Air Jet Burner의 設計 및 使用效果

金 松 虎
〈東洋시멘트㈜ 三陟工場〉

1. 序 論

重油燃燒에 比해 石炭燃燒時 특히 考慮하여야 할 點은,

첫째, 石炭의 粉碎, 貯藏, 輸送 等에서 發生할 수 있는 爆發火災防止 等의 安全性에 關한 問題이고,

둘째, 石炭灰分의 clinker 化에 依한 微量成分의 影響, 原料配合의 變更을 들 수 있겠고,

세째, 燃燒機構(mechanism)의 差異 때문에 나타나는 火焰形成의 差異를 들 수 있겠다.

여기서는 이 세가지 問題點들 中에서 세번째의 重油와 石炭의 燃燒機構의 差異點과 이러한 石炭燃燒 特性에 맞는 버너인 Air jet burner에 對해 살펴 보고자 한다.

當社에서는 이러한 觀點에서 1983年 2月부터 6個月餘의 試驗을 通해 當社 kiln特性에 맞는 버너를 設計 使用하였는 바, 이에 對한 使用效果에 對해서 簡略하게 發表하고자 한다.

2. 石炭의 燃燒特性

2.1 重油와 石炭의 燃燒機構

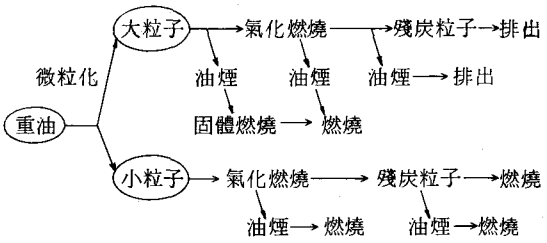
一般的으로 液體 및 固體燃料의 燃燒段階는 다음 3段階로 나누어진다.

1) 蒸發燃燒－低沸點 物質의 蒸發燃燒

2) 分解燃燒－좀더 高温에 이르러서 粒子內 高分子 炭化水素(高沸點物)가 分解 氣化하여 燃燒.

3) 固體表面 燃燒－固體燃料나 殘留炭素를 含有하는 液體燃料의 境遇, 炭素 固體表面에 酸素가 擴散 反應하여 燃燒.

重油의 境遇 噴霧 燃燒모델의 한 例를 〈그림-1〉에 提示하였다.[6]



〈그림－1〉 重油 噴霧燃燒의 모델

Hanpt는 實驗을 通해 温度를 增加시킴에 따른 石炭燃燒의 形態는 다음과 같다고 밝혔다.[4]

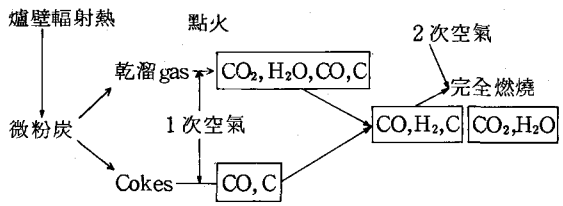
1) 最初에는 固體燃料가 乾燥된다.

2) 200℃ 程度가 되면 CO_2, H_2O가 發生된다.

3) 300℃가 넘으면 기름방울이 表面에 抽出되다가,

4) 約 450℃가 되면 methane이나 그 種類의 것들, olefine 等이 發生한다.

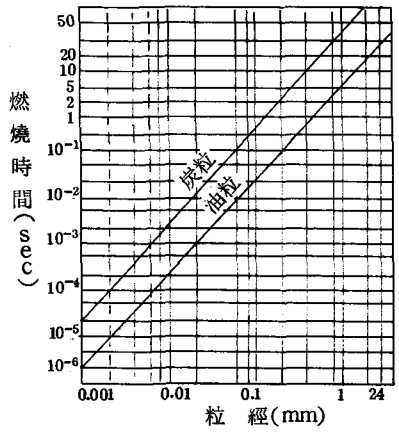
이 過程은 매우 짧고 (約 1/100 秒), gas의 燃燒가 일어나며, 그 後에 比較的 時間이 많이 걸리는 炭素燃燒가 일어난다. 이를 버너에 依한 燒成爐內 微粉炭燃燒 機構로 나타내 보면 〈그림-2〉와 같다.[6]



〈그림－2〉 微粉炭의 燃燒機構

2.2 燃燒時間

石炭의 燃燒時間은 石炭의 化學組成(揮發分, 灰分 等) 水分, 粒末度, 空氣溫度 等에 따라 달라지므로 一律的으로 말하기는 困難하나 大略 石炭粉末度에 따른 石炭의 燃燒時間은 〈그림－3〉과 같다.



〈그림－3〉 **石炭 및 重油의 粒徑 및 燃燒時間**

여기서 볼 수 있듯이 비록 燃燒時間이 짧긴 하지만, 石炭이 重油에 比해 같은 粒徑의 境遇 燃燒時間이 約 10倍 程度 긴 것을 알 수 있다.

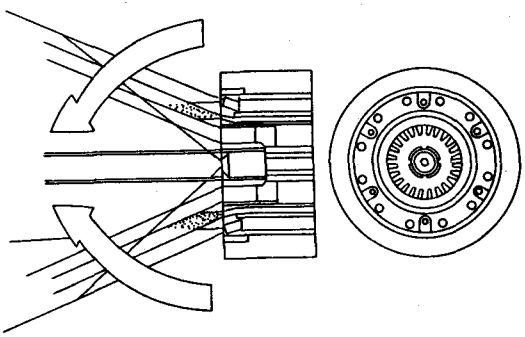
3. 石炭燃燒用 Air jet burner

3.1 原 理

效率的인 燒成을 爲해서는 煉瓦에 損傷을 주지 않으면서 最大限 짧은 火焰을 만드는 것이 바람직한데 이러한 條件을 滿足시키기 爲해서는 旣存의 3管 버너로는 限界點에 到達하게 되었다.

即, 火焰을 짧게 하면 火焰이 퍼져 煉瓦에 닿아 損傷을 주게 되고, 길게 하면 燒成이 잘되지 않게 되었다. 따라서 火焰에 닿지 않으면서도 火焰을 짧게 만들기 爲해 設計된 버너가 바로 Air jet burner이다. Air jet burner는 最外流의 吐出部를 〈그림－4〉와 같이 12～18個의 조그만 구멍(hole)으로 만들고, 이 吐出部를 通한 最外流의 流速을 빠르게 하여 火焰이 煉瓦에 닿지 않도록 하되, 이 빠른 流速으로 因해 뜨거운 2次空氣가 火焰 속으로 휩쓸려 들어올 수 있도록 된다.

그와 同時에 火焰 內部에서는 外流를 充分히 形成시켜 最大限 混合이 일어나도록 하여야 한다.



〈그림－4〉 **Air jet burner의 構造 및 原理**

3.2 設計基準

Air jet burner의 一般的인 設計基準은 다음과 같다.

- o 1次空氣比率 ; 7－12 %
- o 微粉炭 / 輸送空氣 ; 5－10kg/m^3
- o 微粉炭 輸送空氣速度 ; 20－25 m /sec.
- o 最外流 速度 ; 150 m/sec 內外
- o 最外流 : 渦流 ; (1.5～4) : 1

4. 實際設計 및 使用效果

4.1 實際設計

最外流를 130－150 m/sec, 微粉炭輸送 空氣速度 30－40 m/sec, 渦流 120－150m/sec, 最外流 : 渦流=(1.5～2) : 1로 變化시키면서 4次에 거친 改善結果 現在의 設計基準은 다음과 같다.

- o 1次空氣比率 ; 12 %
- o 最外流 流速 ; 150 m /sec
- o 微粉炭 / 輸送空氣 ; 3.0kg/m^3
- o 微粉炭 輸送空氣速度 ; 30 m/sec
- o 渦流速度 ; 120 m /sec
- o 最外流 : 渦流 ; 1.5 : 1

4.2 使用效果

Air jet burner 使用後 焦點帶의 코팅 脫附着

이 줄어들어 火焰이 安定되어 있음을 보여 주었다. 그러나 burner의 使用效果는 短時日內에 나타나는 것이 아니고, 또한 耐火煉瓦 壽命, 熱量原單位, 生産性 等 burner에 依해 改善될 수 있는 여러 要因도 實際로는 工程上의 여러 變數, 特히 原料의 特性, 石炭의 特性, 石炭供給裝置, 機械狀態 等에 依해 크게 變化될 수 있으므로, 統計資料로부터 burner에 依한 效果만을 뽑아 내기는 困難하다.

그러나 參考로 burner 改善前後 約 2年間의 統計資料를 比較해 본 結果 耐火煉瓦 使用 原單位가 5－8% 減少되었고, 耐火煉瓦 壽命이 15－30日 程度 길어진 것으로 나타났다.

5. 結　論

石炭의 效率的인 燃燒를 爲한 air jet burner는 그 使用效果가 相當히 좋은 것으로 나타났다. 特히 火焰의 安定으로 因해 焦點帶코팅 脫附着이 懸著히 줄어 들었으며, 耐火煉瓦 壽命도 相當히 길어진 것으로 나타났다.

當社 kiln의 特性에 맞는 Air jet burner의 設計基準은 다음과 같다.

- o 1次空氣比 ; 12%
- o 最外流 流速 ; 150 m / sec
- o 微粉炭 / 輸送空氣 ; 3.0 kg / m^3
- o 微粉炭 輸送空氣速度 ; 30 m / sec
- o 最外流 速度 ; 150 m / sec
- o 渦流速度 ; 120 m / sec
- o 最外流 : 渦流 ; 1.5 : 1

〈參 考 文 獻〉

1) Cologne, E.S., "Multi-Jet Burner for the Special Requirements of Pulverized Firing" Zement-Kalk-Gips, 5/02, pp. 250-252.
2) Duda, W. H. Cement Data Book, 2nd ed., Bauverlag Gmbh, Wiesbaden and Berlin, 1976.
3) Pu Ri. G. "Mixing Correlation and Industrial Diffusion Burner Design" Vol. XX VII, Fasc. 4-5, la Rivista Dei Combustibili, pp. 195-201, April-Maggio, 1973.
4) Taunusstein, P.S. "Multi Channel Burner for Coarsely Granular Solid Fuels", Zement-Kalk-Gips, 5/82, pp. 246-249.
6) "CEMENT 技術 總論", 產業圖書(株), 東京, 1980
7) 시멘트 回轉爐에 있어서 石炭燃燒의 操業經驗 Zement-Kalk-Gips, 32(5), 227-229 (1979).
8) 시멘트 키른의 石炭 system의로의 轉換에 있어서

Wored Cement Technology, 11(5), 231-243 (1980).