

มจร.114 - 0005 - 1031
การประกอบและการทดสอบข้อ
ที่ทหจากโหลหะทองแดง

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

ประกาศ
เรื่อง. กำหนดมาตรฐานงานช่างกรรมผู้हारเรือ
พ.ศ. 2531

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 7.3 และข้อ 13 แห่งระเบียบ
กรมผู้हारเรือ ว่าด้วยมาตรฐานงานช่าง พ.ศ. 2529 เจ้ากรมพัฒนาการช่าง
กรมผู้हारเรือ จึงกำหนดมาตรฐานงานช่าง กรรมผู้हारเรือ หมายเลข มจร.
111 - 0008 - 1031 การประกอบและการทดสอบท่อที่หาจากโลหะทองแดง
ไว้ดังรายละเอียดท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่...จพ...เดือน...ศกุน...พ.ศ. ๒๕๓๑..

นาวาเอก 

(จรัญ สุวรรณศรี)

เจ้ากรมพัฒนาการช่าง

มอว.114 - 0005 - 1031

มาตรฐานงานช่างกรรมอุตสาหกรรมเรือ
การประกอบและการทดสอบท่อที่มาจากโลหะทองแดง

1. เอกสารอ้างอิงและคำแนะนำทางช่างที่อ้างอิง

1.1 VG 85007 Blatt 2, Rohrleitungen aus Kupfer; Beuth
Vertrieb G m b H, Cologne, West Germany

1.2 มาตรฐานงานช่างกรรมอุตสาหกรรมเรือ มอว.114 - 0004 - 0531,
การตัดท่อ

1.3 มาตรฐานพิธีการช่างกรรมอุตสาหกรรมเรือ มพช.อว.9505 - 02 - 30,
ลวดบัดกรีแข็ง

1.4 มาตรฐานงานช่างกรรมอุตสาหกรรมเรือ มอว.114 - 0002 - 0331,
การทดสอบมีมือช่าง เชื่อมไฟฟ้าและการทดสอบกรรมวิธีสำหรับงานท่อที่สร้างจาก
โลหะผสมของทองแดงและนิกเกิล

1.5 คำแนะนำทางช่างกรรมอุตสาหกรรมเรือ ค.0002 - 29, การตรวจหา
รอยรั่วจากโลหะโดยการฉายรังสีเอ็กซ์

1.6 คำแนะนำทางช่างกรรมอุตสาหกรรมเรือ ค.0002 - 31, การทำความสะอาด
ท่อสำหรับเรือหลวง

2. ความมุ่งหมาย

เพื่อกำหนดแนวทางสำหรับงานเชื่อม การประกอบ และวิธีการทดสอบท่อที่
มาจากโลหะทองแดง

3. ขอบเขต

ครอบคลุมเฉพาะท่อที่มาจากโลหะทองแดงที่เป็นส่วนของระบบท่อทาง
(PIPELINE) ของระบบต่าง ๆ ภายใต้อุปกรณ์เรือ ไม่รวมท่อที่อยู่ภายนอกหรือ
เครื่องจักร

4. คุณสมบัติของท่อ

ควรเป็นท่อที่ทำจากโลหะทองแดงประเภท SF - Cu ตาม DIN 1787, ประเภท C 1220T ตาม JIS H 3300 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

5. หลักการออกแบบ

ควรออกแบบระบบทางเดินของท่อให้มีความต้านทานการไหลน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ และจะต้องระวังมิให้เกิดการเกิดโพรงอากาศในระบบท่อทางได้

ในบริเวณข้อต่อหรือบริเวณที่ท่อเลี้ยว ความเร็วของของไหลจะเพิ่มขึ้นและอาจทำให้เกิดกระแสไหลวนในบริเวณดังกล่าวเพื่อป้องกันมิให้เกิดกระแสไหลวนในบริเวณเหล่านี้ ส่วนที่เลี้ยวของท่อควรมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อ

เพื่อมิให้เกิดรอยเชื่อมในระบบท่อทางมากเกินไปควรวางวิธีติดตั้งท่อ สำหรับความโค้งของท่อที่ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อ แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้รัศมีความโค้งน้อยกว่า 1.5 เท่าแล้วให้ใช้ข้อต่อแทนการติดตั้ง

สำหรับการต่อท่อที่เส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างกันมากให้ใช้ข้อต่อลด

6. หลักการประกอบ

งานการประกอบท่อควรระมัดระวังเรื่องความสะอาด ท่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาประกอบกันต้องสะอาดปราศจากผงหรือคราบสิ่งสกปรกต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอก

การตัดท่อควรวางเครื่องมือสำหรับการตัดท่อโดยเฉพาะ ท่อที่ตัดควรมีรัศมีความโค้งอย่างน้อยที่สุด 1.5 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก การตัดท่อควรกระทำอย่างช้า ๆ และด้วยความเร็วสม่ำเสมอ หากจำเป็นจะต้องบรรจุสารลงในท่อเพื่อช่วยมิให้ท่อบวม ให้ใช้ทรายที่แห้งและสะอาดบรรจุลงในท่อ หลังจากตัดท่อเสร็จแล้วให้ล้างทรายและสารหล่อลื่นออกให้หมดก่อนที่จะนำไปประกอบหรือทำการเชื่อมต่อไป

การตัดท่อสามารถกระทำด้วยไม่ต้องใช้ความร้อนช่วย แต่ถ้าจะใช้ความร้อนช่วยในการตัดท่อไม่ควรให้ความร้อนเกิน 800 องศาเซลเซียส รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการตัดท่อได้จากเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1.2

คราบน้ำมันที่มีอยู่ภายในท่อ ให้ทำการกำจัดด้วยการเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส คราบที่เหลือจากการเผาใหม่ต้องล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาให้หมด

7. การต่อท่อ

7.1 การบัดกรีแข็ง

การต่อท่อด้วยการบัดกรีแข็ง เหมาะสำหรับท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 25 มม. เท่านั้น

ลวดบัดกรีแข็งที่ผู้ควรมีคุณสมบัติตามเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1.3 บริเวณที่จะทำการบัดกรีแข็งต้องทำความสะอาดผิวโลหะด้วยกระดาษทรายและกำจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ ให้เรียบร้อย ก่อนที่จะให้ความร้อนแก่บริเวณที่จะบัดกรีต้องพอกด้วยฟลักซ์ที่มีปริมาณพอเพียงที่ทั้งสองด้านเสียก่อน ช่องว่างระหว่างปลายท่อที่จะต่อกันไม่ควรห่างกันเกิน 0.2 มม. อุณหภูมิที่ผู้หัดสูงเกินอุณหภูมิใช้งานของลวดบัดกรีแข็ง บริเวณที่ทำการบัดกรีต้องเผาให้ร้อนอยู่ตลอดเวลา ไฟที่ใช้นการบัดกรีควรเผาไหม้จนหมดและตั้งให้เหลือก๊าซที่ไหม้เผาไหม้น้อยที่สุด

ฟลักซ์ที่เหลือบนรอยบัดกรีต้องทำความสะอาดให้หมด การทำความสะอาดและขจัดรอยขรุขระต้องระวังมิให้ผิวเดิมของท่อเป็นอันตราย

ท่อที่ตัดโดยไม่มีชิ้นความร้อน ก่อนที่จะทำการบัดกรีควรเผาบริเวณที่จะทำการบัดกรีให้ได้อุณหภูมิที่จะทำการบัดกรีเสียก่อนเพื่อลดความเค้นงานเนื่องของท่อและเป็นการป้องกันการเกิดรอยร้าวงานรอยบัดกรี

7.2 การเชื่อมท่อด้วยอิเล็กทรอดทั้งสแตน (TIG)

ช่างที่จะทำการเชื่อมท่อที่ท่จากโลหะทองแดง ต้องเป็นผู้ผ่านการทดสอบฝีมือการเชื่อมมาแล้วตามวิธีการทดสอบในเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1.4 และถือว่ามีคุณสมบัติการเชื่อมเป็นเวลา 2 ปี ระยะเวลานี้อาจยืดออกไปได้อีกถ้าตลอดเวลา 2 ปีดังกล่าว ช่างเชื่อมได้แสดงให้เห็นว่ามีฝีมือการเชื่อมมิได้ลดลง ช่างเชื่อมที่หยุดงานเชื่อมมาเป็นเวลาดิตต่อกันเกิน 6 เดือน หรือระหว่าง

การปฏิบัติงานในช่วง 2 ปีนั้น มีสิ่งบอกเหตุว่ามีมีการเชื่อมต่อประเภทนี้ลดลง
จะต้องเข้าหาการทดสอบฝีมือใหม่

ก่อนเริ่มงานเชื่อมท่องานโรงงานต้องมีการทดสอบกรรมวิธีการเชื่อม
ตามรายละเอียดในเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1.4 เสียก่อน

ตัวเติม (FILLER) ที่ใช้ในการเชื่อมควรเป็นประเภท S - CuSn
ตาม DIN 1733 แผ่นที่ 1, JIS Z 3202 หรือตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

ก๊าซที่เข้าคลุมผิวบริเวณที่ทำการเชื่อมต้องเป็นก๊าซอาร์กอนบริสุทธิ์
(99.5 % Ar) และต้องคลุมผิวที่ทำการเชื่อมตลอดเวลา

การเชื่อมด้วยอิเล็กโทรดทั้งสแตนเลสที่หุ้มและสแตนเลสที่เปลือย
ทั้งสแตนเลสที่ขี้ลอบ

การจุดประกายไฟที่หุ้มแผ่นทองแดงที่อยู่ใกล้ ๆ บริเวณที่ทำการ
เชื่อมเพื่อป้องกันการเกิดพองอากาศและป้องกันมิให้โลหะทั้งสแตนเลสที่ขี้ลอบ
เชื่อม หากเครื่องเชื่อมเป็นแบบที่สามารถปรับไฟที่กระแสสลับความถี่สูงเข้ากับ
กระแสไฟตรงได้ จะช่วยให้การจุดประกายไฟสะดวกขึ้น และช่วยป้องกันการเกิด
พองอากาศในรอยเชื่อม

บริเวณที่ทำการเชื่อมจะต้องทำความสะอาดด้วยกระดาษทราย
เสียก่อน และต้องปราศจากคราบสกปรกต่าง ๆ

รอยเชื่อมที่มีผิวขรุขระและความสูงเกินเกณฑ์ ต้องทำการตกแต่งให้
เรียบร้อย แต่ต้องไม่ทำให้เนื้อโลหะของท่อหลุดออกไป

จำนวนรอยเชื่อมควรมีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

8. คุณสมบัติของรอยเชื่อมที่ต้องการ

ความสูงของรอยเชื่อมจะต้องไม่เกินค่าในตารางที่ 1 การต่อท่อหากมีการ
เหลื่อมของรอยต่อ อนุญาตให้ระยะเหลื่อมไม่เกินครึ่งหนึ่งของความหนาของท่อแต่
ต้องไม่เกิน 1 มม.

ถ้าไม่สามารถวัดความสูงของรอยเชื่อมได้ให้ใช้วิธีตรวจสอบด้วยการฉาย
รังสี

ความบกพร่องตามรูปที่ 1 เป็นความบกพร่องของรอยเชื่อมที่ไม่ต้องการ ปริมาณของความพรุนในรอยเชื่อมที่สามารถยอมรับได้ต่อความยาว 50 มม. ของรอยเชื่อมเป็นไปตามตารางที่ 2 ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความหนาของผนังท่อและความหนาของรอยเชื่อม

9. การตรวจสอบ

9.1 การตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยการฉายรังสี

ท่อและอุปกรณ์ท่อที่ประกอบเสร็จแล้วจะต้องผ่านการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยการฉายรังสี งานการตรวจสอบให้ใช้เฉพาะรังสีเอ็กซ์เท่านั้น ห้ามใช้รังสีแกมมา การฉายรังสีต้องกระทำโดยเจ้าหน้าที่จากหน่วยควบคุมคุณภาพ โดยปฏิบัติตามวิธีในเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1.5

แผนการทดสอบรอยเชื่อมให้เป็นไปตามตารางที่ 3

การตัดลิ้นรอยเชื่อมให้ใช้สายตาตรวจสอบประกอบกับการอ่านฟิล์มจากการฉายรังสีเอ็กซ์เป็นหลัก การให้คะแนนรอยเชื่อมให้ใช้เกณฑ์ตามตารางที่ 4 สำหรับรอยเชื่อมที่ได้ระดับคะแนน 4 จากตารางที่ 4 ถือว่าเป็นรอยเชื่อมที่ชำรุดไม่ได้

ถ้าพบว่าความบกพร่องของรอยเชื่อมที่ตรวจสอบมีมากกว่าจำนวนรอยเชื่อมที่ยอมรับได้ตามตารางที่ 1 ให้ทำการตรวจสอบรอยเชื่อมทั้งหมดแล้วนำผลที่ได้ไปตัดสิน

9.2 การตรวจสอบหลังการแก้ไข

รอยเชื่อมที่ถูกตัดสินว่าชำรุดให้ทำการแก้ไข โดยอนุญาตให้มีรอยเชื่อมใหม่เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งรอย หากทำไม่ได้จะต้องรื้อออกแล้วเชื่อมใหม่ที่แก้ไขแล้วหรือเชื่อมใหม่จะต้องนำมาฉายรังสีเอ็กซ์ทุกรอยและตัดสินใหม่

10. การทำความสะอาดท่อที่ผ่านการตรวจสอบ

ท่อที่ผ่านการตรวจสอบแล้วก่อนจะนำไปติดตั้งบนเรือจะต้องทำความสะอาดทั้งภายนอกและภายในเพื่อจัดความสกปรกต่าง ๆ ให้หมดและปิดหัวท้ายด้วยผ้าหรือวัสดุอื่นที่สะอาด นำไปเก็บเพื่อรอการนำไปติดตั้งบนเรือต่อไป

การทำความสะอาดให้ปฏิบัติตามเอกสารอ้างอิงหมายเลข 1.6

มธว.114 - 0005 - 1031

ตารางที่ 1 ความสูงของรอยเชื่อมภายในท่อที่ยอมมาตี

เดินผ่านศูนย์กลางภายใน มม.	ความสูงของรอยเชื่อม มม.
ไม่เกิน 50	3.0
มากกว่า 50 ถึง 150	2.5

ตารางที่ 2 ปริมาณของความพรุนจมนรอยเชื่อมที่ขอมรืบัติต่อความยาว 50 มม.
ของรอยเชื่อม

ความหนาของ ผนังท่อ มม.	ความหนาของ รอยเชื่อม มม.	ขนาดของรูพรุน มม.							
		<0.5	0.5	>0.5 <1.0	1.0	>1.0 <1.5	1.5		
		1.0	1.1	3	0	0	0	0	0
1.5	1.65	5	0	0	0	0	0		
		0	4	0	0	0	0		
2.0	2.2	9	0	0	0	0	0		
		0	7	0	0	0	0		
		0	4	1	0	0	0		
		0	0	2	0	0	0		
2.5	2.75	0	8	0	0	0	0		
		0	4	0	1	0	0		
		0	0	0	2	0	0		
3.0 และ 3.5	3.3 หรือ 3.85	0	10	0	0	0	0		
		0	2	0	2	0	0		
		0	2	0	0	1	0		
4.0	4.4	0	13	0	0	0	0		
		0	9	0	1	0	0		
		0	5	0	2	0	0		
		0	4	0	0	0	1		
		0	1	0	3	0	0		
		0	0	0	1	0	1		

มอธ.114 - 0005 - 1031

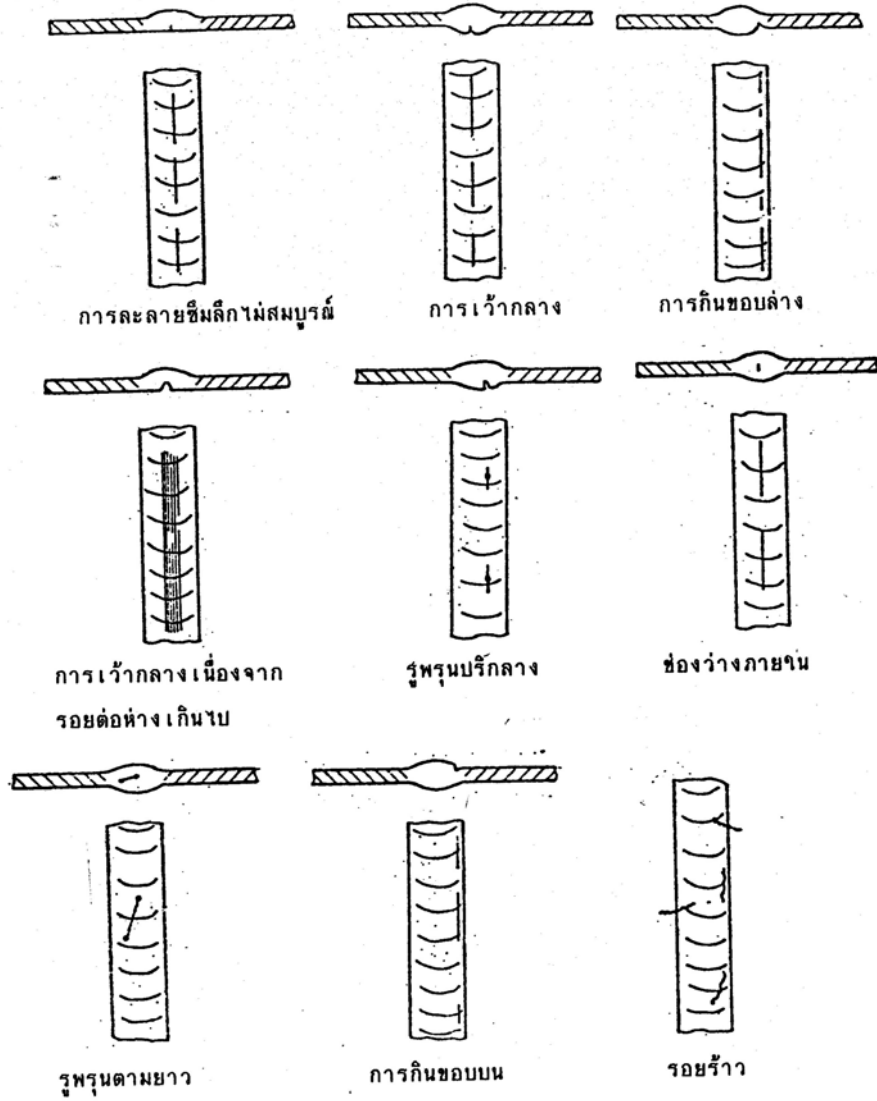
ตารางที่ 3 แผนการตรวจสอบ

จำนวนรอยเชื่อมทั้งหมด 1 ชุด	จำนวนรอยเชื่อมที่สุ่ม ตัวอย่าง 10 รายรังสีเอ็กซ์	จำนวนรอยเชื่อมที่ ยอมให้มีตำหนิ
2 ถึง 15	2	1
16 ถึง 25	3	1
26 ถึง 90	5	1
91 ถึง 150	8	1
151 ถึง 500	13	2

มอว.114 - 0005 - 1031

ตารางที่ 4 เกณฑ์การตัดสิน

ระดับคะแนน	สภาพรอยเชื่อม	คำอธิบาย
1	ดีมาก	รอยเชื่อมไม่มีข้อบกพร่อง
2	ดี	รอยเชื่อมที่มีข้อบกพร่อง ที่ไม่มีผลกระทบต่อความมั่นคง
3	พอใช้	รอยเชื่อมที่มีข้อบกพร่อง แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้
4	จ้ำไม่ได้อ	รอยเชื่อมเลกว่าเกณฑ์ การยอมรับได้



รูปที่ 1 ความบกพร่องของรอยเชื่อมที่มักต้องการ