

技術論叢

레플식 그레트의 單流式 (Single gas pass system)을  
復流式 (Double gas pass system)으로의

改造에 따른 效率성과 實績

東洋세멘트  
粉碎課長 全永壽

內 容

- 一、前 語
- 二、레플그레트의 單流式 (Single gas Pass System) 及 復流式 (Double gas Pass System) 概要
- 三、單流式인 그레트를 復流式으로 改造 하므로써 利로운 點
- 四、改造工事方法 概要
- 五、結 語

一、前 語

끊임없이 進歩되고 있는 科學文明 世界속에서 比較的 짧은 歷史와 簡單한 機械工程으로 이루어진 우리들 洋灰工業에서도 時日과 해의 거둑함에 따라 改善된 시멘트製造工程機械가 나타나고 있음은 當然할 것이다. 그러므로 必然的으로 既存施設의 一部에 對해서 보다 改善發達된 施設에 比較하여 改善改造의 손이 뻗쳐질것은 當然할 것이다.

그런데 시멘트製造工程의 機械들은 比較的 簡單한데 反하여 施設自体의 規模는 巨大하므로 施設의 改造에는 比較的 巨大한 資本의 投資를 要하며 한편 主要部分의 施設改善이 잘못判斷 施行되면 改造後에 本來의 生産性, 그自体에 까지 큰 影響을 미치게 될 수도 있을 것이므로 이러한 改善을 爲한 實務者들에게는 그만큼 많은 고민이 많게 마련인 것이다. 그러므로 重要한 部分의 施設에 對

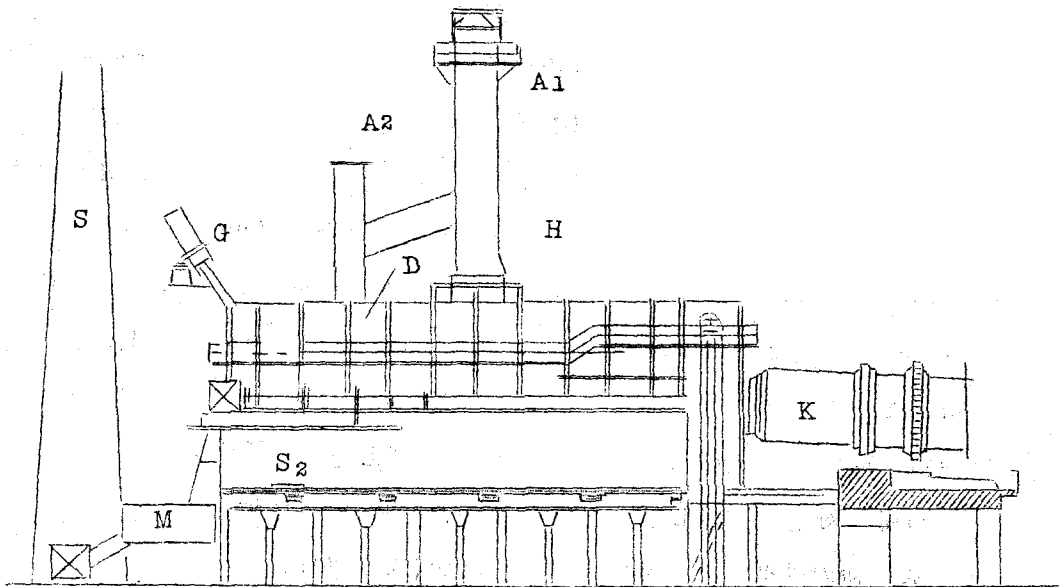
한 改善을 加하기 爲해서는 事前에 長期間에 걸쳐 充分한 檢討와 많은 努力을 投入하여야 할것이다. 여기서는 이러한 改善에 對한 한가지 例를 들어 적어 보기로 한다.

東洋세멘트工場의 시멘트製造機械의 重要한 部分을 이루고 있는 1호 카-론(容量 600 瓩/D) 部分의 單流式레플그레트(Single gas pass system) (그림 1 參照)를 同工場의 2호카-론(容量 500 瓩/D) 部分과 同一한 復流式레플그레트(Double gas pass system)로 改造를 爲하여 1965年부터 事前檢討와 各種資料를 蒐集하여 1966年初에 同 改造工事할것을 決議하고 同年 6月에 施工을 完了하였다.

이에 對한 改造工事前後의 実績에 따른 效率性的 對比를 具體的으로 檢討한것을 概括적으로 發表하기로 한다.

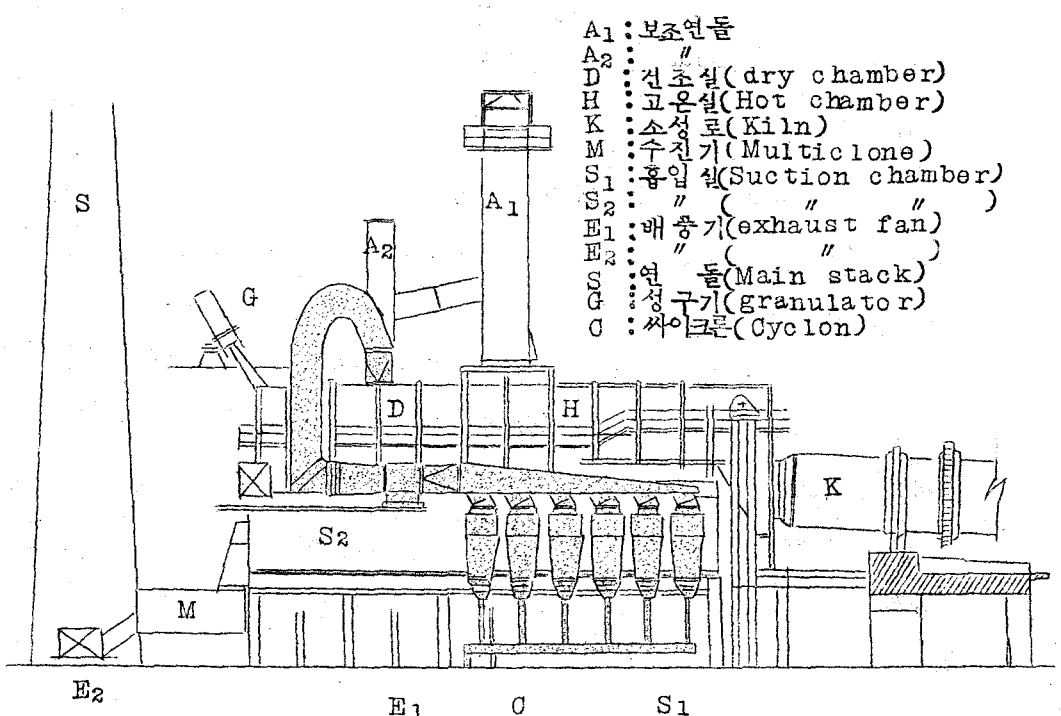
## 二、레플그레트(Lepole Grate)의 單流式(Single gas pass system)과 復流式(Double gas pass system) 概要

잘 알려져 있는 바와 같이 시멘트燒成工程의 始初에 調合原料粉末에 一定量의 水分을 加하여 成球機에서 成球를 하는 工程을 갖 추고 있는 半乾式 또는 레플式 시멘트製造工程의 原料의 予熱部分을 担当하고 있는 레플그레트의 構造는 無斷移動火床으로 되어 있으며 그림 1, 2에서 보는 바와 같이 그레트의 上部는 中間隔壁을 두고 高溫室과 乾燥室로 区分되어져 있고 이곳을 燒成炉(Kiln)에서 넘어오는 高溫개스가 通過되면서 移動火床(Grate) 上部에 실려 있는 成球를 加熱及 乾燥를 하여 주고 排風機에 誘導되어 排氣로 나가게 된다.



(그림-1) Single gas pass system Lepole grate (改造以前)

- A<sub>1</sub> : 보조연돌
- A<sub>2</sub> : " "
- D : 건조실(dry chamber)
- H : 고온실(Hot chamber)
- K : 소성로(Kiln)
- M : 수진기(Multiclone)
- S<sub>1</sub> : 흡입실(Suction chamber)
- S<sub>2</sub> : " " "
- E<sub>1</sub> : 배풍기(exhaust fan)
- E<sub>2</sub> : " " "
- S : 연돌(Main stack)
- G : 성상구기(granulator)
- C : 사이클론(Cyclon)



(그림-2) Double gas pass system Lepole grate (改造後)

그런데 單流式(Single gas pass system)이란 (그림-1)에서 보는 바와 같이 키-른에서 넘어온 高温의 餘熱 氣는 주로 高温室(II)를 通過하면서 成球로된 原料를 乾燥及 煨燒(Calcination)을 進行시키며 그리고 一部の 高温 氣는 乾燥室(隔壁)의 下部와 成球層間의 間隔 또는 中間層間을 通하여 乾燥室을 通過하므로써 成球時에 받은 水分을 乾燥하게 된다.

그러므로 키-른에서 넘어온 高温의 氣는 (約  $900^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$ ) 粉塵의 發生이 甚한 高温室을 通過함으로써 相當히 많은 粉塵을 包含하고 比較的 높은 溫度가 維持된채 (約  $150^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ ) 大氣로 排氣되므로 熱效率이 比較的 不良하며 粉塵의 飛散이 甚하게 된다.

또한 乾燥室로 進入된 高温 氣는 成球를 急激히 加熱하게 됨으로써 成球의 内部에 包含된 水分의 蒸發을 激烈하게 함으로써 成球를 破壞할 憂慮가 많다. 래물式 세멘트製造工程中 어떤 原因에서도 成球가 破壞되게 되면 煨成運轉狀態가 不完全하게 되고 生産性的 低下가 必然적으로 隨개 된다.

이에 對하여 復流式(Double gas pass system)은 (그림-2)와 같이 單流式에 比하여 1臺의 排風機( $E_1$ )와 數個의 싸이크론(Cyclone)(C)을 더 갖추고 있으면서 煨成爐(Kiln)(K)에서 넘어오는 高温 氣를 먼저 高温室(II)의 成球層을 通過시켜서 第1排風機( $E_1$ )에 誘導되어 數個의 싸이크론(C)을 通過되면서 高温室에서 많이 發生되는 塵埃(Dust)의 大部分은 取塵되고 塵埃의 含有量이 적은 比較的 낮은 溫度로된 氣(約  $350^{\circ}\text{C}$ )가 第1排風機를 通過後 乾燥室(D)로 進入된다. 乾燥室에서는 比較的 合理的인 乾燥溫度(約  $300^{\circ}\text{C}$ )를 維持하면서 成球의 水分을 乾燥시키고 또한 高温室에서 氣에 含有된 채 넘어온 塵埃의 大部分은 乾燥室의 成球層에서 濾過되고 相當히

많은 排氣개스가 많은 水分을 含有한채 낮은 溫度(約 100 °C)로 第 2 排風機(E<sub>2</sub>)에 誘導되어 大氣中으로 排出될 것이므로 單流式에 比하여 熱効率도 良好하며 排氣에 多스트含有量도 적으며 原料를 合理的으로 乾燥시키고 加熱하게 되며 同時에 成球의 破壞가 보다 적게 됨으로써 生産性도 單流式에 比하여 比較的 높게 된다.

### 三、單流式인 레플그레트를 復流式으로 改造함으로써 利로운 點

前項 2에서 復流式인 레플그레트는 單流式에 比하여 利로운 點을 概括的으로 述한바 있으나 여기서는 보다 具體的으로 檢討하여 보기로 한다. 다만 不利한 點에 對해서는 單流式에 比하여 復流式은 그 構造가 多少 複雜함으로써 故障率과 維持費가 多少 높다하겠으나 이 點은 一端 施設以後에는 實際運轉에 있어서 그다지 問題가 되지 않으며 그리고 또 復流式은 單流式에 比하여 큰 内部에 링(Ring)의 形成이 甚하게 되어서 生産性의 低下를 招아올지도 모른다는 이도 있으나 實際復流式으로 改造前後의 運轉結果를 보면 이 點도 別로 問題가 되지 않음을 나타내고 있으므로 復流式의 不利한 點에 對한 檢討는 省略하고 몇가지 重要한 有利한 點을 찾아보면 다음과 같다.

#### 1. 큰 排氣로 排出飛散되는 多스트量의 減少

큰 排氣의 排氣에 섞여나가는 排出多스트量을 正確히 測定하기란 相當히 어려우며 또한 그 測定方法도 여러가지 있을 것이다. 그런데 여기서는 取塵率이 定하여진(約 85%) 取塵機(Multi Clone)가 그림-1, 2의 (M)에서와 같이 氣의 最終排出部分에 設置되어 있으므로 이 말티크론(M)에서 取塵되는 量을 測定함으로써 自然히 全飛散 多스트量의 近似值를 算出할 수 있는 方法을 採하였다.

1호키른의 그레트를 改造以前 卽 單流式인 當時의 全排氣를 同 말티크론(M)으로 完全收塵處理하였을 때의 收塵된 全다스트량은 日平均 65℔/日(64年, 65年度 實測平均値) 前後가 되었다. 그러나 여러가지 事情에 依하여 同키른의 排氣의 一部分은 말티크론을 바이패스(By-pass)시켰으므로 實際 收塵된 量은 約 28℔/日前後가 되었었다.

그런데 原來가 復流式으로된 2호키른은 그레트의 吸込室(Suction Chamber) 1, 2室의 比刀을 合理的으로 維持하면서 全排氣를 同그레트에 設置된 말티크론으로 通過시켜 收塵하여 그 收塵量을 測定하여보면 不過 5~10℔/日밖에 되지 않는다.(65, 66年度實測平均値)

이와 같이 키른의 排氣中에 混合되어 排出되는 1日間の 全다스트량은 말티크론의 收塵效率 85%를 基準하면 單流式인 當時의 1호키른의 境遇 다음과 같을것이다.

$$\frac{65 \text{ ℔/日} \times 100}{85} = 76 \text{ ℔/日} \text{ ----- (1-1)}$$

그런데 말티크론에서 日平均 28℔/日의 量은 收塵處理하였었으므로 實際 大氣로 飛散되었는 먼지량은

$$76 \text{ ℔/日} - 28 \text{ ℔/日} = 48 \text{ ℔/日} \text{ ----- (1-1')}$$

와 같이 되며 이들量的 크딩카 生産量에 對한 比率로 보면

$$\frac{76 \text{ ℔/日}}{600 \text{ ℔/日}} \cong 127 \text{ kg/To f CLK} \text{ ----- (1-2)}$$

$$\frac{48 \text{ ℔/日}}{600 \text{ ℔/日}} \cong 80 \text{ kg/To f CLK} \text{ ----- (1-2')}$$

그리고 復流式인 2호키른의 1日間の 全飛散다스트량은

$$\frac{10 \text{ ℔/日} \times 100}{85} \cong 11.7 \text{ ℔/日} \text{ ----- (1-3)}$$

同키론의 말티크론에서도 日間 約 8℔/日를 取塵處理하고 있으므로 實際 大氣로 飛散되는 다스트량은

$$11.7℔/日 - 3℔/日 = 8.7℔/日 \text{ ----- (1-3')}$$

이들량의 크링카生産量에 對한 比率로 보면

$$\frac{11.7℔/日}{500℔/日} = 23\text{kg}/\text{Tof CLK} \text{ ----- (1-4) }$$

$$\frac{3.7℔/日}{500℔/日} = 7.4\text{kg}/\text{Tof CLK} \text{ ----- (1-4')}$$

가 된다. 그러므로 單流式인 1号그레트를 合理的인 方法에 依하여 復流式으로 改造하여 合理的인 運轉을 하였을 때의 大氣로 排出飛散될 다스트의 予想量은 同키론의 크링카生産量과(但 復流式으로 改造以後 1号키론의 平均生産量은 650℔/日以上임) 위의 復流式인 그레트의 다스트飛散量의 要率式 (1-4)와 (1-4')를 基準하면

$$650℔/日 \times 23\text{kg}/\text{Tof CLK} \approx 15℔/日 \text{ ----- (1-5) }$$

그리고 말티크론에서 取塵可能量은

$$15℔/日 - 650℔/日 \times 7.4\text{kg}/\text{Tof CLK} \approx 10.2℔/日 \text{ ----- (1-6) }$$

한편 말티크론에서 取塵後 1日間の 實際 大氣로 飛散될 다스트량은

$$15℔/日 - 10.2℔/日 = 4.8℔/日 \text{ ----- (1-5')}$$

그러므로 그레트의 復流式으로 改造以前에 比하여 飛散다스트發生量의 減少는

$$76℔/日 - 15℔/日 = 61℔/日$$

가 될 것이며 이량은 復流式으로 改造됨에 따라 다스트를 그레트自体에서 取塵吸收된 것으로 看做될 것이다.

그러나 實際 單流式인 1号그레트를 復流式으로 改造以後 말티크론에서 取塵되는 全다스트량은 改造以前의 65℔/日 보다는 훨씬 적은 25℔/日~30℔/日(66年 11月測定)인데 이량은 改造以後 目

標했든量 (1-6)의 10.2℔/日 보다는 훨씬 많다.

그러므로 實際 煙突로 排出되는 排氣에 섞여나가는 다스트量은 全排氣를 말티크론을 完全히 바이패스(By-pass)했을때 卽 다스트의 飛散量이 最大일때

$$28\text{℔/日} \times \frac{100}{85} = 33\text{℔/日} \text{ ————— (1-8)}$$

이며 全排氣를 말티크론으로 完全收塵할 境遇의 大氣中으로 飛散다스트量은  $33\text{℔/日} - 28\text{℔/日} = 5\text{℔/日}$  ————— (1-8')

이며 이들 飛散다스트量의 크링카 生産量에 對한 比率은

$$5\text{℔/日} \div 650\text{℔/日} = 8\text{kg/Tof OLK} \text{ ————— (1-9)}$$

及

$$28\text{℔/日} \div 650\text{℔/日} = 50\text{kg/Tof OLK} \text{ ————— (1-9')}$$

로 된다. 또 飛散다스트의 그레트自体에서 收塵吸收되는 量도 (1-7)의 目標했든 量보다 적은

$$76\text{℔/日} - 33\text{℔/日} = 43\text{℔/日} \text{ ————— (1-10)}$$

가 된다. 이와 같은 理由는 1号그레트를 復流式으로 改造時에 新設된 第1排風機(그림 2의 P<sub>1</sub>)의 容量이 充分하지 못하여서 그레트의 吸込室 1, 2(그림 2의 S<sub>1</sub> 及 S<sub>2</sub>)의 壓力分布를 合理的으로 維持할 수가 없는것이 主要原因이다. 그러므로 同排風機를 充分한 容量으로 增加設置하고 合理的인 運轉을 하면 排氣개스에 含有 飛散될 다스트量은 所要目標量까지 減少가 可能한 것으로 믿는다.

## 2. 窯入原料의 節減

1号그레트를 復流式으로 改造以前 卽 單流式인때의 飛散되는 다스트를 日平均 28℔/日程度 收塵하여 調合原料에 混入使用함으로써 그만큼 窯入原料量을 節約하였었다.

單流式인 1号그레트를 復流式으로 改造以後에 말티크론과 그레트自体에서 收塵吸收되는 다스트量의 予想은 前項의 (1-6)과 (1-7)



에서 보는 바와 같이

$$10.2 \text{ ㉮} / \text{日} + 61 \text{ ㉮} / \text{日} \doteq 71 \text{ ㉮} / \text{日} \text{ ————— (2-1)}$$

이 되며 이량의 다스트가 全然 煨燒反應(Calcination)이 일어나지 않았다고 假定하고 窯入原料로 環元되는 것으로 看做하여도 크렁카론당 回收될 窯入原料量은

$$71 \text{ ㉮} / \text{日} \div 650 \text{ ㉮} / \text{日} \doteq 0.11 \text{ ㉮ of RM / Tof CLK — (2-1')}$$

가 될것이나 1호그레트를 復流式으로 改造以後 實際 回收되는 다스트量 即 窯入原料量은 前項의 (1-8)과 (1-10)에서 보는바와 같이 말티크론에서 日平均 回收量 約 28 ㉮/日과 그레트自体에서 回收量 43 ㉮/日程度가 된다.

그런데 復流式으로 改造以前에도 말티크론에서 日平均 28 ㉮/日程度를 回收하여 窯入原料로 使用하였으므로 改造以前에 比하여 改造以後의 實際 窯入原料 節減量은 43 ㉮/日 뿐 일 것이다. 그러므로 改造以後의 窯入原料의 節減量을 原單位로 表示하여 보면

$$43 \text{ ㉮} / \text{日} \div 650 \text{ ㉮} / \text{日} \doteq 0.66 \text{ ㉮ of RM / Tof CLK — (2-2)}$$

單流式그레트를 가진 키른의 窯入原料의 使用 原單位는 1.65 ㉮ of RM / Tof CLK 程度였으나 復流式으로 改造함으로써 위와 같은 單流式에 比하여 回收되는 窯入原料를 考慮하면 所要 窯入原料原單位는

$$1.65 \text{ ㉮} / \text{Tof CLK} - 0.66 \text{ ㉮} / \text{Tof CLK} \doteq 1.58 \text{ ㉮ of RM / Tof CLK — (2-2)}$$

로 低下되는 것은 當然할 것이며 復流式으로 改造以後 現在의 実績으로도 窯入原料 原單位는 1.58 ㉮ / T 前後로 低下 使用되고 있다.

그리고 前項 1에서 既述된바와 같이 同 1호그레트에 좀더 改善을 加하면 (2-1)과 (2-1')로 表示된 窯入原料가 節減될 것이 予想된다. 即 窯入原料의 使用原單位가 1.55 ㉮ / Tof CLK 程度까지 低下될 것이 予想된다.

### 3. 크링카 生産性的 向上

單流式인 1 號그레트를 復流式으로 改造함에 따라 크링카의 增産性を 다음과 같이 세가지로 나누어 檢討하기로 한다.

#### a. 그레트自體의 取塵으로 吸收된 多스트가 크링카로 轉換됨에 따른 增産性

單流式을 復流式으로 改造함에 따라 飛散폐기 되는 多스트量이 적은 理由는 前項에서 말한바와 같이 發生된 多스트를 그레트自體에서 다시 取塵하여서 이 取塵된 多스트가 크링카로 轉換되는 까닭이다. 그레트를 改造함에 따라 多스트가 크링카로 轉換될 予想量은 (1-7)에서 보는 바와 같이

$$61 \text{ 噸/日} \div 1.58 \text{ 噸/T} \doteq 38 \text{ 噸 of CLK/日} \text{ ----- (3-1)}$$

$$38 \text{ 噸/日} \div 650 \text{ 噸/日} \times 100 \doteq 6\%$$

그러나 (1-10)에서 보는 바와 같이 1 號그레트의 改造以後 實際 그레트自體에서 크링카로 轉換될 多스트量에 따르면

$$43 \text{ 噸/日} \div 1.58 \text{ 噸/T} = 27 \text{ 噸 of CLK/日} \text{ ----- (3-1')}$$

$$27 \text{ 噸/日} \div 650 \text{ 噸/日} \times 100 \doteq 4.2\%$$

가 된다.

#### b. 成球狀態에 따른 通風(Draught)의 影響

레폴식(Lepole system)의 시멘트製造工程을 가진 시멘트工場이면 어디서나 成球狀態가 生産성에 미치는 影響이 莫大하므로 이 成球에 對한 研究를 끊임없이 하고 있을 것이다.

即 成球狀態가 不良하게 되면 原料의 煨燒反應 그自體도 不十分이지만 무엇보다 通風(Draught)을 阻害하게 되므로 燃料의 不完全燃燒에서 惹起되는 많은 問題로 甚한 生産性的 低下가 惹起된다.

특히 이 生産性的 變化는 單流式에서는 成球狀態에 따라 大端히

예 된하지만 復流式에서는 第 1, 第 2 排風機 (그림 2의 E1, E2) 2 臺가 直列로 개스를 吸込 排出하게 되므로 單流式에 比해서 成球狀態에 따른 通風의 장애程度가 多少 良好한 便이다.

그런데 實際 單流式인 1 号그레스를 改造함에 있어 第 1 排風機의 容量을 充分히 하지 못하였으므로 成球狀態에 따른 通風力의 影響 程度의 完全한 試驗은 할 수 없었으나 改造前에 比하여 通風力이 向上되었을 것은 当然할 것이다.

c. 키른의 比生産量の 增加

1 号키른의 有效内部容積은  $409m^3$  이며 復流式인 2 号키른의 内部有效容積은  $300m^3$  이다. 따라서 復流式인 2 号키른의 比生産量은 公称生産量과 最高生産量에 따라

$$500 \text{ ㉞/日} \div 300m^3 = 1,667 \text{ ㉞/日} \cdot m^3 \text{ ————— (3-2)}$$

$$550 \text{ ㉞/日} \div 300m^3 = 1,833 \text{ ㉞/日} \cdot m^3 \text{ ————— (3-2')}$$

이 比生産量은 同系인 工程을 갖인 同業 韓一세멘트工場の 比生産量  $1,862 \text{ ㉞/日} m^3$  (公称生産量  $600 \text{ ㉞/日}$ 로 함)에 比하여 적은 量이 된다.

單流式인 1 号키른을 復流式으로 改造함으로써 比生産量이 增加될 것으로 看做하고 復流式키른의 比生産量이 比較的 적은 값을 갖인 위의 (3-2)와 (3-2')를 挾하면

$$1,667 \text{ ㉞/日} \cdot m^3 \times 409m^3 = 682 \text{ ㉞/日} \text{ —公称— (3-3)}$$

$$1,833 \text{ ㉞/日} \cdot m^3 \times 409m^3 = 750 \text{ ㉞/日} \text{ —最高— (3-3')}$$

이 될 것이다. 單流式인때의 1 号키른의 日平均生産量  $600 \text{ ㉞/日}$ 에 比하면 約  $100 \text{ ㉞/日}$ 가 增加되는 셈이 된다. 이의 增加率은

$$100 \text{ ㉞/日} \div 600 \text{ ㉞/日} \times 100 = 16.7\% \text{ ————— (3-4)}$$

그러나 1966年 6 月に 單流式인 1 号그레트를 復流式으로 改造

한 以後 日平均生産量은 650℔/日 以上이 되며 그간 最高生産量 702℔/日로 (66年12月4日)되었었다.

그러므로 實際 生産性的 增加率은

$$\frac{650\text{℔/日}-600\text{℔/日}}{300\text{℔/日}} \times 100 = 8.3\% \text{ --- (3-4')}$$

그러나 各部의 改善을 加하고 合理的인 運輸을 함에 따라 (3-4)에서 보는 바와 같이 보다 높은 生産性的 向上이 展望된다.

#### 4. 熱效率의 向上과 燃料消費量의 減少

前述한 2에서 說明한 바와 같이 單流式인 그레트는 키론에서 넘어온 高溫개스의 大部分이 高温室(그림 1의 H)을 通過한 後에 排氣로 나가게 되며 殘餘 高溫개스는 乾燥室(그림 1의 D)를 通過한 後에 排氣개스로 排出되게 되므로 復流式에 比하여 熱效率이 不良할 것은 當然한 事實이다. (2項參照)

東洋세멘트工場의 1호키론 1台만 保有했을 當時의 熱消費量 卽 單流式인 同키론의 熱消費量은 1,247Kcal/kg of CLK (59年4月부터 61年8月末까지 実績平均)이며 또한 單流式인 메의 排氣개스의 溫度는 冷風外氣를 混合하여 주지 않으면 180°C 程度로 上昇되나 그레트의 乾燥室의 溫度를 成球의 破裂없이 原料乾燥에 適合한 溫度(約 300°C)를 維持하기 爲하여 乾燥室에 冷風外氣를 混入시켜 調整하여 주었다. 따라서 同排氣溫度도 通常 150°C로 維持되었었다.

그런데 레폴키론의 復流式的 一般的인 熱消費量은 900~1,000 Kcal/kg of CLK이며 排氣溫度 亦是 100°C前後가 되므로 그레트의 單流式을 復流式으로 改造함에 따라 減少될 熱消費量은

$$\frac{1,247\text{Kcal/kg of CLK}-1,000\text{Kcal/kg of CLK} \times 100}{1,247\text{Kcal/kg of CLK}}$$

$$\approx 20\% \text{ --- (4-1)}$$

그런데 1호그레트의 單流式을 復流式으로 改造 以後에 正常的인 平均熱消費量은 1,050~1,100 Kcal/kg of CLK 程度이며 排氣溫度는 冷風의 混入 없이 約 120°C 程度를 維持되였었다. 그러므로 實際 減少된 熱消費率은

$$\frac{1,247 - 1,100}{1,247} \times 100 = 12\% \quad \text{————— (4-1')}$$

이다. 第1排風機의 容量不足에 따른 高溫개스의 바이패스(By-pass)를 없게 하고 크링커冷却機(Clingker Cooler)로 부려의 廢熱을 充分히 回收할 수 있도록 하고 其他 原燃料等の 合理的인 使用을 함으로써 現在보다 낡은 所期의 熱效率의 向上이 期待된다.

이와 같이 單流式에서 復流式그레트로 改造以後 節約된 熱消費量을 基準한 燃料消費量의 節約되는 量을 概算하여 보면 다음과 같다. 但 便宜上 燃料의 種類를 방카O油로 生覺한다.

$$(1,247 \text{Kcal/kg of CLK} - 1,000 \text{Kcal/kg of CLK}) \times 650 \text{ T/日} \\ = 160,550,000 \text{ Kcal/日} \quad \text{————— (4-2)}$$

이며 방카O油의 發熱量 10,200 Kcal/kg, 比重 0.9659 kg/l 이므로 日平均 節約되는 방카O油量은

$$160,550,000 \text{ Kcal/日} \div 10,200 \text{ Kcal/kg} \div 0.9659 \text{ kg/l} \doteq 16,300 \text{ l/日} \\ \text{————— (4-2')}$$

가 될것이다. (4-1')에서 述한 바와 같이 改造以後 實際 節約된 熱消費量에 따른 燃料節約量은 다음과 같다.

$$(1,247 \text{Kcal/kg of CLK} - 1,100 \text{Kcal/kg of CLK}) \times 650 \text{ T/日} \\ = 95,550,000 \text{ Kcal/日} \quad \text{————— (4-3)}$$

$$95,550,000 \text{ Kcal/日} \div 10,200 \text{ Kcal/kg} \div 0.9659 \text{ kg/l} \doteq 9,700 \text{ l/日} \quad \text{————— (4-3')}$$

5. 排氣다스트로 因한 大氣汚染의 減少 及 環境의 淨潔

工業이 發達됨에 따라 工業地區의 大氣의 汚染에 對한 關心이 甚刻해져 가며 이의 修正이 促求되고 있으며 現行法으로도 이를 規制하는 公害防止法이 있다. 特히 시멘트工場의 큰다스트의 排出飛散에 따라 粒狀으로 大氣中에 浮遊되는 粉塵數量이 同法에는 空氣 1立方糎當 總含有粉塵數量 1,750個를 限度로 하고 있다.

그런데 앞에서 累々히 說明한 바와 같이 單流式그레트를 復流式으로 改造함에 따라 큰排氣로 排出飛散되는 粉塵量이 그레트의 改造以前에 比하여 約 1/6 ~ 1/10 程度로 減少되며 또한 收塵機에서 收塵되지 않은 殘餘 飛散粉塵의 粒子는 比較的 微粒子일것이다. (實測值의 大部分이 88 $\mu$  以下였음) 그러므로 微粒인 少量의 粉塵은 大氣의 氣流에 따라 飛散半径이 廣大해질 것이므로 落塵으로 因한 被害를 微小하게 또는 無視될 수 있을 程度로 減少시킬 수가 있다.

#### 四、改造工事方法概要

(그림 2)에서 보는 바와 같이 單流式그레트를 復流式으로 改造하기 爲하여서는 크게 어렵지 않다. 卽 主要工事는

- 1) 그레트下部 吸込室의 区分隔壁 施設
- 2) 吸込 及 煙導ダクト와 몇개의 싸이크론
- 3) 第1排風機
- 4) 其他 計器等

이다. 이중 排風機는 큰에서 넘어오는 約 350°C의 燃燒개스와 原料에서 發生되는 탄산개스(CO<sub>2</sub>)及 水分과 飛散다스트 等を 排出시킬 수 있는 充分한 容量의 1排風機를 設置해야 할것이다.

그리고 本改造工事는 事前에 充分한 準備를 하여 두면 큰의

定期補修期間에 改造工事が 可能할 것이므로 計劃된 運轉에 큰 支障을 받지 않을 것이다.

### 五、結 語

既存 單流式(Singl gas system) 레플그레이트를 復流式(Double gas pass system)으로 改造함에 있어서 그改造工事が 比較的 簡單하고 容易하였으며 이를 爲한 投資에 比하여 改造로 말미암은 主要 效率性을 들어보면 다음과 같다.

1. 排氣로 排出飛散되는 다스트량은 本改造以前에 比하여 約 92% 까지 減少시킬 수가 있다.
2. 窯入原料의 原單位는 1.65 $\mathbb{W}$ /Tof CLK에서 1.58 $\mathbb{W}$ /Tof CLK로 減少되었다.
3. 크링크카의 生産性은 約 9%程度 向上되었다.
4. 熱消費量은 1,247Kcal/kg에서 約 1,100Kcal/kg 로 減少되었으므로 燃料을 節約할 수가 있다.
5. 飛散다스트를 減少시킬 수가 있으므로 環境이 淨化되고 落塵으로 因한 被害를 防止할 수가 있다.

이들을 綜合하면 別表와 같다. 그런데 同表에서 보는바와 같이 改造以前에 追算됐은 效率性의 目標量에 比해서 実績은 多少 낮은 便이나 이는 몇가지 不合理한 問題點을 修正하고 改善을 加하면 現今의 実績보다 높은 效率性의 向上이 있을 것이 期待된다. 但 여기에서 다루어진 모든 資料와 実績은 1966年 12月末 以前의 것을 사용했음을 添言하는 바이다.

	單 位	改造前 實 績	改續後 目 標 量	改造後 實 績	備 考
크링크카당飛散다스트量	kg/T	80	7.4	8	最小值를基準함
飛散다스트量의 減少率	%	100	9.2	10	" "
크링크카당窯入原料量	$\mathbb{W}$ /T	1.65	1.55	1.58	
크링크카生産性의 向上率	%	100	116	109	
크링크카 kg 당熱消費量	Kcal/kg	1,247	1,000	1,100	
熱效率의 向上率	%	100	80	88	

(別表)