

에너지 代替 成功事例

— 크링카 燒成用 燃料의 石炭代替 成功事例 —

南 基 棟
〈東洋세멘트工業(株)社長〉

I. 序 言

世界經濟는 에너지 經濟라고 해도 過言이 아
닐만큼 에너지가 國家經濟에 큰 影響을 끼치고
있으며 날이 갈수록 그 重要度는 漸次 커지고
있는 實情이다.

특히 시멘트 製造原價中 70여%를 占有하고
있는 에너지 多消費業種인 시멘트業界는 其間
몇차례에 걸친 石油波動으로 인한 繼續的인 油
價引上으로 製造原價 上昇은 勿論 油類確保面에
서 큰 어려움을 겪고 있으며 業界가 當面한 不
況을 극복하기 위한 最善策으로도 石炭混燒를
通한 原價節減책에 달리 方案이 없다고 判斷되
었다.

따라서 當社는 國內 시멘트業界에서 처음으로
79년 2월부터 自體技術陣에 依하여 시멘트 工
場에서의 石炭混燒 system에 對한 資料蒐集 및
project 를 實施하여 同年 8월에 1段階 工事を
着手 11월부터 三陟工場燒成爐 燃料를 100%

B·C油에서 有煙炭 80%, B·C油 20%로 混合
使用하는 燃料代替에 成功하고, 연이어 2段階
燃料代替工事を 着手 80년 6월에 竣工함으로써
年間 25만 5천 kℓ의 B·C오일을 節約하게 돼
政府의 油類節約 및 脫石油 施策에 기여함은
勿論 시멘트 原價上昇要因 흡수에도 큰 役割을
하기에 이르렀다.

II. 工場 概要

- ① 生 産 品 : 포틀랜드시멘트
- ② 從 業 員 數 : 約 1,000 名
- ③ 年間總燃料使用量 : B·C오일 基準 31만 5
천 kℓ

東洋세멘트 三陟工場은 1942년 5만톤 規模
로 操業을 開始한 以來 5次的 增設工事を 實施
하여 年間 350만톤(크링카 기준) 規模의 生産
能力을 지니고 있는바 그 設備概要는〈表-1〉
과 같다.

〈表-1〉 施 設 現 況 (키른)

着工 ~ 完工	設 備 規 格				樣 式	備 考
	No	直徑×길이 (m)	日産能力 (M/T)	年産能力 (千M/T)		
73.6 ~ 75.12	1	4.9 × 75	3,200	1,090	NSP	77. NSP 改造
"	2	4.9 × 75	3,200	1,090	"	"
66.1 ~ 67.4	3	4.14 × 63	2,200	748	"	"
59.8 ~ 61.9	4	3.6 × 40	850	286	Lepol	
37.3 ~ 42.7	5	4.0 × 42	850	286	"	
計	5		10,300	3,500		

Ⅲ. 燃料代替事業 推進目的

現在 시멘트産業뿐 아니라 全産業體는 油類 價의 上昇으로 原價 上昇은 勿論 海外競爭力의 弱화로 企業 收益性의 均衡維持가 어려운 實情에 直面해 있다.

시멘트産業이 차지하는 油類 消費量은 年150만kl로서 全體産業體가 消費하는 量의 9%를 차지하고 있어 安價의 에너지 및 燃料供給問題는 시멘트産業에서도 絶실한 問題點으로 대두되고 있다.

當社의 製造原價 構成上 에너지가 차지하는 比率도 70%線으로 무려 年間 490 億원의 費用이 들어 에너지 危機의 克服이 가장 重要한 課題로 提起돼 全技術陣의 創意와 努力끝에 巨額의 投資費가 所要되는 燃料代替事業을 推進하게 된 것이다.

Ⅳ. 燃料代替設備 概要

크링카 燒成用 主燃料로서 石炭의 使用은 操業中에 發火爆發 등 安全災害發生의 危險을 內包하고 있어 project design 過程부터 세심한 배려가 要望된바 基本 layout에서부터 石炭 stock pile, 石炭粉碎設備 및 微粉炭 燃燒方式 選定에 이르기까지 操業上 安全問題를 考慮하여 石炭品質選定(〈表-2〉)과 既存 原料粉碎機의 石炭粉碎機로 轉換, 微粉炭燃燒 system 으로 indirect system 採擇 등 安全事故로 인한 危險을 最少化하기 爲해 〈表-3〉과 같이 施設을 改造 補完했다.

工事期間은 石炭混燒의 時急性和 投資費를 감안해 〈表-4〉와 같이 1.2 段階로 區分 着工하게 되었으며 竣工後 1·2 號 石炭粉碎施設 工程圖는 〈그림-1〉과 같다.

石 炭 品 質

〈表-2〉

項 目	單 位	分 析 值	備 考
水分(inherent moisture)	%	1.8	
灰 分(ash)	"	10.08	
揮發分(volatile matter)	"	31.09	
固定炭素(fixed carbon)	"	57.22	
黃(sulphur)	"	1.2	
發熱量(gross calorific value)	Kcal/kg	70.81	
ASH	SiO ₂	%	52.80
	Al ₂ O ₃	"	19.29
	Fe ₂ O ₃	"	12.27
	CaO	"	6.00
	MgO	"	4.4
	Na ₂ O	"	0.20
	K ₂ O	"	1.48

主 要 施 設 改 造 現 況

〈表-3〉

部 門	機 器 名	摘 要
coal dryer	cyclone	cap : 1.8 mφ × 2 台
	bag filter	cap : 32,000 C. F. M
	rotary dryer	cap : 25 T/H
	(existing)	size : 2.6 mφ × 20.0 ml

coal grinding mill	exhaust fan	cap : 1,000 m ³ /min × 500 mm AQ
	double rotator	close circuit type
		air swept type 으로 改造
		diameter : 2,800 mm φ
		length : 8,000 mm ℓ
	motor : 720 kw × 4 p	
	speed : 18 R. P.M	
	dust collector	cap : 20,000 C. F. M
	cyclone	cap : 1.8 mφ × 2 台
	I. D fan	cap : 1,000 m ³ /min × 500 mm AQ
exhaust fan	cap : 1,000 m ³ /min × 500 mm AQ	
F-K pump	type : 8.5" type (M) pneumatic motor 110 kw	
kiln firing system	coal bin	cap : 20 m ³ × 3 基
	weigh scale (auto feeder)	cap : 10 T/H × 6 台
		20 T/H × 2 台
	burner (NFK supply)	type : OPD 混燒比 : B·C油 20% 石炭 80%
	ejector fan	cap : 70N m ³ /min × 5 台

<表-4>

工事期間 및 投資費

第 1 段階 工事			第 2 段階 工事		
機 別	着工日字	試運轉開始日字	機 別	着工日字	試運轉開始日字
5	79.8.20	79.11.27	1	80.1.10	80.5.26
4	"	79.12.11	2	"	80.6.20
3	"	79.12.20			

註 : 施設投資規模 → 第 1.2 段階 投資費 內資 : 4,400,000 千원, 外資 : 1,000,000 \$

V. 燃料 石炭燒成設備의 操業結果

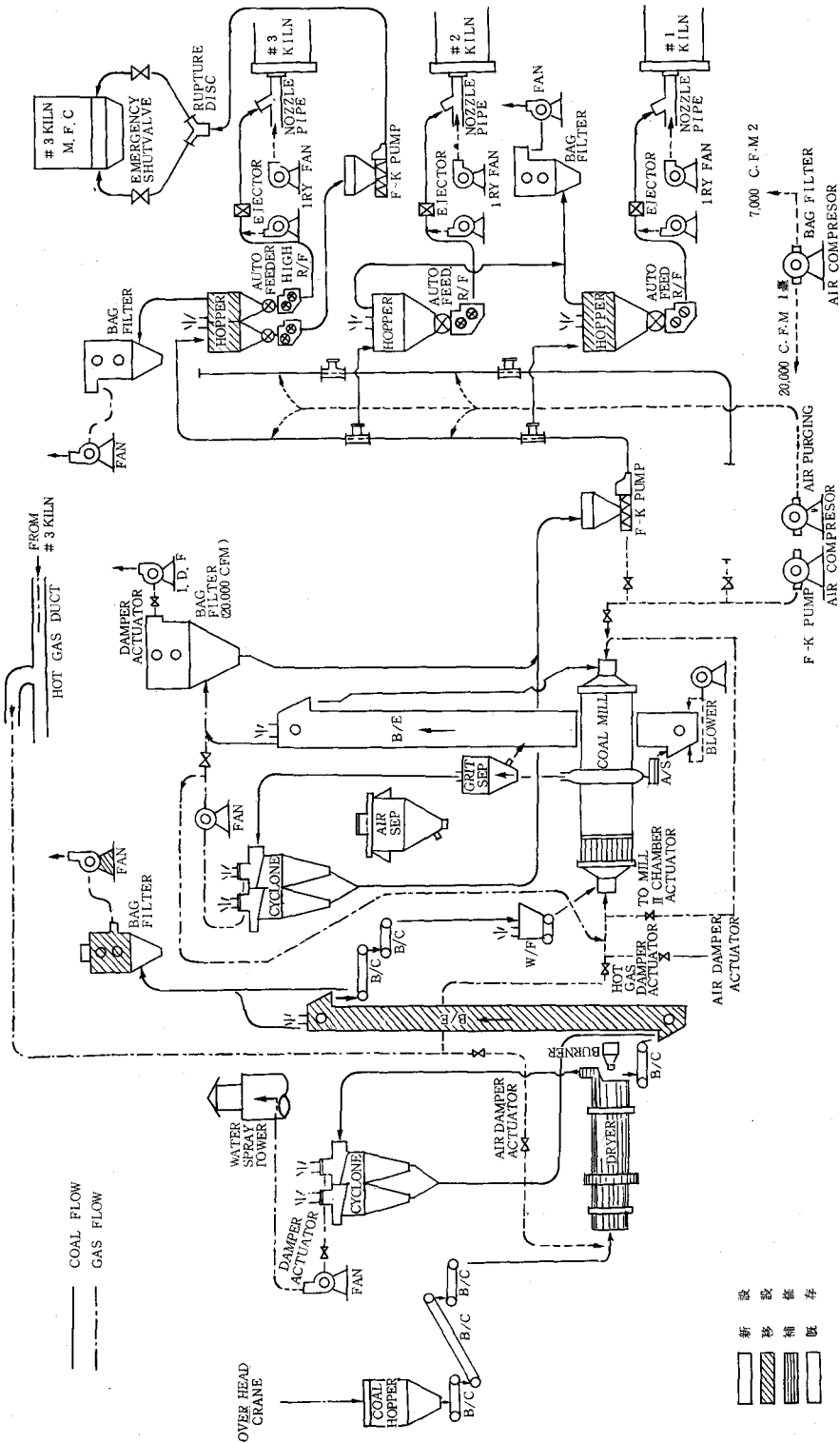
石炭을 微粉碎해 크링카 燒成爐에 燃燒시키는 方式으로는 indirect system 으로 微粉炭을 石炭 bin 에 저장하여 別途의 石炭輸送 fan 에 依해 kiln main burner 에 投入, 燃燒시키는 方式을 採擇하고 石炭粉碎機로는 原料粉碎機인 double rotator mill 을 air swept mill 로 改造하여 88 μ 殘粉이 20% 程度 維持토록 하여 日產 960 T/D (480 T/D × 2 基)의 能力을 發揮토록 하였으며 또한 cement 粉碎機를 石炭粉碎機로 改造, 日產 540 T/D (270 T/D × 2 基)을 粉碎토록 하여 이것을 空氣 輸送裝置인 F-K pump 를 利用해 中間 石炭 bin 에 저장한 後定

量供給機를 거쳐 5 基의 燒成爐 main burner 에 投入 燃燒시키고 N. S. P 側 burner 에는 別途의 F-K pump 를 利用하여 微粉炭을 供給 燃燒시키는 方式을 採擇했다.

이같은 프로세스에 의해 操業한 結果 原料粉碎機인 double rotator 를 改造한 石炭 粉碎機는 <表-5>에서와 같이 5 次에 걸친 設備 및 運轉面에서 問題點이 發生되어 施設補完이 뒤따랐으며 現在 正常的인 能力을 發揮하고 있다.

1. 入荷石炭의 含水分過多에 依한 操業 上 問題解決

既存施設인 counter flow type 의 粘土 rotary dryer 를 uniflow type 으로 改造하여 石炭



〈그림 1〉 1·2號 石炭粉 碎 設 施 設 工 程 圖 (機 械 設 備)

<表-5>

施 設 補 完 現 況

回 數	期 間	施 設 理 由	施 設 內 譯
1次	79.12.6 ~12.11	bag filter 火災發生要因除去法	1) bag filter dust hopper 를 二重으로 改造 2) dust s/c 를 hopper 外部로 移轉 (靜電氣 防止用) 3) filter bag 材質變更 4) bag filter 入口壓力 control system 設置
2次	79.12.11 ~12.18	安全關係附帶施設 設備補完	1) 熱風遮斷 damper 設置 2) 消化施設 補完 3) burner 遮斷 damper 設置 4) No ₂ gas purge system
3次	79.12.26 ~12.29	1) 發火防止 2) 粉碎能力向上 3) 輸送狀態不良 要因分析	1) mill 入口(1室) dust 傾斜角度 再調整 2) 石炭供給 chute flap damper 設置 3) M. F. C 用 pump 位置變更
4次	79.12.29 ~80.1.1	mill 爆發事故 要因除去	1) mill 入口(1室) dust 壓縮空氣 利用 掃除 施設 2) 消火用 撒水施設 3) 防爆 vent 復舊
5次	80.1.4 ~1.6	mill 粉碎能力向上	1) grit separator by pass damper 設置 2) screw conveyor 設置
6次	80.1.18 ~1.25	2次 爆發事故 要因改善	1) mill 循環 dust 連結地點 移動設置 2) mill 石炭供給 chute 縮少 3) mill 內部 自板 slit 擴張 4) F-K pump 增速 5) exhaust fan 交替

을 乾燥함으로써 入荷된 石炭의 평균 含水分 8~10%를 4%까지 乾燥할 수 있게 되었다. 따라서 시멘트 粉碎機를 石炭 粉碎機로 改造한 設備의 正常的인 運轉이 가능케 돼 微粉炭 水分過多로 因한 kiln에서의 燃燒狀態 不安을 解消하였으며 또한 장마철 供給石炭의 水分過多에 依한 微粉炭 供給不足 事態를 未然에 防止하기 爲해 2만톤 容量의 屋內置場을 마련했다.

2. 微粉炭 燃燒에 依한 kiln 操業과 크링카 品質比較

微粉炭을 燃燒하여 크링카를 燒成할 경우 重油 燃燒時보다 long flame이 형성되며 이에 따라 kiln 內部的 반응帶 位置變更을 일으키게 돼 耐火煉瓦의 築爐位置 變更이 要望되었다.

크링카 品質上 變化는 石炭中の 灰分影響을 考慮하여 事前에 <表-6>과 같이 原料를 調整함으로써 중유燃燒에 依한 크링카 燒成境遇에 比하여 品質上 큰 影響은 없었다(<表-7> 참조).

VI. 結 言

이번 燃料代替 project 를 設計하는 過程에서 가장 어려웠던 點은 燃料代替設備 操業上的 火災 및 安全對策 樹立을 爲한 關聯技術資料 貧困으로 自體 技術로서 開發하는데 相當한 危險負擔이 있었으나 反面에 原料粉碎用 double rotator mill 을 世界시멘트産業史上 처음 石炭粉 碎機로 改造, 成功시킨 것은 이 project에 參與한 모두의 보람이었다고 생각한다.

<表-6>

크림카 성분係數調整

區 分	H. M	S. M	I. M
B·C油 專燒時	2.05	2.30	1.80
微粉炭 燃燒	2.15	2.32	1.80

<表-7>

微粉炭과油類專燒時의品質比較

項 目	單 位	石 炭	B·C油	備 考
clinker SO ₂	%	0.95	1.0	
clinker 중 free CaO	%	1.3	1.0	
壓 縮 強 度	3日	kg/cm ²	190	192
	7日	"	240	240
	28日	"	300	300

이제 當社는 이번 에 얻은 經驗을 活用하여 앞
으로는

- ▲ 燃料代替設備의 安全對策 強化
- ▲ 燃料代替 技術開發의 土着化

- ▲ 長期的이고 安定的인 石炭確保
- ▲ 副原料開發에 依한 熱原單位節減 및 製品 品
質向上等의 對策講究에 全職員이 智慧를 모
아 強力하게 推進할 計劃을 세우고 있다.

생활의 지혜

● 녹슨 연장을 쓸 때

연장이 녹슬어 쓰지 못하는 경우가 있다. 뻘찌는 교차 부분에 비눗물을 떨어 뜨
려 움직인 후 곧 물기를 닦아내고 재봉틀 기름을 바른다. 또한 톱도 사용후 재봉
틀 기름이나 식용유를 발라 두어야 녹이 슬지 않는다.

● 유리 그릇의 묵은 때

사기나 유리 그릇의 때를 닦을 때는 식초와 소금을 형겅에 묻혀 닦으면 묵은
때까지 지워진다. 유리 그릇은 물에다 늘 식초 두 세 방울씩 떨어 뜨려 씻으면
광택이 나므로 새 그릇을 사기보다는 깨끗이 닦아 사용하면 생활비 절약에도 도
움이 된다.