

티탄 철광석 사용 가능성 검토

—실험실적 전기로 사용—

吳 熙 鉞

<雙龍洋灰 寧越工場>

1. 序 論

cement 製造의 副原料로서 使用하는 鐵鑛石은 近間에 그 需給이 점점 어려워지며 멀지 않은 장래에 매우 深刻한 問題로 대두되리라 생각한다. 따라서 이에 대한 對策이 檢討되어야 하며 그 한 方案으로 國內에 매장량이 풍부하고 Fe_2O_3 含量이 比較的 높은 티탄 鐵鑛石의 使用 可能性을 實驗室的 試驗으로 檢討하였다.

2. 化學成分

티탄 鐵鑛石을 다른 原料와 비교해 볼 때 <表-1> 과 같이 成分上의 差異를 보여주고 있다.

<表-1> 티탄 鐵鑛石의 化學成分 比較

品 名	性分(%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂
lime stone		8.7	1.9	1.0	47.8	1.4	
clay		66.2	18.7	4.9	1.8	1.1	
iron ore(주덕)		40.1	3.6	52.7	1.6	0.5	
티 탄 鐵 鑛 石		7.5	11.7	60.0	1.6		18.6

3. Grindability test

當工場에서 現在 使用하는 주덕 塊鐵과 比較檢討하였다.

3-1 實驗方法

- (1) jaw crusher 에 鐵鑛石을 粗碎하여 5~2 m/m size 로 하였다.
- (2) test mill 에 1 kg 을 넣고 5 분, 10 分간 分쇄하여 잔사를 測定했다.

3-2 結 果

- (1) 5 分間 grinding 을 한 경우

<表-2> 와 같다.

<表-2> 5分間 grinding 했을 경우

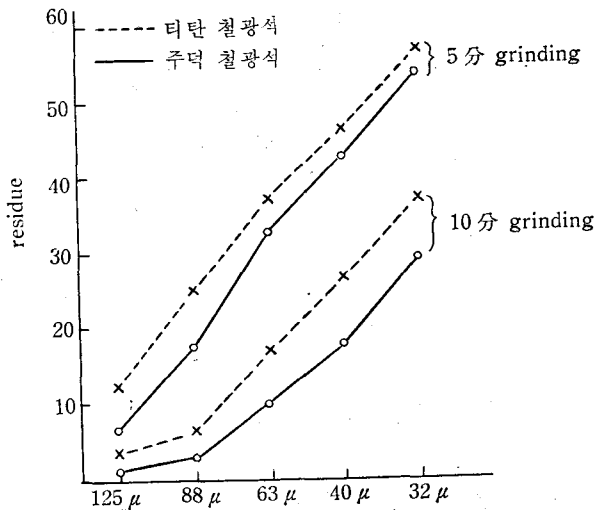
鐵鑛石別 粒度別 試驗回數	주 덕塊鐵					티탄鐵鑛石				
	125 μ	88 μ	63 μ	40 μ	32 μ	125 μ	88 μ	63 μ	40 μ	32 μ
1	6.7	19.2	35.5	45.2	56.3	12.6	23.5	38.0	45.7	57.3
2	5.6	18.0	33.0	43.6	54.7	14.0	24.6	38.3	46.3	56.3
3	5.5	17.7	33.7	43.1	54.0	13.6	27.2	38.8	48.0	57.7
平均	5.9	18.3	34.1	44.0	55.0	13.4	25.1	38.4	46.7	57.1

(2) 10分間 grinding 을 한 경우

<表-3> 과 같다.

<表-3> 10分間 grinding 했을 경우

鐵鑛石別 粒度別 試驗回數	주 덕塊鐵					티탄鐵鑛石				
	125 μ	88 μ	63 μ	40 μ	32 μ	125 μ	88 μ	63 μ	40 μ	32 μ
1	0.4	2.6	10.4	18.9	30.8	2.6	8.2	17.7	27.0	38.7
2	0.4	2.7	10.3	18.7	29.5	2.5	7.0	17.6	26.8	38.2
3	0.5	2.5	10.1	18.6	29.6	2.7	7.1	17.7	26.7	38.4
平均	0.4	2.6	10.3	18.7	30.0	2.6	7.4	17.7	26.8	38.4



<그림-1> Residue vs mesh

3-3 結果檢討

티탄鐵鑛石이塊鐵(주덕산)에 비해粉砕度는不良한便이다.

4. Burnability test

4-1 純粹試藥(TiO₂)添加 境遇

4-1-1 實驗方法

- (1) limestone, clay, iron ore(주덕)을 使用, L.S.F. : 94, I.M : 1.7로 하여 raw mix 를 조제
- (2) 여기에 TiO₂ 試藥을 해당량 添加한 後
- (3) Pt crucible 에 5 gr 을 weighing 하여
- (4) 900°C 에서 20 分間 preheating 시킨후 溫度條件別로 30 分間 燒成시켜 free CaO 를 測定했다.

4-1-2 試驗結果

試驗結果는 <表-4> 와 같다.

<表-4>

Burnability test 결과

溫度(°C)	TiO ₂ 含量		0%	0.2%	0.4%	0.6%	0.8%	1.0%
	回	數						
1 300	1		12.3	12.7	11.2	11.6	10.5	10.4
	2		13.4	13.6	12.2	11.9	11.0	10.9
	3		12.9	13.2	11.7	11.8	10.7	10.7
1 350	1		5.2	5.6	5.5	5.0	4.5	5.0
	2		5.1	5.3	5.1	5.0	4.6	4.8
	3		5.2	5.5	5.3	5.0	4.6	4.9
1 400	1		2.6	2.3	2.5	2.4	2.4	2.7
	2		2.6	3.0	2.9	2.8	2.8	2.6
	3		2.5	2.7	2.7	2.6	2.6	2.8
1 450	1		1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.7
	2		1.7	1.4	1.5	1.4	1.6	1.7
	3		1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7

4-1-3 結果檢討

TiO₂ 含量이 clinker burnability 에는 낮은 온도에서는 영향이 있으나, 높은 온도에서는 별 영향이 없는 것으로 나타났다(文獻에는 TiO₂ 역시 flux 로 作用하는 것으로 되어 있음).

4-2 티탄 철광석과 주덕 철광석의 burnability 比較

lime, clay, iron ore(주덕), 티탄 철광석을 使用하여 I.M. 을 1.7(const)로 하고 L.S.F. 를 90, 93, 96, 으로 變更시키면서 burnability를 比較했다.

4-2-1 同一時間燒成 溫度別 burnability

<表-5> 와 같다.

<表-5> 同一時間 燒成, 溫度別 burnability

區 分	L.S.F.	溫度別	1300	1350	1400	1450
		(°C)				
주덕 철광석	90		10.4	3.1	1.3	0.6
	93		12.7	6.0	4.1	2.6
	96		14.7	8.6	5.6	4.6
티탄 철광석	90		10.0	3.3	1.7	0.7
	93		11.2	4.9	2.6	1.2
	96		13.7	6.3	4.5	2.8

※ 단 소성시간 30分間

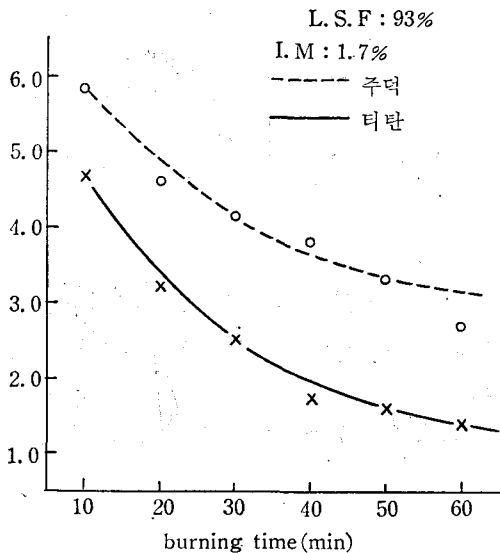
4-2-2 同一溫度에서 燒成時間別 burnability 比較

<表-6> 과 같다.

<表-6> 同一溫度에서 燒成時間別 burnability 比較

區 分	L.S.F.	時間別	10	20	30	40	50	60
		(分)						
주 덕 철 광 석	90		2.4	1.9	1.5	1.2	1.0	0.5
	93		5.9	4.6	4.1	3.8	3.3	2.8
	96		7.5	6.7	6.0	5.4	5.0	3.9
티 탄 철 광 석	90		3.3	2.4	1.6	1.2	1.0	0.8
	93		4.7	3.3	2.6	1.8	1.6	1.3
	96		6.9	5.6	4.6	3.9	3.4	2.8

※ 단 소성온도 1400°C



<그림-2> Burning time vs. TiO₂

4-2-3 結 果

주덕 鐵鑛石에 비해 티탄 철광석 使用時가 burnability 는 약간 良好한 便이다(이론과 일치).

5. 物理 性能에 미치는 영향 檢討

5-1 純粹 티탄(TiO₂)使用

5-1-1 實驗方法

(1) lime, clay, iron ore(주덕)을 使用 L.S.F. = 93, I.M = 1.7 로 되도록 配合하고 여기에 純粹試藥 TiO₂ 를 添加, hand mixing 後 實驗 mill 에서 Blaine 이 4000 되게 grinding 했다.

(2) raw mix 에 물 23% 를 加하여 4 gr

size로 성구를 만들었다.

(3) 900°C에서 preheating 시키고 1450°C 전기로에서 60分間 燒成시킨후 공냉했다.

(4) clinker에 태원가공석고 2.5%를 添加하여 Blaine 3000cm²/g되게 粉碎後 物理實驗 했다.

5-1-2 結果

<表-7>과 같다.

<表-7> 物理實驗結果

項目 TiO ₂ 添加量 (%)	free CaO	Blaine	setting time		auto- clave	flow W/C	comp. strength			remarks
			W/C	초 결			3 ds	7 ds	28 ds	
0	0.4	3000	23.6	195	0.03	53	145	261	362	
0.2	0.4	2970	23.6	205	0.02	52	153	274	380	
0.4	0.4	2980	23.6	200	0.04	51	166	269	365	
0.6	0.4	2980	23.6	195	0.05	52	152	276	370	
0.8	0.3	2990	23.6	190	0.03	52	130	272	369	
1.0	0.5	3030	23.6	220	0.02	52	151	267	365	

<表-8> 物理實驗結果

區分	項目 I.M.	Blaine	free CaO	setting time		auto- clave	flow W/C	comp. strength			remarks
				W/C	초 결			3 ds	7 ds	28 ds	
티 탄 철광석	1.4	2970	0.4	23.6	220	0.02	52	169	296	380	
	1.7	3030	0.4	24.0	210	0.03	52	168	285	369	
	2.0	3040	0.4	23.6	205	0.02	52	160	271	370	
주 덕 철광석	1.4	3010	0.4	24.0	195	0.02	52	180	306	400	
	1.7	3030	0.3	23.6	205	0.04	54	183	290	395	
	2.0	3020	0.3	23.2	195	0.04	53	168	280	374	

5-1-3 結果檢討

TiO₂ 添加量에 따라 物理特性 變化가 없는 것으로 나타났다. 이는 이론과 相反되는 結果로서 理論적으로는 TiO₂는 clinker 鑛物中 C₂S에 solid solution로 存在하며 이 TiO₂ 고용체는 냉각과정에서 특히 서냉일수록 C₂S로부터 유리되며 이때 C₂S의 結晶에 저해하는 것으로 알려졌다(※ P₂O₅도 같은 現象).

따라서 상기 결과는 전기로 燒成試驗時 急冷의 結果가 아닌가 생각된다.

5-2 티탄 철광석과 주덕 철광석 使用時 物理性能 比較

5-2-1 實驗方法

티탄 철광석과 주덕 철광석을 使用하여 L.S.F. = 93로 하고 I.M.을 1.4, 1.7, 2.0으로 하여 物理性能을 檢討하였다(其他 實驗方法은 5-1과 同一).

5-2-2 結 果

<表-8> 과 같다.

5-2-3 結果檢討

本 實驗結果로는 티탄 철광석 使用 경우 주석철광석에 비해 3일에서 10 kg/cm² 정도, 28일에서 20kg/cm² 정도 낮은 것으로 나타났다.

이는 TiO₂ 含量別試驗(5-1)의 結果와 相反되는 結果로서 TiO₂ 영향 이외에도 다른 원인에 대하여 檢討가 더욱 必要하다.

6. 結 論

- (1) 鐵鑛石 粉碎度는 티탄 철광석이 약간 不良한 便이다.
- (2) burnability 는 저온에서는 TiO₂ 를 함유한 경우가 양호하나 高溫에서는 별 영향이 없는 것으로 나타났다.
- (3) 티탄 철광석 使用境遇 強度는 3일에서 : 10 kg/cm² 정도, 28일에서 : 20 kg/cm² 정도 낮은 것으로 나타났다.