

# 輕量骨材產業에 있어서의 燃料費節減에 대하여

徐 弘 錫 譯

〈韓國科學技術情報센터〉

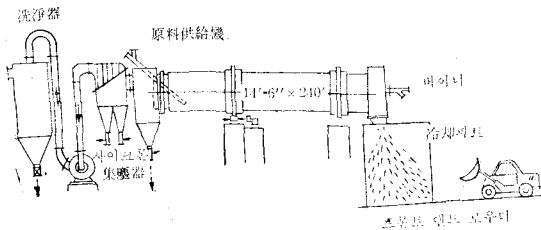
輕量骨材 로우더리 키른의 運轉에 있어서 熱은 다음에 말하는 3가지 방법으로 사용된다. 즉 ① 로우더리 키른 製品으로 ②키른 排氣개스로 ③키른의 生産性이 낮으므로 인한 輻射 및 對流에 의해 낭비된다. <그림-1>은 종래의 비효율적인 키른의 간략한 工程圖이다. 여기에는 熱을 回收하기 위한 冷却器가 없으며 排氣 개스가 갖고 나가는 熱을 이용하는 부가적인 키른 인터널(kiln internals)이 없다. 키른으로부터 排出된 燒成物은 冷却 피트(cooling pit)로 들어간다. 이 燒成物은 프론트 엔드 로더(front end loader) 또는 클램 셸 오퍼레이터(clam shell operator)에 의해 반출시켜야 한다.

이 키른에 있어서의 熱消費량을 <表-1>에 표시하였다. 길이 240 ft, 直徑 14ft 6 in의 로우더리 키른에 있어서 熱收支는 1,000ton/日(TPD)로 기준한 것이다. 여기에서 모든 熱收支에 대하여 發泡溫度는 2,100°F, 供給原料의 온도는 20%로 사용되었다. 內部熱交換器가 없는 경우에 輕量骨材 키른에 있어서 키른 排氣 개스의 온도는 보통 1,100°F이다. 熱은 製品 ton當 4,000,000

Btu's/ton 이상을 필요로 한다. 이 熱의 거의 반이 키른 排氣 개스로 放出되며 약 20%가 骨材燒成에 이용되고 또 20%는 水分을 蒸發시키는데 손실된다. 熱收支로 보아 키른 胴體를 통하여 10%가 손실된다. 보통 생각했던 것과는 반대로 키른의 生産량을 減少시키면 제품의 ton當 燃料消費량이 증가한다.

<表-2>에 동일 키른에 있어서의 生産량을 800 ton/日로 감소시켰을 때의 熱消費량을 表示하였다. 輻射損失이 일정하게 남기 때문에 ton當 輻射熱損失은 증가하며 따라서 전반적인 燃料消費량은 4,181,000 Btu's/ton으로 증가한다. 어떤 경우에는 키른 燒成帶溫度가 製品生産량을 減少시키면 낮아져서 이에 의해 燃料消費량의 증

<表-1> 1,000ton/日 輕量骨材 키른의 熱消費량



<그림-1> 冷却器와 인터널이 없는 1,000ton/日 輕量骨材 키른

條 件	
生産量 : 1,000ton/日	
冷却器 : 없음	
키른 인터널 : 없음	
키른 排氣 개스 溫度 : 1,100°F	
發泡溫度 : 2,100°F	
原料含水率 : 20%	
原料의 所要熱 :	849,200 Btu's/ton
물의 蒸發熱 :	839,506
化學的 損失 :	27,315
粉塵 :	13,694
輻射 및 對流損失 :	432,561
키른 排氣 개스에 의한 熱損失 :	1,841,939
	4,004,215 Btu's/ton of Product

<表-2> 小規模 操業時 1,000ton/日 輕量骨材 키른의 熱消費量

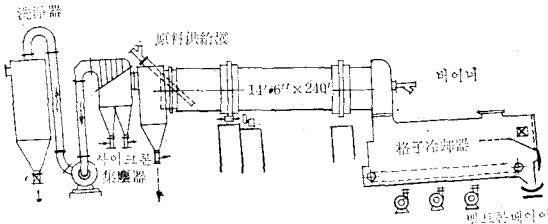
條 件	
生産量 : 800ton/日	
冷却器 : 없음	
키른 인터널 : 없음	
키른 排氣 가스 溫度 : 1,100° F	
發泡溫度 : 2,100° F	
原料含水率 : 20%	
原料의 所要熱 :	849,200 Btu's/ton
물의 蒸發熱 :	839,506
粉塵 :	27,315
輻射 및 對流 :	541,675
排氣 개스에 의한 熱損失 :	1,895,907
化學的 損失 :	27,315
	4,180,918 Btu's/ton

가를 보상시키게 되나 대부분의 키른 運轉者는 燒成帶溫度를 일정하게 유지시키려고 한다.

### 格子冷却器

<그림-2>는 동일 키른에 格子冷却器를 부착시킨 것을 表示하고 있다. 적절히 설계된 格子冷却器는 키른 제품이 保持한 80%까지의 熱을 키른으로 회수시킨다. 이에 의해 회수된 熱만큼 절약될 뿐만 아니라 또한 燃料消費가 적어지므로 키른 排氣 개스에 의한 熱損失도 감소된다.

<表-3>에 格子冷却器를 使用함으로써 原料에 있어서는 熱損失이 849,200 Btu's/ton에서 153,756 Btu's/ton으로 감소되고 키른 排氣 개스에 의한 熱損失이 1,841,939 Btu's/ton에서 1,249,524 Btu's/ton으로 감소되는 것을 표시하였다. 따라서 燃料消費量은 2,716,356 Btu's/ton으로서 이것은 1,287,859 Btu's/ton만큼 절약된 것이다. 여기에서 投資費에 관해서는 논의하지



<그림-2> 格子冷却器를 가진 1,000ton/日 輕量骨材 키른

않겠으나 이 정도의 燃料消費量 절감으로 設置된 格子冷却器의 施設費는 燃料費에 따라 다르지만 2~3年안에 상각될 것이다. 燃料節減으로 인하여 電氣費도 부가적으로 감소된다. 이 1,000 ton/日 冷却器에 사용되는 전체 전력은 277 kw이다. 運轉率이 0.85일때 4.6 kwh/ton이 필요하다. 연료비의 절약 외에 格子冷却器는 제품을 고무벨트 콘베이어로 倉庫에 직접 운반시킬 수 있도록 한다. 따라서 프론트 엔드 로더와 클램 셀의 운전에는 필요한 人力이 절약된다.

格子冷却器가 없는 키른 시스템에 있어서는 1,000 ton/日 제품을 이송시키기 위해 1交代當 1인이 필요하다. 格子冷却器의 유지비는 일반적으로 製品移送에 쓰이는 車輛裝備보다 저렴하다. 적절히 설계된 格子冷却器는 輕量骨材 키른의 제품에서 자주 발견되는 球形 또는 棒形體의 처리가 용이한 유일한 冷却器 형태이다. 이들 凝集된 骨材는 冷却器를 통과하여 冷却器의 出口에서 粉碎되어 분리된다.

既存 輕量骨材 製造用 키른에 格子冷却器를 부설하면 生産量이 증가되므로 利益을 볼 것이다. 비록 數字的으로 정확하게 나타내기는 어려우나 增加量은 15~20%이다. 이것은 燃燒帶의 制御狀態가 양호하게 되어 생긴 결과로서 排氣 및 2次空氣溫度의 安定度에 의해 좌우된다.

<表-3> 冷却器를 具備한 1,000 ton/日 輕量骨材 키른의 熱消費量

條 件	
生産量 : 1,000 ton/日	
冷却器 : 格子冷却器 附着	
키른 인터널 : 없음	
키른 排氣 가스 溫度 : 1,100° F	
發泡溫度 : 2,100° F	
原料含水率 : 20%	
原料의 所要熱 :	849,200 Btu's/ton
冷却器로부터 回收된 熱 :	-695,444
물의 蒸發熱 :	839,506
化學的 損失 :	27,315
粉塵 :	13,694
輻射 :	432,561
排氣 개스에 의한 熱損失	1,249,524
	2,716,356 Btu's/ton

### 키른 인터널(kiln internals)

두가지 形態의 키른 인터널을 <그림-3>에 대략 표시하였다. 原料에 水分이 相當量 있거나 또는 供給原料가 微細할 때는 리프터(lifter)를 구비할 필요가 있다. 氣流를 통하여 原料를 移送시킴으로써 對流에 의한 熱傳達이 크게 향상된다. 어느 경우에서나 四分形(quadrants)과 三葉形(trefoils) 시스템을 사용할 수 있으며 原料를 豫備處理할 필요가 있고 또 할 수 있을 때에는 더욱 유용하다. 이로 인하여 原料가 細分되어 表面積이 넓어져서 輻射熱과 傳導熱을 더 잘 받아들일 수 있어 熱效率이 증가된다.

동일한 키른 및 적절히 設計된 리프터를 가진 冷却器 시스템으로부터 얻은 결과를 <表-4>에 표시하였다. 燃料消費量이 적고 따라서 冷却器에서의 所要量이 적기 때문에 冷却器로부터 회수되는 熱量은 약간 낮다. 排氣氣스로부터 상당량의 熱이 절약된다. 排氣溫度를 1,100°F에서 750°F로 감소시킴으로써 排氣 氣스에 의한 熱損失은 1,249,524 Btu's/ton 으로부터 710,247 Btu's/ton 으로 감소된다. 排氣 氣스의 온도가 낮기 때문에 水分蒸發用 熱所要量, 化學的 손실 및 粉塵이 감소된다. 含水率 20%인 原料에서 燃料節約은 總  $\approx 564,091$  Btu's/ton 이며 이것은 輕量骨材 개론에 적절히 設計된 리프터를 設置키 함으로서 실현될 수 있다.

上記 장치를 사용하였을 경우 燃料消費量은 2,152,265 Btu's/ton 이며 종래의 非效率의인 것

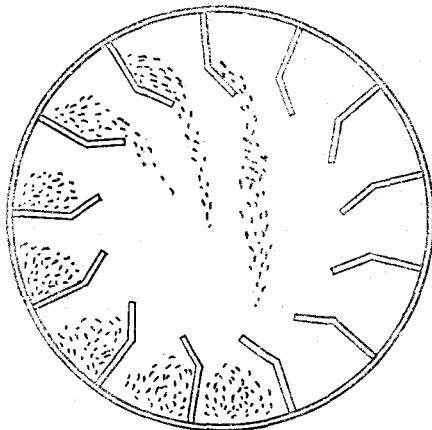
<表-4> 冷却器 및 키른 인터널을 具備한 1,000ton/日 輕量骨材 키른의 熱消費量

條 件	
生産量 : 1,000 ton/日	
冷却器 : 格子冷却器 附設	
키른 인터널 : 있음	
키른 排氣 氣스 溫度 : 750°F	
發泡溫度 : 2,100°F	
原料含水率 : 20%	
原料의 所要熱 :	849,200
冷却器로부터의 回收熱 :	-608,909
물의 蒸發熱 :	743,035
化學的 熱損失 :	17,126
粉塵 :	9,004
輻射 :	432,561
排氣 氣스에 의한 熱損失 :	710,247
	2,152,265

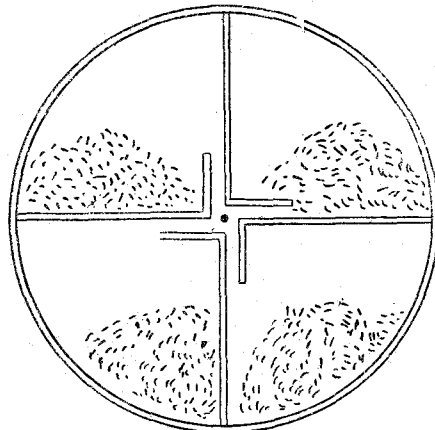
의 4,180,000 Btu's/ton 에 비해 거의 반이다.

리프터와 四分形 시스템의 缺點은 이를 燒成 키른 內에 설치할 수 없다는 점이다. 高溫으로 인하여 곤란한 문제가 일어난다. 최근 耐熱性鑄鐵 및 스테인리스 鑄鋼을 사용하여 리프터를 設計해서 冷却器에 사용한 바 괄목할 만한 成果를 거두었다. 格子冷却器의 설치에 소요되는 償却期間은 2年 정도이다.

輕量骨材 산업에 있어서 燃料의 消費量은 감소될 수 있으며 이에 소요되는 장비는 현재 이용할 만한 것이 製作되고 있고 적은 投資로 바람직한 反對給付를 얻을 수 있다(American Ceramic Society Bulletin 第54卷 第7號 1975, 原筆者名, Biege N.W & Cohen S.M).



리프터



<그림-3> 키른 인터널 리프터 四分形 隔板