

## 분말사출성형을 이용한 치과용 스케일러 팁의 진동특성 개선에 관한연구

황철진, 김종선, 고영배\*, (한국생산기술연구원 정밀금형팀), 정성택(세타텍)

### A Study for Vibrational Characteristics Improvement of Dental Scaler Tip using Powder Injection Molding

C. J. Hwang, J. S. Kim, Y. B. KO(Precision Molds Technology Team, Korea Institute of Industrial Technology),  
S. T. Chung(CetaTech, Inc.)

#### ABSTRACT

Powder injection molding(PIM) is widely used for many parts in the field of automotives, electronics and medical industries, due to the capability of net shaping for complex 3-D geometry. Powder injection mold design for the dental scaler tip, a component of medical appliance, was presented. In comparison with conventional machining process, powder injection molding has many advantages, specially in price and dimensional stability, for molding dental scaler tip which has complex geometry. Both product design and mold design for dental scaler tip were presented. The "rapid mold" concept was applied to manufacture the various forms of dental scaler tip.

**Key Words :** Dental Scaler Tip(치과용 스케일러 팁), Powder Injection Molding(분말사출성형), Injection Molding(사출성형), Mold Design(금형설계), Vibrational Characteristics(진동특성), Impedance(임피던스)

#### 1. 서론

치과에서는 치아의 치석 제거 및 치료용 도구로 초음파 방식의 스케일러를 사용하고 있다. 이 장비는 초음파를 이용하여 스케일러장비에 장착된 스케일러 팁(Scaler Tip)을 진동시켜 치아 표면으로부터 치석을 파쇄하여 탈거시키고, 세척수 또는 공기를 토출 분사하여 치료부위가 잘 드러나도록 하는 치아 수술용 도구로 넓게 사용되고 있다.

본 연구에서는 기존의 스케일러 팁의 형상 정밀도 및 복잡성으로 인하여 기계가공방식을 채택하고 있어 발생하는 다양한 문제점을 극복하고자 분말사출성형방식을 채택하고자 하며, 이를 위해 선행연구로 스테인레스(STS 316L, STS 17-4PH) 재료를 사용하여 금형제작 및 분말사출성형을 적용하여 시사출하였고, 제작된 스케일러 팁의 성능 평가를 위하여 진동특성을 파악하였다. 이를 바탕으로 최종적으로 현재 사용되고 있는 STS 440C 재료를 이용하여 동일한 진동특성을 가지는 스케일러 팁을 분말사출성형공정을 통해서 제작하였다.

#### 2. 스케일러 팁의 금형설계 및 사출실험

본 연구에서는 스케일러 팁의 기능을 바탕으로 제품의 기능 향상 및 분말사출용 금형 제작을 위한 스케일러 팁의 제품설계를 진행하였다. 기본적인 제품 요구사항은 장비와의 체결을 위하여 공급수의 입구측에 나사

가공을 위한 살 두께를 유지해야하며, 또한, 제품의 크기가 작은 의료용 장비이기 때문에 보관 및 장비 체결 시 회전 방지를 위한 단면 형상은 유지되어야 한다. 따라서 이러한 요구사항을 고려한 스케일러 팁 제품의 기능 및 디자인 개선을 제품설계에 반영하고 분말사출용 형용 금형을 통한 제품생산을 위한 금형설계도 같이 고려하였다. 이는 스케일러 팁의 형상과 기능을 바탕으로 제품의 기능 향상 및 분말사출용 금형 제작을 위한 스케일러 팁의 제품 설계를 하였다. 이렇게 완성된 제품을 기본으로 금형설계를 진행하였고, Fig. 1에 최종적으로 설계된 금형을 보여주고 있다. 본 금형의 가장 큰 특징은 앵글러 핀(Angular Pin)에 의해 구동되는 슬라이드 블록(Slide Block)에 캐비티 가공을 통한 제품성형 방식을 취하고, 다양한 제품형상을 가지는 슬라이드블록의 제작을 통하여 스케일러 팁 생산시 블록의 교체만으로 다품종의 제품생산에 빠른 대처가 가능한 장점이 있는 래속 금형(Rapid Mold)을 설계하였다. 다음으로 금형설계 상 문제 발생 소지가 가장 큰 코어핀의 힘 예측 및 성형품 내부로 수지 충전 시 유동현상을 예측하기 위해 사출성형공정 CAE해석하여 코어핀의 힘이 문제없음을 확인하였고, 공기간힘(Air Vent) 위치를 확인하여 이를 금형제작에 반영하여 제작하였다. 제작된 금형으로 금형의 수정 여부 판단을 위하여 성형성이 좋은 범용 플라스틱 재료인 LDPE(Low Density Poly-Ethylene)를 이용하여 수지 계량을 조정하

며 미충전 실험(Short Shot Test)을 진행하였다(Fig. 2). 또한, STS 316L 분말혼합체를 이용하여 성형실험을 진행하였고 Fig. 3에 미충전 실험을 통해 얻어진 결과를 보여주고 있으며, Fig. 4에는 CAE를 통해 얻어진 충전 패턴을 보여주고 있다.

### 3. 스케일러 팁 진동특성

Fig. 5에는 STS 17-4PH, STS 316L, STS 440C분말 혼합체로 분말사출성형 및 소결한 스케일러 팁을 보여주고 있다. 실제로 사용되는 스케일러 팁은 초음파 발생장치에 연결되어 진동이 발생되며, 이를 통해 스케일러 끝단의 움직임으로 기능을 하게 된다. 이러한 진동은 특정 주파수를 요구하며 이때 임피던스의 값은 최소가 되어야한다. 따라서 기능적 진동 특성을 확인하기 위해 LCR Meter를 통해 측정하였다. Fig. 6에 측정된 결과를 보여주고 있다.

기존의 기계가공으로 제작된 스케일러 팁의 진동 특성에 비해 316L 분말혼합체를 이용한 경우는 진동 특성 및 임피던스의 값이 많이 차이가 나는 것을 알 수 있다. 이는 강도 및 질량이 상대적으로 낮기 때문이며 이를 해결하기 위해 동일한 재질인 440C 분말혼합체를 사용하여 시성형후 진동특성을 측정한 결과 진동특성은 거의 일치하는 것을 알 수 있었다. 하지만 최소 임피던스의 값이 크게 차이가 나는 것을 알 수 있다. 이는 분말사출후 소결시 열처리 조건이 상이하여 440C의 원래 강도에 크게 못 미치는 것을 확인하였고, 이로 인하여 측정결과가 기존의 스케일러 팁에 비해 크게 높은 것으로 나타났다. 따라서 향후 소결조건의 변경을 통하여 440C 금속의 강도에 근접하게 한다면 최소 임피던스의 값을 얻을 수 있을 것을 판단된다.

### 4. 결론

(1) 기존의 기계가공 방식을 대신할 수 있고, 다 품종 대량생산이 가능한 금형구조를 갖는 분말사출 성형용 스케일러 팁의 패속금형 설계를 하였다.

(2) 스테인레스계열의 STS 316L, STS 17-4PH, STS440C 분말혼합체를 동일 금형에 적용하여 시성형 하였고, 이를 통해 얻어진 제품을 이용하여 기존 제품과 가장 근접한 기능을 갖는 분말혼합체를 선정하였다.

### 5. 후기

본 과제는 한국생산기술연구원이 주관하는 생산 기술연구사업/벤처혁신사업의 지원으로 진행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Baehni P et al., Effects of ultrasonic and sonic scalers on dental plaque microflora in vitro and in vivo, J Clin Periodonto, Vol. 19, pp.455-459 (1992).
2. 황철진, 박형필, 고영배, 허영무, 2005, 분말사출성형

에 의한 치과용 스케일러 팁의 제조방법과 금형 및 그 스케일러 팁, 특허출원/10-2005-0035138, 실용신안출원/20-2005-0011794, 의장등록/디자인 제0398602호.

3. 황철진, 박형필, 고영배, 정성택, 이병욱, 2005, Dental Scaler 분말사출용 금형설계, 한국소성가공학회 2005년도 춘계학술대회, pp.270~274.

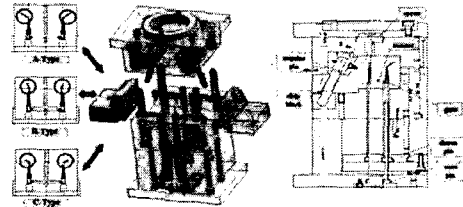


Fig. 1 Detail scaler tip mold of 2D/3D drawing.



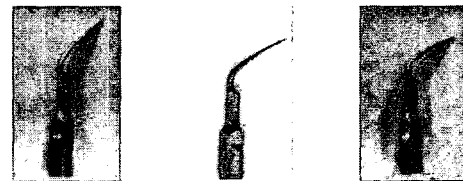
Fig. 2 Short shot experiment of dental scaler tip using LDPE(conventional polymer).



Fig. 3 Short shot experiment of dental scaler tip using PIM feedstock.



Fig. 4 Filling pattern of dental scaler tip using CAE analysis.



(a) STS 17-4PH (b) STS 316L (c) STS 440C  
Fig. 5 Photo of dental scaler tip after PIM process.

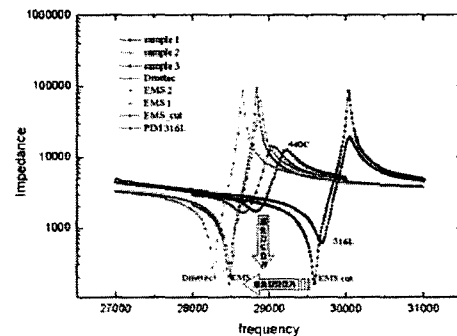


Fig. 6 Comparison of vibrational characteristics of dental scaler tip with various materials.