

폐유리 재활용을 위한 발포시 물리적 특성에 관한 연구

조해용*, 최창하*, 이수완**, 김형주*, 장필규*

*선문대학교 환경공학과

**선문대학교 전자재료공학과

e-mail : chohy@summon.ac.kr

A study of physical characteristics of foaming glass by recycling waste glass

Hea-Yong Cho*, Chang-Ha Choi*, Soo-Wohn Lee**, Hyung-Ju Kim*, Pil-Kyu Chang*

*Dept. of Environmental Engineering, Sunmoon University

**Dept. of Electronic Materials Engineering, Sunmoon University

요 약

본 연구에서는 폐유리를 별도의 전처리 과정 없이 최적조건에서 발포된 발포유리의 pH, 밀도, 열전도율, 압축강도 그리고 흡음율을 측정하였다. 최적조건에서의 온도변화에 따른 물성특성을 측정한 결과, 온도가 높아짐에 따라 밀도는 감소하였는데 이는 용융상 형성이 증가하고 표면에 형성된 용융상의 발포된 기체를 내부에 포집하여 큰 기공을 형성하여 밀도가 감소하는 것으로 사료된다. 또한 온도가 높아짐에 따라 pore size가 커지고, 압축강도가 감소하는 경향을 보인다.

1. 서 론

각종 유리제품들의 사용이 생활 전반에 걸쳐서 다양하게 그리고 급격히 증가됨에 따라 폐유리 또한 급격하게 증대되어 그 처리문제가 크게 대두되고 있는 실정이며 환경문제뿐만 아니라 경제적인 측면에서 폐유리의 재활용은 매우 바람직하고 또한 시급한 문제라 할 수 있다.

현재까지 제안되어 있는 유리류에 대한 재활용의 방안들은 폐유리를 콘크리트와 섞어 쓰거나 또는 판유리의 한 종류인 후판유리(plate glass)와 같은 한가지 성상 또는 비교적 균일한 화학적 조성을 지닌 유리에 대해서는 glass bead를 만들어 도로 포장용 등의 용도 개발이 고작이다. 그나마 용도의 개발 및 재활용이 어려운 것은 파쇄 하여 위생 매립하거나 매립지의 복토로 사용하려는 것이 현재의 여건이다.

따라서 본 연구는 폐유리를 발포하여 건축 내·외장재료, 흡음재, 단열재 등으로 재활용할 수 있는 방안에 대한 기초 자료로 활용하고자 하는데 목적을 두고 있다.

2. 실험 방법

1단계 과정은 시료의 혼합으로 믹서는 건식믹서와 습식믹서를 하였는데, 건식믹서는 폐유리, 제올라이트를 사용, 습식믹서는 가성소다(NaOH), 물을 사용하였다.

2단계 과정은 시료의 형태제작으로 건식믹서와 습식믹서 방법을 통해서 믹서 한 다음 불밀을 이용하여 30분 이상 분쇄와 동시에 균질한 혼합을 하여, 틀에 넣어 압력을 가하여 일정한 형태를 만들었다.

3단계 과정은 발포과정으로써 전기로에 시편을 넣고, 승온온도는 5°C/min 속도로 750°C까지 올린 다음, 750°C에서 50분간 유지하고 서냉하여 시편을 제조하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. pH

Table 1은 NaOH 양에 따른 시편의 pH측정을 나타내었다. 폐유리의 알카리가 높아서 전체적으로 높은 알카리성을 띄고 있다.

폐유리 발포 공정에서 나온 부스러기나 성형이

잘못된 것을 모아서 경량인공토양을 만들 수 있을 것이다. pH가 현재로써는 강알카리성 이지만 산성계통의 시료나 약품을 혼합하여 알카리 성분을 pH 7~pH 8 정도로 낮춘다면 경량 인공토양이 가능하다고 사료된다.

[[Table 1.] Measurement values of pH on ample by amount of NaOH

Zeolite	Waste glass	NaOH	Temperature	Result (pH)
25wt%	55wt%	1wt%	750°C	9.78
25wt%	55wt%	2wt%		10.24
25wt%	55wt%	3wt%		10.34
25wt%	55wt%	4wt%		10.51
25wt%	55wt%	5wt%		11.04

3.2. 밀도

Table 2는 NaOH 양에 따른 시편의 밀도를 나타내었다. NaOH의 함유량에 따라 1wt%~5wt% 범위에서 밀도는 0.58g/cm³에서 0.38g/cm³ 까지 감소하는 경향을 보인다. 이는 NaOH의 함유량이 높아질수록 용융상 형성이 증가하며 표면에 형성된 용융상이 발포된 기체를 내부에 포집하여 큰 기공을 형성하였기 때문인 것으로 볼 수 있다.

[Table 2.] Measurement values of Density on sample by amount of NaOH

Zeolite	Waste glass	NaOH	Temperature	결과
25wt%	60wt%	1wt%	750°C	0.58g/cm ³
25wt%	60wt%	2wt%		0.50g/cm ³
25wt%	60wt%	3wt%		0.46g/cm ³
25wt%	60wt%	4wt%		0.41g/cm ³
25wt%	60wt%	5wt%		0.38g/cm ³

3.3. 열전도율

열전도율은 밀도와 밀접한 관계가 있으며, 일반적으로 발포유리의 경우 밀도가 감소할수록 열전도율은 감소하는 경향을 나타낸다. Table 3에서 보는 바와 같이 NaOH가 1wt%의 경우 0.121W/m·K 이고, 5wt%의 경우 0.065W/m·K로 나타낸다.

[Table 3.] Measurement values of thermal conductivity on sample by amount of NaOH

Sample	Size (mm)	Measurement time (s)	Conductivity (W/m·K)
NaOH 1wt%	110×60×40	100	0.121
NaOH 3wt%	110×60×40	100	0.142
NaOH 5wt%	110×60×40	100	0.065

3.4. 압축강도

[Table 4.] Measurement values of compressive strength on sample by amount of NaOH

SAMPLE	Size(mm)	Result
NaOH 1wt%	30x30x30	22kg/cm ²
NaOH 3wt%	30x30x30	12kg/cm ²
NaOH 5wt%	30x30x30	9kg/cm ²

샘플을 30mm x 30mm x 30mm 크기로 만들어 측정한 결과가 Table 4로 나타내었다. NaOH가 1wt%의 경우 22kg/cm² 이고, 5wt%의 경우 9kg/cm²로 감소되었다. 이는 NaOH가 증가함에 따라 pore가 커지므로 압축강도가 감소하는 경향을 보인다.

압축강도의 경우 발포 pore size에 큰 영향을 받는 것을 알 수 있다. 발포 pore size가 작은 NaOH 1wt%의 경우 22 kg/cm² 정도 나타내지만, pore size가

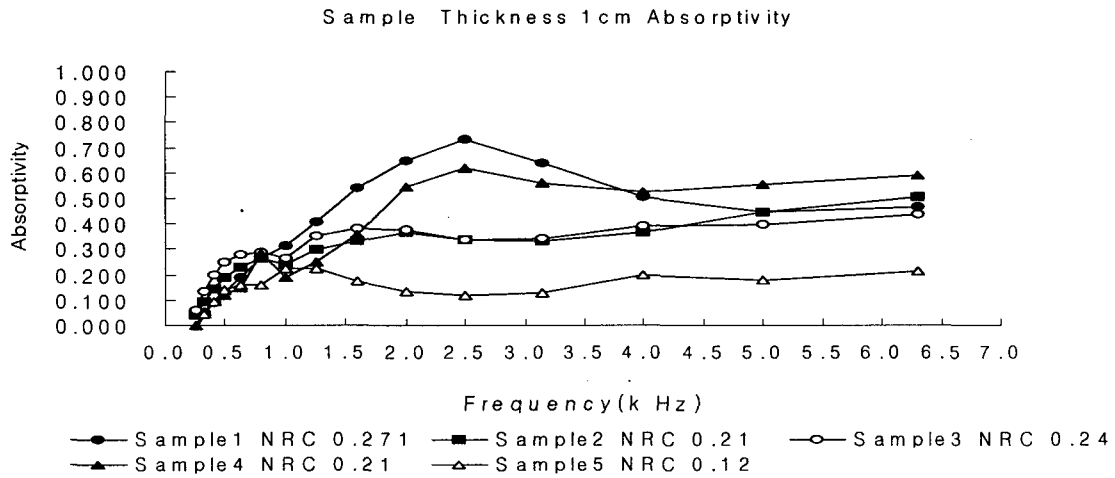
큰 NaOH 5wt%의 경우 9kg/cm²로 낮게 나타난다.

발포유리의 pore size는 NaOH 5wt%가 크게 발포되지만 단열재 및 흡음재, 기타 건축자재로 사용할 경우 강도가 너무 낮아서 적합하지 않다고 사료된다.

3.5. 흡음률

NaOH의 양에 따라 sample을 5가지 나누어 측정한 결과 NaOH가 1wt% 함유된 sample No.1이 평균NRC 0.271로 높게 나타나고, NaOH가 5wt% 함

유된 sample No.5가 평균NRC 0.12로 가장 낮게 나타났다. 그 이유는 Sample 1 시편의 경우 pore size가 작은 기공을 많이 발포되고 흡음면적도 커지므로 흡음율의 다른 Sample 보다 높고, Sample 5 시편의 경우는 발포상태에서 pore size가 너무 크고 흡음단면적이 적어서 낮은 흡음율을 보이는 것으로 사료된다.



[Fig. 1] Absorptivity on sample by amount of NaOH

4. 결론

폐유리를 원료로 하여 단열재 및 흡음재 등을 제조하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 단열재 및 흡음재로써의 발포유리에 적합한 원료혼합비는 폐유리 60wt%, Zeolite 25wt%, NaOH 2wt%의 조성이 최적 조건으로 관찰 되었다. 소성온도는 750°C 범위에서 발포형태가 우수하고, 균일한 pore 형성을 볼 수 있고, 강도나 가공성 면에서도 우수하다. 이와 같은 폐자원을 재활용함으로써 발생하는 폐기물의 양을 감소시켜 폐기물 처리비용을 줄이고, 환경오염을 대비할 수 있을 것이다.

5. 참고 문헌

- 1) 환경부, 환경백서 (2003)
- 2) 임태영, 요업기술원 "유리공장 폐기물 현황 및 재활용 가능성 검토연구" (2001)
- 3) 박원주, 한기현, "다층 발포 유리 제조 방법", KR 93012313 (1993)
- 4) Asahi Chem. Ind., "Inorganic foamed glass product production", JP60235743 (1986)
- 5) B. S. Batalin., "Foamed Glass", SU 1127868 (1985)
- 6) Ihara Chikuro Kogyo., "Foamed glass with good physical properties", JP 59092944 (1984)