



บริษัท ตะวันไพบ์ จำกัด
Tawan Pipe Co.,Ltd.

คู่มือทางวิศวกรรมการติดตั้งและการเชื่อมต่อ ท่อลอนพอลิเอทิลีนเสริมเหล็ก

Steel Reinforced Polyethylene Corrugated Pipe
Engineering Installation and Jointing Manual



ภาพการเตรียมและประกอบแนวท่อขนาดใหญ่ในพื้นที่ก่อสร้างช่วงเวลากลางคืน

จัดทำโดย บริษัท ตะวันไพบ์ จำกัด

ฉบับเผยแพร่ทางวิศวกรรม พ.ศ. 2569

ข้อมูลควบคุมเอกสาร

รายการ	รายละเอียด
ชื่อเอกสาร	คู่มือทางวิศวกรรมการติดตั้งและการเชื่อมต่อท่อลอนพอลิเอทิลีนเสริมเหล็ก
หน่วยงานจัดทำ	บริษัท ตะวันไฟฟ้า จำกัด
ประเภทเอกสาร	คู่มือทางวิศวกรรมสำหรับการวางท่อ งานต่อท่อ งานเชื่อม และการควบคุมคุณภาพภาคสนาม
ปีที่จัดทำ	พ.ศ. 2569
ขอบเขตการใช้	งานท่อใต้ดินแบบไม่รับแรงดัน งานระบายน้ำ งานน้ำทิ้ง งานรวบรวมน้ำเสีย และงานประยุกต์ที่วิศวกรผู้ออกแบบอนุมัติ
การใช้เอกสาร	ต้องอ่านร่วมกับแบบก่อสร้าง รายการประกอบแบบ เอกสารรับรองผลิตภัณฑ์ Welding Procedure และข้อกำหนดเฉพาะของโครงการ

ข้อจำกัดการใช้เอกสาร คู่มือนี้อธิบายหลักวิศวกรรมและขั้นตอนการปฏิบัติงานทั่วไป มิได้ใช้แทนการออกแบบเฉพาะโครงการ ค่าพารามิเตอร์การเชื่อม ระยะฝัง ความหนาชั้นรองพื้น ระดับการบดอัด และรายละเอียดรอยต่อ ให้ยึดเอกสารที่ได้รับอนุมัติสำหรับผลิตภัณฑ์และโครงการนั้นเป็นหลัก

คำนำ

ท่อลอนพอลิเอทิลีนเสริมเหล็กเป็นระบบท่อโครงสร้างแบบยืดหยุ่นที่นำสมบัติด้านความทนทานต่อการกัดกร่อน และน้ำหนักเบาของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงมาทำงานร่วมกับโครงสร้างเสริมแรงภายในลอนท่อ การออกแบบและการติดตั้งจึงแตกต่างจากท่อคอนกรีตเสริมเหล็กหรือท่อผนังตันที่พึ่งพาความแข็งแรงของตัวท่อเป็นหลัก ประสิทธิภาพของระบบท่อนี้เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างตัวท่อ ชั้นรองพื้น วัสดุบริเวณด้านข้างท่อ และมวลดินรอบท่อ ดังนั้นคุณภาพของการเตรียมร่องวางท่อ การจัดแนวและระดับ การต่อท่อ การถมและบดอัด รวมถึงการตรวจรับหลังติดตั้ง จึงมีผลโดยตรงต่ออายุการใช้งานของระบบ

บริษัท ตะวันไฟฟ้า จำกัด จัดทำคู่มือฉบับนี้เพื่อรวบรวมหลักการทางวิศวกรรม ขั้นตอนภาคสนาม และแนวทางควบคุมคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งท่อลอนพอลิเอทิลีนเสริมเหล็ก โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับระบบต่อท่อด้วยแถบเชื่อมไฟฟ้า ระบบเชื่อมพลาสติกแบบ Extrusion การใช้สองวิธีร่วมกัน การประกอบชิ้นงานหน้าแปลน และการติดตั้งท่อขนาดใหญ่ในสภาพพื้นที่ก่อสร้างจริง ภาพประกอบทั้งหมดเป็นตัวอย่างการปฏิบัติงานและชิ้นงานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของบริษัท เพื่อให้ผู้อ่านเชื่อมโยงหลักการทางวิศวกรรมกับลักษณะงานจริงได้อย่างชัดเจน

สารบัญ

บท	หัวข้อ	หน้า
1	บทนำและหลักการทางวิศวกรรมของระบบท่อ SRPE	6
2	การวางแผนงานและการตรวจสอบก่อนเริ่มติดตั้ง	7
3	การขนย้าย การยก และการจัดเก็บท่อ	9
4	การเตรียมร่องท่อ ฐานรอง และการควบคุมระดับ	10
5	ขั้นตอนการวางท่อและควบคุมแนวติดตั้ง	12
6	การต่อท่อด้วยระบบ Electrofusion Band	13
7	การเชื่อมพลาสติกแบบ Extrusion Welding	16
8	ระบบรอยต่อแบบผสม Electrofusion และ Extrusion Welding	21
9	การผลิตและติดตั้งชิ้นงานหน้าแปลนสำหรับท่อ SRPE	21
10	การติดตั้งในสภาพพื้นที่พิเศษ	26
11	การถมกลับและการทำงานร่วมกันระหว่างท่อกับดิน	28
12	การควบคุมคุณภาพรอยต่อและเกณฑ์การตรวจรับ	29
13	ความปลอดภัยในการติดตั้งและงานเชื่อม	30
14	เอกสารคุณภาพและการตรวจสอบย้อนกลับ	30
15	ข้อบกพร่องที่พบบ่อย สาเหตุ และแนวทางแก้ไข	31
16	ขั้นตอนการตรวจรับและส่งมอบงาน	32
ภาคผนวก ก	แบบตรวจสอบก่อนเริ่มงานติดตั้ง	33
ภาคผนวก ข	แบบบันทึกรอยต่อท่อ	34
ภาคผนวก ค	แบบตรวจสอบ Extrusion Welding	35
ภาคผนวก ง	แบบตรวจสอบ Electrofusion	36
ภาคผนวก จ	Inspection and Test Plan ตัวอย่าง	37
ภาคผนวก ฉ	แบบบันทึกประจำวันงานติดตั้งท่อ	38
ภาคผนวก ช	ตัวอย่างลำดับงานติดตั้งภาคสนาม	39
ภาคผนวก ซ	ภาพประกอบการปฏิบัติงาน	40
	เอกสารอ้างอิง	44

รายการภาพประกอบ

- ภาพที่ 1 การประกอบแนวท่อขนาดใหญ่ในพื้นที่ปฏิบัติงานกลางคืน
- ภาพที่ 2 ท่อ SRPE หลังวางลงในร่องท่อและปรับแนวตามแนวโครงการ
- ภาพที่ 3 การยกท่อด้วยสายรัดผ้าและควบคุมแนวระหว่างลวดระดับ
- ภาพที่ 4 สภาพร่องท่อและการใช้เครื่องจักรสนับสนุนงานติดตั้ง
- ภาพที่ 5 การเชื่อมพลาสติกแบบ Extrusion บริเวณแนวต่อด้านนอก
- ภาพที่ 6 การปฏิบัติงานเชื่อมต่อท่อในพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ
- ภาพที่ 7 การติดตั้งแถบเชื่อมและอุปกรณ์รัดแนวท่อ
- ภาพที่ 8 เครื่องควบคุมการเชื่อมและการจับยึดแถบ Electrofusion
- ภาพที่ 9 การประกอบท่อเป็นแนวยาวก่อนเคลื่อนย้ายหรือวางลงร่อง
- ภาพที่ 10 การเตรียมและเชื่อมแนวท่อในงานก่อสร้างกลางคืน
- ภาพที่ 11 การเตรียมและเดินแนว Extrusion Welding
- ภาพที่ 12 ลักษณะรอยเชื่อมภายนอกหลังการปฏิบัติงาน
- ภาพที่ 13 ตัวอย่างแนวรอยเชื่อมและสภาพผิวท่อหลังผ่านงานภาคสนาม
- ภาพที่ 14 การจัดเก็บท่อขนาดใหญ่ในพื้นที่ปฏิบัติงาน
- ภาพที่ 15 การเชื่อมและเก็บรายละเอียดภายในชิ้นงานท่อน้ำแปลน
- ภาพที่ 16 การเชื่อมภายในชิ้นงานหน้าแปลนอีกมุมมองหนึ่ง
- ภาพที่ 17 ตัวอย่างแบบรายละเอียดหน้าแปลนและตำแหน่งรูยึด
- ภาพที่ 18 ชิ้นงานท่อพร้อมหน้าแปลนหลังการประกอบ
- ภาพที่ 19 ชิ้นงานท่อน้ำแปลนขนาดใหญ่และแนวท่อที่ประกอบสำเร็จ

TAWANPIPE.CO.TH

1 บทนำและหลักการทางวิศวกรรมของระบบท่อ SRPE

1.1 ขอบเขตของคู่มือ

คู่มือฉบับนี้ครอบคลุมกระบวนการตั้งแต่การตรวจรับท่อ การขนส่งและจัดเก็บ การเตรียมร่องวางท่อ การจัดทำฐานรองท่อ การยกและวางท่อ การควบคุมแนวและระดับ วิธีการต่อท่อ การเชื่อมพลาสติก การประกอบหน้าแปลน การถมกลับและบดอัด การตรวจสอบคุณภาพ ตลอดจนเอกสารบันทึกสำหรับการตรวจรับงาน โดยมุ่งเน้นการใช้งานท่อใต้ดินแบบไม่รับแรงดันภายใน เช่น ระบบระบายน้ำ ระบบน้ำทิ้ง ระบบรวบรวมน้ำเสีย และท่อโครงสร้างอื่นที่วิศวกรผู้ออกแบบระบุให้ใช้ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้

1.2 ลักษณะโครงสร้างและพฤติกรรมของท่อ

ท่อลอนพอลิเอทิลีนเสริมเหล็กประกอบด้วยชั้นพอลิเอทิลีนที่ทำหน้าที่เป็นผิวป้องกันและชั้นรับสภาวะแวดล้อม ร่วมกับองค์ประกอบเสริมแรงโลหะที่จัดวางอยู่ภายในโครงสร้างลอนเพื่อเพิ่มความแข็งแรงเชิงวงแหวน รูปทรงลอนช่วยเพิ่มโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มมวลวัสดุพอลิเมอร์เทียบเท่าท่อผนังตัน เมื่อถูกฝังใต้ดิน ท่อจะเปลี่ยนรูปในระดับที่ควบคุมได้และถ่ายแรงออกสู่ดินด้านข้าง กลไกดังกล่าวเรียกว่า soil-pipe interaction ซึ่งเป็นสาระสำคัญของการติดตั้งท่อแบบ flexible pipe ตามแนวคิดใน ASTM D2321 [3]

คุณสมบัติที่สำคัญของระบบจึงไม่ได้พิจารณาเฉพาะค่าความแข็งแรงของท่อ แต่ต้องพิจารณาคุณภาพของวัสดุรองรับพื้นและวัสดุฝังกลบ ความสม่ำเสมอของการบดอัด ความลึกฝัง ภาระจราจร สภาพหน้าใต้ดิน และเสถียรภาพของดินเดิม หากมีช่องว่างใต้ช่วง haunch หรือมีการถมดินหนึ่งสูงกว่าอีกด้านมากเกินไป ท่ออาจเกิดการเปลี่ยนรูปเฉพาะที่หรือเคลื่อนตัวออกจากแนวได้ แม้ตัวผลิตภัณฑ์จะผ่านมาตรฐานโรงงานแล้วก็ตาม

1.3 มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐาน	สาระที่เกี่ยวข้องกับคู่มือ
มอก. 2764-2559	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อลอนพอลิเอทิลีนเสริมเหล็ก ครอบคลุมขนาดระบุ 200–2,000 มม. สำหรับงานใต้ดินแบบไม่รับแรงดัน [1]
ASTM F2435-25	ข้อกำหนดและวิธีทดสอบสำหรับ steel reinforced polyethylene corrugated pipe ขนาด 200–2,000 มม. สำหรับ sanitary sewer, storm sewer และ drainage แบบไม่รับแรงดัน [2]
ASTM D2321-26	แนวปฏิบัติสำหรับการติดตั้งท่อเทอร์โมพลาสติกฝังดินในระบบ sewer และ gravity-flow โดยเน้นสภาพแวดล้อมรอบท่อที่มีเสถียรภาพ [3]
DVS 2207-4:2019-12	ขั้นตอนและข้อกำหนดสำหรับ Extrusion Welding ของวัสดุเทอร์โมพลาสติก [4]
ISO 12176-2:2025	ข้อกำหนดสมรรถนะของเครื่องควบคุม Electrofusion สำหรับระบบ PE [5]
ISO 13950:2007	ระบบรับรู้พารามิเตอร์อัตโนมัติสำหรับ Electrofusion และการจ่ายพลังงานตามข้อมูลของอุปกรณ์ [6]

การอ้างมาตรฐานในโครงการ หากเอกสารรับรองผลิตภัณฑ์หรือข้อกำหนดของเจ้าของงานระบุ ASTM F2435-15 หรือฉบับอื่น ให้ใช้ฉบับที่ระบุในสัญญาและ Certificate ของสินค้านั้น การอ้างฉบับปัจจุบันในคู่มือนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงสถานะทางวิชาการ ณ เวลาจัดทำเอกสาร มิได้เปลี่ยนแปลงข้อกำหนดตามสัญญา

2 การวางแผนงานและการตรวจสอบก่อนเริ่มติดตั้ง

2.1 การทบทวนข้อมูลออกแบบ

ก่อนนำท่อเข้าสู่พื้นที่ติดตั้ง วิศวกรสนามต้องทบทวนแบบแปลนแนวท่อ longitudinal profile รายละเอียดบ่อพัก ระดับ invert level ความลาดชัน จุดเชื่อมต่อกับโครงสร้างเดิม ตำแหน่งสาธารณูปโภคใต้ดิน และข้อจำกัดด้านการจราจร โดยเฉพาะระบบระบายน้ำแบบไหลด้วยแรงโน้มถ่วง ความคลาดเคลื่อนระดับเพียงเล็กน้อยอาจทำให้เกิดช่วงท้องท่หรือ backfall ซึ่งก่อให้เกิดการตกตะกอนและลดสมรรถนะทางชลศาสตร์ในระยะยาว

การสำรวจควรจัดทำ benchmark ที่ตรวจสอบย้อนกลับได้และมีจุดควบคุมระดับเพียงพอสำหรับตรวจสอบทุกช่วงการวางท่อ ในงานท่อขนาดใหญ่หรือแนวยาวควรกำหนด station ของรอยต่อแต่ละตำแหน่งเพื่อให้เชื่อมโยงกับ Joint Record ภายหลังได้ การกำหนดหมายเลขท่อและหมายเลขรอยต่อก่อนติดตั้งเป็นวิธีที่ช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการจัดทำ As-built และช่วยให้ตรวจสอบย้อนกลับเมื่อมีการทดสอบหรือซ่อมแซม

2.2 การตรวจรับวัสดุและสภาพท่อ

การตรวจรับต้องครอบคลุมทั้งข้อมูลเอกสารและสภาพทางกายภาพ ตรวจสอบขนาดระบุ ชั้นความแข็งแรงหรือชั้นผลิตภัณฑ์ตามใบรับรอง ความยาว จำนวน Lot และเครื่องหมายบนตัวท่อ จากนั้นตรวจผิวด้านนอก ลอนท่อ ปลายท่อ ผิวด้านใน และบริเวณที่มีการเตรียมสำหรับระบบต่อท่อ ต้องไม่มีความเสียหายที่ทำให้โครงสร้างเสริมแรงเปิดออก ไม่มีรอยฉีก ลึกหรือการเสียรูปถาวรที่อาจกระทบต่อการประกอบรอยต่อ ท่อที่มีข้อสงสัยควรแยกไว้และให้ผู้รับผิดชอบทางวิศวกรรม ประเมินก่อนนำไปใช้งาน



ภาพที่ 14 ตัวอย่างการจัดเก็บท่อขนาดใหญ่ในพื้นที่ปฏิบัติงาน ควรจัดพื้นที่ให้มั่นคงและป้องกันการกลิ้งหรือการกระแทกที่ปลายท่อ

2.3 การจัดทำ Method Statement และ Inspection Test Plan

งานติดตั้งที่มีคุณภาพควรกำหนด Hold Point และ Witness Point ให้ชัดเจนก่อนเริ่มงาน ตัวอย่าง Hold Point ที่สำคัญ ได้แก่ การอนุมัติระดับฐานรองก่อนวางท่อ การตรวจ alignment ก่อนเชื่อมต่อ การตรวจรอยต่อก่อนถม และการยืนยันผลทดสอบก่อนปิดงาน ส่วน Witness Point อาจใช้กับการสาธิตการเชื่อมต่อครั้งแรก การทดสอบเครื่องเชื่อมต่อ หรือการตรวจการบดอัดใน pipe zone การจัดทำแผนดังกล่าวทำให้การตรวจสอบเป็นระบบและลดความเสี่ยงที่รอยต่อหรือชั้นดินซึ่งถูกปิดทับแล้วจะต้องเปิดแก้ไขภายหลัง

TAWANPIPE.CO.TH

3 การขนย้าย การยก และการจัดเก็บท่อ

3.1 หลักการยกท่อขนาดใหญ่

แม้ท่อพอลิเอทิลีนจะมีน้ำหนักต่ำกว่าท่อคอนกรีตในขนาดใกล้เคียง แต่ท่อขนาดใหญ่มีโมเมนต์ดัดและความไวต่อการเสียรูปจากการยกแบบจุดเดียว การเลือกตำแหน่งยกจึงต้องพิจารณาความยาวท่อ น้ำหนักรวม จุดศูนย์ถ่วง และความแข็งแรงของหน้าตัด ควรใช้สายรัดผ้าแบบ web sling ที่มีหน้าสัมผัสกว้าง หลีกเลี่ยงการใช้โซ่หรือลวดสลิงสัมผัสผิวท่อโดยตรง และไม่ควรใช้ปลายงาของรถยกสอดกระแทกเข้าไปในผิวท่อ



ภาพที่ 3 การยกท่อด้วยสายรัดผ้าเพื่อควบคุมแนวและลดการกดเฉพาะจุดต่อผิวท่อ

3.2 การประกอบท่อเป็นแนวยาว

ในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านเวลาเปิดการจราจร สามารถประกอบท่อหลายท่อนเป็นแนวยาวเหนือพื้นก่อนนำลงร่องได้ วิธีดังกล่าวช่วยลดจำนวนกิจกรรมเชื่อมภายในร่องและลดช่วงเวลาที่ร่องขุดเปิดค้าง แต่ต้องจัดทำแผนยกและแผนควบคุม

การโค้งตัวของแนวท่ออย่างเหมาะสม ระยะจุดยกและจำนวน sling ต้องมากพอที่จะไม่ทำให้บริเวณรอยต่อรับโมเมนต์ดัดสูงเกินควร และต้องตรวจสอบข้อจำกัดรัศมีดัดขั้นต่ำของผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิต



ภาพที่ 9 ตัวอย่างการประกอบท่อเป็นแนวยาวก่อนการเคลื่อนย้ายหรือวางลงร่อง ควรควบคุมจุดยกหลายตำแหน่งตามแผนยก

3.3 การเก็บรักษาหน้างาน

พื้นที่วางท่อควรมีพื้นรับที่เรียบ ไม่มีเศษเหล็ก หินเหลี่ยม หรือวัสดุแหลมคม การซ้อนท่อต้องพิจารณาความมั่นคง และมีตัวกั้นกึ่งทั้งสองด้าน หากต้องจัดเก็บเป็นเวลานานควรหลีกเลี่ยงตำแหน่งที่มีความร้อนสูงเฉพาะจุด สารเคมีรั่วไหล หรือกิจกรรมเชื่อมโลหะซึ่งสะเก็ดไฟอาจตกลงบนผิวท่อ ปลายท่อและอุปกรณ์ต่อควรปิดป้องกันสิ่งสกปรกเพื่อช่วยลดงานทำความสะอาดก่อนเชื่อม

4 การเตรียมร่องท่อ ฐานรอง และการควบคุมระดับ

4.1 สภาพดินเดิมและความมั่นคงของร่อง

การขุดร่องต้องดำเนินการให้ได้ความกว้างที่เพียงพอต่อการทำงานบริเวณด้านข้างท่อและการบดอัดวัสดุใน haunch zone หากร่องแคบเกินไปแม้จะประหยัดปริมาตรขุด แต่จะไม่สามารถนำเครื่องบดอัดหรือเครื่องมือเข้าถึงบริเวณ

สำคัญด้านล่างครึ่งท่อได้ ในทางกลับกันร่องที่กว้างเกินความจำเป็นอาจเพิ่มปริมาตรวัสดุถมและเปลี่ยนสถานะการรับแรงของระบบ จึงควรกำหนดจากแบบออกแบบและวิธีการก่อสร้างที่ได้รับอนุมัติ

พื้นร่องที่เป็นดินอ่อน ดินเลน หรือดินถูกรบกวนจากน้ำต้องปรับปรุงก่อนวาง bedding การวางท่อลงบนดินที่มีความสามารถรับน้ำหนักต่ำและไม่สม่ำเสมอจะทำให้เกิด differential settlement และทำให้แนวท่อสูญเสียความลาดชัน บริเวณที่มีน้ำใต้ดินสูงควรจัดระบบ dewatering ให้สามารถควบคุมระดับน้ำต่ำกว่าพื้นทำงานตลอดช่วงเตรียมฐาน วางท่อ เชื่อม และทำ initial backfill



ภาพที่ 2 ท่อ SRPE ภายหลังจากวางลงในร่องท่อ การควบคุมแนวร่อง ระดับฐาน และพื้นที่สำหรับการถมด้านข้างเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบ flexible pipe

4.2 Bedding และ Haunch Zone

Bedding มีหน้าที่สร้างผิวรองรับที่สม่ำเสมอตามแนวยาว ลดการเกิด point load และช่วยกำหนดระดับท้องท่อ ส่วน haunch zone คือบริเวณตั้งแต่ใต้ท้องท่อขึ้นไปถึงแนว springline ซึ่งมีความสำคัญสูงต่อการถ่ายแรงจากท่อสู่ดินด้านข้าง การใส่วัสดุและบดอัดให้เต็มช่องว่างใต้ด้านข้างท่อเป็นงานที่ไม่สามารถตรวจแก้ไขได้ง่ายเมื่อถมสูงขึ้นไปแล้ว จึงควรใช้วิธีเติมวัสดุทีละชั้นและใช้เครื่องมือที่สามารถเข้าถึงบริเวณดังกล่าวโดยไม่กระทบก่ตัวท่อ

ข้อพิจารณาการบดอัด ระดับความแน่นที่ต้องการให้เป็นไปตามแบบและข้อกำหนดของโครงการ
ไม่ควรกำหนดค่าร้อยละการบดอัดแบบเดียวสำหรับทุกโครงการ เพราะสมรรถนะของระบบขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุ ความชื้น เครื่องมือบดอัด ความลึกฝัง และการออกแบบร่วมกัน

4.3 การตรวจระดับก่อนวางท่อ

ก่อนลงท่อลงร่องควรตรวจระดับ bedding ด้วยกล้องระดับหรือ Total Station ตาม station ที่กำหนด หลังวางท่อแล้วต้องตรวจ invert level อีกครั้งก่อนทำรอยต่อ เพราะน้ำหนักท่อและการปรับแนวอาจทำให้วัสดุรองพื้นยุบตัว เฉพาะจุด การใช้ไม้รอง ก้อนอิฐ หรือหินเพื่อดันท้องท่อให้ได้ระดับไม่ถือเป็นวิธีแก้ไขที่เหมาะสม เนื่องจากทำให้เกิดจุดรับแรงสูงและขาดการรองรับต่อเนื่อง ควรปรับ bedding ให้ได้ระดับตามแบบ



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการควบคุมการวางท่อในร่องและการใช้เครื่องจักรสนับสนุน ต้องเว้นระยะทำงานและป้องกันการกระแทกผิวท่อ

5 ขั้นตอนการวางท่อและควบคุมแนวติดตั้ง

5.1 การกำหนดลำดับการวางท่อ

โดยทั่วไปควรวางท่อจากด้านปลายน้ำไปด้านต้นน้ำเพื่อให้การควบคุม invert และการระบายน้ำระหว่างก่อสร้างทำได้ง่าย แต่ลำดับจริงอาจเปลี่ยนตามข้อจำกัดพื้นที่ บ่อพัก หรือการจัดการจราจร การวางแต่ละท่อนต้องตรวจปลายท่อให้สะอาดและไม่มีเศษความเสียหายก่อนประกอบ การเลื่อนท่อเข้าหากันควรใช้แรงควบคุมผ่านอุปกรณ์ที่กระจายแรง หลีกเลี่ยงการใช้บุน้ำหรือวัตถุกระทบโดยตรงที่ปลายหรือสันลอน

5.2 การจัดศูนย์และการควบคุมช่องรอยต่อ

รอยต่อที่ดีเริ่มจาก alignment ที่ดี แขนงท่อสองท่อนควรต่อเนื่องและไม่มี step ที่ผิวด้านในมากเกินไปจนเกินเกณฑ์ที่ผู้ผลิตกำหนด การเยื้องศูนย์จะทำให้ระบบ Electrofusion มีแรงกดสัมผัสไม่สม่ำเสมอและทำให้แนว Extrusion Welding ต้องเติมเนื้อพลาสติกมากผิดปกติ ในท่อระบบระบายน้ำ ผิวด้านในที่เยื้องมากยังทำให้เกิด turbulence และจุดสะสมตะกอน จึงต้องแก้ alignment ก่อนเริ่มการเชื่อมต่อ ไม่ควรใช้แนวเชื่อมเป็นวิธีชดเชยความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต

5.3 การปฏิบัติงานในพื้นที่จำกัดและกลางคืน

งานกลางคืนต้องเพิ่มการควบคุมด้านแสงสว่าง ควบคุมแหล่งจ่ายไฟ และการจัดการพื้นที่ทำงาน เนื่องจากขั้นตอนเตรียมผิวและตรวจแนวเชื่อมต้องอาศัยการมองเห็นรายละเอียดสูง แสงควรส่องบริเวณ joint zone โดยไม่สร้างเงาบังและ

ไม่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานแยกสภาพผิวผิวดพลาต สายไฟและสายเครื่องมือควรจัดเส้นทางไม่ให้ป็นจุดสะดุดหรือถูกเครื่องจักรทับ
ขณะเดียวกันต้องแยกเขตทำงานของผู้เชื่อมออกจากเส้นทางรถและเครนอย่างชัดเจน



ภาพที่ 10 การเตรียมและเชื่อมแนวท่อในงานกลางคืน การจัดแสงสว่างและพื้นที่ควบคุมเป็นส่วนหนึ่งของคุณภาพงานเชื่อมและความปลอดภัย

6 การต่อท่อด้วยระบบ Electrofusion Band

6.1 หลักการของระบบ

Electrofusion Band เป็นวิธีทำรอยต่อโดยใช้องค์ประกอบให้ความร้อนด้วยความต้านทานไฟฟ้าที่ติดอยู่กับแถบหรือชิ้นส่วนพอลิเอทิลีนซึ่งวางครอบคลุมบริเวณรอยต่อ เมื่อต่อเข้ากับเครื่องควบคุม กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนภายในบริเวณสัมผัสจนวัสดุ PE หลอมและประสานตัว ภายหลังหยุดจ่ายพลังงานต้องปล่อยให้รอยต่อเย็นตัวภายใต้สภาพการจับยึดเพื่อให้เกิดโครงสร้างรอยต่อที่เสถียร หลักการของเครื่องควบคุม electrofusion สำหรับระบบ PE มีข้อกำหนดสมรรถนะตาม ISO 12176-2 [5] และระบบข้อมูลพารามิเตอร์อัตโนมัติมีแนวคิดสอดคล้องกับ ISO 13950 [6]

6.2 การเตรียมผิวและการจับยึด

ผิวที่อยู่ใน fusion zone ต้องปราศจากดิน ฝุ่น ไขมัน น้ำ และชั้นผิวที่เสื่อมสภาพจากการเก็บหรือการสัมผัสสิ่งแวดล้อม การเตรียมผิวควรดำเนินการตามคู่มือระบบรอยต่อ โดยใช้เครื่องมือที่ไม่ทำให้ลอนเสียรูป หลังทำความสะอาดแล้วควรหลีกเลี่ยงการจับผิวสัมผัสด้วยมือเปล่า แถบ Electrofusion ต้องวางตรงกับแนวท่อและแนบผิวสม่ำเสมอรอบวง จากนั้นใช้ clamp หรือ ratchet strap ตามจำนวนและตำแหน่งที่ผู้ผลิตกำหนดเพื่อรักษาแรงกดสัมผัส



ภาพที่ 7 การติดตั้งแถบเชื่อมและอุปกรณ์รัดบริเวณแนวต่อก่อนเริ่มวงจร Electrofusion



ภาพที่ 8 ตัวอย่างเครื่องควบคุม Electrofusion และระบบจับยึดแนวท่อ ระหว่างกระบวนการต้องควบคุมการเคลื่อนตัวของท่อจนพ้นช่วง cooling time

6.3 การควบคุมวงจรการเชื่อม

พารามิเตอร์ของ Electrofusion ได้แก่แรงดัน กระแส พลังงานหรือเวลาเชื่อม และเวลารอเย็นเป็นข้อมูลเฉพาะของระบบแถบเชื่อมและขนาดท่อ ไม่ควรนำค่าจากขนาดหนึ่งไปใช้กับอีกขนาดหนึ่งโดยอนุมาน เครื่องควบคุมควรอยู่ในสภาพสอบเทียบตามข้อกำหนดของผู้ผลิต แหล่งจ่ายไฟหรือเครื่องกำเนิดไฟต้องมีกำลังเพียงพอและแรงดันคงที่ สายต่อควรมีขนาดเหมาะสมเพื่อจำกัด voltage drop ก่อนเริ่มวงจรควรบันทึกหมายเลข joint ผู้ปฏิบัติงาน หมายเลขเครื่อง อุณหภูมิ แวดล้อม และค่าที่ใช้จริง

ในช่วง fusion และ cooling ห้ามหมุน ดึง ยก หรือบังคับท่อ เพราะการเคลื่อนตัวของผิวที่กำลังหลอมจะรบกวนแนวการประสาน เมื่อครบ cooling time จึงถอดอุปกรณ์จับยึดและตรวจแนวรอบวง หากพบส่วนที่แถบไม่แนบ รอยไหม้จากความร้อนสูงผิดปกติ การหลอมไม่ต่อเนื่อง หรือความเสียหายทางกล ต้องให้ผู้ควบคุมงานประเมินและดำเนินการซ่อมตามวิธีที่อนุมัติ ไม่ควรจ่ายไฟซ้ำโดยไม่มี procedure เนื่องจากประวัติความร้อนของวัสดุเปลี่ยนไปจากรอบแรกแล้ว

6.4

Checklist ก่อนเริ่ม Electrofusion

- แนวท่อและช่องรอยต่ออยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด
- Fusion zone สะอาดและแห้ง ไม่มีฝุ่น น้ำมัน และความชื้น
- แถบเชื่อมตรงรุ่นและขนาดกับท่อที่ติดตั้ง
- ระบบ clamp หรือ ratchet กดแถบสม่ำเสมอ
- เครื่องควบคุมและสายไฟอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
- แหล่งจ่ายไฟมีความเสถียรและกำลังเพียงพอ
- ได้บันทึก joint number และพารามิเตอร์ก่อนเริ่มวงจร
- มีพื้นที่ป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนท่อระหว่าง fusion และ cooling

TAWANPIPE.CO.TH

7 การเชื่อมพลาสติกแบบ Extrusion Welding

7.1 หลักการและขอบเขต

Extrusion Welding เป็นกระบวนการเชื่อมเทอร์โมพลาสติกที่หลอมวัสดุเติมชนิดเดียวกันหรือเข้ากันได้กับวัสดุฐานด้วยเครื่อง extruder แล้วป้อนเนื้อหลอมผ่าน welding shoe ลงสู่ joint geometry ที่ผ่านการเตรียมผิว พร้อมใช้ลมร้อนสำหรับ preheat ผิวฐานก่อนการประสาน DVS 2207-4 กำหนดหลักการและข้อกำหนดสำหรับ extrusion welding ของท่อ ชิ้นส่วนท่อ fitting และแผ่นเทอร์โมพลาสติก [4] กระบวนการนี้เหมาะกับแนวเชื่อมด้านในของท่อขนาดใหญ่ งานเก็บผิวรอยต่อ งานประกอบชิ้นส่วนพิเศษ และการผลิตชิ้นงานหน้าแปลนที่สามารถเข้าถึงแนวเชื่อมได้

7.2 การเตรียม Joint Geometry

คุณภาพรอยเชื่อมขึ้นอยู่กับ joint preparation มากกว่าการเพิ่มเนื้อเชื่อมให้หนาเพียงอย่างเดียว ผิวฐานต้องถูกเปิดให้ถึงวัสดุที่สะอาดและมีสภาพเหมาะสมต่อการหลอมประสาน โดยไม่ตัดลึกจนทำให้โครงสร้างแข็งแรงเสียหาย บริเวณที่มีสิ่งปนเปื้อนหรือผิวออกซิไดซ์ต้องถูกกำจัดตาม procedure หากเป็นรอยต่อที่มีช่องว่าง ต้องประเมินว่า geometry รองรับ

TAWANPIPE.CO.TH

การทำ root และ cap ที่ต่อเนื่องหรือไม่ ไม่ควรใช้ extrusion bead ปริมาณมากเพื่ออุดช่องว่างที่เกิดจาก alignment ไม่ถูกต้อง



ภาพที่ 11 การเตรียมและเดินแนว Extrusion Welding บริเวณรอยต่อด้านนอกของท่อ โดยต้องควบคุม preheat การป้อนเนื้อหลอม และความเร็วเดินแนวให้สัมพันธ์กัน

7.3 การควบคุม Preheat และเนื้อหลอม

ลมร้อนทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิผิวฐานก่อนเนื้อ extrusion สัมผัส เพื่อส่งเสริมการแพร่และการประสานของโมเลกุลพอลิเมอร์ หาก preheat ต่ำเกินไปจะเกิด cold fusion หรือ lack of fusion หากสูงเกินไปอาจเกิดผิวไหม้ การออกซิเดชัน หรือการเสียรูปของวัสดุ ค่าที่ใช้จริงต้องกำหนดใน Welding Procedure Specification โดยอ้างอิงชนิด PE เครื่องมือ ขนาดหัวเชื่อม รูปแบบแนวเชื่อม และสภาพแวดล้อม ไม่ควรกำหนดอุณหภูมิหรือความเร็วเดินแนวเป็นค่าตายตัวในคู่มือทั่วไป Welding rod หรือวัสดุเติมต้องเป็นชนิดที่ผู้ผลิตหรือ WPS รับรองว่าเข้ากันได้กับวัสดุฐาน ต้องเก็บให้สะอาดและแห้ง ไม่

สัมผัสดินหรือสารหล่อลื่น ขณะเดินแนว welding shoe ควรสัมผัส joint geometry อย่างมั่นคงและคงมุมเครื่องมือสม่ำเสมอ การหยุดกลางแนวโดยไม่เตรียมจุดต่อใหม่อาจสร้างแนว discontinuity จึงควรวางแผนตำแหน่ง start-stop และวิธีต่อแนวไว้ล่วงหน้า



ภาพที่ 5 การเชื่อมพลาสติกแบบ Extrusion บนท่อขนาดใหญ่ในพื้นที่เตรียมงาน เหมาะสำหรับงานที่สามารถควบคุมสภาพผิวและการเข้าถึงแนวเชื่อมได้

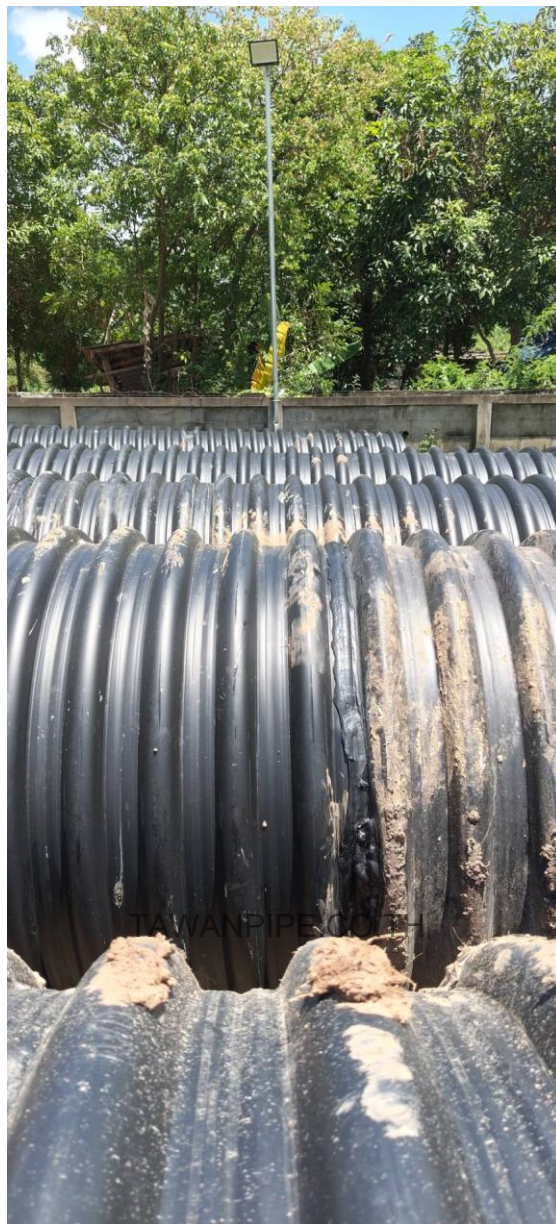
7.4 การตรวจลักษณะรอยเชื่อม

การตรวจด้วยสายตาควรพิจารณาความต่อเนื่องของ bead ความสม่ำเสมอของแนว fusion รอยยุบหรือ undercut รอยไหม้ รูพรุน การปนเปื้อน และการแยกตัวที่ขอบแนวเชื่อม รอยเชื่อมที่ดีควรแสดงการหลอมเข้ากับผิวฐาน

อย่างต่อเนื่องโดยไม่มีช่องเปิด หากพบตำหนิที่มีผลต่อความแน่นหรือโครงสร้าง ไม่ควรเติมทับบนตำหนิโดยตรง ควรกำจัดบริเวณเสียหายจนถึงวัสดุที่มีสภาพดี เตรียมผิวใหม่ และเชื่อมซ่อมตาม procedure ที่อนุมัติ



ภาพที่ 12 ตัวอย่างลักษณะแนวเชื่อมภายนอกหลังการปฏิบัติงาน ควรทำความสะอาดผิวก่อนการตรวจเพื่อให้สามารถประเมินความต่อเนื่องของแนวได้



ภาพที่ 13 ตัวอย่างแนวรอยเชื่อมที่ผ่านสภาพงานภาคสนาม การตรวจรับต้องพิจารณารอยเชื่อมหลังทำความสะอาดและเปรียบเทียบกับเกณฑ์ใน WPS และ ITP

7.5 การเชื่อมภายในท่อ

สำหรับท่อขนาดที่สามารถเข้าปฏิบัติงานภายในได้ การเชื่อมด้านในสามารถเพิ่มความต่อเนื่องของผิวไหลและช่วยควบคุมความแน่นของรอยต่อ อย่างไรก็ตาม การเข้าท่ออาจเข้าข้างงานในที่อับอากาศตามสภาพจริงของโครงการ ต้องมีการประเมินอันตราย การระบายอากาศ การตรวจบรรยากาศ การสื่อสาร และระบบช่วยเหลือก่อนอนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าไปเชื่อม ภายในท่อควรจัดแสงโดยไม่เพิ่มความร้อนหรือสร้างสายไฟกีดขวางพื้นที่ทำงาน

8 ระบบรอยต่อแบบผสม Electrofusion และ Extrusion Welding

8.1 เหตุผลทางวิศวกรรม

ในงานท่อขนาดใหญ่ที่ต้องการระดับความมั่นใจของรอยต่อสูง สามารถใช้ Electrofusion ภายนอกพร้อมกับ Extrusion Welding ด้านในหรือบริเวณที่เข้าถึงได้ โดยแต่ละกระบวนการทำหน้าที่แตกต่างกัน Electrofusion สร้างแนวประสานภายนอกต่อเนื่องรอบวงและช่วยยึด geometry ของรอยต่อ ส่วน extrusion สามารถเก็บผิวด้านใน ปิดช่องต่อ และเสริมความต่อเนื่องเฉพาะบริเวณ การใช้สองระบบร่วมกันต้องได้รับการกำหนดใน approved method statement ไม่ใช้การเพิ่มขึ้นตอนโดยไม่มีการประเมินผล เพราะลำดับความร้อนและการหดตัวอาจมีผลต่อแนวต่อ

8.2 ลำดับที่แนะนำ

TAWANPIPE.CO.TH

1. ตรวจสอบ alignment และ invert level ก่อนเริ่มงานรอยต่อ
2. เตรียมผิวและติดตั้ง Electrofusion Band พร้อมระบบจับยึด
3. ดำเนินงานจรรยา Electrofusion ตามพารามิเตอร์ของอุปกรณ์
4. คงสภาพจับยึดจนพ้น cooling time และตรวจรอยต่อภายนอก
5. เตรียมผิวด้านในหรือบริเวณที่จะทำ extrusion ตาม WPS
6. ทำ preheat และ Extrusion Welding ตาม joint geometry
7. ปลดปล่อยให้รอยเชื่อมเย็นตัวโดยไม่รับแรงหรือการบิด
8. ตรวจสอบ Visual Inspection และทำ field test ตาม ITP ก่อน backfill

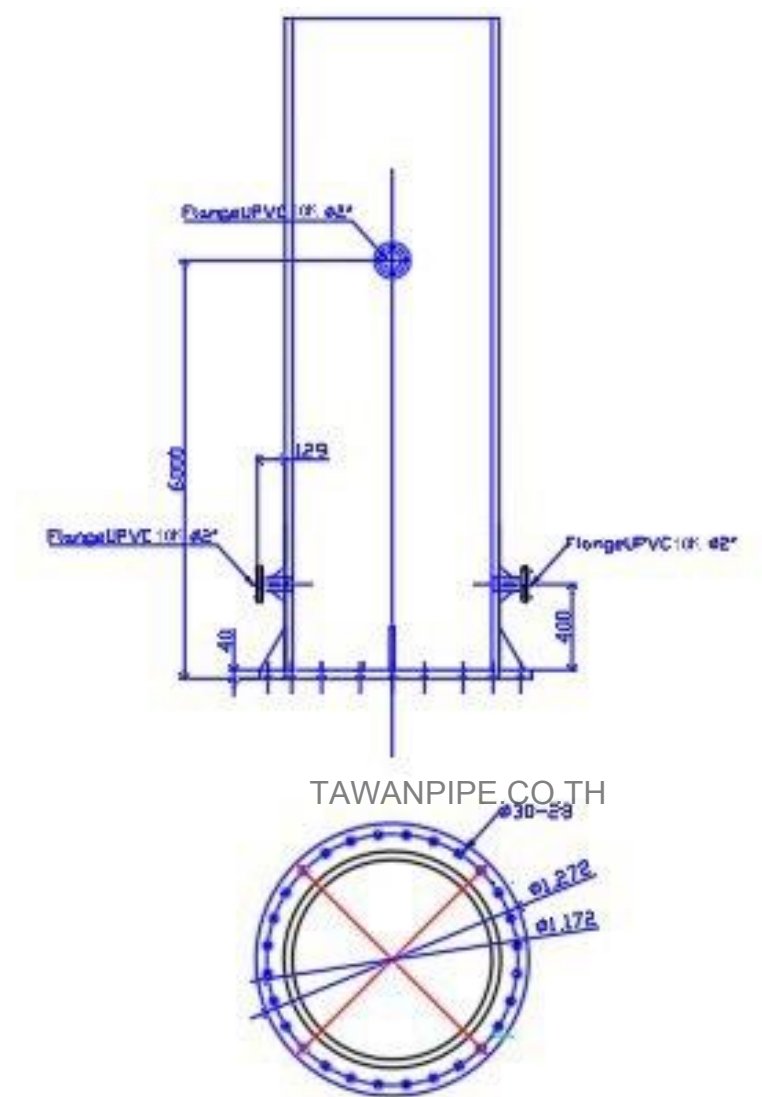
จุดสำคัญคือไม่ควรเริ่ม extrusion ขณะที่บริเวณ Electrofusion ยังอยู่ในช่วง cooling ที่ผู้ผลิตกำหนด เพราะความร้อนและแรงจากการทำงานอาจรบกวนรอยต่อเดิม ลำดับจริงจึงต้องกำหนดจาก geometry และคำแนะนำของระบบ joint

9 การผลิตและติดตั้งชิ้นงานหน้าแปลนสำหรับท่อ SRPE

9.1 บทบาทของหน้าแปลน

หน้าแปลนใช้สำหรับเชื่อมต่อท่อ SRPE เข้ากับอุปกรณ์หรือโครงสร้างที่ต้องถอดประกอบได้ เช่น วาล์ว บั้ม ท่อเหล็ก ท่อส่งเข้าบ่อ หรือชุด transition piece การทำหน้าแปลนกับท่อลอนต้องออกแบบขึ้นส่วนรับแรงให้สามารถถ่ายแรงจากวง

bolt circle ไปยังผนังท่อโดยไม่ทำให้ลอนเฉพาะจุดรับแรงมากเกินไป ดังนั้นชิ้นงานหน้าแปลนควรผลิตตามแบบ shop drawing ที่อนุมัติและมีรายละเอียดการเชื่อม/ยึดกับตัวท่อชัดเจน



ภาพที่ 17 ตัวอย่างแบบรายละเอียดหน้าแปลนและตำแหน่งรูยึด การผลิตจริงต้องตรวจสอบมิติ bolt circle จำนวนรู และความหนาตามแบบที่อนุมัติ

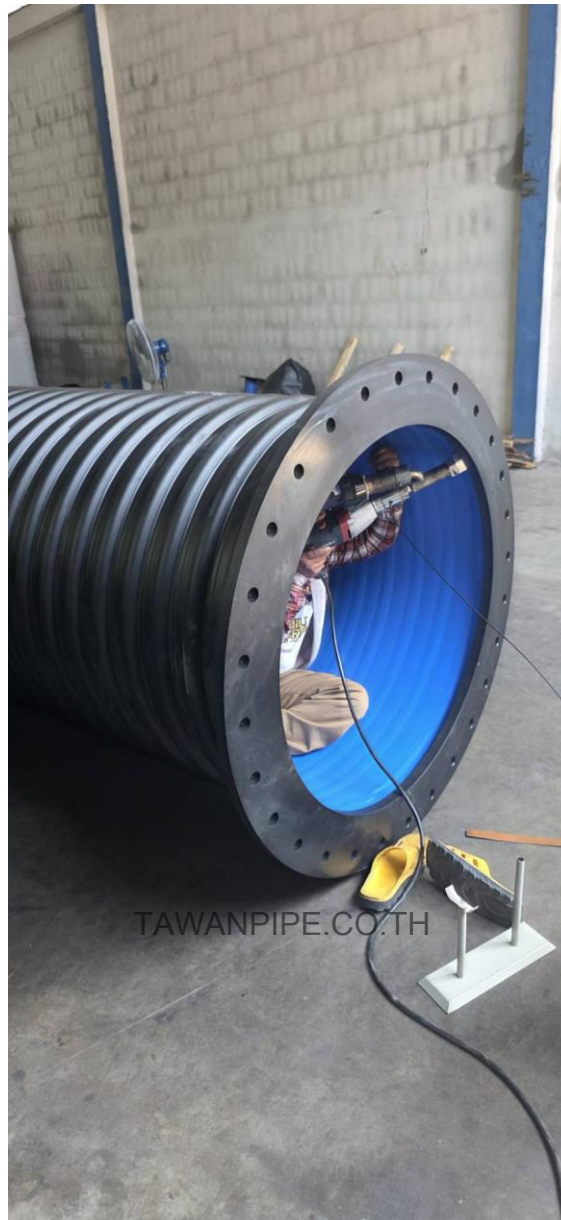
9.2 การเชื่อมชิ้นส่วนภายในและการเก็บผิว

บริเวณรอยต่อระหว่างองค์ประกอบหน้าแปลนกับผิวพอลิเอทิลีนอาจต้องใช้ extrusion welding เพื่อสร้างความต่อเนื่องของผิวและซีลบริเวณรอยต่อ การเชื่อมภายในต้องควบคุม joint geometry และการ preheat เช่นเดียวกับการ

extrusion ทัวไป แต่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่มากกว่า ผู้ปฏิบัติงานควรจัดทำทางและอุปกรณ์ให้ไม่สร้างแรงกดต่อผิวท่อหรือหน้าแปลนจนเกิดการบิดตัว



ภาพที่ 15 การเชื่อมและเก็บรายละเอียดภายในชิ้นงานท่อหน้าแปลนขนาดใหญ่

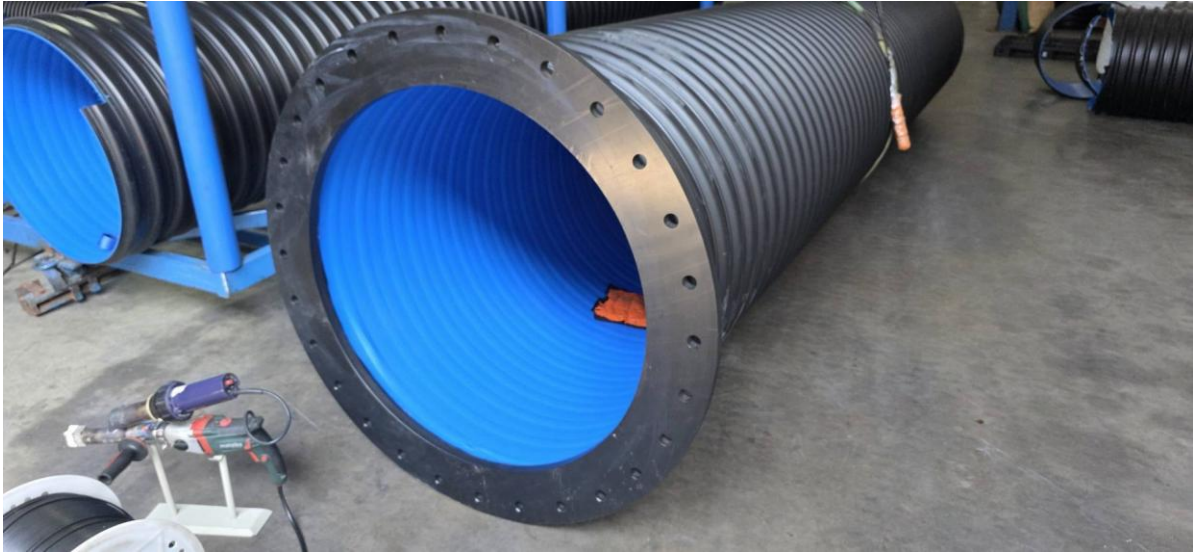


ภาพที่ 16 การเชื่อมภายในชิ้นงานหน้าแปลนอีกมมมองหนึ่ง แสดงพื้นที่ปฏิบัติงานและลักษณะการเข้าถึง joint zone

9.3 การตรวจสอบก่อนส่งมอบ

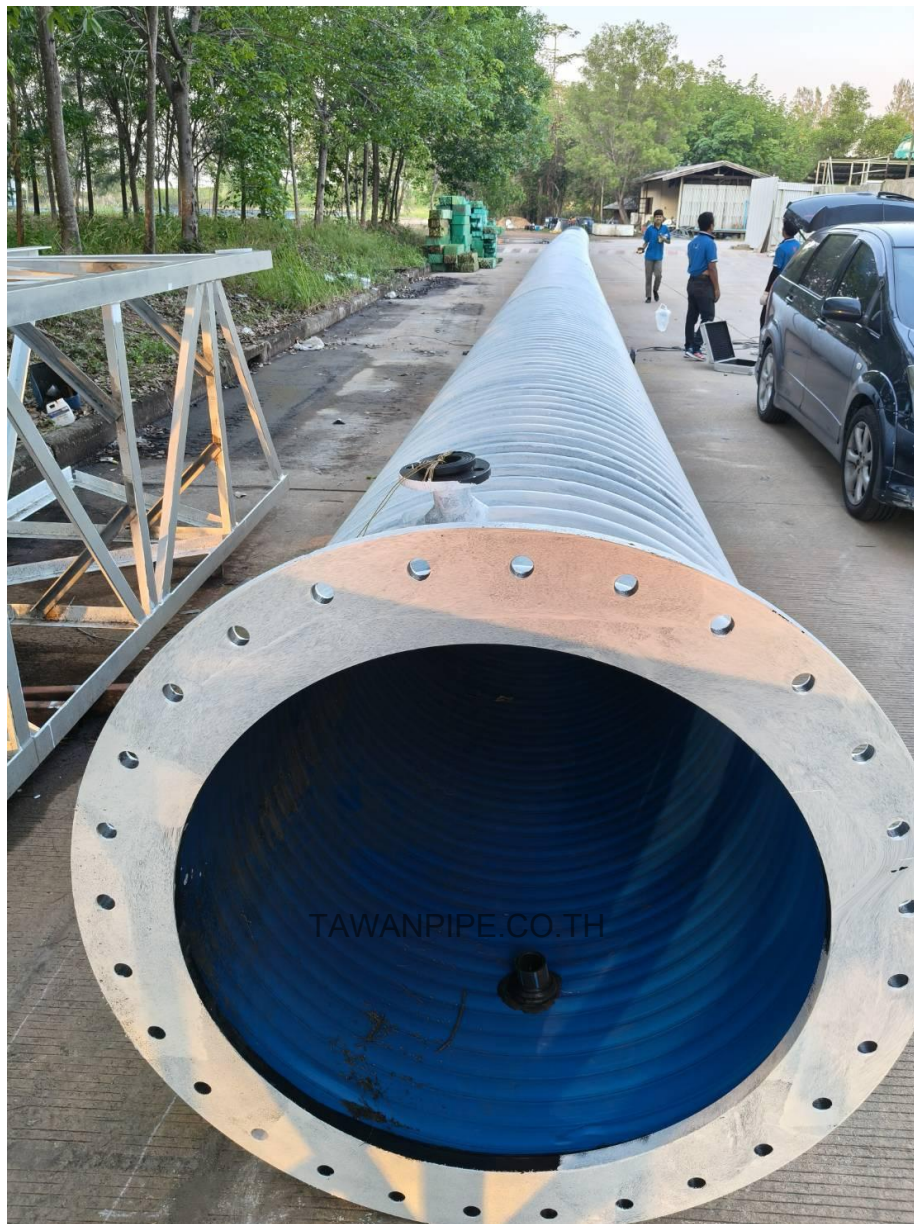
หลังผลิตควรตรวจ concentricity ของช่องท่อกับหน้าแปลน ความเรียบของ flange face ระยะ bolt circle จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางรู bolt รวมถึงความสะอาดของ sealing surface หากเชื่อมต่อกับหน้าแปลนโลหะหรือ

อุปกรณ์อื่น ต้องเลือก gasket ที่เข้ากันได้กับของไหลและสภาวะใช้งาน การขัน bolt ควรใช้ลำดับสลับแบบ cross pattern และเพิ่ม torque เป็นขั้น ไม่ขันด้านหนึ่งจนสุดก่อนอีกด้าน เพราะอาจทำให้หน้าแปลนเอียงหรือ gasket ถูกบีบไม่สม่ำเสมอ



ภาพที่ 18 ชิ้นงานท่อพร้อมหน้าแปลนหลังการประกอบ ควรตรวจสอบความเรียบและมิติก่อนติดตั้งกับระบบ

TAWANPIPE.CO.TH



ภาพที่ 19 ชิ้นงานท่อน้ำแปลนขนาดใหญ่และแนวท่อที่ประกอบสำเร็จ เหมาะกับการเตรียมงานล่วงหน้าในพื้นที่ควบคุมคุณภาพได้ดี

10 การติดตั้งในสภาพพื้นที่พิเศษ

10.1 พื้นที่น้ำใต้ดินสูงและบริเวณใกล้แหล่งน้ำ

ท่อพอลิเอทิลีนมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำและระบบท่อว่างสามารถเกิดแรงลอยตัวได้เมื่อน้ำใต้ดินสูงหรือร่องท่อถูกน้ำท่วม ระหว่างก่อสร้างจึงต้องควบคุม dewatering และวางลำดับ backfill ให้ลดช่วงเวลาที่ท่ออยู่ในสภาพไม่มีน้ำหนักดินครอบคลุม หากการออกแบบจำเป็นต้องใช้ anchor block หรือมาตรการต้าน uplift ต้องพิจารณาแรงลอยตัว ปริมาตร

น้ำแทนที่ น้ำหนักท่อ น้ำหนักดิน และระดับน้ำออกแบบโดยวิศวกร ไม่ควรใช้ก้อนคอนกรีตหรือวัสดุวางวางบนผิวท่อโดยไม่มีรายละเอียดรองรับ



ภาพที่ 6 การปฏิบัติงานเชื่อมต่อท่อในพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ แสดงความจำเป็นของการจัดพื้นที่ทำงานและควบคุมสภาพพื้นรอบแนวท่อ

10.2 พื้นที่จราจรและการทำงานกลางคืน

พื้นที่ถนนต้องจัด traffic control plan แยกคน เครื่องจักร และแนววางท่อออกจากกระแสดจราจร บริเวณที่ประกอบท่อยาวอาจกินพื้นที่มากกว่าร่องขุดจริง จึงต้องพิจารณา turning radius ของเครน รถบรรทุก และเส้นทางยกท่อ

การทำงานกลางคืนช่วยลดผลกระทบจากรถแต่เพิ่มความเสี่ยงด้านการมองเห็น จึงต้องให้ความสำคัญกับไฟส่องพื้นที่
เครื่องหมายสะท้อนแสง และการตรวจเครื่องมือก่อนเริ่มกะ



ภาพที่ 1 การประกอบแนวท่อขนาดใหญ่ในพื้นที่ปฏิบัติงานกลางคืน ก่อนติดตั้งต้องจัดเขตงานและระบบแสงสว่างให้เหมาะสม

10.3 งานท่อโค้งหรือแนวเปลี่ยนทิศ

ความยืดหยุ่นของท่อช่วยให้สามารถปรับแนวโค้งอ่อนตามแนวโครงการได้ในบางกรณี แต่ไม่ควรตีความว่าท่อสามารถดัดได้โดยไม่มีข้อจำกัด รัศมีดัดขั้นต่ำของผลิตภัณฑ์ต้องได้จากผู้ผลิตและต้องพิจารณารอยต่อเป็นจุดวิกฤต การบังคับโค้งมากบริเวณ joint อาจสร้าง peeling stress ต่อ Electrofusion Band หรือเพิ่มความเค้นด้านหนึ่งของแนว extrusion หากแนวเปลี่ยนทิศมากควรใช้ fitting หรือโครงสร้าง transition ที่ออกแบบไว้

11 การถมกลับและการทำงานร่วมกันระหว่างท่อกับดิน

11.1 ลำดับการถมใน Pipe Zone

หลังรอยต่อผ่านการตรวจและอนุมัติแล้ว ให้เริ่มถมบริเวณด้านข้างจากระดับฐานขึ้นมาอย่างสมดุลทั้งสองข้าง การถมเป็นชั้นบางทำให้สามารถควบคุมความแน่นและลดช่องว่างใน haunch zone ควรใช้เครื่องมืออัดที่มีขนาดเหมาะสมกับช่องว่าง ไม่กระแทกตัวท่อ และไม่ทำให้ alignment เปลี่ยน ขณะถมควรตรวจท่อเป็นระยะ หากพบการเคลื่อนแนวหรือเปลี่ยนรูปผิดปกติให้หยุดงานและแก้ไขก่อนถมสูงขึ้น

11.2 Initial Backfill และ Final Backfill

Initial backfill คือช่วงวัสดุเหนือ crown ของท่อที่ยังมีข้อผิดพลาดโดยตรงต่อการปกป้องตัวท่อจากแรงกระแทก การเลือกวัสดุควรหลีกเลี่ยงก้อนหินหรือเศษวัสดุขนาดใหญ่ที่ตกกระแทกผิวท่อ เมื่อตัวท่อมี cover เพียงพอตามแบบจึงสามารถใช้เครื่องจักรบดอัดที่หนักขึ้นสำหรับ final backfill ได้ การอนุญาตให้รถก่อสร้างหรือเครื่องจักรหนักวิ่งผ่านแนวท่อนั้นมีความหนาดินครอบคลุมเพียงพอเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิด deformation ที่ไม่จำเป็น

ASTM D2321 เน้นว่าการติดตั้งท่อเทอร์โมพลาสติกฝังดินต้องสร้างสภาพแวดล้อมใต้ดินที่มีเสถียรภาพและอาจต้องปรับข้อกำหนดตามชนิดผลิตภัณฑ์และสภาพดินจริง [3] ดังนั้นวิศวกรสนามต้องใช้ข้อมูลจาก geotechnical condition ร่วมกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ไม่ควรใช้รายละเอียด trench เดียวกันกับทุกพื้นที่โดยไม่มีการประเมิน

12 การควบคุมคุณภาพรอยต่อและเกณฑ์การตรวจรับ

12.1 Visual Inspection

Visual Inspection เป็นการตรวจชั้นพื้นฐานที่ต้องทำทุก joint ก่อนปิดทับ จุดตรวจประกอบด้วย alignment ของท่อ ความต่อเนื่องของระบบ Electrofusion สภาพผิวหลัง fusion ความต่อเนื่องของ extrusion bead ร่องรอยการไหม้ รูพรุน รอยแยก การปนเปื้อน และความเสียหายทางกลจาก clamp หรือเครื่องมือ ในท่อขนาดใหญ่ควรตรวจทั้งภายนอกและภายในเมื่อสามารถเข้าถึงได้อย่างปลอดภัย ภาพถ่ายของ joint พร้อมป้าย joint number ช่วยยืนยันสภาพก่อน backfill และเป็นหลักฐาน traceability ที่มีคุณค่าในการส่งมอบงาน

ลักษณะที่ตรวจ	เกณฑ์ทางวิศวกรรมทั่วไป	การดำเนินการเมื่อผิดปกติ
Alignment	แกนต่อต่อเนื่อง ไม่มี step หรือ offset เกินค่าที่ระบบ joint ยอมรับ	จัดแนวใหม่ก่อนเชื่อม หากเชื่อมแล้วให้วิศวกรประเมิน
Electrofusion band	แนบต่อเนื่อง ไม่ยกตัว ไม่ไหม้ผิดปกติ และไม่ถูกเคลื่อนระหว่าง cooling	กักงาน joint และประเมินตาม repair procedure
Extrusion bead	ต่อเนื่อง ไม่มี crack, void, burn, undercut หรือ lack of fusion ที่มองเห็นได้	กำจัดบริเวณบกพร่องถึงเนื้อดีและเชื่อมซ่อมตาม WPS
Pipe surface	ไม่มีรอยฉีกหักหรือเหล็กเสริมเปิดเผย	แยกประเมินความเสียหายและวิธีซ่อม
Inside flow line	ไม่มีวัสดุเชื่อมหรือสิ่งกีดขวางที่ลดพื้นที่ไหลอย่างมีนัยสำคัญ	เก็บผิวและตรวจซ้ำก่อนรับงาน

TAWANPIPE.CO.TH

12.2 การทดสอบความแน่นและการตรวจภายใน

วิธีทดสอบภาคสนามขึ้นอยู่กับประเภทระบบและข้อกำหนดเจ้าของงาน อาจใช้การทดสอบน้ำ การทดสอบการรั่วแบบกำหนดช่วง การตรวจ CCTV การตรวจด้วยบุคลากรในท่อขนาดใหญ่ หรือวิธีอื่นที่ได้รับอนุมัติ ผลทดสอบต้องผูกกับ station และ joint number อย่างชัดเจน หากพบการรั่วไม่ควรสมมติว่าเกิดจากรอยต่อเพียงอย่างเดียว ต้องตรวจสอบเสียหายของผิวท่อ connection กับ manhole และ fitting ร่วมด้วย

12.3 การตรวจการเปลี่ยนรูปหลังติดตั้ง

ท่อแบบ flexible pipe อาจเกิดการเปลี่ยนรูปเชิงวงรีภายหลังรับแรงดิน การเปลี่ยนรูปในขอบเขตที่ออกแบบไม่ใช่ความเสียหายโดยอัตโนมัติ แต่ deformation ที่มากหรือไม่สมมาตรอาจสะท้อนปัญหาการรองรับด้านข้าง ความแน่นของ backfill หรือแรงกดเฉพาะจุด โครงการที่กำหนด deflection limit ควรตรวจในช่วงเวลาที่ระบุหลัง backfill และก่อนส่งมอบ โดยใช้วิธีวัดที่เหมาะสมกับเส้นผ่านศูนย์กลางและความปลอดภัยในการเข้าถึง

13 ความปลอดภัยในการติดตั้งและงานเชื่อม

13.1 ความปลอดภัยงานร่องขุด

งานร่องขุดมีอันตรายจากดินพัง การตกจากขอบร่อง น้ำไหลเข้าพื้นที่ เครื่องจักรเคลื่อนที่ และสารอันตรายเดิม การกำหนด slope, benching, shoring หรือ trench box ต้องเป็นไปตามสภาพดิน ความลึก และข้อกำหนดความปลอดภัยที่ใช้บังคับในโครงการ ห้ามให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้บุงกีหรือวัตถุที่กำลังยก และต้องจัดทางขึ้นลงที่ปลอดภัยสำหรับร่องที่มีความลึกตามเกณฑ์กฎหมายหรือมาตรฐานของไซต์

13.2 ความปลอดภัยงานไฟฟ้าและงานเชื่อมพลาสติก

เครื่อง Electrofusion และ Extrusion Welder ใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ที่อาจมีความชื้น จึงต้องตรวจสอบสายไฟชั่วคราว ระบบสายดิน และอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่วก่อนใช้งาน แหล่งจ่ายไฟควรตั้งในตำแหน่งแห้งและมีการป้องกันฝน ไม่ควรวางชั่วคราวหรือปลักบนพื้นเปียก อากาศร้อนจาก preheater และเนื้อพอลิเมอร์หลอมสามารถทำให้เกิดแผลไหม้ได้ ผู้ปฏิบัติงานควรใช้ถุงมือ แว่นตา และเสื้อผ้าที่เหมาะสม พร้อมจัดพื้นที่ให้บุคคลอื่นไม่สัมผัสแนวเชื่อมก่อนเย็นตัว

13.3 งานภายในท่อและที่อับอากาศ

การเข้าปฏิบัติงานภายในท่อขนาดใหญ่ต้องประเมินว่าเข้าลักษณะที่อับอากาศหรือไม่ตามสภาพจริง หากเข้าข่ายต้องใช้ permit system ตรวจวัดบรรยากาศ จัด ventilation ผู้เฝ้าระวัง ระบบสื่อสาร และแผนกู้ภัย การใช้เครื่องเชื่อมภายในทำให้เกิดความร้อนและอาจมีไอจากพอลิเมอร์ จึงต้องออกแบบการระบายอากาศให้เหมาะสมและไม่ใช้ถึงแก๊สหรือแหล่งกำเนิดอันตรายภายในพื้นที่โดยไม่มีมาตรการควบคุม

14 เอกสารคุณภาพและการตรวจสอบย้อนกลับ

14.1 Joint Identification

รอยต่อแต่ละจุดควรมีรหัสเฉพาะที่เชื่อมโยงกับ station แนวท่อ วันที่เชื่อม ผู้ปฏิบัติงาน เครื่องมือ และวิธีเชื่อม เมื่อเกิดข้อบกพร่องหลังการทดสอบ ระบบรหัสดังกล่าวช่วยให้ค้นประวัติและประเมิน joint ที่ผลิตในช่วงเดียวกันได้ หากใช้เครื่อง Electrofusion ที่บันทึก cycle log ควรจัดเก็บไฟล์หรือภาพข้อมูลร่วมกับแบบฟอร์มภาคสนาม

14.2 Welding Procedure Specification

WPS สำหรับงาน extrusion ควรกำหนดชนิดวัสดุฐาน วัสดุเติม เครื่องและหัวเชื่อม วิธีเตรียมผิว joint geometry ช่วงพารามิเตอร์ preheat และ extrudate temperature วิธีควบคุมความเร็วเดินแนว จำนวน pass ลำดับเชื่อม วิธีต่อแนว start-stop และเกณฑ์ visual acceptance ในงานสำคัญอาจมี procedure qualification หรือ trial weld ก่อนเริ่มงานจริงเพื่อยืนยันว่ากระบวนการที่เลือกสามารถผลิตรอยเชื่อมที่สม่ำเสมอภายใต้สภาพหน้างาน

14.3 As-built และภาพถ่าย

As-built ควรแสดงแนวท่อจริง ระดับ invert ของจุดสำคัญ ตำแหน่งบ่อพัก fitting และ transition รวมถึงรายละเอียดที่เปลี่ยนจากแบบก่อสร้าง ภาพถ่ายควรถ่ายก่อน backfill โดยให้เห็น joint number หรือ station ในเฟรมเมื่อทำได้ ภาพระยะใกล้ใช้ยืนยันรายละเอียดรอยเชื่อม ส่วนภาพระยะกว้างใช้ยืนยันสภาพการติดตั้ง แนวร่อง และชั้นวัสดุรอบท่อ เอกสารชุดนี้มีคุณค่าทั้งต่อการตรวจรับและการบำรุงรักษาในอนาคต

15 ข้อบกพร่องที่พบบ่อย สาเหตุ และแนวทางแก้ไข

อาการ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางควบคุม
แถบ Electrofusion ยกตัวบางช่วง	แรงรัดไม่สม่ำเสมอ ผิวลอนไม่ตรงตำแหน่ง หรือท่อเอียงศูนย์	หยุดก่อน fusion จัด alignment และ clamp ใหม่ หาก fusion แล้วให้ทำงานเพื่อประเมิน
รอยไหม้หรือ PE เสียรูป	พลังงานสูงเกิน ระบบควบคุมผิดพลาดหรือ preheat สูง	ตรวจค่าที่ใช้และเครื่องมือ กำจัดวัสดุเสียหายตาม repair procedure
Extrusion bead แยกจากผิวฐาน	ผิวสกปรก preheat ไม่พอ หรือเดินแนวเร็วเกินไป	เตรียมผิวใหม่ ปรับพารามิเตอร์ตาม WPS และทำ trial weld
แนวท่อเกิดท้องหลัง backfill	ฐานไม่สม่ำเสมอหรือเกิด settlement	ตรวจสอบสภาพ foundation และ bedding ปรับวิธีรองรับก่อนดำเนินงานช่วงถัดไป
ท่อเปลี่ยนรูปร่างเดียว	ถมและบดอัดไม่สมดุล หรือมีเครื่องจักรกดด้านหนึ่ง	ถมสองด้านสมดุล ตรวจสอบความแน่น pipe zone และจำกัดโหลดชั่วคราว
รั่วบริเวณหน้าแปลน	หน้าแปลนไม่หนาแน่น gasket ไม่เหมาะสม หรือ torque ไม่สมดุล	ตรวจ flatness เลือก gasket และขัน cross pattern เป็นลำดับ

15.1 หลักการซ่อมรอยเชื่อม

การซ่อมต้องเริ่มจากการระบุขอบเขตข้อบกพร่องและสาเหตุ ไม่ควรซ่อมโดยเติมเนื้อทับทันทีหากยังมีสิ่งปนเปื้อน หรือ lack of fusion อยู่ด้านล่าง สำหรับ extrusion defect ให้กำจัดแนวที่ไม่สมบูรณ์จนถึงวัสดุที่มีสภาพดี จากนั้นเตรียมผิวและเชื่อมซ่อมตาม WPS ส่วน Electrofusion defect ต้องอาศัย repair detail เฉพาะระบบ อาจใช้การตัด joint ออก และทำใหม่หรือใช้วิธีเสริมที่วิศวกรและผู้ผลิตอนุมัติ การให้ความร้อนซ้ำแบบไม่มี procedure ไม่ควรใช้เป็นวิธีแก้ไข มาตรฐาน

16 ขั้นตอนการตรวจรับและส่งมอบงาน

16.1 การตรวจรับก่อน Backfill

ก่อนปิดทับท่อควรตรวจเอกสารและสภาพจริงร่วมกัน ได้แก่ joint record ผล visual inspection แนวและระดับสภาพผิวท่อ ความสะอาดภายใน และการอนุมัติ bedding/haunch ที่เกี่ยวข้อง จุดที่ต้องถ่ายภาพควรถ่ายในระยนี้ เพราะภายหลัง backfill จะไม่สามารถตรวจสอบสภาพรอยต่อโดยตรงได้อีก หากมีการทดสอบความแน่นก่อนถมบางส่วน ต้องรักษาสภาพ anchorage และความปลอดภัยตามวิธีทดสอบ

16.2 การตรวจรับหลัง Backfill

TAWANPIPE.CO.TH

หลังถมกลับให้ตรวจ settlement ของผิวงาน ตำแหน่ง manhole และ cover ที่เกี่ยวข้อง ตรวจ CCTV หรือภายในท่อตามขนาดและข้อกำหนด ตรวจ deflection เมื่อมีเกณฑ์กำหนด และทวนสอบ As-built level ก่อนส่งมอบ รายการ punch list ต้องระบุสถานีหรือ chainage ชัดเจนและปิดรายการทุกข้อก่อนลงนามรับงาน

16.3 เกณฑ์ความสมบูรณ์ของเอกสาร

ชุดเอกสารส่งมอบควรประกอบด้วย material certificate, test report, joint log, welding machine record, calibration/verification record ตามที่โครงการกำหนด, visual inspection, field test result, compaction test, as-built drawing, photo record และ repair record หากมี การจัดเอกสารตามลำดับ station ทำให้เจ้าของงานสามารถตรวจย้อนกลับจากตำแหน่งในแบบไปยังข้อมูลการผลิตและการติดตั้งได้โดยตรง

ภาคผนวก ก แบบตรวจสอบก่อนเริ่มงานติดตั้ง

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ผล	หมายเหตุ
1	แบบก่อสร้างและ revision ล่าสุดได้รับอนุมัติ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
2	Material Approval และ Certificate ของท่อครบถ้วน	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
3	ขนาดและชั้นท่อตรงตามแบบ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
4	พื้นที่จัดเก็บมั่นคงและมีตัวกันกลิ้ง	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
5	แผนยกและอุปกรณ์ยกผ่านการตรวจ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
6	Benchmark และแนวศูนย์ท่อตรวจสอบแล้ว	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
7	ร่องท่อมีความปลอดภัยและระบบ dewatering พร้อม	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
8	Bedding ผ่านการตรวจระดับ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
9	Jointing material และเครื่องเชื่อมต่อตรงระบบ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
10	WPS / Method Statement / ITP ได้รับอนุมัติ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
11	แหล่งจ่ายไฟและเครื่องกำเนิดไฟพร้อมใช้งาน	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	
12	อุปกรณ์ PPE และอุปกรณ์ฉุกเฉินครบถ้วน	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน	

TAWANPIPE.CO.TH

ภาคผนวก ข แบบบันทึกการรอยต่อท่อ

หัวข้อ	ข้อมูลที่บันทึก
โครงการ	
วันที่ / เวลา	
Station / Chainage	
Joint No.	
ขนาดท่อ / ชั้นท่อ	
Pipe Lot / Marking	
ชนิดรอยต่อ	Electrofusion / Extrusion / Combined / Flange / Other
ผู้ปฏิบัติงาน	
เครื่องเชื่อม / Serial No.	
สภาพอากาศและสภาพผิว	
พารามิเตอร์วงจร Electrofusion	
พารามิเตอร์ Extrusion ตาม WPS	
Cooling time / เวลาอนุญาตเคลื่อนท่อ	
ผล Visual Inspection	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
ผลทดสอบเพิ่มเติม	
ผู้ตรวจรับ	
หมายเหตุ / Repair No.	TAWANPIPE.CO.TH

ภาคผนวก ค แบบตรวจสอบ Extrusion Welding

ประเด็น	ข้อกำหนดตรวจสอบ	ผล
วัสดุฐาน	ชนิดวัสดุและสภาพผิวตรงตาม WPS	☐
วัสดุเติม	ชนิด/ขนาด welding rod ได้รับการรับรองและสะอาด	☐
Joint preparation	geometry และการขัด/ปาดผิวเสร็จสมบูรณ์	☐
ความสะอาด	ไม่มีน้ำ ดิน ไขมัน และสิ่งปนเปื้อน	☐
Preheat	ตั้งค่าและวิธี preheat ตาม WPS	☐
Extrusion setting	ตั้งค่าตาม WPS และผ่าน trial/verification ตามที่กำหนด	☐
Welding shoe	รูปทรงเหมาะกับ joint geometry และสะอาด	☐
Start-stop	ตำแหน่งและวิธีต่อแนวเป็นไปตาม procedure	☐
Visual inspection	bead ต่อเนื่อง ไม่มี crack, void, burn, undercut	☐
Cooling	ไม่รับแรงหรือเคลื่อนงานเย็นตัวเพียงพอ	☐

TAWANPIPE.CO.TH

ภาคผนวก ง แบบตรวจสอบ Electrofusion

ประเด็น	ข้อกำหนดตรวจสอบ	ผล
Alignment	ท่อสองท่อนอยู่ในแนวและระดับเดียวกัน	☐
Fusion zone	สะอาด แห้ง และเตรียมผิวตามระบบ	☐
Band identification	ขนาดและชนิดตรงกับท่อ	☐
Clamping	แรงรัดและตำแหน่ง clamp สม่ำเสมอ	☐
Control unit	เครื่องพร้อมใช้งานและตรวจสอบสถานะแล้ว	☐
Power supply	แรงดันและกำลังแหล่งจ่ายเหมาะสม	☐
Fusion parameters	ใช้ค่าจากผู้ผลิต/ระบบ ไม่ใช้การประมาณ	☐
Cycle record	บันทึกค่าจริงและเวลาเริ่ม-สิ้นสุด	☐
Cooling	คง clamp และห้ามเคลื่อนจนพ้นเวลา	☐
Final inspection	ตรวจ band รอบวงและบันทึกภาพ	☐

TAWANPIPE.CO.TH

ภาคผนวก จ Inspection and Test Plan ตัวอย่าง

กิจกรรม	จุดตรวจ	หลักฐาน	สถานะ
รับท่อ	ขนาด ชั้นท่อ สภาพผิว เอกสารรับรอง	Material Receiving Report	W
เตรียมร่อง	ระดับฐาน สภาพดิน Dewatering	Survey / Site Inspection	H
Bedding	วัสดุ ความหนา ระดับ	Survey / Inspection	H
วางท่อ	Alignment, invert, joint gap	Survey Record	W
เชื่อม	WPS, machine, parameters, welder	Joint Record	W
ตรวจรอยต่อ	Visual / field test	Inspection Report	H
Haunch & sidefill	วัสดุและการบดอัด	Compaction / Inspection	W
Initial backfill	วัสดุและ cover	Inspection	W
Final testing	CCTV / leak / deflection ตามโครงการ	Test Report	H
As-built	แนว ระดับ joint และ fitting	As-built Drawing	R

หมายเหตุ H หมายถึง Hold Point, W หมายถึง Witness Point และ R หมายถึง Review Point การใช้งานจริงต้องปรับให้สอดคล้องกับระบบคุณภาพและข้อกำหนดสัญญาของแต่ละโครงการ

ภาคผนวก ฉ แบบบันทึกประจำวันงานติดตั้งท่อ

TAWANPIPE.CO.TH

หัวข้อ	ข้อมูล
วันที่ / กะ	
สภาพอากาศ	
ช่วง Station ที่ดำเนินงาน	
ขนาดท่อ	
จำนวนท่อที่วาง	
จำนวน Joint ที่เชื่อม	
Joint No.	
เครื่องจักรหลัก	
บุคลากร / ช่างเชื่อม	
ผลตรวจระดับและแนว	
ผลตรวจรอยต่อ	
งาน Backfill ที่ดำเนินการ	
ปัญหาและการแก้ไข	
ภาพถ่ายอ้างอิง	
ผู้ควบคุมงาน	

ภาคผนวก ข ตัวอย่างลำดับงานติดตั้งภาคสนาม

ชั้น	กิจกรรม	สาระควบคุม
1	ทบทวนแบบและกำหนด benchmark	ตรวจแนว ระดับ ความลาดชัน และข้อจำกัดพื้นที่
2	ขุดร่องและควบคุมน้ำ	รักษาความมั่นคงของร่องและพื้นทำงาน
3	ปรับ foundation และ bedding	สร้างผิวรองรับต่อเนื่องและได้ระดับ
4	ตรวจท่อและยกกลร่อง	ใช้ web sling และป้องกันการกระแทก
5	ปรับ alignment และ invert	ตรวจด้วยเครื่องสำรวจก่อนเชื่อม
6	ทำรอยต่อ	Electrofusion, Extrusion หรือระบบที่อนุมัติ
7	Cooling และ Visual Inspection	ห้ามเคลื่อนท่อในช่วง cooling
8	ทดสอบตาม ITP	Leak/CCTV/inspection ตามชนิดงาน
9	ถม Haunch และ Sidefill	ถมสมดุลงสองด้านและบดอัดเป็นชั้น
10	Initial และ Final Backfill	ควบคุม cover ก่อนใช้เครื่องจักรหนัก
11	ตรวจหลังติดตั้ง	ระดับ, deflection, CCTV ตามข้อกำหนด
12	จัดทำ As-built และส่งมอบ	รวบรวม joint record และหลักฐานคุณภาพ

TAWANPIPE.CO.TH

ภาคผนวก ซ ภาพประกอบการปฏิบัติงาน

ภาพในภาคผนวกนี้ใช้แสดงลักษณะการปฏิบัติงานจริงเพื่อประกอบการตีความขั้นตอนในคู่มือ
การนำรายละเอียดไปใช้ในโครงการอื่นต้องพิจารณาแบบ รายการประกอบแบบ สภาพพื้นที่ และ approved method
statement ของโครงการนั้น



การวางท่อในร่องที่เตรียมแนวและระดับแล้ว



การยกและจัดแนวท่อด้วยสายรัดผ้า

TAWANPIPE.CO.TH



การติดตั้งระบบรัดและ Electrofusion Band



การเชื่อม Extrusion บนท่อขนาดใหญ่

TAWANPIPE.CO.TH

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มอก. 2764-2559 ท่อลอนพอลิเอทิลีนเสริมเหล็ก และหลักเกณฑ์เฉพาะในการตรวจสอบเพื่อการอนุญาต R2764(00). กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [2] ASTM International. ASTM F2435-25, Standard Specification for Steel Reinforced Polyethylene (PE) Corrugated Pipe. West Conshohocken, PA, 2025.
- [3] ASTM International. ASTM D2321-26, Standard Practice for Underground Installation of Thermoplastic Pipe for Sewers and Other Gravity-Flow Applications. West Conshohocken, PA, 2026.
- [4] DVS – German Welding Society. DVS 2207-4:2019-12, Welding thermoplastic materials – Extrusion welding of pipes, piping parts, fittings and panels – Procedures, requirements.
- [5] International Organization for Standardization. ISO 12176-2:2025, Plastics pipes and fittings – Equipment for fusion jointing polyethylene systems – Part 2: Electrofusion. Geneva, 2025.
- [6] International Organization for Standardization. ISO 13950:2007, Plastics pipes and fittings – Automatic recognition systems for electrofusion joints. Geneva, confirmed current in 2021.
- [7] DVS – German Welding Society. DVS 2207-4 Supplement 1:2019-12, Welding thermoplastic materials – Extrusion welding of pipes, piping parts, fittings and panels – Welding parameters.
- [8] สำนักหอสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ. ข้อมูลมาตรฐาน มอก. 2764-2559 ท่อลอนพอลิเอทิลีนเสริมเหล็ก ขอบข่ายท่อขนาด 200–2,000 มม. สำหรับงานใต้ดินแบบไม่รับแรงดัน.

หมายเหตุทางวิชาการ

เลขฉบับมาตรฐานในเอกสารอ้างอิงแสดงสถานะที่ตรวจสอบในช่วงจัดทำคู่มือ สำหรับการสั่งซื้อและตรวจรับโครงการ ต้องตรวจสอบ revision ที่ระบุในสัญญา ใบรับรองผลิตภัณฑ์ และเอกสารอนุมัติวัสดุอีกครั้ง เนื่องจากมาตรฐานอาจมีการปรับปรุงภายหลัง