

# 시멘트 키른에서의 廢棄物 使用

崔 康 淳

〈亞細亞시멘트(株) 堤川工場 品質管理課長〉

최근 몇 년 사이에 報道媒體를 통해 認識된 環境汚染의 심각성은 行政當局의 規制強化와 더불어 시멘트 공장에 대해서도 그 對處方案 강구에 채적을 가하고 있다.

시멘트 공장에서 대두되고 있는 環境문제는 公害排出施設 각각에 대한 防止施設의 補完, 新設 및 廢油 등 産業廢棄物의 處理로서 이 중 廢油나 廢타이어 등은 지금까지 登錄된 廢棄物 處理業者 또는 再生業者를 통해 처리되었으나 行政當局의 廢棄物 처리업자에 대한 事後管理 및 廢棄物 副生源에 대한 法的規制 등의 強化로 인해 시멘트 공장의 폐기물 처리가 작은 규모지만 어려운 문제로 浮刻되고 있다.

이상과 같은 상황에 즈음하여 1984·86년 2회에 걸쳐 美國「ROCK PRODUCTS」雜誌社에서 전세계 600個所의 시멘트 공장을 대상으로 조사하여 작성한 「키른용 燃料로서 廢棄物의 使用實態 報告書」<sup>1-5)</sup>와 廢棄物 使用實績 記事의 主要內容을 拔萃, 紹介함으로써 시멘트 공장에서 少量 副生되는 폐기물의 處理方案을 模索하고 可用 廢棄物의 活用に 의한 시멘트 키른의 燃料費 節減과 環境規制 狀況에의 積極적인 對處에 참고코자 한다.

## 1. 廢棄物의 種類 및 特性

調査 設問書가 발송된 全世界 600개의 시멘트 공장 중 미국, 영국, 프랑스, 서독, 일본을

비롯한 20개국의 190개 공장에서 回信된 바, 이 중 46개 공장에서 폐기물을 사용하고 있으며 상당수의 공장이 3.4종의 폐기물을 사용중이거나 사용할 계획을 하고 있었다. 조사결과에 나타난 폐기물은 20여종이며 주요 폐기물별 사용 공장수는 <表-1>과 같다.

<表-1>에 열거된 폐기물 이외에 각 공장에서로부터 사용 통보된 폐기물로는 톱밥, 나무 부스러기, 亞炭, 廢 고무류, 야자수 열매 껍질, 배터리 케이스, 木炭가루, 無煙炭 粉塵 등도 있었다.

시멘트 키른에서의 폐기물 燃燒는 시멘트 공장 내외의 여러가지 상황을 유리하게 이끌 수 있기 때문에 세계 각국에서의 관심은 점차 고무되고 있다. 즉 시멘트 製造社 側面에서 보면 ① 사용 연료의 일부를 폐기물로 대체함으로써 키른 燃料費用이 절감됨은 물론 ② 公害物質을

主要 廢棄物의 種類 및 使用 工場數

<表-1>

廢 棄 物	工場數	廢 棄 物	工場數
廢 油	9	都市쓰레기	12
廢 타 이 어	18	炭化水素類	
石油코크스	19	쌀 겨	
石炭廢棄物	7	黑鉛 가루	4
廢 溶 劑	7	酸 스 렛 지	

主要 廢棄物의 特性<sup>4)</sup>

<表-2>

廢 棄 物	使 用 地 域	灰 分 量 (%)	平 均 熱 量 (kcal/kg)	平 均 單 價 (US\$/10 <sup>6</sup> kcal)
廢 油	유럽, 북미, 아시아	—	9,800	5.1
廢 타 이 어	유럽, 아시아	1.8	6,500	6.0
石 油 코 크 스	유럽, 북미	4.0	7,900	4.0
石 炭 廢 棄 物	유럽, 북미, 아시아	70.0	1,400	4.6
廢 溶 劑	유럽, 북미	5.0	6,100	2.9
都 市 쓰 레 기	"	20.5	3,000	—
클로르네이티드炭化水素類	"	—	5,600	—
黑 鉛 가 루	남미, 유럽	—	5,600	3.6
國內 수입	유연탄	12.0	7,000	11.0

거의 흡수시킬 수 있는 시멘트 製造工程上의 특수성으로 인해 키른내에서 폐기물을 燒却處理함으로써 폐기물 발생 業者로부터 處理費用을 받을 수도 있기 때문이다.

自然環境 및 生活環境의 保全 側面에서는 폐기물의 埋立, 또는 委託燒却 處理方法보다 시멘트 키른내 燒却이 信賴할 수 있고 經濟的이며 能率的인 處理方法임이 이미 立證된 바 있다.<sup>3), 8)</sup>

廢棄物을 키른내에서 燒却시킬 때 우선 고려되어야 할 폐기물의 主要 特性 즉 灰分量, 熱量, 熱量單價를 調查結果를 근거로 하여 정리하면 <表-2>와 같다.

## 2. 廢棄物의 使用實績(例)<sup>1)-6)</sup>

### 1) 폐유(Waste oil)

1977년 이후 시멘트 키른내 代替燃料로서 일정기간 試驗使用되었거나 또는 지금까지 계속 사용되고 있는 폐유로는 자동차 오일, 設備 潤滑유 등이 있으며 이는 주로 廢油精製所, 廢棄物處理業者, 發電所 등으로부터 공급된다.

다른 폐기물에 비해 貯藏, 處理, 키른 投入이 매우 용이하며 發熱量도 6,000~10,000 kcal/kg로 높은 편이다.

月 12,000 ℓ로 키른 사용연료의 3.5%를 代替

하고 있는 시멘트 공장의 경우 크링카의 生産性, 品質에 아무 문제가 없었으며 作業者 및 인근 住民과의 關係, 行政當局으로부터의 許可取得에도 어려움이 없었다.

廢油 使用過程에서의 特性變化를 감소시키기 위해서는 비교적 貯藏탱크 容量을 크게 하고 계속 攪拌, 混合시킬 수 있는 設備의 附着이 필요하다. 貯藏된 오일은 펌프를 통해 키른 버너에 직접 投入되는데 이 때 폐유 속에 함유된 汚染物質이나 찌꺼기 등에 의해 버너 노즐이 막히는 경우가 있으므로 留意하여야 한다.

실제 폐기물을 키른 연료로 사용하는데 따른 어려움의 정도를 ‘매우 크다’(Great), ‘보통 이상’(More than average), ‘보통’(Average), ‘약간’(Some), ‘없다’(None)의 5 등급으로 구분하여 주요 문제점에 대해 평가해 본 결과 廢油의 경우, 熱量投入 調節과 安定供給先의 確保가 각각 ‘보통’, ‘보통 이상’의 문제로 나타났다. 熱量投入 調節上的 문제는 廢油중의 異物質에 기인하는 어려움이다. 이외에 貯藏, 키른投入, 使用許可取得上的 문제에 대한 어려움은 모두 ‘없다’로 評價되었다.

### 2) 廢타이어(Rubber tires)

회된 시멘트 공장 중에서 廢타이어를 키른 연료로 사용하고 있는 나라는 9 개국이었으며

이들 시멘트 공장 모두 實驗的인 단계를 지나 꾸준히 使用燃料의 5~20%(평균 11%)를 代替하여 1982년 이래 평균 2년 이상, 2개 공장에서는 5,6년 이상 사용하여 오고 있다.

廢타이어를 數等分하여 조각조각 찢거나 또는 통째로 시간당 1~3톤씩 또는 5분에 1개씩 키른 입구로 투입하고 있다. 예로서 <그림-1>에 西獨 DYCKERHOFF 시멘트社 BECKUM공장의 타이어를 통째로 投入하는 方式의 工程을 紹介한다.

廢타이어 사용상의 가장 큰 문제로는 熱量投入 調節과 키른 排氣가스 溫度上昇으로 나타났으며 타이어의 貯藏, 키른投入은 '보통', 타이어 연소에 대한 行政當局의 許可取得은 '약간' 정도로 큰 어려움이 없는 것으로 나타났다.

### 3) 石油 코크스(Petroleum cokes)

石油 코크스는 1981년 이후 오늘날 가장 널리 사용되고 있는 廢棄物로서 發熱量은 약 8,000 kcal/kg 정도로 매우 높은 편이며 ash 함량은 약 5%로서 키른 연소시 크링카 품질에 거의 영향을 미치지 않는다. 취급에 있어서는 큰 문제점이 없으나 더스트 飛散을 방지하기 위하여 貯藏파일에 덮개를 씌우거나 사일로에 貯藏하여야 한다. 주로 오일精製所, 製鍊所, Coal 供給先을 통해 購入하고 있으며 投入方式은 Coal

mill에 一定比率로 投入하거나 별도 분쇄후 主燃料인 石炭과 혼합 사용하고 있다.

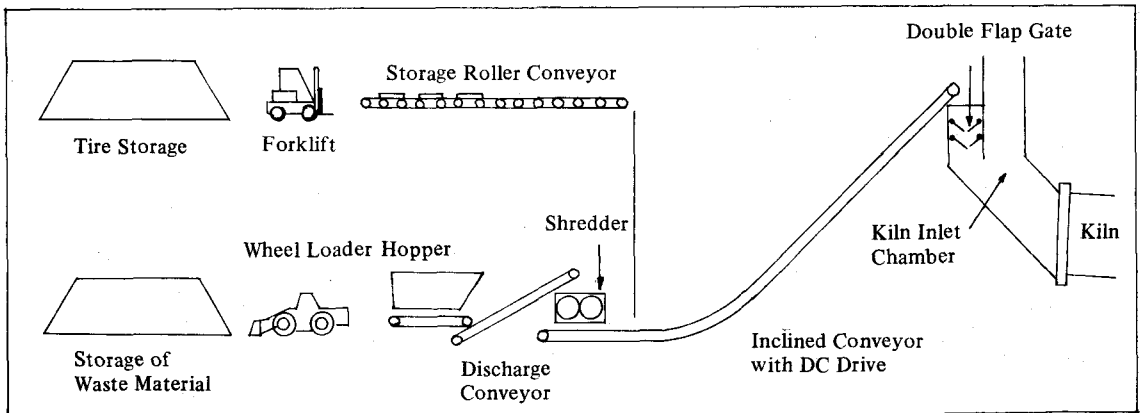
代替燃料로서 전체 연료의 45~50%를 차지하고 있으며 실제로 키른의 生産性이나 크링카 品質에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

### 4) 廢炭(Coal waste)

廢炭은 크게 나누어 Coal shale과 Coal fines으로 구분되는데 Coal shale은 1930년 이후 계속 사용하고 있으며 原料와 함께 Raw mill로 投入, 粉碎하거나 별도 微粉碎후 키른 Meal shute에 투입 사용하고 있다. Coal fine은 1982년 이후 사용하기 시작한 것으로서 Coal mill에 一定比率로 투입 분쇄되어 키른에서 직접 사용하고 있다. 주로 鑛業所, 廢棄物 輸送業者, 貿易商 등을 통해 구입되며 사용비율은 전체 연료의 약 10% 정도이다.

### 5) 쌀겨(Rice hulls)

쌀겨는 1981년부터 사용되었으며 주로 精米所로부터 供給되고 있다. 發熱量은 약 3,000 kcal/kg, Ash 함량은 20% 정도이다. 處理過程(홉퍼저장, Screw, Weighfeeder, Blower)을 거쳐 키른버너 또는 Precalciner에 투입하게 된다. 전체연료의 50%까지 代替使用한 實績이 있다.



<그림-1> 廢타이어, 廢棄物의 키른 投入 工程圖(西獨 DYCKERHOFF 시멘트社)

廢棄物燃料 使用上の 問題點

〈表-3〉

種 類	熱 量 調 節	安 定 確 保	貯 藏	키 른 投 入	使用許可取得
廢 油	Ave.	+Ave.	0	0	0
廢 타 이 어	Some +Ave.	Ave. Some	Ave. 0	Ave. +Ave.	Some 0
石 油 코 크 스	Ave.	Ave.	Ave	Ave.	-
石 炭 廢 棄 物	+Ave.	+Ave.	0	+Ave.	0
廢 溶 劑	Ave. Great	Ave. Great	Ave. 0	Ave. +Ave.	Great +Ave.
클로리네이티드炭化水素類	+Ave.	Great 0	0	Great +Ave.	Great

3. 廢棄物 사용상의 問題點<sup>2)~5)</sup>

폐기물을 시멘트 키른 연료로서 일부 代替 사용하는데 따른 여러가지 문제점을 어려움의 정도에 따라 5 等級으로 評價하여 〈表-3〉에 정리하였다.

문제점 중 Ash ring, 煉瓦損傷, 크링카 品質 영향, 大氣汚染, 勤務者 安全 등은 어려움이 없어서 정리대상에서 제외시켰다.

4. 結 論

1970년대 후반부터 시멘트 공장에서 燒成用 部分代替燃料로서 廢棄物을 사용하기 시작한 이래 현재까지 사용된 바 있거나 사용되고 있는 폐기물은 약 20餘種에 이르고 있다.

폐기물을 일부 代替燃料로서 사용함에 있어 燒成溫度의 調節, 코팅形成, 供給源의 安定確保 그리고 貯藏, 取及, 投入을 위한 별도 設備投資 등의 문제점이 있기는 하지만 크링카 生産性이나 品質에는 아무런 문제가 없는 것으로 나타났다.

1970년대에 美國에서는 SDF(溶劑誘導燃料)를 燒成工程에 사용하기 시작했다〔SDF는 美國 環境處(EPA)로부터 有害한 廢棄物로 分類된 것으로서 주로 化學 및 石油化學工場, 電子工場, 金屬處理工場, 페인트·印刷工場, 製藥工場 등에서 副生된다〕. 이 SDF 프로그램에서 시멘트

키른에서의 有害 廢棄物 處理(燒却)가 매우 效率的이고 信賴性 있는 방법으로 結論내렸다.<sup>7),8)</sup>

그러므로 國內 시멘트 業界에서도 廢油나 廢타이어 등의 自體 副生 廢棄物의 處理는 물론 外部의 可用 産業廢棄物까지도 그 效率的인 使用方案에 대해 行政當局과의 긴밀한 協調와 함께 積極적인 檢討가 필요할 것으로 생각된다.

〈參 考 文 獻〉

- 1) Robert Segal: Kiln Fuel: Rice hulls, Waste Oil, Rock Products/Apr., 1984 pp. 42-44.
- 2) Richard S. Huhta: Waste Fuel Survey Report, Rock Products/Apr., 1985 pp. 40-43.
- 3) Richard S. Huhta: Waste Fuel Survey Report II, Rock Products/May., 1985 pp. 46-49.
- 4) Richard S. Huhta: Another Look At Waste Fuels I, Rock Products/Jun., 1986 pp. 55-59.
- 5) Richard S. Huhta: Another Look At Waste Fuels II, Rock Products/Oct., 1986 pp. 47-52.
- 6) Earl F. Bouse, Jr. and James W. Kamas: Update On Waste As Kiln Fuel, Rock Products/Apr., 1988 pp. 43-47.
- 7) Earl F. Bouse, Jr. and James W. Kamas: Update On Wate As Kiln Fuel, Rock Products/May., 1988 pp. 59-64.
- 8) Waste Burning: An Inside Look, Rock Products/ Jul., 1988 pp. 63-65. ▲