

Microwave에 의해 제조된 팽창흑연의 특성

○이범재, 권영배, 권오윤*, 이윤숙, 임성수
한국기계연구원, 여수대학교 화학공학과*

I. 서론

이전의 연구에서 팽창흑연은 오일 흡착제로서 많은 유류 흡착량을 가지는 동시에 흡착된 유류를 다 시 여과하거나 열 분해하여 재활용할 수 있음을 알 수 있었다. 또한 이와 같은 용도이외에 용이한 성 형성이나 화학적, 물리적 안정성에 의해 여러 가지 다양한 용도로 응용될 수 있는 많은 가능성을 보여 주었다. 그러나 기존의 팽창흑연 제조기술은 폐산처리의 어려움으로 인해 2차 오염물질의 생성을 피할 수 없었으며, 이런 문제점의 해결책으로 단일산에 의한 건식공정을 통해 혼산에 의한 폐산처리 비용의 절감은 물론 환경 친화적인 제품의 개발하였다. 그러나 SO₃ 가스가 층간 삽입된 lamellar compound를 muffle furnace에서 고온으로 열처리하다보니 제조상의 어려움이나 많은 열손실 등의 문제점에 봉착하였다. 따라서 본 연구는 기존의 고온 열처리를 통하여 제조된 팽창흑연과 Microwave를 이용하여 제조된 팽창흑연의 비교분석을 통하여 제조공정 상에서의 원가절감은 물론 제조된 팽창흑연의 기능향상에 역점을 두었다.

II. 이론연구

1. 마이크로파의 특성

마이크로파는 300MHz에서 30GHz범위인 전파의 일종으로 마이크로파를 산업분야에 응용시 여러 가지 장점을 가지고 있다. 마이크로파는 에너지 효율이 높고, 처리비용이 적으며, 처리 소요시간이 짧고, 대량(체적)처리가 가능하므로 대량생산에 매우 용이하다. 또한 처리대상 물질의 형태에도 구애받지 않으며 외부가열이 아닌 내·외부 균일가열에 의하여 반응속도를 촉진하고 균일성이 높아서 제품의 질을 높일 수 있을 뿐만 아니라 시설의 이동이 가능하고 원격조정이 가능한 장점이 있다. 마이크로파에 의한 유전가열은 Directric 이론으로 설명될 수 있다. 절연물의 경우, 양극판사이에 놓고 고주파의 영향하에 놓이면 전기장의 영향으로 인하여 분자들이 분극되어 쌍극자(dipole moment)를 이루며, 전기장의 방향으로 배열한다. 마이크로파는 공간을 자유로이 전파하지만 금속면에서는 반사하고 절연물인 유전체내에서는 그 에너지를 점차 잃어가면서 전파한다. 이 에너지 감쇄는 유전체에 의한 마이크로파의 흡수, 즉 마이크로파 가열로 된다. 유전체에 전파가 닿으면 유전체를 구성하고 있는 분자가 전계의 힘을 받아 전기적 평형상태에서 전계방향의 변화에 따라 진동을 시작하는데 이 분극진동이 분자간의 마찰로 되어 발열현상을 일으킨다. 공간에 놓여진 유전체에 마이크로파를 조사하면 그 단위 체적당 소비되는 전력량(P)는 다음 식(1)과 같다.

$$P = \frac{5}{9} \times 10^{-10} \times f \times E^2 \times \epsilon_r \times \tan \delta \quad (W/m^3) \quad \text{-----} \quad (1)$$

여기서 f는 마이크로파의 주파수, E는 전계이다. ε_r는 비유전율이며, tan δ는 유전체의 유전체 손실 각이다. ε_r과 tan δ는 모두 물질고유의 값으로 온도나 주파수에 따라 변화한다.

[연락처] (우)305-343 대전광역시 유성구 장동 171번지 한국기계연구원 열유체 환경연구부

★★★ Tel : 042-868-7770, Fax : 042-868-7441. E-mail : ybkwon@kimm.re.kr

III. 실험방법

1. 시료

본 실험에서 사용된 흑연은 50mesh체를 사용하여 체거름한 인상흑연(>98%)을 사용하였으며, SO₃가스를 산화제로 사용하기 위해 발연황산(OLEUM, FREE SO₃ 28%)을 사용하였다. Fig. 1에 실험과정을 나타내었다.

2. 팽창흑연의 제조

1) 인상흑연의 intercalation

층간삽입물질인 SO₃가스의 이송거리를 최대한 짧게함과 동시에 가스의 응축을 막기위해 아래에 발연황산을 담은 용기를 설치한 후 위에 인상흑연을 넣은 반응용기를 설치하였다. 발연황산과 인상흑연은 일정비율로 각각의 용기에 담은 후 15시간 반응시켰다. 발연황산의 내부온도는 가열장치를 이용하여 130℃ ~ 160℃로 유지시켰고 인상흑연과 SO₃가스 상호간에 충분한 반응이 일어나도록 하였다.

2) lamellar compound의 팽창실험

흑연의 층간에 황산, 질산 등의 화학약품을 전해처리 또는 산화제의 존재 하에 intercalation시킨 층간화합물을 lamellar compound라고 하는데 위와 같은 방법으로 제조된 층간화합물을 muffle furnace 또는 microwave oven을 사용하여 일정시간 동안 팽창시켰다.

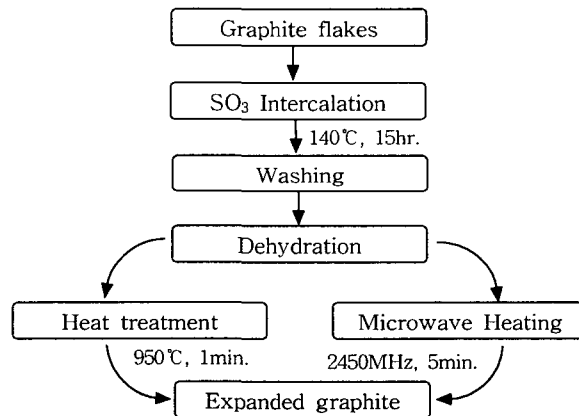


Fig. 1. Flow diagram for the preparation of expanded graphite

IV. 실험결과 및 고찰

1. 팽창흑연의 특성분석

Fig. 2. 와 Fig. 3.에 팽창흑연 제조시 열처리 조건에 따른 팽창률과 부피비중을 나타내었다. Microwave에 의해 제조된 팽창흑연은 Muffle furnace에 제조된 팽창흑연과 같이 낮은 부피비중과 높은 팽창률을 나타내었다. Fig. 4.의 SEM사진에서 보는바와 같이 팽창흑연 시편 내에는 미세 기공보다는 큰 사이즈의 기공이 크고 열린 기포형태를 가지는 것을 보여주고 있으며, Fig. 5.에 열처리 조건에 따른 각각의 팽창흑연의 오일 종류별 흡착량을 나타내었다. 관찰되어진 결과에 의하면 Microwave에 의해 제조된 팽창흑연 역시 Furnace에서 열처리한 경우와 마찬가지로 높은 흡착량을 가지는 것으로

판단되었다.

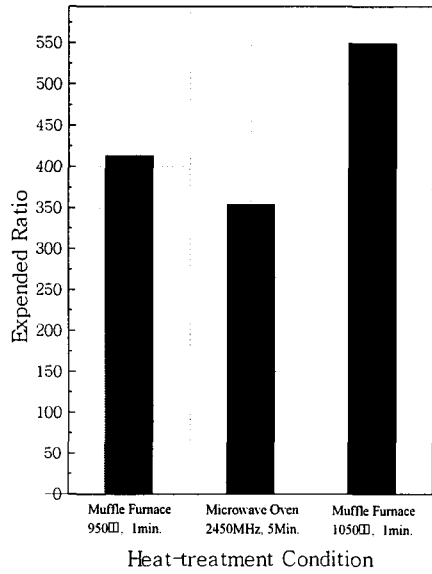


Fig. 2. Expanded ratio of expanded graphite in different Heat-treatment condition.

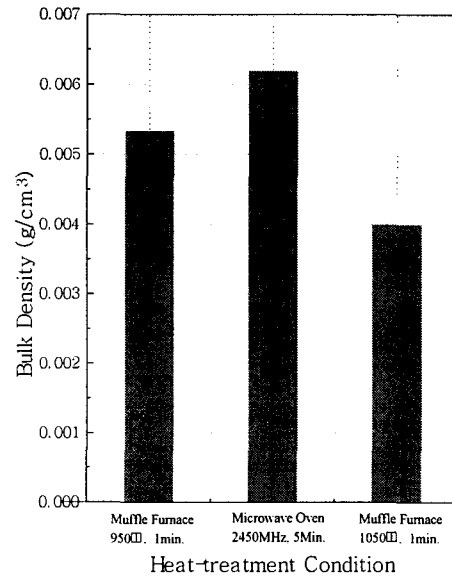
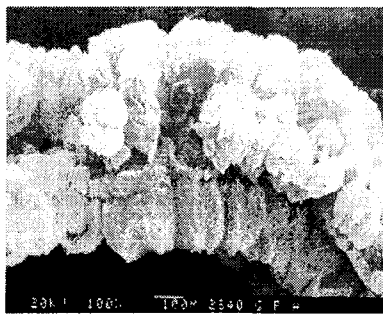
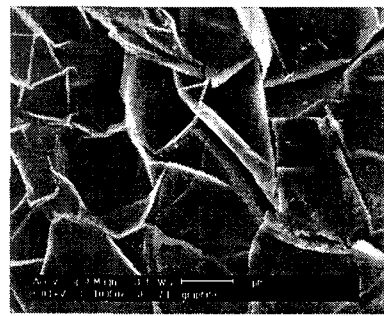


Fig. 3. Bulk density of expanded graphite in different Heat-treatment condition.



(a)



(b)

Fig. 4. SEM micrographs of Expanded Graphites(a), (b)

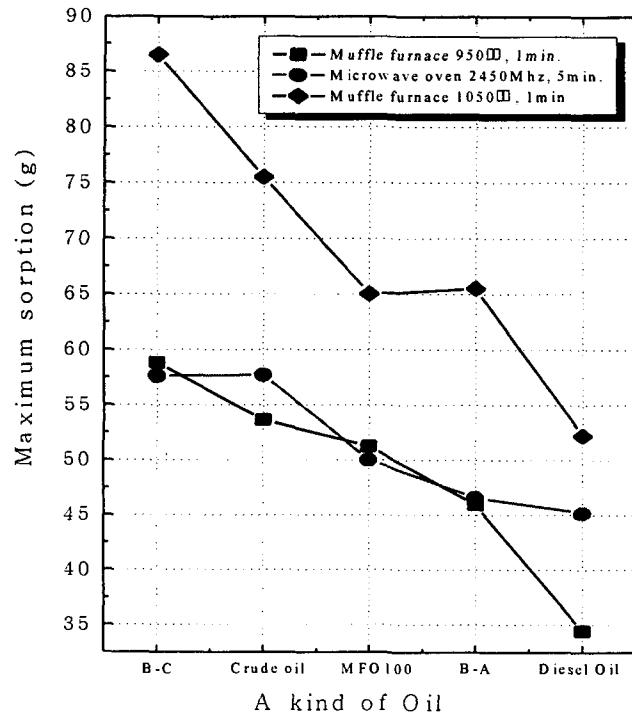


Fig. 5. Maximum sorption of various oil in the expandable graphite.
made by different Heat-treatment condition.

(B-A : Bunker-A, MFO100 : Marine Fuel Oil 100 , B-C : Bunker-C)

V. 참고문헌

- 1) D. D. L. CHUNG : "Review Exfoliation of graphite", J. of Mat. Sci., 22, pp4190-4198, (1987)
- 2) A. Yoshida, Y. Hishiyama, M Inagaki : "Exfoliated graphite from various intercalation compounds Carbon, Vol 29, No. 8, pp. 1227-1231, (1991)