มอร. 100 – 0001 – 0966

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในการสร้างส่วนประกอบตัวเรือเหล็ก

มาตรฐานงานช่าง กรมอู่ทหารเรือ

มอร. 100 – 0001 – 0966

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในการสร้างส่วนประกอบตัวเรือเหล็ก

แก้ไขครั้งที่ ..... เมื่อ .....

แก้ไขครั้งที่ ..... เมื่อ .....

แก้ไขครั้งที่ ..... เมื่อ .....

ประกาศกรมอู่ทหารเรือ

เรื่อง กำหนดมาตรฐานงานช่างกรมอู่ทหารเรือ

พ.ศ.๒๕๖๖

อาศัยอำนาจความในข้อ ๗.๓ และข้อ ๑๒ แห่งระเบียบกรมอู่ทหารเรือ ว่าด้วยมาตรฐานงานช่าง พ.ศ. ๒๕๕๑ เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ จึงกำหนดมาตรฐานงานช่าง กรมอู่ทหารเรือ หมายเลข มอร. ๑๐๐-๐๐๐๑-๐๙๖๖ เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในการสร้างส่วนประกอบตัวเรือเหล็ก ไว้ดังรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๗ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๖

พลเรือตรี

(กริช ขันธอุบล)

เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

มอร. 100 – 0001 – 0966
มาตรฐานงานช่าง กรมอู่ทหารเรือ
เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในการสร้างส่วนประกอบตัวเรือเหล็ก

เอกสารอ้างอิงและคำแนะนำทางช่างที่อ้างถึง

มาตรฐานงานช่างนี้ใช้แนวทางจากมาตรฐาน ๔ ฉบับคือ

๑. German VG 81 204 – Normen,Freimasstoleranzen fuer Schiffe aus Metall, 1976

๒. Japanese Shipbuilding Quality Standard(J.S.Q.S),Hull Part,1985

๓. IACS No.47 Shipbuilding and Repair Quality Standard, (Rev.6, May 2012)

๔. Germanicher Lloyd, Comparison of No.47 Shipbuilding and Repair Quality Standard (1996) (Rev. 1, 1999) (Rev.2, Dec. 2004) with Japan Shipbuilding Quality Standard (JSQS, 1004, Appendix 0144) and Production Standard of the German Shipbuilding Industry

เอกสารประกอบที่แนบ

ไม่มี

ความมุ่งหมาย

ปัจจุบันกรมอู่ทหารเรือได้ทำการต่อเรือใหม่เพื่อใช้ในราชการกองทัพเรืออยู่เสมอ การที่จะควบคุมคุณภาพงานสร้างหรือซ่อมเรือที่กรมอู่ทหารเรือรับผิดชอบอยู่นี้ จำเป็นจะต้องมีเกณฑ์มาตรฐานเพื่อให้เจ้าหน้าที่ผู้ทำงานได้ใช้เป็นเป้าหมายหรือหลักในการปฏิบัติ จึงได้กำหนดมาตรฐานฉบับนี้ขึ้นเพื่อให้ผลงานซ่อมและสร้างส่วนประกอบตัวเรือเหล็กของ กรมอู่ทหารเรือ มีความถูกต้องอยู่ในระดับที่ดีเหมาะสมกับการนำไปใช้ในกองทัพเรือสืบไป

ขอบเขต

มาตรฐานงานช่างนี้ระบุเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่เป็นมาตรฐานและที่มากที่สุดที่อาจยอมให้มีขึ้นได้ในการสร้างส่วนประกอบตัวเรือต่างๆ เกณฑ์มาตรฐานนี้จะใช้เป็นค่าที่กำหนดเป็นเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการต่อเรือใหม่และสำหรับการซ่อมทำเรือในกรณีที่ไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐานเอาไว้

เกณฑ์มาตรฐานนี้สามารถนำไปใช้ได้กับ เรือแบบปกติทั่วไป ส่วนประกอบของโครงสร้างตัวเรือที่เป็นไปตามกฎ ข้อบังคับของสมาคมจัดชั้นเรือ (Classification Society) ส่วนประกอบของ โครงสร้างเรือที่สร้างขึ้นจากเหล็กกล้าความแข็งแรงธรรมดา (Ordinary or Normal Strength Grade) และเหล็กกล้าความ

แข็งแรงสูง (High Tensile Steel) การประยุกต์ใช้มาตรฐานในแต่ละกรณีจะต้องได้รับการยอมรับจากสมาคมจัดชั้นเรือ

เกณฑ์มาตรฐานนี้ไม่สามารถนำไปใช้ได้กับเรือประเภทพิเศษเช่น เรือบรรทุกแก๊ส - โครงสร้างที่ผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิมหรือชนิดอื่น ๆ หรือเหล็กคุณภาพพิเศษอื่นๆ

เกณฑ์มาตรฐานนี้ครอบคลุมถึงกระบวนการก่อสร้างทั่วไปและให้คำแนะนำเกี่ยวกับมาตรฐานคุณภาพสำหรับส่วนที่สำคัญของการก่อสร้างในกรณีที่ไม่ได้มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานเอาไว้ ซึ่งคุณภาพของแรงงานจะมีผลต่อการการยอมรับได้ตามเกณฑ์มาตรฐานในการสร้างหรือซ่อมทำเรือที่กำหนดไว้ อาจจะมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานให้สูงขึ้นสำหรับโครงสร้างวิกฤติและเป็นโครงสร้างที่อยู่ในบริเวณที่มีค่าความเค้นสูง อย่างไรก็ตามเกณฑ์มาตรฐานต้องเป็นไปตามข้อบังคับของสมาคมจัดชั้นเรือ (Classification Society)

เกณฑ์มาตรฐานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นคำแนะนำในการสร้างหรือซ่อมทำเรือในกรณีที่ไม่ได้มีการกำหนดข้อบังคับไว้จากสมาคมจัดชั้นเรือ (Classification Society) ตามหัวข้อดังต่อไปนี้:

๑. วัสดุสำหรับโครงสร้างตัวเรือ

๒. ความเรียบของชิ้นงานจากการตัดด้วยแก๊ส

๓. การประกอบและความตรงของชิ้นงาน

๔. ความตรงแนว (Alignment)

๕. การแก้ไขข้อบกพร่องในงสนเชื่อมประสาน (Remedial)

๑. วัสดุสำหรับโครงสร้างตัวเรือ (Materials for Structural Members)

วัสดุซึ่งรวมไปถึงวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้สำหรับการเชื่อมจะต้องเป็นวัสดุที่ได้รับการรับรองจากสมาคมจัดชั้นเรือและเป็นไปตามแบบที่ได้รับการรับรองสำหรับการสร้าง โดยมีความต้องการเพิ่มเติมจากที่สมาคมจัดชั้นเรือกำหนดดังต่อไปนี้ วัสดุทั้งหมดต้องมีกระบวนการผลิตเป็นไปตามที่กำหนดจากสมาคมจัดชั้นเรือ

๑.๑ ความผิดปกติ (Defect) ของสภาพพื้นผิววัสดุที่ไม่ต้องแก้ไข

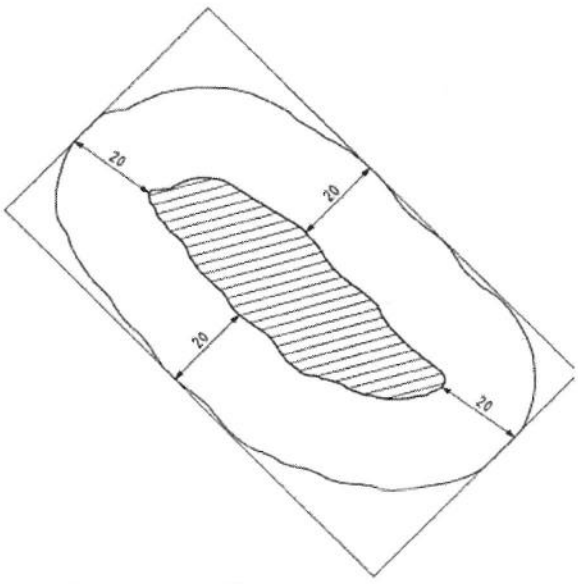
ในกรณีที่สภาพพื้นผิวของวัสดุมีความผิดปกติเพียงเล็กน้อยและอยู่ในเกณฑ์ ที่กำหนดในตารางที่ ๑ เกณฑ์ยอมรับค่าความผิดปกติของพื้นผิววัสดุที่ยอมรับได้ ให้สามารถนำมาใช้งานได้

ตารางที่ ๑ เกณฑ์ยอมรับค่าความผิดปกติของพื้นผิววัสดุที่ยอมรับได้

อัตราส่วนของพื้นผิวของวัสดุมีความผิดปกติ (%)	15～20%	5～15%	0～5%
t < 20 mm	0.2 mm	0.4 mm	0.5 mm
20 mm ≤ t < 50 mm	0.2 mm	0.6 mm	0.7 mm
50 mm ≤ t	0.2 mm	0.7 mm	0.9 mm

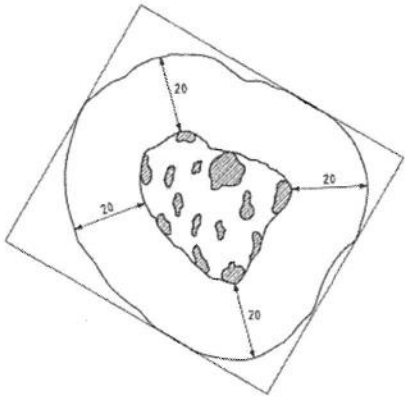
การคำนวณสภาพความผิดปกติของพื้นผิว (%) สามารถคำนวณได้จากพื้นผิวที่มีความผิดปกติหารด้วยพื้นผิวที่ใช้งาน x ๑๐๐%.

สำหรับพื้นที่มีความผิดปกติของผิวแบบต่อเนื่องขนาดใหญ่ให้ลากเส้นรอบพื้นที่เป็นระยะ ๒๐ มม. จากบริเวณที่มีความผิดปกติตามรูปที่ ๑



รูปที่ ๑ การพิจารณาการซ่อมทำพื้นที่มีความผิดปกติของผิวแบบต่อเนื่องขนาดใหญ่
(เอกสารอ้างอิง Nr. EN 10163-1:2004+AC:2007 E)

สำหรับพื้นผิวที่มีความบกพร่องเป็นกลุ่มไม่ต่อเนื่องกัน ให้ทำแนวเส้นรอบพื้นที่ตามรูปที่ ๒



รูปที่ ๒ การพิจารณาการซ่อมทำพื้นที่มีการชำรุดแบบไม่ต่อเนื่องกัน
(เอกสารอ้างอิง Nr. EN 10163-1:2004+AC:2007 E)

๑.๒ ความผิดปกติ (Defect) ของสภาพพื้นผิววัสดุที่ต้องแก้ไข

พื้นผิวที่มีข้อบกพร่องอาจจะต้องได้รับการซ่อมแซมโดยการเจียรหรือโดยการเชื่อม ตามขนาดและจำนวนของความผิดปกติ การซ่อมแซมโดยการเจียรอาจดำเนินการโดยการเจียรพื้นผิวทั้งหมดได้ ถึงความลึกเท่ากับ ๐.๓ มม.

๑.๒.๑ การซ่อมแซมโดยการเจียรเมื่อการบกพร่องมีความลึกมากกว่า ๐.๐๗ เท่า ของความหนา สูงสุดไม่เกิน ๓ มม.(d > 0.07 t, max 3 mm) ความหนาของแผ่นเหล็กเมื่อทำการเจียรออกแล้ว จะต้องลดลงไม่เกิน ๗ % หรือ ๓ มิลลิเมตรแล้วแต่จำนวนใดจะน้อยกว่า พื้นที่ที่ทำการเจียรไม่เกิน ๐.๒๕ ตารางเมตร พื้นที่ที่ทำการเจียรออกแล้วจะต้องได้รับการตรวจสอบโดยการทดสอบด้วยผงแม่เหล็ก(Magnetic particle) หรือด้วยสารทดสอบการแทรกซึม (dye penetrant) บริเวณพื้นผิวที่ผ่านการเจียรแล้วต้องเรียบเปรียบเทียบกับพื้นผิวโดยรอบ

๑.๒.๒ การซ่อมแซมโดยการเชื่อม เมื่อการบกพร่องมีความลึกมากกว่า ๐.๐๗ เท่า แต่ไม่เกิน๐.๒ เท่า ของความหนา สูงสุดไม่เกิน ๓ มม. (0.07 t < d < 0.2 t, max 3 mm) ข้อบกพร่องที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้โดยการเจียรอาจได้รับการซ่อมแซมโดยการกัดและ / หรือเจียรออก แล้วทำการเชื่อมตามขั้นตอนที่ได้รับการรับรองที่ได้รับการอนุมัติโดยสมาคมการจำแนกประเภทที่เกี่ยวข้อง

พื้นที่ที่ทำการเชื่อมซ่อม ต้องไม่เกิน ๐.๑๒๕ ตารางเมตร ชิ้นงานที่มีการเตรียมการก่อนการเชื่อมความหนาของชิ้นงานไม่ควรน้อยกว่า ๘๐ % ของความหนาที่ระบุ การเชื่อมจะต้องเป็นแนวเดียวและเมื่อเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องเจียรให้เรียบและ ทำการตรวจสอบโดยวิธี Ultrasonic การตรวจสอบด้วยผงแม่เหล็กหรือการทดสอบด้วยสารแทรกซึม

๑.๓ แผ่นเหล็กเกิดการแยกชั้น (Lamination)

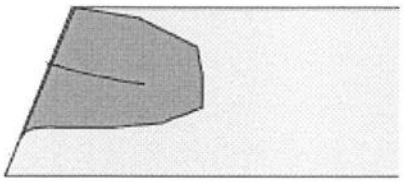
ในกรณีที่แผ่นเหล็กเกิดการแยกชั้นสามารถทำการซ่อมแซมได้ด้วยการตัดบรรจุแผ่นเหล็กที่มีความยาวและความกว้าง ดังต่อไปนี้

๑.๓.๑ ๑๖๐๐ มม.สำหรับแผ่นเปลือกเรือ ดาดฟ้าที่ตัดกันหรือในลักษณะตัวที (T-joints)

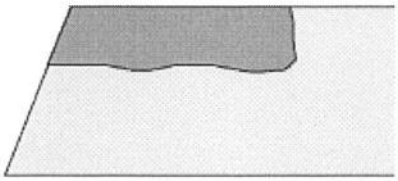
๑.๓.๒ ๘๐๐ มม. สำหรับแผ่นเปลือกเรือ ดาดฟ้าหลัก หรือโครงสร้างหลักอื่นๆ

๑.๓.๓ ๓๐๐ มม. สำหรับโครงสร้างอื่นๆ

สำหรับบริเวณที่มีการแยกชั้นเป็นจุดอาจจะทำการเจียรออกและทำการเชื่อมพอก ตามรูปที่ ๓ ในกรณีที่มีการแยกชั้นใกล้ขอบชิ้นส่วนการซ่อมทำให้เป็นไปตามรูปที่ ๔



รูปที่ ๓.



รูปที่ ๔

๑.๔ เสก็ดจากการเชื่อม (Loose weld spatters)

เสก็ดจากการเชื่อมจะต้องดำเนินการนำออกให้หมดด้วยการเจียรจนถึงเนื้อโลหะ

๑.๕ ความเรียบของชิ้นงานจากการตัดด้วยแก๊ส

ความเรียบของการตัดเป็นไปตามตารางที่ ๒

๒. ความเรียบของชิ้นงานจากการตัดด้วยแก๊ส

ตารางที่ ๒ เกณฑ์ยอมรับค่าความเรียบของชิ้นงานที่เกิดจากการตัด

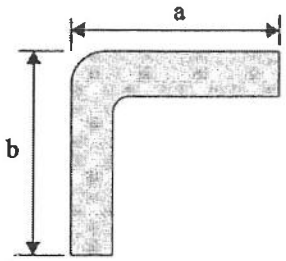
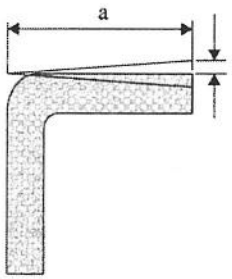
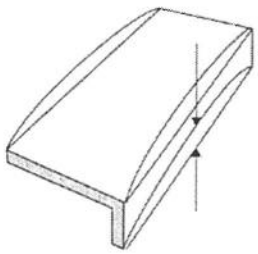
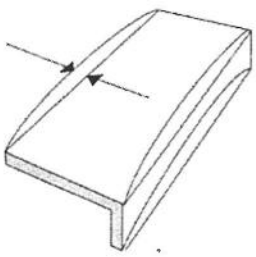
ขอบที่ไม่มีการเชื่อม (Free Edges)	ค่ามาตรฐาน (Standard)	เกณฑ์สูงสุด (Limit)
ค่าสูงสุด	150 μm	300 μm
อื่นๆ	500 μm	1000 μm

ขอบที่ไม่มีการเชื่อม (Welding Edges)	ค่ามาตรฐาน (Standard)	เกณฑ์สูงสุด (Limit)
โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง (Strength Members)	400 μm	800 μm
อื่นๆ	800 μm	1500 μm

๓. การประกอบและความตรงของชิ้นงาน

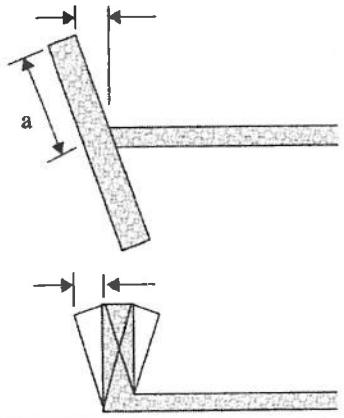
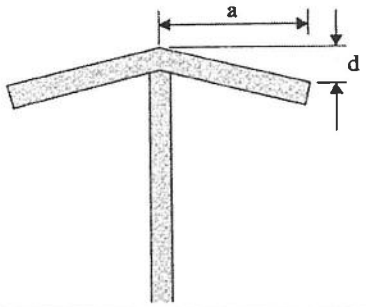
๓.๑ ชิ้นส่วนรูปพรรณที่ขึ้นรูปโดยการดัดหรือเชื่อม

ตารางที่ ๓ หน้าแปลนของโครงสร้างตามยาว (Flanged Longitudinals) และ หน้าแปลนของหูช้าง (Brackets)

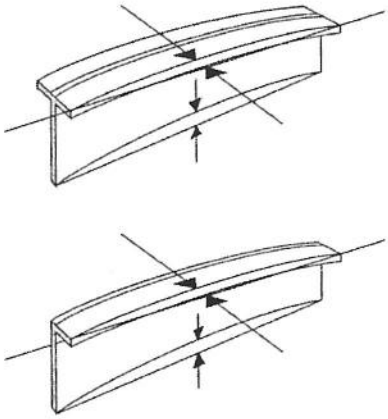
รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
ความกว้างของหน้าแปลน (Flange) 	± 3 mm	± 5 mm	เปรียบเทียบกับขนาดจริง
มุมระหว่างหน้าแปลน (Flange)และ ขา (web) 	± 3 mm	± 5 mm	เปรียบเทียบตามรูป ต่อ 100 mm ของระยะ a
ความตรงในระนาบของหน้าแปลน (flange) และขา (web)  	± 10 mm	± 25 mm	ต่อระยะ 10 m

๓.๒ ชิ้นส่วนรูปพรรณที่ขึ้นรูปโดยการดัดหรือเชื่อม (Built Up Sections)

ตารางที่ ๔ ชิ้นส่วนที่เกิดจากการประกอบ (Built Up Sections)

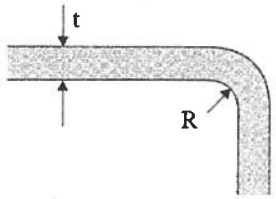
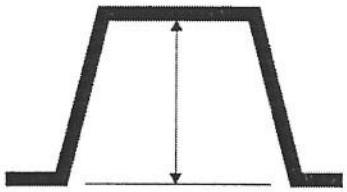
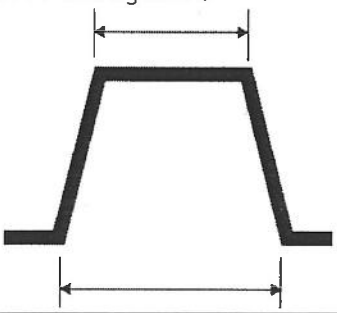
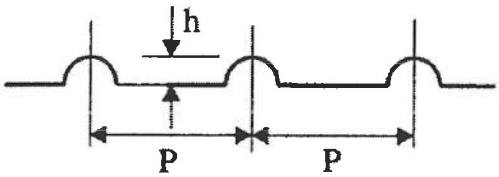
รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
กงและโครงสร้างตามยาว (Frames and longitudinal) 	± 1.5 mm	± 3 mm	ต่อระยะ 100 mm ของระยะ a
ความผิดรูปของหน้าแปลน (Distortion of face plate) 	d ≤ 3 + a/100 mm	d ≤ 5 + a/100 mm	

ตารางที่ ๔ ชิ้นส่วนที่เกิดจากการประกอบ (Built Up Sections) (ต่อ)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
การผิดรูปในระนาบของขา (Web) และหน้าแปลนที่เกิดจากการประกอบ(web and flange of built up) ของโครงสร้างทางยาวและโครงสร้างทางขวาง (longitudinal frame, transverse frame, girder and transverse web) 	± 10 mm	± 25 mm	ต่อความยาว 10 m

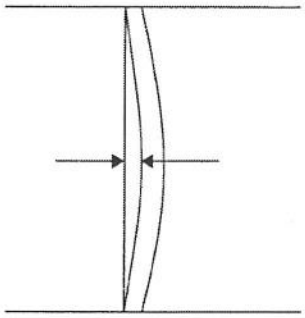
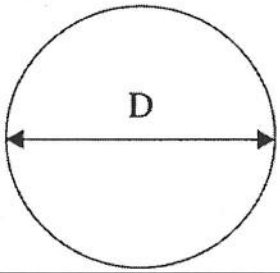
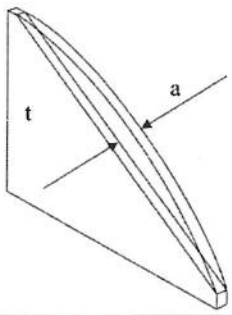
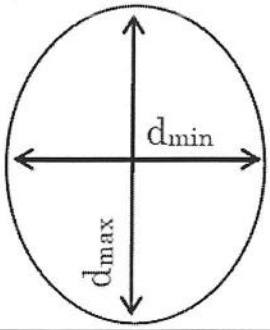
๓.๓ ผนังลูกฟูก (Corrugated Bulkheads)

ตารางที่ ๕ ผนังลูกฟูก (Corrugated Bulkheads)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
โครงสร้างที่เกิดจากการดัด (Mechanical bending) 	R ≥ 3t mm	2t mm	วัสดุต้องมีความเหมาะสมต่อการขึ้นรูปเย็น (cold forming) cและต่อการเชื่อมในแนวรัศมี
ความสูงของผนังลูกฟูก (Depth of corrugation) 	± 3 mm	± 6 mm	
ความสูงของผนังลูกฟูก (Breadth of corrugation) 	± 3 mm	± 6 mm	
ความผิดพลาดของระยะห่างและความสูงของผนังลูกฟูก 	h : ± 2.5 mm เมื่อไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกับฝากั้น P : ± 6 mm เมื่ออยู่ในแนวเดียวกับฝากั้น P : ± 2 mm	h : ± 5 mm เมื่อไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกับฝากั้น P : ± 9 mm เมื่ออยู่ในแนวเดียวกับฝากั้น P : ± 3 mm	

๓.๔ เสา หูช้าง และ โครงสร้างเสริมความแข็งแรง (Pillars, Brackets and Stiffeners)

ตารางที่ ๖ เสา หูช้าง และ โครงสร้างเสริมความแข็งแรง (Pillars, Brackets and Stiffeners)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
เสา (ระหว่างชั้นดาดฟ้า) 	4 mm	6 mm	
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโครงสร้างรูปทรงกลม (เสาตำบลที่ต่างๆ) 	± D/200 mm max. + 5 mm	± D/150 mm max. 7.5 mm	
การบิดตัวด้านปลายอิสระของหูช้างกันบิด (Tripping bracket) และโครงสร้างเสริมกำลังขนาดเล็ก (small stiffener) 	a ≤ t/2 mm	t	
ลักษณะของโครงสร้างที่เป็นวงรี 		d max – d min ≤ 0.02 x d max	

๓.๕ ค่าความร้อนสูงสุดของผิวของวัสดุในแนวที่ให้ความร้อน

ตารางที่ ๗ ค่าความร้อนสูงสุดของผิวของวัสดุในแนวที่ให้ความร้อน (Maximum Heating Temperature on Surface for Line Heating)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
การเผาให้ความร้อน (Conventional Process) สำหรับแผ่นเหล็ก AH32-EH32 & AH36-EH36	ระบายความร้อนด้วยน้ำหลังจากให้ความร้อน	น้อยกว่า 650°C	
	ระบายความร้อนด้วยอากาศหลังจากให้ความร้อน	น้อยกว่า 900°C	
การให้ความร้อนแบบ Thermo-Mechanical Control Process (TMCP type) สำหรับแผ่นเหล็ก AH32-EH32 & AH36-EH36 (Ceq.>0.38%)	ระบายความร้อนด้วยอากาศแล้วระบายความร้อนด้วยน้ำหลังจากให้ความร้อน	น้อยกว่า 900°C (ระบายความร้อนด้วยน้ำหลังจากที่อุณหภูมิต่ำกว่า 500°C)	
การให้ความร้อนแบบ Thermo-Mechanical Control Process (TMCP type) สำหรับแผ่นเหล็ก AH32-DH32 & AH36-DH36 (Ceq. ≤ 0.38%)	ระบายความร้อนด้วยด้วยน้ำหรืออากาศหลังจากให้ความร้อน	น้อยกว่า 1000°C	
การให้ความร้อนแบบ Thermo-Mechanical Control Process (TMCP type) สำหรับแผ่นเหล็ก EH32 & EH36 (Ceq. ≤ 0.38%)	ระบายความร้อนด้วยด้วยน้ำหรืออากาศหลังจากให้ความร้อน	น้อยกว่า 900°C	

NOTE:

$$Ceq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}(\%)$$

๓.๖ การประกอบบล็อกตัวเรือ (Block Assembly)

ตารางที่ ๘ การประกอบบล็อคตัวเรือ (Block Assembly)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
เหล็กแผ่นเรียบ (Flat Plate Assembly)			
ความยาวและความกว้าง	± 4 mm	± 6 mm	
การบิดรูป	± 10 mm	±20mm	
การเข้าฉาก	± 5 mm	±10mm	
การผิดระยะของโครงสร้างภายในจากโครงสร้างแผ่นเรียบ	5 mm	10mm	
เหล็กแผ่นโค้ง (Curved plate assembly)			
ความยาวและความกว้าง	± 4 mm	± 8 mm	
การบิดรูป	± 10 mm	± 20 mm	วัดตามความยาวของเส้นโค้ง
การเข้าฉาก	± 10 mm	± 15 mm	
การผิดระยะของโครงสร้างภายในจากโครงสร้างแผ่นเรียบ	5 mm	10 mm	
รูปทรงกล่องเรียบ (Flat cubic assembly)			
ความยาวและความกว้าง	± 4 mm	± 6 mm	
การบิดรูป	± 10 mm	± 20 mm	
การเข้าฉาก	± 5 mm	± 10 mm	
การผิดระยะของโครงสร้างภายในจากโครงสร้างแผ่นเรียบ	5 mm	10 mm	
การบิดตัว	± 10 mm	± 20 mm	
การผิดระยะของโครงสร้างด้านบนและด้านล่างของโครงสร้างแผ่นเรียบ	± 5 mm	± 10 mm	

ตารางที่ ๘ การประกอบบล๊อคตัวเรือ (Block Assembly) (ต่อ)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
โครงสร้างทรงกล่องโค้ง (Curved cubic assembly)			
ความยาวและความกว้าง	± 4 mm	± 8 mm	
การบิดรูป	± 10 mm	± 20 mm	
การเข้าฉาก	± 10 mm	± 15 mm	วัดตามความยาวของเส้นโค้ง
การผิดระยะของโครงสร้างภายในจากโครงสร้างแผ่นเรียบ	± 5 mm	± 10 mm	
การบิดตัว	± 15 mm	± 25 mm	
การผิดระยะของโครงสร้างด้านบนและด้านล่างของโครงสร้างแผ่นเรียบ	± 7 mm	± 15 mm	

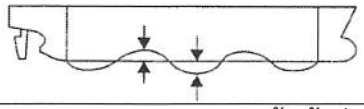
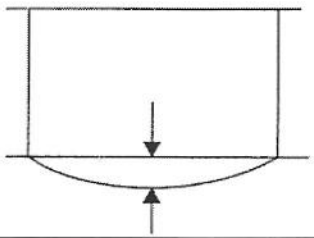
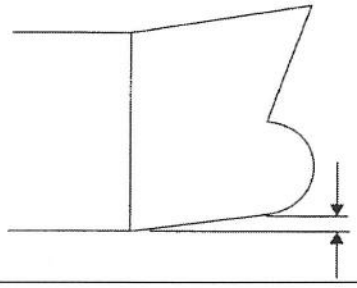
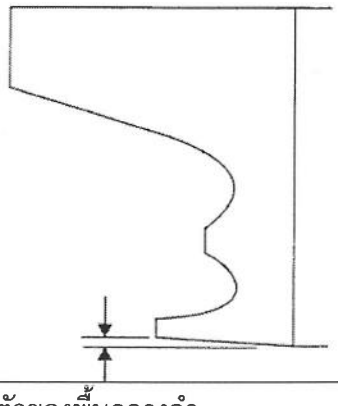
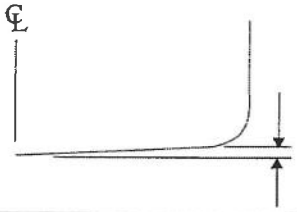
๓.๗ โครงสร้างพิเศษ (Special Sub – Assembly)

ตารางที่ ๙ โครงสร้างพิเศษ (Special Sub – Assembly)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
ระยะห่างระหว่างสลักยึดแกนหางเสือ ด้านบนและด้านล่าง	± 5 mm	± 10 mm	
ระยะระหว่างขอบของซุ้มแกนเพลา(boss) ด้านล่างและฝ้ากั้นท้ายเรือ (aft peak bulkhead)	± 5 mm	± 10 mm	
การบิดตัวของโครงสร้างรับหางเรือ (stern frame)	5 mm	10 mm	
ระยะที่ผิดไปของแนวหางเรือจากแนวศูนย์กลางเพลา	4 mm	8 mm	
ระยะที่บิดตัวของใบหางเสือ	6 mm	10 mm	
ความเรียบของฐานแท่นเครื่องจักรใหญ่	5 mm	10 mm	
ความยาวและความกว้างของแผ่นทับหน้าฐานแท่นเครื่องจักรใหญ่	± 4 mm	± 6 mm	
หมายเหตุ: ระยะและความคลาดเคลื่อนต้องเป็นไปตามที่บริษัทผู้ผลิตยอมรับได้			

๓.๘ รูปทรงตัวเรือ (Shape)

ตารางที่ ๑๐ รูปทรงตัวเรือ (Shape)

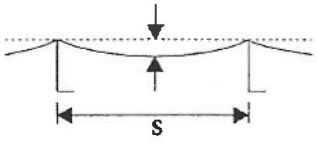
รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
การผิดรูปของความยาวเรือทั้งหมด 	± 50 mm		ต่อระยะ 100 m เทียบกับความยาวของกระดูกงู
การผิดรูปของระยะห่างของฝากั้นน้ำที่ติดกัน 	± 15 mm		
ระยะยกตัวของหัวเรือ 	± 30 mm		ระยะที่ผิดไปจากเส้นออก
ระยะยกตัวของท้ายเรือ 	± 20 mm		
ระยะยกตัวของพื้นกลางลำ 	± 15 mm		ระยะที่ผิดไปจากเส้นออก

ตารางที่ ๑๐ รูปทรงตัวเรือ (Shape) (ต่อ)

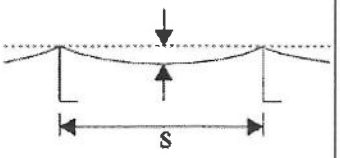
รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
ความยาวระหว่างเส้นตั้งฉากหัวเรือและท้ายเรือ	±L/1000 mm เมื่อ L เป็นระยะในหน่วย mm		ใช้สำหรับเรือที่มีความยาวตั้งแต่ 100 เมตรขึ้นไป
ความกว้างที่แนวกลางลำ	±B/1000 mm เมื่อ B เป็นระยะในหน่วย mm		ใช้สำหรับเรือที่มีความกว้างตั้งแต่ 15 เมตรขึ้นไป วัดที่ดาดฟ้าชั้นบนสุด
ความสูงที่แนวกลางลำ	±D/1000 mm เมื่อ D เป็นระยะในหน่วย mm		ใช้สำหรับเรือที่มีความลึกตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไปวัดที่ดาดฟ้าชั้นบนสุด

๓.๙ ความตรงของแผ่นเหล็กระหว่างกง (Fairness of plate between frame)

ตารางที่ ๑๑ ความตรงของแผ่นเหล็กระหว่างกง

รายการ		ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
แผ่นเปลือกเรือ (Shell plate)	โครงสร้างส่วนที่ขนานกัน (side & bottom shell)	4 mm	8 mm	
	โครงสร้างส่วนหัวเรือและท้ายเรือ (Fore and aft part)	5 mm		
ฝาถัง (Tank top plate)		4 mm		
ฝากั้นน้ำ (Bulkhead)	ฝากั้นน้ำทางยาว ทางขวาง และ Swash Bulkhead	6 mm		
แผ่นพื้นดาดฟ้าหลัก (Strength deck)	แผ่นพื้นส่วนที่ขนานกัน	4 mm	8 mm	
	แผ่นพื้นส่วนหัวเรือและท้ายเรือ	6 mm	9 mm	
	แผ่นพื้นที่มีโครงสร้างประกอบ	7 mm	9 mm	
แผ่นพื้นดาดฟ้ารอง (Second deck)	แผ่นพื้นที่ไม่มีโครงสร้างประกอบ	6 mm	8 mm	
	แผ่นพื้นที่มีโครงสร้างประกอบ	7 mm	9 mm	
แผ่นพื้นดาดฟ้ายกหัวเรือ (Forecastle deck) แผ่นพื้นดาดฟ้ายกท้ายเรือ (poop deck)	แผ่นพื้นที่ไม่มีโครงสร้างประกอบ	4 mm	8 mm	
	แผ่นพื้นที่มีโครงสร้างประกอบ	6 mm	9 mm	
ดาดฟ้ายก (Super structure deck)	แผ่นพื้นที่ไม่มีโครงสร้างประกอบ	4 mm	6 mm	
	แผ่นพื้นที่มีโครงสร้างประกอบ	7 mm	9 mm	

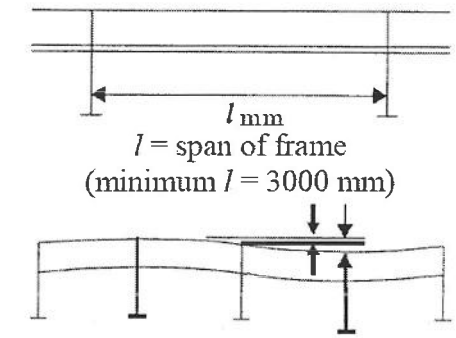
ตารางที่ ๑๑ ความตรงของแผ่นเหล็กระหว่างกง (ต่อ)

รายการ		ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
ผนังดาดฟ้ายก (House wall)	ผนังด้านนอก	4 mm	6 mm	
	ผนังด้านใน	6 mm	8 mm	
	ผนังที่มีโครงสร้างประกอบ	7 mm	9 mm	
ส่วนประกอบภายใน (Interior member, web of girder, etc)	5 mm	7 mm		
พื้นและเกอร์เดอร์ในพื้นดาดฟ้าชั้นใน (Floor and girder in double bottom)	5 mm	8 mm		

๓.๑๐ ความตรงของแผ่นเหล็กที่ติดกับกง (Fairness of plate with frame)

ตารางที่ ๑๒ ความตรงของแผ่นเหล็กที่ติดกับกง

รายการ		ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
แผ่นเปลือกเรือ (Shell plate)	แผ่นเปลือกเรือทางยาว	±2 l /1000 mm	±3 l /1000 mm	l = ระยะห่างระหว่างกง (mm) วัดระยะห่างระหว่างโครงสร้างทางขวางของเรือ (ระยะน้อยที่สุดของ l = 3000 mm)
	แผ่นเปลือกเรือทางขวาง	±3 l /1000 mm	±4 l /1000 mm	
พื้นดาดฟ้าหลัก (ยกเว้น ดาดฟ้าทางขวาง (cross deck) and และแผ่นพื้นด้านบนของพื้นดาดฟ้าชั้นใน (double bottom)	-	±3 l /1000 mm	±4 l /1000 mm	
ฝากั้นผนึกน้ำ (Bulkhead)	-		±5 l /1000 mm	
ห้องพักอาศัยเหนือดาดฟ้าหลักและที่อื่นๆ	-	±5 l /1000 mm	±6 l /1000 mm	



l = span of frame
(minimum l = 3000 mm)

To be measured between one trans. space.

๓.๑๑ การให้ความร้อนกับโครงสร้างที่ต้องทำการเชื่อมที่อุณหภูมิต่ำ (Preheating for welding hull steels at low temperature)

ตารางที่ ๑๓ การให้ความร้อนกับโครงสร้างที่ต้องทำการเชื่อมที่อุณหภูมิต่ำ

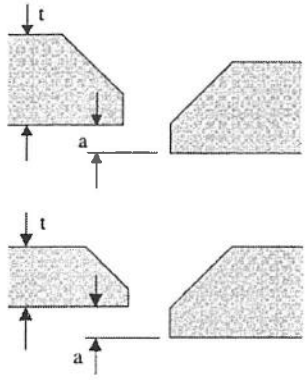
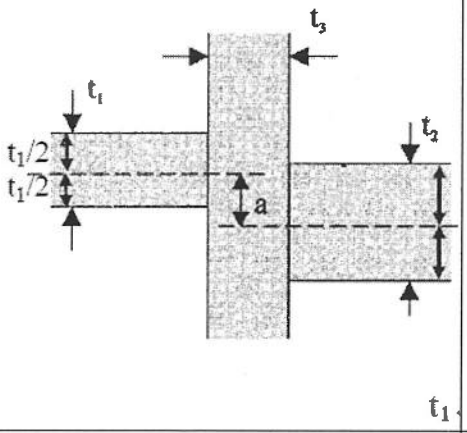
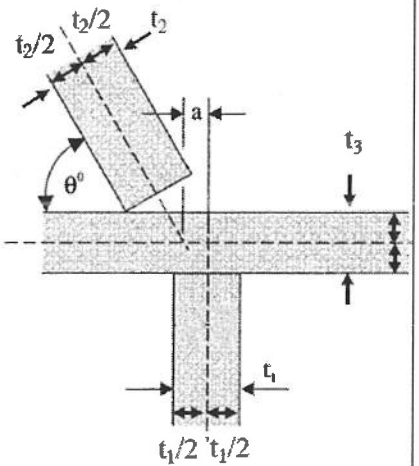
รายการ		ค่ามาตรฐาน		ค่าจำกัด	หมายเหตุ
		อุณหภูมิของโลหะที่ต้องให้ความร้อนก่อนการเชื่อม (preheating)	อุณหภูมิต่ำสุดที่ต้องให้ความร้อนก่อนการเชื่อม (preheating)		
เหล็กกล้าความแข็งแรงธรรมดา	A, B, D, E	ต่ำกว่า -5 ^{o}C	20 ^{o}C 1)		
เหล็กกล้าความแข็งแรงสูง (การให้ความร้อนแบบ Thermo-Mechanical, TMCP type)	AH32 – EH32 AH36 – EH36	ต่ำกว่า 0 ^{o}C			
เหล็กกล้าความแข็งแรงสูง (การเผาให้ความร้อน)		ต่ำกว่า 0 ^{o}C			

หมายเหตุ

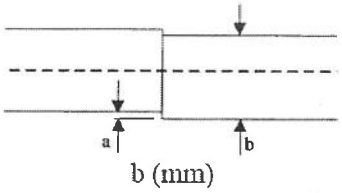
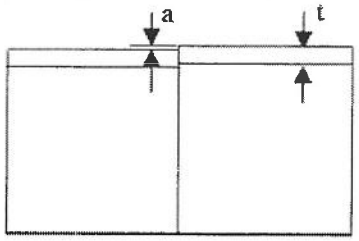
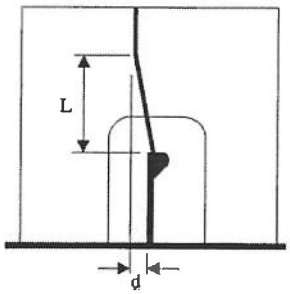
1) ระดับอุณหภูมิของการให้ความร้อนแก่โลหะก่อนทำการเชื่อม เว้นแต่ว่าแนวทางการเชื่อมที่ระบุมีระดับที่สูงกว่า

๔. ความตรงแนว (Alignment)

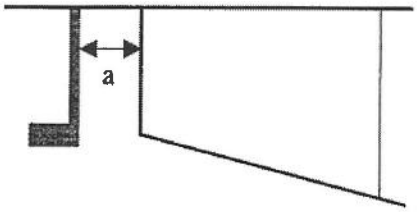
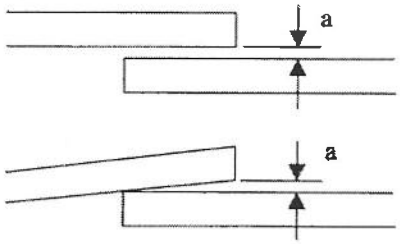
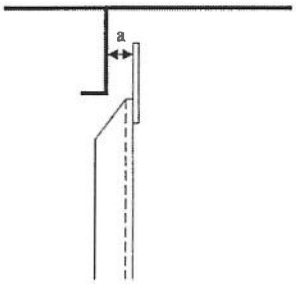
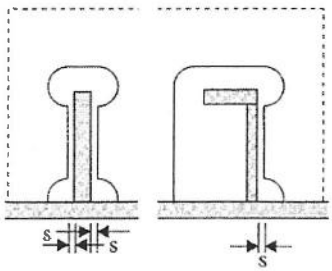
ตารางที่ ๑๔ ความตรงแนว (Alignment)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
ความตรงแนวของรอยเชื่อมต่อชน (Alignment of butt welds) 		a ≤ 0.15t สำหรับโครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง a ≤ 0.2t โครงสร้างอื่นๆ แต่สูงสุดไม่เกิน 4.0 มม.	t เป็นความหนาของชิ้นงานที่เล็กกว่า
ความตรงแนวของรอยเชื่อมพิลเลท (Alignment of fillet welds) 		โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรงและทนต่อความเค้นสูง: a ≤ t1 /3 โครงสร้างอื่นๆ: a ≤ t1 /2	ในทางกลับกันแนวของขาของชิ้นส่วนสามารถใช้ในการตรวจสอบการความตรงแนวได้ ในกรณีที่ t3 มีขนาดเล็กกว่า t1 จะใช้ค่าของ t3 แทน t1 ในการกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐาน
ความตรงแนวของรอยเชื่อมพิลเลท 		โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรงและทนต่อความเค้นสูง: a ≤ t1 /3 โครงสร้างอื่นๆ: a ≤ t1 /2	ในทางกลับกันแนวของขาของชิ้นส่วนสามารถใช้ในการตรวจสอบการความตรงแนวได้ ในกรณีที่ t3 มีขนาดเล็กกว่า t1 จะใช้ค่าของ t3 แทน t1 ในการกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ ๑๔ ความตรงแนว (Alignment) (ต่อ)

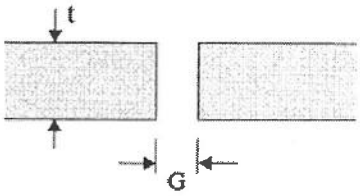
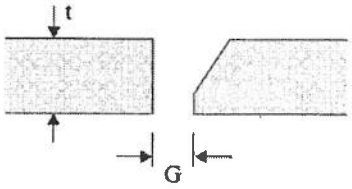
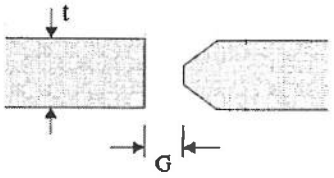
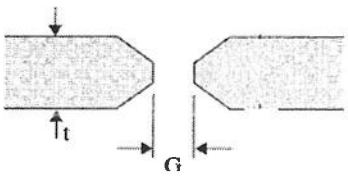
รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
ความตรงแนวของหน้าแปลนแบบตัวทีสำหรับโครงสร้างทางยาว (Alignment of flange of T-longitudinal)  b (mm)	โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง a ≤ 0.04b (มม.)	a = 8.0 มม.	
ความตรงแนวของความสูงของเหล็กรูปพรรณ รูตัวที เหล็กฉาก และเหล็กปีกตุ่ม(Alignment of height of T-bar, L-angle bar or bulb) 	โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง a ≤ 0.15t โครงสร้างอื่น a ≤ 0.20t	a = 3.0 มม.	
ความตรงแนวของโครงสร้างเสริมความแข็งแรง (Alignment of panel stiffener) 	d ≤ L/50		

ตารางที่ ๑๔ ความตรงแนว (Alignment) (ต่อ)

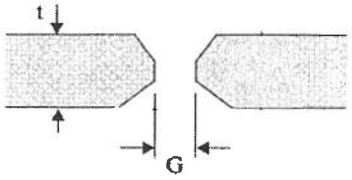
รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
ระยะห่างระหว่างหูช้างและโครงสร้างเสริมความแข็งแรง (Gap between bracket/intercostal and stiffener) 	a ≤ 2.0 มม.	a = 3.0 มม.	
ความตรงแนวของรอยเชื่อมเกย (Alignment of lap welds) 	a ≤ 2.0 มม.	a = 3.0 มม.	
ระยะห่างระหว่างบีมและกง (Gap between beam and frame) 	a ≤ 2.0 มม.	a = 5.0 มม.	
ระยะห่างระหว่าโครงสร้างเสริมความแข็งแรงและรอยเจาะ (Gap around stiffener cut-out) 	s ≤ 2.0 มม.	s = 3.0 มม.	

๕. รายละเอียดรอยต่องานเชื่อม (Welding Joint Detail)

ตารางที่ ๑๕ การเตรียมแนวเชื่อมแบบต่อชน (การเชื่อมด้วยมือ และ อัตโนมัติ)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
รอยต่อชน (Square butt) ความหนา t ≤ 5 มม. 	G ≤ 3 มม.	G = 5 มม.	ดูหมายเหตุ
รอยต่อชนแบบบากข้างเดียว (Single bevel butt) ความหนา t > 5 มม. 	G ≤ 3 มม.	G = 5 มม.	ดูหมายเหตุ
รอยต่อชนแบบบากสองข้างด้านเดียว (Double bevel butt) ความหนา t > 19 มม. 	G ≤ 3 มม.	G = 5 มม.	ดูหมายเหตุ
รอยต่อชนแบบบากสองข้างสองด้านเท่ากัน (Double vee butt, uniform bevels) 	G ≤ 3 มม.	G = 5 มม.	ดูหมายเหตุ

ตารางที่ ๑๕ การเตรียมแนวเชื่อมแบบต่อชน (การเชื่อมด้วยมือ และ อัตโนมัติ) (ต่อ)

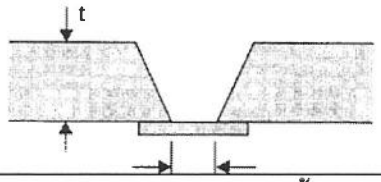
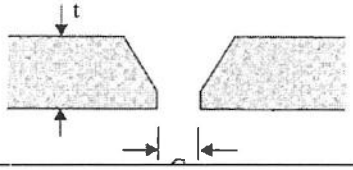
รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
รอยต่อชนแบบบากสองข้างสองด้านไม่เท่ากัน (Double vee butt, non-uniform bevel)  	G ≤ 3 มม.	G = 5 มม.	ดูหมายเหตุ

หมายเหตุ

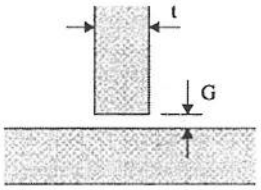
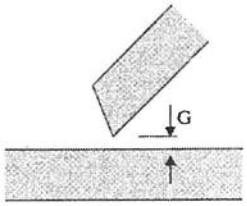
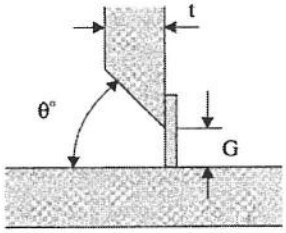
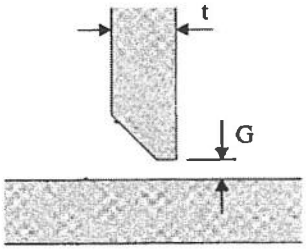
การเตรียมแนวเชื่อมแบบอื่นๆ อาจจะได้รับการรับรองจากสมาคมจัดชั้นเรือ ตามมาตรฐาน URW28 หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับจากสมาคมจัดชั้นเรือ

แนวทางการเชื่อมอื่นนอกเหนือไปจากที่กำหนดในคู่มือการเชื่อมประสาน ให้เป็นไปตามที่กำหนดใน คุณสมบัติของกระบวนการเชื่อม

ตารางที่ ๑๖ การเตรียมแนวเชื่อมแบบต่อชน (การเชื่อมด้วยมือ และ อัตโนมัติ)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
รอยต่อชนแบบบากข้างเดียว เชื่อมด้านเดียวโดยมีแผ่นรองหลัง (แบบชั่วคราวหรือถาวร) (Single Vee butt, one side welding with backing strip (temporary or permanent)) 	G = 3 to 9 มม.	G = 16 มม.	ดูหมายเหตุ
รอยต่อชนแบบบากข้างเดียวทั้งสองด้าน (Single vee butt) 	G ≤ 3 มม.	G = 5 มม.	ดูหมายเหตุ
หมายเหตุ การเตรียมแนวเชื่อมแบบอื่นๆ อาจจะได้รับการรับรองจากสมาคมจัดชั้นเรือ ตามมาตรฐาน URW28 หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับจากสมาคมจัดชั้นเรือ แนวทางการเชื่อมอื่นนอกเหนือไปจากที่กำหนดในคู่มือการเชื่อมประสาน ให้เป็นไปตามที่กำหนดใน คุณสมบัติของกระบวนการเชื่อม			

ตารางที่ ๑๗ การเตรียมแนวเชื่อมแบบฟิลเลท (การเชื่อมด้วยมือ และ อัตโนมัติ)

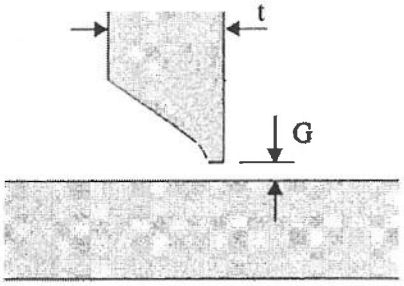
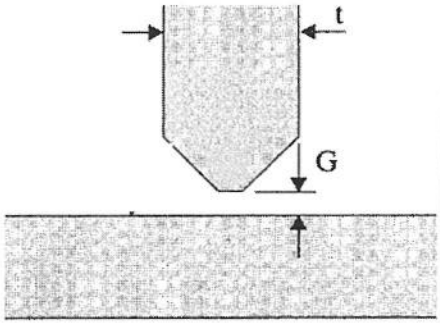
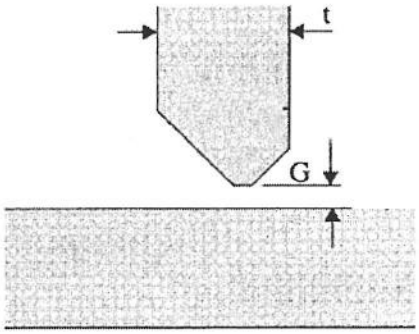
รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท (Tee Fillet) 	G ≤ 2 มม.	G = 3 มม.	ดูหมายเหตุ
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท มุมเอียง (Inclined fillet) 	G ≤ 2 มม.	G = 3 มม.	ดูหมายเหตุ
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท บากด้านเดียว และมีแผ่นรองหลังถาวร (Single bevel tee with permanent backing) 	G ≤ 4 ถึง 6 มม. θ° = 30° to 45°	G = 16 มม.	ไม่ใช้กับโครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรงทั่วไป ดูหมายเหตุ
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท บากด้านเดียว (Single bevel tee) 	G ≤ 3 มม.		ดูหมายเหตุ

หมายเหตุ

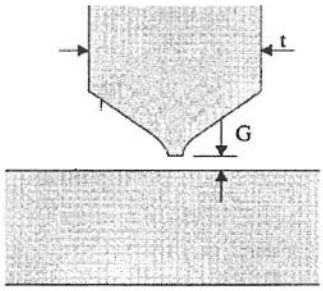
การเตรียมแนวเชื่อมแบบอื่นๆ อาจจะได้รับการรับรองจากสมาคมจัดชั้นเรือ ตามมาตรฐาน URW28 หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับจากสมาคมจัดชั้นเรือ

แนวทางการเชื่อมอื่นนอกเหนือไปจากที่กำหนดในคู่มือการเชื่อมประสาน ให้เป็นไปตามที่กำหนดใน คุณสมบัติของกระบวนการเชื่อม

ตารางที่ ๑๘ การเตรียมแนวเชื่อมแบบฟิลเลท (การเชื่อมด้วยมือ และ อัตโนมัติ)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท รูปตัว J (Single 'J' bevel tee) 	G = 2.5 to 4 มม.		ดูหมายเหตุ
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท แบบบากสองด้านเท่ากัน (Double bevel tee symmetrical) t > 19 มม. 	G ≤ 3 มม.		ดูหมายเหตุ
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท แบบบากสองด้านไม่เท่ากัน Double bevel tee asymmetrical t > 19 มม. 	G ≤ 3 มม.		ดูหมายเหตุ

ตารางที่ ๑๘ การเตรียมแนวเชื่อมแบบฟิลเลท (การเชื่อมด้วยมือ และ อัตโนมัติ) (ต่อ)

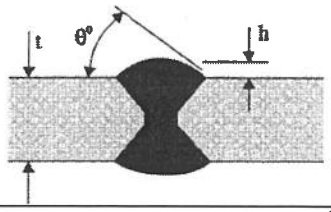
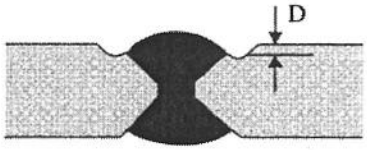
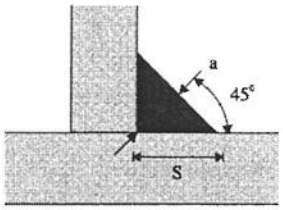
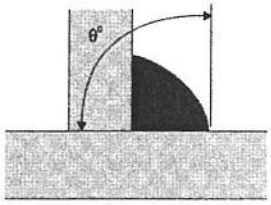
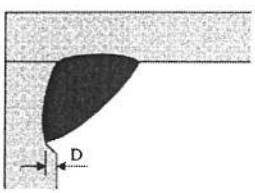
รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท รูปตัว J แบบบากสองด้านเท่ากัน (Double 'J' bevel tee symmetrical) 	G = 2.5 to 4 มม.		ดูหมายเหตุ

หมายเหตุ

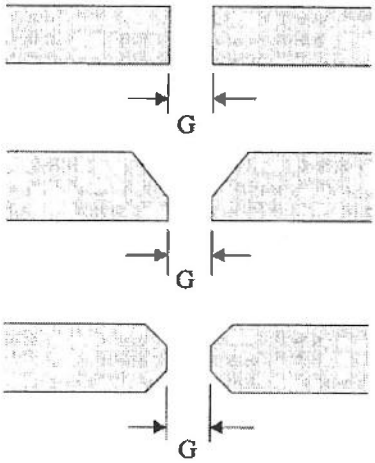
การเตรียมแนวเชื่อมแบบอื่นๆ อาจจะได้รับการรับรองจากสมาคมจัดชั้นเรือ ตามมาตรฐาน URW28 หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับจากสมาคมจัดชั้นเรือ

แนวทางการเชื่อมอื่นนอกเหนือไปจากที่กำหนดในคู่มือการเชื่อมประสาน ให้เป็นไปตามที่กำหนดใน คุณสมบัติของกระบวนการเชื่อม

ตารางที่ ๑๙ รูปทรงและขนาดของแนวเชื่อม

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
ความนูนและมุมของรอยต่อชน (Butt weld toe angle) 	$\theta \leq 60°$ h ≤ 6 มม.	$\theta \leq 90°$	
ความลึกของรอยกินขอบของแนวเชื่อมแบบต่อชน (Butt weld undercut) 		D ≤ 0.5 มม. โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง D ≤ 0.8 มม. โครงสร้างอื่น	
ขนาดของแนวเชื่อมแบบฟิลเลท (Fillet weld leg length)  s = ความกว้างของแนวรอยเชื่อม a = ความหนาของแนวรอยเชื่อม		$s \geq 0.9s_d$ $a \geq 0.9a_d$ สำหรับแนวเชื่อมที่มีขนาดเล็ก	s_d = design s a_d = design a
มุมของรอยเชื่อมแบบฟิลเลท (Fillet weld toe angle) 		$\theta \leq 90°$	ในพื้นที่ที่มีค่าความเค้นและความล้าสูง สมาคมจัดชั้นเรืออาจจะกำหนดมุมที่น้อยกว่านี้
ความลึกของรอยกินขอบของแนวเชื่อมแบบฟิลเลท (Fillet weld undercut) 		D ≤ 0.8 มม.	

ตารางที่ ๒๐ การเตรียมแนวเชื่อมแบบต่อชน (การเชื่อมด้วยมือ และ อัตโนมัติ)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
รอยต่อชนสำหรับการเชื่อมแบบซับเมิร์จ (Submerged Arc Welding (SAW)) 	0 ≤ G ≤ 0.8 มม.	G = 2 มม.	ดูหมายเหตุ

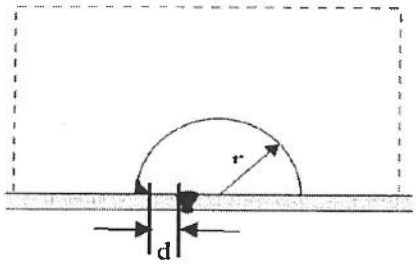
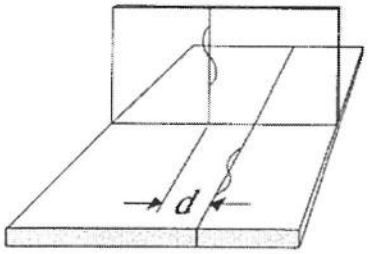
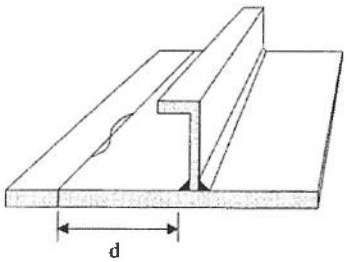
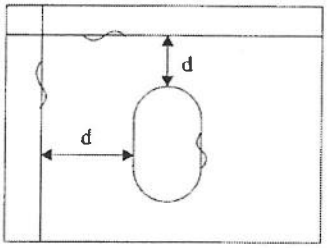
หมายเหตุ

การเตรียมแนวเชื่อมแบบอื่นๆ อาจจะได้รับการรับรองจากสมาคมจัดชั้นเรือ ตามมาตรฐาน URW28 หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับจากสมาคมจัดชั้นเรือ

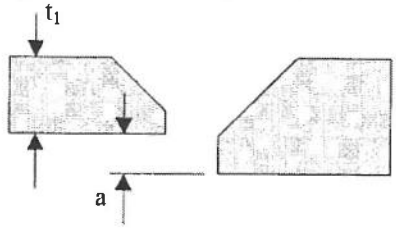
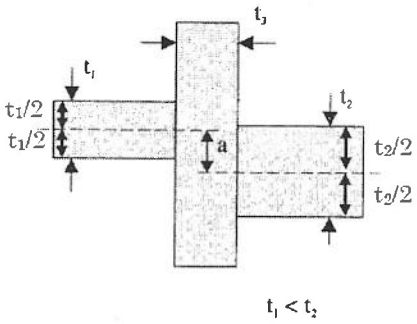
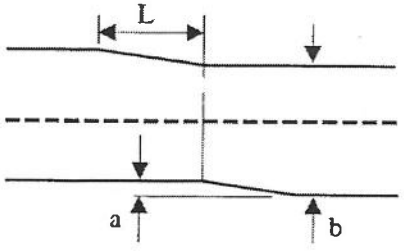
แนวทางการเชื่อมอื่นนอกเหนือไปจากที่กำหนดในคู่มือการเชื่อมประสาน ให้เป็นไปตามที่กำหนดใน คุณสมบัติของกระบวนการเชื่อม

๕. การแก้ไขข้อบกพร่องในงสนเชื่อมประสาน (Remedial)

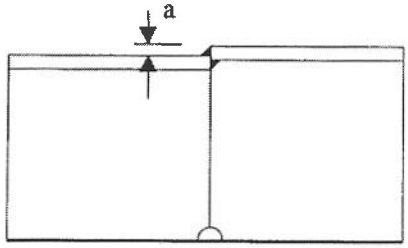
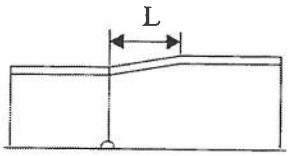
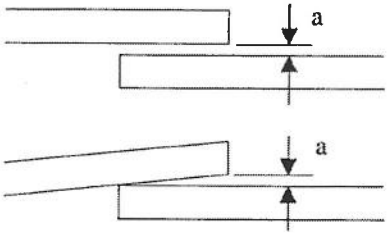
ตารางที่ ๒๑ ระยะระหว่างแนวเชื่อม (Distance Between Welds)

รายการ	ค่ามาตรฐาน	ค่าจำกัด	หมายเหตุ
ช่องเปิดและแนวเชื่อม (Scallops over weld seams)  		โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง d ≥ 5 มม. โครงสร้างอื่น d ≥ 0 มม.	ระยะ “d” เป็นระยะที่วัดจากฐานของแนวเชื่อมแบบฟิลเลท ไปถึงฐานของแนวเชื่อมแบบต่อชน
แนวเชื่อมชนแบบต่อชนสองแนว (Distance between two butt welds)  		d ≥ 0 มม.	
แนวเชื่อมแบบต่อชนและแนวเชื่อมแบบฟิลเลท (Distance between butt weld and fillet weld)  		โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง d ≥ 10 มม. โครงสร้างอื่น d ≥ 0 มม.	ระยะ “d” เป็นระยะที่วัดจากฐานของแนวเชื่อมแบบฟิลเลท ไปถึงฐานของแนวเชื่อมแบบต่อชน
ระยะห่างระหว่างแนวเชื่อมแบบต่อชน (Distance between butt welds)  	สำหรับช่องเปิด d ≥ 30 มม.		
	สำหรับแผ่นมาร์จิน d ≥ 300 มม.	150 มม.	

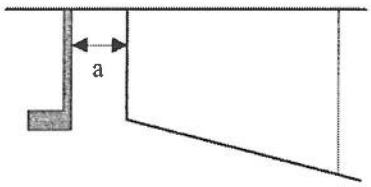
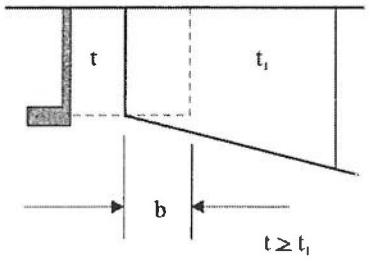
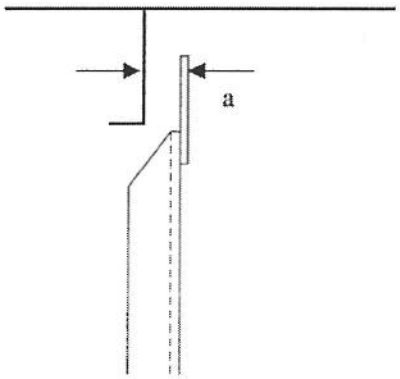
ตารางที่ ๒๒ การแก้ไขการไม่ตรงแนว (Typical Misalignment Remedial)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
ความตรงแนวของแนวเชื่อมแบบต่อชน (Alignment of butt joints) 	โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง ในกรณีที่ a > 0.15t1 หรือ a > 4 มม. ปลดโครงสร้างออกแล้วปรับแนวใหม่ โครงสร้างอื่นๆ a > 0.2t1 หรือ a > 4 มม. ให้ทำการปลดโครงสร้างออกแล้วปรับแนวใหม่	t1 เป็นความหนาของแผ่นที่บางกว่า
ความตรงแนวของแนวเชื่อมแบบฟิลเลท (Alignment of fillet weld) 	โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรงและอยู่ในพื้นที่ที่มีความเค้นสูง ในกรณีที่ t1 /3 < a ≤ t1 /2 - โดยทั่วไปแล้วให้ทำการเพิ่มระยะของคอแนวเชื่อมอีก 10% a > t1 /2 - ให้ทำการปลดโครงสร้างออกแล้วปรับแนวใหม่ในระยะอย่างน้อยเท่ากับ 50a โครงสร้างอื่นๆ a > t1 /2 - ให้ทำการปลดโครงสร้างออกแล้วปรับแนวใหม่ในระยะอย่างน้อยเท่ากับ 30a	ในทางกลับกันแนวของขาของชิ้นส่วนสามารถใช้ในการตรวจสอบการความตรงแนวได้ ในกรณีที่ t3 มีขนาดเล็กกว่า t1 จะใช้ค่าของ t3 แทน t1 ในการกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐาน
ความตรงแนวของหน้าแปลนรูปตัวทีทางยาว (Alignment of flange of T-longitudinal) 	ในกรณีที่ 0.04b < a ≤ 0.08b สูงสุดเท่ากับ 8 มม.: ให้ทำการเจียรเจียรมุมให้เอียงเข้าหากันเป็นระยะทางอย่างน้อย L = 3a ในกรณีที่ a > 0.08b หรือ 8 มม.: ให้ทำการเจียรเจียรมุมให้เอียงเข้าหากันเป็นระยะทางอย่างน้อย L = 50a	

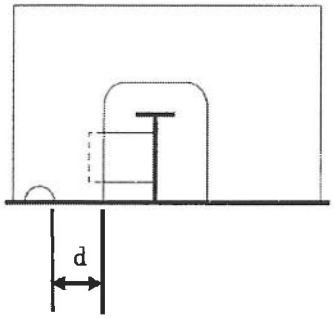
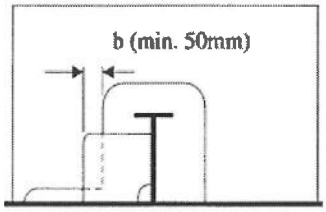
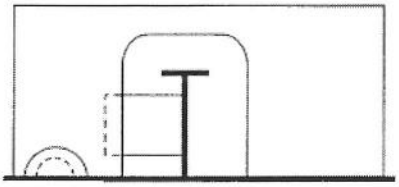
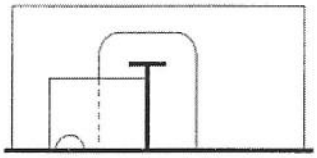
ตารางที่ ๒๒ การแก้ไขการไม่ตรงแนว (Typical Misalignment Remedial) (ต่อ)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
ความตรงแนวด้านความสูงของโครงสร้างรูปตัวที รูปฉาก และเหล็กปีกตุ่ม (Alignment of height of T-bar, L-angle bar or bulb) 	ในกรณีที่ 3 มม. < a ≤ 6 มม.: ให้เพิ่มขนาดแนวเชื่อม ในกรณีที่ a > 6 มม.: ปลดโครงสร้างออกแล้วปรับแนวใหม่เป็นระยะทาง L = 50a สำหรับโครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง และเป็นระยะทาง L = 30a สำหรับโครงสร้างอื่นๆ 	
ความตรงแนวของการเชื่อมเกย (Alignment of lap welds) 	ในกรณีที่ 3 มม. < a ≤ 5 มม.: ให้เพิ่มขนาดแนวเชื่อมเป็นระยะช่องว่างที่เกินมาจาก 3 มม. ในกรณีที่ a > 5 มม.: ให้ปรับแนวใหม่	

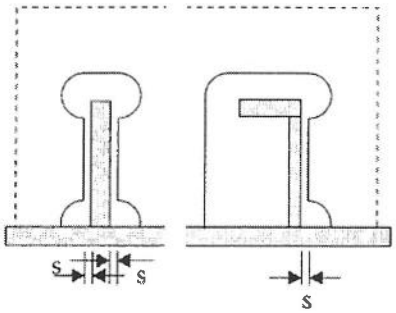
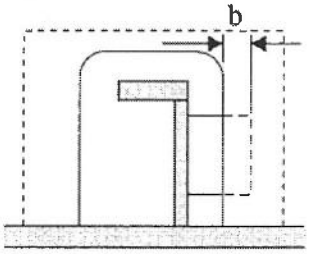
ตารางที่ ๒๒ การแก้ไขการไม่ตรงแนว (Typical Misalignment Remedial) (ต่อ)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
ระยะห่างระหว่างหูช้างและโครงสร้างเสริมความแข็งแรง (Gap between bracket/intercostal and stiffener)  	ในกรณีที่ 3 มม. < a ≤ 5 มม.: เพิ่มความยาวของขาของแนวเชื่อมในช่วงช่องว่างอีก 3 มม.	
	ในกรณีที่ 5 มม. < a ≤ 10 มม.: ให้ทำการบากปลายเป็นมุมระหว่าง 30° ถึง 40° และเชื่อมเพิ่มเนื้อโดยการใช้แผ่นรองหลัง	
	ในกรณีที่ a > 10 มม.: ให้ตัดเพิ่มระยะช่องว่าง จนมีระยะประมาณ 50 มม. แล้วประกอบด้วยแผ่นคอลลาร์  b = (2t + 25) มม., น้อยที่สุดเท่ากับ 50 มม.	
ระยะห่างระหว่างบีมและกง (Gap between beam and frame)  	3 มม. < a ≤ 5 มม.: เพิ่มระยะขาแนวเชื่อมเพิ่มขึ้นเท่ากับช่องว่างที่เกินจาก 3 มม. ในกรณีที่ a > 5 มม. ให้ทำการปลดโครงสร้างออกแล้วปรับระยะใหม่	

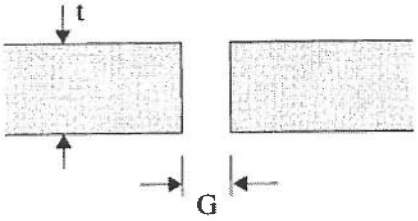
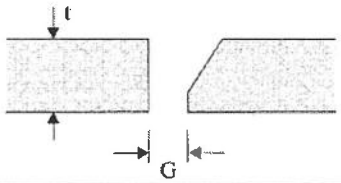
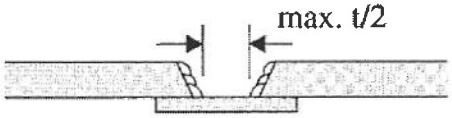
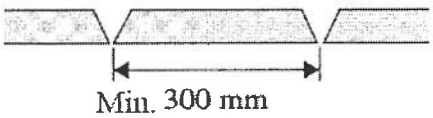
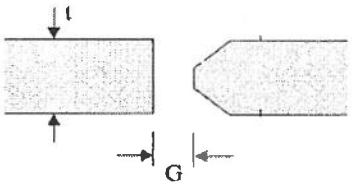
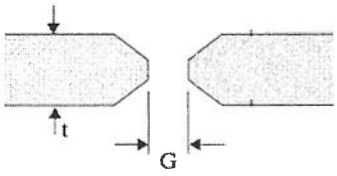
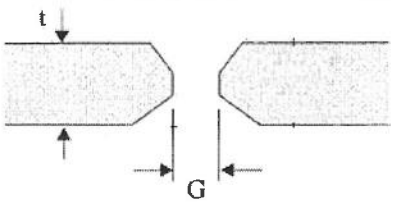
ตารางที่ ๒๒ การแก้ไขการไม่ตรงแนว (Typical Misalignment Remedial) **(ต่อ)**

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
ระยะห่างของช่องเปิด (Position of scallop) 	ในกรณีที่ d < 75 มม. ตัดแผ่นโครงสร้างและเซาะร่องระหว่างแนวช่องว่าและช่องเปิด เซาะแนวแล้วใส่แผ่นคอลลาร์ (collar plate)  หรือใส่แผ่น คอลลาร์ ปิดแนวช่องเปิด  หรือใส่แผ่นคอลลาร์ปิดทับแนวช่องเปิด 	

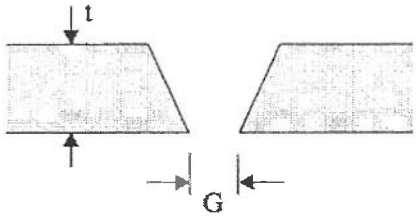
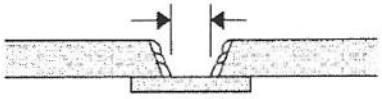
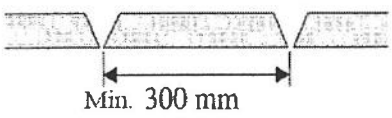
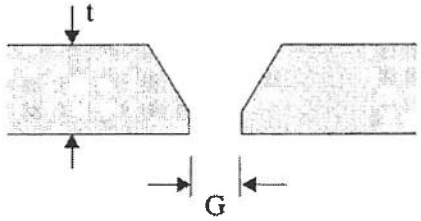
ตารางที่ ๒๒ การแก้ไขการไม่ตรงแนว (Typical Misalignment Remedial) (ต่อ)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
ระยะห่างระหว่างโครงสร้างเสริมความแข็งแรงและรอยเจาะ (Gap around stiffener cut-out) 	ในกรณีที่ 3 มม. < s ≤ 5 มม. ต้องเพิ่มขนาดของแนวเชื่อมให้มากกว่าขนาดของช่องว่าง 2 มม.	
	ในกรณีที่ 5 มม. < s ≤ 10 มม. จะต้องบากปลายชิ้นส่วนและเชื่อมเพิ่มเนื้อโลหะ	
	ในกรณีที่ s > 10 มม. ตัดส่วนปลายออกแล้วใส่แผ่นคอลลาร์ที่มีความสูงเท่ากับส่วนที่ตัดเข้าไปแทน  20 มม. ≤ b ≤ 50 มม.	

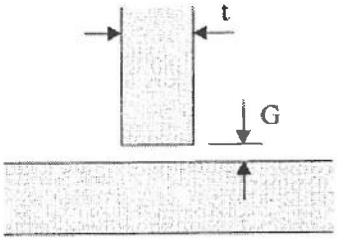
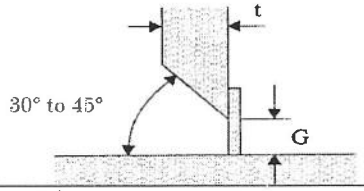
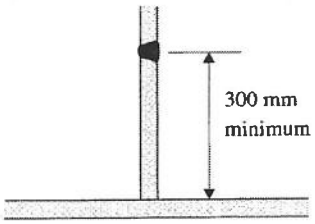
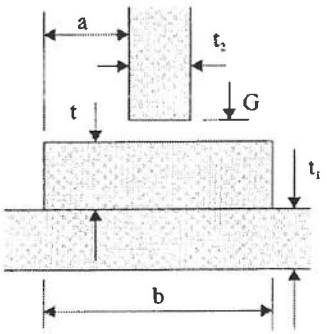
ตารางที่ ๒๓ การแก้ไขข้อบกพร่องของแนวเชื่อมรอยต่อชน (การเชื่อมด้วยมือ และ อัตโนมัติ)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
รอยต่อชน (Square butt) 	ในกรณีที่ G ≤ 10 มม. ให้บากชิ้นงานเป็นมุม 45° และให้ทำการเชื่อมจนได้ขนาดตามเกณฑ์ ในกรณีที่ G > 10มม. ให้ทำการเชื่อมจนได้ขนาดตามเกณฑ์ ด้วยการใช้แผ่นรองหลังด้านหนึ่งก่อนทำการเชื่อม หลังจากเชื่อมเรียบร้อยให้นำแผ่นรองหลังออกเจียรด้านหลังแนวเชื่อมแล้วทำการเชื่อมปิด	
รอยต่อชนแบบบากข้างเดียว (Single bevel butt) 	ในกรณีที่ 5 มม. < G ≤ 1.5t (สูงสุดที่ 25 มม.) ให้ทำการเชื่อมขอบด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้าน จนได้ขนาดสูงสุดเท่ากับ 0.5t หากจำเป็นให้ใช้แผ่นรองหลัง กรณีที่ใช้แผ่นรองหลัง หลังจากเชื่อมเรียบร้อยให้นำแผ่นรองหลังออกเจียรด้านหลังแนวเชื่อมแล้วทำการเชื่อมปิดแนว กระบวนการเชื่อมที่มีแผ่นรองหลังสามารถกระทำได้ตามแนวทางการเชื่อม (welding procedure specification) ที่เหมาะสม.  ในกรณีที่ G > 25 มม. หรือ 1.5t สำหรับค่าที่น้อยใส่แผ่นเหล็กเสริม (Insert plate) ที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 300 มม. 	
รอยต่อชนแบบบากสองข้างด้านเดียว (Double bevel butt) 		
รอยต่อชนแบบบากสองข้างสองด้านเท่ากัน (Double vee butt, uniform bevels) 		
รอยต่อชนแบบบากสองข้างสองด้านไม่เท่ากัน (Double vee butt, uniform bevels) 		

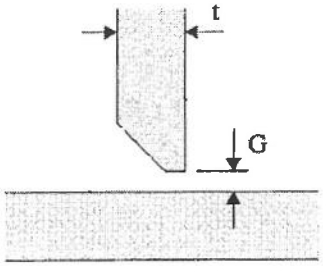
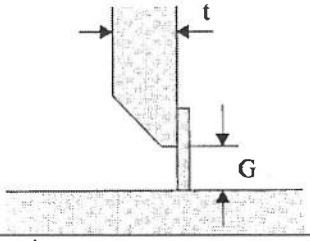
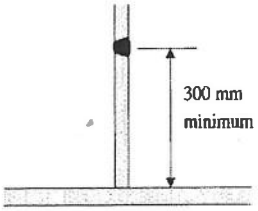
ตารางที่ ๒๓ การแก้ไขข้อบกพร่องของแนวเชื่อมรอยต่อชน (การเชื่อมด้วยมือ และ อัตโนมัติ) (ต่อ)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
รอยต่อชนแบบบากข้างเดียว เชื่อมด้านเดียว (Single Vee butt, one side welding) 	ในกรณีที่ 5 มม. < G ≤ 1.5t มม. (สูงสุด 25 มม.) เชื่อมรอยช่องว่างด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านจนถึงค่าเกณฑ์ที่กำหนด (Limit) จนกระทั่งช่องว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (Standard) ขนาดของช่องว่างเป็นไปตามที่กำหนดในตาราง 8.2. ในกรณีที่ใส่แผ่นรองหลังก่อนทำการเชื่อม หลังจากเชื่อมเรียบร้อยให้นำแผ่นรองหลังออกเจียรด้านหลังแนวเชื่อมแล้วทำการเชื่อมปิดแนว กระบวนการเชื่อมที่มีแผ่นรองหลังสามารถกระทำได้ตามแนวทางการเชื่อม (Welding procedure specification) ที่เหมาะสม.  ในกรณีที่ G > 25 มม. หรือ 1.5t สำหรับค่าที่น้อยกว่า ใส่แผ่นเหล็กเสริม (Insert plate) ที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 300 มม. 	
รอยต่อชนแบบบากข้างเดียว ทั้งสองด้าน (Single vee butt) 		

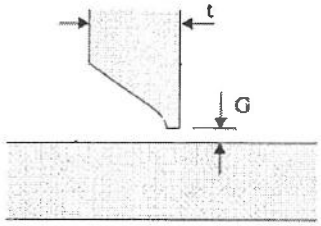
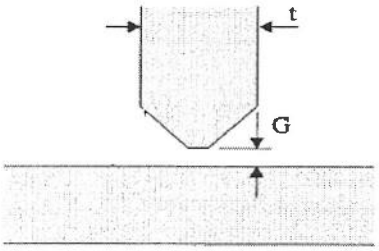
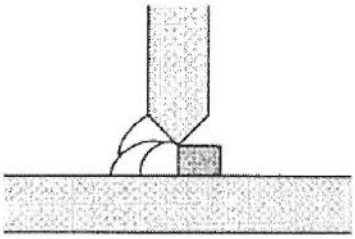
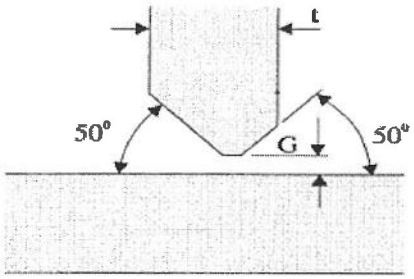
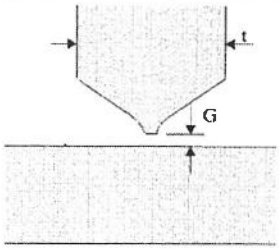
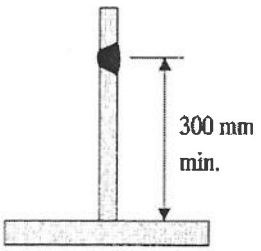
ตารางที่ ๒๔ การแก้ไขข้อบกพร่องของแนวเชื่อมแบบฟิลเลท (การเชื่อมด้วยมือ และ อัตโนมัติ)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท (Tee Fillet)  	ในกรณีที่ 3 มม. < G ≤ 5 มม. ให้เพิ่มขนาดของแนวเชื่อม (leg length) ให้เท่ากับขนาดตามกฎ + (G-	
	ในกรณีที่ 5 มม. < G ≤ 16 มม. หรือ G ≤ 1.5t ให้บากชิ้นงานเป็นมุม 30° ถึง 45° ให้เพิ่มขนาดแนวเชื่อม หากจำเป็นให้ใส่แผ่นรองหลังด้านด้านหนึ่งก่อนทำการเชื่อม หลังจากเชื่อมเรียบร้อยให้นำแผ่นรองหลังออกเจียรด้านหลังแนวเชื่อมแล้วทำการเชื่อม  	
	ในกรณีที่ G > 16 มม.หรือ G > 1.5t ใส่แผ่นเหล็กเสริม (Insert plate) ที่มีความสูงไม่น้อยกว่า 300 มม.  	
การแก้ไขแนวตรงโดยใช้แผ่นเสริม (Liner treatment)  	t2 ≤ t ≤ t1 G ≤ 2 มม. a = 5 มม. + ขนาดแนวเชื่อมแบบฟิลเลท (fillet leg length)	ห้ามนำไปใช้กับพื้นที่สำหรับบรรทุกสินค้าหรือบริเวณที่ค่าความเค้นดึงในแนวความหนาของแผ่นเสริม

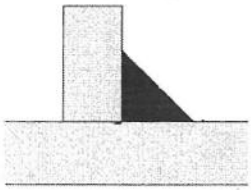
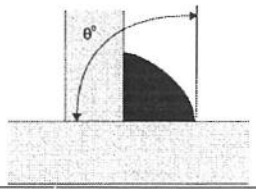
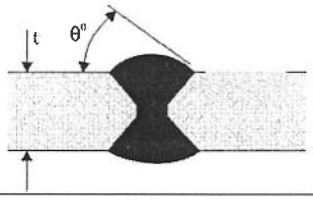
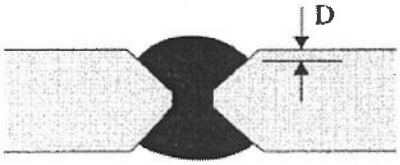
ตารางที่ ๒๔ การแก้ไขข้อบกพร่องของแนวเชื่อมแบบฟิลเลท (การเชื่อมด้วยมือ และ อัตโนมัติ) (ต่อ)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท บากด้านเดียว (Single bevel tee) 	ในกรณีที่ 3 มม. < G ≤ 5 มม. ให้เพิ่มขนาดแนวเชื่อม	
	ในกรณีที่ 5 มม. < G ≤ 16 มม. ให้เพิ่มขนาดแนวเชื่อม หากจำเป็นให้ใส่แผ่นรองหลังก่อนทำการเชื่อม หลังจากเชื่อมเรียบร้อยให้นำแผ่นรองหลังออกเจียรด้านหลังแนวเชื่อมแล้วทำการเชื่อม 	
	ในกรณีที่ G > 16 มม. ใส่แผ่นเหล็กเสริม (Insert plate) ที่มีความสูงไม่น้อยกว่า 300 มม. 	

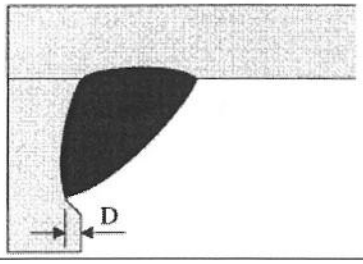
ตารางที่ ๒๔ การแก้ไขข้อบกพร่องของแนวเชื่อมแบบฟิลเลท (การเชื่อมด้วยมือ และ อัตโนมัติ) (ต่อ)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท รูปตัว J (Single 'J' bevel tee) 	เช่นเดียวกับ รอยเชื่อมแบบฟิลเลท บากด้านเดียว (Single bevel tee)	
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท แบบบากสองด้านเท่ากัน (Double bevel tee symม.etrical) 	ในกรณีที่ 5 มม. < G ≤ 16 มม. ให้เพิ่มขนาดแนวเชื่อม หากจำเป็นให้ใส่แผ่นเซรามิค (ceramic) หรือแผ่นรองหลังที่ได้รับการรับรอง ก่อนทำการเชื่อม หลังจากเชื่อมเรียบร้อยให้นำแผ่นรองหลังออกเจียรด้านหลังแนวเชื่อมแล้วทำการเชื่อม 	
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท แบบบากสองด้านไม่เท่ากัน (Double bevel tee asymม.etrical) 		
รอยเชื่อมแบบฟิลเลท รูปตัว J แบบบากสองด้านเท่ากัน (Double 'J' bevel symม.etrical) 	ในกรณีที่ G > 16 มม. ใส่แผ่นเหล็กเสริม (Insert plate) ที่มีความสูงไม่น้อยกว่า 300 มม. 	

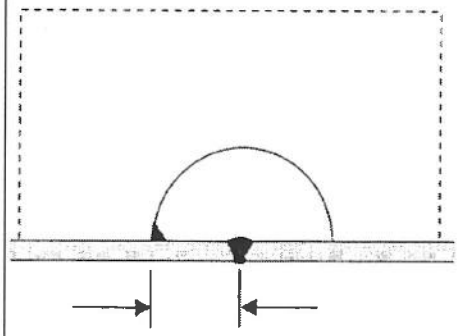
ตารางที่ ๒๕ การแก้ไขข้อบกพร่องของแนวเชื่อมแบบฟิลเลทและแบบต่อชน (การเชื่อมด้วยมือ และอัตโนมัติ)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
ความสูงของรอยเชื่อมแบบฟิลเลท (Fillet weld leg length) 	เพิ่มระยะของแนวเชื่อมโดยการเชื่อมซ้ำแนว	ระยะของแนวเชื่อมให้เป็นไปตามที่กำหนดตามตาราง ๓๐ การซ่อมรอยเชื่อม (Welding Remedial by Short Bead)
ความนูนและมุมของรอยแบบฟิลเลท (Fillet weld toe angle) 	หากมุมของแนวเชื่อม (θ) > 90° ให้ทำการเจียรแนวเชื่อมออกตามความเหมาะสมเพื่อให้มุมของแนวเชื่อม (θ) ≤ 90°	
ความนูนและมุมของรอยต่อชน (Butt weld toe angle) 	หากมุมของแนวเชื่อม (θ) > 90° ให้ทำการเจียรแนวเชื่อมออกตามความเหมาะสมเพื่อให้มุมของแนวเชื่อม (θ) ≤ 90°	
ความลึกของรอยกินขอบของแนวเชื่อมแบบต่อชน (Butt weld undercut) 	สำหรับชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรง เมื่อ 0.5 < D ≤ 1 มม. และชิ้นส่วนอื่นๆเมื่อ 0.8 < D ≤ 1 มม. ความลึกของรอยกินขอบ (undercut) จะต้องถูกเจียรออกให้เรียบ (เฉพาะจุด) หรือเติมให้เต็มด้วยการเชื่อม ในกรณีที่ D > 1 มม. ความลึกของรอยกินขอบ (undercut) จะต้องเติมให้เต็มด้วยการเชื่อม	

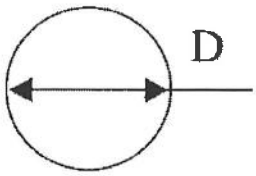
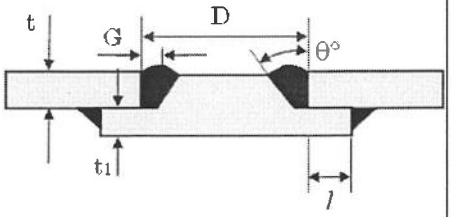
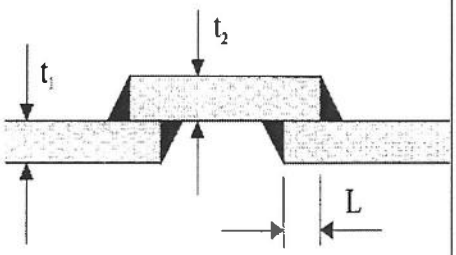
ตารางที่ ๒๕ การแก้ไขข้อบกพร่องของแนวเชื่อมแบบฟิลเลทและแบบต่อชน (การเชื่อมด้วยมือ และอัตโนมัติ) (ต่อ)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
ความลึกของรอยกินขอบของแนวเชื่อมแบบฟิลเลท (Fillet weld undercut) 	ในกรณีที่ 0.8 < D ≤ 1 มม. ความลึกของรอยกินขอบ (undercut) จะต้องถูกเจียรออกให้เรียบ (เฉพาะจุด) หรือเติมให้เต็มด้วยการเชื่อม ในกรณีที่ D > 1 มม. ความลึกของรอยกินขอบ (undercut) จะต้องเติมให้เต็มด้วยการเชื่อม	ระยะของแนวเชื่อมให้เป็นไปตามที่กำหนดตามตาราง ๓๐ การซ่อมรอยเชื่อม (Welding Remedial by Short Bead)

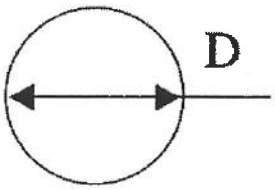
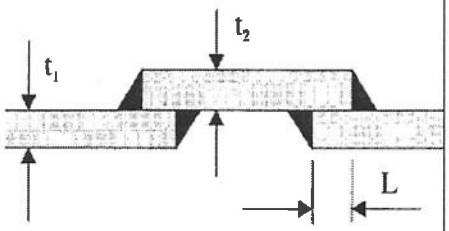
ตารางที่ ๒๖ ระยะระหว่างแนวเชื่อม

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
ช่องเปิดและแนวเชื่อม (Scallops over weld seams) 	ตัดรูหรือช่องเปิด แล้วเจียรผิวให้เรียบ ให้ได้ระยะตามที่กำหนด	

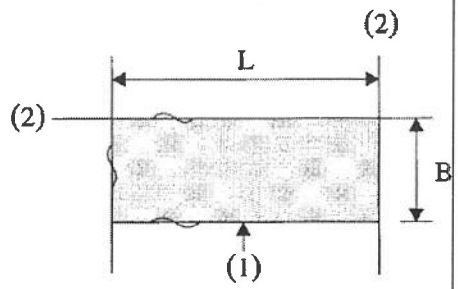
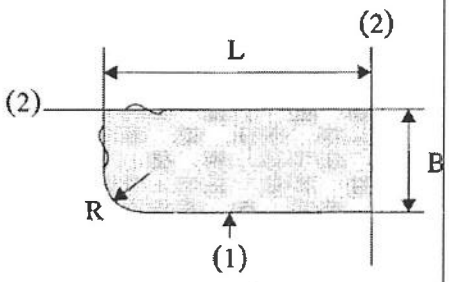
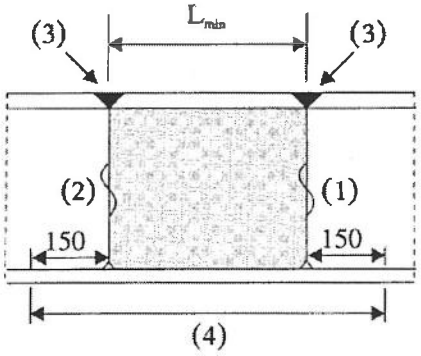
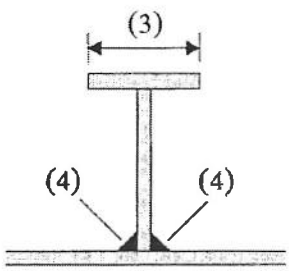
ตารางที่ ๒๗ การแก้ไขข้อบกพร่องของรู หรือ ช่องเปิด (Erroneous Hole Remedial)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
รูหรือช่องเปิดที่ผิดขนาด มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า ๒๐๐ มม. (D < 200 มม.) 	โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง เจาะรูให้มีความกว้างให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 75 มม., ใส่ปลั๊กอุดและทำการเชื่อมปิดรู  θ = 30 – 40° G = 4 – 6 มม. 1/2t ≤ t_1 ≤ t l = 50 มม. Or open hole to over 300 มม. and fit insert plate	การเชื่อมแบบฟิลเลทต้องกระทำหลังจากทำการเชื่อมแบบต่อชนเรียบร้อยแล้ว การใช้ปลั๊กอุดสำหรับปิดรูในพื้นที่ที่มีค่าความเค้นสูงหรือมีแนวโน้มของการเกิดความล้าของวัสดุจะต้องได้รับการรับรองจากสมาคมจัดชั้นเรือก่อนการปฏิบัติ
โครงสร้างอื่นๆ เปิดรูหรือช่องเปิดให้กว้างกว่า 300 มม. แล้วใส่แผ่นเหล็ก (insert plate) เข้าไปแทน หรือ ใส่แผ่นเหล็กปะทับรูหรือช่องเปิด  $t_1 = t_2$ L = 50 มม., min		

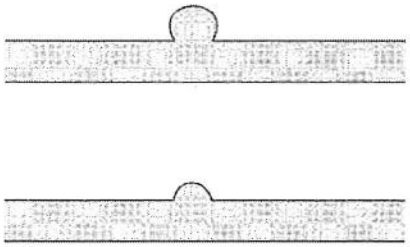
ตารางที่ ๒๗ การแก้ไขข้อบกพร่องของรู หรือ ช่องเปิด (Erroneous Hole Remedial) (ต่อ)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
รูหรือช่องเปิดที่ผิดขนาด มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ ๒๐๐ มม. (D ≥ 200 มม.) 	โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง เปิดรูหรือช่องเปิด แล้วใส่แผ่นเหล็ก (insert plate) เข้าไปแทน	
	โครงสร้างอื่นๆ เปิดรูหรือช่องเปิดให้กว้างกว่า 300 มม. แล้วใส่แผ่นเหล็ก (insert plate) เข้าไปแทน หรือ ใส่แผ่นเหล็กปะทับรูหรือช่องเปิด  t1 = t2 L = 50 มม., น้อยที่สุด	

ตารางที่ ๒๘ การแก้ไขด้วยการเปลี่ยนแผ่นเหล็ก (Remedial by Insert Plate)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
การแก้ไขด้วยการเปลี่ยนแผ่นเหล็ก (Remedial by insert plate)   	L = 300 มม. (น้อยที่สุด) B = 300 มม. (น้อยที่สุด) R = 5t มม. 100มม. (น้อยที่สุด) (1) ต้องเชื่อมแนวเชื่อมที่ติดกับแผ่นเหล็กที่เปลี่ยนใหม่ก่อน (2) แนวเชื่อมเดิมต้องทำการเจียรออกแล้วเชื่อมเพิ่มออกไปอีกอย่างน้อย 100 มม..	
การแก้ไขด้วยการเปลี่ยนแผ่นเหล็กกับโครงสร้างที่สร้างขึ้น Remedial of built section by insert plate   	L min ≥ 300 มม. ลำดับการเชื่อม (1) ⟶(2) ⟶(3) ⟶(4) ช่องว่าง (Scallop) ของโครงสร้างที่อยู่ในแนวตั้ง ให้เชื่อมให้เต็มในการเชื่อมครั้งที่ (4)	

ตารางที่ ๒๙ การแก้ไขผิวของแนวรอยเชื่อม (Weld Surface Remedial)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
สะเก็ดจากการเชื่อม (Weld spatter) 	1. สังเกตตำแหน่งของสะเก็ดเชื่อมก่อนทำการขัดออกด้วยเหล็กขูดหรือการเจียร 2. หลังจากตรวจสอบแล้ว a) ขัดหรือขูดสะเก็ดจากการเชื่อมออกด้วยเหล็กขูด b) ในกรณีที่สะเก็ดจากการเชื่อมเอาออกได้ยากให้ทำการเจียรออกให้เรียบ	โดยทั่วไปแล้วการเจียรสะเก็ดจากการเชื่อมจะต้องไม่ไปโดนแนวเชื่อม
รอยเชื่อมกระเด็น (Arc strike) (สำหรับ HT steel, Cast steel, Grade E of mild steel, TMCP type HT steel, Low temp steel)	กำจัดแนวรอยเชื่อมด้วยการเจียรให้เรียบ หรือ เชื่อมซ้ำแนว	ระยะแนวการเชื่อมเป็นไปตามที่กำหนดในตาราง 9.14 การซ่อมรอยเชื่อม

ตารางที่ ๓๐ การซ่อมรอยเชื่อม (Welding Remedial by Short Bead)

รายการ	แนวทางการแก้ไข	หมายเหตุ
การเชื่อมซ่อมช่วงสั้นสำหรับรอยขีด (Short bead for remedying scratch)	a) เหล็กกล้าความแข็งแรงสูง (HT steel, Cast steel, TMCP type HT steel (Ceq > 0.36%) และ Low temp steel (Ceq > 0.36%)) ความยาวของแนวเชื่อม ≥ 50 มม. b) เหล็กกล้าความแข็งแรงธรรมดา (Grade E of mild steel) ความยาวของแนวเชื่อม ≥ 30 มม. c) TMCP type HT steel (Ceq ≤ 0.36%) และ Low temp steel (Ceq ≤ 0.36%) ความยาวของแนวเชื่อม ≥ 10 มม.	ต้องทำการให้ความร้อนกับชิ้นงานก่อนทำการเชื่อมในย่าน 100 ± 25°C
การเชื่อมซ่อม (Remedying weld bead)	a) เหล็กกล้าความแข็งแรงสูง (HT steel, Cast steel, TMCP type HT steel (Ceq > 0.36%) และ Low temp steel (Ceq > 0.36%)) ความยาวของแนวเชื่อม ≥ 50 มม. b) เหล็กกล้าความแข็งแรงธรรมดา ความยาวของแนวเชื่อม ≥ 30 มม. c) TMCP type HT steel (Ceq ≤ 0.36%) และ Low temp steel (Ceq ≤ 0.36%) ความยาวของแนวเชื่อม ≥ 30 มม.	

หมายเหตุ:

1. .ในกรณีมีข้อผิดพลาดจากการเชื่อมซ่อม ให้ทำการแก้ไขแนวเชื่อมด้วยการเจียร
2. $$Ceq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}(\%)$$

การแจกจ่าย

หน่วย	จำนวนเล่ม/ไฟล์เอกสาร	เลขทะเบียน
กพช.อร.		
จก.กพช.อร.	1	
ผ.วิชาการ กวจพ.กพช.อร.	1	
ห้องสมุด กวจพ.กพช.อร.	5	
กคภ.กพช.อร.	2 (รวมต้นฉบับ)	
กผช.อร.		
กผงร.กผช.อร.	1	
กอร.กผช.อร.	1	
กอจ.กผช.อร.	1	
กอฟ.กผช.อร.	1	
อธบ.อร.		
กผป.อธบ.อร.	1	
กงน.อธบ.อร.	1	
อจปร.อร.		
ห้องสมุด อจปร.อร.	3	
กพ.อจปร.อร.		
คป.อจปร.อร.		
กผป.อจปร.อร.	1	
กพห.อจปร.อร.		
กอบ.อจปร.อร.	1	
กพด.อจปร.อร.	1	
กคภ.อจปร.อร.	1	
กชส.อจปร.อร.		
กรก.อจปร.อร.	1	
กรล.อจปร.อร.	1	
กบต.อจปร.อร.	1	
กบก.อจปร.อร.		

หน่วย	จำนวนเล่ม/ไฟล์เอกสาร	เลขทะเบียน
อรม.อร.		
กจก.อรม.อร.	1	
กพ.อรม.อร.	1	
กบ.อรม.อร.	1	
กผป.อรม.อร.	1	
กคภ.อรม.อร.	1	
กรก.อรม.อร.	1	
กรล.อรม.อร.	1	
กฟฟ.อรม.อร.	1	
กสน.อรม.อร.		
กพด.อรม.อร.		
กรง.ฐท.สส.		
กผกช.กรง.ฐท.สส.	1	
กงน.กรง.ฐท.สส.	1	
ฐท.สข.		
กงน.ฐท.สข.	1	
ฐท.พง.		
กงน.ฐท.พง.	1	