

มจร. 114 - 0002 - 0331
การทดสอบฝีมือช่าง เชื่อมไฟฟ้าและการ
ทดสอบกรรมวิธีสำหรับงานท่อที่สร้าง
จากโลหะผสมของทองแดงและนิกเกิล

มาตรฐานงานช่างกรรมอุตสาหกรรมเรือ

มจร. 114 - 0002 - 0331
การทดสอบฝีมือช่าง เชื่อมไฟฟ้าและการ
ทดสอบกรรมวิธีสำหรับงานท่อที่สร้าง
จากโลหะผสมของทองแดงและนิกเกิล

แก้ไขครั้งที่.....	เมื่อ.....
แก้ไขครั้งที่.....	เมื่อ.....
แก้ไขครั้งที่.....	เมื่อ.....

ประกาศ
เรื่อง กำหนดมาตรฐานงานช่างกรรมอุตสาหกรรม
พ.ศ.2531

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 7.3 และข้อ 13 แห่งระเบียบกรมอุตสาหกรรมว่าด้วยมาตรฐานงานช่าง พ.ศ.2529 เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรรมอุตสาหกรรม จึงกำหนดมาตรฐานงานช่าง กรรมอุตสาหกรรม หมายเลข มอ. 114 - 0002 - 0331 การทดสอบฝีมือช่างเชื่อมไฟฟ้าและการทดสอบกรรมวิธีเชื่อมสำหรับงานท่อที่สร้างจากโลหะผสมของทองแดงและนิกเกิล ไว้ดังรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ~~๒๔~~ ...เดือน.....มี.ค.....พ.ศ..๒๕๓๑..

พลเรือตรี *Emmett L. ...*

(สมพงษ์ พาสุข)

เจ้ากรมพัฒนาการช่าง

มอ. 114 - 0002 - 0331

มาตรฐานงานช่างกรรมอุตสาหกรรมเรือ

การทดสอบฝีมือช่างเชื่อมไฟฟ้าและการทดสอบกรรมวิธีเชื่อมสำหรับงานท่อ
ที่สร้างจากโลหะผสมของทองแดงและนิกเกิล (WELDER' S QUALIFICATION
AND WELDING PROCEDURE TESTS FOR FABRICATION OF WELDED COPPER
NICKEL ALLOY PIPELINES)

1. เอกสารอ้างอิงและคำแนะนำทางช่างที่อ้างอิง

1.1 Germanischer Lloyd, Guidelines for the Fabrication of
Welded Copper Nickel Alloy Pipelines, Hamburg, January 1983

1.2 American Welding Society, Arc Welding Electrodes for
Copper and Copper alloy, Miami, Florida, 1969

1.3 มาตรฐานพัสดุการช่าง กรรมอุตสาหกรรมเรือ, มพช.อร.4710 - 01 - 29,
ท่อทองแดงผสมนิกเกิลชนิดไม่มีตะเข็บ, พ.ศ.2529

2. เอกสารประกอบที่แนบ

ไม่มี

3. ความมุ่งหมาย

เพื่อกำหนดวิธีการทดสอบความสามารถของช่างเชื่อมว่าสูงพอที่จะเชื่อมท่อ
ที่สร้างจากโลหะผสมทองแดงและนิกเกิลหรือไม่ และเพื่อกำหนดวิธีการตรวจสอบว่า
การเตรียมการต่าง ๆ ในการเชื่อมท่อดังกล่าวกระทำถูกต้องหรือไม่

4. ขอบเขต

มาตรฐานนี้ครอบคลุมเฉพาะการทดสอบฝีมือช่างเชื่อมและวิธีการเชื่อมท่อ
ที่สร้างจากโลหะผสมระหว่างทองแดงและนิกเกิล

5. กล่าวโดยทั่วไป

การเชื่อมท่อที่สร้างจากโลหะผสมทองแดงและนิกเกิลจะต้องใช้ความปราณีต
และความสามารถเป็นอย่างมาก งานประเภทนี้จะต้องกระทำโดยช่างที่ผ่านการ
ทดสอบว่ามีขีดความสามารถสูงพอเท่านั้น นอกจากนั้นยังมีปัจจัยอื่นที่จะมีผลต่อ

คุณภาพของการเชื่อม เป็นต้นว่าความเหมาะสมของการตั้งแรงดันไฟฟ้าของเครื่องเชื่อม ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอิเล็กโทรด ดังนั้นก่อนจะเริ่มงานเชื่อมจะต้องมีการทดสอบกรรมวิธีเชื่อมเสียก่อน

6. คุณสมบัติของท่อ

ท่อทองแดงผสมนิกเกิลควรเป็นประเภท 90/10 หรือมีคุณสมบัติตาม มพข.4710-01 - 29

7. อิเล็กโทรด

จะต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับงานเชื่อมท่อทองแดงและนิกเกิล เทียบเท่ากับหมายเลข AWS A5.6 ตามระบุในเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1.2

8. การทดสอบฝีมือช่างเชื่อม

8.1 ให้ทำการเตรียมชิ้นทดสอบเพื่อการทดสอบกำลังรับแรงดึงและการตรวจสอบด้วยวิธี MACROGRAPHIC สำหรับการทดสอบฝีมือช่างเชื่อมแต่ละคนดังต่อไปนี้

ก. ชิ้นทดสอบจากการเชื่อมท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 35 ถึง 65 มม. มีความหนา 1.5 ถึง 2.0 มม. การดัดปลายท่อใช้วิธีดัดชนไม่มีการเจาะเป็นรูปตัว V (ดูรูปที่ 1)

ข. ชิ้นทดสอบจากการเชื่อมท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 150 ถึง 200 มม. และมีความหนา 6 มม. การดัดปลายท่อกระทำโดยการเจาะให้เป็นรูปตัว V (ดูรูปที่ 2)

ค. ชิ้นทดสอบดังกล่าวทั้งสองแบบจะต้องตัดมาจากท่อที่ได้รับการเชื่อมสองแบบคือ

- การเชื่อมท่อที่อยู่แนวระดับโดยไม่หมุนท่อ แนวของรอยเชื่อมจะแบ่งออกเป็น 4 บริเวณหรือ 4 ด้านคือ ด้านข้าง (s) ด้านบน (w) และด้านล่าง (u) (ดูรูปที่ 2) ถ้าในโรงงานมีเครื่องหมุนท่อก็ให้ทำการเชื่อมโดยหมุนท่อ

- การเชื่อมท่อที่อยู่แนวตั้ง (ดูรูปที่ 2)

8.2 จำนวนของชิ้นทดสอบที่ตัดจากท่อที่ได้รับการเชื่อมตามข้อ 8.1 ในลักษณะดังนี้ (ดูรูปที่ 3)

ก. ชิ้นทดสอบกำลังรับแรงดึง (สัญลักษณ์ Z_k)

เตรียมโดยตัดผนังท่อไปตามความยาวผ่านแนวเชื่อม แล้วเจาะ

ด้านขอบสองข้างตรงรอยเชื่อมออกเป็นรูปส่วนของวงกลมมีรัศมีความโค้งเท่ากับ 5 มม. สำหรับท่อที่วางในแนวระดับ ให้เตรียมชิ้นทดสอบ 6 ชิ้นคือ 2 ชิ้นจากด้านข้าง, 2 ชิ้นจากด้านบน และ 2 ชิ้นจากด้านล่าง

สำหรับท่อแนวระดับที่เชื่อมโดยการหมุนท่อและท่อในแนวตั้งให้ใช้ชิ้นทดสอบเพียง 2 ชิ้น

ข. ชิ้นทดสอบสำหรับการตรวจด้วยวิธี MACROGRAPHIC (สัญลักษณ์ M)

เตรียมการตัดผนังท่อผ่านรอยเชื่อมในลักษณะเดียวกับการเตรียมชิ้นทดลองสำหรับการทดสอบกำลังรับแรงดึง เพียงแต่ไม่ต้องเจาะด้านขอบ

ท่อที่อยู่ในแนวระดับให้เตรียมชิ้นทดสอบ 3 ชิ้นคือ จากด้านบน, ด้านข้าง และด้านล่าง ด้านละ 1 ชิ้น ส่วนท่อที่เชื่อมในแนวระดับแต่มีการหมุนท่อและท่อที่อยู่ในแนวตั้ง เตรียมชิ้นทดสอบเพียง 1 ชิ้น

8.3 การตรวจและทดสอบชิ้นทดสอบ

ก. ตรวจสภาพภายนอกของรอยเชื่อม

ข. ฉายรังสี X ที่รอยเชื่อม (ดูมาตรฐานงานช่าง 114 - 0003 - 0431)

ค. ทดสอบกำลังรับแรงดึง

ผลของการทดสอบจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 1

8.4 ช่างเชื่อมที่สามารถผ่านการทดสอบในข้อ 8.3 จะถือว่ามีความสามารถเชื่อมท่อทองแดงผสมนิเกิลที่มีความหนาระหว่าง 1 ถึง 8 มม. ได้ทุกขนาดและทุกท่า เชื่อมยกเว้นท่าเชื่อมแนวตั้ง เติลง (VERTICAL DOWNWARD) อย่างไรก็ตาม หากงานเชื่อมของโรงงานไม่จำเป็นต้องใช้ช่างเชื่อมที่มีฝีมือสูงมาก สามารถพิจารณาลดความยากของการเชื่อมสำหรับการทดสอบลงมา

8.5 ช่างเชื่อมที่ผ่านการทดสอบในข้อ 8.3 จะถือว่ามีความสามารถในการเชื่อมเป็นเวลา 2 ปี ระยะเวลานี้อาจยืดออกไปได้อีกถ้าตลอดเวลา 2 ปีดังกล่าวช่างเชื่อมได้แสดงให้เห็นว่ามีฝีมือทางการเชื่อมมิได้ลดลง ช่างเชื่อมที่หยุดงานเชื่อมมาเป็นเวลาติดต่อกันเกิน 6 เดือน หรือระหว่างปฏิบัติงานมีสิ่งบอกเหตุว่าฝีมือเชื่อมท่อประเภทนี้ลดลงจะต้องเข้าทำการทดสอบฝีมือใหม่

9. การทดสอบกรรมวิธีการเชื่อมก่อนปฏิบัติงานจริง

9.1 ก่อนที่จะเริ่มงานสร้างท่อในโรงงาน จำต้องมีการทดสอบกรรมวิธีการเชื่อมดังเหตุผลที่กล่าวมาแล้วในข้อ 5. เพื่อให้แน่ใจว่าการเชื่อมท่อจะทำได้กำลัง ณ รอยต่อสูงพอตามที่ต้องการ วิธีการเชื่อมให้ปฏิบัติตาม มอว.114 - 0003 - 0431 ให้มีการทำขึ้นทดสอบจากการเชื่อมท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกระหว่าง 150 ถึง 200 มม. และมีความหนาระหว่าง 2.5 ถึง 3.0 มม. โดยให้ท่ออยู่ในแนวระดับ และแนวตั้งในลักษณะเดียวกันกับการทดสอบฝีมือช่างเชื่อม การต่อท่อใช้วิธีต่อชน (รูปที่ 1) และเชื่อมด้วยวิธี TIG หากว่างานที่จะทำการเชื่อมจะต้องมีการเชื่อมหลายชั้นในรอยเชื่อมก็ให้พิจารณาเพิ่มความหนาของท่อที่จะตัดมาทำขึ้นทดสอบตามที่เห็นสมควร และถ้างานที่จะทำการเชื่อมนั้นสามารถเชื่อมในท่าราบได้หมด หรือในโรงงานมีเครื่องมือท่อ การทดสอบให้กระทำโดยการเชื่อมในท่าราบหรือโดยใช้เครื่องมือท่อเท่านั้น

9.2 การเตรียมขึ้นทดสอบและการทดสอบ

- ก. ตรวจสอบภาพทั่ว ๆ ไปภายนอกของรอยเชื่อม
- ข. ฉายรังสี X ที่รอยเชื่อมโดยปฏิบัติตาม มอว.114 - 0003 - 0431
- ค. ทดสอบทางการกล
 - กำลังรับแรงดึง (ขึ้นทดสอบที่ Z)
 - กำลังรับแรงดัด (BENDING STRENGTH) จากขึ้นทดสอบ F_w และ F_d , F_w คือ การวางขึ้นทดสอบในลักษณะที่ด้านล่างของรอยเชื่อม (ด้านในของท่อ) เกิดความเค้นดึง (TENSILE STRESS) เมื่อทดลองดัด ขึ้นทดสอบ F_d คือ การวางขึ้นทดสอบให้เกิดความเค้นดึงที่ด้านบนของรอยเชื่อม
- ง. การตรวจสอบด้วยวิธี MACROGRAPHIC (ขึ้นทดสอบ M)
- จ. จำนวนขึ้นทดสอบและรูปร่างของขึ้นทดสอบตามรูปที่ 4
- ฉ. ผลการทดสอบต้องเป็นไปตามตารางที่ 1

9.3 หากรอยเชื่อมที่ทำการทดสอบมีคุณลักษณะตามตารางที่ 1 ทุกข้อที่เกี่ยวข้อง ก็ถือว่า กรรมวิธีการเชื่อม, ท่าเชื่อม ตลอดจนขนาดเชื่อมหรือสารเติมมีความถูกต้อง นอกจากนั้นถ้าถือว่าช่างเชื่อมที่ทำการเชื่อมในภาคทดสอบครั้งนี้ สามารถทดสอบฝีมือช่างเชื่อมที่กล่าวไว้ในข้อ 8. โดยวิธีรายอีกด้วย

มธร.114 - 0002 - 0331

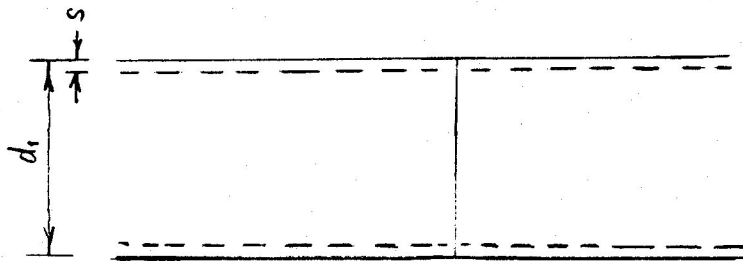
10. ให้เจ้าหน้าที่ของ รง.ช่างท่อ หรือหน่วยบังคับบัญชาของ รง.ช่างท่อประสานกับหน่วยควบคุมคุณภาพก่อนทำการเชื่อมต่อ เมื่อหน่วยควบคุมคุณภาพยอมรับความถูกต้องของขนาดของท่อและทำเชื่อมต่อแล้ว ให้ รง.ช่างท่อทำการเชื่อมต่อเพื่อทดสอบได้ แล้วตัดท่อให้มีความยาวพอเพียงส่งมาทำขึ้นทดสอบที่หน่วยควบคุมคุณภาพ ในการฉายรังสี X และการอ่านฟิล์มรอยเชื่อมหากหน่วยควบคุมคุณภาพไม่มีบุคลากรที่เหมาะสม ให้ร้องขอรับความสนับสนุนไปยังกองควบคุมคุณภาพ กรมพัฒนาการช่าง กรมอุตสาหกรรมเรือ

11. คุณสมบัติของรอยเชื่อมที่ต้องการแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของรอยเชื่อมที่ต้องการ

ลักษณะการทดสอบ	เกณฑ์การตัดสิน
กำลังรับแรงดึงขั้นต่ำทดสอบ Z_k (ดูรูปที่ 2)	1. กำลังรับแรงดึงสูงสุดที่รูไม่น้อยกว่า 290 นิวตัน/ตร.มม.
กำลังรับแรงดึงขั้นต่ำทดสอบ Z	2. Elongation ของรู ไม่น้อยกว่า 15 % 1. กำลังรับแรงดึงไม่น้อยกว่า 290 นิวตัน/ตร.มม.
กำลังรับแรงดัด	2. Elongation ตามความหนาของท่อ ท่อบางกว่า 4 มม. ต้องไม่น้อยกว่า 25 % ท่อตั้งแต่ 4 มม. ขึ้นไป ต้องไม่น้อยกว่า 30 %
การตรวจสอบวิธี MACROGRAPHIC	ดัดขั้นต่ำทดสอบเป็นมุม 180 องศา โดยทาบกับ ท่อนโลหะกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 3 เท่าของความหนาของท่อจะต้องไม่มีรอยแตก ที่รอยเชื่อม
การตรวจสอบคุณลักษณะ ภายนอกของรอยเชื่อม	การหลอมละลายต้องสมบูรณ์ และจะต้อง ไม่มีตำหนิระหว่างชั้นแต่ละชั้นของรอยเชื่อม และไม่มีตำหนิระหว่างรอยเชื่อมกับผิวของท่อ 1. ร่องรูปตัว V ที่เขาเอาไว้จะต้อง เชื่อมเข้ากันได้ 2. การเหลื่อมของขอบท่อจะต้องไม่เกิน 0.5 เท่าของความหนาของท่อ และต้อง ไม่เกิน 2 มม.

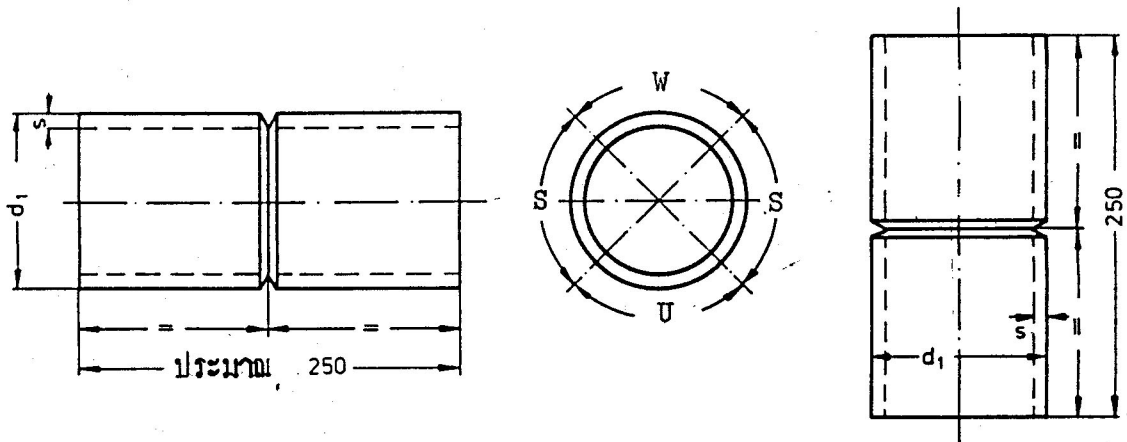
ลักษณะการทดสอบ	เกณฑ์การตัดสิน
การตรวจโดยการฉายรังสี X	3. การเชื่อมที่มีชั้นเดียว (SINGLE - PASS) จะต้องไม่มีพรงอากาศที่มองเห็นอย่างชัดเจน และต้องไม่มีการกินขอบ (UNDERCUT) ที่ด้านบน (FACE SIDE) และด้านล่าง (ROOT SIDE) ของรอยเชื่อม ที่ปลายรอยเชื่อมจะต้องไม่มีพองอากาศหรือหลุม



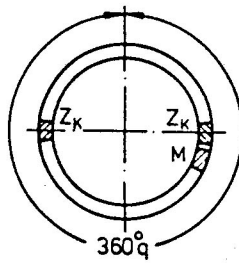
d_1 = เส้นผ่าศูนย์กลาง (นอก)

s = ความหนาของท่อ

รูปที่ 1 การเชื่อมต่อโดยการต่อชน

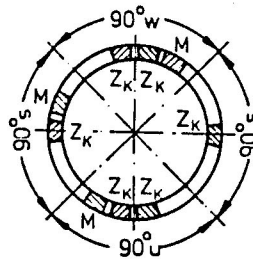


รูปที่ 2 รูปแสดงการเชื่อมต่อชนโดยเจาะเป็นรูปตัว V และส่วนของท่อที่ตัดมาเพื่อทำขึ้นทดสอบ

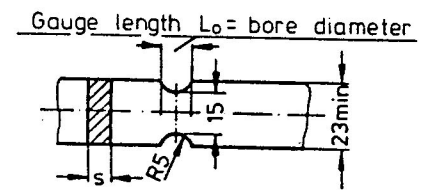


ท่อที่อยู่แนวตั้งหรือ

ท่อแนวระดับแต่ใช้เครื่องมือท่อ

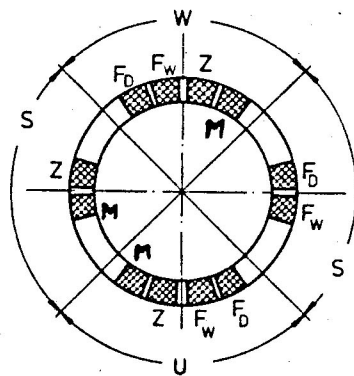


ท่อที่อยู่แนวระดับ

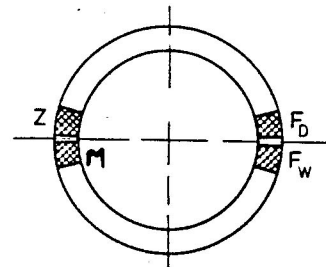


ขั้นตอนทดสอบรับแรงดึง

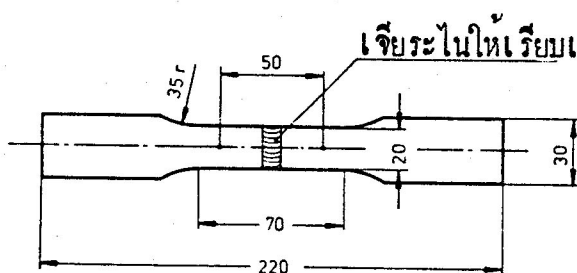
รูปที่ 3 การทำขั้นตอนทดสอบสำหรับการทดสอบฝีมือช่างเชื่อม



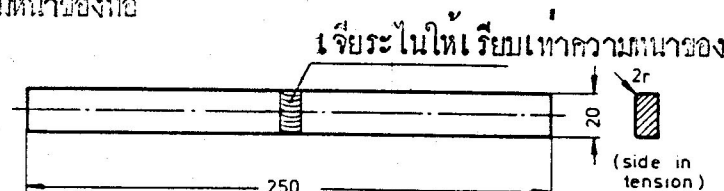
ท่อแนวระดับ



ท่อแนวตั้งหรือท่อแนวระดับที่ใช้เครื่องมือท่อ



ขั้นตอนทดสอบรับแรงดึง



ขั้นตอนทดสอบรับแรงดัด

รูปที่ 4 การทำขั้นตอนทดสอบสำหรับการทดสอบกรรมวิธีการเชื่อม