

# 大型 Rotary Kiln 의 축로 技術

星信化學株式會社  
丹陽工場 燒成課

金 泰 男

## 1. 序 論

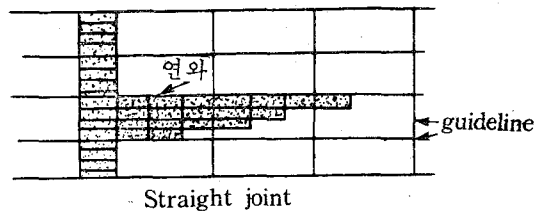
최근 로터리 키른 직경이 점차 커지므로 인하여 이제까지 사용해 오던 축로 장치 및 방법은 수정 되어야만 했다. 6~8ft 직경의 키른 축로 방법은 간단했다. 일반적으로 축로방법은 green stick 方法, Jacks(작기)를 이용하는 方法 소형 나무를 (arch) 이용하는 方法인데 키른이 大型化 함에 따라 Jack(작기)의 이용대신 green stick 方法으로 대체 되었고 직경이 현저하게 커짐으로 인해 Rigs(리그) 사용은 축로를 용이하게 効率的으로 만들었다. 流動性이 있는 평판 (plat form:臺) 과 臺車위에 設置한 Rigs로 直徑 25ft의 大型 키른도 築爐가 오늘날 容易하게 되었고 키른築爐에 利用되는 Jack(작기)와 Rigs를 使用하며, 이들의 利用에 對하여 論하기 前에 먼저 築爐前 準備해야할 일을 說明 하려고 한다.

## 2. 築爐 準備作業

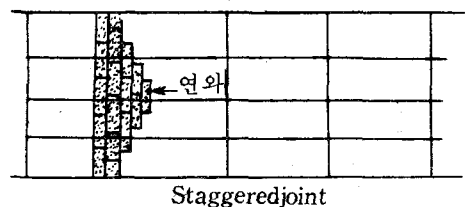
Kiln 內 煉瓦를 除去하고 Kiln shell 을 깨끗이 清掃 한다. 可能한 한 뒤틀린 部分을 찾아내 마지막 Key 를 이곳에 박을수 있도록 Kiln 을 돌려 놓아야 한다.

Kiln 의 뒤틀린 部分에 따라 築爐方法이 決定된다. 이는 뒤에 言及하겠다. 축로를 始作하기 前에 Kiln shell guide line (축로선)을 設定한다. 熔接된 Kiln 서는 Kiln 下部 바닥에서 guide line 으로서 용접된 선을 利用할수있다.

Kiln 下部 바닥 中心을 築爐用 水平器와 垂直錘를 使用하여 決定한다. 이렇게 결정된 guide line 은 키른 수평축과 반드시 平行이어야 한다. 키른 shell 돌레에 따라 下部中心 바닥선에 平行되게 일정한 간격으로 (約 3~6ft) chalk 로 guide line 을 긋는다. 그리고 築爐를 始作 各 Ring 의 맨처음 煉瓦는 下部 guide line 에 平行히 쌓고 築爐를 계속함으로 다른 guide line 은 한 Ring 의 축로된 연와면이 Kiln 軸에 垂直되는가 確認하는데 도움이 되며 guide line 에 비틀리는 현상이 發生時는 작은 steel shim 을 利用하여 한쪽으로 斜림을 수정한다. 鹽基性 煉瓦는 straight joint 構造 築爐를 하며 High alumina, Fire clay 煉瓦는 staggered joint 형태로서 1/3~1/2 이 연와와 연와가 겹치도록 축로한다.

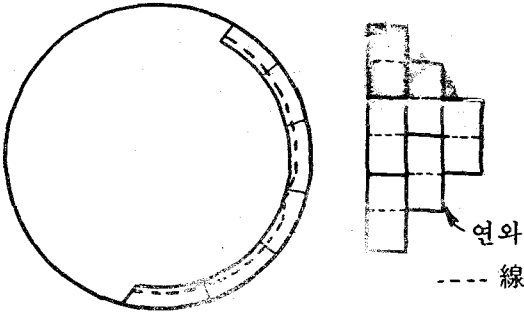


<그림 1>



※ Staggered joint(지그재그축로)시 문제점  
High alumina 또는 Fire clay 연와의 Staggered  
축로후 Kiln 운전결과 다음의 사고가 發生했다.

即① 煉瓦수축, 팽창시 (outlet 축으로 밀림시)  
煉瓦切斷 現象 發生 (그림참고 2)



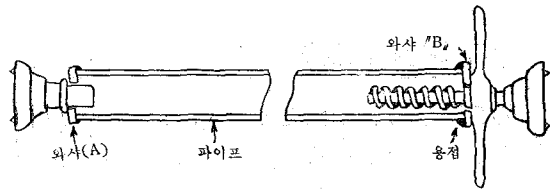
<그림 2> 수축팽창시 耐火연와 절단선

② Arch type 煉瓦보다 circle type 연와가 脫  
落現象이 크다.

③ 線收縮 팽창이 연와수명에 치명상을 준다.  
Staggered joint 式 축로를 할때는 運轉中 煉瓦가  
밀리지 않도록 주의해야 한다.

### 3. Jacks (작기)의 使用法

築爐 Jack 使用은 直徑 8~12ft Kiln 에 適合하  
다. 그러나 大型 Kiln 에서도 작기 사용은 한다.  
이경우 연와와 Screw jack 사이에 timber (작기  
다이)를 끼운다. 이때 특히 주의할 점은 Kiln 을  
돌릴때 Jack 가 밀리는 현상을 막기 위하여 Kiln  
中心에서 約 4~6 inch 위에 Jack 의 中心이 오도  
록 한다. <그림 3>



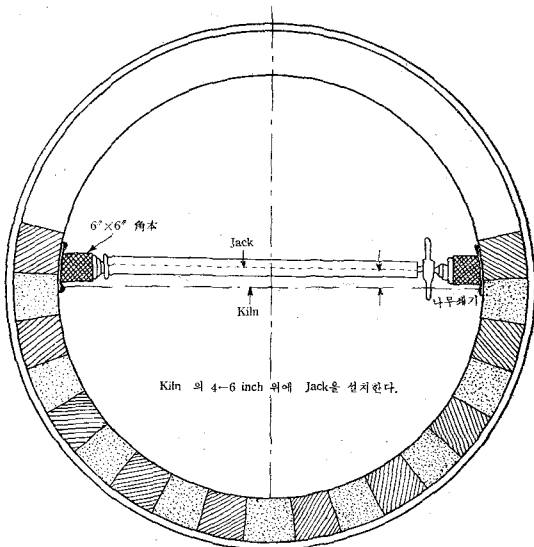
Kiln 작기(Jack) 조립도.

(그림 3) Kiln 작기(Jack) 조립도

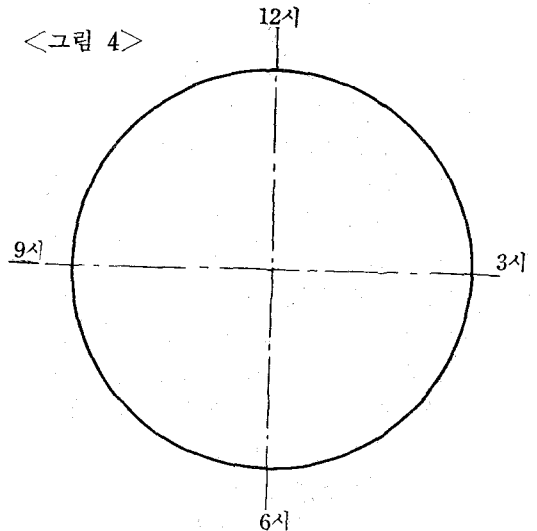
#### 로타리 키른 작기 설치 방법

Kiln 直徑 12~14ft 以上の 境遇 一部 工場에서  
는 特殊한 築爐方法을 사용하나 直徑 18ft-6inch  
Kiln 의 大部分 工場은 小補修時 작기를 利用한다.

이때 Jack 은 Screw 와 Pipe 치수를 키워 주어  
야 하며 Pipe 는 6inch (Aluminum). timber 는  
4~12ft 로 한다. 작기 使用時 煉瓦는 10ft~12ft  
限度 길이로 나누어서 築爐하며 작기는 12~18  
inch 間隔으로 세운다. 많은 사람들이 Jacks 를  
過大하게 조이는 現象이 있는데 이는 Jack 壓力  
으로 Kiln shell 이 한쪽으로 휘거나 龜裂(균열)  
을 超來한다. 萬若 Jack 壓力에 依해서 shell 이  
變型 되었을 境遇 작기 除去後 回轉時 煉瓦에 機  
械的 壓力을 加하게 된다. Jack 를 使用하는 築爐  
에서 축로 始作前 Kiln 의 位置 即 마지막 Key  
(=구사비)를 막기 爲해 選定된 shell 의 變型된  
部分(Warp free)을 Kiln 回轉方向이 時計方向의  
反對이면 2~3時 方向間에, 時計方向이면 9~10  
시 方向間에 오도록 Kiln 을 回轉 시킨다. 이렇게  
하여 變型된 部分이 最後로 築爐가 되며, 이곳에  
Key 를 박는다. Rig 使用時는 Kiln 을 돌리지 않  
으므로 正12時 方向에 오도록 한다.



<그림 4>



#### 4. Rigs 使用法

數年동안 簡單한 大型에서 부터 水壓 氣壓을 利用한 複雜한 機構에 이르기 까지 여러가지의 Rigs가 Rotary Kiln 築爐에 利用되어 왔다. 어떠한 Rigs를 設計製作 하기전에 Rigs의 무게 移動性, 融通性, 價格 Key(구사비)의 過大 消耗量 등을 고려 하여야 한다. Rigs는 한 Ring의 築爐가 完了될때까지 한 Ring의 上部 切半을 持支할 수 있어야 한다. 實際 築爐에서 下部 切半은 一般의 築爐方法에 따르며 上部 切半은 Kiln을 돌리지 않고 各 Ring의 頂上에 最終 Key 煉瓦를 박을때 까지 한 半에 한 Ring 築爐를 完結짓고 다음 Ring을 始作한다.

Rigs 型態는 다음과 같이 分類한다.

a) 木型 b) Screw rig c) Hydraulic rig. (水壓式) D) Pneumatic rig (氣壓式) e) Pogo stick.

a) 木型 Rig는 단단한 베니아판(3/4inch)과 나무 스텐드로 만든 半圓型的 簡單한 型으로 크기는 築爐內徑보다 약간 적게 만든다. 이 방법은 Kiln 直徑이 漸次 커지므로 使用者가 줄어 들었다. b) Screw type rig는 直徑 18ft 6inch 以上の Rotary Kiln에서 많이 使用되며 製作費用低廉 設置가 容易한 點에 築爐補修 機構로서 最適이다. 그러나 Kiln 直徑이 너무 커지면 많은 Rig를 要함으로 困難하다. c) Hydraulic rig는 헛수를 거둬 하므로 많은 발전을 해왔다. 이들은 여러 종류가 있으나 그중 하나를 紹介하면 그림 5와 같은 것으로 直徑20ft 以上の 맘모스 Kiln에서 주로 使用한다.

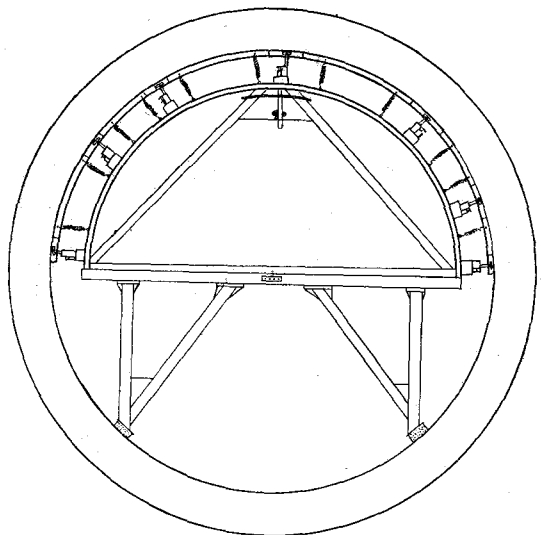
Kiln 上部 切半 煉瓦는 8개의 받침대로 지지되며 이받침대는 제2의 channel flame으로 持支된다. 各 받침대는 1 1/2 ton Hydraulic Jack으로 調整하고 各 pipe 같이 조절기를 利用하며 받침대 各度를 調整한다. Rig 中心點(正12時 方向)은 작기로 煉瓦를 조이고 마지막 Key 煉瓦를 박기爲해서 열려져 있는 狀態가 된다. 이와같은 짧은 弧 받침대 Rig는 築爐工이 邊曲點을 築爐하는데 容易하며 shell이 부풀어, 오른데 움푹 들어간데 축로시 용이한 장점을 갖고있다. 事實上 모든 Kiln은 使用後 얼마 안가서 正圓이 아닌 형태로 變하게 됨으로 이築爐 方法은 이상적인 축로방법이라 할수있다. d) Pneumatic rig는 使用上 안

좋고 操作이 簡便하며 air system 장치가 부착되는게 특징이다. 流動性이 크며 고무 Hose로 壓縮空氣를 供給하여 壓縮 함으로 煉瓦가 받는 壓縮擊衝이 부드러다. 이 방법은 空氣고무 hose(消防 Hose 같은)가 있어 煉瓦를 조여주게 되어 있는 가벼운 金屬製品을 利用한다. 이러한 方法에 依하여 4인의 築爐工과 4인의 助力工, 技師1名으로 構成된 1個組가 이特許方法에 依하여 築爐時 9inch R.K.B.를 쓰는 直徑20ft Kiln에서 13ft/8ft 平均 축로하며 成果가 좋은 날은 33ft-4inch 축로를 하며, 이중 21ft-4inch 까지 完全히 Key를 박았다. e) Pogo stick 方法은 木型을 利用하는 green stick의 發展된 方法이다. 大型은 煉瓦를 쌓은 Kiln 直徑보다 2~3ft 적게 만들고 Kiln에 煉瓦를 쌓을때 Spring-loaded Pogo stick으로 木型和 Kiln shell 間에 煉瓦를 받쳐준다.

#### 5. Rig platform (Rig 作業臺)

Rig 作業臺 및 車臺는 設置 分解가 容易하도록 되어야 한다.

Kiln의 낮은 部分 築爐는 勿論 上部 Key 박는 데까지 作業이 容易하도록 하기爲해서 plat form 下部에서 지게차를 運轉할수 있도록 充分히 높게 設計되어야 한다. 大型 Kiln Rig 作業臺는 築爐後 다음 축로지로 移動시키기 容易하도록 바퀴가 달려 있으며 옮긴후 움직이는 것을 막기爲해서 lock 장치가 있다. 最小限 作業臺(plat-form)는 作業員과 其他工具에 견딜수 있도록 튼튼하게 만



(그림 5) Hydraulic Rig 詳細圖

들어져야 하며 Rig 를 設置하는데 용이 하도록 自由로 움직일수 있도록 設計 하여야 한다.

### 6. Hydraulic spreader jack.

한 Ring 을 完全히 築爐하고 마지막 Key 煉瓦를 박을때 잘 맞게 하는것이 最善의 方法이나 實際는 大部分의 境遇 잘 맞지 않게 됨으로 휴대용 Hydraulic spreader jack 을 利用해서 잘맞도록 調整하는 것이 重要하다.

築爐의 마지막 關係에서 spreader jack 이 미끌어 지지 않도록 設置한 後 Key 煉瓦를 끼울 間隔을 考慮하며 加壓한다. 이때 지나친 加壓은 가열시 Spelling 현상을 초래한다.

原則적으로 작은 간격에 억지로 Key 煉瓦를 때려박는것 보다는 맞도록 가공하여 끼우는 것이 좋다.

### 7. 結 論

Rotary Kiln 最善의 築爐方法은 煉瓦壽命을 延長시켜 주는데에 있다. 이러한 目的을 達成하기 爲하여 築爐方法은 여러가지로 變하여 왔다. 앞에 說明한 바와같이 Hydraulic jack 과 Pneumatic Rig 를 利用한 築爐法은 經濟性을 增加 시켰으며 특히 大型 Kiln 에서는 더욱 그러하다.

이러한 複雜한 Rig 使用은 작은部分 補修에 使用은 實際 適合치 않으며 大補修時에 使用하는것이 經濟的이다.

Rotary Kiln 築爐에서 jack 의 使用法은 必要한 장치가 커야 함으로 大型 Kiln 에서는 難點이 많다.

大型 Kiln 築爐時 Rig 使用은 速度가 빠르며 安全도가 높아 大端히 有利한것으로 알려져 있다.

참고 문헌 : Minerals Processing Magazine

## < 新 刊 案 內 >

### 시멘트 入門

韓國洋灰工業協會  
大韓土木學會 推薦圖書  
韓國콘크리트工業協會

產 業 人

必 携

著者 : 雙龍洋灰工業株式會社 東海工場 生産課長 朴炳哲

- ◎ 시멘트工業에 從事하는 技術實務者 및 工學徒 訓練用.
- ◎ 시멘트 및 시멘트 2次 品 生産業界 및 販賣業界 需要者의 參考資料用.
- ◎ 콘크리트 生産業界 및 스투트 生産業界 實務者 參考用.
- ◎ 土木業界, 建築業界, 시멘트施工業界 및 聯關産業界 參考用.

■ 菊版 150面 豪華洋裝 크로스金泊表紙 視力保護用紙使用.  
各種 圖表 80枚, 그림 32枚, 寫眞 26枚, 定價 900원 普及特價 800원 ■

### 主 要 內 容

- |                |                |                 |
|----------------|----------------|-----------------|
| 1. 시멘트의 發展史    | 4. 시멘트 製造工程    | 7. 시멘트 輸送과 貯藏   |
| 2. 시멘트의 種類와 特性 | 5. 시멘트의 性質과 規格 | 8. 시멘트 2次製品     |
| 3. 시멘트의 原料와 燃料 | 6. 시멘트의 用途와 需要 | 9. 시멘트 工業과 韓國經濟 |