

# 다공질 세라믹스

이성우, 이승범, 조항근  
동서 세라믹 (주)

## 1. 서 론

산업이 고도화 되는 과정에서 필연적으로 환경이 악화되고 있으며 이에 따른 해결책이 중요한 문제로 대두되고 있다. 환경 공해 방지를 위한 다양한 기술이 개발 적용되고 있으며 이 가운데서 촉매기술을 이용하는 방법과 분리 및 정제 기술을 활용하는 방법이 대단히 큰 비중을 차지 하고 있고, 이러한 방법을 적용하기 위해서는 다공질체가 중요한 역할을 하고 있다.

다공질체(Porous materials) 탄 입자(粒子), 괴(塊) 등의 고체 속에 크기가 다양한 기공을 갖는 고체를 총칭하며, 다공체, 다공질 고체, 다공재료 라고도 부른다. 이는 기공(pore)이 없는 고체와는 다른 성질을 갖고 있는데 그것은 기공의 존재에 따라 고체구조 자체에 변화가 생기기 때문이며, 또한 표면의 미세구조가 갖는 일종의 계면 현상의 차이에 의한 것이다.

이러한 다공질체를 기하학적 구조상으로 분류 할 경우는 Aggregate 형과 Sponge 형(또는 Foam 형), 그리고 하니컴 형으로 크게 나눌 수 있다.

Aggregate 또는 입자 응집체(Agglomerate)란 미세입자를 소결하거나 바인더로서 고화(固化)시킨 것으로, 기공은 원료입자가 갖고 있는 내부의 세공(micro pore) 외에 입자들 사이에 존재하는 공극(macro pore)으로부터 생기며 입자사이에 존재하는 공극의 크기는 원료입자의 크기와 관련 된다.

Sponge구조체(기포 분산체)란 고체 속에 다양한 크기의 구형의 기공이 분산되어 있는 것으로 기공크기와 기

공율의 제어가 비교적 쉬우며 일반적으로 높은 기공율을 갖고 있다.

하니컴형 다공체는 목적에 따라 다양한 기공을 및 공극 구조를 얻을 수 있다. 커다란 공극 구조로 만들 수 있어 기체 및 액체가 흐를 때 저항이 적고, 이에 따라 압력 손실이 작다는 장점이 있다.

한편 화학적인 조성에 따라서는 무기질과 유기질로 구분할 수가 있는데 이용면으로 볼 때 양적으로는 주로 무기질을 이용한 내열, 단열체 및 필터로서의 용도가 많지만 종류로서는 유기질 특히 고분자 화합물이 많다.

무기질 세라믹 다공질체의 용도는 점차 환경과 관련된 분야로 넓혀지고 있다. 그 대표적인 응용 예가 세라믹 모노리스 하니컴(Monolith Honeycomb)을 이용하여 자동차 배기가스 정화용 삼원 촉매담체, 질소산화물 처리용 촉매 및 촉매담체, 휘발성 유기용제를 제거하는 용도로서의 촉매담체 등이 있으며, 기공의 크기를 적절히 조절하여 물질을 분리할 수 있는 필터 및 분리막으로서의 용도가 점차 확대되고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 이러한 용도로서 매우 중요한 역할을 하는 세라믹 하니컴에 대해 간략히 살펴보고 이들이 촉매 담체 및 분리막으로서의 사용시 특성을 살펴보기로 한다.

## 2. 하니컴 세라믹 다공질체

### 2-1. 세라믹 하니컴의 개요

세라믹 하니컴은 벌집형상의 무수히 많은 구멍(이하 "셀"이라 한다)들이 뚫려있는 다공성 세라믹 구조체를

말하는 것으로 하니컴의 구조적인 특징과 세라믹의 물리적인 특징을 이용하여 다 방면에 사용되어지고 있으며 그 특징으로는

- 1) 비 표면적이 크고,
- 2) 통기성이 우수하여 압력손실이 작으며
- 3) 단열 효과가 높고
- 4) 내구성, 내식성이 뛰어나다는 등의 이점이 있다.

세라믹 하니컴의 셀 구조는 셀의 형상, 셀 벽두께, 셀 피치에 의해서 결정되고 이러한 것들에 의해 결정되는 기하학적 표면적, 개공율(開孔率), 셀 크기 등의 구조 특성을 Table 1에 나타내었다.

용도에 따라 필요로 하는 특성 및 제조의 난이성을 고려하여 셀의 구조가 선택되며 재료의 기공을 및 다른 재질적 특징(내열성, 열팽창을 등)을 가미하여 종합적인 설계가 행해진다.

한편 최근에는 비표면적이 큰 원료(예를 들면 활성탄, 제올라이트, 감마알루미나, 실리카, 티타니아, 등)를 사용하여 하니컴 형상으로 제조하는 기술도 많은 진전을 보이고 있다. 이러한 고 비표면적 원료로서의 하니컴 형상을 제조할 경우 높은 기하학적 표면적을 가질 수 있을 뿐만 아니라, 원료 자체 및 미세 입자 원료들간에 존재하는 Micro pore 특성을 갖는 2중 기공구조로 되어 있어 기체의 투과, 확산이 용이 하게 됨은 물론 흡착능이 대단히 증가하게 되어 촉매 담체 및 흡착제로의 커다란 장점이 기대 된다.

## 2-2. 세라믹 하니컴의 용도

### 2-2-1. 자동차용 촉매 담체

촉매 사용 초기에는 Pellet형 촉매가 주로 사용되었지

만, 자동차의 엔진배기량이 커지고 배기 가스온도가 낮아짐에 따라 저온활성 및 내마모성이 좋고 정확기 case에의 충전성, 경량성 등이 좋은 일체형 하니컴 촉매 담체가 주류를 이루고 있다. 담체재료는 코디에라이트 질화규소, 탄화규소, 지르콘 등이 있지만 열팽창계수가 작고 촉매활성이 큰 코디에라이트질이 주로 사용된다. 그러나 코디에라이트 하니컴 담체 만으로서는 촉매활성에 큰 영향을 미치는 비표면적 (Table 2참조)이 작기 때문에 촉매 담체에 비표면적과 내열성이 우수한  $\gamma$ -Alumina를 코팅하고 팔라듐(Pd)이나, 백금(Pt), 로듐(Rh) 등의 귀금속 촉매물질을 함침 시켜 사용한다.

### 2-2-2. 탈취용 촉매담체

화학공장, 도장공장, 인쇄공장 등에서 배출되는 가스 중의 유기용제 성분의 제거, 석유난로의 착화시 발생하는 악취 미 연소물질의 제거, 음식물, 특히 육류를 조리할 때 발생하는 악취물질제거 등에 사용되는 산화촉매의 담체로 이용된다. 이 역시 자동차 배기가스 제거용 촉매 와 유사한 방법으로 비표면적과 기공특성이 우수한 다공질 재료로서 코팅하여 촉매의 효율을 높일 수 있다. 또한 통기저항을 작게 할 필요가 있어서 셀의 크기가 큰 것이 사용되며 형상은 두께가 두껍지 않은 하니컴 형상이 주를 이루고 있다.

### 2-2-3. 주물필터용 하니컴

하니컴의 셀기공을 이용하여 용융금속 필터로서 사용되며, 용융금속을 하니컴을 통과시키면서 주형에 주입하면 용탕중의 슬러그, Dross와 같은 개재물을 제거할 수 있다. 주강용과 같이 온도가 높아 고온내구성을 요구하는 곳에는 일반적으로 몰라이트질이, 일반 주철용과 같이 온도가 다소 낮은 곳에는 코디에라이트와 몰라이트 복합재가 사용된다.

### 2-2-4. 촉열용 열교환기 열레멘트

각종 연소로, 전조로, 보일러, 가스터빈 등의 배가스로 배출되는 폐열을 이용할 목적으로 열교환기가 사용되고 있다. 이는 배가스에 촉열체를 접촉시켜 폐열을 흡수하게 하고 이를 흡입공기와 다시 접촉시켜 방출케 힘으로

Table 1. 세라믹 하니컴의 구조특성 단위:mm

셀 수	Pitch	Web두께	셀 크기	개공율	표면적 cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>
20cell/in <sup>2</sup>	5.68	1.00	4.68	67.9%	5.80
55cell/in <sup>2</sup>	3.42	0.60	2.82	68.0%	9.63
100cell/in <sup>2</sup>	2.54	0.45	2.09	67.7%	12.96
200cell/in <sup>2</sup>	1.80	0.30	1.50	69.4%	18.55
300cell/in <sup>2</sup>	1.47	0.25	1.22	68.8%	22.63
400cell/in <sup>2</sup>	1.27	0.16	1.11	76.4%	27.53

서 폐열을 이용하는 것인데 이 촉열체에 세라믹 하니컴 구조체가 이용된다. 상기 각종의 연소장치에서 배출되는 고온의 배가스에는 아황산 가스나 염소가스 등의 산성가스가 포함되어 있을 수 있어서 내열성, 내산성, 내열충격성이 좋은 알루미노실리케이트(Aluminosilicate)계나 코디에라이트(cordierite)계가 사용된다.

### 2-2-5. 디젤용 하니컴 필터

디젤엔진에서 발생하는 카본을 주체로 한 미립자에 의한 환경오염 방지를 위하여 미립자 제거용 필터로서 하니컴 구조체가 사용되어진다. 디젤용 하니컴 필터는 디젤엔진으로부터 배출되는 미립자를 포함한 가스를 다공질 박벽(薄壁)을 통과 시키면서 미립자만 선별적으로 제거 시키는 필터이다.

재질로는 자동차용 담체와 동일한 코디에라이트질이 사용되고 압력손실과 포집효율을 고려하여 기공율을 35-55%, 평균기공크기를 10-35  $\mu\text{m}$ 로 조절하여 40-95%의 포집효율을 얻을 수 있다.

이상과 같이 세라믹 하니컴 다공체는 주로 환경공해문제를 해결하고자 하는 촉매 담체용 및 필터 용도로 사용되고 있다. 이하에서는 이러한 하니컴형상에 촉매를 담지시키기 위한 촉매 담체로서의 요구 특성을 좀더 살펴보고, 최근 새로이 분리 및 정제 분야에서 부각되고 있는 세라믹 분리막 다공체의 특성에 대하여 살펴보기로 한다.

## 3. 촉매와 다공질담체

촉매는 우리주변에서 매우 다양하게 사용되고 있는 물질이다. 대기 환경과 관련이 있는 자동차 배기가스 처리, 보일러 배가스로부터의 질소산화물(NOx)제거 등 공해 처리에도 많은 촉매가 사용되어지고 있다. 탈취, 완전연소 등의 환경정화를 위해 공기 정화기, 난방기구 등의 가정용 전자제품에도 점차적으로 사용되어 촉매는 우리 생활주변에 없어서는 안될 필수적인 물질로 인식되고 있다.

촉매 반응은 크게 나뉘어서 균일계 촉매 반응과 불균일계 촉매 반응이 있다. 일반적으로 균일계는 촉매와 반응물질이 모두 액상이고, 그런 물질로서는 유산(硫酸), 불화수소 등을 촉매로 하는 파라핀의 알킬화로 대표되는

산, 염기 촉매반응이 있다. 이들과는 달리 불균일 촉매 반응에서는 주로 고체 촉매가 사용되며 반응상으로는 액상과 기상이 있다. 그 외에 불균질 촉매 반응에 속하지만 촉매 작용에 따라서 전극에서 반응하여 전류에서 촉진되어지는 전극촉매 작용, 빛이 에너지가 되어 반응하는 광촉매 작용 등이 있다.

세라믹 다공질체가 촉매에 관여 하는 것은 불균질계 촉매 반응이다. 촉매담체 표면이 촉매 반응의 활성점으로 되어 있기 때문에 활성점의 특성과 숫자를 지배하는 담체 표면의 물리화학적 특성이 대단히 중요하게 된다. 또한 촉매 활성을 갖는 금속을 분산시켜 그 촉매 효율을 높이기 위하여 활성금속과 친화성이 높고, 적당한 세공 분포를 가질 수 있어야 한다. 특히 세공특성에 따라서 촉매 반응이 촉진되는 것이 많기 때문에 촉매 물질의 다공성은 매우 중요한 물성이다.

### 3-1. 촉매담체의 기능

담체가 촉매의 기능에 영향을 미치는 인자들로서는 활성(activity)이 강해야 하고, 선택성(selectivity)이 있어야 하며 활성점의 수가 많아야 한다는 것이다. 따라서 실제 적용되는 촉매담체로서는 ① 비표면적, ② 세공분포, 세공율 ③ 겉보기 비중, 강도 등의 물리적 특성과 함께 ④ 경제성이 중요한 관점이 된다. 비표면적은 촉매 단위 중량당의 활성점의 수를 지배하는 인자이고, 세공 분포는 반응물질 및 생성물의 확산에 영향을 준다. 겉보기 비중, 강도는 촉매로서 실용적으로 사용가능함을 판단하는 인자가 된다.

### 3-2. 담체의 종류와 선정

#### 3-2-1 담체의 구조와 선정기준

대부분의 촉매 담체는 Fig. 1과 같이 미립자의 집합체이며 입자 간극에 세공을 이루고 있다. 1차입자의 바깥 표면이 표면적을 부여하고, 1차 입자가 모여 2차 입자를 형성한다. 이러한 2차 입자를 성형하면 촉매의 담체가 되는 것이다. 성형체는 1차 입자만으로 구성되는 경우도 있다. 1차 입자의 공극이 Micro(1~20 nm)기공 이고, 1차 입자가 집합한 2차 입자의 공극이 Macro기공(50 nm

이상)이다. 1차 입자들 사이에서 존재하는 공극 및 구조는 1차 입자의 크기, 형상, 응집상태에 따라 결정된다. 그 기공의 모형은 Fig. 2와 같이 3가지 모델이 있다. 담체의 기공은 1차 입자의 공극 외에 제오라이트 및 점토류 등과 같이 결정수 및 층간수의 탈수나 휘발에 의하여 발생되는 것도 있다. 이러한 담체의 형상은 펠렛형(Pellet type) 과 모노리스(세라믹 하니컴), 세라믹 폼 등으로 나눌 수 있다. 펠렛형에는  $\gamma$ -Alumina가 많이 사용되는데 이는  $\gamma$ -Alumina가 표면적이 넓은 범위(Table 2 참조)에 걸쳐 있고 세공경 분포의 제어가 가능하며 여러 형상으로 만들기가 쉽기 때문이다. 또 활성 금속과의 접착성도 강해 표면이 열적, 화학적으로 안정하기 때문이다. 모노리스형은 코디에라이트가 많이 사용되는데 이는 코디에라이트가 내열 충격성이 우수하기 때문이다. 근래에는 코디에라이트의 특징과 알루미늄의 장점을 모두 살려서 코디에라이트질 하니컴 위에  $\gamma$ -Alumina를 워시 코팅(wash coating)하여 사용하고 있다. 세라믹 폼 타입의 담체는 주로 주물의 개재물을 분리하는 용도로 사용되고 있으며 촉매 담체로서는 그 용도가 미미하다.

담체의 선정에는 담체의 작용, 역할과 함께 촉매 제조법과 관련하여 다음과 같은 점에 유의 하여야 한다.

- ① 담체와 촉매활성 물질과의 친화성
- ② 담체의 화학적 조성(특히 불순물의 종류와 량)
- ③ 반응물, 생성물과 담체와의 상호작용
- ④ 비 표면적, 세공구조, 형상
- ⑤ 기계적 강도, 내열성, 내부식성, 내피독성, 내열충격성

### 3-2-2. 담체의 종류

촉매 담체로 자주 사용되는 원료로서는 알루미늄, 실리카, 티타니아, 마그네시아, 제오라이트, 인산알루미늄,

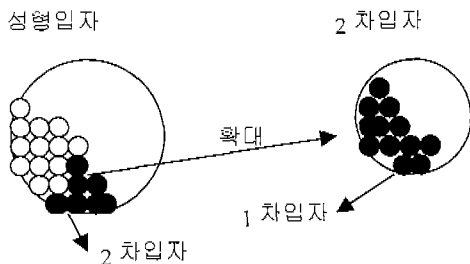


Fig. 1. 성형 담체의 입자 구성

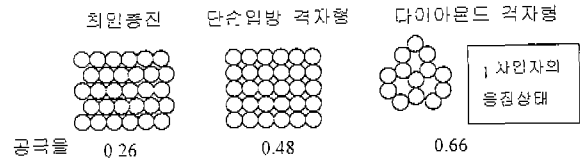


Fig. 2. 1차입자의 응집상태와 세공

총상화합물, 탄화규소, 란탄  $\beta$ -알루미나 등이 있다. Table 2에 주요한 담체의 성질과 용도를 요약 하였다.

Table 2에서 비표면적이 작은 코디에라이트 및 몰라이트의 경우에는 하니컴 형상으로 모노리스를 제조한 후에 촉매 담체로서 사용하기 위해 앞서 설명한  $\gamma$ -Alumina 등을 코팅하여 촉매 활성점을 증가시키는 방법을 사용하고 있고 그 대표적인 예가 자동차 배가스 제거용 삼원 촉매 이다.

한편 제오라이트, 실리카, 티타니아 등과 같이 비표면적이 큰 원료들을 이용한 촉매 또는 촉매 담체로 사용되는 경우가 근래에 많이 보고되고 있다. 그 대표적인 예가 발전소나 소각로 보일러 등에서 고온 연소시에 발생하는 질소산화물(통칭 NOx라 부른다) 제거용 촉매 담체이다. 이러한 촉매 담체의 이점은 큰 비표면적을 보유하고 있어 기공의 특성을 최대한 발휘할 수 있기 때문에 촉매속물질의 분산성을 좋게 하여 우수한 촉매담체가 될 수 있다는 것이다. 고 비표면적을 갖는 원료들로서 하니컴 형상을 제조할 경우 원료자체의 기공특성 뿐만 아니라 하니컴의 기하학적인 구조 특성을 추가하여 기류(air flow)가 하니컴 구조체를 통과 할 때 최대한의 활성점(active site)을 만들 수 있고 또한 고 비표면적을 코팅한 담체에 비하여 기류에 존재하는 dust 등에 의한 마모에도 오래 견딜 수 있다는 장점이 있다. 그러나 하니컴 형상으로 제조 할 때 최대한의 기공특성이 유지되면서도 적절한 강도가 발생할 수 있는 제조조건이 최적화가 원료별로 다소 차이가 있고, 제조 공정상에서도 건조 및 열처리에 관리해야 할 인자들이 많아 세심한 주의를 필요로 한다.

## 4. 분리 정제용 필터로서의 응용

다공질 세라믹 필터의 중요기능은 각종 혼합물을 분리하는데 있다. 최근에 이러한 필터의 기능을 고체-액체

Table 2. 촉매의 종류, 성질 및 용도

	담 체	비표면적 (m <sup>2</sup> /g)	세공용적 (cc/g)	특 징	용 도
합 성 품	활성탄	900~1100	0.3~0.2	흡착기능	염화비닐합성 등
	Silica Gel	400~800	0.4~4.0	흡착기능	수소화반응
	Silica Alumina	350~600	0.5~0.9	고체산	접촉개질
	Magnesia	30~50	0.3	고체염기	Butadien 합성
	γ-Alumina	100~200	0.2~0.3	고체산	탈황정제, 환경정화
	silicon carbide	<1	0.4	내열성	고온필터, Ethylen산화반응
	Zeolite	800~1000	0.3~0.5	세공구조	수소화분해, 탈질정제
	Cordierite	<1	0.2	Honeycomb 구조체	자동차배기가스정화, 휘발성유기용제제거,
	Mullite	<1	0.2	"	고온필터
	Titania	5~200	0.25	환원분해능	탈질정화, 광촉매
천연품	규조토	2~30	0.5~6.1	Cell구조	Benzene의 산화
	Bentonite	150~280	0.3~0.5	염기치환성	수소화반응

간의 분리에 응용하는 세라믹 분리막이 점차 많이 보고 되고 있다.

세라믹 분리막은 유기 고분자막과 비교하여 내열성, 내약품성 및 강도가 우수하다는 특징을 가지고 있다. 이러한 특징을 이용하여 고온하에서의 분리, 각종 용제 혼합물의 분리, 멤브레인 리액터(Membrane reactor)용 촉매 담체 등 광범위한 연구개발 성과가 이뤄지고 있으며 일본 및 유럽, 미국등 선진국에서는 이미 상용화 되어 있다. 국내에서도 동서세라켄이 1990년대 초기부터 개발을 시작하여 현재 알루미늄/알루미나 복합 세라믹 분리막을 제조 판매하고 있다.

#### 4-1. 세라믹 분리막

현재 상용화되고 있는 세라믹 분리막은 세공크기가 0.05 ~ 15 μm의 정밀여과막(MicroFiltration)과, 40 ~ 500 Å의 한외여과막(Ultrafiltration)가 있다. Table 3에 현재 일본에서 시판되는 세라믹 분리막과 국산 세라믹 분리막 현황을 나타내었다.

세라믹 분리막은 얇은 막의 분리막 층(여과막)을 다공질 지지체 위에 형성시킨 것으로 여과막 입자크기와 지지체 기공크기와의 균형을 위해 1층 이상의 중간층을 갖는 다층 구조로 이루어져 있다. 사진 1에 세라믹 분리막의 단면을 나타냈다. 형상적으로는 튜브형(Tube type)과 모노리스형(Monolith type)이 대표적으로 되어 있다. 모노리스

형은 막 모듈화 한 경우 튜브형에 비해 2~5배의 막 면적을 갖는 콤팩트화가 가능하지만 역압 세정이 약간 떨어진 다. 세라믹 분리막의 적용 시에는 시스템화 및 경제성의 측면을 고려하여야 한다. 각종 세라믹 분리막 외관 사진을 사진 2에, 막 모듈에 관한 예를 사진 3에 나타냈다.

세라믹 분리막은 Table 3에서와 같이 알루미늄나 또는 지르코니아, 카본 등으로 여과막 및 중간층을 형성 시킨 막이 대부분이며 이때의 기공크기는 0.05~15 μm이다.

세라믹 UF막은 MF막과 동일한 다공구조로서 여과막은 알루미늄, 티타니아, 지르코니아 등의 원료로 구성되어 있으며 기공의 크기는 40~500 Å범위에 있고, 분획 분자량 (Molecular weight Cut Off)은 5,000~15만 정도이다.

#### 4-2. 세라믹 분리막의 특징

세라믹 분리막은 내열성, 내식성, 내용제성, 고강도라고 하는 재질상 고유의 특징을 갖고 있다. 또한 기공 분포가 좁기 때문에 유기질 분리막에 적용하기가 곤란한 분야에도 적용이 가능하다. 아래에 세라믹 분리막의 특징을 요약해 보면

- ① 막의 기공분포가 좁기 때문에 여과능력이 우수하다.
- ② 막 구조가 비 대칭 구조 이다. 즉, 유로(내경)가 유기 막에 비해 크기 때문에 높은 순환 유속에서 Cross Flow 여과가 가능하여 여과량이 높다. 또한 미립자 농도가 30~40 wt%까지 농축 되어도 유로가 막힘 이 없다.

표 3. 세라믹 분리막 현황

Maker	종류	재질	Pore size( $\mu\text{m}$ , $\text{\AA}$ , Dalton) 막지지체	Type(내경/외경)	Module 막면적( $\text{m}^2$ )
NOK	MF	Alumina/Alumina	0.2~0.6	(Tube)	
Kuboda	MF (UF)	Alumina/Alumina	0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 5.0	7/10(Tube)	~4
Techsep	MF	Zirconia/carbon	0.08, 0.14, 0.02	6/10(Tube)	~5.7
	UF		2.5, 15란		
TDK	UF	Alumina/Alumina	0.05	2/5(Tube)	~2.2
Tosiba	MF	Alumina/Alumina	0.2~15 0.05~5	7/10, 15/19, 24/31(Tube)	
	UF	Zirconia/Alumina Alumina/Alumina	40, 100, 400 $\text{\AA}$	15/19(Tube) 4-19 Monolith	~3.8
ToTo	MF	Alumina/Alumina	0.1, 0.2	3.5/5, 8/10, 24/28(Tube)	~6.5
	UF	Zirconia/Alumina	50, 100, 200, 300 $\text{\AA}$	4-7, 4-28 monolith	
NGK	MF	Alumina/Alumina	.01~5 0.1~2	7/10, 22/30(Tube) 3-37, 4-9(Monolith)	~12.9
	UF	Titania/Alumina	2, 5, 15	7/10(Tube) 4-19(Monolith)	~8.8
NIPPON CEMENT	MF	Alumina/Alumina	0.2, 1, 4	5/8, 7/10, 10/13, 16/19, 19/22(Tube)	~1
			0.2, 4	150 $\times$ 200 $\times$ 11(sheet)	~0.3
Millipore(Norton)	MF	Alumina/Alumina	0.2, 0.45, 1	2.7-10(Monolith)	~3.1
동서세라컴(株)	MF	alumina/Alumina	10, 1.0, 0.5, 0.1	7/10(Tube)	0.2~4.5
	UF		0.02	4-30(Monolith)	6

③ 기계적 강도가 높다. 고압하에서 여과에 의한 막의 지지가 가능하다. 여과 대상액 중의 입자에 의한 막의 마모가 적다. 압력 및 온도에 의한 기공크기



사진 1. 분리막 단면

사진 2. 각종 세라믹 분리막

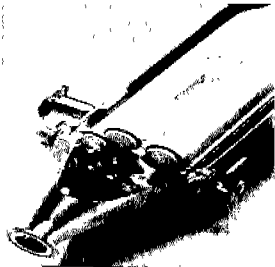


사진 3. 분리막 모듈

의 변동이 없어 안정한 여과정도가 얻어진다.

④ 내식성이 우수하여 광범위한 약액(산, 알칼리, 용제)에서의 막 분리, 막 세정 및 고온 사용, 스팀 살균이 가능하다.

⑤ 내구성이 우수하여 화학세정 또는 역세정에 의해 재생이 가능하며, 여과재의 잦은 교환이 불필요하다.

⑥ 여과 시스템은 전자동화가 가능하다.

이상과 같은 다공성 필터로서의 세라믹 분리막 용도는 음료품, 식품, Bio를 중심으로 최근에는 기계, 전자공업 및 수처리 분야에 까지도 급속히 보급되고 있다.

## 5. 결 론

쾌적한 생활을 추구하고자 하는 욕망과 지구환경 보존이라는 커다란 문제에 촉매 담체로서의 세라믹 다공체의 용도가 다양하게 사용되고 있는 실정이다. 예를 들어 석유스토브, 조리용 그릴 등의 가정용 연소기구에도 완전 산화 촉매가 사용되고 있는데 여기에도 촉매를 담



지하기 위해서 다공질의 하나컴 담체와 고 비표면적을 갖는 세라믹 다공성 원료를 적절히 사용하고 있다. 더 나아가서는 화장실 냄새제거 및 음식물 쓰레기 냄새제거, 에어컨, 공기청정기 등 주택 설비에서도 탈취를 목적으로 한 촉매가 꾸준히 개발 되고 있으며 이때에도 촉매 활성을 나타내는 금속 물질과 이를 담지 시킬 수 있는 세라믹 다공체와의 적절한 선택이 필요하다.

또한 분리용 필터재로서의 세라믹 분리막의 경우 고온, 고압, 내식성, 기계적 강도의 우수함 등 때문에 기존 폴리머 분리막에서는 사용할 수 없는 분야에 빠르게 적용되고 있어 향후 그 활약이 기대된다.

다공질체는 그 외에도 일상 생활에서의 쾌적함을 추구하고, 공업적으로는 하이테크를 지향함에 따라 점점 그 용도가 확대되어 가고 있다.

**참고 문헌**

1. 竹内 雄 "Porous materials characterization, production and application." *Fuji Tecknology press.*,1999.
2. Kozo Ishizaki, " Porous materials" . *Ceramic Transactions*, **31**,1992.
3. 石川 幹, 岩淵宗之 : 세라믹 막 による 分離技術. 化學裝置,工業調査會, 35(7), 39~45(1993).
4. R.J.Farrauto, R.M.Heck." Environmental catalysis into the 21<sup>st</sup> century." *Catalysis Today* **55**, 179-187(2000).
5. Irwin M.Lachman and Jimmie L Williams."Extruded Monolithic Catalyst Support." *Symposium on Catalyst Supports*. New York August 25-30,1991

6. D.L.Trimm and A.Stanislaus."The control of pore size in alumina catalyst support." *Applied catalysis*, **21**, 215-238(1986).
7. Huan-ting Wang, ctal."Kinetics and Mechanism of sintering process for macropore alumina ceramics by extrusion." *J.Am.ceram.Soc.*81(3)781-784(1998).
8. R.R.Bhave." Inorganic Membranes Synthesis : Characteristics and Application." Van Nostrand New York,1991.
9. R.M.Hech, R.J.Farrauto, "Catalytic Air Pollution Control: Commercial Technologies." Van Nostrand Reinhold, New York,1995.
10. Y.Y.LI, S.S.P.PERERA and B.D.CRITTENDEN." Xeolite Monolith for Air Separation." *Trans.IchemE*.Vol 76,Part A, November 1998.
11. Hoon Choi, Sung-won Ham,In-Sik Nam and Young Gul Kim."Honeycomb reactor washcoated by Modenite type zeolite catalysts for the reduction of NOx with NH3." *Int,Forum of Environ.Catal.* Feb.4-5,1993.

**이 승 범**



- 1984년 강원대학교 재료공학과 학사
- 1987년 강원대학원 재료공학과 석사
- 1988-1994년 동서산업(주) 신소재 연구원 선임 연구원
- 1994-1999년 삼미파인세라믹스(주) 과장
- 1999-현재 동서세라컴(주) 선임 연구원

**이 성 우**



- 1998년 안동대학교 재료공학과 학사
- 1999년 KIST 위촉연구원
- 2001.7-현재 동서세라컴(주) 연구원

**조 항 근**



- 1970년 한양대학교 무기재료공학과 학사
- 1972년 한양대학원 무기재료공학과 석사
- 1978-1999년 동서산업(주) 이사
- 1999-현재 동서세라컴(주) 대표이사