

## 수처리용 다공성여재의 개발에 관한 연구

이영신 · 정상철\* · 홍성철\*\*

한서대학교 환경공학과, \*서울시립대학교 환경공학과, \*\*밀양산업대학교 환경공학과

## The Study on Development of Porous Media for Water Treatment

Young Shin Lee, Sang Cheul Jeong\* and Sung Cheul Hong\*\*

*Hanseu university, Environmental engineering*

*\*Seoul city university, Environmental engineering*

*\*\*Miryang national university, Environmental engineering*

### ABSTRACT

The purpose of this study is to develop of porous media for water treatment. It was made of porous media which was sintering on a comparative low temperature 600°C, was annexed slag (media-s) and humus soil (media-h) with material, only material kaolinite(media-k). In order to examine the characteristics of physical-chemical were used to sem. x-ray. The results of study are given porous size on media-h which was able to water treatment.

**Keywords :** Slag, Humus soil, Kaolinite.

### I. 서 론

최근 Bio-Technology의 연구와 함께 기존 활성슬러지법과 처리상의 문제점을 해결코자 New Bio-technology의 연구가 활발하게 진행되고 있다.

이들 연구중 생물막공법은 슬러지 일령이 상당히 길기 때문에 먹이사슬이 안정하게 형성되어 정화에 관여하는 미생물종이 다양하다. 이러한 이유로 인해 활성슬러지법보다 고도의 운전기술이 필요치 않아 유지관리가 쉽고, 고정상 여과기작으로 인해 사상균이 여재에 흡착됨으로 활성슬러지 프로세스의 공정상 문제점인 팽화(bulking)현상이 일어나지 않으며, 여재 표면에 다량으로 성장한 미생물과 반응.조대 고농도 미생물에 의해 유기물 제거효율이 높아 처리시간을 단축시켜 시설규모를 축소시킬 수 있고, 생물막 두께에 따라 환경조건이 다르기 때문에 저부하와 고부하의 폐수처리가 가능하다. 또한, 부착된 미생물은 수온, 부하변동, 충격부하에 적응성이 강하며, 여재 내에서 호기적, 혐기적 산화가 동시에 일어나므로써 잉여슬러지 발생량이 적고 분리된 슬러지 내에

미소동물이 많이 존재하기 때문에 고액분리가 용이해 양호한 처리수를 얻을 수 있다.

본 연구에서는 고령토와 기타 혼합재를 이용하여 여재를 제조하고, 기초 실험을 통해 물리적 조성상태를 연구하였는데, 상당한 기공이 형성이 되어 폐수처리 미생물의 증식에 적당한 조건이 제공되었다. 이 등<sup>1)</sup>에 의하면, 유기물질 및 질소·인 제거효율을 위한 운전결과 일반 활성슬러지의 제거율보다 처리효율이 우수하고, 미생물 부착속도가 빨라 초기운전에 소요되는 시간을 단축시킬 수 있었으며, 여재표면에 부착된 다량의 미생물에 의해 충격부하에 적응성이 강하다는 것을 확인하였다.

고령토를 주원료로 제작한 다공성여재 media-K, 고령토와 고로슬래그를 중량비로 혼합하여 제작한 media-S, 고령토와 부식토를 중량비로 혼합하여 제작한 media-H를 전자현미경을 이용하여 여재의 기공형태를 관찰하였다. 그 결과 비교적 기공이 많이 형성된 여재를 선택하여 물리·화학적 특성을 통하여 수처리 가능성을 조사한다. 또한 고령토와 고로슬래그를 여재로 사용할 경우 알카리도의 증가가 예

상되므로 알카리용출실험을 실시하여 안정된 혼합비를 구한다.

## II. 실험 방법

### 1. 여재의 재료선택

주 원료로 사용된 고령토는 경기도 여주, 이천과 울산 등에서 생산되고 있는 성형이 가능한 것을 사용하였다. 첨가물질인 슬래그는 포항제철소에서 발생하는 고로슬래그를 사용하였다. 부식질은 시판되고 있는 검은색의 퇴비화된 부식토를 사용하였다.

### 2. 혼합재료의 전처리

슬래그는 입수시 대형 채석이었으며 밝은 회색을 띠어 다량의 석회성분을 함유하고 있음을 알 수 있었다. 입수한 슬래그는 소형망치를 사용하여 분쇄할 수 없을 만큼 강도가 커서, 우선 햄머를 사용하여 1차 분쇄 후 큰망치로 입자분쇄가능한 형태로 만들었다. 미분쇄가능한 크기인 약 50 mm의 크기로 파쇄 후 볼밀에 넣어 미분쇄(微粉碎)하였다.

부식토는 시중에서 판매되고 있는 토양개질용 혼합비료를 사용하였다. 구입한 부식토의 봉투 속에는 쇠, 못, 돌, 나무조각, 유리 등의 불순물질이 함유되어 있어, 즉시 세라믹재료로 사용하기에는 부적합하였다. 고령토와 혼합하기 위해 대형 눈금체로 조대물(造大物)들은 걸러낸 후 dry oven내에서 110°C로 약 24시간 건조한 후 쇠질구로 잘게 으깨어 100 mesh로 1차 걸러 내고  $\phi 170 \times 190$  mm의 볼밀에 고강도 구형 세라믹 볼과 시료를 각각 장입하여 미분쇄(微粉碎)하였다.

위와 같은 미분쇄 과정을 거친 슬래그 및 부식토를 500 mesh의 체로 걸러 고령토와 반죽하였다. 고령토와 500 mesh 이하의 슬래그 및 부식 물질을 중량단위로 아래의 Table 1와 같이 각각 혼합하여 성형하였다.

Table 1. Mixing rates of ceramic matter

	unit (w/w%)	
kaolin	kaoline+slag	kaoline+humus
100	90+10	90+10
	80+20	80+20
	70+30	70+30
	60+40	60+40
	50+50	

### 3. 성형 및 소성

성형과정은 크게 사출형과 압출형으로 나눌 수 있다. 사출형은 피스톤형태를 지닌 용기에 일정한 방향으로 기계적 힘을 가할 때 특정형태를 지닌 구멍으로부터 뿜혀지는 것이며, 압출형은 내부 구조가 3차원의 공간을 지닌 형틀 속에 장입하여 틀에 압력 및 온도를 가할 때 성형되는 것이다.

본 연구에서는 혼합공정에서 수작업(手作業)으로 사출가능한 정도의 원료를 간단히 제작한 사출압출기로 여재를 성형하였다. 고령토와 혼합물 전체 중량비로 70%, 혼합을 위한 증류수 30% 성형가능한 점도로 반죽한 후 대기압상에서 원형 사출형틀을 통해 제작하였다. 사출되어 뿜혀지는 여재를 길이 3 cm 단위로 절단한 후, 그늘에서 약 12시간 건조한 후, muffle furnace로 약 13.3분동안 100°C의 온도 상승속도로 300°C까지 온도를 올리며 건조된 여재 표면 및 내부에 함유된 유기물(有機物) 일부분을 탄화시키고, 3.3 min/100°C의 온도상승속도로 600°C까지 온도를 올린후 8시간 소성하였다.

소성시간이 끝난후 furnace의 전원을 차단하고 약 1 시간동안은 상온공기(이때 평균 공기온도 27.6°C)와 접촉시켜 제냉(徐冷)시켜 급속한 냉각에 의한 여재의 외부균열을 방지하였다. 그 후 muffle furnace 입구에 송풍기를 설치하여 다량의 공기를 불어 넣어 급속냉각시켜 다공질 여재를 제작하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 전자현미경으로 관찰한 여재의 가공형태

Table 1에 의한 세라믹스 재료의 혼합비로 성형

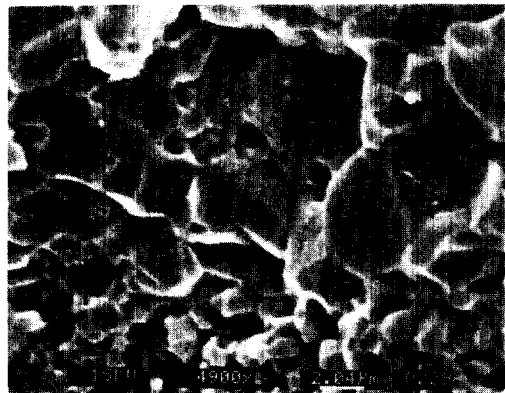
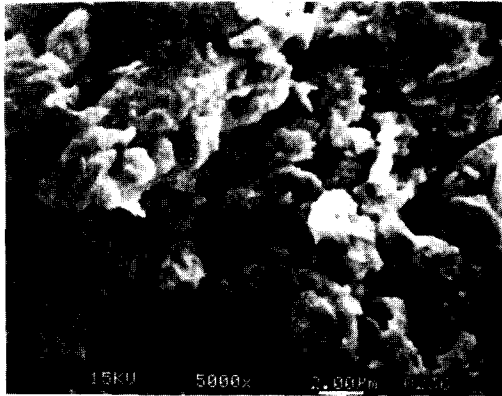
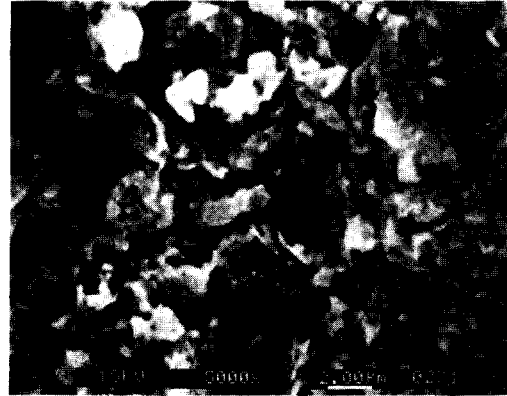


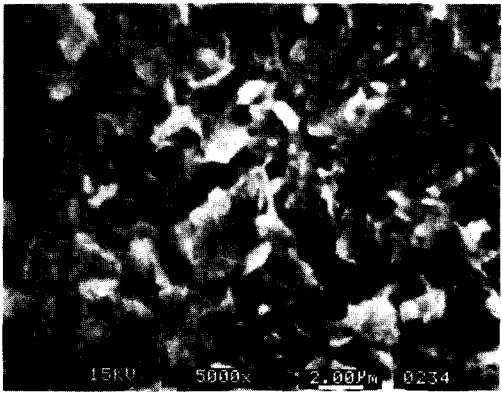
Fig. 1. kaoline 100%



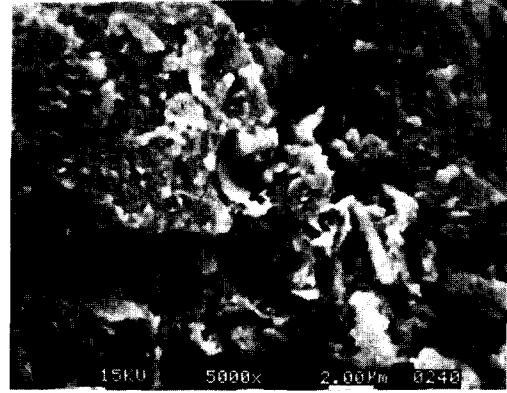
**Fig. 2.** kaoline 90%+slag 10%



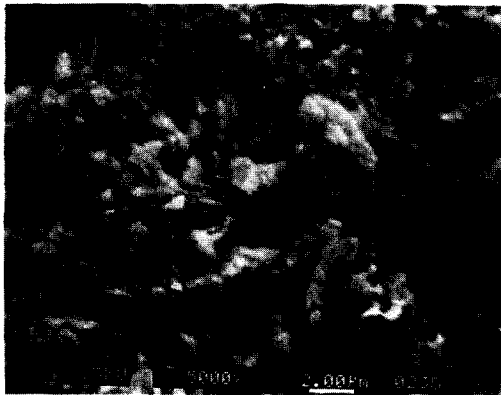
**Fig. 5.** kaoline 60%+slag 40%



**Fig. 3.** kaoline 80%+slag 20%



**Fig. 6.** kaoline 50%+slag 50%



**Fig. 4.** kaoline 70%+slag 30%



**Fig. 7.** kaoline 90%+humus 10%

및 소성한 여재를 전자현미경으로 살펴본 결과 Fig. 1~ Fig. 10와 같았다.

## 2. 여재의 물리·화학적특성

Fig. 1의 결과 여재의 기공이 비교적 균일한 고령

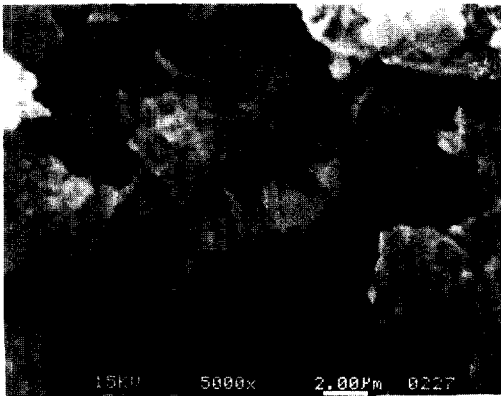


Fig. 8. kaoline 80%+humus 20%

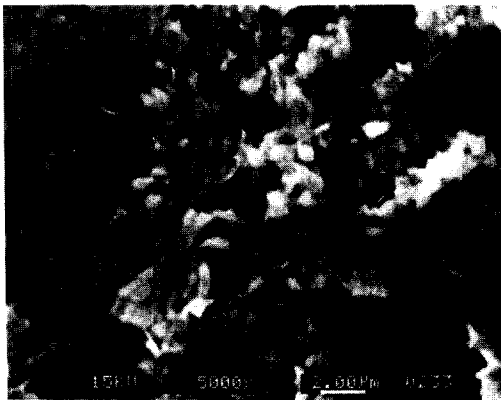


Fig. 9. kaoline 70%+humus 30%

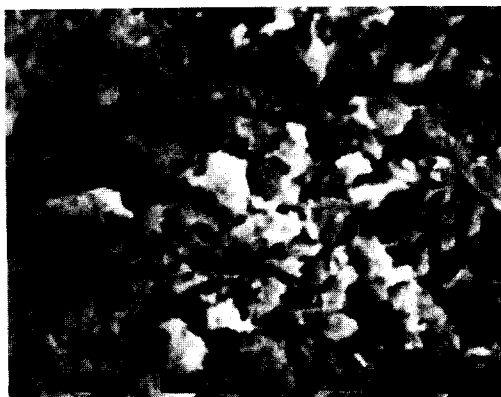


Fig. 10. kaoline 60%+ humus 40%

토+슬래그(60+40) 와 고령토+부식토(60+40)를 고령토 (100)와 함께 XRF를 이용하여 물리화학적

Table 2. Characteristics chemical of medium (result of X-ray radiation fluorescence)

Unit : wt%

Component	media-K	media-S	media-H
SiO <sub>2</sub>	70.41	67.65	57.44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.90	18.90	18.60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	1.10	2.00	0.72
TiO <sub>2</sub>	0.22	0.31	0.73
MnO	0.03	0.09	0.15
CaO	0.38	2.97	15.13
MgO	0.36	0.88	3.04
K <sub>2</sub> O	2.77	3.21	1.97
Na <sub>2</sub> O	1.31	1.34	0.86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.37	0.03
Loss of ignition	0.93	1.21	0.66
Total	99.42	98.92	99.32

\*Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : total Fe

Table 3. Specification of media

Material	Shape	Size (mm)	Cavity volume (cm <sup>3</sup> )	Cavity ratio (%)
media-K*			0.70	29.72
media-S**	pellet	φ10×30	1.09	46.28
media-H***			1.62	68.79

media-K\*(kaoline), media-S\*\*(kaoline+slag), media-H\*\*\*(kaoline+humus)

특성을 살펴본결과 Table 2와 같았다. 또한 공극율은 Table 3와 같았다.

### 3. 고령토-슬래그의 혼합에의한 용출실험

슬래그는 특성상 고농도의 알카리도 유발체로서 고령토와 슬래그를 혼합하여 가공한 여재를 반응조

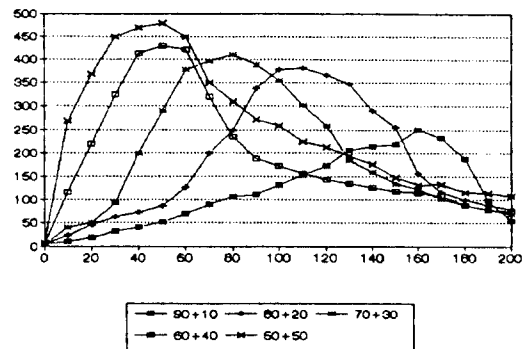


Fig. 11. Elution character of alkalinity in kaoline+slag

에 투입하여 미생물을 부착할 경우, 슬래그로 인해 상당량의 알칼리도가 유출되어 반응조내의 pH를 상승시킬 수도 있다. 알칼리도 유출에 따른 pH상승은 기질 제거 및 좁은 pH범위가 요구되는 질산화, 탈질산화에 악영향을 미칠수 있고, 전체적인 제거효율에 저감을 나타낼수있으므로 이에 알칼리도 유출실험을 한 결과 Fig. 11과 같았다.

#### IV. 결 론

수처리용 다공성여재를 개발하기 위해 고령토, 고령토와 부식토, 고령토와 슬래그,를 중심으로 여재(media)를 제작하였다. 물리 화학적 특성을조사하기 위해 전자현미경(SEM)과 X-ray, slag의 용출실험 등을 통하여 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 원료혼합에 따른 기공형태를 전자현미경을 통해 관찰한 결과, 고령토(100), 고령토+슬래그(60+40), 고령토+부식토(60+40)가 비교적 많은 pore size를 나타내었다.

2. X-ray 시험결과 세가지 여재(media)에  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 성분이 다량으로 함유되어 유기물의 인, 제거의 응집효율을 높일 수 있는 가능성이 나타났다.

3. 세가지 여재(media)중 고령토+부식토(60+

40)가 공극율 69%로 수처리용 여재로 가장 좋은 환경을 나타내었다

4. 고령토와 슬래그의 제작시 혼합비율에 따라 알칼리도 용출이 달리 나타났다. 고령토+슬래그(60+40)혼합비에서 알칼리도 용출이 전반적으로 적게 나타나, 수처리용 여재로 사용시 악영향이 발생하지 않는 것으로 나타났다.

#### 참고문헌

- 1) 이영신 외3인 : 다공성 여재를 이용한 고정생물막 반응기 특성에 관한 연구, 한국환경위생학회지, 22(1), 99~106, 1996.
- 2) 이영신 : 생물반응기를 이용한 유기물질 및영양물질 제거에관한연구, 한국과학재단, 95-1-10-03-01-1, 1996.
- 3) 金載勳 : 多孔性 유리媒質을 이용한 固定相 生物膜法에 關한 研究, 인하대학교, 1993.
- 4) 素木洋一 : Fine Ceramics 제조프로세스 입문, 半島出版社, 1992.
- 5) 장갑용외 : 다공성 세라믹스의 제조방법, 요업기술, 10, 193-202, 1993.
- 6) 김준학 : 환경을 위한 재료학적 접근, 요업기술, 10, 250-278, 1993.
- 7) 오일환 : 세라믹스 科學, 학문사, 1994.