

PE9) 유리화 공정에서의 세라믹 캔들 필터를 이용한 분진 제거목적의 고온 여과 시스템에 관한 연구

Investigations on High Temperature Filtration System for Particle Removal using Ceramic Candle Filter in the Pilot Scale Vitrification Plant

류보현 · 박승철¹⁾ · 황태원¹⁾ · 하중현¹⁾

충남대학교 환경공학과, ¹⁾원자력 환경 기술원

1. 서 론

한전 원자력 환경기술원에서는 중·저준위 방사성폐기물 유리화 기술의 상용화 가능성을 입증하기 위한 유리화 실증설비를 건설하여 시험 중에 있으며 이 유리화 기술은 유도 가열식 저온로(Cold Crucible Melter, CCM)에 폐기물을 투입하는 기술로서 폐기물의 부피 축소 효과와 더불어 최종 고화물로 생성되는 폐기물의 침출율이 매우 낮은 장점을 지닌다. 이와 같은 유리화 공정은 기존의 소각처리에서와 같이 폐기물의 열적 산화과정에 의해 유해오염가스와 입자성 물질이 발생된다. 따라서 이를 처리하기 위해 배기체 처리공정(Off Gas Treatment System, OGTS)을 설치하여 환경 배출기준 (SO_2 300ppm, NO_2 200ppm, CO 600ppm, HCl 50ppm, 분진 100mg/Nm³ 등)을 만족하도록 하였고 특히 입자성 물질은 후단 OGTS나 배관내 침적으로 인한 방사성 오염을 막기 위해 CCM 후단에서 효율적으로 제거되어야만 한다. 분진 제거장치로는 전기집진기, 사이클론형 집진기, 백필터 등이 있으나 유리화 공정에서 발생하는 배기체는 고온이며 또한 고농도의 산성가스를 포함하고 있으므로 고온과 부식성 가스에서 견딜 수 있는 캔들형 세라믹 필터를 선택하여 제거하였다. 세라믹 캔들 필터는 백 필터 타입으로써 넓은 범위의 입자 크기에 대해 적용 가능하며 분진제거효율이 99% 이상으로 다른 제거장치에 비해 우수하다.

적정 운전 영향 인자로는 여과속도(filtration velocity), 필터차압(pressure drop), 노출시간(exposed time), 역세정 빈도 및 강도(declogging interval and intensity), 필터와 밀폐 가스켓의 내구성 등이 있으며 이러한 운전인자들은 고온으로 배출되는 분진의 포집특성에 중요한 영향을 미친다. 본 논문에서는 분진제거를 위한 세라믹 필터 특성과 아래 운전인자들과의 상관관계를 연구하였다.

2. 연구 방법

세라믹 필터는 일종의 백 필터로 분진 제거성능이 우수하며 다른 필터에 비해 고온과 부식성 가스에 대해 내구성이 크다. 특히 세라믹 재질은 900℃의 고온에서 지속될 수 있으며 압축공기로 세정시 형태 변화가 없다. 세라믹 필터는 섬유형태로 소결되어 있어 백 케이스 없이 그 형태를 유지할 수 있으며 길이는 1m, 외경과 내경은 각각 60, 40mm 이고 여과면적은 0.19m² 이다. 그림1은 현재 설치되어 있는 고온필터 시스템으로 8열×8행(64개)의 필터를 장착할 수 있으며 필터를 감싸고 있는 용기부와 단위필터 고정부, 역세정부로 크게 구성되어 있다. 필터용기 하단에서 유입된 분진을 함유한 고온의 가스는 다공성 필터표면에서 분진을 제거하고 가스는 필터 안쪽을 통과하여 용기 상부를 지나 후단 배기체 처리공정으로 들어간다. 필터표면에 적층된 분진은 필터차압을 증가시키므로 일정 시간 간격으로 압축공기를 필터 안쪽에서 강하게 분출하여 제거하며 제거된 분진은 필터용기 하단 호퍼에 쌓이게 된다. 또한 시험 후 수분 응축현상으로 인한 필터 재질손상 및 분진응결현상을 방지하기 위해 콘 형태의 호퍼에 열선을 설치하여 시스템 내부온도를 150~200℃로 항상 유지하도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 유리화 공정의 분진제거 장치인 고온 필터 시스템에 대한 도식도를 나타낸 것이다. 그림 2는 W1-LD01을 가지고 10hr시험하였을 때의 고온 여과 시스템에서의 여과속도에 따른 차압에 관한 결과를 나타낸 것이다.

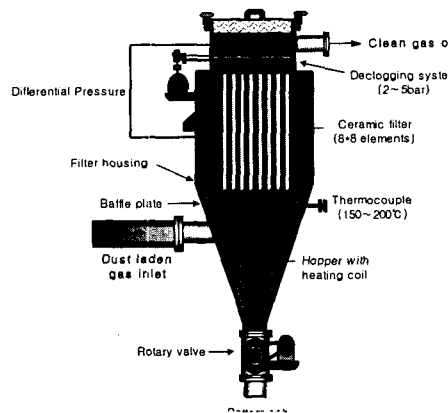


Fig. 1. Schematic Diagram of Dust Removal System in the Pilot Scale Vitrification Plant

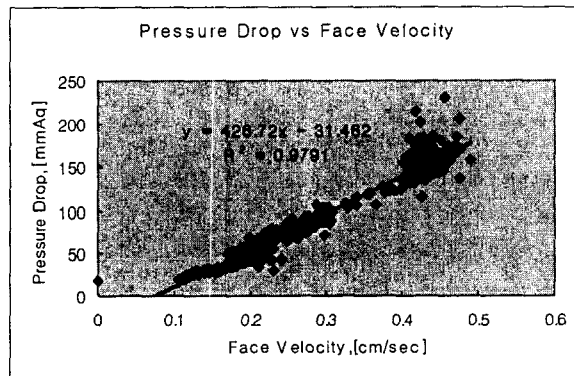


Fig. 2. Pressure Drop vs Face Velocity

표 1에 각각의 폐기물 종류에 따른 차압과 여과속도와의 상관관계에 대해 나타내었다.

Table 1. Relationships of Pressure Drop & Face Velocity and Filter Element No.

Feedstock	ΔP , [mmAq]	F.V., [cm/sec]	Filter Element No.
W1-LD01	151	0.62	32
W2-LD01	89	0.62	48

참 고 문 헌

- [1] Yu-Hsiang Cheng, Chuen-Jinn Tsai, "Factors Influencing Pressure Drop through a Dust Cake during Filtration," *Aerosol Science and Technology*. 29: (1998)
- [2] Stefan Berbner and Torsten Pilz, Characterization of filtration and regeneration behavior of rigid ceramic filters at high temperatures, *Powder Technology J.*, Vol.86, pp.103~111, 1996
- [3] S.Ito, T.Tanaka, S.Kawamura, Change in pressure loss and face velocity of ceramic filters caused by reverse cleaning in hot coal gas filtration, *Powder Technology*, Vol.100, pp.32~40, 1998