

# 濕式 키른의 D.D爐附 轉換에 대한 考察

朴 珍 浩(譯)

〈韓國科學技術情報센터技術研究員〉

## I. 序 論

근래 세계적인 에너지 需給事情의 악화에 따른 原油價格의 상승과 公害規制의 강화로 에너지 多消費形 産業의 하나인 시멘트 製造業에서도 에너지 節約과 低公害 프로세스의 요구가 강조되고 있다. 이러한 두가지 要求條件에 부응하는 프로세스중의 하나가 DD 프로세스(dual combustion and dinitration process)로서 日本 시멘트(株)에서 이 프로세스를 도입, 1979년 5월 稼動을 시작하여 操業에 성공하였다. 본 설명에서는 이것을 예로서 DD 프로세스를 설명하기로 한다.

日本시멘트(株)는 1979년에 1,150 만톤의 생산실적을 기록한 일본 굴지의 시멘트 製造社중 하나로서 6개의 시멘트 플랜트, 1개의 白시멘트 플랜트와 輕量骨材플랜트, 이밖에 많은 系列企業을 거느리고 있다. 이 중 키른라인의 하나를 變換한 것이 Kamiiso 플랜트로서 90년의 역사를 갖고 있다. 이 Kamiiso 플랜트는 Hokkaido 南端에 위치하고 있으며 6 km 떨어진 곳에 良質의 石灰石鑛山을 갖고 있다.

Kamiiso 플랜트는 1970년과 1973년에 각각 操業을 시작한 2개의 SP 키른(日産 3,600톤)과 濕式大型 키른(日産 1,680톤)에 代替된 日産 3,600톤 규모의 DD 프로세스 키른을 보유, 성공적인 操業을 계속하고 있다. 이 공장은 크링카의 原料로서 石灰石 및 30%의 水分을 함

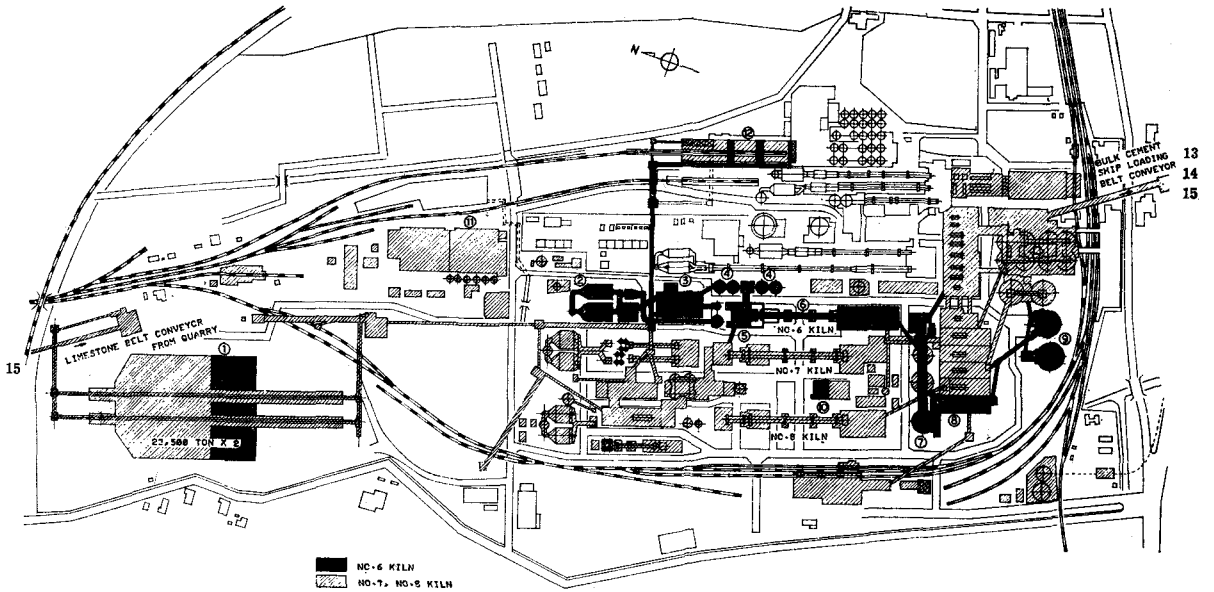
유하는 粘土(tuffaceous siltstone)와 含鐵物質을 사용한다. 燃料油는 부근의 精油工場에서 파이프라인을 통하여 직접 輸送되며 製品의 대부분은 포장하지 않고 船積되는데 이중의 90%는 6,000~10,000톤 시멘트 탱커로 搬出되며 나머지는 陸路나 鐵道에 의해 輸送된다.

## II. 라인의 轉換과 操業 데이터

### 1. 기초적인 計劃

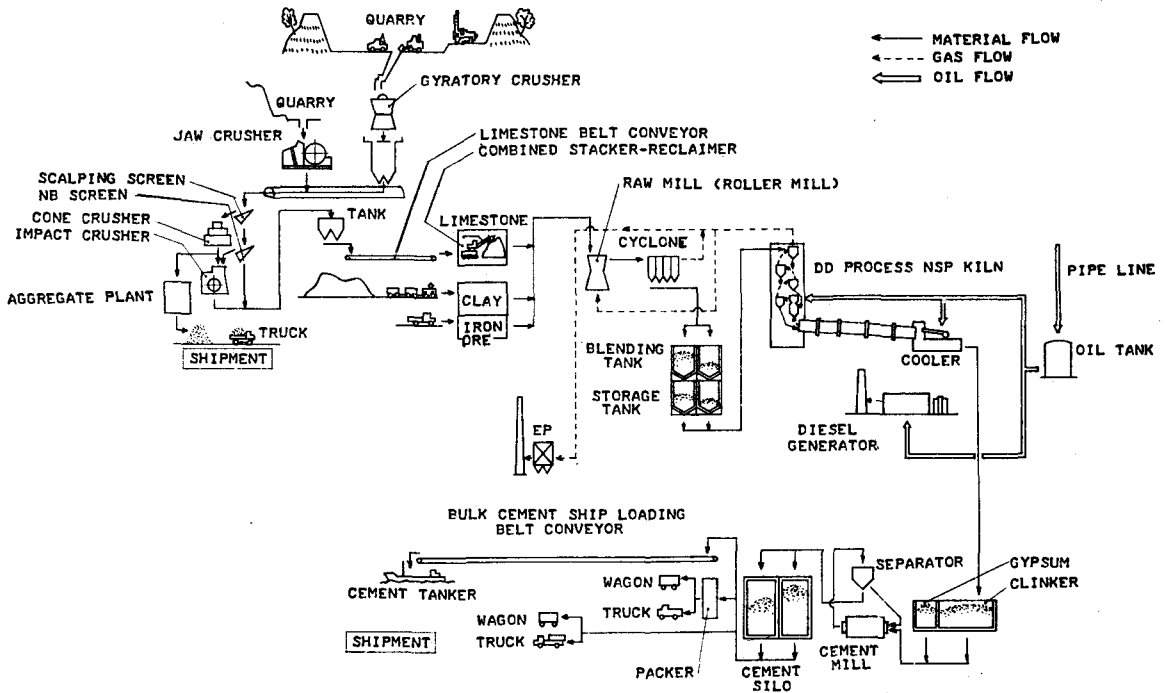
기존의 濕式大型키른을 豫備煨燒方式 키른으로 轉換할 때 日本시멘트(株)와 Kobe Steel의 공동연구에 의해 개발된 DD 프로세스가 도입되었으며 일련의 계속적인 연구에서 副原料와 시멘트用 밀의 건설, 石灰石鑛山의 개발, 크링카 冷却器 및 다른 관련된 裝置들의 容量增大에 관한 연구가 수행되었다. 이러한 裝置들의 스펙은〈表-1〉과 같다. 이 새로운 라인의 레이아웃은〈그림-1〉, 플로우 다이어그램은〈그림-2〉와 같다.

물론 기존 키른의 轉換時 制限性도 없지는 않지만 새로운 라인의 레이아웃과 操業順序는 正常的인 操業을 확인하고 에너지와 勞動力의 節約, 公害防止등을 위해 가능한 한 단순하게 디자인 되었다. 이 계속적인 연구의 計劃과 디자인, 裝置의 選擇, 土木工事, 電氣 및 다른 부수적인 作業, 계약의 관리 등은 日本시멘트(株)가 독자적으로 수행하였다.



- ① 石灰石 野積場 ② EP ③ 原料用 밀 ④ 混合 또는 貯藏用 탱크 ⑤ NSP ⑥ 로터리 키른 ⑦ 크링카 사이로  
 ⑧ 시멘트 밀 ⑨ 시멘트 사이로 ⑩ 中央制御室 ⑪ 電力供給 ⑫ 粘土 野積場 ⑬ 벌크 시멘트 ⑭ 船積 ⑮ 石灰石 벨트 컨베이어

<그림-1> Kamiiso 플랜트의 레이아웃



<그림-2> 새로운 生産라인의 플로우 다이어그램

주요 장치의 스펙

<表-1>

分野	主要裝置	施設內譯	製作者
鑛山	Gyratory Crusher	Type: 60-89GY, Motor power: 350kW Capacity, 1,750 t/h	KSL
	Mining Belt Conveyor	Size: 1.6mW x 685mL, Capacity: 2,800 t/h Size: 1.6mW x 189mL, Capacity: 2,800 t/h	Nihon Conveyor
	Hydrocone Crusher	Type: 1784, Motor power: 350 kW, Capacity: 1080 t/h	KSL
	Impact Crusher	Type: NIC-13V, Motor power: 500 kW Capacity: 500 t/h	NCC
	Transporting Belt Conveyor	Size: 1.05 mW x 6168 mL Capacity: 2,000 t/h	Nihon Conveyor
原料製造	Stacker-Reclaimer (Limestone)	Stacking: 2,000 t/h, Reclaiming: 1000 t/h Yard: 90 mW x 127 mL, Storage cap.: 30,000 t	Hakodate Dock Yard
	Vertical Roller Mill	Type: MPS 4850/3000, Capacity: 260 t/h Motor power: 2,700 kW (Mill), 2,700 kW (Fan)	F.L. Smidth (Japan) (KSL)
	Homogenization & Storage	Blending silo: 4-10 mφ Storage silo: 4-10 mφ, total cap.: 7,500 t	NCC
豫熱과 燃燒의 制御	Preheater	Structure: 20 mW x 15mL x 64 mW Type: Four stages cyclone type with DD furnace	KSL
	Rotary Kiln	Size: 4.55 mφ x 76.7 mL x 35/1,000 Capacity: 150 t-cl/h, motor power 2-200 kW	Modified by NCC
	Clinker Cooler	Type: Fuller 1230/1460, (equipped with recupe air duct)	Babcock Hitachi
除塵	Kiln Exhaust	Type: EP, Exit dust: 0.05 g/Nm <sup>3</sup> Gas volume: 15,000 m <sup>3</sup> /min at 120°C	NCC
	Cooler Exhaust	Type: Multiclone & Gravel bed filter Gas volume: 3000 m <sup>3</sup> /min at 250°C	NCC
시멘트生産	Clinker Silo	Size: 1-22 mφ Capacity: 10,000 t	NCC
	Cement Mill	Type: 15 x 43 (4.6 mφ x 13.1 mL) Compeb mill Capacity: 100 t/h, Motor power: 4000 kW	KSL
	Cement Silo	Size: 1-25 mφ Capacity: 20,000 t	NCC
프로세스	Central Control Room	Process computer control by ASCOM system	NCC

註: NCC = 日本시멘트, KSL = Kobe Steel,  
KL = Gebr. Pfeiffer (AG의 特許使用許可로 F.L. Smidth가 製作).

2. 原料의 採鑛과 輸送

採鑛이 끝난 鑛山의 부근에 새로운 鑛山의 개발이 1976년 7월 시작되어 1978년 10월에 끝났는데 이 새로운 鑛山의 확인된 採鑛能力은 한일에 50만톤이나 輸送能力은 앞으로의 확장에 대비하여 100만톤으로 늘렸다.

이 개발계획의 특성은 다음과 같다.

1) <그림-3>과 같이 하루 1,750톤 능력의 350kw 大型 gyratory crusher를 主粉砕機로, hydrocone crusher를 第2粉砕機로 설치하고 여기서 粉砕된 石灰石을 시멘트 플랜트와 輕量骨材 또는 製鐵工業의 原料로 供給한다.

2) 石灰石은 벤치커팅방식으로 採鑛된다. 즉 海拔 480미터의 山을 정상에서 밑부분까지 한

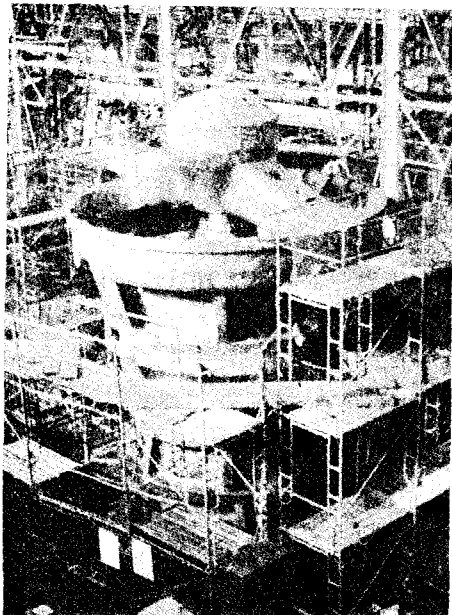
번에 10 미터씩 나누어 캐낸다.

3) 主粉碎機는 鑛山內 310 미터의 높이에 설치하고 石灰石은 벤치의 중앙에 설치된 깊이 140 미터, 직경 6 미터의 豎坑을 통하여 供給된다. 이러한 설치로서 운반용 덤프트럭의 數를 줄일 수 있으며 積雪量이 많고 氣溫이 영하 20℃까지 떨어지는 겨울에도 7시부터 23시까지 2교대 근무가 확실하게 된다.

4) 粗粉碎된 石灰石은 2개의 stacker reclaimer가 설치된 플랜트의 屋內까지 6.2킬로미터의 벨트컨베이어로 輸送된다. 粘土는 플랜트에서 4킬로미터 떨어진 鑛山으로부터 鐵道輸送되며 含鐵物質은 트럭으로 輸送되고 이 두가지 모두 天井크레인을 통해 屋內로 運搬, 저장된다. 이 屋內貯藏所는 옛날 濕式키른의 原料를 貯藏하였던 곳이다.

### 3. 粉碎와 乾燥

이 새로운 라인에 설치된 粉碎機는 Pfeiffer roller mill인 MPS 4,850/3,000 (<그림-4>)로서 日本에서는 최초의 Pfeiffer 粉碎機이며 세계적으로 가장 큰 것이다. 이 粉碎機를 選擇한 이유는 다음과 같다.



<그림 3> Gyratory crusher

1) 物質試驗의 결과 적은 磨耗와 垂直粉碎機의 적합성이 인정되었다.

2) 로터리 乾燥機를 사용하지 않고도 含水量이 10%인 物質의 동시 粉碎와 乾燥가 가능하기 때문에 建設費가 적다.

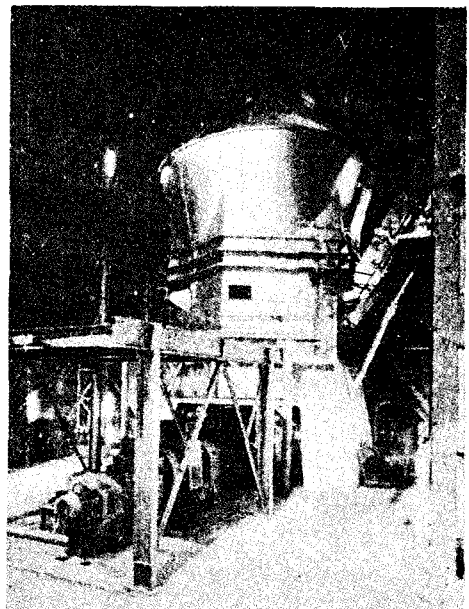
3) 動力 消費量이 적다.

이 粉碎機의 製造社가 보장한 容量은 시간당 乾燥狀態를 기준으로 260톤인데 이것은 操業開始부터 만족하게 수행되었으며 이 粉碎能力은 <그림-5>와 같이 粉碎機 로울러의 引張壓力에 따라 달라지게 돼 있어 키른의 生産量에 따라서 알맞는 引張壓力을 設定함으로써 粉碎機의 生産量을 制御할 수 있다.

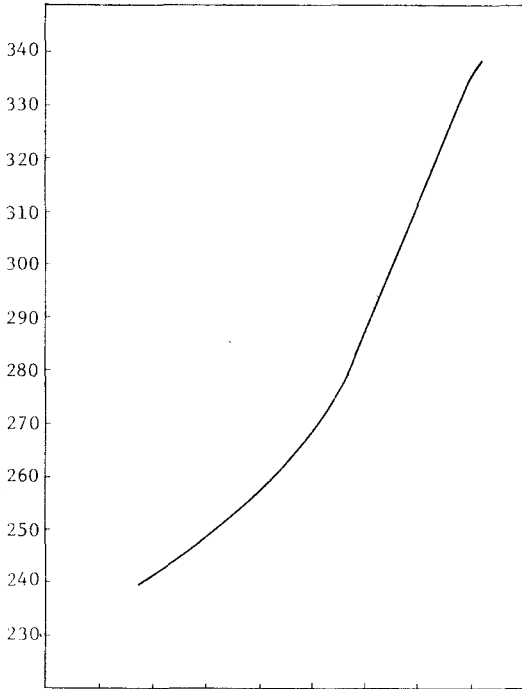
또 原料乾燥用 熱源으로서 모든 키른의 排ガス과 冷却器 排ガスの 절반에 해당하는 補充ガ스를 粉碎機로 供給하며 다른 보조 燃料은 사용하지 않는다. 특별하게 디자인된 大容量 reducer를 포함한 모든 附屬機械는 만족스럽게 操業되었으며 粉碎機의 入口와 싸이크론 分離器 사이의 壓力損失은 약 600 mm w.g. 이다.

### 4. DD프로세스에서의 豫熱과 燃燒

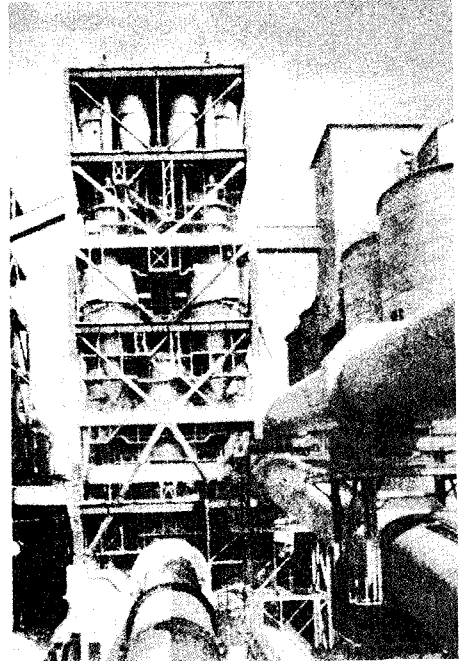
DD프로세스의 개발은 시간당 1톤 규모의 모



<그림 4> Pfeiffer roller mill



〈그림-5〉 MPS 4,850/3,000의 引張壓力에 따르는 容量



〈그림-6〉 DD 프로세스의 外觀

델 試驗으로 시작되었고 Kobe Steel 과 공동으로 日産 3,600 톤의 기존 서스펜션 冷却機와 병행하여 日産 500 톤 규모의 DD 爐가 설치된 半工業的 規模의 라인을 건설하였다. 이 일년 이상의 試驗과 操業의 성공적인 결과를 기초로 하여 Kamiiso 플랜트 가운데 日産 3,600 톤 규모의 키른에 DD 프로세스를 사용키로 결정하였다. 이때 크기가 5.0 m/4.55 m/5.0 m (直徑)×180 m (길이)인 濕式大型키른(日産 1,680 톤)이 4.55 m (直徑)×76.7 m (길이)의 키른으로 轉換되었으며 傾斜는 2.5%에서 3.5%로 증가하였다.

冷却器는 기존의 모델 1,460 그레이트型 冷却器의 高温部分에 모델 1,230 그레이트型 冷却器로 補強하였다.

이 일체의 代替建設은 1978 年 4 월에 시작, 1979 年 5 월에 완료되었는데 DD 프로세스 豫熱器와 키른 일부분의 外觀은 〈그림-6〉과 같다.

### 1) 日産 3,600 톤 DD 프로세스의 概要

〈그림-6〉의 外觀에서 오른편 위쪽의 duct

는 原料의 乾燥를 위한 뜨거운 空氣用 duct이며 아래쪽은 DD 爐의 2次空氣用 duct이다.

DD 프로세스는 2系列의 4段 싸이크론을 組合한 서스펜션 豫熱器와 DD 爐, 로터리 키른, 크링카 冷却器, 冷却器에서 DD 爐로 供給되는 2次空氣 duct 각각 하나씩으로 구성되어 있는데 이의 物質 플로우와 操業 데이터는 〈그림-7〉과 같다.

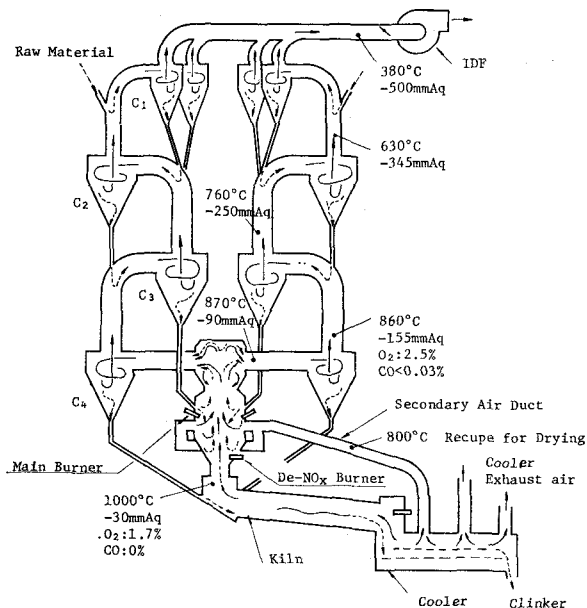
DD 프로세스는 4段 싸이크론과 로터리 키른 中間에 配置되어 있는 豫備煨燒爐인 DD 爐가 특색이며 이 DD 爐는 그 技能面에서 4개의 部分으로 나뉘어진다(〈그림-8〉 참조).

#### ① 還元部分(Zone I)

DD 爐 아래쪽 逆圓錐 모양의 부분으로서 중요한 기능은 키른 排가스 중의  $NO_x$  를 還元하는 것이다.

#### ② 燃料分解 및 燃燒部分(Zone II)

DD 爐 中央下部의 圓筒 모양의 높은 酸素霧 圍氣 부분으로서 供給된 燃料을 氣化分解 및 部



〈그림-7〉 DD 프로세스의 物質 플로우와 操業 데이터

分燃燒시키는 것이 주요 기능이다.

### ③ 主燃燒部分 (Zone III)

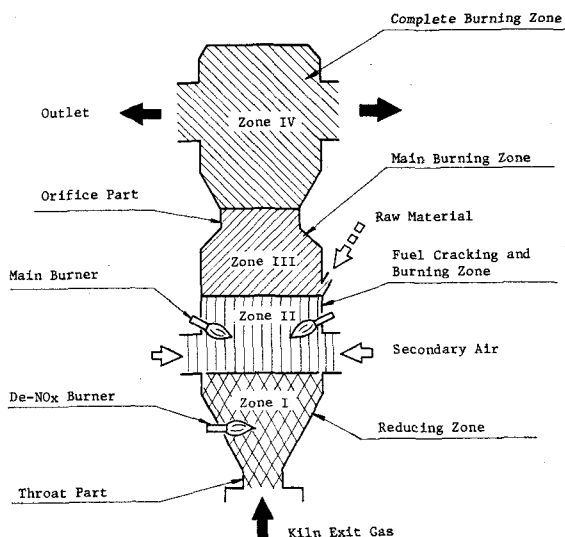
爐 中央의 오리피스까지의 部分으로서 燃料油의 完全燃燒와 發生한 熱을 시멘트 原料로 전달하는 기능을 가진다.

### ④ 完全燃燒部分 (Zone IV)

오리피스 위쪽의 圓筒 모양의 部分으로서 주요 기능은 남은 燃料 氣를 完全燃燒시키고 시멘트 原料의 脫炭酸反應을 進行시키는 것이다.

DD 爐 아래쪽 throat 는 큰의 原料供給部 하우싱에 直接 연결되어 있으며 throat 를 통하여 흐르는 큰 排가스는 DD 爐內에서 原料를 濃雲 모양의 噴出層으로 만든다. 이때 throat 를 통한 큰 排가스의 速度는 原料가 큰으로 落下하지 않는 30~40 m/sec 로 選定된다. 還元部分 (Zone I)의 壁面에는 여러개의 脫窒 버너 (De-NO<sub>x</sub> burner)가 設置되어 있는데 이에 消費되는 燃料油는 DD 프로세스 全燃料油의 10%에 달하며 DD 爐의 필요 燃料油중 15%를 占하고 있다.

冷却器로부터 供給되는 高温의 2次空氣는 燃



〈그림-8〉 DD 爐의 Zone 과 技能

料分解·燃燒部分 (Zone II)에 對稱으로 設置된 닥트에 의하여 供給된다. 1~2次의 空氣 體積은 각각의 닥트에서 일정하게 되도록 副流量制 御 閥퍼에 의하여 또 全空氣量은 DD 프로세스의 條件에 따라서 主制御 閥퍼에 의하여 制御되며 2개의 主버너가 각각 이 2次空氣의 入口 위쪽에 設置되어 있어 풍부한 酸素와 함께 Zone II로 供給된 燃料는 爐內의 渦流 속에서 즉시 分解·蒸發 燃燒된다. 이때 發生한 熱은 곧 濃雲狀의 原料에 傳達되어 煨燒를 신속하게 進行시킨다. 이와 같은 이유로 DD 爐에서의 熱交 換能力은 매우 높다고 하겠다.

Zone III과 IV의 사이에 設置된 오리피스는 空氣의 流速을 圓筒型 部分보다 빠르게 만들도록 디자인된 것으로 오리피스를 지나는 空氣를 爐의 天井에 충돌시키고 그곳에서 反轉시켜 圓筒 壁 부근에서 밑으로 흐르게 함으로써 空氣의 混 合과 攪拌을 촉진시켜 燃燒와 熱交換을 완전하 게 만든다.

DD 爐 아래쪽에 설치된 2개의 2次空氣 供給 닥트와 뒷쪽에 설치된 2개의 가스 排出 닥트는 爐軸에 대하여 接線方向으로 되어 있어 導入 또는 排出되는 가스에 의한 가스의 소용 돌이를 막아 훌륭한 噴出層을 이루는데 도움을 주고 있다. 따라서 爐에 의한 壓力損失을 적게

하면서도 原料의 긴 滯在時間, 높은 熱交換性을 얻을 수 있다.

## 2) DD 프로세스의 操業과 操業 데이터

### ① 操業

DD 프로세스의 正常的인 操業은 다음의 몇가지 操業變數를 制御하고 유지함으로써 쉽게 성취할 수 있다.

가) DD 爐의 排가스 溫度를 870~880°C 사이에서 制御함으로써 키른으로 供給되는 原料의 煖燒率을 약 90%로 높게 유지한다.

나) 4 번째 단계의 싸이크론 排가스중 CO 含量을 0.05%보다 낮게 유지한다.

이들은 原料와 燃料의 量을 조정해 주고 誘引通風機의 回轉速度를 변화시켜 豫熱器 排가스의 體積을 조절해 줌으로써 이루어질 수 있다 또 키른의 稼動開始도 용이하며 짧은 시간안에 正常操業에 도달할 수 있다.

### ③ 操業 데이터

稼動開始後 5 일째의 크링카 生産量은 Kam-iiso plant의 生産計劃에 따라 하루 3,600톤에 달하였으며 3個月후엔 하루 3,800톤 이상을 生産하게 되었다. DD 爐의 燃燒性能과 脫窒 버너의 효과는 기대하였던 디자인값을 얻을 수 있었다. 日産 3,960톤의 크링카를 生産할 때 操業 데이터는 다음과 같다.

가) 重油原單位는 79.6 l/t-clinker로 적고 消費熱量은 약 735 kcal/kg-clinker이다. 이때 DD 爐와 키른에서의 燃料消費量의 比는 59:41이었다.

나) DD 爐에서의 燃燒는 대단히 양호하여 네 번째 단계의 싸이크론 排가스의 O<sub>2</sub> 含量은 약 2.5%이며 CO 含量은 0~0.03%이다.

다) 4 번째 단계의 싸이크론 排가스의 溫度는 860°C이며 키른으로 供給되는 原料의 煖燒率은 840°C에서 88~90%이다.

라) <表-2>와 같이 脫窒 버너를 사용하는 경우에도 크링카의 生産量을 줄이거나 燃料消費量을 증가시키지 않고 NO<sub>x</sub>의 量을 줄일 수 있으며 <그림-7>의 경우 熱收支는 <表-3>

DD 프로세스의 主要操業 데이터

<表-2>

항 목	單位	主 버너만 사용시	脫窒 버너 동시사용
크링카 生産량	t/h	165	165
燃料消費量	k l/h	13.1	13.1
比燃料消費量			
全量	l/t-cl	79.6(100%)	79.6(100%)
키른	l/t-cl	32.6(41%)	32.6(41%)
DD 爐(主 버너)	l/t-cl	47.0(59%)	39.0(49%)
DD 爐(脫窒 버너)	l/t-cl	-	8.0(10%)
比熱消費量	kcal/kg-cl	734.5	734.5
키른 排가스의 組成			
O <sub>2</sub>	%	1.6	1.7
CO	%	0.0	0.0
NO <sub>x</sub>	ppm	564	499
네 번째 단계 싸이크론 排가스組成			
O <sub>2</sub>	%	2.4	2.5
CO	%	0.0	0.0
NO <sub>x</sub>	ppm	195	110
가스溫度			
豫熱器 排가스	°C	380	382
冷却器 排가스	°C	187	176
冷却器로부터 原料 밀로 供給되는 가스	°C	280	297
키른 回轉速度	r pm	3.0	3.0

과 같다.

### ③ DD 爐의 燃燒特性

<그림-9(a)>는 主 버너만 作動하는 경우, (b)는 脫窒 버너까지 作動하는 경우의 DD 爐內的 溫度分布를 나타낸다.

가) 900°C의 最高溫度는 Zone III의 중앙부에서 발생할 수 있으나 原料의 分布와 混合 그리고 원활한 熱傳達에 따라 예상외의 高溫部(hot spot) 현상은 일어나지 않으며 DD 爐內的 溫度分布는 매우 均一하다고 할 수 있다. 특히 Zone IV에서는 거의 均一하다.

나) 脫窒 버너를 作動시킬 때 Zone I의 頂부분 溫度는 약간 높으나 Zone IV에서의 溫度分布는 거의 변화가 없다.

다) DD 爐의 側壁 溫度는 下降 原料가 스크린을 형성하기 때문에 800~860°C로 유지되는 때 이 때문에 壁에 대한 原料의 코팅은 거의

〈表-3〉 〈그림-7〉의 경우와 같이 操業될 때 熱収支

항 목	kcal / kg-cl	%
燃料油의 燃燒熱	734.5	95.8
키론에서	301.0	39.3
DD爐에서	433.5	56.5
燃料油의 顯熱	2.9	0.4
原料의 顯熱	17.5	2.3
一次空氣의 顯熱	0.4	0.1
冷却空氣의 顯熱	10.9	1.4
全 量	766.2	100.0
理論的인 크링카 燒結熱	420.5	54.9
크링카의 顯熱	18.9	2.5
原料用 高温가스의 顯熱	66.0	8.6
冷却器 排가스의 顯熱	20.9	2.7
豫熱器 排가스의 顯熱	179.8	23.5
豫熱器와 冷却器로부터 排出되는 粉塵의 顯熱	11.2	1.4
熱損失	48.9	6.4
全 量	766.2	100.0

註: 熱収支는 常溫을 기초로 한 것임.

일어나지 않는다.

라) gas chromatography에 의한 가스 分析에 의하여 관찰된 것을 보면 燃料의 90%는 Zone III에서 燃燒되며 나머지 10%는 오리피스를 통과한 Zone IV에서 燃燒된다. 이처럼 우수한 燃燒特性 때문에 사이크론에서 未燃燒 gas로 인하여 발생하는 後氣燃燒를 없애 사이크론의 閉塞을 막을 수 있다.

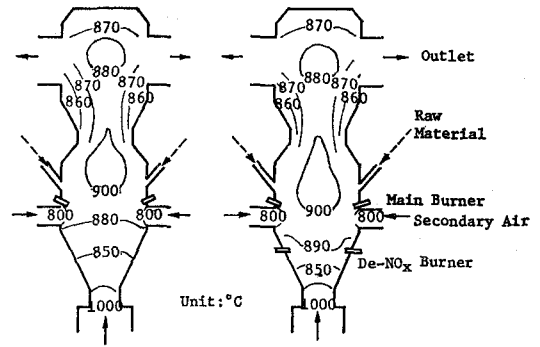
마) throat 부분을 통한 原料物質의 落下가 없으며 Zone I의 윗부분에서 濃雲모양의 原料噴出層이 형성되기 때문에 키론 排가스의 溫度는 급속히 떨어지고 原料의 煨燒反應은 促進된다.

#### ④ DD爐에서의 脫窒特性

脫窒 버너를 사용하였을 때와 사용하지 않을 때의 NO<sub>x</sub> 가스 濃度(酸素濃度 10% 換算值)分布의 변화는 〈그림-10〉과 같으며 각각의 경우 DD爐內的 CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 등 還元性 가스의 濃度變化 分布는 〈그림-11〉과 같다.

脫窒特性을 간단히 설명하면 다음과 같다.

가) 主버너만 作動될 경우에도 4번째 단계 싸



(a) 主버너만 사용한 경우  
(b) 脫窒버너를 함께 사용한 경우

〈그림-9〉 DD爐內的 溫度分布

이크론 排가스의 NO<sub>x</sub> 濃度는 190 ppm 으로서 이것은 2)의 ③에서 설명한 것과 같이 DD爐內的 低温燃燒에 의한 NO<sub>x</sub>의 생성도 없을 뿐만 아니라 키론 排가스 중의 일부 NO<sub>x</sub>도 還元된다는 것을 의미한다.

나) 主버너와 脫窒 버너가 동시에 作動될 때에는 키론 排가스의 NO<sub>x</sub>가 더 활발히 還元되어 4번째 단계의 싸이크론 排가스 NO<sub>x</sub> 濃度는 110 ppm 이 되며 이것은 키론 排가스의 40%가 還元된 것이다.

다) 이것으로서 主버너만을 사용하는 경우에 NO<sub>x</sub>의 還元은 DD爐의 Zone II에서 일어나며 脫窒 버너도 함께 사용하는 경우는 Zone I에서 일어난다는 것을 알 수 있다.

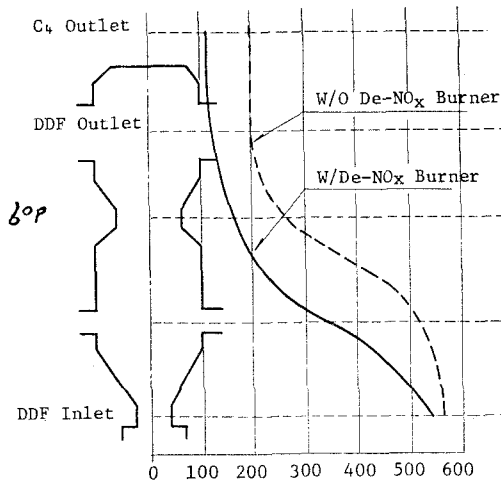
脫窒 버너를 사용하는 경우 Zone I에서의 H<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub> 등 높은 濃度の 還元性 가스에 의하여 環元이 促進되며 NO<sub>x</sub>는 分解돼 無害性인 N<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O 및 CO<sub>2</sub>로 되는데 이때 原料중의 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>나 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 觸媒作用을 한다.

#### ⑤ DD 프로세스의 壓力損失

日産 3,600톤 DD프로세스는 動力消費量을 줄이도록 디자인된 것이다. 〈그림-7〉과 같이 처음 단계 싸이크론에서의 靜壓은 500mm w.g.이며 throat 를 포함한 全 DD爐의 壓力損失은 60 mm w.g.로서 처음 예상했던 것과 같이 매우 낮은 값이다.

이것은 DD爐의 단순한 構造와 모양 그리고 좋은 燃燒特性과 爐內에 水平方向의 旋回流가





〈그림-10〉 DD爐에서 NO<sub>x</sub> 濃度의 變化

없기 때문이다.

### 3) DD 프로세스의 발달

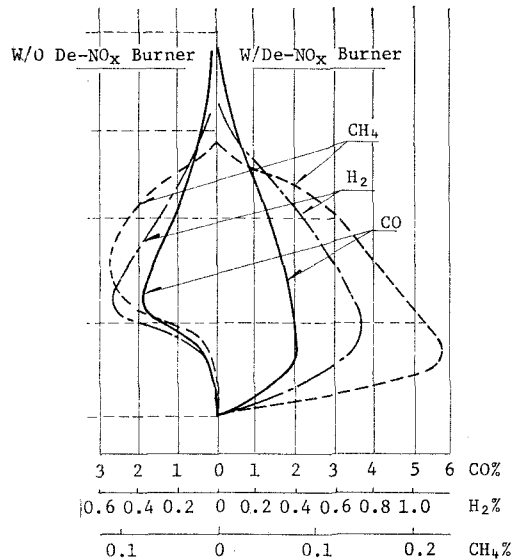
이와 같은 DD 프로세스의 성공적인 操業결과로 石炭燃焼式 日産 3,600 톤의 NSP 키른이 건설 중에 있다. 이 NSP 키른은 5 개의 싸이크론이 장치된 낮은 壓力損失型으로 石炭을 사용하여 더 많은 에너지 節約과 完全한 煏燒가 예상된다. 이 石炭燃焼 시스템의 성공 가능성은 완전히 微粉炭만을 사용하는 Saeki 플랜트의 日産 500 톤 규모의 半工業的 DD 프로세스에서 입증되고 있다.

### 5. 키른과 冷却器 排가스의 集塵裝置

濕式 키른의 冷却器 排가스用 기존 그라벨層 濾過裝置를 冷却器 排가스 除塵用으로 再使用한다. 키른 排가스의 除塵用으로 濕式 키른用 기존 6,000 m<sup>3</sup>/min의 集塵器와 함께 9,000 m<sup>3</sup>/min의 電氣集塵器가 부수적으로 설치돼 있다.

### 6. 最終粉碎와 船積

키른의 生産能力이 증가함에 따라 새로운



〈그림-11〉 DD爐內的 環元性 가스의 濃度變化

4,000 kw 밀과 20,000 톤 시멘트 싸일로가 부가적으로 건설되었다. 또 동시에 증가하는 船積量은 하루에 3척의 선박으로 처리할 수 있지만 보통은 2척으로도 충분하다. 船積量의 증가로 여분의 벨트 컨베이어가 필요할 때 시간당 1,200 - 1,500 톤 처리할 수 있는 것을 건설하기 위한 空間도 준비되어 있는데 이는 플랜트에서 부두까지 연결되어 있는 기존의 시간당 1,500 톤 컨베이어 옆에 설치할 수 있도록 하였다.

### 7. 컴퓨터를 이용한 프로세스 制御

原料를 供給하는 곳으로부터 시멘트의 船積까지 모든 플랜트의 操業은 일본시멘트(株)가 1970년에 개발한 ASCOM 컴퓨터 制御 시스템이 설치되어 있는 中央制御室에서 制御된다. 이 시스템은 시멘트 生産프로세스의 거의 모든 주요 부분을 포함하여 장기간에 걸친 正常操業, 生産費 감소, 制御技術 改善 등의 임무를 수행한다.

(ZEMENT-KALK-GIPS, 1980. 7.)