

## 분말사출성형을 이용한 치과용 스케일러 팁 금형 및 성형기술개발

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

### Development of Dental Scaler Tip Mold and it's Molding Technology using Powder Injection Molding

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

#### ABSTRACT

Due to the capability of net shaping for complex 3D geometry, powder injection molding (PIM) is widely used for automotive parts, electronics and medical industry. In this study, an ultrasonic dental scaler tip produced by machining process was redesigned for the PIM process. An injection mold was designed and manufactured to produce the dental scaler tip by the PIM process.

Key Words : Dental Scaler Tip(치과용스케일러팁), Powder Injection Molding(분말사출성형), Injection Molding(사출성형), Mold Design(금형설계), Powder/Binder Mixture(분말혼합체)

#### 1. 서론

치과용으로 사용되는 스케일러 팁 scaler tip)은 초음파를 이용하는 진동발생 장치에 연결하여 치아 표면과 접촉을 통해 치아에 발생된 치석을 제거함과 동시에 잇몸을 치료하는 목적으로 사용되는 도구로 치의학에서 널리 사용되고 있다. 하지만 사용되는 팁의 형상은 사용용도에 따라 다양한 형태를 지니고 있으며, 그 형상이 복잡하여 일반적으로 기계가공을 통하여 제작되고 있다. 따라서 기계가공의 특성 상 제작 공정수, 가공가격, 재료 손실률에 따르는 재료비 증가, 양산성의 문제점 등의 단점을 가지고 있다. 따라서 다품종 소형부품의 생산을 위한 방식으로는 어려움이 따른다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 극복하고자 기계가공을 대체 할 수 있는 분말사출성형공정을 스케일러 팁 생산에 적용하고자 한다.

#### 2. 스케일러 팁 제품 및 금형설계

스케일러 팁의 형상과 기능을 바탕으로 제품의 기능 향상 및 분말사출용 금형 제작을 위한 스케일러 팁의 제품 설계를 진행하였다.

기본적으로 스케일러 팁은 진동발생 장치에 장착하여 사용하는 것이므로 이를 용이하게 하기 위해서 제품의 하단부인 공급수 입구측에 나사산 가공이 필요하게 된다. 이를 위해서는 반드시 일정한 살두께를 확보해야 하고, 스케일러 팁의 크기가 매우 작기 때문에 보관 및 장비 체결시 회전방지를 위해 일정한 단면형상이 유지되어야 한다.

따라서 이러한 요구사항을 고려한 스케일러 팁 제품의 기능 및 디자인을 제품설계에 반영하고 분말사출용 금형을 통한 제품생산을 위한 금형설계도 동시에 고려하여 진행하였다. 제품의 기능과 금형제작의 용이성을 동시에 만족하는 제품 설계를 위하여 스케일러 팁의 유로를 결정하였고, 토출부의 형상을 변화 시켜 하나의 코어핀을 이용하여 제품을 성형하도록 하였으며, 공급수가 자연스럽게 유로를 따라 흐를 수 있도록 설계하였다. Fig. 1에 최종적으로 설계된 제품 형상을 보여주고 있다.

#### 3. 분말사출성형 금형제작 및 사출실험

금형제작에 앞서 사출성형해석을 통하여 설계상의 문제점을 파악하였고, 코어핀 구조의 휨을 예측하였다. 또한 그 결과를 적용하여 성형품의 공기갭(Air trap) 위치를 금형설계에 적용하였다. 또한, 런너(Runner)직경은  $\varnothing 7 \text{ mm}$ 로 하였으며, 형상은 가장수지 흐름성이 좋은 원형 형상으로 하였다. 게이트(Gate)는 핀 포인트 타입(Pin Point Type)의  $\varnothing 0.3 \text{ mm}$ 를 적용하였으며, 위치는 제품의 금형 구조적인 제약 및 코어핀 하단의 직경이 크기 때문에 코어 변형의 최소화를 위해서 제품 하단으로 설계하였다. 이와 같이 설계되어 가공이 완료된 금형 모습을 Fig. 2에 보여주고 있으며 가공이 완료된 금형의 수정 여부 판단을 위하여 성형성이 좋은 범용 플라스틱 재료인 LDPE (Low Density Poly-Ethylene)를 이용하여 수지 계량을 조정하며 미충전 실험(Short Shot Test)을 진행하였다. LDPE 재료의 시험사출에서는 완제

품을 얻을 수 있음을 확인 할 수 있었으며, 금형설계 및 제작이 훌륭히 수행되었음을 확인하였다. 따라서 본 연구의 최종 목표인 분말사출성형 실험을 위와 동일한 방법으로 STS 316L의 분말혼합체(Powder/Binder Mixture)를 사용하여 미충전 실험을 진행하였다. Fig. 3은 STS 316L의 분말혼합체의 미충전 실험을 통해 얻어진 제품을 보여주고 있다. 하지만 분말사출 성형품의 경우 Fig. 4에서 보듯이 플라스틱 성형품에서 나타나지 않았던 에어벤트 부위의 플래쉬(Flash) 발생과 게이트 주위의 이색(discoloration)이 발생함을 알 수 있었다.

Fig. 5는 LDPE로 사출한 성형품과 STS 316L의 분말혼합체(Powder/Binder Mixture)로 성형한 소결 전의 성형품 및 소결이 완료된 소결품을 보여 주고 있다. 사출품 크기가 차이를 보이는 것은 분말사출성형의 탈지 및 소결 공정 중에 바인더 재료로 사용된 고분자 재료를 제거했기 때문인데, 이러한 부피수축에 따른 분말혼합체의 수축률을 금형설계에 적용함으로써 요구치수에 맞는 제품을 얻을 수 있었으며, 설계의도에 부합되는 성형품을 얻을 수 있었다.

#### 4. 결론

치과에서 사용되는 스케일러 팁을 전통적인 기계가공이 아닌 분말사출성형공정을 이용하여 생산할 수 있는 금형 설계, 제작 및 성형실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 스케일러 팁 제품의 기능 및 디자인을 개선하였으며, 기계가공이 아닌 분말사출성형을 이용한 제품생산을 통하여 공정시간 및 가격을 현저히 줄일 수 있음을 확인하였다.

(2) 시험사출 결과물에 나타난 게이트와 에어벤트 부위의 불량현상의 해결방안이 요구된다.

(3) 향후 스케일러 팁이 요구되는 진동특성을 고려한 형상 변경이 요구된다.

#### 5. 후기

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

#### 참고문헌

1. R.M.German, 2003, Powder Injection Molding - Design and Applications, Innovative Material Solutions.
2. 황철진, 박형필, 고영배, 허영무, 2005, 분말사출성형에 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.

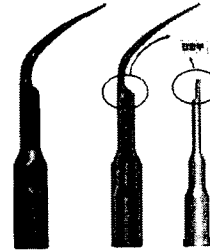


Fig. 1 Final design of dental scaler tip.



Fig. 2 Photos of dental scaler tip PIM mold.

Table. 1 Powder and composition of powder/binder mixture: STS316L feedstock.

	Powder	Binder System			
	STS316L	EVA	PW	CW	SA
Fraction(vol%)	50	20	69	10	1
Vendor	Pacific	DuPont	Kodak	Brazil	Aldrich
Grade	PF-15F	460		yellow	>95%
Tm(°C)		85	56	82	75
Density(g/cm <sup>3</sup> )	7.850	0.940	0.90	0.97	0.845
Mw(average)			300 - 600	1700	284.48 (F.W)

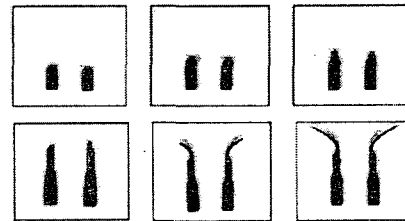


Fig. 3 Short shot experiment of dental scaler tip using PIM feedstock.



Fig. 4 Detail view of (a) green part and (b) sintered part.

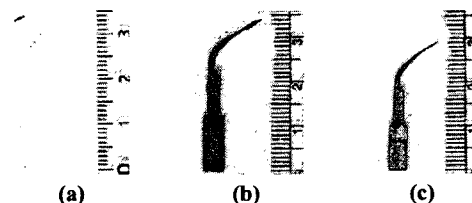


Fig. 5 Photo of injection molded dental scaler tip with (a) LDPE, (b) PIM feedstock and (c) that of after sintering.