นายวชิรวุธ หมอทรัพย์
แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ

กรรมวิธีการผลิตเหล็ก

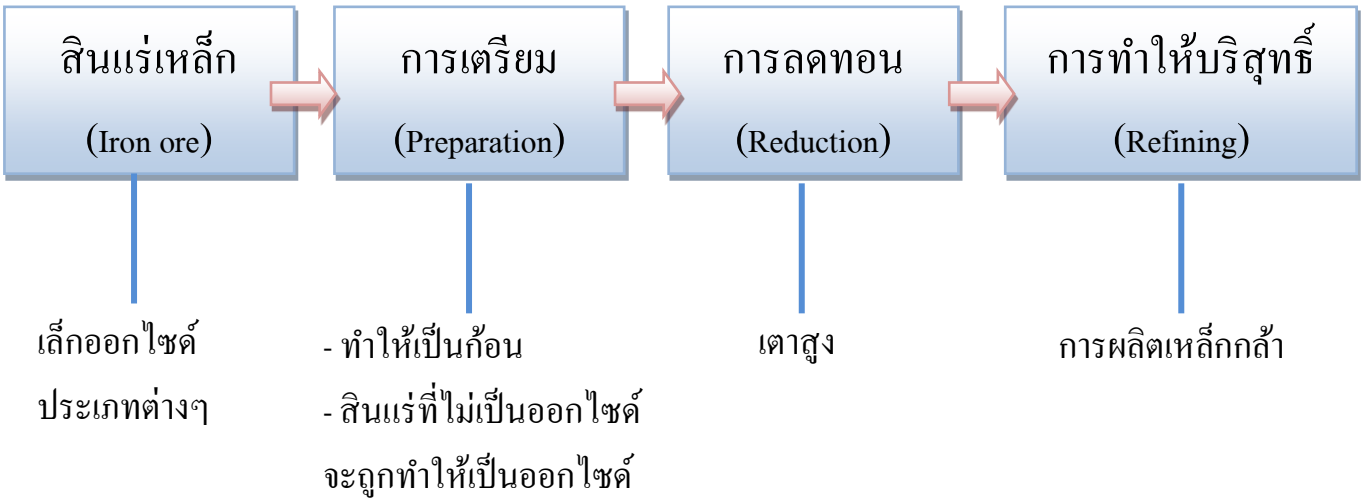
บทนำ

“เหล็ก” เป็นวัสดุที่มีขอบเขตการใช้งานอย่างกว้างขวางมากในชีวิตประจำวันและวงการอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกลได้มากมาย และนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายตามประเภทของการใช้งาน เช่น วัสดุก่อสร้าง ท่อ คอนเทนเนอร์ ถังทนความดัน ชิ้นส่วนยานยนต์ ไฟฟ้า และเครื่องจักรกล เป็นต้น.

เหล็กเป็นโลหะที่สำคัญ และใช้มากกว่าโลหะชนิดอื่น ๆ ทั่วโลก การผลิตเหล็กที่เป็นอุตสาหกรรม เริ่มต้นประมาณพุทธศตวรรษที่ 9 แต่ยังมีอุปสรรคในด้านการผลิตและไม่สามารถผลิตเหล็กได้ครั้งละมากๆ ในยุคเหล็ก (Iron Age) จึงเริ่มต้นอย่างจริงจังในพุทธศตวรรษที่ 20 ซึ่งมีการถลุงเหล็กจากแร่เหล็ก โดยใช้เตาถลุงแบบพ่นลม (Blast Furnace) เชื้อเพลิงที่ใช้ในตอนแรกคือถ่านไม้ ต่อมาใช้ถ่านหิน (Coal) ปัจจุบันนี้ใช้ถ่านโค้ก (Coke) แทนถ่านหิน ซึ่งเหล็กที่ผลิตได้ในช่วงพุทธศตวรรษที่ 20 เป็นเหล็กคุณภาพไม่ดีนัก ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเหล็กถลุง (Pig Iron) แม้จะเป็นเหล็กคุณภาพไม่ดี แต่ก็มีผู้นิยมนำไปใช้ประโยชน์ เพราะมีคุณสมบัติดีกว่าโลหะอื่น ๆ ในพุทธศตวรรษที่ 23 เซอร์ เฮนรี เบสเซเมอร์ (Sir Henry Bessemer, ค.ศ. 1813-1893 วิศวกรชาวอังกฤษ) พบวิธีทำเหล็กถลุงให้มีคุณสมบัติดีขึ้นเรียกว่าเหล็กกล้า (Steel) ซึ่งสามารถชุบเพิ่มความแข็งได้ และมีคุณสมบัติอื่น ๆ ดีมาก การค้นพบของเซอร์ เฮนรี เบสเซเมอร์ทำให้สามารถผลิตเหล็กกล้าได้อย่างรวดเร็ว ครั้งละมาก ๆ และประหยัด ถือได้ว่าเป็นการปฏิวัติอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก

1. การถลุงเหล็ก

การถลุงเหล็ก คือ การผลิตเหล็กดิบจากสินแร่ ซึ่งเหล็กดิบที่ได้จะเป็นวัตถุดิบที่จะนำไปผลิตเป็นเหล็กกล้าและเหล็กหล่อชนิดต่างๆ ต่อไป



รูปที่ 1 การถลุงเหล็ก

2. การผลิตเหล็กดิบ

2.1 สินแร่เหล็ก

เหล็ก (Fe) เป็นธาตุที่พบในพื้นโลกมากรองจากออกซิเจน (O) ซิลิกอน (Si) อลูมิเนียม (Al) ซึ่งนับว่าเป็นโลหะที่มีจำนวนมากเป็นอันดับสอง เหล็กที่พบตามธรรมชาติเป็นสารประกอบ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าพื้นดินที่มีสีน้ำตาลแดงส่วนใหญ่จะมีธาตุเหล็กผสมอยู่ ชนิดของสินแร่เหล็กสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม

1. ประเภทเหล็กออกไซด์

- แมกเนไทต์ (Fe_3O_4) มีสีเทาถึงดำ พบมากที่ประเทศสวีเดน และทวีปอเมริกาเหนือ
-เฮมาไทต์ (Fe_2O_3) มีลักษณะเป็นก้อนกลมสีแดง พบมากในทวีปยุโรปตะวันตก และแถบอเมริกาเหนือ
- ลิโมไนท์ (Limonite) มีชื่อทางเคมีว่า เหล็กออกไซด์ และน้ำ (Fe_2O_3 -3 H_2 O) เป็นแร่สีน้ำตาล มีเหล็กผสมอยู่ประมาณ 20-45 % พบมากในเยอรมัน อเมริกา และอังกฤษ

2. ประเภทเหล็กคาร์บอเนต

ได้แก่ สเปทิคไอออน มีส่วนผสมเหล็ก 25-40 % พบมากในอังกฤษ

3. ประเภทเหล็กซัลไฟด์

ได้แก่ ไพไรด์ มีส่วนผสมเหล็ก 60 % และมีกำมะถันสูงประมาณ 0.3-5%

2.2 การเตรียมสินแร่

ก่อนที่จะนำสินแร่สู่เตาสูงเพื่อทำการถลุงนั้น ต้องทำการเตรียมสินแร่ให้เหมาะสมต่อการถลุงในเตาสูง คือ

1. หินที่มีส่วนผสมของเหล็กอยู่น้อยเกินไปจะถูกแยกออก ซึ่งทำได้โดยการให้แม่เหล็กดูด
2. สินแร่ที่ไม่เป็นออกไซด์ จะต้องทำให้เป็นก้อนขนาดที่เหมาะสม เนื่องจากจะปลิวออกหมด

2.3 วัสดุเพิ่มเติม

วัสดุที่เพิ่มเติมเข้าไปในเตาสูงมีหน้าที่ทำให้สิ่งเจือปนมากับสินแร่ เช่น ดิน ก้อนกรวด หิน ขี้เถ้า ซึ่งเกิดจากเผาไหม้และมีจุหลอมเหลวสูง ทำให้จุดหลอมเหลวต่ำ กลายเป็นแสลก เปอร์เซ็นต์วัสดุเพิ่มเติมที่ใช้ขึ้นกับส่วนผสมของสินแร่ ซึ่งใช้ตั้งแต่0-25% วัสดุเพิ่มเติมมีคุณสมบัติเป็นกรด หรือด่าง ชนิดที่เป็นกรด ได้แก่ ทราย ชนิดที่เป็นด่าง ได้แก่ หินปูน $CaCo_3$ สินแร่ส่วนใหญ่จะมีคุณสมบัติเป็น ***กรด***

2.4 วัสดุเชื้อเพลิง

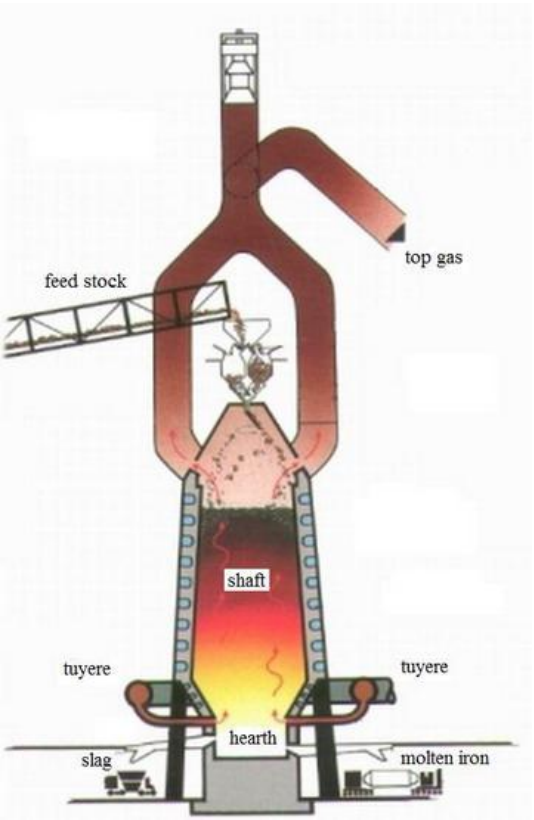
อาจอยู่ในรูปของแข็ง ของเหลว ก๊าซ ของแข็งได้แก่ ถ่านโค๊ก ซึ่งบางส่วนอาจใช้น้ำมัน หรือก๊าซเสริมแทนได้ โดยทั่วไปถ้าผลิตเหล็กดิบ 1000 Kg จำเป็นต้องใช้ถ่านโค๊กประมาณ 800-1000 Kg ถ่านโค๊กที่ใช้ในเตาสูง จะต้องมีคุณสมบัติคือต้องมีขนาดระหว่าง 0.5-3 dm^3 มีความต้านทานแรงกดไม่น้อยกว่า 1000/cm^2 ต้องทนต่อการแตกหักเมื่อตกจากที่สูง

หน้าที่ถ่านหินมี 2 อย่าง คือ

1. เป็นตัวให้ความร้อนในการหลอมละลาย
2. เป็นตัวเพิ่มคาร์บอนในเหล็ก

2.5 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเตาสูง

ในเตาสูงจะต้องมีการพ่นอากาศเข้าไปเพื่อการเผาไหม้ และให้ความร้อนตามต้องการซึ่งจะเกิดแก๊ส CO_2 และ CO และเป็นแก๊สที่จะทำปฏิกิริยาในเตาสูง



รูปที่ 2 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเตาสูง

2. การผลิตเหล็กกล้า

เหล็กล้าต่างจากเหล็กดิบตรงที่สามารถที่จะขึ้นรูปและเชื่อมได้ เหล็กกล้ามีจุดหลอมเหลวสูงกว่าเหล็กดิบ เพราะมีส่วนผสมของคาร์บอนต่ำ (น้อยกว่า2.06%) เหล็กดิบไม่สามารถนำไปใช้งานได้โดยตรง

การผลิตเหล็กกล้าทำโดยนำเหล็กดิบมาทำให้มีความบริสุทธิ์ เพื่อทำให้คาร์บอนธาตุอื่น ถูกลดจำนวนลง ซึ่งทำโดยการทำให้เกดการเผาไหม้ หรือการออกซิเดชัน (Oxidation) การเกิดการทำปฏิกิริยาของธาตุต่างๆ ที่ผสมอยู่ในเหล็กจะไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจากอากาศที่ถูกส่งเข้าไปโดยตรง แต่จะทำปฏิกิริยากับสารประกอบระหว่างเหล็กกับออกซิเจน คือ Fe_3O_4 และ FeO การทำปฏิกิริยาจะเป็นไปตามลำดับคือ เริ่มจาก Si , C , P

กรรมวิธีผลิตเหล็กกล้า

1. กรรมวิธีการพ่น

เป็นกรรมวิธีการผลิตเหล็กกล้าจากน้ำเหล็กที่เก่าแก่ที่สุด โดยเริ่มด้วยกรรมวิธีแบบเบสเซเมอร์ และพัฒนาเป็นแบบโทมัส

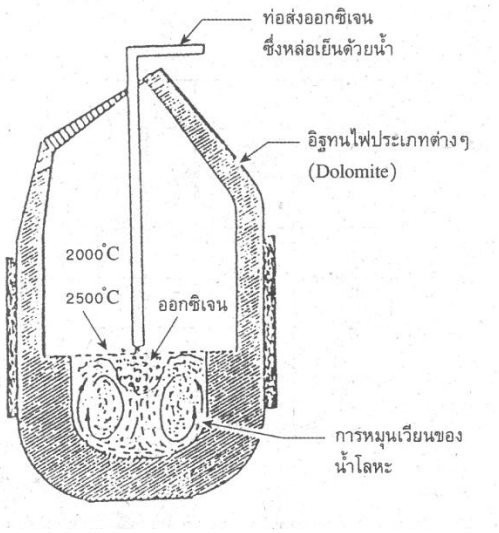
1.1 แบบเบสเซเมอร์ และแบบโทมัส

เหล็กดิบจะถูกบรรจุลงไปในเตาแปรสภาพ ซึ่งเป็นภาชนะบรรจุ ผนังด้านนอกทำด้วยแผ่นเหล็กหนา 25-30 mm ด้านในทำด้วยอิฐทนไฟ ซึ่งเป็นกรด ใช้กับแบบเบสเซเมอร์ ส่วนอิฐทนไฟ ซึ่งเป็นด่างใช้กับแบบโทมัส
ทั้ง 2 วิธีนี้ใช้การเป่าแก๊สเข้าปในน้ำโลหะ เพื่อให้การออกซิเดชันโดยจะเป่าเข้าไปทางใต้เตา

รูปที่ 3 แบบเบสเซเมอร์ และแบบโทมัส

1.2 กรรมวิธีการพ่นแบบลินซ์ – โดนาวิทซ์

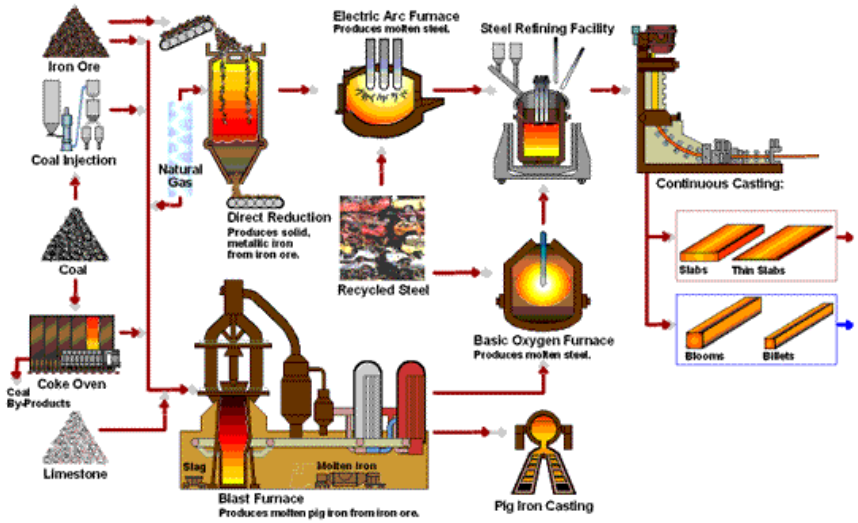
เป็นการใช้แก๊สออกซิเจนบริสุทธิ์พ่นจากท่อซึ่งหล่อเย็นด้วยน้ำ ซึ่งเรียกสั้นๆว่า วิธี LD ปฏิกิริยานี้จะทำให้เกิดความร้อนที่สูงมาก จึงต้องลดอุณหภูมิลงบ้าง โดยการเติมเศษเหล็ก



รูปที่ 4 กรรมวิธีการพ่นแบบลินซ์ – โดนาวิทซ์

1.3 กรรมวิธีซีเมนส์ – มาร์ติน (SM)

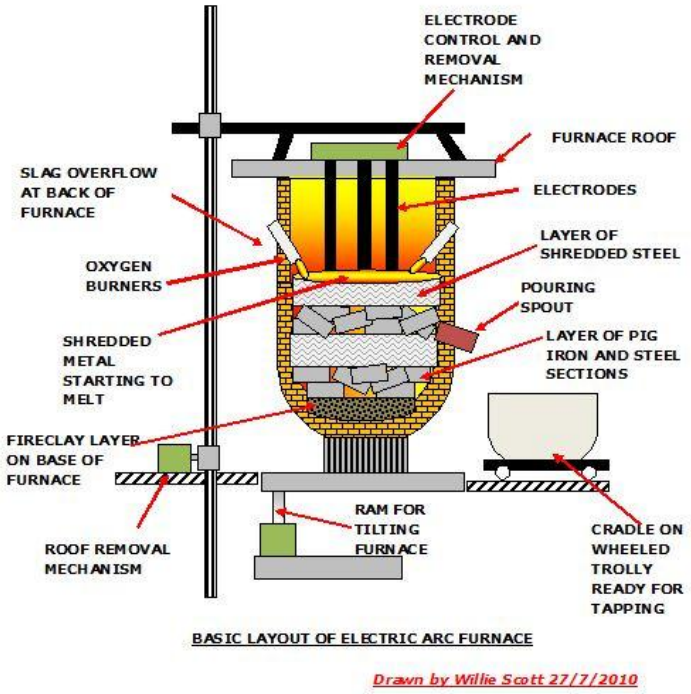
บางทีเรียกว่า กรรมวิธี Open Hearth Process จำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงช่วยในการหลอมละลาย อาจเป็นน้ำมันหรือแก๊ส โดยถูกเผาส่วนบนของเตา ต้องฉีดออกซิเจนไปผสมมากเป็นพิเศษ แก๊สที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ จะถูกเก็บความร้อนไว้และจะนำไปกลับไปช่วยในการหลอมละลายอีก สัดส่วนเหล็กต่อน้ำเหล็กดิบ 70ต่อ 30 ทำให้เหล็กมีคุณภาพดี



รูปที่ 5 กรรมวิธีซีเมนส์ – มาร์ติน (SM)

2. กรรมวิธีการผลิตเหล็กล้าด้วยเตาไฟฟ้า

ซึ่งเรียกว่า เหล็กกล้าไฟฟ้า ความร้อนที่ได้จากพลังงานไฟฟ้า สามารถทำอุณหภูมิได้สูง 3500 C° โดยเตาอื่นๆ ไม่สามารถทำได้ สามารถกำจัดสารมลทินที่ตกค้างในเหล็กให้เหลือน้อย เตามี 2 ประเภท
เตาอาร์ค และ เตาเหนี่ยวนำ



รูปที่ 6 การผลิตเหล็กล้าด้วยเตาไฟฟ้า

<u>สรุป</u>

เหล็ก เป็นวัสดุที่มีขอบเขตการใช้งานอย่างกว้างขวางมากในชีวิตประจำวันและวงการอุตสาหกรรม หลายๆ ท่านคงจะทราบที่มาของเหล็กพอสมควรแล้ว แต่ในปัจจุบันการผลิตเหล็กมีกระบวนการรีไซเคิลมาใช้ในการผลิตเหล็กอยู่บ้าง แต่ในประเทศไทยนั้นด้วยข้อจำกัดของทรัพยากรและเทคโนโลยี จึงยังไม่มีการผลิตเหล็กขั้นต้น ขั้นกลาง แต่ยังมีการผลิตเหล็กขั้นปลายอยู่บ้าง การนำเสนอบทความนี้เพียงต้องการให้ทราบถึงกระบวนการผลิตเหล็กคร่าวๆ หลายๆคนอาจยังไม่เคยทราบหลักการและกระบวนการเบื้องต้น เป็นการเพิ่มองค์ความรู้ให้แก่บุคคลในองค์กร