โลหะกับการพัฒนาประเทศ

บทที่ 10

แมกนีเซียม

กิตติพันธุ์ บางยี่ขัน

สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

บทที่ 10
แมกนีเซียม

แมกนีเซียมเป็นธาตุที่มีมากที่สุดเป็นอันดับ 8 บนพื้นผิวโลก (ดูรูปที่ 10.1) โดยแหล่งที่สำคัญ คือ น้ำทะเลซึ่งจะมีปริมาณของแมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) ซึ่งถ้าคิดน้ำหนักของแมกนีเซียมที่มีอยู่ในทะเลทั้งหมดจะได้ปริมาณถึง 1.85×10^{15} ตัน

.0001%	Copper
.006%	Sulphur
.009%	Manganese
.009%	Carbon
0.12%	Phosphorus
0.14%	Hydrogen
0.62%	Titanium
2.07%	Magnesium
2.58%	Potassium
2.83%	Sodium
3.64%	Calcium
5.06%	Iron
8.07%	Aluminium
27.61%	Silicon
46.46%	Oxygen

Source: Metals in the Service of Man. 9th Ed. 1989

รูปที่ 10.1 สัดส่วนของธาตุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก

คุณสมบัติทั่วไปของแมกนีเซียม

คุณสมบัติทางฟิสิกส์

- น้ำหนักอะตอม 24.31
- ระบบผลึก Hexagonal
- ความหนาแน่น (ที่ 20 °C) 1.74 $g.cm^{-3}$
- จุดหลอมเหลว 650 °C
- จุดเดือด 1,090 °C
- ความต้านทานไฟฟ้า (ที่ 20 °C) 43.9 nΩ.m
- สัมประสิทธิ์การขยายตัว (ที่ 20 °C) 24.8 $\mu m.m^{-1}.K^{-1}$

คุณสมบัติเชิงกล

- Youngs modulus 45 GPa
- Shear modulus 17 GPa
- Brinell hardness 260 MPa

การใช้ประโยชน์ของโลหะแมกนีเซียม

แมกนีเซียมเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา สามารถตัดเจาะได้ง่ายและมีความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์สูงเมื่อเทียบกับน้ำหนัก แต่ข้อจำกัดที่ทำให้โลหะแมกนีเซียมมีการใช้งานไม่มากนักได้แก่ มีความแข็งแรงและความเหนียวต่ำ ขาดคุณสมบัติต้านทานการกัดกร่อน นอกจากนี้ยังรวมตัวกับออกซิเจนเกิดเป็นเปลวไฟที่อุณหภูมิสูงได้ง่าย ทำให้แมกนีเซียมมีการใช้งานส่วนใหญ่ในรูปธาตุผสมกับโลหะอื่น โดยการใช้ประโยชน์ของโลหะแมกนีเซียมมีดังนี้

1) โลหะแมกนีเซียมเมื่อผสมด้วยโลหะต่าง ๆ ในปริมาณเล็กน้อย เช่น อะลูมิเนียม แมงกานีส โลหะแรเอิร์ธ ทอเลียม สังกะสี และเซอร์โคเนียม จะได้โลหะที่มีความแข็งแรงรับน้ำหนักได้มากที่อุณหภูมิสูงและอุณหภูมิปกติ ทนการสั่นสะเทือน และสามารถกลึงไสและแปรรูปได้ง่าย

2) ใช้กำจัดออกซิเจนและกำมะถันในการผลิตโลหะนิกเกิลผสมและทองแดงผสม ใช้กำจัดกำมะถันในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า ใช้กำจัดบิสมัทในตะกั่ว และเป็นสารลดออกซิเจนในการผลิตเบริลเลียม ไทเทเนียม เซอร์โคเนียม ทอเรียม และยูเรเนียม ใช้การผลิตซิลิโคนและสารประกอบอินทรีย์เคมีต่าง ๆ

3) ใช้สำหรับป้องกันการกัดกร่อนโดยเป็นแอโนดเพื่อป้องกันแคโทดของโลหะอื่น ๆ โดยเฉพาะท่อใต้ดิน แท็งค์น้ำ ตัวเรือ เครื่องทำน้ำร้อน และโครงสร้างอื่น ๆ ที่อยู่ใต้ดินและใต้น้ำ

4) ใช้ในแบตเตอรี่สำหรับงานเฉพาะอย่างและการทหาร โดยเป็นขั้วแอโนดทำให้มีน้ำหนักเบาแต่ให้ไฟแรงสูง

5) เนื่องจากเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบาจึงนำมาใช้ในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต่าง ๆ เช่น คาร์บูเรเตอร์ ตะแกรงหน้า วัสดุปิดเครื่องทำความสะอาดอากาศ คันโยกถ่ายกำลัง คลัช ล้อ พวงมาลัย เสื้อสูบ เกียร์ มอเตอร์ เป็นต้น ทำให้รถยนต์มีน้ำหนักลดลงและช่วยประหยัดพลังงานได้มากขึ้น

การผลิตโลหะแมกนีเซียมจากแร่

เนื่องจากแหล่งแร่ธาตุแมกนีเซียมที่สำคัญที่สุดคือ น้ำทะเล ทำให้มีหลายประเทศที่พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตโลหะแมกนีเซียมจากน้ำทะเล เช่น สหรัฐอเมริกา นอร์เวย์ และอังกฤษ แต่ใช้ต้นทุนการผลิตที่สูงมาก นอกจากน้ำทะเลแล้วยังมีแหล่งแร่ที่สำคัญอื่น ๆ เช่น แมกนีไซต์ ($MgCO_3$)

โดโลไมต์ ($CaCO_3.MgCO_3$) และคาร์นัลไลต์ ($KCl.MgCl_2$) โดยแร่โดโลไมต์พบมากในสหรัฐอเมริกา แร่คาร์นัลไลต์พบมากในรัสเซียและเยอรมัน สำหรับแร่แมกนีไซต์มีพบในหลายแหล่งเช่น จีน รัสเซีย ตุรกี เกาหลีเหนือ สโลวาเกีย ออสเตรีย และ ออสเตรเลีย เป็นต้น ตารางที่ 10.1 แสดงรายละเอียดปริมาณการผลิตแร่แมกนีไซต์ในประเทศต่างๆ ระหว่างปี 2544-2548 สำหรับประเทศไทยมีแหล่งแร่โดโลไมท์บริเวณจังหวัดกาญจนบุรีและชลบุรี และมีแร่แมกนีไซต์บริเวณจังหวัดจันทบุรี

รูปที่ 10.2 แร่แมกนีไซต์
(ที่มา: www.webmineral.com)

ตารางที่ 10.1 ข้อมูลการผลิตแร่แมกนีไซต์ของโลกระหว่างปี 2544-2548

หน่วย: พันตัน

ประเทศ	ปี 2544	ปี 2545	ปี 2546	ปี 2547	ปี 2548
ออสเตรีย	681	728	767	715	694
รัสเซีย	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600
สโลวาเกีย	961	930	1,641	966	920
สเปน	598	637	517	568	486
ตุรกี	2,738	3,044	3,224	3,733	2,372
จีน	10,000	10,000	10,000	13,310	15,440
เกาหลีเหนือ	1,000	1,000	1,000	1,200	1,200
ออสเตรเลีย	600	484	473	586	627
อื่นๆ	1,722	1,777	1,878	2,022	1,961
รวม	**20,900**	**21,200**	**22,100**	**25,700**	**26,300**

ที่มา: British Geological Survey

กระบวนการถลุงแร่แมกนีเซียมที่สำคัญสามารถทำใน 2 วิธี คือ การใช้ความร้อน และการแยกด้วยกระแสไฟฟ้า โดยแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

วิธีการใช้ความร้อน (Thermal technique)

เริ่มจากการนำแร่ในรูปของ $MgCO_3$ ไปเผาเพื่อเปลี่ยนสภาพเป็นแมกนีเซียมออกไซด์ จากนั้นจะนำไปผสมกับถ่านโค้กที่ทำจากน้ำมันดิบแล้วอัดเป็นก้อน แล้วเผาที่อุณหภูมิ 2,500 °C ภายในบรรยากาศของก๊าซไฮโดรเจน คาร์บอนจะทำปฏิกิริยาดึงออกซิเจนจากแมกนีเซียมออกไซด์ได้แมกนีเซียมในสภาพเป็นไอกับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ดังสมการ

$$MgO + C \longrightarrow Mg + CO$$

จากนั้นจะปล่อยให้ไอแมกนีเซียมออกจากเตาเผาและทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วจนถึงอุณหภูมิ 120 °C แมกนีเซียมจะกลั่นตัวเป็นผลึกของโลหะแมกนีเซียม ซึ่งจะต้องนำไปหลอมต่อในเตาสูญญากาศเพื่อผลิตเป็นโลหะแท่ง

วิธีการใช้ความร้อนอาจใช้ธาตุซิลิกอนเป็นตัวรีดิวเซอร์ก็ได้ โดยนำแร่โดโลไมท์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบไปเผาให้แร่เปลี่ยนสภาพเป็น MgO และ CaO ที่อุณหภูมิ 1,000–1,000 °C แล้วนำมาผสมกับผงเฟอร์โรซิลิกอนในอัตรา 5:1 อัดให้เป็นก้อน แล้วเผาที่อุณหภูมิ 1,160–1,170 °C จะได้แมกนีเซียมในสภาพก๊าซดังสมการ และปล่อยให้ไอแมกนีเซียมเย็นตัวเป็นผงโลหะแมกนีเซียม แล้วนำไปหลอมเป็นโลหะแท่งต่อไป

$$2MgO + 2CaO + Si(Fe) \longrightarrow Ca_2SiO_4 + 2\ Mg + Fe$$

วิธีการแยกด้วยกระแสไฟฟ้า (Electrolysis)

การแยกโลหะแมกนีเซียมด้วยกระแสไฟฟ้ามีหลักการคล้ายกับการแยกโลหะอะลูมิเนียมด้วยกระแสไฟฟ้าคือ ต้องประกอบด้วยอิเล็กโทรไลต์และวัตถุดิบหรือสารประกอบของแมกนีเซียมที่จะนำมาแยกเอาโลหะแมกนีเซียม โดยวัตถุดิบที่ใช้ได้แก่ แร่คาร์นัลไลต์และน้ำทะเลซึ่งเป็นแร่ที่มีองค์ประกอบของแมกนีเซียมคลอไรด์ แต่วัตถุดิบทั้งสองต้องนำไปผ่านกรรมวิธีเพิ่มความเข้มข้นให้แร่ให้มีเปอร์เซ็นต์สูงก่อน

อิเล็กโทรไลติกเซลล์ประกอบด้วยถังเหล็กบุด้วยอิฐทนไฟ ตรงกลางจะมีแท่งกราไฟต์ทำหน้าที่เป็นขั้วแอโนด โดยมีแผ่นเหล็กสองแผ่นยื่นลงไปเพื่อทำหน้าที่เป็นขั้วแคโทดโดยมีสายไฟไปต่อกับขั้วลบของแหล่งไฟฟ้า เช่นเดียวกันก็จะมีสายไฟต่อจากแท่งกราไฟต์ไปยังขั้วบวกของแหล่งไฟฟ้า ด้านบนจะมีฝาทำด้วยวัสดุทนไฟปิดสนิทและมีท่อเจาะไว้เพื่อระบายก๊าซคลอรีนออกไป สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ในกรรมวิธีนี้จะประกอบด้วยสารประกอบ MgCl กับ KCl ซึ่งจะมีจุดหลอมเหลวประมาณ 700 °C

เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสารอิเล็กโทรไลต์จนถึงช่วง 690–720 °C จะเกิดการแตกตัวเป็นไอออนของสารประกอบคลอไรด์ที่ความต่างศักย์ต่ำกว่าโซเดียมและโปแตสเซียม ไอออนของแมกนีเซียมจะวิ่งไปที่ขั้วแคโทดส่วนไอออนคลอไรด์จะไปที่ขั้วแอโนดหรือแท่งกราไฟต์ เนื่องจากโลหะแมกนีเซียมมีความหนาแน่น 1.47 ในขณะที่สารอิเล็กโทรไลต์มีความหนาแน่น 1.7 ดังนั้นโลหะแมกนีเซียมจะลอยขึ้นมาที่ผิวด้านบนบริเวณแผ่นเหล็กแคโทด เมื่อสะสมปริมาณมากขึ้นก็จะดูดโลหะแมกนีเซียมเพื่อนำไปเทเป็นโลหะแท่งต่อไป

อุตสาหกรรมแมกนีเซียมของประเทศไทย

การบริโภคโลหะแมกนีเซียมของประเทศไทยในแต่ละปีมีจำนวนไม่มากนัก โดยส่วนใหญ่จะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตโลหะผสม เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมหล่อโลหะ และอุตสาหกรรมเคมี โดยในปี 2550 มีปริมาณการใช้โลหะแมกนีเซียม 1,110 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 140 ล้านบาท แต่เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีโรงงานผลิตโลหะแมกนีเซียมทำให้ต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด โดยประเทศคู่ค้าที่ไทยนำโลหะแมกนีเซียมเข้ามากที่สุดคือ จีน โดยคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 90 ของการนำเข้าทั้งหมด

รูปที่ 10.3 การใช้ประโยชน์โลหะแมกนีเซียม
(ที่มา: www.wikipedia.com, www.merida.com)