

Cu/흑연 복합재료의 소결거동 및 열물성 평가 Sintering and The Evaluation of Thermal Properties of Cu/Gr. Composite Materials

아주대학교 정형식, 김태형*, 김용진

1. 서론

graphite를 함유한 복합재료도 우수한 열 특성을 나타낼 수 있는 가능성을 제시하고 있다. 이는 Graphite가 Al이나 Cu에 상호용도가 거의 없어 합금화의 우려가 없고, Al 과 Cu의 열전도도가 230 및 400 W/mK로 어느 재료보다 높으며 Graphite의 경우도 100 W/mK 이상의 비교적 높은 열전도도를 갖고 동시에 열팽창 계수가 아주 낮은 장점을 갖고 있기 때문이다. 그러나 Graphite의 열전도도 및 열팽창계수는 graphite의 층상결정구조를 감안할 때 결정방위에 따라 현저한 이방특성을 나타낼 것으로 판단되어지며 이에 대한 명확한 연구 결과가 보고되지 않았다.

본 연구에서는 Cu 분말과 흑연분말 및 Cu coated graphite을 혼합·성형하고 소결하여, 순수한 분말과 Coating 된 분말사이의 소결 특성을 알아보았으며, 고밀도를 위해 압연, Upsetting, Repressing, 압출, Hot Pressing을 통하여 Cu/Gr 복합재료를 제조하였으며, 열 관리 혹은 집전재료등의 용도로 개발하기 위해 Graphite의 방향성에 따른 열전도도, 열팽창계수를 측정하였다.

2. 실험방법

기지 상 분말에 5 ~30 vol.% graphite 분말을 V mixer에서 회전속도85rpm으로 30분간씩 혼합하여 31.75 x 12.7 mm의 직사각형 시편들을 50ton 유압 프레스에서 이론 밀도의 75~85% 사이로 성형하였다. 소결은 기지상이 순수 금속임으로 고상 소결을 하여야 하고 이에 따라 소결온도는 1000°C 와 1050°C에서 소결하였으며 소결 분위기는 Cu계의 경우 순수 수소와 수소+질소가스를 기초실험을 통하여 비교한 후 95%질소+5%수소가스를 선정하여 사용하였으며 Cu계 소결의 경우 수소분율이 높으면 CuO의 환원이 급격히 일어나 소결중 팽창을 유발하는 경향이 있어 수소분율을 최소화하였다. 고밀도를 위해 압연, Upsetting, 압출, Hotpressing의 실험으로 복합재료를 제조하였으며, 열적 특성을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

Cu기지 상 분말에 순수 Graphite를 혼합할 경우 성형성과 소결성이 극히 제한되어

5 vol.%이하의 소량을 혼합할 경우만 가능하다.

순수 Graphite 대신 Cu-coated Graphite를 혼합할 경우 Cu coating층에 의하여 혼합상 분말이 Cu기지상 분말과 유사한 특성과 거동을 나타내어 성형성 및 소결성이 대폭 향상되며 30 vol.%정도까지 혼합된 소결 복합재료의 제조가 가능하다.

Cu-coated graphite를 혼합한 Cu기지 복합재료 성형체의 치밀화 정도는 성형밀도가 낮을수록 향상된다. 그러나 80~85%정도의 이론밀도로 성형할 경우 약 90%의 최종 소결밀도를 얻을 수 있어 최적으로 판단된다.

Cu-coated Graphite 혼합상 분말의 크기가 작을수록 소결에 의한 치밀화 정도가 크다. 그러나 $45\mu\text{m}$ 이하가 약 50% 정도인 As received 분말을 혼합한 경우와 분급하여 전체를 $45\mu\text{m}$ 이하로 한 혼합 상 분말을 사용한 경우와 비교할 경우 치밀화 정도에서 거의 차이를 나타내지 않고 있다.

1000°C 와 1050°C 소결을 비교하면 1050°C 소결의 경우에 다소간 더 나은 치밀화를 얻을 수 있으며 고상소결상태를 유지함으로 더 유리하다.

Coated Graphite 분말을 분급하여 혼합할 경우 실제적인 Graphite 혼합 양이 계산치와 다를 수 있고 As-received 분말을 혼합하여 성형한 경우 분급된 미세 분말을 혼합한 경우에 비해 소결중 치밀화 정도에 큰 차이가 없어 As received 분말을 사용하는 것이 유리하다. 그러나 As-received 분말을 혼합한 경우 조대한 Graphite들이 존재함으로 추후 소성 변형 시 취약부위로 존재할 우려가 있다.

4. 결과

본 연구에서의 결과를 종합할 경우 Cu-Graphite 소결 복합재료 제조를 위해서는 순수 Graphite 보다 Cu-coated Graphite를 혼합하여 30 vol.%까지 성형 및 소결이 가능하고 성형밀도는 이론밀도의 80~85%, 소결은 1050°C 에서 질소/5~10% 수소 분위기가 최적으로 판단된다. Coated Graphite 분말은 미세할수록 바람직 하나 현재로서는 Graphite 양을 정확히 조절하기 위해서는 As-received Graphite를 사용하여야 한다. 열팽창계수의 경우 Graphite의 함량의 증가에 따라서 값이 낮아지며, 미세한 분말을 사용하였을 때 보다 조대한 분말을 사용하였을 경우, 값이 낮게 나타난다.