

# 고온가스 처리용 세라믹 필터의 국산화 기술 개발 및 응용

정 종 국

호성산업개발(주) 기업부설연구소 책임연구원  
☎041-583-5000 cjk@cerapore.com

## 1. 서론

21세기 전세계는 새로운 에너지의 확보와 환경오염의 제어라는 새로운 도전과 변화에 직면하고 있다. 우리나라의 경우 사용에너지의 97% 이상을 수입에 의존하고 있는 입장에서 이러한 문제점의 해결을 위한 적극적인 방안의 모색 및 산업 고도화에 필연적으로 수반되는 에너지의 과소비와 그에 따른 급속한 대기환경의 악화로 야기되는 문제점에 대해 보다 근본적인 해결책이 요구되고 있으나, 기존의 소재 및 발전기술로는 환경오염 방지 및 에너지 절약에 많은 한계를 나타냄으로 인하여 첨단 혁신 소재의 개발을 통한 극복이 요구되고 있다. 특히, 생활 및 산업현장에서 발생하는 환경유해물질(Dust, SOx, NOx, VOCs 등)들을 복합적이고 효과적으로 제거하여 쾌적한 생활환경을 조성할 수 있는 제품의 개발과 이제품의 적용을 통한 고기능, 고효율, 고정제성 후처리 시스템의 개발이 절실히 요구되고 있다.

현재 일반적으로 운영되고 있는 배가스 후처리 시스템은 집진, 탈황, 탈질 등과 같은 여러 단위 공정등을 연속적으로 연계하여 운영하고 있으며, 집진과

습식 탈황을 위하여 배가스를 냉각처리 후에 탈질을 위하여 다시 온도를 높이는 비효율적 공정 또는 다량의 장치로서 시설비와 운전비가 과다하게 요구된다는 단점이 있다. 이중 집진공정에 사용되는 여과재는 일반적으로 섬유 고분자 재질을 기초로 하여 제작된 것으로서 불꽃에 의한 파손 및 200℃ 이하의 온도영역에서만 사용이 가능한 단점을 지니고 있어 고온 배출 미세분진의 직접적 집진과 열에너지의 회수를 위한 새로운 여과재의 개발이 절실히 요구되고 있다.

## 2. 집진 기술 현황

현재 집진을 위해 사용되고 있는 다양한 방식의 기술 현황을 표1에 나타내었으며, 가장 일반적으로 사용되는 방법이 백필터를 이용한 집진 방식이나, 앞서 나타낸바와 같은 단점을 나타낸다.

따라서 고온적용을 위한 세라믹필터 및 금속필터가 선진 몇몇 기업에서 개발되어 상용화 되고 있으나 외형적으로 Ø60×1,000~1,500mm의 제한적인 여과면적으로 대형화에 어려움을 겪고 있으며, 촉매의 담지와 같은 기능성 부여에는 한계를 보이고 있다.

[표 1] 배가스 속의 미세먼지 제거를 위한 여과 기술 현황

종류	내 용
백필터	대다수 산업현장 적용, 낮은 운전온도, 파손현상 발생
사이클론	처리량은 우수하나 집진효율이 낮고 압력손실이 높음
전기집진기	고온에서 전기장의 강하, 시스템의 밀봉 문제, 고온·고압에서 전극 설계 등의 문제점 발생
세라믹필터	안정적인 집진효율, 기계적 진동, 열 충격, 열화 위험성 있음

따라서 이상에서 논의 되어진 다양한 문제점의 해결을 위해서는 새로운 방식의 적용을 통한 보다 넓은 여과면적을 보유한 대형화 된 필터의 제조를 통한 고온 배가스 처리가 가능한 세라믹필터의 제조가 필수적이라 사료된다.

### 3. 국산화 세라믹필터의 개발

당사의 모듈형 세라믹필터는 담지체의 Gel-dipping 및 와인딩 방식에 의하여 제작되며, 원료 조제의 변화를 통하여 필터의 물리적 특성 변화를 유도할 수 있어 필터의 형상, 크기, 통기도, 기공 크기 등을 자유롭게 조절 할 수 있는 특징을 가진다. 튜브형 세라믹필터의 상부와 하부를 결속 캡을 사용하여 결속을 통하여 모듈화를 구현함으로써 지금까지 볼 수 없었던 새로운 형태의 필터를 제조할 수 있었다. 또한, 필터의 내부에 기능성 촉매의 담지를 통하여 각종 산업공정에서 발생하는 배가스 중의 미세분진과 유해가스를 동시에 처리할 수 있도록 하였다. 그림1에 기존 캔들 필터와 당사에서 제조한 튜브형 세라믹필터 그리고 이를 모듈화한 제품의 형상을 나타내었다.

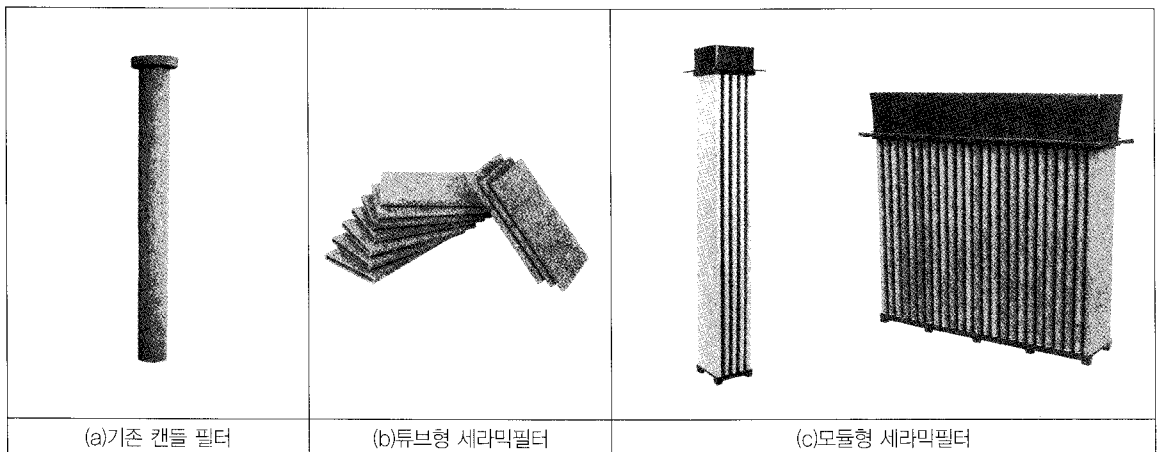
기존 외국제품의 경우 대부분이 압출성형으로 제조됨으로 인하여, 제품이 가지고 있는 밀도, 무게, 통기도, 크기 등 다양한 면에서 당사 제작의 모듈형 세라믹필터와 상이점을 나타낸다.

종래의 필터 크기는 외경 60mm, 내경 40mm, 길이 1,000~1,500mm의 원형 튜브 형태로서 여과효율과 배압특성은 비교적 우수하나 압출성형을 위해서는 금형이 반드시 필요하며 금형의 크기면에서 제한을 받음으로 인하여 필터의 대형화가 힘들고, 고압압출에 따른 장치의 마모도 측면에서 많은 단점을 야기하여 왔다. 그러나, 당사 제조의 모듈화 세라믹필터는 앞서 설명한 바와 같이 담지체의 Gel-dipping 및 와인딩 방식에 의한 제조법을 적용함으로써 인하여 필터의 외형을 다양한 형태로 제조 가능하며, 아래의 그림과 같이 튜브형 필터의 상부와 하부를 금속소재 재질로 결속함으로써 모듈화를 이룰 수 있었다. 이는 일정 공간 내에서 여과효율을 극대화 하며, 기존 필터와의 여과면적 비교시 동일체적에서 7~8배 넓은 여과면적을 나타냄으로서 장치의 Compact화를 실현하여 설치비와 운전비의 절감에도 큰 효과를 거둘 수 있을 것으로 사료된다.

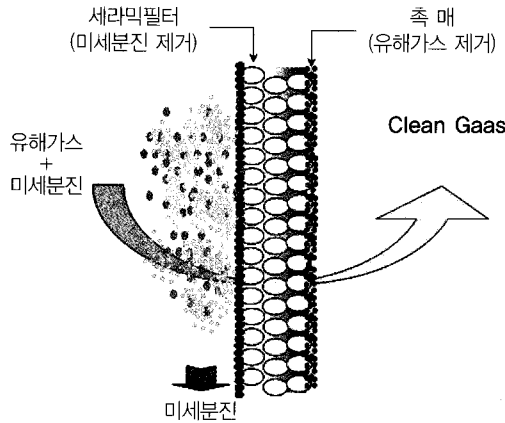
### 4. 세라믹 촉매필터의 공정도 및 장점

그림2에 세라믹 촉매필터의 운전공정도를 나타내었다. 배가스 속에 포함되어진 불꽃과 분진은 필터의 표층에서 여과되며, 유해가스는 필터 내부에 코팅되어진 촉매에서의 반응을 통하여 청정가스로 전환되어 배출된다.

[그림 1] 세라믹 필터의 형상



[그림 2] 세라믹 촉매필터의 운전 공정도



당사 제품의 특징 및 장점은,

- 높은 집진효율(포집효율 99.99% 이상)
- 절곡형, 튜브형 등 형상 가변형으로 여과면적 극대화(기존제품 대비 8배)
- 우수한 통기도와 낮은 운전압력(10이상/25 이하)
- 높은 운전 온도(최대 800 °C)
- 우수한 내화학적성(내산성/내알칼리성)
- 완전 소결에 의한 우수한 내구성과 경량성
- 유해가스(NOx, VOCs, SOx) 저감 촉매 담지 가능

등으로서 유해가스 저감 촉매의 담지가 가능하다는 것이 큰 특징이다. 필터에 촉매의 담지는 각종 산업공정의 배가스 중 분진과 유해가스를 동시에 처리할 수 있는 공정으로 효율적이고 경제적으로 유해가스를 처리할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 시스템의 적용은 기존공정의 다단 처리방식을 일체화 공정으로 대체 가능함으로서 설치비 및 운전비 면에서 많은 경제적 이득을 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

### 5. 적용 가능 공정

일반적으로 분진포집과 유해가스의 동시저감을 위한 세라믹필터의 적용가능 공정으로는 기존의 백 필

터 공정 및 차세대 에너지원으로 각광 받고 있는 신기술시장인 IGCC(석탄 복합화력 발전설비), PFBC(가압 유동층 연소 복합발전)등의 청정 연소시설 등 산업 전반의 다양한 분야에 적용될 수 있다. 세부적으로는,

- 소각로, 화력발전설비, 석탄연소발전설비, 유리 용해로 및 내화물 제조공정
- IGCC, PFBC 등 고온·고압의 공정
- 선박, 자동차 등 내연기관 분진포집 장치
- 탈황, 탈질, 집진의 일체화 공정
- 시멘트 제조공정, 비철금속 용융 및 제련공정
- 기타 내마모성 분진에 의한 섬유상 필터의 적용이 어려운 공정 등에 적용가능하다.

### 6. 결론

고온집진용 세라믹필터 제조기술은 세계적으로 극히 일부의 국가에 독점된 선진국형 환경기술로서, 당사 생산 세라믹필터는 다양한 형태로의 제작, 우수한 내열성, 내화학적성, 내마모성 및 기존 수입산 세라믹필터 대비 탁월한 여과면적, 통기도, 기공율을 자랑하는 제품으로 한층 강화되는 국제환경 규제에 대응할 수 있는 탁월한 성능의 환경 친화적 제품으로 활용이 기대된다.