การลดข้อผิดพลาดในการเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัย:

กรณีศึกษา การก่อสร้างอาคารโรงงาน 4 ชั้นของบริษัทรับเหมาก่อสร้างแห่งหนึ่ง

Errors Reduction for Pipe Welding of Fire Protection System:

A Case Study of Construction of a 4 Story Factory Building of a Contractor Company

นายนิติพงษ์ ขันธรัตน์

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสยาม

ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ปริญญา

การจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย

(สาขาวิชา) (คณะ)

เรื่อง การลดข้อผิดพลาดในการเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัย:

กรณีศึกษา การก่อสร้างอาคารโรงงาน 4 ชั้นของบริษัทรับเหมาก่อสร้างแห่งหนึ่ง

Errors Reduction for Pipe Welding of Fire Protection System:

A Case Study of Construction of a 4 Story Factory Building of a Contractor Company

ผู้แต่ง นายนิติพงษ์ ขันธรัตน์

Mr.Nitipong Khuntarat

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทิงจิตร)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทิงจิตร)

ผู้อำนวยการหลักสูตร

วันที่ 24 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง : การลดข้อผิดพลาดในการเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัย : กรณีศึกษาการก่อสร้างอาคารโรงงาน 4 ชั้นของบริษัทรับเหมาก่อสร้างแห่งหนึ่ง

โดย : นายนิติพงษ์ ขันธรัตน์

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : การจัดการงานวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา : .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทิงจิตร)

.....24...../.....5...../.....67.....

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดข้อผิดพลาดในการเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัยในงานก่อสร้างอาคารโรงงาน 4 ชั้น ซึ่งตั้งอยู่ในเขตประเวศ กรุงเทพมหานคร โดยในการก่อสร้างอาคาร ที่มีพื้นที่ใช้สอย ตั้งแต่ 10,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ในการก่อสร้างชั้นที่ 3 ของอาคารดังกล่าว เกิดการเชื่อมผิดพลาด 27 ครั้ง ทำให้ต้องมีการแก้ไขปรับปรุงเป็นเหตุให้เสียเวลา และ ค่าใช้จ่าย และอาจนำไปสู่การส่งมอบงานล่าช้าได้ จึงจำเป็นต้องกำหนดวิธีป้องกันการเชื่อมงานท่อ เพื่อลดความผิดพลาดโดยวิธีระดมสมองของบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาสาเหตุของความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ผลจากการระดมสมองสรุปได้ว่าสาเหตุของความผิดพลาดเกิดจาก (1) พนักงานเชื่อมไม่มีความชำนาญ (2) ปัญหาด้านสุขภาพ (3) พื้นที่คับแคบ (4) สภาพอากาศ (5) เครื่องมือชำรุด (6) เครื่องมือไม่ทันสมัย (7) ทำงานบนที่สูง (8) แบบมีการเปลี่ยนแปลง จึงได้กำหนดวิธีปรับปรุง คือ (1) ทำการอบรมพนักงานก่อนการเชื่อม (2) ทำการเชื่อมท่อมาจากโรงงาน (3) ทำการทดสอบฝีมือช่างเชื่อม (4) จัดเตรียมอะไหล่และ เครื่องมือสำรอง (5) จัดเตรียมเครื่องมือที่มีความทันสมัย (6) ส่งแบบเพื่ออนุมัติก่อนเริ่มงาน หลังจากนั้นได้นำวิธีปรับปรุงไปใช้กับการเชื่อมระบบป้องกันอัคคีภัย ในชั้น ที่ 4 ซึ่งมีพื้นที่และแผนผังเหมือนกับชั้น ที่ 3 ผลปรากฏว่า เกิดข้อผิดพลาดของงานเชื่อมในชั้นนี้ 5 ครั้ง จึงสรุปได้ว่า การปับปรุงนี้ สามารถลดข้อผิดพลาดลง 22 ครั้ง หรือลดลงร้อยละ 81.48

คำสำคัญ: ลดข้อผิดพลาด การเชื่อมท่อ งานก่อสร้าง

Abstract

Title : Errors Reduction for Pipe Welding of Fire Protection System: A Case Study of Construction of a 4 Story Factory Building of a Contractor Company

By : Mr. Nitipong Khuntarat

Degree : Master of Engineering

Major Field : Engineering Management

Advisor : .....Y. Byt.....

(Assoc. Prof. Dr. Yuthachai Bunterngchit)

.....24...../.....5...../...24.....

The objective of this study was to reduce errors in pipe welding of fire protection systems in the construction of a 4-story factory building located in Prawet District, Bangkok. Usually, the building of usable area of 10,000 square meters or more must have an automatic fire protection system. In the construction of the 3rd floor of the mentioned building, welding errors occurred 27 times, requiring corrections and improvements. This caused time and expenses and can lead to delayed delivery of work. Therefore, it is necessary to determine methods to reduce welding errors utilizing brainstorming of relevant personnel to find the causes of the errors. It could be concluded that the causes of the errors were (1) unskilled welding workers, (2) health problems, (3) cramped space, (4) weather conditions, (5) tools damage, (6) machine tools outdated, (7) working at height level, and (8) drawing changed. Therefore, methods for improvement were determined as follows: (1) training staff before welding, (2) welding pipe from the factory, (3) doing welding skill testing, (4) preparing spare parts and spare tools, (5) prepare modern tools, and (6) submit drawings for approval before starting to work. After that, the improved methods were applied to the welding of the fire protection system on the 4th floor, which has the same area and layout as the 3rd floor. The results could be concluded that there were only 5 errors on the 4th floor, 22 errors reduced or 81.48% reduction.

Keyword: Errors reduction, Pipe welding, construction work

Approved by:

.....Y. Byt.....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงของ รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บรรเทิงจิตร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำในการจัดทำสารนิพนธ์ รวมถึงคณาจารย์บัณฑิตวิทยาลัย สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยสยามทุกท่าน ซึ่งเป็นผู้ให้คำปรึกษา และคำแนะนำ แนวทางการทำงาน และขั้นตอนการทำสารนิพนธ์ ทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ผู้ประสานงานหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสยาม ที่สละเวลา สนับสนุนการให้ข้อมูล และเอกสารในการดำเนินการการจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณหัวหน้างาน ที่ให้ข้อมูลในการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้ และพนักงานบริษัทที่สนับสนุนข้อมูล รวมถึงยังเป็นที่ปรึกษาในปัญหาต่างๆ ทำให้สารนิพนธ์ นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและสามารถนำผลสำเร็จของงานวิจัยนี้สามารถใช้งานได้จริง

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัว ที่สนันสนุน และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

นิติพงษ์ ขันธรัตน์

ผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง		หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญรูป		ฉ
สารบัญตาราง		ช
บทที่ 1 บทนำ		
1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2	วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3	ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4	ขั้นตอนการศึกษา	2
1.5	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.7	แผนการดำเนินงานวิจัย	4
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง		
2.1	ทฤษฎีการเชื่อม	5
2.2	กระบวนการเชื่อมในการวิจัย	22
2.3	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย		
3.1	บริษัทรับเหมาก่อสร้าง	28
3.2	อาคาร โรงงานกรณีศึกษา	28
3.3	ศึกษาขั้นตอน งานเชื่อมท่อในหน่วยงานก่อสร้าง	29

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง		หน้าที่
3.4	ปัญหาการเชื่อมผิดพลาด	36
3.5	การระดมสมอง เพื่อหาสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาด	39
3.6	การกำหนดวิธีแก้ไขปัญหา	40
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย		
4.1	ผลการทดลองการเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 4	45
4.2	การเปรียบเทียบผลทดลองการเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 4	46
4.3	การประมาณการค่าใช้จ่ายในการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น	47
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ		
5.1	สรุปผลการศึกษา	52
5.2	ปัญหาและอุปสรรค	52
5.3	ข้อเสนอแนะ	53
บรรณานุกรม		54
ประวัติผู้วิจัย		57
ภาคผนวก		58

สารบัญรูป

รูปที่		หน้าที่
2.1	การเชื่อมไฟฟ้า	10
2.2	การเชื่อมแก๊ส	11
2.3	เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบเครื่องเรียงกระแส	13
2.4	หัวจับลวดเชื่อม	14
2.5	สายเชื่อม	14
2.6	หัวจับสายดิน	15
2.7	ลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode)	15
2.8	การเชื่อมต่อเกยในท่าราบ	17
2.9	การเชื่อมต่อชนท่าราบ	17
2.10	การเชื่อมต่อแบบตัวที	18
2.11	การเชื่อมท่าขนานนอน	18
2.12	วิธีการเชื่อมลง และ เชื่อมขึ้น	19
2.13	ลักษณะการเชื่อมแบบต่างๆ	19
2.14	แบบของรอยต่อเชื่อม	20
2.15	แสดงส่วนต่างๆ ของแนวเชื่อมบากงาน	21
2.16	ตำแหน่งท่าเชื่อมต่างๆ	21
2.17	Flow Chart แสดงกระบวนการเชื่อมท่อ	22
2.18	Flow Chart แสดงขั้นตอนการเชื่อมท่อ	23
3.1	Flow Chart กระบวนการศึกษาการเชื่อมท่อ	29
3.2	Flow Chart ขั้นตอนการเชื่อมท่อ	31
3.3	ขั้นตอนการ ทำความสะอาดท่อ	32
3.4	ขั้นตอนการ ตัดท่อ	32
3.5	ขั้นตอนการเตรียมท่อ ก่อนการเชื่อม	33
3.6	ขั้นตอนการตรวจสอบ ครั้งที่ 1	33
3.7	ขั้นตอนการเชื่อมท่อ	34
3.8	ขั้นตอนการตรวจสอบ ครั้งที่ 2	34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้าที่
3.9	ขั้นตอนการทำความสะอาดท่อ	35
3.10	ขั้นตอนการ ทาสีท่อ	35
3.11	จำนวนการเชื่อมที่มีความผิดพลาด ชั้นที่ 3	37
3.12	อัตราส่วน การเชื่อมที่มีความผิดพลาด ชั้นที่ 3	38
3.13	แผนภูมิก้างปลา วิเคราะห์ปัญหาการลด ความผิดพลาดงานเชื่อม	39
3.14	การระดมสมอง เพื่อหาสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาด	39
3.15	แสดงการทดสอบช่างเชื่อมในหน่วยงานก่อสร้าง	40
3.16	แสดงการทดสอบช่างเชื่อมในหน่วยงานก่อสร้าง	41
3.17	ตัวอย่างใบรับรองพนักงานเชื่อมท่อ ในหน่วยงานก่อสร้าง	42
4.1	อัตราส่วนการเชื่อมที่มีความผิดพลาด ชั้นที่ 4	46
4.2	เปรียบเทียบ จำนวนการเชื่อมที่มีความผิดพลาดของชั้นที่3 และ ชั้นที่ 4	47
4.3	กราฟแสดงมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นของชั้นที่ 3	48
4.4	กราฟแสดงมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นของชั้นที่ 4	49
4.5	แสดงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นหระว่างชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 4	50
4.6	กราฟแสดงมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นของชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4	51

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
1.1	แผนการดำเนินงานวิจัย	4
3.1	ตารางวิเคราะห์ปัญหาการลด ความผิดพลาดงานเชื่อม	36
3.2	แสดงความผิดพลาดการเชื่อม ชั้นที่ 3	37
3.3	แสดงผลการทดสอบช่างเชื่อมในหน่วยงานก่อสร้าง	43
3.4	กำหนดวิธีแก้ไขข้อผิดพลาด งานเชื่อมท่อ ในหน่วยงานก่อสร้าง	48
4.1	แสดงความผิดพลาดการเชื่อม ชั้นที่ 4	45
4.2	เปรียบเทียบ ผลการดำเนินการวิจัย จำนวนการเชื่อม ที่มีความผิดพลาด ของชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4	46
4.3	แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนการลดข้อผิดพลาด การเชื่อมท่อ	50
4.4	แสดงการเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายของชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4	51

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ ขอบเขตการศึกษา ขั้นตอนการศึกษา ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ คำนิยามศัพท์เฉพาะ และแผนการวิจัย

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการก่อสร้างอาคารใดๆ มีงานย่อยมากมาย งานเชื่อมก็เป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งในการก่อสร้างอาคารดังกล่าว จากการศึกษางานเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัยของอาคารโรงงาน 4 ชั้น แห่งหนึ่งในชั้นที่ 3 สรุปได้ว่ามีข้อบกพร่องของงานเชื่อม 27 ครั้ง จากชิ้นงานมีโพรงอากาศ 15 ครั้ง เชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ 5 ครั้ง การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ 4 ครั้ง และรอยต่อไม่หลอมละลาย 3 ครั้ง ซึ่งมีผลทำให้ต้องแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง ทำให้สูญเสียเวลาและเงินเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจนำไปสู่การส่งมอบงานไม่ทันเวลาและอาจต้องจ่ายค่าปรับได้ จึงจำเป็นต้องกำหนดวิธีป้องกันไม่ให้เกิดข้อบกพร่องในงานเชื่อมดังกล่าว

ในกรณีการก่อสร้างอาคารนี้ เมื่อศึกษาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในชั้นที่ 3 และได้กำหนดวิธีป้องกันเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำไปใช้ป้องกันไม่ให้เกิดข้อบกพร่องในชั้นที่ 4 ของอาคาร ซึ่งมีพื้นที่และแผนผังเหมือนกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อลดความผิดพลาดงานเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัยในหน่วยงานก่อสร้าง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษานี้จะศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวกับงาน เชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัย ของอาคารตัวอย่าง ซึ่งตั้งอยู่ในเขตประเวศ จังหวัด กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นอาคาร 4 ชั้น โดยจะทำการวิจัย ในส่วนของชั้นที่ 3 และนำผลการศึกษาไปปรับปรุงในการทำงานในชั้นที่ 4 ของอาคาร เพื่อควบคุมให้มีข้อผิดพลาดน้อยลง ซึ่งมีขอบเขตดังต่อไปนี้ เพื่อศึกษางานเชื่อมที่เกิดขึ้นภายในหน่วยงาน เพื่อศึกษาการประกอบท่อ ก่อนการเชื่อมจริง เพื่อวัดผล การทดสอบ พนักงานเชื่อม ก่อนเข้าไปในหน่วยงานก่อสร้าง

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบ งานเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัย ของชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4 โดยมี การทำการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาปัญหาในการเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัย
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษาวิธีการทำงานแบบเดิม
4. ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับการทำงานแบบเดิม
5. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา
6. กำหนดวิธีการแก้ไขของปัญหา
7. ประยุกต์ใช้วิธีแก้ไขปัญหาที่กำหนด
8. ผลการวิจัยการปรับปรุงพร้อมเปรียบเทียบปัญหาก่อนและหลังการปรับปรุง
9. สรุปและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้สามารถวิเคราะห์และรับรู้สาเหตุของปัญหาความผิดพลาดจากการงานเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัยในหน่วยงานก่อสร้าง
2. สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุความผิดพลาดที่เกิดจากการงานเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัยในหน่วยงานก่อสร้าง

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

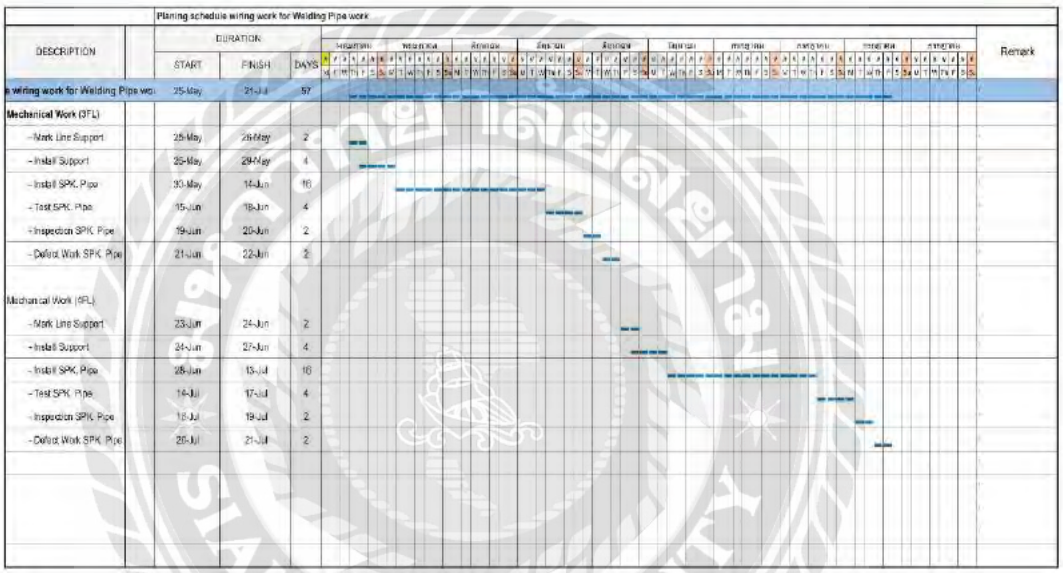
คำนิยามศัพท์เฉพาะมีดังต่อไปนี้

1. **การเชื่อม (Welding)** หมายถึงขบวนการที่ทำให้โลหะหลอมละลายติดกัน โดยอาศัยความร้อนจากการอาร์ค (Arc) ที่จะเกิดขึ้นระหว่างโลหะงานกับลวดเชื่อม อุณหภูมิที่ใช้ในการเชื่อมโดยเฉลี่ยประมาณ 6,000 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้โลหะงานที่ถูกเชื่อมหลอมละลายพร้อมกับปลายของลวดเชื่อม ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
2. **การเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Arc Welding)** หมายถึง การเชื่อมด้วยไฟฟ้าเป็นวิธีการวิธีเชื่อมโลหะโดยการทำให้โลหะหลอมละลายพร้อม ๆ กับลวดเชื่อม ด้วยกระแสไฟฟ้า
3. **การเชื่อมแก๊ส (Gas welding)** หมายถึง ขบวนการที่ทำให้ โลหะประสานกัน โดยการให้ความร้อนกับโลหะงานจนถึง อุณหภูมิที่โลหะชนิดนั้นหลอมละลาย โลหะเมื่อ หลอมละลายจะรวมตัวเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

1.7 แผนการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการดำเนินงานวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย



Planing schedule wiring work for Welding Pipe work

DESCRIPTION	DURATION START	DURATION FINISH	DAYS	Remark
wiring work for Welding Pipe wo	25-May	21-Jul	57	
Mechanical Work (3FL)				
- Mark Line Support	25-May	28-May	2	
- Install Support	25-May	29-May	4	
- Install SPK. Pipe	30-May	14-Jun	16	
- Test SPK. Pipe	15-Jun	18-Jun	4	
- Inspection SPK. Pipe	19-Jun	20-Jun	2	
- Defect Work SPK. Pipe	21-Jun	22-Jun	2	
Mechanical Work (5FL)				
- Mark Line Support	23-Jun	24-Jun	2	
- Install Support	24-Jun	27-Jun	4	
- Install SPK. Pipe	28-Jun	13-Jul	16	
- Test SPK. Pipe	14-Jul	17-Jul	4	
- Inspection SPK. Pipe	18-Jul	19-Jul	2	
- Defect Work SPK. Pipe	20-Jul	21-Jul	2	

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโลหะ สำหรับงานวิจัยเรื่อง การลดความผิดพลาดในงานเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัยในหน่วยงานก่อสร้าง กรณีศึกษาอาคารในเขตประเวศ กรุงเทพมหานคร หัวข้อที่จะกล่าวถึงประกอบด้วย หลักการพื้นฐานของการเชื่อม กระบวนการเชื่อมต่างๆ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ รวมถึงรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนในการเตรียมงาน การวางแผน การปฏิบัติงาน และการตรวจสอบคุณภาพงานเชื่อม นอกจากนี้ยังมีการทบทวนงานวิจัยที่สำคัญและแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีการเชื่อมในอนาคต

การทบทวนวรรณกรรมดังกล่าวสามารถสรุปประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในหัวข้อนี้ได้ดังนี้

2.1 ทฤษฎีการเชื่อม
2.2 กระบวนการเชื่อมในการวิจัย
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและเทคโนโลยีการเชื่อมสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ ร่วมกับการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะช่วยให้สามารถพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดความผิดพลาด และเพิ่มความปลอดภัย

2.1 ทฤษฎีการเชื่อม

ในงานวิจัยเรื่อง "การลดความผิดพลาดในงานเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัยในหน่วยงานก่อสร้าง" คำหลักดังกล่าวมีความหมายและบริบทดังนี้

การเชื่อมโลหะ หมายถึงการเชื่อมท่อเหล็กหรือท่อโลหะอื่นๆ เพื่อใช้เป็นท่อน้ำในระบบป้องกันอัคคีภัย ซึ่งต้องการความปลอดภัยและความแข็งแรงสูง

ระบบป้องกันอัคคีภัย หมายถึงระบบสำหรับการดับเพลิงและป้องกันเพลิงลุกลามในอาคารหรือโครงการก่อสร้างต่างๆ โดยเน้นที่ความสมบูรณ์ของท่อน้ำและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

งานก่อสร้าง ในที่นี้หมายถึงการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ เช่น สำนักงาน โรงงาน ศูนย์การค้า ที่ต้องติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัยตามกฎหมาย โดยเน้นไปที่กระบวนการเชื่อมท่อในขั้นตอนการติดตั้งระบบ

โดยสรุป งานวิจัยนี้เน้นไปที่การศึกษาและพัฒนากระบวนการเชื่อมท่อโลหะสำหรับระบบป้องกันอัคคีภัยในงานก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ เพื่อให้ได้งานเชื่อมที่มีคุณภาพ แข็งแรง ปลอดภัย และลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

2.1.1 การเชื่อมโดยทั่วไป

การเชื่อมโลหะ (Welding) เป็นหนึ่งในกระบวนการที่สำคัญที่สุดในอุตสาหกรรมการผลิตและการก่อสร้างในปัจจุบัน โดยเป็นเทคนิคที่ใช้ในการรวมหรือเชื่อมต่อชิ้นส่วนโลหะเข้าด้วยกันอย่างถาวร ด้วยการให้ความร้อนสูงจนทำให้โลหะหลอมเหลวและเชื่อมติดกัน กระบวนการนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการผลิตชิ้นส่วนขนาดใหญ่ การก่อสร้างโครงสร้างต่างๆ และการซ่อมบำรุง ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความปลอดภัย และอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ต่างๆ

หัวข้อในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมที่เป็นรากฐานของการเชื่อมโลหะ ทั้งในแง่ของปฏิกิริยาทางเคมีและการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยังครอบคลุมถึงประวัติความเป็นมาของการเชื่อม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงวิวัฒนาการของเทคนิคการเชื่อมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และความท้าทายที่ผู้คนในอดีตต้องเผชิญ รวมถึงบทบาทสำคัญของการเชื่อมโลหะในการขับเคลื่อนการพัฒนาในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การก่อสร้าง ยานยนต์ และอุตสาหกรรมการผลิตอื่นๆ

การทำความเข้าใจในหลักการพื้นฐาน ประวัติศาสตร์ และความสำคัญของกระบวนการเชื่อมโลหะ จะช่วยวางรากฐานความรู้ที่จำเป็นสำหรับการศึกษาและพัฒนาเทคนิคการเชื่อมที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับงานต่างๆ ต่อไปในอนาคต

หลักการพื้นฐานของการเชื่อมโลหะ

การเชื่อมโลหะเป็นกระบวนการที่อาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านฟิสิกส์และเคมีเป็นพื้นฐาน โดยกระบวนการนี้ต้องใช้ความร้อนสูงในการหลอมละลายบริเวณที่ต้องการเชื่อมของโลหะ จากนั้นจึงปล่อยให้เย็นตัวและแข็งตัว ซึ่งจะเกิดการพันธะยึดเหนี่ยวระหว่างชิ้นโลหะเข้าด้วยกัน (Lippold, 2014)

ในด้านฟิสิกส์ แหล่งกำเนิดความร้อนที่ใช้ในการเชื่อมอาจมาจากหลายแหล่ง เช่น การเผาไหม้ของแก๊ส การอาร์กไฟฟ้า หรือการใช้ลำแสงจากเลเซอร์หรือลำแสงอิเล็กตรอน เมื่อความร้อนสูงทำให้บริเวณที่ต้องการเชื่อมหลอมละลาย การควบคุมการถ่ายเทความร้อนให้เหมาะสมจึงมีความสำคัญในกระบวนการเชื่อม เพื่อป้องกันไม่ให้โลหะเสียรูปหรือมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติจากความร้อนสูงเกินไป (Lippold, 2014)

ในด้านเคมี เมื่อโลหะถูกให้ความร้อนสูงจะเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ขึ้น เช่น การเปลี่ยนเฟสจากของแข็งเป็นของเหลว การดูดซับแก๊สจากบรรยากาศโดยรอบ รวมถึงการเกิดปฏิกิริยากับสารเติม เช่นฟลักซ์ ซึ่งหากไม่มีการควบคุมอย่างเหมาะสมอาจนำไปสู่การเสื่อมสภาพของโลหะและลดคุณภาพของรอยเชื่อม (Houldcroft, 1990)

หลักการสำคัญของแต่ละเทคนิคการเชื่อมมีความแตกต่างกัน เช่น การเชื่อมด้วยไฟฟ้าใช้หลักการของการสร้างประกายไฟระหว่างขั้วไฟฟ้ากับชิ้นงาน ซึ่งจะให้ความร้อนสูงทำให้โลหะหลอมละลาย ขณะที่การเชื่อมด้วยแก๊สใช้หลักการการเผาไหม้ของแก๊สที่ให้ความร้อนสูงในการหลอมโลหะ (Vural, 2014; Houldcroft, 1990) การเข้าใจหลักการพื้นฐานของแต่ละเทคนิคจะช่วยให้สามารถเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนควบคุมและปรับปรุงกระบวนการเพื่อให้ได้รอยเชื่อมที่มีคุณภาพ

โดยสรุป กระบวนการเชื่อมโลหะต้องอาศัยหลักการทั้งทางด้านฟิสิกส์และเคมีเป็นรากฐาน ซึ่งครอบคลุมถึงการให้ความร้อน การถ่ายเทความร้อน ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นกับโลหะ หลักการของเทคนิคการเชื่อมแต่ละแบบ ตลอดจนปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อคุณสมบัติและคุณภาพของรอยเชื่อม การเข้าใจหลักการเหล่านี้จะเป็นรากฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงเทคโนโลยีการเชื่อมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ประวัติความเป็นมาของการเชื่อมโลหะ

แม้ว่ามนุษย์จะรู้จักการเชื่อมโลหะมาตั้งแต่สมัยโบราณกาล แต่กระบวนการเชื่อมในระดับอุตสาหกรรมเริ่มพัฒนาอย่างจริงจังในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 19 ด้วยการประดิษฐ์เครื่องเชื่อมไฟฟ้าแรกๆ เช่น กระบวนการเชื่อมด้วยลวดหุ้มฟลักซ์ (Shielded Metal Arc Welding) ในปี ค.ศ. 1800 ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของอุตสาหกรรมการเชื่อมสมัยใหม่ (Yu, 2008; Nadkarni, 1981)

หลังจากนั้นการเชื่อมได้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การสร้างรถยนต์ในสหรัฐอเมริกา ซึ่งใช้กระบวนการเชื่อมแบบต่อเนื่องในการประกอบชิ้นส่วน หรือการเชื่อมในอุตสาหกรรมก่อสร้างเพื่อสร้างโครงสร้างขนาดใหญ่ เป็นต้น (Yu, 2008; David & DebRoy, 1992) อย่างไรก็ตาม ในช่วงเริ่มแรกกระบวนการเชื่อมก็ยังคงมีข้อจำกัดและปัญหาหลายประการ เช่น ความยากในการควบคุมคุณภาพ ผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงปัญหามลพิษและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ในช่วงกลางคริสต์ศตวรรษที่ 20 องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ เช่น องค์การมาตรฐานสากล (ISO) และสมาคมวิศวกรรมเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา (ASME) ได้มีบทบาทสำคัญในการกำหนดมาตรฐานและแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับกระบวนการเชื่อมในอุตสาหกรรมต่างๆ ช่วยยกระดับคุณภาพและความปลอดภัยของงานเชื่อม (Nadkarni, 1981)

จากจุดเริ่มต้นอันเรียบง่ายในอดีต กระบวนการเชื่อมได้พัฒนามาอย่างต่อเนื่อง มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อแก้ไขข้อจำกัดและเพิ่มประสิทธิภาพ จนในปัจจุบันเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างมากในอุตสาหกรรมทุกแขนง ทั้งในด้านการผลิต การก่อสร้าง การซ่อมแซมและบำรุงรักษา

ความสำคัญของกระบวนการเชื่อมโลหะในปัจจุบัน

ในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง การเชื่อมใช้ในการสร้างโครงสร้างขนาดใหญ่ต่างๆ เช่น ตึกระฟ้า สะพาน อุโมงค์ รวมถึงการต่อท่อและการประกอบชิ้นส่วนโครงสร้าง ในขณะที่อุตสาหกรรมยานยนต์ใช้การเชื่อมในกระบวนการผลิตตัวถังและชิ้นส่วนต่างๆ ของรถยนต์อย่างแพร่หลาย

นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้การเชื่อมในอุตสาหกรรมพิเศษอื่นๆ เช่น การสร้างยานอวกาศและเครื่องบิน ซึ่งต้องการความแข็งแรงพิเศษ หรืออุตสาหกรรมพลังงานทดแทน เช่น การผลิตกังหันลม ซึ่งมีการใช้เทคนิคการเชื่อมในการประกอบชิ้นส่วนขนาดใหญ่ (Vural, 2014)

การเชื่อมยังมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น เทคโนโลยีการผลิตแบบเพิ่มเติม (additive manufacturing) ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการเชื่อมที่มีประสิทธิภาพสูงในการหลอมรวมโลหะหรือพอลิเมอร์เป็นชั้นๆ เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์แบบ 3 มิติ

ประเด็นสำคัญอีกประการหนึ่งคือบทบาทของการเชื่อมในการลดการใช้พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยกระบวนการที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบา แต่มีความแข็งแรงสูง จึงช่วยประหยัดการใช้วัสดุและพลังงานในการผลิตและขนส่ง นอกจากนี้ยังช่วยลดของเสียและมลพิษในกระบวนการผลิตหลายขั้นตอน (

โดยสรุป กระบวนการเชื่อมโลหะมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการขับเคลื่อนความก้าวหน้าทางอุตสาหกรรมในยุคปัจจุบัน ทั้งในแง่ของการผลิต การก่อสร้าง การนำมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีใหม่ๆ และการสนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืน จึงนับเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สังคมไม่อาจขาดได้

2.1.2 กระบวนการเชื่อมต่างๆ

กระบวนการเชื่อมโลหะมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมต่างๆ ทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมการผลิต การก่อสร้าง ยานยนต์ และอากาศยาน เนื่องจากการเชื่อมช่วยให้สามารถผลิตและประกอบชิ้นส่วนหรือโครงสร้างขนาดใหญ่ได้อย่างแข็งแรง ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ

ในบรรดากระบวนการเชื่อมทั้งหมด การเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Arc Welding) และการเชื่อมด้วยแก๊ส (Gas Welding) ถือเป็น 2 กระบวนการหลักที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด โดยการเชื่อมด้วยไฟฟ้าจะใช้แรงดันไฟฟ้าสูงในการสร้างประกายไฟหรืออาร์กระหว่างขั้วไฟฟ้ากับชิ้นงาน เพื่อให้ความร้อนสูงจนโลหะหลอมละลาย ขณะที่การเชื่อมแก๊สใช้หลักการของการเผาไหม้ระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับแก๊สออกซิเจนในการให้ความร้อนสูงแก่โลหะ

ทั้งสองกระบวนการนี้มีหลักการและวิธีการทำงานที่แตกต่างกัน แต่ก็มีวัตถุประสงค์เดียวกันคือการหลอมละลายโลหะและทำให้เกิดการเชื่อมติดกันของชิ้นงาน โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตและงานก่อสร้างได้อย่างหลากหลาย รวมถึงการผสมผสานหรือดัดแปลงเทคนิคพิเศษต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน ความแข็งแรงที่ต้องการ รวมถึงวัสดุและขนาดของชิ้นงาน

การเข้าใจหลักการพื้นฐานของการเชื่อมด้วยไฟฟ้าและการเชื่อมด้วยแก๊ส จึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเลือกใช้กระบวนการให้เหมาะสมกับความต้องการ และสามารถควบคุมกระบวนการให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณภาพสูงสุด

การเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Arc Welding)

การเชื่อมด้วยไฟฟ้าเป็นหนึ่งในกระบวนการเชื่อมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด โดยอาศัยหลักการของการสร้างประกายไฟหรืออาร์กระหว่างขั้วไฟฟ้าและชิ้นงาน เพื่อให้ความร้อนสูงจนโลหะหลอมละลาย จากนั้นจึงปล่อยให้เย็นตัวและเกิดการแข็งตัวเป็นรอยเชื่อมที่เชื่อมต่อชิ้นงานเข้าด้วยกัน หลักการทำงานของการเชื่อมด้วยไฟฟ้า เริ่มจากการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหรือกระแสตรงสูงๆ ผ่านลวดเชื่อมโลหะ (Electrode) ไปยังชิ้นงานโลหะที่ต้องการเชื่อม เมื่อลวดเชื่อมโลหะเข้าใกล้ชิ้นงานมากพอ จะเกิดประกายไฟขึ้นระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ซึ่งประกายไฟหรืออาร์กนี้มีอุณหภูมิสูงถึง 10,000 องศาฟาเรนไฮต์ จึงสามารถหลอมละลายและเชื่อมต่อชิ้นงานโลหะได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 แสดง การเชื่อมไฟฟ้า

รูปที่ 2.1 แสดง การเชื่อมไฟฟ้า

จากภาพที่ 2.1 การเชื่อมด้วยไฟฟ้าเป็นวิธีการวิธีเชื่อมโลหะโดยการทำให้โลหะหลอมละลายพร้อม ๆ กับลวดเชื่อม ด้วยกระแสไฟฟ้า มีหลากหลายประเภทของการเชื่อมด้วยไฟฟ้า เช่น

- การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shielded Metal Arc Welding - SMAW)
- การเชื่อมด้วยท่อหุ้มแก๊สคลุมด้วยลวดเชื่อมโลหะเปล่า (Gas Metal Arc Welding - GMAW)
- การเชื่อมด้วยท่องแก๊สเถ้าแก๊สคลุมด้วยลวดเทงสเตน (Gas Tungsten Arc Welding - GTAW) โดยแต่ละประเภทจะมีวิธีการ อุปกรณ์ที่ใช้ และข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป

การควบคุมและปรับปรุงคุณภาพการเชื่อมในกระบวนการเชื่อมด้วยไฟฟ้านั้น สามารถทำได้โดยการควบคุมปัจจัยต่างๆ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า อัตราการป้อนลวดเชื่อม ความเร็วในการเชื่อม ตลอดจนการจัดการบรรยากาศโดยรอบขณะทำการเชื่อม เพื่อป้องกันการเกิดรอยบุบ รอยร้าว และการเกิดสนิมในรอยเชื่อม

นอกจากนี้ ยังมีเทคนิคพิเศษสำหรับกระบวนการเชื่อมด้วยไฟฟ้าบางประเภท เช่น การใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าในการควบคุมทิศทางการไหลของโลหะหลอมละลาย เพื่อปรับปรุงรูปร่างรอยเชื่อม (Naidu et al., 2003) หรือการใช้การสั่นสะเทือนความถี่สูงเพื่อควบคุมการแข็งตัวของโลหะเหลว ซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณภาพและความแข็งแรงของรอยเชื่อม

แม้ว่าการเชื่อมด้วยไฟฟ้าจะมีข้อดีในด้านความรวดเร็ว สามารถใช้ได้กับหลากหลายชนิดของโลหะ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดและความท้าทายบางประการ เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้าสูง การปลดปล่อยไอระเหยและฝุ่นละอองที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ รวมถึงความต้องการทักษะฝีมือที่สูงในการควบคุมปัจจัยต่างๆ (Naidu et al., 2003)

อย่างไรก็ตาม ด้วยข้อดีที่หลากหลาย ทำให้การเชื่อมด้วยไฟฟ้ายังคงเป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมต่างๆ ทั่วโลก และมีการวิจัยพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และคุณภาพของการเชื่อม

การเชื่อมแก๊ส (Gas Welding)

การเชื่อมแก๊สเป็นอีกหนึ่งกระบวนการเชื่อมที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยอาศัยหลักการของการเผาไหม้ระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงกับแก๊สออกซิเจนเพื่อให้ความร้อนสูงแก่บริเวณที่ต้องการเชื่อมจนโลหะหลอมละลาย จากนั้นจึงปล่อยให้เย็นตัวและเกิดการแข็งตัวเป็นรอยเชื่อม

หลักการทำงานของการเชื่อมแก๊ส คือการนำแก๊สเชื้อเพลิง เช่น อะเซทิลีน โปรเพน หรือไฮโดรเจน มาผสมกับแก๊สออกซิเจนในอัตราส่วนที่เหมาะสม จากนั้นจึงจุดติดไฟเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิสูงมาก ความร้อนจากการเผาไหม้นี้จะถูกนำมาใช้ในการหลอมละลายบริเวณที่ต้องการเชื่อมของชิ้นงานโลหะ เพื่อให้เกิดการเชื่อมติดกันของโลหะ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 แสดงการเชื่อมแก๊ส

รูปที่ 2.2 แสดง การเชื่อมแก๊ส

จากภาพที่ 2.2 การเชื่อมแก๊สเกิดจากขบวนการที่ทำให้โลหะประสานกัน โดยการให้ความร้อนกับโลหะงานจนถึง อุณหภูมิที่โลหะชนิดนั้นหลอมละลาย โลหะเมื่อหลอมละลายจะรวมตัวเข้าเป็นเนื้อเดียวกันมีหลายประเภทของการเชื่อมแก๊ส เช่น

- การเชื่อมด้วยแก๊สออกซิเจนและแก๊สอะเซทิลีน
- การเชื่อมด้วยแก๊สคลุมอาร์กโลหะหลอมละลาย (Metal Active Gas Welding - MAG)

การควบคุมคุณภาพในกระบวนการเชื่อมแก๊สมีความสำคัญมาก เนื่องจากมีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลกระทบ เช่น การควบคุมอัตราการไหลของแก๊ส อัตราส่วนผสมของแก๊ส รวมถึงเทคนิคการเชื่อมให้เหมาะสมกับประเภทของโลหะและลักษณะงาน หากไม่สามารถควบคุมได้ดีพออาจทำให้รอยเชื่อมมีคุณภาพต่ำ เกิดรอยบุบ รอยร้าว หรือการเกิดสนิมกร่อนในรอยเชื่อม

แม้ว่าการเชื่อมด้วยไฟฟ้าจะได้รับความนิยมมากกว่า แต่การเชื่อมแก๊สก็ยังคงมีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น

- อุตสาหกรรมการก่อสร้าง ใช้ในการเชื่อมงานโครงสร้างเหล็กขนาดเบา
- งานซ่อมบำรุงและซ่อมแซม เนื่องจากความสามารถในการเคลื่อนย้ายและทำงานได้ในพื้นที่จำกัด

นอกจากนี้ การเชื่อมแก๊สยังได้รับความนิยมในงานช่างฝีมือและการสร้างงานประณีต เนื่องจากให้ความร้อนสูงแต่สามารถควบคุมบริเวณที่ให้ความร้อนได้อย่างแม่นยำ เหมาะสำหรับการเชื่อมงานที่มีขนาดเล็ก แต่ต้องการความละเอียดและความประณีตสูง

โดยสรุป แม้จะมีข้อจำกัดในด้านประสิทธิภาพและความสามารถในการประยุกต์ใช้บางประการ แต่การเชื่อมแก๊สก็ยังคงมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะในงานที่ต้องการคุณภาพและความประณีตสูง หรืองานที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ในการปฏิบัติงาน

การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพรอยเชื่อม

การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพรอยเชื่อมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากรอยเชื่อมที่มีคุณภาพต่ำอาจนำไปสู่ความเสี่ยงต่อความปลอดภัย การทำงานผิดพลาด หรืออันตรายร้ายแรงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานที่ต้องการความแข็งแรงและความน่าเชื่อถือสูง เช่น งานก่อสร้าง งานผลิตชิ้นส่วนอากาศยาน เป็นต้น

สำหรับเทคนิคการตรวจสอบรอยเชื่อมแบบไม่ทำลาย (Non-Destructive Testing - NDT) นั้น ได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน อาทิ

- การตรวจสอบด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงหรือคลื่นเหนือเสียง (Ultrasonic Testing - UT)
- การตรวจสอบด้วยการถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์หรือรังสีแกมมา (Radiographic Testing - RT)
- การตรวจสอบด้วยการหมุนเหวี่ยงอนุภาคสนามแม่เหล็ก (Magnetic Particle Inspection - MPI)

เทคนิคเหล่านี้ช่วยให้สามารถตรวจพบข้อบกพร่องหรือรอยร้าวในรอยเชื่อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ต้องทำให้ชิ้นงานเสียหาย ทำให้สามารถควบคุมและกำจัดรอยเชื่อมที่มีคุณภาพต่ำออกจากสายการผลิตได้

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบเครื่องเรียงกระแส (Rectifier Type DC welding machine)

เครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบเครื่องเรียงกระแสประกอบด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า และซิลิกอนหรือซิลิเนียมที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟสลับให้เป็นกระแสตรง ซึ่งซิลิกอนและซิลิเนียมนั้น เป็นสารกึ่งตัวนำไฟฟ้าที่ยอมให้อีเลคตรอนไหลผ่านได้สะดวกเพียงทางเดียว ส่วนอีกทิศทางหนึ่งอีเลคตรอนจะไหลผ่านไม่สะดวก เครื่องเชื่อมนี้สามารถใช้งานได้ทั้งไฟDCEP และไฟ DCEN อุปกรณ์ประกอบหลักภายในเครื่องไม่มีการเคลื่อนที่ ยกเว้นพัดลมระบายความร้อนเท่านั้น. เครื่องเชื่อมชนิดนี้ จึงสามารถทำงานได้อย่างเงียบเชียบและบำรุงรักษาน้อย สำหรับกระแสไฟที่ป้อนเข้าเครื่องจะเป็นแบบ 3 เฟส แต่มอเตอร์ระบายความร้อนจะเป็นแบบ 1 เฟส ดังแสดงในรูปที่ 2.3 แสดงเครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบเครื่องเรียงกระแส

รูปที่ 2.3 แสดงเครื่องเชื่อมกระแสตรงแบบเครื่องเรียงกระแส

2. หัวจับลวดเชื่อม (Electrode Holder)

เป็นหัวจับยึดลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันออกไปแล้วแต่ผู้ผลิตจะออกแบบ การเลือกใช้ ขนาดของหัวเชื่อมขึ้นอยู่กับกระแสสูงสุดที่ใช้ในการเชื่อม ที่สำคัญคือ ต้องไม่หนักจนเกินไป ไม่ร้อนเร็ว มีรูปร่างและ สัดส่วนพอเหมาะในการจับ ขณะใช้งานต้องจับและปล่อยลวดเชื่อมได้สะดวก ต้องมีฉนวนหุ้มอย่างดี ดังแสดงในรูปที่ 2.4 แสดงหัวจับลวดเชื่อม

รูปที่ 2.4 แสดงหัวจับลวดเชื่อม

3. สายเชื่อม (Welding Cable)

สายเชื่อมจะทำ หน้าที่เป็นทางผ่านของกระแสไฟที่ผลิตจากเครื่องเชื่อมไปยังบริเวณการอาร์ก สายเชื่อมนี้จะมี 2 เส้ นเส้ นหนึ่งจะต่อจากเครื่องเชื่อมไปยังหัวเชื่อม อีกเส้ นหนึ่งจะต่อจากเครื่องเชื่อมไปยังชิ้นงาน ภายในประกอบด้ วย ลวดทองแดงเส้นเล็ก ๆ จำนวนมากพันกันเป็นเกลียวคล้ายเชือก มีฉนวนหุ้ มโดยรอบ สายเชื่อมต้ องมีลักษณะอ่อนตัว ได้ดี (Flexible) จำนวนของเส้นลวดต้องมีปริมาณเพียงพอ หรือเมื่อรวมกันเป็นสายเชื่อมแล้วต้องมีขนาดโตพอเหมาะ กับความสามารถของเครื่องเชื่อม และระยะห่างจากเครื่องเชื่อมไปยังชิ้นงานที่จะเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 2.5 แสดงสายเชื่อม

รูปที่ 2.5 แสดงสายเชื่อม

4. หัวจับสายดิน (Ground Clamp)

เป็นหัวจับที่ต่อเข้ากับสายเชื่อม ซึ่งต่อจากเครื่องเชื่อมมายังชิ้นงาน หัวจับสายดินจะจับเข้ากับชิ้นงานที่จะเชื่อม ทาให้วงจรเชื่อมครบวงจร ถ้าหัวจับสายดินไม่แน่นหรือจุดหนึ่งจุดใดในวงจรการเชื่อมหลวมจะสูญเสียพลังงาน และสายเชื่อม (Cable) จะร้อนเร็ว ดังแสดงในรูปที่ 2.6 แสดงหัวจับสายดิน

รูปที่ 2.6 แสดงหัวจับสายดิน

5. ลวดเชื่อมไฟฟ้า (Electrode)

ลวดเชื่อมไฟฟ้าจะทำหน้าที่เป็นตัวอาร์กกับโลหะงาน ทำให้เกิดความร้อนสูง จนกระทั่งโลหะงานหลอมละลาย ในขณะเดียวกันตัวมันเองก็หลอมละลาย และจะเติมลงบนเนื้อโลหะเชื่อม และเมื่อเย็นตัวลงจะแข็งตัวกลายเป็นแนวเชื่อม เพื่อให้ได้แนวเชื่อมที่แข็งแรงเนื้อโลหะรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน ลวดเชื่อมและโลหะงานที่จะนำมาเชื่อม จะต้องเป็นโลหะชนิดเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.7 แสดงลวดเชื่อมไฟฟ้า

รูปที่ 2.7 แสดงลวดเชื่อมไฟฟ้า

การเลือกลวดเชื่อมตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

1. ชิ้นงานหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร แนวไม่ดีมากนัก ใช้ลวดเชื่อม ชนิด A2 หรือ R2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร
2. *ลวดเชื่อม*ขนาดเล็ก วางชิ้นงานชิดกัน ประกอบจับยึดอย่างดี ใช้ลวดเชื่อมชนิด R3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 และ 2.5 มิลลิเมตร
3. การเชื่อมรากแนวรอยต่อบางงานตัววี เชื่อมทะลุจากด้านเดียว ชิ้นงานหนามากกว่า 6 มิลลิเมตร คุณภาพปานกลางและธรรมดา ใช้ลวดเชื่อม R3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.25 มิลลิเมตร
4. การเชื่อมรากแนวรอยต่อบากงานตัววีเชื่อมทะลุจากด้านเดียวต้องการคุณภาพสูง โดยเฉพาะการเชื่อมท่อใช้ลวดชนิด RR6 หรือชนิด RR8 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 มิลลิเมตร ในกรณีพิเศษการเชื่อมท่าตั้งเชื่อมลงใช้ลวดเชื่อมชนิด C4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.25 มิลลิเมตร ใช้ลวดเชื่อมชนิดพิเศษสำหรับการเชื่อมท่าตั้งเชื่อมลง
5. การเชื่อมเดินแนวและแนวปิดรอยต่อบากงานตัววี และตัวเอกซ์ทุกท่าเชื่อมและรอยต่อตัวทีเชื่อมชิ้นงานที่หนาไม่เกิน 20 มิลลิเมตร ใช้ลวดเชื่อมชนิด RR6 หรือ RR8 , AR7 หรือ A5, PR11, AR11 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.25 ถึง 6 มิลลิเมตร แตกต่างกันตามความหนาชิ้นงานและท่าเชื่อม
6. รอยต่อตัวทีในที่แคบ ๆ ใช้ลวดชนิด A5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.25 ถึง 6 มิลลิเมตร กำจัดขี้ตะกรันง่ายและดี
7. การเชื่อมรอยต่อตัวทีเชื่อมลง ชิ้นงานหนาไม่เกิน 12 มิลลิเมตร และเชื่อมโลหะแผ่นบางรอยต่อตัวไอใช้ลวดเชื่อมชนิด R(C) หรือ RR(C)6 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-4 มิลลิเมตร แตกต่างกันตามความหนาชิ้นงาน
8. การเชื่อมท่าตั้งเชื่อมขึ้นที่งานหนาไม่เกิน 20 มิลลิเมตร ใช้ลวดเชื่อมชนิด A5, RR6 หรือ RR8 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.25-4 มิลลิเมตร

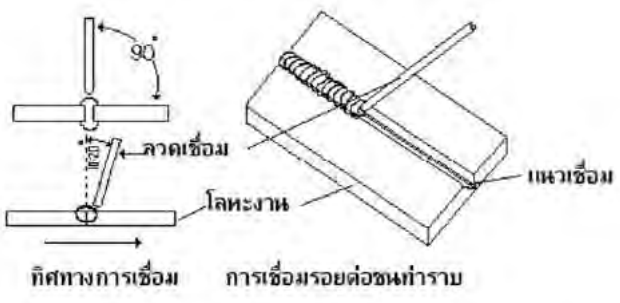
ตำแหน่งท่าเชื่อมไฟฟ้า

ในการเชื่อมไฟฟ้าจะมีท่าเชื่อมในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. การเชื่อมต่อเกยในท่าราบ การเชื่อมต่อเกยท่าราบเป็นแบบของรอยต่อที่นิยมใช้กันมาก ใน งานอุตสาหกรรม ด้านต่าง ๆ จัดเป็นรอยต่อที่ประหยัด ไม่เสียเวลาในการเตรียมงาน รอยต่อเกย จะมีความ แข็งแรงสูงสุดเมื่อเชื่อมรอยต่อทั้งสองด้าน ในการเชื่อมจะต้องไม่ใช้กระแสไฟสูงเกินไป มุมของลวดเชื่อม ในขณะเชื่อมประมาณ 45 - 60 องศา การเคลื่อนไหวลวดเชื่อมจะเป็นลักษณะ เดินหน้า ถอยหลัง ไปตามแนว เชื่อม การเคลื่อนไหวลวดเชื่อมเช่นนี้จะเป็นการอุ่นโลหะงานให้ร้อน ล่วงหน้าก่อนที่จะเชื่อมไปถึง ซึ่งจะท าให้ รอยเชื่อมนูนสมบูรณ์ และป้องกันไม่ให้สแลคหลอม เหลวไหลล้ำหน้ารอยเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อเกยในท่าราบ

รูป 2.8 การเชื่อมต่อเกยในท่าราบ

2. การเชื่อมรอยต่อชนท่าราบ รอยต่อชนท่าราบเป็นรอยต่อที่ใช้กันมากส าหรับการต่อ โลหะ งานทั่วไป โลหะงานซึ่งหนาเกิน 1/4 นิ้ว เมื่อทำ การเชื่อมรอยต่อทั้งสองด้านแล้วจะเป็น รอยต่อที่มีประสิทธิภาพ สูงมาก การที่จะให้รอยเชื่อมมีความแข็งแรงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาด ของการซึมลึกของรอยเชื่อม ขนาดของการซึมลึกจะขึ้นอยู่กับขนาดของลวดเชื่อมและกระแสที่ใช้ ในการเชื่อม ส าหรับงานที่มีความหนา 3/16 นิ้ว เมื่อเชื่อมรอยต่อเพียงด้านเดียว รอยต่อจะเว้นระยะ ไว้เสมอ การเชื่อมรอยต่อชนท่าราบจะต้องปรับกระแสให้ เหมาะกับลวดเชื่อม ขณะเชื่อมลวดเชื่อม จะต้องเอียงไปข้างหน้า 10 - 20 องศาตามทิศทางที่ลวดเชื่อมเคลื่อนที่ไป ดังแสดงในรูปที่ 2.9 การ เชื่อมต่อชนท่าราบ



รูป 2.9 การเชื่อมต่อชนท่าราบ

3. การเชื่อมรอยต่อรูปตัวทีในท่าราบ การเชื่อมรอยต่อชนรูปตัวที จะต้องปรับกระแสไฟให้สูง พอที่จะทำให้โลหะหลอมเหลวจนไหลได้ง่าย เพื่อทำให้เกิดการซึมลึกลงไปจนถึงส่วนล่างสุดของรอยต่อ การบังคับลวดเชื่อมไปยังมุมของรอยต่อ ต้องชี้อยู่บนโลหะแผ่นตั้งมากกว่าแผ่นนอน พร้อมกับเอียงลวดเชื่อมไป ข้างหน้าประมาณ 30 - 40 องศา พยายามเคลื่อนลวดเชื่อมด้วยความเร็วสม่ำเสมอ และมีการเดินหน้าถอยหลัง ในระยะสั้น เพื่อเป็นการอุ่นงานส่วนล่างสุดของรอยต่อ และยัง ป้องกันสแลคหลอมเหลว ล้ำหน้ารอยเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 2.10 การเชื่อมต่อแบบตัวที

รูป 2.10 การเชื่อมต่อแบบตัวที

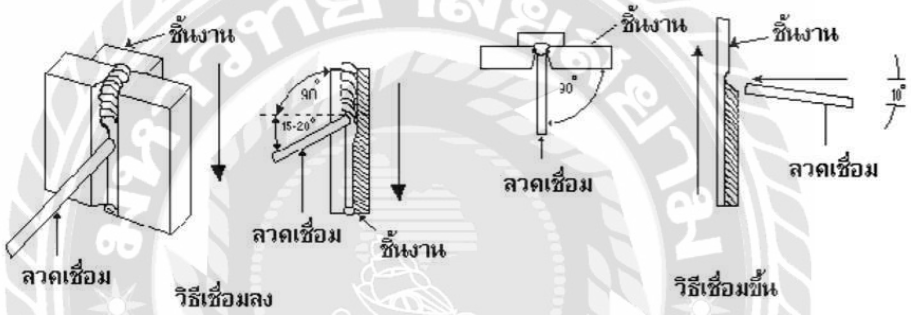
4. การเชื่อมในท่าขนานนอน การเชื่อมรอยต่อแบบต่าง ๆ ในท่าขนานนอน การบังคับลวดเชื่อมจะต้องบังคับให้ลวดเชื่อมชี้ขึ้นเป็นมุม 20 องศา เพื่อใช้แรงผลักดันจากการอาร์ค ช่วยพยุงให้โลหะที่ หลอมเหลวในแอ่งไหลลงมาไหลย้อนขึ้นไปกับรอยเชื่อม นอกจากนี้จะต้องเอียงลวดเชื่อมเป็นมุม 20 องศาใน ทิศทางการเคลื่อนที่ของลวดเชื่อมด้วย เช่นเดียวกับการเชื่อมในท่าราบ ดังแสดงในรูปที่ 2.11 การเชื่อมท่าขนานนอน

รูป 2.11 การเชื่อมท่าขนานนอน

5. การเชื่อมในท่าตั้ง การฝึกหัดท่าเชื่อมลักษณะนี้แบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ

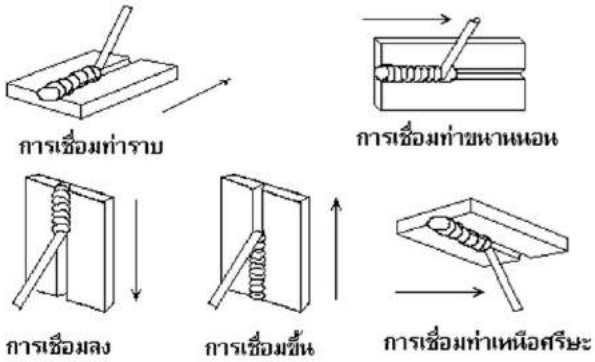
การเชื่อมขึ้น (Up Hill) มีเทคนิคที่สำคัญ คือการบังคับให้ลวดเชื่อมตั้งฉากกับพื้นผิว โลหะงานและการเอียงลวดเชื่อมทำ มุมชี้ขึ้นไม่เกิน 10 องศา การปรับกระแสควรปรับให้มีกระแสค่อนข้างสูง เสมอ ขณะท าการเชื่อมควรเคลื่อนไหวลวดเชื่อมเป็นแบบยกขึ้น แล้วลดต่ำลงมาที่แอ่งโลหะหลอมเหลวเป็น ระยะประมาณ 2 นิ้ว แต่ระวังอย่าให้การอาร์คดับ

การเชื่อมลง (Down Hill) จะต้องปรับกระแสให้เพิ่มขึ้น เอียงลวดเชื่อมทำมุมชี้ ขึ้นประมาณ 15 - 20 องศา และบังคับ ลวดเชื่อมให้ตั้งฉากกับผิวหน้าของโลหะงาน ขณะเชื่อมควรใช้ระยะอาร์คสั้น ๆ เพราะตามปกติแล้วสแลค จะละลายไหลล้ำหน้ารอยเชื่อม เมื่อเห็นว่าสแลค ไหลพยายามลดระยะอาร์คให้สั้นลง พร้อมกับเพิ่มความเร็วให้ มากขึ้น ถ้าไม่ได้ผลให้เคาะสแลคออกทำความสะอาด แล้วเริ่มเชื่อมต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 2.12 วิธีการเชื่อมลง และ เชื่อมขึ้น



รูป 2.12 วิธีการเชื่อมลง และ เชื่อมขึ้น

6. ท่าเชื่อมเหนือศีรษะ เป็นท่าเชื่อมที่ปฏิบัติยากที่สุด และเกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติมากที่สุด ถ้าหากสวมชุดปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง ที่สำคัญสำหรับการเชื่อมท่าเหนือศีรษะคือ การปรับขนาดของกระแสไฟ ต้องให้สูงไว้ และใช้ระยะอาร์คสั้น ๆ บังคับให้ลวดเชื่อมตั้งฉากกับพื้นผิวโลหะงาน และทำมุมเอียงประมาณไม่ เกิน 10 องศา ตามทิศทางการที่ลวดเชื่อมเคลื่อนที่ไป การเคลื่อนที่ลวดเชื่อมจะเป็นลักษณะเดินหน้าถอยหลัง หรือเคลื่อนไหวลวดเชื่อมแบบส่าย ดังแสดงในรูปที่ 2.13 ลักษณะการเชื่อมแบบต่างๆ

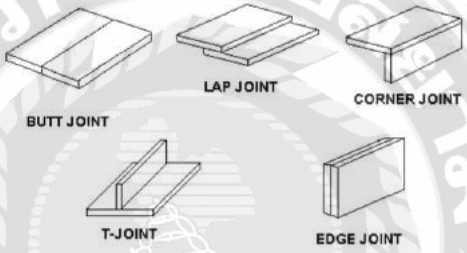


รูป 2.13 ลักษณะการเชื่อมแบบต่างๆ

แบบของรอยต่อเชื่อม

แบบของรอยต่อเชื่อม แบบของรอยต่อเชื่อมต่าง ๆ สามารถแยกออกได้ตามพื้นฐานของรอยต่อเชื่อมเบื้องต้นสำหรับผู้ฝึกปฏิบัติงานใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 2.14 แบบของรอยต่อเชื่อม ได้ดังนี้

1. แบบรอยต่อชน (Butt Joint)
2. แบบรอยต่อเกย (Lap Joint)
3. แบบรอยต่อมุม (Corner Joint)
4. แบบรอยต่อตัวที (T - Joint)
5. แบบรอยต่อขอบ (Edge Joint)



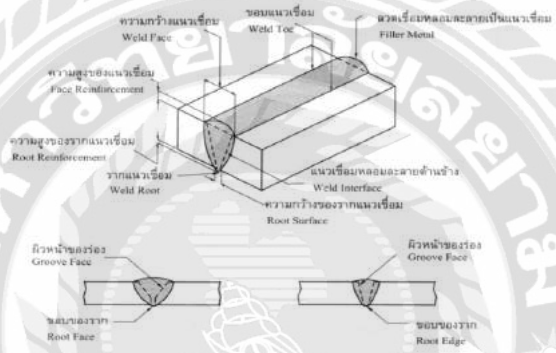
รูป 2.14 แบบของรอยต่อเชื่อม

ก่อนการเชื่อมควรปฏิบัติดังนี้

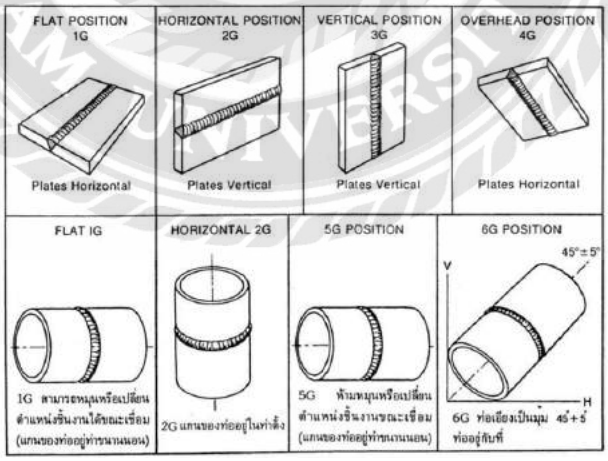
1. การทำความสะอาด (Cleaning) บริเวณรอยต่อชนที่จะเชื่อม และบริเวณข้างเคียง จะต้องปราศจาก สนิม สี น้ำมัน และสิ่งไม่พึงประสงค์อื่นๆ ขี้เชื่อม (Slag) จะต้องทำการเคาะออกให้หมด

2. การประกอบปลายท่อ (CORRECTION OF FIT-UP) ก่อนเชื่อมการประกอบท่อจะต้องมี ระยะห่างตามที่กำหนด และมีความคลาดเคลื่อน แนวยาวตามท่อไม่เกิน 2 มม และ ตามเส้นรอบวงของท่อไม่เกิน 3 มม. เมื่อต่อชนกัน

3. วิธีเชื่อมให้สอดคล้องกับลักษณะของการบาก ดังแสดงในรูปที่ 2.15 แสดงส่วนต่างๆ ของแนวเชื่อมบากงาน



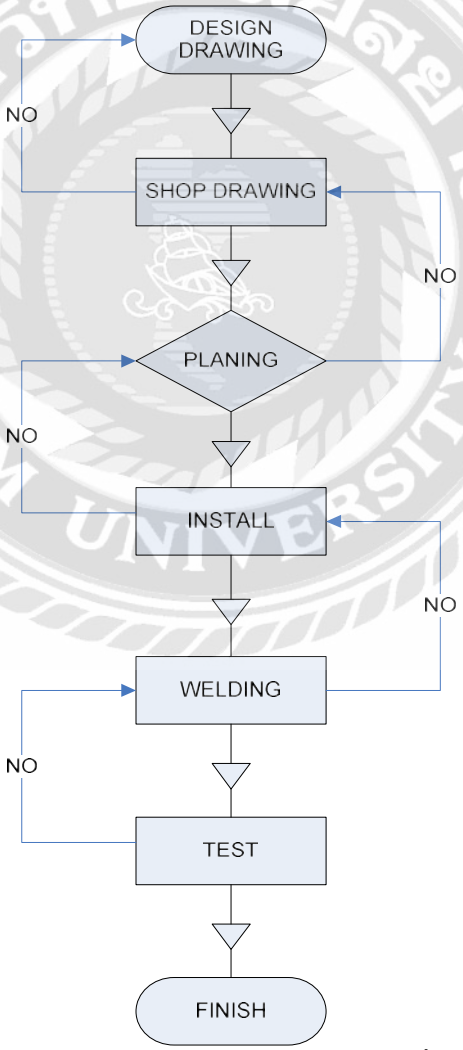
รูป 2.15 แสดงส่วนต่างๆ ของแนวเชื่อมบากงาน



รูป 2.16 ตำแหน่งท่าเชื่อมต่างๆ

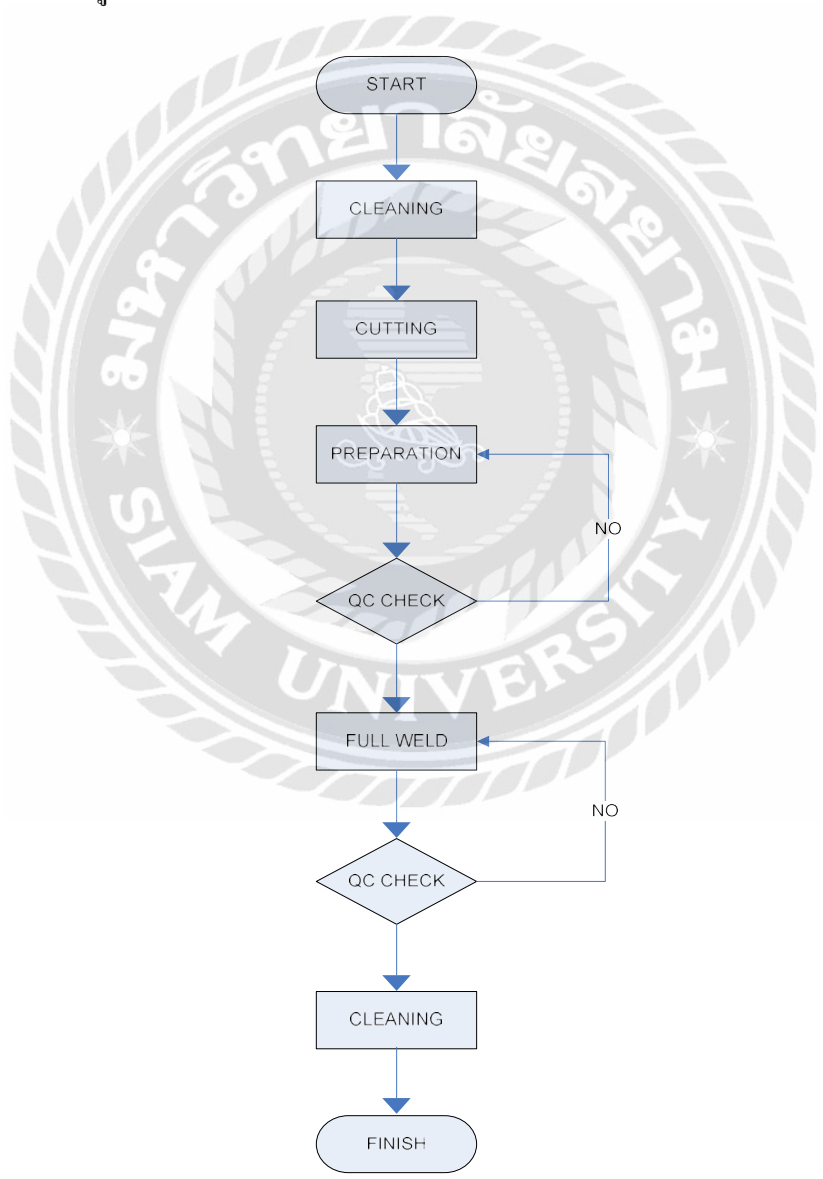
2.2 กระบวนการเชื่อมในการวิจัย

ในการศึกษา การลดความผิดพลาด งานเชื่อมท่อในหน่วยงานก่อสร้าง จะเริ่มต้น จากการศึกษาจากแบบ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการทำงานโดยศึกษาจากแบบดีไซน์ (Design Drawing) และนำมาทำเป็น แบบที่เขียนขึ้นมาเพื่อใช้ทำงานจริง (Shop Drawing) เพื่อทำการอนุมัติก่อนติดตั้ง จากนั้นก็จะเป็นขั้นตอนของการวางแผนการเชื่อม (Planning) ว่าจะทำการเชื่อมแบบไหน ลักษณะหน้างานการเชื่อมเป็นอย่างไร เชื่อมในพื้นที่สูงหรือไม่ หลังจากนั้นก็จะเป็นขั้นตอนการติดตั้งท่อ และ ขั้นตอนของการเชื่อมท่อ และขั้นตอนสุดท้ายก็จะเป็น การทดสอบท่อ ซึ่งจะทดสอบรอยรั่ว โดยการใช้น้ำสร้างแรงดัน ภายในท่อ เพื่อทดสอบรอยเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 2.17 Flow Chart แสดงกระบวนการเชื่อมท่อ



รูป 2.17 Flow Chart แสดงกระบวนการเชื่อมท่อ

ในส่วนของการเตรียมงานก่อนการเชื่อมท่อ จะมีเตรียมขั้นตอนก่อนการเชื่อมจริง และจะต้องมีแผนกตรวจสอบคุณภาพ ก่อนทำการเชื่อม และหลังของการทำการเชื่อม โดยจะเริ่มควบคุมคุณภาพตั้งแต่การนำท่อมาตรวจสอบ การทำความสะอาดท่อ (Cleaning pipe) การควบคุมการตัดท่อ (Cutting pipe) การลบมุมจากการตัดท่อ การประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ท่อ (Fitting pipe) ซึ่งจะมีแผนกควบคุมคุณภาพมาตรวจสอบ ก่อนการเชื่อม และหลังจากเชื่อมเสร็จ ก็จะมีแผนกควบคุมคุณภาพมาตรวจสอบ มาตรวจสอบรอยเชื่อมอีกครั้ง ถ้าตรวจสอบรอยเชื่อมไม่ผ่าน ก็จะทำการแก้ไขและทำการเชื่อมท่อใหม่อีกครั้ง ถ้าตรวจสอบรอยเชื่อมผ่าน ก็จะเข้าสู่กระบวนการทำความสะอาดท่อ ดังแสดงในรูปที่ 2.18 Flow Chart แสดงขั้นตอนการเชื่อมท่อ



รูป 2.18 Flow Chart แสดงขั้นตอนการเชื่อมท่อ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

งานวิจัยเชิงทฤษฎีมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจและปรับปรุงกระบวนการเชื่อมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยอาศัยแนวคิด ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และเทคนิคการจำลองเพื่ออธิบายและคาดการณ์พฤติกรรมของวัสดุและรอยเชื่อมภายใต้สภาวะต่างๆ

การพัฒนาและประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงทฤษฎีใหม่ๆ เช่นนี้ จะช่วยให้เกิดความก้าวหน้าในการทำความเข้าใจกลไกการเชื่อมที่ซับซ้อน การออกแบบวัสดุและกระบวนการเชื่อมที่เหมาะสม รวมถึงการปรับปรุงคุณภาพและประสิทธิภาพของการเชื่อมในภาคอุตสาหกรรม ทั้งนี้ การบูรณาการผลการศึกษาเชิงทฤษฎีเข้ากับการวิจัยเชิงประยุกต์และการทดลองจะช่วยให้เกิดการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดในเทคโนโลยีการเชื่อมต่อไป

จิตติ คำสวัสดิ์ ตรีเนตร ยิ่งสัมพันธ์เจริญ และ อภชิาติ โรจนโรวรรณ (2558) ได้สรุปว่า กระบวนการต่อวัสดุ เช่น งานเชื่อม (Welding) งานบัดกรี (Brazing และ Soldering) การใช้วัสดุประสาน (Adhesive Bonding) และงานยึดติดเชิงกล (Fasteners) เป็น ขั้นตอนสำคัญในการประกอบชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อากาศยาน อุปกรณ์และเครื่องจักรในกระบวนการผลิต เครื่องมือการแพทย์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ พลังงาน และ ปิโตรเคมี เป็นต้น โดยงานเชื่อมโลหะเป็นกระบวนการที่นำโลหะสองชิ้น อาจจะเป็นโลหะชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดมาทำให้ติดกันหรือเชื่อมต่อกันโดยอาศัยหลักการให้ความร้อน ความดัน หรือทั้งสองอย่าง โดยผิวของโลหะทั้งสองจะหลอม ละลายติดเป็นเนื้อเดียวกัน (Fusion Welding) หรือใช้การละลายโลหะเชื่อมประสานลงไประหว่างช่องว่างของชิ้นงาน สองชิ้นก็ได้ งานเชื่อมเป็นงานที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรม เป็นอย่างมากและจะสามารถสังเกตเห็นได้ว่าเทคนิคในการ เชื่อมมีการพัฒนาไปในหลายรูปแบบจากอดีตจนถึงปัจจุบัน เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การใช้งานและตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า อุตสาหกรรมการเชื่อมจะต้อง ประกอบไปด้วยสามส่วนหลัก ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย ช่างเชื่อม (Welding Workforce) ผู้ผลิต (Welding Supplier) และ ผู้ใช้ (End-Users)

กนกวรรณ จิตต์งามขา สุกาญจนา เลขพัฒน์ และ อันวิดา ทีฆทรัพย์ (2558) ได้แนะนำว่า เครื่องเชื่อมไฟฟ้ามีความสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรม เป็นอย่างมากทั้งในปัจจุบันและอนาคต เครื่องเชื่อม ไฟฟ้านั้นสามารถใช้เชื่อมวัสดุโลหะให้ติดกัน โดยอาศัยความ ร้อนทำให้วัสดุนั้นหลอมละลายและเชื่อมประสานเป็นเนื้อเดียวกัน โลหะที่สามารถนำมาเชื่อมให้ติดกันได้นั้น เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม สเตนเลส เป็นต้น ดังนั้นเครื่องเชื่อมไฟฟ้าจึงเป็น เครื่องมือที่สำคัญทั้งในระดับโรงงานอุตสาหกรรม การก่อสร้าง การขนส่ง หรือแม้กระทั่งสร้างเหล็กดัดสำหรับบ้านเรือนใน ปัจจุบัน

กฤต โง้วธนสุวรรณ (2559) สรุปไว้ว่า คุณภาพงานบริการของผู้รับเหมาต่างจังหวัดที่เจ้าของโครงการได้รับ ต่ำกว่า ที่เจ้าของโครงการ คาดหวัง หรือกล่าวได้ว่าเจ้าของโครงการ ยังไม่พึง

พอใจคุณภาพงานบริการของผู้รับเหมาต่างจังหวัด ในทุกหัวข้อ อย่าง มีนัยสำคัญ โดยเมื่อพิจารณาหัวข้อคุณภาพงานบริการที่ผู้รับเหมาต่างจังหวัด ควรปรับปรุงแก้ไข เรียงลำดับจากสูง ที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ 1) การรักษาข้อตกลงที่ให้ไว้กับท่าน 2) การตอบสนองความต้องการของท่านอย่างรวดเร็ว เมื่อท่านต้องการ 3) การป้องกันความเสียหายต่องานที่ดำเนินการแล้วเสร็จ 4) การแสดงออกถึงความจริงใจต่อการแก้ปัญหา และ 5) ลำดับการก่อสร้างเป็นไปตามความต้องการของเจ้าของโครงการ ตามลำดับ

สุทธิ สุนทรานุรักษ์ (2559) ได้กล่าวว่า การคัดกรองความเสี่ยงการทุจริตโครงการก่อสร้างภาครัฐ บทความวิชาการนี้ได้สรุปสาระสำคัญจากงานวิจัยเรื่อง Corruption in the Construction of Public Infrastructure: Critical Issues in Project Preparation ซึ่งเสนอแนวทางคัดกรองความเสี่ยงการทุจริตโครงการก่อสร้างภาครัฐโดยใช้ตัวแบบการบริหารจัดการลงทุนภาครัฐอย่างมีประสิทธิภาพ หรือ PIM Model ตัวแบบดังกล่าวอธิบายวิธีการคัดกรองความเสี่ยงที่อาจเกิดการทุจริตตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมโครงการ ทั้งนี้ ผู้ตรวจสอบสามารถนำตัวแบบนี้มาประกอบการพิจารณาจัดทาหลักเกณฑ์การตรวจสอบในการตรวจสอบเชิงรุกเพื่อป้องปรามความเสียหายได้อย่างทันกาล การสร้างหลักเกณฑ์ดังกล่าวเป็นการพัฒนาสัญญาณเตือนภัยโครงการเบื้องต้นเพื่อจะคัดกรองโครงการที่อาจมีความเสี่ยงที่จะเกิดทุจริต

บุญทอง เอื้อหิรัญญานนท์ (2563) ได้สรุปว่า ลักษณะปัญหาต้นทุนในธุรกิจรับเหมาก่อสร้างในภาพรวม ในสภาวการณ์ที่มีการแข่งขันกันอย่างสูง และเสนอแนวทางจัดการต้นทุนในธุรกิจรับเหมาก่อสร้างเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน โดยทำการวิเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และสรุปสาระสำคัญเพื่อเป็นแนวทาง ในการวิจัยต่อไป จากการศึกษาพบว่าลักษณะปัญหาต้นทุนในธุรกิจรับเหมาก่อสร้างดังนี้1) การทำงานซ้ำซ้อน การจัดการระบบ เอกสารในองค์การทักษะด้านแรงงานก่อสร้าง ประสบการณ์ในการปฏิบัติงานและ การประสานงาน ข้อเสนอแนะสำหรับ 2) เสนอแนวทางการจัดการต้นทุนในธุรกิจรับเหมาก่อสร้าง ได้แก่ การใช้เทคโนโลยีเพื่อการปฏิบัติงาน ระบบควบคุมต้นทุน การเพิ่มประสิทธิภาพในการประสานงาน การบริหารต้นทุนด้านวัสดุ การบริหารเวลา การบริหารต้นทุนด้านคุณภาพ การบริหารต้นทุนด้านการแข่งขัน เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันต่อไป

รัชชวิทย์ ระวังสำโรง และ วรรณวิทย์ แต้มทอง (2566) ได้กล่าวว่า สัญญาประเภทจ้างออกแบบและก่อสร้าง ได้ถูกนำมาใช้ในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ของภาครัฐและเอกชนมากขึ้น เพื่อที่จะช่วยลดระยะเวลาของโครงการลง โดยการโอนความเสี่ยงมาอยู่ที่ฝ่ายผู้รับจ้าง และทำให้เกิดปัญหาขึ้นมาในหลายด้าน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารายละเอียดและขั้นตอนการทำงานวิเคราะห์ปัญหาความล่าช้าที่พบในโครงการ จากกรณีศึกษาจำนวน 2 โครงการคือ โครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง บางปะอิน-นครราชสีมา (M6) และโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง

บางใหญ่-กาญจนบุรี (M81) โดยการใช้แบบสอบถามในการสำรวจรายละเอียดข้อมูลทั่วไปของโครงการ ขั้นตอนการทำงานออกแบบและก่อสร้าง และการวัดระดับความสำคัญของปัญหาความล่าช้า ผลการเก็บข้อมูลจากผู้รับจ้างในโครงการ จำนวน 28 คนพบว่ามีการทำงาน 2 ลักษณะ คือ บริษัทผู้รับจ้างหลักของคนไทย กับบริษัทผู้รับจ้างช่วงของชาวต่างชาติ บริษัทผู้รับจ้างหลักจะทำหน้าที่บริหารจัดการโครงการ และบริษัทผู้รับจ้างช่วงจะทำหน้าที่ส่วนออกแบบและส่วนก่อสร้าง ซึ่งได้ว่าจ้างบริษัทผู้ ออกแบบช่วงของชาวต่างชาติทำการออกแบบงานก่อสร้างหลักที่สำคัญสำหรับปัญหาในการทำงานเกิดจากปัญหาการสื่อสารและระสานงานภายในของคณะทำงานออกแบบและก่อสร้าง ปัญหาการออกแบบ งานก่อสร้างล่าช้าและผิดพลาด ปัญหาบุคลากรไม่เพียงพอและขาดความเชี่ยวชาญ ปัญหาการบริหารจัดการภายในคณะทำงานออกแบบและก่อสร้างจากวัฒนธรรมองค์กรและระบบการทำงานที่แตกต่างกัน ปัญหาการส่งมอบพื้นที่ก่อสร้างและการเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้างของเจ้าของโครงการ ผลการศึกษาพบว่าความล่าช้าที่พบเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 1) การออกแบบล่าช้า 2) การขาดสภาพคล่องทางการเงินของผู้รับจ้าง 3) การออกแบบที่ผิดพลาด 4) รายละเอียดของแบบก่อสร้างไม่ชัดเจน และ 5) การไม่จ่ายเงินให้ผู้รับจ้างย่อย

อรณิช ธนากรรฐ์ และ นพดล จอกแก้ว (2564) ได้กล่าวว่า ในปัจจุบันอุตสาหกรรมก่อสร้างยังประสบปัญหาในหลายๆด้าน ได้แก่ ปัญหาการพึ่งพาแรงงานต่างชาติ การควบคุมมาตรฐานในการก่อสร้าง เป็นต้น ซึ่งการผลักดันการก่อสร้างให้เป็นระบบอุตสาหกรรม (Industrialized building system, IBS) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาและพัฒนาอุตสาหกรรมก่อสร้าง เนื่องจากเป็นรูปแบบการก่อสร้างที่ลดการใช้แรงงาน ลดระยะเวลาการก่อสร้าง อีกทั้งยังลดความสูญเปล่าของวัสดุในขั้นตอนการก่อสร้าง ด้วยเหตุนี้จึงเกิดเป็นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ได้แก่ 1) เพื่อศึกษารูปแบบการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม 2) เพื่อศึกษาปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกของอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยในการใช้การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม โดยงานวิจัยนี้จะเก็บข้อมูลโดยใช้การสัมภาษณ์และแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องเช่น เจ้าของโครงการ ผู้รับเหมา ผู้ออกแบบ ผู้ผลิต เป็นต้น จากการศึกษารูปแบบการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมพบว่าวิธีการก่อสร้างในประเทศไทยที่เข้าข่ายเป็นการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรมมากที่สุดคือ การก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูประบบแผ่น นอกจากนี้ยังรวบรวมและประเมินปัจจัยภายในและภายนอกได้แก่ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ของอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยในการใช้การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม ผลการประเมินปัจจัยภายในพบว่าผู้รับเหมาในประเทศไทยมีศักยภาพในการก่อสร้างด้วยระบบ IBS แต่ผู้ออกแบบยังขาดแนวคิดในการออกแบบงานให้สามารถก่อสร้างด้วยระบบอุตสาหกรรม จากการประเมินปัจจัยภายนอกพบว่า ความต้องการงานก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นเป็นโอกาสในการนำการก่อสร้างด้วยระบบอุตสาหกรรมมาใช้ แต่ยังขาดการสนับสนุนจากภาครัฐในการนำการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมเข้ามาปรับใช้ให้แพร่หลายมากขึ้น

วสุ สุขตลอดชีพ และ สันติ ชินานุวัติวงศ์ (2564) ได้กล่าวว่า โครงการก่อสร้างในปัจจุบันมักพบปัญหาการก่อสร้างที่ล่าช้าไปจากแผนงาน ซึ่งเกิดจากปัญหาหลาย ๆ ประการ เช่น ด้านความสามารถของบุคลากร และสภาพแวดล้อมในการทำงาน เป็นต้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลิตภาพแรงงาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อผลิตภาพแรงงานในการทำงานของงานติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล และงานระบบดับเพลิง ภายในโครงการก่อสร้างอาคารสูง โดยมีการเก็บข้อมูลจากการเฝ้าสังเกตพร้อมกับบันทึกภาพเคลื่อนไหว และภาพนิ่ง ภายในโครงการก่อสร้างอาคารสูงจำนวน 1 โครงการ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ากลุ่มของแรงงานติดตั้งท่องานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิงมีค่าสัดส่วนการใช้แรงงานที่เป็นประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานโดยสาเหตุมาจากการรอคอยอุปกรณ์ การวางแผนงานที่บกพร่อง และ ความไม่ชำนาญของแรงงาน เป็นต้น

พรทิวา บัวแดง และ สุชัญญา โปษยะนันทน์ (2566) ได้กล่าวว่า งานก่อสร้างโรงไฟฟ้ามีความสำคัญในการเสริมสร้างความมั่นคงระบบไฟฟ้า หากโครงการก่อสร้างเกิดปัญหาความล่าช้าจะส่งผลให้ปริมาณไฟฟ้าไม่เพียงต่อความต้องการของประชาชน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความล่าช้าประเภทยอมรับไม่ได้จากการบริหารงานก่อสร้างโรงไฟฟ้าที่มีการดำเนินงานก่อสร้างในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา โดยแบ่งเป็น 2 ระยะได้แก่ ระยะดำเนินงานโครงการ และระยะปิดโครงการ โดยเก็บข้อมูลจาก (1) ข้อมูลทุติยภูมิ ประกอบด้วย รายงานความก้าวหน้า เอกสารโต้ตอบระหว่างกลุ่มบริหารโครงการก่อสร้างและบริษัทคู่สัญญาตั้งแต่เริ่มต้นงานก่อสร้างจนถึงระยะปิดโครงการ และ (2) ข้อมูลปฐมภูมิ โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกจากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ บุคคลที่มีความรู้และทำงานในด้านการบริหารงานโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้า ผลการศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิพบว่าความล่าช้าประเภทยอมรับไม่ได้ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ในระยะดำเนินงานโครงการ คือ การติดตั้งวัสดุอุปกรณ์และทดสอบระบบนานกว่าแผนงานที่กำหนดไว้ ส่วนความล่าช้าประเภทยอมรับไม่ได้ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ในระยะปิดโครงการคือ การแก้ไขซ่อมแซมงานก่อสร้างนานกว่าแผนงานที่กำหนดไว้ โดยความล่าช้าของทั้ง 2 ระยะเกิดจากปัจจัยในการบริหารโครงการด้านขั้นตอนและการจัดการ เนื่องจาก 1) ขาดการประสานงานทำให้ใช้วิธีก่อสร้างที่ไม่เหมาะสม 2) ความเข้าใจที่ไม่ตรงกันในแบบก่อสร้างทำให้ก่อสร้างผิดไปจากแบบ 3) การจัดหาแรงงานไม่เพียงพอต่อปริมาณงานซึ่งอาจเกิดจากการประเมินจำนวนผิดพลาดหรือต้องการลดต้นทุน จึงมุ่งเน้นการดำเนินงานในพื้นที่ที่เป็นอุปกรณ์หลัก ทั้งนี้ หากมีการปรับปรุงการบริหารงาน โดยการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อวางแผนในการดำเนินงานร่วมกัน การติดตามความก้าวหน้างานอย่างต่อเนื่องและปรับเปลี่ยนแผนงานอย่างเหมาะสมต่อสภาพการดำเนินงาน จะช่วยลดการเกิดปัญหาความล่าช้าได้ และเป็นประโยชน์ต่อโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าที่มีแผนจะดำเนินการก่อสร้างในอนาคต

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยนี้ จะมีรายละเอียดของบริษัทกรณีศึกษา อาคารโรงงานที่ก่อสร้าง เพื่อลดความผิดพลาดงานเชื่อม ในหน่วยงานก่อสร้าง จะศึกษางานเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัย จากโรงงานแห่งหนึ่ง ซึ่งตัวอาคารมีทั้งหมด 4 ชั้น และชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 4 ของอาคาร มีการออกแบบ ที่มีลักษณะเหมือนกัน ผู้วิจัยจึงคิดว่า ลักษณะ ดังกล่าว เหมาะสมที่จะทำการวิจัยนี้

การศึกษา เพื่อลดความผิดพลาดงานเชื่อม ในหน่วยงานก่อสร้าง จะศึกษางานเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัย ได้แก่ ท่อหลักระบบดับเพลิง (Main Fire Protection Pipe) ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ (Sprinkler System) เพื่อหาสาเหตุของการเกิดปัญหา ด้วยวิธีการ ระดมสมอง เพื่อนำมาวิเคราะห์การเกิดปัญหา เพื่อลดความผิดพลาด การเกิดปัญหา เพื่อให้เวลาในการติดตั้งท่อ ใช้เวลาให้น้อยที่สุด และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้เพิ่มมากขึ้น โดยมีวิธีศึกษา

1. บริษัทรับเหมาก่อสร้าง
2. อาคารโรงงานกรณีศึกษา
3. ศึกษาขั้นตอน งานเชื่อมท่อในหน่วยงานก่อสร้าง
4. ปัญหาการเชื่อมผิดพลาด
5. การระดมสมอง เพื่อหาสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาด
6. การกำหนดวิธีแก้ไขปัญหา

3.1 บริษัทรับเหมาก่อสร้าง

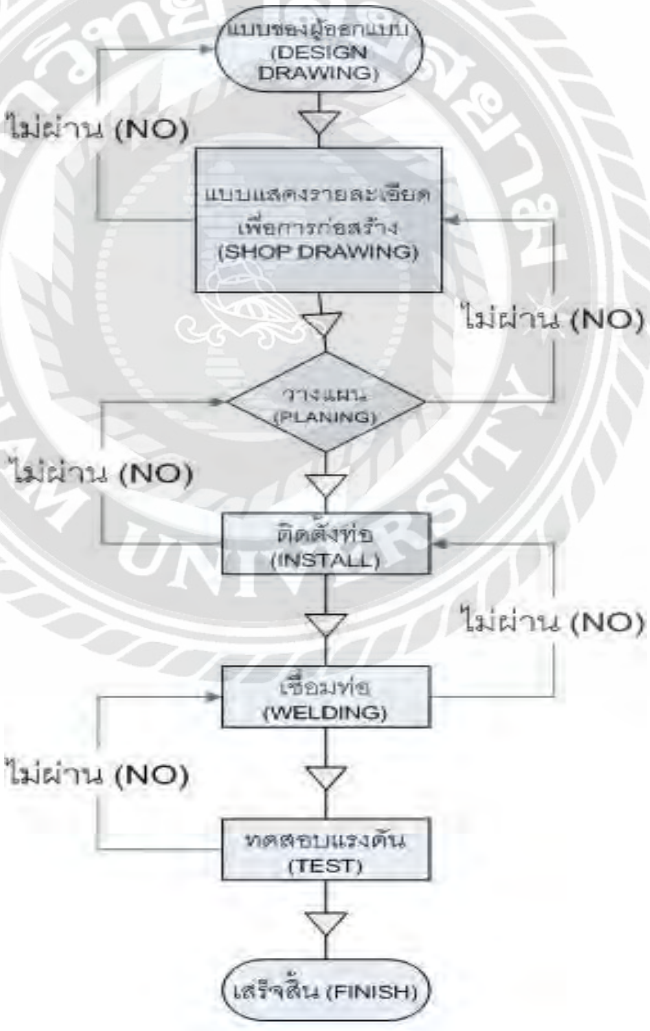
บริษัทที่รับเหมาก่อสร้างอาคารหลังนี้ ได้ทำการเปิดในประเทศไทยมาเป็นเวลา 48 ปี เป็นบริษัทรับเหมาขนาดใหญ่ ที่มีพนักงานทั้งหมด 400 กว่า คน รับเหมาโครงการ โรงงานทั้งหมดมากกว่า 30 โครงการ

3.2 อาคารโรงงานกรณีศึกษา

อาคารโรงงาน กรณีศึกษา เป็นโรงงาน 4 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอย ทั้งหมด 25,080 ตารางเมตร ระยะเวลาในการก่อสร้างทั้งหมด 365 วัน

3.3 ศึกษาขั้นตอน งานเชื่อมท่อในหน่วยงานก่อสร้าง

ขั้นตอนการศึกษาจะศึกษางานเชื่อมท่อดับเพลิงในอาคาร 4 ชั้นโดยศึกษา จำนวน 2 ชั้น คือชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 4 ของอาคาร และนำผลมาศึกษาเปรียบเทียบและ ลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น จะเริ่มต้น จากการศึกษาจากแบบ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการทำงานโดยศึกษาจากแบบดีไซน์ (Design Drawing) และนำมาทำเป็น แบบที่เขียนขึ้นมาเพื่อใช้ทำงานจริง เพื่อทำการอนุมัติก่อนติดตั้ง จากนั้นก็จะเป็นขั้นตอนของการวางแผนการเชื่อม ว่าจะทำการเชื่อมแบบไหน ลักษณะหน้างานการเชื่อมเป็นอย่างไร เชื่อมในพื้นที่สูงหรือไม่ หลังจากนั้น ก็จะเป็นขั้นตอนการติดตั้งท่อ และ ขั้นตอน ของการเชื่อมท่อ และขั้นตอนสุดท้ายก็จะเป็น การทดสอบท่อ ซึ่งจะทดสอบรอยรั่วโดยการใช้น้ำสร้างแรงดัน ภายในท่อ เพื่อทดสอบรอยเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 3.1



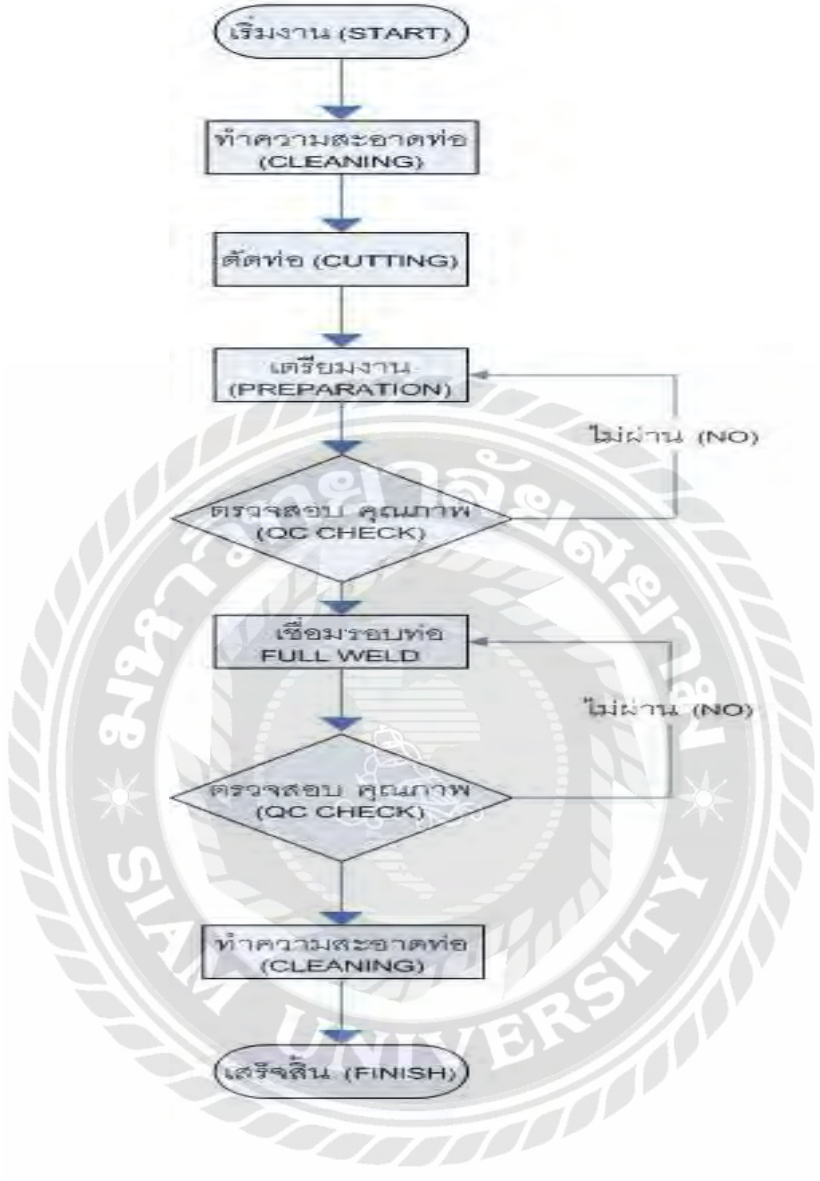
รูปที่ 3.1 Flow Chart กระบวนการศึกษาการเชื่อมท่อ

ในส่วนของการเตรียมงานก่อนการเชื่อมท่อ จะมีการเตรียมขั้นตอนก่อนการเชื่อมจริง และจะต้องมีแผนกตรวจสอบคุณภาพ ก่อนทำการเชื่อม และหลังจากทำการเชื่อม โดยจะเริ่มควบคุมคุณภาพตั้งแต่การนำท่อมาตรวจสอบ การทำความสะอาดท่อ (Pipe cleaning) การควบคุมการตัดท่อ (Pipe cutting) การลบมุมจากการตัดท่อ การประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์ท่อ (Pipe fitting) ซึ่งจะมีแผนก ควบคุมคุณภาพมาตรวจสอบ ก่อนการเชื่อม และหลังจากเชื่อมเสร็จ ก็จะมีแผนกควบคุมคุณภาพมาตรวจสอบ รอยเชื่อมอีกครั้ง ถ้าตรวจสอบรอยเชื่อมไม่ผ่าน ก็จะทำการแก้ไขและทำการเชื่อมท่อใหม่อีกครั้ง ถ้าตรวจสอบรอยเชื่อมผ่าน ก็จะเข้าสู่กระบวนการ ทำความสะอาดท่อ

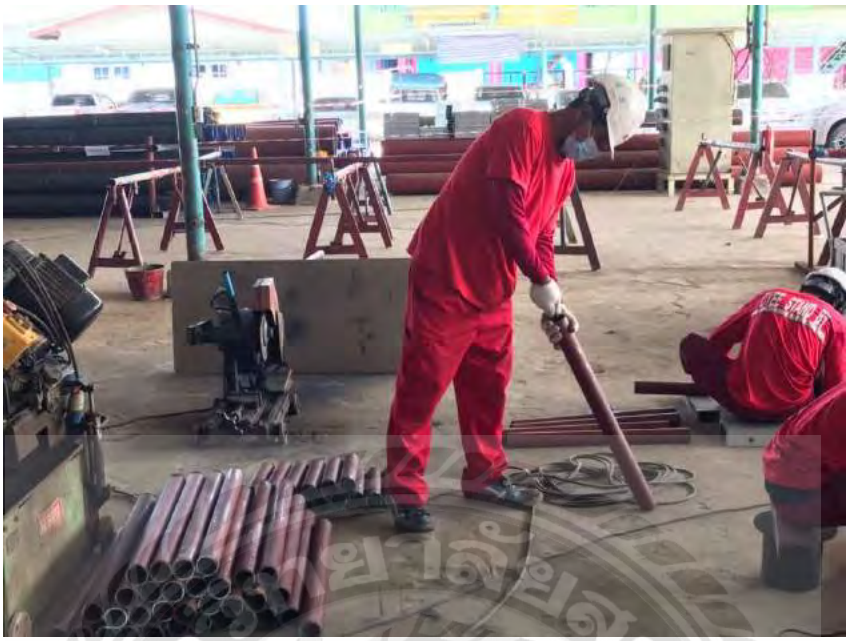
ในการศึกษางานเชื่อมท่อในหน่วยงานก่อสร้าง เพื่อนำผลการศึกษามาเป็นขั้นตอนและข้อกำหนดในการปฏิบัติทำงาน โดยกำหนดด้วยการใช้แผนผังการทำงาน(Flow Chart) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ขั้นตอนการ ทำความสะอาดท่อ (Pipe Cleaning)
- ขั้นตอนการ ตัดท่อ (Pipe Cutting)
- ขั้นตอนการเตรียมท่อ ก่อนการเชื่อม (Pipe Preparation)
- ขั้นตอนการตรวจสอบ ครั้งที่ 1 (The 1st Quality Control inspection process)
- ขั้นตอนการเชื่อมท่อ (Pipe Weld)
- ขั้นตอนการตรวจสอบ ครั้งที่ 2 (The 2nd Quality Control inspection process)
- ขั้นตอนการทำความสะอาดท่อ และ ทาสี (Pipe Cleaning and Pipe Painting)

การศึกษาในขั้นตอนนี้จะสามารถทำให้ทราบถึงวิธีการทำงาน และขั้นตอนของการปฏิบัติงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.2 Flow Chart ขั้นตอนการเชื่อมท่อ และแสดงดังรูปภาพที่ 3.3 -3.10



รูปที่ 3.2 Flow Chart ขั้นตอนการเชื่อมท่อ



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการ ทำความสะอาดท่อ

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการ ตัดท่อ

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการเตรียมท่อ ก่อนการเชื่อม

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการตรวจสอบ ครั้งที่ 1

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการเชื่อมท่อ

รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการตรวจสอบ ครั้งที่ 2

รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการทำความสะอาดท่อ

รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการ ทาสีท่อ

3.4 ปัญหาการเชื่อมผิดพลาด

ในการศึกษา เพื่อลดข้อผิดพลาดงานเชื่อมในหน่วยงานก่อสร้างนี้ จะทำการเก็บบันทึกสถิติค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เป็นจำนวนครั้ง โดยศึกษาชั้นที่ 3 และ ชั้น ที่ 4 โดยในชั้นที่ 3 จะทำการบันทึกสถิติปัญหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้น และหาสาเหตุของการเกิดปัญหา เพื่อนำมาวิเคราะห์การเกิดปัญหา และกำหนดวิธีการแก้ปัญหา ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เพื่อนำผลที่ได้จากชั้นที่ 3 มาปรับปรุงแก้ไข และเป็นแนวทางในชั้นที่ 4 ต่อไป

ศึกษา สาเหตุข้อผิดพลาดงานเชื่อมที่เกิดขึ้นในหน่วยงานก่อสร้าง

จากสาเหตุหลักๆข้อผิดพลาด งานเชื่อมที่เกิดขึ้นในหน่วยงานก่อสร้าง หลังจากได้ทำการประชุม โดยมี ผู้จัดการโครงการ หัวหน้างาน หัวหน้าช่าง และ ช่างเชื่อม สามารถวิเคราะห์ปัญหาความผิดพลาดงานเชื่อม มาจาก 4 ส่วนใหญ่ๆ ซึ่งมาจาก ปัญหาเครื่องมือที่ใช้ไม่สมบูรณ์ มีความชำรุด ทำให้มีความเสียหายที่เกิดขึ้น ตั้งแต่ขบวนการเริ่มต้น คือ การตัดท่อที่ไม่ตรง ไม่ได้ฉาก ปัญหาจากสภาพแวดล้อม ทำให้ส่งผลต่อ การเชื่อม เช่นสภาพอากาศ แดดจัด ฝนตก พื้นที่คับแคบ ส่งผลต่อการเชื่อม ปัญหาจากวิธีการเชื่อม เกิดจากการติดตั้งท่อที่มีความสูง ทำให้การเชื่อมมีความยากเพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อระยะเวลาในการ ทำงาน และปัญหาหลักคือ ปัญหาจากคนเชื่อมที่ไม่มีความชำนาญ ส่งผลให้งานเชื่อมมีปัญหา หรือ อาจจะมีปัญหาทางด้านสุขภาพก็ส่งผลให้งานเชื่อมมีปัญหา และทำการนำข้อสรุปที่ได้มาบันทึกในตาราง ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ตารางวิเคราะห์ปัญหาการลด ความผิดพลาดงานเชื่อม

ตารางที่ 3.1 ตารางวิเคราะห์ปัญหาการลด ความผิดพลาดงานเชื่อม

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ไข	จำนวน ปัญหา	อัตราส่วนการเชื่อม ที่มีความผิดพลาด (%)
ชิ้นงานมีโพรงอากาศ				
เชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ				
การหลอมละลาย ไม่สมบูรณ์				
รอยต่อไม่หลอมละลาย				

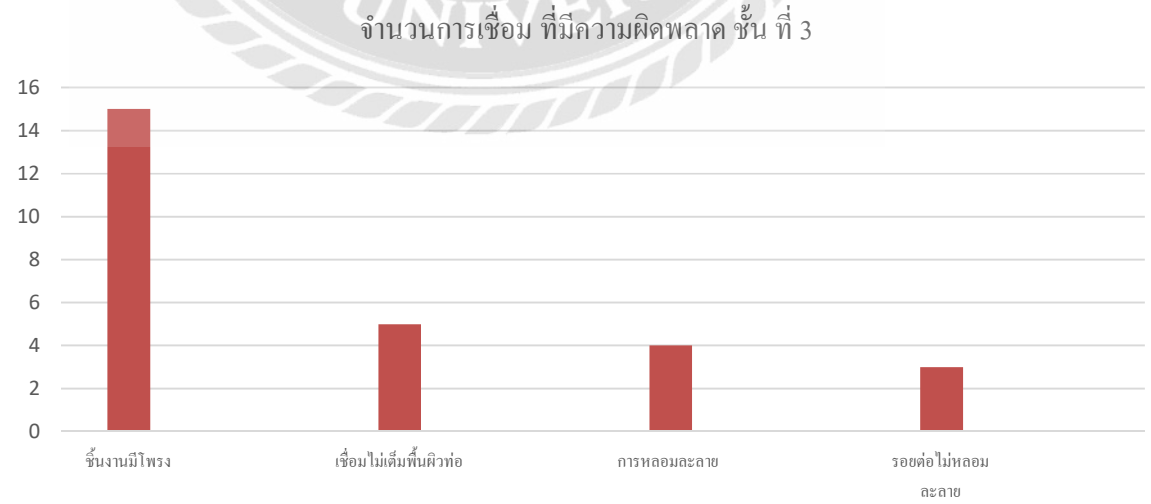
การบันทึกข้อมูลความผิดพลาดในการเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 3

ผู้ทดลองได้ทำการทดลอง การเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 3 พบว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้น 27 ครั้ง แบ่งปัญหาที่เกิดขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.11และ 3.12 ดังนี้

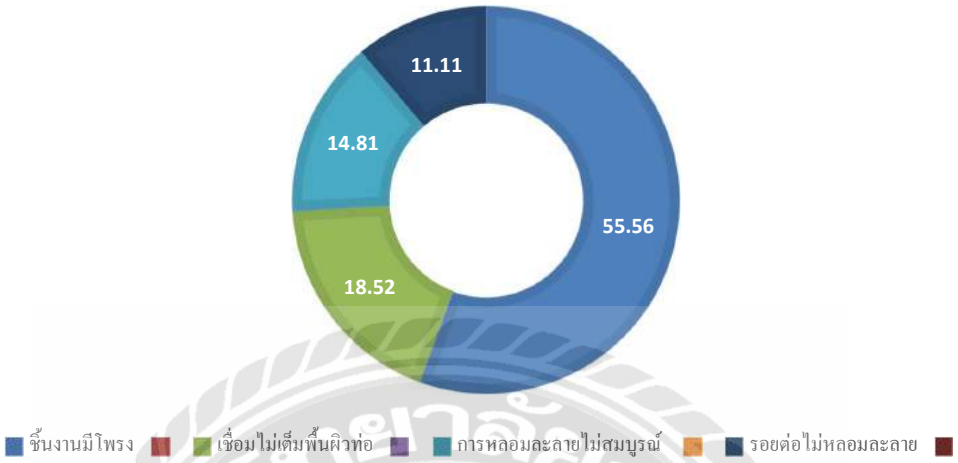
1. ชิ้นงานมีโพรงอากาศ จำนวน 15 ครั้ง
2. เชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ จำนวน 5 ครั้ง
3. การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ จำนวน 4 ครั้ง
4. รอยต่อไม่หลอมละลาย จำนวน 3 ครั้ง

ตารางที่ 3.2 แสดงความผิดพลาดการเชื่อม ชั้นที่ 3

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ไข	จำนวนปัญหา	อัตราส่วนการเชื่อมที่มีความผิดพลาด (%)
ชิ้นงานมีโพรงอากาศ	ลวดเชื่อมสกปรก ผิวงานไม่สะอาด	ทำความสะอาดลวดเชื่อม , อบรมช่างก่อนการเชื่อม	15	55.56
เชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ	พื้นที่เชื่อมคับแคบ ใช้กระแสไฟต่ำเกินไป	จัดเตรียมพื้นที่ก่อนการเชื่อม	5	18.52
การหลอมละลายไม่สมบูรณ์	ความร้อนไม่เท่ากันในขณะเชื่อม	อบรมช่างก่อนการเชื่อม	4	14.81
รอยต่อไม่หลอมละลาย	ช่างเชื่อมขาดทักษะในการทำงาน	อบรมช่างก่อนการเชื่อม	3	11.11



รูปที่ 3.11จำนวนการเชื่อมที่มีความผิดพลาด ชั้นที่ 3



รูปที่ 3.12 อัตราส่วน การเชื่อมที่มีความผิดพลาด ชั้นที่ 3

หลังจากที่มีการบันทึกค่าสถิติ จำนวนการเชื่อม ที่มีความผิดพลาด ของชั้นที่ 3 มีจำนวนการผิดพลาด 27 ครั้ง ซึ่งสามารถลดจำนวนความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ โดยการจัดให้มีการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ก่อนเริ่มการทำงาน โดยการจัดการวิเคราะห์ ปัญหาของการเชื่อมที่เกิดขึ้นในแต่ละรายการ ซึ่งจะทำให้สามารถจำนวนครั้งของการผิดพลาดลดลง และยังช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ทำให้หน่วยงานก่อสร้างมีผลประกอบการมากขึ้น

3.5 การระดมสมอง เพื่อหาสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาด

การหาสาเหตุของปัญหาทำโดยวิธีระดมสมองของบุคลากรที่เกี่ยวข้องโดยมี ผู้จัดการโครงการ วิศวกรโครงการ และ ผู้รับเหมางานเชื่อมท่อ เพื่อให้ทุกคนมีความเข้าใจและปฏิบัติงานไปในทิศทางเดียวกัน และ ลดความผิดพลาดงานเชื่อมในหน่วยงานก่อสร้าง สามารถสรุปสาเหตุดังแสดงในแผนภูมิก้างปลาในรูปที่ 3.13 แผนภูมิก้างปลา วิเคราะห์ปัญหาการลด ความผิดพลาดงานเชื่อม และรูปที่ 3.14 การระดมสมอง เพื่อหาสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาด

รูปที่ 3.13 แผนภูมิก้างปลา วิเคราะห์ปัญหาการลด ความผิดพลาดงานเชื่อม

รูปที่ 3.14 การระดมสมอง เพื่อหาสาเหตุของการเกิดข้อผิดพลาด

จากรูปที่ 3.13 สามารถสรุปผลจากการระดมสมองสรุปได้ว่าสาเหตุของความผิดพลาดเกิดจาก (1) พนักงานเชื่อมไม่มีความชำนาญ (2) ปัญหาด้านสุขภาพ (3) พื้นที่คับแคบ (4) สภาพอากาศ (5) เครื่องมือชำรุด (6) เครื่องมือไม่ทันสมัย (7) ทำงานบนที่สูง (8) แบบมีการเปลี่ยนแปลง จึงได้กำหนดวิธีปรับปรุง คือ (1) ทำการอบรมพนักงานก่อนการเชื่อม (2) ทำการเชื่อมท่อมาจากโรงงาน (3) ทำการทดสอบฝีมือช่างเชื่อม (4) จัดเตรียมอะไหล่และ เครื่องมือสำรอง (5) จัดเตรียมเครื่องมือที่มีความทันสมัย (6) ส่งแบบเพื่ออนุมัติก่อนเริ่มงาน

3.6 การกำหนดวิธีแก้ไขปัญหา

ทำการ จัดอบรมพนักงานเชื่อม ก่อนการเชื่อมท่อ เพื่อทำการประเมินช่างเชื่อมก่อนทำการเชื่อม และยังเป็นการช่วยให้พนักงานเชื่อมท่อ เกิดความเข้าใจในงานเชื่อม เพิ่มมากขึ้น และยังเป็นการคัดกรองพนักงานที่จะมาทำการเชื่อมท่อ ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้อีกด้วย โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

จัดทำการ อบรมและทดสอบช่างเชื่อม โดยวิทยากร ที่มีความชำนาญ ดังแสดงในรูป ที่ 3.15 และรูปที่ 3.16 และ ตารางที่ 3.3

รูปที่ 3.15 แสดงการทดสอบช่างเชื่อมในหน่วยงานก่อสร้าง

รูปที่ 3.16 แสดงการทดสอบช่างเชื่อมในหน่วยงานก่อสร้าง

ตารางที่ 3.3 แสดงผลการทดสอบช่างเชื่อมในหน่วยงานก่อสร้าง

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	ผู้ทดสอบ คนที่ 1	/	
2	ผู้ทดสอบ คนที่ 2		/
3	ผู้ทดสอบ คนที่ 3	/	
4	ผู้ทดสอบ คนที่ 4	/	
5	ผู้ทดสอบ คนที่ 5		/
6	ผู้ทดสอบ คนที่ 6	/	
7	ผู้ทดสอบ คนที่ 7	/	
8	ผู้ทดสอบ คนที่ 8	/	
9	ผู้ทดสอบ คนที่ 9	/	

จากตารางที่ 3.3 ได้ทำการทดสอบช่างเชื่อมทั้งหมด 9 คน พบว่า ผ่านการทดสอบ 7 คน ไม่ผ่านการทดสอบ 2 คน

3.3.2 ทำการ ออกใบรับรองช่างเชื่อม ที่จะทำงานในหน่วยงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.17

WELDER PERFORMANCE QUALIFACATION (WPQ)

PROJECT: **LOCATION :**

Welder 's name : Welder No :

Subcontractor: B&J Date;

Test Description

Identification of WPS followed ☐ Test coupon ☐ Production weld

Specification of base metal (s) Thickness

Test Condition and Qualication Limits

Welding Variable (QW-350)	Actual Values	Range qualified
Welding process (es)	GTAW	GTAW
TYPE (ie : manual,semi-auto) used		
Backing (metal,weld metal,double-welded,etc.)		
☐ Plate ☑ Pipe (enter diameter if pipe or tube		
Base metal P or S-number to P or S-number		
Filler metal or electrode specification (s) (SFA) (info only)		
Filler metal or electrode classification (s) (info only)		
Filler metal F-No		
Deposit thickness for each process		
Position qualified (2G, 6G, 3F,etc)		
Vertical progression (uphill or downhill)		
Inert gas Shielding		
Inert gas Backing		
GTAW Current Type/Porality		

Visual Inspection Results

Fittings : **Root Pass :** **Weld Profile :**

We certify that the statements in this record are correct and that the test coupons were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME Code.

Inspection By	Checked and Verified By	Approved By
Welding Engineer	Site Engineer	Project Manager

รูปที่ 3.17 ตัวอย่างใบรับรองพนักงานเชื่อมท่อ ในหน่วยงานก่อสร้าง

จากรูปที่ 3.17 เป็นเอกสารแสดงการทำงานของช่างเชื่อมที่ผ่านการทดสอบ และได้รับการอนุมัติจาก ผู้จัดการโครงการจึงจะสามารถทำการเชื่อมท่อภายในโครงการได้

จากการที่ได้มีการประชุม ระดมสมอง กับ ผู้จัดการโครงการ วิศวกรโครงการ และผู้รับเหมางานเชื่อมท่อ ของระบบป้องกันอัคคีภัย สามารถ ระบุ ปัญหา ได้ 4 ข้อ คือ ปัญหาจากสภาพแวดล้อม ปัญหาจากคน ปัญหาจาก เครื่องมือ และ ปัญหาจาก วิธีการทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 3.4 ซึ่งทำให้ส่งผลต่อการเชื่อมได้ 4 แบบ คือ ชิ้นงานมีโพรงอากาศ เชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ การหลอมละลาย ไม่สมบูรณ์ และ รอยต่อไม่หลอมละลาย ซึ่งจะนำปัญหาที่เกิดขึ้นไป ปรับปรุงวิธีการ ปฏิบัติ การทำงานในชั้น ที่ 4 ดังแสดงในผลการดำเนินการวิจัย ในบทที่ 4

ตารางที่ 3.4 กำหนดวิธีแก้ไขข้อผิดพลาด งานเชื่อมท่อ ในหน่วยงานก่อสร้าง

ปัญหาจาก สภาพแวดล้อม

รายละเอียด	วิธีการแก้ไข
พื้นที่คับแคบ - พื้นที่หน้างานไม่เอื้ออำนวย	- ทำการเชื่อมท่อมาจาก work shop - ทำการเชื่อมท่อ จากด้านล่างแล้วค่อยนำไปติดตั้งในพื้นที่ที่เอื้ออำนวย
สภาพอากาศ - ความชื้นมีผลต่อลวดเชื่อม	- นำลวดเชื่อมมาอบเพื่อลดความชื้น - มีลวดเชื่อมสำรองหห

ปัญหาจาก คน

รายละเอียด	วิธีการแก้ไข
ไม่มีความชำนาญ - จำนวนช่างเชื่อมมีน้อย - นำช่างทั่วไปมาทำการเชื่อม	- ทำการอบรมก่อนการเชื่อม - ทำการทดสอบฝีมือช่างก่อนทำการเชื่อม
ปัญหาด้านสุขภาพ - ช่างเชื่อมไม่สบาย	- จัดเตรียมช่างเชื่อมที่ผ่านการทดสอบไว้สำรอง

ปัญหาจาก เครื่องมือ

รายละเอียด	วิธีการแก้ไข
เครื่องมือชำรุด - เครื่องมือใช้งานไม่ได้	- จัดทำการเตรียมอะไหล่ สำรอง - จัดทำการเตรียมเครื่องมือ สำรอง
เครื่องมือไม่ทันสมัย - ส่งผลให้ ทำงานล่าช้า	- จัดทำการเตรียมเครื่องมือที่มีความทันสมัย

ปัญหาจาก วิธีการทำงาน

รายละเอียด	วิธีการแก้ไข
แบบมีการเปลี่ยนแปลง - เจ้าของงานมีความประสงค์ปรับรูปแบบของอาคาร	- จัดทำการประชุม - ส่งแบบอนุมัติก่อนเริ่มงาน
ทำงานบนที่สูง - ทำให้มีความยากในการทำงาน	- จัดทำการเชื่อมท่อที่ work shop ก่อนนำไปติดตั้งจริง เพื่อ ลดงานเชื่อมบนที่สูง

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้เป็นการแสดงรายละเอียดของผลการศึกษา ความผิดพลาดของงานเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัย ที่เกิดขึ้นของชั้นที่ 3 และเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของงานเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัย ที่เกิดขึ้นของชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4 เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยมีวิธีการดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้ศึกษาทำการทดลองการเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 4
2. ผู้ศึกษาได้ทำการเปรียบเทียบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 4
3. การประมาณการค่าใช้จ่ายในการแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

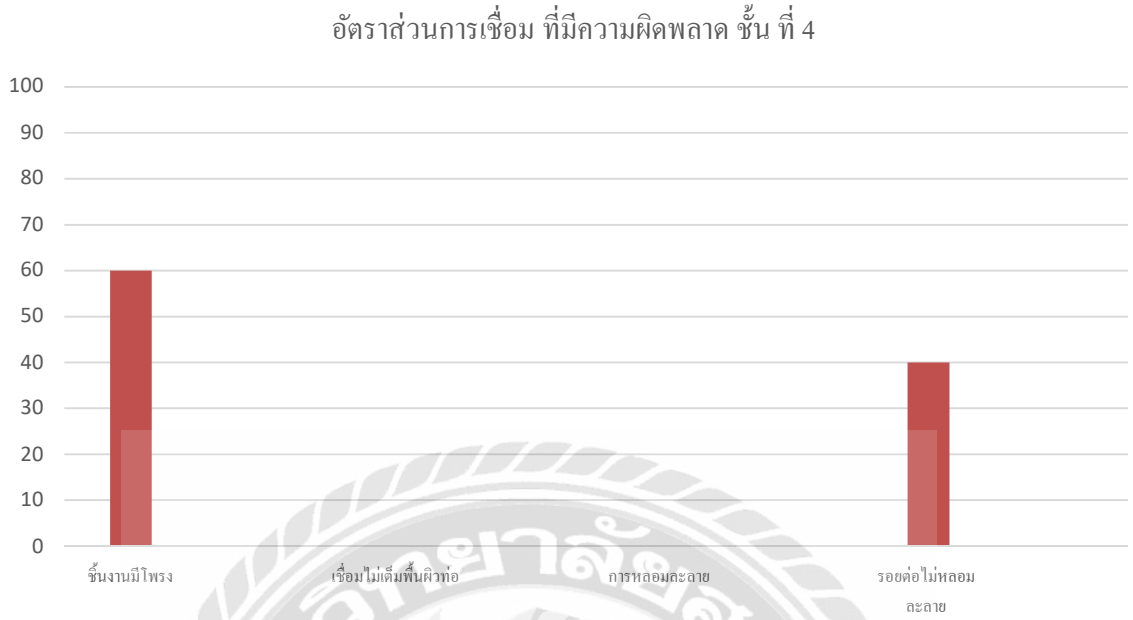
4.1 การทดลองการเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 4

ผู้ทดลองได้ทำการทดลอง การเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 4 พบว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้น 5 ครั้ง แบ่งปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ดังนี้ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

1. ชิ้นงานมีโพรงอากาศ จำนวน 3 ครั้ง
2. เชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ จำนวน 2 ครั้ง

ตารางที่ 4.1 แสดงความผิดพลาดการเชื่อม ชั้นที่ 4

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ไข	จำนวนปัญหา	อัตราส่วนการเชื่อมที่มีความผิดพลาด (%)
ชิ้นงานมีโพรงอากาศ	ช่างเชื่อมงานเป็นเวลานาน	ให้ช่างพัก จัดหาช่างเชื่อมเพิ่ม	3	60
เชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ	พื้นที่เชื่อมคับแคบ	จัดเตรียมพื้นที่ก่อนการเชื่อม	2	40



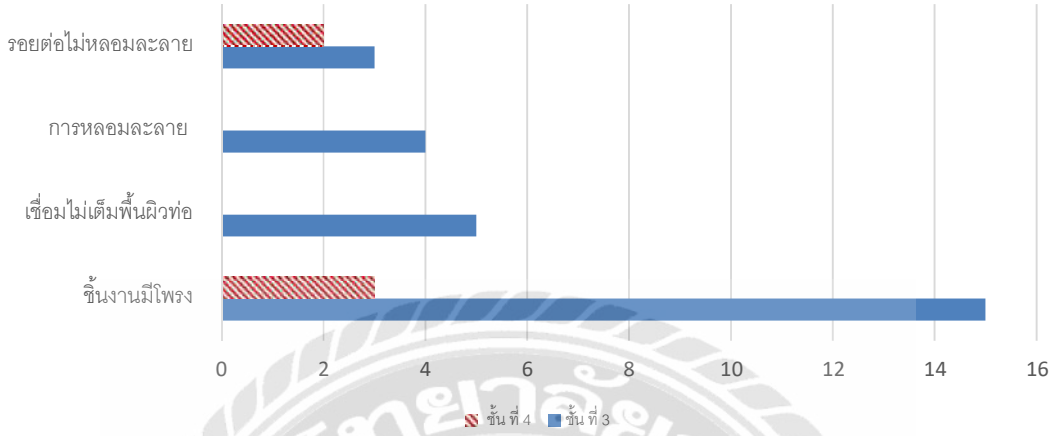
รูปที่ 4.1 อัตราส่วนการเชื่อมที่มีความผิดพลาด ชั้นที่ 4

4.2 การเปรียบเทียบผลทดลองการเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 4

ผู้ทดลองได้ทำการนำผลการทดลอง การเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4 มาทำการเปรียบเทียบกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบ ผลการดำเนินการวิจัย จำนวนการเชื่อม ที่มีความผิดพลาด ของชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4

	ชิ้นงานมีโพรงอากาศ	เชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ	การหลอมละลายไม่สมบูรณ์	รอยต่อไม่หลอมละลาย
ชั้นที่ 3	15	5	4	3
ชั้นที่ 4	3	0	0	2



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบ จำนวนการเชื่อมที่มีความผิดพลาดของชั้นที่3 และ ชั้นที่ 4

4.3 การประมาณการค่าใช้จ่ายในการแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ผู้จัดทำได้ทำการประมาณการค่าใช้จ่ายในการแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น โดยทำการทดลอง การเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 3 และ การเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 4 เพื่อนำมาใช้เปรียบเทียบ การประมาณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

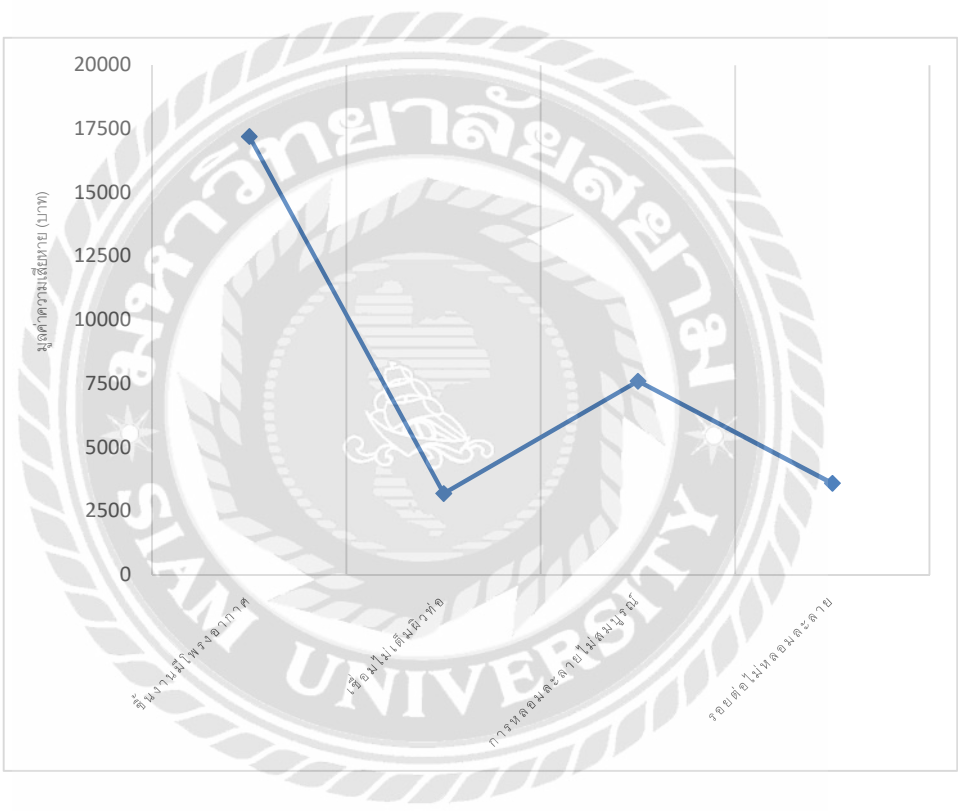
เนื่องจากอาคารที่ผู้จัดทำได้นำมาทำการทดลอง เป็น อาคาร 4 ชั้น และพบว่าชั้นที่ 3 และชั้น ที่ 4 ของอาคาร มีการจัดวางแผนผังของอาคารที่ใกล้เคียงกัน จึงเหมาะสมที่จะมาทำการทดลองเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ ประมาณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

ผู้ทดลองได้ทำการทดลอง การเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 3 พบว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้น 27 ครั้ง แบ่งปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ดังนี้ ดังแสดงในรูปภาพที่ 4.3

1. ชิ้นงานมีโพรงอากาศ จำนวน 15 ครั้ง คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 17,200 บาท เท่ากับ 0.42 % เมื่อเทียบกับมูลค่างานของโครงการ
2. เชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ จำนวน 5 ครั้ง คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 3,200 บาท เท่ากับ 0.0784 % เมื่อเทียบกับมูลค่างานของโครงการ

3. การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ จำนวน 4 ครั้ง คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 7,600 บาท เท่ากับ 0.1683 % เมื่อเทียบกับมูลค่างานของโครงการ
4. รอยต่อไม่หลอมละลาย จำนวน 3 ครั้ง คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 3,600 บาท เท่ากับ 0.0882 % เมื่อเทียบกับมูลค่างานของโครงการ

จากการทดลอง การเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 3 มูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้น เท่ากับ 28,400 บาท เท่ากับ 0.69 % เมื่อเทียบกับมูลค่างานของโครงการ

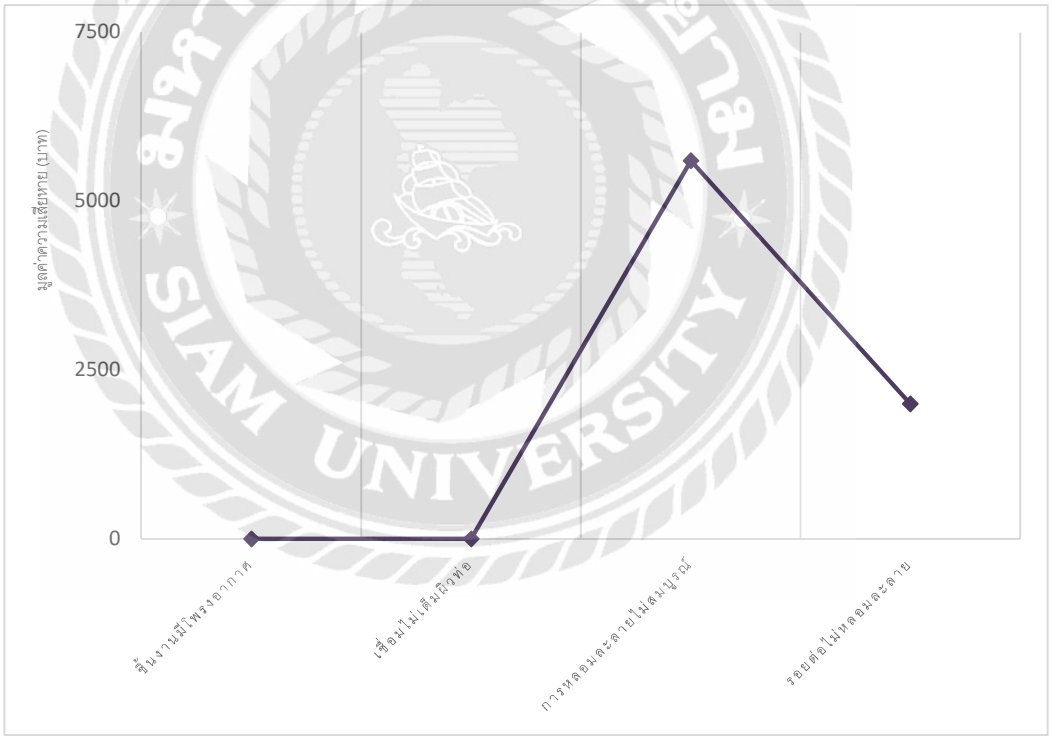


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นของชั้นที่ 3

ผู้ทดลองได้ทำการทดลอง การเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 4 พบว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้น 5 ครั้ง แบ่งปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ดังนี้ ดังแสดงในรูปภาพที่ 4.4

1. ชิ้นงานมีโพรงอากาศ จำนวน 3 ครั้ง คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 5,600 บาท เท่ากับ 0.1372 % เมื่อเทียบกับมูลค่างานของโครงการ
2. เชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ จำนวน 2 ครั้ง คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 2,000 บาท เท่ากับ 0.0490 % เมื่อเทียบกับมูลค่างานของโครงการ

จากการทดลอง การเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยชั้นที่ 4 มูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้น เท่ากับ 7,600 บาท เท่ากับ 0.18 % เมื่อเทียบกับมูลค่างานของชั้น 4

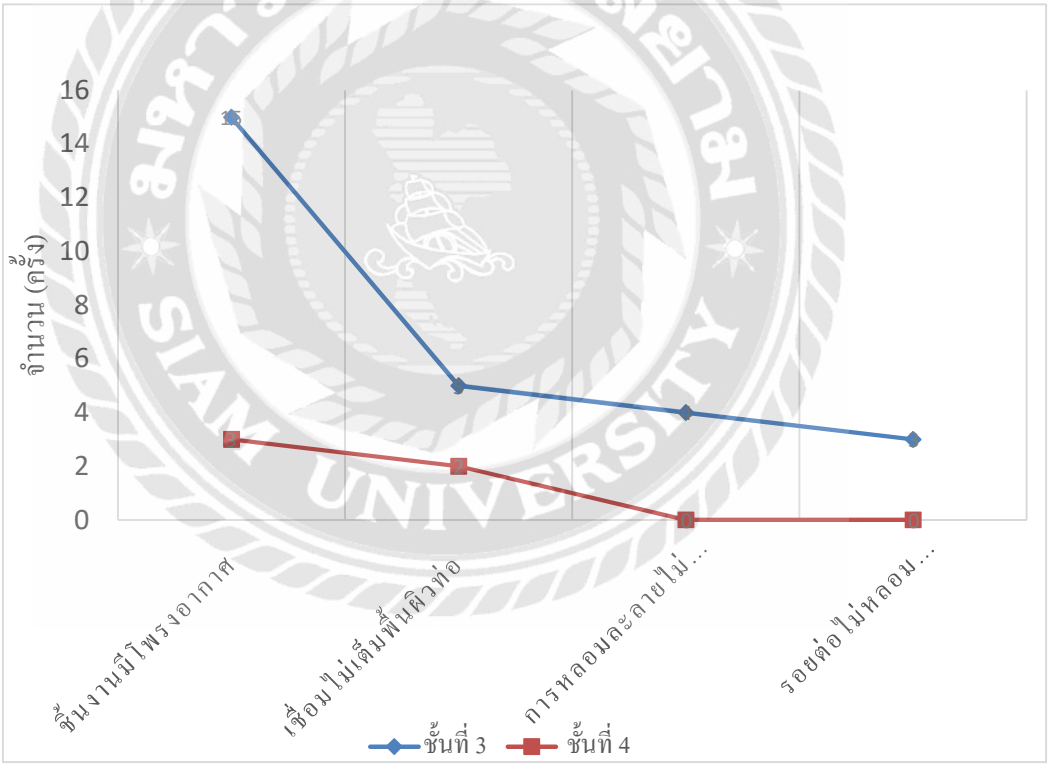


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นของชั้นที่ 4

หลังจากการศึกษาข้อผิดพลาดจากการเชื่อมท่อในระบบป้องกันอัคคีภัยของชั้นที่ 3 มาปรับปรุงการเชื่อมท่อในระบบป้องกันอัคคีภัยของชั้นที่ 4 สามารถลดข้อผิดพลาดจากการเชื่อมท่อในระบบป้องกันอัคคีภัย ซึ่งสามารถแสดงดังตารางที่ 4.3 และ รูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนการลดข้อผิดพลาด การเชื่อมท่อ

ปัญหา	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4	อัตราความผิดพลาดที่ลดลง (%)
ชิ้นงานมีโพรงอากาศ	15	3	80
เชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ	5	2	60
การหลอมละลายไม่สมบูรณ์	4	0	100
รอยต่อไม่หลอมละลาย	3	0	100
จำนวนความผิดพลาด	27	5	81.48

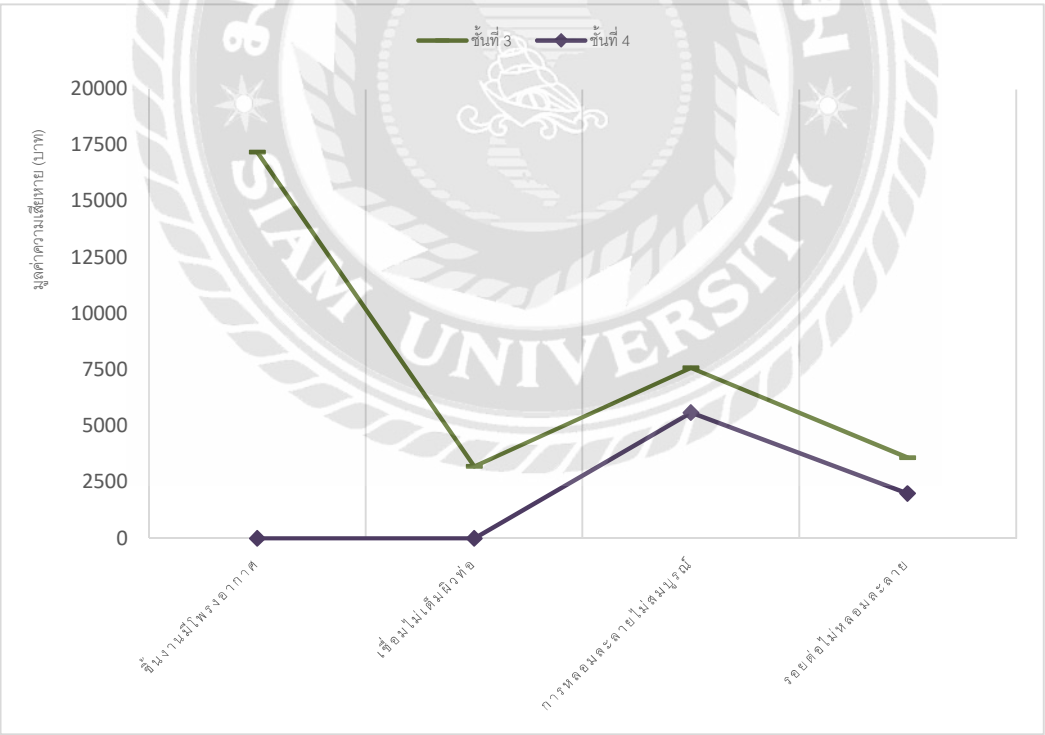


รูปที่ 4.5 แสดงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นหระว่างชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 4

หลังจากการศึกษาข้อผิดพลาดจากการเชื่อมท่อในระบบป้องกันอัคคีภัยของชั้นที่ 3 มาปรับปรุงการเชื่อมท่อในระบบป้องกันอัคคีภัยของชั้นที่ 4 สามารถลดข้อผิดพลาดจากการเชื่อมท่อในระบบป้องกันอัคคีภัย ซึ่งสามารถลดมูลค่าความเสียหาย ชั้นที่ 3 ซึ่งมีความผิดพลาดเกิดขึ้น 27 ครั้ง ซึ่งมีมูลค่าความเสียหาย 28,400 บาท และ ชั้นที่ 4 ซึ่งมีความผิดพลาดเกิดขึ้น 5 ครั้ง ซึ่งมีมูลค่าความเสียหาย 7,600 บาท ซึ่งสามารถลดมูลค่าความเสียหายได้ 20,800 บาท แสดงดังตาม ตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายของชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4

รายการ	มูลค่าความเสียหาย (บาท)
ชั้นที่ 3	28,400
ชั้นที่ 4	7,600
มูลค่าความเสียหายลดลง	20,800



รูปที่ 4.6 แสดงกราฟแสดงมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นของชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา และ รวบรวมข้อมูลทั้งหมดหลังจากที่ได้ทำการศึกษา วิเคราะห์ และเปรียบเทียบ ความผิดพลาด การเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัย ที่เกิดขึ้นระหว่างชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 4 ได้ผลสรุปออกมาดังต่อไปนี้

1. สรุปผลผลการวิจัย
2. ปัญหาและอุปสรรค
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการลดความผิดพลาด การเชื่อมท่อระบบป้องกันอัคคีภัยในหน่วยงานก่อสร้าง เมื่อทำการวิจัยแล้ว สามารถลดความผิดพลาดการเชื่อมท่อของระบบป้องกันอัคคีภัยในหน่วยงานก่อสร้างได้ 81.48 % ซึ่งสามารถปรับปรุง สาเหตุ ชิ้นงานมีโพรงอากาศ จาก 15 ครั้ง เหลือ 3 ครั้ง ลดลงคิดเป็น 80 % เชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ จาก 5 ครั้ง เหลือ 2 ครั้ง ลดลงคิดเป็น 60 % การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ จาก 4 ครั้ง เหลือ 0 ครั้ง ลดลงคิดเป็น 100 % รอยต่อไม่หลอมละลาย จาก 3 ครั้ง เหลือ 0 ครั้ง ลดลงคิดเป็น 100 % และยังสามารถเพิ่มทักษะ การเชื่อมให้กับพนักงานเชื่อม เพราะได้มีการประชุมเพื่อให้เกิดความเข้าใจในงานเชื่อมท่อมากขึ้น และ ทำให้ลดเวลาในการทำงานลง เพราะมีจุดเสียหายที่น้อยลง และช่วยให้เจ้าของงานลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นออกไป และให้งานเสร็จเร็วกว่ากำหนด

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

จากการเชื่อมชั้นที่ 4 พบว่า ยังมีการรั่วของท่อเกิดขึ้นจาก ชิ้นงานมีโพรงอากาศ เนื่องจากช่างเชื่อมทำงานเป็นเวลานาน ส่งผลให้เกิดการล้า ทำให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้น (Human Error) จึงควรแนะนำ ใช้ช่างเชื่อมท่อ พักผ่อน และจัดหาช่างเชื่อมเพิ่ม หลีกเลี่ยงการทำงานเชื่อมเป็นเวลานาน ปัญหาการเชื่อมไม่เต็มพื้นผิวท่อ เนื่องจาก พื้นที่บริเวณคับแคบ อาจจะต้องทำการเชื่อมท่อก่อนที่งานผนังจะเริ่มก่อผนัง ซึ่งสามารถศึกษาได้จากแบบ

จากการเก็บรวบรวมสถิติความผิดพลาดจากเชื่อมท่อในระบบป้องกันอัคคีภัย พบว่า ผลกระทบที่เกิดขึ้น ทำให้เสียเวลา และค่าใช้จ่าย ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นมานั้นถ้ามีการเตรียมงาน และการศึกษาแบบที่ดี และมีการอบรมก่อนเริ่มทำงานเชื่อม ให้ทุกคนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานเชื่อม มีความคิดเห็นไปในทางเดียวกัน ก็จะสามารถลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับงานเชื่อมได้ จากการวิจัยได้นำข้อมูล ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลทั้ง 2 ชั้น ผู้วิจัยพบว่า สามารถลดปัญหา การลดข้อผิดพลาดในการเชื่อมท่อ ของระบบป้องกันอัคคีภัยในงานก่อสร้าง ความผิดพลาดการเชื่อมจาก 27 ครั้ง เหลือเพียง 5 ครั้ง

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการเก็บรวบรวมสถิติความผิดพลาดจากเชื่อมท่อในระบบป้องกันอัคคีภัย พบว่าถ้าตอนต้นเริ่มโครงการได้มีการจัดอบรม การเชื่อมท่อในระบบป้องกันอัคคีภัย ให้กับพนักงานเชื่อม และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อม ได้มีการประชุมวางแผน ขั้นตอนการทำงานอย่างมีระบบ จะช่วยให้ลดข้อผิดพลาดจากการเชื่อมท่อในระบบป้องกันอัคคีภัยได้ดีเป็นอย่างมาก เพราะจะช่วยให้เข้าใจและทราบถึงปัญหา ตั้งแต่การเริ่มการออกแบบระบบท่อ และได้ทำการแก้ไขในแบบก่อนที่จะเริ่มดำเนินงาน ในการเชื่อมจริง และอีกส่วนหนึ่งคือ การจัดการ ทำการอบรม การเชื่อมท่อในระบบป้องกันอัคคีภัย และทดสอบช่างเชื่อมก่อนเริ่มงาน จะทำให้นายจ้างทราบว่า พนักงานเชื่อม มีทักษะการเชื่อมมากน้อยแค่ไหน ก่อนที่จะเชื่อมท่อในหน่วยงานก่อสร้าง

บรรณานุกรม

กนกวรรณ จิตต์งามขา, สุกาญจนา เลขพัฒน์ และ อันวิดา ทีฆทรัพย์ . (2558). เทคโนโลยีเครื่องเชื่อมไฟฟ้าในปัจจุบัน (Today's Welding MachineTechnology). *วารสารวิชาการสถาบันการเชื่อมแห่งประเทศไทย*, *1*(1), 33-40. https://wit.kmutnb.ac.th/myfile/Journals/journals/JWIT.pdf

กรวิทย์ สระทองให้ และ สืบพงศ์ สุขสม (2566). การบริหารงานของธุรกิจรับเหมาก่อสร้าง ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสาร มจร พุทธปัญญาปริทรรศน์*, *8*(2), 211-223. https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jmbr/article/view/262760/177887

กฤต โง้วธนสุวรรณ. (2559). การวิเคราะห์คุณภาพงานบริการของผู้รับเหมาต่างจังหวัด (ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ). *วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 15*(1), 201-213. https://so01.tci-thaijo.org/index.php/arch-kku/article/view/66878/54620

จิตติ คาสวัสดิ์ ตรีเนตร ยิ่งสัมพันธ์เจริญ และ อภิชาติ โรจนโรวรรณ. (2558). ภาพรวม ปัจจัยต่ออนาคตของอุตสาหกรรมงานเชื่อมในสหรัฐอเมริกา. *วารสารวิชาการสถาบันการเชื่อมแห่งประเทศไทย*, *1*(1), 17-20. https://wit.kmutnb.ac.th/myfile/Journals/journals/JWIT.pdf

บุญทอง เอื้อหิรัญญานนท์. (2563). แนวทางการจัดการต้นทุนก่อสร้างในธุรกิจรับเหมาก่อสร้าง. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเวสเทิร์น มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, *6*(1), 227-237. https://so04.tci-thaijo.org/index.php/WTURJ/article/view/256386/173599

พรทิวา บัวแดง และ สุชัญญา โปษยะนันทน์ . (2566). ปัญหาในการบริหารงานก่อสร้างที่ส่งผลกระทบจนเกิดความล่าช้าของงานโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้า. ใน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (บ.ก.), *รายงานการประชุม การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 28.* (น. CEM21-1- CEM21-10). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. https://conference.thaince.org/index.php/ncce28/article/view/2272/1326

บรรณานุกรม (ต่อ)

รัชชวิทย์ ระวังสำโรง และ วรรณวิทย์แต้มทอง. (2566). การศึกษาปัญหาความล่าช้าในงานก่อสร้างของสัญญาจ้างออกแบบและก่อสร้าง. ใน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (บ.ก.), *รายงานการประชุม การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 28* (น. CEM19-1- CEM19-8). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
https://www.conference.thaince.org/index.php/ncce28/article/view/2473/1324

วสุ สุขตลอดชีพ และ สันติ ชินานุวัติวงศ์. (2564). การวิเคราะห์ต้นทุนค่าแรงและผลิตภาพแรงงานของงานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิงในงานก่อสร้างอาคารสูง: กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างโรงพยาบาลอินทรารัตน์. *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา*, *32*(1), 11-20.
https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/eit-researchjournal/article/view/242989/165129

สิทธิโชค สุนทรโอภาส และ ทวีศักดิ์ วงศ์ยืน. (2564). ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมคุณภาพงานก่อสร้างอาคารสูงในเขตกรุงเทพมหานคร: กรณีศึกษาเขตห้วยขวาง. ใน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) (บ.ก.), *รายงานการประชุม การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26* (น. CEM-07-1- CEM-07-7). สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.).
https://conference.thaince.org/index.php/ncce26/article/view/748/452

สุทธิ สุนทรานุรักษ์. (2559). การคัดกรองความเสี่ยงการทุจริตโครงการก่อสร้างภาครัฐ. *วารสารเศรษฐศาสตร์และกลยุทธ์การจัดการ, 3*(2), 83-93.
https://kuojs.lib.ku.ac.th/index.php/jems/article/view/1025/177

อรณิช ธนากรรฐ์ และ นพดล จอกแก้ว. (2564). การศึกษาการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรมในอุตสาหกรรมก่อสร้างไทย. ใน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) (บ.ก.), *รายงานการประชุม การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26* (น. CEM-32-1- CEM-32-9). สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.).
https://www.conference.thaince.org/index.php/ncce26/article/view/1001/501

บรรณานุกรม (ต่อ)

Aaron Azadikhah. (2023). Fabrication guideline for wire arc additive manufacturing (Master of Science Thesis, Tampere University). https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/152698/AzadikhahAaron.pdf?sequence=2

Amrutha, J. and Hippalgaonkar, A. (2021). Application of failure modes and effects analysis (FMEA) in automated spot welding process of an automobile industry. *Journal of engineering education transformation,* 34(Special Issue), 281-289. https://www.researchgate.net/publication/348327525_Application_of_Failure_Modes_and_Effects_Analysis_FMEA_in_Automated_Spot_Welding_Process_of_an_Automobile_Industry_A_Case_Study

Houldcroft, P. T. (1990). *Welding process technology*. Cambridge University Press.

Kidong, L., Sung, Y. , Soongkeun, H. and Cheolhee, K. (2020). Review on the recent Welding research with application of CNN-Based deep learning part1: models and application. *Journal of Welding and Joining, 39*(1), 10-19. https://www.e-jwj.org/upload/jwj-39-1-10.pdf

Lippold, J. C. (2014). *Welding metallurgy and weldability*. John Wiley & Sons, Inc.

Nadkarni, S. V. (1981). *Modern arc welding technology*. Oxonia Ilbs.

Naidu, D. S., Ozao, R., & Malukian, L. (2003). Process capabilities data for welding consumables. *Welding Journal, 82*(7), 247-252.

S. Senthil Murugan and P. Sathiya. (2023). A review of friction welding research addressing the influence, development, similar & dissimilar welding. *University of Galati,* 34*,* 65-88. https://www.gup.ugal.ro/ugaljournals/index.php/awet/article/view/6390/5494

Vural, M. (2014). Welding defects and sample defects with cause, inspection, prevention and repair. In M. Vural (Ed.), *Weld defects and nondestructive evaluation of weldments* (pp. 1-76). De Gruyter. https://doi.org/10.1515/9783110354881.1

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายนิติพงษ์ ขันธรัตน์

วัน เดือน ปีเกิด 11 พฤศจิกายน 2522

ภูมิลำเนา 99/106 หมู่ที่ 8 ต.หางดง อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230

โทรศัพท์ 085-716-8345

อีเมล Nitipong@y7mail.com

ประวัติการศึกษา

1. กำลังศึกษาอยู่ในระดับ ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม (Engineering Management) มหาวิทยาลัยสยาม
2. สำเร็จการศึกษาระดับ ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
3. สำเร็จการศึกษาระดับ อาชีวศึกษา วิทยาลัยเทคโนโลยีโปลิเทคนิคลานนาเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
4. สำเร็จการศึกษาระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพะเยาพิทยาคม จังหวัดพะเยา

สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยทาเคนาคาสากลก่อสร้าง จำกัด
191 อาคารสีลมคอมเพล็กซ์ ชั้นที่ 26 ถนนสีลม แขวงสีลม เขตบางรัก กทม 10500

ตำแหน่ง วิศวกรเครื่องกล

ภาคผนวก

คู่มือวัสดุและอุปกรณ์งานเชื่อม

คู่มือวัสดุและอุปกรณ์งานเชื่อม

KOBELCO

Welding Handbook

FAMILIARC™
TRUSTARC™
PREMIARC™

บริษัท ไทย-โกเบ เวลดิ้ง จำกัด
บริษัท โกเบ มิกไวร์ (ประเทศไทย) จำกัด

CERTIFICATE

ISO9001
Management System Certificate

THAI-KOBE WELDING CO.,LTD.

ISO14001
Management System Certificate

THAI-KOBE WELDING CO.,LTD.

เราคือผู้ผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้ารายแรกในประเทศไทยที่ได้รับการรับรอง มาตรฐาน **ISO 9002** จากสถาบัน **JQA** — **พ.ศ.2542**

เราได้ปรับปรุงไปสู่ระบบมาตรฐาน **ISO 9001:2000** จากสถาบัน **JQA** นอกจากนี้ เรายังคงไว้ ซึ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วย เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพที่ทันสมัยและแม่นยำ — **พ.ศ.2546**

เราได้รับการรับรองมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม ISO 14001 — **พ.ศ.2550**

เราได้ปรับปรุง และพัฒนา จนประสบความสำเร็จ ได้รับการรับรอง มาตรฐาน **ISO 9001:2008** — **พ.ศ.2553**

QUALITY POLICY

THE GUARANTEE: QTQ

QUALITY PRODUCTS
TECHNICAL SUPPORT
QUICK DELIVERY

International slogan of Kobelco Welding Group

คำนำ

หนังสือคู่มือการเลือกใช้ลวดเชื่อมเล่มนี้ ได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทาง และความสะดวกในการเลือกใช้ลวดเชื่อมให้ถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของเหล็ก โดยจัดแบ่งแยกประเภทของเหล็ก และกระบวนการเชื่อมดังต่อไปนี้

(1) SHIELDED METAL ARC WELDING (SMAW)	การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์
(2) GAS METAL ARC WELDING (GMAW)	การเชื่อม MIG หรือ MAG
(3) FLUX CORED ARC WELDING (FCAW)	การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์
(4) GAS TUNGSTEN ARC WELDING (GTAW)	การเชื่อมทิก (TIG)
(5) SUBMERGED ARC WELDING (SAW)	การเชื่อมซับเมอร์จ

อย่างไรก็ตาม กระบวนการเชื่อมแต่ละประเภท ย่อมมีเทคนิคและวิธีการเชื่อมที่แตกต่างกัน ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงการเลือกใช้ลวดเชื่อมผิดประเภท โปรดติดต่อสอบถามข้อมูลและรายละเอียดเพิ่มเติมได้ตามที่อยู่ด้านล่างนี้

ฝ่ายลูกค้าสัมพันธ์

บริษัท ไทย-โกเบ เวลดิ้ง จำกัด
500 ซอย1 นิคมอุตสาหกรรมบางปู,
ถ.สุขุมวิท, ต.แพรกษา,
จ.สมุทรปราการ 10280
โทร. 02-324-0588-91
Fax. 02-324-0797

ข้อแนะนำการใช้คู่มือ

1. การค้นหาข้อมูลลวดเชื่อม

เริ่มต้นจากการค้นหาที่หน้าสารบัญ เมื่อพบรายการลวดเชื่อมที่สนใจ จึงเปิดไปตามหน้าที่ต้องการ ซึ่งจะมีข้อมูลรายละเอียดของลวดเชื่อมตัวนั้นๆ อย่างไรก็ตามรายละเอียดภายในอาจมีตัวอักษรย่อ ซึ่งสามารถหาความหมายหรือคำเต็มของอักษรย่อได้จากข้อแนะนำที่ 5

2. มาตรฐานลวดเชื่อม

มาตรฐานต่างๆ ที่ถูกนำมาใช้ในในหนังสือคู่มือเล่มนี้มีอักษรย่อต่างๆ ดังต่อไปนี้

JIS : มาตรฐานอุตสาหกรรมประเทศญี่ปุ่น (JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD)

AWS : สมาคมเชื่อมประเทศสหรัฐอเมริกา (AMERICAN WELDING SOCIETY)

TIS : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย (THAI INDUSTRIAL STANDARD)

3. การจัดเกรดของลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์ ตามมาตรฐานต่างๆ

การจัดเกรดของลวดเชื่อมตามมาตรฐานต่างๆ ที่ระบุข้างต้น จะเป็นไปตามข้อกำหนดต่างๆ ในด้านคุณสมบัติทางกล และส่วนผสมทางเคมี ของมาตรฐานนั้นๆ ยกเว้นข้อกำหนดในด้านรองขนาดความโตของลวดเชื่อม, ความยาว, การทำเครื่องหมายต่างๆ บนลวดเชื่อม และวิธีการปกป้องชิ้นงานของลวดเชื่อม

4. เงื่อนไขการทดสอบ

ค่าคุณสมบัติทางกล และความแข็งของลวดเชื่อมแต่ละตัวที่แสดงในหนังสือคู่มือเล่มนี้ จะเป็นผลการทดสอบภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ต่อไปนี้

(1) หากไม่มีการระบุเพิ่มเติมในหนังสือ ให้ถือว่าเงื่อนไขในการทดสอบการกระแทก (Impact Test) เป็นไปตาม Charpy 2mm-V notch

(2) หากไม่มีการระบุเพิ่มเติมในหนังสือ ให้ถือว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบแรงดึง และความแข็ง คืออุณหภูมิห้อง

(3) หากไม่มีการระบุเพิ่มเติมในหนังสือ ให้ถือว่าชิ้นทดสอบแรงดึง และความแข็ง ที่ใช้ทดสอบอยู่ในสภาพหลังเชื่อม (As Welded) ที่ไม่ผ่านการกระทำทางความร้อน

(4) ความยาวเกจ (Guage Length) ของชิ้นทดสอบแรงดึงเป็น 4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นทดสอบ

(5) หากไม่มีการระบุเพิ่มเติมในหนังสือ ให้ถือว่าการกระทำทางความร้อน (Postweld Heat Treatment) จะมีการปล่อยให้เย็นตัวลงในเตา

(6) หากไม่มีการระบุเพิ่มเติมในหนังสือ ให้ถือว่าวิธีการทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน AWS

(7) หากไม่มีการระบุเพิ่มเติมในหนังสือ ให้ถือว่า เครื่องเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมชิ้นทดสอบต่างๆ เป็นเครื่องเชื่อมกระแสสลับ (AC)

5. อักษรย่อ และคำจำกัดความ

คำย่อ	คำเต็ม	คำจำกัดความ
AC	Alternating Current	กระแสไฟสลับ
AW	As Welded	สภาพหลังเชื่อมโดยไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อน
Bal	Balance	ส่วนที่เหลือ
DC	Direct Current	กระแสไฟตรง
DC-EN	Direct Current, Electrode Negative	กระแสไฟตรง หัวเชื่อมต่อกับขั้วลบ
DC-EP	Direct Current, Electrode Positive	กระแสไฟตรง หัวเชื่อมต่อกับขั้วบวก
El	Elongation	ค่าความยืดหยุ่น
F	Flat	การเชื่อมท่าราบ
H	Horizontal	การเชื่อมท่าขนานนอน
HAZ	Heat Affected Zone	บริเวณที่ได้รับผลกระทบเนื่องจากความร้อน
HF	Horizontal Fillet	การเชื่อมต่อฉากท่าขนานนอน
IV	Impact Value	ค่าการกระแทก
J	Joule	"จูล" หน่วยของพลังงาน
OH	Overhead	การเชื่อมท่าเหนือศีรษะ
PWHT	Postweld Heat Treatment	การกระทำทางความร้อนหลังเชื่อม เช่น การอบไล่ความเค้นตกค้างในรอยเชื่อม
TS	Tensile Strength	ค่าแรงดึงสูงสุดที่วัสดุรับได้ก่อนฉีกขาด
V	Vertical	การเชื่อมท่าตั้ง
VD	Vertical-Down	การเชื่อมท่าตั้ง-ลากลง
VU	Vertical-Up	การเชื่อมท่าตั้ง-ขึ้น
YP	Yield Point	ค่าแรงดึงที่วัสดุรับได้ก่อนการเสียรูปอย่างถาวร
0.2% OS	0.2% Offset Strength	ค่าประมาณแรงดึงที่วัสดุรับได้ก่อนการเสียรูปอย่างถาวร

สารบัญรวม

1. ผลิตภัณฑ์รวม

สำหรับเหล็กเหนียวและเหล็กทนแรงดึงสูงระดับ 490 เมกะปาสคาล

สำหรับเหล็กทนแรงดึงสูงระดับ 590–780 เมกะปาสคาล

สำหรับเหล็กกล้าเจือต่ำทนความร้อน

สำหรับเหล็กกล้าสเตนเลส

สำหรับงานซ่อมบำรุง

2. ข้อมูลอ้างอิง

- การเก็บรักษา และการอบลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์

สารบัญ

	ผลิตภัณฑ์	มาตรฐาน			หน้า
		AWS	JIS	TIS	
สำหรับเหล็กเหนียว และเหล็กทนแรงดึงสูงระดับ 490 เมกะปาสคาล					
SMAW	RB-26	A5.1 E6013	-	E43 2R 11	11
	KOBE-30	A5.1 E6013	-	E43 2R 11	12
	B-14	A5.1 E6019	-	-	13
	B-17	A5.1 E6019	Z3211 D4301	-	14
	LB-52	A5.1 E7016	-	E51 4B 26	15
	LH-2000	A5.1 E7016	-	E51 4B 26	16
	LB-52U	A5.1 E7016	-	-	17
	LB-52-18	A5.1 E7018	-	-	18
	KOBE-6010	A5.1 E6010	-	-	19
	LB-W52	A5.5 E7016-G	-	-	20

	ผลิตภัณฑ์	มาตรฐาน		หน้า
		AWS	JIS	
GMAW	MG-51T	A5.18 ER70S-6	-	21
	MG-50	A5.18 ER70S-G	Z3312 YGW11	22
	MIX-50	A5.18 ER70S-3	Z3312 YGW16	23
	ARROW PACK	-	-	25
FCAW	DW-100	A5.20 E71T-1C	Z3313 YFW C50DR	24
GTAW	TG-S50	A5.18 ER70S-G	-	26
	TG-S51T	A5.18 ER70S-6	-	27
SAW	MF-38/US-36	A5.17 F7A6-EH14 A5.17 F7P6-EH14	Z3183 S502-H	28
	MF-38A/US-36	A5.17 F7A4-EH14	Z3183 S502-H	29
สำหรับเหล็กทนแรงดึงสูงระดับ 590-780 เมกะปาสคาล				
SMAW	LB-62	A5.5 E9016-G	Z3212 D5816	31
	LB-106	A5.5 E10016-G	Z3212 D7016	32
	LB-116	A5.5 E11016-G	Z3212 D8016	33

	ผลิตภัณฑ์	มาตรฐาน		หน้า
		AWS	JIS	
สำหรับเหล็กกล้าเจือต้านความร้อน				
SMAW	CM-A76	A5.5 E7016-A1	Z3223 DT1216	35
	CM-A96	A5.5 E8016-B2	Z3223 DT2316	36
	CM-A106	A5.5 E9016-B3	Z3223 DT2416	37
GTAW	CM-SM	A5.28 ER80S-G	Z3316 YGTM	38
	CM-S1CM	A5.28 ER80S- G	Z3316 YGT1CM	39
	CM-S2CM	A5.28 ER90S-G	Z3316 YGT2CM	40
	CM-S5CM	A5.28 ER80S-B6	Z3316 YGT5CM	41
สำหรับเหล็กกล้าสเตนเลส				
SMAW	NC-38	A5.4 E308-16	-	43
	NC-38L	A5.4 E308L-16	-	44
	KOBE-308	A5.4 E308-17	-	45
	KOBE-308L	A5.4 E308L-17	-	46
	NC-39	A5.4 E309-16	-	47
	NC-39L	A5.4 E309L-16	-	48
	NC-36	A5.4 E316-16	-	49
	NC-36L	A5.4 E316L-16	-	50
GMAW	MG-S308	A5.9 ER308	Z3321 Y308	51
	MG-S308LS	A5.9 ER308LSi	Z3321 Y308LSi	52
	MG-S309	A5.9 ER309	Z3321 Y309	53
	MG-S309LS	A5.9 ER309LSi	Z3321 Y309Si	54
	MG-S316L	A5.9 ER316LSi	Z3321 Y316LSi	55
	MG-S430M	-	-	56
FCAW	DW-308	A5.22 E308T0-1/4	Z3323 YF308C	57
	DW-308L	A5.22 E308LT0-1/4	Z3323 YF308LC	58
	DW-309	A5.22 E309T0-1/4	Z3323 YF309C	59
	DW-309L	A5.22 E309LT0-1/4	Z3323 YF309LC	60
	DW-316	A5.22 E316T0-1/4	Z3323 YF316C	61
	DW-316L	A5.22 E316LT0-1/4	Z3323 YF316LC	62
	MX-A430M	-	-	63
GMAW	TG-S308	A5.9 ER308	Z3321 Y308	64
	TG-S308L	A5.9 ER308L	Z3321 Y308L	65
	TG-S309	A5,9 ER309	Z3321 Y309	66
	TG-S309L	A5.9 ER309L	Z3321 Y309L	67
	TG-S316	A5.9 ER316	Z3321 Y316	68
	TG-S316L	A5.9 ER316L	Z3321 Y316L	69

	ผลิตภัณฑ์	มาตรฐาน		หน้า
		AWS	JIS	
สำหรับงานซ่อมบำรุง				
SMAW	HF-240	-	Z3251 DF2A-250-R	71
	HF-260	-	Z3251 DF2A-300-B	72
	HF-330	-	Z3251 DF2A-350-R	73
	KOBE-350R	-	Z3251 DF2A-400-R	74
	HF-450	-	Z3251 DF2A-450-B	75
	HF-500	-	Z3251 DF2A-500-B	76
	HF-600	-	Z3251 DF2A-600-B	77
	HF-650	-	Z3251 DF3C-600-B	78
	HF-800K	-	Z3251 DF3C-700-B	79
	CI-A1	A5.15 ENi-CI	Z3252 DFCNi	90
	CI-A2	A5.15 ENiFe-CI	Z3252 DFCNiFe	
	CI-A3	A5.15 (ESt)	Z3252 DFCFe	

2. ข้อมูลอ้างอิง

หัวข้อ	หน้า
การเก็บรักษา และการอบลวดเชื่อมหุ้มฟลั๊กซ์	81

ประกาศ

กลุ่มธุรกิจเชื่อม บริษัท โกเบสตีล จำกัด ขอขอบพระคุณผู้มีอุปการะคุณทุกท่านเป็นอย่างสูง ในความสนับสนุนด้วยดีมาโดยตลอด เราได้มีการเปลี่ยนแปลงระบบการจำแนกวัสดุสิ้นเปลืองงานเชื่อมตามที่แสดงด้านล่างนี้ โดยเริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน 2552 เป็นต้นไป อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ ไม่ได้ส่งผลกระทบถึงการออกแบบทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์แต่อย่างใด

การกำหนดกลุ่มใหม่ของชื่อผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

วัสดุสิ้นเปลืองงานเชื่อมทั้งหมดของ KOBELCO จะถูกกำหนดด้วยสัญญลักษณ์ทางการค้า และแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหม่ บนพื้นฐานของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์แต่ละตัว ดังต่อไปนี้

(1) **FAMILIARC**™ (Famili-Arc)

เป็นคำผสมระหว่างคำว่า "Familiar" และคำว่า "Arc"
วัสดุสิ้นเปลืองงานเชื่อมในกลุ่มนี้ใช้สำหรับการเชื่อมโครงสร้างทั่วๆ ไป ที่ทำขึ้นจากเหล็กเหนียว และเหล็กทนแรงดึงสูงระดับต่ำกว่า 590 เมกะปาสคาล

(2) **TRUSTARC**™ (Trust-Arc)

เป็นคำผสมระหว่างคำว่า "Trust" และคำว่า "Arc"
วัสดุสิ้นเปลืองงานเชื่อมในกลุ่มนี้ใช้สำหรับการเชื่อมงานที่ต้องการความน่าเชื่อถือในคุณภาพระดับสูง เช่น เหล็กกล้าทนแรงดึงสูงระดับ 570 เมกะปาสคาล หรือสูงกว่า เหล็กกล้าทนอุณหภูมิต่ำ และเหล็กกล้าเจือต่ำทนความร้อน

(3) **PREMIARC**™ (Premi-Arc)

เป็นคำผสมระหว่างคำว่า "Premium" และคำว่า "Arc"
วัสดุสิ้นเปลืองงานเชื่อมในกลุ่มนี้ใช้สำหรับเหล็กกล้าเจือสูง เหล็กกล้าสเตนเลส และโลหะนอกกลุ่มเหล็ก

กลุ่มใหม่ของชื่อผลิตภัณฑ์ (ต่อไปนี้จะเรียกว่า "เครื่องหมายทางการค้า") จะใส่ไว้ที่หน้าชื่อของผลิตภัณฑ์แต่ละตัว การระบุชื่อผลิตภัณฑ์จะมีการเปลี่ยนแปลง โดยเปลี่ยนตำแหน่งของเครื่องหมาย "-" มาอยู่หลังอักษรตัวที่ 1 หรือ 2 ของชื่อผลิตภัณฑ์เดิม กล่าวโดยรวมคือ ชื่อผลิตภัณฑ์แบบใหม่จะประกอบไปด้วยเครื่องหมายทางการค้า และชื่อผลิตภัณฑ์ ดังตัวอย่างด้านล่าง

ตัวอย่างแสดงการระบุชื่อผลิตภัณฑ์แบบเก่าและใหม่

ชื่อผลิตภัณฑ์แบบเก่า	ชื่อผลิตภัณฑ์แบบใหม่
(1) **B-10**	FAMILIARC **B-10**
(2) **MG-50**	FAMILIARC **MG-50**
(3) **TGS-50**	PREMIARC **TG-S50**
(4) **MGS-50**	PREMIARC **MG-S50**
(5) **ZERODE-44**	FAMILIARC **Z-44**
(6) **CMA-106N**	TRUSTARC **CM-A106N**
(7) **DW-308**	PREMIARC **DW-308**

วัตถุประสงค์ของการเปลี่ยนแปลงระบบการระบุชื่อผลิตภัณฑ์

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เราพบว่ามีผลิตภัณฑ์จากบางบริษัทที่มีการระบุชื่อผลิตภัณฑ์เหมือนกันกับผลิตภัณฑ์ของเรา รวมทั้งมีการปลอมแปลงใบรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ซึ่งทำให้เกิดความสับสนต่อผู้ใช้ ทั้งในประเทศญี่ปุ่น และประเทศต่างๆ ในทวีปเอเชีย ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ เราจึงได้ดำเนินการตามกฎหมายกับผู้กระทำ และเรียกร้องให้ผู้กระทำเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงชื่อผลิตภัณฑ์ดังกล่าว อย่างไรก็ตาม คงเป็นเรื่องยากที่จะป้องกันไม่ให้มีการลอกเลียนแบบชื่อผลิตภัณฑ์ตามระบบการระบุชื่อผลิตภัณฑ์แบบเก่า ดังนั้น เราจึงสร้างระบบการระบุชื่อผลิตภัณฑ์แบบใหม่เพื่อให้มั่นใจในลิขสิทธิ์เครื่องหมายทางการค้าในประเทศหลักๆ และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ของเราง่ายต่อการแยกแยะโดยผู้ใช้ โดยท่านจะสามารถดูได้จากเครื่องหมายทางการค้าที่ระบุหน้าชื่อผลิตภัณฑ์

ระบบการใช้เครื่องหมายทางการค้า และการระบุชื่อผลิตภัณฑ์แบบใหม่ ไม่เพียงแต่ช่วยป้องกันการปลอมแปลงสินค้าของเราเท่านั้น แต่ยังช่วยป้องกันผู้ใช้ไม่ให้ได้รับความเสียหายจากปัญหาการปลอมแปลมดังที่กล่าวมาข้างต้น

ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงชื่อผลิตภัณฑ์ดังที่กล่าวมา อาจส่งผลกระทบต่อผู้มีอุปการะคุณในเรื่องของการแก้ไขเอกสารที่เกี่ยวข้องบ้าง แต่เราก็หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ทุกท่านจะเข้าใจในเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น และให้ความสนับสนุนเราเป็นอย่างดีต่อไป

จึงแจ้งมาให้ทราบโดยทั่วกัน

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

1. สำหรับการเชื่อมเหล็กเหนียวและเหล็กทนแรงดึงสูงระดับ 490 เมกะปาสคาล

- ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Covered Electrode)
- ลวดเปลือย (Solid Wire)
- ลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์ (Flux Cored Wire)
- ลวดเติมสำหรับการเชื่อมทิก (Solid Wire for TIG Welding)
- ลวดเชื่อมและผงฟลักซ์สำหรับการเชื่อมซับเมอร์จ (Solid Wire and Flux for Submerged Arc Welding)

FAMILIARC

RB-26

สำหรับการเชื่อมเหล็กเหนียวแผ่นบาง และงานโครงสร้างบาง ๆ

มาตรฐานอ้างอิง :
AWS A5.1 E6013
TIS: E43 2 R 11

การใช้งาน

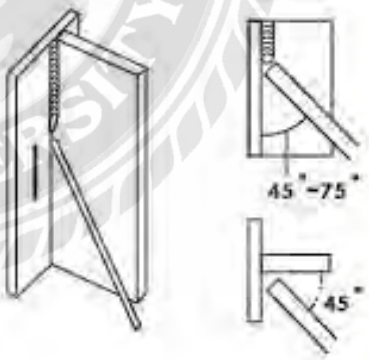
สำหรับการเชื่อมโครงสร้างเหล็ก และเหล็กแผ่นบางๆ ในงานสร้างเรือ, รถไฟ และยานยนต์ที่ทำด้วยเหล็กเหนียว

คุณลักษณะเด่นในการใช้งาน

ลวดเชื่อม FAMILIARC RB-26 เป็นลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดไตตาเนียสูง ซึ่งสามารถใช้เชื่อมในท่าตั้ง-ลากลงได้ ถึงแม้จะใช้ลวดเชื่อมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตถึง 5.0 มิลลิเมตร ลวดเชื่อม FAMILIARC RB-26 ให้การอาร์คที่นิ่งเรียบ มีสะเก็ดไฟเชื่อมน้อย ทำให้ผิวรอยเชื่อมที่ได้มีความเรียบสวยงามเป็นมันวาว เหมาะอย่างยิ่งสำหรับการเชื่อมงานโครงสร้างบางๆ ซึ่งเน้นการเชื่อมในท่าตั้ง-ลากลง นอกจากนั้นยังเหมาะสำหรับการเชื่อมเหล็กแผ่น และงานโครงสร้างบางๆ เนื่องจากการซึมลึกที่ไม่สูงมากนัก

ข้อควรจำในการใช้งาน

1) ในการเชื่อมท่าตั้ง-ลากลง ควรให้ปลายลวดเชื่อมแตะกับแผ่นชิ้นงาน ดังแสดงในภาพด้านล่าง
2) ไม่ควรใช้กระแสไฟเชื่อมสูงเกินกว่าช่วงที่แนะนำ (ดังแสดงในตารางข้างล่างหรือติดอยู่ข้างกล่องลวดเชื่อม) เนื่องจากไม่เพียงแต่จะทำให้ความสามารถในการตรวจสอบเอ็กซเรย์ลดลงแล้ว ยังทำให้เกิดสะเก็ดไฟเชื่อมมาก เกิดรอยกัดขอบ และการปกคลุมของแสล็กไม่ดีพอ
3) เพื่อให้ได้ผลดีที่สุด ควรอบลวดเชื่อมก่อนการใช้งานที่อุณหภูมิ 70–100°C เป็นเวลา 30–60 นาที การที่ลวดเชื่อมดูดซับความชื้นมากเกินไปจะทำให้คุณสมบัติในการใช้งานของลวดเชื่อมต่ำลง และอาจทำให้เกิดฟองอากาศขึ้นในรอยเชื่อม



ส่วนผสมทางเคมีโดยทั่วไปของเนื้อโลหะเชื่อม (%)

C	Si	Mn	P	S
0.08	0.3	0.37	0.012	0.01

คุณสมบัติทางกลโดยทั่วไปในเนื้อโลหะเชื่อม

0.2% OS (MPa)	TS (MPa)	El (%)
450	510	25

ขนาดที่จำหน่าย และช่วงกระแสไฟเชื่อมที่แนะนำ (AC, DC-EP หรือ DC-EN)

ขนาดลวด(มม.)		2.6	3.2	4.0	5.0
ความยาว(มม.)		350	350	400	400
กระแสไฟเชื่อม (แอมป์)	F, HF, H, VD	45~95	60~125	105~170	150~220
	VU, OH	45~95	60~125	100~150	125~190

FAMILIARC

KOBE-30

สำหรับการเชื่อมเหล็กเหนียวแผ่นบาง และงานโครงสร้างบาง ๆ

มาตรฐานอ้างอิง :
AWS A5.1 E6013
TIS: E43 2 R 11

การใช้งาน

เหมาะสำหรับการเชื่อมโครงสร้างเหล็กบางๆ , เหล็กแผ่นบางๆ ในงานสร้างเรือ, รถไฟ และยานยนต์ ที่ทำด้วยเหล็กเหนียว

คุณลักษณะเด่นในการใช้งาน

ลวดเชื่อม KOBE-30 เป็นลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดไตตาเนียสูง ซึ่งให้การอาร์คที่รุนแรง และนิ่งเรียบ ทำให้สามารถใช้เชื่อมได้ดีมากในท่าตั้ง-ลากลง ลวดเชื่อม ผิวรอยเชื่อมที่ได้มีความเรียบสวยงามเป็นมันวาว เหมาะอย่างยิ่งสำหรับการเชื่อมงานโครงสร้างบางๆ ซึ่งเน้นการเชื่อมในท่าตั้ง-ลากลง

ข้อควรจำในการใช้งาน

1) ไม่ควรใช้กระแสไฟเชื่อมสูงเกินกว่าช่วงที่แนะนำ (ดังแสดงในตารางข้างล่างหรือติดอยู่ข้างกล่องลวดเชื่อม) เนื่องจากไม่เพียงแต่จะทำให้ความสามารถในการตรวจสอบเอ็กซเรย์ลดลงแล้ว ยังทำให้เกิดสะเก็ดไฟเชื่อมมาก เกิดรอยกัดขอบ และการปกคลุมของแสล็กไม่ดีพอ
2) เพื่อให้ได้ผลดีที่สุด ควรอบลวดเชื่อมก่อนการใช้งานที่อุณหภูมิ 70-100°C เป็นเวลา 30-60 นาที การที่ลวดเชื่อมดูดซับความชื้นมากเกินไปจะทำให้คุณสมบัติในการใช้งานของลวดเชื่อมต่ำลง และอาจทำให้เกิดฟองอากาศขึ้นในรอยเชื่อม

ส่วนผสมทางเคมีโดยทั่วไปของเนื้อโลหะเชื่อม (%)

C	Si	Mn	P	S
0.09	0.28	0.39	0.011	0.014

คุณสมบัติทางกลโดยทั่วไปในเนื้อโลหะเชื่อม

0.2% OS (MPa)	TS (MPa)	El (%)
450	510	25

ขนาดที่จำหน่าย และช่วงกระแสไฟเชื่อมที่แนะนำ (AC, DC-EP หรือ DC-EN)

ขนาดลวด(มม.)		2.6	3.2	4.0	5.0
ความยาว(มม.)		350	350	400	400
กระแสไฟเชื่อม (แอมป์)	F, HF, H, VD	45~95	60~120	105~170	150~220
	VU, OH	45~95	60~125	100~150	125~190

B-14

สำหรับการเชื่อมเหล็กโครงสร้างหนาในทุกท่าเชื่อม

มาตรฐานอ้างอิง :
AWS A5.1 E6019

การใช้งาน

สำหรับการเชื่อมโครงสร้างเหล็กหนาในงานสร้างเรือ, ยานยนต์, อาคาร และสะพาน ที่ทำด้วยเหล็กเหนียว

คุณลักษณะเด่นในการใช้งาน

ลวดเชื่อม B-14 เป็นลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ชนิดอิลเมไนท์(หรือผงเหล็กออกไซด์ผสมไตตาเนีย) ซึ่งถูกออกแบบให้มีความสามารถในการใช้งาน และความสามารถในการเชื่อมที่ดี จึงเหมาะสำหรับการเชื่อมเหล็กเหนียวที่มีความหนาตั้งแต่ 1.6 ถึง 20 มม. ในทุกท่าเชื่อมไม่ว่าจะเป็นรอยต่อชนหรือต่อฉาก ในการเชื่อมรอยต่อฉากในท่าขนานนอน B-14 จะให้การปกคลุมของแสลัก และความสม่ำเสมอของเกล็ดรอยเชื่อมที่ดี ซึ่งเป็นผลให้รอยเชื่อมที่ได้สวยงามมาก B-14 เป็นลวดเชื่อมที่มีความสามารถในการใช้งานในการเชื่อมในท่าตั้ง และท่าเหนือศีรษะที่ดีที่สุดในกลุ่มอิลเมไนท์ นอกจากนั้น B-14 ยังให้รอยเชื่อมที่สามารถผ่านการตรวจสอบเอ็กซ์เรย์ได้ดี และมีคุณสมบัติทางกลที่ดี จึงนิยมใช้ในการทดสอบทักษะช่างเชื่อม และการแข่งขันในประเทศญี่ปุ่น

ข้อควรจำในการใช้งาน

1) ไม่ควรใช้กระแสไฟเชื่อมสูงเกินกว่าช่วงที่แนะนำ (ดังแสดงในตารางข้างล่างหรือติดอยู่ข้างกล่องลวดเชื่อม) เนื่องจากไม่เพียงแต่จะทำให้ความสามารถในการตรวจสอบเอ็กซเรย์ลดลงแล้ว ยังทำให้เกิดสะเก็ดไฟเชื่อมมาก เกิดรอยกัดขอบ และการปกคลุมของแสลักไม่ดีพอ
2) เพื่อให้ได้ผลดีที่สุด ควรอบลวดเชื่อมก่อนการใช้งานที่อุณหภูมิ 70–100 °C เป็นเวลา 30–60 นาที การที่ลวดเชื่อมดูดซับความชื้นมากเกินไปจะทำให้คุณสมบัติในการใช้งานของลวดเชื่อมต่ำลง และอาจทำให้เกิดฟองอากาศขึ้นในรอยเชื่อม
3) การอบลวดเชื่อมชนิดนี้มากเกินไปอาจทำให้ลวดเชื่อมไหม้ และทำให้การซึมลึกต่ำลง
4) ในการเชื่อมเหล็กหนาๆ ควรมีการอุ่นชิ้นงานก่อนเชื่อม และควบคุมอุณหภูมิระหว่างเกี่ยวเชื่อม

ส่วนผสมทางเคมีโดยทั่วไปของเนื้อโลหะเชื่อม (%)

C	Si	Mn	P	S
0.10	0.10	0.43	0.015	0.007

คุณสมบัติทางกลโดยทั่วไปในเนื้อโลหะเชื่อม

0.2% OS (MPa)	TS (MPa)	El (%)	IV (J)
410	460	32	82 ที่ – 18 °C

ขนาดที่จำหน่าย และช่วงกระแสไฟเชื่อมที่แนะนำ (AC, DC-EP หรือ DC-EN)

ขนาดลวด(มม.)		2.6	3.2	4.0	5.0
ความยาว(มม.)		350	400	400	450
กระแสไฟเชื่อม (แอมป์)	F, HF, H	55~90	85~140	130~190	180~260
	VU, OH	45~75	60~120	100~160	135~210