



หน่วยที่ 3

โลหะเหล็กผสม



เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel)

ธาตุผสม โครเมียม นิกเกิล โคบอลต์ ทังสเทน โมลิบดีนัม ฯลฯ

คุณสมบัติ แข็งแรง ทนร้อน ยืดหยุ่นได้ ชุบแข็งได้ ทนต่อการกัดกร่อนการเสียดสี การสึกหรอ ดีขึ้นรูปได้ ตอบสนองต่อแม่เหล็ก เชื่อมประสานได้ดี

ชนิด แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ เหล็กกล้าผสมต่ำ และเหล็กกล้าผสมสูง



เหล็กกล้าผสมต่ำ

มีคาร์บอนผสมอยู่ประมาณ 0.8 – 1.7 % และมีธาตุต่างๆผสมอยู่รวมกันไม่เกิน 5 % โดยทั่วไปนิยมนำไปชุบแข็งก่อนการใช้งานด้วยอุณหภูมิประมาณ 780 – 830 °C ใช้ทำเครื่องมือที่ใช้งานในความร้อนไม่เกิน 400 °C ได้แก่ ริมเมอร์คว้านรู แบบพิมพ์อัดขึ้นรูป เครื่องมือทำเกลียว เครื่องมือดึงเหล็ก ฯลฯ



เหล็กกล้าผสมสูง

ประกอบด้วยเหล็กกล้าชนิดต่าง ๆ ดังนี้

เหล็กกล้าไร้สนิม(Stainless Steel)

- ชื่อทั่วไปเรียกว่าสแตนเลส
- มีธาตุผสมโครเมียมและนิกเกิลเป็นหลัก และมีสารอื่นเล็กน้อย
- ผิวมันวาว สดใส ไม่เป็นสนิม ทนร้อน ทนการกัดกร่อนได้ดี ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี มีความแข็งแรงและความเหนียว
- นิยมใช้ผลิตเป็นของใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น อุปกรณ์เครื่องครัว



เหล็กกล้ารอบสูง (High Speed Steel)

- มีธาตุผสม ทั้งสแตน โครเมียม วาเนเดียม คาร์บอน
- มีความแข็งแรง ทนทานต่อการเสียดสีที่รอบสูง ทนความร้อนได้ดี
- นิยมใช้ทำเครื่องมือตัดรอบสูงและเครื่องมือตัดคุณภาพสูง เช่น ดอกสว่าน มีดกัด มีดกลึง มีดไส ใบเลื่อยตัดเหล็ก อุปกรณ์ทำเกลียว และอุปกรณ์ตัดคุณภาพสูง





ภาพที่ 3.2 ชุดเครื่องครัวที่ผลิตจากเหล็กกล้าไร้สนิม

ที่มา <http://bdstn.com/vai-tro-cua-nhom-trong-xay-dung-va-noi-that-dt82989.html>





ภาพที่ 3.3 ชุดดอกสว่านที่ผลิตจากเหล็กกล้ารอบสูง

ที่มา <http://www.axminster.co.uk/ig2-4-fluted-carbide-end-mill-set-504853>



เหล็กกล้าผสมความแข็งแรงสูง(High Strength Alloy Steel)

- มีความแข็งแรง ใช้งานได้โดยไม่ต้องชุบแข็ง แต่ไม่กันสนิม
- นิยมใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องจักร โดยลดขนาดให้เล็กลง ทำให้น้ำหนักของเครื่องจักรลดลง แต่ประสิทธิภาพการใช้งานยังคงเดิม เช่น ปั่นจั่น อุปกรณ์การเกษตร ตัวถังรถยนต์ รถใช้งานหนัก ล้อรถไฟ

เหล็กกล้าทนแรงดึงสูง(High Tensile Alloy Steel)

- เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ มีส่วนผสมของนิกเกิล 1.5 % และโครเมียม 1.25 %
- นิยมใช้ในงานที่ต้องทนแรงดึงและความแข็งแรงสูง เช่น ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เฟืองเกียร์ เพลาส่งกำลัง ตะขอตู้รถไฟ ตะขอรถไฟพ่วง





ภาพที่ 3.4 ชุดอุปกรณ์การเกษตรที่ผลิตจากเหล็กกล้าผสมความแข็งแรงสูง

ที่มา <http://toolforgardening.com/things-that-should-be-on-the-list-of-your-garden-supply/>





ภาพที่ 3.5 ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ผลิตจากเหล็กกล้าทนแรงดึงสูง
ที่มา <http://united-gears.com/transmission-timing-gears-india.html>



เหล็กกล้าทนการสึกหรอ (Wear Resisting Steel)

- เรียกอีกชื่อว่าเหล็กกล้าแมงกานีส
- มีความแข็ง เหนียว ทนการเสียดสี ทนความร้อน ทนแรงกระแทกได้ดี มีการสึกหรอน้อย
- มีส่วนผสมของแมงกานีส 10 – 14 % ซิลิกอน 0.5 – 1 %
- ก่อนใช้งานต้องชุบแข็งก่อน นิยมใช้ทำเป็นชิ้นงานสำเร็จโดยไม่ต้องเจาะ กลึง ตัด ใส เพราะทำได้ยาก ใช้ทำรางรถไฟ หัวตอกปั้นจั่น ตะแกรงเหล็ก เครื่องมือชุดแร่ เครื่องมือไม่หิน ฯลฯ





ภาพที่ 3.6 ชุดเครื่องเจาะคอนกรีตที่ผลิตจากเหล็กกล้าทนการสึกหรอ

ที่มา <http://www.compressedaircentre.com/product/rodcraft-stone-concrete-air-hammer-with-5-chisels/>



เหล็กกล้าหล่อผสม

- เป็นเหล็กกล้าที่นำมาหล่อผสมกับธาตุโครเมียม ซิลิกอน แมงกานีส โมลิบดีนัม ทั้งสแตน ฯลฯ ให้มีคุณสมบัติ แข็งแรง เหนียว ชุบแข็งได้
- นิยมใช้ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลทั่วไป และเครื่องจักรกลการเกษตร

เหล็กกล้าขึ้น

- มีส่วนผสมของคาร์บอน ซิลิกอน โครเมียม นิกเกิล และทั้งสแตน
- เป็นเหล็กที่สามารถทนความร้อน และคงความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง ทนการกัดกร่อนได้ดี
- ใช้ทำชิ้นไอดีไอเสียในเครื่องรถยนต์



เหล็กสปริง

- มีส่วนผสมของซิลิกอน และแมงกานีสเป็นหลัก โครเมียม นิกเกิล โมลิบดีนัม และวาเนเดียมเป็นส่วนผสมประกอบ
- เป็นเหล็กที่มีความแข็งแรง เหนียว ยืดหยุ่นตัวได้ดี
- ก่อนใช้งานต้องชุบแข็งและนำไปอบเหนียวเสียก่อน นิยมใช้ทำคอยล์สปริง รถยนต์ แหนบรถยนต์ และสปริงต่างๆ

เหล็กแม่เหล็กถาวร

- มีส่วนผสมของอลูมิเนียม นิกเกิล โคบอลต์ ไททาเนียม และคาร์บอน บางส่วน
- เป็นเหล็กที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กถาวร สามารถดูดหรือผลักเหล็กได้
- ใช้ทำหุ่นเหล็กในมอเตอร์ขนาดเล็ก ลำโพงวิทยุ แม่เหล็กทดลองในห้องวิทยาศาสตร์ ฯลฯ





ภาพที่ 3.7 งานเหล็กสปริง

ที่มา <http://shop.srmclassicbikes.com/product-category/cylinder-head-and-rocker-boxes?page=16>





เหล็กหล่อผสม (Alloy Cast Iron)

เหล็กหล่อผสมทนร้อน

- เป็นเหล็กหล่อที่มีความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง
- มีส่วนผสมของซิลิกอนเป็นหลัก ส่วนโครเมียมและอลูมิเนียมผสมลงไปเพื่อให้ไม่ทำให้เหล็กเป็นสนิมเมื่อใช้งานที่อุณหภูมิสูง
- นิยมใช้ทำท่อไอเสียรถยนต์ ท่อทนความร้อนและแรงดันสูง ชิ้นส่วนเตาอบ ชิ้นส่วนเตาแก๊ส ฯลฯ

เหล็กหล่อผสมทนการสึกหรอ

- เป็นเหล็กหล่อที่ทนการเสียดสี ทนแรงกระแทกและแรงดึงได้ดี มีการสึกหรอน้อย
- มีส่วนผสมของโครเมียม 10 – 30 % คาร์บอน 2 – 35 % นิกเกิลและโมลิบดีนัมบางส่วน
- นิยมใช้ทำอุปกรณ์และเครื่องมือเหมืองแร่ เครื่องมือผลิตปูนซีเมนต์ เครื่องมือไม้หิน ถูกพบในเครื่องจักรกล ฯลฯ



เหล็กหล่อผสมทนการกัดกร่อน

- เป็นเหล็กหล่อที่สามารถทนกรดชนิดต่างๆ ทนการกัดกร่อนจากน้ำทะเล ได้ดี
- มีส่วนผสมของนิกเกิล หรือซิลิกอนเป็นหลัก มีคาร์บอน 2 – 4 % และมีโมลิบดีนัม โครเมียม ทองแดงอยู่บางส่วน
- นิยมใช้ทำท่อสำหรับส่งน้ำมัน แก๊ส หรือท่อเดินสายไฟในทะเล ข้อต่อที่ต้องทนเกลือ ทนน้ำเค็ม อุปกรณ์เดินเรือทะเล อุปกรณ์ชิ้นส่วนในงานอุตสาหกรรมเคมี ฯลฯ



โลหะหายด้วย 4	โลหะหายด้วย 10	โลหะหายด้วย 100
โคบอลต์(C)	อะลูมิเนียม(Al)	ฟอสฟอรัส(P)
โครเมียม(Cr)	ทองแดง(Cu)	กำมะถัน(S)
แมงกานีส(Mn)	โมลิบดีนัม(Mo)	ไนโตรเจน(N)
นิกเกิล(Ni)	ไทเทเนียม(Ti)	คาร์บอน(C)
ซิลิกอน(Si)	วานาเดียม(V)	
วุลเฟรมหรือทังสเตน(W)		

ตารางที่ 3.1 แสดงกลุ่มโลหะผสม



ตัวอย่างการอ่านสัญลักษณ์ตามมาตรฐานผสม

- 15 Cr 3 คือ เหล็กผสมโครเมียม มีส่วนผสมของคาร์บอน
(C) = $15/100 = 0.15 \%$
โครเมียมผสม (Cr) = $3/4 = 0.75 \%$ (เพราะว่า Cr อยู่ในหมู่โคคโลหะที่หารด้วย 4)
- 24 Cr Mo 54 คือ เหล็กผสมโครเมียมและโมลิบดีนัม มีส่วนผสมของ
คาร์บอน (C) = $24/100 = 0.24 \%$
โครเมียมผสม (Cr) = $5/4 = 1.25 \%$
โมลิบดีนัม (Mo) = $4/10 = 0.4 \%$ (เพราะว่า Mo อยู่ในหมู่โคคโลหะที่หารด้วย 10)



15 Cr 3E คือ เหล็กผสมโครเมียม มีส่วนผสมของคาร์บอน

$$(C) = 15/100 = 0.15 \%$$

โครเมียมผสม (Cr) = $3/4 = 0.75 \%$ และเป็นเหล็กที่ชุบ
แข็งได้(เพราะว่า E เป็นสัญลักษณ์แทนเหล็กที่ชุบแข็งได้)

**เหล็กผสมที่มีอักษร X อยู่ข้างหน้า มีชื่อเรียกว่าเหล็กผสมสูง ให้
คาร์บอนหารด้วย 100 ส่วนโลหะผสมอื่นๆไม่ต้องหาร ตัวอย่างเช่น**

X 10 Cr Ni 188 คือ เหล็กผสมโครเมียมและนิกเกิล มีส่วนผสมของ

$$\text{คาร์บอน (C)} = 10/100 = 0.10 \%$$

$$\text{โครเมียมผสม (Cr)} = 18 \%$$

$$\text{นิกเกิล (Ni)} = 8 \%$$



มาตรฐานเหล็กของอเมริกา (American Iron and Steel Institute – AISI)

โค้ดตัวเลขสองตัวแรกของเหล็กตามมาตรฐาน AISI

10XX คือ เหล็กคาร์บอนธรรมดา

11XX คือ เหล็กคาร์บอนที่เหมาะสมกับงานปาดผิว

13XX คือ เหล็กผสมแมงกานีส

23XX คือ เหล็กผสมนิกเกิล

33XX คือ เหล็กผสมโครเมียมและนิกเกิล

40XX คือ เหล็กผสมโมลิบดีนัม

41XX คือ เหล็กผสมโมลิบดีนัมและโครเมียม

43XX คือ เหล็กผสมโมลิบดีนัม โครเมียม และนิกเกิล

46XX คือ เหล็กผสมโมลิบดีนัม และนิกเกิล(ผสมนิกเกิลมากกว่า 1.83 %)

48XX คือ เหล็กผสมโมลิบดีนัม และนิกเกิล(ผสมนิกเกิล = 3.50 %)

51XX คือ เหล็กผสมโครเมียม

61XX คือ เหล็กผสมโครเมียมและวาเนเดียม

7XXX คือ เหล็กผสมโครเมียมและวูลเฟรม(ทั้งสแตน)

9XXX คือ เหล็กผสมซิลิกอนและแมงกานีส





หลักการอ่านโค้ดมาตรฐานเหล็กอเมริกา

- เลขหลักที่หนึ่งบอกชนิดของเหล็กว่าเป็นเหล็กผสมโลหะอะไรบ้าง
- เลขหลักที่สองบอกปริมาณเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมโลหะของเลขหลักที่หนึ่ง
- เลขสองหลักสุดท้ายบอกส่วนของคาร์บอนในเหล็กเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์คาร์บอนที่หารด้วย 100

ตัวอย่าง

AISI 1020(เหล็ก 1020) หมายความว่า

1 คือ เหล็กคาร์บอนธรรมดา

0 คือ ปริมาณส่วนผสมในเหล็กไม่มี

20 คือ ปริมาณคาร์บอนที่ผสมในเหล็ก $C = 20/100 = 0.20 \%$



ตัวอย่าง(ต่อ)

AISI 1030(เหล็ก 1030) หมายความว่า

1 คือ เหล็กคาร์บอนธรรมดา

0 คือ ปริมาณส่วนผสมในเหล็กไม่มี

30 คือ ปริมาณคาร์บอนที่ผสมในเหล็ก $C = 30/100 = 0.30 \%$

AISI 2340(เหล็ก 2340) หมายความว่า

2 คือ เหล็กผสมนิกเกิล

3 คือ ปริมาณส่วนผสมของนิกเกิลในเหล็ก = 3 %

40 คือ ปริมาณคาร์บอนที่ผสมในเหล็ก $C = 40/100 = 0.40 \%$





มาตรฐานอุตสาหกรรมของญี่ปุ่น (Japanese Industrial Standards – JIS)

แยกหลักตามลักษณะประเภทของงานที่ทำ ผู้ผลิตนิยมเทียบกับมาตรฐานของอเมริกาและเยอรมัน
ประเภทเหล็กแผ่นและเหล็กแท่ง

- JIS G 3101 เหล็กรีดสำหรับโครงสร้างทั่วไป(SS)
- JIS G 3103 เหล็กรีดสำหรับงานความดันสูง(SB) ทนความร้อนสูง เช่น หม้อไอน้ำ
- JIS G 3106 เหล็กรีดสำหรับโครงสร้างเชื่อม (SM)
- JIS G 3112 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีตก่อสร้าง(SR, SD, SDC)
- JIS G 3302 แผ่นเหล็กชุบสังกะสี (SPG)
- JIS G 3350 เหล็กท่อโลหะ(SSC)

ประเภทท่อเหล็ก

- JIS G 3442 ท่ออบสังกะสี(SGPW)
- JIS G 3452 ท่อเหล็กคาร์บอนสำหรับงานทั่วไป(SGP)
- JIS G 3454 ท่อเหล็กสำหรับความดันสูง(STPG)
- JIS G 3456 ท่อเหล็กสำหรับทนความร้อนสูง(STPT)

ประเภทเหล็กผสม

- JIS G 4102 เหล็กผสมนิกเกิลและโครเมียม(SNC)
- JIS G 4104 เหล็กผสมโครเมียม(SCr)

ประเภทเหล็กหล่อ

- JIS G 5501 เหล็กหล่อสีเทา(FC)

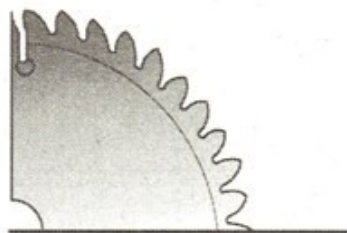
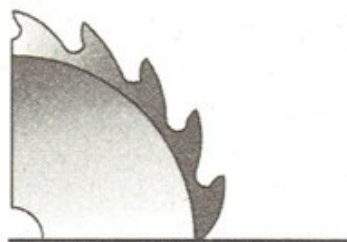
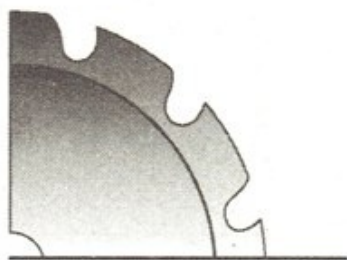




โลหะซินเตอร์

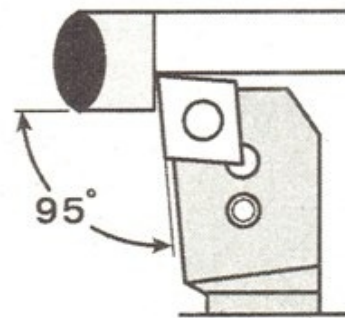
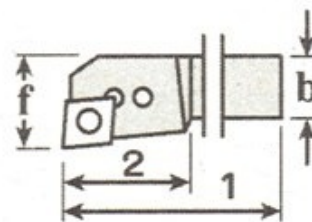
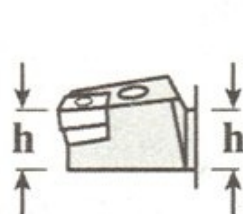
- โลหะซินเตอร์ คือ โลหะแข็งที่ผ่านกระบวนการซินเตอร์ ทำให้ได้โลหะที่มีความแข็งแรงมาก สำหรับใช้เป็นคมตัดโลหะชนิดต่างๆ
- กระบวนการผลิตโลหะซินเตอร์ ใช้ทั้งสแตนคาร์ไบด์ประมาณ 70 – 85 % ไททาเนียมคาร์ไบด์และแทนทาลัมคาร์ไบด์ประมาณ 10 – 15 % โคบอลต์เป็นวัสดุประสาน 5 – 15 % ใช้ตัวมันบดตัวเองจนเป็นผงละเอียด นำไปอัดขึ้นรูปด้วยแรงอัด 100 บาร์(บรรยากาศ) นำไปอบในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 800 – 1000 °C นำชิ้นงานมาตกแต่งเสร็จแล้วนำไปอบให้หลอมละลายอีกครั้งที่อุณหภูมิ 1400 – 1700 °C เมื่อปล่อยให้เย็นตัวจะได้โลหะที่แข็งแรง(98 – 99 % ของเพชร)
- มีความแข็ง ทนต่อการสึกหรอได้ดีมาก เป็นวัสดุคมตัดที่ให้กำลังตัดสูงกว่าเหล็กروبสูง 5 – 8 เท่า คงความคมและความแข็งที่อุณหภูมิงานได้สูง แต่จะมีความเปราะ ไม่ทนต่อแรงกระแทก
- การใช้งานมักจะใช้ทำส่วนคมของวัสดุคมมีด เช่น แบบคิงเส้นลวด เหล็กตัดเกลียว ดอกกัด ใบมีดกัด และเครื่องมือขึ้นรูปโลหะแข็งอื่นๆ



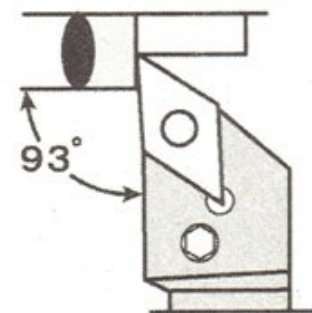
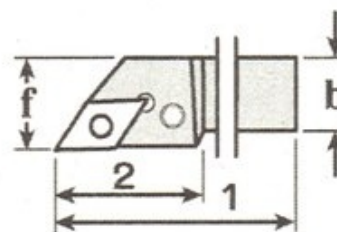
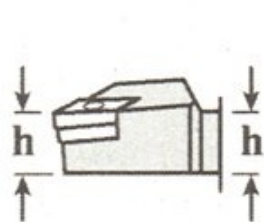


ใบเลื่อย

ใบมีดกลึง



ใช้งานคมตัดงานกลึงโลหะแข็ง



ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างงานโลหะซินเตอร์

