



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

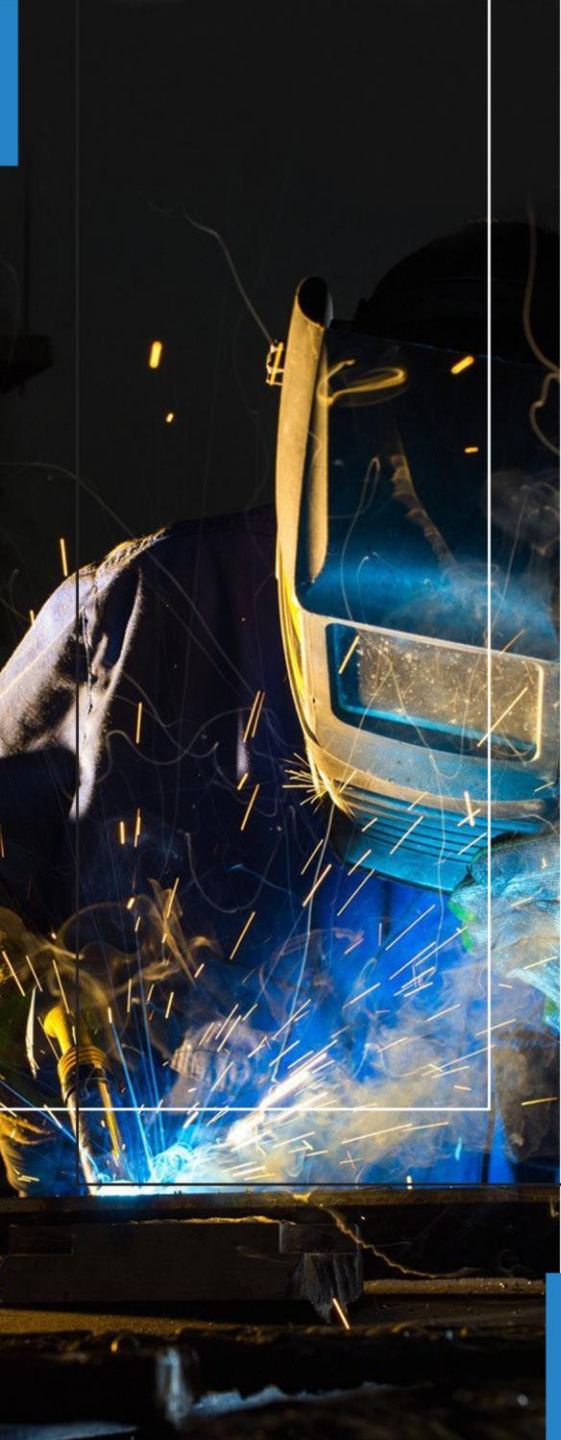
AISI, SAE X X X X XX

- 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

กลุ่มของเหล็กเครื่องมือ	สัญลักษณ์
1. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือชุบน้ำหรือเหล็กกล้าเครื่องมือคาร์บอน	W, (ชนิดชุบแข็งด้วยน้ำ)
2. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือทนแรงกระแทก	S, (ชนิดทนแรงกระแทก)
3. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือใช้งานเย็น	O, (ชนิดชุบแข็งด้วยน้ำมัน) A, (ชนิดชุบแข็งด้วยอากาศ, โลหะผสมปานกลาง) D, (ชนิดคาร์บอนสูง-โครเมียมสูง)
4. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือใช้งานร้อน	H : H1 – H19, (ชนิดโครเมียม) H20 – H39, (ชนิดทังสเตน) H40 – H59, (ชนิดโมลิบดีนัม)
5. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือความเร็วสูง	M, (ชนิดโมลิบดีนัม) T, (ชนิดทังสเตน)
6. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือทำแบบหล่อ	P, (ชนิดทำแบบหล่อหรือชนิดพลาสติก)
7. กลุ่มเหล็กกล้าเครื่องมือใช้ในงานพิเศษ	L, (ชนิดโลหะผสมต่ำ) F, (ชนิดคาร์บอน-ทังสเตน)

แสดงกลุ่มของเหล็กกล้าเครื่องมือ

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 Sig = 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 = ทำจัดแก๊สออกซิเจนได้ 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 (ตัวเลขที่อยู่หลังVบอกค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด)
KBK	ดึงเป็นผิวมัน
HI	ชุบแข็งด้วยการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า
HF	ชุบแข็งด้วยเปลวไฟ

แสดงอักษรสัญลักษณ์ของการอบชุบและใช้งานของเหล็ก

มาตรฐานเหล็กของระบบญี่ปุ่น

มาตรฐานของสำนักมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (JIS) ได้กำหนดมาตรฐานเป็นตัวอักษรและตัวเลข หรือบางครั้งอาจจะเป็นตัวอักษรเพียงอย่างเดียว ซึ่งตามหลังอักษร JIS ดังตัวอย่างต่อไปนี้

JIS X X X X

- ④ ตัวอักษรหรือตัวเลข แสดงชั้นคุณภาพของการผลิต หรือพิถีพิถันของขนาดหรือความเผื่อ
- ③ ตัวอักษรบอกกรรมวิธีการผลิตหรือกระบวนการอบชุบ
- ② ตัวเลขบอกค่าความต้านทานแรงดึงต่ำสุด ความเค้นที่จุดคราก (หน่วยเป็น กก./มม.²) หรือปริมาณคาร์บอน (หาร 100) และชั้นคุณภาพของเหล็ก
- ① ตัวอักษรบอกชนิดของเหล็กและธาตุผสม

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

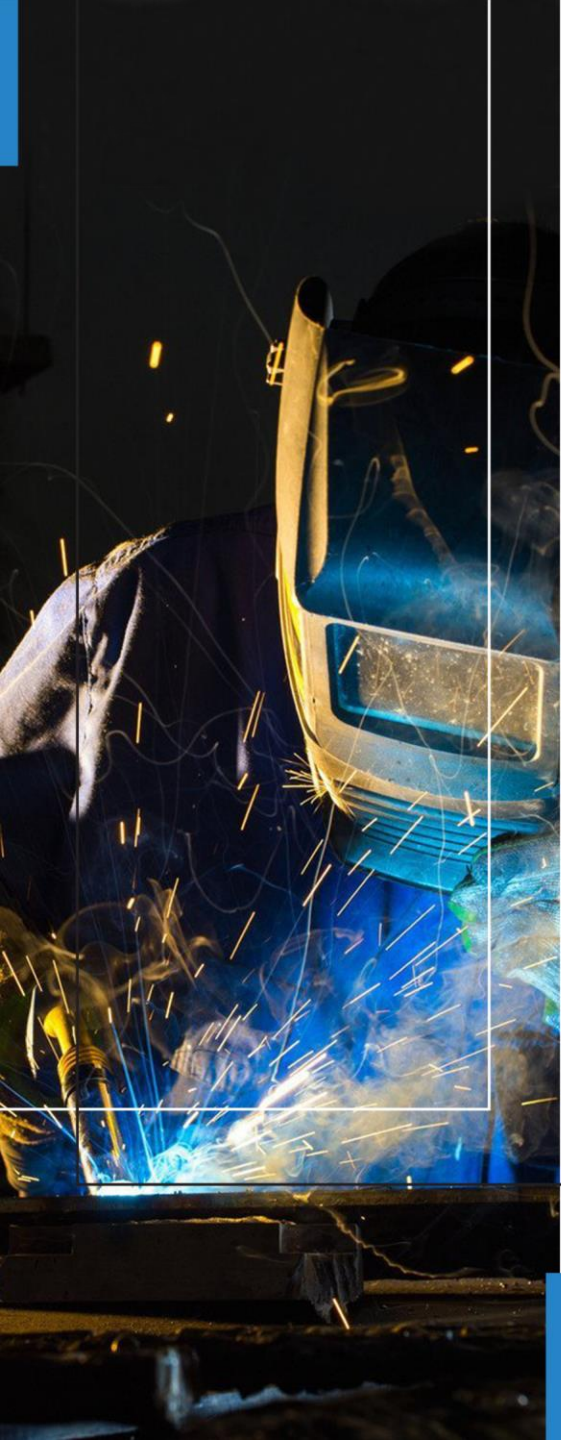
สัญลักษณ์	ชนิดเหล็ก
เหล็กที่ผสมธาตุเดียวจะเขียนด้วยสัญลักษณ์ของธาตุที่ผสม	
SCr	เหล็กกล้าโครเมียม
SMn	เหล็กกล้าแมงกานีส
Sni	เหล็กกล้านิกเกิล
เหล็กที่ผสมธาตุหลายชนิดจะเขียนด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่	
SCM	เหล็กกล้าโครเมียม-โมลิบดีนัม
SNC	เหล็กกล้านิกเกิล-โครเมียม
SNCM	เหล็กกล้านิกเกิล-โครเมียม-โมลิบดีนัม
SACM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

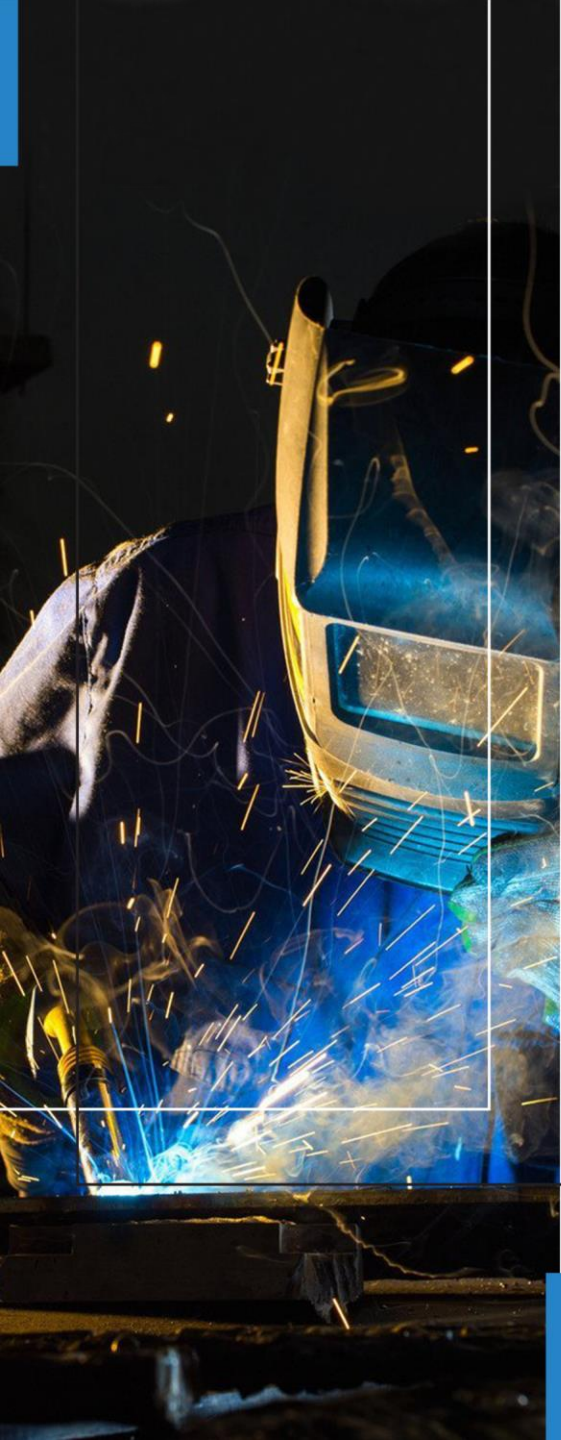


มาตรฐานหลักของระบบญี่ปุ่น

3. ตัวอักษรบอกกรรมวิธีการผลิต หรือขบวนการอบชุบ ดังแสดงในตาราง

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

แสดงตัวอักษรบอกกรรมวิธีการผลิตหรือกระบวนการอบชุบ



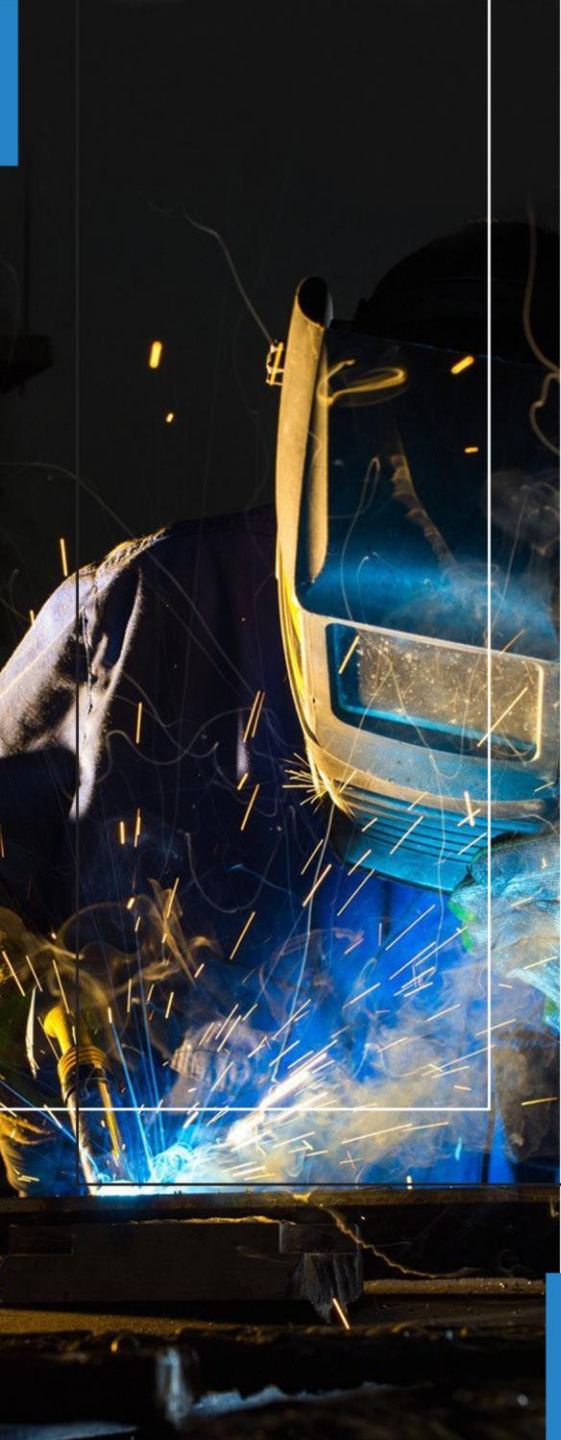
มาตรฐานหลักของระบบญี่ปุ่น

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% เกรดเหล็กที่ร้อนเป็นแผ่นบาง แผ่นหนา และเหล็กเส้นแบน
C	คุณภาพทั่วไป
D	คุณภาพสำหรับงานดัดขึ้นรูป
E	คุณภาพสำหรับงานดัดขึ้นรูปลึก

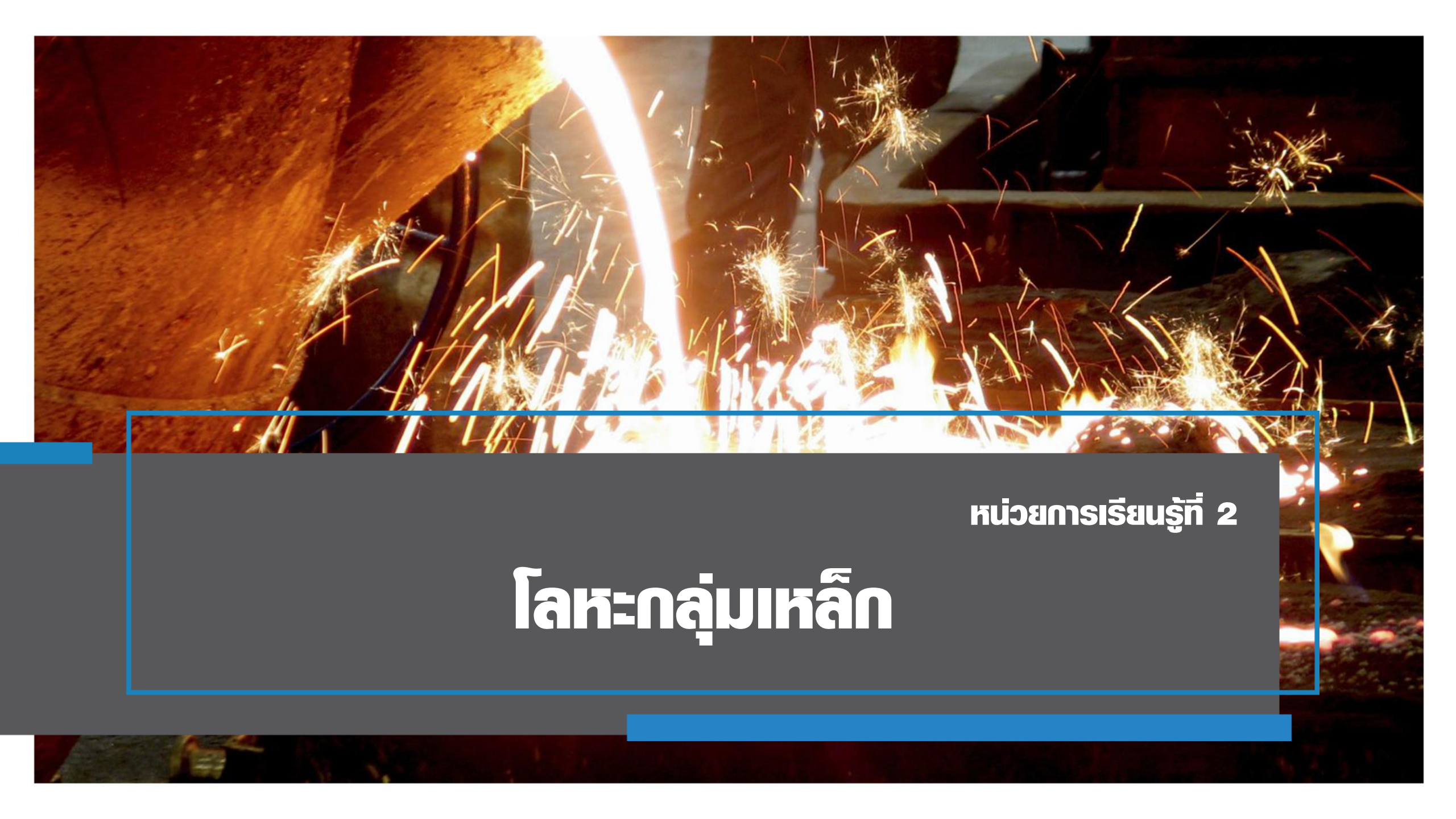
แสดงตัวอักษรชั้นคุณภาพการผลิต

ตัวอย่างเช่น

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

JIS SK2M หมายถึง เหล็กกล้าคาร์บอนทำเครื่องมือคุณภาพชั้น 2 ผสมแมงกานีส 0.6-0.9%





หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

โลหะกลุ่มเหล็ก

โลหะเหล็ก

โลหะเหล็ก (Ferrous Metal) เป็นวัสดุที่มีกำลังรับแรงรับสูง มีความคงทนตลอดอายุการใช้งานหากมีการบำรุงรักษาที่ดีและมีรูปทรงมาตรฐานที่แม่นยำไม่เปลี่ยนแปลงง่ายจึงถูกนำมาใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น ทำเป็นเครื่องมือกลกรรมเครื่องมือช่าง ใช้ในงานก่อสร้างหรือใช้ในงานอุตสาหกรรม เป็นต้น จึงจัดได้ว่าโลหะเหล็กมีความสำคัญต่อมนุษย์มากเพราะนอกจากจะสร้างความเจริญให้กับโลกแล้วยังเป็นส่วนประกอบของอาวุธยุทโธปกรณ์ที่มนุษย์นำมารบราฆ่าฟันกันอีกด้วย

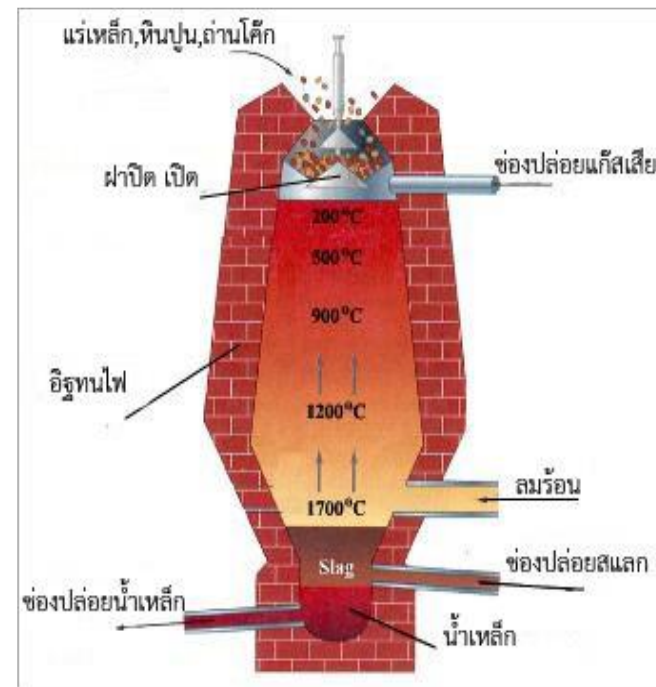
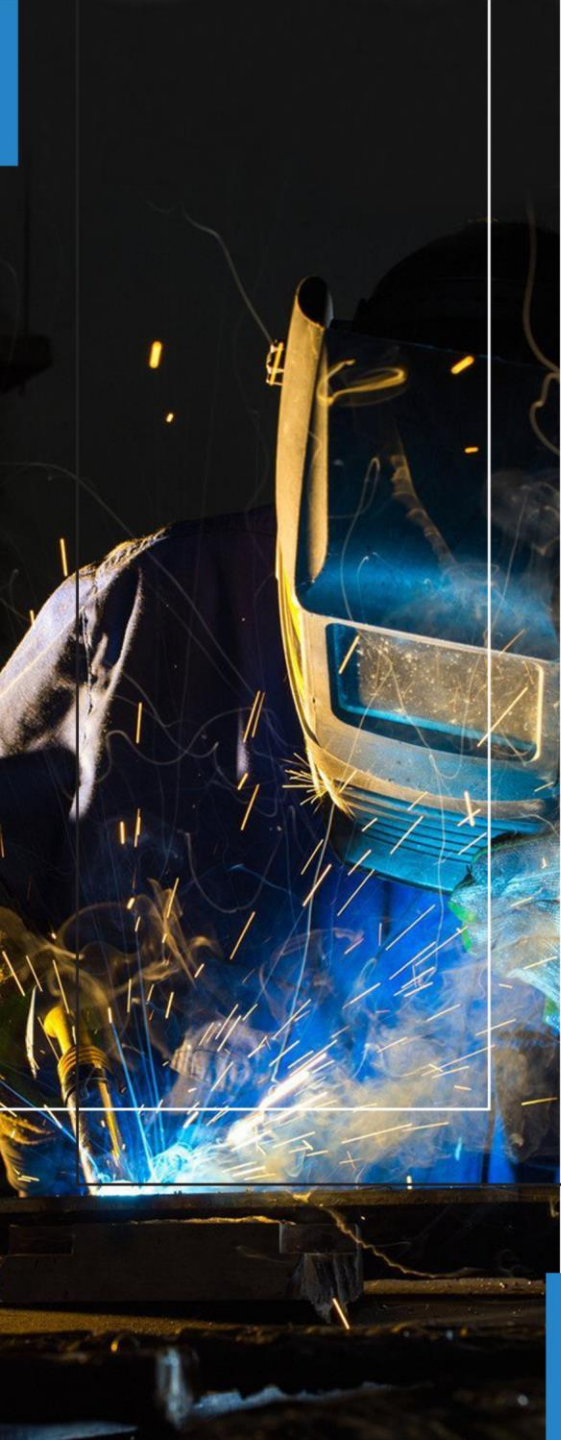


แสดงสะพานที่ทำจากเหล็ก

การผลิตเหล็ก

เหล็กดิบ (Pig Iron) เหล็กดิบเป็นเหล็กที่ได้จากการนำสินแร่เหล็กมาทำการถลุง โดยการให้ความร้อนแก่สินแร่ภายในเตาสูง (Blast Furnace) โดยการบรรจุวัตถุดิบ คือ สินแร่เหล็ก (Iron Ore) ถ่านหิน (Coal) และหินปูน (Limestone) โดยใช้รถลากวัตถุดิบ (Skip Car) เป็นตัวช่วยตักวัตถุดิบขึ้นไปสู่ปากเตาเพื่อบรรจุวัตถุดิบเข้าเตาแล้วจุดถ่านหินที่อยู่ภายในเตาให้ลุกติดไฟแล้วจึงเป่าลมให้เข้าไปในเตาเพื่อช่วยในการเผาไหม้ความร้อนภายในเตาสูงประมาณ $1,600^{\circ}\text{C}$ - $1,900^{\circ}\text{C}$ จนกระทั่งความร้อนสามารถถลุงสินแร่เหล็กที่อยู่ภายในเตาจนเป็นโลหะหลอม ซึ่งจะละลายไหลแทรกตัวอยู่ระหว่างช่องว่างของถ่านหินที่อยู่บริเวณก้นเตาโดยมีขี้ตะกรัน (Slag) ลอยอยู่บนส่วนบนของโลหะที่หลอมละลาย เจ้าหน้าที่จะเจาะเตาถลุงเพื่อให้ขี้ตะกรันที่ลอยอยู่บนน้ำเหล็กไหลออกก่อน จากนั้นจึงจะเจาะให้น้ำเหล็กไหลออกจากเตาเหล็กที่ได้จากการถลุงแร่เหล็ก ในเตาถลุงนี้เป็นเหล็กที่ยังไม่บริสุทธิ์มักเรียกว่าเหล็กดิบ เพื่อจะนำเหล็กดิบที่ถลุงได้ส่วนหนึ่งไปหล่อเป็นแท่ง โดยเครื่องจักรอัตโนมัติ เพื่อจะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำเหล็กกล้าหรือเหล็กหล่อ ในภายหลังโดยนำเหล็กดิบที่ยังร้อนหลอมเหลวแล้วจะนำไปบรรจุลงในเบ้า (Ladle) แล้วนำไปผลิตเป็นเหล็กกล้าต่อไป ในการถลุงสินแร่เหล็กนี้จะทำงานต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงติดต่อกันประมาณ 5-6 ปีจึงจะหยุดทำการซ่อมแซมเตาครั้งหนึ่ง

การผลิตเหล็ก



แสดงลักษณะเตาสูง



การผลิตเหล็ก

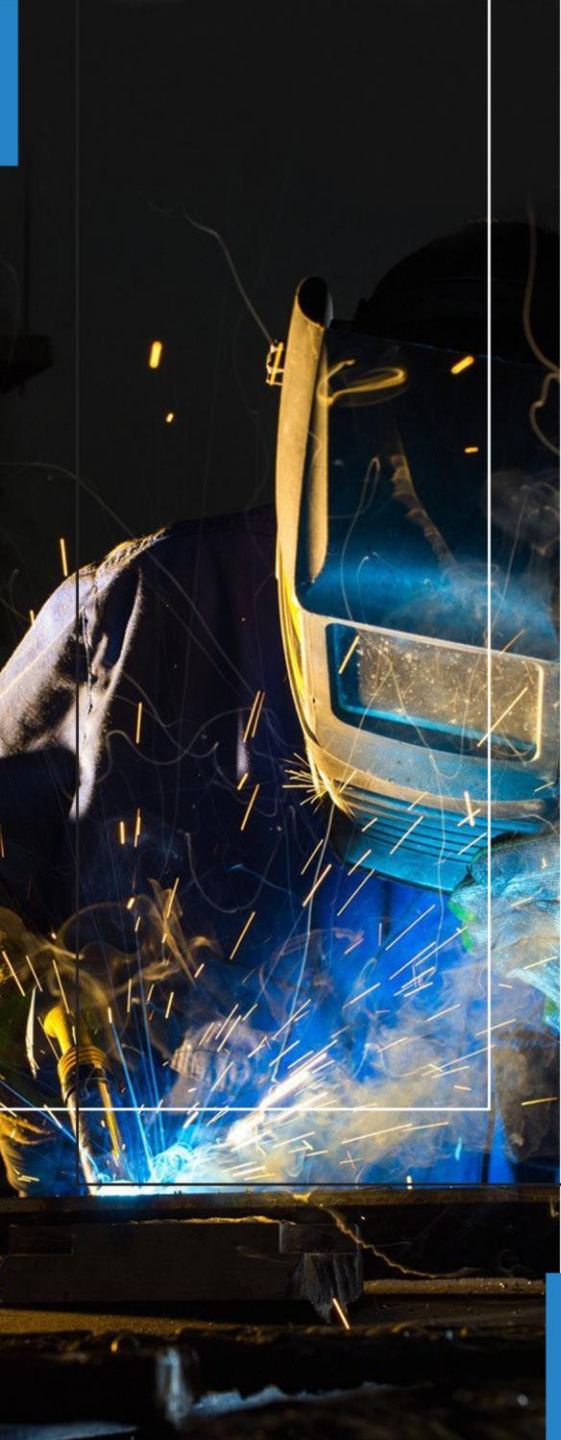
โดยปกติแล้วเหล็กดิบที่ผลิตได้จะมีธาตุต่าง ๆ ประสมอยู่โดยประมาณดังนี้

- คาร์บอน (Carbon : C) 3 - 4%
- ซิลิคอน (Silicon : Si) 1 - 3%
- แมงกานีส (Manganese : Mn) 1%
- ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P) 0.1 - 1%
- กำมะถัน (Sulphur : S) 0.05 - 0.1%

เหล็กดิบจะมีความแข็งและเปราะ ดังนั้นจึงมีความแข็งแรง ความเหนียวไม่มากนัก และทนต่อแรงกระแทกได้น้อย เหล็กดิบส่วนมากจะถูกนำไปหล่อเป็นเหล็กชนิดต่าง ๆ เช่น เหล็กหล่อและเหล็กกล้า เป็นต้น

ชนิดของเหล็กดิบเหล็กดิบที่ผลิตได้จากเตาสูงมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดและนำมาใช้ประโยชน์ต่างกันสามารถพิจารณาได้ดังนี้

1. เหล็กดิบเบสิก (Basic Pig Iron) นำไปใช้ในการหล่อเหล็กกล้า และรีดขึ้นรูป
2. เหล็กดิบเอซิด (Acid Pig Iron) นำไปใช้ในการหล่อเหล็กกล้า ผลิตเหล็กอ่อน และรีดขึ้นรูป



การผลิตเหล็ก

3. เหล็กดิบฟอร์จิง (Forging Pig Iron) นำไปใช้ในการผลิตเหล็กอ่อน เหล็กประสม และ รีดขึ้นรูป
4. เหล็กดิบโรงหล่อ (Foundry Pig Iron) นำไปใช้ในการหล่อเป็นเหล็กหล่อสีเทาและเหล็กหล่อประสม
5. เหล็กดิบมัลลิเอเบิลหรือเหล็กดิบเหนียว (Malleable Pig Iron) นำไปใช้ในการหล่อเป็นเหล็กหล่อสีขาว เหล็กหล่อเหนียว (เหล็กหล่อมัลลิเอเบิล) และเหล็กหล่อเหนียวประสม (เหล็กหล่อมัลลิเอเบิลประสม) อิทธิพลของธาตุที่ประสมอยู่ในเหล็กดิบ ธาตุชนิดต่าง ๆ ที่ประสมอยู่ในเหล็กดิบจะทำให้เหล็กดิบมีคุณสมบัติ ดังแสดงในตาราง



การผลิตเหล็ก

ธาตุผสม	สมบัติของธาตุ
คาร์บอน (Carbon : C)	คาร์บอนมีอิทธิพลต่อจุดหลอมเหลวของเหล็ก คือ จะทำให้จุดหลอมเหลวลดลงจึงทำให้เหล็กหลอมได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เหล็กแข็งขึ้นสามารถชุบแข็งได้ ความเหนียวและอัตราการขยายตัวลดลง สมบัติในการตีขึ้นรูปและการเชื่อมประสานลดลง
ซิลิคอน (Silicon : Si)	ซิลิคอนในเนื้อเหล็กจะรวมตัวกับคาร์บอน เกิดเป็นซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) ซึ่งมีความแข็งมาก ดังนั้นเหล็กที่มีซิลิคอนประสมอยู่มากเกินไปจะมีความเปราะ และแตกหักง่าย สมบัติในการเชื่อมประสานและปาดผิวลดลง แต่ทำให้มีความคงทนต่อการกัดกร่อนได้ดี
แมงกานีส (Manganese : Mn)	แมงกานีสที่ประสมอยู่ในเหล็กดิบจะทำให้เหล็กมีความแข็งและทนต่อการสึกหรอได้ดี และจุดหลอมเหลวเพิ่มขึ้นอยู่ด้วย
ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P)	ฟอสฟอรัส ถ้ามีมากในสินแร่เหล็กจะทำให้การถลุงยากขึ้น และถ้ามีมากในเนื้อเหล็กจะทำให้เปราะหักง่ายที่อุณหภูมิเย็นแต่ถ้ามีน้อยจะช่วยให้สามารถหล่อได้บาง ๆ หลอมไหลได้ง่ายสะดวกในการเทลงแบบ
กำมะถัน (Sulphur : S)	กำมะถัน ถ้ามีมากในเนื้อเหล็กจะทำให้เหล็กเปราะหักง่าย ณ ที่อุณหภูมิสูง ๆ ทำให้การหลอมไหลยากไม่สะดวกที่จะเทลงแบบ ดังนั้นการนำไปใช้งานที่อุณหภูมิสูง ๆ จึงไม่ดี

ที่มา : ชัชวาล วงศ์ใหม่, 2554

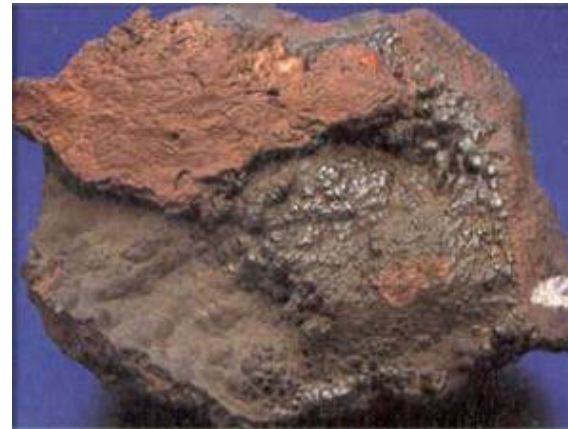
แสดงสมบัติของธาตุที่ประสมในเหล็กดิบ

แร่เหล็ก

เหล็กเป็นธาตุโลหะที่มีประมาณ 4.5% ในเปลือกโลกโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของออกไซด์คาร์บอนเนต, ซิลิเกต และ ชัลไฟด์ แร่เหล็กที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กมีอยู่ 4 ชนิด คือ

สินแร่เหล็กที่นำมาใช้ในการผลิตเหล็กมีหลายชนิดที่นำมาใช้มากมีดังนี้

1. เฮมาไทต์ (Hematite : Fe_2O_3) หรือแร่เหล็กแดงมาจากภาษากรีก “Hiama” แปลว่าเลือดเพราะมีสีผงละเอียดสีแดง เลือดหมู เฮมาไทต์เป็นแร่ที่เกิดแพร่หลายมากในหินยุคต่าง ๆ และเกิดมากมายจนเป็นแหล่งสินแร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ อาจเกิดโดยการแทนที่ในหินปูนเนื่องมาจากการแทรกดันของหินอัคนี ซึ่งพบเป็นส่วนมากทั้งขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ มีมูลค่ามหาศาล พบในแหล่งที่มีการแปรสภาพบริเวณไพศาล (Regional Metamorphism) ลักษณะ แร่เฮมาไทต์ ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะแร่เฮมาไทต์

แร่เหล็ก

2. แมกนีไทต์ (Magnetite : Fe_3O_4) ปกติเป็นเม็ดเกาะแน่นเนื้อละเอียดหรือหยาบ สีดำแบบเหล็ก สีผงละเอียดสีดำวาวแบบโลหะ เนื้อเปราะร่วน รอยแตกไม่เรียบ แม่เหล็กดูดติดดีมากและตัวแร่เป็นแม่เหล็กด้วย เป็นแร่เกิดอุณหภูมิสูงแทรกอยู่ทั่วไปในหินอัคนีในหินอ่อน และในสายแร่พวกซัลไฟด์ตามชายฝั่งทะเลที่มีทรายสีดำมีแมกนีไทต์ปนอยู่ด้วยเสมอได้พบบ่อย ๆ เหมือนกันที่เกิดร่วมกับพลอยคอร์รัมด์ัมในลักษณะที่รู้จักกันในชื่อ Emery ลักษณะแร่แมกนีไทต์ ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะแร่แมกนีไทต์

แร่เหล็ก

3. ไพไรต์ (Pyrite : FeS_2) เกิดพบอยู่ทั่วไปหรือเกิดเป็นมวลเมล็ด หรือเนื้อสมานแน่นหรือเป็นก้อนผิวเรียบเป็นมันสีทองเหลือง สีผงละเอียดสีดำออกเขียว มีร่องขนานถี่ (striation) บนผิวหน้าผลึกชัดเจนมีเหล็ก 46.6% อาจจะมีทองแดง (Cu) โคบอลต์ (Co) นิกเกิล (Ni) อาร์เซนิก (As) และทอง (Au) ปนอยู่ด้วย เผาด้วยเปลวสีน้ำเงินจะไล่ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกมา ละลายในกรดดินประสิวเข้มข้นแต่ถ้าต้มกรด จึงจะได้กำมะถันแยกออกมารูปผลึกลูกบาศก์เด่นชัดมาก แต่ก็มีมุมตัดจนเกิดเหลี่ยมได้มากมายสีคล้ายโลหะทองเหลือง แข็งกว่าไพไรโรไทต์ และคาลโคไพไรต์มีสีเหลืองอ่อนชัดกว่า ต่างกับทองคำตรงที่ไพไรต์เปราะร่วนและแข็งกว่า ตรวจดูสีผงละเอียดสีดำออกเขียวดูความแข็ง และทดลองละลายในกรดดินประสิวลักษณะแร่ไพไรต์ ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะแร่ไพไรต์

แร่เหล็ก

4. ไซเดอร์ไรต์ (Siderite : FeCO_3) มาจากภาษากรีก “Sideros” แปลว่า “Iron” หรือเหล็ก เพราะมีส่วนประกอบเป็นเหล็ก สนิ แร่สปาทิกเป็นชื่อสามัญ ส่วนชาลิไบท์นักวิชาแร่เรียกกันเพื่อเป็นเกียรติแก่ นายชาลิเบส ซึ่งอาศัยอยู่ที่ทะเลดำ และเป็นคนงาน รูปผลึกเป็นแบบสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนแบน แต่พื้นหน้าผลึกมักจะโค้งไม่แบนเรียบอาจพบแบบเป็นมวลเม็ดเนื้อแน่นหรือเป็นก้อนกลมหรือเป็นแผ่นเล็ก ๆ เกาะกันแน่นเป็นเม็ดเล็ก ๆ โดด ๆ ปนอยู่ในลานแร่ดีบุกแบบคล้ายพวงองุ่น เนื้อร่วน เปราะ มีเนื้อโปร่งใส ถึงโปร่งแสงความวาวคล้ายแก้ว สีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้มอาจมีสีเทา เขียว และอาจไม่มีสีผลึกแผ่นแบนสังเกตดูหน้าผลึกจะโค้งและดูลักษณะรอยแตก และสีมีความแข็งความถ่วงจำเพาะสูงกว่าแร่คาร์บอเนตอื่น ๆ ละลายในกรดไฮโดรคลอริกเย็นได้ช้ามากจะละลายได้เร็ว และมีฟองถ้าทำให้ร้อนจะมีสมบัติแม่เหล็กอย่างแรง เกิดร่วมกับแร่เงิน ไพไรต์ คาลโคไพไรต์ และกาสินาในสายแร่เกิดจากสารละลายที่มีเหล็กเข้าไปแทนที่ในหินปูน ถ้าเกิดแทนที่ได้มากอาจเป็นแหล่งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ พบเกิดเป็นเพื่อนแร่ในบริเวณแหล่งแร่ดีบุกที่เกิดแบบสัมผัสหินแกรนิตกับหินปูนบางครั้งพบเกิดร่วมกับเนื้อดิน เรียกชั้นแร่เหล็กปนดิน (Caly Ironstone)



แสดงลักษณะแร่ไซเดอร์

แหล่งกำเนิดแร่ที่สำคัญ

ปัจจุบันมีการนำสินแร่มาผลิตเหล็กอยู่หลายประเทศ ซึ่งประเทศผู้ผลิตเหล็กที่ใหญ่ที่สุดในโลกได้แก่

- 1. สาธารณรัฐประชาชนจีน** เป็นผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่ของโลก มีการผลิตเหล็ก 1,500,000 ตันต่อปี แต่มีการนำไปใช้ในการพัฒนาประเทศเป็นจำนวนมาก ทำให้จีนกลายเป็นผู้นำเข้าเหล็กรายใหญ่ที่สุดของโลก
- 2. ออสเตรเลีย** ผลิตเหล็กราว 660,000 ตัน เป็นประจำทุกปีของการทำเหมืองแร่เหล็กในประเทศออสเตรเลียคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 47 ที่มีมูลค่า 33.56 พันล้านดอลลาร์ ถูกใช้ในภาครัฐของออสเตรเลีย และร้อยละ 63 ของการผลิตเหล็กในออสเตรเลียจะถูกส่งออกไปยังประเทศจีนตามด้วยญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ รัฐบาลออสเตรเลียได้คำลิขสิทธิ์จากการทำเหมืองหินในประเทศกว่า 3.9 พันล้านดอลลาร์



แสดงลักษณะเหมืองแร่ ในประเทศออสเตรเลีย

แหล่งกำเนิดแร่ที่สำคัญ

3. บราซิล ถือเป็นผู้ผลิตเหล็กรายใหญ่อันดับสามของโลก มันเป็นสินค้าที่มีการขนส่งที่ใหญ่ที่สุดของบราซิล เหมืองแร่เหล็กที่สำคัญคือ วิลานัวา ของรัฐ Minas Gerais มีแร่เหล็กสำรอง 9,187,000 ตัน เป็นจตุรัสที่จัดการการผลิตเหล็กที่ใหญ่ที่สุดในประเทศบราซิล ลักษณะเหมืองแร่ในประเทศบราซิล ดังแสดงในรูป

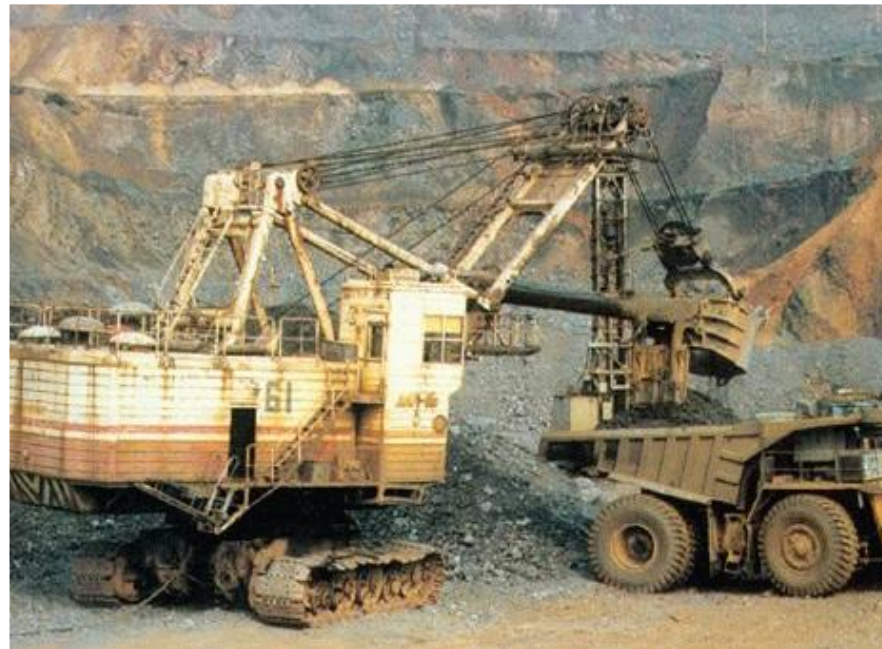


แสดงลักษณะเหมืองแร่ ในประเทศบราซิล

4. แคนาดา เป็นผู้ผลิตเหล็กใหญ่เป็นอันดับ 4 ในโลก บริษัทสินแร่เหล็กของประเทศแคนาดามีหน้าที่ทำการผลิต และการประมวลผลพร้อมกับการสกัดแร่เหล็ก สถานที่การสกัดที่ใหญ่ที่สุด คือ ลาบราดอร์ ระหว่างภูเขาลาบราดอร์ และควิเบก สถานที่เหล่านี้คือที่ที่ใช้ในการผลิตแร่เหล็กของประเทศแคนาดา โดยเริ่มต้นขุดเหมืองในปี 1954 ในขณะที่มันถูกค้นพบในปี 1892

แหล่งกำเนิดแร่ที่สำคัญ

5. ยูเครน มีสำรองขนาดใหญ่ของธาตุเหล็ก ซึ่งเป็นแร่แปรรูปอยู่ในโพลีเหล็กยูเครน อุตสาหกรรมเหล็กของยูเครนมีการสำรองแร่เหล็กประมาณ 27.4 ล้านตัน เพื่อเป็นสิ่งที่ใช้ในการสนับสนุนหลักให้กับเศรษฐกิจของยูเครน ถึงจะมีแร่เหล็กมาก เนื่องมาจากการทำเหมืองมานานเป็นร้อยปีแล้วทำให้เกิดหลุมลึกขนาดใหญ่ทำให้เป็นเรื่องยากในการขุดหาแร่เหล็ก



แสดงลักษณะเหมืองแร่ ในประเทศยูเครน

แหล่งกำเนิดแร่ที่สำคัญ

6. อินเดีย ประเทศอินเดียมีการผลิตเหล็กกว่า 12 ล้านตันต่อปี ทรัพยากรเกรดสูงจะถูกจำกัดและส่วนใหญ่เหล็กที่มีคุณภาพดี จะอยู่ในภาค Bailadila ของ Chattisgarh อินเดียยังเป็นผู้ส่งออกเหล็กเป็นอันดับ 5 ของโลก โดยแร่เหล็กในอินเดีย ส่วนใหญ่จะส่งออกไปยัง ประเทศต่าง ๆ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี และประเทศอื่น ๆ



แสดงลักษณะเหมืองแร่ ในประเทศอินเดีย



แหล่งกำเนิดแร่ที่สำคัญ

ประเทศไทยมีแหล่งแร่เหล็กหลายแห่งด้วยกัน ทั้งที่กำลังมีการผลิต และที่ผลิตไปหมดแล้ว และแหล่งที่น่าสนใจที่อาจเป็นแหล่งที่มีค่าในอนาคต แหล่งแร่เหล็กที่มีหรือเคยมีการผลิต ได้แก่ ที่หัวหวาย อำเภอตากลี จังหวัดนครสวรรค์ ที่เขาทับควายที่อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ที่เขาชีโอน-ชีจรรย์ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี และที่อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช ส่วนแหล่งแร่อื่น ๆ ที่น่าสนใจได้แก่ แหล่งภูยาง ภูเหล็ก และภูเอี้ยะ อำเภอเชียงคาน แหล่งภูอ่าง อำเภอเมือง จังหวัดเลย แหล่งอิมครีม อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี แหล่งหนองบอน อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา แหล่งแม่โก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ แหล่งเถิน อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง แหล่งชัยไม้แดง เขาเหล็ก อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ แหล่งปรกฟ้า อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี แหล่งเกาะม่วง เกาะเหล็ก อำเภอเกาะลันตา จังหวัดกระบี่ นอกจากนี้ยังพบแร่เหล็กทั่วไปเกือบทุกจังหวัด

แหล่งกำเนิดแร่ที่สำคัญ



การผลิตเหล็ก (The Production of Iron and Steel)

เหล็กเป็นแร่ธาตุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งไม่ค่อยพบในรูปของเหล็กบริสุทธิ์มากนัก ส่วนใหญ่จะพบในรูปของสารประกอบรวมตัวอยู่กับแร่ธาตุอื่น เราสามารถพบเห็นเหล็กบริสุทธิ์ได้จากสะเก็ดของดาวตกหรือลูกอุกาบาตในเวลากลางคืน โดยปกติเหล็กบริสุทธิ์จะไม่ใช่สนิม แต่เราก็ไม่สามารถนำเหล็กบริสุทธิ์ไปใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้เพราะคุณสมบัติอ่อนเกินไปและมีคุณสมบัติทางเชิงกลแย่มาก ดังนั้นเหล็กที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงเป็นเหล็กผสมโดยจะมีเหล็กเป็นองค์ประกอบหลักและจะมีส่วนผสมอื่น ๆ ที่ทำให้สมบัติของเหล็กเป็นไปตามที่ต้องการ เป็นองค์ประกอบย่อย เช่น

คาร์บอน (C) ความหนาแน่น 1.9 kg/dm^3 จุดหลอมเหลว $3,540^\circ\text{C}$ เป็นโลหะ เป็นธาตุที่ได้มาจากถ่านหิน ถ่านโค้ก คาร์บอนนี้ผสมอยู่ในเนื้อเหล็ก 2 ลักษณะ คือ ในสภาวะเหล็กคาร์ไบด์ (Fe_3C) และในสภาวะแกรไฟต์ คาร์บอนที่เจืออยู่ในเหล็กจะช่วยทำให้จุดหลอมเหลวต่ำลงหากมีมากจะทำให้เหล็กแข็งและเปราะ ซิลิคอน (Si) ความหนาแน่น 2.33 kg/dm^3 จุดหลอมเหลว 1420°C เป็นโลหะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะกลายเป็นซิลิกา ($\text{Silica}=\text{SiO}_2$) ซึ่งได้แก่ หิน ควอตซ์ ทราย เมื่อทำปฏิกิริยากับคาร์บอนในเนื้อเหล็กจะกลายเป็นซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) ซึ่งทำให้เหล็กแข็ง ถ้ามีมากจะทำให้เปราะหักง่ายเป็นตัวทำให้เกิดการแยกตัวของแกรไฟต์ได้



แหล่งกำเนิดแร่ที่สำคัญ

แมงกานีส (Mn) ความหนาแน่น 7.47 kg/dm^3 จุดหลอมเหลว $1,260^\circ\text{C}$ ทำจากหินสีน้ำตาล แมงกานีสไดออกไซด์ มีสีแดงเป็นวาว แข็ง และเปราะ ใช้เป็นสารดูดออกซิเจนออกจากน้ำ (Deoxidizer) เป็นธาตุที่หน่วงเหนี่ยวไม่ให้เกิดการแยกตัวเป็นแกรไฟต์แต่จะรวมตัวกับกำมะถันและช่วยเพิ่มคุณสมบัติทางกลให้กับเหล็กหล่อ ฟอสฟอรัส (P) ความหนาแน่น 1.83 kg/dm^3 จุดหลอมเหลว 44°C เป็นโลหะอยู่ในแร่หินฟอสเฟต เป็นสารที่ไม่พึงประสงค์ในเนื้อเหล็กถ้ามีมากเกินไปจะทำให้เหล็กหักเปราะได้ง่ายที่อุณหภูมิเย็น และมีคุณสมบัติทางกลเลวลงแต่จะทำให้เหล็กเทลงแบบหล่อได้ง่าย

กำมะถัน (S) ความหนาแน่น 2.06 kg/dm^3 จุดหลอมเหลว 113°C เป็นโลหะก่อกวนสีเหลือง เกิดในธรรมชาติ ถ้ามีมากเกินไปกักในเนื้อเหล็กจะทำให้หักเปราะง่าย ใช้งานไม่ได้ที่อุณหภูมิสูง ทำให้เทหล่อลงแบบได้ยาก มีคุณสมบัติทางกลเลวลงและทำให้ชิ้นงานหล่อเกิดความเครียดและรอยร้าวได้ง่าย

เหล็กกล้า

เหล็กกล้า (Steel) เป็นเหล็กที่ผลิตได้จากการหลอมละลายเหล็กดิบสีขาว (Gray Pig Iron) ที่ได้จากเตาสูงให้บริสุทธิ์ขึ้น โดยทั่วไปเหล็กกล้าจะมีปริมาณธาตุคาร์บอน (C) ผสมอยู่ประมาณ 0.008% ถึง 2% โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่นปนอยู่ในรูปของสารมลทิน (Impurities) อีกเช่น ซิลิกอน (Si) แมงกานีส (Mn) ฟอสฟอรัส (P) และกำมะถัน (S) ซึ่งสารมลทินเหล่านี้จะถูกกำจัดออกให้หมดหรือให้เหลือในปริมาณตามที่ต้องการโดยให้สารมลทินเหล่านี้รวมตัวกับ ฟลักซ์ (Flux) กลายเป็นขี้ตะกรัน (Slag) ออกมา



การแบ่งประเภทของเหล็กกล้า

เหล็กกล้าได้มีการคิดค้นเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในหลายรูปแบบดังนั้นจึงมีการผลิตเหล็กกล้าออกมาหลายประเภทตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐาน อัตราส่วนผสม และปริมาณคาร์บอนโดยน้ำหนักพิจารณาจาก Iron-carbon Equilibrium Diagram แล้ว จะเห็นว่าเหล็กกล้า มีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.008% - 2% โดยน้ำหนัก แต่ในทางปฏิบัติแล้วเหล็กกล้าจะมีได้ไม่เกิน 1.7% ถ้ามีมากกว่านั้นจะขาดคุณสมบัติความแข็งแรงและความเหนียวไป หากยึดหลักตามอัตราส่วนปริมาณคาร์บอนและการใช้งานแล้วจะสามารถแบ่งประเภทเหล็กกล้าออกได้เป็น 5 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

เหล็กกล้า

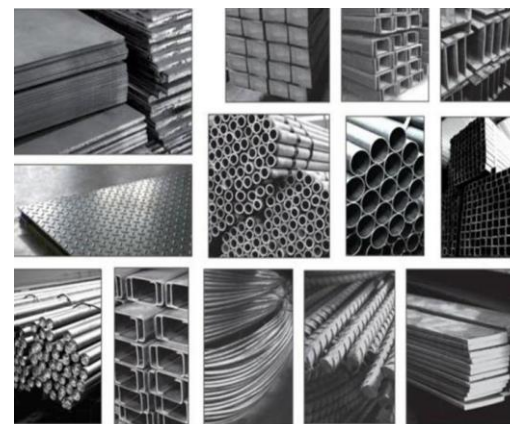
1. เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel)

เหล็กกล้าคาร์บอนเป็นเหล็กกล้าที่มีส่วนผสมของคาร์บอนเป็นหลักโดยจะมีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนไม่เกิน 1.7% จะมีธาตุอื่นผสมอยู่ด้วย เช่น ซิลิคอน ฟอสฟอรัส กำมะถัน ซึ่งธาตุเหล่านี้มีปริมาณน้อยมาก จะติดมากับเนื้อเหล็กตั้งแต่เริ่มการผลิตเหล็กจากสินแร่โดยกรรมวิธีการผลิตของเหล็กกล้าคาร์บอน ได้แก่ กรรมวิธี LD กรรมวิธีโธมัส กรรมวิธีเตากระทุ้ง กรรมวิธีเบสเซเมอร์ เหล็กชนิดนี้เป็นวัสดุช่างชนิดเดียวที่มีคุณสมบัติทางความแข็งแรง (Strength) และความอ่อนตัว (Ductility) ที่เปลี่ยนแปลงได้กว้างมากตามปริมาณของคาร์บอนที่มีอยู่ในเหล็ก ทำให้เหมาะที่จะเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมของลักษณะงานบางครั้งก็เรียกว่า “Mild Steel”

เหล็กกล้า

นอกจากนี้ยังแยกออกตามปริมาณคาร์บอนที่อยู่ได้ 3 ชนิดคือ

เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำเป็นเหล็กที่มีคุณสมบัติเหนียว แต่ไม่แข็งแรงนัก สามารถนำไปกลึง กัด ไส เจาะได้ง่าย นอกจากนี้ยังเป็นเหล็กที่อ่อน สามารถรีดหรือตีเป็นแผ่นได้ง่ายเหล็กชนิดนี้เหมาะกับการที่ไม่ต้องการความแข็งแรงสูงนัก นอกจากนี้เหล็กชนิดนี้ไม่สามารถนำมาชุบแข็งหรือชุบผิวแข็งได้ แต่ถ้าต้องการชุบแข็งต้องใช้วิธีเติมคาร์บอนที่ผิวก่อน เพราะมีคาร์บอนน้อย เปอร์เซนต์คาร์บอนไม่เกิน 0.3% กรรมวิธีการผลิตกรรมวิธีเบสเซเมอร์ การใช้งานเหล็กแผ่น หม้อน้ำ ท่อน้ำประปา เหล็กเส้นในงานก่อสร้าง เหล็กเคลือบดีบุก เช่น กระจังบรรจุอาหาร เหล็กอาบสังกะสี เช่น แผ่นสังกะสีมุงหลังคา ทำตัวถังรถยนต์ ถังน้ำมัน งานย้ำหมุด ทำสกรู ลวด สลักเกลียว ชิ้นส่วนเครื่องจักร ไซ بانพับ ประตู



แสดงลักษณะเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

เหล็กกล้า

เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel) เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง เป็นเหล็กกล้าชนิดนี้มีความแข็งแรงและความเค้นแรงดึงมากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แต่จะมีความเหนียวน้อยกว่า นอกจากนี้ยังให้คุณภาพในการแปรรูปที่ดีกว่าและยังสามารถนำไปชุบผิวแข็งได้ เหมาะกับงานที่ต้องการความเค้นดึงปานกลาง ต้องการป้องกันการสึกหรอที่ผิวหน้า และต้องการความแข็งแรง แต่มีความแข็งบ้างพอสมควร เพอร์เซ็นต์คาร์บอน 0.30-0.45 % กรรมวิธีการผลิต เบสเซเมอร์ โทมัส เตากระทะ LD การใช้งานทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ทำรางรถไฟ เพลาเครื่องกล เฟือง หัวค้อน ก้านสูบ สปริง ชิ้นส่วนรถไถนา ไขควง ท่อเหล็ก น็อต สกรูที่ต้องแข็งแรง ลักษณะชิ้นงานที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะชิ้นงานที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง

เหล็กกล้า

เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon steel) เหล็กกล้าคาร์บอนสูงเป็นเหล็กกล้า ชนิดนี้เป็นเหล็กที่มีความแข็งแรง ความแข็งและความเค้นแรงดึงสูงเนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์คาร์บอน 0.45–1.5% สามารถทำการชุบแข็งให้มีคุณสมบัติ เปลี่ยนแปลงได้ แต่เมื่อชุบแข็งแล้วจะเปราะเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความต้านทานต่อการสึกหรอ การใช้งาน ทำเครื่องมือ ต่าง ๆ เช่น ดอกสว่าน สกัด กรรไกร มีดคulling ใบ เลื่อยตัดเหล็ก ดอกทำเกลียว (tap) ไขมีดโกน ตะไบ แผ่นเกจ สปริงแหนบ ลูกบอลในแบร์ริงลูกปืน ลักษณะเครื่องมือดังในรูป



Straight Fluted Tap



Spiral Point Tap



Spiral Flute Tap

ดอกทำเกลียว



ดอกสว่าน



สกัด

แสดงเครื่องมือที่ทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนสูง



เหล็กกล้า

2. เหล็กกล้าประสม (Alloy Steel) เหล็กกล้าประสมเป็นเหล็กกล้าที่มีส่วนผสมของคาร์บอนอยู่ไม่เกิน 1.7% และยังมีธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่ในเนื้อเหล็กด้วย เช่น แมงกานีส นิกเกิล โครเมียม วาเนเดียม โมลิบดีนัม โคบอลต์ เป็นต้น การที่ผสมธาตุต่าง ๆ ลงไปในเหล็กนั้นก็เพื่อปรับปรุงสมบัติหลาย ๆ ประการที่เหล็กคาร์บอนให้คุณสมบัติเหล่านั้นอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำไม่สามารถใช้งานได้ดี กรรมวิธีการผลิตเหล็กกล้าประสม สามารถผลิตได้จากเตากระแทก เตาไฟฟ้า และเตาอินดักชั่น จุดประสงค์ของการผสมธาตุอื่น ลงไปนั้น คือ

1. เพิ่มสมบัติในด้านชุบแข็งของเหล็ก
2. ปรับปรุงความแข็งแรงที่อุณหภูมิปกติ
3. เพิ่มสมบัติต้านทานการสึกในขณะใช้งานจากการเสียดสี
4. เพิ่มความเหนียวทนต่อแรงกระแทก
5. เพิ่มคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อน



เหล็กกล้า

เหล็กกล้าผสมอยู่สามารถแบ่งตามปริมาณของวัสดุที่ผสมได้ 2 ประเภทคือ

- **เหล็กกล้าประสมสูง (High Alloy Steel)** เหล็กกล้าประสมสูงเป็นเหล็กกล้าที่มีธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่รวมแล้วมากกว่า 10% เหล็กกล้าในกลุ่มนี้จะรวมถึงเหล็กเครื่องมือประสม (Alloy Tool Steel) ด้วย ซึ่งเหล็กกล้าชนิดนี้จะมีคุณสมบัติในด้านทนต่อการกัดกร่อน ทนต่อการสึกหรอได้ดีจึงถูกใช้งานในการทำเหล็กเครื่องมือต่าง ๆ (เหล็กเครื่องมือประสม (Alloy Tool Steel) หมายถึง เหล็กทำอุปกรณ์การตัดโลหะหรือการขึ้นรูปโลหะและอื่น ๆ)
- **เหล็กกล้าประสมต่ำ (Low Alloy Steel)** เหล็กกล้าประสมต่ำเป็นเหล็กกล้าที่มีธาตุอื่น ๆ ผสมรวมอยู่แล้วไม่เกิน 10% เหล็กชนิดนี้จะมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับเหล็กคาร์บอนธรรมดา (Plain Carbon Steel) และมีคุณสมบัติอื่นเหมือนเหล็กกล้าประสมสูง

3. เหล็กกล้าประสมพิเศษ (Special Alloy Steel) เหล็กกล้าประสมพิเศษเป็นเหล็กกล้า ประสมที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อให้เหมาะกับงานที่จะใช้เฉพาะอย่างมีหลายประเภท เช่น

เหล็กกล้าประสมทนแรงดึงสูง (High tensile strength alloy Steels) เหล็กกล้าประสมทนแรงดึงสูงเป็นเหล็กกล้าที่มีสมบัติแตกต่างไปจากเหล็กกล้าประสมทั่ว ๆ ไป คือ เป็นเหล็กกล้าที่มีสมบัติทนแรงดึงได้สูงมาก และมีความเหนียวสูง นอกจากนี้วิธีการชุบแข็งยังแตกต่างไปจากเหล็กกล้าประสมทั่วไป มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนอยู่ประมาณ 0.2% โดยส่วนใหญ่ใช้กับงาน เพลาส่งกำลัง หรือ เฟือง เป็นต้น



เหล็กกล้า

เหล็กกล้าทนการเสียดสีและรับแรงกระแทก (Wear Resistant Steel) เหล็กกล้าทนการเสียดสี และรับแรงกระแทก ลักษณะ เหล็กที่มีสมบัติทนการเสียดสีสูง และรับแรงกระแทกได้เป็นอย่างดี ที่นำมาใช้งานมาก คือ เหล็กกล้าประสมแมงกานีส หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เหล็กกล้าฮาร์ดฟิลต์ โดยจะมีธาตุที่ผสมอยู่ ซิลิคอน 0.4-1% แมงกานีส 11 - 14% แต่เหล็กที่ผ่านการผลิตออกมาในตอนแรกนั้นยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้ เพราะมีความเปราะมาก ต้องนำไปชุบที่อุณหภูมิ 1,000 - 1,100 °C และชุบน้ำอย่างรวดเร็ว จะทำให้เหล็กชนิดนี้มีคุณสมบัติเหนียว เหล็กชนิดนี้ไม่เหมาะสำหรับงานที่มีเฉพาะงานเสียดสีแต่เพียงอย่างเดียวเพราะจะไม่คุ้มทุนการผลิตจะต้องได้รับแรงกระแทกร่วมกันไปด้วย นอกนี้ไม่สามารถตัดเจาะหรือกลึงได้ง่ายต้องใช้มีดกลึงที่มีความแข็งสูงและใช้ความเร็วในการตัดต่ำมาก การใช้งานส่วนใหญ่ใช้ทำ ตะแกรงเหล็ก อุปกรณ์ชุดแร่ รางรถไฟ เป็นต้น

เหล็กกล้าความเร็วสูง (High – Speed Steel) (HSS) หรือ เหล็กกล้ารอบสูง เหล็กกล้าความเร็วสูงเป็นเหล็กกล้าที่พัฒนาขึ้นเพื่อความมุ่งหมายสำหรับงานเครื่องมือตัด กลึง กัด เจาะ ไส (Maching) ซึ่งเดิมนั้นใช้เหล็กกล้าคาร์บอนสูง เหล็กกล้าชนิดนี้มีธาตุหลักประสมในเหล็กกล้า คือ ทังสเทน เมื่อขึ้นรูปแล้วก่อนนำไปใช้งานจะต้องชุบแข็งก่อน ที่อุณหภูมิประมาณ 950-1,300 °C แล้วแต่ส่วนผสม

เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) เหล็กกล้าไร้สนิมจะมีธาตุที่ผสมอยู่เพื่อให้เหล็กมีคุณสมบัติต้านทานการเป็นสนิม คือ โครเมียม และจะต้องผสมโครเมียมให้สูงพอสมควร ดังนั้นเหล็กกล้าไร้สนิมนี้ก็คือ เหล็กประสมสูงชนิดหนึ่ง

เหล็กกล้า

4. เหล็กกล้าหล่อ (Cast Steel)

เหล็กกล้าหล่อ คือ เหล็กกล้าที่นำมาขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อ ตามงานที่ต้องการ ซึ่งมีลักษณะรูปร่างซับซ้อนเกินกว่าที่จะทำการตีขึ้นรูป การอัด หรือการรีด ซึ่งวิธีการหล่อนี้จะได้งานที่ขนาดใกล้เคียงกับขนาดที่ต้องการ เหล็กกล้าหล่อนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับเหล็กกล้าที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยการตี หรือการรีด จะมีส่วนที่แตกต่างกันคือ ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ผ่านการหล่อจะปรากฏมีรูพรุน เล็ก ๆ ระหว่างเกรน เหล็กกล้าหล่อแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ๆ คือ

4.1 เหล็กกล้าคาร์บอนหล่อ (Carbon Steel Castings) เหล็กกล้าคาร์บอนหล่อเป็นเหล็กกล้า ที่มีคาร์บอนเป็นหลัก เพียงอย่างเดียวโดยมีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนไม่เกิน 0.6% ธาตุอื่นที่ผสมอยู่เช่น แมงกานีส 0.5 - 1% ซิลิคอน 0.2 - 0.75% กำมะถัน 0.5% เหล็กกล้าหล่อคาร์บอนต่ำ มีคาร์บอนไม่เกิน 0.2% เหล็กกล้าหล่อคาร์บอนปานกลาง มีคาร์บอน 0.2- 0.5% เหล็กกล้าหล่อคาร์บอนสูง มีคาร์บอน 0.5-0.6%

4.2 เหล็กกล้าประสมหล่อ (Alloy Steel Castings) เหล็กกล้าประสมหล่อเป็นเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนไม่เกิน 1.7% และธาตุอื่นผสมอยู่ด้วยเช่นแมงกานีส ซิลิคอน โครเมียม นิกเกิล วาเนเดียม โมลิบดีนัม โมลิบดีนัม ทังสเตน ทองแดง หรือโคบอลต์ การที่มีธาตุต่าง ๆ ประสมลงในเหล็กกล้าคาร์บอนนั้นเพื่อที่จะปรับปรุงสมบัติบางอย่าง เช่น คุณสมบัติ ชุบแข็ง สมบัติต้านทานการกัดกร่อนทั้งที่อุณหภูมิปกติและสูง สมบัติตัวนำไฟฟ้าและสมบัติเกี่ยวกับแม่เหล็ก กรรมวิธีการผลิตจะผลิตในเตากระทะ เตาไฟฟ้า และเตาอินดักชั่น ส่วนใหญ่จะนำไปใช้งานทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ในงานอุตสาหกรรมเคมี เหล็กกล้าประสมหล่อสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เหล็กกล้าหล่อประสมต่ำ มีธาตุผสมที่สำคัญ เช่น แมงกานีส โครเมียม นิกเกิล ทังสเตน ไม่เกิน 10% เหล็กกล้าหล่อประสมสูง มีธาตุผสมที่สำคัญเกินกว่า 10%

เหล็กกล้า

5. เหล็กอ่อน (Wrought Iron)

เหล็กอ่อนนี้เป็นเหล็กที่ผลิตจากเตาพุตเดิ้ล (Pudding Process) มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนไม่เกิน 0.1% นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่นผสมอยู่ เช่น ซิลิคอน กำมะถัน ฟอสฟอรัส แมงกานีส ผลผลิตจากเตาพุตเดิ้ล จะได้เหล็กที่มีความบริสุทธิ์สูงถึง 99.9% เมื่อเผาให้ร้อนเหล็กอ่อนนี้จะไม่หลอมเหลว แต่จะอ่อนเปื่อยก่ขึ้นรูปได้ง่ายมาก นอกจากนี้ยังสามารถตีขึ้นเหล็กให้ประสานกัน ได้อีกด้วย ส่วนมากการใช้งานท่อผลิตภัณฑ์ที่ต้องพบกับการเสื่อมสภาพโดยสนิม ขัดต่อรถไฟ โซ่ ขอบเกี่ยวเรือ

6. เหล็กหล่อ (Cast Iron)

เหล็กหล่อเป็นเหล็กที่ผลิตจากเหล็กดิบสีเทา (Gray Pig Iron) ที่ได้จากเตาสูง (BlastFurnace) มาหลอมหรือถลุงใหม่ในเตาคิวโปลา เตาแอร์เฟอร์เนซ หรือเตาไฟฟ้า ถ้าพิจารณาจาก Iron-carbon Equilibrium Diagram แล้วจะเห็นว่าเหล็กหล่อมีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 2%-6.67% ส่วนเหล็กกล้ามีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.008%-2% เท่านั้น แต่ทางปฏิบัติแล้ว เหล็กหล่อจะมีปริมาณธาตุคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 2.5%-4% ถ้ามีมากกว่านั้นจะขาดสมบัติความเหนียว (Ductility) จะเปราะและแตกหักง่ายเมื่อถูกแรงกระแทกปกติ

เหล็กกล้า



การแบ่งประเภทของเหล็กหล่อ

เหล็กหล่อสามารถแบ่งตามลักษณะของโครงสร้างการรวมตัวของคาร์บอนเป็นหลักได้ 6 ประเภท คือ

1. เหล็กหล่อสีขาว (White Cast Iron)
2. เหล็กหล่อสีเทาหรือสีดำ (Gray Cast Iron)
3. เหล็กหล่อกราไฟต์กลม (Spheroidal Graphite Cast Iron or Nodular Cast Iron)
4. เหล็กหล่อ CGI (Compacted graphite)
5. เหล็กหล่ออบเหนียว (malleable Cast Irons) หรือเหล็กหล่อเหนียว (GT)
6. เหล็กหล่อผสมหรือเหล็กหล่อพิเศษ (Alloy and Special Cast Iron) สำหรับสมบัติ และ การเลือกใช้งานเหล็กหล่อ

ชนิดต่าง ๆ สามารถเลือกใช้ได้ ดังตาราง



เหล็กกล้า

แสดงสมบัติ และการนำไปใช้งานของเหล็กหล่อ

ชนิดเหล็กหล่อ		สมบัติ	การนำไปใช้งาน
เหล็กหล่อสีขาว (White Cast Iron)	GH	1. มีความแข็งสูง นำนํ้ากลึง,กัด,เจาะ,ไส 2. มีความเปราะสูง 3. ทนแรงกระแทกได้น้อย 4. ทนการเสียดสีได้ดี การสึกหรอระหว่างการใช้น้อย	ทำลูกบอลกลึงในแบริ่ง ลูกปืน, ทำล้อรถไฟ, ทำลูกไม่ย้อยหิน และ ทำจานเจียรในเพชรพลอย
เหล็กหล่อสีเทา หรือสีดำ (Gray Cast Iron)	GG	1. มีความแข็งไม่มากนัก สามารถกลึงหรือไสตามต้องการได้ 2. มีอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำ และมีความสามารถในการไหล (Fluidity) ดี สามารถหล่อหลอมให้ได้รูปร่างชนิดซับซ้อนได้ง่าย 3. มีอัตราการขยายตัวน้อยสามารถใช้ทำส่วนประกอบของเครื่องจักรกลที่ต้องการรูปร่างและขนาดที่แน่นอน 4. มีความต้านทานต่อแรงอัด และรับแรงสั่น (Damping Capacity) ได้ดี ใช้ทำแท่นรองรับอุปกรณ์ เครื่องมือกลต่าง ๆ 5. สามารถที่จะปรับปรุงสมบัติความต้านทานแรงดึงได้มากขึ้นอยู่กับการปรับปรุงส่วนผสมและการอบชุบ ทำให้ใช้งานได้กว้างขวาง	ก้านสูบ ทำท่อนํ้า ขนาดใหญ่ และ แท่นฐานเครื่องจักรกลต่าง ๆ เช่น ฐานเครื่องกลึง, เครื่องกัด ทำปากกาจับชิ้นงาน ฯลฯ



เหล็กกล้า

เหล็กหล่อกราไฟต์ กลม (Spheroidal Graphite Cast Iron or Nodular Cast Iron)	GGG	1. ทนแรงดึงได้สูงประมาณ 540 – 700 นิวตัน / มม.² 2. มีอัตราการยืดตัวประมาณ 1 – 5% 3. สามารถนำไปชุบแข็ง อบลดความเครียด หรือชุบผิวแข็งได้ 4. ความแข็งและความเปราะลดลง ทำให้กลึง, กัด, ใส, เจาะได้ง่าย 5. ทนต่อการสึกหรอได้ดี 6. ทนความร้อนได้ดี 7. สามารถนำไปตีขึ้นรูปได้ 8. สามารถรับแรงกระแทกได้ดี	เพลาค้อนเหวี่ยง เครื่องมือการเกษตร ชิ้นส่วนเรือเดินทะเล โครงสร้าง เครื่องจักรขนาดใหญ่, ท่อส่งน้ำ, ท่อ ส่งแก๊ส
เหล็กหล่อ CGI (Compacted graphite)		มีความต้านทานแรงดึงได้ดีกว่าเหล็กหล่อ สีเทา จะอยู่ในเกณฑ์เดียวกับกราไฟต์ ก้อนกลม แต่ความเหนียวจะด้อยกว่า	ทำเฟือง (Gear) ล้อช่วยแรง (fly wheel), เบรกดรัม (Brake drum) และท่อไอเสีย
เหล็กอบเหนียว (malleable Cast Irons) หรือ เหล็กหล่อเหนียว	GT	1. ความเหนียวจะเพิ่มมากขึ้นกว่า เหล็กหล่อสีเทาและเหล็กหล่อสีขาว 2. ความแข็งจะเพิ่มมากกว่าเหล็กหล่อ สีขาว แต่น้อยกว่าเหล็กหล่อสีเทา 3. อัตราการยืดตัวจะมากขึ้น 4. ทนต่อแรงกระแทกได้ดี 5. สามารถนำไปชุบผิวแข็งได้มาก	โครงสร้างเครื่องจักรกลขนาดใหญ่, ชิ้นส่วนเครื่องยนต์, เฟืองส่งกำลัง, ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลการเกษตร



เหล็กกล้า

เหล็กหล่อผสมหรือ
เหล็กหล่อพิเศษ
(Alloy and Special
Cast Iron)

1. เหล็กหล่อผสมทนการเสียดสี (Alloy and Special Cast Iron) เหล็กหล่อผสมทนการเสียดสีเป็นเหล็กหล่อ ที่มีความแข็งแรงโดยผสมโลหะโครเมียม นิกเกิล และโมลิบดีนัม ส่วนใหญ่จะมีลักษณะของรอยแตกเป็นสีขาว คล้ายกับเหล็กหล่อสีขาว
2. เหล็กหล่อผสมทนต่อความร้อน (Heat Resistance Cast Iron) มีสมบัติเด่น คือ มีความแข็งแรงได้ที่อุณหภูมิสูง โดยไม่เกิดการแตกหักหรือเปลี่ยนแปลง รูปทรง, มีความต้านทานต่อการเกิดออกซิเดชัน แม้จะอยู่ในสภาพที่สัมผัสกับแก๊สร้อน, มีความต้านทานต่อการเกิดอาการพองตัว (Growth) และมีโครงสร้างที่คงสภาพไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงของอุณหภูมิที่ใช้งาน ซึ่งจะสูงกว่า 600 °C
3. เหล็กหล่อผสมทนต่อการกัดกร่อน (Corrosion Resistant Iron) เหล็กหล่อทนการกัดกร่อนเป็นเหล็กหล่อที่มีธาตุผสมในอัตราสูง

ผลิตปั๊ม, ท่อ ข้อต่อต่าง ๆ, ท่อส่งสารละลายที่มีอำนาจในการกัดกร่อนสูง (High corrosive fluid)



เหล็กกล้า

เหล็กหล่อผสมหรือเหล็กหล่อพิเศษเป็นเหล็กหล่อที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้มีสมบัติตามที่ต้องการเหล็กหล่อชนิดนี้มีอยู่หลายประเภทขึ้นอยู่กับสารหรือโลหะที่ผสมในเนื้อเหล็กหล่อ แบ่งออกตามการใช้งานได้ 3 ประเภท คือ

1. เหล็กหล่อผสมทนการเสียดสี (Alloy and Special Cast Iron) เหล็กหล่อผสมทนการเสียดสีเป็นเหล็กหล่อที่มีความแข็งแรงสูงโดยผสมโลหะโครเมียมนิเกิล และโมลิบดีนัม ส่วนใหญ่จะมีลักษณะของรอยแตกเป็นสีขาวคล้ายกับเหล็กหล่อสีขาว

2. เหล็กหล่อผสมทนต่อความร้อน (Heat Resistance Cast Iron) มีสมบัติเด่นคือ มีความแข็งแรงได้ที่อุณหภูมิสูงโดยไม่เกิดการแตกหักหรือเปลี่ยนแปลงรูปทรง มีความต้านทานต่อการเกิดออกซิเดชัน แม้จะอยู่ในสภาพที่สัมผัสกับแก๊สร้อน มีความต้านทานต่อการเกิดอาการพองตัว (Growth) และมีโครงสร้างที่คงสภาพไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงของอุณหภูมิที่ใช้งานซึ่งจะสูงกว่า 600 °C

เหล็กกล้า

3. เหล็กหล่อผสมทนต่อการกัดกร่อน (Corrosion Resistant Iron) เหล็กหล่อทนการกัดกร่อนเป็นเหล็กหล่อที่มีธาตุผสมในอัตราสูงมักใช้ในงานวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับน้ำทะเล งานอุตสาหกรรมเคมี

- เพอร์เซนต์คาร์บอน 2-3.5%
- ธาตุที่ผสมอยู่ นิกเกิล 13.5-36%, ทองแดง 5.5 - 7.5%, โครเมียม 1.8 - 6%
- การใช้งาน ผลิตภัณฑ์ ท่อ ข้อต่อต่าง ๆ ลักษณะชิ้นงานที่ผลิตจากเหล็กหล่อ ดังแสดงในรูป



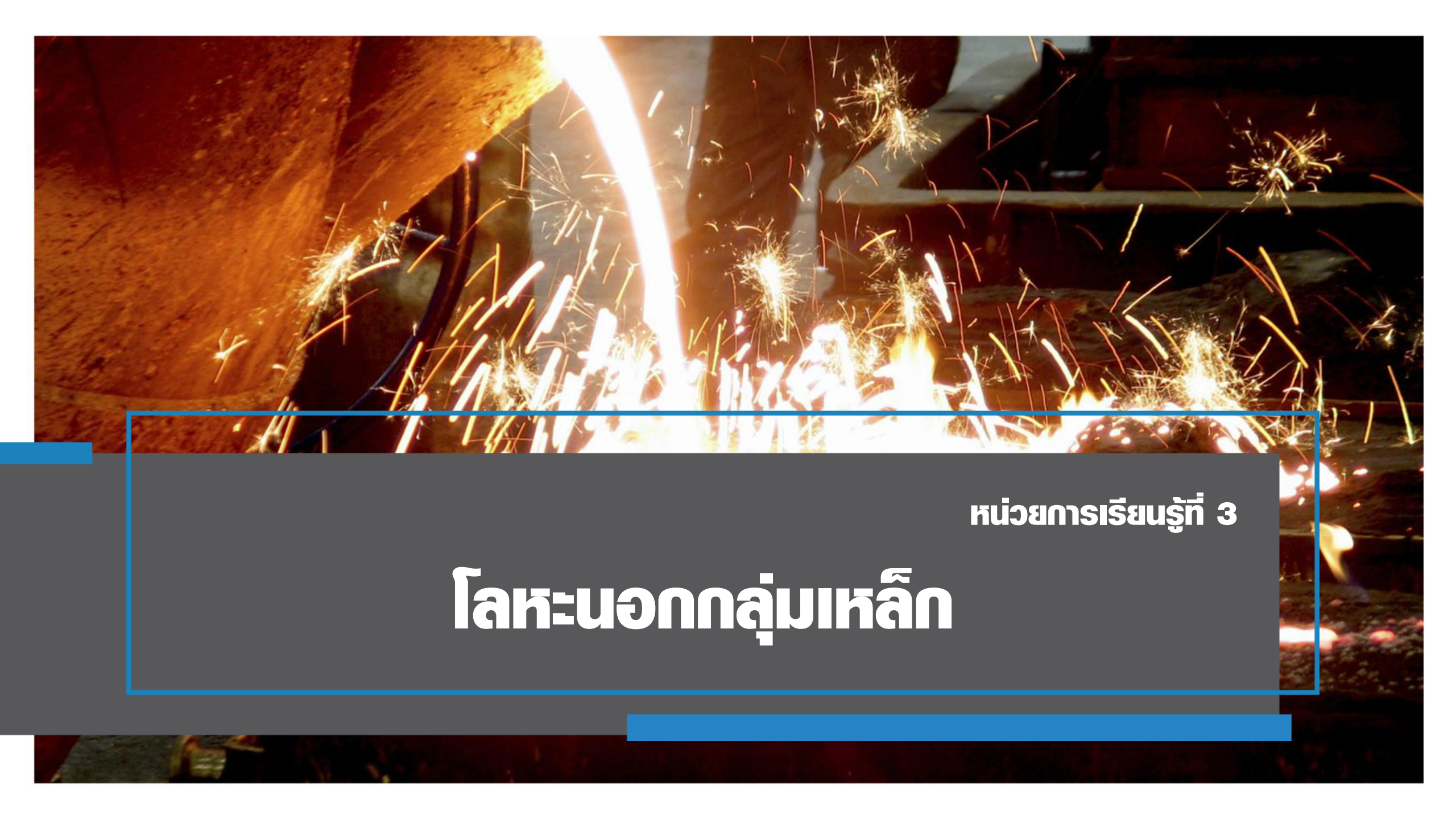
อุปกรณ์ท่อลำเลียง



บอลวาล์วปิด เปิด

แสดงชิ้นที่ผลิตจากเหล็กหล่อ





หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

โลหะนอกกลุ่มหลัก

โลหะหนัก

โลหะหนัก (Heavy Metal) ที่เป็นโลหะนอกกลุ่มเหล็ก หมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นมากกว่า 5 กก./ดม.³ โลหะหนักที่ใช้งานกันมากและรู้จักทั่วไป เช่น ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี ดีบุก เป็นต้น



ทองแดง (Copper : Cu)

- ความหนาแน่น 8.93 กก./ดม.³
- จุดหลอมเหลวประมาณ 1,085°C (ทองแดงยิ่งบริสุทธิ์มากจะหลอมเหลวยาก เพราะถ่ายเทความร้อนได้ดี)
- ความเค้นแรงดึงสูงสุด 20-36 กก./มม.² (ถ้าเป็นเส้นเล็ก ๆ อาจจะมีค่าความเค้นแรงดึงสูงสุด 60 กก./มม.²)

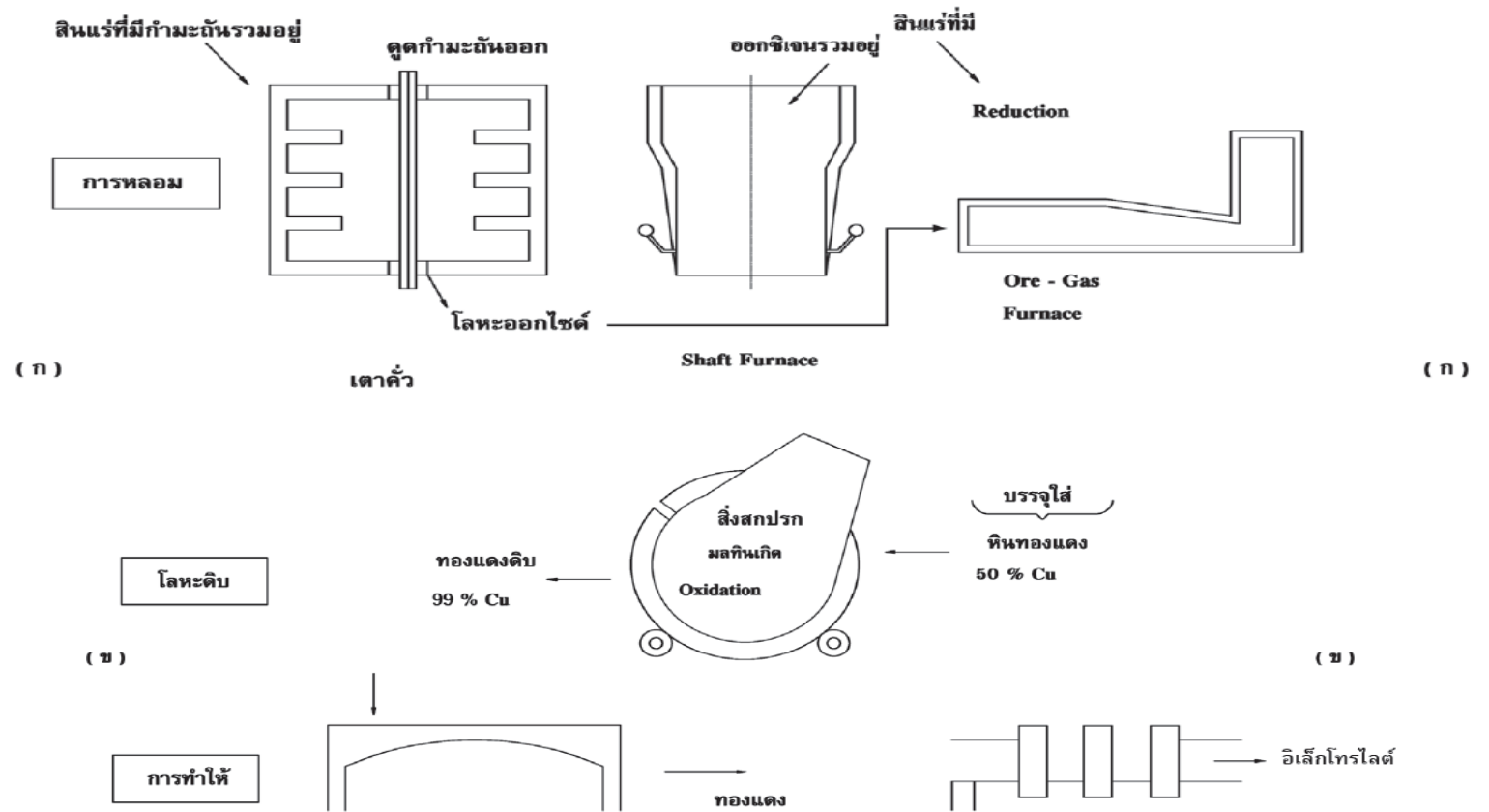
สินแร่ทองแดงเกิดขึ้นในธรรมชาติที่สำคัญ คือ สินแร่ทองแดงไฟไรต์ ซึ่งเกิดปนอยู่กับเหล็ก สินแร่ทองแดงออกไซด์ สินแร่ทองแดงดำ และสินแร่ทองแดงคาร์บอเนต กระบวนการถลุงทองแดงมี 2 วิธี คือ

1. กรรมวิธีแห้ง

กรรมวิธีนี้ทองแดงจะถูกถลุงเพื่อทำการแยกกำมะถันออกจากสินแร่ และก้อนทองแดง โดยการคั่วให้แร่ทำ ปฏิกิริยากับออกซิเจน จะได้ทองแดงออกไซด์จากเตาฟั่นลม เมื่อเผาหลาย ๆ ครั้งจะได้ทองแดงที่บริสุทธิ์ ลักษณะการผลิตดังแสดงในรูป



โลหะหนัก

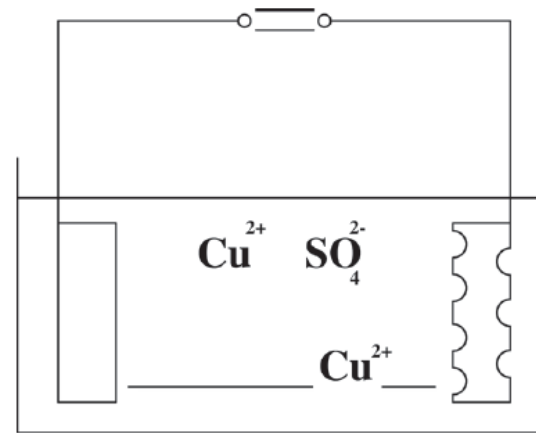


แสดงการผลิตทองแดงบริสุทธิ์

โลหะหนัก

2. กรรมวิธีเปียก

วิธีนี้ต้องนำ แร่ทองแดงมาแช่กับกรดกำมะถันหรือกรดเกลือ เพื่อกัดทองแดงออกจากเนื้อแร่ ทองแดงจะเข้าไปละลายอยู่ในกรด และนำน้ำกรดที่ได้ไปแยกด้วยไฟฟ้า ทองแดงจะไปเคลือบอยู่ที่แผ่นขั้วลบ วิธีนี้เหมาะสำหรับใช้กับแร่ทองแดงที่มีปริมาณเนื้อแร่ต่ำ



แสดงวิธีผลิตทองแดงด้วยวิธีเปียก (Electrolytic)

จากรูป เมื่อปล่อยไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไป สิ่งสกปรกในทองแดงหรือสิ่งเจือปนอื่นจะตกตะกอนอยู่ด้านล่าง ส่วนทองแดงบริสุทธิ์จะลอยไปจับตัวที่ขั้วลบ ทำให้ได้ทองแดงบริสุทธิ์ 99.9% และจะนำมาหลอมเป็นแท่ง เพื่อผลิตเป็นทองแดงรูปพรรณต่าง ๆ

โลหะหนัก



การแบ่งชนิดของทองแดง

โลหะทองแดงในทางการค้า แบ่งออกได้หลายเกรด ดังนี้

1. ทองแดงทัฟฟิช เป็นทองแดงที่มีปริมาณออกซิเจนผสมอยู่ประมาณ 0.02-0.05% โดยน้ำหนัก ซึ่งออกซิเจนที่เหลืออยู่เกิดจากการตกค้างขณะหล่อ โดยผสมกับทองแดงเป็น Cu_2O เป็นส่วนมาก
2. ทองแดงปราศจากออกซิเจน เป็นทองแดงที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูง มีความบริสุทธิ์ประมาณ 99.95% และจะไม่มีออกซิเจนผสมอยู่เลย มีความเหนียว สามารถยืดตัวได้ดี สามารถดึงขึ้นรูปได้ดี และมีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าสูง
3. ทองแดงออกซิไดซ์ฟอสฟอรัสต่ำ เป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ประมาณ 99.92% และมีฟอสฟอรัสประมาณ 0.009% ซึ่งฟอสฟอรัสที่มีอยู่นี้เกิดจากการเติมขณะที่หลอมละลายทองแดงเพื่อช่วยในการลดออกซิเจน ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ทองแดงชนิดนี้มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าลดลงเล็กน้อย

โลหะหนัก

4. ทองแดงดีออกไซด์ฟอสฟอรัสสูง เป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ประมาณ 99.95% และมีฟอสฟอรัสผสมอยู่ประมาณ 0.02% ดังนั้นจึงทำให้คุณสมบัติการนำไฟฟ้าลดลงมาก ไม่เหมาะกับการใช้เป็นตัวนำไฟฟ้า นิยมนำไปใช้ทำท่อต่าง ๆ

5. ทองแดงเจือเงิน เป็นทองแดงบริสุทธิ์ประมาณ 99.9% และมีเงินผสมอยู่ประมาณ 0.03% การผสมเงินลงไปด้วยนั้น เพื่อให้ช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการเกิดผลึกใหม่ของทองแดง ซึ่งจะทำให้ทองแดงแข็งขึ้น และป้องกันการอ่อนตัวขณะทำการบัดกรี และจะไม่ทำให้คุณสมบัติการนำไฟฟ้าของทองแดงลดลง

6. ทองแดงอาร์เซนียล เป็นทองแดงที่ผสมสารหนูลงไปประมาณ 0.25-0.50% เพื่อช่วยให้คุณสมบัติในการต้านทานแรงดึง ต้านทานต่อการกัดกร่อน และเพิ่มคุณสมบัติการเกิดผลึกใหม่ ทำให้ง่ายต่อการขึ้นรูป แต่จะทำให้คุณสมบัติด้านการนำไฟฟ้าลดลงมาก

7. ทองแดงผสมเทลลูเรียมหรือซีลีเนียม โดยผสมลงไปประมาณ 0.5% เพื่อที่จะช่วยให้ง่ายต่อการตกแต่งด้วยเครื่องจักรกล

โลหะหนัก

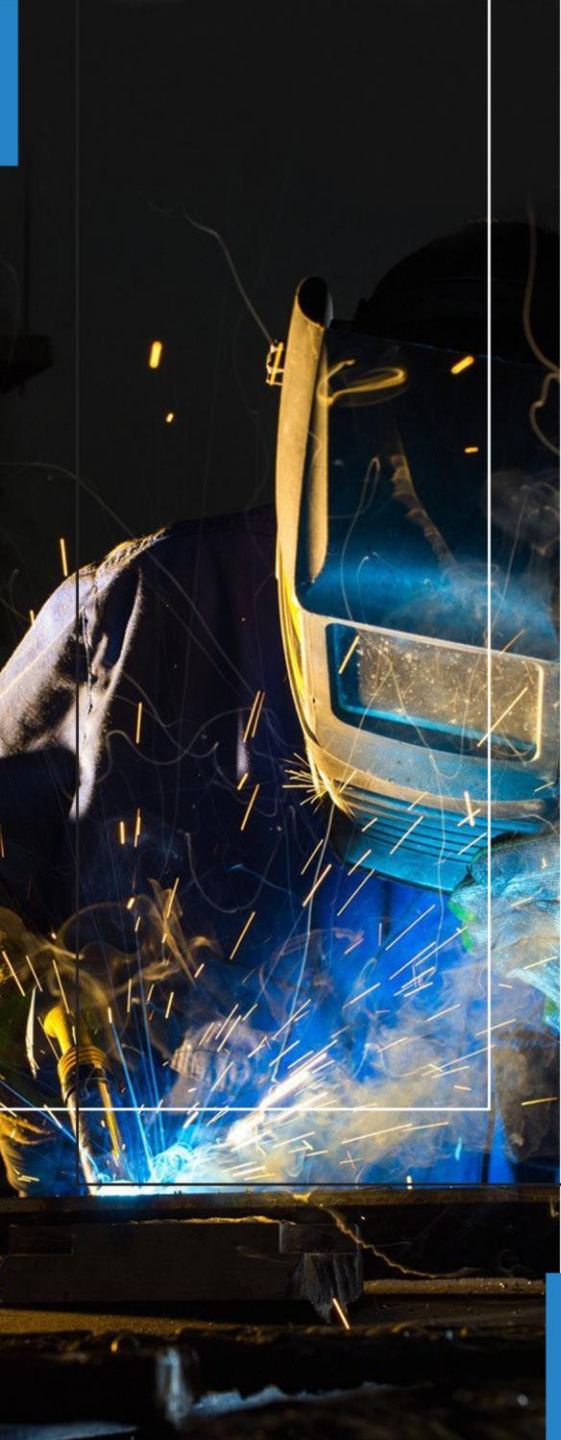


ทองเหลือง (Brass : Ms)

เป็นโลหะผสมของทองแดง และมีสังกะสีผสมเป็นธาตุหลัก สังกะสีที่ผสมลงไปจะมีผลทำให้ทองเหลืองมีคุณสมบัติต้านทานแรงดึงและความเหนียวสูงขึ้น สีของทองเหลืองจะเปลี่ยนไปตามปริมาณส่วนผสมของสังกะสี ถ้าผสมน้อยทองเหลืองจะเป็นสีแดงชมพู ถ้าผสมมากจะมีสีเหลือง ทองเหลืองจะมีส่วนผสมของทองแดงและสังกะสีหลายอัตราส่วน ซึ่งแต่ละชนิดจะใช้งานและมีคุณสมบัติต่างกัน ที่ใช้กันมากได้แก่ส่วนผสมดังนี้

70 : 30 ทองเหลืองชนิดนี้จะมีสังกะสีผสมอยู่ประมาณ 30% โดยน้ำหนัก เป็นทองเหลืองที่มีความเหนียวและความแข็งแรงสูง นิยมใช้ทำปลอกกระสุน และยังอาจนำไปผลิตเป็นแผ่นโดยการรีดเย็น และเหมาะที่จะนำไปแปรรูปโดยกรรมวิธีการทำงานเย็น

60 : 40 ทองเหลืองชนิดนี้จะมีสังกะสีผสมอยู่ประมาณ 40% โดยน้ำหนัก เหมาะสำหรับงานหล่อหรือการนำไปแปรรูปโดยกรรมวิธีการทำงานร้อน



โลหะหนัก

คุณสมบัติของทองเหลืองโดยทั่วไป จะมีความต้านทานและทนต่อการกัดกร่อนได้ไม่ดีเมื่อมีปริมาณของสังกะสีเพิ่มขึ้น ทองเหลืองเมื่อสัมผัสกับน้ำเกลือจะถูกกัดกร่อนได้เร็วมาก ดังนั้นจึงนิยมผสมธาตุอื่น ๆ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ ธาตุที่ผสมเข้าไปในทองเหลือง เช่น นิกเกิล ตะกั่ว อะลูมิเนียม เหล็ก แมงกานีส เป็นต้น ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมในทองเหลืองจะมีผลดังแสดงในตาราง



โลหะหนัก

ธาตุผสม	ผลที่เกิดขึ้น
ตะกั่ว	อาจมีอยู่ในทองเหลืองได้ เนื่องจากติดเข้ามากับสังกะสี ซึ่งจะมีไม่เกิน 0.5% ถ้ามีมากกว่า 0.5% จะเรียกว่าทองเหลืองที่มีตะกั่ว ตะกั่วจะมีคุณสมบัติช่วยให้การไหลตัวของน้ำโลหะดี และยังช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการนำไปตกแต่งด้วยเครื่องจักรได้ง่ายขึ้น แต่จะทำให้ความต้านทานแรงดึงและความเหนียวลดลง ทองเหลืองที่จะนำมาใช้ขึ้นรูป มักจะมีตะกั่วผสมอยู่น้อยกว่าในทองเหลืองหล่อ
ดีบุก	ผสมอยู่ในทองเหลืองได้เล็กน้อย โดยปกติจะไม่เกิน 6% ถ้ามากกว่านี้จะอยู่ในประเภทบรอนซ์แทน ดีบุกจะช่วยเพิ่มคุณสมบัติต้านทานต่อแรงดึง และมีคุณสมบัติความต้านทานการกัดกร่อนได้ดีขึ้น เหมาะสำหรับทำชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ต้องสัมผัสกับน้ำทะเล
นิกเกิล	เป็นธาตุที่ช่วยให้ทองเหลืองมีความแข็งแรงและทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ถ้าเพิ่มนิกเกิลจำนวนมาก และพอเหมาะกับปริมาณของสังกะสี จะทำให้เปลี่ยนเป็นสีขาวคล้ายกับเงิน ซึ่งเรียกว่า นิกเกิลเงิน
อะลูมิเนียม	ทำให้ทองเหลืองมีความต้านทานต่อแรงดึงได้สูงขึ้น และทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และขณะหลอมเหลวจะช่วยลดการสูญเสียสังกะสี โดยเกิดเป็นฟิล์มของอะลูมิเนียมออกไซด์ คลุมบนผิวโลหะที่หลอมเหลวได้
เหล็กและแมงกานีส	จะผสมในทองเหลืองชนิดที่เรียกว่า ทองเหลืองต้านทานแรงดึงตูด (High Tensile Bass) ซึ่งจะช่วยให้ทองเหลืองมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น

แสดงผลของธาตุที่ผสมในทองเหลือง

โลหะหนัก



บรอนซ์ดีบุก (Tin Bronze)

เป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับดีบุก ซึ่งจะมีดีบุกผสมกว่า 6% โลหะชนิดนี้จะมีความแข็งและความต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีกว่าทองเหลืองมาก แต่ความเหนียวจะน้อยกว่าทองเหลืองบรอนซ์ดีบุกนิยมใช้ทำแบร็ง ซึ่งดีบุกที่ผสมลงไปนั้นจะช่วยลดความเสียหายที่ผิวหน้าของโลหะได้ดีมาก นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มธาตุชนิดอื่นลงไปได้เพื่อเพิ่มคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น การเติมสังกะสีและตะกั่ว เป็นต้น

สังกะสีที่เติมลงในบรอนซ์นั้น โดยปกติจะมีปริมาณไม่มากนัก ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวลดออกซิเจน และยังช่วยให้โลหะไหลตัวดีในขณะหล่อ นอกจากนี้การเพิ่มสังกะสีลงไปจะทำให้บรอนซ์ดีบุกมีราคาถูกกว่าเดิม เพราะจะช่วยลดปริมาณส่วนผสมของดีบุกลงไปได้บ้าง

ส่วนตะกั่วที่เติมลงไปนั้นจะช่วยทำหน้าที่เพิ่มคุณสมบัติให้กับบรอนซ์ ทำให้สามารถนำไปตอกแต่งด้วยเครื่องจักรได้ง่าย แต่จะทำให้ความเหนียวของบรอนซ์ลดลง

นอกจากทองเหลืองและบรอนซ์ดีบุกจะเป็นโลหะผสมของทองแดงแล้ว โลหะผสมที่มีทองแดงเป็นธาตุหลักยังมีอีกหลายชนิดด้วยกัน เช่น ฟอสเฟอร์บรอนซ์ โดยการผสมฟอสฟอรัสเติมลงในบรอนซ์ดีบุก หรือบรอนซ์อะลูมิเนียม จะเป็นโลหะผสมทองแดงและอะลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะหนัก



นิกเกิล (Nickel : Ni)

นิกเกิลเป็นโลหะที่มีลักษณะเป็นสีเขียวยาวแถบเหลือง เป็นโลหะหนักที่มีราคาแพง 60% ของนิกเกิลจะใช้ในการผลิตเหล็กสเตนเลส และเหล็กกล้าผสมนิกเกิล นอกจากนี้แล้วยังใช้เคลือบผิวโลหะชนิดอื่นด้วย เพราะจะมีคุณสมบัติต้านทานต่อการกัดกร่อน และยังทำให้ผิวสวยงามด้วย

คุณสมบัติของนิกเกิล

1. มีอุณหภูมิในการหลอมละลายสูงใกล้เคียงกับเหล็ก
2. มีความเหนียวและทนต่อการกระแทกได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ
3. มีความแข็งแรงที่อุณหภูมิใช้งานสูง ๆ
4. ใช้สำหรับเคลือบผิวโลหะอื่น เพื่อป้องกันการกัดกร่อน
5. มีคุณสมบัติทางกลสูงคล้ายกับเหล็กกล้า
6. มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนทั้งกรดและด่างได้ดี
7. เป็นตัวนำไฟฟ้าพอใช้ได้ แต่ไม่ดีเท่ากับทองแดง
8. ช่วยเพิ่มคุณสมบัติในการเป็นสารแม่เหล็ก

โลหะหนัก



ชนิดของนิกเกิล

นิกเกิลในทางการค้าจะเป็นโลหะที่มีนิกเกิลไม่น้อยกว่า 93% โดยน้ำหนัก ซึ่งแบ่งเป็นชั้นคุณภาพต่าง ๆ ตามปริมาณส่วนผสมของนิกเกิลและธาตุที่ผสมในโลหะ ซึ่งมีชนิดต่าง ๆ ดังนี้

A นิกเกิล (A Nickel)

เป็นนิกเกิลบริสุทธิ์ทางการค้า ที่มีส่วนผสมของนิกเกิลรวมกับโคบอลต์ ไม่น้อยกว่า 99% โดยน้ำหนัก แต่สำหรับ A นิกเกิลหล่อจะผสมซิลิคอน 2% เพื่อช่วยเพิ่มคุณสมบัติการไหลตัวของน้ำโลหะหล่อ นิกเกิลชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้งานที่ต้องการความแข็งแรง และทนต่อการกัดกร่อนที่ดีด้วย สำหรับโลหะ A นิกเกิล นิยมนำไปใช้ทำขดลวดความร้อน

D นิกเกิล และ E นิกเกิล (D Nickel และ E Nickel)

D นิกเกิลจะมีธาตุแมงกานีสผสมอยู่ประมาณ 4.5% ส่วน E นิกเกิลจะมีธาตุแมงกานีสผสมอยู่ประมาณ 2% โดยน้ำหนัก แมงกานีสจะช่วยเพิ่มคุณสมบัติต้านทานต่อการกัดกร่อนภายใต้บรรยากาศของกำมะถันที่อุณหภูมิสูงได้ นิกเกิลชนิดนี้เหมาะสำหรับนำไปทำหัวเทียนรถยนต์ สำหรับนิกเกิลทั่ว ๆ ไปไม่ควรใช้งานในบรรยากาศที่มีกำมะถันสูง เพราะจะทำให้ละลายและแตกตัวเมื่อร้อน



โลหะหนัก

เพอร์มานิกเกิล (Permanickel)

เป็นนิกเกิลที่ผสมแมกนีเซียมและไทเทเนียมลงไป ซึ่งจะทำให้มีความแข็งแรงสูง มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดี และสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านความแข็งโดยวิธีทางความร้อนได้ และยังมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดีพอสมควร เหมาะสำหรับใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงสูงมาก เช่น เพลลา ก้านสูบปรับ และไดอะแฟรม เป็นต้น

ดิวรานิกเกิล (Duranickel)

เป็นนิกเกิลที่มีธาตุอะลูมิเนียมผสมอยู่ประมาณ 4.5% โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ยังผสมธาตุอื่นที่สำคัญ ได้แก่ ไทเทเนียม และซิลิคอน ซึ่งธาตุดังกล่าวจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้สูงขึ้น และยังสามารถปรับปรุงความแข็งได้โดยวิธีทางความร้อน โลหะชนิดนี้มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนและมีความแข็งแรงสูง แต่คุณสมบัติของการเป็นแม่เหล็กและการนำไฟฟ้าไม่ดีนัก การใช้งานโดยทั่วไปจะเหมือนกับเพอร์มานิกเกิล

โลหะหนัก

โมเนล (Monel)

เป็นโลหะผสมระหว่างนิกเกิลกับทองแดง ซึ่งจะมีส่วนผสมของนิกเกิลต่อทองแดงประมาณ 2 : 1 โดยน้ำหนัก ซึ่งทองแดงที่ผสมเข้าไปนี้จะทำให้ราคาลดลง ขึ้นรูปง่าย และมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของกรด ด่างและเกลือได้ดี และยังมีคุณสมบัติทางกลสูงกว่าทองเหลืองและบรอนซ์

อินโคเนล (Inconel)

เป็นโลหะผสมระหว่างนิกเกิล - โครเมียม - เหล็ก (76 : 16 : 8) มีคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพคล้ายกับโมเนลมาก แต่ราคาจะสูงกว่า โลหะชนิดนี้将有ความแข็งแรงสูง ต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีทนต่อการแตกหักเมื่อได้รับแรงกระแทก และไม่เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง จึงนิยมนำไปใช้ทำอุปกรณ์สำหรับทำอาหาร เครื่องอบ เครื่องพลาสติกเจียรไรซ์ และถังเก็บน้ำมัน และยังใช้กับงานที่ได้รับความร้อนสลับความเย็น สลับไปมาได้ จึงใช้นำไปทำอุปกรณ์ในเตาอบชุบโลหะ

แฮสเทลลอย (Hastelloy)

เป็นโลหะผสมนิกเกิลที่นิยมใช้งานที่อุณหภูมิสูง ซึ่งมีหลายชนิด ได้แก่

- แฮสเทลลอย A (นิกเกิล 57%, โมลิบดีนัม 20% และเหล็ก 20%) และแฮสเทลลอย B (นิกเกิล 62%, โมลิบดีนัม 28%, เหล็ก 5% และคาร์บอน 1%) โลหะชนิดนี้เมื่อผ่านการทำงานแบบเย็นแล้ว จะทำให้มีความแข็งแรงและความเหนียวเพิ่มมากขึ้น และยังมีมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก จึงนิยมใช้ทำอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมเคมี



โลหะหนัก

- แอสเทลอยด์ C (นิกเกิล 54%, โมลิบดีนัม 17%, โครเมียม 15%, เหล็ก 5%, และทังสเตน 4%) เหมาะสำหรับใช้กับบรรยากาศที่มีการทำปฏิกิริยาและอุณหภูมิสูงประมาณ $1,200^{\circ}\text{C}$ จึงเหมาะสำหรับใช้ในการทำชิ้นส่วนของเตาทางอุตสาหกรรม และชิ้นส่วนของเครื่องบินที่ต้องใช้งานกับอุณหภูมิสูง ๆ เช่น ท่อทางของเครื่องยนต์ ใบพัดเทอร์โบ เป็นต้น
- แอสเทลอยด์ D (นิกเกิล 85%, ซิลิคอน 10%, ทองแดง 3%, แมงกานีส 1% และอะลูมิเนียม 1%) ซิลิคอนจะทำให้การไหลตัวของน้ำโลหะดี แต่จะตกแต่งด้วยเครื่องจักรกลค่อนข้างยากและผิวสุดท้ายจะต้องนำไปเจียรระไน โลหะชนิดนี้มีความสมบัติต้านทานต่อการกัดกร่อนที่อุณหภูมิสูงได้ดี นิยมใช้ทำท่อและข้อต่อต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมเคมี

อิลเลียม (Illum)

เป็นโลหะผสมประกอบด้วยธาตุ นิกเกิล-โครเมียม-โมลิบดีนัม และทองแดง โลหะชนิดนี้มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของกรดดินประสิว และกรดกำมะถันเข้มข้นได้ดีมาก

ไนโครม (Nichrome)

เป็นโลหะผสมระหว่างนิกเกิลกับโครเมียม โลหะชนิดนี้มีความต้านทานไฟฟ้าสูงมาก และรักษาความแข็งแรงไว้ได้ แม้ว่าจะใช้งานที่อุณหภูมิสูงก็ตาม นิยมใช้ทำเป็นลวดความต้านทาน

โลหะหนัก



สังกะสี (Zinc : Zn)

เป็นโลหะที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นิยมมากในการทำชิ้นส่วนเครื่องใช้สอย และเครื่องตกแต่งต่าง ๆ ที่ทำด้วยโลหะ คุณสมบัติของสังกะสีมีหลายประการ เช่น มีคุณสมบัติการหลอมละลายต่ำ ง่ายต่อการนำไปตกแต่งด้วยเครื่องจักร มีความต้านทานต่อการเกิดสนิม มีความแข็งแรงสูงพอใช้ สามารถนำไปเคลือบผิวโลหะชนิดอื่นเพื่อให้สวยงาม มีความคงทน และราคาไม่แพงนัก

การแบ่งชนิดของสังกะสี โดยทั่วไปจะแบ่งตามความบริสุทธิ์ และคุณภาพของสังกะสีที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมมีดังนี้

1. สังกะสีขึ้นรูป จะเป็นสังกะสีที่ขึ้นรูปให้มีลักษณะต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งานส่วนใหญ่สังกะสีชนิดนี้ค่อนข้างบริสุทธิ์ ซึ่งอาจมีธาตุอื่นผสมอยู่ด้วย แต่เป็นส่วนน้อย

ตะกั่วและแคดเมียม เป็นธาตุที่ช่วยทำให้สังกะสีเกิดการกัดกร่อนอย่างสม่ำเสมอทั่วถึงกันนอกจากนี้แล้วแคดเมียมจะทำให้สังกะสีมีความแข็งแรงกว่าการผสมตะกั่วเข้าไปเพียงอย่างเดียว

ทองแดง ผสมได้ระหว่าง 0.85 - 1.25% เพื่อช่วยให้สังกะสีมีความแข็งแรงดีขึ้นนอกจากนี้ยังอาจเติมแมกนีเซียมลงไปเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และเติมไทเทเนียม เพื่อช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการเกิดการครีป* (Creep)

การใช้งานของสังกะสีขึ้นรูป โดยทั่วไปนิยมใช้ทำสังกะสีลอน สังกะสีแผ่น รางน้ำแผ่นป้ายชื่อ เป็นต้น

โลหะหนัก

2. สังกะสีหล่อ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน มีลักษณะเป็นรูปพรรณต่าง ๆ หรือผ่านการหล่อ สำหรับ สังกะสีหล่อมักจะผสมธาตุที่ช่วยเพิ่มคุณสมบัติในด้านต่าง ๆ

ทองแดง จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงดึงให้กับสังกะสี และเมื่อรวมเข้ากับอะลูมิเนียมจะทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ทองแดงที่ผสมไม่ควรเกิน 3.5% เพราะถ้ามีมากกว่านั้น จะทำให้สังกะสีมีการไหลตัวไม่ดีขณะทำการหล่อ

อะลูมิเนียม จะผสมในสังกะสีระหว่าง 3.5 - 4.5% เพื่อช่วยให้ความแข็งแรง และความเหนียวเพิ่มมากขึ้น และยังช่วยให้ คุณสมบัติการไหลตัวในขณะทำการหล่อดีขึ้น

แมกนีเซียม จะผสมในสังกะสีอยู่ระหว่าง 0.30 - 1.0% เพื่อช่วยลดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของโลหะสังกะสีได้

สำหรับสังกะสีหล่อที่ได้จากการหล่อในแบบพิมพ์ที่ใช้แรงดันไม่สูงมากนัก ส่วนมากมักใช้สังกะสีที่บริสุทธิ์มาหล่อ ซึ่งจะทำให้สังกะสีมีรูปพรุนไม่มากนัก เนื้อแน่นดี มีขนาดที่แน่นอน และสามารถหล่อให้เป็นชั้นบาง ๆ ได้

สังกะสีนิยมนำมาเคลือบผิวของโลหะชนิดอื่น เพื่อป้องกันการผุกร่อนและเพิ่มความคงทน สวยงาม เช่น ลวดเหล็ก เหล็กแผ่นทำถังเก็บน้ำ สังกะสีมุงหลังคา รางน้ำ เป็นต้น การเคลือบสังกะสีบนแผ่นโลหะอื่นโดยทั่วไปนิยมทำโดยวิธีการชุบ ร้อน เพราะสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่องได้

โลหะหนัก



ตะกั่ว (Lead : Pb)

เป็นโลหะที่มีลักษณะเป็นสีขาว มีจุดหลอมต่ำ (237°C) จึงจัดไว้ในกลุ่มโลหะขาว ทนต่อการกัดกร่อนต่าง ๆ ได้ดีมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งทนต่อการกัดตะกั่ว เป็นโลหะที่สำคัญมากในงานอุตสาหกรรม จะถูกนำไปใช้ผลิตหม้อแบตเตอรี่ โดยใช้ตะกั่วทำเป็นแผ่นธาตุ สารประกอบของตะกั่วใช้ผสมในน้ำมันเบนซินเพื่อเพิ่มค่าออกเทนให้สูงขึ้น และป้องกันการน็อกของเครื่องยนต์

ประโยชน์ของตะกั่ว ใช้ทำภาชนะบรรจุน้ำกรด ทำแผ่นแบตเตอรี่ ทำโลหะหุ้มสายเคเบิลทำโลหะแบรีง ทำสีขาว เนื่องจากตะกั่วมีน้ำหนักมาก จึงนิยมใช้เป็นน้ำหนักถ่วงความสมดุลของล้อรถยนต์ และมีความหนาแน่นสูงมาก จึงเหมาะที่จะใช้เป็นฉากป้องกันรังสีต่างๆ ในการแพทย์ และในการทดสอบงานเชื่อม

โทษของตะกั่วมีหลายชนิด การทำงานกับตะกั่วต้องระมัดระวังเป็นอย่างมาก อย่าสูดไอตะกั่วหลอมเหลวเข้าไป เพราะตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายจะเป็นอันตราย อาจเสียชีวิตได้ และตะกั่วยังสามารถซึมเข้าสู่ผิวหนังได้อีกด้วย ถ้าเด็กได้รับพิษของตะกั่วจะทำให้เด็กกลายเป็นเด็กปัญญาอ่อน

โลหะหนัก



ดีบุก (Tin : Sn)

เป็นโลหะสีขาวและอ่อน จัดเป็นโลหะขาวเช่นเดียวกับตะกั่ว มีจุดหลอมเหลวต่ำ (232°C) นิยมใช้ทำเป็นโลหะบัดกรี นอกจากนี้ยังใช้ผสมกับโลหะอื่นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม และตะกั่ว เป็นต้น

คุณสมบัติที่สำคัญของดีบุกมีหลายประการด้วยกัน เช่น มีจุดหลอมละลายต่ำ ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีคุณสมบัติหล่อลื่นดี และไม่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ จึงนำมาใช้เคลือบแผ่นเหล็ก หรือโลหะชนิดอื่น ทำเป็นภาชนะบรรจุอาหาร ประมาณ 50% ของดีบุกที่ใช้งาน จะนำมาเคลือบโลหะอื่นเพื่อป้องกันการกัดกร่อน และนอกจากนี้ยังทำเป็นแผ่นบาง ๆ สำหรับห่ออาหารได้อีกด้วย

โลหะบัดกรีที่ใช้ในงานบัดกรีอ่อน (Soldering) จะเป็นโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับดีบุกซึ่งเป็นโลหะผสมที่มีอุณหภูมิหลอมละลายต่ำ สามารถประสานโลหะให้ติดเข้าด้วยกัน รอยต่อจะมีความแข็งแรง



โลหะหนัก

โลหะดีบุกผสมและโลหะตะกั่วผสม นิยมใช้ทำแบตเตอรี่ จึงมีชื่อเรียกว่า โลหะแบรีง ซึ่งมีคุณสมบัติทั่วไปดังนี้

1. มีความแข็งแรงสูง ทนต่อแรงกดของเพลลาได้ดี
2. ทนต่อแรงกระแทกได้ดี
3. ทนต่อการเสียดสีและการสึกหรอได้ดี
4. มีอุณหภูมิการหลอมละลายต่ำและหล่อได้ง่าย
5. ทนต่อการกัดกร่อน เนื่องจากน้ำมันหล่อลื่นได้ดี
6. สามารถรักษาคุณสมบัติทางกลได้ดี ถึงแม้ว่าจะใช้งานที่อุณหภูมิสูง

โลหะเบา

โลหะเบา (Light Metals) ที่เป็โลหะนอกกลุ่มเหล็ก หมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า 5 กก./ดม.³ ที่ใช้งานและรู้จักกันทั่วไป เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม ไทเทเนียม เป็นต้น



อะลูมิเนียม (Aluminium : Al)

โลหะเบา (Light Metals) ที่เป็โลหะนอกกลุ่มเหล็ก หมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า 4 กก./ดม.³ ที่ใช้งานและรู้จักกันทั่วไป เช่น อะลูมิเนียม แมกนีเซียม ไทเทเนียม เป็นต้น

เป็นโลหะที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย มีน้ำหนักเบา (2.7 กก./ดม.³) และมีจุดหลอมเหลวต่ำ (658°C) คุณสมบัติที่สำคัญของอะลูมิเนียมมีหลายประการ มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบาแต่มีความแข็งแรงสูง มีความเหนียวสูง สามารถนำไปขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ได้โดยง่าย เนื่องจากมีอุณหภูมิหลอมเหลวต่ำ จึงทำให้ง่ายต่อการหล่อ มีความสามารถเพียง 62% เมื่อเทียบกับทองแดงนิยมใช้ทำสายส่งไฟฟ้าแรงสูง เพราะมีน้ำหนักเบา มีคุณสมบัติการนำความร้อนสูง และไม่เป็นพิษต่อร่างกาย จึงใช้ทำภาชนะหุงต้มอาหาร และมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนในบรรยากาศได้ดี

การกำหนดสัญลักษณ์ของอะลูมิเนียม

สัญลักษณ์ของอะลูมิเนียม ตามที่สมาคมอะลูมิเนียมแห่งอเมริกา* ได้กำหนดขึ้น แบ่งเป็นประเภทใหญ่ได้ 2 ประเภท คือ อะลูมิเนียมขึ้นรูปเย็น และอะลูมิเนียมขึ้นรูปเย็นผสม



โลหะเบา

สัญลักษณ์	ธาตุที่ผสม
1XXX	อะลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.0%
2XXX	ทองแดง
3XXX	แมงกานีส
4XXX	ซิลิคอน
5XXX	แมกนีเซียม
6XXX	แมกนีเซียมและซิลิคอน
7XXX	สังกะสี
8XXX	ธาตุอื่นๆ

แสดงตัวเลขสัญลักษณ์ของอะลูมิเนียมผสมขึ้นรูป

ตัวเลขหลักที่สอง แสดงส่วนผสมอื่นเพิ่มเติมเข้าไป โดยใช้ตัวเลข 1 - 9

ตัวเลขหลักที่สามและสี่ แสดงถึงส่วนผสมที่แตกต่างกันของโลหะผสมชนิดย่อย ๆ ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน รายละเอียดส่วนผสมของอะลูมิเนียมชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง



โลหะเบา

ชนิดอะลูมิเนียม	ส่วนผสม (%)						
	ทองแดง	แมกนีเซียม	ซิลิคอน	แมงกานีส	สังกะสี	โครเมียม	อื่น ๆ
1060							99.60 Al
1100							99.00 Al
2011	5.5						0.5 Pb
2014	4.4	0.5	0.8	0.8			
2017	4.0	0.5		0.7			
2024	4.4	1.5		0.6			
2218	4.0	1.5					2.0 Ni
3003	0.12			1.2			
3004		1.0	12.2				0.9 Ni
5005		0.8					
5050		1.4					
5056		5.1		0.12		0.12	
5154		3.5				0.25	

แสดงส่วนผสมของอะลูมิเนียม



โลหะเบา

ชนิด อะลูมิเนียม	ส่วนผสม (%)						
	ทองแดง	แมกนีเซียม	ซิลิคอน	แมงกานีส	สังกะสี	โครเมียม	อื่น ๆ
5454		2.8		0.8		0.12	
5456		5.1		0.8		0.12	
6003		1.2	0.7				
6061	0.27	1.0	0.6			0.2	
6063		0.7	0.4				
6068	0.9	1.1	1.3	0.9			
6151		0.6	0.9			0.15	
6262	0.27	1.0	0.6			0.09	0.55 Pb 0.55 Bi
7001	2.1	3.0			1.4	0.3	
7075	1.6	2.5			5.6	0.3	
7079	0.6	3.3		0.2	4.3	0.2	
7178	2.0	2.7			6.8	0.3	

โดยปกติอะลูมิเนียมบริสุทธิ์นั้นจะมีความแข็งแรงไม่มากนัก แต่มีความเหนียวมาก ดังนั้นสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกลของอะลูมิเนียมให้ดีขึ้นได้ โดยการผสมธาตุบางอย่างลงไป เช่น ทองแดง แมงกานีส ซิลิคอน แมกนีเซียม สังกะสี เป็นต้น

โลหะเบา



แมกนีเซียม (Magnesium : Mg)

เป็นโลหะเบาอีกชนิดหนึ่ง เบาประมาณครึ่งหนึ่งของอะลูมิเนียม และจัดว่าเป็นโลหะที่เบาที่สุดที่ใช้ในงานวิศวกรรม (ลิเทียมเป็นโลหะที่เบาที่สุดในโลก) แมกนีเซียมบริสุทธิ์เป็นโลหะโครงสร้างไม่ได้เลย เพราะมีความแข็งแรงน้อยมาก

คุณสมบัติที่สำคัญของแมกนีเซียมมีหลายประการ ได้แก่ มีความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูงมากทำหน้าที่เป็นตัวลดออกซิเจน และกำมะถันในการผลิตนิกเกิล และทองแดงผสม มีความสามารถในการนำไปตกแต่งด้วยเครื่องจักรได้ดี แต่มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของบรรยากาศที่เป็นเกลือและน้ำทะเลได้ต่ำ ติดไฟได้ง่าย และจะได้เปลวไฟดี ซึ่งนิยมใช้ในการทำพลุ นิยมใช้ในอุตสาหกรรม หลายชนิดเช่น ใช้สร้างจรวด เครื่องบิน ล้อและกระบะรถยนต์ ชิ้นส่วนในเครื่องทอผ้า และเครื่องพิมพ์ดีด เป็นต้น

แมกนีเซียมที่ใช้กันในทางวิศวกรรมเกือบทุกชนิดเป็นแมกนีเซียมผสม ซึ่งจะผสมธาตุที่สำคัญ ได้แก่ แมงกานีส อะลูมิเนียม สังกะสี ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้นิยมผสมกับแมกนีเซียม แต่บางครั้งต้องการคุณสมบัติพิเศษอื่นบางอย่าง อาจจะผสมธาตุอื่นลงไปเล็กน้อย เช่น เซอร์โคเนียม ซีเรียม ทอเรียม และเบริลเรียม เป็นต้น

โลหะเบา

สัญลักษณ์ของแมกนีเซียม

มาตรฐานตาม ASTM B 275-61 และ B 296-61 ได้กำหนดสัญลักษณ์ของแมกนีเซียมตามธาตุที่ผสมอยู่ดังนี้

X X X

→ อักษร 1 ตัว แสดงความแตกต่างของโลหะผสม

→ ตัวเลข 2 หลัก แสดงส่วนผสมของธาตุหลัก

- หลักที่ 1 แสดงปริมาณของธาตุผสมตัวแรก

- หลักที่ 2 แสดงปริมาณของธาตุผสมตัวที่สอง

→ อักษรไม่เกิน 2 ตัว เป็นสัญลักษณ์ของธาตุผสมหลัก



โลหะเบา

อักษร	ธาตุผสม	อักษร	ธาตุผสม
A	อะลูมิเนียม	M	แมงกานีส
B	บิทัม	N	นิกเกิล
C	ทองแดง	P	ตะกั่ว
D	แคดเมียม	Q	เงิน
E	แรเอิร์ท	R	โครเมียม
F	เหล็ก	S	ซิลิคอน
G	แมกนีเซียม	T	ดีบุก
H	ทอเรียม	Y	พลวง
K	เซอร์โคเนียม	Z	สังกะสี
L	เบริลเลียม		

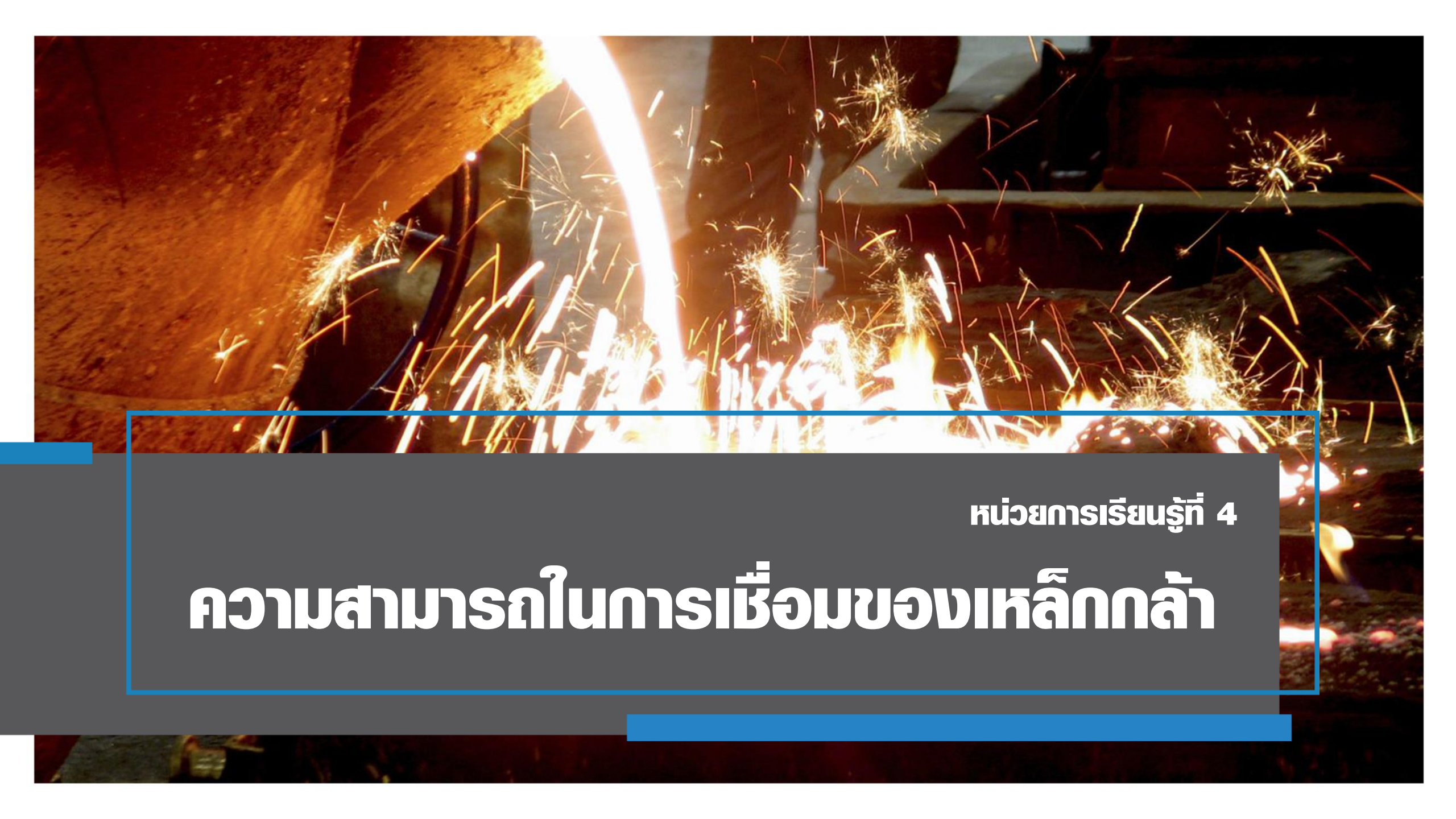
แสดงอักษรที่ใช้แทนธาตุผสมหลัก

ตัวอย่างสัญลักษณ์

A Z 9 1 A

จากสัญลักษณ์ หมายถึง โลหะแมกนีเซียมที่มีอะลูมิเนียมและสังกะสีผสมเป็นธาตุหลักซึ่งมีอะลูมิเนียมผสมอยู่ 9% และมีสังกะสีผสมอยู่ 1%





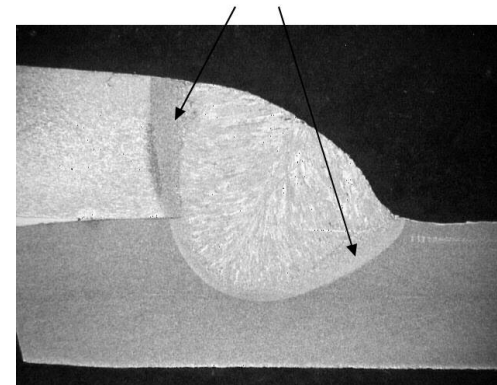
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้า

อิทธิพลของธาตุต่าง ๆ ที่นำมาผสมในเหล็กกล้า

1. คาร์บอน (C) เป็นธาตุที่สำคัญในการช่วยเพิ่มความแข็งแรงแก่เหล็กกล้า เมื่อมีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่สูงขึ้นเหล็กกล้าจะมีความสามารถในการชุบแข็งและความต้านทานต่อแรงดึงจะสูงขึ้นแต่ความเหนียวและความสามารถในการเชื่อมจะลดลงเมื่อทำการเชื่อมเหล็กกล้าที่มีปริมาณ คาร์บอนผสมอยู่มากกว่า 0.25% และทำให้เย็นตัว อย่างรวดเร็วบริเวณใกล้เคียงกับรอยเชื่อมหรือ เรียกว่าบริเวณกระทบร้อน (Heat Affect Zone : HAZ) จะมีความแข็งและเปราะหรือถ้าบริเวณบ่อหลอมเหลวได้รับคาร์บอนในปริมาณมากในขณะที่ทำการเชื่อม รอยเชื่อมอาจจะมีความแข็งแรงมากกว่าปกติ

บริเวณกระทบร้อน



แสดงลักษณะบริเวณกระทบ

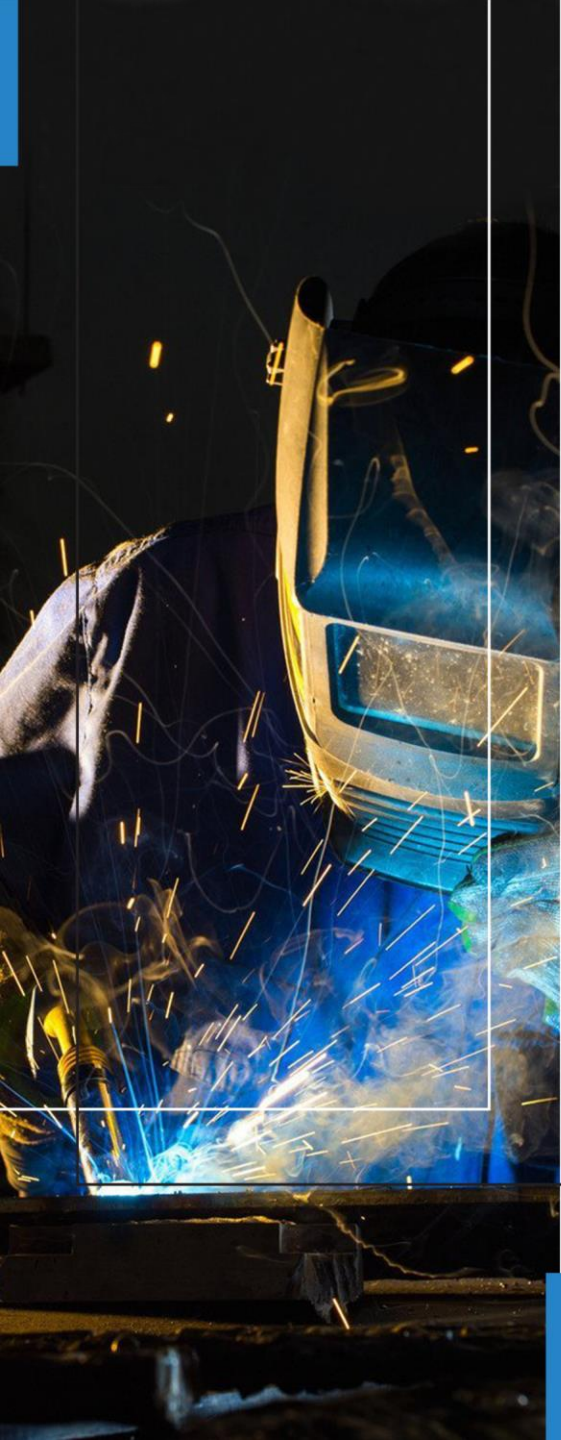


อิทธิพลของธาตุต่าง ๆ ที่นำมาผสมในเหล็กกล้า

2. แมงกานีส (Mn) เป็นธาตุที่ช่วยเพิ่มความสามารถชุบแข็งและความแข็งแต่จะมีผลน้อยกว่าธาตุคาร์บอน สมบัติของเหล็กกล้าที่มีธาตุแมงกานีสผสมอยู่ขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอน ถ้าแมงกานีสน้อยกว่า 0.30% อาจทำให้เกิดตามด และรอยร้าวภายในรอยเชื่อมและถ้ามีแมงกานีส มากกว่า 0.80% รอยเชื่อมอาจจะมีโอกาสเกิดการแตกร้าวได้ง่ายเช่นเดียวกัน

โดยทั่วไปแล้วแมงกานีสจะเป็นธาตุที่ช่วยเร่งอัตราการแทรกซึมของคาร์บอน ขณะที่ทำการอบเติมคาร์บอน และมีผลดีต่อการตกแต่งผิวสำเร็จ

ส่วนผสมของแมงกานีสต่อกำมะถันในอัตราส่วน 10 : 1 จะทำให้เหล็กกล้ามีความสามารถในการเชื่อมที่ดี ถ้าเหล็กกล้ามีแมงกานีสและคาร์บอนต่ำ แสดงว่าการลดปริมาณออกซิเจนกระทำไม่เหมาะสม แมงกานีสในเหล็กกล้าจะรวมตัวกับกำมะถันซึ่งจะไม่เป็นอันตรายแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม ถ้าเหล็กมีอัตราส่วนต่ำ จะทำให้รอยเชื่อมแตกร้าวได้ง่ายขณะที่รอยเชื่อมยังร้อนอยู่



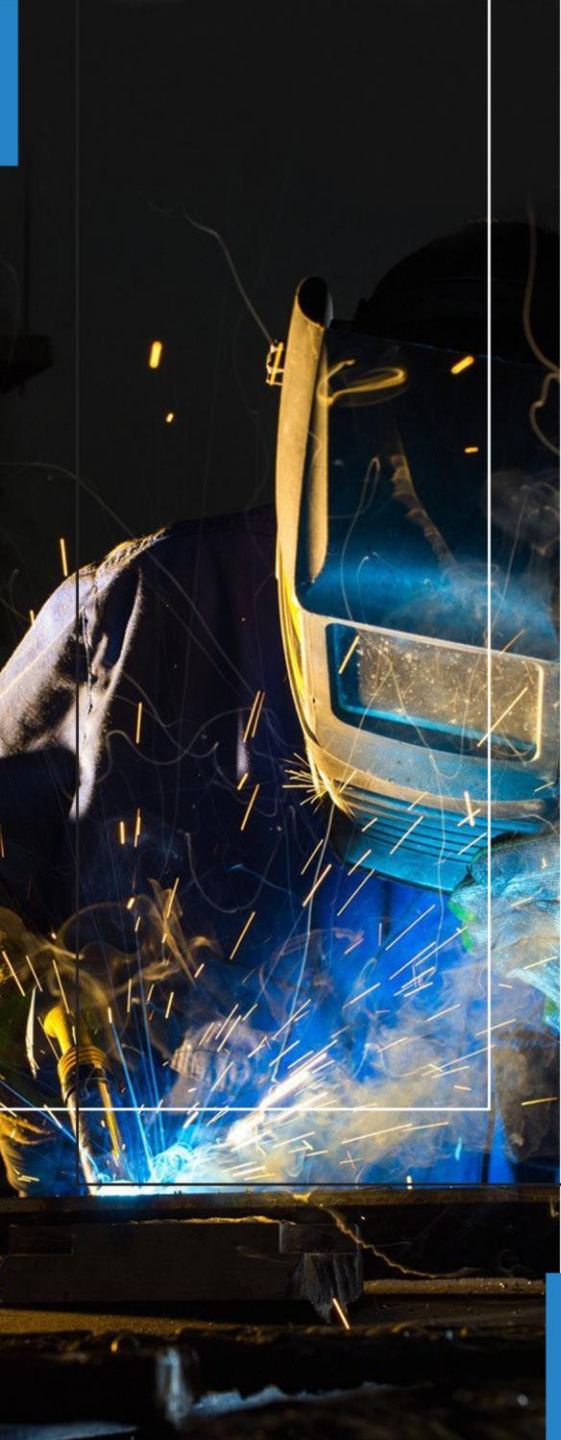
อิทธิพลของธาตุต่าง ๆ ที่นำมาผสมในเหล็กกล้า

3. กำมะถัน (S) กำมะถันจะช่วยเพิ่มความสามารถในการตัดแต่งของเหล็กกล้า แต่จะไปลดความอ่อนในแนวขวางความต้านทานต่อแรงกระแทกและความสามารถในการเชื่อมกำมะถันจะทำให้รอยเชื่อมเกิดแตกง่ายได้ง่ายในขณะร้อน (Hot-Short) แม้ว่าจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม และมีโอกาสที่จะเกิดมากขึ้นถ้ามีปริมาณกำมะถันสูงขึ้น ปกติแล้วจะให้มีกำมะถันได้ไม่เกิน 0.35% แต่ต้องมีแมงกานีสเพียงพอด้วยถ้ามีมากเกินไปจะทำให้เกิดปัญหารุนแรง เป็นอันตรายต่อคุณภาพ ผิวของเหล็กกล้าคาร์บอน และเหล็กกล้าแมงกานีสต่ำ

เหล็กกล้าที่มีกำมะถันผสมอยู่จะมีความสามารถในการเชื่อมไม่ดี เพราะกำมะถันจะรวมตัวกับเหล็กกลายเป็นฟิล์มซึ่งทำให้เกิดรอยแตกง่ายและรอยตำหนิอื่น ๆ ตามบริเวณแนวหลอมเหลว ของการอาร์ก

4. ฟอสฟอรัส (P) จะมีผลทำให้เหล็กกล้ามีความแข็งและความแข็งแรงสูงขึ้น แต่ความต้านทาน ต่อแรงกระแทกจะลดลง โดยเฉพาะในเหล็กกล้าเกรดคาร์บอนสูงในเหล็กกล้าเกรดคาร์บอนต่ำ ฟอสฟอรัสจะช่วยเพิ่มความสามารถในการตัดแต่งและความต้านทานต่อการกัดกร่อนของบรรยากาศ ได้ดี

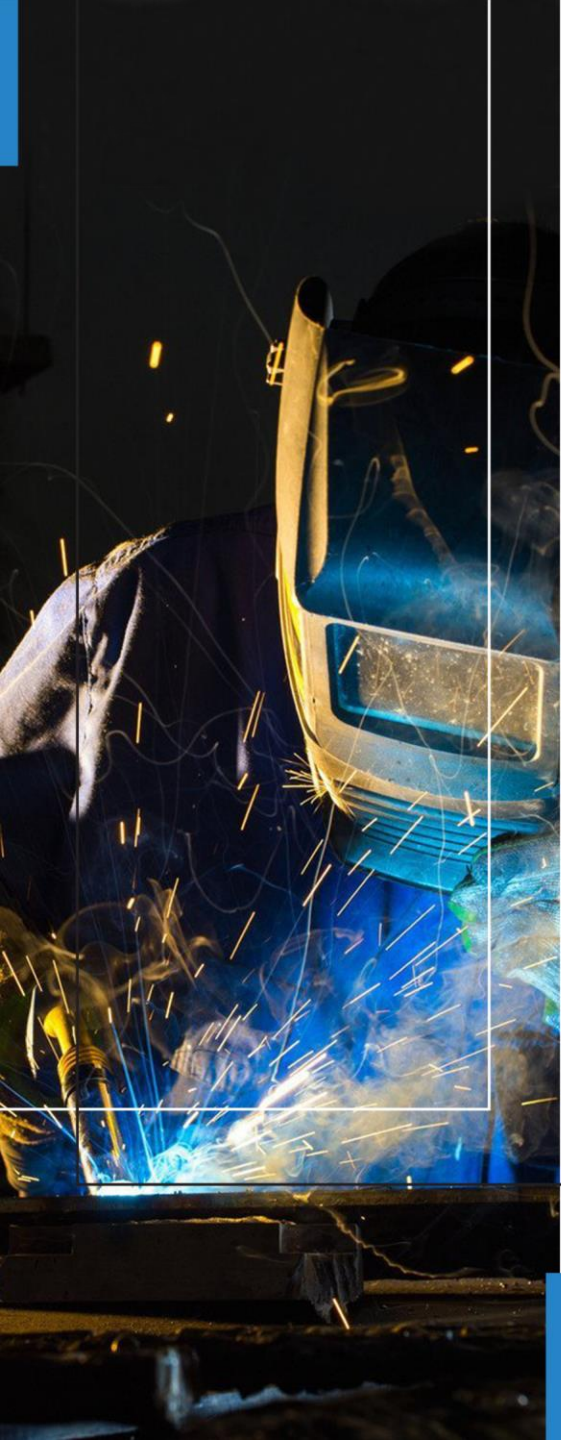
เมื่อพิจารณาในด้านของงานเชื่อมจะถือว่าฟอสฟอรัสจะเป็นสารมลทินจึงต้องพยายามควบคุมให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ถ้ามีมากกว่า 0.04% จะทำให้รอยเชื่อมเปราะและแตกง่ายได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ฟอสฟอรัสทำให้การไหลของน้ำโลหะดีขึ้น จึงทำให้การควบคุมการเชื่อมได้ยาก



อิทธิพลของธาตุต่าง ๆ ที่นำมาผสมในเหล็กกล้า

5. ซิลิคอน (Si) เป็นธาตุที่ช่วยลดออกซิเจนในเหล็กกล้าซึ่งจะเติมลงไปในขณะที่ทำการผลิตเหล็กกล้าและยังช่วยเพิ่มความแข็งและความแข็งแรงแต่จะให้ผลน้อยกว่าธาตุแมงกานีส ถ้าเหล็กกล้ามีคาร์บอนค่อนข้างสูงซิลิคอนจะมีโอกาสทำให้เหล็กแตกร้าวได้ง่ายขึ้น เหล็กกล้าที่มีความสามารถในการเชื่อมที่ดีต้องมีซิลิคอนไม่เกิน 0.10% แต่ถ้าสูงถึง 0.30% จะมีผลเสียน้อยกว่า เมื่อเทียบกับการมีกำมะถันหรือฟอสฟอรัสสูง

6. ทองแดง (Cu) เป็นธาตุที่มีสมบัติปรับปรุงความต้านทานการกัดกร่อนจากบรรยากาศ ถ้าเติมทองแดงจนถึง 0.50% จะไม่มีผลต่อความสามารถในการเชื่อมแต่ถ้ามีเพียงเล็กน้อยจะมีผลต่อความสามารถในการตีประสานแต่ถ้าเป็นเหล็กกล้าที่ต้องผ่านการอบชุบ หากมีทองแดงมากกว่า 0.50% จะทำให้สมบัติเชิงกลลดลง



ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอน

การแบ่งชนิดของเหล็กกล้าคาร์บอนโดยทั่วไปจะแบ่งตามปริมาณของคาร์บอนที่ผสม ซึ่งจะแบ่งได้ดังนี้เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมีคาร์บอนไม่เกิน 0.30% เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง มีคาร์บอนระหว่าง 0.30 - 0.45 % และเหล็กกล้าคาร์บอนสูงมีคาร์บอนมากกว่า 0.45% เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำจะแบ่งเป็น เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำมากมีคาร์บอนไม่เกิน 0.15% และเหล็กกล้าละมุน มีคาร์บอน 0.15 - 0.30% ส่วนผสมของเหล็กกล้าคาร์บอนตามมาตรฐานSAE ดังแสดงในตาราง



ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอน

Ladle Chemical Composition ^{b,c} Limits, %					SAE	Ladle Chemical Composition ^{b,c} Limits, %			
No.	C	Mn	P _{max}	S _{max}	No.	C	Mn	P _{max}	S _{max}
1006	0.08 max	0.25-0.45	0.040	0.050	1040	0.36-0.44	0.60-0.90	0.040	0.050
1008	0.10 max	0.25-0.50	0.040	0.050	1041	0.36-0.45	1.30-1.65	0.040	0.050
1009	0.15 max	0.60 max	0.040	0.050	1042	0.39-0.47	0.60-0.90	0.040	0.050
1010	0.08-0.13	0.30-0.60	0.040	0.050	1043	0.39-0.47	0.70-1.00	0.040	0.050
1012	0.10-0.15	0.30-0.60	0.040	0.050	-	-	-	-	-
1015	0.12-0.18	0.30-0.60	0.040	0.050	1045	0.42-0.50	0.60-0.90	0.040	0.050
1016	0.12-0.18	0.60-0.90	0.040	0.050	1046	0.42-0.50	0.70-1.00	0.040	0.050
1017	0.14-0.20	0.30-0.60	0.040	0.050	-	-	-	-	-
1018	0.14-0.20	0.60-0.90	0.040	0.050	1048	0.43-0.52	1.05-1.40	0.040	0.050
1019	0.14-0.20	0.70-1.00	0.040	0.050	1049	0.45-0.53	0.60-0.90	0.040	0.050
1020	0.17-0.23	0.30-0.60	0.040	0.050	1050	0.47-0.55	0.60-0.90	0.040	0.050
1021	0.17-0.23	0.60-0.90	0.040	0.050	1052	0.46-0.55	1.20-1.55	0.040	0.050
1022	0.17-0.23	0.70-1.00	0.040	0.050	1055	0.52-0.60	0.60-0.90	0.040	0.050
1023	0.19-0.25	0.30-0.60	0.040	0.050	1060	0.55-0.66	0.60-0.90	0.040	0.050
1024	0.18-0.25	1.30-1.65	0.040	0.050	1064	0.59-0.70	0.50-0.80	0.040	0.050
1025	0.22-0.28	0.30-0.60	0.040	0.050	1065	0.59-0.70	0.60-0.90	0.040	0.050
1026	0.22-0.28	0.60-0.90	0.040	0.050	1070	0.65-0.76	0.60-0.90	0.040	0.050
1027	0.22-0.29	1.20-1.55	0.040	0.050	1074	0.69-0.80	0.50-0.80	0.040	0.050
1030	0.27-0.34	0.60-0.90	0.040	0.050	1078	0.72-0.86	0.30-0.60	0.040	0.050
1033	0.29-0.36	0.70-1.00	0.040	0.050	1080	0.74-0.88	0.60-0.90	0.040	0.050
1035	0.31-0.38	0.60-0.90	0.040	0.050	1084	0.80-0.94	0.60-0.90	0.040	0.050
1036	0.30-0.38	1.20-1.55	0.040	0.050	1085	0.80-0.94	0.70-1.00	0.040	0.050
1037	0.31-0.38	0.70-1.00	0.040	0.050	1086	0.80-0.94	0.30-0.50	0.040	0.050
1038	0.34-0.42	0.60-0.90	0.040	0.050	1090	0.84-0.98	0.60-0.90	0.040	0.050
1039	0.36-0.44	0.70-1.00	0.040	0.050	1095	0.90-1.04	0.30-0.50	0.	

แสดงส่วนผสมทางเคมีของเหล็กกล้าคาร์บอน ตามมาตรฐาน SAE

ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอน

1. ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำจะมีธาตุคาร์บอนผสมอยู่ไม่เกิน 0.30% ซึ่งจะมีความสามารถในการเชื่อมไฟฟ้าที่ดีนิยมนำมาใช้ในการก่อสร้างทั่วไปภาชนะ ฐานเครื่องจักรเครื่องกลการเกษตร และงานเชื่อมทั่วไป

เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่มีคาร์บอนประมาณ 0.13% สามารถใช้ในงานเชื่อมได้ดีแต่จะเชื่อมได้ไม่ดีนักเมื่อเชื่อมด้วยความเร็วสูงเหล็กกล้าชนิดนี้เมื่อมีแมงกานีสไม่เกิน 0.30% จะมีโอกาสเกิดรูพรุนได้ง่ายซึ่งวิธีการแก้ไขอาจทำได้โดยการเชื่อมให้ช้าลงกว่าเดิม แต่ถ้ายอมให้เกิดรูพรุนอยู่บ้าง ก็ไม่ต้องลดความเร็วในการเชื่อมก็ได้

เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.15-0.20 % จะมีความสามารถในการเชื่อมที่ดีมาก สามารถเชื่อมตามวิธีมาตรฐานโดยทั่วไปได้ด้วยลวดเชื่อมเหล็กเหนียวทุกชนิดจึงเหมาะสมกับงานที่ต้องการความรวดเร็วในการเชื่อม

เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 0.25-0.30% จะมีความสามารถในการเชื่อมที่ดี แต่ถ้ามีธาตุผสมบางตัวสูงเกินค่าที่จำกัดอาจทำให้งานเชื่อมแตกร้าวได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อเชื่อมแบบฟิลเลท(Fillet) ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้โดยการลดความเร็วและกระแสไฟเชื่อม หรือถ้ามีธาตุผสมมากเกินไปจะมีโอกาสเกิดโพรงอากาศได้ง่ายซึ่งอาจแก้ไขได้โดยการลดความเร็ว และกระแสไฟเชื่อมลงได้เช่นเดียวกัน

ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอน

การเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำนี้โดยทั่วไปแล้วไม่ต้องให้ความร้อนก่อนการเชื่อม (Preheat) แต่ถ้าชิ้นงานมีความหนาตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไปควรอุ่นชิ้นงานก่อนการเชื่อม แต่ถ้าเป็นกระบวนการเชื่อมที่มีไฮโดรเจนต่ำอาจจะไม่ต้องทำการอุ่นชิ้นงานก็ได้ โดยทั่วไปแล้วเหล็กกล้าที่มีคาร์บอน ผสมอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.30% ควรใช้ลวดเชื่อมชนิดไฮโดรเจนต่ำ (EXXX5, EXXX6, EXXX8) หรือกระบวนการเชื่อมแบบไฮโดรเจนต่ำถ้าอุณหภูมิแวดล้อมต่ำกว่า 10 °C ลักษณะงานเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ดังแสดงในรูป



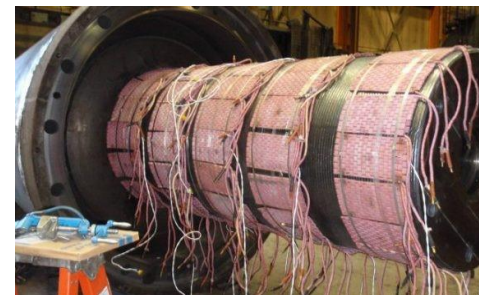
แสดงลักษณะงานเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ

ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอน

2. ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางและเหล็กกล้าคาร์บอนสูง

โดยทั่วไปแล้วความสามารถในการชุบแข็งของเหล็กกล้าจะเพิ่มขึ้นเมื่อเหล็กกล้ามีปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้น ดังนั้นเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลางและคาร์บอนสูงจึงเหมาะกับการใช้งานที่ความแข็ง ความต้านทานต่อการสึกหรอดี และความแข็งแรงสูง เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (มีคาร์บอนประมาณ 0.45%) จะนิยมใช้ทำแผ่นกันสึก สปริงและชิ้นส่วนรถไฟ อุปกรณ์และ เครื่องมือการขุดและตักดิน แต่เหล็กกล้าชนิดนี้จะมีสมบัติในด้านการเชื่อมไม่ดีคือจะเชื่อมยากนั่นเอง การเชื่อมต้องให้ความร้อนก่อนที่จะทำ และในบางครั้งหลังจากการเชื่อมต้องอุ่นงาน อีกครั้งเพื่อคลายความเค้นที่อยู่ภายในชิ้นงานลง

เหล็กกล้าคาร์บอนสูงจะเหมาะกับงานในสภาพอบชุบแข็ง เช่น นำไปใช้ทำเครื่องมืองานโลหะ และงานไม้ดอกสว่าน แม่พิมพ์ มีด ฆาตไถ และเหล็กกันสีกเป็นต้น อุปกรณ์ทำฟาร์มบางชนิดจะทำจากเหล็กทรงรถไฟนำไปรีดใหม่ (มีคาร์บอน 0.65%) โดยการเชื่อมในสภาพที่หลังรีดต้องอุ่นชิ้นงานก่อนการเชื่อม อุ่นรอยเชื่อมเดิมก่อนเชื่อมทับลงไป (Interpart Heating) และอุ่นงานหลังจากการเชื่อม (Postheat) เพื่อคลายความเค้นภายใน



แสดงลักษณะการให้ความร้อนหลังการเชื่อม

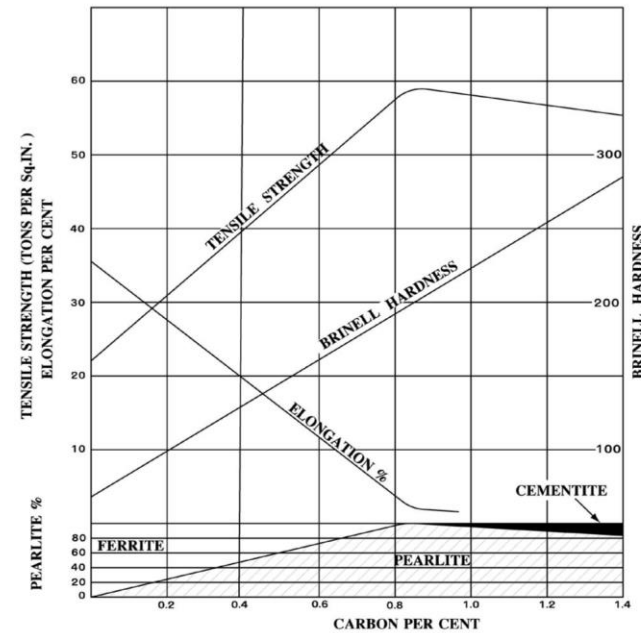


ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอน

เหล็กกล้าที่มีคาร์บอนตั้งแต่ 0.30% ขึ้นไปควรจะทดลองเชื่อมงานก่อนที่จะเชื่อมงานจริง เพื่อหาแนวโน้มของงานที่จะแตกร้าว ถ้างานมีโอกาสจะแตกร้าวได้ง่ายควรอุ่นงานก่อนและหลังจากการเชื่อมแล้วอุณหภูมิที่ใช้สำหรับอุ่นงานของเหล็กแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนผสม ขนาด รูปร่างชิ้นงานและปริมาณความร้อนที่ได้จากการเชื่อม ถ้าปริมาณคาร์บอนและธาตุผสมสูง และชิ้นงานหนา ควรใช้อุณหภูมิสูงเพื่อให้งานเย็นตัวช้ากว่าปกติ แต่ถ้าเชื่อมด้วยกระบวนการ ไฮโดรเจนต่ำสามารถใช้อุณหภูมิอุ่นงานต่ำกว่าปกติ สำหรับงานเชื่อมที่บางกว่าเบอร์ 14 ไม่จำเป็นต้องอุ่นงาน โดยทั่วไปแล้วถ้าเชื่อมด้วยลวดเชื่อมชนิดไฮโดรเจนต่ำ ให้อุ่นงานให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติประมาณ 40 – 80 °C

ปริมาณของธาตุคาร์บอนที่ผสมอยู่ในเหล็กกล้าจะมีผลในด้านของความแข็งเพิ่มขึ้น เมื่อเหล็กมีปริมาณคาร์บอนผสมอยู่ไม่เกิน 2% และจะมีความแข็งสูงสุดเมื่อเหล็กมีปริมาณคาร์บอนเท่ากับ 0.83% แต่ถ้าเหล็กมีปริมาณคาร์บอนน้อยกว่าหรือมากกว่า 0.83% จะทำให้ค่าความแข็งแรงลดลง ส่วนสมบัติในด้านความเหนียวหรือความต้านทานแรงกระแทกจะลดลงไปเมื่อเหล็กมีปริมาณของคาร์บอนเพิ่มขึ้น

ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอน



แสดงสมบัติทางกลของเหล็กกล้าคาร์บอน



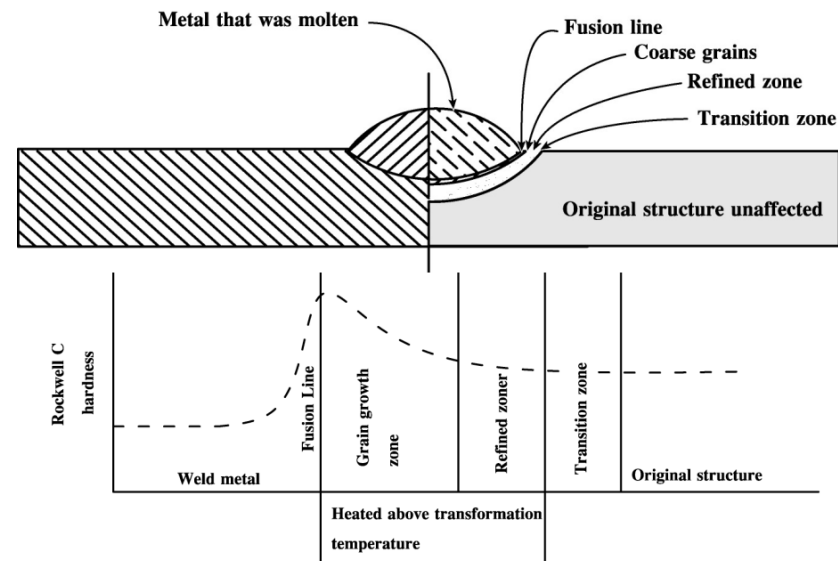
ความสามารถในการเชื่อมของเหล็กกล้าคาร์บอน

เหล็กกล้าคาร์บอนแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน ตัวอย่างการใช้งานของเหล็กกล้าคาร์บอน
แสดงการใช้งานของเหล็กกล้าคาร์บอน

ชนิดเหล็กกล้า	ปริมาณคาร์บอน (%)	การใช้งาน
คาร์บอนต่ำ	0.02 – 0.10	ชิ้นส่วนเครื่องยนต์, วัสดุสำหรับชุบผิวแข็ง, งานก่อสร้าง, สลักเกลียวท่อ, หมุดย้ำ, ลวด, เหล็กแผ่น, โซ่, ตะปู
	0.20 – 0.30	เพลาลูกเบี้ยว, เฟือง, เหล็กก่อสร้าง, ข้อเหวี่ยง, ชะแลงลูกเบี้ยว
คาร์บอนปานกลาง	0.30 – 0.40	เพลลา, ชิ้นส่วนเครื่องจักร, แกน, สลักเกลียวที่ต้องชุบแข็ง
	0.40 – 0.50	เพลลา, สลักเกลียวใช้ในงานหนัก, เฟือง, ตีขึ้นรูป, เพลาข้อเหวี่ยง, เพลาลูกเบี้ยว
	0.50 – 0.60	ไขควง, เฟืองที่ชุบแข็งด้วยน้ำมัน
	0.60 – 0.70	แม่พิมพ์ตีขึ้นรูป, เหล็กเครื่องมือ, ประแจหกเหลี่ยม, ไขควง
คาร์บอนสูง	0.70 – 0.80	ประแจเลื่อน, ค้อน, เหล็กเครื่องมือ, เลื่อยสายพาน, ประแจปากตาย
	0.80 – 0.90	สิ่ว, เครื่องมือทางการเกษตร, สปริง, สก๊อตงานเย็น, เหล็กย้ำหมุด, ใบตัด, กรรไกรตัดหญ้า, สว่านเจาะหิน, สายลวดเครื่องดนตรี
	0.90 – 1.00	มีด, ขวาน, แหนบรถยนต์, สปริง
	1.00 – 1.10	ดอกตัด, มีดตัด, เครื่องทำสลักเกลียว, ลูกปืน, ดอกสว่าน
	1.10 – 1.20	เครื่องมือตัด, ดอกตัด, มีดตัด, สลักเกลียว, ลูกปืน, ดอกสว่าน
	1.20 – 1.30	ตะไบ, มีด, เครื่องมือตัดโลหะ
	1.30 – 1.40	มีดคว้าน, เครื่องวัด, ใบเลื่อย, เครื่องมือที่มีคม

โลหะวิทยาของรอยเชื่อม

ความร้อนจากการเชื่อมจะทำให้โครงสร้างของโลหะงานและโลหะเชื่อมเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้ทั้งขณะเชื่อมและหลังจากงานเชื่อมเป็นตัวยาวแล้วขณะที่เกิดการอาร์กระหว่างลวดเชื่อมและชิ้นงานจะมีอุณหภูมิประมาณ $1,649^{\circ}\text{C}$ หรือสูงกว่าและระยะห่างจากรอยเชื่อมเล็กน้อยจะมีอุณหภูมิประมาณ $1,500^{\circ}\text{C}$ เมื่อเหล็กร้อนขึ้นจนถึงอุณหภูมิวิกฤตโครงสร้างเกรน ความแข็งและความแข็งแรงของโลหะจะเปลี่ยนแปลง ดังแสดงในรูป



แสดงผลของความร้อนจากการเชื่อมที่มีผลต่อความแข็งแรง

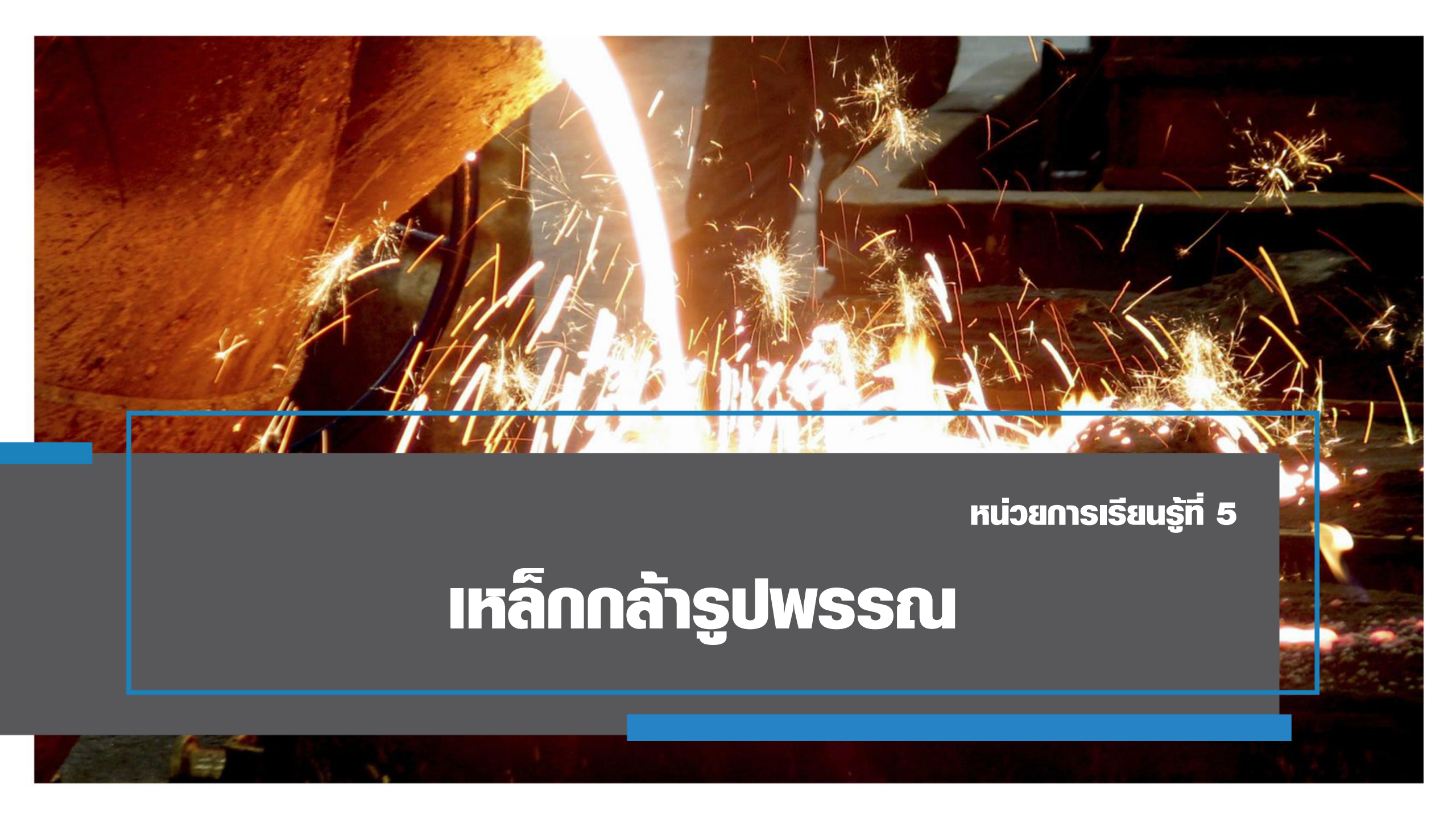


โลหะวิทยาของรอยเชื่อม

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของรอยเชื่อม จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสูงสุดที่งานได้รับ ระยะเวลาที่อยู่ภายใต้อุณหภูมิดังกล่าว ส่วนผสมทางเคมีของโลหะและอัตราการเย็นตัวหลังจากการเชื่อม องค์ประกอบสำคัญที่จะควบคุมการเปลี่ยนแปลงนี้ ได้แก่ ปริมาณของความร้อนที่ให้แก่งานเชื่อมทั้งที่ใช้ในการอุ่นงานและขณะที่ทำการเชื่อมจริง

อัตราการเย็นตัวของงานเชื่อมจะมีผลกระทบต่อสมบัติทางขนาดของเกรน ถ้าอัตราการเย็นตัวเร็วจะทำให้เกิดความแข็งแรง แต่จะเปราะกว่าเมื่อมีอัตราการเย็นตัวช้าในกรณีของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ถ้าอัตราการเย็นตัวแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยก็จะมีผลกระทบต่อสมบัติเพียงเล็กน้อยเท่านั้นแต่ถ้ามีปริมาณคาร์บอนสูงหรือมีธาตุอื่นผสมอยู่ด้วยแม้ว่าจะมีอัตราการเย็นตัวต่างกันไปเพียงเล็กน้อย ก็จะมีผลกระทบต่อสมบัติต่าง ๆ ของชิ้นงานแตกต่างกันอย่างชัดเจน





หน่วยการเรียนรู้ที่ 5

เหล็กกล้ารูปพรรณ

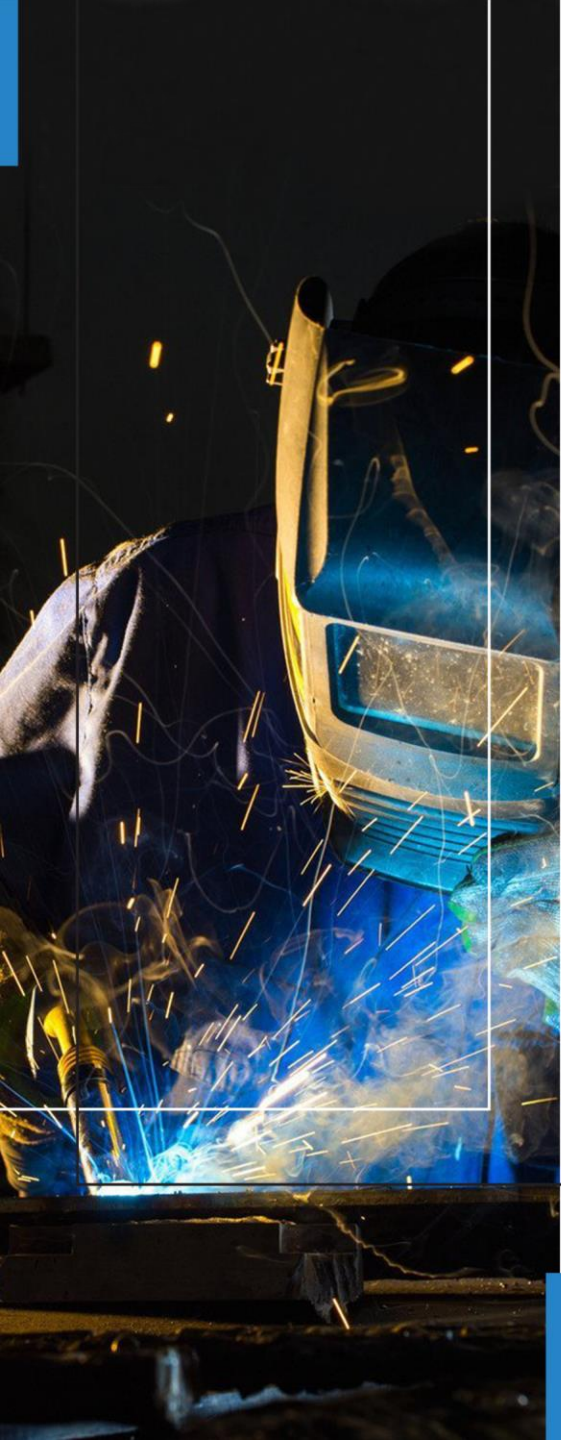


เหล็กกล้ารูปพรรณ

เหล็กกล้ารูปพรรณ (Steel Description) คือ เหล็กที่ผลิตออกมามีหน้าตัดเป็นรูปลักษณะต่าง ๆ สำหรับใช้ในงานโครงสร้าง แบ่งการผลิตออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ เหล็กรูปพรรณรีดร้อน และเหล็กรูปพรรณรีดเย็น

ข้อดีของเหล็กกล้ารูปพรรณ

1. มีกำลังต่อน้ำหนักสูงเหมาะในการก่อสร้างอาคารที่มีระยะช่วงที่ยาวมาก ๆ และอาคารสูง
2. มีสมบัติทางกลสม่ำเสมอ สามารถออกแบบงานสถาปัตยกรรมได้หลากหลาย เช่น ตัดโค้ง ทำโครงสร้างโปรง หรือทำส่วนยื่นได้มาก
3. มีความยืดหยุ่นสูง ลดการเสียรูปอย่างถาวร
4. มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ถ้าดูแลเหมาะสมและถูกต้อง
5. มีความเหนียว เปลี่ยนแปลงรูปร่างที่สูงก่อนการเสียหาย
6. ก่อสร้างได้ง่าย และรวดเร็ว
7. ก่อสร้างในที่จำกัดได้สะดวก ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะฝุ่น
8. สามารถรับแรงสั่นสะเทือนและแผ่นดินไหวได้ดีกว่าโครงสร้างระบบอื่น
9. ดัดแปลง ต่อเติม หรือรื้อไปสร้างใหม่ได้ ไม่ต้องทุบทิ้ง
10. สามารถนำวัสดุมาหมุนเวียนได้ 100%



เหล็กกล้ารูปพรรณ

ข้อเสียของเหล็กกล้ารูปพรรณ

1. มีค่าดูแลรักษาสูง หากออกแบบไม่เหมาะสมกับการใช้งาน
2. มีค่าใช้จ่ายในการพ่นกันไฟ กำลังของเหล็กค่าลดลงมากในกรณีที่เกิดไฟไหม้และเหล็กเป็นสื่อนำความร้อนได้ดี
3. เกิดการโก่งเดาะได้ง่าย ในองค์อาคารเหล็กที่รับแรงกดอัดและความชะลูดสูง เนื่องจากเหล็กมีกำลังที่ค่อนข้างสูง
4. อาจเสียหายโดยการล้า หากออกแบบไม่เหมาะสมและถูกใช้งานในที่อุณหภูมิต่ำและถูกแรงกระทำซ้ำ
5. อาจเสียหายโดยการแตกหักแบบเปราะ เมื่อโครงสร้างเหล็กอยู่ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ เหล็กกล้ารูปพรรณ แต่ละประเภทจะมีลักษณะที่ต่างกัน ดังนี้

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน (Hot Rolled Structural Steel) มีทั้งเหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อนขนาดใหญ่ และเหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อนขนาดเล็ก ขนาดใหญ่จะมีความกว้างมากกว่า 200 มม. ขนาดเล็กจะมีความกว้างน้อยกว่า 200 มม. ด้วยกระบวนการหลอมและหล่อขึ้นรูปเป็นเหล็กแท่งในขั้นต้น จากนั้นใช้ความร้อนเพื่อทำการรีด โดยการลดขนาดและขึ้นรูปอีกครั้ง เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน มีการผลิตใช้งานในต่างประเทศมายาวนาน เนื่องจากผลิตได้รวดเร็ว และเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางรวมถึงประเทศไทยที่เริ่มมีโรงงานผลิตเพิ่มมากขึ้น เหล็กเหล่านี้มีหน้าตัดหลายประเภทและมีหลายเกรด (ชั้นคุณภาพ) รวมถึงมีมาตรฐานที่กำหนดโดยประเทศนั้น ๆ ด้วย อาทิ ASTM (มาตรฐานอเมริกา) JIS (มาตรฐานประเทศญี่ปุ่น) เป็นต้น เดิมส่วนใหญ่แล้วประเทศไทยนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น ปัจจุบันสามารถผลิต และกำหนดมาตรฐานเองภายในประเทศแล้ว ซึ่งได้แก่

1. เหล็กเส้นกลม (Round Bars)

สำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็กและงานก่ออิฐทั่วไป โดยใช้ในการเพิ่มความสามารถในการรับแรงกับโครงสร้าง โดยทั่วไปจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่าง ๆ เช่น RB6 (หมายถึง Round Bar ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร, RB9, RB12, RB15, RB19, RB25 เนื่องจากผิวเหล็กที่มีลักษณะกลมเรียบจึงทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเหล็กกับคอนกรีตไม่ดีจึงต้องมีการขอเพื่อที่จะสามารถถ่ายแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน

ข้อพิจารณาเมื่อเลือกซื้อเหล็กเส้นกลม

- ผิวของเหล็กต้องเรียบ กลิ้ง ไม่มีลูกคลื่น ไม่มีปิก ไม่มีรอยแตก หน้าตัดต้องกลม ไม่เบี้ยว
- เส้นผ่านศูนย์กลางและน้ำหนักต้องถูกต้อง เช่น เหล็ก SR24 ขนาด 9 มม. เมื่อวัดเส้นผ่านศูนย์กลางต้องได้ 9 มม. น้ำหนักต้องได้ 0.499 กก./ 1 เมตร ความยาวทั้งเส้นตามมาตรฐานต้องยาว 10 เมตร เป็นต้น
- เมื่อตัดโค้งงอต้องไม่ปริแตกและหักง่าย
- เหล็กต้องไม่เป็นสนิมกินเข้าไปในเนื้อเหล็ก แต่หากเป็นสนิมบ้างบนผิวเหล็ก อาจเป็นเรื่องของสภาพอากาศของเมืองไทย ไม่ต้องกังวล

ลักษณะการใช้งานเหล็กเส้นกลม

- ใช้สำหรับงานก่อสร้างที่รับแรงไม่มากนัก
 - ใช้ทำปลอกเสายาว 10 เมตร เป็นต้น
 - ใช้สำหรับงานก่อสร้างที่รับแรงไม่มากนัก
 - ไม่นิยมสำหรับงานยึดเกาะ เช่น ปูน เพราะเหล็กมีผิวเรียบ
- มน ไม่เหมาะกับการงานยึดเกาะ
- ลักษณะของเหล็กเส้นกลม ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กเส้นกลม

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน

2. เหล็กเส้นข้ออ้อย (Deformed Bars)

จัดเป็นเหล็กเส้นกลมเช่นกัน สำหรับงานคอนกรีตเสริมเหล็กและงานก่ออิฐทั่วไป เหล็กข้ออ้อยจะมีขนาดหน้าตัดประมาณ ตั้งแต่ 10 - 32 มิลลิเมตร เหล็กเส้นกลมผิวเรียบและเหล็กข้ออ้อย จะมีการใช้งานที่แตกต่างกันโดยจะใช้เหล็กข้ออ้อยเป็นหลักเนื่องจากรับแรงได้ดีกว่า และใช้เหล็กเส้นกลม ขนาดหน้าตัดเล็กกว่าเป็นเหล็กปลอกรัดรอบเหล็กข้ออ้อยเป็นระยะ ๆ สักเกตง่าย ๆ คือ ในเสาแนวตั้ง จะใช้เหล็กข้ออ้อยเป็นเหล็กยืน (ตั้งตลอดแนวเสา) และใช้เหล็กเส้นกลมเป็นเหล็กปลอกรัดรอบเหล็กยืนเป็นระยะ ๆ ในคานแนวนอน จะใช้เหล็กข้ออ้อยเป็นเหล็กนอน (ยาวตลอดแนวคาน) และใช้เหล็กเส้นกลมเป็นเหล็ก ปลอกรัดรอบเหล็กนอนเป็นระยะ ๆ โดยปกติจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลายขนาด เช่น DB10 (หมายถึง Deformed Bar ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร) DB12, DB16, DB20, DB25, DB28, DB32 ผิวของเหล็กเส้นจะมีลักษณะเป็น ปล้องเพื่อเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวให้เหล็กกับคอนกรีตมากขึ้นลักษณะของเหล็กเส้นกลม ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะข้ออ้อย

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน

3. เหล็กเอชบีม (H-Beam)

เหล็กเอชบีมเหมาะสำหรับงานโครงสร้างคาน เสา และโครงหลังคา เหล็กเอชบีม หรือเรียกว่า H-Beam ในภาษาอังกฤษ เป็นเหล็กรูปพรรณรีดร้อน สำหรับงานโครงสร้างเหล็กโดยเฉพาะและมีรูปร่างสวยงามในงานก่อสร้าง อีกทั้งยังให้ความคงทนสูง เพราะมีความแข็งแรงมากลักษณะพิเศษของเหล็กเอชบีม คือ ความสูงจะเท่ากับความกว้าง (HXB) งานส่วนใหญ่สำหรับเหล็กชนิดนี้ คือ นำไปใช้เป็นโครงหลังคา เสา หรือคาน แทนการใช้เหล็กเส้นงานคอนกรีต เพราะให้น้ำหนักที่เบากว่าและสร้างเสร็จรวดเร็วกว่า สามารถรองรับน้ำหนักได้ดีมาก หากใช้ทำเสาหรืออาคารต่าง ๆ โดยไม่ต้องหล่อเสาปูนซึ่ง สามารถใช้แทนกันได้ และก็มีควมยาวมากถึง 3 ขนาด คือ 6 เมตร 9 เมตรและ 12 เมตร ทำให้ง่ายต่อการใช้งานและประหยัดเวลามากขึ้น ลักษณะของเหล็กเอชบีม ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กเอชบีม

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน

4. เหล็กไวด์แฟรงค์ (Wide Flange Beam)

เหล็กไวด์แฟรงค์มีลักษณะรูปทรงที่คล้ายกับเหล็กเอชบีม และเหล็กไอบีม แต่เหล็กไวด์แฟรงค์ จะมีความกว้างของแผ่นตรงกลาง มากกว่าปีกทั้ง 2 ข้าง และมีขนาดบางกว่า แต่ยังคงความแข็งแรง ทนทาน สามารถรองรับน้ำหนักได้ดี เหมาะสำหรับการทำเสา คาน โครงหลังคา ลักษณะของเหล็กไวด์แฟรงค์ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กเอชบีม



เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน

5. เหล็กไอบีเอ็ม (I-Beam)

เหล็กไอบีเอ็ม หรือที่เรียกกันแบบตรง ๆ เลยก็คือ I-Beam ในภาษาอังกฤษ เป็นเหล็กรูปพรรณรีดร้อน สำหรับงาน โครงสร้างเหล็ก โดยเฉพาะ และมีรูปร่างสวยงามในงานก่อสร้างอีกด้วยยังให้ความคงทนสูงเพราะมีความแข็งแรงมากลักษณะพิเศษของไอบีเอ็ม ต่างจากไวด์แฟรงค์คือความแตกต่างของปีกเหล็กและโคนปีก โดยที่โคนจะมีความหนากว่าปีก สังเกตได้จากรัศมี R ของไอบีเอ็มจะมี 2 รัศมี การที่โคนเหล็กมีปีกหนา ทำให้การรับน้ำหนักการสั่นสะเทือนดี นิยมใช้ในการทำเครื่องจักร รางสำหรับเครนในโรงงานผลิต ลักษณะของเหล็กไอบีเอ็ม ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กไอบีเอ็ม

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน

6. เหล็กฉาก (Equal Angle)

เหล็กฉาก อยู่ในกลุ่มเหล็กรูปพรรณรีดร้อน ซึ่งมีด้านเท่ากัน 2 ด้าน โดยใช้ในงานตกแต่งส่วนใหญ่ เช่น ทำชั้น เชื่อมชั้นวางของต่าง ๆ หรือชั้นวางสินค้า เป็นต้น แต่ในงานโครงสร้างก็เป็นที่นิยมใช้ ทำโครงสร้างหลังคาโดยจะใช้เหล็กฉากขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับงานโครงสร้างหลังคา เสาส่งไฟฟ้าแรงสูง เสาส่งวิทยุ เสาโทรศัพท์ เป็นต้น ลักษณะของเหล็กฉาก ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กไอบีเอ็ม

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน

7. เหล็กรางน้ำ (Channel)

เหล็กรางน้ำ เป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน เหมาะสำหรับงานโครงสร้างบ้านหลังคาโรงงาน โครงป้ายโฆษณา ขนาดใหญ่ เสาไฟฟ้าแรงสูงและงานโครงสร้างขนาดเล็กโดยทั่วไปลักษณะของเหล็กรางน้ำ เป็นรูปตัว U ขาสองข้างความหนาจะเท่ากัน เกรดเหล็กมีหลายขนาดให้เลือกตามลักษณะการใช้งานนิยมเรียกขนาดเป็นนิ้ว ตั้งแต่ขนาด 2 นิ้วขึ้นไปจนถึงขนาด 12 นิ้ว ความยาวปกติที่ใช้ทั่วไปคือ 6 เมตร เหมาะสำหรับทำคานรองรับส่วนต่าง ๆ เช่น บันได คานขอบนอก เป็นต้น ลักษณะของเหล็กรางน้ำ ดังแสดงในรูปที่



แสดงลักษณะเหล็กรางน้ำ

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน

8. เหล็กแผ่นหรือเหล็กแผ่นดำ (Steel Plate)

เหล็กแผ่นหรือเหล็กแผ่นดำ ทำจากเหล็กแผ่นม้วนคุณภาพสูงเป็นชนิดหนึ่งของเหล็กแผ่น เหล็กแผ่นดำจะมีลักษณะเป็นแผ่นสีเหลี่ยมผืนผ้า ผิวเรียบ มีหลายขนาดและความหนา การใช้งานเหล็กแผ่น สำหรับงานโครงสร้างทั่วไป การปูพื้น การเชื่อมต่อโครงสร้างยานยนต์ งานต่อเรือ สะพาน มีหลายขนาดและความหนาตามแต่การใช้งาน ลักษณะของเหล็กแผ่น ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กแผ่น

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน

9. เหล็กเพลากลม (Steel Round Bars)

เหล็กเพลากลม แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เหล็กเพลาดำ บางครั้งเรียกว่า เพลหัวแดง (S45C) หรือเพลหัวฟ้า (SCM440) เพื่อแยกประเภทเกรดของเนื้อเหล็กเพล่อีกชนิดหนึ่ง คือ เหล็กเพลาชาว นิยมใช้สำหรับงานที่เน้นความกลม นำไปขึ้นรูปกลึงทำชิ้นงาน น็อต สกรู ใช้เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักร เพลารถ เพลาเครื่องจักร โดยเกรดที่ใช้กันทั่วไปตามท้องตลาด คือ SS400 S20C S45C SCM440 เหล็กเพลาชาว มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Cold Drawn Bar ซึ่งเรียกตามการผลิตที่เกิดขึ้นจากการนำเหล็กเส้นกลมหรือเหล็กเพลาดำ ไปดัดเย็นอีกครั้งหนึ่ง เหล็กที่ถูกนำไปดัดเย็นมาแล้วจะเปลี่ยนสมบัติทำให้เหล็กเปลี่ยนจากสีเทาดำเป็นสีเทาเงิน ๆ จึงเรียกว่าเหล็กเพลาชาวตามลักษณะของเหล็ก เหล็กเพลาชาวนี้จะมีคุณสมบัติแข็งกว่าเหล็กเพลาดำ แต่จะมีการยืดหยุ่นน้อยกว่า ลักษณะเหล็กเพลากลม ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กเพลากลม

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดร้อน

10. เหล็กสี่เหลี่ยมตัน (Steel Square Bars)

เหล็กสี่เหลี่ยมตัน มีลักษณะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดแต่ละด้านเท่ากัน มีค่าทนทานเสียดสีสูง มีขนาดความหนาให้เลือกตั้งแต่ 10 - 75 มม. มีคุณสมบัติ แข็งแรง ทนทาน ถ่ายเทน้ำหนัได้ดีเยี่ยม

การนำไปใช้งาน

เหล็กสี่เหลี่ยมตัน (Steel Square Bars) เหมาะสำหรับงานโครงสร้างทั่ว ๆ ไป นิยมนำไปใช้ทำเหล็กดัดหน้าต่าง รั้ว เหล็กดัดกันขโมย ระเบียงเหล็ก ทำลูกศรแหลม และยังสามารถนำไปใช้ทำรางเครน หรือรางรถไฟได้ หรืองานเครื่องจักร ทำชิ้นส่วนต่าง ๆ ตามต้องการ ลักษณะเหล็กสี่เหลี่ยมตัน และการใช้งาน ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กสี่เหลี่ยม



แสดงลักษณะการใช้งานเหล็กสี่เหลี่ยม

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดเย็น

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดเย็น (Cold formed structural steel) คือ กระบวนการขึ้นรูป เหล็กกล้าที่มีลักษณะเป็นแผ่น ในอุณหภูมิปกติ ซึ่งวัตถุดิบในการขึ้นรูป คือ เหล็กแผ่นรีดร้อนหรือเหล็กแผ่นชุบสังกะสี ซึ่งได้แก่

1. เหล็กตัวซี (Light Lip Channel)

เหล็กชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาแปรรูปด้วยขั้นตอนการรีดให้ได้สัดส่วน เหล็กตัวซีนั้นมีความยาวตามมาตรฐานคือ 6 เมตร ประโยชน์ของเหล็กตัวซีหลัก ๆ คือ จะใช้สำหรับงานทำโครงหลังคา แปหลังคา เสาค้ำยันที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก เป็นต้น ลักษณะเหล็กตัวซีดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กตัวซี

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดเย็น

2. ท่อกลมดำ (Carbon Steel Tubes)

เหล็กท่อกลมดำ หรือที่นิยมเรียกกันว่าเหล็กท่อดำ แป๊บดำ แป๊บกลมผลิตจากเหล็กกล้าแผ่นคุณภาพสูง ผ่านการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรประสิทธิภาพมาตรฐาน มีความยาว 6 เมตรต่อเส้น ท่อกลมดำใช้สำหรับเป็นท่อน้ำเลี้ยง ท่อการประปา ท่อชลประทาน และใช้เป็นโครงสร้างทั่วไป มีลักษณะเป็นเหล็กท่อดำ เหล็กยาว มีความสามารถในการรับแรงดัน มีความแข็งแรงทนทาน แต่น้ำหนักเบา ตะเข็บเรียบ สะดวกในการเชื่อมต่อ ท่อกลมดำ นิยมนำไปใช้เป็นท่อน้ำสำหรับอาคารสูง งานขึ้นรูปโครงสร้างต่าง ๆ เพราะรูปท่อกเหล็กกลมจึงทนต่อแรงลมแรงเสียดทานต่าง ๆ ได้ดี รวมถึงนำไปประยุกต์ใช้ในงานทั่วไป เช่น ร้อยท่อสายไฟ รื้อ ประตู หรืองานตกแต่งทั่วไป เหล็กท่อดำทุกขนาดสามารถนำไปชุบกัลวาไนซ์และสังกะสีได้ เพื่อความความแข็งแรงทนทานและมีความสวยงาม ใช้งานได้เป็นเวลานานไม่ทำให้เกิดสนิมและรอยแตกเวลาเชื่อม โดยทั่วไปขนาดวงนอกของท่อดำจะใหญ่กว่าวงใน ตามขนาดที่ระบุไว้ ลักษณะท่อกลมดำ ดังแสดงในรูป

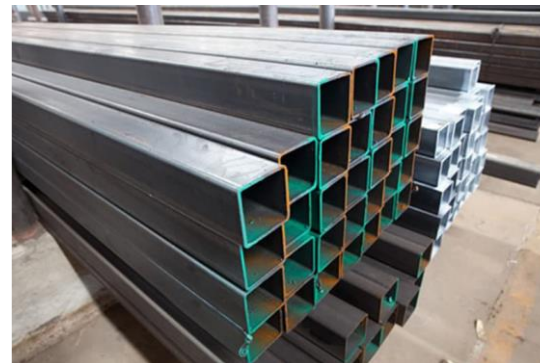


แสดงลักษณะท่อกลมดำ

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดเย็น

3. เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม (Carbon Steel Square Tube)

เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมมีสองแบบ คือ เหล็กกล่องแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส และเหล็กกล่องแบนเหล็กกล่องเหลี่ยม (Carbon Steel Square Tube) เป็นเหล็กรูปพรรณ มักใช้ทำโครงสร้างรองรับน้ำหนักงานแปหลังคา งานประกอบทั่วไป งานเฟอร์นิเจอร์ มีขนาดมาตรฐานหลายขนาด บางครั้งเรียกในท้องตลาดว่า แป๊ปโปรง กล่อง เหล็กกล่อง เหล็กหลอดเหลี่ยม เหล็กรูปพรรณ เหล่านี้ ทำให้งานก่อสร้างเสร็จได้รวดเร็วกว่างานคอนกรีต และทำให้ได้โครงสร้างที่มีช่วงกว้างกว่า และมีน้ำหนักเบาว่าเหล็กกล่องสี่เหลี่ยม หรือ เหล็กแป๊ปโปรง (Square Steel Tube) เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม หรือ เหล็กแป๊ปโปรง (Square Steel Tube) เป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวงแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีความยาว 6 เมตรต่อเส้น มีลักษณะเป็นท่อสี่เหลี่ยม มีมุมฉากที่เรียบคม ไม่มนได้มุมฉาก 90 องศา ผิวเรียบไม่หยาบขนาดต้องเท่ากันทุกเส้น เหล็กกล่องสี่เหลี่ยม เหมาะสำหรับงานโครงสร้างทั่วไปที่ไม่รับน้ำหนัก ลักษณะเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมดังแสดงในรูป

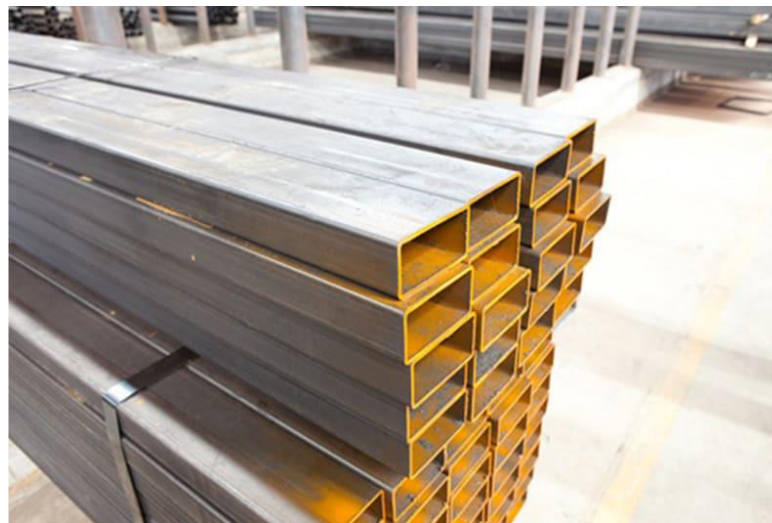


แสดงลักษณะเหล็กกล่องสี่เหลี่ยม

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดเย็น

เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบน หรือเหล็กแป๊บแบน (Rectangular Steel Tube)

เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบน หรือเหล็กแป๊บแบน (Rectangular Steel Tube) เป็นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลวงแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความยาว 6 เมตรต่อเส้น เหล็กแป๊บแบน มีลักษณะเป็นท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผิวเรียบไม่หยาบ ขนาดต้องเท่ากันทุกเส้น เหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบน เหมาะสำหรับงานก่อสร้างสร้างทั่วไปที่มีขนาดเล็กและขนาดกลาง ลักษณะเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบน ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมแบน

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดเย็น

4. ท่อเหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel Pipe)

ท่อเหล็กชุบสังกะสี คือ โดยนำเอาท่อดำไปชุบสังกะสี เพื่อป้องกันการเกิดสนิม ผุกร่อน แถมยังมีความทนทาน และยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าท่อเหล็กดำ ท่อเหล็กที่เคลือบสังกะสีนั้นนิยมใช้ในงานเกี่ยวกับการผุกร่อนของเหล็กสูง เช่น เครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ โรงงานที่ผลิตเกี่ยวกับสารเคมีภัณฑ์ และสิ่งปลูกสร้างบริเวณริมทะเล ท่อเหล็กชุบสังกะสีนั้นจะมีราคาจำหน่ายที่สูง และมีต้นทุนการผลิตในราคาที่สูงกว่าท่อดำ การใช้งานเหมาะสำหรับงานน้ำประปา ท่อระบายน้ำ ลักษณะท่อเหล็กอาบสังกะสี ดังแสดงในรูป



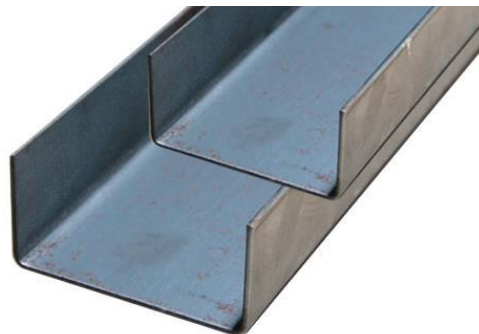
แสดงลักษณะท่อเหล็กอาบสังกะสี

เหล็กกล้ารูปพรรณรีดเย็น

นอกจากเหล็กรูปพรรณที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมแล้ว ยังมีเหล็กรูปพรรณชนิดอื่น ๆ อีกที่นิยมใช้ เช่น เหล็กฉากพับ ท่อเพอร์นิเจอร์ เหล็กรางพับ ท่อ API (ท่อส่งน้ำมัน ท่อส่งแก๊ส) เป็นต้น ลักษณะของเหล็กรูปพรรณอื่น ๆ ดังแสดงในรูป



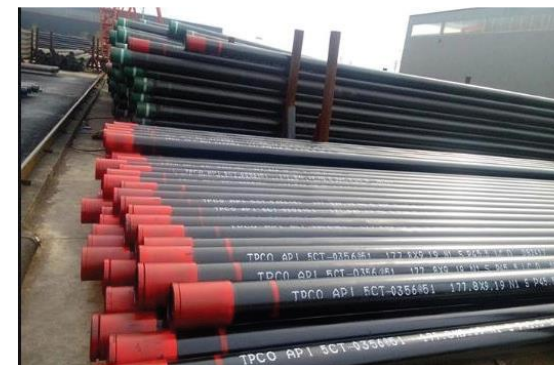
แสดงลักษณะฉากพับ



แสดงลักษณะเหล็กรางพับ

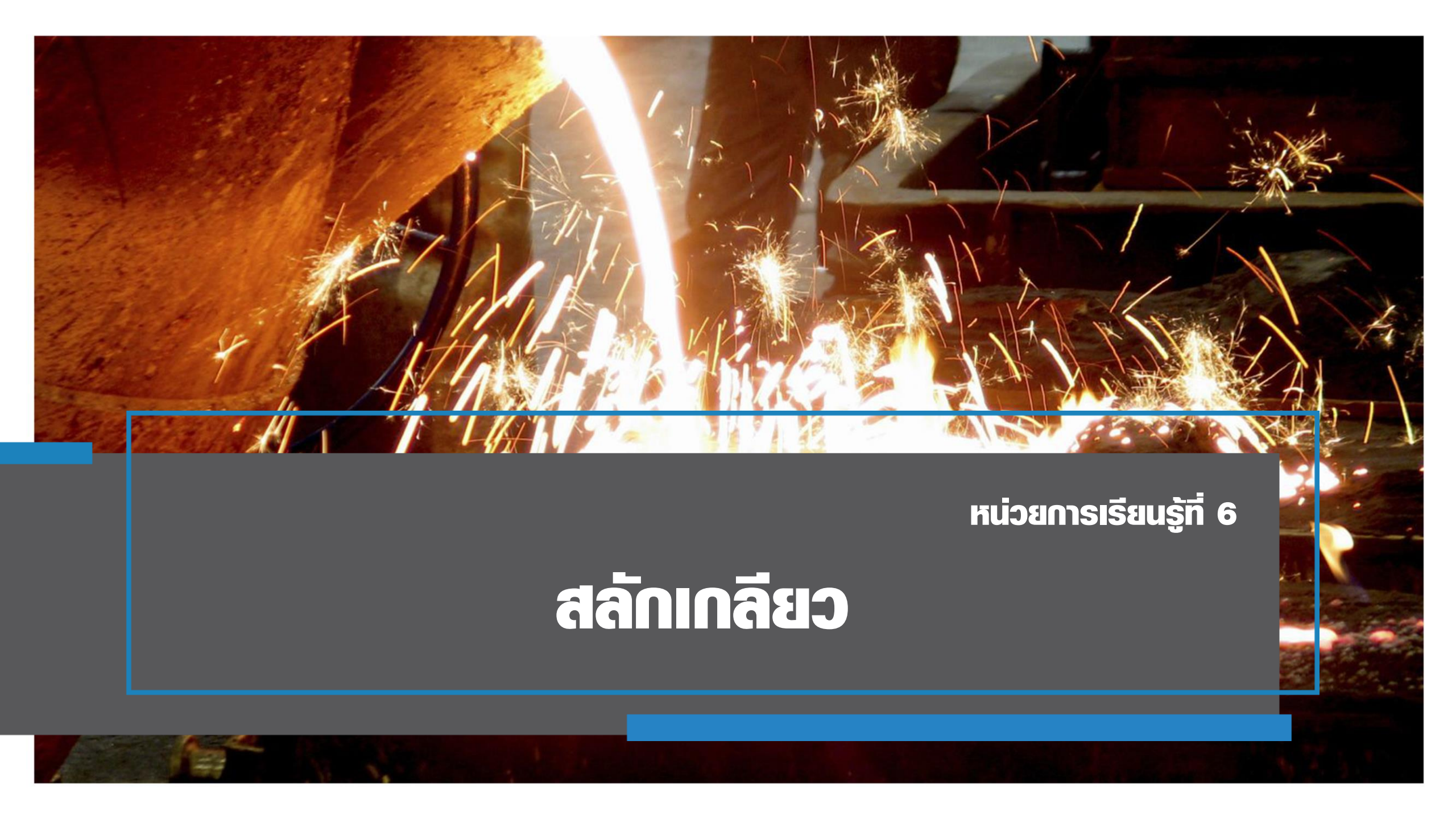


แสดงลักษณะท่อเพอร์นิเจอร์



แสดงลักษณะท่อ API





หน่วยการเรียนรู้ที่ 6

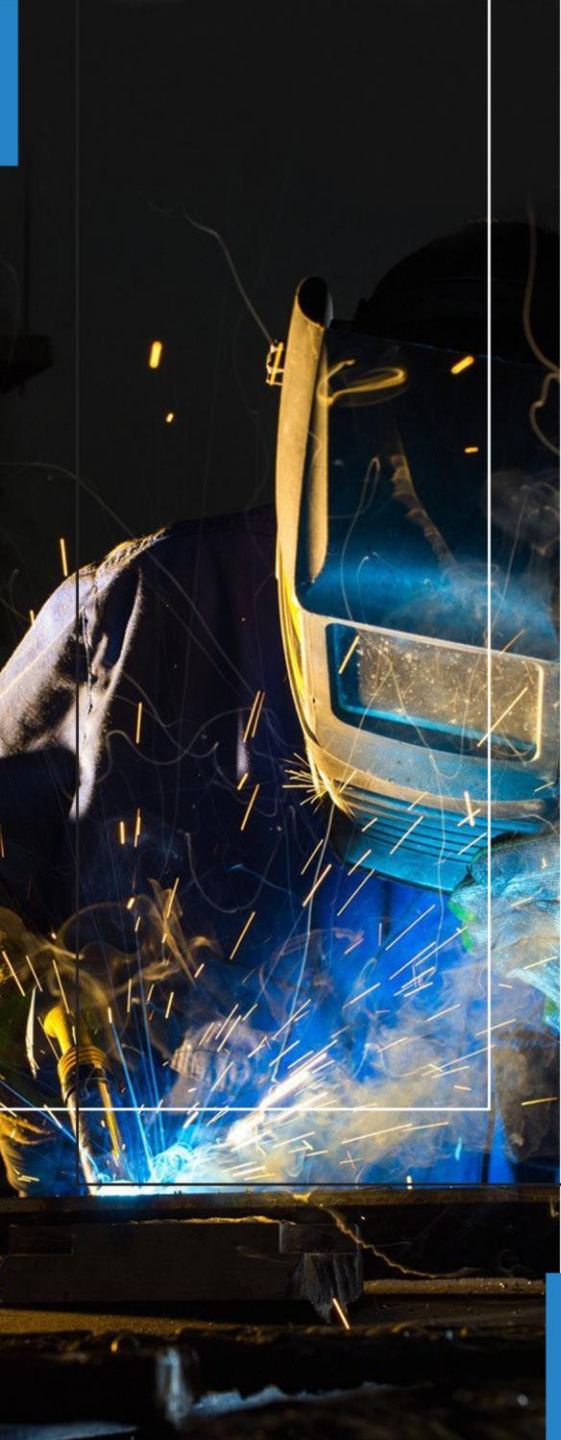
สลักเกลียว

ลักษณะของสลักเกลียว

การจับยึดชิ้นงานอาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ การจับยึดแบบถาวร และการจับยึดแบบชั่วคราว สลักเกลียวเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงานเช่นเดียวกัน เป็นการจับยึดแบบชั่วคราว ซึ่งสลักเกลียวหรือโบลต์ (Bolt) นั้น จัดอยู่ในประเภทการจับยึดแบบชั่วคราว



แสดงลักษณะสลักเกลียวและแป้นเกลียว



ส่วนประกอบของสลักเกลียว

สลักเกลียวจะมีส่วนต่าง ๆ อยู่หลายส่วนด้วยกัน แต่ละส่วนจะเรียกชื่อให้เข้าใจได้ตรงกันตามมาตรฐาน ซึ่งส่วนต่าง ๆ ชื่อเรียกดังต่อไปนี้

- **เกลียวนอก (External Thread)** หรือบางครั้งเรียกว่า เกลียวตัวผู้ จะมีลักษณะเป็นเกลียวที่อยู่บนผิวนอกของทรงกระบอก

- **เกลียวใน (Internal Thread)** หรือบางครั้งเรียกว่า เกลียวตัวเมีย จะมีลักษณะเป็นเกลียวที่อยู่บนผิวภายในของรู สำหรับเกลียวของสลักเกลียวจะมี 2 แบบ ดังนี้

1. **เกลียวขวา (Right - hand thread)** คือ เกลียวที่ถ้าถูกหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาแล้วจะเป็นการขันเกลียวให้แน่น เกลียวชนิดนี้จะพบเห็นได้บ่อยที่สุดในชีวิตประจำวัน เพราะถ้าผู้เรียนลองทบทวนดูจะพบว่าทุกครั้งที่เราต้องการจะขันสกรูให้แน่น เราก็จะบิดมันในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเสมอ ลักษณะของเกลียวขวาได้

A vertical image showing a car body part being welded. Bright sparks and a blue light emanate from the welding point, creating a dramatic effect. The image is framed by a white border.

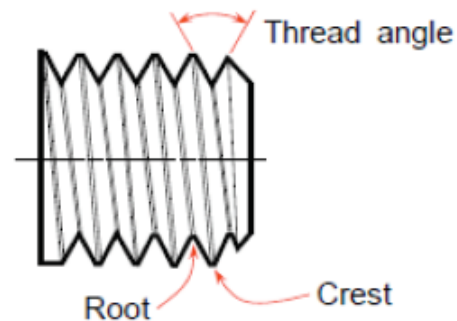
ເກລີຍວຊ້າຍ

แสดงลักษณะของเกลียว

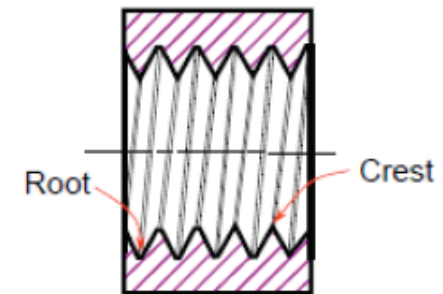
ส่วนประกอบของสลักเกลียว

- ยอดเกลียว (Crest) คือ ส่วนที่เป็นขอบสูงสุดของเกลียว
- ฐานเกลียว (Root) คือ ส่วนที่ต่ำสุดของเกลียวเมื่อเกลียวนั้นอยู่บนผิวทรงกระบอก
- มุมของเกลียว (Thread Angle) มุมระหว่างผิวของเกลียวที่อยู่ติดกัน

ลักษณะของยอดเกลียว ฐานเกลียว และมุมของเกลียว ดังแสดงในรูป



เกลียวนอก (External Thread)



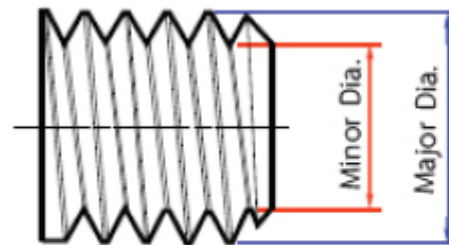
เกลียวใน (Internal Thread)

แสดงโครงสร้างของเกลียว

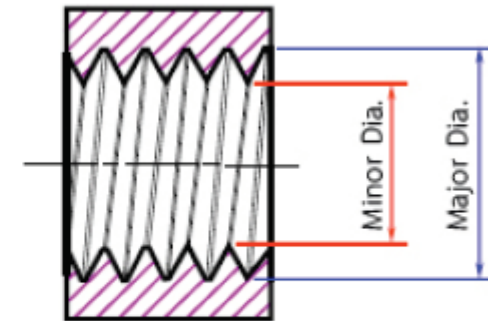
ส่วนประกอบของสลักเกลียว

- **Major Diameter** คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่ที่สุดของเกลียว ไม่ว่าเกลียวนั้นจะเป็นเกลียวนอกหรือเกลียวในก็ตาม

- **Minor Diameter** คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดของเกลียว ไม่ว่าเกลียวนั้นจะเป็นเกลียวนอกหรือเกลียวในก็ตาม ลักษณะของ Major Diameter และ Minor Diameter ดังแสดงในรูป



เกลียวนอก (External Thread)

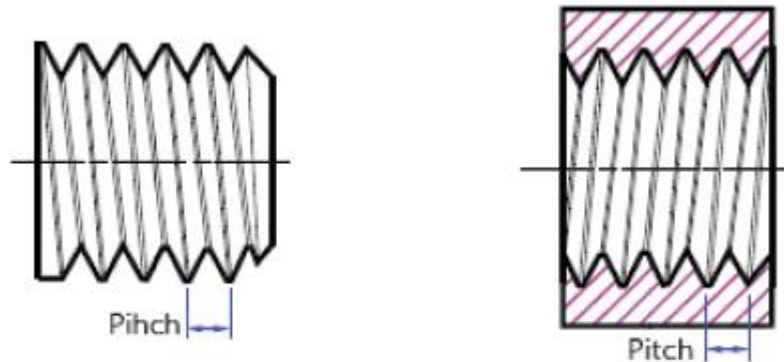


เกลียวใน (Internal Thread)

แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียว

ส่วนประกอบของสลักเกลียว

- Pitch คือ ระยะระหว่างยอดเกลียวไปยังยอดเกลียวถัดไป
 - Lead คือ ระยะที่เกลียวเคลื่อนที่ไปเมื่อหมุนเกลียวครบ 1 รอบ
- ลักษณะของระยะ Pitch ดังแสดงในรูป



เกลียวนอก (External Thread) เกลียวใน (Internal Thread)

แสดงระยะ Pitch



ส่วนประกอบของสลักเกลียว

- **รูปร่างของเกลียว (Thread Form)** รูปร่างลักษณะของเกลียวนั้นมีหลายแบบด้วยกัน ซึ่งในแต่ละแบบจะใช้งานที่ต่างกัน ลักษณะของเกลียวและการใช้งาน

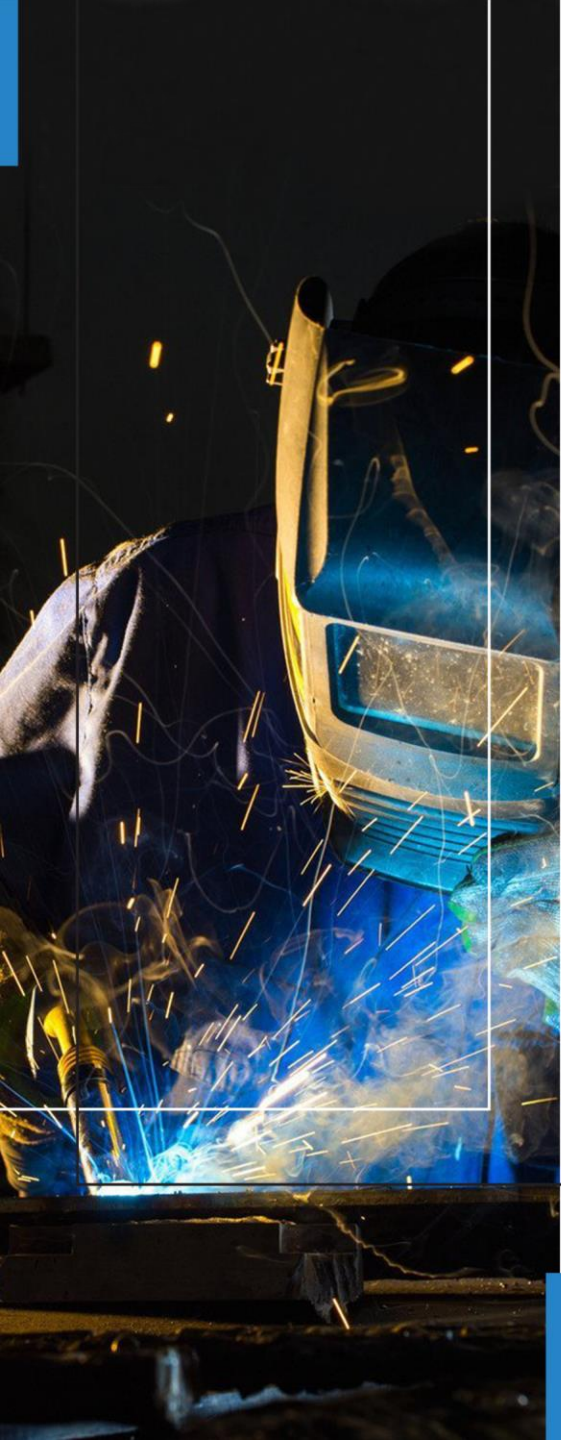
ชนิดเกลียว	รูปร่างเกลียว	การใช้งาน
Unied		ใช้งานทั่วไป
Metric		ใช้งานทั่วไป
Suare		เกลียวสี่เหลี่ยม มีความแข็งแรงมากเหมาะกับงานที่ต้อง ส่งกำลังมาก ๆ ส่วนมากจะใช้อยู่เครื่องจักร หรือพวกปากกา จับชิ้นงาน
ACME		เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู เป็นเกลียวที่เหมาะสมสำหรับการ ส่งกำลังขับเคลื่อน เพราะมีความแข็งแรงมากกว่าเกลียวสามเหลี่ยม ส่วนใหญ่จะนำไปใช้กับ เกลียวปากกาจับงาน หรือเกลียวของ เพลลาของเครื่องกลึง
Buttress		เป็นเกลียวที่เคลื่อนที่ได้ทิศทางเดียว อีกทิศทางจะเคลื่อนที่ยาก เป็นการป้องกันการรูดของเกลียว เกลียวประเภทนี้เหมาะกับการ ใช้กับงานที่ส่งกำลังที่ต้องการความปลอดภัย เช่น อุปกรณ์ แม่แรงยกหรือของหนัก เพราะจะปลอดภัยกว่าชนิดอื่นๆ มีมุม รวมยอดเกลียว 30+3 องศา รวมเป็น 33 องศา

ส่วนประกอบของสลักเกลียว

เรามักจะเรียกสลักเกลียวและแป้นเกลียวรวม ๆ ว่า นอต อยู่เสมอ ซึ่งจริง ๆ แล้วสลักเกลียวหรือที่ภาษาอังกฤษเรียกว่า โบลต์ (Bolt) นั้นจะเป็นชิ้นส่วนที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอก โดยที่ผิวทรงกระบอกนั้นมีเกลียวอยู่และมีส่วนที่เป็นหัวด้วย และรูปร่างของหัวที่พบบ่อย หัวหกเหลี่ยม ส่วนแป้นเกลียวหรือนัท (Nut) นั้นจะมีลักษณะคล้ายกับหัวหกเหลี่ยมของโบลต์ แต่บริเวณตรงกลางจะเจาะรูและทำเกลียวใน ลักษณะของสลักเกลียวและแป้นเกลียว ดังแสดงไว้ในรูป



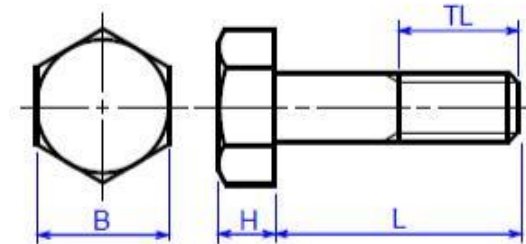
แสดงสลักเกลียวและแป้นเกลียว



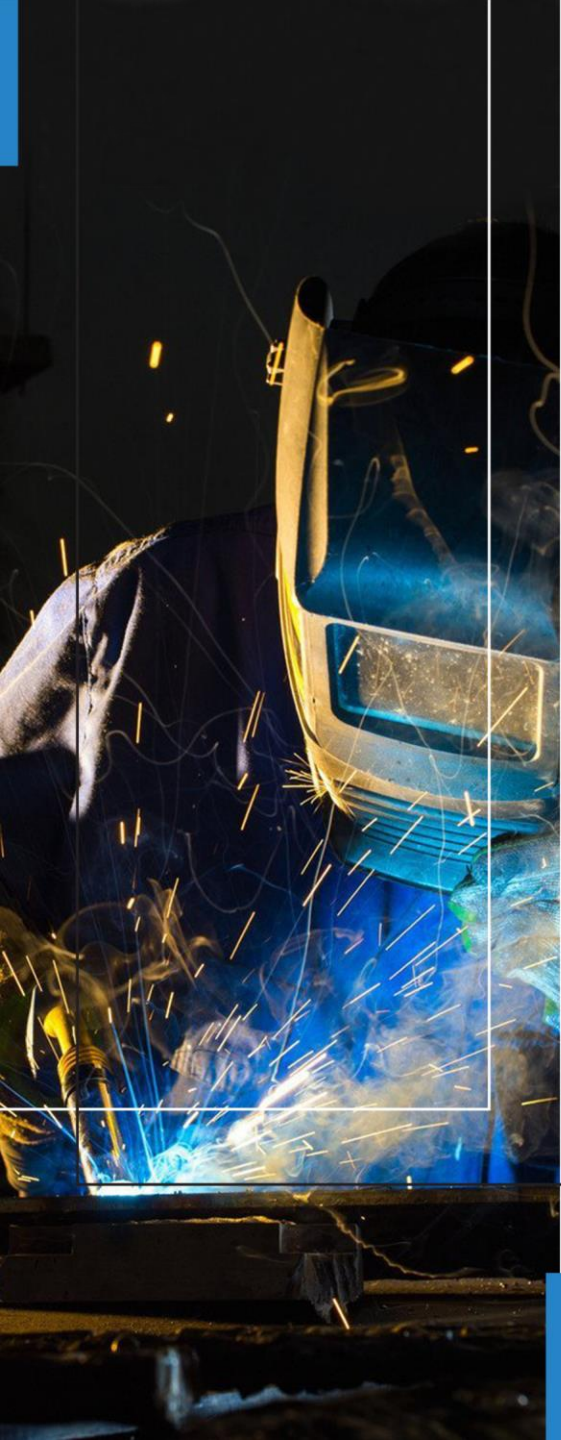
ส่วนประกอบของสลักเกลียว

ขนาดของสลักเกลียวและแป้นเกลียวผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ตามมาตรฐาน ที่ผลิตอยู่ในท้องตลาด ซึ่งการเลือกใช้งานสามารถเลือกได้ตามตาราง

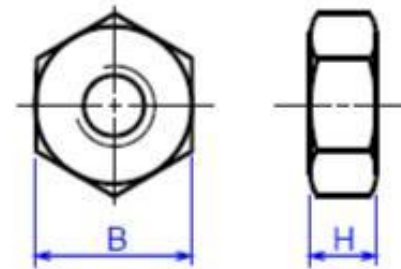
Unit: mm.		
Size	H	B
M3	2	5.5
M4	2.8	7
M5	3.5	8
M6	4	10
M8	5.5	13
M10	7	17
M12	8	19
M16	10	24
M20	13	30



แสดงขนาดของสลักเกลียว



ส่วนประกอบของสลักเกลียว



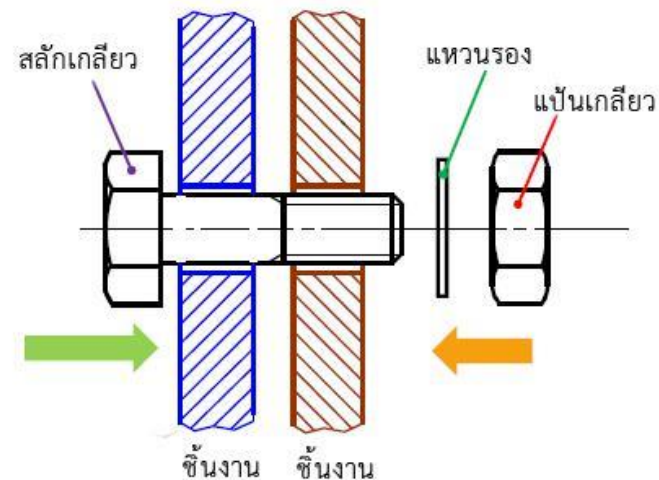
Unit: mm.

Size	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
B	4	5	5.5	7	8	10	13	17	19	24	30	36
H	1.6	2	2.4	3.2	4	5	6.5	8	10	13	16	19

แสดงขนาดของแป้นเกลียว

การใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียว

การใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียวในการจับยึดชิ้นส่วนสองชิ้นเข้าด้วยกัน การจับยึดชิ้นส่วนเข้าด้วยกันโดยใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียวนั้น จะต้องเจาะรูบนชิ้นส่วนทั้งสองก่อน ซึ่งโดยปกติแล้วจะเจาะรูให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าขนาดของ Major Diameter ของสลักเกลียวเล็กน้อยเพื่อให้สามารถสอดสลักเกลียวผ่านชิ้นงานเหล่านั้นไปได้โดยสะดวก เมื่อสอดสลักเกลียวไปแล้ว ก่อนที่จะล็อกชิ้นงานด้วยแป้นเกลียว ก็จะมีแหวนรอง (Washer) เข้าไปก่อน จากนั้นขันแป้นเกลียวเข้าไปจนสุดเพื่อล็อกชิ้นงานทั้งสองเข้าด้วยกัน แหวนรองที่ใส่เข้าไปนั้นจะช่วยแป้นเกลียวในการกระจายแรงที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงานเข้าด้วยกันทำให้การจับยึดนั้นดีขึ้น ลักษณะการจับยึดสลักเกลียวเข้ากับชิ้นงาน ดังแสดงในรูป



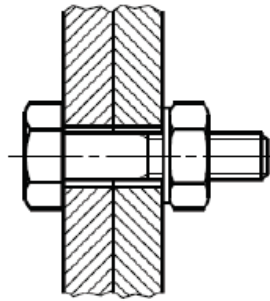
แสดงการจับยึดสลักเกลียวเข้ากับชิ้นงาน



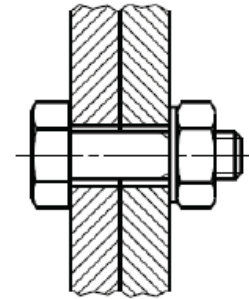
การใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียว

ในการใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียวที่ถูกต้องนั้น ควรเลือกความยาวในส่วนลำตัวของสลักเกลียวให้เหมาะสมไม่ยาวเกินความจำเป็นหรือสั้นจนเกินไป จนทำให้แป้นเกลียวไม่สามารถขันได้จนเต็มเกลียว ซึ่งความยาวที่เหมาะสมก็คือ ยาวเลยแป้นเกลียวเมื่อขันแป้นเกลียวจนแ ประมาณ 3 - 4 เท่าของระยะ Pitch ส่วนความยาวของเกลียวนั้นก็ควรมากพอ โดยเพื่อระยะให้ลึกเข้าไปในชิ้นงานเล็กน้อยประมาณ 2 - 3 เท่าของระยะ Pitch เพื่อให้แน่ใจได้ว่าเรามีเกลียวเหลือพอที่จะขันแป้นเกลียวให้แน่นได้ ข้อแนะนำในการใช้งานสลักเกลียวกับแป้นเกลียวข้อต่อไป ก็คือ ไม่ควรให้ส่วนที่เป็นเกลียวบนลำตัวของสลักเกลียวนั้นผ่านบริเวณที่เป็นรอยต่อของชิ้นงานที่มาประกอบกัน เพราะส่วนที่เป็นเกลียวบนลำตัวของสลักเกลียวนั้นจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าบริเวณที่ไม่ได้ทำเกลียว จึงไม่เหมาะที่จะนำมารับแรงเฉือน ณ บริเวณรอยต่อของชิ้นงานที่สำคัญ ก็คือไม่ควรเจาะรูของชิ้นงานที่จะสอดสลักเกลียวนั้นใหญ่เกินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Major Diameter) ของสลักเกลียวมากจนเกินไป เพราะจะทำให้การจับยึดนั้นไม่มั่นคง ทำให้ชิ้นหลวมหรือคลอนได้ ซึ่งถ้าจะให้การจับยึดมั่นคงก็ต้องเลือกใช้สลักเกลียวที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ตามรูที่เจาะด้วย ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับขนาดของสลักเกลียวที่ใหญ่และยาวเกินความจำเป็น ตัวอย่างของการใส่สลักเกลียวไม่เหมาะสม ดังแสดงในรูป

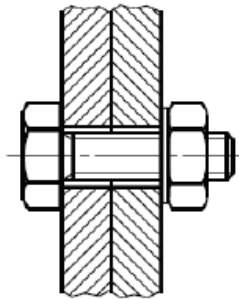
การใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียว



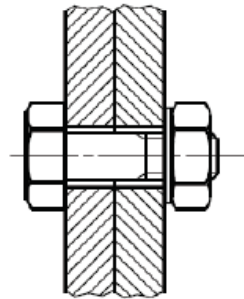
ก) ความยาวของส่วนที่เป็นเกลียวมากเกินไป



ข) ความยาวของส่วนที่เป็นเกลียวสั้นเกินไป



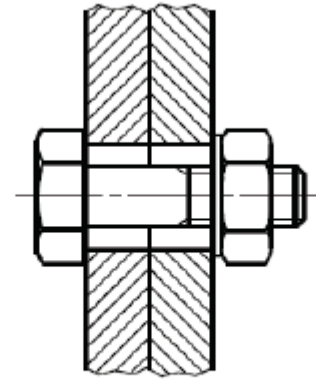
ค) ไม่ควรให้ส่วนที่เป็นเกลียวผ่านรอยต่อชิ้นงาน



ง) ความยาวของเกลียวสั้นเกินไป ทำให้จับงานได้ไม่เต็มที่ อาจทำให้งานไม่แน่น

แสดงตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมสำหรับการใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียว

การใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียว

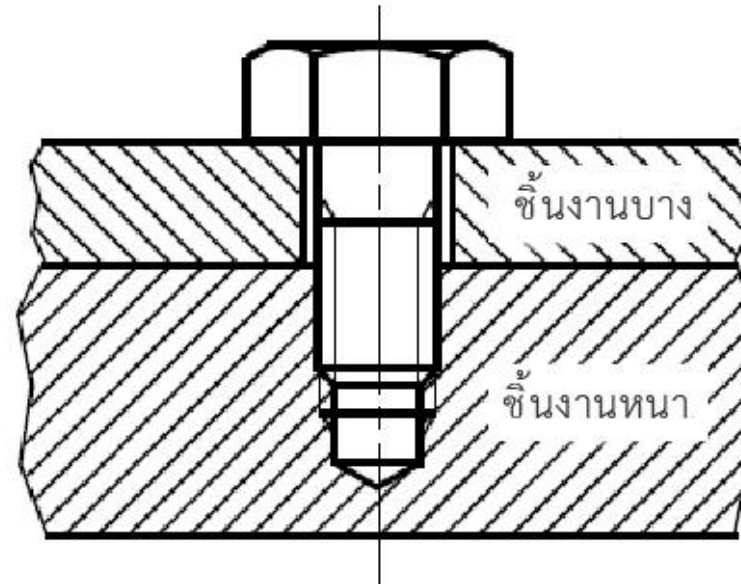


จ) ขนาดรูเจาะใหญ่เกินไปทำให้ชิ้นงานไม่มั่นคง

แสดงตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมสำหรับการใช้สลักเกลียวและแป้นเกลียว

การใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียว

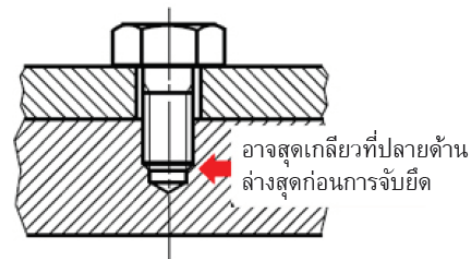
ในบางงานเราอาจจะใช้สลักเกลียวเพียงชั้นเดียวในการจับยึดชิ้นงานเข้าด้วยกัน เช่น กรณีที่ชิ้นงานหนึ่งมีความหนา มาก ๆ ไม่สะดวกต่อการเจาะรูให้ทะลุหรือไม่มีพื้นที่สำหรับใช้แป้นเกลียวในการจับยึดที่ปลายอีกด้านหนึ่ง เป็นต้น ดังแสดงใน รูป



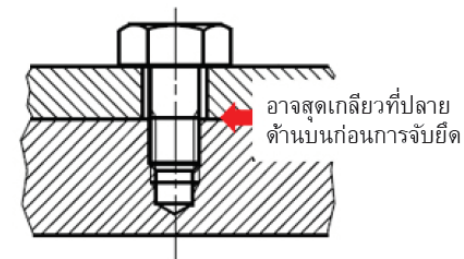
แสดงสลักเกลียวไม่ใช้แป้นเกลียว

การใช้งานสลักเกลียวและแป้นเกลียว

จากรูปจะเห็นว่าการจับยึดที่ถูกต่อนั้น รูเจาะที่เจาะเพื่อทำเกลียวในของชิ้นงานหนา จะต้องมีความลึกมากกว่าความลึกของเกลียวในที่จะทำส่วนความยาวของเกลียวบนตัวสลักเกลียวนั้น เมื่อขันลงไปจนสุดแล้วจะต้องเหลือที่ว่างระหว่างเกลียวนอกและเกลียวในอีกเล็กน้อยประมาณ 2-3 เท่า ของระยะ pitch และความยาวของเกลียวก็ต้องยาวเลยเข้ามาในชิ้นงานชั้นที่บาง ประมาณ 2-3 เท่า ของระยะ pitch อีกเช่นเดียวกันสำหรับชิ้นงานบางนั้น เราจะเจาะรูธรรมดาไม่ต้องทำเกลียวใน เพียงแต่รูที่เจาะนั้นจะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเกลียวเล็กน้อยเพื่อให้สวมผ่านลงไป ได้โดยสะดวก ตัวอย่างการใช้สลักเกลียวในการจับยึดชิ้นงานที่ไม่เหมาะสม ดังแสดงในรูป



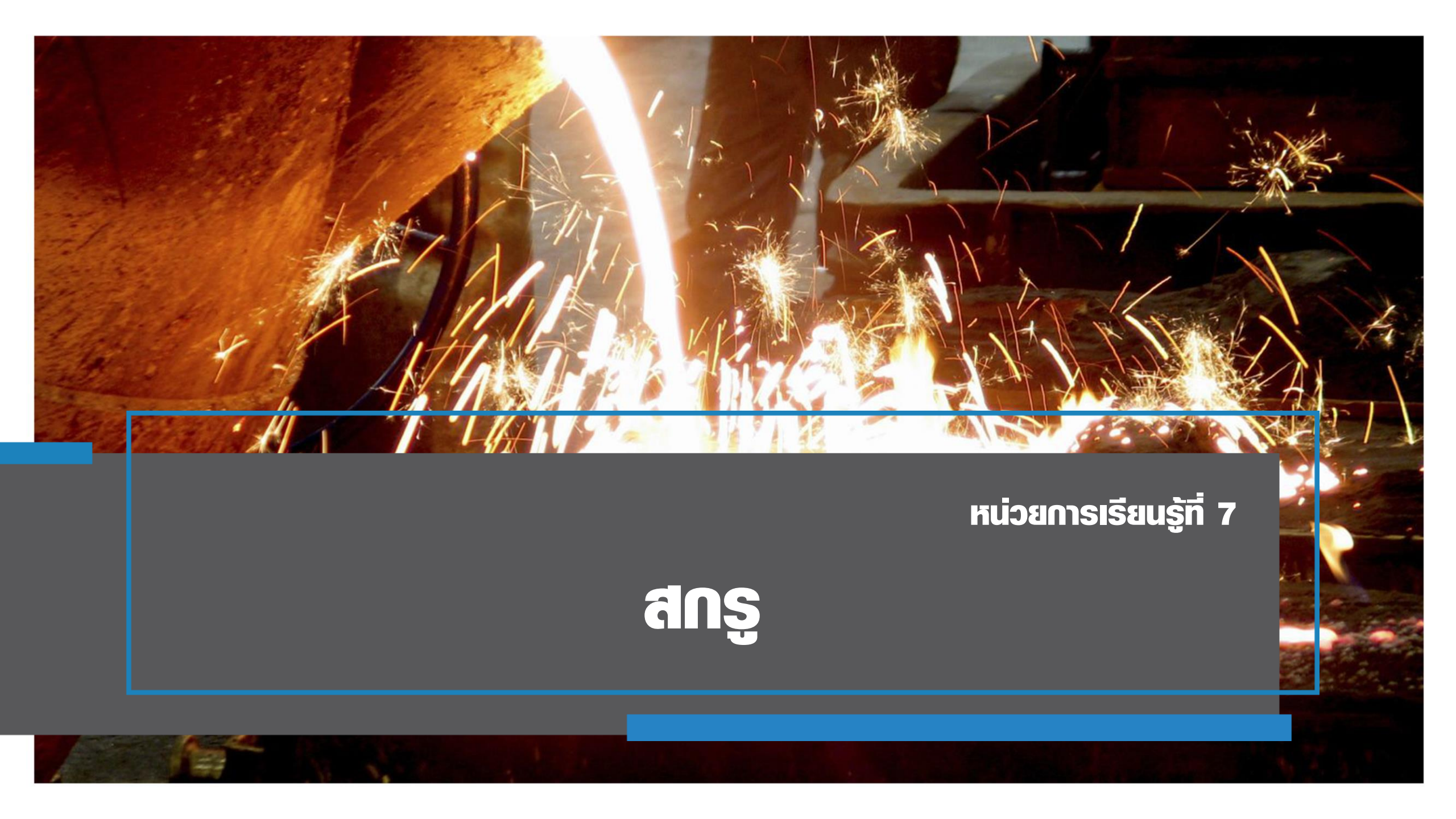
ก) ส่วนที่เป็นเกลียวบนสลักเกลียวยาวมากจนเกินไป ซึ่งอาจทำให้เมื่อขันเกลียวจนสุดแล้วสลักเกลียวยังไม่สามารถจับยึดชิ้นงานไว้ด้วยกันได้



ข) ส่วนที่เป็นเกลียวบนสลักเกลียวสั้นมากจนเกินไป ซึ่งอาจทำให้เมื่อขันเกลียวจนสุดแล้ว สลักเกลียวยังไม่สามารถจับยึดชิ้นงานไว้ด้วยกันได้

แสดงการใช้สลักเกลียวยึดชิ้นงานไม่เหมาะสม





หน่วยการเรียนรู้ที่ 7

สาร

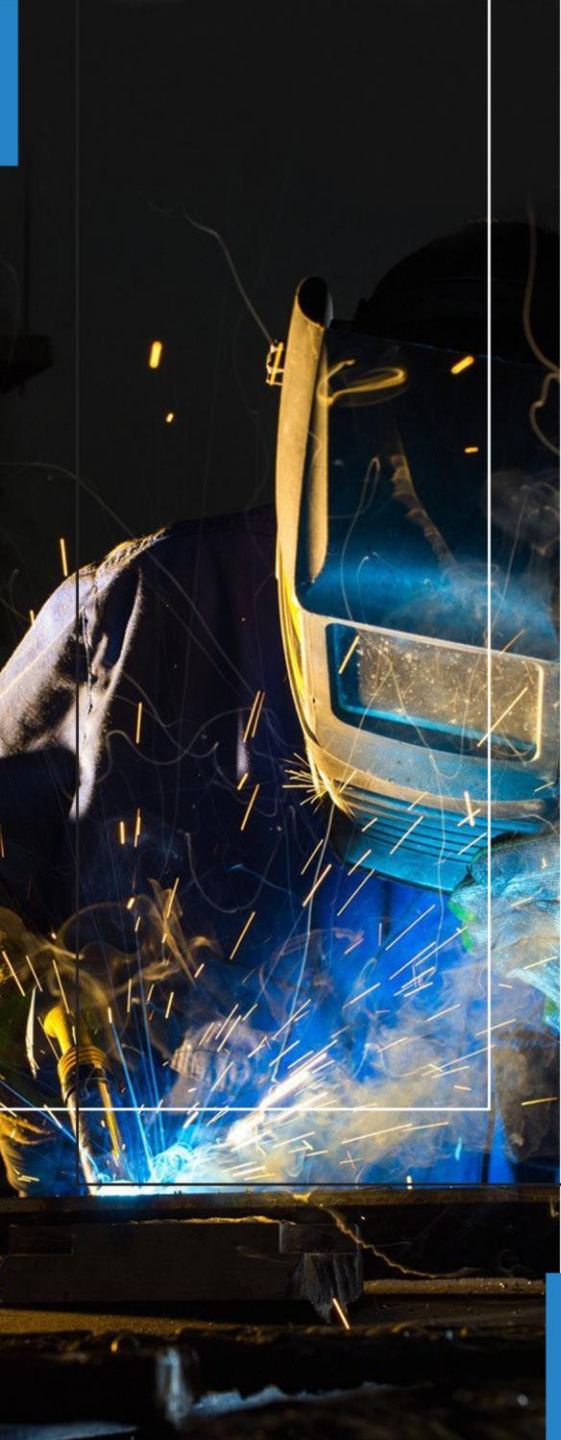


ความหมายของสกรู

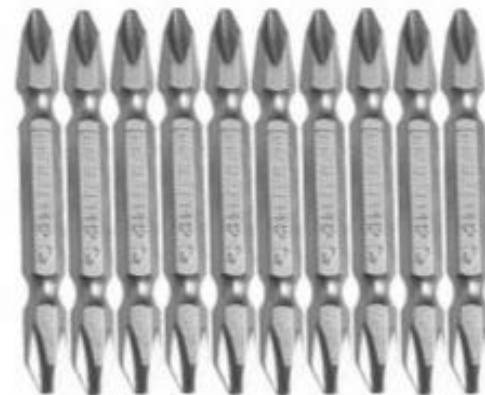
สกรู เป็นวัสดุที่จำเป็นอย่างมาก มีหลากหลายชนิดและรูปแบบให้เลือกใช้งานตามลักษณะของงานและความเหมาะสม สกรูชนิดเป็นวัสดุที่ขาดไม่ได้เลยสำหรับการยึด หรือเหี่ยวรั้งงานสองชิ้นให้ติดกัน ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น งานด้านอุตสาหกรรม สินค้า หรือติดตั้งงานประเภทต่าง ๆ เป็นต้น สกรู เป็นโลหะทรงกระบอกปลายข้างหนึ่งมีหัวเป็นลักษณะต่าง ๆ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งเป็นเกลียวสำหรับยึดชิ้นส่วนให้ติดกันโดยไม่จำเป็นต้องใช้แป้นเกลียว

การเลือกใช้งานสกรูสามารถเลือกจากขนาดความยาว และชนิดของเกลียวเพื่อให้เหมาะสมกับงานหรือวัตถุนั้น ๆ โดยจะอาศัยแรงหมุนให้เกลียวนั้นเจาะทะลุเข้าไปในชิ้นงาน เพื่อยึดติดหรือเหี่ยวรั้งวัตถุทั้งสองชิ้นเข้าไว้ด้วยกัน และในปัจจุบันคนส่วนมากมักจะเรียก สกรู น็อต รวมกันว่า น็อต ซึ่งแท้ที่จริงแล้ว สกรู (Screw) และน็อต (Nut) นั้น มีความแตกต่างกัน อาจเป็นผลมาจากความเข้าใจในด้านลักษณะการใช้งานที่ใช้งานร่วมกัน

ลักษณะการทำงานคล้าย ๆ ตะปู เพียงแต่อาศัยแรงหมุนเป็นวงกลมเคลื่อนเจาะทะลุเข้าไปในวัตถุที่เป็นเป้าหมาย โดยสกรูนั้นจะมีหลากหลายชนิด และหลากหลายขนาดให้เลือกใช้ตามวัตถุประสงค์ของงาน เช่น สกรูงานไม้ตามบ้านเรือนทั่วไป หรือสกรูที่ใช้ยึดแผ่นหลังคาเมทัลชีทตามโรงงาน เป็นต้น โดยสกรูนั้นจะใช้ร่วมกับสว่านไฟฟ้า หรือไขควง และต้องมีหัวสว่านสำหรับ ใช้ขันสกรูด้วย ลักษณะของหัวสว่านดังแสดงในรูป



ความหมายของสกรู

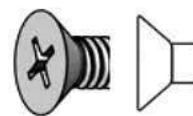


แสดงลักษณะหัวสว่านขันสกรู

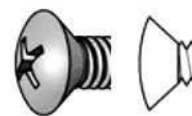
โดยทั่วไปคนส่วนมากมักเรียกสกรูน็อตรวมกันว่า น็อต อันที่จริงแล้ว สกรู และ น็อต นั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจทำให้เกิดความสับสนระหว่างผู้ซื้อ และผู้ขายได้ ดังนั้นเราจะมาทำความรู้จักกันว่า น็อต และ สกรู มีความแตกต่างกันอย่างไร

ความหมายของสกรู

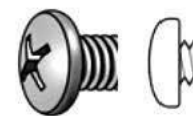
คำว่า สกรู นั้น หมายถึง น็อตตัวผู้ ซึ่งมีลักษณะเป็นเกลียวรอบทรงกระบอกยาว หัวสกรู จะมีหลายประเภท เช่น หัวหกเหลี่ยม หัวแฉก หัวผ่า เป็นต้น ลักษณะสกรู ดังแสดงในรูป



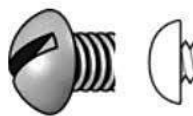
Flat



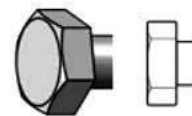
Oval



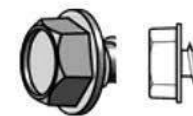
Pan



Round



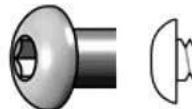
Hex



Hex Washer



Socket Cap



Button

แสดงลักษณะของสกรู

ความหมายของสกรู

ส่วน น็อต หรือที่มักเรียกกันว่า หัวน็อต หมายถึง น็อตตัวเมีย ซึ่งมีลักษณะคล้ายแหวน มีรูตรงกลาง ภายในจะมีร่องเป็นเกลียวเพื่อที่จะสามารถหมุนเข้ากับสกรูได้ หัวน็อตมีหลายประเภท เช่น หัวน็อตหกเหลี่ยม หัวน็อตติดจาน หัวน็อตกลม เป็นต้น ลักษณะน็อตดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของน็อต

ประเภทของสกรู

สกรูเกลียวไม้ เป็นสกรูที่มีลักษณะเกลียวตลอด ปลายแหลม มีหลายรูปแบบตามชนิดของหัวสกรู ซึ่งจะไม่นิยมใช้กับหัวน็อตตัวเมีย ลักษณะการใช้งานจะใช้ขันเข้าไม้หรือพลาสติกโดยตรง สกรูเกลียวไม้ จะถูกนำไปใช้กับงานไม้ สกรูเกลียวไม้นั้น จะมีระยะห่างเกลียวที่มากกว่าสกรูชนิดอื่น ๆ โดยจะมีชื่อเรียก 2 แบบ คือ สกรูเกลียวปล่อยและสกรูปลายสว่าน ในเรื่องของการตีไชน์ บางอันจะมีแกนยาวออกมาต่อจากหัวและค่อยมีเกลียวยาวต่อไปจนถึงปลาย ส่วนอีกแบบจะเป็นเกลียวตลอด สกรูเกลียวไม้นั้น จะเป็นเกลียวแบบหยาบ ก่อนนำไปใช้ เราจะต้องเจาะรูนำร่องลงไปก่อน แล้วจากนั้น ค่อยนำสกรูตอกลงไป สกรูชนิดนี้จะถลอกออกได้ยากมาก ลักษณะสกรูเกลียวไม้ ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูเกลียวไม้

ประเภทของสกรู

สกรูเกลียว เป็นสกรูที่มีหัวสกรูหลากหลายรูปแบบ ทั้งหัวเตเปอร์ หัวหนา หัวหกเหลี่ยม ซึ่งจะใช้ร่วมกับน็อตตัวเมีย หรือสลักตัวเมีย ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูเกลียว

สกรูหัวจมหกเหลี่ยม เป็นสกรูที่มีหัวสกรูหลากหลายรูปแบบ แต่โดยรวม คือ สกรูหัวจม ซึ่งมีลักษณะหัวจมหกเหลี่ยม จะใช้กุกุญแจหัวหกเหลี่ยมในการขัน โดยยึดกับเกลียวในที่ทำการกับชิ้นงานที่จะยึด ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูหัวจมหกเหลี่ยม

ประเภทของสกรู

สกรูปลายสว่าน เป็นสกรูที่มีลักษณะปลายคล้ายสว่านไขเข้าไปในเนื้อเหล็กโดยตรง ซึ่งไม่ต้องเจาะนำและมีหัวสกรูหลากหลายรูปแบบตามลักษณะการใช้งานรูปแบบของหัวสกรู ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูปลายสว่าน

หัวแบน / หัวเตปเปอร์ (Flat) สกรูเกลียวปล่อยหัวเตปเปอร์ เป็นสกรูที่ใช้ยึดชิ้นงานต่าง ๆ เช่น ชิ้นงานที่เป็นไม้ พลาสติก และแผ่นโลหะบาง ๆ เป็นต้น ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูปลายสว่าน

ประเภทของสกรู

หัวแฉกนูน (Oval) สกรูหัวแฉกนูนจะเป็นสกรูที่ใช้ยึดติดชิ้นงานต่าง ๆ เหมาะกับชิ้นงานที่เป็นไม้ พลาสติก แผ่นโลหะบาง ๆ ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูปลายสว่าน

กลมแฉกนูน (Pan) สกรูหัวกลมแฉกนูน หรือ หัว P เหมาะสำหรับใช้ยึดแปะชีลายเป็นที่นิยมมาก เนื่องจากง่ายและสะดวกในการติดตั้ง ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูกลมแฉกนูน

ประเภทของสกรู

หัวร่มแฉก (Truss) สกรูหัวร่มแฉกจะมีลักษณะการใช้งานที่เหมือนกับสกรูหัวแฉกนูน ซึ่งเป็นสกรูที่ใช้ยึดติดชิ้นงานต่าง ๆ ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูหัวร่มแฉก

หัวกลมผ่า (Round) สกรูหัวกลมผ่าจะเป็นสกรูหัวกลมที่มีรอยผ่าแนวระนาบผ่านจุดศูนย์กลางไว้สำหรับใช้ไขควงขัน มักจะใช้คู่กับหัวน็อตสีเหลือง ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะของสกรูหัวกลมผ่า

ประเภทของสกรู

หัวหกเหลี่ยม (เกลียวเต็ม) (Hex) สกรูหัวหกเหลี่ยมลักษณะการนำไปใช้งานจะเหมาะกับงานที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ เหมาะกับงานเครื่องยนต์ เครื่องจักร งานประปา รถยนต์ รถพ่วง รถสิบล้อ รถแมคโคร ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะหัวหกเหลี่ยม (เกลียวเต็ม)

หัวหกเหลี่ยมติดแหวน (Hex Washer) สกรูหัวหกเหลี่ยมติดแหวนจะเหมาะกับงาน ที่ต้องการยึดติดเป็นพิเศษและต้องการความแข็งแรง จะใช้ยึดแผ่นหลังคาเมทัลชีทเข้ากับแป้นไม้ สมาร์ทบอร์ด ไม้ฝาเซอร่า ลักษณะดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะหัวหกเหลี่ยมติดแหวน

ประเภทของสกรู

หัวผ่าหกเหลี่ยมติดแหวน (Slotted Hex Washer) สกรูหัวผ่าหกเหลี่ยมลักษณะการนำไปใช้งานจะเหมาะสำหรับแผ่นเมทัลชีท (แป้นไม้) ใช้ยึดแผ่นหลังคาเมทัลชีทเข้ากับแป้นไม้ ดังแสดงในรูป



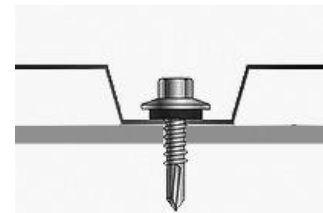
แสดงลักษณะหัวผ่าหกเหลี่ยมติดแหวน

ประเภทของสกรู

สกรูสำหรับยึดแผ่นเมทัลชีท (Metal Sheet Screw) สกรูชนิดนี้จะมีหลายชนิดด้วยกัน แต่ละชนิดจะใช้งานที่ต่างกัน
ลักษณะของสกรูยึดแผ่นเมทัลชีท ดังแสดงในรูป



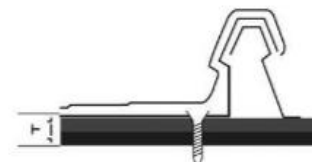
สกรูยึดสั่นลอน



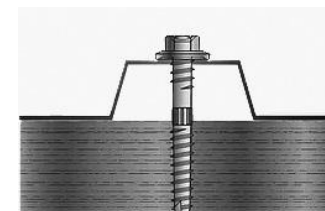
สกรูยึดท้องลอน



สกรูยึดแผ่นทับซ้อน



สกรูยึดคัลลิป

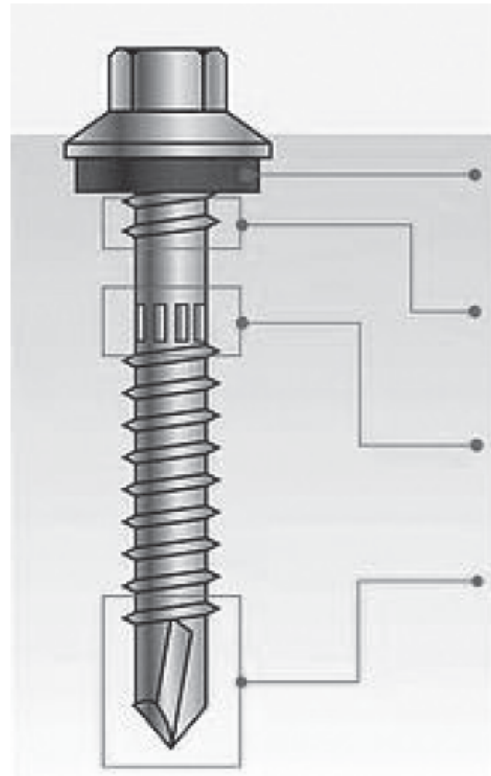


สกรูยึดแปไม้

แสดงลักษณะสกรูสำหรับยึดแผ่นเมทัลชีท

ประเภทของสกรู

ส่วนประกอบของสกรูยึดแผ่นเมทัลชีทกับโครงเหล็ก จะประกอบด้วยหลายส่วน ดังแสดงในรูป



แหวนยาง ป้องกันการรั่วซึม สามารถทน UV ความร้อนได้

เกลียวบน ทำหน้าที่ยึดสั่นลอนให้แนบติดกับแหวนยาง ป้องกันการรั่วซึม ช่วยคว้านและยกขอบรูสกรูป้องกันน้ำไหลย้อน

ขยายรูสกรูและลบคมรูสกรูเพื่อป้องกันการทำลายชั้นเคลือบสกรู

หัวสกรูเจาะรูโครงที่ยึดแผ่น

แสดงลักษณะประกอบสกรูสำหรับยึดแผ่นเมทัลชีท

ประเภทของสกรู

สกรูยึดไม้ฝา ไม้ไฟเบอร์ซีเมนต์ เป็นที่รู้จักกันว่าไม้พื้นหรือไม้ฝาที่นิยมนำมาใช้ในงาน ในปัจจุบันผลิตจากไม้สังเคราะห์ไฟเบอร์ซีเมนต์ หรือไม้เทียมที่ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อทดแทนไม้จริง เพื่อตอบสนองการใช้งานในส่วนต่าง ๆ ของบ้านและอาคารมากมาย ในส่วนของไม้ฝานั้นมีหลายรูปแบบและสีสันทันไม่ว่าจะเป็น ไม้ฝาบังใบ ไม้ดกแต่งเซาะร่อง หรือจะเป็นไม้ฝาทั่วไปแต่หลากหลาย หน้ากว้าง ซึ่งไม่ใช่แค่เพียงรูปแบบสีสันทันเท่านั้นที่ทำให้ไม้ชนิดนี้เป็นที่นิยมของเจ้าของบ้านและผู้รับเหมา สำหรับการยึดไม้ฝา ไม้ไฟเบอร์ซีเมนต์ มีวัสดุที่ใช้ยึดหลายชนิด การเลือกใช้ต้องเลือกให้ถูกต้อง ลักษณะของสกรูยึดไม้ฝา ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะสกรูยึดไม้ฝา ไม้ไฟเบอร์ซีเมนต์

ประเภทของสกรู

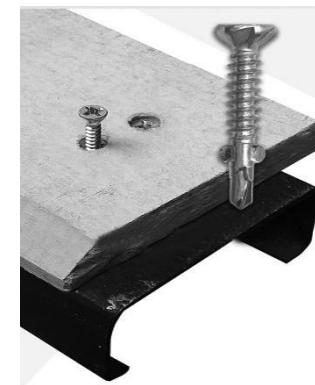
สกรูยึดไม้ไผ่มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ดังนั้นจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม ถูกต้องกับงานนั้น ๆ ลักษณะการใช้งานของสกรู ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะสกรูยึดไม้ไผ่ชนิดไม่มีปีกยึดโครง



สกรูยึดไม้ไผ่ชนิดยึดโครงไม้



สกรูยึดไม้ไผ่ชนิดมีปีกยึดโครงเหล็ก

ประเภทของสกรู

การใช้งานสกรูยึดไม้ฝา ไม้ไฟเบอร์ซีเมนต์ สามารถเลือกใช้ได้ตามตาราง

แสดงการใช้งานสกรูยึดไม้ฝา ไม้ไฟเบอร์ซีเมนต์

สกรูยึดไม้ฝาชนิดไม่มีปีกยึดโครงเหล็ก	
เบอร์สกรู	การใช้งาน
 สกรูยึดไม้ฝา เบอร์ 7 ยาว 25 มม. (7 x 1")	1. เจาะยึดไม้ฝาความหนาไม่เกิน 12 มม. 2. ยึดเข้าโครงไม้
 สกรูยึดไม้ฝา เบอร์ 7 ยาว 32 มม. (7 x 1.2")	1. เจาะยึดไม้ฝาความหนาไม่เกิน 18 มม. 2. ยึดเข้าโครงไม้
 สกรูยึดไม้ฝา เบอร์ 7 ยาว 45 มม. (7 x 1.5")	1. เจาะยึดไม้ฝาความหนาไม่เกิน 30 มม. 2. ยึดเข้าโครงไม้



ประเภทของสกรู

สกรูยึดไม้ฝาชนิดมีปีกยึดโครงเหล็ก



สกรูยึดไม้ฝา เบอร์ 7 ยาว 25 มม. (7 x 1")

1. เจาะยึดไม้ฝาความหนาไม่เกิน 8 มม.
2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.



สกรูยึดไม้ฝา เบอร์ 7 ยาว 32 มม. (7 x 1.2")

1. เจาะยึดไม้ฝาความหนาไม่เกิน 16 มม.
2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.



สกรูยึดไม้ฝา เบอร์ 10 ยาว 40 มม. (7 x 1.5")

1. เจาะยึดไม้ฝาความหนาไม่เกิน 20 มม.
2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.



สกรูยึดไม้ฝา เบอร์ 8 ยาว 45 มม. (7 x 1.8")

1. เจาะยึดไม้ฝาความหนาไม่เกิน 26 มม.
2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.



สกรูยึดไม้ฝา เบอร์ 7 ยาว 45 มม. (7 x 1.8")

1. เจาะยึดไม้ฝาความหนาไม่เกิน 26 มม.
2. ยึดเข้าโครงเหล็กหนา 1.5 - 3.2 มม.

ประเภทของสกรู



สกรูยึดไม้ฝาชนิดไม่มีปีกยึดโครงเหล็ก



สกรูยึดไม้ฝา เบอร์ 7 ยาว 25 มม. (7 x 1")

1. เจาะยึดไม้ฝาความหนาไม่เกิน 12 มม.
2. ยึดเข้าโครงไม้



สกรูยึดไม้ฝา เบอร์ 7 ยาว 32 มม. (7 x 1.2")

1. เจาะยึดไม้ฝาความหนาไม่เกิน 18 มม.
2. ยึดเข้าโครงไม้



สกรูยึดไม้ฝา เบอร์ 7 ยาว 45 มม. (7 x 1.5")

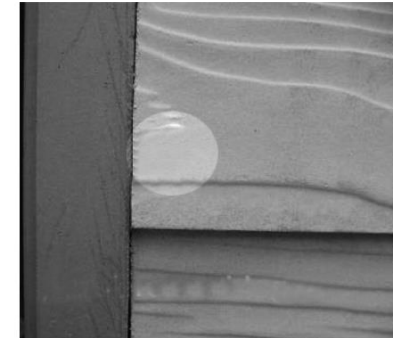
1. เจาะยึดไม้ฝาความหนาไม่เกิน 30 มม.
2. ยึดเข้าโครงไม้

ประเภทของสกรู

การใช้งานสกรูปลายสว่านแบบมีปีก ซึ่งเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในงานสร้างบ้าน ลักษณะของสกรูปลายสว่านแบบมีปีก ให้สังเกตดูที่ปลายและหัวสกรูจะมีครีหรือปีกยื่นออกมา หรือปีกที่ยื่นออกมานี้ มันจะช่วยคว้านรูให้บริเวณที่หัวสกรูจมลงไปบนวัสดุมีรูกว้างขึ้น ทำให้หัวสกรูจมมิดลงไป ซึ่งจะช่วยให้เราตอกแต่งผนังหรือทาสีบริเวณที่เรายิงสกรูเสร็จแล้วผนังจะเรียบเนียน สวยงามไม่เห็นหัวสกรูโผล่ขึ้นมา ลักษณะการใช้งาน ดังแสดงในรูป

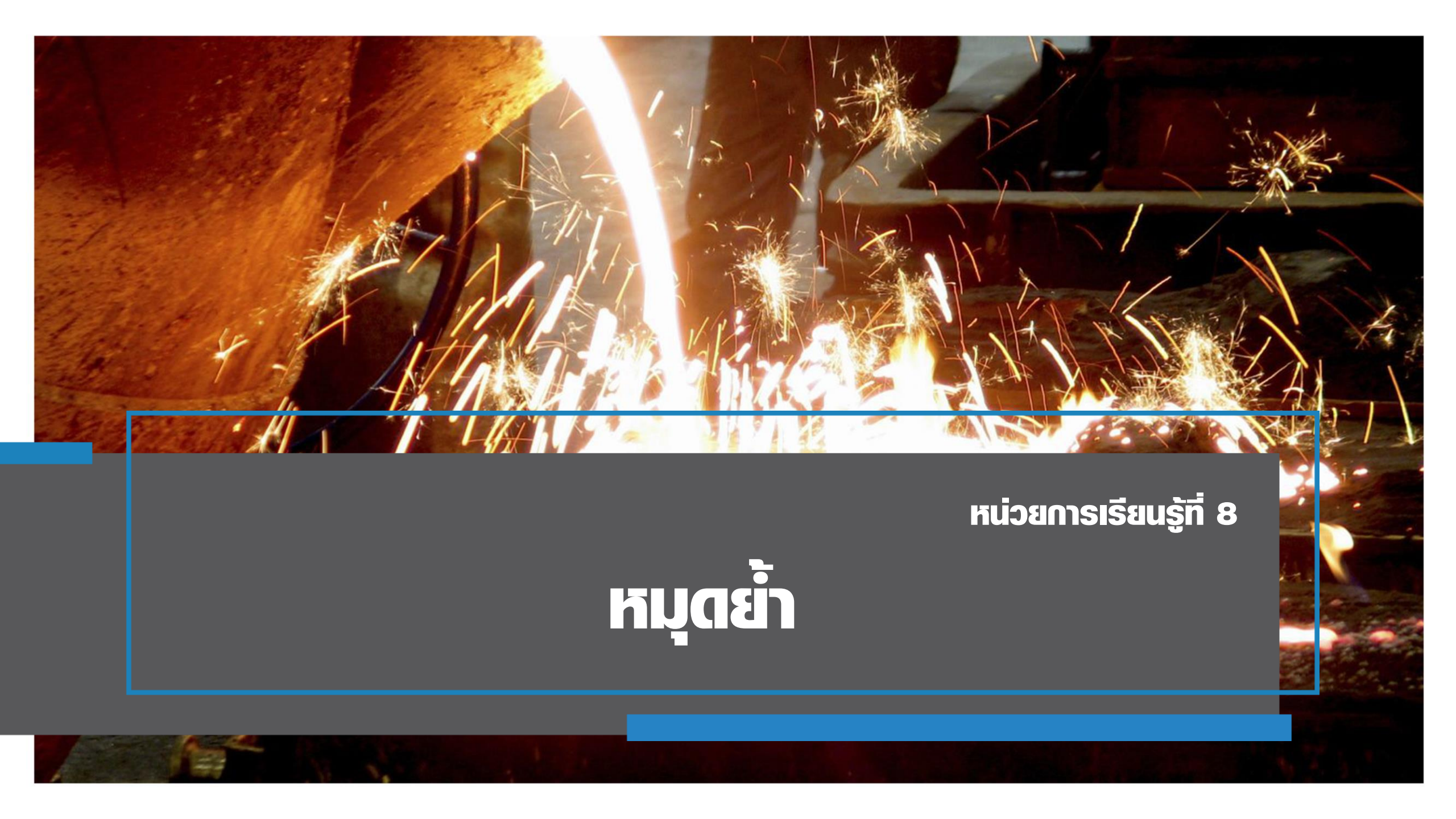


ก่อนตอกแต่ง



หลังตอกแต่ง



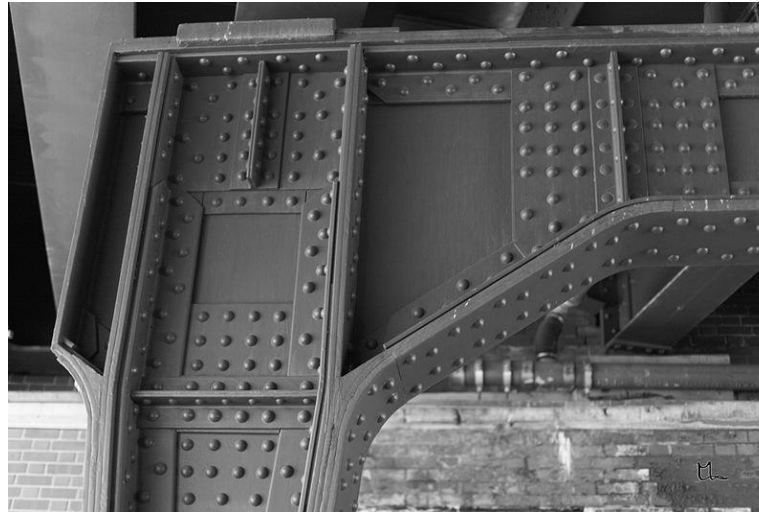


ทฤษฎี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8

หลักการย้ำหมุด

การย้ำหมุด (Riveting) เป็นกระบวนการยึดชิ้นงานให้ติดกันด้วยตัวหมุด โดยการเจาะรูชิ้นงานที่จะต่อกันให้รูตรงกัน หลังจากนั้นสอดตัวหมุดลงในรูชิ้นงานทั้งสองที่เจาะไว้ การต่อชิ้นงานสามารถต่อชิ้นงานที่ต่างชนิดกันได้ ลักษณะของชิ้นงานที่ต่อด้วยการย้ำหมุดดังแสดงในรูป



แสดงชิ้นงานจากการย้ำหมุด

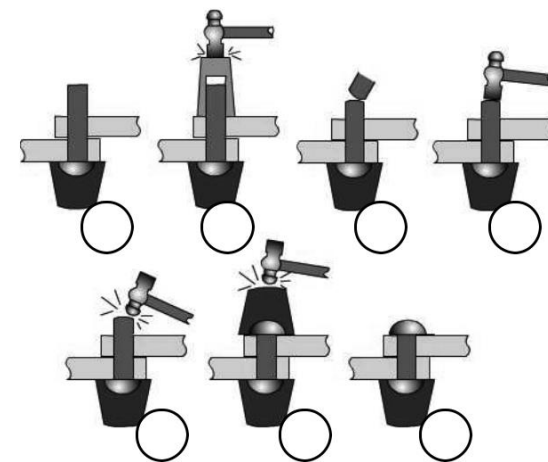
เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานช่างยนต์

เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานช่างยนต์มีหลายชนิดแต่ละชนิดใช้งานต่างกัน ดังนี้

1. เหล็กย้ำหมุด (Rivet Set) เป็นแท่งเหล็กที่ทำจากเหล็กเครื่องมือ มีลักษณะเป็นแท่ง ยาวประมาณ 4 นิ้ว ที่บริเวณหน้าตัดของปลายข้างหนึ่งจะเป็นรูลึกเพื่อให้หมุดสอดเข้าไปด้านใน หลังจากนั้นใช้ค้อนตอกเพื่อให้แผ่นโลหะทั้งสองแผ่นแนบสนิท และจะมีรูตื้น ๆ เป็นเบ้ากลมเพื่อใช้สำหรับแต่งหัวหมุดลักษณะเหล็กหมุด และการใช้งาน ดังแสดงในรูป



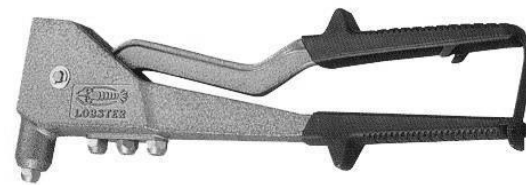
แสดงลักษณะเหล็กย้ำหมุด



แสดงลักษณะการใช้งานเหล็กย้ำหมุด

เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานช่างยนต์

2. คีมย้ำรีเวท (Hand Rivet Pliers) ใช้สำหรับย้ำรีเวท (Pop Rivet) สามารถถอดเปลี่ยนหัวได้ตามขนาดของ Pop Rivet ส่วนด้ามบางแบบสามารถหมุนได้รอบตัว เพื่อให้ง่ายในการใช้งาน ลักษณะคีมย้ำรีเวทดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะคีมย้ำรีเวท

3. ค้อนย้ำหมุด (Riveting Hammer) หัวค้อนจะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมลบมุม ด้านข้างทั้ง 4 มุมบริเวณผิวหน้าของหัวค้อน จะมีผิวโค้งเล็กน้อย เพื่อใช้ในการแต่งหัวหมุดย้ำ ส่วนหางค้อนจะเรียว (Taper) เป็นมุมเท่ากัน ทั้งสองด้านและบริเวณปลายสุดจะมีลักษณะมน



แสดงลักษณะค้อนย้ำหมุด

เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานช่างยนต์

4. สว่านมือ (Hand Drill) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเจาะรูชิ้นงาน โดยการเจาะรูต้องให้ขนาดรูมีความเหมาะสมกับขนาดของตัวหมุด ซึ่งสว่านมือมีหลายขนาด การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับ ลักษณะงาน ถ้าชิ้นงานมีความหนาหรือมีขนาดใหญ่ อาจต้องใช้สว่านชนิดตั้งพื้น



แสดงลักษณะสว่านมือ

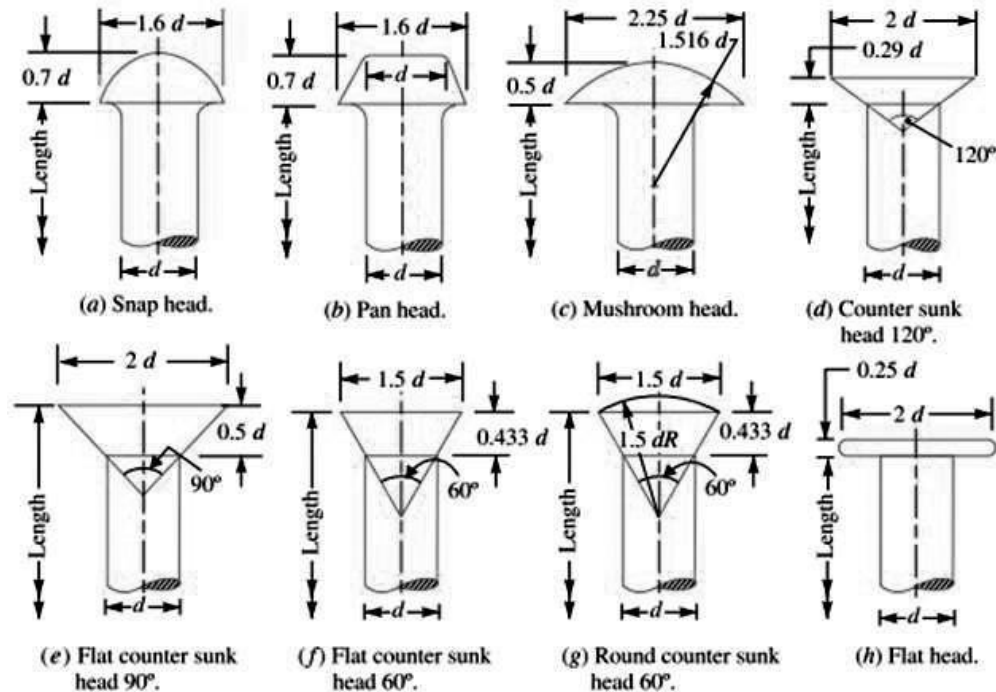
5. หมุดย้ำ (Rivet) การย้ำหมุดด้วยการย้ำด้วยมือ เพื่อยึดชิ้นงานต้องใช้วัสดุที่เป็นตัวยึด ซึ่งได้แก่ หมุดย้ำ ซึ่งมีหลายแบบ วัสดุที่ใช้มีหลายชนิดเช่นเดียวกัน เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม เหล็กเหนียว เหล็กอ่อน ทองเหลือง เป็นต้น



แสดงลักษณะหมุดย้ำ

เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานช่างยนต์

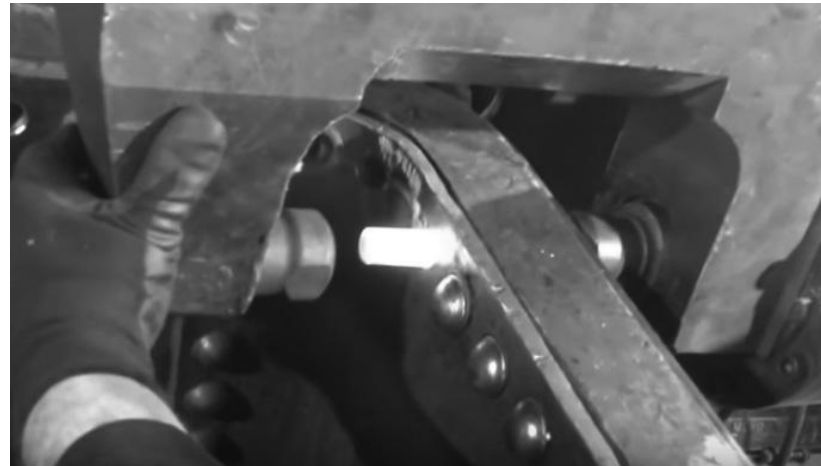
การเลือกขนาดความโตของหมุดย้ำต้องให้สัมพันธ์กับความหนาของชิ้นงาน เพื่อที่ช่วยให้เกิดความแข็งแรงของรอยต่อ โดยตามมาตรฐานแล้วขนาดของรีเวทต้องโตเท่ากับ 2.5 เท่าของความหนาแผ่นโลหะสองชิ้นรวมกัน สำหรับชนิดของหัวหมุดย้ำจะมีหลายชนิดดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะหัวหมุดย้ำ

เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานช่างยนต์

ในอุตสาหกรรมปัจจุบันการซ่อมชิ้นงานขนาดใหญ่ ๆ จะมีเครื่องมือสำหรับซ่อม ซึ่งจะให้คุณภาพชิ้นงานที่ดี มีคุณภาพที่ดี การซ่อมจะใช้เครื่องกลไฮดรอลิกยี่ห้อหลาย ๆ ครั้ง โดยตัวหมุดยัดตัวใหญ่ต้องให้ความร้อนก่อนเพื่อให้อ่อนตัว และทำให้กดยัดได้ง่าย ลักษณะการซ่อม



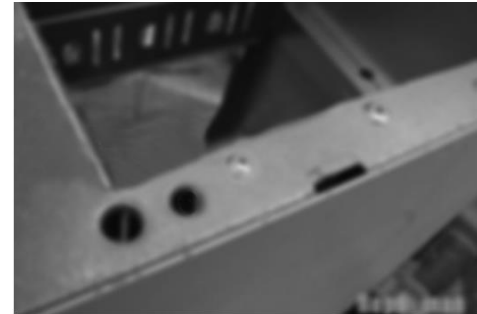
แสดงการซ่อมขนาดใหญ่

เครื่องมือ อุปกรณ์ในงานช่างยนต์

6. รีเวท (Pop Rivet) ส่วนใหญ่เราจะเรียก ลูกรีเวท ใช้ร่วมกับคีมย้ำหมุดเหมาะสำหรับ ชิ้นงานที่บาง ๆ เพราะต้องใช้กำลังบีบจากมือของช่าง ซึ่งมีหลายขนาด ลักษณะของรีเวท และรอยต่อ ดังแสดงในรูป



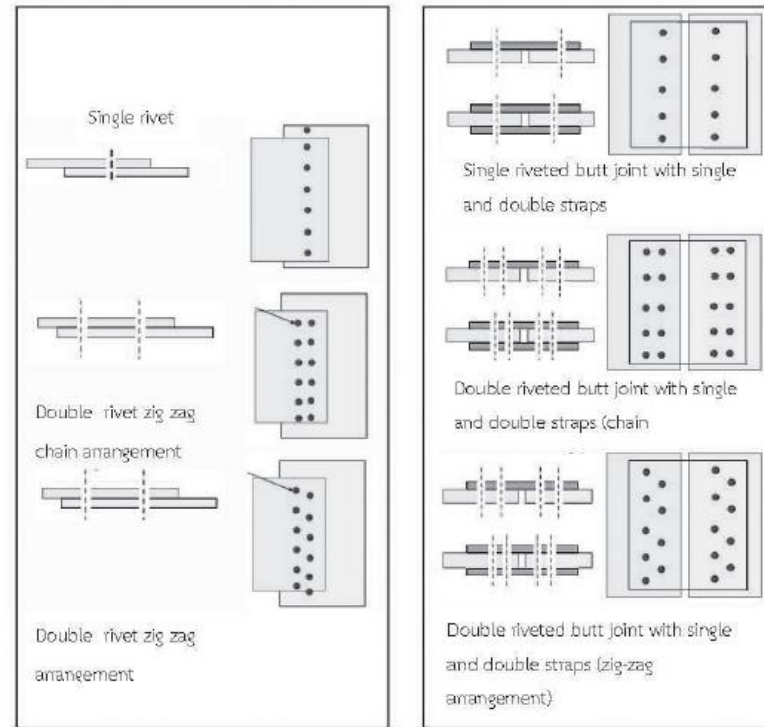
แสดงลักษณะรีเวท



แสดงรอยต่อของรีเวท

รอยต่อในงานย้ำหมุด

การต่อชิ้นงานสำหรับการย้ำหมุดจะมีลักษณะการต่อแบบเกย (Lap Joint) และแบบต่อชน (Butt Joint) ซึ่งลักษณะการต่อ ดังแสดงในรูป



รอยต่อแบบต่อเกย

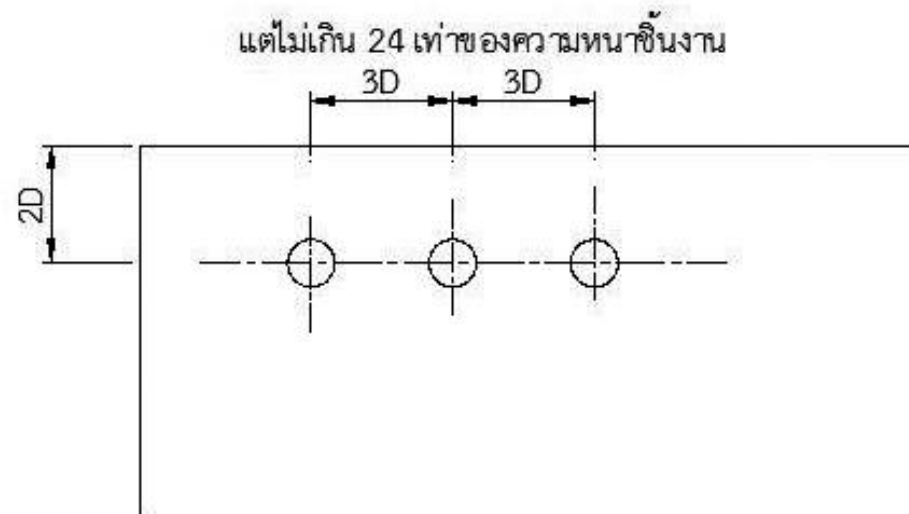
รอยต่อแบบต่อชน

แสดงรอยต่อการย้ำหมุด

เทคนิคการย้ำหมุด

ขั้นตอนในการย้ำหมุดจะมีเทคนิคในการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพ มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำเครื่องหมายด้วยเหล็กขีด และใช้เหล็กตอกนำศูนย์ตอกตรงตำแหน่งที่ต้องการ โดยต้องให้ระยะห่างไม่ต่ำกว่า 3 เท่าของความโตหมุด แต่ไม่เกิน 14 เท่าของความหนาชิ้นงาน เช่น ตัวหมุดมีขนาด 4 มิลลิเมตร ต้องเว้นระยะห่างเท่ากับ 12 มิลลิเมตร และต้องให้ห่างจากระยะขอบไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความโตหมุดย่ำดังแสดงในรูป



แสดงตำแหน่งเจาะรูชิ้นงานเพื่อย้ำหมุด

เทคนิคการย้ำหมุด

2. เจาะรูด้วยเครื่องเจาะรู (Punch) สำหรับชิ้นงานบาง ๆ หรือสว่านไฟฟ้าถ้าเป็นงานหนา

3. เริ่มต้นการย้ำหมุด

3.1 นำหมุดย้ำสอดเข้ารูที่ต้องการย้ำหมุด

3.2 ใช้เหล็กย้ำหมุดตอกให้ชิ้นงานแน่นสนิทก่อน

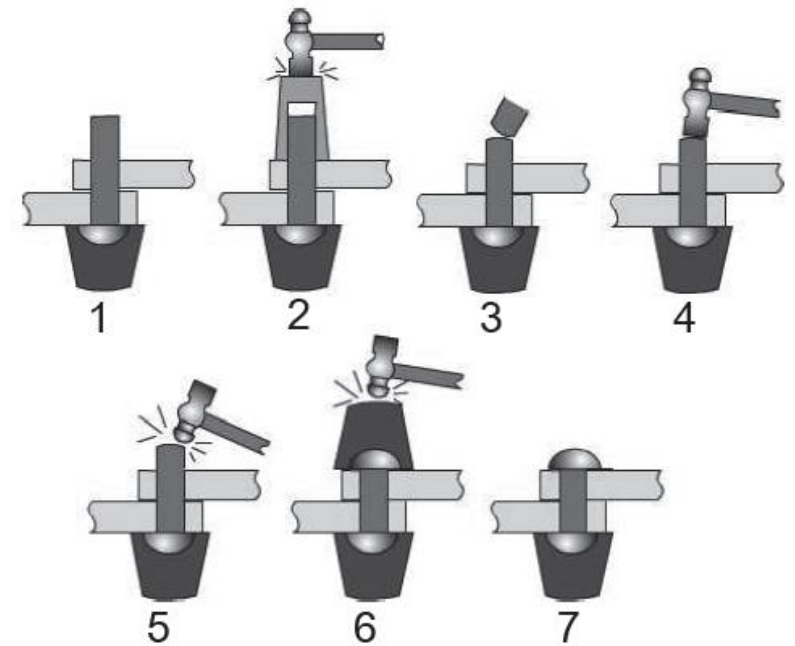
3.3 ตัดตัวหมุดให้ได้ความยาวที่ต้องการ

3.4 ใช้ค้อนหัวกลมตอกเบาเพื่อให้หมุดบานออก

3.5 ใช้ค้อนด้านที่เป็นส่วนโค้งเคาะให้หมุดบานออก

3.6 ใช้เหล็กย้ำหมุดตอกให้หมุดบานโค้งเหมือนหัวอีกด้าน

3.7 จะได้งานที่ต่อด้วยวิธีการย้ำหมุด

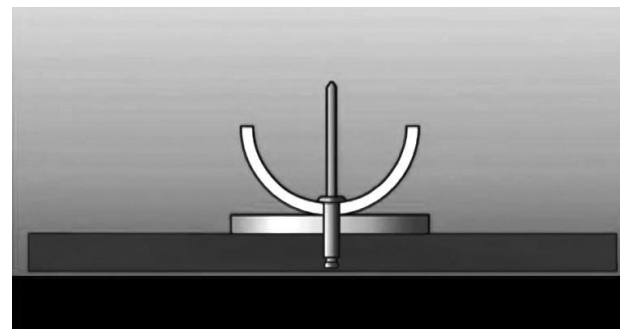


แสดงขั้นตอนการย้ำหมุด

เทคนิคการย้ำหมุด

สำหรับการย้ำหมุดด้วยคีมย้ำหมุดหรือคีมย้ำรีเวท (Hand Rivet Pliers) เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้ยึดชิ้นงานโลหะแผ่น และเป็นวิธีที่สามารถทำได้ความรวดเร็ว สะดวก และชิ้นงานสามารถ รับแรงได้มาก ขั้นตอนดังแสดงในรูป

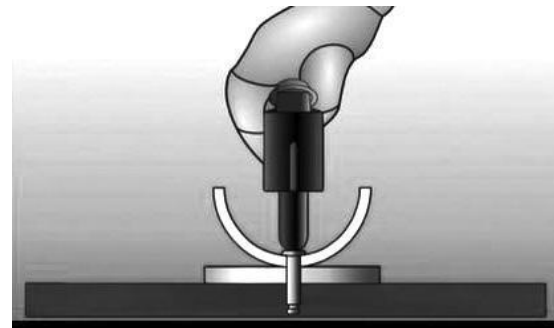
1. เจาะรูชิ้นงานที่ต้องการยึดให้มีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของลูกรีเวท
2. สอดลูกรีเวทในรูที่เจาะไว้ หรือนำลูกรีเวทใส่ในรูของคีมย้ำหมุดก่อนก็ได้



แสดงขั้นตอนการสอดลูกรีเวท

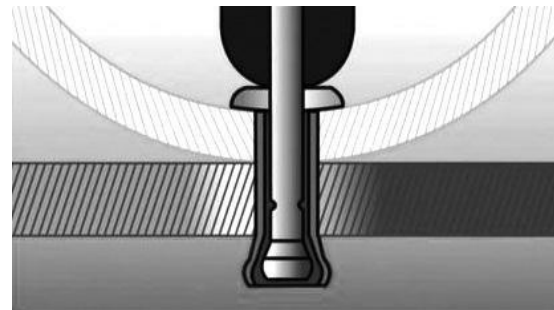
เทคนิคการย้ำหมุด

3. นำคีมย้ำรีเวท ใส่เข้ากับลูกรีเวท กดให้แนบกับชิ้นงาน



แสดงขั้นตอนการกดลูกรีเวท

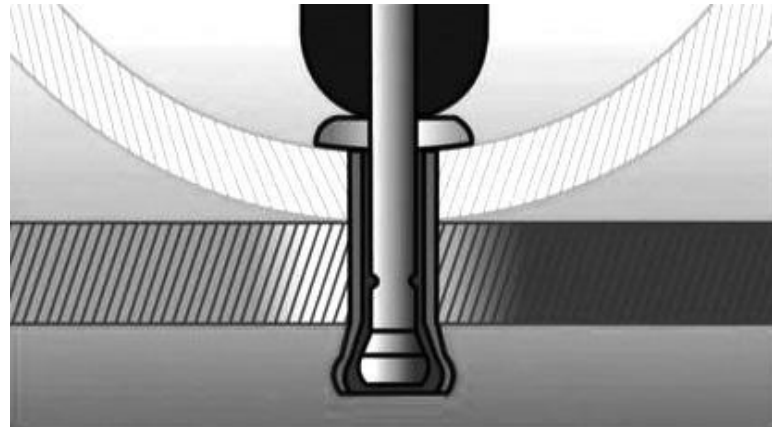
4. บีบคีมเพื่อให้แกนของลูกรีเวทหลุดออกอีกด้าน ขณะดึงลูกรีเวทส่วนปลายจะค่อย ๆ ขยายออก



แสดงขั้นตอนการบีบคีมลูกรีเวท

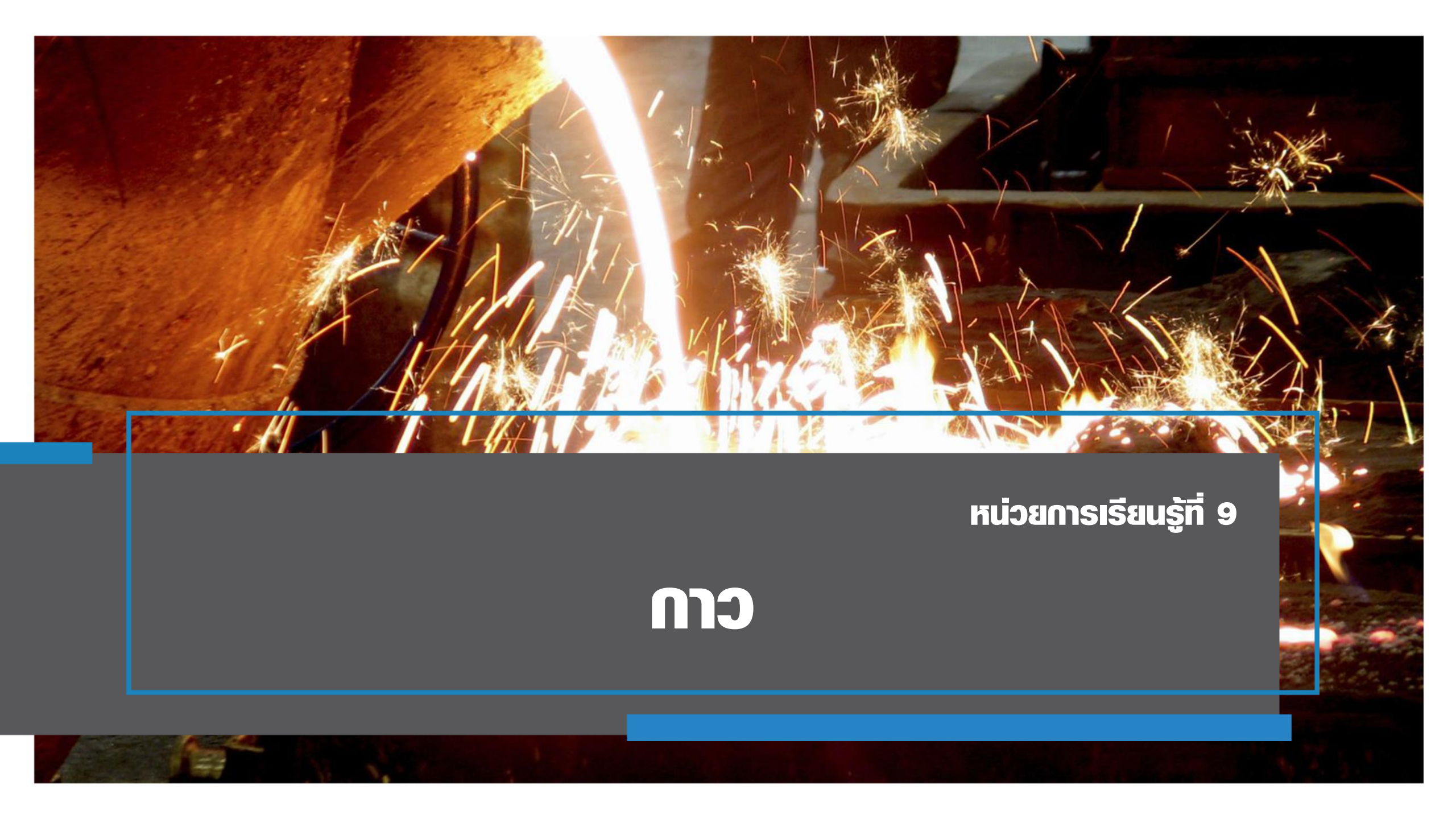
เทคนิคการย้ำหมุด

5. เมื่อแกนของลูกรีเวทหลุดออกไปปลายของลูกรีเวทจะขยายออกทำให้บีบชิ้นงานทั้งสองแน่น



แสดงขั้นตอนการบีบดึงลูกรีเวท





หน่วยการเรียนรู้ที่ 9

ทว



ประวัติของกาว

กาว ถูกผลิตขึ้นครั้งแรกที่ประเทศอังกฤษราว ค.ศ.1750 โดยในครั้งนั้นได้ใช้ปลามาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกาวขึ้น และต่อมาจึงได้มีการพัฒนาโดยการนำเอายางจากธรรมชาติ กระดุกสัตว์ เป้ง และโปรตีนจากนม มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกาวชนิดต่าง ๆ ด้วยวิวัฒนาการที่ทันสมัยมากยิ่งขึ้น ดังนั้นใน ค.ศ.1942 Dr.Harry Coover ซึ่งในขณะนั้นได้ปฏิบัติงานอยู่ที่ห้องทดลองของ Kodak Research Laboratories ได้ค้นพบสารเคมีที่มีชื่อว่าไซยาโนอะคริเลต (Cyanoacrylate) ที่มีสมบัติเหนียวและติดแน่น เขาจึงได้ทำการเสนอให้กับทางบริษัท โกดัก แต่ทางบริษัทได้ปฏิเสธสารชนิดนี้ เนื่องจากสารชนิดนี้มีคุณสมบัติที่เหนียวและติดแน่นมากเกินไป

ใน ค.ศ.1951 Dr.Harry Coover ได้ร่วมมือกับ Dr.Fred Joyner นำเอาสารไซยาโนอะคริเลตกลับมาทำการวิจัยใหม่ โดยในขณะนั้น Dr.Harry Coover ได้ย้ายจากบริษัท โกดัก มาอยู่ที่ The Eastman Company ในรัฐเทนเนสซีสหรัฐอเมริกา ในระหว่างที่พวกเขา กำลังทำการวิจัยเกี่ยวกับความต้านทานทางด้านความร้อนของอะคริเลตโพลิเมอร์ (Acrylate-polymer) สำหรับใช้ในการทำหลังคา (Canopies) ของเครื่องบินเจ็ต เมื่อ Dr.Fred Joyner กำลังขยายฟิล์มเพื่อดูสารเอทิลไซยาโนอะคริเลต (Ethylcyanoacrylate) เขาได้เห็นผลึกของสารชนิดนี้จึงเกิดความสนใจขึ้นมา และได้ทำการวิจัยอย่างจริงจังกับคูเวอร์ จนกระทั่งฝันของคูเวอร์ก็เป็นจริงเมื่อนำเอาสารอะคริเลตโพลิเมอร์ผลิตออกมาเป็นสินค้าใน ค.ศ.1958 ในชื่อของ The Eastman Compound # 910 และเรียกกันจนติดปากว่า ซุปเปอร์กลู (Super Glue)

ข้อดีและข้อเสียของการใช้กาบ

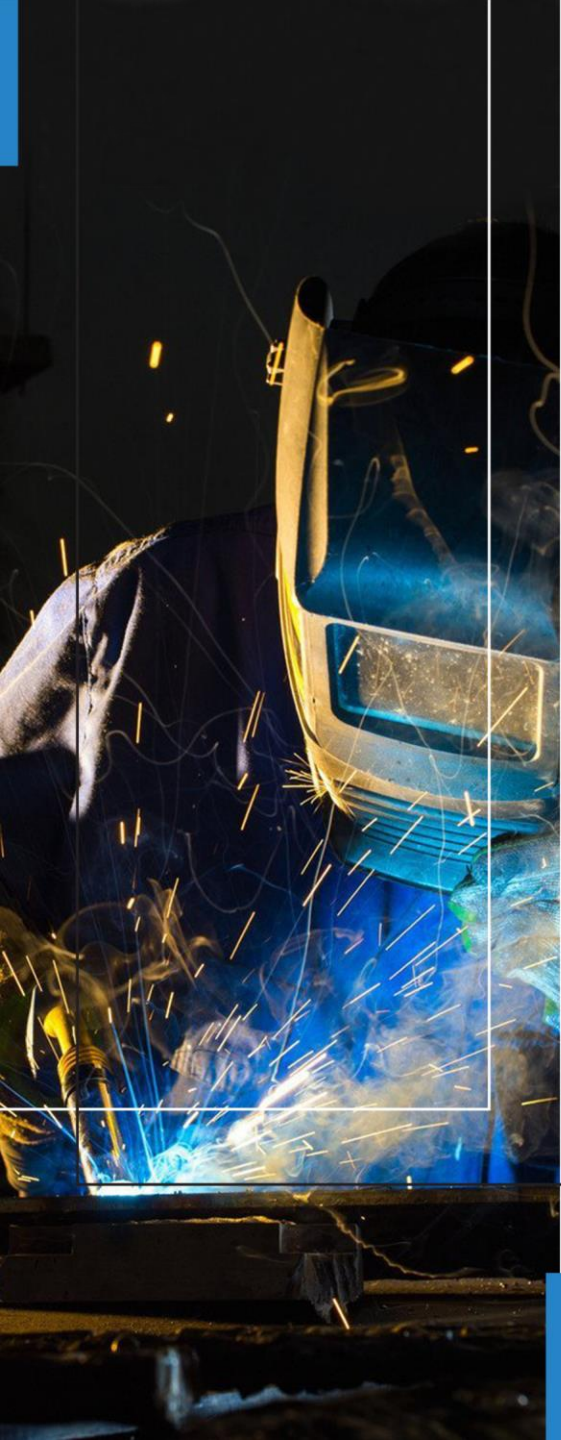
ข้อดีของการใช้กาบมีดังนี้

1. ความสามารถในการยึดติดกับวัสดุได้หลากหลายประเภท ขึ้นอยู่กับการใช้งานที่แตกต่างกัน ทั้งชนิดของวัสดุ ความแข็งแรงในการใช้งาน และความหนาของวัสดุ
2. พื้นผิวงานที่ไม่เรียบ ขรุขระ ที่ไม่สามารถใช้การยึดติดกันด้วยสกรูหรือรีเวทก็สามารถทำให้ยึดติดกันและดูสวยงามได้
3. ใช้ยึดกับชิ้นงานที่พื้นผิวงานหรือวัสดุที่มีรูปร่าง รูปทรงสลับซับซ้อน ไม่สามารถยึดติดกันได้ด้วยวิธีอื่น
4. พื้นที่การกระจายของแรงบนพื้นที่ทาการมีความสม่ำเสมอ มากกว่าการใช้โบลต์ หรือการยิงรีเวท โดยเฉพาะกับวัสดุที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ จะทำให้ไม่เสียความแข็งแรง ช่วยให้ชิ้นงานมีน้ำหนักเบาและราคาประหยัด
5. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเพิ่มความยืดหยุ่นและลดแรงกระแทกให้กับชิ้นงาน
6. ทำให้น้ำหนักของชิ้นงานลดลง และยังไม่มีรูอีกด้วย ทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย
7. ใช้กับวัสดุที่ไม่ทนทานกับความร้อนได้
8. กาบมีสมบัติในการเป็นฉนวนกันกระแสไฟฟ้า ความร้อน และเสียงอย่างดี และช่วยลดหรือป้องกันการเกิดสนิมกับวัสดุประเภทเหล็กได้ดี
9. ลดค่าใช้จ่ายกว่าการต่อด้วยกระบวนการอื่น ลดขั้นตอนการทำงานอื่น ๆ ไม่เพิ่มน้ำหนักของชิ้นงานมาก

ข้อดีและข้อเสียของการใช้กา

ข้อเสียของการใช้กา

1. การยึดติดโดยวิธีกาใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ๆ อาจจะทำให้เกิดการขยายตัวระหว่างตัวกาเองกับพื้นผิวของส่วนที่ยึดติดซึ่งอาจทำให้เกิดการดึง
2. ความแข็งแรงของการยึดติดจะมีความแข็งแรงน้อยกว่าการเชื่อมหรือการยึดติดโดยใช้เครื่องกล
3. ระยะเวลาของการใช้งานสั้นกว่าการต่อแบบกระบวนการอื่นหลายกระบวนการ และถ้าเลือกกาที่ไม่เหมาะสมกับชิ้นงาน ก็อาจทำให้เกิดความเสียหายได้
4. กาบางชนิดที่ใช้น้ำยาผสมทำละลายเป็นตัวประสานหลายชนิด สามารถติดไฟได้และยังทำให้เกิดสารที่อาจเป็นพิษขึ้น
5. การซ่อมแซมบริเวณที่ใช้กาไปแล้วอาจเป็นไปได้ยากเมื่อต้องการซ่อมแซม
6. การควบคุมกระบวนการติดตั้งอย่างเข้มงวดและการทำชิ้นงานตัวอย่าง เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง
7. ผู้ใช้กาในงานต้องมีความชำนาญในการติดตั้ง เช่น การเตรียมพื้นผิว การเลือกชนิดของกา การคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของชิ้นงานในระยะยาว เป็นต้น



กาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

กาวที่ใช้ในวงการก่อสร้างมีอยู่มากมายหลายชนิด แต่ที่เป็นที่ตกลงกันในระหว่างความเห็นของผู้เชี่ยวชาญนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทใหญ่ ๆ ซึ่งล้วนแต่เป็นกาวที่สามารถหาได้ในท้องตลาด เช่น อะนาอีโรบิก (Anaerobic) อะคริลิกชนิดดัดแปลง (Modified Acrylic) ไซยาโนอะคริเลต (Cyanoacrylate) อีพอกซี (Epoxy) และพอลิยูรีเทน (Polyurethane) การแบ่งประเภทนี้จะแบ่งตามสมบัติทางเคมี ความสามารถในการรับน้ำหนัก ความแข็งแรงทนทานเมื่อนำมาใช้ก่อสร้าง รวมทั้งการต้านทานต่อสภาพแวดล้อม สมบัติของกาวชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง



กาที่ใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

แสดงสมบัติของกาชนิดต่าง ๆ

คุณสมบัติ	อะนาอีโรบิก	อะคริลิก ชนิดดัดแปลง	ไซยาโน อะคริเลต	อีพอกซี	โพลียูรีเทน
การยึดติดกับวัสดุ	เหล็ก กระจาก เทอร์โมเซต	วัสดุผิวเรียบ ไม่มีรูพรุน	เหล็ก พลาสติก	ส่วนมากใช้ได้	วัสดุผิวเรียบ มีรูพรุนได้
อุณหภูมิที่ใช้งาน (°c)	-55 ถึง 149	-73 ถึง 250	-55 ถึง 79	-55 ถึง 121	-157 ถึง 79
การต้านทานแรงกระแทก	พอใช้	ดี	แย	แย	ดีมาก
แรงเฉือน Ksi (Mpa)	2.50 (17.50)	3.70 (25.90)	2.70 (18.90)	2.20 (15.40)	2.20 (15.40)
แรงดึง piw (N/m)	10 (1750)	30 (5250)	3 (<525)	3 (<525)	80 (14000)
ใช้ความร้อนหรือการผสม	ไม่	ไม่	ไม่	ใช่	ใช่
ทนทานต่อตัวทำละลาย	ดีมาก	ดี	ดี	ดีมาก	ดี
ทนทานต่อความชื้น	ดี	ดี	แย	ดีมาก	พอใช้
กลิ่น	อ่อน	แรง	ปานกลาง	อ่อน	อ่อน
เป็นพิษ	น้อย	ปานกลาง	น้อย	ปานกลาง	ปานกลาง
การติดไฟ	น้อย	มาก	น้อย	น้อย	น้อย
ช่องว่าง นิ้ว (มิลลิเมตร)	0.025 (0.635)	0.030 (0.762)	0.010 (0.254)	ไม่มี	ไม่มี

ชนิดของกาว

การแบ่งประเภทต่าง ๆ ของกาวโดยพิจารณาองค์ประกอบทางเคมี สามารถแบ่งได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ ได้แก่ กาวที่มีวัตถุดิบที่มาจากพืชต่าง ๆ อวัยวะของสัตว์ เช่น หนังหรือกระดูก เป็นต้น กาวประเภทนี้นิยมใช้กับงานกระดาษชนิดต่าง ๆ แผ่นฟรอยด์ งานไม้ นอกจากนี้ยังใช้งานในอุตสาหกรรมบรรจุหีบห่อ กาวที่ได้จากอวัยวะของสัตว์มักจะมีกำลังในการรับน้ำหนักได้ดีกว่ากาวที่ได้จากพืช และทนต่อความชื้นได้ดีกว่าด้วย ซึ่งส่วนมากแล้ว จะใช้กับงานไม้และอุตสาหกรรมไม้อัด อย่างไรก็ตาม กาวประเภทนี้ไม่สามารถทนต่อสภาพอากาศในระยะเวลานาน ๆ ได้ ทำให้อายุการใช้งานน้อย ลักษณะของกาวที่ได้ผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะกาวแบ่งเปียกจากมันสำปะหลัง

ชนิดของกา

2. เทอร์มอพลาสติก (Thermoplastics) ได้แก่ เรซินที่มาจากธรรมชาติและได้จากสารสังเคราะห์ กาประเภทนี้เมื่อถูกความร้อน จะเปลี่ยนสมบัติทางกายภาพได้ เช่น อ่อนตัวลงหรือละลายได้ อีกทั้งเมื่อถูกแรงกดหนัก ๆ อาจเปลี่ยนรูปได้ ดังนั้นกาประเภทนี้จึงเหมาะกับการรับน้ำหนักไม่มากและไม่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีสภาพอากาศต่างกันอย่างมาก ๆ กาประเภทนี้สามารถใช้ติดกับวัสดุประเภทไม้ พลาสติก หรือวัสดุที่มีรูพรุนได้ นอกจากนี้ยังเหมาะกับการออกแบบให้รอยต่อมีลักษณะพับได้ ซ้อนทับกันได้ หรือเป็นกาเสริมช่วยให้แข็งแรงมากขึ้น ใช้กับงานบรรจุหีบห่อ เฟอร์นิเจอร์ งานตกแต่งภายใน และอุตสาหกรรมรองเท้า กาประเภทนี้มีสมบัติในการยึดติดได้ดีกว่ากาที่ได้จากผลิตภัณฑ์ของพืชและสัตว์ และมีสมบัติที่ทนต่อความชื้นและการเสื่อมสภาพได้ดี ได้แก่ พอลิเอทิลีน (Polyethylene) พอลิสไตรีน (Polystyrene) พอลิคาร์บอเนต (Polycarbonates) และพอลิอามายด์ (Polyamides)



ชนิดของกา

3. เทอร์โมเซต (Thermosets) ได้แก่ พอลิเมอร์ที่เป็นสารสังเคราะห์และเรซิน กาประเภทนี้สามารถทำให้แข็งตัวได้ด้วยการใช้ความร้อนหรือให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งแตกต่างจากกาเทอร์โมพลาสติกตรงที่จะไม่ละลายหรืออ่อนตัวลงเมื่อถูกความร้อนอีกครั้ง กาบางชนิดสามารถแข็งตัวได้ที่อุณหภูมิห้อง แต่หากจะให้กระบวนการแข็งตัวรวดเร็วขึ้นจะใช้ความร้อนเพื่อเร่งปฏิกิริยาและยังทำให้เพิ่มสมบัติการยึดติดได้ดีขึ้นด้วย กาประเภทนี้มีทั้งรูปแบบที่เป็นสารเคมี 2 ส่วนผสมกันเพื่อทำให้แข็งตัว หรือรูปแบบสารเคมีชนิดเดียวที่ใช้ความร้อนทำให้แข็งตัว ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีที่เลือกใช้สารเคมีที่ใช้กับกาประเภทนี้มักจะให้ความแข็งแรงสูง สามารถใช้กับงานโครงสร้างบางประเภทได้ ส่วนมากการรับแรงกดจะดีมาก แต่การรับแรงดึงพอใช้ ดังนั้น การยึดติดจึงมีความแข็งแรง แต่จะมีความเปราะ แตกง่าย สมบัติในการยืดหยุ่นน้อย พอลิเมอร์ที่เป็นส่วนประกอบของกาประเภทนี้ ได้แก่ อะมิโน (Amino) ฟีนอลิก (Phenolic) อีพอกซี - เรซิน (Epoxy Resins) พอลิเอสเตอ์ - เรซิน (Polyester Resins) กาประเภทนี้สามารถใช้ได้กับงานไม้ เหล็ก กระจก งานโครงสร้าง หากได้ผสมกับสารเคมีประเภทอีลาสโตเมอร์



ชนิดของกาว

4. อีลาสโตเมอร์ (Elastomers) ได้แก่ กาวที่ได้จากวัตถุดิบประเภทยางทั้งจากธรรมชาติและสารสังเคราะห์ โดยทั่วไปแล้วกาวประเภทอีลาสโตเมอร์จะมีสมบัติในการรับแรงได้น้อย แต่มีความยืดหยุ่นสูงมาก ใช้กับการยึดติดผิวงานประเภท กระดาษ ผ้า หรือยาง ซึ่งไม่มีแรงกดมากหรือมักจะใช้เป็นส่วนผสมกับกาวพอลิเมอร์ 2 ส่วน กาวประเภทนี้สามารถอ่อนตัวลงได้เช่นเดียวกับกาวเทอร์มอพลาสติกแต่จะไม่หลอมละลายจนหมด กาวประเภทนี้เป็นยาง ดังนั้นสมบัติในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความทนทาน การยึดติด การกันน้ำ การเคลือบผิว จะเหมือนกับยาง กาวอีลาสโตเมอร์ ได้แก่ ไนทริล (Nitrile) นีโอพรีน (Neoprene) ยางซิลิโคน (Silicone Rubbers) และยางพอลิไอโซบิวไทลีน (Polyisobutylene Rubbers)

ชนิดของกา

5. องค์ประกอบของพอลิเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน ได้แก่ กาที่ได้จากสารเคมีทั้งกาเทอร์มอพลาสติก เทอร์โมเซต และอีลาสโตเมอร์ ส่วนมากแล้วจะเป็นการผสมกันระหว่างเรซิน - เทอร์โมเซต และอีลาสโตเมอร์ หรือกาเทอร์มอพลาสติก โดยส่วนผสมนั้นจะเหมาะสมกับงานตามความต้องการเฉพาะกิจ เรซินที่เพิ่มยางเข้าไปจะช่วยให้การยึดติดได้ดีขึ้น และทนต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นได้ และยังมีความยืดหยุ่นในตัวได้ดี ไม่เปราะและแตกง่าย กาประเภทนี้ยังนิยมใช้กับงานโครงสร้างผนัง 2 ชั้น โดยเฉพาะการยึดติดวัสดุประเภทโลหะ และลามิเนตกับแผ่นกระดาษรังผึ้งหรือโฟมที่เป็นฉนวนตรงกลาง กาสังเคราะห์ที่ใช้ ได้แก่ ฟีนอลิก - พอลิไวนิล อะซิเตล (Phenolic-polyvinyl Acetal) ซึ่งสามารถรับแรงดึง แรงเฉือน และแรงกดได้ดี แต่ก็มีแนวโน้มว่าจะอ่อนตัวลงเมื่ออยู่ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง กาประเภทที่มีองค์ประกอบของพอลิเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน มีทั้งในรูปแบบที่เป็นแผ่นฟิล์มของเหลว หรือผงกา ซึ่งในกระบวนการยึดติดต้องใช้แรงอัดและความร้อนสูงเพื่อให้เกิดการแข็งตัว สำหรับการผสมเรซิน เทอร์โมเซต กับกาประเภทนี้จะทนต่อสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงได้ เช่น อีพอกซี (Epoxy) และฟีนอลิก - เรซิน (Phenolic Resins) เป็นต้น ลักษณะของกาพอลิเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน ดังแสดงในรูป



แสดงลักษณะพอลิเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน



การใช้งานกาวชนิดต่าง ๆ

แสดงสมบัติและการใช้งานของกาวชนิดต่าง ๆ

ชนิด	รูปแบบ/ลักษณะ	การใช้งาน
ผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ	- แป้ง กาวจากสัตว์และปลาพืชพันธุ์ต่าง ๆ เช่น ยางไม้ - ของเหลว แป้งเหนียว ของแข็ง และผง	- กระดาษ ไม้คอร์ก วัสดุหีบห่อ ผ้า ไม่ทำเฟอร์นิเจอร์ พลาสติก และเหล็ก - งานปักอาศัยโดยทั่วไป อุตสาหกรรมการบรรจุหีบห่อ และการประกอบยึดติดกัน อย่างง่าย ๆ เร็ว ๆ
เทอร์มอพลาสติก	- ของเหลว แผ่นฟิล์ม และของแข็ง	- ไม้ พลาสติก หนัง ผ้าและกระดาษ ยกเว้นเหล็ก - การยึดติดวัสดุที่รับแรงดึงและแรงกดน้อย
เทอร์มอเซต	- ของเหลว แผ่นฟิล์ม แป้งเหนียว และผง	- เหล็ก แก้ว ไม้ เครื่องเคลือบดินเผา - การยึดติดโครงสร้างที่ต้องรับแรงกด เป็นหลัก ส่วนมากใช้กับงานเหล็กและไม้
อีลาสโตเมอร์	- แผ่นฟิล์ม และของเหลว	- พลาสติก ยาง ผ้า และหนัง - ใช้กับการยึดติดที่ไม่รับแรงกด วัสดุ น้ำหนักเบา และต้องการความยืดหยุ่น ในระหว่างใช้งาน
องค์ประกอบของพอลิเมอร์ 2 ส่วนผสมกัน	- ของเหลว แผ่นฟิล์ม และแป้งเหนียว	- เหล็ก แก้ว เครื่องเคลือบดินเผา และ งานโครงสร้าง - โครงสร้างหลักที่รับน้ำหนักมาก โดย เฉพาะแรงกด รวมทั้งงานในสภาพอากาศ ที่รุนแรง ทั้งความร้อนและความชื้นสูง

กาที่ใช้ในงานโลหะ

การใช้งานของกาอีพอกซี

กาอีพอกซี วิธีใช้อย่างถูกต้องในช่วงก่อนกาจะแข็งตัวก็คือ ถ้าต้องจะนำกาชนิดนี้ไปเชื่อมติดหรืออุดซ่อมแซมสิ่งใด จะเริ่มต้นจากทำความสะอาดวัสดุที่จะนำไปติดเสียก่อน สิ่งสำคัญ คือ ต้องกำจัดฝุ่นและคราบน้ำมันออกเสียให้หมด กรณีถ้ามีฝุ่นอาจทำให้การประสานเชื่อมทำได้ไม่แนบสนิท คราบน้ำมันก็เช่นกัน แต่ที่ต้องระวังมากขึ้นก็คือ คราบน้ำมันอาจทำปฏิกิริยาบางอย่างกับตัวกาและทำให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้งานได้ และถ้าวัสดุที่จะนำกาไปติดนั้นเป็นรอยแยกและรอยมีความขรุขระมากก็ให้หากระดาษทรายไปขัดขอบรอยแยกให้เรียบเสียก่อนการเชื่อมประสานก็จะแน่นมากยิ่งขึ้น



กาอีพอกซี

กาที่ใช้ในงานโลหะ

กาอีพอกซีเป็นกาที่ค่อนข้างแห้งเร็ว และเมื่อแห้งแล้วจะแข็งเหมือนหิน ถ้ากาแห้งแล้วจะมาแก้ไขอะไรจะทำได้ยาก ฉะนั้นก่อนกาแข็งตัวจงเก็บรายละเอียดงานและตรวจเช็คความเรียบร้อยของพื้นผิวงานให้ดีเสียก่อน อีกอย่างหนึ่งสำหรับกาอีพอกซี วิธีใช้อีกจุดหนึ่งที่สำคัญมองข้ามไม่ได้ก็คือ การทำความสะอาดทั้งพื้นผิวที่ติดและในส่วนของร่างกายของผู้ใช้งาน แม้จะระวังอย่างไรก็ตามก็เป็นไปได้ว่าอาจจะมีส่วนของกาที่เลอะเทอะพื้นผิวส่วนอื่น หรือมาถูกร่างกายของเรา และต้องรีบทำความสะอาดโดยใช้เอทานอลก่อนที่จะกาแห้งและแข็งตัว เพราะจะทำความสะอาดได้ง่ายกว่าขั้นตอนการใช้งานกาอีพอกซี ดังแสดงในรูป



ก) บีบกาทั้งสอง



ข) ผสมกาทั้งสองส่วนให้เข้ากัน



ค) ทากาบริเวณที่ขึ้นงาน

แสดงขั้นตอนการใช้งานกาอีพอกซี

กาที่ใช้ในงานโลหะ

การจะเก็บรายละเอียดงานหรือตกแต่งชิ้นงานที่มีการเชื่อมประสานด้วยกาอีพอกซึ่งจะต้องรอให้กาแห้งสนิทเสียก่อน รอให้กาแห้งจนแข็งจึงทำให้การตกแต่งได้สะดวก ไม่ควรทำในขณะที่กาเริ่มเซตตัวประสานพื้นผิวหรือชิ้นงาน จะต้องรอให้กาแห้งจริง ๆ เสียก่อน ไม่เช่นนั้นอาจจะทำให้พื้นผิวเสีย หรือต้องมาเสียเวลาชุบหรือขัดตัวกาออก ซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่ง่ายเหมือนกัน สิ่งที่น่ารู้ในเรื่องกาอีพอกคือ วิธีใช้อย่างถูกต้องทั้งก่อนและหลังกาแข็งตัว อย่างไรก็ตามก็ดีกว่าก่อนใช้งานกาอีพอกกับงานใด ๆ ควรอ่านและศึกษาคู่มือผลิตภัณฑ์ให้ดีการทำงานจะได้ไม่พลาดนั่นเอง

กาอีพอกอีกชนิดหนึ่งเป็นกาที่มีแรงยึดเกาะสูงเป็นกาเชื่อม อุด ยึดเกาะวัสดุนานาชนิดให้ติดแน่น มีความแข็งแรงทนทาน รับน้ำหนักได้มากกว่าปกติ ใช้ได้ดีกับงานซ่อมแซมรอยแตกหัก เชื่อมเหล็กต่อคาน เสริมพื้นปูน ติดตั้งแท่นเหล็กแท่นเครื่องเพื่อรับน้ำหนัก เนื่องจากมีแรงยึดเกาะสูงทำให้สามารถใช้ติดวัสดุได้หลากหลายชนิด สามารถใช้ในงานก่อสร้างได้ดี เนื่องจากการรับน้ำหนักได้มาก ติดแน่น มีความแข็งแรง และทนทาน สามารถใช้เชื่อมเหล็ก คอนกรีต ยาง พีวีซีและอื่น ๆ หรือสำหรับใช้ในการก่อสร้าง เช่น ซ่อมแซม รอยแตกหัก เชื่อมเหล็กต่อคาน เสริมพื้นปูนติดตั้งแท่นเหล็ก ปรับพื้นเพื่อรับแรงและน้ำหนัก เป็นต้น มีความแข็งแรง ทนทาน ลักษณะการใช้งานเชื่อมเหล็กต่อคาน ดังแสดงในรูป

กาที่ใช้ในงานโลหะ



ก) เจาะคานที่ต้องการ



ข) ใส่การในรู



ค) เสียบเหล็กต่อคาน

แสดงขั้นตอนการใช้งานกาอีพอกซี

