

N-MFC 시스템

波多野宏文

〈三菱礦業시멘트(株)〉

金泰男(譯)

〈星信洋灰工業(株) 企劃部 次長〉

◇…… 譯者註: 이 글은 第39回 日本시멘트 製造技術 심포지엄에서 發表되었던 論文으로 「Energy……◇
◇…… Saving 을 위한 施設改造結果」에 관한 것이다. ……◇

I. 序 言

시멘트業界에서는 oil shock 以後 原價比重이 큰 油類燃料을 石炭으로 轉換하였으며, 現在까지도 에너지 절감을 위한 努力은 계속되고 있다.

三菱礦業시멘트(株)에서는 이러한 엄격한 상황에 대처키 위해서 燃料과 電力消費를 낮출 수 있는 低壓損, 高效率의 5段SP(M-SP)와 操業을 더욱 安定시킬 수 있는 MFC(N-MFC)를 組合한 N-MFC system을 開發하였다.

N-MFC system의 性能을 確認하고자 1963년도에 設置된 東谷工場의 1號 SP-kiln을 改造 運轉하였으며, 同 kiln은 1981년 4월에 N-MFC로 改造工事を 着工하여 同年 11월부터 가동, 現在까지 順조롭게 運轉되고 있다. 다음은 그 結果에 대한 報告이다.

II. 設備概要

主要設備의 內譯은 <表-1>과 같다.

이 改造에선 suspension preheater의 steel structure와 rotary kiln, clinker cooler, kiln用 石炭 燃燒設備 등은 除外되었다. 따라서 preheater에 比較하여 kiln은 크고 cooler는 작은 형태가 되어버렸다.

III. system의 특징

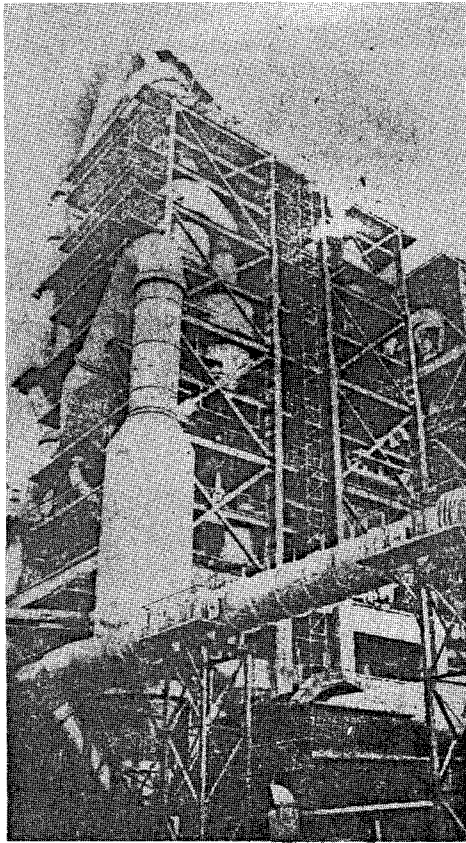
1. system의 flow

N-MFC system flow를 <그림-3>에 表示하였다. 本 system에 관한 flow의 특징은 첫째, 높은 熱效率을 갖고 있으며, cyclone을 5段化하여 最下段 cyclone에서는 2回 熱交換하도록 되어 있다. 둘째, suspension preheater 下部에 連通管을 設置하여 preheater의 K-line과 C-line間에 gas 通過量의 均衡을 유지하도록 하였다.

이 system은 kiln 排gas가 通過하는 K-line과 MFC 排gas가 通過하는 C-line의 2系列로 구성되어 있다.

<表-1> kiln 主要設備

設備名	規 格	規 格
rotary kiln	直徑(m)×길이(m)	4.14×63.0
No.1 cyclone	直徑(m)	4.8
No.2 cyclone	"	4.2
No.3 cyclone	"	4.0
No.4 cyclone	"	3.6
No.5 cyclone	"	3.5
N-MFC	直徑(下部×上部)(m)	1.7×4.2
cooler	폭(m)×길이(m)	3.0×15.6
SP-IDF	風量(m ³ /min)×風壓(mm Aq)	5,000×750

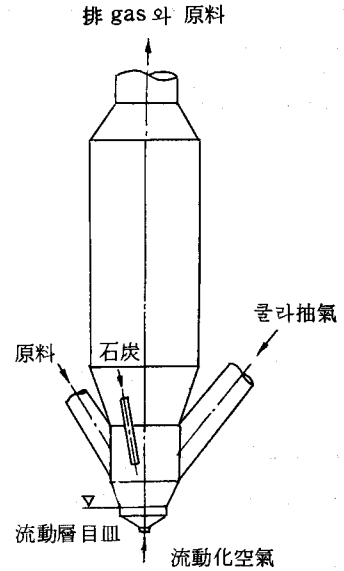


< 사진 - 1 > 東谷工場の No.1 Preheater

一般的으로 NSP에서는 calcinator 쪽의 燃料比率이 높아 CO₂ gas 發生도 많다. 따라서 C-line의 gas 量은 K-line 보다 gas 量이 많은 傾向이 있어 SP 下部에 連通管을 設置하여 兩line의 gas 量과 draft의 均衡을 이루도록 하였다. 또한 連通管을 通過한 gas 量은 均衡이 유지되므로 K-line 과 C-line의 cyclone 및 duct는 同一크기로 設計되었고 cyclone 을 5段化하여 기존 鐵구조물에 設置하였다.

2. N-MFC

N-MFC의 개략구조는 <그림-1>에 表示, 종래의 MFC는 爐床面積이 크기 때문에 流動化空氣量이 많았으나, N-MFC에서는 流動層을 작게 設計함으로써 空氣比가 10에서 0.15로도 操業이 可能하여졌을 뿐만 아니라 특히 東谷工場에서는 石炭 粉碎 動力 節減을 위해 粗粒(co-



< 그림 - 1 > N-MFC

arse size)의 石炭을 calcinator 용 燃料로 使用하고 있다. (註: 粗粒炭 使用으로 石炭粉碎 所要 動力이 40 kw h/t-coal에서 15~20 kw h/t-coal로 감소, 粉碎方法: crusher 使用, 粉碎된 石炭의 粒度: 1mm 以下) 또한 流動層內의 風速을 2~3m/sec로 유지함으로써 石炭의 coking 現象도 防止된다.

燃燒 速度가 느린 石炭의 特性을 감안하여 calcinator의 內容積을 크게 設計해 流動層內에서 原料와 燃料의 平均 滯留 時間은 約 1分이 된다. 그러나 粒徑에 따라서는 빨리 飛散되는 石炭도 있다. 微細 粒子는 빨리 飛散되어도 문제점은 없으며 이 部分의 gas 流速은 4m/sec 前後가 된다. 또한 中間 粒子는 MFC 內部에서 순환하면서 燃燒가 계속된다.

2次 空氣로 cooler 抽氣를 MFC 下部에 導入함으로써 流動化 空氣의 壓力은 一定하게 유지되며, 壓力調整을 위한 別途의 制御 施設이 全然 必要없게 되어 操業 安全性이 특히 높다.

3. cyclone

cyclone 을 5段化하였다. cyclone에서의 壓損을 줄이기 위해 中間段 cyclone은 低壓損型 cyclone을 採用하였다. cyclone의 壓損은 주로 gas 선회의 지속이 原因이므로 특수 鐵판을 cy-

clone 內에 設置하여 집진효율 하락을 방지하고 壓力 損失을 낮추었다.

SP에서 熱效率 效果를 지배하는 最上段 cyclone 과 最下段 cyclone 은 집진효율이 높은 cyclone 을 採用하였으며 특히 最下段 cyclone 에서는 原料의 粘性이 높아 cone 部分에서의 原料 부착 및 再飛散으로 인한 coating 發生 방지를 위하여 급경사를 유지하는 double cone 型으로 設計하였다.

IV. 運轉 狀況

1. 操業 data 와 heat balance

1,800 t/d 操業時 data 는 <그림-3> 에, 熱收支는 <表-2> 에 表示되었다.

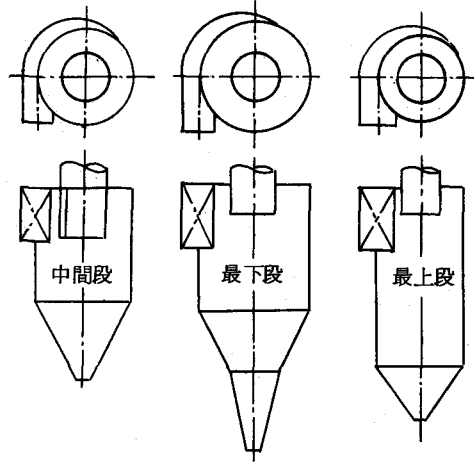
東谷工場에서는 原料중에 高爐 slag 를 使用하여 clinker 理論 燒成熱량이 380.0 kcal/kg-clinker 로 낮아졌으며 아울러 calcinator 에서의 燃料 投入率도 60% 정도가 되었다.

SP 排gas 溫度는 289°C가 되었으나 이 溫度는 炭質頁岩의 使用量에 따라 多少 變化한다.

東谷工場の 이 改造는 preheater 만을 主體로

하였으며 따라서 改造하지 않은 cooler 는 용량 부족으로 出熱이 많아졌다. 즉, clinker 顯熱 42.8 kcal/kg-clinker, cooler 排氣 顯熱 121.9 kcal/kg-clinker 로 이는 最近의 cooler 에 比較하여 상당히 높은 수준이다.

preheater 에서의 coating 附着은 alkali gas 가 없는 MFC에선 전연 없었으나 K-line 의 溫度가 높은 下部(Inlet chamber)에 약간 부착할

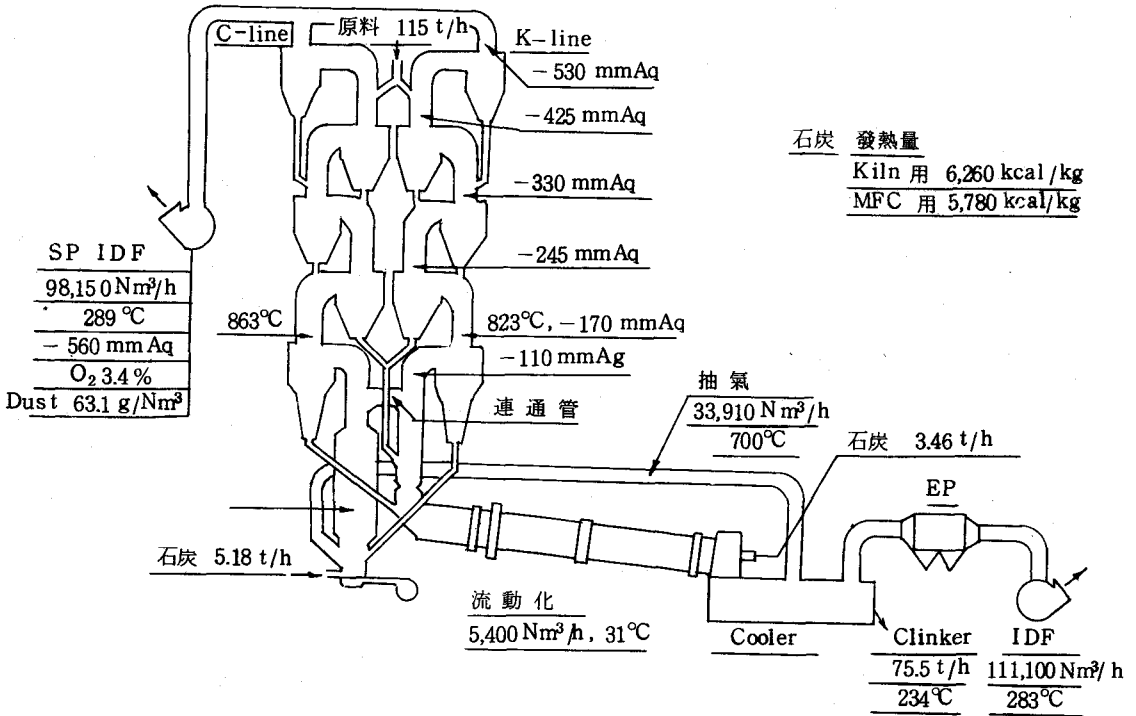


<그림-2> cyclone 形狀

kiln 의 熱收支

<表-2>

HEAT INPUT	
Combustion heat of fuel	683.4 kcal/kg - cli
Combustion heat of coal tail	30.0 "
Sensible heat of fuel	0.3 "
Sensible heat of raw meal	9.4 "
Sensible heat of primary air	1.4 "
Sensible heat of cooler cooling air	6.7 "
total	731.2 kcal/kg - cli
HEAT OUTPUT	
Theoretical heat of clinker burning	380.0 kcal/kg - cli
Sensible heat of cooler exhaust gas	121.9 "
Sensible heat of preheater exhaust gas	124.8 "
Sensible heat of clinker	42.8 "
Sensible heat of dust in the preheater exhaust gas	4.7 "
Radiation loss and others	57.0 "
total	731.2 kcal/kg - cli



〈그림-3〉 N-MFC flow 와 運轉狀況

정도였으며, No. 2 cyclone에서 Inlet chamber로 原料가 投入되는 頂부분에는 coating 發生이 全然 없었다.

2. MFC內 溫度分布와 gas 分析

MFC內 溫度와 gas 分析은 <그림-4>에 表

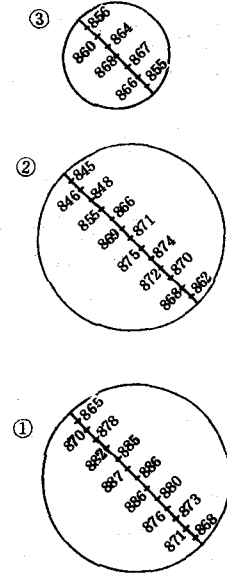
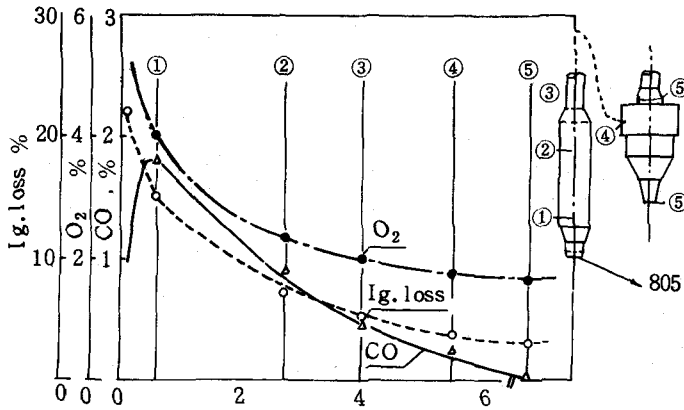
示하였다.

爐床의 流動層內 溫度는 MFC內로 流入되는 2次空氣와는 接觸되지 않기 때문에 投入 原料의 溫度로 나타나며 空筒部에 投入되는 石炭은 充分히 燃燒되어 原料와 石炭의 擴散과 混合이 잘 되므로 calcinator內 同一 단면상에서의 溫度 分布는 均一하다.

……「先進祖國」의 可能性을 확신하게 하는 우리 國民의 偉大性과 國民적 底力은 이미 입증되었으며, 문제는 그 偉大성과 力量을 어떻게 分散시키지 없이 단단하게 結集하는가에 달려 있는 것입니다.

지나온 세월과 마찬가지로 우리를 둘러싼 모든 與件이 이 한 해에도 결코 우리의 뜻대로만은 되지 않는다 하더라도 우리는 모두 강한 정신력과 냉철한 判斷력을 발휘하여 이에 毅然하게 대처해 나가야 하겠습니다.

〈全斗煥대통령 새해 國政演說(1983. 1. 18)에서〉



〈그림-4〉 MFC 内 gas 分析과 温度分布

dedusting efficiency and pressure loss of M-SP

〈表-3〉

	dedusting efficiency (%)		pressure loss of each stage (mm Aq)	
	M-SP	conventional SP	M-SP	conventional SP
No.5 cyclone	95	95	110	160
No.4 cyclone	93		90	
No.3 cyclone	90	85	90	160
No.2 cyclone	90	85	70	145
No.1 cyclone	90	83	80	85
total			440	550

原料의 firing ratio는 Ig. loss로 측정하였으며 calcination은 주로 MFC 内에서 일어났는데 일부는 No.1 cyclone 内에서도 진행되었다.

clone의 집진 효율은 약간 낮지만 壓力 損失이 大幅 下落되도록 設計하였다.

3. cyclone의 壓損과 集塵效率

cyclone 各段의 壓力 損失은 <表-3>에 表示하였다.

各段의 壓力 損失은 cyclone과 排出 duct에서 發生된 壓力 損失을 합한 수치이다. 中間段 cy-

V. 結 論

이 改造은 preheater를 主로 한 system flow, 新型 MFC와 低壓損型 cyclone 開發에 役 績을 두었으며 그 결과도 만족스럽다고 생각한다.

今後에는 熱收支面에서 큰 영향을 미치는 cooler 改造에 関하여 檢討하겠다. ♣♣