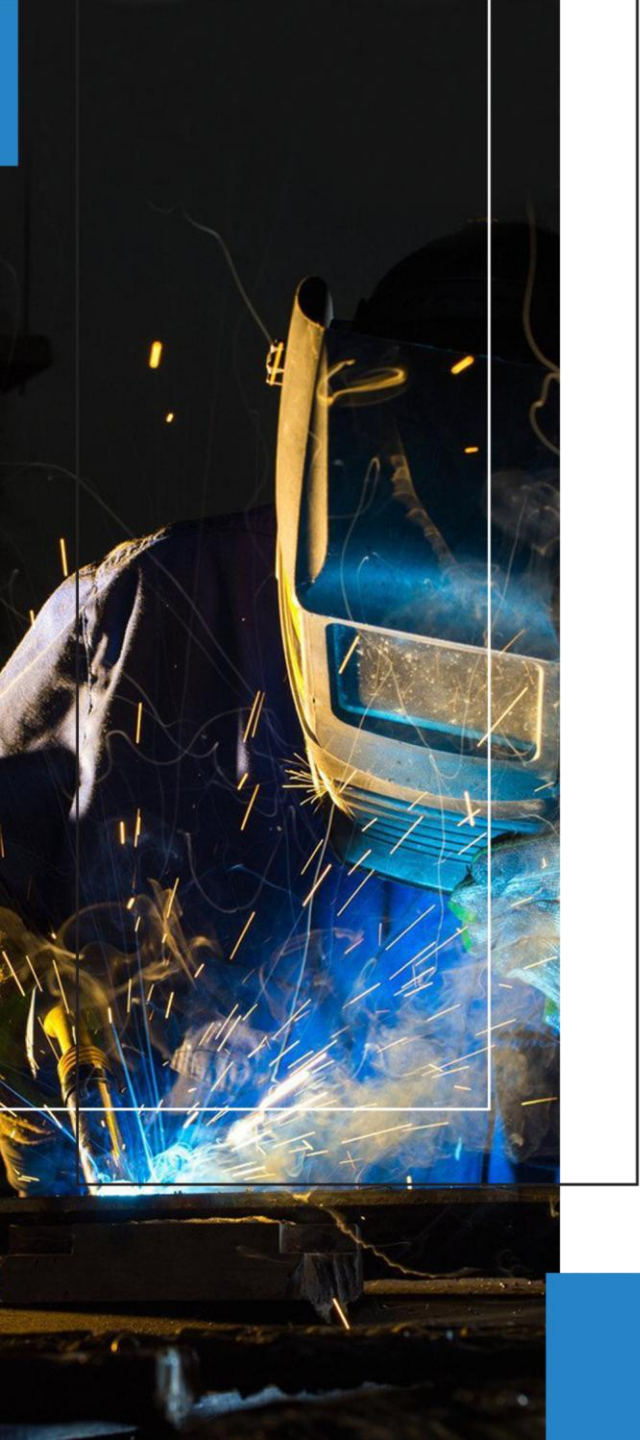




หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

มาตรฐานหลักในอุตสาหกรรม



มาตรฐานเหล็กของระบบอเมริกา

ในปัจจุบันมีประเทศที่ผลิตเหล็กและเหล็กกล้าชนิดต่าง ๆ มากมาย แต่ละประเทศและแต่ละกลุ่มผู้ผลิตจะกำหนดมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งอาจจะกำหนดตามชื่อการค้า กำหนดตามกรรมวิธีการผลิต หรือกำหนดตามการนำไปใช้งาน สถาบันที่กำหนดมาตรฐานที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น

AISI = American Iron and Steel Institute

AISC = American Institute of Steel Construction

ASTM = American Society for Testing and Materials

SAE = Society of Automotive Engineers

BS = British Standard

DIN = Deutsche Industrial Norm

EN = European Standard

JIS = Japanese Industrial Standards

TISI = Thai Industrial Standard Institute

มาตรฐานเหล็กที่นำมาใช้งานและเป็นที่รู้จักกันทั่วไปในประเทศไทย มีอยู่หลายสถาบันด้วยกัน ดังนั้น จึงต้องมีความเข้าใจมาตรฐานของแต่ละสถาบันให้ถูกต้อง

มาตรฐานเหล็กของระบบอเมริกา

มาตรฐานของสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าของอเมริกา (AISI) และของสมาคมวิศวกรรมยานยนต์ของอเมริกา (SAE) ได้กำหนดมาตรฐานเหล็กเป็นอักษรย่อของสถาบันหรือสมาคมนำหน้าตามด้วยตัวอักษร และตามด้วยตัวเลข 4 หรือ 5 ตัว สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอน และเหล็กกล้าผสมสำหรับเหล็กสเตนเลส หรือเหล็กกล้าผสมต่ำความแข็งแรงสูง บางครั้งอาจจะมีอักษรอยู่ระหว่างกลางตัวเลข ดังตัวอย่างต่อไปนี้

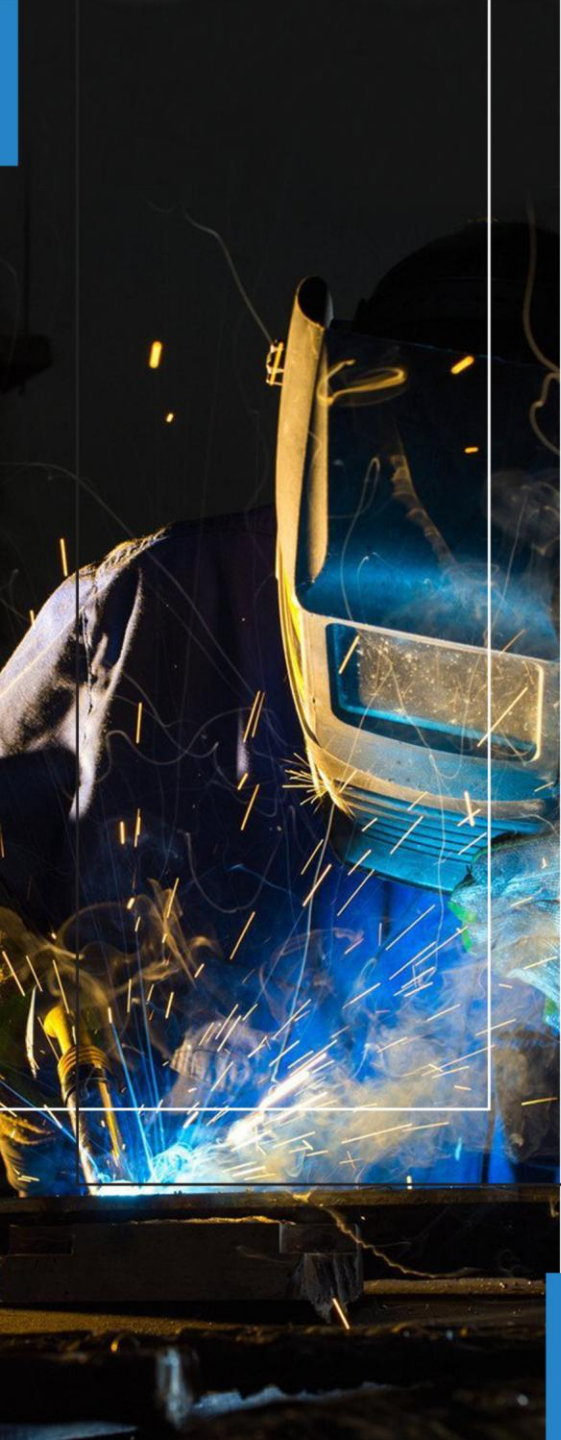
AISI, SAE X X X X XX

- ⑤ ตัวเลขบอกปริมาณธาตุคาร์บอนหารด้วย 100 (%)
- ④ ตัวอักษรบอกธาตุเติมเฉพาะ
- ③ ตัวเลขบอกปริมาณของธาตุผสม
- ② ตัวเลขบอกชนิดของเหล็กกล้าตามมาตรฐาน
- ① ตัวอักษรบอกกรรมวิธีการผลิตและใช้งาน

จากสัญลักษณ์ของตัวเลขและตัวอักษร สามารถอธิบายได้ดังนี้

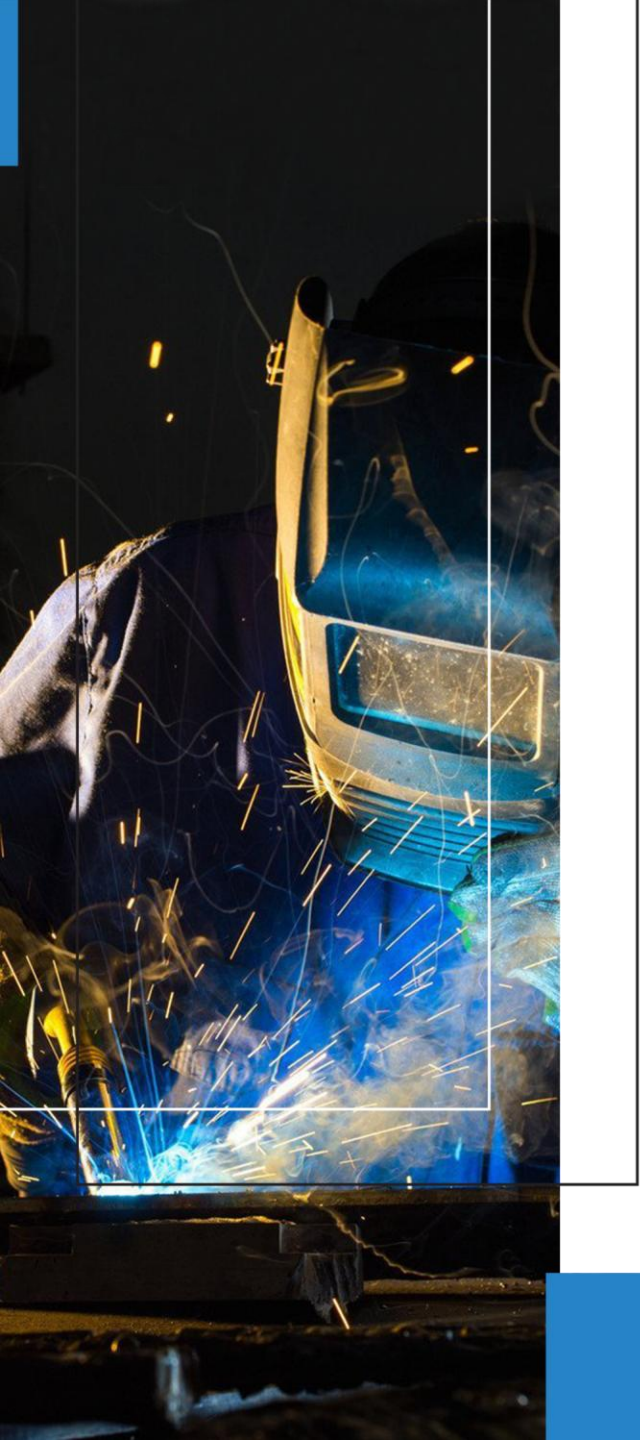
มาตรฐานเหล็กของระบบอเมริกา

1. อักษรบอกกรรมวิธีการผลิตและการใช้งานของเหล็ก จะมีอักษรดังต่อไปนี้
 - A หมายถึง เหล็กกล้าที่ผลิตด้วยเตาเบสเซมเมอร์ (Bessemer) ชนิดต่าง
 - B หมายถึง เหล็กกล้าที่ผลิตด้วยเตาเบสเซมเมอร์ ชนิดกรด
 - C หมายถึง เหล็กกล้าที่ผลิตด้วยเตาโอเพนฮาร์ท (Openhearth) ชนิดต่าง
 - D หมายถึง เหล็กกล้าที่ผลิตด้วยเตาโอเพนฮาร์ท ชนิดกรด
 - E หมายถึง เหล็กกล้าที่ผลิตด้วยเตาไฟฟ้า
2. ตัวเลขบอกชนิดของเหล็ก สามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้
เหล็กกล้าคาร์บอน จะใช้ตัวเลข 1 เป็นสัญลักษณ์ แบ่งกลุ่มได้ดังนี้
กลุ่ม 10XX หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีแมงกานีสผสมไม่เกิน 1%
กลุ่ม 11XX หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนเติมกำมะถันสูง
กลุ่ม 12XX หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนเติมกำมะถันและฟอสฟอรัส
กลุ่ม 15XX หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนเติมแมงกานีสสูงระหว่าง 0.75 - 1.65%
เหล็กกล้าผสม จะใช้ตัวเลขที่นอกเหนือจากเหล็กกล้าคาร์บอน
3. ตัวเลขบอกปริมาณธาตุผสม ซึ่งจะเป็นตัวเลขตัวที่ 2 ตามสัญลักษณ์ เช่น
AISI 25XX หมายถึง เหล็กกล้าเหล็กนิเกิล มีปริมาณของนิเกิลผสมอยู่ 5%



มาตรฐานเหล็กของระบบอเมริกา

4. ตัวอักษรบอกธาตุที่เติมเฉพาะ จะมีสัญลักษณ์ของธาตุที่ผสมรวมอยู่ในสัญลักษณ์ของเหล็ก เช่น XXXBXX หมายถึง เหล็กกล้าไบรอน เป็นต้น
5. ตัวเลขบอกปริมาณเปอร์เซ็นต์ของธาตุคาร์บอน ที่มีคาร์บอนผสมอยู่
AISI 1060 หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.6% (60/100)
AISI 51100 หมายถึง เหล็กกล้าโครเมียมที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 1% (100/100)
สำหรับเหล็กกล้าเครื่องมือ ซึ่งนำไปทำเครื่องมือชนิดต่าง ๆ จะแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังตาราง



มาตรฐานหลักของระบบอเมริกา

กลุ่มของหลักเครื่องมือ	สัญลักษณ์
1. กลุ่มหลักกล้าเครื่องมือชุบน้ำหรือหลักกล้าเครื่องมือคาร์บอน	W, (ชนิดชุบแข็งด้วยน้ำ)
2. กลุ่มหลักกล้าเครื่องมือทนแรงกระแทก	S, (ชนิดทนแรงกระแทก)
3. กลุ่มหลักกล้าเครื่องมือใช้งานเย็น	O, (ชนิดชุบแข็งด้วยน้ำมัน) A, (ชนิดชุบแข็งด้วยอากาศ, โลหะผสมปานกลาง) D, (ชนิดคาร์บอนสูง-โครเมียมสูง)
4. กลุ่มหลักกล้าเครื่องมือใช้งานร้อน	H : H1 – H19, (ชนิดโครเมียม) H20 – H39, (ชนิดทังสเตน) H40 – H59, (ชนิดโมลิบดีนัม)
5. กลุ่มหลักกล้าเครื่องมือความเร็วสูง	M, (ชนิดโมลิบดีนัม) T, (ชนิดทังสเตน)
6. กลุ่มหลักกล้าเครื่องมือทำแบบหล่อ	P, (ชนิดทำแบบหล่อหรือชนิดพลาสติก)
7. กลุ่มหลักกล้าเครื่องมือใช้ในงานพิเศษ	L, (ชนิดโลหะผสมต่ำ) F, (ชนิดคาร์บอน-ทังสเตน)

แสดงกลุ่มของหลักกล้าเครื่องมือ

มาตรฐานเหล็กของระบบเยอรมัน

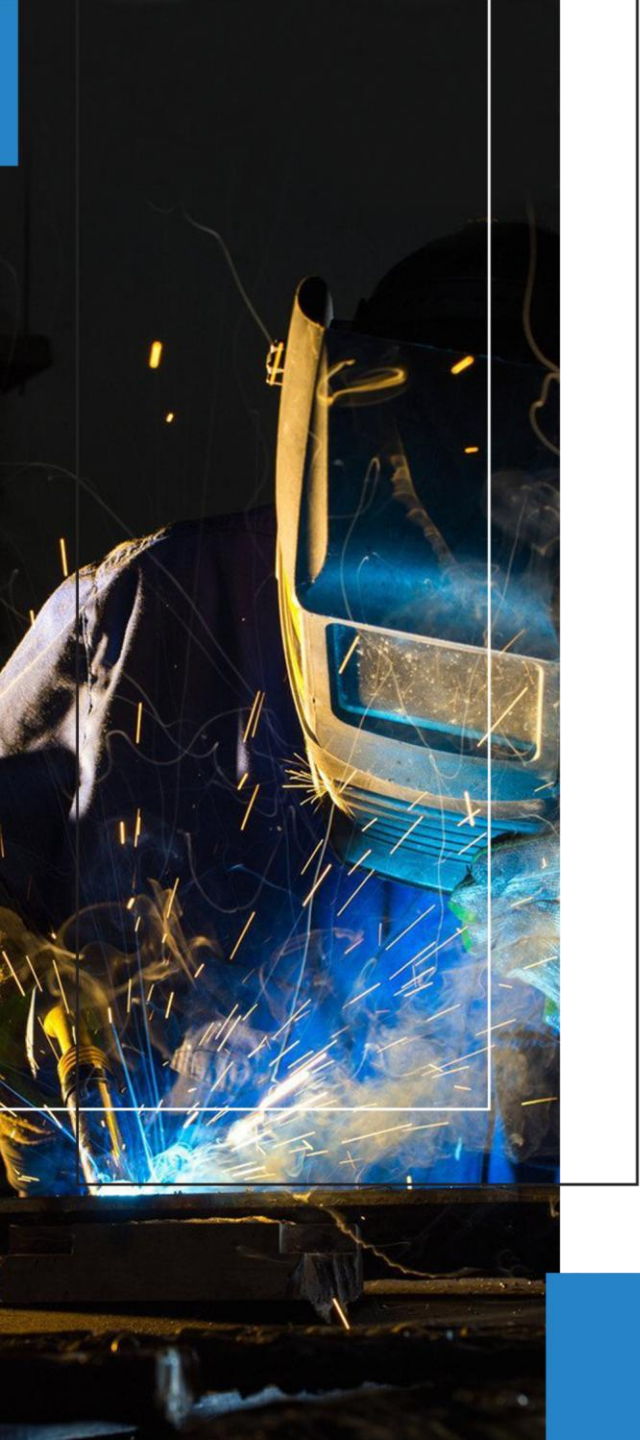
มาตรฐานเหล็กของระบบเยอรมัน (DIN) ได้กำหนดมาตรฐานเป็นตัวอักษรและตัวเลขดังตัวอย่างต่อไปนี้

DIN X X X X X

- ⑤ ตัวอักษรบอกลักษณะของการอบชุบและการใช้งาน
- ④ ตัวเลขบอกเปอร์เซ็นต์ของธาตุผสม
- ③ ตัวอักษรสัญลักษณ์ของธาตุผสมในเหล็ก
- ② ตัวเลขบอกเปอร์เซ็นต์คาร์บอน และค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด หน่วยเป็น กก./มม.²
- ① ตัวอักษรบอกชนิดเหล็ก กรรมวิธีการผลิต และคุณสมบัติพิเศษ

จากตัวอย่างสัญลักษณ์ของเหล็กตามมาตรฐาน DIN สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ตัวอักษรบอกชนิดเหล็ก กรรมวิธีการผลิต และคุณสมบัติพิเศษ ดังแสดงในตาราง



มาตรฐานหลักของระบบเยอรมัน

ชนิดเหล็ก	กรรมวิธีการผลิต	คุณสมบัติพิเศษ
G = งานหล่อทั่วไป GG หรือ Ge = เหล็กหล่อ GGG = เหล็กหล่อแกรไฟต์กลม GH = เหล็กหล่อเย็นตัวเร็ว GS หรือ Stg = เหล็กกล้าหล่อ GT หรือ Te = เหล็กหล่อ มัลเลเบิล GTS = เหล็กหล่อมัลเลเบิลสีดำ GTW = เหล็กหล่อมัลเลเบิล สีขาว St = เหล็กกล้า StC = เหล็กกล้าคาร์บอน SS = เหล็กย่อน	B = ผลิตจากเตาเบสเคมีเมอร์ E = ผลิตจากเตาไฟฟ้า F = ผลิตจากเตารีเวอร์เบอราทอรี I = ผลิตจากเตาเหนี่ยวนำไฟฟ้า LE = ผลิตจากเตาชนิดอาร์ค M = ผลิตจากเตาโอเพนฮาร์ท PP = ผลิตจากเตาพุทเติล T = ผลิตจากเตาคอนเวอร์เทอร์ แบบต่าง W = ผ่านการทำให้บริสุทธิ์ด้วย อากาศ	A = ทนต่อการเสื่อมอายุ G = มีปริมาณฟอสฟอรัสหรือ กำมะถันสูง H = ถูกกำจัดฟองอากาศ 50% K = มีปริมาณฟอสฟอรัสหรือ กำมะถันต่ำ L = ทนต้อต่าง P = เชื่อมได้ด้วยแรงอัด Q = สามารถขึ้นรูปได้ง่าย R = กำจัดแก๊สออกซิเจนได้ อย่างสมบูรณ์ S = เชื่อมได้ด้วยวิธีการหลอม ละลาย U = ไม่มีการกำจัดออกซิเจน X = เหล็กผสมสูง Z = ดึงขึ้นรูปได้ ZY = ดึงขึ้นรูปลึกได้ ZZ = ดึงขึ้นรูปลึกพิเศษได้ f = ชุบแข็งด้วยเปลวไฟและ กระแสเหนี่ยวนำ k = เหล็กกล้าพิเศษผสม ฟอสฟอรัสและกำมะถันต่ำ m = เหล็กกล้าพิเศษผสมกำมะถัน ตามที่กำหนด g = เหล็กกล้าใช้สำหรับชุบผิวแข็ง

แสดงชนิดของเหล็ก กรรมวิธีการผลิต และคุณสมบัติพิเศษ

มาตรฐานหลักของระบบเยอรมัน

2. ตัวเลขบอกเปอร์เซ็นต์คาร์บอนที่ผสมอยู่ในเหล็ก ซึ่งต้องหารด้วย 100 หรือค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร ตัวอย่างเช่น

St.37 หมายถึง เหล็กกล้ามีความต้านทานแรงดึงต่ำสุด 37 กก./มม.²

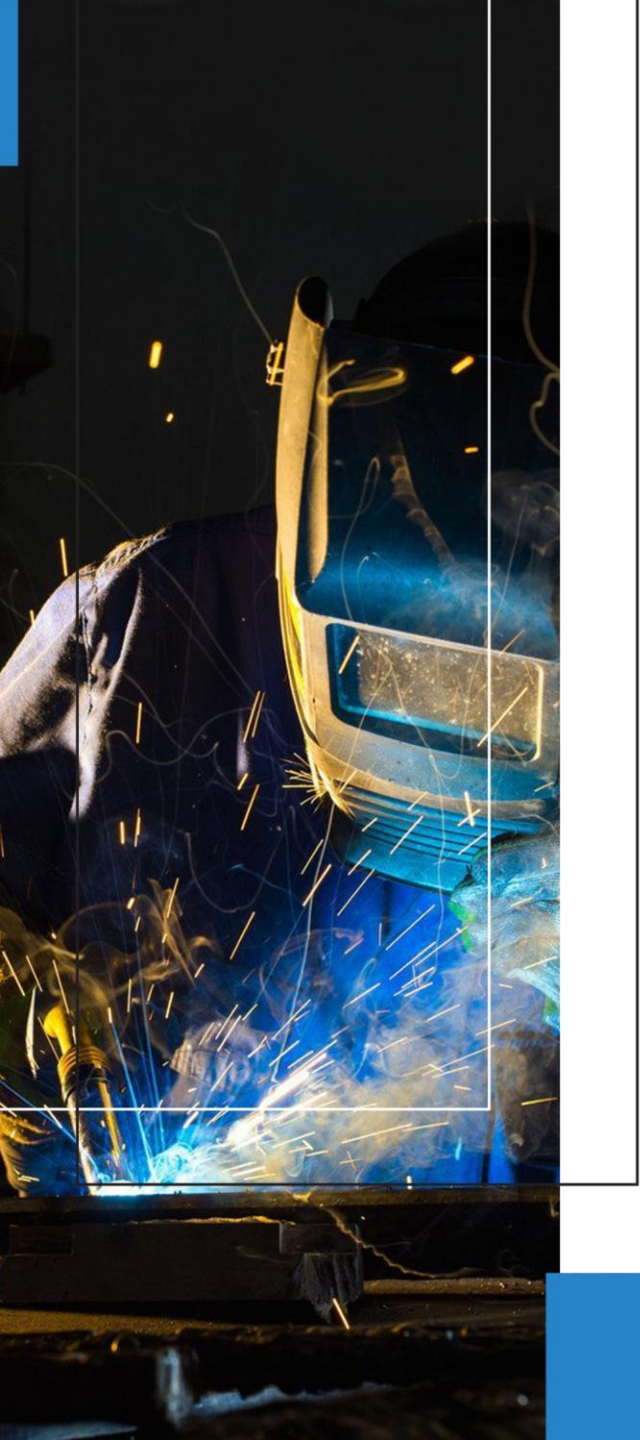
St.C35 หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนมีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่ 0.35 % ($\frac{35}{100}$)

3. ตัวอักษรสัญลักษณ์ของธาตุที่ผสมในเหล็ก ตัวอย่างเช่น

42 CrMo หมายถึง เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.42% ($\frac{42}{100}$) ผสมธาตุโครเมียมและโมลิบดีนัม

GS-E 24 CrMo หมายถึง เหล็กกล้าผสมหล่อจากเตาไฟฟ้าที่มีคาร์บอนผสมอยู่ 0.24% ผสมโครเมียมและโมลิบดีนัม

4. ตัวเลขบอกเปอร์เซ็นต์ของธาตุผสม จะมีตัวเลข 1-3 หลัก ซึ่งจะบอกปริมาณของธาตุที่ผสมในเหล็ก ซึ่งจะต้องหารด้วยตัวเลข 4, 10, 100 ส่วนธาตุสังกะสี, ดีบุก, แมกนีเซียม และเหล็กไม่ต้องมีตัวเลขหาร รายละเอียดดังแสดงในตาราง



มาตรฐานหลักของระบบเยอรมัน

ตัวหาร			
4	10	100	ไม่ต้องหาร
Co (โคบอลต์)	Al (อะลูมิเนียม)	C (คาร์บอน)	Fe (เหล็ก)
Cr (โครเมียม)	Be (เบอริเลียม)	Ce (ซีเรียม)	Mg (แมกนีเซียม)
Mn (แมงกานีส)	Pb (ตะกั่ว)	N (ไนโตรเจน)	Sn (ดีบุก)
Ni (นิกเกิล)	B (โบรอน)	P (ฟอสฟอรัส)	Zn (สังกะสี)
Si (ซิลิคอน)	Cu (ทองแดง)	S (กำมะถัน)	
W (ทังสเตน)	Mo (โมลิบดีนัม)		
	Nb (ไนโอเบียม)		
	Ta (แทนทาลัม)		
	Ti (ไทเทเนียม)		
	V (วานาเดียม)		
	Zr (เซอร์โคเนียม)		

แสดงสัญลักษณ์ธาตุผสม ตัวหาร และไม่ต้องหาร

มาตรฐานเหล็กของระบบเยอรมัน

ตัวอย่างเช่น

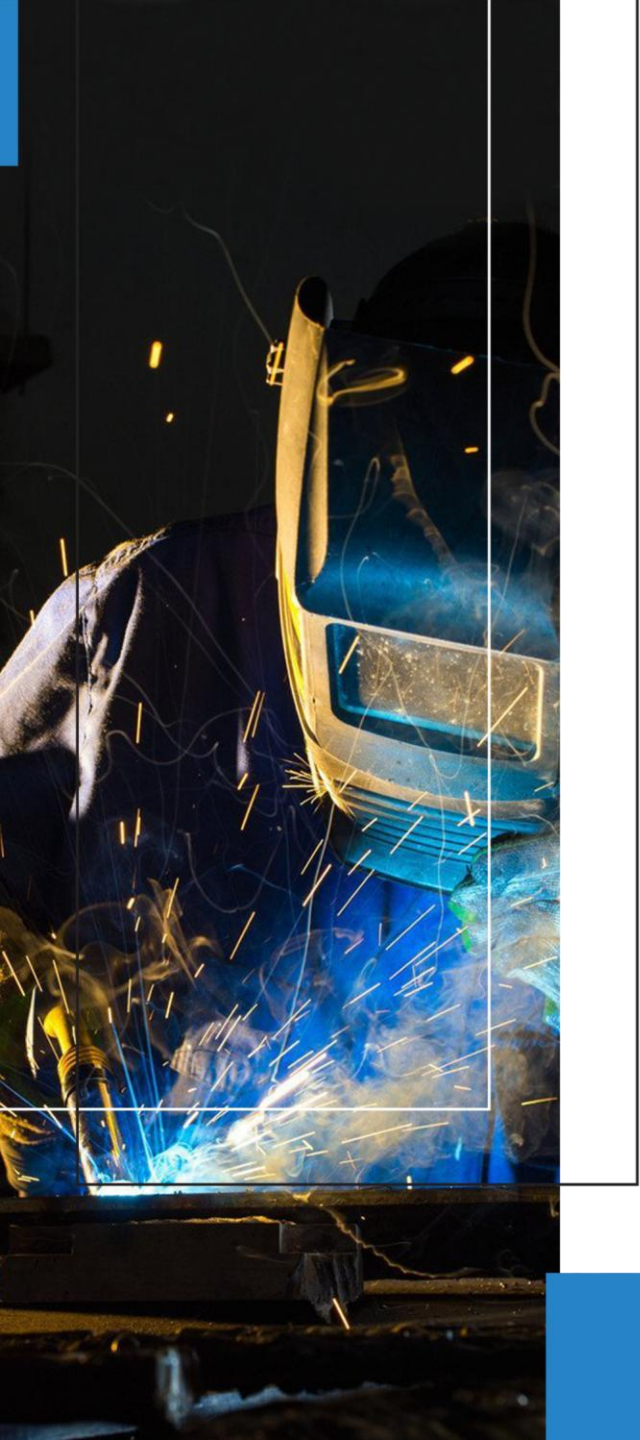
LE 15 Cr 3 หมายถึง เหล็กกล้าผลิตจากเตาไฟฟ้าชนิดอาร์ก มีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่ 0.15% และโครเมียม 0.75% ($\frac{3}{4}$)

42 CrNi 46 หมายถึง เหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่ 0.42% โครเมียม 1% ($\frac{4}{4}$) และนิกเกิล 1.5% ($\frac{6}{4}$)

GS-22 Mo4 หมายถึง เหล็กกล้าหล่อที่มีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่ 0.22% และโมลิบดีนัม 0.4% ($\frac{4}{10}$)

X 5 CrNiMo 1810 หมายถึง เหล็กกล้าผสมสูง มีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่ 0.5% โครเมียม 18% นิกเกิล 10% และโมลิบดีนัม 0.2%

5. ตัวอักษรบอกลักษณะกรรมวิธีผลิตและการใช้งาน ซึ่งจะมีตัวอักษรแสดงในตาราง



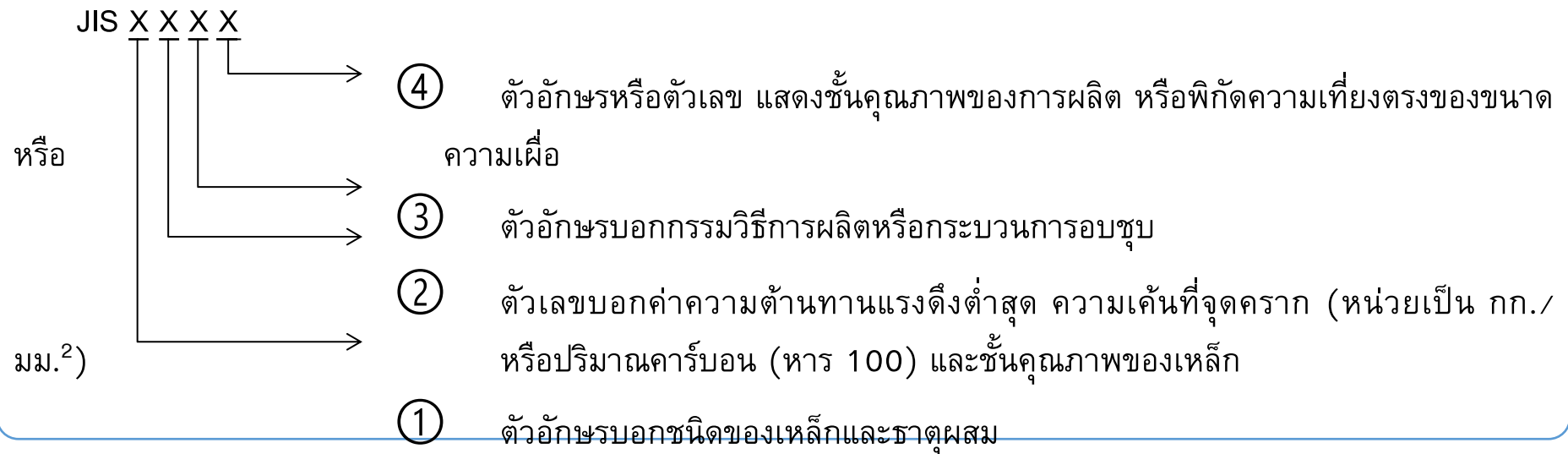
มาตรฐานหลักของระบบเยอรมัน

สัญลักษณ์	กรรมวิธีและการทำงาน
A	ผ่านการอบคืนไฟ
B	สามารถตกแต่งด้วยเครื่องจักรได้
E	ผ่านการชุบผิวแข็ง
G	ผ่านการอบอ่อนอย่างสมบูรณ์
H	ผ่านการชุบแข็ง
K	ขึ้นรูปขณะเย็นตัว
N	ผ่านการอบคืนตัว
NT	ผ่านการชุบผิวแข็งแบบไนไตรด์ (Nitriding)
S	ผ่านการอบเพื่อคลายความเครียด
U	ไม่ผ่านกระบวนการใด
V	ผ่านการอบชุบแล้ว (ตัวเลขที่อยู่หลัง V บอกค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด)
KBK	ดึงเป็นผิวมัน
HI	ชุบแข็งด้วยการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า
HF	ชุบแข็งด้วยเปลวไฟ

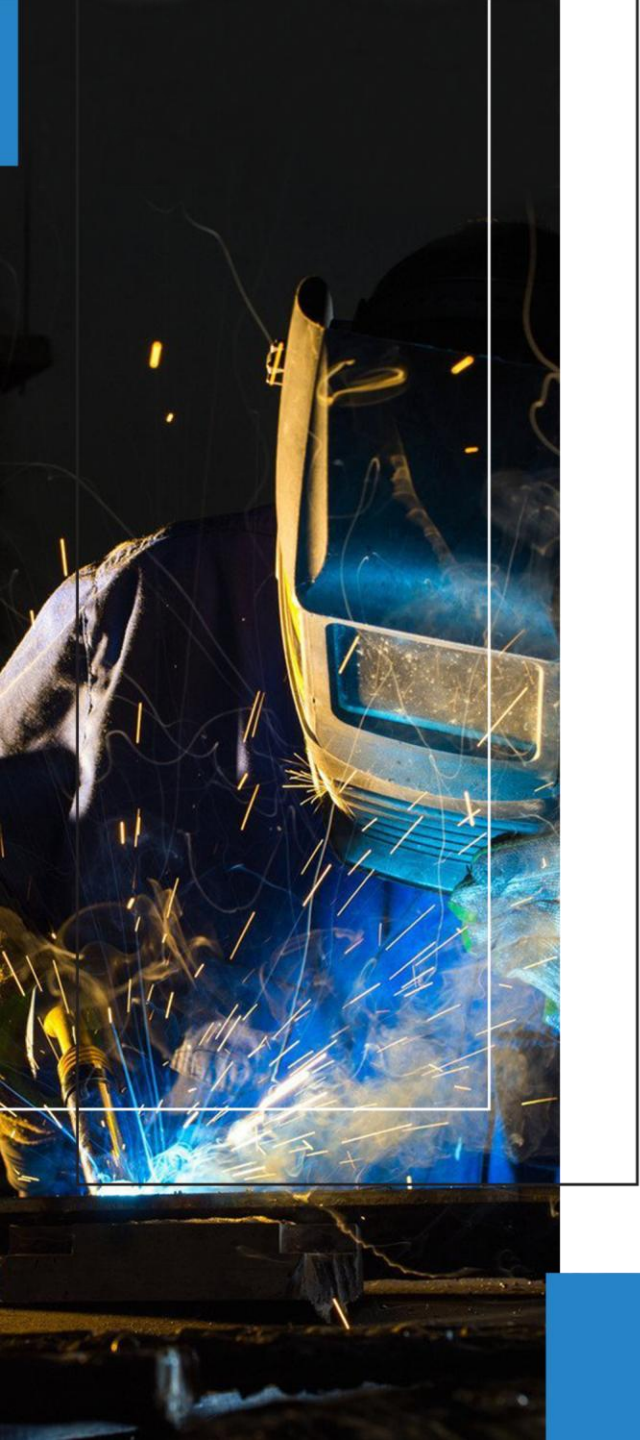
แสดงอักษรสัญลักษณ์ของการอบชุบและใช้งานของเหล็ก

มาตรฐานหลักของระบบญี่ปุ่น

มาตรฐานของสำนักมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (JIS) ได้กำหนดมาตรฐานเป็นตัวอักษรและตัวเลข หรือบางครั้งอาจจะเป็นตัวอักษรเพียงอย่างเดียว ซึ่งตามหลังอักษร JIS ดังตัวอย่างต่อไปนี้



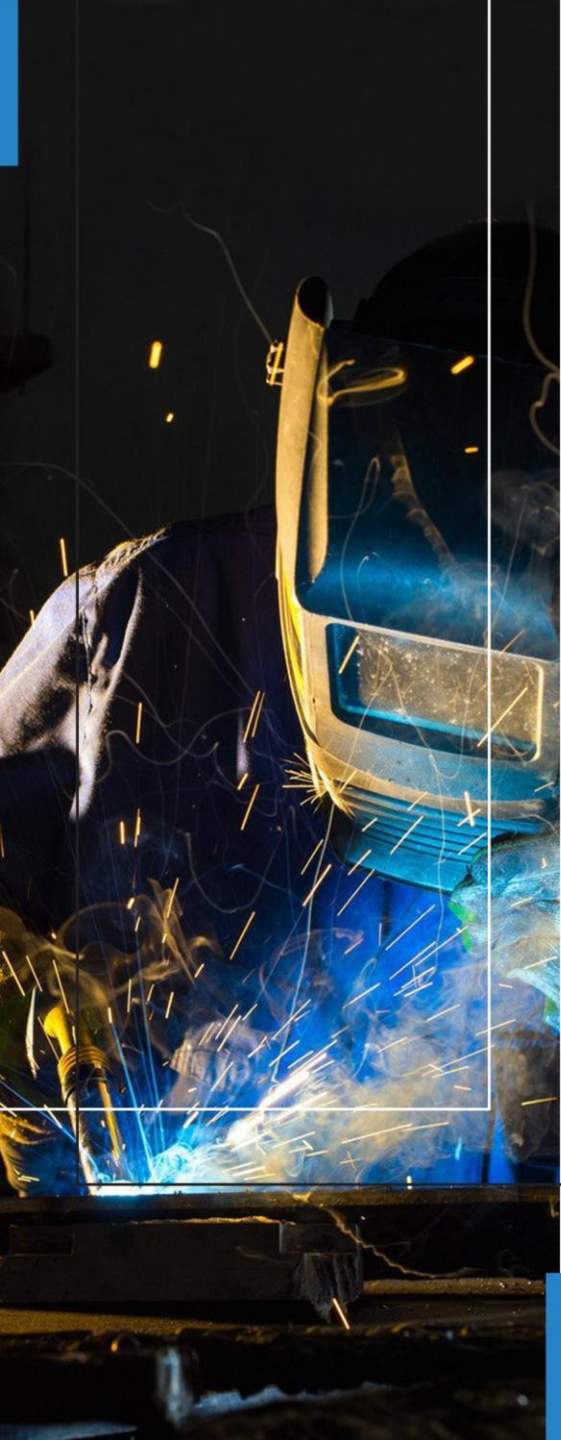
1. ตัวอักษรบอกชนิดของเหล็กและชนิดของธาตุผสม ดังแสดงในตาราง



มาตรฐานเหล็กของระบบญี่ปุ่น

สัญลักษณ์	ชนิดเหล็ก
S	เหล็กกล้า
SXXC	เหล็กกล้าคาร์บอนสำหรับงานโครงสร้างหรือเครื่องจักรกล
SF	เหล็กกล้าตีขึ้นรูป
SK	เหล็กกล้าคาร์บอนสำหรับทำเครื่องมือ
SC	เหล็กกล้าหล่อ
SKS, SKD, SKT	เหล็กกล้าผสมทำเครื่องมือ
SKH	เหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง
SUS	เหล็กกล้าสแตนเลส
FC	เหล็กหล่อสีเทา
FCD	เหล็กหล่อเกรดไฟต์กลม
FCD-A	เหล็กหล่อเกรดไฟต์กลมผ่านการอบชุบแบบออสเทมเพอริง (Austempering)
FCA, FCDA	เหล็กหล่อออสเทนนิติก (Austenitic)
FCMB	เหล็กหล่ออบเหนียวสีดำ (Blackheart Malleable Cast Iron)
FCMW	เหล็กหล่ออบเหนียวสีขาว (Whiteheart Malleable Cast Iron)
FCMP	เหล็กหล่ออบเหนียวเพิร์ล (Pearlitic Malleable Cast Iron)

แสดงชนิดของเหล็ก



มาตรฐานเหล็กของระบบญี่ปุ่น

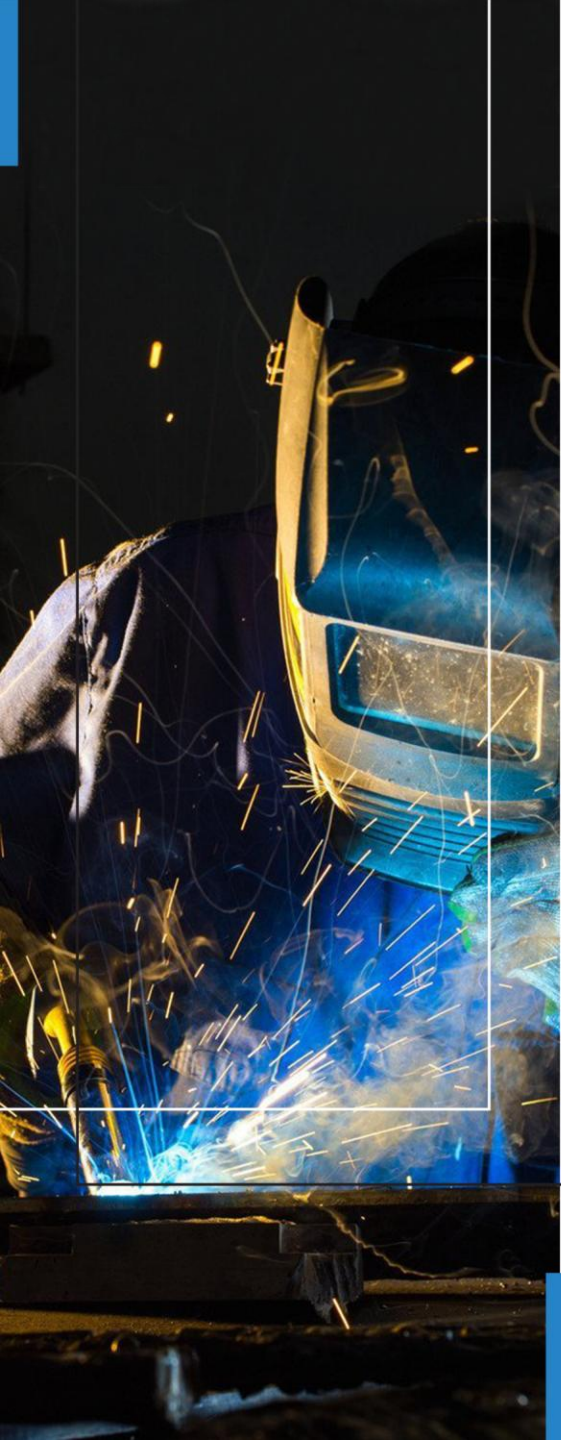
สัญลักษณ์	ชนิดเหล็ก
เหล็กที่ผสมธาตุเดียวจะเขียนด้วยสัญลักษณ์ของธาตุที่ผสม	
SCr	เหล็กกล้าโครเมียม
SMn	เหล็กกล้าแมงกานีส
Sni	เหล็กกล้านิกเกิล
เหล็กที่ผสมธาตุหลายชนิดจะเขียนด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่	
SCM	เหล็กกล้าโครเมียม-โมลิบดีนัม
SNC	เหล็กกล้านิกเกิล-โครเมียม
SNCM	เหล็กกล้านิกเกิล-โครเมียม-โมลิบดีนัม
SACM	เหล็กกล้าอะลูมิเนียม-โครเมียม-โมลิบดีนัม

2. ตัวเลขบอกค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด ความเค้นจุดคราก ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางมิลลิเมตร หรือปริมาณคาร์บอน และชั้นคุณภาพของเหล็ก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

JIS S 35 C หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอน มีปริมาณคาร์บอนผสม 0.35%

JIS FC 15 หมายถึง เหล็กหล่อสีเทา มีความต้านทานแรงดึงต่ำสุด 15 กิโลกรัม/ตารางมิลลิเมตร

JIS FCA-NiMn 147 หมายถึง เหล็กหล่อออสเทนนิติก มีนิกเกิลผสม 13% และแมงกานีส 7%

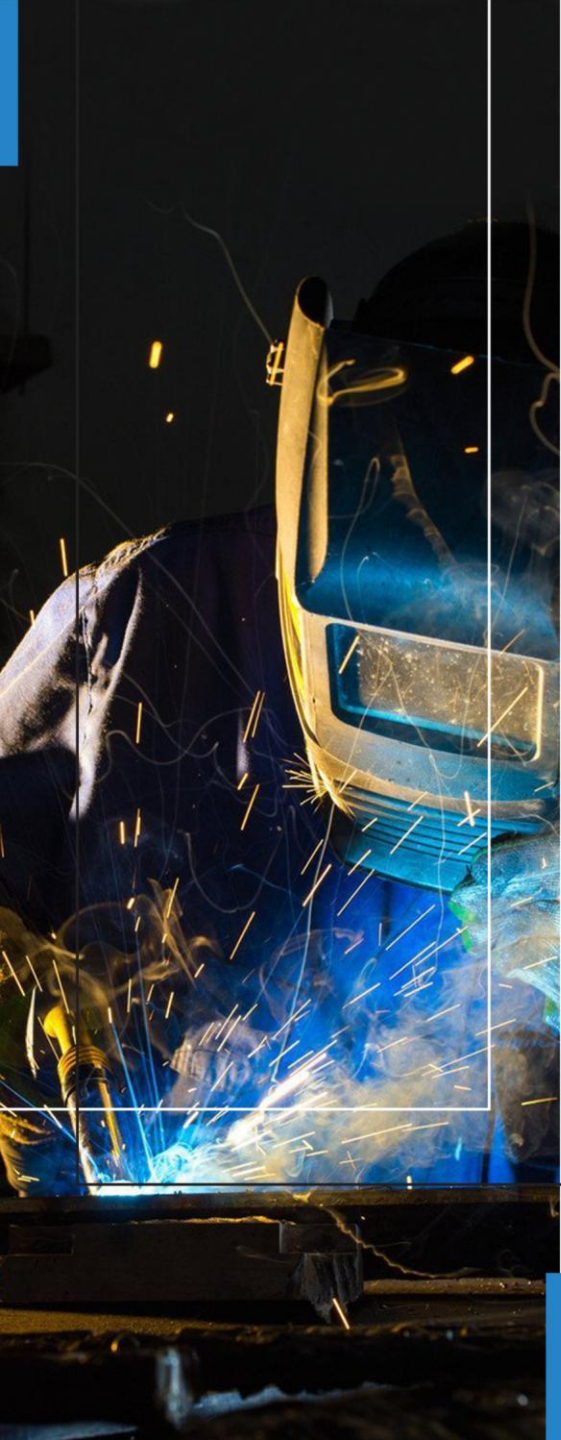


มาตรฐานหลักของระบบญี่ปุ่น

3. ตัวอักษรบอกรกรรมวิธีการผลิต หรือขบวนการอบชุบ ดังแสดงในตาราง

ตัวอักษร	กรรมวิธีการผลิตหรือกระบวนการอบชุบ
D	ดึงขึ้นรูปเย็น
G	การเจียระไน
T	การตัด
K	เหล็กถูกกำจัดออกซิเจน
N	การอบชุบ
Q	การชุบแข็งและการอบคืนไฟ

แสดงตัวอักษรบอกรกรรมวิธีการผลิตหรือกระบวนการอบชุบ



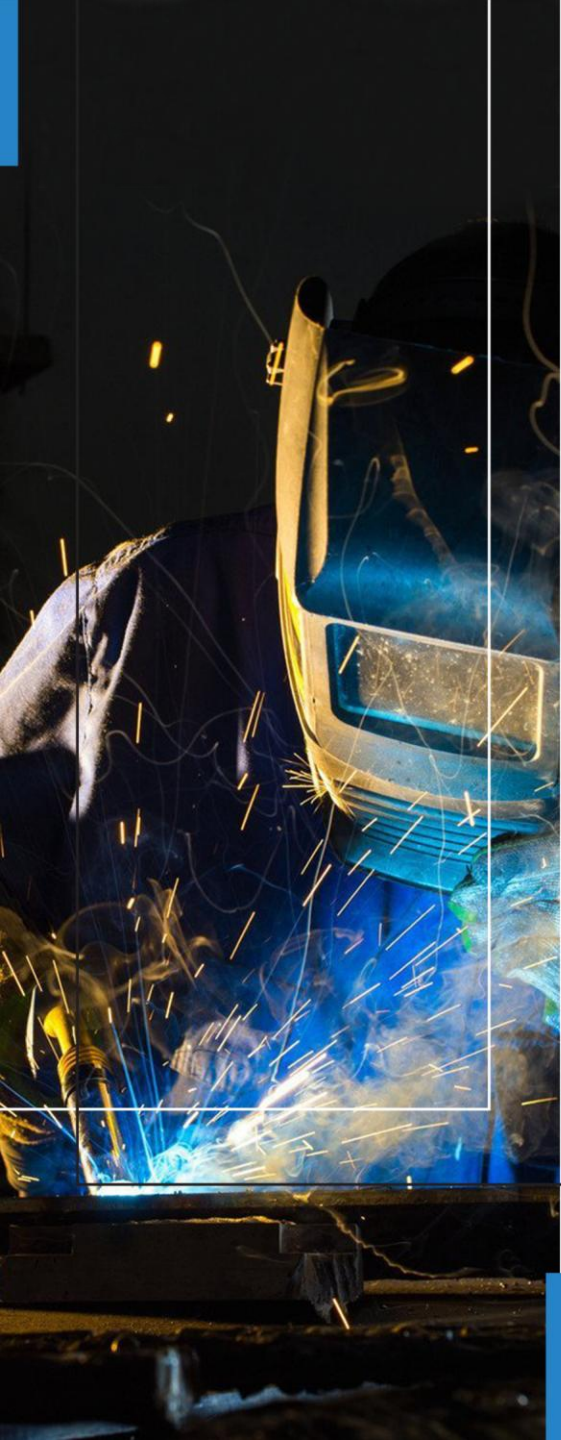
มาตรฐานหลักของระบบญี่ปุ่น

ตัวอักษร	กรรมวิธีการผลิตหรือขบวนการอบชุบ
A	การอบอ่อน
AS	การอบอ่อนเพื่อให้เกรนเป็นเม็ดกลม
SR	การอบคลายความเครียด
H	ความสามารถในการชุบแข็ง
TN	การอบคืนตัวของชิ้นงานทดสอบ
TNT	การอบคืนตัวชิ้นงานทดสอบและการอบคืนไฟ

ตัวอย่างเช่น

JIS S40C-QG หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอน มีปริมาณคาร์บอน 0.45% ผ่านกรรมวิธีชุบแข็งและอบคืนไฟ และทำการเจียระไน

JIS S37C-DAS หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอน มีปริมาณคาร์บอน 0.37% ผ่านกรรมวิธีดึงขึ้นรูปเย็น และอบอ่อนให้โครงสร้างเป็นเม็ดกลม



มาตรฐานหลักของระบบญี่ปุ่น

4. ตัวอักษรหรือตัวเลข แสดงชั้นคุณภาพการผลิตหรือพิถีพิถันของขนาดหรือความเผื่อ ดังแสดงในตาราง

ตัวอักษร	ชั้นคุณภาพการผลิต
K	ถูกกำจัดออกซิเจน
M	ถูกจำกัดปริมาณของแมงกานีส 0.6-0.9% เกรดเหล็กรีดร้อนเป็นแผ่นบาง แผ่นหนา และเหล็กเส้นแบน
C	คุณภาพทั่วไป
D	คุณภาพสำหรับงานดัดขึ้นรูป
E	คุณภาพสำหรับงานดัดขึ้นรูปลึก

แสดงตัวอักษรชั้นคุณภาพการผลิต

ตัวอย่างเช่น

JIS S29CM หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอน มีปริมาณคาร์บอน 0.29% และแมงกานีส 0.6-0.9%

JIS SK2M หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนทำเครื่องมือคุณภาพชั้น 2 ผสมแมงกานีส 0.6-0.9%

