# บทที่ 3

# การติดตั้งระบบท่อทางในคลังปิโตรเลียม

ถึงแม้ว่าผลที่ผู้ออกแบบระบบท่อต้องการคือ ใช้เส้นท่อหนึ่งเส้นวางจากชิ้นอุปกรณ์หนึ่งไปยังอีกชิ้นหนึ่ง แต่ปัญหามีมากและแปรเปลี่ยนไปในแต่ละสถานการณ์ สิ่งสำคัญระหว่างปัญหาเหล่านี้คือที่ว่าง โดยต้องมีการวางเส้นท่อในพื้นที่ที่ไม่มีการกีดขวางจากโครงสร้างเหล็กกล้า ทางเดิน และระบบท่ออื่นๆ นอกจากนี้ต้องมีพื้นที่ที่เพียงพอสำหรับวาล์ว หน้าแปลน และชิ้นส่วนอื่นของอุปกรณ์ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่โตกว่าของระบบท่อเอง รวมทั้งต้องนำฉนวนมาคิดด้วย เนื่องจากทำให้ขนาดท่อมีขนาดโตขึ้นกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเดิม ผู้ออกแบบระบบท่อต้องไม่เพียงแต่คำนึงถึงระบบท่ออื่นๆ แต่ต้องเกี่ยวข้องกับโครงสร้างเหล็กกล้า โครงสร้างคอนกรีต ปั๊ม ถังและอุปกรณ์อื่นๆในแผนงานระบบทั้งหมดด้วยโดยหลักการการติดตั้งแบ่งออกเป็นดังนี้

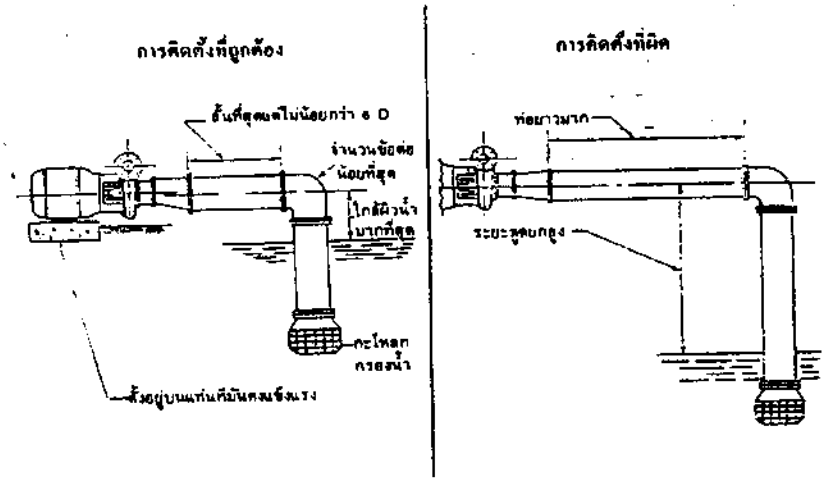
## 3.1 การเดินท่อให้ตรงแนว (Pipe Alignment)

ก่อนที่จะทำการเชื่อมประกอบท่อ ต้องทำการวัดระดับท่อว่าอยู่ในแนวระดับเดียวกันหรือไม่ เนื่องจากพื้นที่แต่ละที่มีระดับความสูงไม่เท่ากันทำให้แนวท่ออาจเกิดปัญหาภายหลังติดตั้งได้ โดยจะทำการวัดระดับแนวท่อได้จากอุปกรณ์ที่เรียกว่า ระดับน้ำ โดยวางท่อประกบกันทั้งสองท่อน แล้วใช้ระดับน้ำวัดผ่านท่อทั้งสองจากนั้นค่อยเชื่อมท่อเป็นจุดเล็กๆ 3 จุดแล้ว เพื่อไม่ให้ท่อเกิดการคลาดเคลื่อนทีหลัง ระดับน้ำจะเป็นตัวบอกว่าท่ออยู่ในแนวเดียวกันหรือไม่ โดยระดับน้ำทั้งสองท่อต้องอยู่ในระดับเดียวกันจึงจะถือว่าท่ออยู่ในแนวเดียวกัน เมื่อท่ออยู่ในแนวเดียวกันแล้วจึงทำการเชื่อมประกอบท่อต่อไป โดยทั่วไปแล้ว อนุญาตให้การเชื่อมระหว่างท่อแต่ละเส้นไม่ให้เยื้องศูนย์กันเกิน 1/16 นิ้ว

## 3.2 การติดตั้งท่อด้านดูด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการติดตั้งท่อด้านดูดสำหรับปั๊มนั้นจะใช้หลักการการติดตั้งของปั๊มแบบเซนติฟูกอลซึ่งมีแกนของเพลาอยู่ในแนวราบและหน้าจานทางด้านดูดของปั๊มอยู่ด้านตรงข้ามกับมอเตอร์หรือต้นกำลัง (Horizontal End Suction Centrifugal Pumps) สำหรับปั๊มแบบอื่นก็อาจใช้หลักการที่ให้ไว้ได้เหมือนกัน

### 3.2.1 ลักษณะการติดตั้งที่ควรใช้และไม่ควรใช้

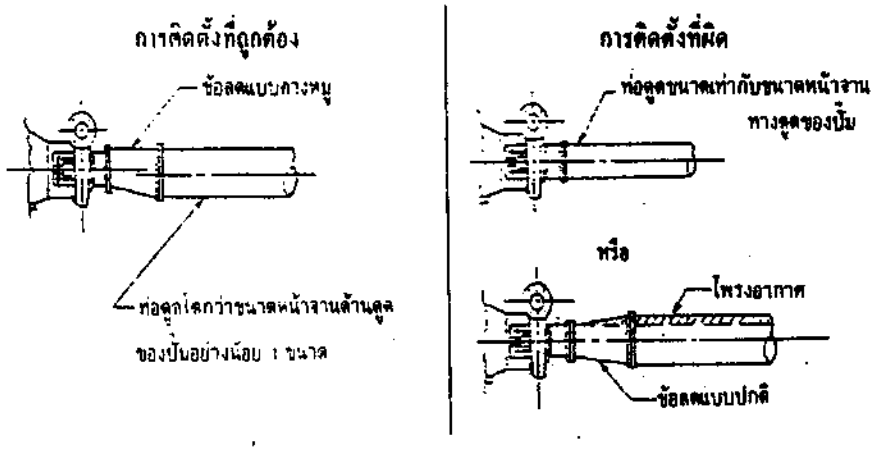



รูปที่ 16 ลักษณะการติดตั้งที่ควรใช้และไม่ควรใช้

จากรูปที่ 16 สามารถสรุปเป็นข้อได้ดังนี้

1. ศูนย์กลางของปั๊มควรจะอยู่ใกล้ระดับผิวน้ำที่ทำการสูบมากที่สุด
2. มีอุปกรณ์ท่อ เช่น ข้องอ ข้อต่อต่างๆและจุดต่อน้อยที่สุด
3. ความยาวของท่อดูดควรจะสั้นที่สุดแต่ไม่น้อยกว่า 6 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเพื่อให้การไหลในท่อสม่ำเสมอก่อนที่จะถึงใบพัด
4. ที่ปลายท่อดูดควรมีฟุตวาล์วและกะโหลกกรองน้ำ
5. ปั๊มตั้งอยู่บนแท่นที่มั่นคงแข็งแรง

### 3.2.2 ขนาดของท่อดูดที่ควรใช้และไม่ควรใช้

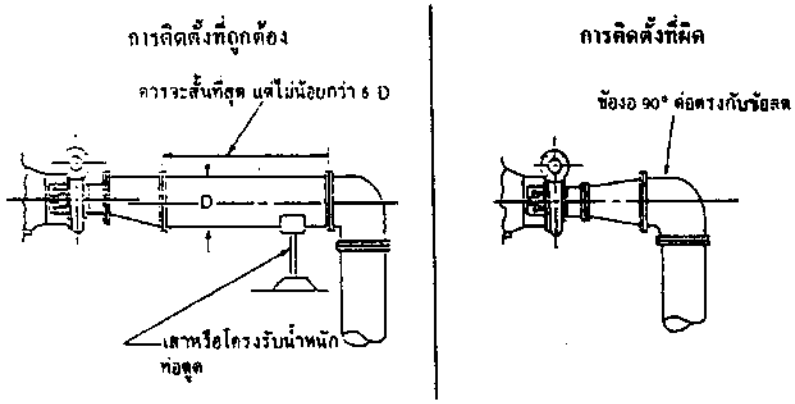



รูปที่ 17 ขนาดของท่อดูดที่ควรใช้และไม่ควรใช้

จากรูปที่ 17 สามารถสรุปเป็นข้อได้ดังนี้

1. ท่อดูดควรจะโตกว่าขนาดหน้าจานด้านดูดของปั๊ม อย่างน้อยก็เท่ากับขนาดที่โตกว่าถัดไปจากขนาดหน้าจาน ไม่ใช้ท่อดูดขนาดเดียวกันหรือเล็กกว่าขนาดหน้าจานด้านดูด
2. ข้อลดระหว่างหน้าจานด้านดูดกับท่อดูดซึ่งโตกว่าควรจะเป็นข้อลดแบบคางหมู (Eccntric Reducer)และต้องติดตั้งแบบคว่ำ คือให้หลังท่อของข้อลดอยู่ในระดับเดียวกับหลังที่ที่ต่อ ไม่ใช้ข้อลดแบบปกติ (Concentric Reducer) เพราะจะทำให้เกิดโพรงอากาศขึ้นในท่อ

### 3.2.3 การติดตั้งที่ใช้อุปกรณ์น้อยที่สุด



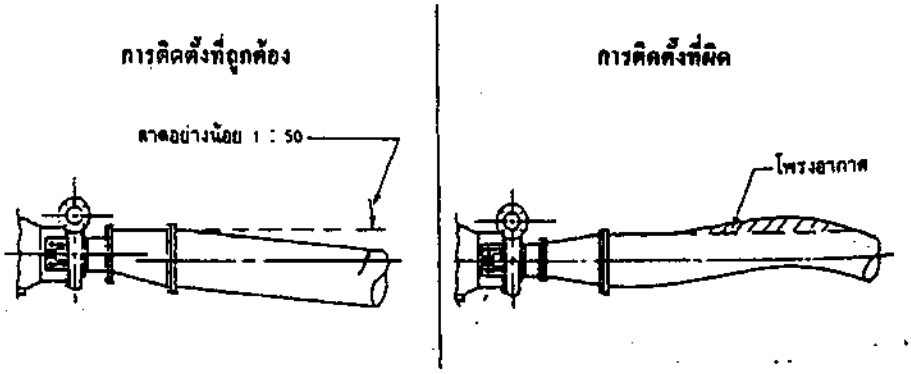

รูปที่ 18 การติดตั้งที่ใช้อุปกรณ์น้อยที่สุด

จากรูปที่ 18 สามารถสรุปเป็นข้อได้ดังนี้

1. จะต้องมีเสาหรือโครงรับน้ำหนักของท่อดูดที่แข็งเพื่อป้องกันมิให้เกิดแรงกดบนหน้าจานด้านดูดของปั๊มมากเกินไป
2. ข้องอที่ใช้กับท่อดูดควรเป็นประเภทมีรัศมีโต (Long Radius Elbow) เพื่อลดการสูญเสียพลังงานในท่อดูด

### 3.2.4 การให้ระดับของท่อดูด

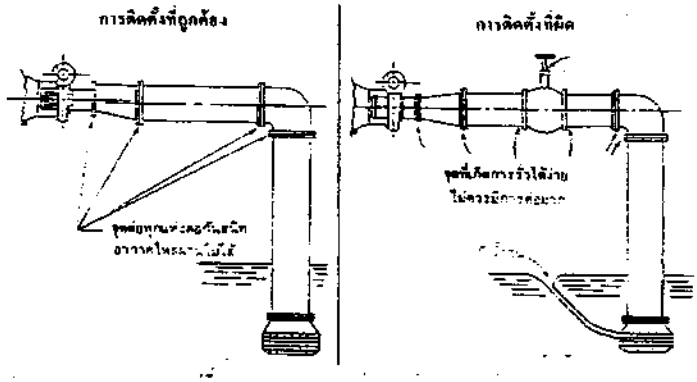
ในการให้ระดับของท่อดูด ควรจะมีความลาดเทจากข้อลดคางหมูลงมาในอัตราส่วน 2 เซนติเมตร ต่อความยาวของท่อ 1 เมตร หรือมีความลาดเทประมาณ 1:50 เพื่อป้องกันการเกิดโพรงอากาศ ไม่วางท่อดูดให้มีความลาดเทขึ้นไปหาปั๊ม หรือท่อดูดที่โค้งซึ่งอาจจะทำให้เกิดโพรงอากาศได้ง่าย ดังรูปที่ 19




รูปที่ 19 การให้ระดับของท่อดูด

### 3.2.5 ตำแหน่งที่อาจจะรั่วในท่อ

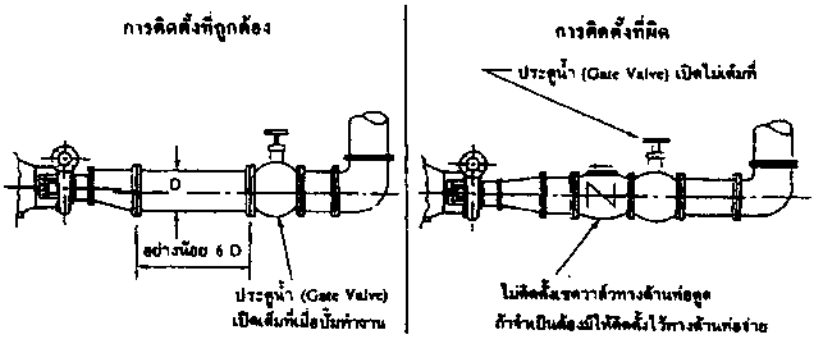
อุปกรณ์ต่างๆทางท่อดูดควรจะมีน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น เพราะยิ่งมีอุปกรณ์มาก โอกาสที่จะเกิดการรั่วตามช่วงต่อในท่อดูดก็จะยิ่งมากขึ้น ข้อต่อต่างๆจะต้องต่อกันสนิทไม่มีการรั่วเมื่อความดันภายในท่อเป็นสุญญากาศอุปกรณ์เช่นประตูน้ำนอกจากจะทำให้มีการสูญเสียพลังงานในท่อดูดซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์อย่างมากแล้ว ยังเปิดโอกาสให้มีการรั่วได้มากขึ้นอีกด้วยดังรูปที่ 20




รูปที่ 20 ตำแหน่งที่อาจจะรั่วในท่อ

### 3.2.6 อุปกรณ์ท่อดูดในกรณีที่ของเหลวอยู่สูงกว่าศูนย์กลางของปั๊ม (Suction Pump)

ปกติแล้วไม่ควรมีประตูน้ำ เช่น Gate Valve อยู่ทางด้านท่อดูด ทั้งนี้ยกเว้นแต่ว่าระดับของของเหลวที่จะสูบอยู่สูงกว่าศูนย์กลางของปั๊มก็อาจจะมีประตูน้ำได้ แต่ที่ตั้งของประตูน้ำดังกล่าวจะต้องอยู่ห่างจากข้อลดดางหมูไม่น้อยกว่า 6 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อดูด และจะต้องเปิดจนสุดเมื่อปั๊มทำงาน ไม่ควรใส่เช็ควาล์วในท่อดูด ถ้าต้องการใส่ควรจะใส่ทางด้านท่อจ่ายดังรูปที่ 21

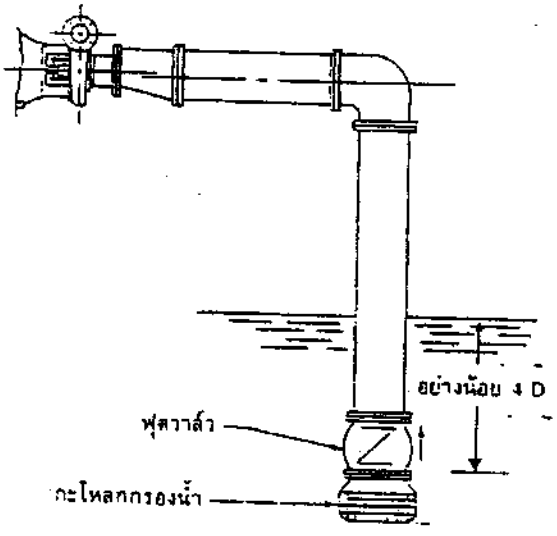



รูปที่ 21 อุปกรณ์ท่อดูดในกรณีที่ของเหลวอยู่สูงกว่าศูนย์กลางของปั๊ม

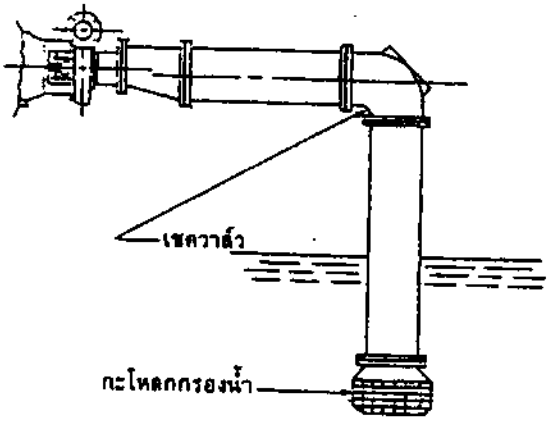
### 3.2.7 อุปกรณ์ที่ควรติดตั้ง

อุปกรณ์ทางท่อดูดที่ควรมีคือฟุตวาล์วซึ่งอาจอยู่ที่ปลายท่อดูด หรือเชควาล์วที่ข้องอ 90° ก็ได้ อุปกรณ์ทั้งสองแบบนี้จะช่วยเก็บรักษาของเหลวไว้ในเรือนปั๊มและท่อดูด ทำให้ไม่ต้องเติมของเหลวใหม่ทุกครั้งที่เดินเครื่อง ดังรูปที่ 22

การติดตั้งที่ถูกต้อง

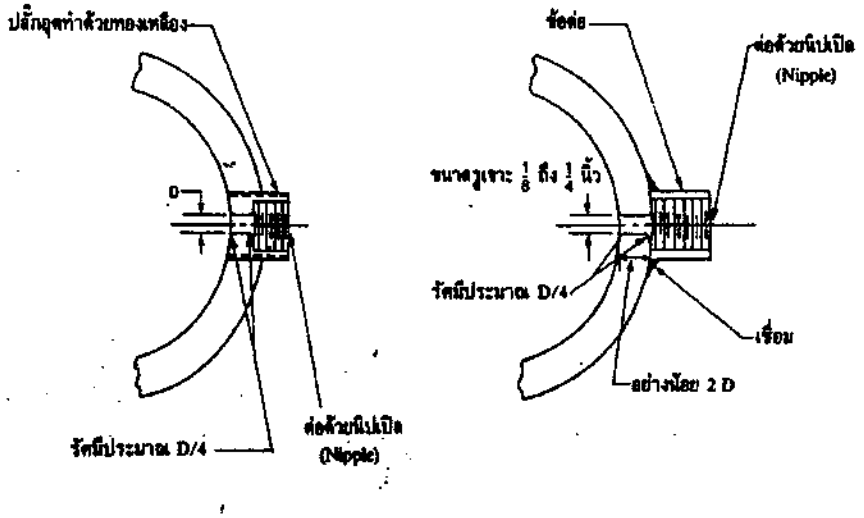



รูปที่ 22 อุปกรณ์ที่ควรติดตั้ง




รูปที่ 22 (ต่อ) อุปกรณ์ที่ควรติดตั้ง

### 3.2.8 การเตรียมรูสำหรับติดตั้งเกจ์วัดความดัน

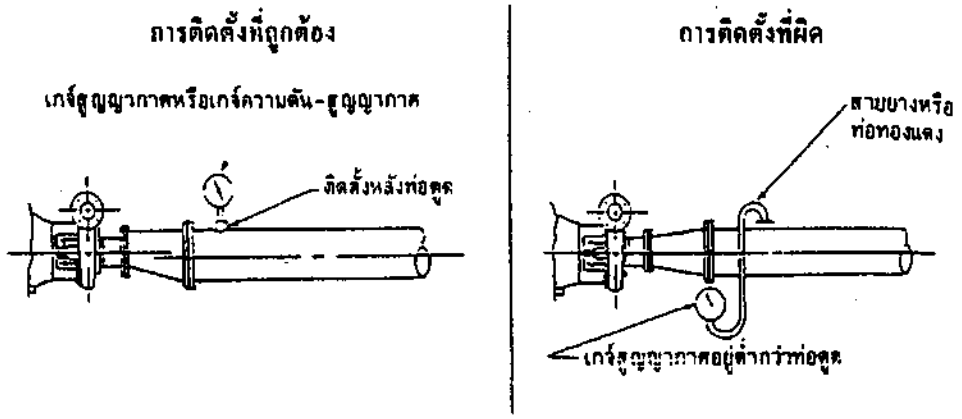



รูปที่ 23 การเตรียมรูสำหรับติดตั้งเกจ์วัดความดัน

รายละเอียดสำหรับรูติดตั้งเกจ์วัดความดัน หรือเกจ์สุญญากาศแสดงไว้ในรูปที่ 23

### 3.2.9 การติดตั้งเกจ์สุญญากาศทางท่อดูด

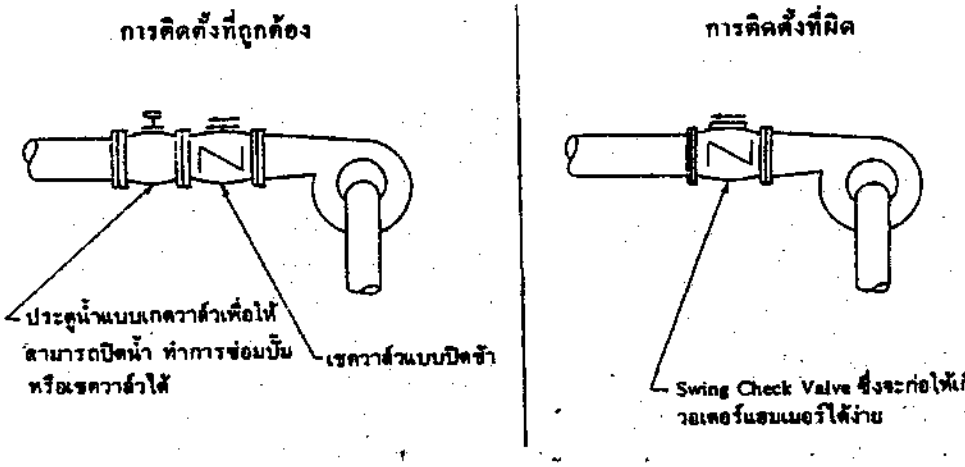
การติดตั้งเกจ์สุญญากาศ หรือเกจ์วัดความดัน-สุญญากาศ ควรติดตั้งอยู่ด้านบนของท่อดูด ไม่ควรมีสายยางหรือท่อทองแดงต่อให้มาอยู่ต่ำกว่าท่อดูด ดังรูปที่ 24




รูปที่ 24 การติดตั้งเกจ์สูญญากาศทางท่อดูด

### 3.2.10 การติดตั้งเช็ควาล์ว

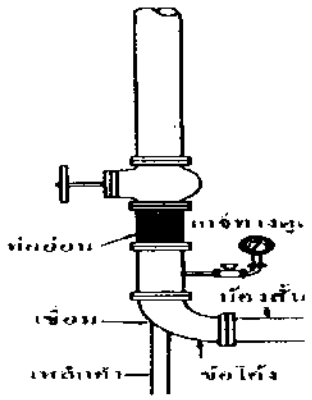
การติดตั้งเช็ควาล์วเพื่อป้องกันการไหลกลับขณะที่ปั๊มหยุดทำงานควรจะติดตั้งควบคู่กับประตูน้ำแบบ Gate Valve โดยให้เชควาล์ว อยู่ระหว่างปั๊มกับ Gate Valve เชควาล์วที่ใช้ควรเป็นแบบปิดช้าหรือ Non-Slam เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดวอเตอร์แฮมเมอร์ ไม่ใช้ Swing Check valve ซึ่งจะปิดทันทีที่ความเร็วในท่อเป็นศูนย์ ดังรูปที่ 25




รูปที่ 25 การติดตั้งเช็ควาล์ว

**3.2.11 การติดตั้งท่ออ่อน**

ควรติดตั้งท่ออ่อนด้วยเพื่อเป็นการลดการสั่นสะเทือนในท่อเนื่องจากแรงสั่นของตัวปั๊มดังรูปที่ 26



รูปที่ 26 ท่ออ่อน

**ลำดับตำแหน่งของอุปกรณ์ของท่อด้านดูดที่ควรจะติดตั้ง**

**ท่อ → เกจวาล์ว → ท่อสั้น → หม้อกรอง → ท่อสั้น → ท่ออ่อน → ท่อสั้นติดเกจ์ความดัน → ปั๊ม**

จากลำดับข้างต้นควรติดตั้งเกจวาล์วไว้ด้านนอกติดกับท่อเนื่องจากคอยเปิดปิดของไหลให้เข้าระบบของปั๊มหลังจากนั้นควรติดตั้งท่อสั้นเพื่อป้องกันหม้อกรองสำหรับการถอดซ่อมบำรุงเกจวาล์วและควรติดตั้งท่อสั้นหลังจากหม้อกรองเพื่อป้องกันท่ออ่อนเวลามีการซ่อมบำรุงหม้อกรองเช่นกัน ส่วนท่ออ่อนนั้นควรติดตั้งใกล้กับปั๊มเพื่อที่จะลดแรงสั่นสะเทือนจากตัวปั๊มสู่อุปกรณ์อื่นๆภายในท่อแต่ตั้งติดตั้งท่อสั้นที่ติดเกจ์วาล์วไว้ด้วยเพื่อวัดค่าความดันขาออกจากปั๊มนั่นเอง

**3.3 การติดตั้งท่อด้านส่ง**

การติดตั้งระบบท่อทางด้านส่งนั้นหลักการเบื้องต้นในการออกแบบเหมือนกันกับระบบท่อด้านดูดแต่มีบางอย่างไม่เหมือนกันก็มี ผู้ออกแบบจึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษโดยหลักการในการออกแบบท่อด้านส่ง คือ

(1.) ท่อทางออกสำหรับปั๊มนั้น ควรให้มีขนาดท่อทางออกที่โตกว่าช่อทางออกของปั๊มเพื่อที่จะปรับลดความดันและความเร็วในเส้นท่อลง

(2.) ควรติดตั้งท่ออ่อนด้วยเพื่อเป็นการลดการสั่นสะเทือนในท่อเนื่องจากแรงสั่นสะเทือนของตัวปั๊ม

(3.) บลือกวาล์วต้องถูกติดตั้งทางด้านออกกับเช็ควาล์ว

(4.) ต้องทำการ By-pass เมื่อปั๊มมีความดันด้านออกสูง และท่อ return ต้องอยู่ไกลจากตัวด้านดูดของปั๊ม

(5.) ควรกำหนดแนวท่อส่งจากปั๊มถึงจุดที่ต้องการให้เป็นแนวตรงสั้นและอยู่ในแนวระดับหรือมีความลาดเทสม่ำเสมอมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

(6.) จะต้องคำนึงถึงความสะดวกสบายในการติดตั้งและบำรุงรักษาไว้ด้วย เช่นในกรณีที่เป็นท่อใต้ดิน แนวท่อจะต้องไม่ปิดทับด้วยแผ่นคอนกรีตหนาซึ่งการซ่อมแซมจะทำได้ก็ต่อเมื่อทุบแผ่นคอนกรีตแล้วเท่านั้น

(7.) ในกรณีที่แนวท่อตัดผ่านถนน ควรจะมีท่อหรือปลอกที่แข็งแรงฝังลอดถนนแล้วให้ท่อส่งซึ่งมีขนาดเล็กกว่าเดินในท่อดังกล่าวอีกทีหนึ่ง

(8.) อุปกรณ์ของระบบท่อควรมีเท่าที่จำเป็นเพราะส่วนใหญ่มีราคาแพงและทำให้เสียพลังงานในการไหลผ่านมาก การเปลี่ยนทิศทางแนวท่อควรใช้อุปกรณ์ที่มีรัศมีความโค้งยาวเพื่อการสูญเสียพลังงานที่อุปกรณ์เหล่านี้น้อยที่สุด

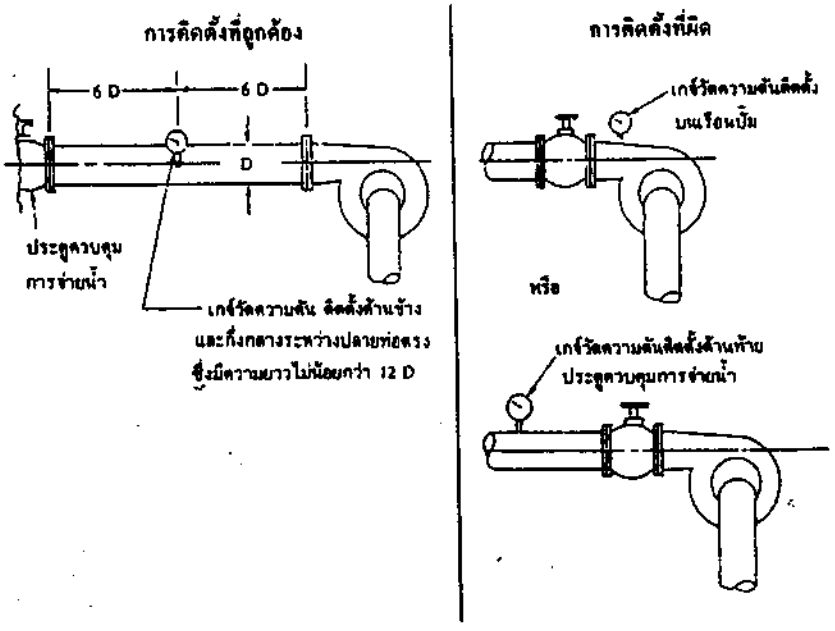
(9.) ในกรณีที่แนวท่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับขึ้นๆลงๆช่วงท่อส่วนที่โค้งขึ้นอาจจะมีโพรงอากาศอยู่มากจนทำให้น้ำไหลไม่เต็มท่อ ดังนั้น ควรพิจารณาติดตั้งวาล์วระบายอากาศไว้ในตำแหน่งดังกล่าวด้วย

(10.) ท่อควรจะวางบนดินในร่องที่กระทุ้งแน่นหรือบนฐานรากที่เหมาะสมเพื่อป้องกันมิให้เกิดความเค้นในเส้นท่อหรือที่หน้าจานของปั๊ม เนื่องจากการทรุดตัวไม่เท่ากัน

(11.) ในกรณีที่ท่อส่งมีความยาวมาก ผู้ออกแบบจะต้องวิเคราะห์และพิจารณาหาทางป้องกันวอเตอร์แฮมเมอรด้วย

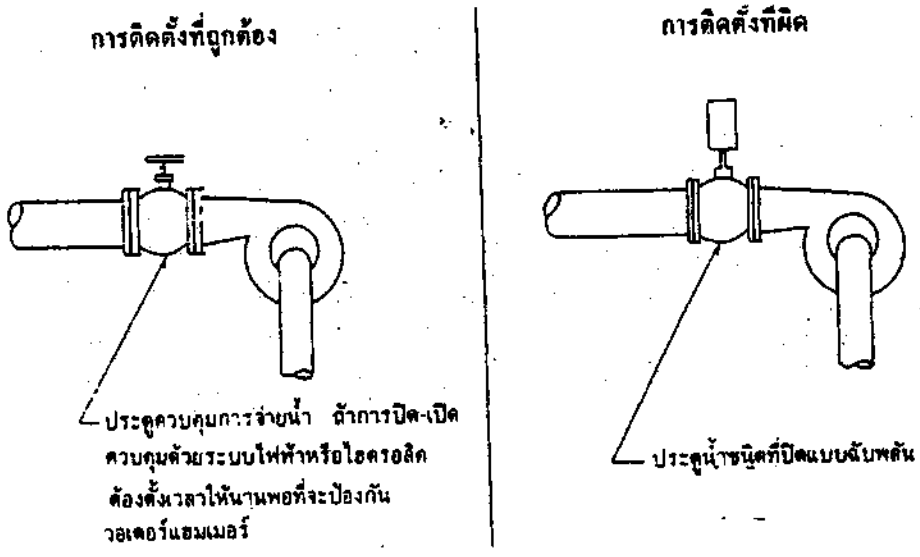
(12.) ท่อขยายควรอยู่ระหว่างปั๊มกับเช็ควาล์ว

(13.) การติดตั้งเกจ์วัดความดันทางท่อส่ง ตำแหน่งที่ติดตั้งเกจ์วัดความดันควรจะอยู่ด้านข้างในแนวศูนย์กลางท่อส่งโดยมีระยะห่างจากหน้าจานทางจ่ายของปั๊ม และอยู่หน้าประตูน้ำทางด้านจ่ายไม่น้อยกว่า 6 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อไม่ควรติดตั้งบนเรือนปั๊มหรือทางด้านหลังของประตูน้ำดังรูปที่ 27




รูปที่ 27 การติดตั้งเกจ์วัดความดันทางท่อส่ง

(14.) การติดตั้งประตูน้ำทางด้านจ่ายของปั๊ม การติดตั้งประตูน้ำเพื่อแยกปั๊มออกจากระบบ หรือเพื่อควบคุมอัตราการส่งของเหลวควรจะใช้อุปกรณ์หรือประตูน้ำที่ค่อยปิดทีละน้อยเพื่อป้องกันวอเตอร์แฮมเมอร์ ไม่ควรใช้ประตูน้ำที่ปิดอย่างฉับพลัน ดังรูปที่ 28




รูปที่ 28 การติดตั้งประตูน้ำทางด้านจ่ายของปั๊ม

ลำดับตำแหน่งของอุปกรณ์ของท่อด้านส่งที่ควรจะติดตั้ง

ท่อ ← เกจวาล์ว ← ท่อสั้น ← เชควาล์ว ← ท่ออ่อน ← ท่อสั้นติดเกจ์ความดัน ← ปั๊ม

จากลำดับข้างต้นควรติดตั้งตามที่ตั้งไว้โดยจุดประสงค์เหมือนกันกับระบบท่อด้านดูดแต่ในระบบท่อด้านจ่ายไม่ต้องมีหม้อกรองก็ได้เนื่องจากด้านดูดมีหม้อกรองสิ่งสกปรกก่อนเข้าปั๊มแล้ว ของไหลที่ออกจากปั๊มจึงถือว่าสะอาดผ่านการกรองมาแล้วเช่นกัน

## 3.4 การเดินท่อฝังดิน

ท่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำมันไปสู่จุดที่ต้องการใช้นับว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากส่วนหนึ่งของระบบท่อทาง มีอยู่บ่อยครั้งที่พบว่าท่อมีราคาแพงเป็นหลายเท่าของปั๊มและสถานีสูบจ่ายรวมกัน การก่อสร้างหรือติดตั้งท่อที่ไม่ถูกต้องอาจก่อให้เกิดปัญหาต่างๆตามมามากมาย เป็นต้นว่ามีการแตกชำรุด มีการรั่ว ส่งน้ำมันได้น้อยกว่าที่ออกแบบไว้เนื่องจากมีโพรงอากาศติดอยู่ในท่อ ปัญหาบางอย่างยากแก่การตรวจสอบและแก้ไขเนื่องจากท่อถูกฝังอยู่ใต้ดิน แต่ถ้าหากการออกแบบและติดตั้งเป็นไปอย่างถูกต้องก็จะทำให้การบำรุงรักษานั้นเกือบไม่จำเป็นต้องมีหรือมีความจำเป็นน้อยมาก

### 3.4.1 การวางท่อ

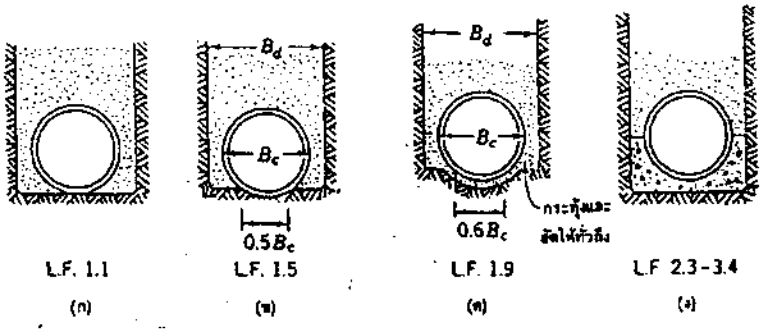
โดยทั่วๆไปการวางท่อไว้ใต้ผิวดินก็เพื่อมิให้เป็นสิ่งกีดขวางการสัญจรและหลีกเลี่ยงความเสียหายจากการมีสิ่งใดมากระแทก อย่างไรก็ตามในบางครั้งอาจมีความจำเป็นที่ต้องให้ท่อซึ่งฝังอยู่ใต้ดินโผล่ขึ้นมาเหนือผิวดิน เช่น บริเวณที่ท่อตัดผ่านทางน้ำซึ่งถ้าให้ท่อวางอยู่ในระดับเดิมแล้วก็จะเป็นสิ่งกีดขวางการไหลหรือการคมนาคมในทางน้ำเป็นต้น

ท่อที่ฝังไว้ใต้ผิวดินย่อมได้รับแรงกดจากน้ำหนักของดินซึ่งกลบทับและน้ำหนักจรที่ผ่านหลังท่อ โดยปกติแล้วน้ำหนักของดินหลังท่อเพียงอย่างเดียวจะไม่มากพอที่จะทำความเสียหายแก่ท่อได้ ยกเว้นกรณีที่ท้องคูที่ขุดขึ้นเพื่อวางท่อนั้นเป็นพื้นหินแข็งที่ไม่เรียบสม่ำเสมอ เมื่อมีน้ำหนักของดินกดทับท่อไม่สามารถแผ่กระจายน้ำหนักดังกล่าวออกไปอย่างสม่ำเสมอเต็มผิวซึ่งได้งและตลอดความยาวของท่อ ก็อาจทำให้ท่อแตกชำรุดได้

ความสามารถรับน้ำหนักของท่อชนิดใดชนิดหนึ่งนอกจากจะขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของวัสดุที่ใช้ทำท่อแล้ว ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นท้องคูที่ขุดแต่งเพื่อวางท่อด้วย

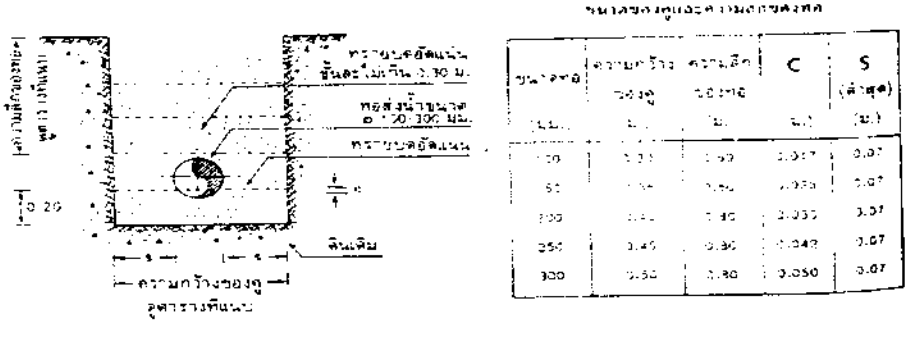
Load Factor (L.F.) ซึ่งเป็นตัวเลขที่แสดงอัตราส่วนระหว่างความสามารถรับน้ำหนักได้ของท่อซึ่งวางอยู่บนพื้นท้องคูแบบใดแบบหนึ่งต่อความสามารถรับน้ำหนักได้ของท่อเดียวกันแต่วางอยู่บนพื้นมาตรฐานซึ่งมีจุดรองรับน้ำหนัก 3 จุด

ค่า Load Factor สำหรับพื้นท้องคูแบบต่างๆแสดงไว้ในรูปที่ 60 พื้นท้องคูในรูป (ก) ไม่มีการขุดแต่งหรืออัดด้วยทรายให้ได้รูปรับกับท่อจึงเป็นผลให้รับน้ำหนักได้น้อย (L.F.=1.1)ไม่เหมาะที่จะเลือกใช้ในรูป (ข) มีการแต่งเป็นร่องกว้างเท่ากับรัศมีท่อ ความสามารถในการรับน้ำหนักของท่อเพิ่มขึ้นเป็น 1.5 เท่าของแบบที่ใช้ทั่วๆไป ในกรณีที่ต้องใช้ความแข็งแรงมากเนื่องจากการจราจรบนพื้นผิวถนนก็ให้ใช้แบบ (ค) ส่วนแบบ (ง) พื้นท้องคูเป็นแบบคอนกรีตที่หุ้มท่อขึ้นมาถึงครึ่งหนึ่งของหน้าตัดของท่อ เป็นแบบที่ต้องการให้มีความแข็งแรงเป็นพิเศษ มักจะใช้กับท่อที่ฝังลอดใต้เขื่อนดินสูงๆเท่านั้น




รูปที่ 29 ลักษณะของพื้นคูที่จุดใดจุดหนึ่ง

รูปที่ 29 นี้แสดงให้เห็นลักษณะของพื้นคูที่จุดใดจุดหนึ่ง เมื่อวางท่อก็จะต้องเตรียมพื้นท้องคูให้ได้คุณสมบัติที่กำหนดตลอดความยาวของท่อ อย่างไรก็ตาม การขุดแต่งดินเดิมให้พื้นท้องคูรับกับส่วนโค้งของท่อได้อย่างสม่ำเสมอนั้นทำได้ยาก ในทางปฏิบัติจึงมักนิยมขุดคูในลึกกว่าความลึกที่ต้องการของท่อประมาณ 20 เซนติเมตร แล้วบดอัดด้วยทรายให้เรียบและเป็นร่องรองรับท่อดังรูปที่ 30




รูปที่ 30 ลักษณะของคูที่ใช้ในการวางท่อประปาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 – 300 มม.

ความลึกของคูที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ท่อเนื่องจากน้ำหนักจรขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของท่อลักษณะของพื้นท้องคูที่ท่อนั้นวางอยู่ ชนิดของดินและขนาดของน้ำหนักจรที่ผ่านหรือกดบนผิวดิน

การวางท่อฝังดินหลีกเลี่ยงเส้นทางที่มีลักษณะต่างๆ ดังนี้

(1.) พื้นที่ที่มีระบบต่างๆ ของโรงงานอยู่ใต้ดินอย่างหนักแน่น

(2.) วางท่อใต้พื้นของโครงสร้างหรือกำแพงที่สั่นสะเทือน

(3.) วางใต้ถนนที่มีการจราจรคับคั่ง หรือมีรถบรรทุกวิ่งผ่านตลอดเวลา

(4.) วางในพื้นที่ว่าง แต่ไม่อนุญาตให้ใช้วิธีการเชื่อมประกอบได้

(5.) วางในพื้นที่ที่อาจเกิดการลื่นไถลของดินได้

(6.) วางในพื้นที่ที่ทราบดีว่าลักษณะและสภาพของดินไม่เหมาะสมที่จะวางท่อ

ท่อวางฝังดินไม่ควรวางใกล้กับอาคารในระยะที่ใกล้ที่สุดได้ ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 9 ควรรักษาระยะห่างนี้ไว้จนกระทั่งถึงตำแหน่งที่จะต่อท่อเข้าอาคาร

| Minimum distance from building (m) | | | |
|---|---|---|---|
| Material | Pressure | | |
| | Low | Medium | Intermediate |
| Steel | 1 | 1 | 1 |
| PE | 1 | 3 | 3 |
| Copper | 1 | N/A | N/A |

ตารางที่ 9 Minimum distance of buried pipework from building

ถ้าท่อที่จะวางมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 50 mm จะต้องถูกวางฝังดินลึกจากหลังท่อถึงผิวดินเป็นระยะลึกไม่น้อยกว่า 750 mm ในกรณีที่วางในเขตทางของถนน หรือ

ไหล่ทางและต้องลึกไม่น้อยกว่า 600 mm ถ้าวางท่อใต้ทางเดินเท้า (Paved footpath) ถ้าท่อมีขนาดเล็กกว่า 50 mm อาจวางฝังลึกได้ไม่น้อยกว่า 375 mm

### 3.4.2 การป้องกันระบบท่อ

ระบบท่อฝังดินควรจะถูกฝังและป้องกันดังนี้

3.4.2.1 ป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุที่ทำความเสียหายแก่ ท่อ, Fitting หรือ เทปพันท่อ

3.4.2.2 ป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายทางกายภาพ เช่น การกระทบกระแทกของหิน, วัตถุมีคม หรือ ผลกระทบจากน้ำหนักกดทับจากการจราจร

3.4.2.3 ป้องกันการเกิดความเสียหายเนื่องจากปฏิกิริยาเคมี เช่น ดินที่มีคุณลักษณะกัดกร่อนดี หรือ ใกล้สายส่งแรงดันสูง

### 3.4.3 การป้องกันการผุกร่อน

ต้องป้องกันการเกิดการผุกร่อน (Corrosion) ซึ่งอาจเกิดแก่ระบบท่อเมื่อต้องทำการวางท่อเหล็กฝังดิน ในบริเวณที่ดินมีคุณสมบัติกัดกร่อนดี (Corrosive soil) จะต้องใช้วัสดุที่ไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยากัดกร่อนท่อ (Passive material) ในการกลบรอยท่อเหล็กนั้น การวางท่อฝังดินนั้นอาจจะต้องพิจารณาใช้ระบบ Cathodic protection กับระบบท่อ ท่อ PE ไม่ควรวางฝังดิน ในดินที่มีลักษณะเป็นดินประเภท Chemically corrosive soil

### 3.4.3 การฝังกลบท่อ

การฝังกลบท่อใต้ดินควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

3.4.3.1 การพันท่อและการเคลือบผิวท่อ ควรจะต้องทำให้แล้วเสร็จก่อนการฝังกลบท่อ จากนั้นจึงทำการกลบรอบท่อได้ (Surround)

3.4.3.2 ในสถานการณ์หรือลักษณะพื้นที่วางท่อที่คาดว่า เมื่อฝังกลบท่อไปแล้วจะทำการหาแนวท่อได้ยากในภายหลังจะต้องวาง Marker tape ตามแนวท่อบนตำแหน่งที่แสดง

3.4.3.4 การกลบดินต้องอัดกระทุ้งให้แน่นแต่ต้องไม่ให้เกิดอันตรายต่อ ตัวท่อ โดยการกลบดินต้องปฏิบัติตามกรรมวิธีในการกลบดินและต้องใช้เครื่องมือสำหรับอัดดินหลังท่อด้วย

3.4.3.5 ท่อที่วางอยู่ใต้ผิวจราจรให้ใช้ทรายกลบแทนดิน

3.4.3.6 ท่อที่อยู่ใต้ดินต้องพันด้วยเทปก่อนทำการฝังกลบ โดยก่อนทำการหุ้มท่อต้องทำความสะอาดผิวท่อให้ปราศจากสี สนิม ฝุ่น น้ำมัน ด้วยแปรงลวดให้สะอาดจนมองเห็นเนื้อเหล็ก การทำ Primer รองพื้นให้เป็นไปตาม AWWA C 209-76 Section 3.3

(1.) วัสดุที่ใช้พันท่อจะเป็นเทปแบบ Cold applied, self-adhensive type ซึ่งมี bituminous บน pvc backing layer ตามAWWA C 209-76 Section2.4 Type I ความหนาต่ำสุดของเทปทั้งหมด 1.1mm และความหนาต่ำสุดของ pvc backing เป็น 0.3mm แต่ถ้ามีส่วนประกอบของ Fabric Reinforcement ใน Bituminous Resin ความหนาต่ำสุดของ pvc backing เป็น 0.1 mm ได้

(2.) Pirmer ที่ใช้ต้องเป็นไปตามบริษัทผู้ผลิตเทปแนะนำ และต้องเป็น Fast Drying Compound เหมาะกับการทำ Cold Application โดยวิธีสเปรย์หรือแปรง ชนิดของ Mastic Filter ต้องเป็นไปตามที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ

(3.) การพันท่อต้องพันแบบ Spiral โดยอุปกรณ์พันท่อหรือด้วยมือ ให้เกิดระยะพันทับกัน 55% การพันท่อจะสิ้นสุดที่ปลายท่อด้านพื้นดินโดยสูงจากพื้นดินอย่างต่ำ 1 เมตร เมื่อพันท่อเสร็จ ผิวท่อต้องเรียบและไม่มีอากาศถูกกักอยู่ใต้เทป อาจใช้การทดสอบแบบ Taping ก็ได้

## 3.5 สิ่งที่ต้องคำนึงในการเดินท่อ

ในการเดินท่อเพื่อขนส่งของไหลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งนั้น ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆในการออกแบบด้วยซึ่งมีปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระยะห่างเพื่อความปลอดภัยของระบบท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ระยะความสูงเพื่อที่จะให้รถสามารถสัญจรผ่านเส้นท่อได้ การเดินท่อใต้ดิน ซึ่งในหัวข้อนี้ได้แบ่งสิ่งที่ต้องคำนึงในการเดินท่อออกเป็นหัวข้อต่าวๆดังนี้

### 3.5.1 ทั่วไป

การออกแบบในการเดินท่อนั้นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยทั่วไปดังนี้

3.5.1.1 ไม่ควรวางท่อภายใต้ฐานรากอาคารที่เป็นจุดรับน้ำหนัก

3.5.1.2 ไม่ควรวางท่อลอดผนังหรือกำแพง หรือ ฐานรากของกำแพงตรงจุดที่รับน้ำหนักโดยตรง

3.5.1.3 ระยะความสูงของ pipe racks ต่ำสุดคือ 2.2 เมตร

3.5.1.4 กำหนดให้อุปกรณ์ที่ต้องการการซ่อมบำรุงหรือดูแลบ่อยมีระยะห่างกัน

3.5.1.5 อย่างน้อย 1 เมตร เพื่อความสะดวกในการดูแล

3.5.1.6 วาล์วทุกตัวต้องอยู่ในแนวที่ปฏิบัติการได้จากพื้นดิน

3.5.1.7 อย่าพยายามเดินระบบท่อใต้ฐานราก (อาจเดินท่อใต้ดานพื้นได้)

3.5.1.8 จุดที่ใช้ระบายอากาศควรเป็นจุดที่อยู่ด้านบน และจุดที่ใช้ระบายทั้งควรเป็นจุดด้านล่างของเส้นท่อ

3.5.1.9 การต่อท่อที่มีท่อแยกจากท่อเมนหรือมีลักษณะการไหล 3 ทิศทางให้ใช้ตาม Branch Schedule ที่ระบุไว้เท่านั้น ห้ามใช้เชื่อมต่อชนกับท่อเมน

### 3.5.2 ความสูงขั้นต่ำของแนวท่อที่เดินแนวเหนือศีรษะ

เพื่อป้องกันอันตรายของระบบท่อขากถนน ทางรถไฟหรือทางเดินเท้า วิศวกรจะต้องออกแบบให้มีระยะห่างเพื่อความปลอดภัยทั้งตัวท่อทางเอง รถที่สัญจรไปมาหรือแม้แต่คนดังนี้

3.5.2.1 กรณีที่แนวท่อผ่านทางรถไฟ แนวท่อต้องสูงกว่า 6.8 เมตร

3.5.2.2 กรณีที่แนวท่อผ่านถนน แนวท่อต้องสูงกว่า 6.0 เมตร

3.5.2.3 กรณีที่แนวท่อที่ให้เดรนผ่าน แนวท่อต้องสูงกว่า 6.0 เมตร

3.5.2.4 กรณีที่แนวท่อที่ให้รถบรรทุกผ่าน แนวท่อต้องสูงกว่า 6.8 เมตร

3.5.2.5 กรณีที่แนวท่อให้รถ fork-lift ผ่าน แนวท่อต้องสูงกว่า 2.7 เมตร

3.5.2.6 กรณีที่แนวท่อผ่านทางเดินเท้าหรือทางต่างระดับ แนวท่อต้องสูงกว่า 2.1 เมตร

3.5.2.7 แนวท่อต้องอยู่ห่างจากถนนหรือทางเดินต่ำสุด 0.75 เมตรและห่างต่ำสุด 0.9 เมตร จากเส้นทางเดินหลัก

### 3.5.3 Rack piping

เป็นการเดินท่อเหนือระดับศรีษะเพื่อสามารถให้รถหรือคนสามารถสัญจรหรือผ่านเส้นท่อที่วางอยู่ได้โดยการออกแบบจะต้องคำนึงถึง

3.5.3.1 แนวท่อที่ผ่านข้ามถนนควรวางอยู่เหนือ Double-deck

3.5.3.2 แนวท่อขนาดใหญ่ต้องเพิ่ม bending stress ที่คานของ rack

3.5.3.3 ต้องเผื่อเนื้อที่สำหรับการขยายแนวท่อในอนาคต

3.5.3.4 ท่อควรจะถูกติดตั้งห่างจากระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ตามสมควร โดยจะต้องวางห่างสายส่งไฟฟ้า และสายเคเบิล และท่อโลหะอื่นๆ เป็นระยะหางอย่างน้อย 25 มิลลิเมตร

3.5.3.5 ต้องมีระยะสำหรับให้รถ forklift หรือ mobile crane ผ่านได้

3.5.3.6 แนวท่อที่ต้องสวมปลอก ตัวปลอกเองต้องมีความแข็งแรงมาก

### 3.5.4 เทคนิคการติดตั้งหน้าแปลน

ผู้ออกแบบระบบท่อควรคำนึงถึงเรื่องการประกอบหน้าแปลนดังนี้

3.5.4.1 การติดตั้งหน้าแปลน ควรติดตั้งให้น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็นเท่านั้น เพื่อความสะดวกต่อการบำรุงรักษาและการตรวจสอบ

3.5.4.2 ไม่ควรติดตั้งหน้าแปลนเหนือเส้นทางเดินรถ

3.5.4.3 Bolt สำหรับติดหน้าแปลนที่มีขนาดต่ำกว่า ½" ไม่ควรใช้

3.5.4.4 Nut ควรมีขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของ Bolt

3.5.4.5 ไม่แนะนำให้ใช้หน้าแปลนแบบตัวผู้และตัวเมีย

3.5.4.6 ปะเก็นแบบ RTJ ไม่แนะนำให้ใช้

### 3.5.5 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบท่อ

ในการติดตั้งระบบท่อนั้น ควรจะมีการตรวจเช็คอุปกรณ์ต่างๆเพื่อความปลอดภัย รวมทั้ง อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบท่อ เช่น ประแจ ไขควง ฆ้อน หรือสิ่งที่อาจจะทำให้เกิดประกายไฟได้ เนื่องจากการปฏิบัติการนั้น ได้กระทำใกล้กับน้ำมัน

หรือก๊าซ อาจทำให้เกิดประกายไฟเวลาประกอบท่อได้ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก จึงต้องเข้มงวดอย่างมากในการเลือกใช้อุปกรณ์ เช่น การใช้ค้อนตอกน็อตเข้าเพื่อทำการประกอบหน้าแปลน ลักษณะของค้อนจะต้องมีหัวเป็นยาง ดังนั้นและ/หรือเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบท่อทางผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ต้องเป็นชนิดที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟเป็นอันขาด (Non-Sparking) และจะต้องมีการติดตั้งระบบท่อน้ำดับเพลิงให้อยู่ในบริเวณที่สามารถเข้าไปปฏิบัติการได้เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้

**3.5.6 ท่อที่ควรเดินใต้พื้นดิน**

3.5.6.1 ท่อระบายน้ำหรือท่อน้ำทิ้ง

3.5.6.2 ท่อน้ำหรือท่อน้ำดับเพลิง

3.5.6.3 ท่อน้ำหล่อเย็นขนาดใหญ่

**3.5.7 ระยะลึกต่ำสุดของการเดินท่อใต้ดิน**

เพื่อความปลอดภัยของเส้นท่อที่เดินใต้ดิน ควรมีระยะห่างดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3.5.7.1 | ท่อน้ำดับเพลิง (หลัก) | 0.6 | เมตร |
| 3.5.7.2 | ท่อที่อยู่ใต้พื้นที่ที่ไม่มีการจราจรติดขัด | 0.3 | เมตร |
| 3.5.7.3 | ท่อที่อยู่ใต้ทางรถไฟ | 1.0 | เมตร |
| 3.5.7.4 | ท่อที่อยู่ใต้พื้นที่ที่มีการจราจรติดขัดและบริเวณสี่แยก | | |
| | (1.) ท่อขนาด DN 600 (24นิ้ว) หรือเล็กกว่า | 0.6 | เมตร |
| | (2.) ท่อขนาดใหญ่กว่า DN 600 (24นิ้ว) | 1.0 | เมตร |

<u>หมายเหตุ</u> แนวท่อใต้ดินที่ผ่านถนนหรือทางรถไฟต้องใส่ปลอกหุ้มไว้

**3.5.8 ท่อผ่านผนัง**

การเดินท่อผ่านผนังหรืออาคารจะต้องมีความระมัดระวังอย่างมากเนื่องจากอาจส่งผลกระทบต่อผนังหรือตัวอาคารได้ ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงข้อปฏิบัติดังนี้

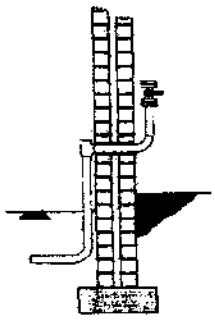
3.5.8.1 รูของปลอกต้องใหญ่พอให้หน้าแปลนลอดได้

3.5.8.2 ปลอกต้องมีซีลป้องกันของไหลไม่ให้ออกนอก ซึ่งเป็นสาเหตุของไฟไหม้

3.5.8.3 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของปลอกเปรียบเทียบกับขนาดของท่อที่จะสอดเข้าไป ควรจะมีขนาดใหญ่พอที่เมื่อสอดท่อเข้าไปแล้ว มีขนาดพื้นที่

วงแหวนระหว่างท่อกับปลอก โดยวงแหวนมีขนาดกว้างอย่างน้อย 3 mm รอบผนังภายนอกของท่อ

3.5.8.4 การวางท่อเข้า หรือ ออกจากอาคารในระดับเหนือดินควรวางดังรูปที่ 31



รูปที่ 31 การวางท่อเข้า หรือ ออกจากอาคารในระดับเหนือดิน

**3.5.9 ท่อที่อยู่ในร่องคอนกรีตใต้ดิน**

ในกรณีที่ไม่ต้องการให้ท่ออยู่เหนือพื้นดินแต่ไม่ทำการฝังดิน ต้องทำการวางท่อในร่องคอนกรีตที่ทำไว้ เช่น ท่อน้ำผ่านถนน โดยจะต้องคำนึงถึง

3.5.9.1 ถ้าท่อเป็นท่อที่หุ้มฉนวนกันไฟฟ้า ระยะต่ำสุดระหว่างฉนวนด้านนอกกับพื้นคอนกรีตคือ 75 mm

3.5.9.2 ร่องคอนกรีตต้องมีตะแกรงปิดข้างบนและจะต้องทำระบบระบายน้ำที่ขังในร่องออกและต้องมีที่ดักของเหลวในท่อเพื่อกันการปนเปื้อนของน้ำที่ระบายออกไป

3.5.9.3 สำหรับท่อที่อยู่ใต้การจราจรต้องมีการกำหนดชนิดของตะแกรง