

Burner Flame Control에 따른 Kiln内部 Coating 變化樣相에 따른 考察

張 光 治
 (星信洋灰工業(株) 丹陽工場)

1. 서 언

Coating은 Cement rotary kiln 운전에서 가장 큰 문제점의 하나로 되어있으며 적절한 coating을 形成 부착시키는 과정이 과제로 되어있다. Kiln 內에 coating을 形成시키는 요인은 수십가지가 있지만 그중 커다란 요인만을 간추려 본다면,

- ① 원료 품위, 조성상의 문제
- ② Burner flame에 따른 문제
- ③ 소성용 연료조건의 변화
- ④ 연소 또는 draft 조건의 변화
- ⑤ 기타 운전상태에 따른 변화

등이 있을 수 있다. 그러나 일반적으로 Coating formation은 한가지 事項에만 국한되어 發生되기 보다는 서너가지 사항들이 복합되어 發生된다고 보아야 한다.

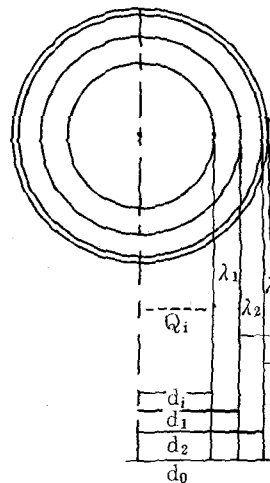
특히 원료성분中的 알칼리나 염화물의 과다로 因한 Alkali circulation에 따른 Ring trouble등 coating 부착상태는 이미 관측 보고된 바 있다.

그러나 여기에서 논하고자 하는 것은 상기와 같은 수십 종류의 원인中 Burner flame에만 국한시켜 kiln 内部 coating 상태의 변화만을 고찰코자 한다.

2. 본 론

2-1 Coating thickness의 측정

Shell 溫度를 측정하여 Kiln 内部의 Coating thickness를 計算하는 것은 그리 어려운 일은 아니다. kiln 内部의 coating이 mortar化되어 부착되었다고 가정하면 아래와 같이 Kiln shell, brick, coating의 3층으로 되어있을 것이다.

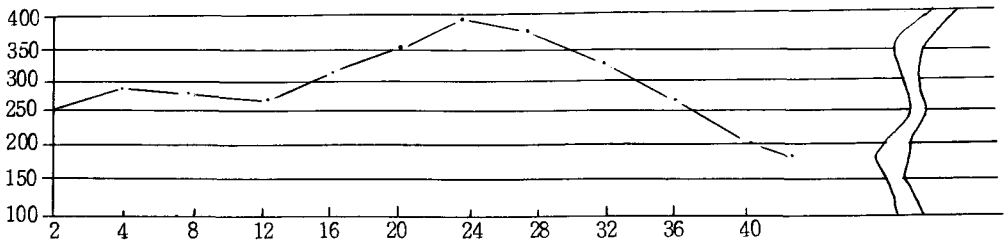


d_0 : k/l outside dia
 d_2 : k/l inside dia
 (연외외경)
 d_1 : 煉瓦內徑
 d_i : coating 內徑
 Q_i : coating 內
 表面온도
 Q_2 : shell 內 表面온도
 Q_1 : 연외의內 表面온도
 Q_0 : shell 表面온도
 λ_3 : shell 열전도율
 λ_2 : 연외 열전도율
 λ_1 : coating 열전도율

열전도가 Kiln shell에 직각방향으로 이루어진다면 전열량 Q 는

$$Q = \frac{(Q_i - Q_0) \cdot l}{0.367 \left(\frac{1}{\lambda_1} \log \frac{d_1}{d_i} + \frac{1}{\lambda_2} \log \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\lambda_3} \log \frac{d_0}{d_2} \right)}$$

로 나타난다. $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, d_1, d_2, d_0$ 는 기지수이고



〈도-I〉

上記 式은 Kiln type에 따라 변화가 있다. 실제 당사 2호 Kiln에서 Warming-up 후 원료투입前的 Kiln shell 溫度分布는 〈도-I〉과 같다.

25m되는 지점에서의 溫度가 390℃로서 제일 높은 peak를 보여주고 있다. 이는 25m되는 지점이 Flame의 focus가 됨을 의미한다.

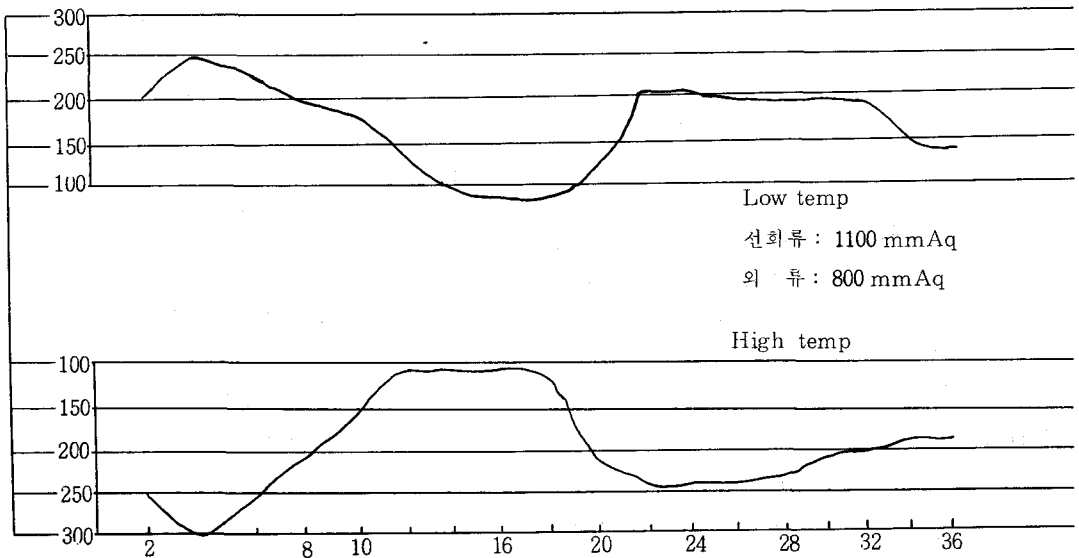
Guide vane은 20mm take out한 상태로 Flame의 길이는 23m内外가 될 것이다. 물론, coal의 분말도에 따라 연소속도는 달라지지만 당공장의 경우 38μ R는 12%로 거의 일정한 상태이다.

원료투입후 Guide vane을 0mm로 조정하고 內氣, 外氣壓力을 정상상태인 1100mmAq, 800

mmAq로 조정후 Kiln內 coating形成 후의 Shell 溫度가 〈도-II〉이다.

〈도-II〉에서 보면 8m지점에서 급격히 Coating이 形成되어 19m지점에서는 거의 없는 것으로 나타나고 있다. 이는 20~25m 지점에서 원료가 액상화되어 반응 후 촛점대를 지나면서 Coating이 되어 응착되는 것으로 사료된다. 16m 전후로 Coating 부착이 심하여 壓力장애를 일으키게 되며 이는 원료체류시간이 길게되어 운전에 지장을 일으키게 된다.

다음 〈도-III〉은 Burner의 선회류를 900mmAq, 외류를 1200mmAq로 조정후 Kiln shell에 대한 溫度分布이다.



〈도-II〉

<도-II>와 <도-III>을 비교하여 보면 4~5m 정도 Coating 이 진진 부착되어 있음을 알 수 있다. 이는 Flame 의 길이가 그만큼 길어졌음을 나타내며 식-I 에 의해 간이계산을 하여도 10% 정도의 긴 Flame 이 形成되었음을 알 수 있다.

Flame 의 변화를 통하여 어느 정도까지 Coating 을 형성할 수 있는지를 실험하기 위해 극단의 조치를 취해 보았다.

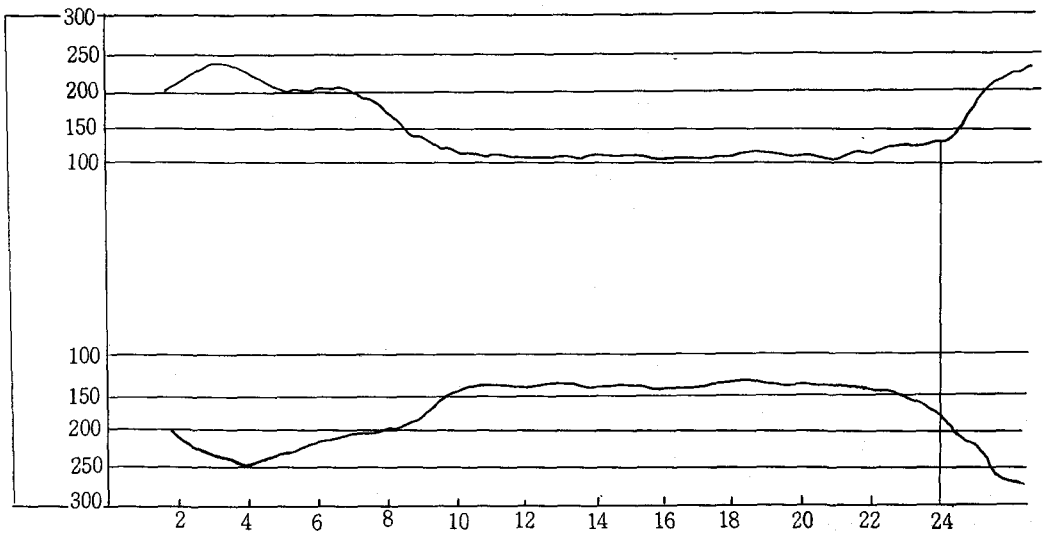
Guide vane : - 20 mm

內 氣 : 600 mmAq

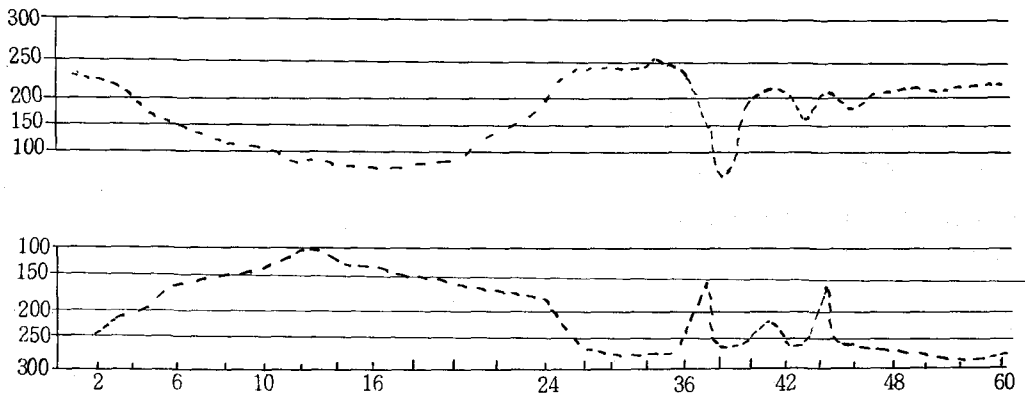
外 氣 : 1200 mmAq

Burner 선단위치 : + 100 mm

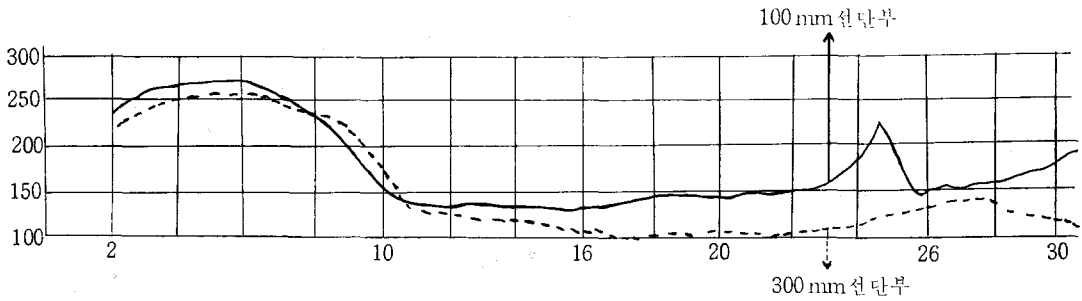
2 일간 원료투입 후 Kiln shell 溫度를 측정해 본 결과가 <도-IV>이다.



<도-III>



<도-IV>



〈도-V〉

이 결과는 Kiln outlet 측으로부터 Coating이 형성되어 25m까지 진전된 모습으로 〈도-III〉과 〈도-IV〉 간에는 큰 차이가 없다. 그러나 Long flame시에는 35~50m 사이에서 Ring의 형성이 매우 심하였고 이는 원료 중의 Alkali circulation에 의한 것으로 사료된다. 동시에 예열실 입구측에 Coating trouble로 인하여 운전하기가 매우 어려웠다.

Burner 선단부의 위치에 따른 Flame의 변화를 조사하기 위해 內氣 1100mmAq, 外氣 900mmAq로 고정하고 Kiln outlet부로부터 Burner 선단간격을 100mm, 300mm로 하여 3일간 가동 후 溫度를 측정한 결과가 〈도-V〉이다.

지금까지 Burner의 內外氣 壓力 및 위치에 따른 Coating formation을 관찰하였으나 Cooler로부터 유입되는 2차공기의 溫度도 무시되어서는 안된다.

3차공기의 溫度는 Flame의 안정화에 지대한 영향을 끼칠뿐 아니라 Free lime의 변화에도 영향을 주는 것으로 나타나고 있다.

Burner 선단부 위치에 따라 Coating 부착형태는 비슷한 양상을 띄었으나 100mm take in 상태에서는 300mm인 경우보다 Flame의 end part가 불안정하였고, 이 결과 22~25m간의 Coating 부착은 매우 심한 것으로 나타났다.

그러나 이에 대한 상세한 data는 원료의 작성분 및 Sieve 등 여러 가지와 연관을 갖기 때문

에 단적으로 확정짓기에는 미흡한 점이 있어 약하기로 한다.

3. 결 론

Primary fan에서 공급되는 內外氣壓力 및 선단위치 Guide vane 위치 등을 변화시키면서 Flame의 변화에 따른 Kiln 內部 Coating 양상을 살펴보았다.

이 결과,

① 원료의 변화가 없이 Burner flame의 조정만으로 Coating의 변화를 유도할 수 있는 구간은 계산상으로 Flame의 길이 + (3~5m) 정도이며,

② 동일 원료로 소성시 Coating의 심한 부착을 피하기 위해서는 일정기간 후 Flame조정이 필요하며 각 Kiln type별로 사전에 Coating 부착상태를 조사하여 조정을 하면 Sintering zone의 Coating trouble을 사전에 방지할 수 있게 될 것이다.

③ Kiln in-let zone 部의 Coating은 Burner flame으로는 거의 조정이 불가능한 구간으로 이는 원료의 급격한 변화나 급격한 Heat balance의 불균형 등에 의해 변화가 되어진다.

④ 보다 안정된 Flame을 얻기 위해서는 선단 유속 및 coal 분말도 등에 대한 검토가 요구된다고 하겠다.