

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 1499-2563



เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน

สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ

HOT-ROLLED FLAT STEEL FOR WELDED STRUCTURE

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 77.140.50

ISBN 978-616-475-535-2



TISI

ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน
สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ



มอก. 1499-2563

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 137 ตอนพิเศษ 182 ง
วันที่ 7 สิงหาคม พุทธศักราช 2563

อนุกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 1/3

เหล็กแผ่น

อนุกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 1/3 เหล็กแผ่น ได้รับการแต่งตั้งจากกรรมการวิชาการรายสาขา คณะที่ 1 เหล็กทรงแบนและผลิตภัณฑ์ต่อเนื่อง ให้จัดทำร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กแผ่นรีดร้อน เหล็กแผ่นรีดเย็น ดังรายชื่อต่อไปนี้

ประธานอนุกรรมการ

รองศาสตราจารย์ประสงค์ ศรีเจริญชัย

อนุกรรมการ

นาวาเอกสมศักดิ์ คงโชติ

นายเกรียงยุทธ ผิวอ่อน

นางสาวพฐ ทองจุล

นายประกิต กาญจนการไกร

นายศักดิ์ชัย จงศิริเลิศ

นายวิโรจน์ พัทธพัฒน์กุล

นายเจริญ แสงแพร

นายสุรศักดิ์ จตุรภัทรไพบูลย์

นายณภัทร ภาณุพิชิต

นายสรชาย พิทักษ์กรราษฎร์

นายนิรันดร์ อรุณแสงสุรีย์

นายปวเรศร์ ปรีดาวิภาต

นายเกียรติ สาเงิน

นายสุรพงษ์ ณะพงศ์พิทยา

นายอภิชัย บุญเจริญ

นายอโณทัย อ่อนจันทร์

นางธีรา สุพิทยาธร

นายภูวดล ก้อนทอง

นางนฤมล รัตนสกุลชล

อนุกรรมการและเลขานุการ

นายชัยภัค ภัทรจินดา

กรมอุทกหารเรือ

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย

บริษัท เหล็กแผ่นรีดเย็นไทย จำกัด (มหาชน)

บริษัท ศูนย์บริการเหล็กสยาม จำกัด (มหาชน)

บริษัท สหวิริยาสตีลอินดัสตรี จำกัด (มหาชน)

บริษัท เอ็นเอส-สยามยูไนเต็ดสตีล จำกัด

บริษัท แอล พี เอ็น เพลทมิล จำกัด (มหาชน)

บริษัท จี เจ สตีล จำกัด (มหาชน)

บริษัท เอ็นเอส บลูสโคป (ประเทศไทย) จำกัด

สมาคมอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย

บริษัท สหวิริยา เพลทมิล จำกัด (มหาชน)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ นี้ ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อนแผ่นม้วน แผ่นแถบ แผ่นหนา และแผ่นบาง สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ มาตรฐานเลขที่ มอก. 1499-2541 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 117 ตอนที่ 54 ง วันที่ 6 กรกฎาคม พุทธศักราช 2543 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงในสาระสำคัญของมาตรฐาน เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาเทคโนโลยี รวมทั้งการทำและการใช้ภายในประเทศมากยิ่งขึ้น จึงได้แก้ไขปรับปรุง โดยยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

JIS G 3106 : 2015	Rolled steels for welded structure
JIS G 0321 : 2017	Product analysis and its tolerance for wrought steel
JIS G 0404 : 2014	Steel and steel products — General technical delivery requirements
JIS G 0416 : 2014	Steel and steel products — Location and preparation of samples and test pieces for mechanical testing
JIS G 3193 : 2008	Dimensions, mass and permissible variations of hot rolled steel plates, sheets and strips
JIS Z 8401 : 1999	Guide to the rounding of numbers
ISO 6929 : 2013	Steel products – Vocabulary
มอก. 2172 เล่ม 1-2556	วัสดุโลหะ – การทดสอบแรงดึง เล่ม 1 การทดสอบที่อุณหภูมิห้อง
มอก. 2582 เล่ม 1-2555	วัสดุโลหะ – การทดสอบการกระแทกชาร์ปี เล่ม 1 วิธีทดสอบ
มอก. 2914-2561	เหล็กกล้าทรงแบน – การวัดมิติและระยะเปียงเบน
มอก. 929-2533	กฎการปิดเศษ

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2562



TISI

ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๕๗๒๐ (พ.ศ. ๒๕๖๓)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อนแผ่นม้วน แผ่นแถบ แผ่นหนา

และแผ่นบาง สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อนแผ่นม้วน แผ่นแถบ แผ่นหนา และแผ่นบาง สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ มาตรฐานเลขที่ มอก. 1499-2541

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ฉบับที่ ๗) พ.ศ. ๒๕๕๘ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๒๖๒๘ (พ.ศ. ๒๕๔๒) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อนแผ่นม้วน แผ่นแถบ แผ่นหนา และแผ่นบาง สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ ลงวันที่ ๓๐ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๔๒ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ มาตรฐานเลขที่ มอก. 1499-2563 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่กฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 1499-2563 ใช้บังคับเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๓

สุริยะ จึงรุ่งเรืองกิจ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม



TISI

ห้ามทำซ้ำเพื่อการจำหน่ายแจก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน

สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน ทั้งเหล็กกล้าไม่เจือและเหล็กกล้าเจือ (unalloyed and alloy steels) สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ เช่น สะพาน เรือ ล้อเลื่อน (rolling stock) ถังเก็บปิโตรเลียม ตู้คอนเทนเนอร์ และโครงสร้างอื่นที่ต้องการสภาพเชื่อมได้สูง (high weldability)
- 1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ไม่ครอบคลุมถึง
 - 1.2.1 เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน สำหรับงานอื่นที่ได้กำหนดเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว เช่น เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน สำหรับงานโครงสร้างทั่วไป (มอก. 1479)
 - 1.2.2 เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อนที่มีความหนามากกว่า 200 mm
 - 1.2.3 เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อนที่นำไปรีดเย็นต่อ โดยการรีดเย็นต่อดังกล่าวไม่รวมถึงการรีดปรับสภาพผิว (skin pass หรือ temper rolling) หรือการรีดขึ้นรูป (roll forming)

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 เหล็กกล้าทรงแบนรีดร้อน สำหรับงานโครงสร้างเชื่อมประกอบ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่น” หมายถึง เหล็กกล้าแผ่นม้วนรีดร้อนและเหล็กกล้าแผ่นหนา/แผ่นบางรีดร้อน มีชั้นคุณภาพตามตารางที่ 1
- 2.2 เหล็กกล้าแผ่นม้วนรีดร้อน (hot-rolled steel strip) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่นม้วน” หมายถึง เหล็กกล้ารีดร้อนที่หมุนพันจนเป็นม้วน (coil) หลังการรีด หรือการกัดล้าง หรือการอบอ่อน เหล็กแผ่นม้วนแบ่งออกเป็น
 - 2.2.1 เหล็กแผ่นม้วนหน้ากว้าง (wide strip) หมายถึง เหล็กแผ่นม้วนที่มีความกว้าง 600 mm ขึ้นไป ลักษณะขอบเป็นได้ทั้งขอบรีดหรือขอบตัด
 - 2.2.2 เหล็กแผ่นม้วนแถบ (slit wide strip) หมายถึง เหล็กแผ่นม้วนที่ได้จากการตัดซอยเหล็กแผ่นม้วนที่มีความกว้างจากการรีด (rolling width) 600 mm ขึ้นไป ให้มีความกว้างน้อยกว่า 600 mm ลักษณะขอบเป็นขอบตัด
- 2.3 เหล็กกล้าแผ่นหนา/แผ่นบางรีดร้อน (hot-rolled steel plate/sheet) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง” หมายถึง เหล็กกล้ารีดร้อนที่มีลักษณะการส่งมอบเป็นแผ่นเรียบ ลักษณะขอบเป็นได้ทั้งขอบรีดหรือขอบตัด

- หมายเหตุ 1** เพื่อวัตถุประสงค์ทางสถิติ เหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางแบ่งออกเป็น
- (1) เหล็กแผ่นบาง (sheet) หมายถึง เหล็กกล้าที่เป็นแผ่นเรียบ มีความหนาน้อยกว่า 3 mm
 - (2) เหล็กแผ่นหนา (plate) หมายถึง เหล็กกล้าที่เป็นแผ่นเรียบ มีความหนา 3 mm ขึ้นไป
- ในการค้าระหว่างประเทศหลายกรณี ใช้คำว่า sheet โดยไม่สัมพันธ์กับความหนาที่กล่าวถึงข้างต้น
- หมายเหตุ 2** เหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางอาจทำได้
- (1) การรีดโดยตรงในโรงรีดแบบย้อนกลับได้ (reversing mill) หรือการตัดแบ่งเหล็กแผ่นที่ได้จากการรีดโดยตรงในโรงรีดแบบย้อนกลับได้ ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยวิธีนี้ ในภาษาอังกฤษอาจเรียกว่า reversing mill plate หรือ heavy plate หรือ quarto plate ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่นหนาจากการรีดโดยตรง”
 - (2) การตัดแบ่งเหล็กแผ่นม้วน ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยวิธีนี้ ในภาษาอังกฤษอาจเรียกว่า hot-rolled sheet หรือ hot-rolled plate หรือ cut length ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “เหล็กแผ่นตัด”
- หมายเหตุ 3** “เหล็กแผ่นตัด” ตามมาตรฐานนี้ ใน มอก. 2914-2561 เรียกว่า เหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง หรือ เหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางที่ตัดจากเหล็กแผ่นม้วนหน้ากว้างรีดร้อน หรือ เหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางที่ตัดจากเหล็กแผ่นม้วนแถบรีดร้อน แล้วแต่กรณี
- 2.4 ขอบรีด (mill edge) หมายถึง ขอบของเหล็กแผ่นที่ได้จากการรีดร้อน โดยไม่มีการตัดแต่ง ขอบรีดนี้อาจบางและฉีกเป็นบางแห่ง หรือมีความไม่สม่ำเสมอ หรือมีรอยร้าวได้
 - 2.5 ขอบตัด (cut edge) หมายถึง ขอบของเหล็กแผ่นที่ได้จากการตัดภายหลังการรีดร้อน ในภาษาอังกฤษอาจเรียกว่า trimmed edge หรือ slit edge หรือ sheared edge
 - 2.6 การรีดปรับปรุงสภาพผิว หมายถึง การรีดเย็นที่ทำให้เหล็กแผ่นมีการลดขนาดน้อยกว่า 5% เพื่อปรับปรุงสภาพปรากฏ รูปร่าง และสมบัติทางกล
 - 2.7 เหล็กกล้าแท่งแบน (steel slab) หมายถึง ผลิตภัณฑ์เหล็กกล้ากึ่งสำเร็จรูปทรงแบน มีความหนาระบุไม่น้อยกว่า 50 mm และมีความกว้างไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความหนา

3. ชนิดและชั้นคุณภาพ

เหล็กแผ่นตามมาตรฐานนี้ แบ่งเป็นชนิดและชั้นคุณภาพ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิด ชั้นคุณภาพ และความหนา

(ข้อ 2.1 และข้อ 3.)

ชนิด	ชั้นคุณภาพ	ความหนา mm
เหล็กกล้าแผ่นม้วนรีดร้อน เหล็กกล้าแผ่นหนา/แผ่นบางรีดร้อน	SM400A	≤200
	SM400B	
	SM400C	≤100
	SM490A	≤200
	SM490B	
	SM490C	≤100
	SM490YA	
	SM490YB	
	SM520B	
	SM520C	
	SM570	

4. วัสดุและการทำ

4.1 เหล็กแผ่นต้องทำจากเหล็กกล้าแท่งแบน โดยนำเหล็กกล้าแท่งแบนไปให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิที่เหมาะสมแล้วนำไปรีดร้อนจนได้ขนาดที่ต้องการ จากนั้นทำให้เย็นตัว เหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางอาจได้จากการรีดเหล็กกล้าแท่งแบนโดยตรงหรือได้จากการนำเหล็กแผ่นหนาจากการรีดโดยตรงหรือเหล็กแผ่นม้วนมาตัดแบ่ง (ดู ข้อ 2.3 หมายถึง 2) หลังการรีดร้อน เหล็กแผ่นอาจผ่านหรือไม่ผ่านการรีดปรับสภาพผิว กรรมวิธีทางความร้อน ขึ้นกับข้อตกลงการซื้อขายหรือดุลพินิจของผู้ทำ

4.2 กรรมวิธีทางความร้อน

กรณีที่เป็น เหล็กแผ่นอาจผ่านการอบปกติ (normalizing) การชุบแข็งและอบคืนตัว (quenching and tempering) หรือการอบคืนตัว (tempering) เหล็กแผ่นอาจผ่านกรรมวิธีทางความร้อน เช่น กระบวนการควบคุมเชิงเทอร์โมเมคานิก (thermomechanical-controlled process) ตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ทำ ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า “ข้อตกลง”

เมื่อเหล็กแผ่นผ่านกรรมวิธีทางความร้อน ให้สัญลักษณ์กรรมวิธีทางความร้อนเป็นดังนี้

หากจะมีการระบุสัญลักษณ์กรรมวิธีทางความร้อน ให้ระบุต่อท้ายชั้นคุณภาพ

- 1) การอบปกติตามข้อตกลง: N
- 2) การอบคืนตัวตามข้อตกลง: T
- 3) การชุบแข็งและอบคืนตัวตามข้อตกลง: Q
- 4) กระบวนการควบคุมเชิงเทอร์โมเมคานิกตามข้อตกลง: TMC

ตัวอย่าง: SM490CN, SM570TMC

5. ส่วนประกอบทางเคมี สมมูลคาร์บอน C_{eq} และส่วนประกอบที่ไวต่อการแตกร้าจากการเชื่อม P_{CM}

5.1 ส่วนประกอบทางเคมี

เมื่อวิเคราะห์จากเบ้า (heat analysis) ให้เป็นไปตามตารางที่ 2

เมื่อวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ (product analysis) ต้องไม่เกินค่าสูงสุดในตารางที่ 2 บวกเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนด้านบวกในตารางที่ 3 และ/หรือต้องไม่น้อยกว่าค่าต่ำสุดในตารางที่ 2 ลบเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนด้านลบในตารางที่ 3 แล้วแต่กรณี

การหาค่าเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนจากตารางที่ 3 ให้ใช้ค่าสูงสุดของส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากเบ้าที่กำหนดไว้ กรณีที่ส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากเบ้าที่กำหนดไว้แต่ค่าต่ำสุด ให้ใช้ค่าต่ำสุดที่กำหนดไว้

การทดสอบให้ใช้วิธีวิเคราะห์ทางเคมีทั่วไปหรือวิธีอื่นที่ให้ผลเทียบเท่า

กรณีที่วิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ ให้เตรียมชิ้นทดสอบ (test piece) จากตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งของชิ้นทดสอบจริง

ตัวอย่าง 1 ค่าแมงกานีสของ SM400B เมื่อวิเคราะห์จากเบ้า ต้องมีค่า 0.60% ถึง 1.50% ค่าสูงสุดที่กำหนดไว้ คือ 1.50% อยู่ในช่วง [มากกว่า 1.15 ถึง 1.65] ของตารางที่ 3 จึงได้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนด้านบวกเท่ากับ 0.05% และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนด้านลบเท่ากับ 0.05% ดังนั้น ค่าแมงกานีสของ SM400B เมื่อวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ ต้องมีค่า 0.55% ถึง 1.55%

ตัวอย่าง 2 ค่าแมงกานีสของ SM400A เมื่อวิเคราะห์จากเบ้า ต้องมีค่า $\geq (2.5 \times C)\%$ เมื่อ C คือ ปริมาณคาร์บอนจากผลการทดสอบส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากเบ้า จึงเป็นกรณีที่กำหนดไว้แต่ค่าต่ำสุด ให้ใช้ค่าต่ำสุดที่กำหนดไว้ในการหาค่าเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ดังนี้

- (1) หากผลทดสอบส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากเบ้าของเหล็กแผ่นที่พิจารณา แสดงปริมาณคาร์บอนเท่ากับ 0.22% จะได้ค่าแมงกานีสต่ำสุดที่กำหนดไว้ คือ $(2.5 \times 0.22\%)$ หรือ 0.55% อยู่ในช่วง [ไม่เกิน 0.60] ของตารางที่ 3 จึงได้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนด้านลบเท่ากับ 0.03% ดังนั้นค่าแมงกานีสของเหล็กแผ่น SM400A ที่พิจารณา เมื่อวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ ต้องมีค่า $\geq 0.52\%$
- (2) หากผลทดสอบส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากเบ้าของเหล็กแผ่นที่พิจารณา แสดงปริมาณคาร์บอนเท่ากับ 0.25% จะได้ค่าแมงกานีสต่ำสุดที่กำหนดไว้ คือ $(2.5 \times 0.25\%)$ หรือ 0.625% อยู่ในช่วง [มากกว่า 0.60 ถึง 1.15] ของตารางที่ 3 จึงได้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนด้านลบเท่ากับ 0.04% ดังนั้นค่าแมงกานีสของเหล็กแผ่น SM400A ที่พิจารณา เมื่อวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์ ต้องมีค่า $\geq 0.58\%$

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากใบ¹⁾

(ข้อ 5.1)

หน่วยเป็นร้อยละ

ชั้นคุณภาพ	ความหนา	C	Si	Mn	P	S
SM400A	≤50 mm	≤0.23	—	≥2.5 × C ²⁾	≤0.035	≤0.035
	>50 mm ≤200 mm	≤0.25				
SM400B	≤50 mm	≤0.20	≤0.35	0.60 ถึง 1.50	≤0.035	≤0.035
	>50 mm ≤200 mm	≤0.22				
SM400C	≤100 mm	≤0.18	≤0.35	0.60 ถึง 1.50	≤0.035	≤0.035
SM490A	≤50 mm	≤0.20	≤0.55	≤1.65	≤0.035	≤0.035
	>50 mm ≤200 mm	≤0.22				
SM490B	≤50 mm	≤0.18	≤0.55	≤1.65	≤0.035	≤0.035
	>50 mm ≤200 mm	≤0.20				
SM490C	≤100 mm	≤0.18	≤0.55	≤1.65	≤0.035	≤0.035
SM490YA	≤100 mm	≤0.20	≤0.55	≤1.65	≤0.035	≤0.035
SM490YB						
SM520B	≤100 mm	≤0.20	≤0.55	≤1.65	≤0.035	≤0.035
SM520C						
SM570	≤100 mm	≤0.18	≤0.55	≤1.70	≤0.035	≤0.035
หมายเหตุ 1) กรณีที่จำเป็น อาจเติมธาตุเจืออื่นนอกเหนือจากที่ระบุไว้ในตารางนี้ได้ ทั้งนี้ให้แสดงธาตุเหล่านั้นในรายงานด้วย 2) ให้ใช้ปริมาณคาร์บอนจากผลการทดสอบส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากใบ						

ตารางที่ 3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์

(ข้อ 5.1)

หน่วยเป็นร้อยละ

ส่วนประกอบ	ค่าสูงสุดที่กำหนดไว้ ¹⁾	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	
		—	+
C	มากกว่า 0.15 ถึง 0.40	—	0.04
Si	มากกว่า 0.30 ถึง 0.60	—	0.05
Mn	ไม่เกิน 0.60	0.03	0.03
	มากกว่า 0.60 ถึง 1.15	0.04	0.04
	มากกว่า 1.15 ถึง 1.65	0.05	0.05
	มากกว่า 1.65 ถึง 2.10	0.06	0.06
P	ไม่เกิน 0.060	—	0.010
S	ไม่เกิน 0.060	—	0.010
หมายเหตุ 1) ค่าสูงสุดที่กำหนดไว้ หมายถึง ค่าสูงสุดของส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากเบ้าที่กำหนดไว้ กรณีที่ส่วนประกอบทางเคมีเมื่อวิเคราะห์จากเบ้าที่กำหนดไว้แต่ค่าต่ำสุด ให้หมายถึง ค่าต่ำสุดที่กำหนดไว้			

5.2 สมมูลคาร์บอน C_{eq} และส่วนประกอบที่ไวต่อการแตกร้าวจากการเชื่อม P_{CM} 5.2.1 สมมูลคาร์บอน C_{eq}

สมมูลคาร์บอน C_{eq} ของเหล็กแผ่นชั้นคุณภาพ SM570 ที่ผ่านการชุบแข็งและอบคืนตัว และสมมูลคาร์บอน C_{eq} ของเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง ชั้นคุณภาพ SM490A, SM490B, SM490C, SM490YA, SM490YB, SM520B และ SM520C ที่ผ่านกระบวนการควบคุมเชิงเทอร์โมเมคานิกตามข้อตกลง ให้เป็นไปตามตารางที่ 4

การหาสมมูลคาร์บอน C_{eq} เป็นร้อยละ ให้คำนวณตามสมการ (1) โดยใช้ผลทดสอบส่วนประกอบทางเคมีที่วิเคราะห์จากเบ้า

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} \quad (1)$$

5.2.2 ส่วนประกอบที่ไวต่อการแตกร้าวจากการเชื่อม P_{CM}

ข้อตกลงอาจกำหนดให้ใช้ส่วนประกอบที่ไวต่อการแตกร้าวจากการเชื่อม P_{CM} แทนสมมูลคาร์บอน C_{eq} ได้ และให้เป็นไปตามตารางที่ 4

การหาส่วนประกอบที่ไวต่อการแตกร้าวจากการเชื่อม P_{CM} เป็นร้อยละ ให้คำนวณตามสมการ (2) โดยใช้ผลทดสอบส่วนประกอบทางเคมีที่วิเคราะห์จากเบ้า

$$P_{CM} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \quad (2)$$

ตารางที่ 4 สมมูลคาร์บอน C_{eq} และส่วนประกอบที่ไวต่อการแตกร้าวจากการเชื่อม P_{CM}

(ข้อ 5.2.1 และข้อ 5.2.2)

หน่วยเป็นร้อยละ

ชั้นคุณภาพ			ความหนาของเหล็กแผ่น	C_{eq}	P_{CM}
SM490A SM490YA	SM490B SM490YB	SM490C	ไม่เกิน 50 mm	≤ 0.38	≤ 0.24
			มากกว่า 50 mm ถึง 100 mm	≤ 0.40	≤ 0.26
			มากกว่า 100 mm	—	—
SM520B	SM520C		ไม่เกิน 50 mm	≤ 0.40	≤ 0.26
			มากกว่า 50 mm ถึง 100 mm	≤ 0.42	≤ 0.27
SM570			ไม่เกิน 50 mm	≤ 0.44	≤ 0.28
			มากกว่า 50 mm ถึง 100 mm	≤ 0.47	≤ 0.30
หมายเหตุ			เฉพาะเหล็กแผ่นชั้นคุณภาพ SM570 ที่ผ่านการชุบแข็งและอบคืนตัว และเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง ชั้นคุณภาพ SM490A, SM490B, SM490C, SM490YA, SM490YB, SM520B และ SM520C ที่ผ่านกระบวนการควบคุมเชิงเทอร์โมแมคานิคตามข้อตกลง		

6. สมบัติทางกล

- 6.1 ความเค้นครากบน R_{eH} หรือความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดช่วงพลาสติก 0.2% $R_{p0.2}$ ความต้านแรงดึง R_m และความยืด A

ให้เป็นไปตามตารางที่ 5

การทดสอบแรงดึง ให้ปฏิบัติตาม มอก. 2172 เล่ม 1 โดยใช้ชิ้นทดสอบแนวขวาง (transverse test piece) กับทิศทางการรีด การเตรียมชิ้นทดสอบต้องทำให้ศูนย์กลางของชิ้นทดสอบอยู่ที่ตำแหน่ง $1/4$ ของความกว้างของเหล็กแผ่น ($w/4$) จากขอบข้าง (ดูรูปที่ 1) กรณีที่ความกว้างของผลิตภัณฑ์ไม่เพียงพอที่จะทำให้ศูนย์กลางของชิ้นทดสอบอยู่ที่ตำแหน่ง $w/4$ ได้ ให้เตรียมชิ้นทดสอบในลักษณะที่ศูนย์กลางของชิ้นทดสอบอยู่ใกล้กับตำแหน่ง $w/4$ ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ การประเมินผลการทดสอบแรงดึงและเงื่อนไขการทดสอบซ้ำ ให้ปฏิบัติตาม JIS G 0404

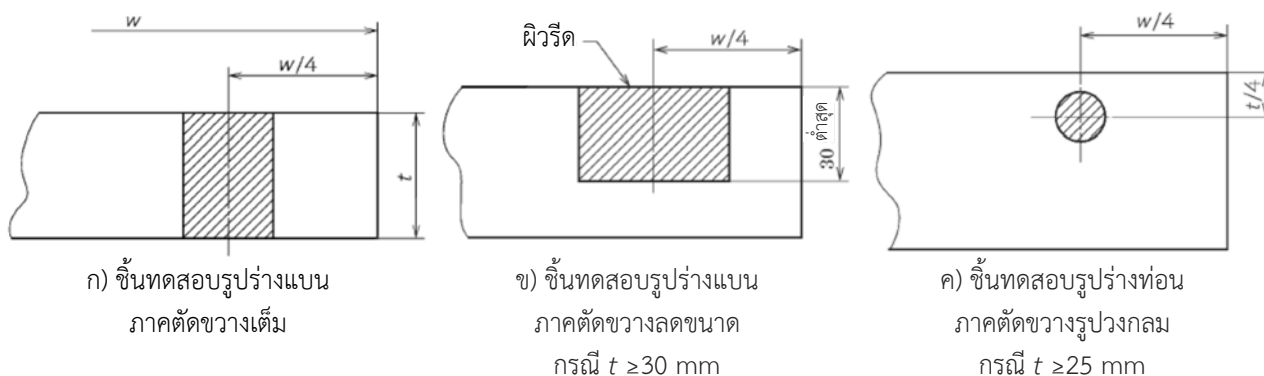
หมายเหตุ ให้ถือว่าผลการทดสอบใช้ไม่ได้ (invalid) และอนุญาตให้ทดสอบใหม่ กรณีที่ตำแหน่งการชักตัวอย่างไม่สอดคล้องตามรูปที่ 1 หรือ การเตรียมชิ้นทดสอบและการดำเนินการทดสอบเกิดกรณีใดต่อไปนี้

1. ก่อนการทดสอบ การตัดแต่งชิ้นทดสอบมีข้อบกพร่องหรือทำให้เกิดตำหนิที่ไม่เกี่ยวข้องกับคุณภาพผลิตภัณฑ์
2. ระหว่างการทดสอบ มีการดำเนินการทดสอบที่ผิดพลาด
3. หลังการทดสอบ ระยะระหว่างรอยขาดของชิ้นทดสอบแรงดึงกับเครื่องหมายพิกัด (gauge marks) ที่ใกล้ที่สุด มีค่าน้อยกว่า $1/4$ ของความยาวพิกัดเดิม L_0 และความยืดหลังจากขาดเป็นร้อยละ A ที่หาค่าได้ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 5 ความเค้นครากบน R_{eH} หรือความเค้นพิสูจน์สำหรับการยืดช่วงพลาสติก 0.2% $R_{p0.2}$
ความต้านแรงดึง R_m และความยืด A

(ข้อ 6.1)

ชั้น คุณภาพ	ReH หรือ Rp0.2 MPa						Rm MPa	ความหนา mm	ชั้น ทดสอบ แรงดึง	A %
	ความหนา mm									
	≤16	>16 ≤40	>40 ≤75	>75 ≤100	>100 ≤160	>160 ≤200				
SM400A SM400B SM400C	≥245	≥235	≥215	≥215	≥205	≥195	400 ถึง 510	≤5 >5 ≤16 >16 ≤50 >40	No. 5 No. 1A No. 1A No. 4	≥23 ≥18 ≥22 ≥24
SM490A SM490B SM490C	≥325	≥315	≥295	≥295	≥285	≥275	490 ถึง 610	≤5 >5 ≤16 >16 ≤50 >40	No. 5 No. 1A No. 1A No. 4	≥22 ≥17 ≥21 ≥23
SM490YA SM490YB	≥365	≥355	≥335	≥325	—	—	490 ถึง 610	≤5 >5 ≤16 >16 ≤50 >40	No. 5 No. 1A No. 1A No. 4	≥19 ≥15 ≥19 ≥21
SM520B SM520C	≥365	≥355	≥335	≥325	—	—	520 ถึง 640	≤5 >5 ≤16 >16 ≤50 >40	No. 5 No. 1A No. 1A No. 4	≥19 ≥15 ≥19 ≥21
SM570	≥460	≥450	≥430	≥420	—	—	570 ถึง 720	≤16 >16 >20	No. 5 No. 5 No. 4	≥19 ≥26 ≥20
หมายเหตุ 1) สำหรับความยืดของชั้นทดสอบหมายเลข 4 ซึ่งเตรียมจากเหล็กแผ่น ความหนามากกว่า 100 mm ให้ลบความยืดที่กำหนดไว้ในตารางด้วย 1 สำหรับความหนาที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 25 mm หรือเศษที่ไม่ถึง 25 mm อย่างไรก็ตาม ให้ลบไม่เกิน 3 2) ค่าที่กำหนดไว้ในตารางนี้ ไม่ใช้กับส่วนที่ยังไม่ได้ตัดทั้งสองปลายของม้วน (ดูข้อ 7.2)										



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

คำอธิบาย

w หมายถึง ความกว้างของเหล็กแผ่น
 t หมายถึง ความหนาของเหล็กแผ่น

หมายเหตุ

- เมื่อเครื่องตัดแต่งและเครื่องทดสอบมีความสามารถเพียงพอ ให้ใช้ชิ้นทดสอบภาคตัดขวางเต็ม
- กรณีที่จำเป็นต้องใช้ชิ้นทดสอบภาคตัดขวางลดขนาด ตามรูปที่ 1 ข) สำหรับเหล็กแผ่นที่ผ่านการชุบแข็งและอบคืนตัวหรือผ่านกระบวนการควบคุมเชิงเทอร์โมเมคานิก ความหนา 30 mm ขึ้นไป ให้ใช้ความหนาชิ้นทดสอบเท่ากับ 0.5 เท่าของความหนาเหล็กแผ่น โดยไม่ต้องใช้ข้อกำหนดความหนาชิ้นทดสอบต่ำสุด 30 mm
- ชิ้นทดสอบรูปร่างท่อนภาคตัดขวางรูปร่างกลม ตามรูปที่ 1 ค) อาจใช้ในกรณี $t \geq 20$ mm แต่ < 25 mm ได้ ในกรณีนี้ ให้เลื่อนศูนย์กลางของชิ้นทดสอบมาที่ระยะ $t/2$
- กรณีที่ไม่สามารถเตรียมชิ้นทดสอบหมายเลข 4 ตามมิติที่ระบุไว้ได้ ($d_0 = 14 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$) ให้เตรียมชิ้นทดสอบ โดยหาค่า d_0 และ L_0 จากสมการ $L_0 = 4\sqrt{S_0}$
 เมื่อ d_0 หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางเดิมของความยาวส่วนขนานของชิ้นทดสอบรูปร่างท่อน
 L_0 หมายถึง ความยาวพิคัดเดิม
 S_0 หมายถึง พื้นที่ภาคตัดขวางเดิมของความยาวส่วนขนาน

รูปที่ 1 ตำแหน่งชิ้นทดสอบแรงดึง
(ข้อ 6.1)

6.2 พลังงานที่ถูกดูดกลืนชาร์ปีเฉลี่ย KV (เฉพาะเหล็กแผ่น ความหนามากกว่า 12 mm)

ให้เป็นไปตามตารางที่ 6

การทดสอบการกระแทกชาร์ปี ให้ปฏิบัติตาม มอก. 2582 เล่ม 1 โดยเตรียมชิ้นทดสอบแนวทิศทางการรีด (longitudinal test piece) รอยบาก V จำนวน 3 ชิ้นต่อตัวอย่าง การเตรียมชิ้นทดสอบต้องทำให้ศูนย์กลางของชิ้นทดสอบอยู่ที่ตำแหน่ง $1/4$ ของความกว้างของเหล็กแผ่น ($w/4$) จากขอบข้าง (ดูรูปที่ 2) กรณีที่ความกว้างของผลิตภัณฑ์ไม่เพียงพอที่จะทำให้ศูนย์กลางของชิ้นทดสอบอยู่ที่ตำแหน่ง $w/4$ ได้ ให้เตรียมชิ้นทดสอบในลักษณะที่ศูนย์กลางของชิ้นทดสอบอยู่ใกล้กับตำแหน่ง $w/4$ ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ การรายงานผลให้รายงานพลังงานที่ถูกดูดกลืน KV ของทุกชิ้นทดสอบ และพลังงานที่ถูกดูดกลืนเฉลี่ย KV การประเมินผลการทดสอบการกระแทกชาร์ปีและเงื่อนไขการทดสอบซ้ำ ให้ปฏิบัติตาม JIS G 0404

หมายเหตุ 1 ให้ถือว่าผลการทดสอบใช้ไม่ได้ (invalid) และอนุญาตให้ทดสอบใหม่ กรณีที่ตำแหน่งการชักตัวอย่างไม่สอดคล้องตามรูปที่ 2 หรือ การเตรียมชิ้นทดสอบและการดำเนินการทดสอบเกิดกรณีใดต่อไปนี้

1. ก่อนการทดสอบ การติดตั้งชิ้นทดสอบมีข้อบกพร่องหรือทำให้เกิดตำหนิที่ไม่เกี่ยวข้องกับคุณภาพผลิตภัณฑ์
2. ระหว่างการทดสอบ มีการดำเนินการทดสอบที่ผิดพลาด

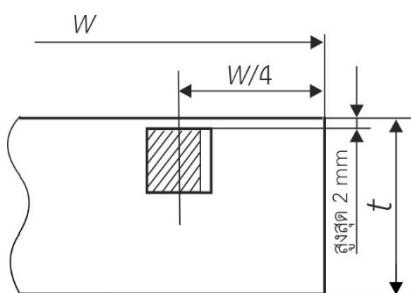
หมายเหตุ 2 สำหรับระบบควบคุมคุณภาพของผู้ทำ ตัวอย่างเพื่อการทดสอบการกระแทกชาร์ปี อย่างน้อยให้เป็นดังนี้

1. เหล็กแผ่นที่ไม่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อน — 1 ตัวอย่างจากเหล็กแผ่น ความหนาสูงสุด ในหมายเลขการหลอมหรือรหัสรุ่นที่ทำเดียวกัน
2. เหล็กแผ่นที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อน — 1 ตัวอย่างจากเหล็กแผ่น ในหมายเลขการหลอมหรือรหัสรุ่นที่ทำเดียวกัน และผ่านกรรมวิธีทางความร้อนสภาวะเดียวกัน

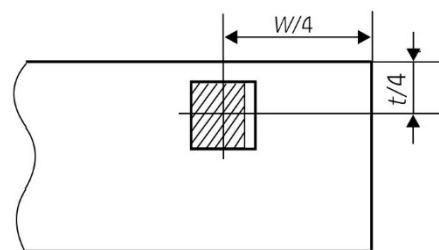
ตารางที่ 6 พลังงานที่ถูกดูดกลืนชาร์ปีเฉลี่ย $\bar{KV}$

(ข้อ 6.2)

ชั้นคุณภาพ	อุณหภูมิทดสอบ °C	$\bar{KV}$ J
SM400B	0	≥ 27
SM400C	0	≥ 47
SM490B	0	≥ 27
SM490C	0	≥ 47
SM490YB	0	≥ 27
SM520B	0	≥ 27
SM520C	0	≥ 47
SM570	-5	≥ 47
หมายเหตุ 1) ข้อตกลงอาจกำหนดอุณหภูมิทดสอบต่ำกว่าที่ระบุในตารางนี้ได้ 2) หากข้อตกลงกำหนดให้ทดสอบโดยใช้ชิ้นทดสอบแนวขวางกับทิศทางการรีด อาจยกเว้นการทดสอบแนวทิศทางการรีดได้ตามข้อตกลง 3) ค่าที่กำหนดไว้ในตารางนี้ ไม่ใช้กับส่วนที่ยังไม่ได้ตัดทั้งสองปลายของม้วน (ดูข้อ 7.2)		



ก) กรณี $t \leq 28$ mm



ข) กรณี $t > 28$ mm

คำอธิบาย

- W หมายถึง ความกว้างของเหล็กแผ่น
t หมายถึง ความหนาของเหล็กแผ่น

รูปที่ 2 ตำแหน่งขึ้นทดสอบการกระแทกชาร์ปี

(ข้อ 6.2)

7. มวลและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของรูปร่างและมิติ

- 7.1 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับมวลของเหล็กแผ่น ให้ไว้ในภาคผนวก ข.
- 7.2 หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่กำหนดไว้สำหรับเหล็กแผ่นม้วน ไม่ให้ใช้กับความยาวรวมของส่วนที่ยังไม่ตัดทั้งสองปลายของม้วน ที่คำนวณจากสมการ (3)

$$l = \frac{90}{t} \quad (3)$$

เมื่อ

l คือ ความยาวรวมของส่วนที่ยังไม่ตัดทั้งสองปลาย เป็นเมตร

t คือ ความหนาระบุ เป็นมิลลิเมตร

โดยความยาว l ต้องไม่เกิน 20 m

- 7.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา

สำหรับความหนาน้อยกว่า 4 mm ให้เป็นไปตามตารางที่ 7 และสำหรับความหนา 4 mm ขึ้นไป ให้เป็นไปตามตารางที่ 8

ให้วัดความหนา ณ จุดใด ๆ ที่ห่างจากขอบข้าง ไม่น้อยกว่า 25 mm สำหรับเหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นตัดขอบรีด และไม่น้อยกว่า 15 mm สำหรับเหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นตัด ขอบตัด

ให้วัดความหนา ณ จุดใด ๆ ที่อยู่ด้านในเส้นแนวตัดที่กำหนดไว้เป็นความกว้างของเหล็กแผ่นหนาจากการรีดโดยตรง ขอบรีด และ ณ จุดใด ๆ ที่ห่างจากเส้นดังกล่าว ไม่น้อยกว่า 15 mm สำหรับเหล็กแผ่นหนาจากการรีดโดยตรง ขอบตัด

ตารางที่ 7 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนาน้อยกว่า 4 mm
(ข้อ 7.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	ความกว้าง		
	<1 600	≥1 600 <2 000	≥2 000 ≤2 300
น้อยกว่า 1.25	±0.16	—	—
1.25 ถึงน้อยกว่า 1.60	±0.18	—	—
1.60 ถึงน้อยกว่า 2.00	±0.19	±0.23	—
2.00 ถึงน้อยกว่า 2.50	±0.20	±0.25	—
2.50 ถึงน้อยกว่า 3.15	±0.22	±0.29	±0.29
3.15 ถึงน้อยกว่า 4.00	±0.24	±0.34	±0.34

ตารางที่ 8 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา 4 mm ขึ้นไป
(ข้อ 7.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	ความกว้าง					
	<1 600	≥1 600 <2 000	≥2 000 <2 500	≥2 500 <3 150	≥3 150 <4 000	≥4 000 <5 000
4.00 ถึงน้อยกว่า 5.00	±0.45	±0.55	±0.55	±0.65	—	—
5.00 ถึงน้อยกว่า 6.30	±0.50	±0.60	±0.60	±0.75	±0.75	±0.85
6.30 ถึงน้อยกว่า 10.0	±0.55	±0.65	±0.65	±0.80	±0.80	±0.90
10.0 ถึงน้อยกว่า 16.0	±0.55	±0.65	±0.65	±0.80	±0.80	±1.00
16.0 ถึงน้อยกว่า 25.0	±0.65	±0.75	±0.75	±0.95	±0.95	±1.10
25.0 ถึงน้อยกว่า 40.0	±0.70	±0.80	±0.80	±1.00	±1.00	±1.20
40.0 ถึงน้อยกว่า 63.0	±0.80	±0.95	±0.95	±1.10	±1.10	±1.30
63.0 ถึงน้อยกว่า 100	±0.90	±1.10	±1.10	±1.30	±1.30	±1.50
100 ถึงน้อยกว่า 160	±1.30	±1.50	±1.50	±1.70	±1.70	±1.90
160 ถึงน้อยกว่า 200	±1.60	±1.80	±1.80	±1.90	±1.90	±2.10
200	±1.80	±1.90	±1.90	±2.00	±2.00	±2.20

7.4 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง

ให้เป็นไปตามตารางที่ 9

7.5 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความยาว (เฉพาะเหล็กแผ่นหนาจากการรีดโดยตรง)

ต้องไม่น้อยกว่าความยาวระบุ

7.6 ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า (camber) (เฉพาะเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางขอบตัด)

ต้องไม่เกิน 0.2% ของความยาวของเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง ยกเว้น เหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางขอบตัดที่มีความกว้างน้อยกว่า 250 mm กำหนดให้ไม่เกิน 8 mm ต่อความยาว 2 000 mm

7.7 ระยะเบี่ยงเบนของความราบ (เฉพาะเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางขอบตัด)

ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 10

7.8 ความไม่ได้ฉาก (out-of-square) (เฉพาะเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางขอบตัด)

ต้องไม่เกิน 1.0% ของความกว้างระบุ เมื่อใช้วิธีแบบตั้งฉาก หรือ ไม่เกิน 0.7% ของความกว้างที่วัดได้ เมื่อใช้วิธีแบบเส้นทแยงมุม กรณีที่มีข้อโต้แย้ง ให้ใช้วิธีแบบตั้งฉาก

7.9 การทดสอบรูปร่างและมิติ

การวัดความหนา ความกว้าง ความยาว ระยะเบี่ยงเบนของขอบโค้งที่ด้านเว้า ระยะเบี่ยงเบนของความราบ และความไม่ได้ฉาก สำหรับการตรวจสอบเพื่อการอนุญาตและการติดตามผล ให้ปฏิบัติตาม มอก. 2914

ตารางที่ 9 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความกว้าง
(ข้อ 7.4)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความกว้าง	ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน			
		ขอบรีด		ขอบตัด	
		เหล็กแผ่นหนา จากการรีด โดยตรง	เหล็กแผ่นม้วน เหล็กแผ่นตัด	+	-
น้อยกว่า 160	น้อยกว่า 3.15	—	±2	5	0
	3.15 ถึงน้อยกว่า 6.00			5	
	6.00 ถึงน้อยกว่า 20.0			10	
	20.0 ขึ้นไป		—	10	
160 ถึงน้อยกว่า 250	น้อยกว่า 3.15	—	±2	5	0
	3.15 ถึงน้อยกว่า 6.00			5	
	6.00 ถึงน้อยกว่า 20.0			10	
	20.0 ขึ้นไป		—	15	
250 ถึงน้อยกว่า 400	น้อยกว่า 3.15	+ไม่ระบุ 0	±5	5	0
	3.15 ถึงน้อยกว่า 6.00			5	
	6.00 ถึงน้อยกว่า 20.0			10	
	20.0 ขึ้นไป		—	15	
400 ถึงน้อยกว่า 630	น้อยกว่า 3.15	+ไม่ระบุ 0	+20 0	10	0
	3.15 ถึงน้อยกว่า 6.00			10	
	6.00 ถึงน้อยกว่า 20.0			10	
	20.0 ขึ้นไป		—	15	
630 ถึงน้อยกว่า 1 000	น้อยกว่า 3.15	+ไม่ระบุ 0	+25 0	10	0
	3.15 ถึงน้อยกว่า 6.00			10	
	6.00 ถึงน้อยกว่า 20.0			10	
	20.0 ขึ้นไป		—	15	
1 000 ถึงน้อยกว่า 1 250	น้อยกว่า 3.15	+ไม่ระบุ 0	+30 0	10	0
	3.15 ถึงน้อยกว่า 6.00			10	
	6.00 ถึงน้อยกว่า 20.0			15	
	20.0 ขึ้นไป		—	15	
1 250 ถึงน้อยกว่า 1 600	น้อยกว่า 3.15	+ไม่ระบุ 0	+35 0	10	0
	3.15 ถึงน้อยกว่า 6.00			10	
	6.00 ถึงน้อยกว่า 20.0			15	
	20.0 ขึ้นไป		—	15	
1 600 ถึงน้อยกว่า 2 000	น้อยกว่า 3.15	+ไม่ระบุ 0	+40 0	10	0
	3.15 ถึงน้อยกว่า 6.00			10	
	6.00 ถึงน้อยกว่า 20.0			20	
	20.0 ขึ้นไป		—	20	
2 000 ถึงน้อยกว่า 3 000	น้อยกว่า 3.15	+ไม่ระบุ 0	+40 0	10	0
	3.15 ถึงน้อยกว่า 6.00			10	
	6.00 ถึงน้อยกว่า 20.0			20	
	20.0 ขึ้นไป		—	20	
3 000 ขึ้นไป	น้อยกว่า 3.15	+ไม่ระบุ 0	—	10	0
	3.15 ถึงน้อยกว่า 6.00			10	
	6.00 ถึงน้อยกว่า 20.0			25	
	20.0 ขึ้นไป		—	25	

ตารางที่ 10 ระยะเปี่ยงเบนของความราบของเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางขอบตัด^{1) 2)}
(ข้อ 7.7)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนา	ความยาวการวัด ³⁾						
	2 000				4 000		
	ความกว้างของเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง				ความกว้างของเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง		
	<1 250	≥1 250 <1 600	≥1 600 <2 000	≥2 000	<2 000	≥2 000 <3 000	≥3 000
น้อยกว่า 1.60	18	20	—	—	—	—	—
1.60 ถึงน้อยกว่า 3.15	16	18	20	—	—	—	—
3.15 ถึงน้อยกว่า 4.00	16			—	—	—	—
4.00 ถึงน้อยกว่า 5.00	14			24	26	—	—
5.00 ถึงน้อยกว่า 8.00	13			21	22	28	—
8.00 ถึงน้อยกว่า 15.0	12			16	12	16	24
15.0 ถึงน้อยกว่า 25.0	12			16	12	16	22
25.0 ถึงน้อยกว่า 40.0	9			13	9	13	19
40.0 ถึงน้อยกว่า 80.0	8			11	8	11	16
80.0 ถึงน้อยกว่า 150	8			10	8	10	15
150 ถึง 200	10			15	10	15	20
หมายเหตุ	1) ระยะเปี่ยงเบนจากความราบที่กำหนดนี้ ไม่ใช้กับเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง สภาพรีด ขอบรีด (as rolled, untrimmed edge) 2) หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น สำหรับเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางที่มีค่าความเค้นครากบนหรือความเค้นพิสูจน์ต่ำสุด กำหนดไว้ 460 MPa ขึ้นไป หรือมีส่วนประกอบทางเคมีหรือความแข็งเทียบเท่า หรือเป็นเหล็กกล้าชุบแข็งและอบคืนตัว (quenched and tempered steel) ให้คูณค่าที่กำหนดไว้ด้วย 1.5 3) ให้ใช้ค่าในตารางนี้กับความยาวการวัด 2 000 mm ใด ๆ สำหรับเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง ความยาวน้อยกว่า 2 000 mm ให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้กับความยาวเต็มแผ่น สำหรับเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางที่มีระยะระหว่างยอดคลื่นเกินกว่า 2 000 mm ให้ใช้ค่าในตารางนี้กับระยะระหว่างยอดคลื่นใด ๆ สำหรับเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางที่มีระยะระหว่างยอดคลื่นเกินกว่า 4 000 mm ให้ใช้ค่าสำหรับความยาวการวัด 4 000 mm ใด ๆ						

8. ลักษณะทั่วไป

- 8.1 เหล็กแผ่นต้องไม่มีข้อบกพร่องที่เป็นผลเสียหายต่อการใช้งาน อย่างไรก็ตาม เหล็กแผ่นม้วนอาจมีข้อบกพร่องอยู่ได้บ้าง เนื่องจากการตรวจสอบโดยตลอดทั้งม้วนและการกำจัดส่วนที่มีข้อบกพร่องของเหล็กแผ่นม้วนโดยทั่วไปทำไม่ได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ หรือวิธีอื่นที่ให้ผลเทียบเท่า

หมายเหตุ นอกจากการทดสอบที่กำหนดไว้ ข้อตกลงอาจกำหนดให้ทำการทดสอบแบบไม่ทำลาย เช่น JIS G 0801 และ JIS G 0901 ได้ ในกรณีนี้ ข้อตกลงควรระบุถึงวิธีการสุ่ม วิธีการทดสอบ และเกณฑ์การยอมรับด้วย

- 8.2 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับข้อบกพร่องผิวที่เป็นผลเสียหายของเหล็กแผ่นม้วนและเหล็กแผ่นตัด ให้ใช้กับผิวด้านนอกของเหล็กแผ่นม้วน และให้ใช้กับผิวด้านบนของเหล็กแผ่นตัด
- 8.3 เหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางที่มีข้อบกพร่องผิวซึ่งเป็นผลเสียหาย อาจกำจัดหรือซ่อมแซมข้อบกพร่องนั้นด้วยการเจียหรือการเชื่อมได้ (การซ่อมแซมเหล็กแผ่นชั้นคุณภาพ SM570 ด้วยการเชื่อม จะทำได้เฉพาะเมื่อมีข้อตกลง) โดยปฏิบัติให้เป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้

(1) การปรับสภาพด้วยการเจีย

- (ก) ภายหลังการปรับสภาพ ความหนาของส่วนที่ปรับสภาพต้องเป็นไปตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความหนา (ดูข้อ 7.3)
- (ข) ส่วนที่ปรับสภาพต้องได้รับการตกแต่งให้เรียบร้อย และรอยต่อระหว่างส่วนที่ปรับสภาพกับผิวสภาพริตเดิมต้องได้รับการตกแต่งให้ราบเรียบ

(2) การซ่อมแซมด้วยการเชื่อม

- (ก) ก่อนการเชื่อม ต้องกำจัดข้อบกพร่องที่จะเป็นผลเสียหายของเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางออกให้หมด ด้วยวิธีการที่เหมาะสม เช่น การสกัด (chipping) หรือการเจีย (grinding) ความลึกของส่วนที่กำจัดออกต้องไม่เกิน 20% ของความหนาระบุ และในแต่ละด้าน พื้นที่รวมของส่วนที่ปรับสภาพต้องไม่เกิน 2% ของพื้นที่ผิวของด้านนั้น
- (ข) การซ่อมแซมด้วยการเชื่อมต้องทำด้วยวิธีการที่เหมาะสมกับประเภทของผลิตภัณฑ์เหล็กกล้า
- (ค) รอบตะเข็บรอยเชื่อมต้องปราศจากรอยแหวกขอบแนว (undercut) หรือ รอยเกย (overlaps) โลหะส่วนที่เชื่อมพอกต้องมีความหนาเพิ่มจากผิวริตเดิม อย่างน้อย 1.5 mm และภายหลังต้องกำจัดโลหะส่วนนี้ออกและตกแต่งให้มีความสูงเสมอผิวริตเดิม โดยการสกัด การเจีย ฯลฯ
- (ง) เหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อน ต้องนำไปผ่านกรรมวิธีทางความร้อนซ้ำ ภายหลังการซ่อมแซมด้วยการเชื่อม

9. เครื่องหมายและฉลาก

9.1 ที่ม้วนของเหล็กแผ่นม้วนทุกม้วน และที่เหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางทุกมัด รวมทั้งเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางที่มีการส่งมอบเป็นแผ่น (ไม่รวมเป็นมัด) ทุกแผ่น อย่างน้อยต้องมีเลขอักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน ไม่ลบเลือนหรือหลุดลอกง่าย

- (1) ชนิด ลักษณะขอบ ชั้นคุณภาพ กรรมวิธีทางความร้อน (ถ้ามี) เช่น เหล็กกล้าแผ่นหนา/แผ่นบางรีดร้อน ขอบรีด SM490CTMC
- (2) ลักษณะสภาพผิว ได้แก่ ผ่าน หรือ ไม่ผ่านการรีดปรับสภาพผิว
- (3) ความหนา × ความกว้าง × ความยาว เป็น มิลลิเมตร × มิลลิเมตร × มิลลิเมตร (กรณีเหล็กแผ่นม้วน ไม่ต้องระบุความยาว)
- (4) จำนวนแผ่นในมัด (กรณีเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางที่เป็นมัด) หรือมวลเป็นกิโลกรัม (กรณีเหล็กแผ่นม้วน)
- (5) หมายเลขการหลอม หรือ รหัสรุ่นที่ทำ
- (6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- (7) ประเทศที่ทำ

กรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

หมายเหตุ

- 1) คำภาษาอังกฤษที่อาจใช้แทนชนิด “เหล็กกล้าแผ่นม้วนรีดร้อน” เช่น *hot-rolled steel strip, hot-rolled strip, hot-rolled coil, hot-rolled strip in coil*
- 2) คำภาษาอังกฤษที่อาจใช้แทนชนิด “เหล็กกล้าแผ่นหนา/แผ่นบางรีดร้อน” เช่น *hot-rolled steel plate/sheet, hot-rolled plate/sheet, hot-rolled sheet, hot-rolled plate*

10. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตาม ภาคผนวก ก. และให้ใช้สำหรับการตรวจสอบเพื่อการอนุญาตและการติดตามผล

สำหรับระบบควบคุมคุณภาพของผู้ทำ อาจกำหนดการชักตัวอย่างและเกณฑ์ที่แตกต่างจากที่กำหนดไว้ในภาคผนวก ก. ได้ แต่ต้องทำให้มั่นใจว่า ผลลัพธ์มีคุณภาพเป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

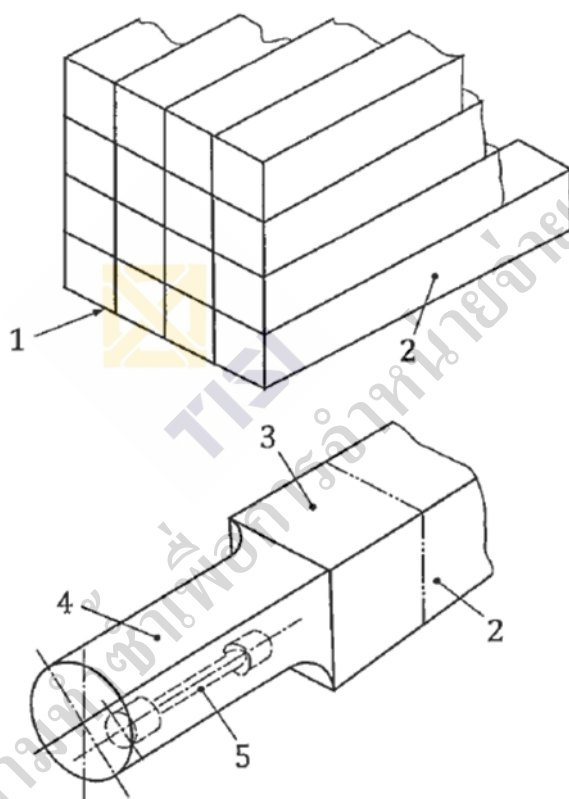
ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

(ข้อ 10.)

ก.1 ทัวไป

ก.1.1 คำที่เกี่ยวข้องในการชักตัวอย่างและการเตรียมชิ้นทดสอบ อาจอธิบายได้ตามรูปที่ ก.1



คำอธิบาย

- 1 หมายถึง รุ่นย่อย (test unit)
- 2 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (sample product)
- 3 หมายถึง ตัวอย่าง (sample)
- 4 หมายถึง ชิ้นตัวอย่าง (rough specimen)
- 5 หมายถึง ชิ้นทดสอบ (test piece)

รูปที่ ก.1 คำที่เกี่ยวข้องในการชักตัวอย่างและการเตรียมชิ้นทดสอบ

(ข้อ ก.1.1 ข้อ ก.1.3 และข้อ ก.2)

- ก.1.2 รุ่น (lot) ในที่นี้ หมายถึง เหล็กแผ่น ชนิด ชั้นคุณภาพ และความหนาเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขาย ในระยะเวลาเดียวกัน
- ก.1.3 รุ่นย่อย หมายถึง กลุ่มของเหล็กแผ่นที่จัดจากรุ่นเดียวกัน เพื่อการทดสอบและการตัดสิน ขนาดของร่นย่อยให้เป็นไปตามตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 ขนาดของรูน้อย

(ข้อ ก.1.3)

รายการทดสอบ	เหล็กแผ่นม้วน	เหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง
1) ส่วนประกอบทางเคมี C_{eq} และ P_{CM} (ข้อ 5.)	50 t หรือ เศษของ 50 t	
2) สมบัติทางกล (ข้อ 6.)		
3) รูปร่าง มิติ (ข้อ 7.) และลักษณะทั่วไป (ข้อ 8.)		
4) เครื่องหมายและฉลาก (ข้อ 9.)		

ก.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินของแต่ละรูน้อย

ให้ชักผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มจากรูน้อยเดียวกันจำนวน 1 ม้วนหรือ 1 แผ่น สำหรับการทดสอบ ส่วนประกอบทางเคมี สมบัติทางกล รูปร่าง มิติ ลักษณะทั่วไป และเครื่องหมายและฉลาก ผลการทดสอบ ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 5. ข้อ 6. ข้อ 7. ข้อ 8. และข้อ 9. ทุกรายการ จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นรูน้อยนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ก.3 เกณฑ์ตัดสินของผลิตภัณฑ์

เหล็กแผ่นทุกรูน้อยต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดตามข้อ ก.2 จึงจะถือว่าเหล็กแผ่นรูน้อยนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ภาคผนวก ข.

มวล

(ข้อ 7.1)

(ให้ไว้เป็นข้อแนะนำ)

ข.1 มวลของเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง

- 1) ให้ถือว่า มวลของเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบางเท่ากับมวลทางทฤษฎี หน่วยเป็นกิโลกรัม
- 2) วิธีคำนวณหามวลของเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง ให้เป็นไปตามตารางที่ ข.1 โดยใช้มิติระบุ

ข.2 มวลของเหล็กแผ่นม้วน

- 1) มวลของเหล็กแผ่นม้วนให้เท่ากับมวลจริง หน่วยเป็นกิโลกรัม
- 2) สำหรับมวลของเหล็กแผ่นม้วน โดยทั่วไป สัญญาซื้อขายต้องระบุมวลสูงสุดของแต่ละม้วนไว้ ซึ่งอย่างน้อย 75% ของจำนวนม้วน ต้องมีมวลไม่น้อยกว่า 70% ของมวลที่ระบุไว้ และจำนวนม้วนที่เหลือ อาจมีมวล 30% ถึง 70% ของมวลที่ระบุไว้

ตารางที่ ข.1 วิธีคำนวณหามวลของเหล็กแผ่นหนา/แผ่นบาง

(ข้อ ข.1)

ขั้นตอนการคำนวณ		วิธีคำนวณ	การรายงานผล
มวลพื้นฐาน $\text{kg/mm} \cdot \text{m}^2$		7.85 (มวลต่อความหนา 1 mm ต่อพื้นที่ 1 m^2)	—
มวลต่อหน่วย kg/m^2		มวลพื้นฐาน ($\text{kg/mm} \cdot \text{m}^2$) x ความหนา (mm)	พิเศษให้มีจำนวนตัวเลขนัยสำคัญ 4 ตัว
พื้นที่ของเหล็กแผ่น m^2		ความกว้าง (m) x ความยาว (m)	พิเศษให้มีจำนวนตัวเลขนัยสำคัญ 4 ตัว
มวลของ 1 แผ่น kg		มวลต่อหน่วย (kg/m^2) x พื้นที่ (m^2)	พิเศษให้มีจำนวนตัวเลขนัยสำคัญ 3 ตัว สำหรับมวลที่เกิน 1 000 kg พิเศษเป็นจำนวนเต็มของ kg
ไม่ได้มัดหรือห่อ	มวลรวม kg	มวลของ 1 แผ่น (kg) x จำนวนแผ่นที่ขนาดเดียวกัน	พิเศษเป็นจำนวนเต็มของ kg
มัดหรือห่อ	มวลของ 1 มัด kg	มวลของ 1 แผ่น (kg) x จำนวนแผ่นในมัดที่ขนาดเดียวกัน	พิเศษเป็นจำนวนเต็มของ kg
	มวลรวม kg	ผลรวมของมวลแต่ละมัด	จำนวนเต็มของ kg
การพิเศษ ให้ปฏิบัติตามภาคผนวก ค.			

ภาคผนวก ค.

การปัดเศษของตัวเลข

(ภาคผนวก ข.)

- ค.1 การปัดเศษของตัวเลข (rounding of numbers) ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า “การปัดเศษ” หมายถึง การแทนที่ขนาดของตัวเลขที่ให้มีมา (given number) ด้วยตัวเลขที่เรียกว่า ค่าที่ปัดเศษแล้ว (rounded number) ซึ่งเลือกจากลำดับของผลคูณระหว่างจำนวนเต็ม (integral multiples) กับความละเอียดของการปัดเศษ (rounding interval) ที่ต้องการ

ตัวอย่าง 1	ความละเอียดของการปัดเศษ:	0.1
	ลำดับของผลคูณ:	12.1, 12.2, 12.3, 12.4, ...
ตัวอย่าง 2	ความละเอียดของการปัดเศษ:	10
	ลำดับของผลคูณ:	1 210, 1 220, 1 230, 1 240, ...

- ค.2 วิธีการปัดเศษต่อไปนี้สอดคล้องกับ มอก. 949 และ JIS Z 8401 Rule A

- (1) หากมีผลคูณของจำนวนเต็มที่ใกล้ที่สุดกับตัวเลขที่ให้มีมาเพียงค่าเดียว ให้เลือกผลคูณค่านั้นเป็นค่าที่ปัดเศษแล้ว

ตัวอย่าง 1 ความละเอียดของการปัดเศษ: 0.1

ตัวเลขที่ให้มีมา	ค่าที่ปัดเศษแล้ว
12.223	12.2
12.251	12.3
12.275	12.3

ตัวอย่าง 2 ความละเอียดของการปัดเศษ: 10

ตัวเลขที่ให้มีมา	ค่าที่ปัดเศษแล้ว
1 222.3	1 220
1 225.1	1 230
1 227.5	1 230

- (2) หากมีผลคูณของจำนวนเต็มที่ต่อเนื่องกัน 2 จำนวนอยู่ใกล้กับตัวเลขที่ให้มีมาเท่ากัน ให้เลือกผลคูณระหว่างจำนวนเต็มที่ใกล้เคียงกับค่าที่ปัดเศษที่ต้องการเป็นค่าที่ปัดเศษแล้ว

ตัวอย่าง 1 ความละเอียดของการปัดเศษ: 0.1

ตัวเลขที่ให้มีมา	ผลคูณที่อยู่ใกล้เท่ากัน	ค่าที่ปัดเศษแล้ว
12.25	(122×0.1) กับ (123×0.1)	12.2
12.35	(123×0.1) กับ (124×0.1)	12.4

ตัวอย่าง 2 ความละเอียดของการปัดเศษ: 10

ตัวเลขที่ให้มีมา	ผลคูณที่อยู่ใกล้เท่ากัน	ค่าที่ปัดเศษแล้ว
1 225.0	(122×10) กับ (123×10)	1 220
1 235.0	(123×10) กับ (124×10)	1 240