cap พลาสติกอุดไว้ทั้ง 2 ข้าง เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกเข้าไปตกค้างอยู่ภายในท่อ

2. การจัดเก็บท่อต้องทำขั้น Rack สำหรับเก็บโดยเฉพาะ *ห้ามวางท่อกับพื้น* แม้จะหนุนลอยด้วยไม้หมอนก็ไม่ควรทำ ท่อแต่ละชนิดต้องแยกชั้นวางไม่ให้ปะปนกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การเก็บรักษาบน Rack ท่อก่อนติดตั้ง ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทยจำกัด

3. ท่อ ก่อนนำขึ้นติดตั้งจะต้องมีการทำความสะอาดภายในท่อ โดยใช้เศษผ้าเก่าหลาย ๆ ผืนพันกันแล้วหย่อนลงไปในท่อ จากนั้นดึงเข้าออกเพื่อทำความสะอาดผิวท่อด้านใน (ชักแส้)

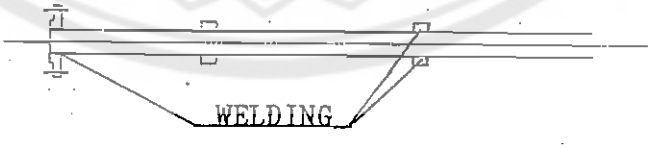
3.2.2 การประกอบท่อ

การประกอบท่อมีความจำเป็นสำหรับระบบท่อทุกระบบ เป็นขั้นตอนที่ทำให้ระบบท่อที่ได้รับการออกแบบและวางผังไว้ไปสู่ขั้นตอนปฏิบัติในการใช้งานจริง จึงถือเป็นส่วนสำคัญของระบบท่อทั้งหมดที่ประกอบอยู่ในกระบวนการผลิต ซึ่งการประกอบสามารถแบ่งออกเป็นได้ 3 ลักษณะคือ แบบตรง แบบโค้ง และก็แบบแยกดั้งนี้

3.2.2.1 ขั้นตอนการประกอบท่อไอน้ำแจ็คเก็ตแบบตรง

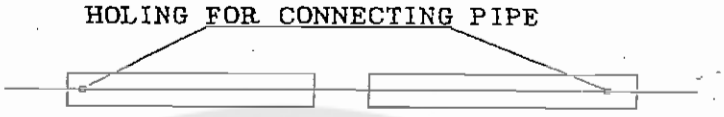
รูปที่ 3.14 รูปแสดงวิธีการประกอบท่อแจ็คเก็ตไอน้ำแบบตรง: *[3]*

(A) เชื่อมหน้าแปลน (flange) และ (Spacer) เข้ากับท่อด้านในดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 รูปแสดงการเชื่อมหน้าแปลน (flange) และ (Spacer) เข้ากับท่อด้านใน: *[3]*

(B) ประกอบท่อด้านนอกดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 รูปแสดงการประกอบท่อด้านนอก *:[3]*

(C) จัดท่อด้านในและด้านนอกให้ถูกตำแหน่งดังรูปที่ 3.17

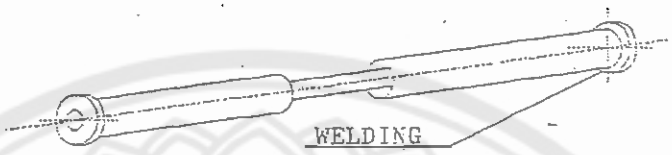
รูปที่ 3.17 รูปแสดงการจัดท่อด้านในและด้านนอกให้ถูกตำแหน่ง*:[3]*

(D) เชื่อมหน้าแปลน (flange) ด้านที่เหลือเข้ากับท่อด้านในดังรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 รูปแสดงการเชื่อมหน้าแปลน (flange) ด้านที่เหลือเข้ากับท่อด้านใน*:[3]*

(E) ทำการทดสอบความดันภายในท่อ

(F) เชื่อมท่อด้านนอกกับหน้าแปลน (flange)ดังรูปที่ 3.19

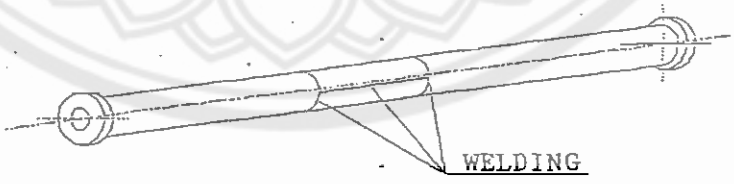


รูปที่ 3.19 รูปแสดงการเชื่อมท่อด้านนอกกับหน้าแปลน (flange) *:[3]*

(G) ประกอบ split ดังรูปที่ 3.20

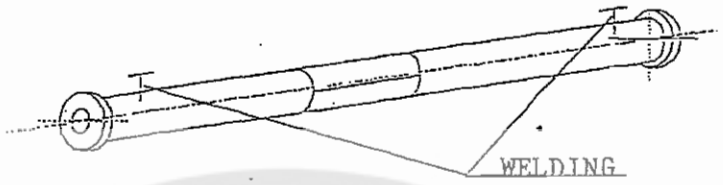
รูปที่ 3.20 รูปแสดงการประกอบ split*:[3]*

(H) เชื่อม split เข้ากับท่อด้านนอกดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 รูปแสดงการเชื่อม split เข้ากับท่อด้านนอก*:[3]*

(I) เชื่อม jump over เข้ากับท่อด้านนอกดังรูปที่ 3.22

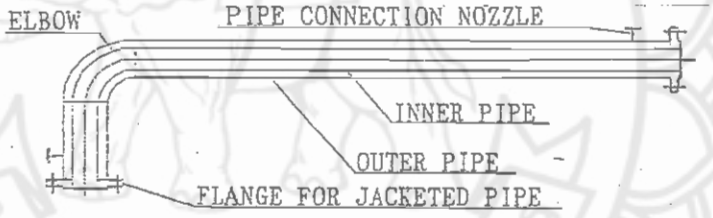


รูปที่ 3.22 รูปแสดงการเชื่อม jump over เข้ากับท่อด้านนอก*:[3]*

(J) ทำการทดสอบความดันภายในท่อ

(K) ทำความสะอาดภายในท่อ

3.2.2.2 ขั้นตอนการประกอบท่อไอน้ำแจ็คเก็ตแบบโค้ง



รูปที่ 3.23 รูปแสดงวิธีการประกอบท่อไอน้ำแจ็คเก็ตแบบโค้ง*:[3]*

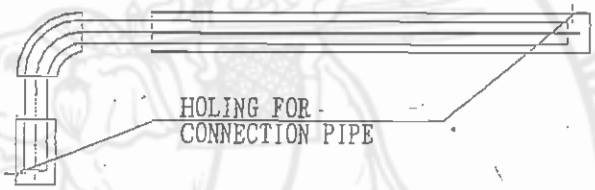
(A) ปรับ ข้องอ (elbow) ด้านนอกและด้านในให้ได้ตำแหน่งที่เหมาะสมแล้วทำการเชื่อม ข้องอ (elbow) ด้านนอกและด้านในดังรูปที่ 3.24

รูปที่ 3.24 รูปแสดงการปรับ ข้องอ (elbow) ด้านนอกและด้านใน*:[3]*

(B) เชื่อมท่อด้านในอีกด้านเข้ากับข้องอ (elbow) ดังรูปที่ 3.25

รูปที่ 3.25 รูปแสดงการเชื่อมท่อด้านในอีกด้านเข้ากับข้องอ (elbow) *:[3]*

(C) ประกอบท่อด้านนอกอีกด้านหนึ่งเข้ากับท่อด้านในดังรูปที่ 3.26



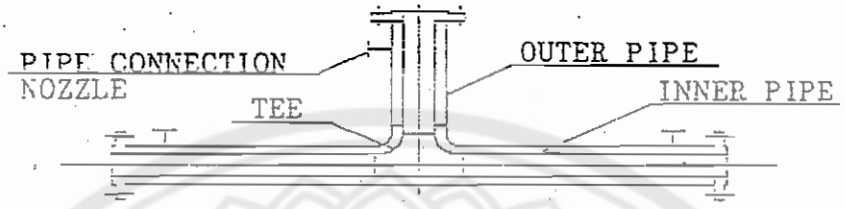
รูปที่ 3.26 รูปแสดงการประกอบท่อด้านนอกอีกด้านหนึ่งเข้ากับท่อด้านใน*:[3]*

(D) เชื่อมหน้าแปลน (flange) เข้ากับท่อด้านในทั้งสองด้านดังรูปที่ 3.27

รูปที่ 3.27 รูปแสดงการเชื่อมหน้าแปลน (flange) เข้ากับท่อด้านในทั้งสองด้าน*:[3]*

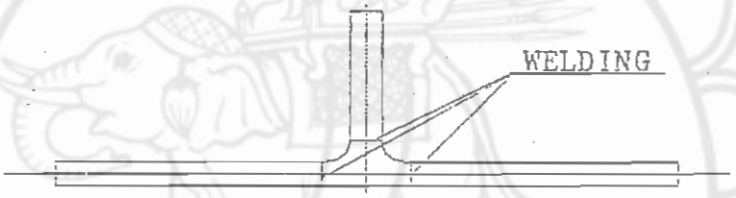
(E) ทดสอบความดันภายในท่อ

3.2.2.3 ขั้นตอนการประกอบท่อไอน้ำแจ็คเก็ตแบบแยก



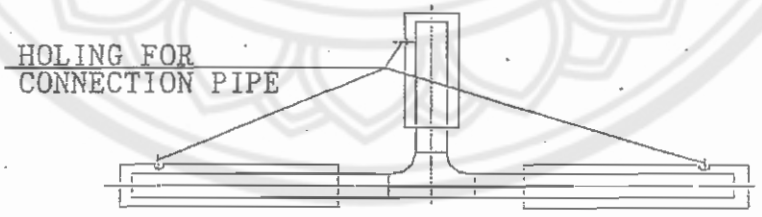
รูปที่ 3.28 รูปแสดงวิธีการประกอบท่อไอน้ำแจ็คเก็ตแบบแยก*:[3]*

(A) เชื่อมท่อด้านในทั้งสามด้านเข้ากับสามทาง (tee) ดังรูปที่ 3.29



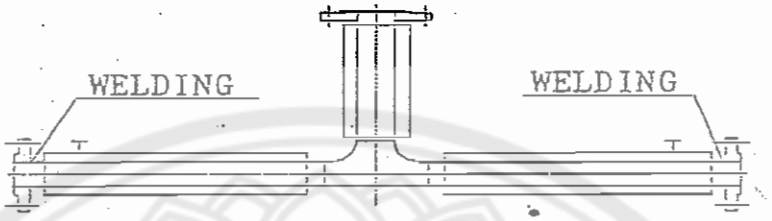
รูปที่ 3.29 รูปแสดงวิธีการเชื่อมท่อด้านในทั้งสามด้านเข้ากับสามทาง (tee) *:[3]*

(B) ประกอบท่อด้านนอกเข้ากับท่อด้านในดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 รูปแสดงวิธีการประกอบท่อด้านนอกเข้ากับท่อด้านใน*:[3]*

(C) เชื่อมหน้าแปลน (flange) เข้าท่อด้านในดังรูปที่ 3.31



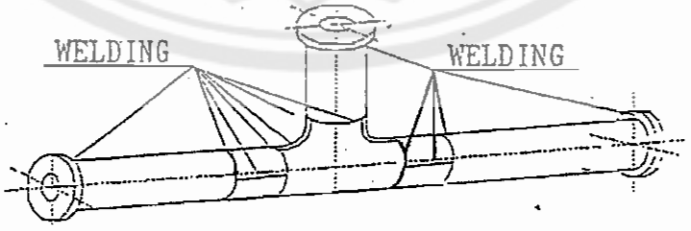
รูปที่ 3.31 รูปแสดงวิธีการเชื่อมหน้าแปลน (flange) เข้าท่อด้านใน*:[3]*

(D) ทดสอบความดันภายในท่อ

(E) ประกอบท่อผ่า(split) แบบสามทาง(tee) เข้ากับท่อด้านในดังรูปที่ 3.32

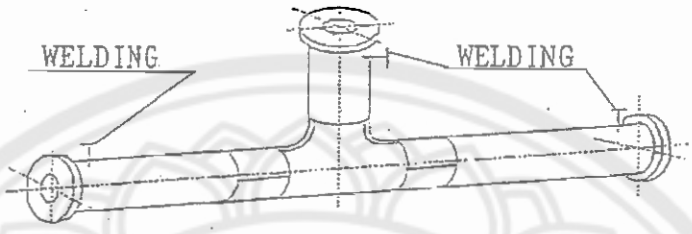
รูปที่ 3.32 รูปแสดงวิธีการประกอบท่อผ่า(split) แบบสามทาง(tee) เข้ากับท่อด้านใน*:[3]*

(F) เชื่อมท่อผ่า(split) เข้ากับท่อด้านนอกดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 รูปแสดงวิธีการเชื่อมท่อผ่า(split) เข้ากับท่อด้านนอก*:[3]*

(F) เชื่อม jump over เข้ากับท่อด้านนอกดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 รูปแสดงวิธีการเชื่อม jump over เข้ากับท่อด้านนอก*:[3]*

(I) ทดสอบความดันภายในท่อ

(J) ทำความสะอาดภายในท่อ

3.2.3 การต่อท่อ (Pipe Joints)

ในระบบท่อลักษณะการต่อท่ออยู่ 3 ประเภทคือ การเชื่อม การต่อด้วยเกลียว และการต่อด้วยหน้าแปลน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.3.1 การต่อท่อโดยการเชื่อม

การเชื่อมท่อในระบบท่อสองชั้น ถ้าแบ่งตามวิธีการเชื่อม สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

1. การเชื่อมด้วยไฟฟ้า เป็นวิธีการเชื่อมที่ง่ายและราคาถูก แต่มีข้อเสียคือ ในระหว่างที่เชื่อมจะเกิดประกายไฟและมีการตกสะเก็ด ทำให้บริเวณที่เชื่อมไม่สะอาด

2. การเชื่อมด้วยอาร์กอน ลักษณะการเชื่อมโดยใช้อาร์กอนจะไม่เกิดประกายไฟและไม่มีการตกสะเก็ด เหมาะกับงานที่มีความสะอาด แต่มีข้อเสียคือ ราคาสูงกว่าการเชื่อมไฟฟ้า

การต่อท่อถ้าแบ่งตามลักษณะการเชื่อม จะแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

1. สวมเชื่อม (Socket-welded) การต่อจะใช้กับท่อขนาดเล็กและไม่เกิน 2 นิ้ว สามารถป้องกันการรั่วไหลได้ดี การเชื่อมในลักษณะนี้จะใช้สำหรับติดตั้งวาล์ว เนื่องจากการต่อในลักษณะนี้ทำให้ติดตั้งวาล์วได้ง่าย

2. เชื่อมต่อชน (Butt-welded) การต่อด้วยวิธีเชื่อมในลักษณะนี้จะใช้เฉพาะวาล์วและท่อเหล็กกล้าเท่านั้น ในงานที่อุณหภูมิและความดันสูงไม่ต้องถอดประกอบ การเชื่อมแบบนี้จะให้ความมั่นใจในด้านความปลอดภัยว่าจะไม่มีการรั่วไหลจากรอยต่อ

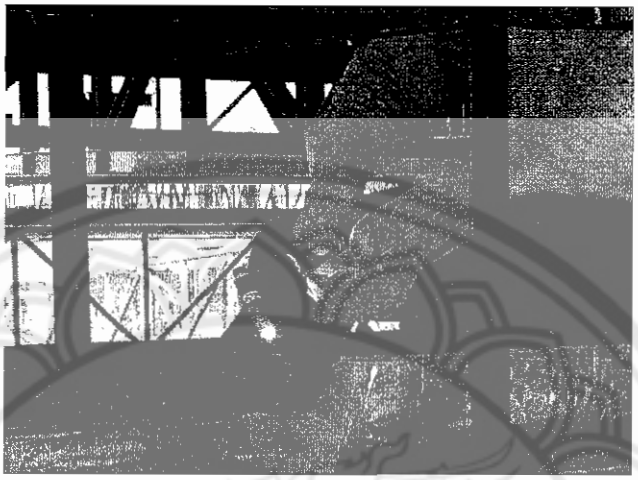
การเชื่อมท่อ มีหลักเกณฑ์ในการปฏิบัติดังนี้

1. การตัดท่อให้ใช้ Fiber Cutter หรือหินเจียเป็นเครื่องมือตัดท่อ ห้ามตัดด้วยแก๊ส ยกเว้นท่อขนาดใหญ่ และเป็นกรณีที่จำเป็นเท่านั้น

2. ปลายท่อที่จะเชื่อมต่อกันมักจะต้องแต่งด้วยหินเจียให้ตรงเรียบร้อย และเจียลบมุมปลายท่อให้ได้ระยะท่อที่ถูกต้อง ดังแสดงในรูปที่ 3.35

รูปที่ 3.35 ท่อที่เจียลบมุมแล้ว ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทยจำกัด

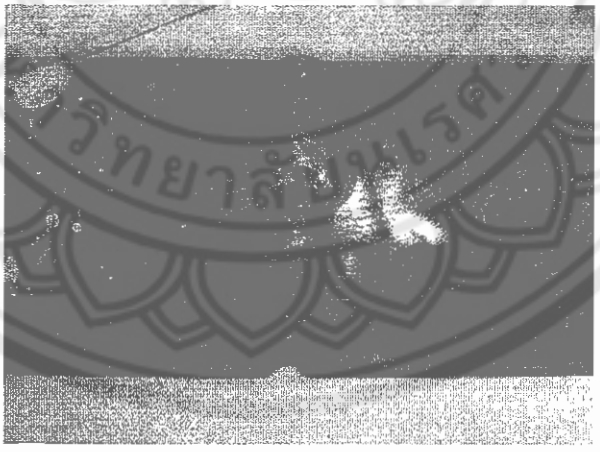
3. ท่อขนาด 1/2" ถึง 4" หรือเล็กกว่าให้เชื่อมด้วยอาร์กอน ดังแสดงในรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 การเชื่อมอาร์กอน ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทยจำกัด

4. ท่อขนาด 4-1/2" ขึ้นไป ให้เชื่อมด้วยอาร์กอน และทับหน้าด้วยไฟฟ้า (เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการเชื่อม)

5. การเชื่อมท่อต่อกันเป็นรอยต่อชนิด Butt Weld ดังนั้นจะต้องมีร่องตัว V สำหรับท่อหนา เว้นระยะต่อที่ถูกต้อง ดังแสดงในรูปที่ 3.37

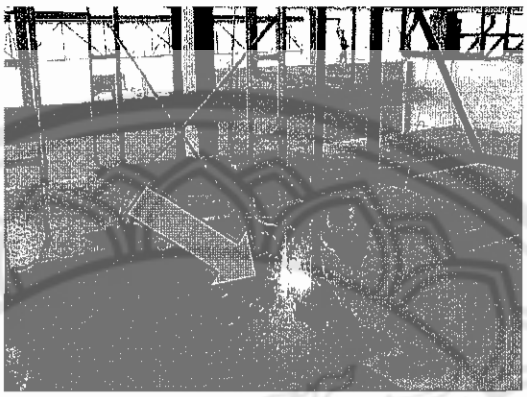


รูปที่ 3.37 การเชื่อมท่อต่อกัน ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทยจำกัด

6. เมื่อตัดท่อและเจียปลายท่อแล้ว จะต้องเคาะทำความสะอาดเหล็กภายในท่อให้เรียบร้อย และตรวจดูภายในท่อให้เรียบร้อย และ ตรวจดูภายในท่อไม่ให้มีวัสดุตกค้างอยู่ เช่นเศษพลาสติก เศษผ้าทำความสะอาด และถุงพลาสติก ก่อนทำการเชื่อมเสมอ

7. ห้ามตัดหรือเจาะท่อด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้า

8. การเชื่อมทุกครั้ง ต้องมีแผ่นไม้หรือผ้าใบรองที่พื้น เพื่อป้องกันสะเก็ดไฟจากการเชื่อมไปทำให้พื้นหรือเสียหาย ดังแสดงในรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 รูปแสดงการใช้แผ่นไม้รองขณะเชื่อมทุกครั้ง ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทย จำกัด

9. การแยกท่อด้วยการเจาะท่อ Main ถ้าเป็นไปได้ควรประกอบให้เสร็จเรียบร้อยใน Work Shop เสียก่อนจึงนำขึ้นไปประกอบในบริเวณที่จะติดตั้ง แต่ถ้าจำเป็นต้องทำการเจาะท่อ Main ที่วางบน Hanger ห้ามยึดท่อ Main ก่อน เพื่อที่จะสามารถหมุนรูท่อที่เจาะให้คว่ำลงเพื่อเคาะเศษขี้เหล็กออกให้หมด แล้วจึงเชื่อมยึดท่อ Main ต่อไป

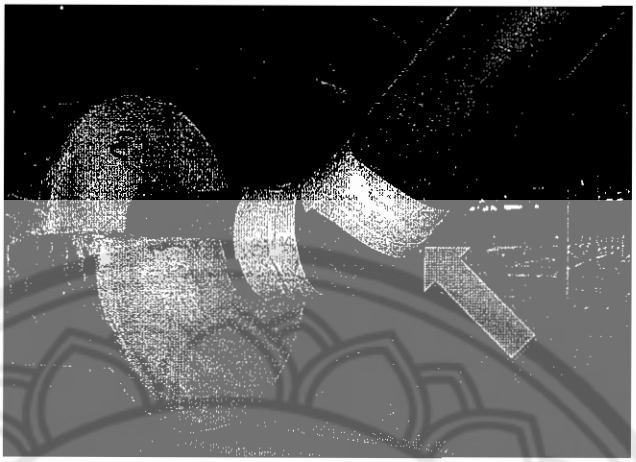
10. แนวเชื่อมแต่ละขนาดท่อ ควรดูให้เหมาะสมในเรื่องของความแข็งแรงของแนวเชื่อม

11. แนวเชื่อมท่อไม่ควรเกินผิวท่อหนักไปทางด้านใดด้านหนึ่ง ควรกินทั้งสองด้านเท่า ๆ กัน

12. การจรดลวดเชื่อมเพื่อเชื่อมต่อต่อจากแนวเชื่อมเดิมจะต้อง Over Lap ปลายแนวเชื่อมเดิม และก่อนจะลงมือเชื่อมต่อจากแนวเดิม จะต้องเคาะ Slag ของแนวเดิมเสียก่อน นอกจากเป็นการเชื่อมต่อเนื่อง Slag เก่ายังไม่เย็นตัวก็สามารถเชื่อมต่อได้เลย

13. ต้องทำการ Flush Lineทำความสะอาด ด้วยน้ำ หลังจากที่ทำการเชื่อมท่อเสร็จเรียบร้อย

14. ตามแนวต่อที่ยังไม่ได้เชื่อมปิด (แต่เชื่อมแต้มไว้ก่อน) ต้องใช้เทปกาวพันไว้โดยรอบเพื่อป้องกันน้ำฝนหรือฝุ่นละอองเข้าไปภายในท่อ ดังแสดงในรูปที่ 3.39



รูปที่ 3.39 การพันเทปกาวดามแนวที่ยังไม่ได้เชื่อม ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทยจำกัด

3.2.3.2 การต่อท่อด้วยเกลียว

การต่อท่อโดยใช้ข้อต่อมีเกลียว นิยมใช้กับท่อขนาดเล็ก มีข้อดีตรงที่ทำงานในภาคสนามได้ข้อต่อก็มีมากมายหลายชนิด เนื่องด้วยขณะทำการต่อไม่ต้องเชื่อมจึงทำให้สามารถทำงานได้ในบริเวณที่มีกาซหรือของเหลวไวไฟ โดยมีอันตรายน้อยสำหรับข้อเสียก็มีคือ ใช้งานที่มีการผุกร่อน (Erosion) การกัดกร่อนตามที่อับ (Crevice corrosion) การสั่นสะเทือนมากๆ ไม่ได้ รวมทั้งงานที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 496 C° อาจมีการรั่วไหลที่รอยต่อได้ ความแข็งแรงของท่อลดตรงบริเวณที่ใช้ทำเกลียวเพราะความหนาลดลง

3.2.3.3 การต่อท่อโดยการต่อด้วยหน้าแปลน

หน้าแปลนก็คือแผ่นกลมคล้ายปีกท่อที่ใช้สำหรับดึงท่อที่ต้องการเข้าหากัน หน้าแปลนมีราคาแพง งานที่ใช้ส่วนมากจะเป็นการต่อท่อเข้ากับหน้าแปลนของเวสเซล เครื่องอุปกรณ์ วาล์ว หรือสายในการผลิตที่ต้องมีการถอดออกมาทำความสะอาดเสมอ การต่อท่อโดยใช้หน้าแปลน ทำได้โดยการใช้หน้าแปลนสองแผ่นประกบกันมีแผ่นปะเก็นแทรกอยู่ตรงกลาง แล้วขันให้แน่น โดยใช้โบลท์กับน็อต

3.2.6 หลักการทั่วไปในการติดตั้งท่อ

งานระบบท่อเป็นการเชื่อมต่ออุปกรณ์พื้นฐานของ เพื่อเป็นทางผ่านของสาร งานท่อเป็นงานที่ขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นจริงของหน้างาน การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องให้สอดคล้องกับการออกแบบตัวอาคาร โดยยึดหลักที่ว่าระบบต้องมีประสิทธิภาพสูงสุดและลดต้นทุนของการติดตั้ง (ในที่นี้หมายถึง ราคาอุปกรณ์และราคาค่าแรงงาน) หลักในการติดตั้งท่อทั่วไป ควรปฏิบัติตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ควรเดินท่อขนานหรือตั้งฉากกับผนังอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 3.40

2. ควรเดินท่อในแนวตรงหรือให้มีการหักเลี้ยวเปลี่ยนทิศน้อยที่สุด เพื่อลดจำนวนข้อต่อ

3. ควรเดินท่อในลักษณะที่สามารถเข้าถึงและบำรุงรักษาได้ง่าย

4. ไม่ควรเดินท่อทะลุเพดานหรือโครงสร้างที่ใช้รับน้ำหนักของอาคาร ถ้าในกรณีที่หลีกเลี่ยงไม่ได้จะต้องปรึกษากับวิศวกรโครงสร้างเสียก่อน

5. ไม่ควรเดินท่อกีดขวางการติดตั้งอุปกรณ์อื่น ๆ ดังนั้นจึงควรตรวจสอบแบบทางเดินท่อลม ไฟแสงสว่าง และอื่น ๆ ก่อนการติดตั้ง

รูปที่ 3.40 แนวการเดินท่อ ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทยจำกัด

6. ตำแหน่งที่เดินท่อไม่ควรกีดขวางการใช้พื้นที่ของอาคาร ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การเดินท่อขวางประตู ทำให้เปิดประตูไม่ได้ เป็นต้น

7. ในการวางแผนทางเดินท่อควรคำนึงถึงความปลอดภัยด้วย เช่น ไม่ควรติดตั้งวาล์วไว้เหนือหม้อแปลงไฟฟ้า เพราะถังวาล์วอาจก่อให้เกิดอันตรายขึ้นได้

8. ในการวางแผนการเดินท่อควรคำนึงถึงความสวยงามทางด้านสถาปัตยกรรมด้วย เช่น เดินท่อน้ำและท่อลมซ่อนไว้เหนือฝ้าแขวนหรือหลังผนัง เป็นต้น

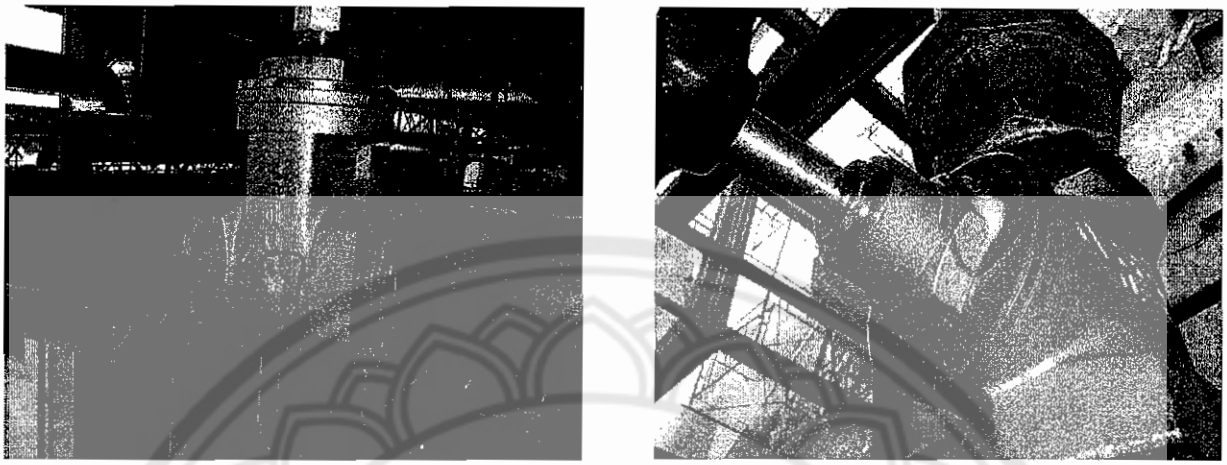
9. ควรเดินท่อให้มีระยะทางสั้นที่สุด เพื่อลดต้นทุนของการติดตั้ง

3.3 การตรวจสอบรอยรั่ว

รอยรั่วในระบบท่ออาจเป็นรอยรั่วออกนอกหรือรั่วเข้าไปในระบบ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับความดันที่จุดที่รั่วว่าสูงหรือต่ำกว่าความดันบรรยากาศ ถ้าสูงกว่าความดันบรรยากาศ สารก็จะรั่วออกนอกระบบ หากจุดที่รั่วความดันต่ำกว่าบรรยากาศจะไม่มีการรั่วของ แต่จะมีการดูดอากาศและความชื้นเข้าไปในระบบแทน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการรั่วของสารออกมานอกระบบท่อไม่ร้ายแรงเท่ากับการรั่วเข้าใน เพราะหากเราพบจุดรั่วก็สามารถซ่อมและเติมสารในปริมาณที่เหมาะสมเข้าไปในระบบได้เลย ส่วนกรณีที่เป็นการรั่วเข้าใน ความชื้นที่ถูกดูดเข้าไปจะทำให้ความดันที่ทางออกของเครื่องอัดเพิ่มและเร่งอัตราการกัดกร่อนและความชื้นที่เข้าไปในระบบยังอาจทำให้เกิดการจับตัวเป็นน้ำแข็งที่อุปกรณ์ควบคุมการไหลของสารได้อีก และหลังจากจุดรั่วได้ถูกตรวจนับจะต้องมีการถ่ายสารออกมาให้หมดแล้วแยกน้ำออก การตรวจสอบรอยรั่วในระบบท่อไอน้ำแจ็คเก็ตที่ใช้ คือ

3.3.1 การตรวจสอบรอยรั่วโดยใช้น้ำ (Hydrolic Leak Test) โดยการอัดน้ำความดันไม่ต่ำกว่า 500 kPa ข้าไปในระบบท่อแล้วสังเกตดูว่ามีน้ำรั่วออกจากระบบหรือไม่ นั้น โดยวิธีการนี้สามารถทำการตรวจสอบได้โดยไม่ต้องเดินเครื่อง

3.3.2 การตรวจสอบรอยรั่วโดยใช้ลม (Pneumatic Leak Test) โดยการอัดลมที่มีความดันไม่ต่ำกว่า 450 kPa เข้าไปในระบบท่อแล้วใช้น้ำสบู่ทาบริเวณที่ต้องสงสัย และใช้แสงจ้าฉายเพื่อให้สังเกตง่ายขึ้น ข้อดีของวิธีการนี้คือสามารถตรวจสอบการรั่วได้ในขณะที่การติดตั้งระบบยังไม่เสร็จโดยการนำฝา Cap ไปปิดบริเวณปากท่อ แล้วทำการตรวจสอบตามขั้นตอนข้างต้น วิธีการนี้สามารถทำการตรวจสอบได้โดยไม่ต้องเดินเครื่อง



ก) รอยรั่วด้านข้างตัววาล์ว ข) รอยรั่วที่ด้านบนของตัววาล์ว

รูปวาล์วที่ 3.41 รูปแสดงรอยรั่วที่พบในการทดสอบรอยรั่ว ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทย จำกัด

ข้อควรระวังในการตรวจสอบการรั่ว

1. ควรสังเกตบริเวณข้อต่อท่อ รอยเชื่อม และตัววาล์วเป็นพิเศษ เพราะเป็นบริเวณที่มักจะเกิดการรั่วได้ง่ายกว่าบริเวณอื่น ๆ
2. ใส่ถุงมือทุกครั้งที่ต้องสัมผัสกับวัสดุที่มีการรั่ว เพื่อป้องกันอันตรายจากสารที่รั่วไหลออกมา
3. ถ้าพบว่ารอยรั่วเกิดขึ้นที่ตัววาล์วให้รีบเคลมตัวใหม่กับบริษัทที่เกี่ยวข้องทันที เพื่อที่จะได้นำมาเปลี่ยน

หมายเหตุ

1. ขณะที่ทำการทดสอบ ความดันภายในท่ออาจมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสาเหตุอื่นได้ เช่น อุณหภูมิท่อเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเวลาในการทดสอบ อย่างเช่นเริ่มทดสอบตอนเช้าแล้วเสร็จการทดสอบตอนสายๆ ระบบท่อจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น อาจทำให้ความดันสูงขึ้นด้วย หรือในทางกลับกัน ถ้าเริ่มทดสอบตอนบ่ายแล้วเสร็จตอนเย็น อุณหภูมิท่อจะลดลงทำให้ความดันในท่อลดลงด้วย

หลังจาการทดสอบระบบท่อเสร็จสิ้น ขั้นตอนต่อไปคือขั้นดอนการหุ้มฉนวนท่อ ซึ่งในทางปฏิบัติมักจะหุ้มฉนวนบริเวณที่ยังไม่มีรอยต่อก่อน โดยเว้นบริเวณรอยต่อไว้ตรวจสอบการรั่วภายหลังเพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลา และง่ายต่อการตรวจสอบ ซึ่งในหัวข้อต่อไปนี้จะอธิบายถึงการติดตั้งฉนวน

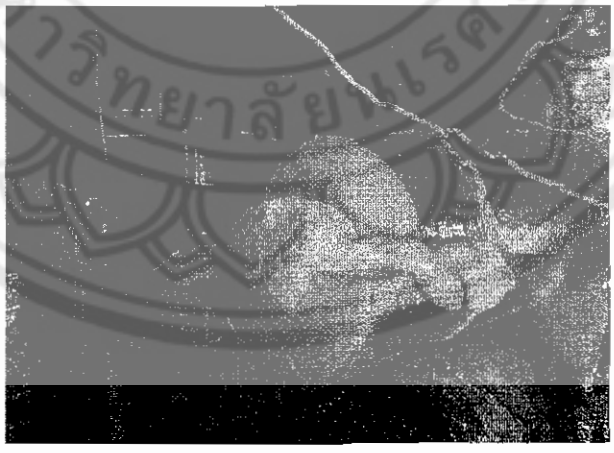
3.4 ขั้นตอนการติดตั้งฉนวน

1. ตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ

2. นำโฟมไปประกอบกับท่อ โดยนำโฟมที่ขึ้นรูปแล้วมาประกบบริเวณด้านล่างของท่อ จากนั้นเทโฟมเหลวใส่ให้เต็ม แล้วนำโฟมที่ขึ้นรูปแล้วอีกข้างมาประกบด้านบนของท่อ ดังรูปที่ 3.42

รูปที่ 3.42 ลักษณะเมื่อเทโฟม ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทยจำกัด

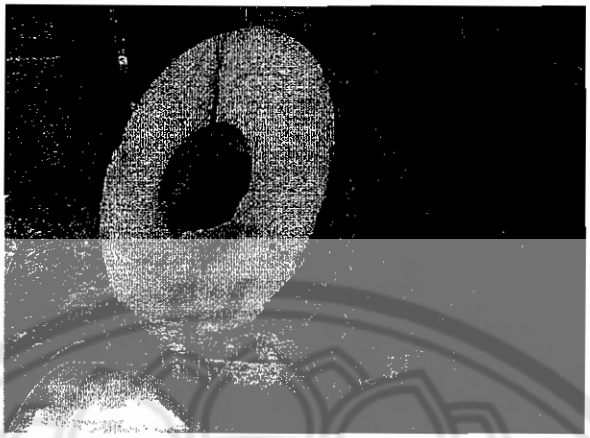
3. นำโฟมที่ได้ไปประกอบกับท่อ โดยนำโฟมที่ขึ้นรูปแล้วมาประกบบริเวณด้านล่างของท่อ จากนั้นเทโฟมเหลวใส่ให้เต็ม แล้วนำโฟมที่ขึ้นรูปแล้วอีกข้างมาประกบด้านบนของท่อ ดังรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 การเทน้ำยาโฟมให้ประกบกับท่อ ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทยจำกัด

4. นำโฟมเหลวมาหยอดบริเวณรอยต่อและบริเวณที่เป็นรูให้เต็ม

5. ในกรณีการติดตั้งบริเวณข้องอ ให้ตัดโฟมมาประกอบกัน ดังรูปที่ 3.44



รูปที่ 3.44 โฟมที่ใช้ติดตั้งบริเวณข้องอ ณ สถานที่ก่อสร้างบริษัทไบเออร์ไทยจำกัด

6. หลังจากหุ้มฉนวนท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้พัน PVC เทป รอบฉนวนโฟม ซึ่งท่อแต่ละชนิดการใช้งานจะพัน PVC เทปต่างสีกัน

ข้อควรระวัง ในการหุ้มฉนวน

1. ควรเทน้ำยาฉนวนโฟมให้ครอบคลุมตัวท่อเพื่อให้เยื่อโฟมชิดติดกับตัวท่อ
2. การคิดขนาดท่อที่ใช้ในการติดตั้ง ควรเผื่อขนาดของฉนวนไว้ด้วยเพื่อป้องกับปัญหาหุ้มโฟมไม่ได้เนื่องจากตัวโฟมติดโครงสร้างหรือเหล็กทรัสของอาคาร
3. การใช้ฉนวนควรสังเกตว่าเป็นท่อชนิดไหน เพื่อป้องกันการใช้โฟมผิดกับประเภทท่อ

ในบทนี้เป็นการนำเสนอให้ทราบถึงแนวทางในการติดตั้งท่อไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมของบริษัทไบเออร์ไทย จำกัด การติดตั้งเหล็กยึดแขวนหรือหนุนรองท่อ การประกอบและติดตั้งท่อการตรวจสอบรอยรั่วในระบบท่อที่ติดตั้ง การหุ้มฉนวนท่อ ซึ่งในการติดตั้งจริงๆ แล้วมีปัจจัยหลายอย่าง ตัวอย่างเช่นการติดตั้งระบบการจ่ายไอน้ำ การติดตั้งเครื่องมือวัด ความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น ซึ่งในโครงงานเล่มนี้ไม่ได้กล่าวถึงเนื่องด้วยมีระยะเวลาทำจำกัด อย่างไรก็ตามหากผู้อ่านท่านใดสนใจในรายละเอียด สามารถหาอ่านเพิ่มเติมได้จากหนังสือทางด้านการติดตั้งเครื่องมืออุตสาหกรรมทั่วๆไป หรือเอกสารอ้างอิงในบรรณานุกรม