

Mammoth Dopol Kiln 의

運轉實績 및 問題點 檢討

朴 炳 哲

方 漢 佑

(雙龍洋灰株式會社 東海工場)

當社는 Suspension Preheater system 을 國內最初로 채택한바 있으며 (1964年 4月 稼動한 寧越의 Humfoldt kiln 크기 3.5mφ×50ml) 또 1968年 8月에는 東洋最大 Mammoth Dopol Kiln 를 稼動하였다. 이에 Suspension Preheater system 및 Mammoth Kiln 에 대하여 그 問題點 生産實績, 長短點, 效率等을 소개할 義務를 느낀바 있어 여기에 要旨만 간략하게 記述코자 한다. (筆者 註)

目 次

1. Mammoth Dopol Kiln 의 設備概要
2. 實績(生産량, 운전조건, Heat balance 집진기)
3. Suspension type 의 長短點
4. Mammoth Kiln 運轉上의 問題點

1. Mammoth Dopol Kiln 의 設備概要

1-1. Dopol-Kiln

當社 寧越—雙龍工場의 Humboldt type 의 Suspension Preheater 와 같이 4段 Cyclone 으로 있으나 二段, 四段이 병렬(Dopole)로 되어있고 三段에 Vortex-chamber 가 있는 點이 相異하다. 一段 Cyclone 의 入口에 供給된 原料가 浮遊受熱되면서 各 Cyclone 은 下降하고 800~810°C 로 豫熱되며 約 35~40% 가소狀態로 Kiln 으로 들어가는 點은 同一하다. 한편 Vortex chamber 는 2個部分으로 構成되어 있어 上部는 Simple shaft 下部는 Cyclone 으로 되어있어 上部에서는 低速으로 下降하는 原料와의 熱交換(豫熱)을 促進하는 機能을 갖고 있는 點이 特色이다.

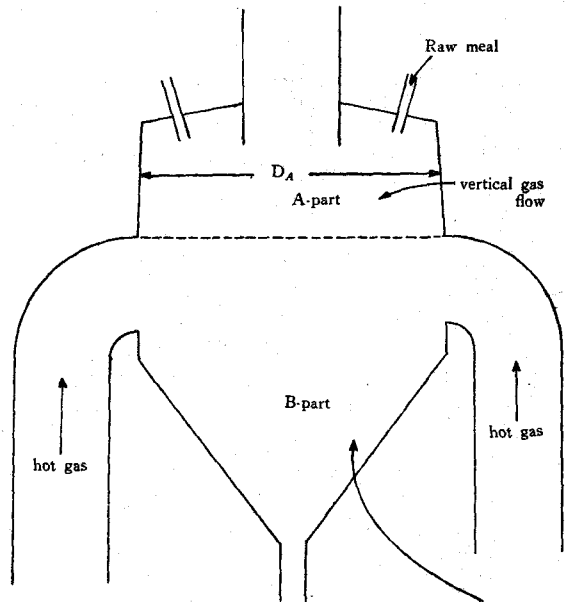


Fig. 1 Vortex chamber 의 機能圖 $D_A > D_{kiln}$
(그림설명) 原料가 荷重에 依하여 low speed 로 下降하므로 熱交換이 良好하다.

① Kiln

Size : 5.4—5.6mφ×95ml

生産能力 : 公稱 2550T/D

Motor : 300kw×720r.p.m.~240r.p.m.

傾斜 : 3%

kiln 回轉數 : 0.5~1.5r.p.m.

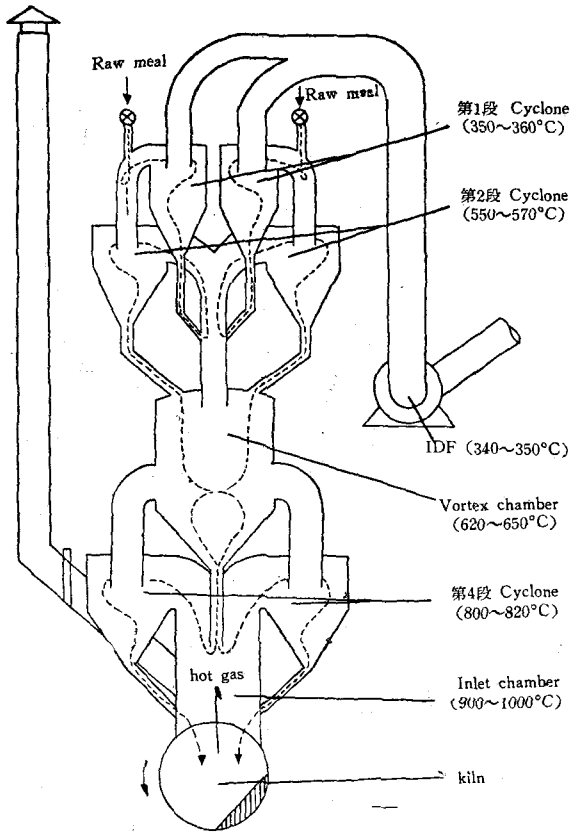


Fig. 2 Dopol preheater 系統圖

② Dopol Preheater

- i. No. 1 Cyclone : 4540 ϕ × 11, 355h × 2sets
- ii. No. 2 Cyclone : 5400 ϕ × 9, 360h × 2sets
- iii. No. 3 Cyclone (Vortex chamber) : 7, 700 ϕ 16, 876h × 1set.
- iv. No.4 Cyclone : 6, 050 ϕ × 10, 492h × 2sets
- v. Preheater 建物高 : 75m

③ Kiln I.D.F.

motor : 1800kw × 1, 200r.p.m. ~ 600r.p.m.
 容量 : 7, 000m³/min
 壓力 : 700mm Aq.
 溫度 : 350°C

④ burner

type : Pillard type (Pillard Patent N.F.K.)
 제작 國內 他 Cement maker 의 것과 같으나 mammoth kiln 을 爲하여 oil-line 과 Air-line 의 多小 差異한 點이 있다.

i Oil-line : 3line(各各 Axial, Radial Oil-line 이 있음)

ii Air-line : 中央流 : Nozzle Plate 및 Carbon 의 제거 및 연소속도 촉진역활

外流 : 直流 : Long Flame

內流 : 선회流 : Short Flame

iii Pump 容量 (3대)

a) 噴射壓力 : 35~40kg/cm²

b) Oil-溫度 : 110~120°C

⑤ Primary Air Fan

motor : 150kw × 1200r.p.m.

容量 : 750m³/min

壓力 : 900m/m Aq

1-2. Cooler

Fuller-Cooler #1470 Horizontal 型이며 三要素式 自動制御(P. I. D. Control) 裝置가 있다.

即 i. Kiln Hood 壓力 : Cooler 2室入口 damper 開發調整

ii. 1室 壓力 : Grate-speed 調整

iii. 2, 3 室差壓 : Cooler I. D. F. damper 開發調整

1-3. 其他

① Raw-mill : Double Rotator Mill

Size : 4m ϕ × 10, 820ml

motor : 2000kw × 1200r.p.m

steel-Ball: 116 Φ

容量 : 100T/H

② Blending Silo

Size : 14m ϕ × 21mh

容量 : 1700m³

Blower : 72m³/min × 1.5kg/cm² × 3sets

③ Cottrell

type : 三菱—Research Cottrell OPZEL Plate type

容量 : 4800Nm³/min

gas 溫度 : 120°C

入口 dust 負荷 : 60gr/Nm³

出口 dust 濃度 : 0.5 gr/Nm³

(wet gas base)

2. 運轉實績

2-1. 生産實績

期間：8月1日~8月31日 1個月間

號機：1號 kiln

運轉時間(Hrs)：707

運休時間(Hrs)：37

生産量(%)：82,549

操業度(%)：95

能力利用度(%)：104

能率(%)：110

Oil 使用量(原單位)：83.5l/t-cli(15°Cbase)

熱消耗量：770 kcal/kg-cli

2-2. 運轉條件

- 時間當原料投入量：195~205T/H
- 1次油壓(kg/cm²)：28~30
- 2次油壓(kg/cm²)：29~31
- 1次空氣壓力：1150m/mAq.
- inlet-chamber溫度：950~1050°C
- No 4 Cyclone溫度：800~820°C
- Vortex-chamber溫度：620~670°C
- No 2 Cyclone溫度：560~570°C
- No 1 Cyclone溫度：350°C 이하
- 排-gas溫度：350°C 이하
- Waste gas draft：-600m/m Aq.
- Cyclone 1, 2 diff. Pressure：-300m/m Aq.
- Vortex Chamber draft：-140m/m Aq.
- No 4 Cyclone draft：-100m/m Aq.
- Inlet chamber draft：-20m/m Aq.
- 2次空氣溫度：700~800°C
- O₂(%)：3~4%
- Cooler 1室壓力(m/m Aq)：260~270m/m Aq
- 2室：210~240m/m Aq

2-3. Heat-balance (1969. 7. 26 測定)

- ①基準溫度：20°C
- ②單位：kcal/kg-cli

No	item	input	output	순환열
①	重油의 燃燒熱	783.8		
②	重油의 顯熱	3.3		
③	燃料에서 의 入熱	787.1		
④	原料의 顯熱	23.3		
⑤	原料附着水分의 顯熱	0.3		
⑥	原料에서 의 入熱	23.6		
⑦	一次空氣顯熱	1.8		
⑧	H.P 空氣顯熱	1.3		
⑨	L.P 〃	22.6		
⑩	空氣의 入熱	25.7		
⑪	燒成에 要하는 理論熱量		406.6	
⑫	原料附着水分의 蒸發潛熱		1.8	
⑬	Preheater 排-gas 損失熱		178.3	
⑭	Clinker 에 依한 損失熱		16.4	
⑮	Cooler 排-gas 損失熱		147.4	
⑯	대류 복사 손실열		77.3	
⑰	其他損失熱		8.6	
⑱	순환열			156.6
⑲	計	836.4	836.4	156.6

測定조건：

- 원료공급량：190 t/hr
- 원료水分：0.18%
- 〃溫度：91.3°C
- 연료：9.4t/hr

2-4. Cottrell 性能試驗

(1968. . 測定)

區分 item	計劃值	計測結果	
		排煙狀態가 好良한 경우	
① 煙突內 流速(m/sec)			9.99
② gas 量 m ³ /min	6,360		6,520
(Nm ³ /min)	(4,470)		(4,460)
③ gas 溫度(°C)	115		126
④ gas 中の 水分(Vol%)	12.7		12.52
⑤ 入口含塵濃度(g/Nm ³)	70		
⑥ 出口含塵濃度 g/Nm ³			
(spray tower 및 Cottrell 停止의 경우)			
(spray tower 및 cottrell 運轉의 경우)	0.5		0.289以下
⑦ 集塵效率(%)			

上記 實績表에서 보면 公稱容量 2550T/D에 비해 3000T/D 運轉은 無難하며 現在 運轉條件을 測定 檢討하여 3200T/D 1次增産目標로 하여 技術檢討中이다. 이 增産을 爲하여 Heat-balance, Gas-balance 等 技術調査를 爲한 諸測定 器具를

導入하여 活用하고 있다.

한편 熱消耗量을 살펴보면 1968年度の 平均値는 830 kcal/kg-cli 이나 '69年에서는 月平均値가 790 kcal/kg-cli 이며 여기에다 Raw-mill에서 利用한 廢熱을 100 kcal/kg-cli 으로 보면 (V.D.Z Merklat 參照) 熱經濟面에서 현저한 성과를 보이고 있다.

3. Suspension type 의 問題點(장점)

3-1. 熱效率이 優秀하다.

suspension preheater 에서 800°C 까지 豫熱되어 40%程度가 Calcining 되어 熱消耗가 적은은 주지의 事實이다.

參考 mammoth suspension kiln 750~850 kcal/kg-cli

small size kiln 850kcal/kg-cli

3-2. Kiln 生産能力增加

① Preheater 에서 40% 程度가 Calcining 된다는 點 및 原料水分의 減少等으로 生産性이 增大한다.

即 Shell-Volume 當 生産量이 65~75kg/m³h 이다.

3-3. 運轉補修가 간단容易하다.

Preheater 가동부분이 없다는 點으로 自明하다.

3-4. 製品의 品質이 優秀하다.

Z. K. Gips 의 1964年 4 月度 Hoga 氏 論文에도 지적한 바와 같이 Suspension kiln 에서는 clinker 의 反應深度 및 크링카의 Porosity 等으로 品質의 우수성을 證明할수가 있다.

3-5. 原料와 Cyclone 積粉問題

Lepol-kiln 의 原料에서처럼 物理的性質인 粘性 等은 問題가 되지 않는 反面 Alkali 成分이 增加할 경우 Cyclone 이 막히는 경우가 있다. (Max/1.5%)

3-6. 原料成分供給量의 均一 (Blending)

Lepol-kiln 이나 Wet-system 에 비해 原料의 成分, 供給量의 均一性은 重要하다. 極端的인 例로써 燒成狀態가 不良했을 경우 原料 및 소성物의 Flushing 現象을 들수가 있다.

4. Mammoth Kiln 運轉上의 問題點

그간 Mammoth Kiln 을 運轉해 오면서 실제

로 體驗한 몇가지 어려운 問題點 에對해서만 論하기로 한다.

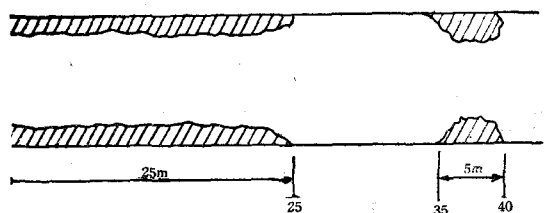
4-1. Coating

Coating 은 大型 Kiln 運轉에 있어서 가장 큰 問題點의 하나로 小型 Kiln 에서의 같이 過大한 Coating 이나 Ring 의 形成으로 combustion gas 의 흐름에 지장을 주기보다는 오히려 내화면와 에 더큰 影響을 미치고 있다.

一般的으로 Cement Rotary Kiln 에서의 coating 形成은 火焰, 原料成分, 原料供給量 및 供給速度, 燒成狀態等과 관련시켜 論議되고 있는데 특히 大型 Kiln 에서의 coating 은 原料成分에 대단히 민감하여 약간의 成分變化로도 coating 이 大量 落出하기도 하고 또 附着되기도 한다.

Burning zone 에서의 安定된 Sound coating 의 形成은 原料成分中の I.M. (Iron Modulus)과 밀접한 關係가 있는데 一般으로 우리가 標準으로 定하고 있는 I.M. 1.6~1.8 의 範圍를 넘어선다 거나 또는 그 變動이 심할때는 coating 脫落現象이 일어난다. 한편 小型 kiln 에 비해 大型 kiln 에서는 그 원주속도 및 機械的인 動壓과 遠心力의 作用이 크므로 上記의 coating 脫落現象은 더욱 심해지며 이때 一部 coating 이 떨어져면 그 coating 에 支持되어 있던 주변의 coating 마저 脫落되므로 일단 coating 이 落出되기 시작하면 그 量과 크기는 상당한 量에 달한다. 이러한 大量의 coating 落出은 clinker cooler 에서 冷却空氣 (Secondary air)의 流通에 지장을 주어 cooler 의 automatic control 을 혼란케 하므로 결국은 kiln 의 燒成狀態를 惡化시키고 만다. 그러나 무엇보다도 大量의 coating 落出에 의해 피해를 입는것은 耐火煉瓦라 하겠다.

大型 kiln 에서의 coating 形成狀態를 살펴보면 다음과 같다. (Fig.3)



(Fig.3 Mammoth Kiln 의 Coating 形成圖)

즉, (fig 3)에서의 같이 多少 原料成分이 均一

하다면 kiln 出口에서 約 25m 地點까지는 두께 約 200~250mm 의 Sound coating 이 形成되며 35m ~40m 사이에서는 두께 約 400~500mm 의 Ring 이 形成된다.

따라서 가장 문제시 되는 地點은 25m~35m 사이의 地點으로 이 部分에서는 coating 의 脫落 및 形成이 대단히 빈번하여 coating 이 脫落될때 마다 이미 clinker 成分의 침투로인하여 變質된 煉瓦層이 約 20~30mm 썩 coating 에 附着되어 떨어지므로 煉瓦壽命이 대단히 짧게 된다.

뿐만아니라 35~40m 地點의 Ring 形成物이 狀態變化에 의해 일부 脫落되면 그 덩어리자체가 상당히 크고 重量物이므로 kiln 회전에 따라 煉瓦表面에 심한 충격을 주게 된다. (사진1)은 키른 出口에서 30m 地點의 Mg-Cr 質 煉瓦가 coating



(사진1) Coating 의 충격에 의해 손상당한 내화연화.

의 충격에 의하여 損傷된것을 볼 수 있다.

따라서 安定된 coating 의 形成을 爲해서는 무엇보다도 原料成分의 均一性和 原料供給系統의 機械故障를 最大限으로 防止하므로서 均일한 原料供給이 必要하다.

4-2. 耐火煉瓦

cement 工場에서의 耐火煉瓦는 steel ball, 윤활유 등과 같이 主要副資材로 어느정도 使用후에는 반드시 交換을 해야 하므로 이는 生産活動 및 cost 面에서 가장 큰 比重을 차지하고 있다.

따라서 cement maker 에서는 耐火煉瓦의 壽命을 연장시키는 方法을 모색하는데 重點을 두어 오고 있다.

Rotary kiln 의 耐火煉瓦의 壽命은 一律적으로 斷定지을 수 없는데 그 理由는 煉瓦의 壽命이 몇 년간 持續되는 경우도 있고 몇 주일도 못걸리는 경우가 있기 때문이다. 이와같이 煉瓦의 壽命의 不規則의이고 그 差가 심한 要因으로는 다음과 같은 것을 들 수가 있다.

- (1) 耐火煉瓦의 材質
- (2) 적절한 煉瓦의 選擇문제
- (3) 築爐不良與否
- (4) coating 形成 및 變動
- (5) 機械 및 熱的作用
- (6) 煉瓦와 燒成物 또는 Flame gas 와의 化學的인 反應

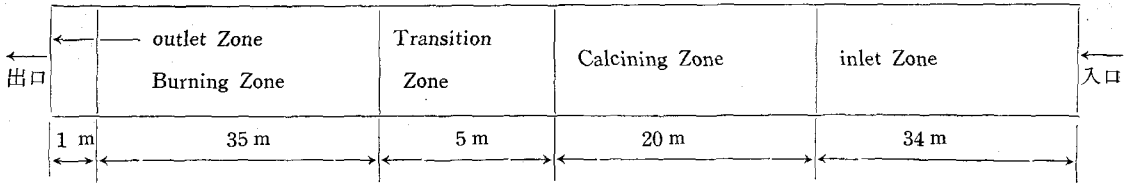
이들중 機械 및 熱的作用을 살펴보면 回轉爐의 경우 kiln 의 回轉運動이 lining 된 耐火瓦에도 傳達되므로 kiln 構造의 적절한 設置如否는 煉瓦壽命에 큰 영향을 미치고 있다.

例를들면 만일 kiln Tire 가 kiln 中 가장 高溫部인 燒成帶에 位置하게 되면 Torsion, 또는 Vibration 등과 같은 機械的인 影響으로 煉瓦壽命이 짧아지게 된다.

한편 kiln Tire 部分에는 Shell 全體의 熱의 分布上 정지, 기복이 생기게 되는데 이 現象은 Shell 의 過熱, coating 生成과 직접적인 관련을 갖고 있다. 따라서 煉瓦壽命을 늘리기 위한 여러가지 시험이나 시도를 하기에 앞서 먼저 kiln 構造 및 機械的인 要素를 먼저 檢討해야 한다. 上記 機械的인 결함이 전혀 없는데도 煉瓦壽命이 짧은 경우에는 煉瓦材質, 築爐狀態, 燃燒狀態, coating 形成, 火焰等を 檢討해야 할것이다.

Mg-Cr 煉瓦의 경우 溫度關係로 일어나는 鎂해作用은 煉瓦의 物理的性質, 化學的性質, 化學成分, 광물조성과 관련되며 Mg-Cr 煉瓦의 鑛物組成中의 periclase, di-calciumsilicate, Monticellite, Spinell, Forsterite 등 固溶體의 含量 및 熱傳導度 熱膨脹係數가 그 對象이 된다. 煉瓦의 熱傳導가 kiln shell 보다 클때 1500°C 以上 加熱할경우 2%의 熱膨脹係數는 煉瓦에 상당한 惡影響을 미친다.

Steger 氏의 論文에 依하면 "Mg-Cr 煉瓦는 約 100°C 前後의 溫度範圍에서 수증기와 水和反應을 하는 경향이 있으므로 heating up 時 危險한



(Fig. 4) Mammoth Kiln (5.4mφ×95m)의 Zone 分類

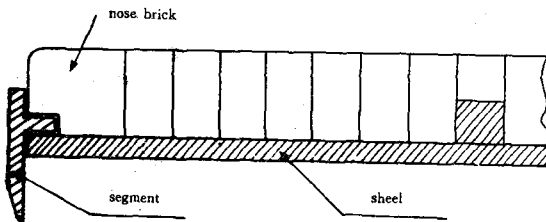
溫度範圍인 300°C까지는 가급적 빨리通過하고 다음엔 서서히 昇溫해야한다”고 말했다.

또한 Mg-Cr 煉瓦의 熱膨脹에서 오는 危險度는 kiln의 急熱, 急冷에서 오는데 急冷의 경우는 煉瓦에 龜裂이 發生되고 다시 昇溫할경우 再膨脹等이 危險性을 增大시켜준다. 따라서 Mg-Cr 煉瓦의 熱에 對한 민감성을 考慮할때 heating up을 서서히 하고 kiln의 運休를 最大한으로 피함이 絶對히 要求된다.

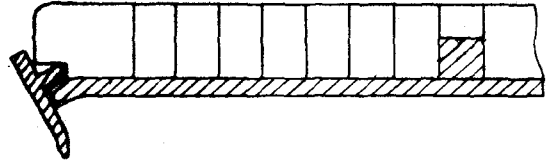
4-2-1. KILN 耐火煉瓦

(1) Outlet Zone

이 Zone은 一般으로 SK. 37 以上の High Alumina 質煉瓦로 lining 되어 있는데 運轉中 coating이 쉽게 附着되므로 連續運轉中에는 그리 問題가 되지않으나 일단 kiln을 停止시키게 되면 外部의 空氣에 依해 급격히 冷却되므로서 coating이 쉽게 脫落될뿐 아니라 煉瓦自體로 急冷에 依해 crack이 發生되어 결국 脫落현상을 가져오기 쉽다. 특히 segment에 接한 nose brick은 clinker에 依한 磨耗 및 coating에 의한 충격 등으로 그 壽命은 대단히 짧다. 따라서 연와제 질선택에 충분한 검토를 要하며 在庫도 충분히 준비되어 있어야 하는데 이점은 大型 kiln이나 小型 kiln이나 공통사실이라 할 수 있다. High Alumina 質 煉瓦는 Maker에 따라 熱間膨脹率이 1500°C 부근에서 0~5%의 expansion을 하는데 이는 아래(fig 5)에서 보는바와 같이 실로 큰 문제를 야기시킨다.



(Fig. 5) kiln outlet zone의 正常 lining



(Fig. 6) High alumina 質 煉瓦의 하중 및 팽창에 依해 Shell이 bending된 現狀.

즉, (fig 5)와 같이 Segment의 構造 및 Nose brick이 精確히 築造되었다해도 이 High Alumina 質 煉瓦의 하중, Segment 및 stopper의 위치, 열 팽창 등 적합하지 않으면 運轉中 (fig 6)와 같이 Segment가 밀리는 힘에 依해 kiln shell이 bending을 하며 결국 nose brick이 脫落될 우려가 있다. 이러한 現象은 大型 kiln에서 더욱 일어날 우려가 많은데 이는 Outlet zone에 附着된 거대한 coating이 煉瓦와 함께 kiln 傾斜下部로 밀어 쫓으므로 이 현상을 더욱 촉진시킨다고 할 수 있다.

(2) Burning zone

Burning zone은 Rotary kiln 內에서 熱적으로 가장 가혹한 zone이기는 하지만 小型 kiln에서는 一年에 1,2회 定期大補修를 하는것이 보통이다. 그러나 大型 kiln에서는 실로 이 部分의 煉瓦는 커다란 問題점이 되고 있다.

즉, 大型 kiln에서는 kiln의 直徑이 큰데 따라 圓의 곡률반경이 크므로 各 Ring의 煉瓦가 小型 kiln과 같이 탄탄하게 지지되지 못하여 4.1項에서 설명한바와 같이 coating 脫落의 빈번과 sound coating이 얇게 부착되는 結果 등으로 耐火煉瓦의 壽命이 대단히 짧다. 이와같이 耐火煉瓦의 壽命이 小型 kiln에 比해 크게 짧은 點은 Mammoth kiln이 갖는 宿命적인點으로 이 方面에 研究가 絶對히 要求된다.

Burning zone의 煉瓦壽命 (일본의 例)

- { 小型키른 : 4,000~6,000hrs
- { 大型키른 : 3,000~4,000hrs

한편 小型 kiln에서는 別로 볼 수 없는 現象이

지만 大型 kiln에서는 築爐가 不良하였거나 Mg-Cr 煉瓦의 膨脹代(expansion joint)가 不正確할시는 運轉中 各 Ring의 煉瓦가 kiln 傾斜하부로 밀리기 쉬우며 이러한 蛇線形으로 밀리는 現象은 煉瓦에 mechanical spalling을 일으켜 그 壽命을 크게 短縮시킨다.

Clinker 成分에 대한 浸蝕抵抗이 큰 煉瓦로 最近開發된 direct bonded Mg-Cr 煉瓦는 그 性能이 상당히 우수하여 이런 大型 kiln의 焦點帶에 使用하므로 壽命연장을 위해 큰효과를 얻을 수 있는데 이 direct bonded Mg-Cr 煉瓦는 Matrix 中에 珪酸鹽이 적고 製造時 高溫(1750°C)으로 燒成하므로서 direct bond를 이루어 使用中 Clinker 成分의 침식에 變質層이 一般 Mg-Cr 質 煉瓦에 비해 대단히 얇다는점이 特徵이라고 한다. 따라서 運轉中 또는 kiln 停止時 coating 脫落에 의한 피해가 훨씬 감소된다.

특히 Burning zone 中 25m~35m 간의 coating 脫落現象이 심한 地點에는 coating 脫落으로 인한 충격, 磨耗, Spalling을 特別히 고려하여 煉瓦를 選擇해야 하겠다.

(3) Inlet zone

Inlet zone은 一般으로 熱消耗을 減少하기爲하여 斷熱煉瓦와 粘土質煉瓦를 two layer로 lining 하지만 大型 kiln에서는 이러한 Two layer lining 方法은 그리 환영할수가 없다. 즉, 運轉中 粘土質煉瓦의 熱膨脹과 kiln의 회전운동, kiln 停止時의 收縮등으로 內部の 斷熱煉瓦가 大部分 붕괴되며 따라서 耐火煉瓦로 그 支持力을 잃어 脫落事故가 일어나기 쉽다. 이러한 現象은 Mammoth kiln에서 더욱 현저하게 일어난다.

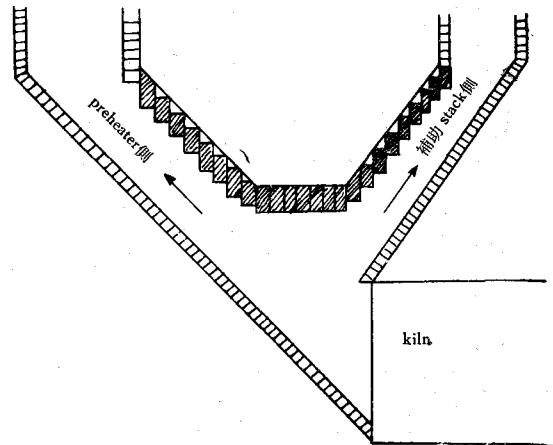
한편 溫度分布上 Preheater에 近接한 Inlet zone의 耐火煉瓦는 Alkali, Halogen 成分에 의한 침식피해도 크다고 볼 수 있는데 Kühl 氏는 “Alkali Sulfate 作用으로 煉瓦의 Recrystallization 現象이 일어나고 따라서 後期收縮이 일어난다”고 말했으며 Pick 氏는 “Alkali vapor는 硫黃分과 作用하여 Alkali-Sulfate가 되어 耐火煉瓦에 침투하여 還元反應을 일으켜 침해를 준다고 말했다. Green 氏의 報告에 의하면 “粘土質煉瓦의 경우 1000°C에서 Alkali 浸蝕作用이 일어나며 Inlet chamber나 Inlet zone에서는 dust circulation 現

象으로 Alkali나 Alkali-Sulfate Vapor가 농축되는 現象이 심하다. 原料中의 halogen 成分은 Flux 作用을 하여 燒成을 良好하게 하는 反面 Alkali 成分, Al_2O_3 , Fe_2O_3 와는 쉽게 反應하므로 煉瓦와도 反應한다. 따라서 原料中에 halogen 成分이 높을 경우에는 Al_2O_3 , Fe_2O_3 含量이 많은 煉瓦는 좋지않다”고 主張하였다.

따라서 大型 Kiln의 Inlet zone은 Alkali에 對한 耐浸蝕성이 큰 斷熱性 耐火煉瓦를 選擇使用 하므로서 熱經濟 및 構造上으로 유리하다고 하겠다.

4-2-2. Preheater 煉瓦

Preheater에 lining된 耐火煉瓦는 一般으로 SK. 34 以下の 粘土質 煉瓦로 熱적으로는 그리 문제가 되지않으나 大型 kiln에서는 그 構造上으로 큰 두통거리의 하나라고 할 수 있다.



(Fig. 7) Kiln Inlet chamber

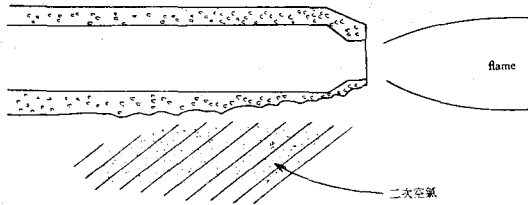
즉, Inlet chamber의 天井은(fig 7)와 같이 階段式의 Arch로 lining되어 있는데 大型 Kiln에서는 Inlet chamber의 幅이 4m 이상이므로 運轉中 耐火煉瓦의 熱膨脹과 dust에 依해 Arch가 쉽게 무너지는 傾向이 있다. 이는 小型 kiln에서도 가끔 볼 수 있지만 大型 kiln에서는 이 現象이 더욱 현저하다.

4-3 Burner

(1) Burner castable의 磨耗

大型 kiln의 Burner castable의 壽命은 小型 kiln에 비해 대단히 짧은데 이는 Blast tube의 直

徑이 좁아 따라 clinker cooler에서 流入되는 Secondary air에 依해 磨耗되는 Burner castable의 表面積에 대단히 크기 때문이다.



(Fig. 8) 大型 Burner castable의 磨耗현상

즉, (fig 8)에서 보는 바와 같이 Cooler에서 流入되는 高溫의 Secondary air ($0.95Nm^3/kg-CI$)는 상당한 量의 dust를 含有하고 있으므로 이러한 高溫 air와 dust에 依해 Burner castable의 下部는 쉽게 마모되고 만다.

(2) Blast tube의 Bending 問題

大型 Kiln의 Burner는 그 重量이 4ton 이상이나 되므로 Primary air에 依한 冷却이 불충분하다던가 停電時 Burner 引出조작이 늦어질경우에는 Blast tube가 Bending될 우려가 있다.

4-4. 停電時的 Cooler 補護問題

停電은 小型 Kiln에서도 큰 問題點이기는 하지만 Mammoth kiln plant에서는 運轉中の 급작한 停電으로 큰 問題를 초래할 우려가 많다.

停電은 우선 Clinker Cooler에 가장 큰 영향을 미치는데 停電으로 因하여 Clinker Cooling fan 및 Clinker 移動 Grate의 動作이 中斷되므로서 高溫의 Clinker가 Cooler grate 前段에 계속 쌓이게 되며 그 量은 小型kiln에서 正常稼動時的 소출량과 거의 비슷할정도로 大量이므로 高溫과 荷重에 依하여 Grate plate의 損傷은 물론 Grate frame의 bending, 耐火煉瓦의 損傷等 큰 위험성을 초래할 우려가 있다. 따라서 이러한 위험성을 防止하기 爲해서는 Cooler 및 clinker 輸送裝置를 稼動할 수 있는 용량의 비상발전기가 설치되어 있어야 하겠다.

한편 또하나의 問題點으로는 停電으로 因하여

kiln을 Bending시킬 우려가 있는데 非常 Engine으로의 회전이 늦어지거나 폭우等으로 kiln을 계속 회전시킬 경우 內部的 coating이 大量으로 脫落되어 편심이 크게 걸리므로서 非常 Engine으로의 회전이 불가능해지게 되고 따라서 kiln Shell이 bending될 우려가 있다.

4-5. 계획정비

大型 kiln은 生産能力이 큰만큼 shut down時的 生産量감소로 인한 손해도 실로 막대하다.

例로 時間當 120ton의 clinker를 生産하는 kiln이 1時間 shut down하므로서 입는 손해는 다음과 같다.

	時間	生産量
Shut down	1 hrs	120 ton
Heating up	2 hrs	240 ton
原料 feeding up	3 hrs	120 ton
計		480 ton

즉, 1時間 Shut down에 依해 입는 生産量減少는 約 480 ton에 달하고 있다. 이는 Heating up 및 原料 feeding up 시간이 길고 또 燃料消費量도 小型 kiln에 비해 대단히 많다는 點이 큰 比重을 차지하고 있기 때문이다. 따라서 kiln의 shut down을 최대한도로 防止하기 爲해서는 shut down의 原因이 되는 기계장치의 예방정비 및 계획정비가 얼마나 중요한지 아무리 강조하여도 모자랄것이다.

kiln system의 모든 장치는 작은 trouble로도 대부분 키른을 運休시키지 않으면 안되지만 특히 原料輸送系統과 clinker 輸送系統의 trouble은 키른의 運休를 避치 못하게 하며 clinker cooler에서의 Grate plate 脫落과 같은 事故는 整備工이 作業할 수 있을때까지 冷却시켜야 하므로 작은 trouble이지만 運休시간이 길므로 손해는 더욱 커지게 된다. 어떤 trouble로 키른이 shut down 되었을 때는 그동안 정비가 必要했던 장치를 完全히 수리하는 方法은 키른의 연속운전 및 生産에 커다란 이득을 줌은 말할것도 없다.