

텅스텐계 고속도공구강분말의 금속사출성형에 관한 연구 (Metal Injection Molding of the Tungsten Grade High Speed Steel Powders)

동아대학교 양형도, 주동원, 성장현
울산대학교 정은

서론

고속도공구강의 제조에는 합금원소의 편석방지와 균일하면서도 미세한 탄화물을 얻을수 있다는 장점을 갖고 있는 분말야금법이 많이 이용되고 있으며, 이들 분말의 치밀화기구는 탄화물, 분말의 표면 및 입계등에서 국부적인 액상형성에 의해 이루어지므로 탄소의 확산이 용이한 합금분말과 탈탄의 문제가 적은 진공소결이 주로 사용되고 있다. 고속도강의 금속사출성형에 사용되는 구형이면서도 미세한 합금분말은 가격이 고가이기 때문에 제품생산단가의 상승요인으로 작용한다. 그러나 비교적 저가인 혼합분말을 이용하여 제품생산에 적용하려는 연구는 진행되고 있지 않기 때문에 혼합분말의 이용하여 금속사출성형기술의 적용성 여부를 조사하기 위해 진공소결과 분위기소결을 실시하여 소결거동에 관하여 조사하고 동일한 조건의 합금분말의 소결거동의 차이점에 대해 조사하였다..

실험방법

T15계 합금분말과 동일한 성분의 혼합분말을 결합제와 혼합하고 plunger-type의 사출기를 사용하여 평형부길이 25mm, 폭 4mm, 두께 3mm의 시편을 제작하였고, 승온속도조절이 가능한 분위기로에서 열분해법과 wicking법을 병행하여 결합제를 제거하였다. 또한 진공로와 분위기로를 사용하여 다양한 소결온도에서 소결을 실시하였고 1200°C-15min 유지 후 퀘칭, 550°C-1hr 템퍼링을 실시하였다. 모든 소결시편은 밀도측정, 조직검사, 경도측정을 하였다.

실험결과 및 고찰

위와 같은 방법으로 사출성형한 성형체의 결합제 제거율은 합금분말(92.5%)이 혼합분말(105%)보다 낮았는데 이것은 혼합분말의 주성분인 카보닐철분말에는 없는 미세한 기공이 합금분말표면에 존재하기 때문에 결합제제거시 모세관력이 분말내부로 작용하여 결합제 제거가 어려운 것으로 생각된다.

소결된 시료의 탄소함량은 원료분말인 합금분말과 혼합분말에서 1.7wt.%였지만 소결을 하였을 경우 진공소결의 경우엔 합금, 혼합분말 모두 1.2wt.%이상의 탄소함량으로 목표로하는 탄소함량을 나타내고 있지만 수소와 질소를 혼합한 가스분위기 소결의 경우엔 진공소결에 비해 산화물과의 반응으로 탄소함량이 0.2wt.%이하로 탄소함량 조절이 어려웠다.

고속도공구강 분말의 소결시 치밀화기구는 super-solid sintering으로 액상소결과 비슷하지만 원료분말의 국부적인 용해에의해 액상이 형성되는 점에서 차이가 있다. 따라서 급격하게 치밀화가 일어나는 온도구간은 진공소결을 하였을때 합금분말이 1220°C와 1225°C 사이인데 비해 혼합분말은 1245°C와 1250°C 사이로 합금분말이 약25°C낮았고, 소결밀도는 모두97%이상의 최고밀도를 얻을 수 있었다. 그러나 분위기소결을 하였을 경우엔 급격히 치밀화되는 온도영역은 발견할 수 없었고 최고밀도도 94%이하로 상당히 낮았다. 특히 합금분말의 분위기소결은 치밀화현상이 거의 진행되지 않았다. 이것은 탈탄에 의해 액상이 형성되는 온도구간이 존재하지 않기 때문이라 생각된다.

진공소결한 시편의 조직은 합금분말이 상당히 미세한 결정립과 탄화물을 얻을 수 있는데 비해 혼합분말은 조대한 결정립과 공정탄화물조직이 결정입계에 편석하였다. 또한 분위기소결의

경우엔 결정립과 탄화물의 크기가 상대적으로 미세하였지만 탈탄으로 인해 시편의 표면에 두 렷한 탈탄층이 형성되었다.

소결이 완료된 시편의 경도는 진공소결의 경우 합금분말, 혼합분말 모두 소결온도의 상승에 따라 경도도 함께 증가하였고 열처리를 하였을 경우엔 거의 HRc로 10정도의 증가를 나타내 였고 최고경도값도 HRc 65이상을 얻을 수 있었지만 분위기소결의 경우는 열처리를 하여도 거의 변화가 없었고 최고 경도값도 HRc 35로 상당히 낮았다.

결론

1. 탄소함량조절은 진공소결을 하였을 때 가능하였지만 분위기소결은 제어가 어려웠다.
2. 소결밀도는 진공소결을 하였을 때 합금, 혼합분말 모두 97%이상을 얻을 수 있었지만 분 위기 소결은 94% 이하로 낮았다.
3. 합금분말이 혼합분말보다 양호한 금속조직을 얻을 수 있었고 분위기소결을 하였을 때 탈 탄이 심하였다.
4. 경도는 진공소결을 하였을 때 합금, 혼합분말 모두 HRc 65이상이었지만 분위기소결은 HRc35 이하로 낮았다.

참고문헌

1. 정형식, 김병기, 김용진 : 대한금속학회 제3회 분말야금 심포지엄 (1991) p118
2. 三浦 秀士, 本田 忠敏, R. M. German : 粉體 および 粉末冶金, 38 (1991) p73
3. C. S. Wright : Powder Metallurgy, 32, 2 (1989) p114
4. Pradipt K. Kar, Bhaskar P. Saha, Gopals Upodhyaya : Int. J. of P/M, 29, 2 (1993) p393