

襄陽産低品位鐵鑛石의 磁選에 關한 研究

朴 允 雨

A Study on the Magnetic Separation of low grade
Iron ore of Yangyang Mine.

Yoon Woo Park

Abstract

The grade and recovery rate and its sulphur content of iron concentrate compared respectively as varied with reduced size using the Crocket Magnetic Separator and the Wet-Drum-Magnetic Separator in the magnetic separation test of iron ore from Yangyang mine.

The content of sulphur was decreased distinctly as the size was finer.

In case of the sample of -100 mesh, using the Crocket Magnetic Separator, the sulphur content of iron ore was decreased to 0.10% and its grade increased to 67.0%, but the recovery rate was no more than 85.1%.

In the Wet-Drum type, the grade and the recovery rate of concentrate was better than those in the Crocket Magnetic Separation, but the content of sulphur was more than that in the Crocket Magnetic Separation.

The Crocket type is suitable for less sulphur content while the Wet-Drum Magnetic Separator is suitable for better the grade recovery rate of the magnetic concentrate.

1. 序 論

國內 鐵鑛石의 埋藏量은 約 12,200萬噸¹⁾으로 推算되고 있으며 이의 90% 程度가 磁鐵鑛이다. 現在 稼行中에 있는 主要鑛山으로는 襄陽鐵山, 抱川鐵山, 忠州鐵山, 蔚山鐵山, 勿禁鐵山等 五大 鐵山을 들수 있다. 그러나 우리나라의 鐵鑛石은 大體로 低品位이며 上記한 五大 鑛山의 粗鑛品位는 30~42%로서 이를 選鑛하여 粗鑛 品位 58~62%程度의 產物을 生産하고 있다. 따라서 磁選精鑛의 品位向上이 切實히 要求되고 있다. 그러나 이 磁力選鑛에 對한 研究는 많지 못하여 曹明承²⁾ 등의 襄陽 鐵鑛山 鐵鑛石에 對한 選鑛 試驗의 研究報告와 鄭寅福³⁾ 등의 洪川地區 低品位 鐵鑛石에 對한 選鑛試驗 (洪川 鐵鑛)의 研究報告 以外에는 別로 찾아볼 수 없었다.

本 研究에서는 可能한 限 粗粒으로 高品位의 精鑛을 얻고 精鑛 產物內의 S의 含有率을 低下시키기 爲하여 試驗하였다.

2. 試驗 材料 및 方法

2.1 試料

本 試驗에 使用된 試料는 襄陽鑛山의 選鑛場에서 Random으로 70 kg 程度 取하여 其中 一部를 顯微鏡 調査를 마친 뒤 Jaw crusher와 Roll crusher를 使用하여 直徑 6 mm 以下로 破碎하고 잘 混合하여 貯藏하였다가 各 試驗에 使用하였다. 顯微鏡觀察에 依하면 磁鐵鑛은 少量의 黃鐵鑛, 磁硫鐵鑛 및 極少量의 黃銅鑛을 含有하며 石英, 白雲母, 綠泥石, 綠簾石, 方解石, 角閃石等을 隨伴하고 있다.

寫眞 1에서 보는 바와 같이 0.2~0.3mm의 幅으로 帶狀을 이루고 있으며 密集된 磁鐵鑛사이의 0.1mm인 空隙에는 가끔 黃鐵鑛으로 채워져 있고 一部 磁鐵鑛內에는 磁硫鐵鑛 및 黃銅鑛이 樹枝狀으로 貫入되어 있는 것도 있다. 鐵鑛石의 有害成分인 硫黃分(S)은 大部分 이러한 黃化物의 것으로 생각된다.

本 試料의 化學 分析值는 表 1과 같다.

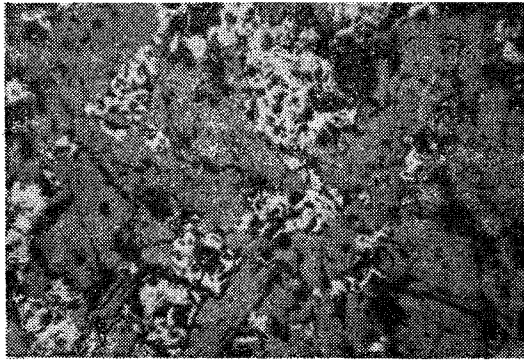


Photo. 1. Microscopic view of the head Sample(X80)
M : Magnetite Mu : Muscovite Q : Quartz

Table 1. Chemical Analysis of the Sample

Composition	Fe	Cu	As	S	P
Grade	37.8	0.06	0.04	0.56	0.22

2.2 試驗 器具

本 試驗에 使用된 試驗 器具는 아래와 같다.

- Drum magnetic separator (Dry type) 12''×12''
MEMCO
- Davis tube
Dings Lab.
- Drum magnetic separator (Wet type) 9''×9''
Dings Lab.
- Crocket magnetic separator
Dings Lab.
- Gauss meter
Allen Bradley

2.3 試驗 方法

本 試驗의 工程圖는 그림 1 과 같다.

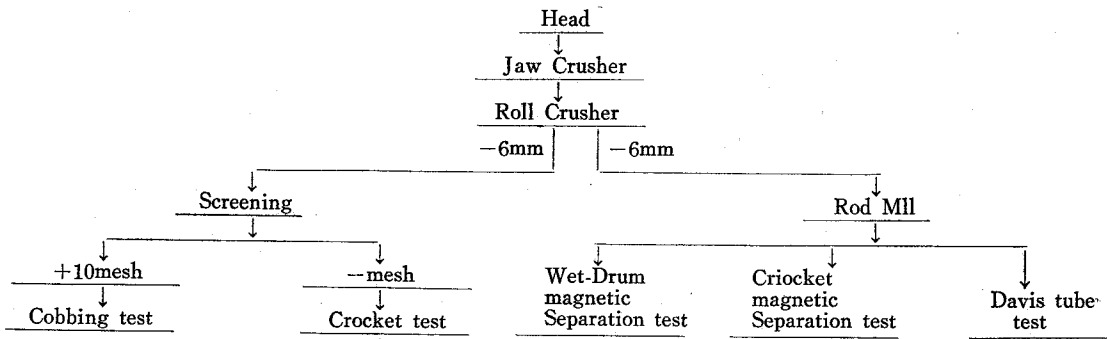


Fig 1. Flowsheet of the Magnetic Separation Test

試驗工程圖에서 보는 바와 같이 Roll crusher 로 -6mm 로 破碎한 試料를 Screening하여 -6mm~+10mesh의 粗粒의 狀態에서의 選別 效果를 보기 위하여 Drum magnetic separator (Dry type)로서 選別 試驗을 하였 고 그後 -10mesh에서의 選別 效果를 檢討하기 爲하여 Crocket magnetic separator로서 磁選 試驗을 實施하였다. 또한 -6mm로 破碎된 試料를 Rod mill로 段階 磨鑢 (Stage Grinding)하여 試驗에 使用하였다.

即 -6mm로 準備된 試料를 1kg秤取하여 20mesh의 Sieve로 쳐서 Under size 를 모으고 Over size는 Rod mill에 넣어 5分間 磨鑢한 다음 다시 20mesh sieve로 쳐서 Oversize가 없어질 때까지 反復하는 作業을 계속 하여 얻은 試料로서 試驗에 利用하였으며 이와 같은 方法으로 -20, -28, -35, -48, -65, -100 mesh 등 6가지로 Sample을 만들어 Wet-drum magnetic separation test, Crocket magnetic separation test 및 Davis tube magnetic separation test等 3가지 磁選 試驗을

하였다.

Wet-drum magnetic separation test에서는 試料를 1kg씩 使用하였으며 Drum의 回轉速度를 40~50rpm, 使用水量 4,000cc/min., 磁選 所要時間(純 作業時間)은 5分이었으며 Crocket magnetic separation test에서는 試料를 1kg씩 使用하였으며 32rpm, 使用水量 6,000cc/min., 磁選 所要時間은 4分이었고 Davis tube magnetic separation test에서는 試料를 50gr을 使用하였으며 Tube의 往復運動 95~100/回min., 使用水量 1000cc/min., 磁選時間은 3~4分이었다.

3. 結果 및 考察

粗粒의 鑛石으로 選別의 可能性을 보기 爲하여 -6mm/+10mesh의 試料를 Drum magnetic separator (Dry type)로 Cobbing 試驗한 結果는 表 2와 같다.

表에서 보는 바와 같이 粗選 結果 鐵의 品位는 37.8%에서 42.5%로 上昇되어 이때 實收率은 82.3%이며

Table 2. Result of the Cobbing test.

Process	Size	Products	Weight (%)	Grade Fe (%)	Distribution Fe (%)
1st time	-6mm ~ +10 mesh	conc.	73.2	42.5	82.3
2nd time	"	conc.	54.2	48.2	69.1
3rd time	"	conc.	40.1	54.2	57.5

Head Sample ; 37.8% Fe.

2回 精選 結果는 品位가 48.2%로, 그리고 3回精選 한 結果도 54.2%로 밖에 品位向上이 되지 않고 實收率은 57.5%밖에 되지 않고 있다.

Crocket magnetic separator를 使用하여 -10mesh의 試料로서 磁選 試驗한 結果는 表3과 같다.

表에서 보는 바와 같이 精鑛의 品位가 1回 精選時 59.2% Fe에서 2回 精選時 59.4%로밖에 向上되지 않아 거의變動이 없는 狀態이며 硫黃分(S)도 0.32%에서

Table 3. Result of the Crocket Separation test

-10mesh	Products	Weight (%)	Grade (%)		Distribution (%)	
			Fe	S	Fe	S
1st Cleaning	Conc.	68.4	59.2	0.32	91.9	39.1
	Mid.	3.5	9.3	0.84	0.7	5.3
	Tail	28.1	11.4	1.08	7.3	54.2
	Slime	1.0	8.9	0.76	0.1	1.4
	Total	100.0	-	-	100.0	100.0
2nd Cleaning	Conc	53.8	59.4	0.33	83.3	28.8
	Mid. 2	3.1	33.7	0.84	2.7	4.2
	Mid. 1	7.7	26.0	0.85	5.2	10.6
	Tail	34.4	9.51	0.99	8.6	55.3
	Slime	1.0	8.10	0.65	0.2	1.1
Total	100.0	-	-	100.0	100.0	

0.33%로 別變動을 나타내지 않고 있다.

段階 磨鑛한 試料로서 Drum Magnetic Separator를 利用한 磁選 試驗 結果는 그림 2와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 -20mesh에서 鐵의 品位가 60%이던 것이 -100mesh로 됨에 따라 增加하여 68.5%까지 上昇함을 보여준다.

따라서 硫黃 品位도 0.32%로부터 0.15%까지 低下된다. 그러나 實收率은 -20mesh에서 81.7%이던 것이 -35mesh에서 94.9%로 上昇하여 細粒이 될수록 實收率이 점점 減少하여 -100mesh에서는 88.1%를 보여주

고 있다.

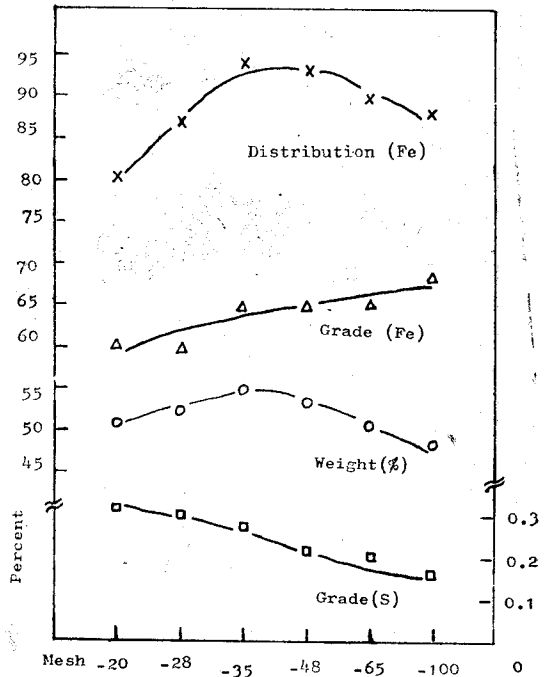


Fig. 2. Result of the Wet-Drum Magnetic Separation test.

段階別로 粗粒을 磨鑛한 試料로서 Crocket magnetic separator를 利用하여 磁選 試驗한 結果는 그림 3과 같으며 그림에서 보는 바와 같이 -20mesh의 試料는 鐵의 品位가 61.8%이며 粒度가 細粒일수록 品位가 增加하여 -100mesh의 試料는 67%까지 增加되는 現象을 보인다.

그리고 硫黃의 品位는 0.3%로부터 0.1%로 減少함을 보인다. 그러나 實收率은 -20mesh때의 74.7%에서부터 增加하여 -35, -48mesh의 試料에서는 88.5%를 보여주며 차차 減少하여 -100mesh에서의 85.1%實收率을 보여주고 있다.

그리고 그림 4는 Davis tube tester를 利用한 磁選 結果를 보인 것이다.

그림에서 보면 鐵의 品位는 62.4%로부터 68.5%로 上昇하며 硫黃의 品位는 0.29%로부터 0.14%로 낮아지고 精鑛回收率은 -20mesh에서 88.6%이던 것이 增加하여 -35mesh에서는 98.6%를 보이며 점점 減少하여 -100mesh에서는 85.0%를 보여준다.

以上の 試驗 結果를 綜合하여 보면 +10mesh의 粗粒

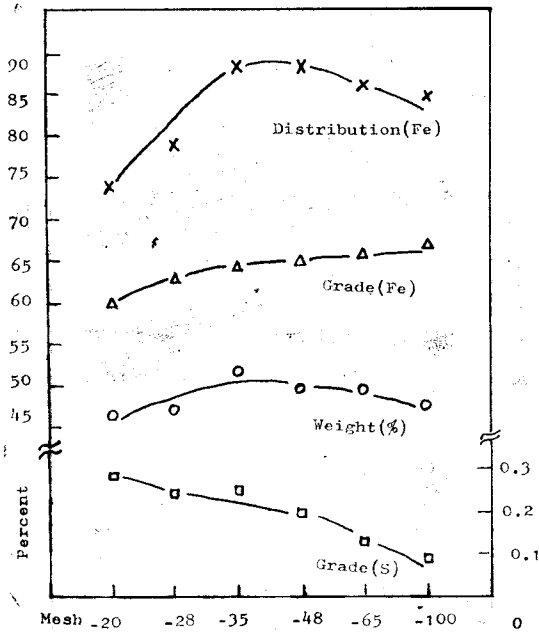


Fig. 3. Result of the Crocket Magnetic Separation test.

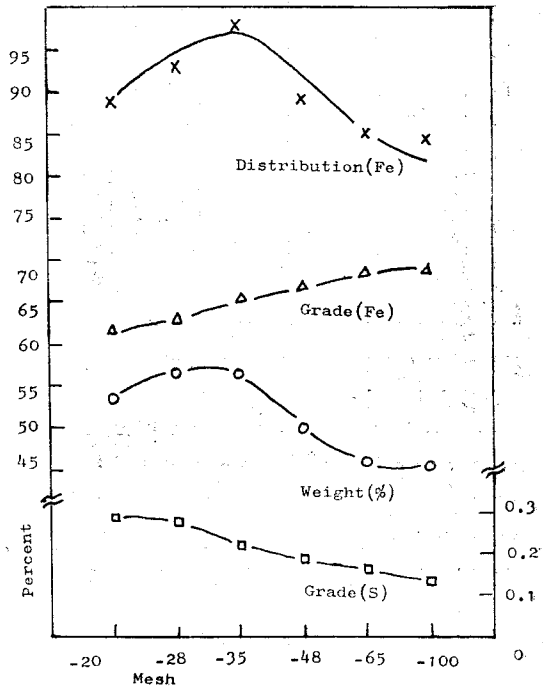


Fig. 4. Result of the Davis tube magnetic Separation test.

은 Cobbing 試驗에서 3회까지 精選하여 鐵의 品位가 54.2%밖에 上昇하지 않는다. 그리고 Crocket과 Drum 試驗에서도 Size가 작아질수록 鐵의 品位가 上昇하는 傾向을 보인다.

이는 單體 分離가 잘 되지않은 結果로서 顯微鏡 調査 結果 나타난 磁鐵鑛의 組織이 [0.2~0.3mm]의 帶狀으로 分布되어 있어 單體 分離에 困難을 주는 것으로 생각된다. 따라서 高品位의 粗粒은 얻기가 거의 困難하며 高品位의 精鑛을 얻기 爲하여는 細粒으로 粉碎해야 될 것이다. [鐵鑛石의 有害成分인 As와 P는 磁選 產物의 分析 結果 어느 產物에서도 問題되지 않을 程度의 微量이었으며 多少 含有되어있는 硫黃도 Cobbing 試驗에 있어서 본 바와 같이 粗粒 產物에서는 多少 問題이겠으나 粒度가 작아짐에 따라 硫黃분이 상당히 減少된다. 이는 微細粒으로 鑛石內에 含有되어 있으나 磁鐵鑛과 單體 分離가 쉽게 이루어지는 것으로 推測할

수 있다.

4. 結論

1. 細粒으로 갈수록 磁選의 結果 硫黃분이 뚜렷하게 減少됨을 알 수 있다.
2. Crocket type를 使用하여 -100mesh 試料일 境遇에 硫黃분이 0.10%까지 내려가고 鐵의 品位도 67.0%로 上昇되었고 實收率은 85.1%에 그치고 있다.
3. Wet-drum에서는 鐵의 品位와 實收率이 Crocket에 比해서 良好하나 硫黃분이 Crocket type 만큼 줄어 들지 않는다.
4. 따라서 硫黃분을 0.10%以下로 떨어뜨려야 할 境遇 Crocket type로 하는 것이 좋을 것이며 品位와 實收率의 向上을 硫黃分の 減少보다 더 重要하게 생각할 때에는 Wet-drum을 使用해야 하겠다는 것을 알았다.

參 考 文 獻

- 1) 科學技術處 (1974) 資源總覽
- 2) 曹明承, 김갑성 (1968) 喪陽鐵鑛山鐵鑛石에 對한 選鑛 試驗: 金屬學會誌 6卷 2號 p. 111~118
- 3) 鄭寅福, 曹明承, 黃善國, 高元植 (1968) 洪川地區 低品位 鐵鑛石에 對한 選鑛試驗: 金屬學會誌 6卷 2號 p. 119~127
- 4) 孫乘瓚 (1966) 選鑛工學 p. 252~288
- 5) Rchard and Rocke (1953) Text Book of Ore Diressing p. 288~300