รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การตรวจสอบงานเชื่อมท่อระบบดับเพลิง ด้วยวิธีการ Penetrant Testing และ Hydrostatic Test

Inspection for Fire Fighting Piping Welding Through Penetrant Testing and Hydrostatic Testing

โดย

นาย ศรัณญ์ ฉัตรชัยธิติธำรงค์ รหัสนักศึกษา 6123100006

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564

หัวข้อโครงงาน : การตรวจสอบงานเชื่อมท่อระบบดับเพลิง
ด้วยวิธีการ Penetrant Testing และ Hydrostatic Test

: Inspection for Fire Fighting Piping Welding
Through Penetrant Testing and Hydrostatic Testing

รายชื่อผู้จัดทำ : นาย ศรัณญ์ ฉัตรชัยธิติธารงค์ รหัสนักศึกษา 6123100006

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

อนุมัติให้โครงงานนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการ ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกล คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2564

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย)

..... พนักงานที่ปรึกษา
(นาย วัชชิระ ตาวงค์)

..... กรรมการกลาง
(อาจารย์สมบัติ หิรัญวรรณพงษ์)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

ชื่อโครงการ : การตรวจสอบงานเชื่อมท่อระบบดับเพลิง
ด้วยวิธีการ Penetrant Testing และ Hydro Static Test

หน่วยกิต : 5

ผู้จัดทำ : นาย ศรัณญ์ ฉัตรชัยธิติธารงค์ 6123100006

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

ภาคการศึกษา/ ปีการศึกษา : 1/2564

บทคัดย่อ

ปัจจุบันในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีการก่อสร้างอาคารสูงเพิ่มขึ้นเป็นจานวนมาก ไม่ว่าจะเป็นสานักงาน คอนโด อุตสาหกรรมต่างๆ ควรมีการคานึงถึงความปลอดภัยในด้านอุบัติเหตุที่เกิดจากอัคคีภัย จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันในประเทศไทยมีการเกิดอัคคีภัยอยู่บ่อยครั้งและเพิ่มขึ้นรุนแรงขึ้นทุกปีซึ่งทาให้เกิดความเสียหายทั้งทรัพย์สินและคร่าชีวิตผู้คนไปอย่างมหาศาล เพื่อเป็นการป้องกันและแนวทางการศึกษา ผู้จัดทาจึงมีการตรวจสอบระบบป้องกันและป้องกันอัคคีภัยจากการฝึกสหกิจศึกษา บริษัทบี.กริมเพาเวอร์(เอไออีเอ็มทีพี)จากัด ได้มอบหมายให้ทาการตรวจสอบงานเชื่อมท่อดับเพลิงที่อาคาร 115 kV GIS REMOTE SUBSTATION ด้วยวิธี Penetrant Testing และ Hydro Static Test ตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยและมาตรฐานสากล National Fire Protection Association (NFPA) , American Society of Mechanical Engineers (ASME)

จากการตรวจสอบพบว่า ของวิธีการตรวจสอบที่ 1 แบบ Penetrant Testing การตรวจสอบแบบสุ่มสีครั้งได้ดาเนินการขึ้น โดยไม่พบการรั่วไหลของท่อ และพบว่า ในกรณีของวิธีการตรวจสอบที่ 2 แบบ Hydro Static Test การตรวจสอบได้ดาเนินการขึ้น ที่ แรงดัน 200 psi เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยไม่พบการรั่วไหลของท่อ เนื่องจากช่างเชื่อมมีความชานาญเฉพาะทางในด้านกาเชื่อม

คำสำคัญ : งานเชื่อมท่อ , Penetrant Testing , Hydrostatic Test

Project Title	: Inspection for Fire Fighting Pipe Welding Through Penetrant Testing and Hydro Static Testing
Credits	: 5
By	: Mr. Sarun Chatchaitihititthamrong 6123100006
Advisory	: Dr. Chanchai Wiroonritichai
Degree	: Bachelor of Engineering
Major	: Mechanical Engineering
Faculty	: Engineering
Academic Year	: 1/2021

Abstract

There are many high-building constructions, whether offices, condominiums, or industrial plants, in Bangkok and in the Bangkok metropolitan region. Safety regarding fire accidents frequently occur and dramatically increase each year in Thailand, which consequently results in both a considerable number of property loss and deaths. For prevention and to provide research guidelines, the author inspected the protection system and the fire protection system according to the internship at B Grimm Power (Aie-Mtp) Co., Ltd. The author was assigned to inspect the fire pipe welding work at the 115 kV GIS REMOTE SUBSTATION building.To test The fire fighting pipe welding, Penetrant Testing and Hydrostatic Testing by the standard of the Engineering Institute of Thailand and the standards of the National Fire Protection Association (NFPA) and the American Society Mechanical of Engineering (ASME) were used.

Concening the inspections, it was discovered that for Method 1 Penetrant Testing, four random inspections were carried out, and there was no pipe leakage detected.For Method 2 Hydrostatic Testing, the inspection was performed at 200 psi pressure for 2 hours, with no pipe leakage detected because the welder possessed specific competence in welding.

Keywords : inspection, penetrat testing, hydrostatic testing

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การทีผู้จัดทาได้มาปฏิบัติงาน ในโครงการ สหกิจศึกษา ตาแหน่ง วิศวกร ณ บริษัท เมก้า แพลนเน็ต จากัด ตั้งแต่ วันที3 มกราคม 2566 ถึง วันที 21 เมษายน 2566 ได้สาเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ด้วยดี ส่งผลให้ นาย ศรัณญ์ ฉัตรชัยธิติธารงค์ รับความรู้ ประสบการณ์การทางานต่างๆ และความเข้าใจในชีวิตการทางานจริง ทีเป็นประโยชน์การเรียนและสามารถนาความรู้ประสบการณ์ทีได้ไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต ด้วยความอนุเคราะอย่างยิงจาก บริษัท เมก้า แพลนเน็ต จากัด ทีให้โอกาส นาย ศรัณญ์ ฉัตรชัยธิติธารงค์ เข้ามาปฏิบัติ สหกิจศึกษา กรุณาเสียสละเวลาอบรมสอนงาน และช่วยเหลือด้านต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติ สหกิจศึกษา ในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ทีนี้ จากการสนับสนุนหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณ วัชชิระ ตาวงค์ ตาแหน่ง Project Engineer
2. คุณ เจนณรงค์ สารักษ์ ตาแหน่ง Project Engineer
3. อาจารย์ทีปรึกษา ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

และบุคคลทีไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ทีได้ให้คาแนะนาในการจัดทารายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้จัดทาหวังเป็นอย่างยิงว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อ บริษัท เมก้า แพลนเน็ต จากัด และผู้สนใจปฏิบัติสหกิจศึกษาของบริษัทเพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นในการทาความเข้าใจและพัฒนาโครงการต่อไป รวมทั้งในการค้นคว้าของผู้ทีสนใจทัวไปด้วย หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดผู้จัดทาก็ขออภัย ณ ทีนี้

ผู้จัดทา

นาย ศรัณญ์ ฉัตรชัยธิติธารงค์

21 เมษายน 2566

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	**ก**
บทคัดย่อ	**ข**
Abstract	**ค**
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสาคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	1
บทที่ 2 การทบทวนเอกสาร/วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีที่เกียวข้องกับการศึกษา	2
2.2 งานวิจัยที่เกียวข้อง	2
2.3 การเชื่อม Welding	3
2.4 การเชื่อมอาร์ค	4
2.5 Shielded metal Arc Welding (SMAW)	4
2.6 Gas tungsten Arc Welding (GTAW)	5
2.7 Submerged Arc Welding (SAW)	5
2.8 Electroslag Welding (ESW)	5
2.9 การเชื่อมแก๊ส	5
2.10 การเชื่อม Resistance	6
2.11 การเชื่อม Laser	6
2.12 กรรมวิธีการเชื่อมโลหะแบบทิก Tungsten Inert Gas Welding , TIG	8
2.13 ข้อดีของการเชื่อมแบบทิก	8
2.14 ข้อเสียของการเชื่อมแบบทิก	9
2.15 การเคาะเพื่อคลายตัว (Peening)	9

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.16 กระบวนการทางความร้อน	10
2.17 การเชื่อมเพื่อพอกผิว	10
2.18 การเชื่อมพลาสติก	10
2.19 ประเด็นความปลอดภัย	11
2.20 มาตรฐานงานเชื่อม	12
2.21 การตรวจสอบคุณภาพงานเชื่อม	12
2.22 Tensile Test	13
2.23 ข้อมูลสมบัติเชิงกลที่ได้จากการทดสอบแรงดึงแผนภาพความเค้นความเครียด	13
2.24 โมดูลัสของความเป็นอิลาสติก (Modulus of Elasticity)	13
2.25 ความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength)	14
2.26 เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (Percent Elongation(%Strain))	14
2.27 Bending Test	16
2.28 การตรวจสอบรอยเชื่อม	17
2.29 ขั้นตอนวิธีการตรวจสอบ	18
2.30 เกณฑ์การยอมรับรอยบกพร่องของรอยเชื่อม	22
2.31 มาตรฐานการทดสอบ Penetrant (Penetrant Testing Standard:PT)	22
2.32 หลักการของสารแทรกซึม	23
2.33 ข้อกาหนด NDE ทั่วไป: API 570, API 577 และ ASME B31.3 การตรวจแทรกซึมของเหลว	23
2.34 การทดสอบและการตรวจสอบ	24
2.35 ปฏิกิริยาระหว่างของเหลวสองชนิดในเส้นเลือดฝอยและบทบาทในเทคโนโลยีการทดสอบสารแทรกซึมของเหลว	24
2.36 ข้อดีที่พบบ่อยที่สุดของการทดสอบการแทรกซึม	25
2.37 ข้อเสียที่พบบ่อยที่สุดของการทดสอบการแทรกซึม	25
2.38 แสดงระยะเวลาในการแทรกซึมต่าที่สุดตามมาฐาน ASME	26
2.39 ชนิดของสารแทรกซึม (Type of Penetrant)	27

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.40 มาตรฐานการทดสอบ Hydro Static (Hydro Static Test Standard)	28
2.41 ข้อกาหนดทั่วไปของการทดสอบแรงดัน	28
2.42 ASME B31.1 ทดสอบท่อส่งกาลัง	30
2.43 ASME B31.3 กระบวนการทดสอบท่อ	30
2.44 เหล็กท่อกลมดา (Carbon Steel Tubes)	30
2.45 ท่อเหล็กดา (Carbon Steel Tubes) กับรูปแบบการนาไปใช้งาน	31
2.46 ท่อLDPE (Low Density Polyethylene)	32
2.47 ท่อHDPE (High Density Polyethylene)	32
2.48 ท่อPB (Polybutylene)	33
2.49 ท่อกัลวาไนซ์	33
2.50 การนาไปใช้งาน	34
2.51 ข้อดี ของท่อเหล็กกัลวาไนซ์	34
2.52 ข้อเสีย ของท่อเหล็กกัลวาไนซ์	34
2.53 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ : มอก.277-2532 มีชั้นความหนา 3 ประเภท	34
2.54 ท่อกัลป์วาไนซ์คาดเหลือง	34
2.55 ท่อกัลวาไนซ์ (คาดเหลือง)	35
2.56 การใช้งานท่อกัลวาไนซ์ (คาดเหลือง)	35
2.57 ท่อเหล็กเคลือบกัลวาไนซ์ คาดน้าเงิน	36
2.58 ท่อกัลวาไนซ์ (คาดน้าเงิน)	36
2.59 การใช้งานท่อกัลวาไนซ์ (คาดน้าเงิน)	36
2.60 ท่อชุบสังกะสีท่อกัลวาไนซ์ คาดแดง	37
2.61 การใช้งานท่อกัลป์วาไนซ์ (คาดแดง)	38
2.62 คุณสมบัติสีกันไฟทีกฎหมายกาหนด	38
2.63 ผลิตภัณฑ์สีทนไฟ กันความร้อน	38
2.64 ขั้นตอนการทาสีกันไฟ	39

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.65 ทฤษฎีมาตฐานการออกแบบระบบหัวดับเพลิงแบบอัตโนมัติ 40
2.66 การติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinkler Systems) 40
2.67 มาตรฐานสากล 41
2.68 มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง 41
2.69 ระบบดับเพลินด้วยน้ำ 41
2.70 ระบบท่อเปียก (Wet Pipe System) 43
2.71 ระบบท่อแห้ง (Dry Pipe System) 44
2.72 ระบบท่อแห้งแบบชะลอน้ำเข้า (Pre Action System) 45
2.73 ระบบเปิด (Deluge System) 46

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ 47
3.2 ประวัติความเป็นมาของสถานประกอบการ 48
3.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารงาน 49
3.4 ระบบบริหารของหน่วยงาน 50
3.5 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน 51
3.6 ตาแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย 51
3.7 ชื่อและตาแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา 51
3.8 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 51
3.9 ขั้นตอนและวิธีการดาเนินงาน 52
3.10 แบบรอยเชื่อมสาหรับใช้ทดสอบด้วย Penetrant Testing และ Hydrostatic Test 52
3.11 ขั้นตอนและวิธีการตรวจสอบ Penetrant Testing 54
3.12 เกณฑ์การยอมรับรอยบกพร่องของรอยเชื่อม 59
3.13 ขั้นตอนการทดสอบ Penetrant Testing 60
3.14 ตรวจสอบรอยเชื่อม 4จุด โดย วิธี PT (Penetrant Testing) 61
3.15 ขั้นตอนการทดสอบ Hydro Static Test 62
3.16 ระยะเวลาในการดาเนินโครงการ 62

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน

4.1 ผลของการศึกษางานวิจัย 62

4.2 ผลการทดสอบ Hydro Static Test 63

4.3 ผลการทดสอบ Flushing Pipe Line 64

บทที่5 สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา 65

5.2 ข้อเสนอแนะ 65

5.3 ข้อควรระวังในการทาการทดสอบ 65

บรรณานุกรม 66

ภาคผนวก 67

ภาคผนวก ก. ตารางในการตรวจสอบ Penetrant Testing (PT) 68

ภาคผนวก ข. รูปภาพ ปฐมนิเทศกับอาจารย์ที่ปรึกษา 70

ประวัติผู้จัดทา 72

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 การเชื่อม Laser	7
รูปที่ 2.2 การเชื่อมโลหะแบบทิก	8
รูปที่ 2.3 เครื่องเชื่อมทิก	9
รูปที่ 2.4 ลักษณะของชิ้นทดสอบแรงดึงแบบแท่ง	13
รูปที่ 2.5 ชิ้นงานทดสอบแรงดึงมาตรฐานแบบต่างๆ	15
รูปที่ 2.6 ชิ้นงานทดสอบการดัดโค้ง	17
รูปที่ 2.7 หลักการของสารแทรกซึม	26
รูปที่ 2.8 สารแทรกซึมแบบมองเห็นด้วยตาเปล่า	27
รูปที่ 2.9 ท่อLDPE “ท่อดา”คาดเขียว	32
รูปที่ 2.10 ท่อประปาHDPE “ท่อดา”คาดฟ้า	33
รูปที่ 2.11 ท่อPB “ท่อดา” ไม่มีสีคาด	33
รูปที่ 2.12 ท่อกัลป์วาไนซ์คาดเหลือง	34
รูปที่ 2.13 ท่อกัลป์วาไนซ์คาดน้ำเงิน	36
รูปที่ 2.14 ท่อกัลป์วาไนซ์คาดแดง	37
รูปที่ 2.15 ระบบท่อเปียก	43
รูปที่ 2.16 ระบบท่อแห้ง	44
รูปที่ 2.17 ระบบท่อแห้งแบบชะลอน้ำเข้า	45
รูปที่ 2.18 ระบบเปิด	46
รูปที่ 3.1 บริษัทเมก้าแพลนเน็ตจากัด	47
รูปที่ 3.2 เครือข่ายของบริษัท เมก้า แพลนเน็ต	48
รูปที่ 3.3 สถานทีปฏิบัติงานโครงการโรงไฟฟ้าบีกริมพาวเวอร์	51
รูปที่ 3.4 แบบรอยเชื่อมนอกอาคาร ระดับพื้นดิน	52
รูปที่ 3.5 แบบรอยเชื่อมในอาคารต่ากว่าพื้นดิน	52
รูปที่ 3.6 แบบรอยเชื่อมนอกอาคาร	53

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.7 น้ำยาทดสอบ Penetrant Testing 54

รูปที่ 3.8 ล้างผิวรอยเชื่อม 55

รูปที่ 3.9 ฉีดสเปรย์น้ำยาแทรกซึม บริเวณที่ตรวจสอบ 56

รูปที่ 3.10 ล้างคราบสีแดงบนพื้นผิวชิ้นงานออก 57

รูปที่ 3.11 พื้นผิวชิ้นงานสะอาดเรียบร้อยใช้สเปรย์ Mega Check Developer ทาปฏิกิริยาและตรวจสอบข้อบกพร่อง 58

รูปที่ 3.12 ชิ้นงานตัวอย่างหลังจากการทา PT ตรวจสอบพบปัญหาบนชิ้นงานมีรอยเชื่อมแตกร้าวที่ชิ้นงาน 59

รูปที่ 3.13 Hydro Static Test 61

รูปที่ 4.1 Hydro Static Test Pressure Gauge 64

รูปที่ 4.2 Flushing Pipe Line 65

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน ตามทีพักอาศัย หรือ อาคารขนาดใหญ่ โดยทั่วไปจะมีอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยติดตั้งให้พบเห็นไม่ว่าจะบริเวณด้านในอาคาร หรือ บริเวณ โดยรอบอาคาร เพื่อป้องกันอัคคีภัย และแจ้งเหตุโดย ส่วนใหญ่ ทีนิยมด้วยความก้าวหน้า ของเทคโนโลยีทีพัฒนา ไปข้างหน้าอย่างต่อเนื่อง จึงทาให้เรามีอุปกรณ์ป้องกัน และ แจ้งเหตุทีทันสมัย และ สามารถทาให้เรารับรู้ได้ทัน ท่วงทีเพือช่วยลด ปัญหา และการสูญเสียแก่ชีวิต และ ทรัพย์สิน จากการฝึกสหกิจศึกษา ตามโครงการสหกิจศึกษาของ ทางมหาวิทยาลัย ได้เลือกทาใน หัวข้อเรือง การติดตั้งท่อระบบดับเพลิงด้วยการเชือม ทีได้ไปฝึกสหกิจศึกษา ทางพีเลียง ได้มอบหมายงานให้ดูแลในเรือง ดูแนวท่อของรอยเชือม (งานระบบดับเพลิง) โดยจากแบบแปลนงาน ระบบดับเพลิง ทีได้รับจากทางโครงการ ได้ทาการตรวจเช็คแบบก่อนทาการสังของเพือทาการติดตั้งจริง ทีบริเวณหน้างานทาให้พบปัญหาของตัวรอย เชือมทีผิดจากแบบทีมีการออกแบบผิดพลาดในเรืองของการจัดระยะของท่องอ 90 องศา ทาให้เกิด ความผิดพลาดในการใช้งานจริงและไม่ถูก มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย เพือให้สามารถใช้ได้จริง และเป็นประโยชน์สูงสุดแก่ เจ้าของโครงการมากทีสุดจึงได้ทาแก้ไข้ในส่วนของงานทีเป็นปัญหา และนาเสนอแนวทางการแก้ไข ส่งเสนอเรืองให้ทางพีเลียง ได้ทาการพิจารณาตรวจสอบ เพือให้สามารถใช้งานให้เป็นประโยชน์ได้สูงสุดและถูกต้องตามมาตรฐานการป้องกัน ของวิศวกรรมทาง ข้าพเจ้าได้จัดเล่มนีขึนมา เพือตรวจเช็คให้มีความแม่นยาลดข้อผิดพลาด ช่วยลดเวลา และ ยังมีประโยชน์แก่ผู้ทีทาการตรวจสอบให้มีข้อมูลความรู้เบืองต้นเพือเป็นแนวทาง

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ตรวจสอบงานเชือมโดยวิธีการ Penetrant Testing และ Hydro Static Test

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ขอบเขตของการศึกษางานวิจัยประกอบด้วยการเชือมโดยเน้นศึกษาวิธีตรวจสอบรอยเชือมโดย วิธีทา Penetrant Testing และ Hydro Static Test

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 เพือป้องกันความผิดพลาดทีจะเกิดขึนหลังการติดตั้งซึงก่อให้เกิดความสินเปลือง

1.4.2 รู้ถึงปัญหาทีเกิดขึนก่อนการติดตั้งหน้างาน

1.4.3 รู้ถึงวิธีแก้ปัญหาทีเกิดขึนก่อนการติดตั้ง

บทที่ 2
การทบทวนเอกสาร/วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานระบบดับเพลิง และ ป้องกันอัคคีภัย เป็นงานทีอาจ ต้องดาเนินร่วมกันระหว่าง สถาปนิก และวิศวกร หลายสาขา การป้องกันอัคคีภัย เริมตั้งแต่ การออกแบบการใช้สอยของอาคารทีอาจมีความเสียงต่อกิจกรรมทีทาให้เกิดอัคคีภัยการใช้วัสดุทีทนไฟ และไม่ทนไฟในส่วนประกอบอาคารรวมถึงการควบคุมวัสดุในอาคารทีเป็นเชือเพลิงได้ลักษณะอาคารทีมีช่องเปิดทีเปิดโอกาสให้เกิดการลาม ไฟ การวางผังอาคารและ ทางสัญจรเพือเข้าดับไฟช่วยเหลือผู้ประสบเหตุรวมถึงเส้นทางหนีไฟที ปลอดภัยระบบตรวจจับ และแจ้งเตือนอัคคีภัย และ ระบบดับเพลิงทีในอาคารหนึงอาจมีได้หลายระบบ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.1.1 ทฤษฎีเทคนิคการเชื่อม

2.1.2 ทฤษฎีเทคนิคการเชื่อมโดยวิธี Tungsten Inert Gas

2.1.3 ทฤษฎีการตรวจสอบรอยเชื่อม

2.1.4 ทฤษฎีท่อเหล็กดา

2.1.5 ทฤษฎีสีสาหรับงานระบบดับเพลิง

2.1.6 ทฤษฎีระบบดับเพลิงด้วยน้า

2.1.7 ทฤษฎี Penetrant Testing

2.1.8 ทฤษฎี Hydrostatic Test

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การศึกษาผลกระทบของกระบวนการเชื่อมต่อสมบัติทางกลของการเชื่อมพอก ผิวแข็งเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยทังสเตนคาร์ไบด์หลอมเหลว ชื่อผู้แต่ง ดร. จงกล ศรีธร พ.ศ.2558 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงการวิจัยนีมีจุดประสงค์เพือศึกษาผลกระทบของกระบวนการเชื่อมต่อสมบตทางกลของการ เชื่อมพอกผิวแข็งของเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยทังสเตนคาร์ไบด์หลอมเหลว โดยทาการเชื่อมพอกผิวแข็งด้วย กระบวนการเชื่อมทิกและกระบวนการเชื่อมแก๊สบนเหล็กกล้าคารบอน SS400 และใช้ลวดเติมทังสเตน คาร์ไบด์ในการพอกผิวแข็งโดยจะทาการเชื่อมชันงานโดยใช้ความเร็วและกระแสไฟทีต่างกันเพือศึกษาว่า ความเร็วและกระแสว่ามีผลต่อคุณสมบัติทางกลทีเปลียนไป ผลการทดลองทีได้คือ การเชื่อมชันงาน ด้วยกระแสไฟที 110 A ให้ลักษณะแนวเชื่อมทีสมบรณและมีคาพารามิเตอร์ทีเหมาะสมทังความสูงและความกว้างของแนวเชื่อม และความเร็วในการเชื่อม 11.2

เซนติเมตรต่อนาที ทีกระแส 110 A จะให้แนวเชื่อมที มี ลักษณะการซึมลึกดี ผิวรอยเชื่อม เป็นเกรดสวยงาม เหมาะสมต่อการเชื่อมทีสุด สวนกระแสไฟต่าและสูง เกินไปส่งผล ต่อความแข็งแรงของแนวเชื่อม เนื่องจากการหลอมละลายไม่สมบูรณ์ทาให้ไม่เหมาะกับการเชื่อม จากการเชื่อมด้วยแก๊สอะเซทิลีนและการเชื่อมแบบทิกพบว่าการเชื่อมพอกผิวแข็งเต็มหน้าบนชิ้นงานเหล็กกล้า SS400 แบบการเชื่อมพอกผิวแข็งด้วยแก๊สอะเซทิลีน จะมีค่าความแข็งผิวอยู่ที 868.86 HV ซึง มากกว่าการเชื่อมพอกผิวแข็งแบบทิกทีมีความแข็งอยู่ 664.56 HV เพราะบริเวณผิวของรอยเชื่อมพอกผิว แข็งแบบแก๊สอะเซทิลีน จะมีการกระจายตัวของเม็ดทังสเตนคาร์ไบด์อยู่บริเวณผิวของรอยเชื่อมสวนการ เชื่อมพอกผิวแข็งแบบทิกการกระจายตัวของเม็ดทังสเตนคาร ไบจะอยู่บริเวณท้องของแนวเชื่อม โครงสร้าง จุลภาคของโลหะเชื่อมจะประกอบด้วยเฟอรไรต์และเพอรไรต์ทีมีเกรนละเอียด ทั้งความเร็วในการเชื่อมจะ ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกลของชนงานเชื่อมอีกด้วย

2.3 การเชื่อม Welding

เป็นกระบวนการทีใช้ สาหรับต่อวัสดุส่วนใหญ่เป็น โลหะ และ พลาสติคโดย ให้รวมตัวเข้าด้วยกันปกติ ใช้วิธีทาให้ชิ้นงานหลอมละลาย และ การเพิมเนื้อโลหะเติมลงในแอ่งหลอมละลายของวัสดุทีหลอมเหลว เมื่อเย็นตัวรอยต่อจะมีความแข็งแรงบางครั้งใช้แรงดันร่วมกับความร้อนหรืออย่างเดียวเพื่อให้เกิดรอยเชื่อมซึงตรงข้ามกับการบัดกรีอ่อน และ การบัดกรีแข็งซึงไม่มีการหลอมละลายของ ชิ้นงานมีแหล่งพลังงานหลายอย่างส หรับ นามาใช้ในการเชื่อม เช่น การใช้เปลวไฟแก๊สอ็อกซิเจน การอาร์คโดยใช้กระแสไฟฟ้า ลาแสงเลเซอร์ การใช้ อิเล็คตรอนบีม การเสียดสี การใช้คลืนเสียงเป็นต้นในอุตสาหกรรมมีการเชื่อมในสภาพแวดล้อมทีแตกต่างกันเช่นการเชื่อมในพื้นทีโล่ง พื้นทีอับอากาศการเชื่อมใต้น้า การเชื่อมในพื้นทีอันตรายเช่นถังเก็บน้ามันขนาดใหญ่ภายในโรงงานผลิต

สารเคมีและวัตถุไวไฟการเชื่อมมีอันตรายเกิดขึ้นได้ง่ายจึงควรมีความระมัดระวังเพื่อป้องกันอันตรายเช่นเกิดจากกระแสไฟฟ้า ความร้อน สะเก็ดไฟ ควันเชื่อม แก๊สพิษ รังสีอาร์คชิ้นงานร้อน ฝุ่นละออง ในยุคเริมแรกจนถึงศตวรรษที 1มีการใช้งานเฉพาะการเชื่อมทุบ (Forge Welding) เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อ โลหะเช่นการทาดาบในสมัยโบราณ วิธีนี การเชื่อมทีได้มีความแข็งแรงสูง และ โครงสร้างของเหล็กมีคุณภาพอยู่ในระดับสูงแต่มีความล่าช้าในการนามาใช้งานในเชิงอุตสาหกรรมหลังจากนั้นได้มีการพัฒนามาสู่การเชื่อมอาร์คและการเชื่อมโดยใช้เปลวไฟแก๊สอ็อกซิเจนและหลังจากนั้นมีการเชื่อมแบบความต้าน ทานตามมาเทคโนโลยีการเชื่อมได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในศตวรรษที 20 ซึงอยู่ในช่วงสงครามโลก ครั้งที1และสงครามโลกครั้งที 2เทคโนโลยี

การเชื่อมแบบใหม่ได้มีการเร่งพัฒนาเพื่อรองรับต่อการสู้รบ ในช่วงเวลานั้นเพื่อทดแทนการต่อโลหะแบบเดิมเช่นการใช้หมุดย้ำซึ่งมีความล่าช้าอย่างมากกระบวน การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ (SMAW) เป็นกระบวนการหนึ่งที่พัฒนาขึ้นมาในช่วงนั้นและกระทั่ง ปัจจุบันยังคงเป็นกรรมวิธีที่ใช้งานกันมากที่สุดในประเทศไทยและประเทศกาลังพัฒนาทั้งหลาย

2.4 การเชื่อมอาร์ค

การเชื่อมอาร์ค เป็นกระบวนการเชื่อมที่ใช้แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า ในการสร้างอาร์คระหว่าง อิเล็กโทรด กับชิ้นงานโลหะที่จะเชื่อมกระบวนการเชื่อมอาร์คนี้สามารถแบ่งแยกย่อยได้อีกหลายกระบวนการซึ่งแต่ละกระบวนการมีลักษณะแตกต่างกัน เช่น การกระแสไฟฟ้าที่ใช้มีการใช้ทั้งกระแสตรง และ กระแสสลับ อิเล็กโทรดที่ใช้มีทั้งแบบสิ้นเปลือง (หมดไปขณะเชื่อม) และไม่สิ้นเปลือง(ไม่หมดไป ขณะเชื่อม) แนวเชื่อมอาจมีการปกคลุมด้วยแก๊สปกคลุม ที่มีคุณสมบัติเฉื่อยหรือกึ่งเฉื่อยหรือ อาจปกคลุมด้วยวัสดุอื่นๆ เช่น แสลกและฟลักซ์ ซึ่งตัวอย่างกระบวนการเชื่อมอาร์คที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไปได้แก่

2.5 Shielded Metal Arc Welding (SMAW)

การเชื่อม SMAW การเชื่อมไฟฟ้า (Stick Welding or Electric Welding) ใช้แท่งอิเล็กโทรดหรือธูปเชื่อม ที่มีฟลักซ์หุ้มอยู่ ฟลักซ์เมื่อแตกตัว และ หลอมจะกลายเป็นสแลก (Slag) ทาหน้าที่ ปกคลุมแนวเชื่อมป้องกันการเกิดปฏิกิริยากับอากาศ และ ความชื้นรายรอบแนวเชื่อมซึ่งจะทาให้เกิดการ ปนเปื้อนและส่งผลให้คุณสมบัติของแนวเชื่อมไม่ตามที่ออกแบบหรือไม่ได้ ตามมาตรฐานการเชื่อมโดย ใช้ลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ (SMAW) ก้านเชื่อมธูปบางตารามักเรียกกันว่า Manual Metal Ac (MMA) หรือ Stick Welding การเชื่อมแบบนี้ลวดเชื่อมจะมีฟลั๊กซ์หุ้มภายนอกแกนลวด และกระแสไฟฟ้า จะถูกส่งผ่านแกนลวดเชื่อม ไปยังส่วนปลายกระแสไฟฟ้าที่มีทั้งชนิดกระแสตรง (DC) และ ชนิดกระแสสลับ (AC) การเลือกใช้งานควรเป็นไปตามคาแนะนาของผู้ผลิตลวด

เชื่อมโดยปกติจะมีพิมพ์ไว้ข้างกล่องลวดโดยจะมีการชี้บ่งเช่นยี่ห้อ เกรดของลวดเชื่อม ขนาด ความยาวลวด ชนิดกระแสไฟที แนะนาให้ใช้งานในแต่ละท่าเชื่อม ชนิดฟลั๊กซ์หุ้มเป็นต้น กระแสไฟจะ ถูกส่งผ่านแหล่งจ่ายโดย ทั่วไปจะเป็นเครื่องเชื่อมการเริ่มต้นเชื่อม ส าหรับลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ทาได้ 2 วิธี คือ การเขียอาร์ค และ การแตะปลายลวดกับผิวชิ้นงานแล้วยกขึ้นในระยะที่เหมาะสม เพื่อคงการอาร์คไว้ ขณะอาร์คจะมีความต้านทานระหว่างปลายลวดกับผิวชิ้นงานเกิดเป็นความร้อนที่สูงซึ่งสูงพอที่จะหลอมละลายได้ทั้งผิวชิ้นงานและปลายลวดเชื่อมให้เกิดการหลอมรวมตัวกันเป็นเนื้อโลหะรอยเชื่อม

2.6 Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)

การเชื่อมทิกสามารถให้คุณภาพงานเชื่อมที่ดีเท่าเทียมหรือเหนือกว่ากระบวนการเชื่อมอื่นๆ เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่นคือสามารถให้คุณภาพงานเชื่อมที่ดีได้สาหรับโลหะในงานเชื่อมส่วนใหญ่อาจจัดได้เป็นกระบวนการที่เกือบจะไร้ขีดจากัดกระบวนการนี้เหมาะสาหรับการเชื่อมขึ้นรูปงานหรือโครงสร้างที่มีความต้องการความแม่นยาสูงและตัวโลหะที่เชื่อมมีความหนาไม่มาก แต่ข้อเสียคือเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยทักษะและต้นทุนที่สูงและผลิตภาพต่ากว่ากระบวนการเชื่อมอาร์คอื่น

2.7 Submerged Arc Welding (SAW)

การเชื่อม SAW ใช้การป้อน อิเล็กโทรดอย่างอัตโนมัติเข้าสู่แนวเชื่อมโดยมีผงฟลักปกคลุมอยู่ด้านบนตลอดเวลาบ่อหลอมและบริเวณที่เกิดการอาร์คจะจมอยู่ใต้ฟลักที่ทาหน้าที่ปกคลุมป้องกันการปนเปื้อนและทาปฏิกิริยากับความชื้นและอากาศรายรอบ

2.8 Electroslag Welding (ESW)

การเชื่อม ESW เป็นกระบวนการเชื่อมที่ให้ผลิตภาพสูง คือ เชื่อมได้เร็วและปริมาณมาก ในการเชื่อมแต่ละแนว สามารถทาให้หนาได้ถึง 25-300 มม. ในทิศแนวดิ่งหรือใกล้เคียงกับแนวดิ่ง แหล่งจ่ายไฟสาหรับอาร์ค (Arc Power Source) แหล่งจ่ายไฟสาหรับการเชื่อมอาร์คหรือ Power Source หรือ ตู้เชื่อม ทาหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่กระบวนการเชื่อมเพื่อให้เกิดการอาร์คขณะเชื่อมตัวแหล่งจ่ายไฟนี้ทาหน้าที่เป็นหม้อแปลงด้วยเนื่องจากไฟฟ้าที่มาจากสายส่งสาธารณะนั้นมีแรงดันสูง 120480 โวลต์ ตัวแหล่งจ่ายไฟหรือตู้เชื่อมนี้จะแรงดันลงเหลือ 20-80 โวลต์ ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมกับการใช้งานและเพิ่มกระแสให้อยู่ในระดับใช้งานในช่วง 30-1500 แอมแปรตัวแปลงไฟนี้มีทั้งแบบ Solid State Inverterและแบบ Motor Generator กระแสไฟฟ้าที่ปล่อยออกมาสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถ และการออกแบบของผู้ผลิตซึ่งอาจทาได้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทาได้หลายอย่างในตู้เดียวกันได้แก่ไฟฟ้ากระแสตรงไฟฟ้ากระแสสลับกระแสแบบพัลส์ กระแสคงทีและแรงดันคงที เป็นต้น

2.9 การเชื่อมแก๊ส

กระบวนการเชื่อมแก๊สที่ใช้แพร่หลายมากที่สุดคือการเชื่อมออกซิเจน (Oxyfuel Welding) หรือ Oxy Acetylene Welding ถือว่าเป็นกระบวนการเชื่อมที่เก่าแก่และมีความยืดหยุ่นมากที่สุดแต่ในปัจจุบันส าหรับงานระดับอุตสาหกรรมแล้วกระบวนการเชื่อมออกซิเจนได้รับความนิยมน้อยลงเว้นแต่การเชื่อมท่อและการเชื่อมเพื่อซ่อมบารุงที่ยังมีการใช้อยู่เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการเชื่อม

ออกซิเจนมักมีราคาไม่แพงและไม่ซับซ้อนเมื่อเทียบกับกระบวนการเชื่อมอื่นๆซึ่งโดยทั่วไป กระบวนการนี้จะใช้การเผาไหม้ระหว่าง อะซิเตลีนและออกซิเจนเพื่อสร้างเปลวเพลิงที่มีอุณหภูมิสุงได้ถึง3100องศาแต่เนื่องจากเปลวเพลิงที่เกิดขึ้นนี้มีหนาแน่นต่อพื้นที่ต่ากว่าการเชื่อมอาร์คทาให้การเย็นตัวของแนวเชื่อมช้ากว่านาไปสู่การเกิดความเค้นตกค้างมากกว่าส่งผลให้เกิดการบิดเสียรูป กระบวนการเชื่อมแก๊สนี้สามารถประยุกต์แยกย่อยตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้การเชื่อมด้วยแก๊ส โดยใช้เปลวนิวทรอลทาโดยปรับแต่งปริมาณแก๊สเชื้อเพลิงและออกซิเจนให้เกิดเปลวกลางและเปลวในทับซ้อนกัน การตัดด้วยแก๊ส โดย ใช้เปลวออกซิได ซึงทาโดยปรับแต่งปริมาณแก๊สเชื้อเพลิงและออกซิเจนโดยปรับแต่งให้เกิดเปลวนอกและเปลวในสาหรับเปลวในจะมีความสว่างและแหลม การแล่นประสาน โดย เปลวคาร์บูไรซิงทาโดยปรับแต่งปริมาณแก๊สเชื้อเพลิงและออกซิเจน โดยปรับแต่งให้มีเปลวนอกเปลวกลาง และเปลวใน ให้เปลวกลางมีความยาวกว่าเปลวในประมาณ 0.5 - 1 เท่าตัวการบัดกรี

2.10 การเชื่อม Resistance

การเชื่อม Resistance เกียวข้องกับการสร้างความร้อนจากการผ่านกระแสไฟฟ้าผ่านโลหะที่มีความต้านทานไฟฟ้าซึงบริเวณที่มีความต้านทานสูงคือบริเวณรอยที่ผิวโลหะคนละชิ้นมาสัมผัสกันจะเกิดความร้อนสูงสุดทาให้โลหะหลอมละลายเกิดเป็นบ่อหลอมเชื่อมต่อโลหะทั้งสองชิ้นเข้าด้วยกัน โดยทั่วไปกระบวนการเชื่อมนี้ท าให้เกิดมลพิษต่าแต่มีข้อจ ากัดด้านการใช้งานที่ไม่หลากหลายและอุปกรณ์มีราคาแพงการเชื่อม Spot Weld เป็นการเชื่อม Resistance ชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้งานเชื่อมต่อแผ่นโลหะที่วางซ้อนกันโดยมีความหนาได้ถึง มิลลิเมตร ในการเชื่อมนั้นอิเล็กโทรดสองชิ้นจะทาหน้าที่นากระแสไฟฟ้าเข้าสู่ชิ้นงานและกดชิ้นงานในเวลาเดียวกันข้อดีของกระบวนการนี้คือใช้พลังงานน้อย และไม่ทาให้ชิ้นงานเสียรูปทางานได้เร็วทาเป็น ระบบอัตโนมัติได้ง่าย และไม่จาเป็นต้องใช้ลวดเติมแต่ความแข็งแรงของแนวเชื่อมที่ได้จะต่ากว่าการเชื่อมด้วยกระบวนการอื่นๆกระบวนการเชื่อม Spotweld นี้ใช้มากให้อุตสาหกรรมรถยนต์โดยประยุกต์ใช้กับแขนหุ่นยนต์ในรถยนต์คันหนึ่งอาจมีรอยเชื่อม Spotได้มากถึงหลายพันจุดการเชื่อม Seam Welding คล้ายกับการเชื่อม Spot แต่มีข้อแตกต่างที่การเชื่อมแบบSeam นั้นรอยเชื่อมต่อเนื่องเป็นแนวไม่ได้เป็นจุดเนื่องจากไม่ได้ใช้อิเล็กโทรดรูปแท่งแบบ Spot Weld แต่ใช้เป็นลักษณะวงล้อ

2.11 การเชื่อม Laser

การเชื่อมด้วยลาเลเซอร์ (Laser Beam Welding , LBW) คือ กระบวนการหนึ่งของการเชื่อมวัสดุโดยใช้พลังงานจากลาเลเซอร์หลอมชิ้นงานบริเวณที่ลาเลเซอร์ตกกระทบโดยพลังงานที่เข้าสู่

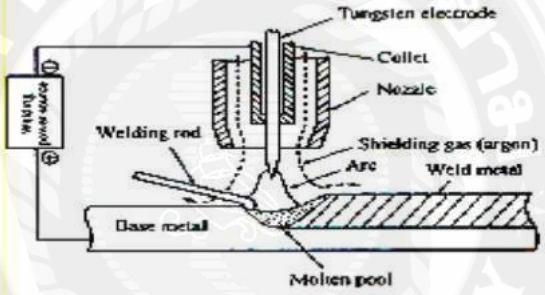
ชิ้นงานมีความหนาแน่นสูงทาให้สามารถเชื่อมโดยรอยเชื่อมแคบและลึกได้เหมาะกับการเชื่อมงานที่ต้อง การการซึมลึกการเชื่อมด้วยลาเลอเซอร์นั้นอาศัยพลังงานความเข้มสูง (ระดับ 1 เมกะวัตต์ต่อตาราง เซนติเมตร) ทาให้ได้บริเวณกระทบร้อน(Heat Affected Zone , HAZ)ที่มีขนาดเล็กและมีอัตราการเย็นตัวที่เร็ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลาเลเซอร์ ณ จุดที่เลเซอร์ตกกระทบบนชิ้นงานอยู่ระหว่าง 0.2 มม ถึง 13 มม

รูปที่ 2.1 การเชื่อม Laser

ค ว่า TIG เป็นค ย่อมาจาก Tungsten Inert Gas หรือในบางมาตรฐาน ประเทศใช้ค ว่า Gas Tungsten Arcwelding (GTAW) การเชื่อมโลหะที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ.1935 และนามาใช้ครั้งแรกในอุตสาหกรรมการบินในราว ค.ศ.1940 รวมไปถึงสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 (ค.ศ.1945) โดยใช้เชื่อมพวกแมกนีเซียมอลูมิเนียม และ สเตนเลส ปัจจุบันการเชื่อมแบบนี้ใช้กันอย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมทั่วๆไป เช่นใช้เชื่อมแม่พิมพ์ภาชนะบรรจุของเหลวและก๊าซงานประกอบโครงสร้างที่ต้องการความเที่ยงตรงและความแข็งแรงของรอยเชื่อมนอกจากนี้กรรมวิธีการเชื่อมทิกยังเชื่อมได้ทั้งโลหะประเภทเหล็ก (Ferrous Metals) และโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous Metals) ซึ่งถือว่าเป็นโลหะพิเศษที่ใช้กระบวนการเชื่อมอื่นๆได้ยาก

2.12 กรรมวิธีการเชื่อมโลหะแบบทิก Tungsten Inert Gas welding , TIG

คือความร้อนที่ทาให้โลหะหลอมละลายนั้นเกิดจากการอาร์คระหว่างแท่งทังสเตนอีเลคโทรด (Tungsten Electrode) กับชิ้นงาน ขณะเดียวกันบริเวณที่เกิดการอาร์คจะมีแก๊สเฉื่อย (Inert Gas) ปกคลุมบริเวณนั้นเพื่อป้องกันออกซิเจนไนโตรเจนและความชื้นในอากาศเข้ามารวมกับโลหะที่กาลังหลอมละลายซึ่งเรียกว่าเกิดปฏิกิริยาอ๊อกซิเดชัน จนกระทังความร้อนจากการอาร์คหลอมละลายโลหะชิ้นงานในบริเวณดังกล่าวจนเกิดเป็นบ่อหลอมละลาย ดังนั้นเมื่อบ่อหลอมละลายเกิดขึ้นในบริเวณรอยต่อใดๆก็จะทาให้ชิ้นงานนั้นหลอมติดกันแต่เนื่องจากแท่งทังสเตนอีเลคโทรดเป็นวัสดุที่ไม่ละลายหรือไม่สิ้นเปลือง (Non Consumable Electrode) จึงจาเป็นต้องเติมโลหะลวดเชื่อม (Filer Metal) ลงไปในบ่อหลอมละลายนั้นด้วยกรณีที่ทาการเชื่อมโลหะบางๆอาจไม่จาเป็นต้องเติมโลหะลวดเชื่อม (Filer Metal) ก็ได้การเชื่อมทิกสามารถเชื่อมเหล็กที่มีความหนาตั้งแต่ 0.79 มม ถึง 4 มม



รูปที่ 2.2 การเชื่อมโลหะแบบทิก

2.13 ข้อดีของการเชื่อมแบบทิก

2.13.1 ในการเชื่อมไม่มีฟลักซ์ใช้ปกคลุมแนวเชื่อมจึงหมดปัญหาเกี่ยวกับสแลคฝังในแนวเชื่อม

2.13.2 รอยเชื่อมและแนวเชื่อมมีคุณภาพสูงทนต่อการสึกกร่อนได้ดีกว่าการเชื่อมด้วยวิธีอื่น

2.13.3 สามารถเชื่อมได้ทุกตาแหน่งในการเชื่อม

2.13.4 ขณะทางานเชื่อมสามารถมองเห็นระยะอาร์คและบ่อหลอมได้ชัดเจนทาให้ควบคุมการเชื่อมได้ตามต้องการ

2.13.5 สารบิดงอของชิ้นงานมีน้อย

2.13.6 ขณะทาการเชื่อมจะปราศจากสะเก็ดประกายไฟและควันแนวเชื่อมทาให้รอยเชื่อมสะอาด เพราะไม่มี Slag และ Spatter

2.13.7 เกิดควันพิษน้อยกว่ากระบวนการเชื่อมแบบอื่นๆ

2.13.8 แนวเชื่อมมีคุณภาพสูง

2.14 ข้อเสียของการเชื่อมแบบทิก

2.14.1 อุปกรณ์มีราคาแพง (ปัจจุบันอุปกรณ์ถูกลงมากแล้ว)

2.14.2 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในการเชื่อมมาก

2.14.3 ต้องใช้เวลาในการเตรียมก่อนที่จะเชื่อมนานกว่าเมื่อเทียบกับการเชื่อมไฟฟ้า

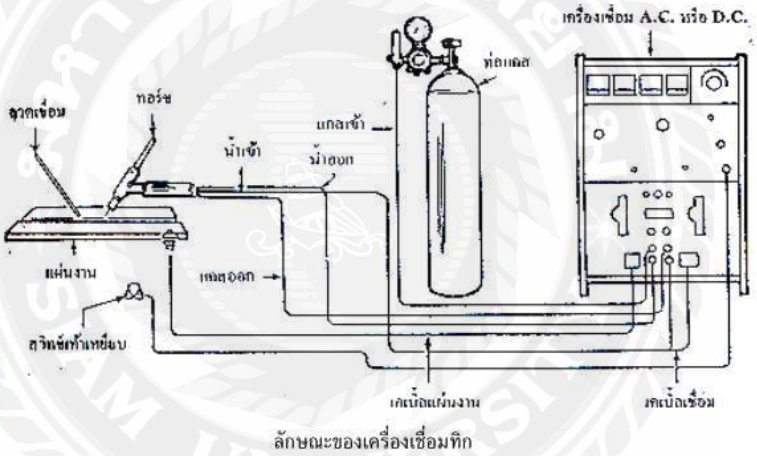
2.14.4 อุปกรณ์ที่สาคัญสาหรับการเชื่อมด้วยวิธีทิก (TIG-GTAW)

2.14.1.1 เครื่องเชื่อม (Power Source)

2.14.2.2 ระบบระบายความร้อน (Cooling System)

2.14.3.3 แก๊สปกคลุม (Shielding Gas)

2.14.4.4 หัวเชื่อมและอุปกรณ์ประกอบ



รูปที่ 2.3 เครื่องเชื่อมทิก

2.15 การเคาะเพื่อคลายตัว (Peening)

เป็นการปฏิบัติงานทางกลของโลหะโดยหมายถึงการตีด้วยหัวค้อนหรือการยิงในระยะสั้น (Short Peening) การเคาะเพื่อคลายตัวเป็นขบวนการทางานเย็นมันโน้มน้าวให้ให้เกิดการขยายของผิวโลหะงานทีเย็นเนืองด้วยเหตุนั้นการผ่อนคลายความเค้นแรงดึงและ หรือ ความเค้นอัดภายในการเคาะเพื่อคลายตัวยังกระตุ้นให้เกิดการแข็งตัวคงเหลือ (Stain Hardening) ของผิวโละหะการเคาะคลายด้วยมือกระทาหลังการเชื่อมเพื่อคลายความเค้นแรงดึงซึงเกิดขึนในเนือรอยเชื่อมและรอบๆ โลหะงานจากการเย็นตัวระดับการลดลงของความเค้นแรงดึงอย่างน้อยทีสุดคือบริเวณทีเกิดขึนใกล้ผิวรอยเชื่อมเท่านั้นการเคาะคลายตัวมีแนวโน้มให้ความแข็งสูงขึนในเนือเชื่อมและงานบางอย่างควรหลีกเลียงด้วยเหตุผลนีการเคาะคลายตัวโดยทั่วไปไม่ถูกยอมรับจากโค้ดส่วนใหญ่ มาตรฐาน

หรือข้อกาหนด (เช่น ASME B31.3 หมวด 328.51 (d) ทุกๆรูปแบบของการเคาะคลายตัวถูกก่อนการนามาใช้งานบนเนื้อเชื่อมต้องเนินการตามข้อกาหนดของการทดสอบชิ้นงานชิ้นงานทีดาเนินการทดสอบกระบวนการทางานเชื่อมนั้นตัวแปรทีจาเป็นทั้งหมดนั้นจะถูกใช้เพื่อการผลิตงานเชื่อมถ้าหากเนื้อเชื่อมถูกเคาะคลายตัวระหว่างการทดสอบกระบวนการของขั้นตอนการเชื่อมการทดสอบทางกลซึงตามมาของขั้นตอนจะแสดงให้เห็นคุณสมบัติทางกลของเนื้อเชื่อมคุณสมบัติทางกลเหล่านี้ต้องเข้ากันได้กับคุณสมบัติทางกลของวัสดุซึ่งจะเชื่อมเข้าด้วยกันถ้ามันไม่ได้ดาเนินการมีการสอบตกและขั้นตอนการเชื่อมนั้นไม่ถูกยอมรับทีจะใช้ในการเชื่อมการเคาะคลายตัวถูกนามาใช้ในการผลิตงานเชื่อมทีถูกกาหนดให้กระทาเท่านั้นอีก

2.16 กระบวนการทางความร้อน

กระบวนการทางความร้อนหลังการเชื่อม (Post Welded Heat Treatment) มีเพื่อการลดความเค้นตกค้าง และเพิ่มความแข็งให้กับแนวเชื่อม

2.17 การเชื่อมเพื่อพอกผิว

นอกจากการเชื่อมต่อชิ้นงานเข้าด้วยกันแล้วกระบวนการเชื่อมอาร์คและการเชื่อมแก๊ส ยังสามารถนามาประยุกต์ใช้ในการสร้างเนื้อวัสดุบนชิ้นงาน ด้วยการเชื่อมพอกผิว ซึงการพอกผิวนี้ มีหลายลักษณะ สามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานได้ดังนี้

Cladding หมายถึงการพอกผิวเพื่อการป้องกันการกัดกร่อน

Buttering หมายถึงการทาชั้นพอกผิวเป็นตัวกลางระหว่างชิ้นงานกับเนื้อเชื่อมชั้นบนสุด

Buildup หมายถึงการเชื่อมพอกเนื้อวัสดุเพื่อให้ได้ขนาดบรรลุตามทีกาหนด

Hardfaceing คือการพอกผิวเพื่อเพิ่มความต้านทานการเสียดสี และการกระแทกให้กับชิ้นงาน

2.18 การเชื่อมพลาสติก

พลาสติก โดยทั่วไป แบ่งเป็นสองประเภท คือ ประเภทเทอร์โมเซตและประเภทเทอร์โมพลาสติก พลาสติกเทอร์โมเซต นั้นเมื่อผลิตขึ้นรูปครั้งแรกแล้ว ไม่สามารถทาลายพันธะของการยึดเกาะระหว่างกันของโมเลกุล โดย ไม่สูญเสียคุณสมบัติของตัวพลาสติกได้การให้ความร้อนไม่ทาให้เกิดการหลอมแต่จะเกิดการไหม้ดา เนื่องจากไม่สามารถทาให้เกิดการหลอมได้นี้พลาสติกประเภทนี้จึงไม่สามารถเชื่อมได้ตัวอย่างของพลาสติกประเภทนี้ คือ อีป๊อกซีซิลิโคนยางวัลคาไนซ์โพลีเอสเตอร์ และโพลียูรีเทน เป็นต้น พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกจะตรงข้ามกับประเภทเทอร์โมเซตกล่าวคือเทอร์โมพลาสติกนี้สามารถเชื่อมได้เนื่องจากเมื่อให้ความร้อนตัวพลาสติกเกิดการ

หลอมเหลวและเกิดการแข็งตัวอีกครั้งเมื่อเย็นตัวลงตัวอย่างของพลาสติก ประเภทนี้ ได้แก่ โพลีเอททิลีนโพลี โพรพิลีน โพลีสไตรีนพีวีซีเทฟลอนและสเปคตราลอน เป็นต้น การเชื่อมพลาสติกมีความคล้ายคลึงกับการเชื่อมแก้วขั้นตอนการทางานคือทาความสะอาดชิ้นงานจากนั้นให้ความร้อนจนเนื้อวัสดุหลอมเป็นของเหลวหนืดจากนั้นนาชิ้นงานที่ได้รับความร้อนกดเข้ากับชิ้นงานอีกชิ้นหนึ่งที่ต้องการจะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันซึ่งได้รับความร้อนเกิดการหลอมเช่นกันจะเกิดการแพร่ของโมเลกุลระหว่างผิวสัมผัสเข้าไปผสมกันจนเกิดเป็นการเชื่อมต่อเข้าเป็นชิ้นเดียวกันหรือเป็นเนื้อเดียวกันเมื่อเย็นตัวลงพลาสติกที่เคยหลอมจะแข็งตัวแหล่งให้ความร้อนในการเชื่อมพลาสติกมีหลากหลาย เช่น เตาอบกระแสไฟฟ้าคลื่นเสียงความถีสูงลาเลเซอร์การเสียดสีจนเกิดความร้อนเป็นต้น นอกจากนี้เทอร์โมพลาสติกหลายชนิดยังสามารถเชื่อมต่อกันได้ด้วยกระบวนการทางเคมี โดยการใช้สารละลายเคมีทาให้ผิวหน้าของวัสดุอ่อนและเหลว จากนั้นนาไปกดเข้ากับอีกชิ้นงานหนึ่งโมเลกุลของทั้งสองชิ้นจะผสมกันและทาให้ชิ้นงานเชื่อมต่อกัน วิธีการนี้ใช้มากในการเชื่อมท่อพีวีซีหรือเอบีเอสหรือการเชื่อมระหว่างสไตรีนกับโพลีสไตรีน วิธีการนี้ไม่สามารถใช้กับพลาสติกที่มีความสามารถในการทนสารเคมีสูงได้เช่นเทฟลอน โพลีเอททิลีน เป็นต้น

2.19 ประเด็นความปลอดภัย

การเชื่อมอาจเป็นอันตรายและส่งผลเสียต่อสุขภาพหากขาดความระมัดระวังในการปฏิบัติงานอย่างไรก็ตามการใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์ป้องกันสมัยใหม่ ก็ลดความเสียงต่างๆ เนื่องจากหลายขั้นตอนการทางานของกระบวนการเชื่อมเกียวข้องกับกระแสไฟฟ้าหรือเปลวไฟจึงเสียงต่อการเผาไหม้และเพลิงไฟ เพื่อเป็นการป้องกันการบาดเจ็บผู้เชื่อมสวมอุปกรณ์ป้องกันอย่าง เช่น ถุงมือหนังเสื้อแขนยาว ซึ่งป้องกันร่างกายของผู้ปฏิบัติงานให้ไม่สัมผัสกับความร้อนและเปลวไฟนอกจากนี้แสงจ้าที่เกิดจากการเชื่อมมี รังสีอัลตราไวโอเลต ยังเป็นอันตรายต่อดวงตา จึงพบเห็นได้ว่าผู้ปฏิบัติงานมีการสวมหน้ากากป้องกันใบหน้าและมีแผ่นป้องกันรังสีและแสงจ้าสาหรับดวงตาพื้นที่ปฏิบัติงาน โดยทั่วไปมีม่านพอลีไวนิลคลอไรด์ เพื่อป้องกันรังสียูวีออกสู่บริเวณอื่นสาหรับป้องกันผลกระทบต่อบุคคลอื่นด้วยแต่ม่านนี้ยังไม่สามรถลดแสงจ้าได้จนอยู่ในระดับปลอดภัยช่างเชื่อมส่วนมากต้องสัมผัสกับแก๊สที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ กระบวนการเชื่อมฟลักซ์และการเชื่อมไฟฟ้าทาให้เกิดควันที่มีแก๊สโอโซนคาร์บอนไดออกไซด์ อนุภาคของออกไซด์ต่างๆ ขนาดเล็กตลอดจนไอระเหยของโลหะหนักต่างๆ ซึ่งเหล่านี้มีผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลางดังนั้นจึงมีข้อกาหนดเรื่องการป้องกันทางเดินหายใจและระบบการดูดอากาศสาหรับการปฏิบัติงานที่มีมาตรฐาน

2.20 มาตรฐานงานเชื่อม

การเชื่อมงานหรือโครงสร้างที่มีความสาคัญมีผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินเช่น โครงสร้างอาคารขนาดใหญ่โรงงานอุตสาหกรรมหอกลั่นน้ามันถังรับแรงดันสูงแท่นขุดเจาะน้ามันในทะเลเรือเดินสมุทรมีมาตรฐานที่นานาชาติยอมรับซึ่งเป็นเอกสารอ้างอิงส หรับการปฏิบัติงานส หรับผู้ที่เกียวข้องเช่นเจ้าของชิ้นงานผู้ผลิตประกอบชิ้นงานช่างเชื่อมผู้ตรวจสอบหน่วยงานทางราชการ หน่วยงานระหว่างประเทศ เป็นต้น มาตรฐานที่ยอมรับในระดับนานาชาติ มีอยู่หลายมาตรฐาน

2.21 การตรวจสอบคุณภาพงานเชื่อม

การตรวจสอบงานเชื่อมเพื่อระบุระดับคุณภาพแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การตรวจสอบคุณสมบัติทางกล และการตรวจสอบความสมบูรณ์ของแนวเชื่อมการตรวจสอบคุณสมบัติทางกลเป็นการตรวจสอบโดยการทดสอบทางกลเช่นการทดสอบความแข็งแรงทางดึง (Tensile Test) การทดสอบความเข็งมหภาค (Macro Hardness Test) การทดสอบความแข็งจุลภาค (Micro Hardness Test) การทดสอบด้วยการดัด (Bend Test) การทดสอบความแกร่งหรือความสามารถในการรับแรงกระแทก (Impact Test) การทดสอบเหล่านี้ทาเพื่อตรวจวัดระดับคุณภาพของการออกแบบกระบวนการเชื่อม เช่น การเลือกใช้วัสดุการเลือกกระบวนการเชื่อมการเลือกลวดเชื่อมล ดับขั้นตอนการทางานการใช้กระบวนการทางความร้อนต่างๆและอื่นๆออกแบบมาได้อย่างเหมาะสมตามมาตรฐานหรือข้อกาหนดที่ตกลงกันระหว่างผู้เกียวข้องการตรวจสอบคุณสมบัติทางกลเป็นการตรวจสอบบนชิ้นงานตัวอย่างในช่วงก่อนการเชื่อมชิ้นงานจริงการตรวจสอบความสมบูรณ์ของแนวเชื่อมเป็นการตรวจสอบว่าแนวเชื่อมที่เกิดขึ้นนั้นมีตาหนิหรือรอยความไม่ต่อเนื่องไม่เกินกว่าระดับที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานหรือไม่ด้วยวิธีการตรวจสอบแบบไม่ทาลายต่างๆเช่นการตรวจพินิจ (Visual Inspection) การตรวจสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็ก(Magnetic Particle Testing) การตรวจด้วยสารแทรกซึม (Penetration Testing) การตรวจสอบด้วยภาพถ่ายรังสี (Radio Graphic Testing) การตรวจสอบด้วยคลื่นเสียงความถีสูง (Ultrasonic Testing) เป็นต้นสาหรับตาหนิในงานเชื่อม

2.22 Tensile Test

การทดสอบแรงดึงของโลหะ Tensile Test การทดสอบแรงดึงคือการทดสอบแรงดึงใช้สาหรับการประเมินความแข็งแรงของโลหะหรือโลหะผสมด้วยการใช้ วิธี ดึงจนขาดในช่วงเวลาสั้นด้วยอัตราคงทีตัวอย่างทีใช้ทดสอบจะมีลักษณะแตกต่างกันไป ส าหรับโลหะอาจทาเป็นแผ่นหรืออาจทาเป็นแท่งโดยข้อมูลทีได้คือกราฟระหว่างความเค้นกับความเครียดทางวิศวกรรมหรือแรงและการเปลียนแปลงรูปร่างของชินงาน

รูปที 2.4 ลักษณะของชินทดสอบแรงดึงแบบแท่ง

2.23 ข้อมูล สมบัติเชิงกลที่ได้จากการทดสอบแรงดึงและแผนภาพความเค้นและความเครียดทางวิศวกรรมมีดังนี้

2.23.1 โมดูลัสของความเป็นอิลาสติก (Modulus of Elasticity)

2.23.2 ความเค้นและความเครียด (Stress And Strain At Yield)

2.23.3 ความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Stress)

2.23.4 เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (Percent Elongation)

2.24 โมดูลัสของความเป็นอิลาสติก (Modulus of Elasticity)

โมดูลัสของความเป็นอิลาสติก เป็นค่าความต้านทานต่อการเปลียนแปลงรูปร่างของวัสดุ เมือได้รับแรงกระท าสามารถหาได้จากความชันของกราฟความเค้นและความเครียดของวัสดุ ในระยะแรกทียังแสดงสมบัติยืดหยุ่นอยู่สาหรับโลหะจะมีค่าน้อยกว่า 0.5% ของความเครียดโดยทีโมดูลัส ของความเป็นอิลาสติกนีเกียวข้องกับความแข็งแรงของพันธะ (Bond Strength) ระหว่างอะตอมของโลหะหรือของโลหะผสม โลหะทีมีค่าโมดูลัสของความเป็นอิลาสติกสูงจะแกร่งไม่เปลียนแปลงรูปร่างง่ายเช่น เหล็กกล้ามีค่าโมดูลัสของการยืดตัว $30x10^6$ psi. (207 GPa) ในขณะที

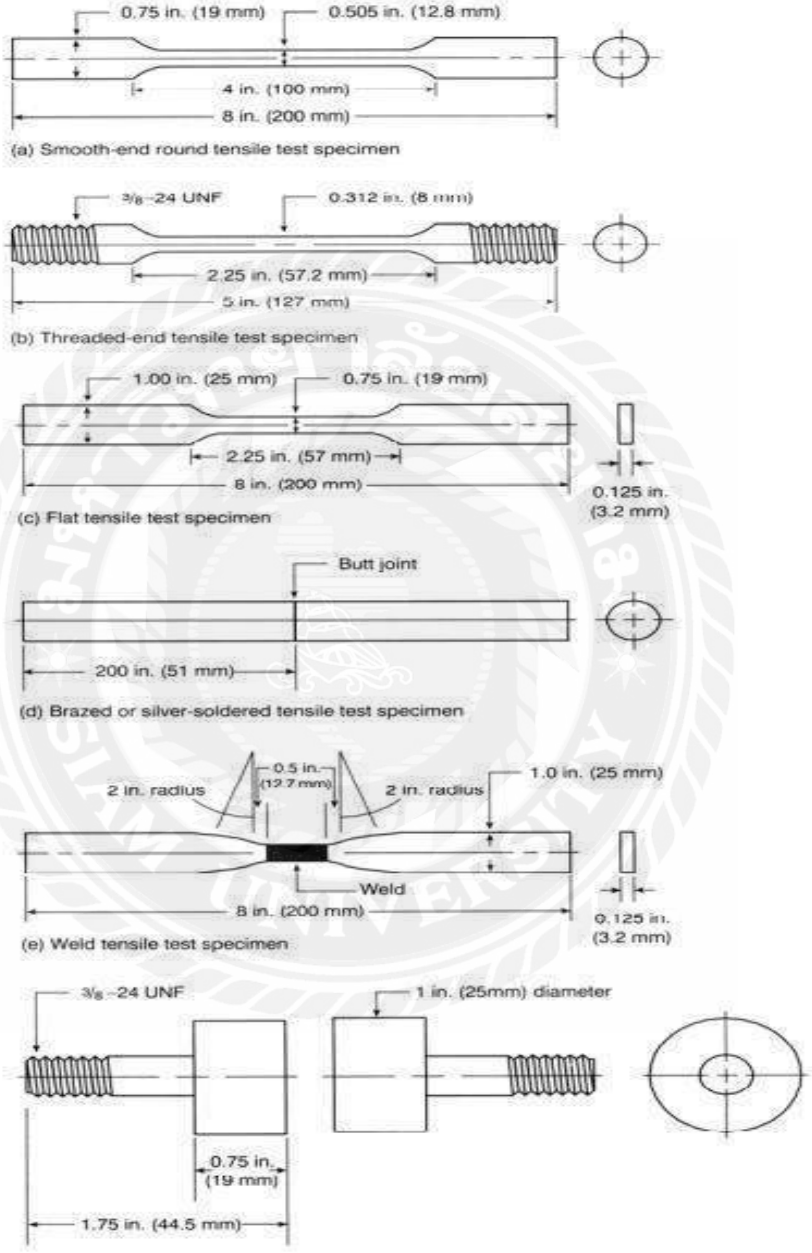
โลหะอลูมิเนียมมีค่าต่ากว่าประมาณ 10-11x106 psi (69-76 GPa) ในช่วงความยืดตัวของแผนภาพความเค้นและความเครียดค่าโมดูลัสจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อความเค้นเพิ่มขึ้นความเค้นและความเครียดที จุดคราก เป็นค่าความเค้นและความเครียดของวัสดุทีจุด ทีเปลียนสมบัติจากอิลาสติกไปเป็นพลาสติกหรืออีกนัยหนึงหมายความว่าวัสดุนั้นจะมีการเปลียนแปลงรูปร่างอย่างถาวรเมือความเค้นหรือความเครียดมีค่ามากกว่านีสาหรับวัสดุทีแสดงจุดครากอย่างชัดเจน เราจะสังเกตได้จากทีกราฟมีค่าความชันเท่ากับศูนย์ ส่วนในกรณีทีวัสดุไม่แสดงจุดครากอย่างอย่างชัดเจนนั้นอาจกาหนดให้ใช้ 0.2% หรือ 0.1% ของ Plastic Strain ทีเกิดขึนในแผนภาพความเค้นและความเครียด เป็นค่ากาหนดในการหาจุดคราก อาจเรียกได้อีกอย่างหนึงว่า Offset Yield

2.25 ความต้านทานแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength)

ความต้านทานแรงดึงสูงสุด คือ ความแข็งแรงสูงสุดของวัสดุพิจารณาจากความเค้นทางวิศวกรรมสูงสุด ในแผนภาพความเค้นและความเครียดค่านีไม่ค่อยใช้มาก ในงานออกแบบทางวิศวกรรมก่อสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิงกับพวกโลหะอ่อน (Ductile Alloy) เนืองจากมีการการเปลียนรูปอย่างถาวรขึน อย่างมากก่อนถึงค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดนียังสามารถบ่งชีได้ว่าโลหะนั้นมีความสมบูรณ์หรือไม่ถ้าโลหะนั้นไม่สมบูรณ์เช่นมีรูพรุน (Porosity)

2.26 เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (Percent Elongation(%Strain)) เปอร์เซ็นต์การยืดตัว: ปริมาณเปอร์เซ็นต์การเปลียนแปลงรูปร่างของชินงานตัวอย่างภายใต้แรงดึง เมือเทียบ กับระยะการวัด (Gage Length) ของชินงานทดสอบ และยังเป็นค่าทีใช้บอกถึงความอ่อน (Ductile) ของวัสดุ โดยทัวไปโลหะยิงอ่อนยิงมีค่าเปอร์เซ็นต์ความยืดมากแสดงว่าโลหะนั้นเปลียนรูปมาก สาหรับโลหะอลูมิเนียมบริสุทธิ์ทีเป็นแผ่นหนา 0.062 นิว (1.6 มม) จะมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัว สูงถึง 35% แต่ถ้าเป็นโลหะอลูมิเนียมผสม จะทาให้ค่า Strength ลดลงเพียง 11% เปอร์เซ็นต์การยืดตัวณจุดทีขาดมี

ความสาคัญทางด้านวิศวกรรมมากเพราะนอกจากจะทาให้เราทราบว่าโลหะนั้นอ่อนเพียงใดแล้วยังจะเป็นดัชนีที่ชี้ให้ทราบว่าโลหะนั้นมีคุณภาพ



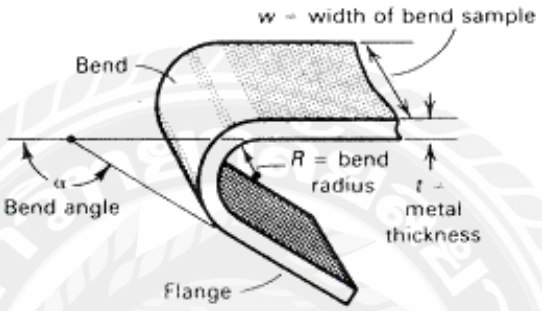
รูปที่ 2.5 ชิ้นงานทดสอบแรงดึงมาตรฐานแบบต่างๆ

2.27 Bending Test

การทดสอบการดัดโค้ง (Bending Test) การทดสอบการดัดโค้งเป็นการทดสอบเพื่อดูพฤติกรรมการแปรรูปของวัสดุหลังจากท ทาการดัดโค้งโดยพิจารณาดูว่า ทีผิวด้านนอกของชิ้นทดสอบตรงบริเวณทีทาการดัดโค้งเกิดรอยแตกขึ้น หรือไม่หลังจากทาการดัดโค้งชิ้นทดสอบด้วยรัศมีความโค้งทีกาหนด จนได้มุมตามทีกาหนดไว้ในมาตรฐานการทดสอบ หลักการในการทดสอบการดัดโค้งคือใช้วิธีใดก็ได้ในการดัดชิ้นวัสดุทดสอบ ซึงอาจมีหน้าตัดเป็นวงกลม สีเหลียมหรือรูปทรงหลายเหลียมให้ได้รัศมีความโค้งตามทีกาหนดไว้ หรือให้ได้มุมตามทีกาหนดโดยทิศทางของแรงทีใช้ในการดัดโค้งต้องคงที และการให้แรงในการดัดโค้งต้องเป็นไปอย่างช้าๆ เพื่อป้องกันการเกิดการเคลือนทีของชิ้นทดสอบในแนวข้าง หลังจากชิ้นทดสอบโค้งงอไปตามทีกาหนด แล้วทาการตรวจสอบดูว่าทีพื้นผิวด้านนอกของชิ้นทดสอบตรงบริเวณทีดัดโค้งซึงจะเป็นบริเวณทีรับความเค้นแรงดึง ในระหว่างการดัดโค้งมีรอยแตกเกิดขึนหรือไม่จะเห็นได้ว่าหลักการของการทดสอบการดัดโค้งแตกต่างจากการทดสอบสมบัติเชิงกลประเภทอืนๆ ซึงจะได้ผลลัพธ์ออกมาในเชิงปริมาณ คือ ได้ค่าสมบัติเชิงกลออกมาเป็นตัวเลข เช่น ค่าความแข็ง ความเค้นจุดคราก ในขณะทีผลจากการทดสอบการดัดโค้งจะเป็นผลในเชิงคุณภาพ คือพิจารณาแค่ชิ้นทดสอบนั้นผ่านเกณฑ์การทดสอบ คือ สามารถผ่านการดัดโค้งตามทีกาหนดไว้ในการทดสอบ โดยไม่เกิดรอยแตกทีผิวด้านนอกเนืองจากความเค้นแรงดึงเมือทาการดัดโค้งด้วยมุม (Bending Angle) ทีเท่ากันวัสดุทีมีความสามารถในการดัดโค้งทีดีกว่าจะสามารถทาการดัดโค้งโดยใช้รัศมีการดัดโค้ง (Bending Radius) ทีเล็กกว่าได้โดยไม่เกิดรอยแตกขึนในทางตรงกันข้ามเมือทาการดัดโค้งด้วยรัศมีการดัดโค้ง (Bending Radius) ทีคงทีวัสดุทีมีความสามารถในการดัดโค้งทีดีกว่าจะสามารถทาการดัดโค้งได้ด้วยมุม (Bending Angle) ทีมากกว่าจึงจะเกิดรอยแตกขึนรัศมีการดัดโค้งทีต่าทีสุด (Minimum Bend Radius) คือ รัศมีการดัดโค้งทีน้อยทีสุดทีจะ สามารถใช้ในการทาการดัดโค้งได้โดย ทีไม่เกิดรอยแตกทีพืนผิวของวัสดุโดยปกติแล้วรัศมีการดัดโค้งทีต่า ทีสุด (Minimum Bend Radius) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาของชินงานดังนั้นโดยมากมักจะรายงานค่ารัศมีการดัดโค้งทีต่าทีสุดโดยการบอกเป็นจานวนเท่าของความหนาของวัสดุ (t) เช่น วัสดุทีมีรัศมีการดัดโค้งทีต่าทีสุด =3t ก็คือ วัสดุทีสามารถทาการดัดโค้งด้วยรัศมีการดัดโค้งทีมากกว่า 3 เท่าของความหนาได้โดยไม่เกิดรอยแตกทีผิวค่ารัศมีการดัดโค้งทีต่าทีสุด ไม่ใช่สมบัติทีเป็นค่าคงทีของวัสดุเนืองมาจากความสามารถของผู้ตรวจสอบรอยแตกในการตรวจพบรอยแตกทีเริมเกิดขึนไม่

เท่ากัน และการใช้รัศมีการดัดโค้งในการทดสอบได้ไม่ต่อเนื่องและเหมือนกันเนื่องจากจากัดอยู่ที่รัศมีของ mandrel ที่ใช้ในการทดสอบ

ในการเปรียบเทียบความสามารถในการดัดโค้งของวัสดุ ข้อมูลที่จะนามาเปรียบเทียบกันได้นั้นจะต้องมาจากการทดสอบที่ใช้วิธีการทดสอบแบบเดียวกัน,ผู้ตรวจสอบรอยแตกคนเดียวกันและใช้ชิ้นทดสอบที่มีขนาดเท่ากันตลอดจนใช้รัศมีการดัดโค้ง (Bending Radius) และมุมดัดโค้ง (Bending Angle) ที่เท่ากันด้วย ข้อมูลจึงจะสามารถนามาเปรียบเทียบกันได้



รูปที่ 2.6 ชิ้นงานทดสอบการดัดโค้ง

2.28 การตรวจสอบรอยเชื่อม

การตรวจสอบแบบ PT มาจากชื่อเต็มๆว่า Penetrant Testing ซึ่งหากแปลตรงตัวก็จะแปลว่า “การทดสอบ (ความบกพร่องของเนื้อวัสดุ) โดยการใช้สารแทรกซึม”หรือใน ชื่อ Dye Penetrant Inspection (DP) หรือ Liquid Penetrate Inspection (LPI) โดยหลักการคือสารแทรกซึมนั้นสามารถซึมเข้ารูหรือที แคบๆที่เป็นรอยร้าวขนาดเล็กได้ซึ่งสามารถใช้ได้ดีกับชิ้นงานที่เป็นโลหะ แต่สาหรับอโลหะก็ทาได้เช่นเดียวกันนะครับโดยจะใช้น้ายาแทรกซึมต่างกันไปครับการทา PT ถือว่าเป็นกระบวนการทดสอบแบบไม่ทาลาย หรือ NDT (Non-Destructive Testing) วิธีหนึ่งครับ ซึ่งกระบวนการตรวจสอบแบบ PT นี้ถือเป็นวิธีนิยมใช้มากที่สุดเพราะข้อดีของการทา PT มีมากมาย เช่นสามารถนาไปใช้กับงานได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งรูปร่างของวัสดุไม่ได้เป็นข้อจากัดในการทดสอบ ระยะการตรวจสอบเวลาที่รวดเร็ว เข้าถึงหน้างานได้ง่ายครับ และที่สาคัญราคาไม่แพง

2.29 ขั้นตอนวิธีการตรวจสอบ

ลำดับ	ประเภทของรอยบกพร่อง	คำอธิบายรายละเอียด	เกณฑ์การยอมรับ
1	รอยแตก	รอยแตกทุกชนิด	ไม่อนุญาตให้มี
2	รูพรุน	2.1 รอยเชื่อมรับภาระสถิตที่ไม่ใช่รอยต่อท่อ	
		ก. รอยเชื่อมต่อชนบากร่องหลอมลึกสมบูรณ์หลอมลึกสมบูรณ์	ไม่อนุญาตให้มี
		ข. รอยเชื่อมต่อชนแบบบากร่องแบบอื่น (นอกเหนือจาก ก.) และรอยเชื่อมมุม	ผลรวมของรูพรุนที่ตามองเห็นได้ที่มีเส้นผ่านศูนย์ กลางไม่น้อยกว่า 1 มม. (1/32 นิ้ว) ต้องไม่เกิน (1) 10 มม. (3/8 นิ้ว) ต่อทุกความยาว รอยเชื่อม 25 มม. (1 นิ้ว)และ (2) 20 มม. (3/4 นิ้ว) ต่อทุกความยาวรอย เชื่อม 300 มม. (12 นิ้ว)
		2.2 รอยเชื่อมรับภาระพลวัตทันทีไม่ใช่รอยต่อท่อและกรณีรอยเชื่อมท่อ	
		ก. รอยเชื่อมต่อชนบากร่องหลอมลึกสมบูรณ์ที่รับหน่วยแรงดึง	ไม่อนุญาตให้มี
		ข. รอยเชื่อมต่อชนบากร่องแบบอื่น (นอกเหนือจาก ก.)	

ลำดับ	ประเภทของรอยบกพร่อง	คำอธิบายรายละเอียด	เกณฑ์การยอมรับ
		ค. รอยเชื่อมมุม	
		ค.1 รอยเชื่อมมุมทุกกรณี	จานวนรูพรุนต้องไม่เกิน 1 ตาแหน่งต่อ ทุกความยาวรอยเชื่อม 100 มม. (4 นิ้ว) และ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุนต้องไม่ เกิน 2.5 มม. (3/32 นิ้ว)
		ค.2 รอยเชื่อมมุมระหว่างสติฟเฟนเนอร์ กับ เอวของคาน	ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางรูพรุน ต้องไม่เกิน (1) 10 มม. (3/8 นิ้ว) ต่อทุกความยาว รอยเชื่อม 25 มม. (1 นิ้ว) และ (2) 20 มม. (3/4 นิ้ว) ต่อทุกความยาว รอยเชื่อม 300 มม. (12 นิ้ว)
3	หน้าตัดจุด หยุดเชื่อม	ทุกหน้าตัดของจุดหยดเชื่อมจะต้องเตรียมแนว เชื่อมให้เต็มตามขนาดของรอยเชื่อมทีระบุ ยกเว้นรอยเชื่อมมุมแบบเว้นระยะทีเชื่อมได้ ความยาวแล้ว	ตามคาอธิบายรายละเอียด
4	รอยกดแหว่ง	4.1 รอยเชื่อมรับภาระสถิตทีไม่ใช่รอยต่อท่อ	
		ก. ความหนาโลหะงานน้อยกว่า 25 มม. (1 นิ้ว)	(1) ความลึกของรอยกดแหว่ง ไม่เกิน 1 มม. (1/32 นิ้ว) หรือ (2) ความลึกรอยกัดแหว่งไม่เกิน 2 มม. (1/16 นิ้ว)

ลำดับ	ประเภทของรอยบกพร่อง	คำอธิบายรายละเอียด	เกณฑ์การยอมรับ
		ข. ความหนาโลหะงานมากกว่าหรือ เท่ากับ25 มม. (1 นิ้ว)	ความลึกของรอยกดแหว่งไม่เกิน 2 มม. (1/16 นิ้ว) ตลอดแนวเชื่อม
		4.2 รอยเชื่อมรับภาระผลวัตที่ไม่ใช่รอยต่อท่อและกรณีรอยเชื่อมท่อ	
		ก. กรณีโครงสร้างหลักที่มีรอยเชื่อมรับหน่วยแรงดึง	ความลึกของรอยกดแหว่งไม่เกิน 0.25 มม. (0.01 นิ้ว)
		ข. กรณีอื่นๆ นอกเหนือจาก ก.	ความลึกของรอยกดแหว่งไม่เกิน 1 มม. (1/32 นิ้ว)
5	รอยเชื่อม ไม่ได้ขนาด	5.1 รอยเชื่อมทุกกรณี	รอยเชื่อมที่ไม่ได้ขนาดรวมกันต้องไม่เกินร้อยละ 10 ของความยาวรอยเชื่อมทั้งหมด
		5.2 รอยเชื่อมมุม ระหว่างเอว กับปีก ของคาน ประกอบ	ไม่อนุญาตให้มีรอยเชื่อมไม่ได้ขนาดบริเวณ รอยเชื่อมที่ปลายเป็นระยะสองเท่าของ ความกว้างปีก
		5.3 รอยเชื่อมมุม (Fillet Weld) แบ่งตามขนาดรอยเชื่อมระบุ (Specified Nominal Size: L)	
		ก. $L \leq 5$ มม. (3/16 นิ้ว)	ขนาดรอยเชื่อมเล็กกว่าขนาดรอยเชื่อมระบุ ไม่เกิน 2 มม. (1/16 นิ้ว)
		ข. L = 6 มม. (1/4 นิ้ว)	ขนาดรอยเชื่อมเล็กกว่าขนาดรอยเชื่อมระบุ ไม่เกิน 2.5 มม. (3/32 นิ้ว)

ลำดับ	ประเภทของรอยบกพร่อง	คำอธิบายรายละเอียด	เกณฑ์การยอมรับ
6	รอยนูน	สาหรับรอยเชื่อมมุม (Fillet Weld) แบ่งตามความกวางของขารอยเชื่อม (Width of Weld Face: W)	
		ก. W $\leq$ 8 มม. (W $\leq$5/16 นิ้ว)	ระยะนูนไม่เกิน 2 มม.(1/16 นิ้ว)
		ข. 8 < W < 25 มม. (5/16 < W < 1 นิ้ว)	ระยะนูนไม่เกิน 3 มม. (1/8 นิ้ว)
		ค. W $\geq$ 25 มม.(W $\geq$ 1 นิ้ว)	ระยะนูนไม่เกิน 5 มม. (3/16 นิ้ว)
7	รอยเกย	สาหรับรอยเชื่อมมุมและรอยเชื่อมชน แบบบากร่อง	ไม่อนุญาตให้มี
8	หลอมละลาย ไม่สมบูรณ	สาหรับรอยเชื่อมมุม	ไม่อนุญาตให้มี
9	โลหะเชื่อม ส่วนเกิน	โลหะเชื่อมส่วนเกินทั้งกรณีโลหะงานความหนาเท่ากันและโลหะงานความหนาต่างกัน	ความสูงของโลหะเชื่อมส่วนเกินไม่เกิน 3 มม. (1/8 นิ้ว)
10	รอยเชื่อมไม่เต็ม	รอยเชื่อมไม่เต็มสาหรับการเชื่อมต่อชน แบบบากร่อง	ไม่อนุญาตให้มี
11	ความเรียบของ ผิวรอยเชื่อม	สาหรับรอยเชื่อมแบบต่อชนบากร่องการขัดผิวรอยเชื่อมให้เรียบเสมอโลหะงาน ต้องมีเงื่อนไขดังนี้	
		ก. ความหนารอยเชื่อมภายหลังการขัดผิว และความหนาของโลหะงานภายหลัง การขัดผิว	มีค่าน้อยกว่าความหนาของโลหะงานทีบาง กว่าไม่เกินร้อยละ 5 และไม่เกิน 1 มม. (1/32 นิ้ว)
		ข. ความสูงของโลหะเชื่อมส่วนเกิน	ไม่เกิน 1 มม. (1/32 นิ้ว) ยกเว้นกรณีเป็นหน้าสัมผัส

ลำดับ	ประเภทของรอยบกพร่อง	คำอธิบายรายละเอียด	เกณฑ์การยอมรับ
		ในกรณีทีกาหนดให้ต้องแต่งผิวรอยเชื่อม สามารถดาเนินการด้วยการสกัดผิวหรือ การเซาะร่อง และตามด้วยการขัดผิว ทั้งนี้ต้องมมีความหยาบของผิวไม่เกิน	
		6.3 ไมครอน (0.0063 มิลลิเมตร) และต้องขัดผิวในทิศทางทีกาหนดดังนี้	
		ก. ขัดผิวในทิศทางขนานกับหน่วยแรงหลัก	ความหยาบอยู่ในช่วง 3.2 ถึง 6.3ไมครอน (0.0032 ถึง 0.0063 มม.
		ข. ขัดผิวในทิศทางใดก็ได้	ความหยาบน้อยกว่า 3.2 ไมครอน (0.0032 มม.

2.30 เกณฑ์การยอมรับรอยบกพร่องของรอยเชื่อม

2.30.1 บันทึกผลและรายงาน ผลการตรวจสอบผู้ตรวจสอบต้องทาเครื่องหมายด้วยปากกาสีทีไม่ละลายน้าเห็นได้ชัดเจนและทนความร้อนลงบนพื้นผิวชิ้นงานในตาแหน่งทีตรวจสอบพบรอยบกพร่องเพื่อความสะดวกในการซ่อมการบ่งชี้และการสอบกลับโดยต้องระบุผลตรวจสอบและเวลาการตรวจสอบเป็นอย่างน้อยผู้ตรวจสอบต้องบันทึกผลและท ธายงานการตรวจสอบ โดยมีรายละเอียดของชิ้นงาน

2.31 มาตรฐานการทดสอบ Penetrant (Penetrant Testing Standard:PT)

หลักการ พื้นฐานของการทดสอบการแทรกซึมของของเหลว (PT) คือการกระทาของเส้นเลือดฝอยซึ่งช่วยให้สารแทรกซึมเข้าไปในช่องเปิดของข้อบกพร่อง และคงอยู่ทีนั่นเมือของเหลวถูกเอาออกจากพื้นผิวของวัสดุ จากนั้นจึงกลับปรากฏอีกครั้งบนพื้นผิวเมือใช้ นักพัฒนาซึ่งมีการกระทาของเส้นเลือดฝอยคล้ายกับกระดาษซับ คาว่าวัสดุแทรกซึมรวมถึงสารแทรกซึม ตัวทาละลาย หรือสารทาความสะอาดทั้งหมดทีใช้ในกระบวนการตรวจสอบนี้ วัสดุแทรกซึมมีความสามารถในการเข้าไปในช่องเปิดบนพื้นผิวของวัสดุ สารแทรกซึมแบบ ฟลูออเรสเซนต์ หรือแบบมองเห็นได้ซึ่งมีสีตัดกัน จะถูกนามาใช้กับหนึ่งในสามกระบวนการแทรกซึมต่อไปนี้ กล่าวคือ สามารถล้างด้วยน้าได้หลังอิมัลชัน และตัวทาละลายแบบถอดได้ การรวมกันของ ฟลูออเรสเซนต์ หรือสารแทรกซึมที

มองเห็นได้กับกระบวนการทั้งสามทาให้เกิดเทคนิคการแทรกซึมของเหลวทีเป็นไปได้หก เทคนิค ในกระบวนการแทรกซึม คอนทราสต์ของสี นักพัฒนาจะสร้างการเคลือบสีขาวทีสม่าเสมอ พอสมควร กระบวนการแทรกซึมของฟลูออเรสเซนต์จะคล้ายกับกระบวนการตัดกันของสี ยกเว้น การตรวจสอบจะดาเนินการโดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต ซึงเรียกอีกอย่างว่าแสงสีดา

2.32 หลักการของสารแทรกซึม

โดยทั่วไปแล้วของเหลว (Liquid) จะสามารถแทรกซึมเข้าสู่ตาแหน่งต่างๆได้โดยอาศัย หลักการ“Capillary Action” หรือพูดง่ายๆคือความสามารถในการแทรกซึมนี้แหละครับทั้งนี้ คุณสมบัติการแทรกซึมจะมาก หรือจะน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 อย่างหลักๆ คือ

2.32.1 ขนาดของรอยความไม่ต่อเนือง (Size of Discontinuity)

2.32.2 ความตึงผิวของของเหลว (Liuid Surface Tension)

2.32.3 ความสามารถในการเปียก (Wet Ability)

2.33 ข้อกำหนด NDE ทั่วไป: API 570, API 577 และ ASME B31.3 การตรวจแทรกซึมของเหลว

PT สามารถตรวจจับความไม่ต่อเนืองทีเปิดสู่พืนผิวในวัสดุทุกชนิด ยกเว้นวัสดุทีมีรูพรุน โดยทั่วไปจะใช้กับวัสดุทีไม่ใช่แม่เหล็ก เช่น สเตนเลสออสเทนนิติก ซึงไม่สามารถใช้ MT ได้ เทคนิคคอนทราสต์สีโดยทั่วไปจะดาเนินการดังนี:พืนผิวทดสอบได้รับการทาความสะอาดและขจัด ไขมันออกอย่างทั่วถึง ใช้สารแทรกซึมทีเป็นของเหลวกับบริเวณทีเป็นกังวล สารแทรกซึมจะถูก ปล่อยทิงไว้ตามระยะเวลาทีแนะนาโดยผู้ผลิตหรือรหัส (ดูข้อกาหนด ASME V ในภายหลัง) เพือให้ มีเวลาเข้าสู่ตัวบ่งชีการทาลายพืนผิวโดยการกระทาของเส้นเลือดฝอย สารแทรกซึมส่วนเกินจะถูก กาจัดออกจากพืนผิวส่วนประกอบ โดยดูแลเพือป้องกันไม่ให้สารแทรกซึมถูกชะล้างออกจาก ข้อบกพร่องใดๆ มีการพ่นสารเคลือบสีขาวบางๆ บนส่วนประกอบ สารแทรกซึมจะถูกดึงออกมา จากความไม่ต่อเนืองใดๆ (โดยการกระทาของเส้นเลือดฝอยแบบย้อนกลับควบคู่ไปกับผลการซับ จากนักพัฒนา) และทาให้นักพัฒนาเกิดคราบ การบ่งชีความลึกของความไม่ต่อเนืองสามารถกาหนด ได้จากปริมาณของสารแทรกซึมทีไหลออกจากความไม่ต่อเนือง ส่วนที 9.6.1: เทคนิคการแทรกซึม ของของเหลว เทคนิคทีพบบ่อยทีสุดสองประการคือ: คอนทราสต์สี PT ใช้สารแทรกซึมสีแดงบน พืนหลังสีขาว และจาเป็นต้องรับชมภายใต้สภาพแสงทีดี (ต้องใช้ 1,000 ลักซ์ภายใต้ ASME V) Fluorescent PT ใช้สีย้อมทีมองเห็นได้ภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต และจะต้องดูในบริเวณทีมืด จริงๆ แล้วเทคนิคนีมีความไวมากกว่า และจะตรวจจับสิงบ่งชีประเภทเส้นตรงได้ละเอียดกว่าเทคนิค คอนทราสต์สี

2.34 การตรวจสอบและทดสอบ

การตรวจแทรกซึมของเหลว การตรวจสอบการแทรกซึมของของเหลวของรอยเชื่อมและส่วนประกอบอื่น ๆ นอกเหนือจากการหล่อควรด าเนินการตาม BPV Code, Section V, Article 6 หลังจากการตรวจสอบด้วยสายตา การทดสอบการแทรกซึมของของเหลวน่าจะเป็นวิธีที เก่าแก่ที่สุดและเป็นวิธีการที่ใช้กันมากที่สุดเป็นอันดับสองของ NDT สามารถใช้กับวัสดุที่ไม่มีรูพรุนได้ อย่างไรก็ตาม การใช้งานนั้นจ ากัดอยู่เพียงการตรวจจับข้อบกพร่องที่พื้นผิวเท่านั้น ใช้สีย้อมหรือสีย้อมฟลูออเรสเซนต์ กับพื้นผิวที่ท าความสะอาดของชิ้นงาน และปล่อยให้คงตัวเป็นเวลาระหว่าง 10 ถึง 20 นาที สีย้อมนี้ถูกดึงเข้าสู่ความไม่ต่อเนื่องด้วยแรงดันของเส้นเลือดฝอยและแทรกซึมเข้าไปในพื้นผิว แรงดันของเส้นเลือดฝอยนี้ถูกก าหนดโดยความกว้างของความไม่ต่อเนื่อง แรงตึงผิว และมุมสัมผัสของสีย้อมบนพื้นผิว จากนั้นสีย้อมส่วนเกินจะถูกก าจัดออกจากพื้นผิว และใช้ดีเวลลอปเปอร์ เพื่อดึงสีย้อมออกมา และให้สีที่ตัดกันกับข้อบกพร่องได้ดี ชิ้นงานที่จะตรวจสอบถูกปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที จากนั้นจึงตรวจสอบพื้นผิวด้วยสายตา โดยใช้แสงสีขาวสำหรับสีย้อมสีแดง และแสงอัลตราไวโอเลตสำหรับสีย้อม ฟลูออเรสเซนต์

2.35 ปฏิกิริยาระหว่างของเหลวสองชนิดในเส้นเลือดฝอยและบทบาทในเทคโนโลยีการทดสอบสารแทรกซึมของเหลว

ทดสอบสารแทรกซึมของเหลว ของเหลวทดสอบหรือส่วนประกอบของเหลวของวัสดุทดสอบจะสัมผัสกันในการด าเนินการทีละขั้นตอน ในขั้นตอนการช ระล้างสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ได้แก่ สิ่งปนเปื้อนและน้ ายาซักผ้า ในขั้นตอนการก าจัดสารแทรกซึมส่วนเกิน สารแทรกซึม และของเหลวบริสุทธิ์ ในขั้นตอนของการพัฒนา ระยะแทรกซึม และระยะของเหลวของนักพัฒนา จนถึงขณะนี้ เป็นที่เชื่อกันว่าปฏิสัมพันธ์ของ Liquid ในเส้นเลือดฝอยส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงตึงผิวที่ขอบเขตระหว่าง เฟส และในการแพร่กระจายระหว่างกัน หากของเหลวทั้งสองละลายซึ่งกันและกัน อย่างไรก็ตาม เราได้ยืนยันแล้วว่าไม่เป็นเช่นนั้น และปฏิกิริยาระหว่างของเหลวก็มีกลไกที่ซับซ้อนกว่า

กระบวนการ PT ประกอบด้วยห้าขั้นตอนที่เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งจะต้องด าเนินการเป็นชุดตั้งแต่ต้นจนจบ ในกรณีส่วนใหญ่ การหยุดชะงักหรือความล่าช้าในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งจ าเป็นต้องท าซ้ ากระบวนการทั้งหมดตามล าดับ

2.35.1 การท าความสะอาดล่วงหน้าเป็นขั้นตอนส าคัญของกระบวนการ PT การท าความสะอาดมีหลายวิธี เช่น การล้างไขมัน การท าความสะอาด อัลตราโซนิก ตัวท าละลาย การล้างด้วยน้ า

และอื่นๆ วัตถุประสงค์หลักของขั้นตอนนี้คือเพื่อกาจัดสิงปนเปื้อนบนพื้นผิว ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการซึมผ่านของสารแทรกซึม

2.35.2 การใช้งานในบ้านของ Penetrant ส่งเสริมการทางานของเส้นเลือดฝอยหรือการซึมเข้าไปในสิงบ่งชี้ของผู้แทรกซึม เวลาทีอยู่อาศัยจะต้องเพียงพออย่างเหมาะสมเพื่อให้กระบวนการนี้เกิดขึ้น

2.35.3 การกาจัดสารแทรกซึมส่วนเกินจะทาความสะอาดสารแทรกซึมออกจากพื้นผิว ซึ่งจะทาให้ด้านในของตัวบ่งชี้ไม่เสียหาย โดยทั่วไปจะทาได้โดยการล้างน้าด้วยแรงดันทีควบคุมอย่างใกล้ชิดเพื่อหลีกเลียงการชะล้างสารแทรกซึมทีติดอยู่ออก ในกรณีของสารแทรกซึมหลังอิมัลชัน (วิธี B และ D) การล้างล่วงหน้าตามด้วยขั้นตอนการอิมัลชันและหลังการล้างจะถูกเพิมเป็นขั้นตอนการทาความสะอาดสารแทรกซึมทีสอง

2.35.4 แอปพลิเคชันส าหรับนักพัฒนาทาหน้าทีเป็นตัวช่วยในการเพิมการมองเห็นโดยทาหน้าทีสองอย่าง ได้แก่ การซับและดึงสารแทรกซึมจากสิงบ่งชี้ เวลาทีนักพัฒนาถูกเก็บไว้บนพื้นผิวเรียกว่า "เวลาในการพัฒนา"

2.35.5 การตรวจสอบจะดาเนินการภายใต้แสงสีขาวสาหรับสีย้อมสีแดงหรือห้องมืดภายใต้แสงสีดา (UV) เพื่อให้สารแทรกซึมเรืองแสงได้

2.35.6 กระบวนการหลังการทาความสะอาดเสร็จสิ้นเพื่อป้องกันความเสียหายทีเกิดจากการกัดกร่อนอันเนืองมาจากสารตกค้างจากกระบวนการในระหว่างการประมวลผลหรือการทางานต่อไป

2.36 ข้อดีที่พบบ่อยที่สุดของการทดสอบการแทรกซึมมีดังนี้

2.36.1 พกพาสะดวกมาก: สามารถใช้กระป๋องสเปรย์สาหรับสารแทรกซึมและผู้พัฒนาได้

2.36.2 ความไวสูงต่อข้อบกพร่องเล็กๆ น้อยๆ

2.36.3 การบังคับใช้กับวัสดุส่วนใหญ่

2.36.4 การตรวจสอบค่อนข้างรวดเร็วและต้นทุนต่า

2.36.5 การบังคับใช้กับรูปทรงทีซับซ้อน

2.36.6 ความรู้ด้านเทคนิคมีจากัด เนืองจากข้อบกพร่องปรากฏให้เห็นบนพื้นผิว

2.37 ข้อเสียที่พบบ่อยที่สุดของการทดสอบการแทรกซึมมีดังนี้

2.37.1 ใช้ได้กับข้อบกพร่องทีพื้นผิวเท่านั้น

2.37.2 ข้อจากัดของวัสดุทีมีรูพรุน

2.37.3 ข้อกาหนดก่อนการทาความสะอาดและหลังการทาความสะอาด

2.37.4 การเข้าถึงข้อกาหนดพื้นผิว

2.37.5 ความไวต่อสภาพพื้นผิว (เช่น ผิวสาเร็จ ความหยาบ ฯลฯ)

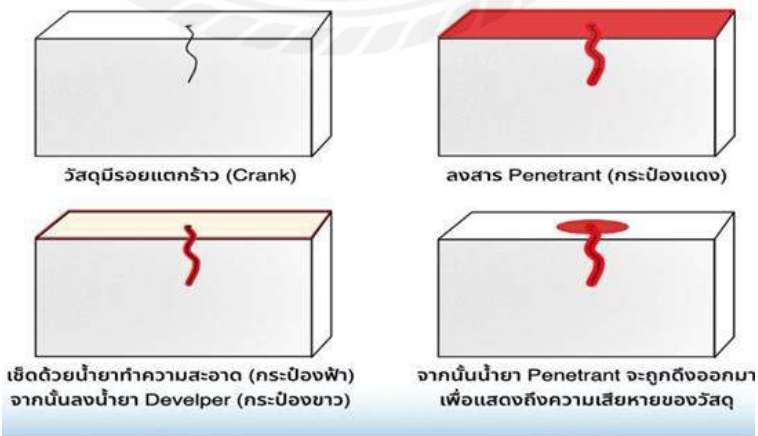
2.37.6 ขั้นตอนกระบวนการพึงพากันตั้งแต่ต้นจนจบ

2.37.7 ข้อกาหนดของเสียและการจัดการสารเคมี

การทดสอบการแทรกซึมของสีย้อม การทดสอบสารแทรกซึมของสีย้อมเป็นวิธีการทดสอบที่มีประสิทธิภาพสาหรับข้อบกพร่องที่พื้นผิวแตก เช่น รอยแตกร้าวหรือรูพรุน กระบวนการนี้เกียวข้องกับการพ่นพื้นผิวที่จะทดสอบด้วยของเหลวที่แทรกซึมได้ ซึ่งมักใช้สีย้อมหรือสีย้อมเรืองแสง หลังจากปล่อยให้สารแทรกซึมทางานสักครู่ พื้นผิวจะถูกล้างแล้วปล่อยทิ้งไว้หรือเคลือบด้วยวัสดุดูดซับสีย้อม หลังจากผ่านไประยะหนึ่ง ของเหลวในรอยแตกร้าวใดๆ ก็ไหลออกมาและอาจมองเห็นได้ว่าเป็นการเปลียนสีของสารเคลือบที่ดูดซับสีย้อม หรืออาจมองเห็นได้ภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต เทคนิคนี้สามารถใช้กับพื้นผิวแบบหล่อหรือแบบกลึง

2.38 แสดงระยะเวลาในการแทรกซึมต่ำสุดตามมาตรฐาน ASME

วัสดุลักษณะของงานชนิดของรอยบกพร่องระยะเวลาในการแทรกซึม (Dwell Time) เวลาในการรอการสร้างภาพ (Developer Time) อลูมิเนียม แมกนีเซียม เหล็ก Brass And Bronze ไททาเนียม และ High-Temperature Alloys กระบวนการหล่อการเชื่อม Cold Shuts, Porosity, Lack of Fusion,Cracks(allforms)510WroughtmaterialsExtrusions Forgings Plate Laps cracks (allforms) Carbide Tipped Tools Lackof Fusion Porosity Cracks พลาสติกกระบวนการทุกชนิด Cracks แก้วเซรามิค



รูปที 2.7 หลักการของสารแทรกซึม

2.39 ชนิดของสารแทรกซึม (Type of Penetrant)

สารแทรกซึมที่ถูกนามาใช้ในงานตรวจสอบสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลักๆ ตามชนิดของการมองเห็นคือสารแทรกซึมแบบมองเห็นด้วยตาเปล่า (Visible Penetrant) เป็นสารแทรกซึมชนิดมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าโดยปกติสีจะตัดกับสีของ Developerโดยทั่วๆไปสีของสารแทรกซึมจะเป็นสีแดงและสีของ Developer สีขาวโดยความสว่างส หรับในการมองเห็นควรมากกว่า 1,000 ลักซ์ โดยความไวหรือ Sensitivity ของการทดสอบแบบมองเห็นด้วยตาเปล่าจะช้ากว่าแบบสารแทรกซึมแบบเรืองแสงแต่เรื่องความสะดวกในหน้างานสารแทรกซึมแบบมองเห็นด้วยตาเปล่าเนื่องจากไม่ต้องทาในที่มืดและชนิดนี้ถือเป็นที่นิยมที่สุด

รูปที่ 2.8 สารแทรกซึมแบบมองเห็นด้วยตาเปล่า

2.40 มาตรฐานการทดสอบ Hydro Static (Hydro Static Test Standard)

การทดสอบ แรงดันเป็นวิธีที่ไม่ท าลายเพื่อรับประกันความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ เช่น ภาชนะรับแรงดัน ท่อ ท่อประปา ถังแก๊ส หม้อต้มน้ำ และถังเชื้อเพลิง รหัสท่อกำหนดไว้เพื่อยืนยันว่าระบบท่อสามารถรับแรงดันที่กำหนดได้และไม่มีการรั่วไหล การทดสอบแรงดันหรือที่เรียกว่าการทดสอบอุทกสถิตจะดำเนินการหลังจากการติดตั้งการทำความเย็นหรือความร้อนของท่อใดๆ และก่อนที่จะนำไปใช้งาน จากการทดสอบแรงดัน เราพบวิธีการที่เชื่อถือได้สำหรับการทดสอบท่อทุกประเภท รวมถึงท่อในระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์หรือระบบทำความร้อนแบบรวมศูนย์ การวิเคราะห์ประเภทนี้นอกจากจะรับประกันการทำงานที่ถูกต้องแล้ว ยังช่วยให้เราตรวจพบว่ามีรอยรั่วในท่อเฉพาะหรือไม่เพื่อให้สามารถซ่อมแซมได้ รหัสที่ใช้กันอย่างแพร่หลายส ำหรับการทดสอบแรงดันและการรั่วไหลคือรหัสท่อแรงดัน ASME B31 ในหลายส่วน Araner ปฏิบัติตามข้อกำหนดและขั้นตอนที่ระบุไว้

ASME B31.1 ท่อส่งกำลัง (Power Piping)

ASME B31.3 การวางท่อกระบวนการ (Process Piping)

ASME B31.5 ท่อทำความเย็น (Refrigeration Piping)

การทดสอบแรงดันอาจทำได้ด้วยของเหลวซึ่งโดยทั่วไปคือน้ำหรือด้วยแก๊สซึ่งมักจะเป็นไนโตรเจนแห้ง

2.41 ข้อกำหนดทั่วไปของการทดสอบแรงดัน

2.41.1 ความเค้นเกินความแข็งแรงของผลผลิต: ความดันทดสอบอาจลดลงเหลือความดันสูงสุดที่จะไม่เกินความแข็งแรงของผลผลิตที่อุณหภูมิทดสอบ

2.41.2 การขยายตัวของของไหลทดสอบ: หากต้องรักษาแรงดันทดสอบไว้เป็นระยะเวลาหนึ่งและของไหลในระบบอาจมีการขยายตัวเนื่องจากความร้อน ต้องใช้ความระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงแรงดันมากเกินไป

2.41.3 การทดสอบเบื้องต้น: การทดสอบเบื้องต้นโดยใช้อากาศที่แรงดันเกจไม่เกิน 170 kPa (25 psi) อาจทำได้ก่อนการทดสอบเพื่อค้นหารอยรั่วที่สำคัญ

2.41.4 การตรวจสอบการรั่วไหล: การทดสอบการรั่วไหลจะต้องคงอยู่อย่างน้อย 10 นาที และข้อต่อและการเชื่อมต่อทั้งหมดจะต้องได้รับการตรวจสอบเพื่อหารอยรั่ว

2.41.5 การรักษาความร้อน: การทดสอบการรั่วจะต้องดาเนินการหลังจากการบาบัดความร้อนเสร็จสิ้น

2.41.6 อุณหภูมิทดสอบต่า: ควรพิจารณาความเป็นไปได้ของการแตกหักแบบเปราะเมื่อทาการทดสอบการรั่วที่อุณหภูมิโลหะใกล้กับอุณหภูมิการเปลี่ยนผ่านแบบเหนียว-เปราะ

2.41.7 การป้องกันบุคลากร: ควรใช้ความระมัดระวังที่เหมาะสมในกรณีที่ระบบท่อแตกเพื่อขจัดอันตรายต่อบุคลากรในบริเวณใกล้กับสายที่กาลังทดสอบ

2.41.8 การซ่อมแซมหรือต่อเติมหลังการทดสอบการรั่ว: หากมีการซ่อมแซมหรือต่อเติมหลังการทดสอบการรั่ว ต้องทดสอบท่อที่ได้รับผลกระทบอีกครั้ง

2.41.9 บันทึกการทดสอบ: จะต้องจัดทาบันทึกของระบบท่อแต่ละระบบในระหว่างการทดสอบ ได้แก่ :

2.41.9.1 วันที่ทดสอบ

2.41.9.2 การระบุระบบท่อที่ทดสอบ

2.41.9.3 ทดสอบของเหลว

2.41.9.4 ทดสอบแรงดัน

2.41.9.5 รับรองผลโดยผู้ตรวจสอบ

2.41.9.6 การเตรียมตัวสาหรับการทดสอบ

2.41.9.10 การสัมผัสข้อต่อ: ข้อต่อทั้งหมดรวมถึงรอยเชื่อมที่ไม่เคยทดสอบด้วยแรงดันมาก่อนจะต้องไม่มีฉนวนหุ้มและเปิดออกเพื่อตรวจสอบในระหว่างการทดสอบ

2.41.9.11 การเพิ่มส่วนรองรับชั่วคราว: ระบบท่อที่ออกแบบมาส าหรับไอหรือก๊าซจะต้องจัดให้มีส่วนรองรับชั่วคราวเพิ่มเติม หากจาเป็นเพื่อรองรับน้าหนักของของเหลวทดสอบ

2.41.9.12 การยึดหรือแยกข้อต่อส่วนขยาย: ข้อต่อส่วนขยายต้องมีอุปกรณ์ยึดชั่วคราวหากจาเป็นสาหรับแรงดันเพิ่มเติมที่ทดสอบ

2.41.9.13 การแยกบริภัณฑ์และที่ไม่ได้ทดสอบแรงดัน: บริภัณฑ์ ที่ไม่ทดสอบแรงดันปลดออกจากระบบ หรือแยกออกโดยวิธีเปลจาหรือวิธีการที่คล้ายกันการทดสอบอุทกสถิต

2.41.9.14 ของเหลวทดสอบ: ของไหลจะต้องเป็นน้ำ เว้นแต่มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความเสียหายเนื่องจากการแช่แข็งหรือผลกระทบด้านลบของน้ำบนท่อหรือกระบวนการ ในกรณีดังกล่าวอาจใช้ของเหลวที่ไม่เป็นพิษชนิดอื่นได้

2.41.9.15 การเตรียมช่องระบายอากาศที่จุดสูง: จะต้องจัดให้มีช่องระบายอากาศที่จุดสูงสุดของระบบท่อเพื่อไล่ช่องอากาศในขณะที่ระบบกำลังเติม

2.41.9.16 ความดันและขั้นตอน: ขีดจำกัดความดันจะแตกต่างกันสำหรับ ASME B31.1 และ ASME B31.3

2.42 ASME B31.1 ทดสอบท่อส่งกำลัง

ความดันทดสอบอุทกสถิตที่จุดใดๆในระบบท่อจะต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันการออกแบบ แต่จะต้องไม่เกินความดันทดสอบสูงสุดที่อนุญาตของส่วนประกอบที่ไม่แยกส่วนใดๆและจะต้องไม่เกินขีดจำกัดของความเค้นที่คำนวณได้เนื่องจากเป็นครั้งคราว

2.43 ASME B31.3 กระบวนการทดสอบท่อ

แรงดันทดสอบต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันการออกแบบ เมื่ออุณหภูมิการออกแบบมากกว่าอุณหภูมิทดสอบ ความดันต่ำสุดต้องคำนวณโดยสมการ $P_T = 1{,}5\ P\ S\ T/S$ โดยที่ความเค้นที่อนุญาตได้ที่อุณหภูมิทดสอบ S = ความเค้นที่อนุญาตได้ที่อุณหภูมิการออกแบบส่วนประกอบ P = ความดันเกจการออกแบบ ความดันทดสอบอาจลดลงเหลือความดันสูงสุดที่จะไม่เกินค่าความต้านการคราก ที่ต่ำกว่าหรือ 1.5 เท่าของพิกัดส่วนประกอบที่อุณหภูมิทดสอบ ความดันต้องคงอยู่อย่างต่อเนื่องเป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที และจากนั้นอาจลดลงตามความดันที่ออกแบบไว้และคงไว้เป็นเวลาที่จำเป็นในการตรวจสอบการรั่วไหล การตรวจสอบการรั่วไหลต้องทำที่ข้อต่อและส่วนต่อทั้งหมด

2.44 เหล็กท่อกลมดำ (Carbon Steel Tubes)

เหล็กท่อดำหรือเหล็กกล่องที่มีลักษณะเป็นท่อเหล็กที่มีน้ำหนักเบาตะเข็บเรียบแข็งแรงทนทานและมีความสามารถในการรับแรงดันสูงได้รับความนิยมเป็นอย่างมากกับการใช้งานระบบและงานโครงสร้างโดยเหล็กชนิดนี้ผลิตขึ้นจากเหล็กกล้าแผ่นคุณภาพสูงและเชื่อมเหล็กแผ่นโดยอาศัยความต้านทานไฟฟ้า (Electric Resistance Welding , ERW) โดยมีขั้นตอนการผลิตที่เริ่มจากการคลี่เหล็กแผ่นม้วนแล้วตัดแบ่งให้ได้ขนาดความกว้างของแผ่นเหล็กใกล้เคียงกับความยาวของเส้นรอบวงที่ต้องการ จากนั้นจึงม้วนเหล็กแผ่นให้เป็นทรงกระบอกด้วยลูกรีดหลายแท่นที่อุณหภูมิห้องต่อด้วยการเชื่อมขอบเหล็กโดยใช้การเชื่อมแบบความถี่สูงเพื่อให้เกิดความร้อนแล้วจึง

อัดติดกันโดยจะมีเนื้อโลหะส่วนหนึ่งนูนออกมาซึ่งจะถูกทาการปาดออกจากผิวแล้วรีดเพื่อปรับขนาดอีกเล็กน้อยและทาให้ท่อตรงขึ้น จากนั้นจึงตัดตามความยาวที่ต้องการ

2.45 ท่อเหล็กดำ (Carbon Steel Tubes) กับรูปแบบการนำไปใช้งาน

เหล็กท่อกลมดา มีรูปแบบการนาไปใช้งาน 2 รูปแบบใหญ่ๆ ได้แก่

2.45.1 งานโครงสร้างและงานตกแต่งสถาปัตยกรรมเช่นโครงหลังคาสนามกีฬาโครงสร้างอาคาร เสาอาคารขนาดเล็ก-กลาง ราวกั้น ราวมือจับขั้นบันได รั้ว เป็นต้น โดยมีมาตรฐานรองรับดังนี้

2.45.1.1 ม.อ.ก.107

2.45.1.2 ม.อ.ก. 276

2.45.1.3 BS 1387

2.45.1.4 JIS G3444

2.45.1.5 JIS G3452(SGP)

2.45.1.6 ASTM A500

2.45.1.7 AS 1163

2.45.1.8 EN 10219

2.45.2 งานระบบภายในอาคารเช่นท่อน้าท่องานระบบดับเพลิงท่อระบบน้าหล่อเย็นและท่อสาหรับระบบท่อหล่อเลี้ยงเป็นต้นโดยมีมาตรฐานรองรับดังนี้

2.45.2.1 ม.อ.ก.277

2.45.2.2 ม.อ.ก.427

2.45.2.3 BS 1387

2.45.2.4 JIS G3452

2.45.2.5 ASTM A53

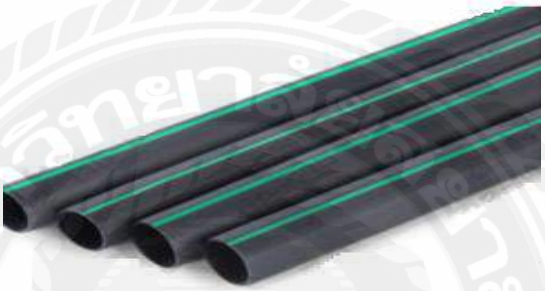
2.45.2.6 EN 10255

2.45.2.7 DIN 2440

2.45.2.8 MWA & PWA0

2.46 ท่อLDPE (Low Density Polyethylene)

เป็นท่อที่นิยมใช้ในงานสวนบ้านและ งานเกษตรกรรม ราคาถูกที่สุดใน 3 ชนิดท่อดาผนังท่อบางเหมาะกับการเจาะรูเพื่อต่อกับหัวจ่ายน้ำ (สปริงเกอร์) อาจะพับหักได้ทาให้น้ำไม่ไหลผ่านในบางยีห้อที่คุณภาพต่าราคาถูกทั่วไปมีลักษณะสีดาล้วนทั้งเส้นท่อบางผู้ผลิตมีเส้นคาดสีเขียวและแดงตามแนวยาวท่ออายุการใช้งานขึ้นอยู่กับคุณภาพหากตากแดดอายุการใช้งานจะลดลงค่อนข้างมาก เจ้าของบ้านควรเลือกท่อ LDPE ที่มีคุณภาพดีเนื่องจากราคาต่างจากท่อคุณภาพต่าไม่มากส่วนมากขายเป็นม้วนเชื่อมท่อต่อกันด้วยข้อต่อไม่ต้องใช้กาวไม่ต้องใช้ความร้อนเนื่องจากแรงดันในท่อไม่สูงและพื้นที่ใช้งานไม่จาเป็นต้องกลัวเรื่องน้ารั่วซึมจากท่อ



รูปที่ 2.9 ท่อ LDPE “ท่อดา”คาดเขียว

ท่อ LDPE “ท่อดา” คาดเขียว ความหนาของผนังท่อ2ความหนาคือ PN2.5 (คาดเขียว หนา 1.15 มม.) และ PN4 (คาดแดงหนา 1.25 มม.) ความหนาที่ใช้ขึ้นอยู่กับแรงดันของปั๊มน้าโดย PN ใช้กับแรงดันน้าไม่เกิน 4 บาร์ เป็นต้น

2.47 ท่อ HDPE (High Density Polyethylene)

เป็นท่อดาที่นิยมใช้กับงานลาเลียงน้าดีและเสียผนังมีความหนากว่า LDPE ไม่หักง่ายมีความโค้งได้พอประมาณพบมากในงานท่อประปาผังพื้นการต่อระหว่างมิเตอร์น้าไปที่จุดก่อนเข้าตัวบ้านใต้ทางด่วนในกรุงเทพตากแดดได้ไม่นิยมใช้ในบ้านเนื่องจากมีท่อประเภทอื่นที่เหมาะกว่าตัวท่อมักมีสีฟ้าคาดตลอดความยาวท่อเชื่อมต่อโดยความร้อนเป็นหลักหรือข้อต่อแบบสวมล๊อคกรณีขนาดท่อไม่ใหญ่มากทั่วไปขายเป็นท่อนละ 6 เมตร และเป็นม้วน 50/100/200 เมตร ไม่เหมาะ

กับใช้งานสวนในบ้านเท่าไหร่เนื่องจากผนังท่อจะหนาทาให้เจาะรูต่อหัวจ่ายน้าได้ยากขนาดมีตั้งแต่ ½ นิ้วไปจนถึง 20 นิ้ว โดยประมาณ

รูปที 2.10 ท่อประปาHDPE “ท่อดา”คาดฟ้า

2.48 ท่อ PB (Polybutylene)

เป็นท่อดาคุณภาพสูงมากใช้ในงานประปาน้าดีเป็นหลักโรงพยาบาล โรงแรมห้องทดลอง การประปาภูมิภาคการประปานครหลวงเจ้าของบ้านจะพบได้บ่อยสุดทีหน้าบ้านตรงส่วนมิเตอร์น้าต่อออกไปยังท่อน้าสาธารณะสามารถใช้ในตัวบ้านได้นอกบ้านได้ทนแดด ราคาค่อนข้างสูงขายเป็นท่อนละ 6 เมตร และเป็นม้วนเชื่อมต่อท่อด้วยข้อต่อสวมล๊อคหรือการเชื่อมร้อน ท่อมีสีดาล้วน แข็งไม่หักงอ ทนต่อสารเคมี

รูปที 2.11 ท่อPB “ท่อดา” ไม่มีสีคาด

2.49 ท่อกัลวาไนซ์

ท่อกัลป์วาไนซ์ คือ ท่ออะไร (Galvanized Pipe) เกิดจากการนาท่อดาไปชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนโดยชั้นความหนาของสังกะสีจะถูกเคลือบเพิมขึนตามความหนาของเหล็กเพื่อช่วยป้องกันสนิมและการกัดกร่อนทาให้เหล็กแข็งแรง มีความสามารถในการรับแรงดันมีความแข็งแรงทนทานสะดวกในการเชื่อมต่อและทีสาคัญไม่เป็นสนิมโดยเฉลียแล้วใช้งานปรกติได้นานกว่าท่อเหล็กธรรมดา เกือบ 3 เท่า

2.50 การนำไปใช้งาน

ท่อเหล็กท่อ ประปากัลวาไนซ์ (Galvanized Steel Pipe) จึงเป็นที่นิยมใช้งานบริเวณที่มีความเสียงต่อการผุกร่อนของเหล็กสูงเช่นเครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะโรงงานผลิตเคมีภัณฑ์และสิ่งปลูกสร้างบริเวณริมทะเลและงานที่ต้องการความแข็งแรงมากๆหรือบริเวณที่มีแรงกดสูงต้องรับน้ำหนักมากเช่นงานท่อโสโครกหรือท่อระบายน้ำท่อน้ำทิ้งท่อลาเลียง นอกจากนี้ยังสามารถนามาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น เป็นราวแขวนต้นไม้ในเรือนเพาะช าทาร้ิว ประตู เสาวิทยุ เสาโทรทัศน์ ราวตากผ้า งานตกแต่งทั่วไป

2.51 ข้อดีของท่อเหล็กกัลวาไนซ์

ข้อดีของการใช้ท่อประปาเหล็กกัลป์วาไนซ์ส าหรับ บ้านและหน่วยงานของคุณท่อเหล็กกัลวาไนซ์ มีข้อดี คือ แข็งแรงแม้รถใหญ่ทับก็ไม่เป็นไรเหมาะกับการใช้ในบริเวณที่ต้องการความแข็งแรง แม้เอาเครื่องมือมาวางก็ไม่แตก

2.52 ข้อเสีย ของท่อเหล็กกัลวาไนซ์

จะเป็นสนิมบริเวณที่ต่อเพราะบริเวณนั้นต้องมีการตาร์บเกลียวจะทาให้ขัดสังกะสีที่เคลือบออก

2.53 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ : มอก.277-2532 มีชั้นความหนา 3 ประเภท คือ

2.53.1 คาดแดง (ผนังท่อหนา BS-H)

2.53.2 คาดเหลือง (ผนังท่อบาง BS-S)

2.53.3 คาดน้าเงิน (ผนังท่อปานกลาง BS-M)

2.54 ท่อกัลวาไนซ์คาดเหลือง

รูปที่ 2.12 ท่อกัลป์วาไนซ์คาดเหลือง

ท่อเหล็กชุบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe) นอกจากพ่นเคลือบสีรองพื้นท่อเหล็กดาทีบริษัทผลิตได้นามาผ่านขั้นตอนการชุบเคลือบด้วยสังกะสีโดยท่อชุบสังกะสีที่ได้จะมีคุณสมบัติการป้องกันการเกิดสนิมและผุกร่อนมีความทนทานและอายุการใช้งานทียาวนานกว่าท่อเหล็กดาทีเคลือบและไม่เคลือบสีรองพื้นท่อคาดเหลืองเป็นท่อทีเหมาะกับงานทีมีการรับน้าหนักพอสมควร เช่น เต็นท์ นังร้านเฟอร์นิเจอร์ท่อคาดเหลืองกัลวาไนซ์เป็น ท่อทีมีความหนาระดับกลางสามารถนามา ต๊าปเกลียว ได้แนะนาให้เลือกสินค้าทีทาเกลียวมาจากโรงงานเพราะสามารถป้องกันสนิมได้ดีกว่าการทาเกลียวหน้างานท่อเหล็กเคลือบสังกะสีจึงเป็นทีนิยมใช้ในงานหรือบริเวณทีมีความเสียงต่อการผุกร่อนของเหล็กสูงเช่นเครืองจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะโรงงานผลิตเคมีภัณฑ์และสิงปลูกสร้างบริเวณริมทะเลอย่างไรก็ตามท่อเหล็กชุบสังกะสีจะมีต้นทุนการผลิตและราคาจาหน่ายสูงกว่าท่อดาค่อนข้างมาก

2.54.1 ท่อบางสุด

2.54.2 ชนิดบางนาไปใช้งานต่อท่อระบายน้าทิงในอาคาร

2.54.3 สามารถต๊าปเกลียวได้

2.54.4 ความยาว 6 เมตร/ท่อน

2.55 อายุการใช้งานของท่อกัลวาไนซ์ (คาดเหลือง)

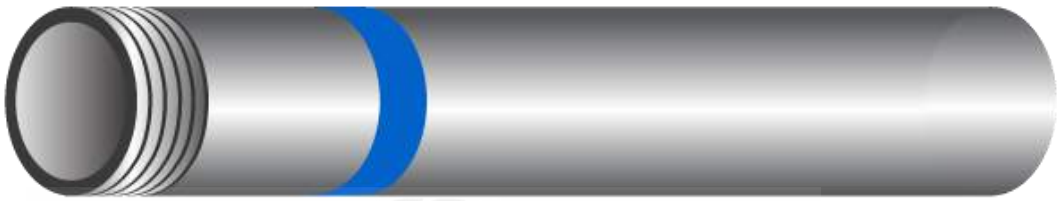
อายุการใช้งานของท่ออยู่ทีประมาณ 10-20 ปี มักเกิดสนิมบริเวณทีมีการทาเกลียวในสมัยก่อนจะมีการฝังท่อประเภทนีเข้าในผนังข้อดีคือเมือมีการเจาะจะรู้ได้ทันทีว่าเจาะโดนบริเวณท่อซึงจะป้องกันการรัวของน้าได้เป็นอย่างดี การใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี

2.56 การใช้งานท่อกัลวาไนซ์ (คาดเหลือง)

นอกจากพ่นเคลือบสีรองพื้นท่อเหล็กดาทีบริษัทผลิตได้นามาผ่านขันตอนการชุบเคลือบด้วยสังกะสีโดยท่อเหล็กกัลวาไนซ์ทีได้จะมีคุณสมบัติการป้องกันการเกิดสนิมและผุกร่อนมีความทนทานและอายุการใช้งานทียาวนานกว่าท่อเหล็กดาทีเคลือบและไม่เคลือบสีรองพื้นท่อคาดเหลืองเป็นท่อทีเหมาะกับงานทีมีการรับน้าหนักพอสมควรเช่น เต็นท์นังร้านเฟอร์นิเจอร์ ฯลฯ เหล็กรีดร้อนม้วน SS400 (หรือเรียกว่าเหล็กดาม้วน) น าเหล็กดามาสลิตขึนรูปท่อและลงบ่อชุบสังกะสี 99.995% ทีอุณหภูมิ 450C°(Min) 320 gm/m² ขึ้นความหนาของสังกะสีเคลือบจะเพิมขึนตามหนาของเหล็ก (Based Metal)ทนทานการกัดกร่อนได้มากเหมาะสาหรับพืนทีทีใกล้ทะเลหรือในโรงงานทีสารเคมี

มีมอก ใช้งานประปางานประมูลราชการ ใช้งานโครงสร้างและงานรับน้ำหนักรับความดันได้ดีขึ้น ต่ำ 400 N/mm²มอก. 277 มอก. 107, BS 1387, ASTM A53, BS 1139

2.57 ท่อเหล็กเคลือบกัลวาไนซ์ คาดน้ำเงิน



รูปที่ 2.13 ท่อกัลวาไนซ์คาดน้ำเงิน

ท่อเหล็กเคลือบกัลป์วาไนซ์ท่อกัลป์วาไนซ์คาดน้ำเงินมีความหนาเพียงพอที่จะนามาทาต๊าปเกลียวได้แนะนาให้เลือกท่อปลายเกลียวจากทางโรงงานเพราะจะลดอัตราการเกิดสนิมได้ดีกว่า ทั้งนี้ท่อกัลวาไนซ์คาดน้ำเงินจะมี BSM ซึ่งเป็นท่อที่นิยม BSMมอก. ซึ่งลูกค้าสามารถระบุประเภทที่ต้องการใช้งานได้ท่อเหล็กเคลือบสังกะสีจึงเป็นที่นิยมใช้ในงานหรือบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการผุกร่อนของเหล็กสูงเช่นเครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะโรงงานผลิตเคมีภัณฑ์และสิ่งปลูกสร้างบริเวณริมทะเลอย่างไรก็ตามท่อเหล็กชุบสังกะสีจะมีต้นทุนการผลิตและราคาจาหน่ายสูงกว่าท่อดาค่อนข้างมาก

2.56.1 บางกว่าคาดแดงแต่หนากว่าสีเหลือง

2.56.2 ใช้งานทั่วไป เช่น ท่อน่าประปา ท่อน้าทิ้ง

2.56.3 สามารถต๊าปเกลียวได้

2.56.4 ความยาว 6 เมตร/ท่อน

2.58 อายุการใช้งานของท่อกัลป์วาไนซ์ (คาดน้ำเงิน)

อายุการใช้งานของท่ออยู่ที่ประมาณ10-20 ปี มักเกิดสนิมบริเวณที่มีการทาเกลียวในสมัยก่อน จะมีการฝังท่อประเภทนี้เข้าในผนังข้อดีคือเมื่อมีการเจาะจะรู้ได้ทันทีว่าเจาะโดนบริเวณท่อซึ่งจะป้องกันการรั่วของน้า ได้เป็นอย่างดี การใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี

2.59 การใช้งานท่อกัลวาไนซ์ (คาดน้ำเงิน)

ท่อเหล็กสังกะสีและท่อเหล็กหล่อสาหรับงานน้าประปามักเรียกกันว่าท่อแป๊ปส่วนถ้าเป็นท่อโสโครกหรือท่อระบายน้าเรียกท่อน้าทิ้งซึ่งการใช้งานเป็นดังนี้

ชนิดบางใช้ในการต่อท่อระบายน้ำทิ้งในอาคารทั่วไป

ชนิดหนาใช้ในการต่อท่อระบายน้ำที่ต่อใต้พื้นถนนหรือบริเวณที่รับน้ำหนักกดหรือสั่นสะเทือนมาก

ขนาดท่อน้ำโสโครกโดยมากผลิตออกมาขนาดเล็กสุด คือ 2นิ้ว (ความโตภายใน) แต่ที่นิยมใช้ทั่วไปได้แก่ขนาด 3นิ้ว 4นิ้ว มีทั้งชนิดบ่ารับเดียวและบ่ารับคู่ท่อเหล็กกล้าท่อดา มอก.2762532 ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสี มอก.277-2532 ความหนาและน้ำหนัก มอก. 276 ประเภท 1 ความหนา (+N/A/-8%) น้ำหนัก (+10%/-8%) มอก. 276 ประเภท 2 ความหนา (+N/A / -8%) น้ำหนัก (+10%/ -8%)

2.60 ท่อชุบสังกะสีท่อกัลวาไนซ์ คาดแดง

รูปที่ 2.14 ท่อกัลป์วาไนซ์คาดแดง

ท่อเหล็กชุบสังกะสีคาดแดง (Galvanized Steel Pipe) นอกจากพ่นเคลือบสีรองพื้นท่อเหล็กดาที่บริษัทผลิตได้นามาผ่านขั้นตอนการชุบเคลือบด้วยสังกะสีโดยท่อชุบสังกะสีที่ได้จะมีคุณสมบัติการป้องกันการเกิดสนิมและผุกร่อนมีความทนทานและอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าท่อเหล็กดาที่เคลือบและไม่เคลือบสีรองพื้นท่อเหล็กเคลือบสังกะสีจึงเป็นที่นิยมใช้ในงานหรือบริเวณที่มีความเสียงต่อการผุกร่อนของเหล็กสูงเช่นเครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะโรงงานผลิตเคมีภัณฑ์และสิ่งปลูกสร้างบริเวณริมทะเลอย่างไรก็ตามท่อเหล็กชุบสังกะสีจะมีต้นทุนการผลิตและราคาจาหน่ายสูงกว่าท่อดาค่อนข้างมากเป็นท่อกัลวาไนซ์ที่มีเนื้อเหล็กบางไม่สามารถนามา ต๊าปเกลียว ได้เพราะว่าเนื้อเหล็กบางไปเหมาะสาหรับงานที่ไม่ต้องการการรับน้ำหนัก เช่น ราวบันไดรั้วเป็นต้น

2.59.1 ลักษณะความหนาหนาที่สุด

2.59.2 ใช้ในการต่อท่อระบายน้ำที่ต่อใต้พื้นถนนหรือบริเวณที่รับน้ำหนักกดหรือสั่นสะเทือน

2.59.3 ไม่สามารถต๊าปเกลียวได้

2.59.4 ความยาว 6 เมตร/ท่อน

2.59.5 ท่อกัลป์วาไนซ์ (คาดแดง) มีอายุการใช้งาน

2.59.6 อายุการใช้งานของท่ออยู่ที่ประมาณ 10-20 ปี มักเกิดสนิมบริเวณที่มีการทาเกลียวในสมัยก่อนจะมีการฝังท่อประเภทนี้ เข้าในผนังข้อดีคือเมื่อมีการเจาะจะรู้ได้ทันทีว่าเจาะโดนบริเวณท่อซึ่งจะป้องกันการรั่วของน้ำได้เป็นอย่างดี การใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี

2.61 การใช้งานท่อกัลป์วาไนซ์ (คาดแดง)

ท่อเหล็กสังกะสีและท่อเหล็กหล่อส ำหรับงานน้ำประปามักเรียกกันว่าท่อแป๊ปส่วนถ้าเป็นท่อโสโครกหรือท่อระบายน้ำ เรียก ท่อน้ำทึ้ง ซึ่งการใช้งานเป็นดังนี้ชนิดบางใช้ในการต่อท่อระบายน้ำทึ้งในอาคารทั่วไปชนิดหนาใช้ในการต่อท่อระบายน้ำทีต่อใต้พื้นถนนหรือบริเวณที่รับน้ำหนักกดหรือสั่นสะเทือนมาก ขนาดท่อน้ำโสโครกโดยมากผลิตออกมาขนาดเล็กสุด คือ 2นิ้ว (ความโตภายใน) แต่ที่นิยมใช้กันทั่วไปได้แก่ ขนาด 3 นิ้ว 4 นิ้ว มีทั้งชนิดบ่ารับเดียว และบ่ารับคู่ท่อเหล็กกล้าท่อดำ มอก. 276-2532 ท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสี มอก. 277-2532 ความหนา และน้ำหนัก

2.61.1 มอก. 276 ประเภท 1 ความหนา (+N/A / -8%) น้ำหนัก (+10%/ -8%)

2.61.2 มอก. 276 ประเภท 2 ความหนา (+N/A / -8%) น้ำหนัก (+10%/ -8%)

2.62 คุณสมบัติสีกันไฟที่กฎหมายกำหนด

จากพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 กำหนดให้โครงสร้างหลักที่เป็นเสาหรือคานที่ก่อสร้างด้วยเหล็กรูปพรรณที่ไม่ได้ใช้คอนกรีตหุ้มต้องป้องกันด้วยวิธีอื่นเพื่อให้ทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 3 ชม. และโครงหลังคาที่ก่อสร้างด้วยโครงเหล็กรูปพรรณที่ไม่ได้ใช้คอนกรีตหุ้มหากเป็นอาคารชั้นเดียวโครงหลังคาต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 1 ชม. และหากเป็นอาคาร 2 ชั้น ขึ้นไปโครงหลังคาต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชม. ทาให้สีป้องกันไฟเป็นอีกหนึ่งในทางเลือกที่ดีที่ช่วยเคลือบผิวเหล็กช่วยชะลอความร้อนเข้าสู่โครงสร้างอาคารได้แต่ก่อนที่จะเลือกซื้อสีกันไฟนั้นอย่าลืมตรวจสอบให้ดีก่อนว่าผลิตภัณฑ์ที่จะซื้อได้ผ่านการทดสอบมาตรฐาน ISO834 หรือ มาตรฐาน ASTME119 ตามที่กฎหมายกำหนดไว้

2.63 ผลิตภัณฑ์สีทนไฟ กันความร้อน

หากเกิดเหตุไฟไหม้ตึกอุณหภูมิความร้อนของตึกจะพุ่งสู่ 1,000 °C ซึ่งตัวโครงสร้างเหล็กจะเสียหายเมื่อโดนความร้อนที่อุณหภูมิ 550 °C จึงต้องมีการใช้วัสดุกันไฟหรือการเคลือบด้วยสีป้องกันไฟซึ่งสีกันไฟ ซึ่งเป็นสีชั้นกลางสูตรน้ำที่ใช้ทาเพื่อการป้องกันไฟเมื่อเกิดเหตุไฟไหม้สีกันไฟจะพองตัว

และกลายเป็นโฟมที่ช่วยชะลอความร้อนที่กาลังจะเข้าสู่โครงสร้างเหล็กก่อนจะถึงอุณหภูมิ 550 °C ซึ่งสี Fire Shield มีประสิทธิภาพในการกันไฟได้สูงสุดถึง 2 ชั่วโมง ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 834 จากสถาบันที่ได้รับรองมาตรฐานสากลและยังได้รับการรับรองจากวุฒิวิศวกรว่าสามารถกันไฟโครงสร้างอาคารเหล็กได้นานถึง 3 ชั่วโมง อีกด้วย

2.64 ขั้นตอนการทาสีกันไฟ

ในการก่อสร้างอาคารนั้นจะต้องคานึงถึงความแข็งแรงทนทานและทนต่อไฟซึ่งตามกฎหมายระบุว่าโครงสร้างของอาคารใหญ่หรือหอประชุมจะต้องสามารถทนต่อไฟได้นานอย่างน้อย 3ชั่วโมงจึงท าให้สีกันไฟเป็นหนึ่งในอุปกรณ์ยอดฮิตที่จ าเป็นต้องใช้ในงานก่อสร้างดังนั้นมาดูขั้นตอนการทาสีกันไฟ

ขั้นตอนที่ 1

ทาความสะอาดพื้นผิวเดิมให้สะอาด ก่อนที่จะลงสีรองพื้นให้เตรียมขัดพื้นผิวให้สะอาดเสียก่อนเริ่มจากการเช็ดพื้นผิวเดิมก่อนโดยพื้นผิวจะต้องปราศจากคราบไขมันคราบสนิมสิ่งสกปรกต่างๆ จากนั้นขัดด้วยเครื่องขัดกระดาษทราย หรือใช้วิธีพ่นทราย แล้วค่อยทาด้วยสีรองพื้น

ขั้นตอนที่ 2

เตรียมลงสีรองพื้น ส าหรับสีรองพื้นควรทาทันทีหลังจากทาความสะอาดพื้นผิวภายใน 4 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการเกิดสนิมใหม่หากทิ้งฟิล์มสีเกิน 7 วัน ไปแล้วให้ท าการขัดพื้นผิวด้วยกระดาษทรายก่อนอีกครั้งแล้วเช็ดทาความสะอาดฟิล์มสีก่อนลงสีรองพื้นผลิตภัณฑ์สีรองพื้นทางทีโอเอแนะนาคือ สีรองพื้น สีรองพื้นหยุดสนิมทันทีสูตรน้าที่มีคุณสมบัติในการเคลือบผิวเพื่อปกป้องโครงเหล็กให้ทนทานต่อการเกิดไฟไหม้ (ให้ทาสีรองพื้นสัดส่วน 100 ไมครอน จานวน 1 เที่ยว)

ขั้นตอนที่ 3

สีชั้นกลางหรือสีกันไฟ เมื่อลงสีรองพื้นเสร็จเรียบร้อยแล้วให้เตรียมทาสีกันไฟด้วยสีทีโอเอไฟร์ชิลด์ สีกันไฟสูตรน้า ซึ่งก่อนที่จะเริ่มลงสีกันไฟ ให้เช็ดคราบฝุ่นออกอีกครั้งหนึ่งก่อนเริ่มลงสี แนะนาให้ลงสีป้องกันไฟในสัดส่วนเที่ยวละ 500 ไมครอน จานวน 3-4 เที่ยว (รวมทั้งหมด 1,500-2,000 ไมครอน) โดยเมื่อทาแต่ละเที่ยวเสร็จ จะต้องปล่อยทิ้งไว้ 5-6 ชั่วโมงก่อนลงเที่ยวถัดไป

ขั้นตอนที่ 4

สีทับหน้า เมื่อทาสีกันไฟเรียบร้อยแล้วให้ปล่อยทิ้งไว้ให้ฟิล์มเซ็ตตัวก่อนประมาณ 1-3 วัน จากนั้นให้ลงสีทาทับหน้าต่อซึ่งสีทับหน้าคุณภาพสูงที่มีทั้งหมด 3 แบบ ให้เลือกใช้งานตามความต้องการด้วยกัน ได้แก่

สีน้ำมันเคลือบเงา มีคุณสมบัติในการเคลือบเงาที่เหนือกว่าให้เนื้อสีเข้มข้นคงทนต่อสภาวะอากาศที่รุนแรง เหมาะกับงานโครงสร้างเหล็กทั่วไป

อีนาเมล สีทับหน้าพ็อกซี่ 2 ส่วน สาหรับงานภายใน เช่น ภายในอาคาร ทนทานต่อน้า กรด ด่าง ทนต่อสภาพอากาศและสภาวะแวดล้อม

สีทับหน้าอะคริลิกโพลียูรีเทน 2 ส่วน สาหรับงานภายนอก มีคุณสมบัติเงางามทนทานต่อน้ากรดด่างหรือแม้แต่สารเคมีอื่นๆเหมาะสาหรับใช้ทาภายนอกอาคารทนทานต่อสภาวะแวดล้อมและแสงแดด UV

2.65 ทฤษฎีมาตฐานการออกแบบระบบหัวดับเพลิงแบบอัตโนมัติ

ระบบดับเพลิงด้วยน้าประกอบด้วยระบบท่อยืน (Stand Pipe) ระบบหัวกระจายน้าดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinkler Systems) และเครื่องสูบน้าดับเพลิง (Fire Pump) ปริมาณน้าสำรองเพื่อการดับเพลิงจะต้องมีเพียงพอในการส่งน้าเป็นเวลาอย่างน้อย 30นาที ทั้งนี้มาตรฐานในการติดตั้งระบบดับเพลิงด้วยน้าจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากลมาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับสาหรับระบบน้าดับเพลิงมีตัวอย่างเช่น มาตรฐาน NFPA ตามที่แสดงไว้ในตาราง

มาตรฐาน NFPA ที่เกี่ยวข้องกับระบบดับเพลิงด้วยน้า	
NFPA 13	Standard for Installation of Sprinkler Systems
NFPA 14	Standard for Installation of Standpipe and Hose Systemsฃ
NFPA 15	Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection
NFPA 20	Standard for Installation of Stationary Pumps for Fire Protection
NFPA 22	Standard for Water Tanks for Private Fire Protection
NFPA 24	Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenance

2.66 การติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinkler Systems)

ต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่ยอมรับตัวอยางเช่น มาตรฐาน NFPA 13 Standard for Installation of Sprinkler Systems รายละเอียดของมาตรฐาน NFPA 13 แสดงไว้ใน คาอธิบายข้อ 13 ของประกาศ ฉบับนี้

2.67 มาตรฐานสากล

มาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับสำหรับการติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่นมาตรฐาน NFPA13 Standard for Installation of Sprinkler Systems NFPA13 แบ่ง ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติออกเป็น 4 ประเภท คือ

2.67.1 ระบบท่อเปียก (Wet Pipe System)

2.67.2 ระบบท่อแห้ง (Dry Pipe System)

2.67.3 ระบบท่อแห้งแบบชะลอน้ำเข้า (Pre-Action System)

2.67.4 ระบบเปิด (Deluge System)

2.68 มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง

มาตรฐาน American Society of Mechanical Engineers ASME Boiler And Pressure Vessel Code, Section V, An International Code,Non Destructive Examination, July 1, 2004 Edition, Printed in the United States of America.

มาตรฐาน American Welding Society AWS D1.1/D1.1M:2006: Structural Welding Code – Steel, An American National Standard, Printed in the United States of America, Reprinted March 2006.

มาตรฐาน British Standard BS EN 970-1997: Non Destructive Examination of Fusion Welds-Visual Examination

2.69 ระบบดับเพลินด้วยน้ำ

ระบบท่อยืนต้องเป็นไปตามมาตรฐานเช่นมาตรฐาน NFPA14 โดยมาตรฐาน NFPA14 แบ่งระบบท่อ ยืน ออกเป็น 3 ประเภท คือ

ท่อยืนประเภทที่ 1 ประกอบด้วยวาล์วสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Valve) ขนาด 65 มิลลิเมตร (2.5 นิ้ว) สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ที่ได้ผ่านการฝึกอบรมการใช้สายฉีดน้ำดับเพลิงขนาดใหญ่

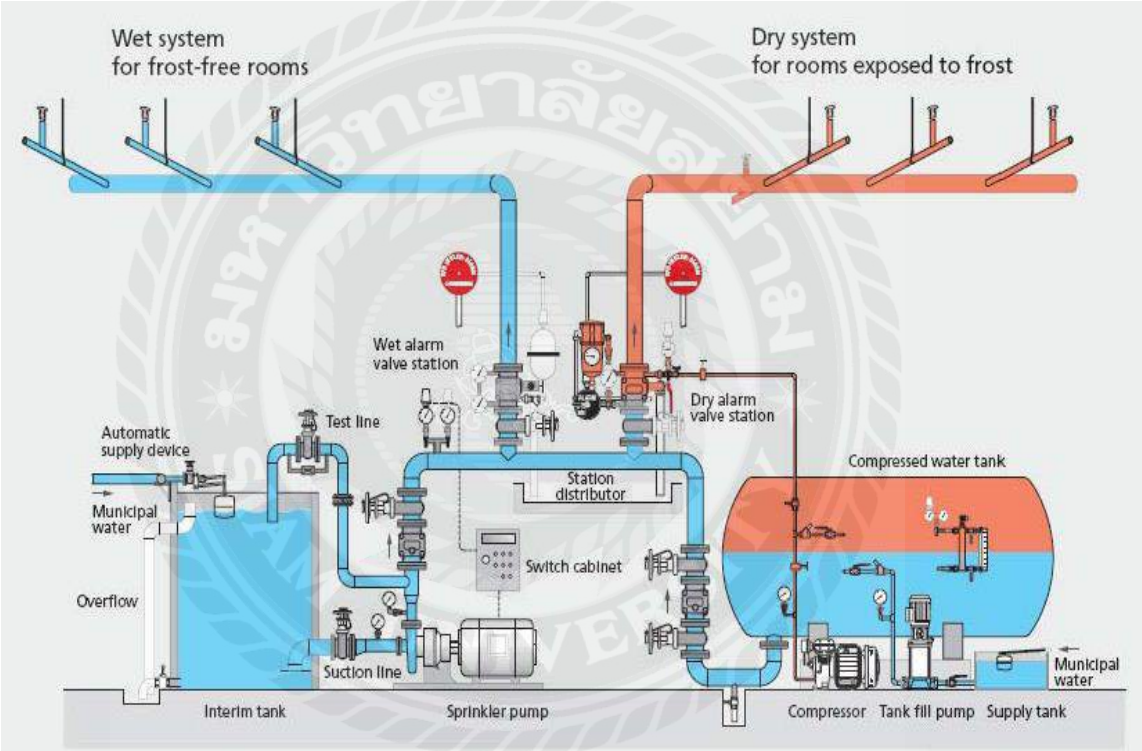
ท่อยืนประเภทที่ 2 ประกอบด้วยชุดสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Station) ขนาด 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือ 40 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) สำหรับผู้ที่อยู่ในอาคารเพื่อใช้ในการดับเพลิงขนาดเล็ก

ท่อยืนประเภทที่ 3 ประกอบด้วยชุดสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Station) ขนาด 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือ 40 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) สำหรับผู้ที่อยู่ในอาคาร และวาล์วสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Valve) ขนาด 65 มิลลิเมตร (2.5นิ้ว) สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมในการใช้สายขนาดใหญ่สำหรับการติดตั้งระบบท่อยืนภายในโรงงานควรติดตั้งเป็นระบบท่อยืนประเภทที 3

เพื่อสามารถใช้ในการดับเพลิงได้ในทุกสถานการณ์โดยทั่วไปวาล์วสายฉีดน้ำดับเพลิงและชุดสายฉีดน้ำดับเพลิงจะติดตั้งภายในตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง (Fire Hose Cabinet) ระยะห่างระหว่างตู้สายฉีดน้ำดับเพลิงต้องห่างกันไม่เกิน 64 เมตร วัดตามแนวทางเดินมาตรฐาน NFPA14 กำหนดอัตราการส่งน้ำดับเพลิงสำหรับท่อยืนประเภทที่ 1 และประเภทที่ 3 ดังนี้ในกรณีที่ระบบท่อยืนมีมากกว่าหนึ่งท่อปริมาณการส่งจ่ายน้ำจะต้องไม่น้อยกว่า 500 แกลลอนต่อนาที (GPM)(30 ลิตรต่อวินาที) สำหรับท่อยืนท่อแรกและ 250 แกลลอนต่อนาที (15ลิตรต่อวินาที) สำหรับท่อยืนแต่ละท่อที่เพิ่มขึ้นในกรณีที่ปริมาณการส่งน้ำรวมของท่อยืนเกิน 1,250 แกลลอนต่อนาที (95ลิตรต่อวินาที) ให้ใช้ปริมาณการส่งน้ำที่ 1,250 แกลลอนต่อนาที (95ลิตรต่อวินาที) หรือมากกว่าได้ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิงต้องมีเพียงพอให้การส่งน้ำตามอัตราการไหลที่ระบบท่อยืนต้องการเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที การติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอาจไม่เหมาะสมในบางพื้นที่เช่น ห้องหม้อแปลงไฟฟ้าห้องคอมพิวเตอร์เนื่องจากน้ำดับเพลิงอาจทำให้อุปกรณ์ทางไฟฟ้าภายในพื้นที่เหล่านั้นเสียหายประกาศฉบับนี้อนุญาตให้ติดตั้งระบบอื่นที่เทียบเท่าระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติในพื้นที่เหล่านั้นแทนได้ระบบดับเพลิงแบบอื่นที่สามารถทำงานได้เทียบเท่าระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ เช่นระบบสารสะอาดดับเพลิงตามมาตรฐาน NFPA 2001 Standard on Clean Agent Fire Extinguisher Systems, ระบบก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง ตามมาตรฐาน NFPA 12 Standard on Carbon Dioxide Extinguisher Systems และระบบหมอกน้ำดับเพลิง ตามมาตรฐาน NFPA 750 Standard on Water Mist Fire Protection Systems

2.70 ระบบท่อเปียก (Wet Pipe System)

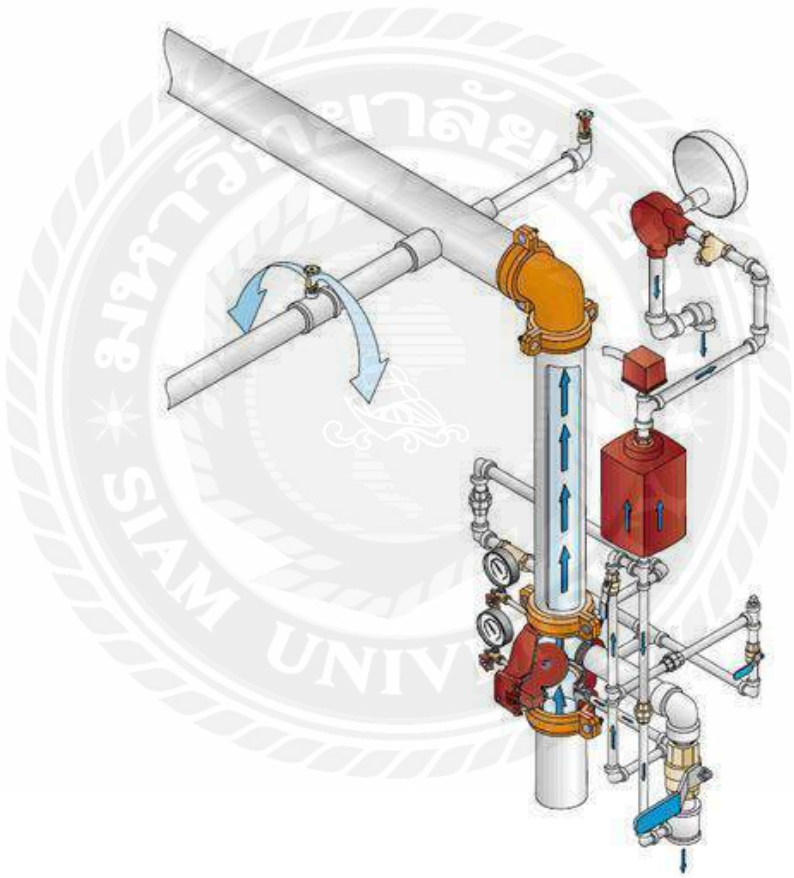
ระบบนี้เหมาะสมที่จะติดตั้งโดยทั่วทุกพื้นที่ภายในอาคารเพราะระบบจะมีน้ำอยู่ในเส้นท่อตลอดเวลาเมื่อใดที่เกิดเพลิงไหม้หัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งอยู่เหนือบริเวณนั้นจะแตกและฉีดน้ำออกมาดับเพลิงทันทีทำให้สามารถควบคุมเพลิงได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพการทางานของระบบนี้จะถูกควบคุมด้วยวาล์วควบคุมระบบท่อเปียก (Wet Pipe Alarm Valve) เมื่อมีหัวกระจายน้ำดับเพลิงในระบบทางานมีน้ำไหลวาล์วควบคุมระบบท่อเปียกจะมีการส่งเสียงดังเพื่อทาให้ทราบว่ามีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้น



รูปที่ 2.15 ระบบท่อเปียก

2.71 ระบบท่อแห้ง (Dry Pipe System)

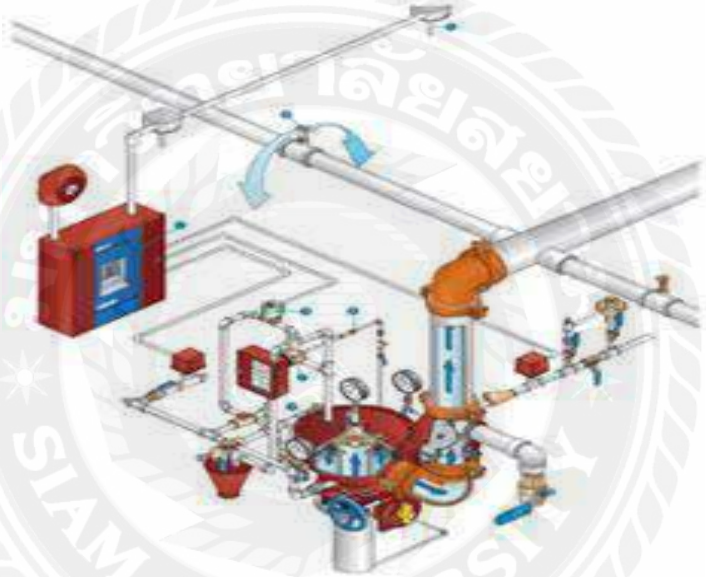
ระบบนี้ภายในท่อจะไม่มีน้ำอยู่เลยแต่จะอัดด้วยอากาศหรือก๊าซไนโตรเจนที่ความดันทางานระบบจะถูกควบคุมการทางานด้วยวาล์วควบคุมระบบท่อแห้ง (Dry Pipe Alarm Valve) เมื่อหัวกระจายน้าดับเพลิงแตกออกความดันของก๊าซในท่อจะลดลงจนถึงจุดทางานวาล์วควบคุมแบบท่อแห้งจะเปิดออกทาให้น้าไหลเข้าไปในเส้นท่อระบบนี้เหมาะที่จะติดตั้งส หรับพื้นที่ป้องกันที่มีอุณหภูมิโดยทั่วไปต่ากว่าจุดเยือกแข็งซึ่งหากมีน้าจะทาให้เกิดการแข็งตัวของน้าในเส้นท่อเป็นเหตุให้ระบบเสียหายได้



รูปที่ 2.16 ระบบท่อแห้ง

2.72 ระบบท่อแห้งแบบชะลอน้ำเข้า (Pre Action System)

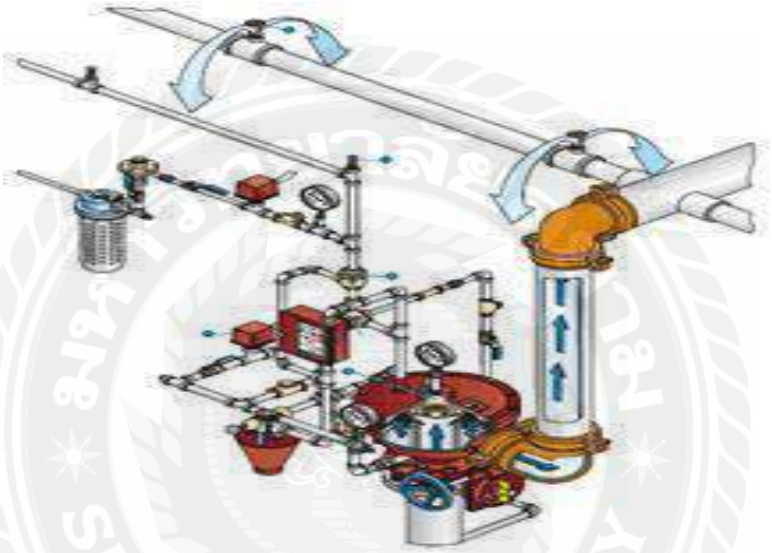
ระบบนี้เหมาะสาหรับพื้นที่ป้องกันที่ต้องการหลีกเลี่ยงความบกพร่องทางกลของระบบท่อและหัวกระจายน้าดับเพลิงที่อาจฉีดน้าโดยที่ไม่มีเพลิงไหม้เกิดขึ้นจนเป็นเหตุให้ทรัพย์สินหรืออุปกรณ์ที่มีมูลค่าสูงเสียหายภายในเส้นท่อจะไม่มีน้าดับเพลิงอยู่เช่นเดียวกับระบบท่อแห้งระบบจะถูกควบคุมด้วยวาล์วควบคุม (Pre Action Control Valve) วาล์วควบคุมจะเปิดออกปล่อยให้น้าไหลเข้าไปในท่อเมื่อระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ตรวจจับสัญญาณเพลิงไหม้ได้



รูปที่ 2.17 ระบบท่อแห้งแบบชะลอน้าเข้า

2.73 ระบบเปิด (Deluge System)

ระบบนี้เหมาะสาหรับติดตั้งในบริเวณที่เพลิงไหม้สามารถเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและรุนแรงเช่นพื้นที่เก็บของเหลวไวไฟหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ามันเป็นต้นการติดตั้งหัวกระจายน้าดับเพลิงจะเป็นแบบเปิด (Open Sprinkler) หรือหัวฉีดน้าฝอยดับเพลิง (Water Spray Nozzle) เพื่อฉีดน้าดับเพลิงพร้อมกันทุกหัวจึงจะสามารถดับไฟที่เกิดขึ้นได้ทันที การออกแบบระบบนี้จะใช้ร่วมกันกับมาตรฐาน NFPA 15 Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection



รูปที่ 2.18 ระบบเปิด

บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

รายละเอียดของงานทีปฏิบัติ จะกล่าวถึงชือ-ทีตั้งของสถานประกอบการลักษณะโดยรวมของสถาน ประกอบการรูปแบบการบริหารองค์กรต าแหน่งงานทีนักศึกษาได้รับมอบหมายระยะเวลาทีปฏิบัติงานขั้นตอนวิธีการดาเนินงานอุปกรณ์เครืองมือทีใช้ในการปฏิบัติงานโครงการสหกิจ

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท : เมก้า แพลนเน็ต จากัด

ที่อยู่ : 38/248,38/416หมู่1ถนนพหลโยธิน ตาบล คลองหนึง อาเภอ คลองหลวง จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12120

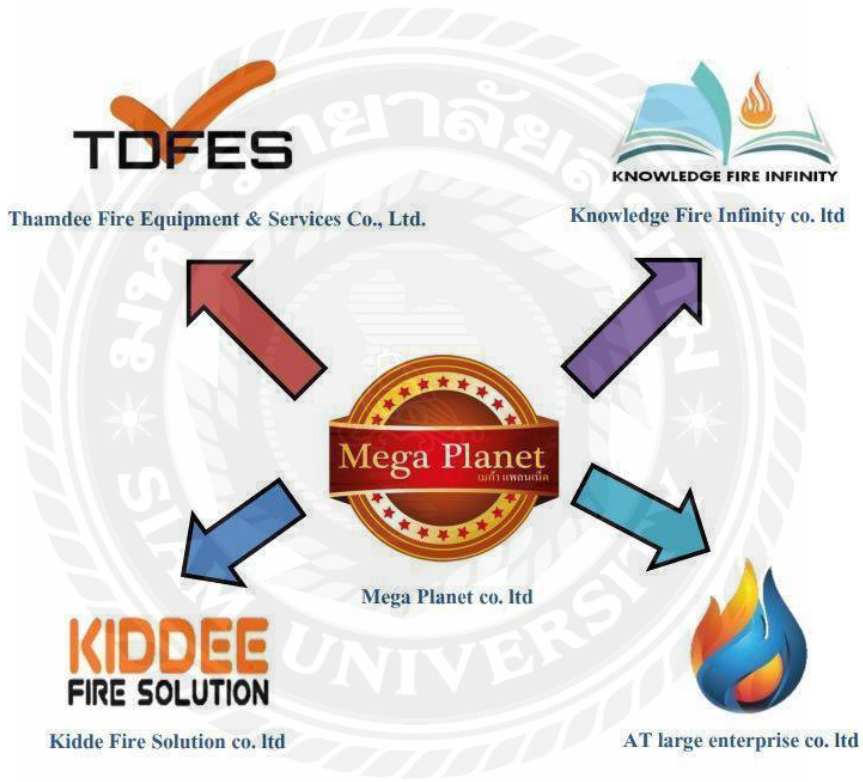
รายละเอียดบริษัท : บริษัทดาเนินธุรกิจประกอบกิจการค้าระบบดับเพลิงเครืองดับเพลิงสายดับเพลิง และอุปกรณ์ดับเพลิง พร้อมติดตั้ง ระบบสัญญาณเตือนภัย เครืองสัญญาณเตือนภัยและอุปกรณ์เครืองสัญญาณเตือนภัย ระบบสุขาภิบาล และปรับอากาศ

โทรศัพท์ : 02-986-5880

รูปที 3.1 บริษัทเมก้าแพลนเน็ตจากัด

3.2 ประวัติความเป็นมาของสถานประกอบการ

บริษัทเริ่มต้นจากการเป็นส่วนหนึ่งของ บริษัท แมสเทคลิ้งค์จากัด ต่อมาภายหลังบริษัทจึงได้จดทะเบียนจัดตั้ง “บริษัทแมสเทคไฟร์เอนจิเนียริง” (MFE) เมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2547 ด้วยทุนจดทะเบียนเริ่มแรก 1ล้านบาท ต่อมา MFE ต้องการขยายขอบเขตงานให้กว้างขึ้นและครอบคลุมทุกงานระบบ ดังนั้น MFE จึงได้เปลี่ยนชื่อจาก แมสเทคไฟร์ เป็น “บริษัท เมก้า แพลนเน็ต จากัด” (MGP) เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2557 โดยขยายงานให้ ครอบคลุมตลาดงานระบบประปาปรับอากาศและงานไฟฟ้าและรับเหมางานระบบทั้งหมด ภายใต้ชื่อ MEGA PLANET จนถึงปัจจุบัน



รูปที่ 3.2 เครือข่ายของบริษัท เมก้า แพลนเน็ต

3.3 รูปแบบการจัดการองค์กรและการบริหารงาน

3.3.1 วิสัยทัศน์เมก้าแพลนเน็ตเป็นผู้นาด้านงานระบบทีขับเคลือนองค์กรด้วยนวัตกรรมแห่งความเชียวชาญควบคู่กับการบริการทีน่าประทับใจพร้อมอัตราการเจริญเติบโตทีก้าวหน้าอย่างมันคงและยังยืน

3.3.2 วัฒนธรรมองค์กร

M : Make a success การพัฒนาเพือความสาเร็จขององค์กร

E : Excellence มุ่งมันสู่ความเป็นเลิศ

G : Growth การเจริญเติบโตอย่างต่อเนือง

A : Accountability มีความรับผิดชอบ

3.3.3 นโยบายความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทางาน

บริษัท จะปฏิบัติตามกฎหมายข้อบังคับและข้อกาหนดทางด้านความปลอดภัยอาชีว อนามัย และ สิงแวดล้อม ในการทางานทีเกียวข้องอย่างจริงจังการจัดสถานทีการทางานทีปลอดภัยเพือพลานามัยทีดีให้กับพนักงานและผู้รับเหมาโดยการระบุสาเหตุของการนามา ซึงความบาดเจ็บและการเจ็บป่วยจากการทางานและดาเนินการป้องกันและแก้ไขรณรงค์ปลูกจิตสานึกและส่งเสริมการมีจิตส านึกด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิงแวดล้อมในการทางานรวมทังการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิงแวดล้อมโดยถือเป็นหน้าทีความรับผิดชอบของพนักงานทุกคนด าเนินการให้มีการประเมินความเสียงทีอาจเกิดขึนจากการปฏิบัติงานสภาวะแวดล้อมในการทางานจัดให้มี มาตรการป้องกันทีเพียงพอในการกาจัดลดและควบคุมอันตรายทีอาจเกิดขึนกระตุ้นและสนับสนุนให้พนักงานนาเสนอความคิดเห็นการปฏิเสธงานทีมีความเสียงสูงแต่ยังขาดการประเมิน หรือขาดการป้องกันอย่างเพียงพอ

3.4 ระบบบริหารของหน่วยงาน

นาย ธันวา สินอานวยสุข

ตาแหน่ง : หัวหน้า Project Engineer

ชื่อ-สกุล : นาย วัชชิระ ตาวงค์

ตาแหน่ง : Project Engineer (BUS)

ชื่อ-สกุล : นาย เจนณรงค์ สารักษ์

ตาแหน่ง : Project Engineer (BUS)

รูปที่ 3.3 สถานทีปฏิบัติงาน โครงการโรงไฟฟ้า บีกริม พาวเวอร์

3.5 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน

ชื่อโครงการ : โรงไฟฟ้า บีกริม พาวเวอร์

ที่ตั้ง : WHA Industrial Estate, ตาบลมาบตาพุด อาเภอเมือง ระยอง 21150

จุดเด่น : นิคมอุสาหกรรม

3.6 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : วิศวกรงานระบบ

ลักษณะงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : สอบตรวจรอยเชื่อม-ติดตั้ง

3.7 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา : นาย วัชชิระ ตาวงค์

: นาย เจนณรงค์ สารักษ์

ตำแหน่ง : วิศวกร

แผนก : Project Engineer (BUS)

3.8 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

เริ่มปฏิบัติงาน : วันที 3 มกราคม 2566

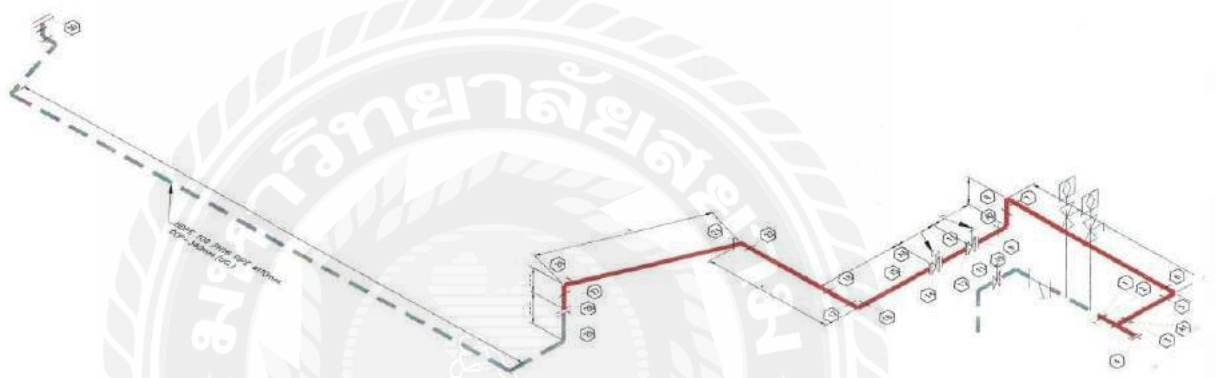
สิ้นสุดการปฏิบัติงาน : วันที 21 เมษายน 2566

3.9 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

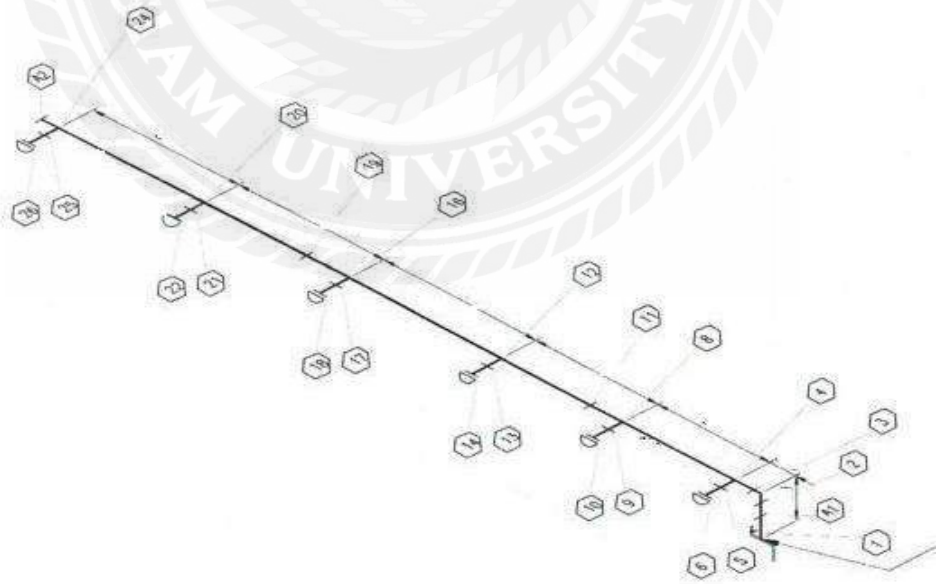
3.9.1 ปรึกษาพนักงานพีเลี้ยงสอบถามถึงหัวข้อโครงงานในหัวเรื่องต่างๆที่สามารถ นำมาประยุกต์ใช้ในทางวิศวกรรม

3.9.2 ตั้งหัวข้อโครงงานหาหัวข้อโครงงานโดยการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาถึงความเป็นไปได้ในโครงงาน รวมถึง ขอคำชี้แนะในการเจอปัญหาในการทำโครงงาน

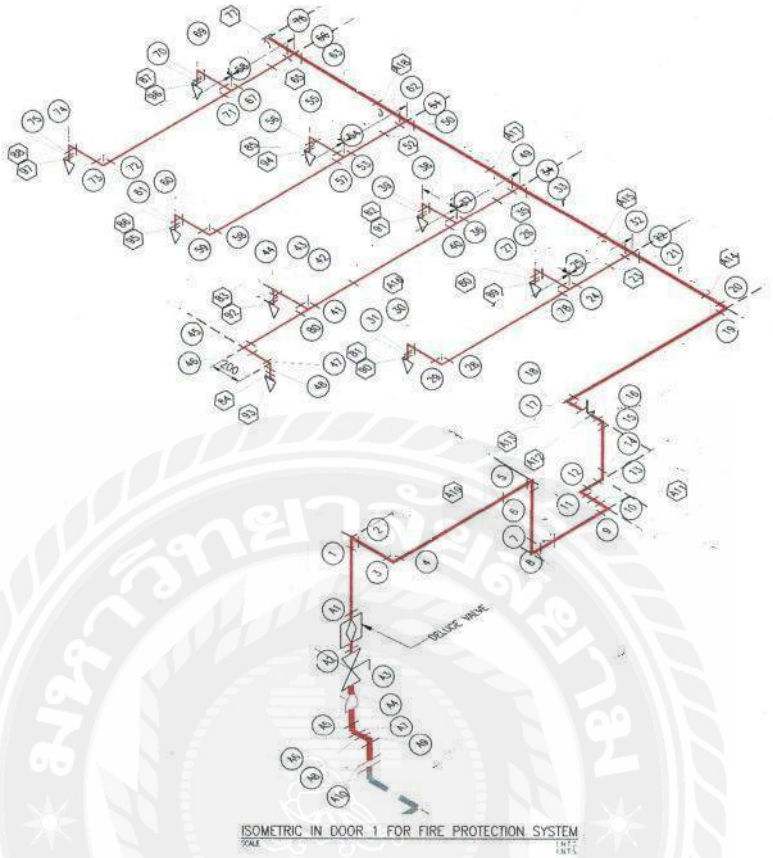
3.10 แบบรอยเชื่อมสำหรับใช้ทดสอบด้วย Penetrant Testing และ Hydrostatic Test



รูปที่ 3.4 แบบรอยเชื่อมนอกอาคาร ระดับพื้นดิน



รูปที่ 3.5 แบบรอยเชื่อมในอาคารต่ำกว่าพื้นดิน



รูปที 3.6 แบบรอยเชือมนอกอาคาร

3.11 ขั้นตอนการทดสอบ Penetrant Testing

3.11.1 อุปกรณ์และการทำ PT (Penetrant Testing)

รูปที่ 3.7 น้ำยาทดสอบ Penetrant Testing

น้ำยาทดสอบรอยร้าวทดสอบแนวเชื่อมรอยร้วหรือข้อบกพร่องบนผิวโลหะ เหล็กสแตนเลส เครื่องแก้ว เรซิน ประกอบด้วย Penetrant Remover และ Developer มีคุณสมบัติในการตรวจสอบหารอยร้าวบนผิวของวัสดุง่ายต่อการใช้งานเหมาะสาหรับการตรวจสอบที่ต้องการความรวดเร็วโดยไม่จาเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์พิเศษอื่นมาเป็นองค์ประกอบในการใช้งานทั้งนี้น้ำยาชนิดนี้ยังมีความสามารถในการตรวจสอบหารอยร้าวได้สูงและยังให้ผลการตรวจสอบที่เชื่อถือได้ สามารถใช้งานได้กับโลหะและวัสดุหลากหลายชนิด เช่น เหล็กละมุม (Mild Steel) เหล็กกล้าทนแรงดึงสูง(High Tensile Steel) เหล็กกล้าธาตุผสมต่า (Low Allow Steel) โลหะผสมอลูมิเนียม (Aluminium Alloy) โลหะผสมไททาเนียม (Titanium Alloy) เซรามิค (Ceramie) แก้ว (Glass) วัสดุเรซินสังเคราะห์ (Synthetic Resin) และอื่นๆ

3.11.2 ขั้นตอนที่ 1 ล้างผิวรอยเชื่อม

รูปที่ 3.8 ล้างผิวรอยเชื่อม

ล้างคราบสิ่งสกปรก หรือคราบน้ำมันก่อนการใช้งานให้สะอาด เพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดีมากขึ้นด้วย Mega Check Cleaner/Remover (สีฟ้า)

3.11.3 ขั้นตอนที่ 2 ฉีดสเปรย์น้ำยาแทรกซึม บริเวณที่ต้องการตรวจสอบ

รูปที 3.9 ฉีดสเปรย์น้ายาแทรกซึม บริเวณทีตรวจสอบ

หลังจากนั้นทาชิ้นงานให้แห้ง (โดยอาจใช้ลมเป่า) เสร็จแล้วให้ฉีดสเปรย์น้ายาแทรกซึม(สีแดง)ลงบนบริเวณทีต้องการตรวจสอบโดยใช้วิธีพ่นสเปรย์ให้ห่างจากชิ้นงานประมาณ 20-30 ซม. รอให้น้ายาซึมลงบนพื้นผิวชิ้นงานประมาณ 2 ถึง 3 นาที และหากต้องการให้ได้ประสิทธิภาพที่แน่นอนมากยิงขึ้นควรทิ้งเวลาไว้ประมาณ 3-6 นาที โดยชิ้นงานทีจะทาการตรวจสอบควรอยู่ในอุณหภูมิ 10-40 C° และหากใช้น้ายาในอุณหภูมิทีเย็นหรืออยู่กลางแจ้ง ควรฉีดสเปรย์ซ้า 2 ครั้ง

3.11.4 ขั้นตอนที่ 3 ล้างคราบสีแดงที่ปรากฏบนพื้นผิวชิ้นงานออก

รูปที่ 3.10 ล้างคราบสีแดงบนพื้นผิวชิ้นงานออก

หลังจากสเปรย์น้ำยาแทรกซึมกระป๋องสีแดงแล้ว ให้ล้างคราบสีแดงทีปรากฏบนพื้นผิวชิ้นงานออกโดยใช้น้ำยาทาความสะอาด Mega Check Cleaner (สีฟ้า) อีกครั้ง (หากท าความสะอาดพื้นผิวชิ้นงานไม่เรียบร้อย จะส่งผลให้การตรวจสอบรอยร้าวไม่ได้ผลทีดี)

3.11.5 ขั้นตอนที่ 4 เมื่อพื้นผิวชิ้นงานสะอาดเรียบร้อยแล้ว ให้ใช้สเปรย์ (สีขาว)

รูปที่ 3.11 พื้นผิวชิ้นงานสะอาดเรียบร้อยใช้สเปรย์ Mega Check Developer ทาปฏิกิริยา และ ตรวจสอบข้อบกพร่อง

เมื่อพื้นผิวชิ้นงานสะอาดเรียบร้อย แล้วให้ใช้สเปรย์ Mega Check Developer (สีขาว) เพื่อทาปฏิกิริยาและตรวจสอบข้อบกพร่องของชิ้นงาน โดยหากมีข้อบกพร่องของพื้นผิวชิ้นงานหรือชิ้นงานมีรอยร้าวรอยร้าวจะปรากฏให้เห็นเป็นรอยสีแดงอย่างชัดเจนหลังจากเสร็จขั้นตอนทั้งหมดแล้วหากไม่ปรากฏพื้นผิวที่เป็นสีแดงให้เห็นหมายถึงชิ้นงานนั้น ไม่พบข้อบกพร่องตาหนิหรือรอยร้าวรอยร้าว

รูปที่ 3.12 ชิ้นงานตัวอย่างหลังจากการทา PT ตรวจสอบพบปัญหาบนชิ้นงานมี
รอยเชื่อมแตกร้าวที่ชิ้นงาน

3.12 วิธีการทดสอบ Penetrant Testing

3.12.1 ใช้ตรวจสอบรอยร้าว รูพรุน หรือข้อบกพร่องของแนวเชื่อมบนชิ้นงานโลหะ เครื่องแก้ว เรซิน

3.12.2 เห็นผลชัดเจนน ได้มาตรฐานและได้ผล 99%

3.12.3 ใช้งานง่าย ทุกที ทุกเวลา ไม่เป็นอันตราย ไม่เกิดแก๊ส ระหว่างการใช้งาน

3.12.4 สามารถตรวจสอบได้ทุกทิศทาง 360°

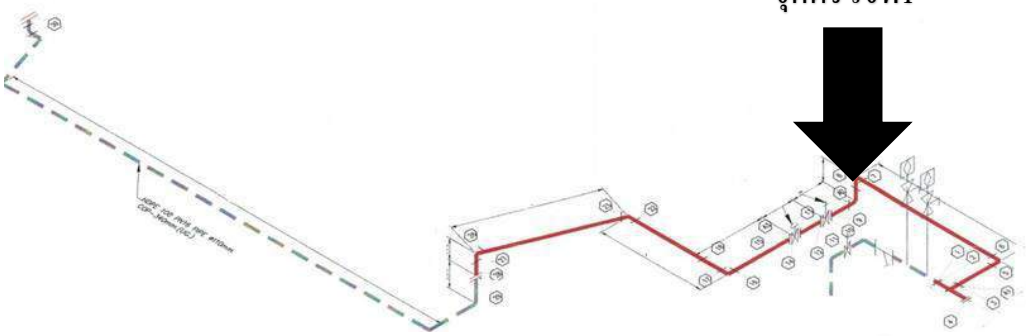
3.12.5 ใช้ตรวจสอบรอยร้าวจากเงานเชื่อม รูพรุนบนชิ้นส่วนอุปกรณ์ รอยร้าวเนื่องจากการหดตัว รอร้าวเนื่องจากการตีขึ้นรูป โพรงอาศ รอยตาหนิของชิ้นงาน รอยร้าวจากความล้าของโลหะเนื่องจากการบด การร้าวเนื่องจากความร้อน การอบ รอยร้าวจากเครื่องมือตัด-เจียรโลหะ

3.12.6 สามารถทางานได้อย่างมีประสิทธิภาพดีเยียม

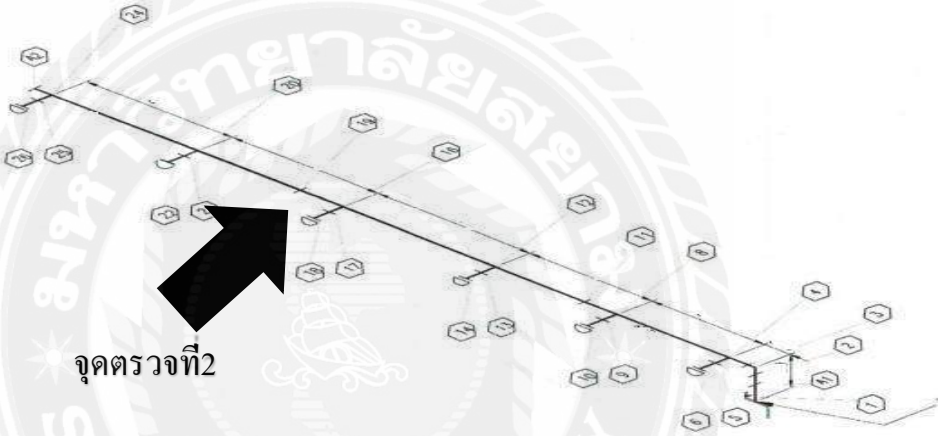
3.12.7 ไม่ควรใช้กับชิ้นงานทีเป็นสนิม

3.13 ตรวจสอบรอยเชื่อม 4จุด โดย วิธี PT Penetrant Testing

1. จุดตรวจที่1

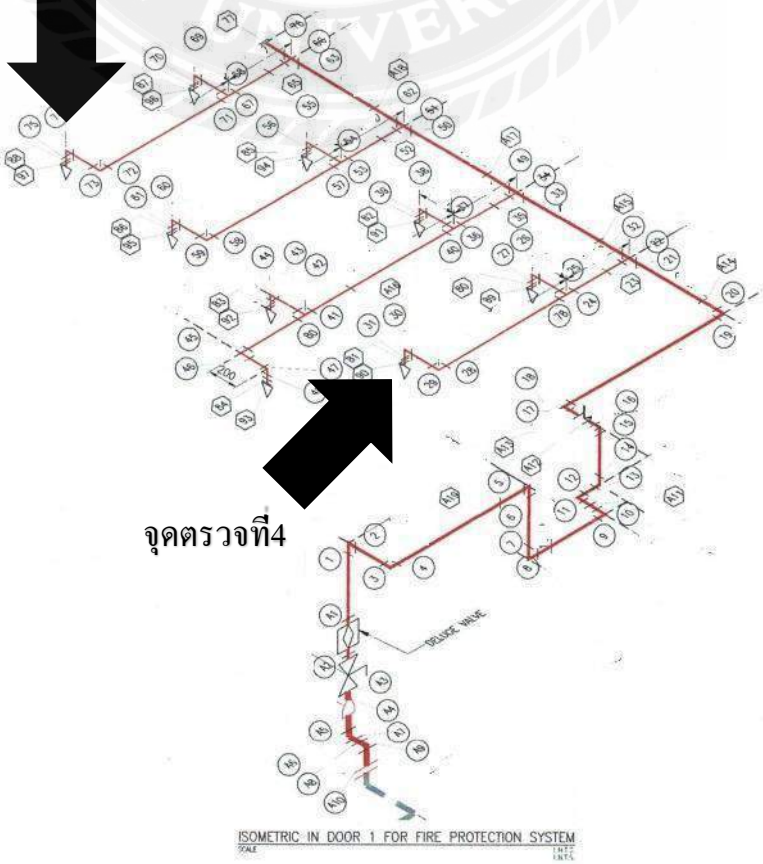


2. จุดตรวจที่2



3. จุดตรวจที่3

จุดตรวจที่4



3.14 ขั้นตอนการทดสอบ Hydro Static Test

3.14.1 ปิดหน้าแปลนและวาล์วต่างๆ ทุกจุดให้สนิท

3.14.2 ตรวจสอบท่อ เพื่อดูสภาพโดยรวมเบื้องต้น

3.14.3 เปิดเครื่อง Fire pump

3.14.4 ทดสอบทิ้งไว้เป็นระยะเวลาอย่างน้อยที่สุด 120 นาที หรือนานกว่านั้น Pressure 200 psi เพื่อหาจุดที่อาจมีการรั่วซึม

3.14.5 เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด ทำการลงข้อมูลการทดสอบลงใน Report แล้วปิดงานการทดสอบ Hydro Test

3.14.6 ถ่ายน้ำออกจากท่อ และ ตรวจสอบความเรียบร้อยโดยรวมของท่อ ทั้งภายในอาคารและภายนอกอาคาร อีกครั้ง หลังจากทำการ Hydro Test เสร็จเรียบร้อยแล้ว

3.14.7 เตรียมดำเนินการตรวจสอบระบบอื่นๆก่อน ส่งมอบให้ลูกค้าในขั้นตอนต่อไป

รูปที่ 3.13 Hydro Static Test

3.15 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	มกราคม 2566	กุมภาพันธ์ 2566	มีนาคม 2566	เมษายน 2566
1. รวบรวมข้อมูล	← →			
2. วิเคราะห์ข้อมูล	←	→		
3. ศึกษาข้อมูล		←	→	
4.สารวจและติดตั้ง		←	→	
5. ประเมินผลการติดตั้ง			←	→
6. จัดทาเอกสารโครงงาน				← →

3.16 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

3.16.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

3.16.2 เครื่องปริ้น

3.16.3 กล้องถ่ายรูปโทรศัพท์มือถือ SAMSUNG

3.16.4 โปรแกรม Microsoft Word

3.16.5 โปรแกรม AUTO CAD

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

จากการฝึกสหกิจศึกษาตามโครงการสหกิจศึกษาของทางมหาวิทยาลัยตัวข้าพเจ้าจึงได้เลือกทาในหัวข้อเรื่องการติดตั้งท่อระบบดับเพลิงด้วยการเชื่อมทีตัวข้าพเจ้าได้ไปฝึกสหกิจศึกษาทางพีเลี้ยงได้มอบหมายงานให้ตัวข้าพเจ้าดูแลในเรื่องดูแนวท่อของรอยเชื่อม (งานระบบดับเพลิง)โดยจากแบบแปลนงานระบบดับเพลิง ทีได้รับจากทางโครงการได้ทาการตรวจเช็คแบบก่อนทาการสังของเพื่อทาการติดตั้งจริงทีบริเวณหน้างานทาให้พบปัญหาของตัวรอยเชื่อมทีผิดจากแบบทีมีการออกแบบผิดพลาดในเรื่องของการจัดระยะของท่องอ 90 องศา ทาให้เกิดความผิดพลาดในการใช้งานจริงและไม่ถูกมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยเพื่อให้สามารถใช้ได้จริงและเป็นประโยชน์สูงสุดแก่เจ้าของโครงการมากทีสุดจึงได้ทาแก้ไข้ในส่วนของงานทีเป็นปัญหาและนาเสนอแนวทางการแก้ไขส่งเสนอเรื่องให้ทางพีเลี้ยงได้ท ทาการพิจารณาตรวจสอบเพื่อให้สามารถใช้งานให้เป็นประโยชน์ได้สูงสุดและถูกต้องตามมาตรฐานการป้องกันของวิศวกรรม ทางข้าพเจ้าได้จัดเล่มนี้ขึ้นมาเพื่อตรวจเช็คให้มีความแม่นยาลดข้อผิดพลาดและช่วยลดเวลาและยังมีประโยชน์แก่ผู้ทีทาการตรวจสอบให้มีข้อมูลความรู้เบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทาง

4.1 ผลของการศึกษางานวิจัย

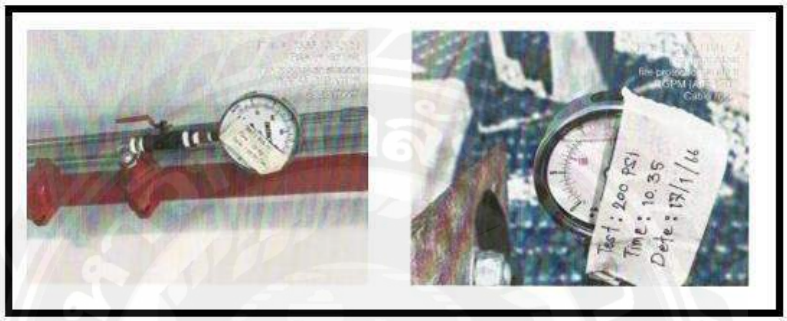
ได้ทาการตรวจสอบงานเชื่อมท่อระบบดับเพลิงด้วย 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 คือ PT (Penetrant Testing) สุ่มตรวจ4จุดจากทั้งหมดผลปรากฏว่าไม่พบการรั่วซึมของรอยเชื่อม(เนื่องจากช่างทีเข้ามาปฏิบัติงานได้ผ่านการทดสอบจากบีกริมเพาเวอร์จึงทาให้ไม่พบรอยรั่ว)

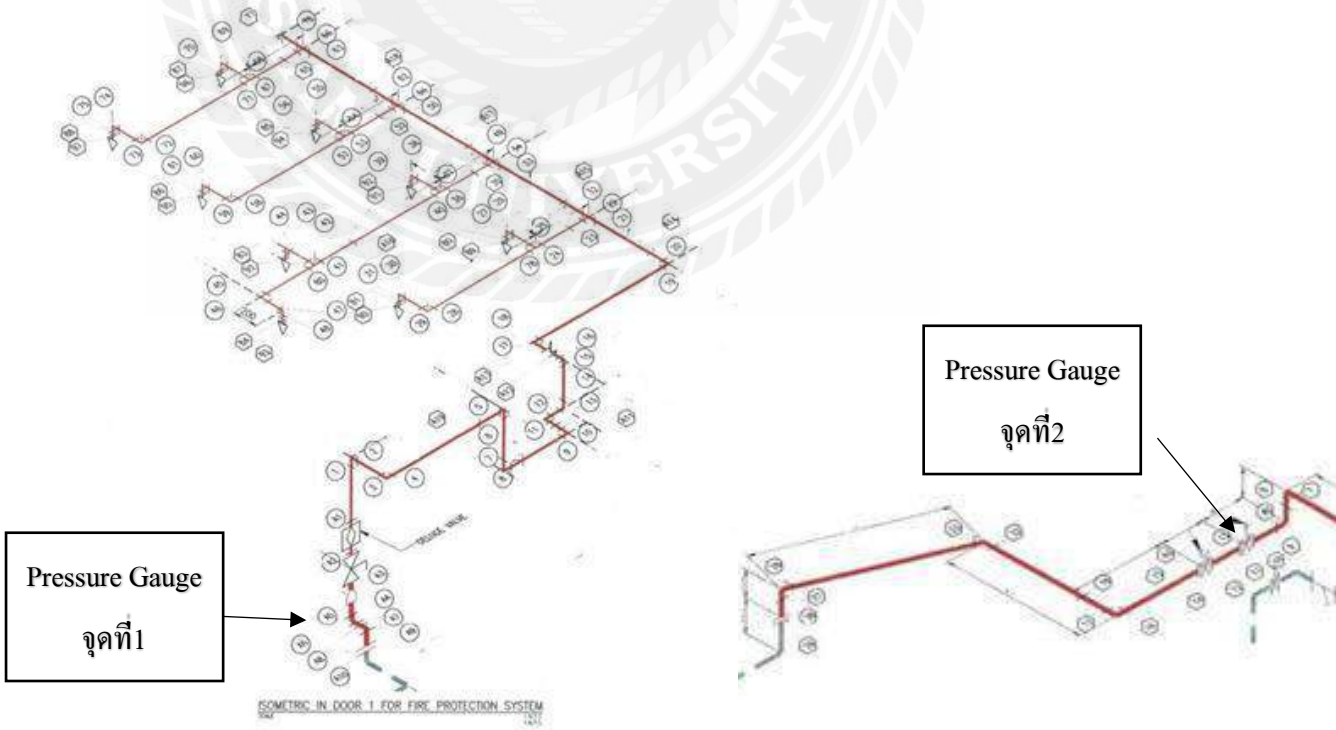
วิธีที่ 2 Hydro Static Test ท ทาการทดสอบท่อทั้งระบบจะเจอรอยรั่วหรือเปล่าหลังจากทดสอบเป็นเวลา 2 hr ที Pressure 200 psi ผลคือความดันไม่ลดแสดงว่าไม่มีการรั่วซึมของท่อระบบดับเพลิง

4.2 ผลการทอสอบ Hydro Static Test

Hydro Static Test ทาการทดสอบท่อทั้งระบบจะเจอรอยรั่วหรือเปล่าหลังจากทดสอบเป็นเวลา 2hr ที่ Pressure 200 psi ผลคือ ความดันไม่ลดแสดงว่าไม่มีการรั่วซึมของท่อระบบดับเพลิง โดยระหว่างการทดลองผู้ทดสอบ ค้นหาจุดรอยรั่วซึมของภาชนะภาพรวมทั้งหมดหากเกิดส่วนใดที่เกิดการรั่วซึมจะทาการยกเลิกทันที แต่หากไม่เกิดความผิดปกติของท่อผู้ทดลองจะทาการลดแรงดันให้ต่าลงเมื่อการทดสอบ Hydro Static Test ท่อดับเพลิงมีสภาพการรับแรงดันได้ปกติ ให้ทาการปลดล็อกท่อวาล์วให้อยู่ในค่าที่กาหนด



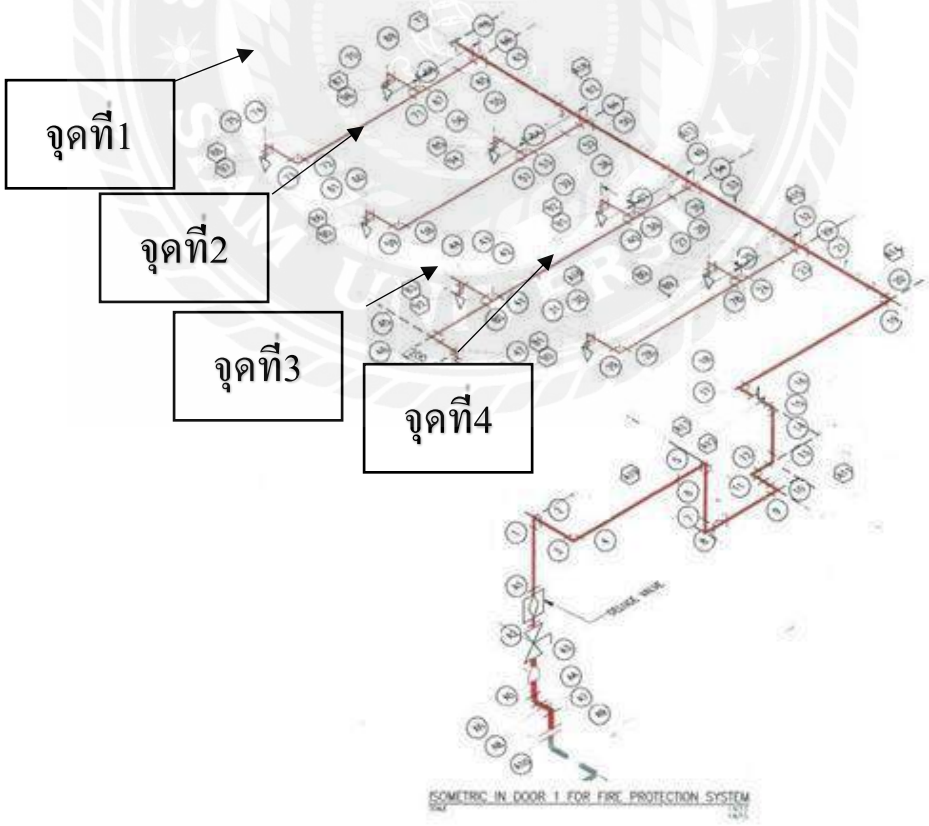
รูปที่ 4.1 Hydro Static Test Pressure Gauge



4.3 ผลการทอสอบ Flusing Pipe Line

การทาความสะอาดท่อ (Flusing Pipe Line) คือ การเติมไนโตรเจน เข้าไปในระบบ 100 psi. แล้วเปิดวาล์วให้ไนโตรเจนในระบบดึงฝุ่นมาออกทีวาล์ว แล้วมาเช็ดจุดทีไกลสุดของแต่ละหัวสุดท้ายของท่อทาทั้งหมด4จุด ทาซ้าๆจนข้างในท่อสะอาด

รูปที 4.2 (Flusing Pipe Line)



บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

ตรวจสอบงานเชื่อมโดยวิธีการ Penetrant Testing และ Hydro Static Test

วิธีที่ 1 คือ PT (Penetrant Testing) สุ่มตรวจ4จุดจากทั้งหมดผลปรากฏว่าไม่พบการรั่วซึมของรอยเชื่อม(เนื่องจากช่างทีเข้ามาปฏิบัติงานได้ผ่านการทดสอบจากบีกริมเพาเวอร์จึงทาให้ไม่พบรอยรั่ว

วิธีที่ 2 Hydro Static Test ท ทาการทดสอบท่อทั้งระบบจะเจอรอยรั่วหรือเปล่าหลังจากทดสอบเป็นเวลา 2hr ที Pressure 200 psi ผลคือความดันไม่ลดแสดงว่าไม่มีการรั่วซึมของท่อระบบดับเพลิง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาข้อมูลเกียวกับระบบดับเพลิงด้วยก๊าซไนโตรเจน

5.3ข้อควรระวังในการทำการทดสอบ

กรณีทาการทดสอบทีแรงดันสูงๆ ทั้งการขึ้นแรงดันและการลดแรงดันควรทาการทดสอบแบบเป็น step หรือขั้นบันไดในการทดสอบ ไม่ควรขึ้นรวดเดียว ม้วนเดียวจบเลย เช่น ขึ้นทีจากแรงดัน 1 bar รวดเดียวไปที 30 bar เลยภายใน 2 นาที เพราะมันอันตรายอันตรายกับตัวบุคคลทีทาการทดสอบบุคคลทีอยู่บริเวณทดสอบบุคคลทีไม่เกียวข้องเพราะสามารถมีชิ้นส่วนต่างๆที หลุด ปริแตกออกมาทาความเสียหายได้โดยทีเราไม่ทันคาดคิดรวมถึงอันอาจเกิดปรากฏการณ์ทีเรียกว่า Shock Load ในตัววัสดุทีทาการทดสอบเองอันสามารถเป็นผลให้สูญเสียความสามารถในทางกลไปได้ในบางส่วนดังนั้นในการขึ้นแรงดัน ลงแรงดันให้ทาการทดสอบเป็นขั้นบันไดได้จะดีทีสุดเช่น จากความดันปกติไต่ระดับไปทีความดันใช้งานก่อนจากความดันใช้งานทิ้งไว้ซักครู่ไต่ระดับไปทีความดันออกแบบจากความดันออกแบบไต่ระดับไปทีความดันทดสอบพอถึงแรงดันทดสอบถึงทาการจับเวลา Hold Point เริมทีตรงจุดนี้เดินตรวจสอบอีกครั้งหนึง เพื่อความมั่นใจ หลังจากทีทดสอบแล้ว การลดแรงดันลงมา กลับสู่สภาวะปกติ

บรรณานุกรม

เจ้าของร้าน. (2560). *กฎหมายเกี่ยวกับระบบป้องกันอัคคีภัย (โรงงาน).* Saturn. https://rb.gy/ps4ky

โตเพ้นท์. (2020). *สีสำหรับงานระบบดับเพลิง.* เทพ SHOP. https://rb.gy/zy3i7

บทความ การเชื่อม / ตู้เชื่อม. (ม.ป.ป.). *การเชื่อม.* CSW. https://rb.gy/zczkb

บริษัท ทีโอเอ เพ้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน). (2566). *สีกันไฟ.* TOA. https://rb.gy/5d40g

บริษัท สปริงกรีนอีโวลูชั่น จำกัด. (2566). *กระบวนการนำสังกะสีมาชุบเคลือบตัวเหล็ก.* Spring Green Evolution. https://rb.gy/yqp11

มณฑลส่านซีโลกเหล็กและเหล็กกล้า. (2019). *การเชื่อมท่อเหล็กชุบสังกะสี.* World Iron & Steel. http://th.worldironsteel.com/news/welding-of-galvanized-steel-pipe-30102250.html

วิกิพีเดีย. *(ม.ป.ป.). การเชื่อม. วันที่สืบค้น 17 พฤษภาคม 2566,* จาก https://th.wikipedia.org/wiki/การเชื่อม

สมชาย ชู่มรัตน์. (2551). *มาตรฐานการตรวจสอบรอยเชื่อมโครงเหล็กรูปพรรณด้วยวิธีการทดสอบแบบไม่ทำลาย* (พิมพ์ครั้งที่1). *กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย*

อุดม dom อินต๊ะวัย. (2010). *มาตรฐานงานเชื่อม Iso-9606.* GotoKnow. https://www.gotoknow.org/posts/319949

CCM by COTCO METAL WORKS LIMITED. (2020). *ท่อเหล็กดำ (Carbon Steel Tubes).* Wazzadu. https://rb.gy/vqpfm

CCM by COTCO METAL WORKS LIMITED. (8 กุมภาพันธ์ 2023). *สเปคท่อดับเพลิงมาตรฐาน ASTM สำหรับนำไปใช้ในงานระบบดับเพลิงและป้องกันอัคคีภัยภายในอาคาร.* Wazzadu. https://www.wazzadu.com/article/6710

Dodeemarket. (2566). *สเปรย์เช็ครอยร้าวสำหรับแนวเชื่อม*. Dodeemarket. https://shorturl.at/oxHJN

HD THAIPIPE WE ARE QUALITY PIPE. (2566). *ท่อกัลวาไนซ์*. HD Thaipipe. https://rb.gy/2fc6f

Naichangmashare. (*2020*). *การทำ PT (Penetrant Testing)*. นายช่างมาแชร์. https://rb.gy/osjf5

SANTO FIRE. (2023). *Hydrostatic Test.* ScienceDirect. https://rb.gy/inolh

Sciencedirect. (2009). *Hydrostatic Test*. ScienceDirect. https://shorturl.at/fuOT6

Sciencedirect. (2015). *Penetrant Testing.* ScienceDirect. https://shorturl.at/fnM09

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางในการตรวจสอบ Penetrant Testing (PT)

INSPECTION REPORT
LIQUID PENETRANT EXAMINATION

REPORT NO.:

PAGE NO.: 1 OF 2

CLIENT :

PROJECT :

LOCATION : B.Grimm Power (AIE-MTP)

JOB NO: -

DATE OF TEST: November 30 ,2022

REQUEST NO: -

PROCEDURE NO. (REV.): GP04/PT Rev.4 (2020)

REF CODE/STD.: ASME Sec. V / ASME B 31.3 (2020)

WORK INSTRUCTION : WI - PT

EQUIPMENT& MATERIALS (PARAMETERS)...

MATERIAL	BRAND/MODEL	TYPE	DWELL TIME	REMARK
PENETRANT:	SHERWIN DP-50 (1492-400-04-07-0719)	☒ SOLVENT REMOVABLE ☐ POST EMULSIFIABLE ☐ WATER WASHABLE ☒ VISIBLE ☐ FLUORESCENT	10 MIN.	-
DEVELOPER:	SHERWIN D-100(1488-400-03-0320)	☐ DRY ☐ AQUEOUS WET ☒ NONAQUEOUS WET	15 MIN.	-
CLEANER/REMOVER:	SHERWIN DR-60 (1487-400-02-0320)	☒ SOLVENT ☐ WATER		

LIGHTING: NATURAL (VISIBLE) LIGHT METER: EXTECH EASY VIEW 33 S/N 160801116

INFRARED THERMOMETER SN:48551359MV

OPERATION PARAMETERS...

STATE OF EXAMINATION: ☐ PREPARED EDGE ☐ AFTER REPAIR ☒ AS WELD ☐ BASE METALS

SURFACE PREPARATION: ☒ GRINDING ☐ MACHINING ☒ BRUSHING

INSPECTION AREA OF INTEREST: WELD & HAZ 1"

PENETRANT APPLICATION: SPRAY (AERosol)

EXCESS S-PENETRANT REMOVAL: WIPING WITH SOLVENT DAMPED CLOTH

DRYING (TIME, METHOD): 3 MIN. EVAPORATION

PRECLEANING: SOLVENT

SURFACE TEMP: 38 Deg. C

DEVELOPER APPLICATION: SPRAY (AEROSOL)

POST CLEANING: -

SYSTEM PERFORMANCE...

LIGHT INTENSITY CHECK: 1,745 LUX

PART IDENTIFICATION & INFORMATION...

DWG/LINE NO : BGPM-M-DEM-115Kv GIS-FP-01

SPPOL NO : -

PART FORM : PIPE

MATERIAL Class : A106-P , A105-ELL

TYPE WELD : BW

WELD PROCESS : GTAW

THICKNESS : 5.16 , 3.37 mm.

Sheet No. 1/3

EVALUATION..... ACCEPTANCE CRITERIA : ASME B 31.3 (2020) Table 341.3.2 (2020)

JOINT NO.	WELDER NO.	Size (ins)	INDICATION NUMBER	DISCONTINUITY DESCRIPTION	INTERPRETATION (Measured Size)	JUDGEMET ACCEPT	JUDGEMET REJECT	REMARK
6	WQT-02	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	First-02
7	WQT-02	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	-
8	WQT-02	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	-
9	WQT-02	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	-
11	WQT-02	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	-
13	WQT-02	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	-
14	WQT-02	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	-
15	WQT-02	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	-
16	WQT-02	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	-
19	WQT-01	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	-
21	WQT-01	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	-
32	WQT-01	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	-
33	WQT-01	2 1/2"	-	-	-	ACC	-	-
24	WQT-01	1"	-	-	-	ACC	-	-
78	WQT-01	1"	-	-	-	ACC	-	-
28	WQT-01	1"	-	-	-	ACC	-	-
36	WQT-01	1"	-	-	-	ACC	-	-

รูปที่ ก.1 Inspection Report Liquid Penetrant Examination

INSPECTION REPORT
LIQUID PENETRANT EXAMINATION

REPORT NO.:
PAGE NO.: 2 OF 2

CLIENT :		LOCATION :	
PROJECT :		JOB NO	-
PROCEDURE NO. (REV.):	GP04/PT Rev.4 (2020)	DATE OF TEST:	November 30 ,2022
REF CODE/STD.:	ASME Sec. V / ASME B 31.3 (2020)	REQUEST NO:	-
WORK INSTRUCTION :	WI - PT		

EQUIPMENT& MATERIALS (PARAMETERS)...

MATERIAL	BRAND/MODEL	TYPE	DWELL TIME	REMARK
PENETRANT:	SHERWIN DP-50 (1492-400-04-07-0719)	☒ SOLVENT REMOVABLE ☐ POST EMULSIFIABLE ☐ WATER WASHABLE ☒ VISIBLE ☐ FLUORESCENT	10 MIN.	-
DEVELOPER:	SHERWIN D-100(1483-400-03-0320)	☐ DRY ☐ AQUEOUS WET ☒ NONAQUEOUS WET	15 MIN.	-
CLEANER/REMOVER:	SHERWIN DR-60 (1487-400-02-0320)	☒ SOLVENT ☐ WATER		
LIGHTING:	NATURAL (VISIBLE)	LIGHT METER:	EXTECH EASY VIEW 33 S/N 160801116	
INFRARED THERMOMETER SN:48551359MV				

OPERATION PARAMETERS...

STATE OF EXAMINATION:	☐ PREPARED EDGE	☐ AFTER REPAIR	☒ AS WELD	☐ BASE METALS
SURFACE PREPARATION:	☒ GRINDING	☐ MACHINING	☒ BRUSHING	
INSPECTION AREA OF INTEREST:	WELD & HAZ 1"	PRECLEANING:	SOLVENT	
PENETRANT APPLICATION:	SPRAY (AEROSOL)	SURFACE TEMP:	32 Deg. C	
EXCESS S-PENETRANT REMOVAL:	WIPING WITH SOLVENT DAMPED CLOTH	DEVELOPER APPLICATION:	SPRAY (AEROSOL)	
DRYING (TIME, METHOD):	3 MIN. EVAPORATION	POST CLEANING:	-	

SYSTEM PERFORMANCE...

LIGHT INTENSITY CHECK:	1,745 LUX		

PART IDENTIFICATION & INFORMATION...

DWG/LINE NO :	BGPM-M-DEM-115Kv GIS-FP-01	TYPE WELD. :	BW
SPOOL NO :	-	WELD PROCESS :	GTAW
PART FORM :	PIPE	THICKNESS :	5.16 mm.
MATERIAL Class :	A106-P , A105-ELL	Sheet No.	1/3

EVALUATION..... ACCEPTANCE CRITERIA : ASME B 31.3 (2020) Table 341.3.2 (2020)

JOINT NO.	WELDER NO.	Size (ins)	INDICATION NUMBER	DISCONTINUITY DESCRIPTION	INTERPRETATION (Measured Size)	JUDGEMET ACCEPT	JUDGEMET REJECT	REMARK
40	WQT-01	1"	-	-	-	ACC	-	-
A6	WQT-01	4"	-	-	-	ACC	-	-
A7	WQT-01	4"	-	-	-	ACC	-	first-01
A8	WQT-01	4"	-	-	-	ACC	-	-
A9	WQT-01	4"	-	-	-	ACC	-	-
37	WQT-01	1"	-	-	-	ACC	-	-
38	WQT-01	1"	-	-	-	ACC	-	-
A10	WQT-07	4"	-	-	-	ACC	-	Flang Jont
A11	WQT-07	4"				ACC	-	-

รูปที่ ก.2 Inspection Report Liquid Penetrant Examination

รูปที่ ข.1 รูปภาพ ปฐมนิเทศกับอาจารย์ที่ปรึกษา

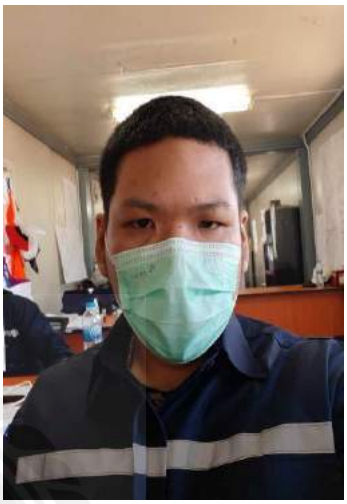
รูปภาพที่ปรึกษาและพี่เลี้ยง

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

พี่เลี้ยง

นาย วัชชิระตาวงค์



นักศึกษาฝึกงาน

นาย ศรัณญ์ ฉัตรชัยธิติธำรงค์

พี่เลี้ยง

นาย เจนณรงค์ สารักษ์

ประวัติผู้จัดทำ

รหัสนักศึกษา : 6123100006

ชื่อ-นามสกุล : นาย ศรัณญ์ ฉัตรชัยธิติธารงค์

อีเมล์ : sarunmon40@gmail.com

เบอร์โทศัพท์ : 0803294876

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ที่อยู่ : 99/11 หมู่ที 5 ตาบล.คลองหลวง อาเภอ.คลองหลวง จังหวัด.ปทุมธานี

ผลงาน : การตรวจสอบงานเชื่อมท่อระบบดับเพลิงด้วยวิธีการ Penetrant Testing และ Hydro Static Test

https://drive.google.com/drive/folders/1wfbuOQ0rVcHzsbl5RI1umc2VnujAJvi-?usp=sharing

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การตรวจสอบงานเชื่อมท่อระบบดับเพลิง ด้วยวิธีการ Penetrant Testing และ Hydrostatic Test

Inspection for Fire Fighting Piping Welding Through Penetrant Testing and Hydrostatic Testing

โดย

นาย ศรัณญ์ ฉัตรชัยธิติธำรงค์ รหัสนักศึกษา 6123100006

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2564