# 粘性原料 취급을 위한 橋狀

W. Regeler
徐 一 榮 譯
<漢陽大學校工科大學助敎>

## 1. 粘性原料 취급에 대한 scraping reclaimers의 諸般問題

시멘트 제조공장 설계자나 운전자들은 종종 粘性原料의 저장 및 취급에 수반되는 여러가지 문제점에 부딪치게 된다. 특히 팽윤성 粘土鑛物을 어느 정도 함유하는 원료는 습하게 되면 粘性을 나타낸다. 이 鑛物들은 雲母 등과 같이 층상구조를 가지고 風化現象을 나타내는 것들로 kaolinite, halloysite와 montmorillonite 족에 속한 것들이다. kaolin 족에 비해 montmorillonite 족 鑛物은 흡습성이 강하고 팽윤성이 크다는 차이가 있다. 이 때문에 때때로 어려운 문제점이 생기게 된다.

粘土鑛物은 오래 건조된 상태에서는 하등의 귀찮은 점이 없지만 비를 맞게 되면 흠뻑 젖어 끈적거리고 粘性으로 덩어리지게 되어 원료의 예비 혼합 작업상 커다란 지장을 초래하게 된다. 粘土를 석회석과 혼합 粗粉碎할 때도 여러가지 문제점이 많다. 이런 원료들의 bed-blending stockpile(blending bed)에 의한 예비 혼합 과정에서는 특히 장치 선택이 매우 중요하다.

橋狀 scraping reclaimer의 능력은 쌓아놓은 원료 더미로부터 어느 정도 효율적으로 원료를 이동시킬수 있느냐에 따라 정해진다. 원료를 쌓아 올리는데는 그 원료들이 粘性과 충전 상태에 따라 때로는 경사지지 못하고 거의 수직되게 쌓여질 수도 있다. 이 경우를 대비하기 위해 원료 더미의 경사진 면을 따라 원료를 긁어 내릴 수 있는, 예를 들면 chain과 같은 장치가 필요하게 되는데 그에 대한 비용이 상당히 많이 들게 된다.

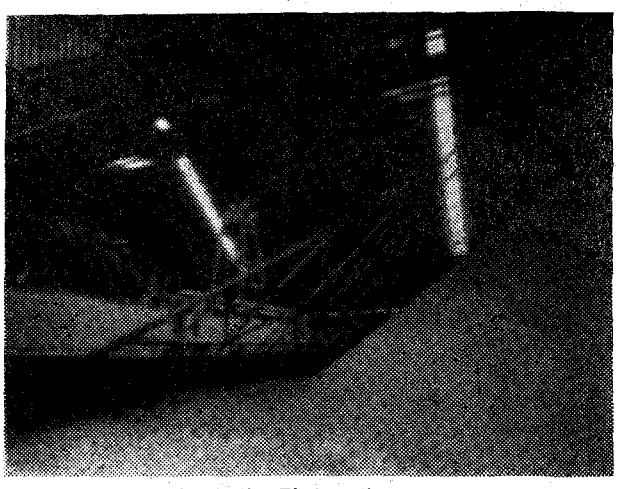
chevron pattern의 stockpile에 병행하여 원료의 예비 혼합 작용을 최대한으로 수행하기 위해 橋狀 scraping reclaimer에는 갈퀴 작용을 하는 써레(harrow)가 장치되어 있으며 그것으로 원료를 pile 面으로부터 긁어 내릴 수 있게 되어 있다. 또 이 써레의 각도(角度)를 변경시킬 수 있으며 이(齒)의 數도 원하는대로 조정이 가능하다(<그림-1> 참조).

## 2. 粘性原料에 대한 橋狀 scraping reclaimer의 使用例

### 2-1 두가지 例

(1) 독일 Hessen시멘트회사의 경우

——광산에서 노천 stockpile(석회석과 粘土를



<그림-1> 갈퀴 운반 장치

번갈아 계속 쌓아 올림)

——pile 구축에 stacker 사용

——갈퀴장치를 단 橋狀 scraping reclaimer 사용

——線形 stockpile

——원료의 광맥이 일정치 못함

——석회석과 泥灰岩 덩어리와 粘土의 混合

——원료의 수분 함량이 최고 10~12%

——약 20% montmorillonite 함유

(2) 스위스시멘트회사의 경우

——室內 stockpile(석회석과 점토를 계속 번갈아 쌓아 올림)

——pile 구축에 throw-off carriage 사용

——갈퀴를 장치한 橋狀 scraping reclaimer 사용

——노천채굴광산

——석회석과 泥灰岩이 잘 섞여 있고 粘土分을 함유

——최고 수분함량 14 %

——20~30 % montmorillonite 함유

**2-2 장치의 효율과 신뢰도**

(1)例의 경우 blending-bed 장비를 1971 년부터 사용하였으며 그동안 blending-bed 의 사고로 인한 運休가 한번도 없었던 만큼 이 장치의 신뢰성과 작업능률은 훌륭한 것이다. 원료의 粘性 때문에 pile 의 충전도가 너무 커서 reclaim 작업을 중단해야 하는 경우도 없었다. 이러한 경험으로 보아 粘性原料도 원활히 reclaim 할 수 있다는 확신은 가질 수 있었으며 이런 원료들을 自然角(37°) 이하로 된 pile 面을 따라 scraper chain 까지 내려뜨리는 데는 별 곤란한 점이 없었다.

이 장치의 수리 및 유지비는 크링카 톤당 0.05 DM(60 원)이었다(단 1974 년에는 0.10DM/t 이었으나 이는 예비 chain 을 구입하게 됨에 따라 들어간 비용이 가산된 것이다). 이 예비 chain 은 아직 사용하지 않았으므로 처음 사용한 chain 의 수명은 약 6 년 정도로 예상된다. 이는 노천 stockpile 일 경우를 말한다.

(2)例의 경우는 원료의 수분 함량이 높았고(약 12 %), stockpile 의 中心部는 너무 충전되어 갈퀴장치가 제대로 기능을 발휘할 수 없었으므로 윗부분만을 사용할 수밖에 없었다. 이런 경우에는 갈퀴의 角度를 높이고 진행 속도를 줄여야만 되었다.

**2-3 stockpile 장비의 선택**

粘性原料를 취급할 때의 stockpile 장비의 선택은 pile 의 형태 및 reclaim 의 용이성에 관련된 매우 중요한 것이다.

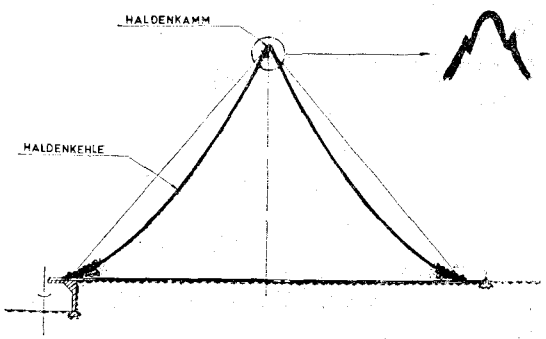
stacker 와 달리 throw-off carriage 는 室內 stockpile 에만 사용된다. stacker 는 실내에서는 건물면적이 커야 될 뿐아니라 장비 자체에 지출되는 비용도 더 높기 때문에 주로 노천 stockpile 에 사용되며 원료를 쌓을 때 낙하 높이를 낮게 조절할 수 있는 利點이 있다.

(1)例의 stockpile 일 경우는 stacker 를 사용하여 pile 의 꼭대기가 뾰쪽하게 되거나 허리 부분이 움푹 들어 가거나 中心部分의 충전 상태가 너무 크거나 하지 않게 훌륭한 모양으로 원료를 쌓을 수 있었다.

throw-off carriage 를 사용하는 경우는 원료의 낙하 높이가 높기 때문에 특히 粘性原料를 사용할 경우 큰 문제가 된다. 이 때문에 pile 바닥 부분의 원료가 너무 충전될 뿐만 아니라 pile 의 경사면도 충전되어 떨어진 원료가 이 면을 따라 쉽게 미끄러져 pile 바닥에 몰리는 수가 있으며 특히 입자가 큰 것이 밑바닥 변두리로 편향될 우려가 있고 pile 의 꼭대기 부분이 뾰쪽하게 되기 쉬워 <그림-2> 와 같이 pile 이 정상적인 높이와 넓이를 가졌다 해도 그 단면이 삼각형이 되지 못한 이상 단면적이 적게 된다.

(2)例의 경우 이러한 현상이 뚜렷하였으며 처음 계획한대로 원료를 수용하기 힘들었다.

원료의 수분함량이 많을수록 stockpile 時 원료




<그림-2> **throw-off carriage 를 사용하여 粘性原料를 구축한 stockpile 의 모양**

가 충전되기 쉬워 reclaim하기 힘들어지기 때문에 이러한 때의 reclaim장비 선택에 더 한층 주의를 기울여야 된다.

**2-4 雨期와 結氷期에 대하여**

시멘트 공업에서는 원료의 노천 stockpile은 건조 지역에서조차도 보기 힘들다. 특히 粘性原料를 사용할 경우 원료가 비에 젖거나 凍結되는 것을 방지하기 위해 실내 stockpile이 필수적인 것이다.

(1)例의 경우 이곳에서는 일년중 강우량의 5~10% 만이 소나기나 폭우로 내리는 곳이므로 이 雨期에만 stockpile 작업을 중단하고 있으며 보통의 경우 비는 pile의 10~15 cm 정도밖에 수분이 침투하지 못하므로 별 지장이 없으며 roller mill에 kiln 폐가스를 사용하거나 보조 열처리 장치를 사용하여 건조시키기 때문에 큰 문제가 되지 않았다. 본공장까지 연결된 긴 belt conveyor는 덮개가 씌워져 있지만 그 이외의 stockpile 주변에서는 노천에서 작업을하고 있다. 이 경우 scraper chain 운전에 소요되는 동력비가 높다는 것이 문제점이지만 표면 수분의 제거는 별 문제가 되지 않는다.

(1)例의 경우는 광산과 본공장이 약 2.7 km 떨어져 있기 때문에 mill feed저장 장치는 용량이 큰 것이 필요하며((2)例의 경우와 같이 가까운 곳에 위치하고 있다면 10 $m^3$ 용량만이면 충분하다) 그 공정간의 중간 조정에 요하는 시간이 많았다.

영하 15~25°C의 온도에서도 stockpile의 結氷 깊이는 겨우 10~20 cm 정도밖에 되지 못하며 이 凍結된 面이 reclaimer의 갈퀴장치에 별다른 부담을 주지는 않는다. (1)例의 경우 reclaim한 후 pile이 위치했던 지면이 결빙으로 인해 약간 팽윤되었기 때문에 週마다 하는 장비의 이동 작업에 상당한 주의와 시간을 요하였다.

**2-5 결 론**

이상의 경험으로부터 이 장비의 사용에 대해 다음과 같은 결론을 얻었다.

——粘性原料를 사용할 경우 stockpile 장비로 stacker가 throw-off carriage에 비해 낙하 높이가 낮아 원료의 충전을 피할 수 있을 뿐만 아니라 pile 단면의 현상을 훨씬 이상적으로 할 수 있으므로 유리하다.

——粘性原料의 취급에서는 갈퀴를 장치한 橋狀 scraping reclaimer가 장치의 효율 및 신뢰도가 좋았다. 이 갈퀴 장치는 원료들의 혼합 작업에 지장을 초래하지 않는다.

——중부유럽 기후조건의 노천작업에서도 粘性원료를 사용하여 훌륭히 blending bed 작업을 행할 수 있었으므로 이 장치의 효용성 또한 매우 좋은 편이다. 이 橋狀 scraping reclaimer는 노천 stockpile에서 장치의 작업능률과 비용절감의 면에서 우수한 성능을 발휘할 뿐만 아니라 실내 작업에서도 그러한 효과를 발휘할 수 있다.

## 3. 粘性原料의 圓形 stockpile

粘性原料의 예비혼합작업방법에 대한 또 하나의 가능한 해결책은 圓形 또는 環狀으로 stockpile하는 방법인데 이는 pile의 구축과 reclaim 작업이 서로 잘 맞아 들어갈 수 있는 경우에 한한다. 이러한 조건이 만족된다면 연속 작업이 가능하므로 粘性原料를 취급하는 하나의 훌륭한 방법이 될 수도 있다. 그러나 圓形 stockpile法에 의해 연속작업을 하는 것과 두개의 線形方法에 의한 단속작업의 어느쪽이 유리하느냐는 것은 원료의 채집, 예비처리 및 raw meal의 준비작업 등 전반적인 면을 검토함으로써만 확실한 해답을 얻을 수 있다.

원료에 따라 예비혼합용 장비의 선택과 설계를 행하여야 할 것이며 이를 체계적으로 분류할 필요가 있다.

현단계로 보아 무엇보다 중요한 사실은 다음과 같은 것이다. "Material that can be crushed in a hammer crusher with grid bars is also reclaimable from a stockpile."

Jordan에서 이 圓形 stockpile을 구상하고 있는데 이곳은 다음과 같은 특징이 있다.

——室內 圓形 stockpile(integrated storage)

——stacker의 사용

——橋狀 scraping reclaimer(갈퀴장치 부착) 사용

——몇가지 원료성분이 층상으로 분포되어 있는 광산

——석회석과 泥灰岩 덩어리와 粘土의 混合

——최고 12 % 의 수분 함유

——45 % 까지의 montmorillonite 함유

이 圓形 stockpile 에서는 feed belt 와 stacker 사이의 原料滑送運搬裝置(chute)의 이동을 될수록 짧고 가파르게 설치하고 원료의 배출은 신뢰성 있는 silo-emptying 장치가 장비되어 원료를 거의 중앙으로 배출시킴으로써 장치가 막히는 것과 장치의 높이를 될수록 높지 않게 되도록 설계되어 있다. 또 이 장치는 건물의 지붕과 완전 분리되어 따로 떨어져 있도록 되어 있다. 이 장치에 대한 실제 운전 경험은 추후 보고할 예정이다.

〔References〕


1) Jasmund, K: Die Silikatischen Tonminerale Verlag Chemie, Weinheim 1955.

2) Füchtbauer, H. und Müller, G: Sedimente und Sedimentgesteine. Verlag E. Sehweizerbart'sehe Verlags buch handling, Stuttgart, 1970.


## 알 림

「제 4 회 시멘트 심포지움」(76. 5. 1) 및 「제 2 회 시멘트 工業의 熱管理 세미나」(76. 7. 9)가 9月中 製册 配本 되었읍니다. 한편 星信 및 雙龍의 3個生産工場에서 今年에 열렸던 QC 事例中 12 테마를 모아 熱管理 세미나 册子에 同時 수록하였읍니다. 同 册子들의 目次는 다음과 같읍니다.

### 제 4 회 시멘트 심포지움


開會辭 ……南鳳振

現代科學技術의 方向……金基衡

韓國窯業의 現況……李鍾根

시멘트 硬化體의 乾燥收縮과 그 機構 ……韓基成

發破로 인한 damage 와 그 抑制에 관하여……柳忠植

Gas 分析에 의한 流量計算 ……沈龍鎭

Cement 成分이 色相에 미치는 영향 검토……宋能秀

Alumina 源으로서 高爐 slag 利用에 관하여 …장진우

시멘트 製造 原料로서 石膏의 利用 ……崔相紀


### 第 2 回 시멘트 工業의 熱管理 세미나


開 會 辭 ……李丙文

76年度 熱管理 主要施策 및 方向 ……羅昌洙

시멘트 産業에 있어서의 에너지 節減對策 ……李喜洙

廢·副産資源의 活用과 크링카 燒成熱量
原單位節減 ……崔相紀

油槽車 Steam drain 회수에 대한 經濟性
檢討…… 金英洙

에너지 節減을 위한 cooler 改造結果報告 ……洪明義

cooler 改造工事로 인한 熱原單位節減……沈龍鎭

Raw mill 用 hot air furnace 改善對策 ……鄭燦翊

熱效率 증대를 위한 preheater 改造……李宰均

Cement mill 의 電力原單位 節減……김태경


### 시멘트業界 QC 活動事例 選定報告


壓縮空氣 損失防止方案…… 雙龍 寧越工場

大型搾壓機 稼動率 向上 …… 雙龍 東海工場

發破用 補助각선 節減……星信 丹陽工場

Raw mill 정상가동을 위한 slurry
pumpimpeller 수명연장 ……雙龍 聞慶工場

Mill 入口 塊土 事前除去로 原料品位
向上…… 星信 丹陽工場

燒成狀態 不良件數 減少…… 雙龍 東海工場

Kiln preheater 閉鎖防止 ……雙龍 聞慶工場

Bag filter 效率向上 …… 星信 丹陽工場

#4 電氣集塵機 knocking time 과
集塵狀態 考察 ……雙龍 寧越工場

LF-352 型 液體저항기의 단락
접촉자 改造 ……雙龍 東海工場

Carbon brush 消耗量 減少…… 雙龍 聞慶工場

신속 입환 작업……雙龍 寧越工場