

## 분말고속도공구강으로 만든 분말성형펀치의 수명에 미치는 금속학적 인자의 영향

(Effect of metallurgical factors on the life of powder compacting punch  
made of P/M high speed steel)

한국기계연구원 홍성현\*, 배종수, 김용진

### 1. 서론

각종 금속분말의 성형시 금형이나 펀치 수명의 증가는 제조원가의 절감과 관련되며 현장에서는 이에 관한 관심이 높다. 최근 주조법보다 분말야금법으로 만든 고속도공구강 펀치는 조직이 균일하고 수명이 높아서 많이 사용되고 있다. 분말성형시 현장에서는 펀치의 형상 등 작업조건에 따라 다음과 같은 두 가지 경우의 문제로 펀치의 수명이 다하는 경우가 많다. 첫째, 분말을 성형하는 경우에는 장시간 사용중 펀치의 예리한 모서리 근처에서 균열이 생겨 파손되어 수명이 다하는 경우이다(일명 면취파손). 둘째, 장시간 사용도중에 성형체에 인접하게 되는 펀치의 끝부위가 소성변형이 되어 펀치의 직경이 미세하게 증가하여 사용을 못하는 경우이다. 본 연구에서는 비금속재물, 열처리조건, Co 함량의 영향을 조사하기 위하여 관련된 기계적 성질을 측정하고 실제 분말성형시 펀치수명과 어떤 연관성이 있는지를 조사하였다.

### 2. 실험 방법

본 연구에서 사용한 분말고속도공구강의 기본 조성은 1.2 C, 4.0 Cr, 4.9 Mo, 6.2 W, 2.9 V, bal. Fe (중량 %)이며 가스분사된 분말을 Canning/HIP후 열간가공하여 제조된 합금이다. 같은 조성이고 비금속개재물의 양이 다소 다른 두 소재를 사용하여 Oilless Bearing 성형용 펀치를 가공하였고, 열처리후 현장시험을 하였고 펀치의 끝부위에 발생한 치핑으로 인해 성형체의 외관에 문제가 생길 때까지 작업할 수 있는 제품의 성형회수를 측정하여 수명을 평가하였다. 한편, 분말성형펀치의 열처리시 템퍼링온도를 달리한 경우에 플랜지 형상으로 철계 분말을 성형시 치핑형 파손이 일어날 때까지의 펀치 수명을 조사하였다. 위에 대한 수명차이의 원인을 조사하기 위하여 미세조직 및 관련된 기계적 성질을 조사하였다. 상기의 경우는 사용중 치핑형 파손에 주안점을 두었으나, 위와 별개의 연구로 소성변형 저항성이 필요한 펀치개발에 필요한 기초 자료를 확보하기 위하여 Co 함량의 변화가 미세조직, 경도, 굽힘강도, 압축강도, 반복적 압축 하중하에서 시편의 변위변화등을 조사하였다.

### 3. 결과

비금속개재물의 양이 적은 분말 성형펀치는 사용중 치핑형 파손에 의한 수명이 높았고 3중점 굽힘형 피로시험시 수명이 우수하였다. 비금속 개재물이 많을수록 반복적 하중하에서 피로균열이 형성되기 쉽기 때문이다. 한편, 템퍼링온도가 증가할수록 3중점 굽힘피로시험시 피로수명이 증가하였다. 이는 템퍼링온도가 증가할수록 기지상의 연화에 의하여 피로균열의 전파가 지연되기 때문인 것으로 사료된다. 실제 분말성형펀치의 시험결과, 템퍼링온도가 증가할수록 치핑형 파손에 의한 펀치수명도 증가하였다. 한편, Co의 량이 0 %, 3 %, 6 %으로 증가할수록 경도, 굽힘강도 및 압축시 항복강도의 값이 증가하였고 반복적인 압축하중을 가할 때 같은 압축사이클에서 변형량이 적었다.

### 4. 결론

비금속개재물의 양이 적을수록 반복적인 하중하에서 피로균열이 생성이 어렵기 때문에 성형펀치의 치핑형 파손수명이 증가하였다. 또한, 템퍼링온도가 증가할수록 기지상이 연화가 되므로 3중점 굽힘형 피로수명이 증가하였고 분말성형펀치의 치핑형 파손수명도 증가하였다. 한편, Co 함량이 증가할수록 소성변형에 대한 저항성이 증가하므로 향후 Co 함량이 다른 펀치를 제작하여 소성변형에 의한 수명조사가 필요하다.