

# C-1

## 시멘트 킬른용 정전, 여과식 조합 집진 SYSTEM 의 적용성

The Application of a Combination of EP and Baghouse to  
Cement Kiln Dust Collection System

권형기, 김병남\*

한라중공업(주) 환경사업본부

### I. 서론

시멘트 공업은 선진국의 경우 채산성 악화와 환경오염문제 등으로 80년대 후반들어 전반적인 생산능력이 감소되고 있으나, 아시아 지역은 활발한 개발수요에 힘입어 꾸준히 성장을 거듭하고 있다. 국내 시멘트 공업은 1992년 클링커 기준으로 연산 48,143 천 M/T에 달하여 세계 5위권의 시멘트 생산국이 되었다.

국내의 경우 1942년 동양시멘트(주)에 의해 최초의 Kiln이 설치되어 가동된 이래 1991년말 기준 45기의 Kiln이 가동되고 있으며, 근래 국내의 소성용 Kiln 실태는 건식 Type인 New Suspension Preheater(NSP) Kiln이 지배적이다.

시멘트 킬른의 대기배출 허용기준은 1단계(1994.12.31까지) 200mg/Sm<sup>3</sup> 이하, 2단계(1995.1.1~1998.12.31) 100mg/Sm<sup>3</sup> 이하, 3단계(1999.1.1 이후) 50mg/Sm<sup>3</sup> 이하로 규정되어 있으며 1999. 1. 1 이후에는 선진국 수준이 될것이다.

국내의 경우 Kiln용 집진설비로서 EP가 주종을 이루고 있으나 강화된 환경법규를 만족시키기 위해서는 고효율의 EP로 개조하거나 Baghouse를 설치하여야 할 것이다. 미국의 경우 강화된 법규에 따라 EPA에 의해 Baghouse의 설치가 권장되고 있으며, 유럽지역의 경우 고효율 EP의 설치가 주종을 이루고있다.

기존 EP를 고효율 EP로 개조할 경우 Baghouse에 비해 개조비용이 과다하며, 생산량 증대를 위한 Process 개조로 운전조건의 변경, CO Gas trip 등으로 인한 조업정지의 문제점이 있고, 설치면적의 협소로 계획수립에 어려움이 있다.

본稿에서는 기존 운전중인 EP(Electrostatic Precipitator)후단에 Baghouse를 직렬 조합시킨 System에 대한 소개와 이러한 System의 개발효과에 대해 서술한다.

### II. "H"사 Kiln 집진설비 개조 사례

#### 1) 기존설비

- Rotary Kiln No.1 :  
4.6 m diameter x 76 m Long, 1,200 천 M/T Capacity, NSP type, Fuller
- Electrostatic Precipitator :  
517,000Am<sup>3</sup>/hr, 175℃, H<sub>2</sub>O 17% vol, O<sub>2</sub> 7.6% 85g/Sm<sup>3</sup> wet inlet, 80-150 mg/Sm<sup>3</sup> outlet  
K<sub>2</sub>O 1.8%, Particle size 44μm 이하 94.5%, 88μm 이하 100%, 밀도 0.88-0.96 g/cm<sup>3</sup>

#### 2) 개조설비

- Rotary Kiln No.1 : 1,200 천 M/T → 1,330 M/T Capacity
- Electrostatic Precipitator : 기존설비 사용
- Baghouse :  
650,000Am<sup>3</sup>/hr, 200℃, 8실, Gross A.C.R 0.77m/min, Net A.C.R 0.88m/min, 200mg/Sm<sup>3</sup> inlet, Gore-Tex Membrane/ Teflon B Fiberglass Fabric Filters

"H"사는 1호 Line 설비의 생산량을 3,600T/D 에서 4,000T/D 로 증가시켰으며 1 Kiln 2 mills System을 채택하고 있다. 기존 가동중인 EP의 효율증대를 위해서는 Cooling Tower의 교체 및 직렬 EP증설 또는 병렬 EP증설을 계획하여야하나 설치장소가 협소하며, EP에 대한 효율보증과 Kiln 단독운전 및 Mill 동시운전시의 심한 입구조건 변화 등으로 Baghouse 신설 또는 EP신설로 검토방향을 설정하였다. 설치조건 및 투자비용에 대한 검토결과 Baghouse 신설로 기본계획을 수립하고, 기존 EP의 직렬 사용시 얻을 수 있는 기대효과에 대한 검토를 실시하였다.

### III. 여과저항 비교분석

Baghouse 사용을 전제 조건으로 하여 Baghouse 단독 사용시, 전단에 Multi-Cyclone을 설치할 경우 및 기존 가동중인 EP를 사용할 경우의 압력손실을 비교하였다. 여과저항은 몇가지의 매개변수에 의해 변하는 것으로 보인다.

여기에서는 Memeon(1955)의 실험식을 사용하였다.

$$R = K_o \cdot V_f + K_d \cdot V_f \cdot W$$

여기서  $V_f$  = filtering velocity,  $K_d$  = resistance coefficient,  $K_o$  = resistance factor,  $W$  = dust loading이다.

여기에서는  $V_f = 0.88$  m/min, Total number of compartment = 8,  $K_o = 0.45$ , 입구분진 농도는 Baghouse 단독사용시 85g/m<sup>3</sup>, Multi-Cyclone 직렬시 5g/m<sup>3</sup>, EP 직렬시 0.2g/m<sup>3</sup>을 적용하였으며 Cleaning Time은 4분으로 하였다.

표 1. Pressure Loss in Cloth Filtration, R, mmW.G

Filtration Time	Baghouse	Multi-Cyclone + Baghouse	EP + Baghouse
30 min	119	59	34
1 hours	153	83	25
3 hours	214	94	38
6 hours		108	43
12 hours		127	52
1 days		173	71
2 days		196	94
3 days		208	99
8 days			103

\* Filtration time = No. of Compartment(Run time+Cleaning time)-Cleaning time

여과포의 수명은 실제 가스를 써서 장기간 연속시험을 할 수 없으므로 장기수명 예측수법의 개발이 필요해진다. 그러나 여과포의 장기수명 예측수법은 그다지 연구 발표된 예가 없었고 다음과 같은 예측식이 제안되는 정도이다(資源環境對策).

$$\Delta P_r = \Delta P_o \cdot N^r$$

여기에서  $\Delta P_o$  = 초기 여과포의 압력 손실,  $N$  = 역세횟수,  $r$  = 실험정수이다. Kiln용 Baghouse의 실적 Data를 참조하여  $\Delta P_o = 100$ mmW.G, 여과포 교체시점의  $P_r = 150$ mmW.G, Filtration time = 60분으로 하고 실제수명이 3년이었다고 가정할 경우에  $r = 0.04$ 가 된다.

상기 EP+Baghouse System의 경우 Filtration time = 3days로 하고 여과포 수명을 10년으로 가정할 경우 10년 사용후의 압력손실  $\Delta P_r = 131$ mmW.G가 될 것이다.

#### IV. 결론

"H"사의 kiln용 집진설비 기본계획을 수립하는 과정에서 Baghouse 전단에 기존 가동중인 EP 사용을 검토함으로써 Baghouse의 여과저항을 50% 이하로 낮출 수 있고, 여과포의 수명을 2배 이상 늘릴 수 있다는 결과를 얻었다.

이러한 결과는 향후 실제 Plant에서 장기적인 Fabric Monitoring Program에 의해 조사되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

Barry Rowland, C.P.Ganatra, Jack Woolston (1993), A Pollution Control Idea Whose Time Has Come

Hisao Makino, Shigeo Ito, Masatoshi Watanabe, Takashi Tanaka (1993) 資源環境對策

Staff of Research and Education Association (1978), Pollution Control Technology

Walter H.Duda (1985), Cement Data Book

한국특허기술개발원(1994), 산업기술의 개발총람