韓國精密工學會 2002年度 春季學術大會論文集 pp.1026~1029 KSPE 02S229

유기바인더를 이용한 통기성 금형제작에 관한 연구

김경래, 정성일, 임용관(부산대 대학원 정밀기계공학과), 정해도(부산대 기계공학부),
이석우, 최헌종(한국생산기술연구원)

A study on porous metal mold using organic binder

K. L. Kim, S.I.Chung, Y.G.Im(Precision and Mech. Eng., Dept., PNU), H.D.Jeong(Mech. Eng., Dept., PNU),
S.W.Lee, H.J.Choi(KITECH)

ABSTRACT

Outlet of gas has been a big problem in deforming rubber or plastic in pressing mold. Air vent has been used to solve the problem, but it has weak points such as the increased cost, the increased number of process, and vent marks on the surface of a produce. In this study, the sintering method is used for making porous metal mold. Porous metal mold has many open pores, which are very small. When Porous metal mold is used for pressing mold, all process would be made short, produce cost would be down, and it would not leave vent marks on the surface of a produce.

Porosity varies from sintering and pressing conditions, which are the pressure of compacting powder, the length of sintering time, sintering temperature and sintering atmosphere etc. This study will find optimized sintering temperature condition for the Porous metal mold.

Key Words : Air Vent(Gas 제거를 위한 구멍), Sintering Method(분말야금법), Porous Metal Mold(통기성금형), Open Pore(열린 기공),

1. 서론

고무재질의 제품을 가압성형 할 때 가장 문제가 되는 것 중의 하나가 금형내부의 Air 및 Gas 제거이다. 즉 복잡한 패턴을 가지는 제품을 가압성형하여 제작하고자 할 때, 내부에 있는 Air 가 충분히 배출이 되어야 표면품질이 우수한 제품성형이 가능하게 된다. 이러한 Air 제거를 위해 현재 사용되고 있는 방법은 슈퍼드릴을 사용해 금형에 Air vent 를 만드는 것이다. Air vent 라는 것은 공기 또는 유해한 내부발생가스를 금형외부로 배출시키기 위해 금형에 미세한 구멍을 뚫는 것을 말한다. 하지만 Air vent 는 미세한 구멍으로 공기를 적절히 배출시키기 위해 금형하나에 수십에서 수백 개까지 뚫게 된다. 이는 금형제작에 있어서 공정이 늘어나고 비용증가를 유발시키는 요인이 된다. 또한 재료의 유입으로 성형 후 vent 흔적이 남게 돼 추가 가공이 필요하게 된다. 따라서 본 논문에서는 Air vent 의 문제점을 보완하면서 원활한 공기배출이 가능한 통기성 금형제작에 관한 연구를 하고자 한다.

통기성 금형이란 금형의 내부조직을 다공질로 제작함으로써 공기의 흐름을 가능하게 한 금형을 말한다. 금형 내부조직을 다공질로 만들기 위해 분말야금법을 이용하였다. 분말야금 법이란 금속분말 또는 합금분말의 제조와 이들 분말을 사용하여 가소성형(가소하지 않을 때도 있음)한 후, 용융점이하의 온도에서 소결하여 금속제품 혹은 금속피를 만드는 기술이다. 다공질재료는 분말야금법의 특유의 것으로서 분말입도, 성형압력, 소결온도, 소결시간 등을 적당히 선정하든가, 융점이 낮은 금속분 또는 저온에서 증발비산하는 유기물분을 미리 소량 혼합함으로써 균일한 다공질재가 얻어지며 다공도를 적당히 조절할 수가 있다.[2] 다공질 제품을 분말야금법에 의하여 만들게 된 것은 1900 년대 초부터 였고 그 후 1920 년대 초부터 필터에 응용하려는 시도와 함께 현재는 함유베어링 등에 응용되어 자동차, 가정용 전기기구 등에 널리 사용되고 있는 실정이다.[5]

본 실험에서 사용된 소결재료는 동분말이다. 동은 열에 대한 전도체로 가압성형용 금형으로 사용하기에 적당하다. 그리고 화학적 저항력이 커서 부식이 잘 되지 않는다. 이러한 특징들은 알루미늄에서도 찾을 수 있으며 소결온도가 알루미늄이 더 낮지만 알루미늄의 경우 소결시 산화제어가 쉽지 않아 동분말을 사용하게 되었다. 현재 고무재질의 가압성

형의 대표적인 예인 신발금형에서는 알루미늄 주조 금형을 사용하고 있다.

다공질재료의 특성은 각각에 대해 상호의존적인 경향이 있다. 즉 통기도가 향상될수록 강도는 떨어지며 표면 또한 거칠어진다. 반면 강도를 증가시킬수록 통기도는 감소하고 수축률 또한 커질 수 있다. 따라서 적절한 강도를 가지면서 동시에 유효한 통기도를 가지기 위해선 반복실험을 통한 연구가 필요하다. 본 실험에서는 일정한 가압조건에 대해 소결온도가 통기도에 미치는 영향을 알아보고자 한다. 본 실험의 결과는 최종적으로 통기성 금형제작을 위한 기본 토대가 될 것이다.

2. 실험방법

2.1 통기성금형의 제작

본 실험에 사용된 동분말은 Mateck 이라는 독일 분말업체 제품으로 99%의 순도와 75 - 150 ㎛의 입도를 가지며 성분비는 Table 1 과 같다.

Table 1 Chemical Composition of copper powder

Composition	Ag	Fe	Ni	Sn	Zn
Wt %	0.002	0.002	0.003	0.04	0.002

시편제작은 분리형 육각 금형에 유압프레스를 이용하여 가압성형했으며, 단위 면적 당 1ton/㎠ 의 성형압을 가했다. 시편형상은 5.5 ㎠면적의 정육각형이고, 무게는 15g 이다.

소결로는 S.I.C Heater 를 사용하여 최대 1500℃까지 가열이 가능한 전기로에 내경 102.3 ㎜의 316LSS 관을 삽입하여 Fig.1 과 같이 장치하였다.

Stainless 관은 이동이 가능하며, 냉각시 Stainless 관 아래부분에 설치된 동관을 통해 고압의 Air 가 분사되게 만들었다.

Fig. 1 the picture of the vacuum furnace

Heating Zone 은 입구에서 550 ㎜ 떨어진 곳을 중심으로 150 ㎜정도의 균일한 구간을 가진다.

가열은 15℃/min 의 속도로 일정하게 승온시켰으며 일시간 유지한 후 Stainless 관을 가
열부 밖으로 이동시켜 12℃/min 의 속도로 냉각시켰다. 이 때 소결온도는 850℃, 900℃, 950℃로 하였으며 소결시간은 각 온도에서 20 분 유지시켰다. 온도는 인코넬 600 재질의 K type thermocouple 을 사용하여 측정하였으며, 이 때 Thermocouple 의 위치는 boat 위의 시편 중심에 위치하게 하여 소결온도와 측정온도의 오차 범위를 최소한으로 줄였다.

소결분위기는 진공으로 하였다. 진공흡입구는 Stainless 관 출구쪽 아래에 위치했으며 진공펌프 사양은 Table 2 과 같다.

Table 2 specification of vacuum pump

Ultimate Pressure	5 x 10^(-4)Torr
Displacement Speed	50 l/min
Motor	0.2Kw

2.2 통기도 측정

통기도 측정을 위해 Fig.2 와 같이 시편을 통해 진공을 만들면서 진공게이지가 각 구간에 도달하는 시간을 상대적인 척도로 삼았다.

통기도 측정기의 용기의 용량은 1000cc 이며 진공흡입구의 직경은 50㎜ 이다.

진공펌프의 사양은 진공소결로에서 사용한 진공펌프 사양과 동일하다

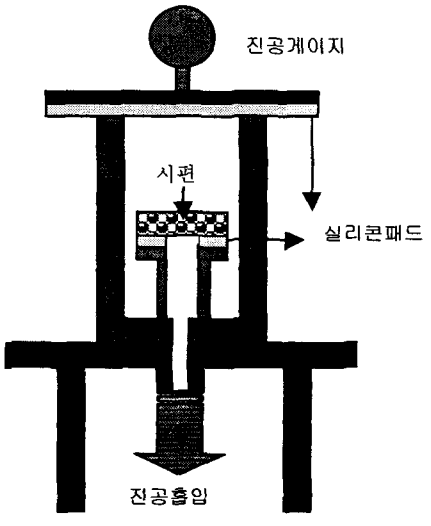

Fig.2 Schematic of air permeability test

3. 실험결과

3.1 미세조직변화

Fig.3 - Fig.5 는 각 온도에서 소결한 시편들의 SEM(Scanning Electron Microscope) 사진이다.

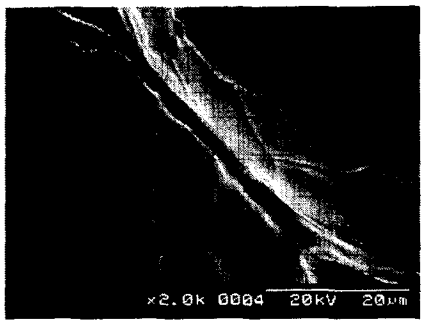

Fig.3 SEM photo of the sample sintered at 850℃

Fig.4 SEM photo of the sample sintered at 900℃

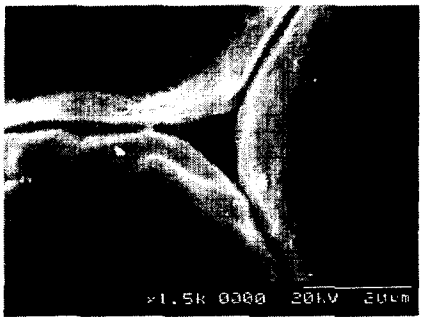

Fig.5 SEM photo of the sample sintered at 950℃

위 그림들을 살펴보면 온도가 증가할수록 소결목이 더 많이 성장하였음을 알 수 있다. 특히 Fig.4 와 Fig.5 를 비교해 보면 입자사이의 기공의 크기가 Fig.4 에서 약 1.2-1.5 배 정도 더 큰 것을 알 수 있다.

3.2 통기도

Table3 Result of air permeability test

소결 온도	시 간		
	40 cm hg	60 cm hg	65 cm hg
850℃	16 초	59 초	130 초
900℃	20 초	62 초	198 초
950℃	2 분 5 초	도달하지 못함	도달하지 못함

통기도 실험에서 850℃와 900℃의 경우 65 cm hg 를 벗어나는데 10 분 이상이 소요되어 도달하지 못함으로 간주하였다. 또한 950℃의 경우 실험상 47 cm hg 까지 도달하였으나 그 이상 증가하기까지 10 이상 소요되어 60 cm hg, 65 cm hg 까지 도달하지 못함으로 간주 하였다.

통기도 실험 결과를 살펴보면 850℃와 900℃의 경우 약간의 차이는 나지만 그다지 큰 차이는 없는 것을 알 수 있다. 하지만 950℃의 경우 앞의 두 경우에 비해 통기도가 상당히 떨어지는 것을 알 수 있다.

이것은 3.1 의 SEM 사진 결과에서도 알 수 있듯이 900℃까지는 소결이 그다지 크게 진행되지 않아 내부 밀도라든지 기공율에 있어서 큰 변화가 없었으나, 900℃에서 950℃로 온도가 높아지면서 소결진행이 급격히 증가하였음을 알 수 있다. 즉, 입자사이의 소결목이 증가하면서 소결체 내부의 밀도는 증가하고, 내부 기공의 크기는 상대적으로 줄어 들어 소결체 전체 기공율이 낮아졌기 때문인 것으로 생각된다.

4. 결론

본 실험결과 소결온도가 구리분말의 융점에 가까워질수록 소결목의 성장이 급격하게 증가하는 것을 알 수 있다. 그 결과 내부 기공의 크기가 상대적으로 줄어들었고 이로 인해 통기도가 현격히 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.

소결체의 통기도에 미치는 요소에는 성형압력, 소결온도, 소결시간 등 많은 요소가 있으나 본 실험에서는 모든 조건을 일정하게 유지시킨 후 소결온도가 소결체 및 통기도에 미치는 영향을 알아보았다. 하지만 소결체가 가압성형용 금형으로 사용되기 위해선 통기도 뿐만 아니라 경도, 수축률 등 갖추어야할 조건이 무수히 많다. 또한 모든 조건을 만족시키면서 원하는 통기도를 얻기 위해선, 단순히 소결조건만으로는 얻을 수가 없다. 따라서 이후 실험에서는 다른 소결조건과 더불어 유기바인더를

혼합하여 유효기공율을 증가시키는 방법을 적용하려 한다.

후 기

본 연구에 진공 및 소결이론에 많은 조언을 해 주신 한국생산기술연구원 신승용 박사님과 ㈜기은캐스텍 김도경 과장님께 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 장광훈, 박광웅, “최신 금형재료", 대광서림, pp.115-119, 1990.
2. 김문일, 이동희, "분말야금.소결기구", 청문각, pp 15 - 70, 1987.
3. 정성일, 정두수, 임용관, 정해도, 조규갑, "슬립캐스팅을 이용한 통기성 세라믹형의 쾌속 제작", 한국 정밀공학회지, 제 16 권, 제 5 호, pp. 98-103, 1999.
4. 임석태, "소결 함유 베어링용 Fe-Cu-Sn 계의 소결성 향상에 관한 연구", 조선대학교 공학석사학위논문, pp. 14 - 22, 1993.
5. 지영섭, “소결조건에 따른 스테인리스강 필터의 특성에 관한 연구”, 전남대학교 교육대학원 석사학위논문, pp3 – 17, 1985