



# การเชื่อมท่อ HDPE (Joining Methods)





## การเชื่อมต่อท่อ HDPE (Joining methods)

การเชื่อมต่อท่อ HDPE โดยวิธี **Butt - Fusion Welding**

เนื้อหา :

1. ขอบข่าย
2. กรรมวิธีเชื่อมต่อ
  - 21 มาตรการก่อนทำการเชื่อม
  - 22 การเตรียมการเพื่อการเชื่อม
  - 23 การปฏิบัติงานเชื่อม
3. การทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ท่อ
4. การประกันคุณภาพ
  - 41 ข้อกำหนดสำหรับช่างเชื่อม
  - 42 ข้อกำหนดสำหรับเครื่องเชื่อม และอุปกรณ์ประกอบ
  - 43 การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย (Non - Destructive Testing)
  - 44 การตรวจสอบโดยทำลาย (Destructive Testing)
  - 45 การทดสอบอื่น ๆ
5. มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง และ **DVS - RECOMMENDATION**
6. มาตรฐานอื่น ๆ



## 1. ขอบข่าย

ข้อแนะนำนี้ใช้สำหรับการเชื่อมต่อท่อ HDPE ตามมาตรฐาน DVS 2207 Part 1, Part 2, DIN 19537 Part 1, Part 2 รวมทั้ง DIN 8074 และ DIN 8075 ซึ่งท่อและชิ้นส่วนอุปกรณ์ท่อจะมีค่าดัชนีการไหล (MFI = Melt Flow Index) ตามมาตรฐาน DIN 16776 Part 1 ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกันได้ตามคำแนะนำนี้ รวมทั้งกลุ่ม MFI 005 และ MFI 010

$$005 \cong \text{MFI}190/5 = 0.4 - 0.7 \text{ g/10 min}$$

$$010 \cong \text{MFI}190/5 = 0.7 - 1.3 \text{ g/10 min}$$

ซึ่งสามารถเชื่อมกันได้อย่างเหมาะสม ถ้าท่อและชิ้นส่วนทำจากวัสดุชนิดกันที่ไม่ได้กำหนดค่า MFI ไว้ในที่นี้ และต้องเชื่อมต่อกันจะต้องมีการพิสูจน์ ถึงความเหมาะสมในการเชื่อมกันได้ของวัสดุในกรณีของการใช้งานต่าง ๆ

มาตรฐาน DIN, ใบงาน (Worksheet) และข้อแนะนำอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณาดูห้ว ข้อ 5 และ 6

## 2. กรรมวิธีเชื่อม

กรรมวิธีหนึ่งที่ใช้ในการเชื่อมต่อท่อ และชิ้นส่วนอุปกรณ์ท่อ HDPE เข้าด้วยกัน คือเชื่อมต่อชนด้วยแผ่นฮีตเตอร์ สามารถทำได้โดยการนำเอาปลายท่อมาให้ความร้อนด้วยแผ่นฮีตเตอร์ จนถึงอุณหภูมิเชื่อม แล้วนำเอาปลายท่อที่หลอมเหลวมามากดติดกัน

### มาตรการก่อนทำการเชื่อม

บริเวณสถานที่ทำการเชื่อมจะต้องมีมาตรการป้องกัน อิทธิพลจากลมฟ้าอากาศ (เช่น อิทธิพลของความชื้น, ลม, แสงแดด และอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C) ซึ่งจะต้องมีมาตรการป้องกันที่เหมาะสม เช่นการกำบังที่คลุม, การทำให้อุ่น, การใช้เต็นท์ป้องกันแสงแดด ทั้งนี้เพื่อให้อุณหภูมิของผิวท่อในระหว่างการเชื่อมเนื่องจากลมจะต้องป้องกันโดยปลายท่อด้านที่ไม่ได้ทำการเชื่อม

### การเตรียมเพื่อการเชื่อม

ท่อและชิ้นส่วนอุปกรณ์ท่อจะต้องมีการปรับให้ได้แนวเดียวกับเครื่องเชื่อม มีมาตรการป้องกันการเคลื่อนไหว ของปลายท่อยาว เช่นมี Roller แบบปรับระดับได้รองรับ หรือมีที่แขวนปรับได้

ท่อและชิ้นส่วนอุปกรณ์จะต้องปรับยึดโดยให้หน้าประกบสนิท ห้ามใช้วิธีการกดให้หน้าตัดที่ไม่ได้พิกัดเข้าหากันด้วยเครื่องมือ ถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ให้ใช้วิธีตัดท่อช่วงนั้นทิ้ง เพื่อเลื่อนตำแหน่งที่พอดีเข้ามาเชื่อม โดยปลายท่อที่จะทำการเชื่อมต่อกันจะต้องมีการปาดหน้าเรียบก่อนทำการเพื่อเชื่อมทำให้หน้าประกบขนาน ค่าความคาดเคลื่อนของความขนานภายใต้แรงกด เพื่อดูความขนานให้ดูในตารางที่ 1

พร้อมกับการตรวจสอบความขนาน จะต้องตรวจสอบความเหลี่ยมของปลายท่อไปด้วย ความเหลี่ยมของขอบท่อด้านนอก ยอมให้ไม่เกิน 0.1 x ความหนาของท่อหรือ 10% ของความหนาของท่อ หลังจากปาดหน้าท่อ



แล้วจะต้องเอาเศษออกให้หมด และผิวที่ปาดไว้ห้ามทำให้สกปรก หรือใช้มือสัมผัสท่อเด็ดขาด ถ้าเช่นนั้นจะต้องทำการปาดหน้าท่อใหม่ ก่อนทำการเชื่อมจะต้องควบคุมให้แผ่นฮีตเตอร์ มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงอุณหภูมิเชื่อมซึ่งจะทำให้ได้โดยใช้

### ตารางที่ 1 ค่าความคลาดเคลื่อนของความหนาที่ยอมรับได้

เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ (มม.)	ขนาดช่องว่างที่กว้างที่สุดที่ยอมรับได้ (มม.)
จนถึง 500	0.5
630	0.6
710	0.7
800	0.8
900	0.9
1000	1.0
1200	1.2

เทอร์โมมิเตอร์เป็นตัววัดอุณหภูมิประกอบ หรือใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ หรือใช้ดินสอสีวัดอุณหภูมิชี้ดู การควบคุมอุณหภูมิจะต้องอยู่ในบริเวณผิวใช้งานของแผ่นฮีตเตอร์ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสมดุลของอุณหภูมิ แผ่นฮีตเตอร์จะใช้งานได้ หลังจากที่อยู่อุณหภูมิถึงพิกัดอุณหภูมิเชื่อมเป็นเวลา 5 นาที เพื่อให้การเชื่อมสมบูรณ์จะต้องทำความสะอาดบริเวณผิวของแผ่นฮีตเตอร์ ทั้งก่อนและหลังทำการเชื่อมด้วยผ้าที่สะอาดไม่เป็นเส้น และเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ เครื่องเชื่อมจะต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถวัดแรงหรือความดัน ก่อนทำการเชื่อมจะต้องคำนวณค่าความดันที่ใช้ในการเชื่อม หรือดูจากตารางที่กำหนด

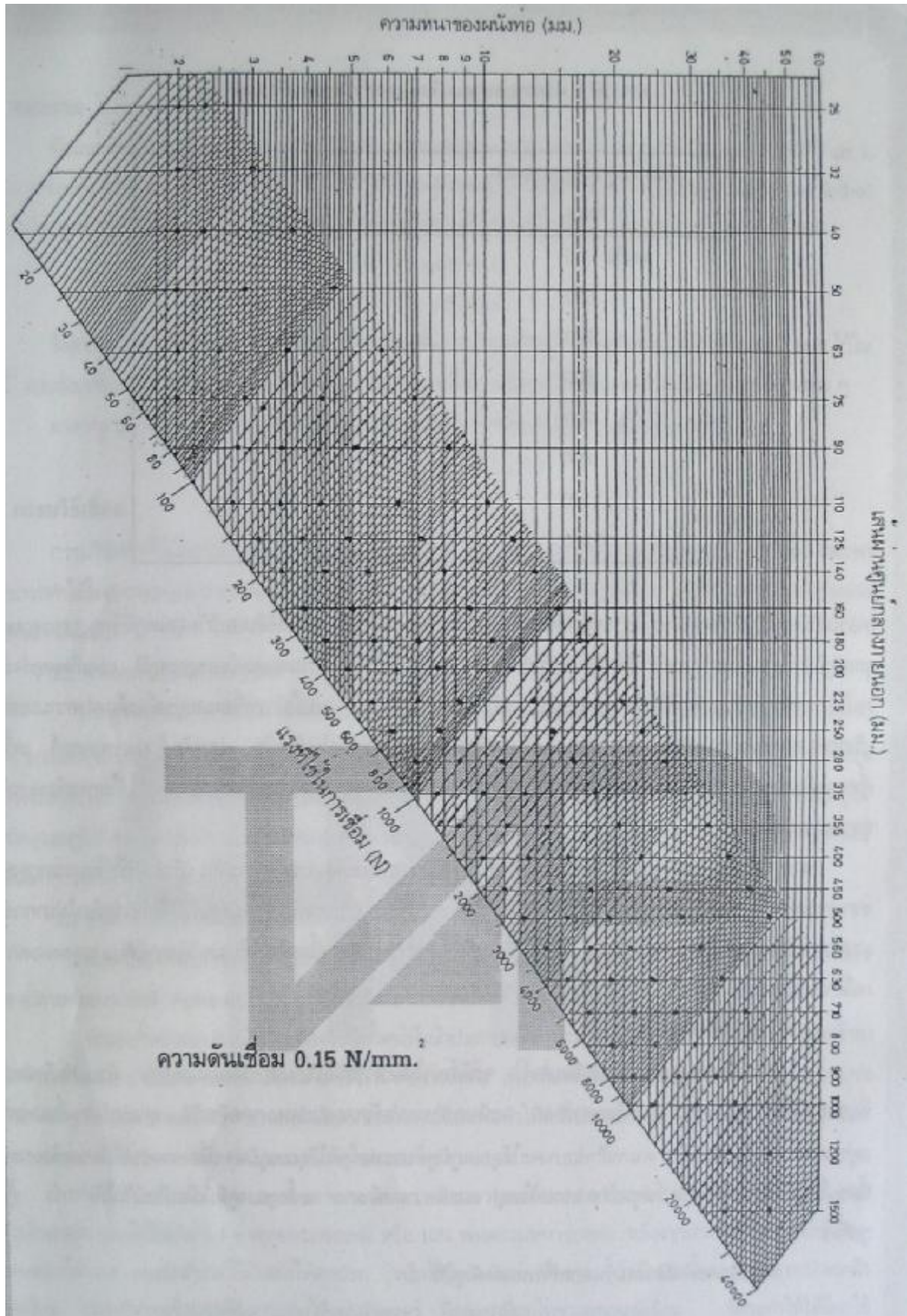
ตามรูปที่ 1 จะสามารถหาแรงกดได้โดยตรง นอกจากนี้ต้องอ่านค่าความดัน หรือแรงที่ใช้ในการลากจูง ท่อจากเกจวัดที่เครื่องเชื่อม นำมารวมกับแรงหรือความดันในการเชื่อม ค่าแรงหรือความดันเชื่อมในที่นี้จะต้องไม่มากกว่าแรงเชื่อมหรือความดันเชื่อมที่คำนวณได้ ในกรณียกเว้นที่เกินกว่าขอบเขตนี้จะต้องให้แรงหรือความดันลากจูงตลอดการเคลื่อนที่สม่ำเสมอ

### 2.3 การปฏิบัติงานเชื่อม

การเชื่อมต่อชนโดยใช้แผ่นฮีตเตอร์ จะต้องทำให้ผิวงานที่จะเชื่อมต่อชนหลอมละลาย ด้วยแผ่นฮีตเตอร์ที่อุณหภูมิเชื่อม หลังจากเอาแผ่นฮีตเตอร์ออก จะนำปลายท่อที่หลอมละลายมากดติดกัน อุณหภูมิการเชื่อมท่อจะอยู่ระหว่าง 195 ถึง 220 °C ตามหลักท่อบางจะใช้อุณหภูมิสูง และท่อหนาจะใช้อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากช่วงพิกัดของท่อแนะนำส่วนใหญ่ใช้กับท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่ และมีความหนามาก จะตั้งอุณหภูมินี้เมื่อเทียบกันให้ต่ำกว่าดูในรูปที่ 2

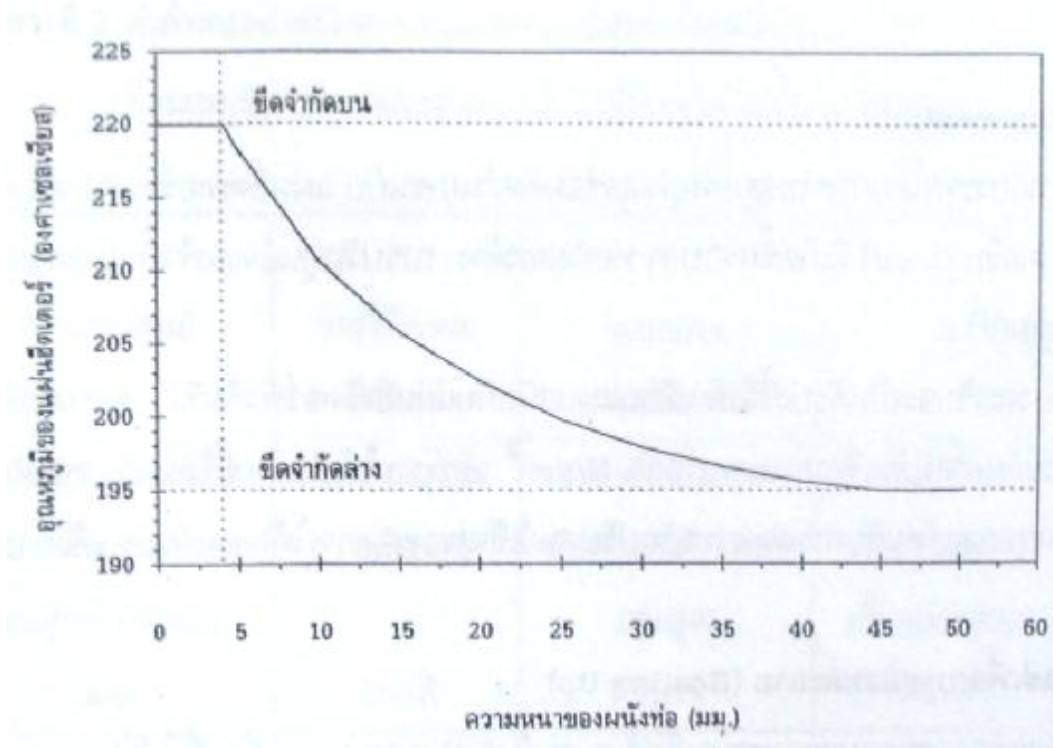


การเชื่อมจะดำเนินการ ดังรูปที่ 3

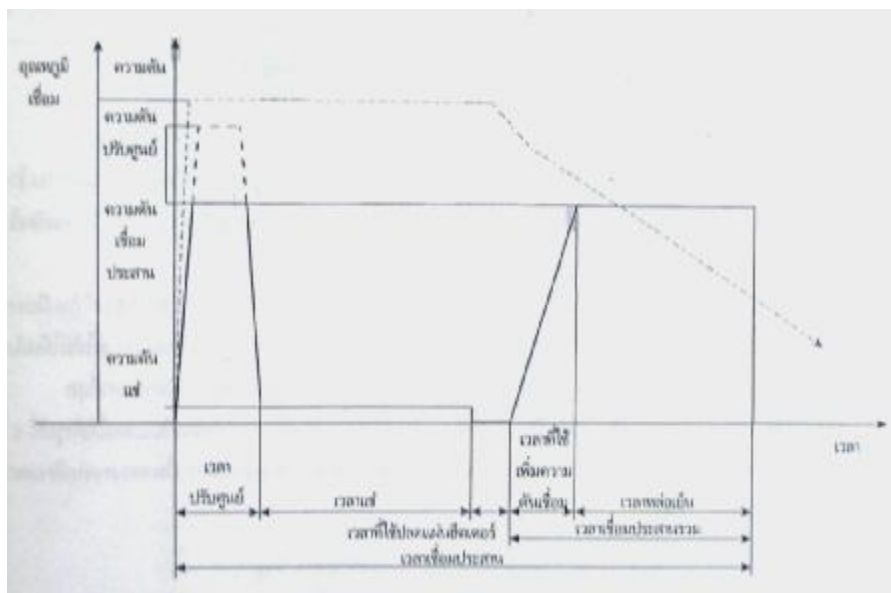




รูปที่ 1 แรงที่ใช้ในการเชื่อมต่อท่อ HDPE โดยวิธี Butt – Fusion : ความดันเชื่อม 0.15 N/mm<sup>2</sup>



รูปที่ 2 แสดงค่ากำหนดของอุณหภูมิของแผ่นฮีตเตอร์ ที่สัมพันธ์กับความหนาของผนังท่อ





### รูปที่ 3 ขั้นตอนการเชื่อมชนโดยใช้แผ่นฮีตเตอร์

#### นิยาม

#### การปรับศูนย์ (Alignment)

การปรับศูนย์การทำโดยการนำปลายท่อที่จะเชื่อมติดกันมาชนกับ แผ่นฮีตเตอร์จนกว่าหน้าตัดของท่อจะขนานกันซึ่งจะสังเกตได้จากตะเข็บ (bead) ที่เกิดขึ้นรอบๆ ท่อทั้งสองข้าง การปรับศูนย์จะเสร็จสิ้นเมื่อความสูงของตะเข็บท่อมีค่าตามตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 2

ความสูงของตะเข็บจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าผิวเชื่อมแนบสนิทกับแผ่นฮีตเตอร์ทั่วถึงกัน ความดันที่ใช้ในระหว่างการปรับศูนย์จะมีค่าอยู่ในระดับความดันเชื่อมประสาน ( $0.15 \text{ N/mm}^2$ ) และยอมให้เกินจากนี้ได้จนถึง  $0.2 \text{ N/mm}^2$  ระยะเวลาทำการปรับศูนย์จะสิ้นสุดลงพร้อมกับการลดความดันปรับศูนย์เข้าสู่ช่วงของความดันแช่ เพื่อที่หลอมละลาย

#### การให้ความร้อนแช่เพื่อการหลอมละลาย (Heating UP)

ความดันแช่เพื่อการหลอมละลายจะอยู่ใกล้ๆ ศูนย์ ( $0.01-0.02 \text{ N/mm}^2$ ) เพื่อให้ปลายท่อแนบติดกับแผ่นฮีตเตอร์อย่างสม่ำเสมอ ในการนี้ความร้อนจะแพร่เข้าสู่ผิวเชื่อม ระยะเวลาของการให้ความดันแช่เพื่อการหลอมละลายดูในตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 3

#### การปลดแผ่นฮีตเตอร์ (Change Over)

หลังจากให้ความร้อนแก่ผิวเชื่อมจนถึงอุณหภูมิเชื่อมแล้ว แผ่นฮีตเตอร์จะถูกนำออกจากผิวเชื่อมโดยปราศจากการชำรุดหรือสกรกแล้วจะต้องรีบนำผิวเชื่อมมาชนกันทันที ระยะเวลาช่วงนี้จะต้องสั้นที่สุด (ดูตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 4) มิฉะนั้นผิวเชื่อมที่ละลายอยู่จะเย็นตัวลง ซึ่งจะทำให้การเชื่อมประสานไม่แข็งแรง

#### การเชื่อมประสาน (Joining)

ผิวที่หลอมละลายจะถูกกดให้ติดกัน ซึ่งมี 2 ขั้นตอน ผิวที่ต้องเชื่อมประสานกันจะต้องเข้าสัมผัสกันด้วยความเร็วใกล้ศูนย์ ในช่วงแรกจะเพิ่มความดันอย่างสม่ำเสมอจนถึงความดันเชื่อม ระยะเวลาที่ใช้ในช่วงนี้ดูจากตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 5 ความดันเชื่อมประสานเท่ากับ  $(0.15+0.02) \text{ N/mm}^2$  ห้ามใช้ค่าต่ำกว่านี้

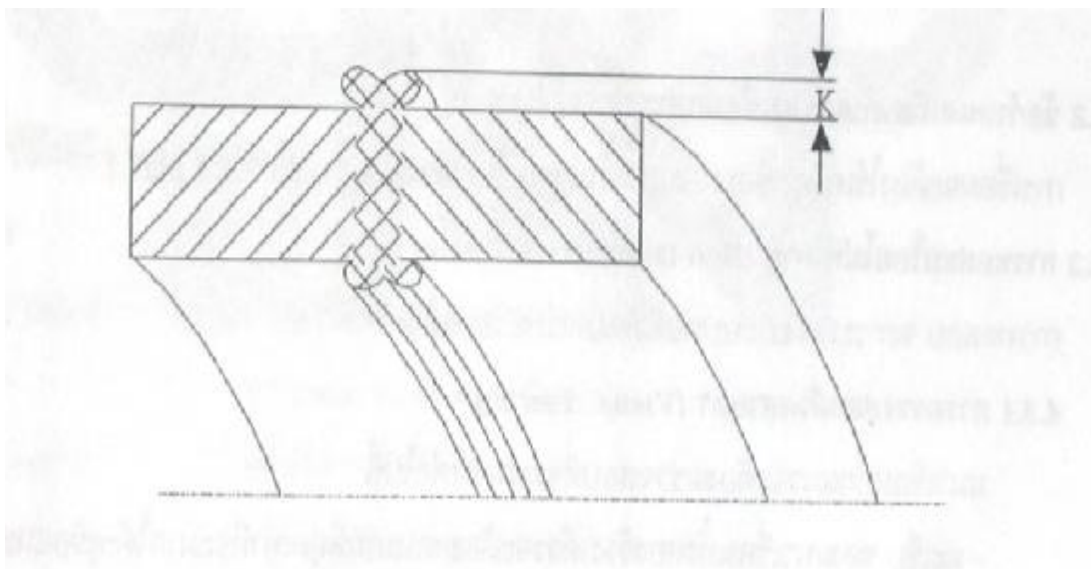
ในช่วงที่ 2 จะคงความดันเชื่อมประสานให้คงที่และปล่อยให้เย็นตัว (ดูตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 5) ในช่วงนี้ห้ามมีแรงกระทำเพิ่มเติมที่แนวเชื่อม ห้ามทำให้เย็นลงโดยเร็วเช่น การใช้สารหล่อเย็นช่วย แรงกระทำต่อแนวเชื่อมจะยอมให้มีได้หลังจากระยะเวลาของการหล่อเย็นสิ้นสุดลง เมื่ออุณหภูมิของวัสดุภายในแนวเชื่อมมีอุณหภูมิใกล้อุณหภูมิท่อมากที่สุด

หลังจากเชื่อมประสานกันแล้วจะต้องมีตะเข็บคู่เกิดขึ้นรอบๆ เส้นรอบวงของท่อ การเกิดตะเข็บแสดงได้ดังรูปที่ 4 จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสม่ำเสมอของแนวเชื่อม การมีตะเข็บแตกต่างกันอาจเกิดจากพฤติกรรมการไหลของพลาสติกแตกต่างกัน ระยะเวลา K จะมากกว่า 0 เสมอ



ตารางที่ 2 ค่ากำหนดสำหรับการเชื่อมต่อท่อ HDPE โดยวิธี Butt - Fusion Welding  
ที่อุณหภูมิภายนอกประมาณ 20 °C มีการเคลื่อนไหวของลมปกติ

ความหนาของ ผนังท่อ	การปรับศูนย์กลาง	การให้ความ ร้อนแซ่	การปลด แผ่นฮีตเตอร์	การเชื่อมประสาน	
มม.	ความสูงของตะเข็บ ในช่วงท้ายระยะเวลา ตั้งศูนย์กลาง (ต่ำสุด) มม.	เวลาการให้ ความร้อนแซ่	เวลาที่ใช้ในการ ปลดแผ่นฮีตเตอร์ (สูงสุด) วินาที	เวลาที่ใช้ เพิ่มความดัน เชื่อมประสาน วินาที	เวลาหล่อเย็น ภายใต้ความดัน เชื่อมประสาน วินาที
จนถึง 4.5	0.5	30 ...70	3 ... 5	3 ... 6	3 ... 6
> 4.5 ....7	1.0	70 ...120	4 ... 6	4 ... 8	6 ... 10
>7 ....12	1.5	120 ...190	5 ... 8	8 ... 12	10 ... 16
>12 ....19	2.0	190 ...250	6 ... 10	10 ... 15	16 ... 24
>19 ....26	2.5	250 ...330	7 ... 14	15 ... 20	24 ... 32
>26 ....37	3.0	330 ...460	8 ... 17	20 ... 25	32 ... 40
>37 ....50	3.5	460 ...600	17 ... 20	25 ... 35	40 ... 45



รูปที่ 4 การเกิดตะเข็บในการเชื่อมต่อชนโดยใช้แผ่นฮีตเตอร์





### 3 การทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ท่อ

ชิ้นส่วนอุปกรณ์ท่อไม่อนุญาตให้ทำที่บริเวณหน้างานจะต้องทำในโรงงานเท่านั้น ในการทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ท่อโดยตัดเป็นส่วนๆ (segment) มาประกอบกัน และการทำท่อแยกให้ใช้วิธีการเชื่อมเช่นเดียวกับการเชื่อมท่อ โดยถ้าทำท่อแยกจะใช้ **Fom-Heater** การเชื่อมต่อชนจะกระทำได้ จนถึงอัตราส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ ประธานไปยังท่อแยก < 31 ซึ่งการใช้เครื่องเชื่อมพิเศษ ไม่จำเป็นต้องยึดถือข้อจำกัดนี้

### 4.การประกันคุณภาพ

คุณภาพของแนวเชื่อมจะขึ้นอยู่กับความชำนาญของช่างเชื่อม, ความเหมาะสมของเครื่องเชื่อม และอุปกรณ์ที่ใช้รวมทั้งการยึดหลักคำแนะนำของการเชื่อม

การพิสูจน์คุณภาพสามารถทำได้โดยวิธีตรวจสอบการทำลาย (**Destructive Testing**) และโดยไม่ทำลาย (**Non-Destructive Testing**) การทำการเชื่อมจะต้องมีการควบคุมวิธีการ และขอบเขตการควบคุมจะต้องทำข้อตกลงกับลูกค้าและขอแนะนำให้มีการบันทึกข้อมูลในการทำงานสำหรับทุกโครงการ ตามแบบรายงานการทำงานที่แนบมา (ดูตัวอย่างแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล)

ในการประกันคุณภาพ สามารถจะทำแนวเชื่อมตัวอย่างภายใต้สภาพการ (**Condition**) ของบริเวณหน้างาน (**Site**) ก่อน และระหว่างการทำงาน เพื่อนำมาทดสอบได้

#### 4.1 ข้อกำหนดสำหรับช่างเชื่อมท่อ

การเชื่อมท่อทุกคนจะต้องได้รับการอบรม เพื่อให้เป็นไปตาม **DVS 2207 part 1** และ **part 2** ซึ่งใช้เป็นข้อแนะนำการฝึก และการตรวจสอบตาม **DVS 2207 part 1** และตาม **DVGW-GW 330** ขอบเขตการใช้งานต่อไป จากข้อแนะนำนี้จะมีส่วนล้ำเข้าไปใน **DVS 2212 part 1** ที่จะอ้างถึงสำหรับท่อขนาดใหญ่ จะต้องอ้างถึงเครื่องเชื่อมท่อขนาดใหญ่ด้วย

#### 4.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับเครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ

การเชื่อมจะต้องใช้เครื่องเชื่อมและอุปกรณ์ ตามข้อกำหนดของ **DVS 2208 part 1**

#### 4.3 การทดสอบโดยไม่ทำลาย (NON-Destructive Testing)

การทดสอบ จะกระทำกับระบบท่อที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว

##### 4.3.1 การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Testing)

แนวเชื่อมทุกแนวจะต้องตรวจสอบที่จุดต่างดังต่อไปนี้

- ตะเข็บ ของแนวเชื่อมทั้งสองข้าง ควรจะต้องกลมมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ดูข้อแนะนำ

**DVS 2206**

- ตะเข็บ ของแนวเชื่อมทั้งสองข้างควรมีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด

ข้อสังเกต:แนวเชื่อมที่เป็นมันวาวมาก แสดงว่าอุณหภูมิที่แผ่นฮีตเตอร์สูงเกินไป ผิวแนวเชื่อมที่มีรอยโป่งพอง หรือฟูเป็นโฟม แสดงว่ามีความชื้นอยู่ในวัตถุดิบ



-ตามรูปที่ 4 ค่า **k** จะต้องมากกว่า 0 เสมอ

-การเหลื่อมของท่อ ด้านนอกห้ามเกิน 10% (0.1 x ความหนาของท่อ)

#### 432 การตรวจสอบด้วยคลื่นเสียง (Ultrasonic) และเอ็กซ์-เรย์ (X-Ray)

กรรมวิธีตรวจสอบทั้งสอง สามารถหาข้อบกพร่องของตำแหน่งที่เชื่อมไม่ติดกัน ซึ่งรอยแยกเกิดจากการหดตัว, การฝังตัวของวัตถุแปลกปลอมในแนวเชื่อม การตรวจสอบนี้จะหารได้ข้อบกพร่องที่เป็นรอยแยก (มีช่องว่าง) เท่านั้น เมื่อพบข้อบกพร่องแล้วจะต้องพิจารณาถึงตำแหน่ง และขนาดว่าจะยอมรับได้หรือไม่ การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพระหว่างการใช้งานจะหาได้โดยใช้วิธีนี้ดูได้จาก **DVS 2206**

#### 44 การทดสอบโดยการทำลาย (Destructive Testing)

กรรมวิธีนี้จะต้องเอาชิ้นงานเชื่อม มาทำเป็นชิ้นทดลองหาคุณภาพแนวเชื่อม รายละเอียดของการทดสอบแบบนี้จะมีอยู่ใน **DVS 2203** ชิ้นงานทดสอบ (Specimen) จะทำมาจากส่วนที่แบ่งมาจากท่อ

##### 441 การทดสอบแรงดึง (Tensile Testing)

จากค่าปัจจัยการเชื่อมระยะสั้น และไดอะแกรมที่ได้จากการทดสอบจะเป็นจุดยึดสำหรับการพิจารณาความแข็งแรงและการแปรรูปของแนวเชื่อม คำแนะนำรายละเอียดดู **DVS 2203 part 1** ข้อกำหนดและ **part 2** การดำเนินการ

##### 442 การทดสอบแรงดัด (Bending Test)

การทดสอบแรงดัด ขนานกับมุมดัดที่โตที่สุดที่ชิ้นงานทนได้ และค่าปัจจัยการเชื่อมจะเป็นตัวช่วยในการพิจารณาคุณภาพของแนวเชื่อม คำแนะนำที่ละเอียดดู **DVS 2203 part 1** และข้อกำหนด **part 5** การดำเนินการ

#### 45 การทดสอบอื่นๆ

-การพิสูจน์ค่า **Long Time Welding Factor** จะทำโดยการทดสอบแรงดึงระยะยาว ซึ่งมีรายละเอียดในการทดสอบตาม **DVS 2203 part 4**

-การทดสอบความดันของระบบท่อดูได้จาก **DIN 4033** สำหรับท่อไม่มีความดัน และ **DIN 4279 part 1** และ **part 8** สำหรับท่อความดัน

#### 5. มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง และ DVS- Recommendation

มาตรฐาน DIN

**DIN 4033 Part 1**                      ท่อน้ำทิ้ง คำแนะนำสำหรับการทำงาน

**DIN 4279**                                การทดสอบแรงดันสำหรับท่อน้ำ

**Part 1**                                    ข้อกำหนดทั่วไป

**Part 8**                                    ท่อความดัน ทำด้วย PE-แข็ง และ PE-อ่อน

**DIN 8074**                                ท่อ HDPE



	Part 1, Type 1,	ขนาดต่างๆ
	Part 2, Type 2,	ขนาดต่างๆ
DIN 8075		ท่อ HDPE
	Part 1, Type 1,	ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณภาพการทดสอบ
	Type 2,	ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณภาพ, การทดสอบ
DIN 16775		ท่อ HDPE
	Part 1	Plastic-Resins, PE-Resins การแยกประเภท และ Code ย่อ
DIN 19537		ท่อและข้อต่อ ทำด้วย HDPE สำหรับท่อน้ำทิ้ง
	Part 1	ขนาดต่างๆ
	Part 2	Technical Data
DVS-Recommendation		
DVS-2203		การตรวจสอบแนวเชื่อมพลาสติก
	Part 1	การตรวจสอบข้อ-กำหนด
	Part 2	การทดสอบแรงดึง
	Part 4	การทดสอบแรงดึง ระยะยาว
	Part 5	การทดสอบแรงดัด
DVS 2206	Part 1	การทดสอบชิ้นส่วนและโครงสร้างทำด้วยเทอร์โมพลาสติก
DVS 2007	Part 1	การเชื่อมเทอร์โมพลาสติก
DVS 2208	Part 1	การเชื่อมเทอร์โมพลาสติก, เครื่องเชื่อมและอุปกรณ์สำหรับเชื่อมด้วยแผ่นฮีตเตอร์
DVS 2212	Part 1	การทดสอบช่วงเชื่อมพลาสติก, กลุ่มการทดสอบ I
6.มาตรฐานอื่นๆ		
DIN 1910	Part 3	การเชื่อม, การเชื่อมพลาสติก, กรรมวิธี
DIN 16960	Part 3	การเชื่อมเทอร์โมพลาสติก, ทฤษฎีพื้นฐาน
DIN 16963		การต่อท่อและข้อต่อ สำหรับความดันท่อ ทำด้วย HDPE Type 1 และ Type 2
	Part 1	การทำท่อโค้งโดยการตัดเป็น Segment มาเชื่อมต่อชน ขนาด
	Part 2	การทำท่อแยก - T โดยการตัดเป็น Segment มาประกอบกันแล้วต่อชน, ขนาด
	Part 3	การเชื่อมต่อชนท่อโค้งที่ได้จากการตัดโค้ง
	Part 4	หน้าแปลน สำหรับการเชื่อมต่อชน ; ขนาด
	Part 5	ข้อกำหนดทั่วไปเกี่ยวกับคุณภาพ การทดสอบ



**Part 6** อุปกรณ์ท่อ (Fittings) ที่ได้จากการฉีดยุติ สำหรับการเชื่อมต่อชน, ขนาด  
**Part 13** ท่อลดที่ได้จากการกลึง และการอัดสำหรับการเชื่อมต่อชน, ขนาด

**A: ข้อแนะนำในการทำงาน**


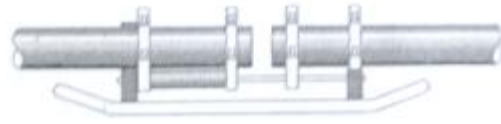
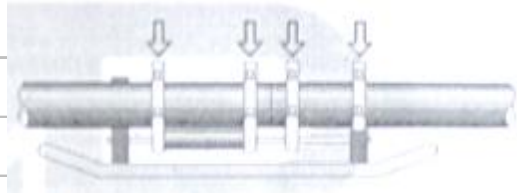

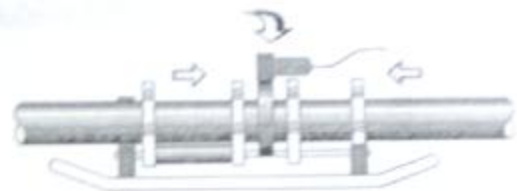
สำหรับการเชื่อมท่อและชิ้นส่วนอุปกรณ์ท่อด้วยแผ่นฮีตเตอร์

1. เตรียมอุปกรณ์เชื่อม
2. ถ้าจำเป็นให้ตั้งเต็นท์สำหรับงานเชื่อม
3. ประกอบใบมีดปาดหน้า
4. ปรับศูนย์ท่อตามที่ต้องการให้ตรง (โดยใช้ **Roller** หรือที่รองรับช่วย)
5. จับยึดท่อหรือชิ้นส่วนให้แน่น
6. ปาดหน้าเรียบ
7. เอามีดปาดหน้าออก
8. เอาเศษปาดหน้าที่ค้างออกให้หมด (ด้วยไม้กวาด, พู่กัน หรือกระดาษ)
9. ตรวจสอบความขนาด โดยการเลื่อนปลายท่อเข้าชนกัน เพื่อตรวจสอบความขนาด (ดูตารางที่ 1)
10. ตรวจสอบความเหลี่ยมของท่อ (เหลี่ยมที่ภายนอกได้สูงสุด  $0.1 \times$  ความหนาของผนังท่อ = 10% ของความหนาของผนังท่อ)
11. ทำความสะอาดแผ่นฮีตเตอร์ ด้วยผ้า, กระดาษที่ไม่เป็นเส้น ด้วยแอลกอฮอล์
12. ตรวจสอบอุณหภูมิเชื่อม (ดูรูปที่ 2)
13. หาค่าแรงดึง หรือความดันที่ใช้ในการลากท่อเข้าหาหันทัน และบันทึกค่าไว้ในบันทึกการทำงาน
14. หาค่าแรง หรือความดัน สำหรับการให้ความร้อนและการเชื่อม บันทึกค่าไว้ในบันทึกการทำงาน
15. ประกอบ แผ่นฮีตเตอร์เข้าตำแหน่งกลาง
16. ใช้ค่าแรง หรือความดัน และแผ่นฮีตเตอร์ ตามค่ากำหนด สำหรับการให้ความร้อนจนได้ตะเข็บรอบท่อ  
ๆ ตามตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 2
17. ลดแรงดันสำหรับการให้ความดันแชลงจนเข้าใกล้ศูนย์ (0.01 - 0.02 N/mm<sup>2</sup>)
18. หลังจากให้ความร้อนพอดีแล้ว (ดูตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 3) ให้ถอนหน้าสัมผัสออกจาก **Heater Plate**
19. เอาแผ่นฮีตเตอร์ออกแล้ว เลื่อนท่อเข้าชนกัน เวลาตามตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 4
20. ดูระยะเวลาสำหรับการเชื่อมประสาน จากตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 5 ค่อย ๆ เพิ่มแรงหรือความดันอย่างสม่ำเสมอ จนเข้าใกล้แรงดันเชื่อม (บันทึกค่าไว้ในบันทึกการทำงาน) ให้สังเกตดูตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 5
21. ปลอ่ยให้เย็นตัวภายใต้ความดันเชื่อม โดยให้สังเกตดูตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 5
22. หลังจากเวลาการหล่อเย็นสิ้นสุดลง ให้ปลดชิ้นงานออกได้



### การเชื่อมต่อท่อ HDPE (Joining Methods)


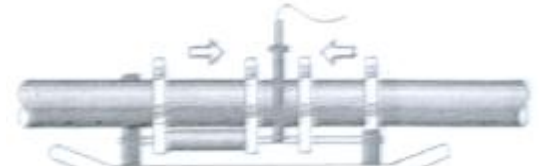




### ขั้นตอนและวิธีการเชื่อมต่อท่อ HDPE โดยวิธี Butt - Fusion Welding

ขั้นตอนที่	การดำเนินงาน	แสดงภาพประกอบ
1	เตรียมอุปกรณ์เชื่อม	
2	ถ้าจำเป็นให้ตั้งเต็นท์สำหรับงานเชื่อม	
3	นำปลายท่อที่จะเชื่อมต่อกันมาประกอบเข้ากับเครื่องเชื่อมท่อ	
4	ทำการปรับศูนย์ท่อ โดยการขันน็อตที่ประกบยึดท่อแต่ละตัวจนปลายท่อทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกัน (โดยใช้ Roller หรือที่รองรับช่วย)	
5	ประกอบเครื่องปาดหน้าท่อลงตรงกลางระหว่างปลายท่อทั้งสอง	
6	เลื่อนปลายท่อเข้าประกบกับเครื่องปาดหน้าท่อที่กำลังหมุนอยู่ เพื่อปาดหน้าท่อให้เรียบเสมอกัน	



ขั้นตอนที่	การดำเนินงาน	แสดงภาพประกอบ
7	เมื่อหน้าท่อเรียบเสมอกันดี ให้เลื่อนปลายท่อออกจากเครื่องปาดหน้าท่อ และเอาตัวปาดหน้าออก	
8	ทำความสะอาด โดยใช้แปรงขัดเศษพลาสติกออกจากปลายท่อให้หมด	
9	ตรวจสอบความขนาน โดยการเลื่อนปลายท่อเข้าชนกัน เพื่อตรวจสอบความขนาน (ตารางที่ 1) และตรวจสอบความเหลื่อมของท่อ (เหลื่อมที่ภายนอกได้สูงสุด 0.1 X ความหนาของผนังท่อ = 10% ของความหนาของผนังท่อ	
10	ทำความสะอาดแผ่นฮีตเตอร์ด้วยผ้าสะอาด กระดาษที่ไม่เป็นเส้น ด้วยแอลกอฮอล์	
11	ตรวจสอบอุณหภูมิเชื่อม (ดูรูปที่ 2)	อุณหภูมิการเชื่อมท่อ = 195 - 220° C
12	หาค่าแรงดึงท่อ หรือความดันที่ใช้ในการลากท่อเข้าหากัน และบันทึกค่าไว้ในบันทึกการทำงาน	F ค่าแรงลากจูงท่อ P ความดันลากจูงท่อ
13	หาค่าแรง หรือความดันสำหรับการให้ความร้อนแซ่ และการเชื่อม บันทึกค่าไว้ในบันทึกการทำงาน $P_{\text{การให้ความร้อนแซ่}} \cong 0.01 \text{ N/mm}^2$ $P_{\text{การเชื่อมประสาน}} \cong 0.15 \text{ N/mm}^2$	$F_{\text{การให้ความร้อนแซ่}} = F_{\text{ความดันลากจูงท่อ}} + F_{\text{ตาราง}}$ $F_{\text{การเชื่อมประสาน}} = F_{\text{ความดันลากจูงท่อ}} + F_{\text{ตาราง}}$ $P_{\text{การให้ความร้อนแซ่}} = P_{\text{ความดันลากจูงท่อ}} + P_{\text{ตาราง}}$ $P_{\text{การเชื่อมประสาน}} = P_{\text{ความดันลากจูงท่อ}} + P_{\text{ตาราง}}$



ลำดับ	การดำเนินงาน	แสดงภาพประกอบ
14	ประกอบแผ่นฮีตเตอร์เข้าตำแหน่งกลางระหว่างปลายท่อทั้งสอง	
15	เลื่อนปลายท่อเข้าประกบกับแผ่นฮีตเตอร์ โดยใช้ค่าแรง หรือความดัน และแผ่นฮีตเตอร์ตามค่ากำหนด สำหรับการให้ความร้อนจนได้ตะเข็บรอบท่อ ๆ ตามตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 2	
16	ลดแรงดันสำหรับการให้ความดันแช่ลงจนเข้าใกล้ศูนย์ (0.01 - 0.02 N/mm <sup>2</sup> )	
17	หลังจากให้ความร้อนพอดีแล้ว (ดูตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 3) ให้ถอยหน้าสัมผัสออกจากแผ่นฮีตเตอร์	
18	เอาแผ่นฮีตเตอร์ออก แล้วเลื่อนท่อเข้าชนกัน เวลาตามตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 4	
19	ดูระยะเวลาสำหรับการเชื่อมประสานจากตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 5 ค่อย ๆ เพิ่มแรงหรือความดันอย่างสม่ำเสมอจนเข้าใกล้แรงดันเชื่อม(บันทึกค่าไว้ในบันทึกการทำงาน) ให้สังเกตตารางที่ 2 คอลัมน์ที่ 5	

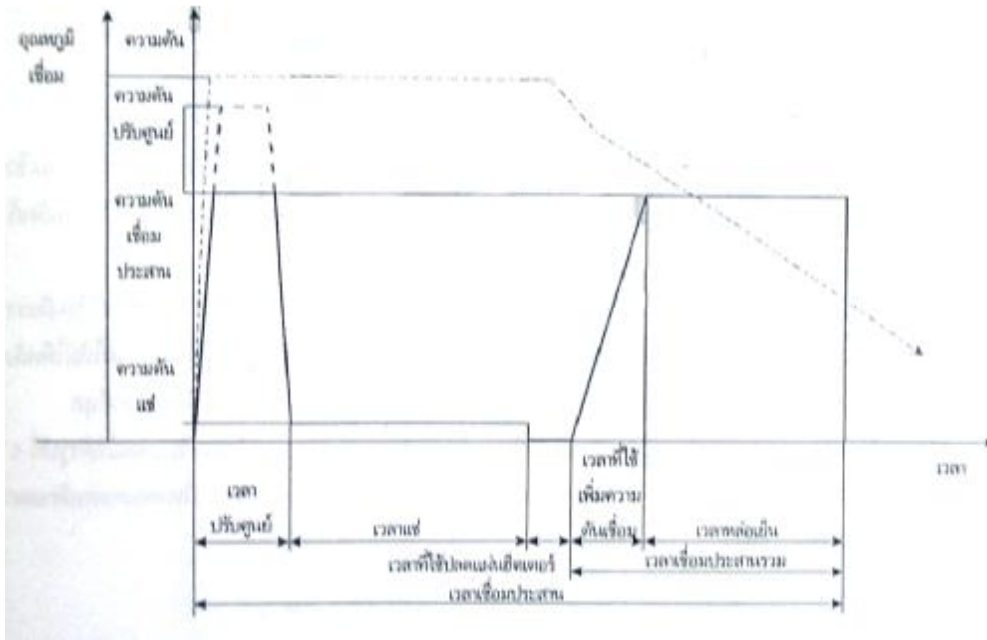
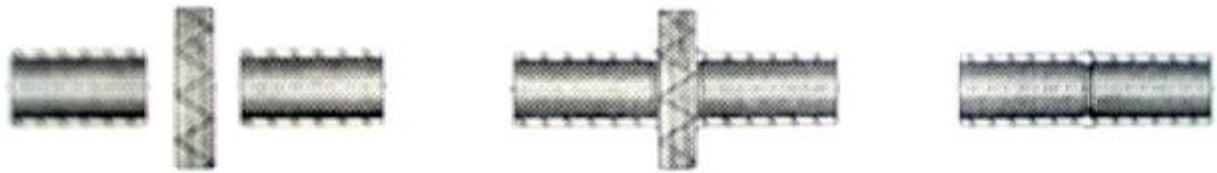


ลำดับ	การดำเนินงาน	แสดงภาพประกอบ
20	ปล่อยให้เย็นตัวภายใต้ความดันเชื่อมตดยให้ สังเกตตารางที่2 คอลัมน์ที่5	
21	หลังจากเวลาการหล่อเย็นสิ้นสุดลงให้ปล่อยชิ้น งานออกได้	
22	ขนาดความกว้างของตะเข็บเชื่อมจะต้องได้ค่า ตามตารางหรือประมาณความหนาของท่อ และตรวจสอบแนวเชื่อมให้เรียบร้อย	





ตารางการเชื่อมท่อ HDPE โดยวิธี Butt - Fusion Welding



พารามิเตอร์ของการเชื่อม ท่อท่อ HDPE โดยวิธี Butt - Fusion Welding  OD = เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอกของท่อ T = ความหนาของผนังท่อ	1. อุณหภูมิของแผ่นฮีตเตอร์	195 - 220 (°C)
	2. ความดันเชื่อมประสาน	1.5 + 0.2 (บาร์)
	3. เวลาปรับศูนย์กลาง	จนกระทั่งได้ความสูงของตะเข็บ ตามข้อ 4
	4. ความสูงของตะเข็บ	0.5 + 0.1 x T (มม.)
	5. ความดันแช่	0.1 - 0.2 (บาร์)
	6. เวลาการให้ความร้อนแช่	10 x T (วินาที)
	7. เวลาที่ใช้ปลดแผ่นฮีตเตอร์	3 + 0.01 x OD (วินาที)
	8. เวลาที่ใช้เพิ่มความดันเชื่อมประสาน	3 + 0.03 x OD (วินาที)
	9. ความดันเชื่อมประสาน	1.5 + 0.2 (บาร์)
	10. เวลาหล่อเย็น	3 + T (นาที)
	11. ความกว้างแนวเชื่อมสูงสุด	3 + 0.5 x T (มม.)
	12. ความกว้างแนวเชื่อมต่ำสุด	3 + 0.75 x T (มม.)