

## Dental Scaler 제품설계 및 분말사출 금형설계

## Design of Dental Scaler and its Powder Injection Mold Design

황철진<sup>\*1</sup>, 박형필<sup>1,2</sup>, 고영배<sup>1</sup>, 정성택<sup>3</sup>, 이병옥<sup>2</sup><sup>1</sup>한국생산기술연구원 정밀금형팀, <sup>2</sup>아주대학교 기계공학과, <sup>3</sup>(주)세타텍

## 1. 서론

본 연구에서는 기계가공을 대체 할 수 있는 분말 사출성형공정을 치과용 스케일러 팁(Dental scaler tip)의 제품 생산에 적용하고자 한다. 분말사출성형은 플라스틱 사출성형과 분말야금기술의 장점을 이용한 제조방법으로써 소형 부품의 대량생산에 적합한 성형법으로 알려져 있다. 따라서 스케일러 팁의 제품 및 금형설계를 통하여 기존 기계가공에서 극복 할 수 없었던 문제점을 개선하기 위한 분말사출성형용 금형설계가 본 연구의 목적이다.

## 2. Dental Scaler 제품 설계

스케일러 팁의 제품 기능 향상을 위한 스케일러 팁의 제품 설계를 진행하였다. 제품특징을 살펴보면 스케일러 팁의 공급수 입구부에 장비 체결을 위한 나사가공이 필요하기 때문에 살두계를 유지해야 하고, 또한 제품의 보관 및 장비 체결 시 회전 방식을 목적으로 단면 형상이 유지 되어야 한다. 이러한 요구사항을 고려하여 스케일러 팁 제품의 기능 및 디자인 개선을 위한 제품설계를 진행 하였다. 제품 설계 과정을 살펴 보면 다음과 같다. 여러 가지 제품설계案中에서 크게 3가지 모델을 Fig. 1에서 보여 주고 있다. Fig. 1 (a)에서는 공급수가 스케일러 팁 내부의 유로를 통하여 토출 될 때 토출부의 각도변경을 통하여 스케일러 팁의 곡선부위를 따라 흐름이 유도되도록 하는 것에 설계 주안점을 두었으며, Fig. 1 (b)는 제품의 곡선 부위에 유로를 형성하여 좀 더 공급수가 잘 흐르도록 설계 하였다. Fig. 1 (c)는 최종 제품설계 모델로써 요구사항을 만족시키면서 제품의 기능 및 디자인 개선에 주요 효과를 얻을 수 있었다. Fig. 1 (a)와 (b)는 제품설계 관점이 아닌 금형설계 관점에서 보았을 때 금형 구조적으로 복잡해지기 때문에 금형 구조적으로 간단한 형상을 가지고 기능 및 디자인 면에서 가장 우수한 Fig. 1(c)를 금형설계에 반영하도록 하였다.

## 3. Dental Scaler의 분말사출 금형설계

Fig. 1 (a)와 (b)는 제품의 금형 구조가 복잡한 이유를 살펴보면 (a)의 경우는 공급수의 유로가 토출 부위에서 변화가 되므로 이를 금형설계에 적용했을 때 구조상으로 2개의 슬라이드 코어핀을 사용해야 하고 Fig. 1 (b)의 경우는 제품 곡선부위에 유로를 형성하기 때문에 금형설계를 위해서는 회전 코어 방식을 사용해야 했기 때문이다. 따라서 Fig. 1 (c)의 제품을 토대로 금형 구조를 최대한 간단한 형상으로 유지하며 직경이 작은 코어핀의 변형이 발생되지 않는 금형구조로 설계를 하였다. 설계 및 가공 과정을 살펴보면 2단 금형구조를 채택하였으며 공급수 유로의 직경이 작기 때문에 유로를 만들어주는 코어핀 자체도 매우 작아 일반적인 캐비티(cavity)/코어 플레이트(core plate)를 가공하는 방식을 대신하여 앵글러 핀(angular pin)에 의해 구동되는 슬라이드에 캐비티 가공을 하여 제품을 성형하는 방식을 선택하였다. Fig. 2는 설계된 금형의 가공이 완료된 모습을 보여주고 있다.

## 4. 분말사출성형실험

Fig. 2과 같이 금형가공이 완료된 후에 스케일러팁의 시험 사출을 진행하였다. 사용된 사출기는 독일 Dr. Boy사의 형체력 55ton의 내마모스크류가 장착된 Boy 55M을 사용하였다. 실험조건은 sus316L금속분말혼합체(powder/binder mixture)를 Table 1의 성형조건에서 계량을 조정하며 미충전 실험(Short Shot Test)을 진행하였다. Fig. 3은 미충전 실험을 통해 얻어진 제품

을 보여주고 있으며, Fig. 4는 미충전 실험 후에 성형된 분말사출제품과 바인더의 탈지 및 소결공정이 완료된 후의 제품을 보여 주고 있다. 그러나 Fig. 5에서 보듯이 게이트 주위에 금속 분말 입자의 분포 밀도가 높아 소결 시 제품의 균일 수축을 방해하여 외관불량 발생을 초래 하였으며, 또한 에어벤트(Air Vent) 가공부위에 플래쉬가 발생하였다. 이는 분말 입자의 평균 크기가 0.01mm인데 반해 에어벤트의 가공 깊이는 0.02mm이기 때문에 발생한 것으로 판단되었다.

### 5. 결 론

치과용 스케일러 팁의 제품기능 및 디자인을 기존의 제품보다 향상시키는 제품설계를 하였으며, 기계가공이 아닌 분말사출성형용금형을 설계하였다. 시험사출 결과물에 나타난 게이트와 에어벤트 부근의 불량현상 개선이 요구된다.

### 참 고 문 헌

- [1] R. M. German, A. Bose, 1997, Injection Molding of Metals and Ceramics, MPIF, pp.99 ~ 132.
- [2] R. M. German, 2003, Powder Injection Molding - Design and Applications, Innovative Material Solutions.
- [3] 조용식, 1997, 사출성형 금형설계기술, 기전연구소.

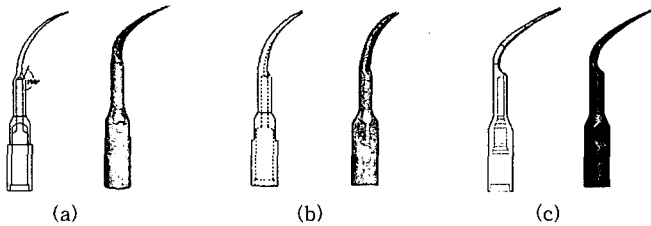


Fig. 1 Product design for dental scaler tip.

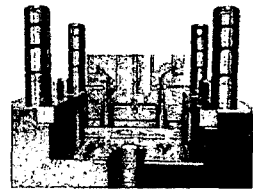


Fig. 2 Photo of dental scaler tip PIM mold.



Fig. 3 Short shot experiment of dental scaler tip.

Table. 1 Injection molding conditions for scaler tip.

Factor	Unit	Molding condition
Melt temp.	(°C)	155
Mold temp.	(°C)	40
Injection speed	(mm/s)	30
Hold pressure	(bar)	30



(a)Green part



(b)Sintered part

Fig. 4 Photo of dental scaler tip after PIM process.

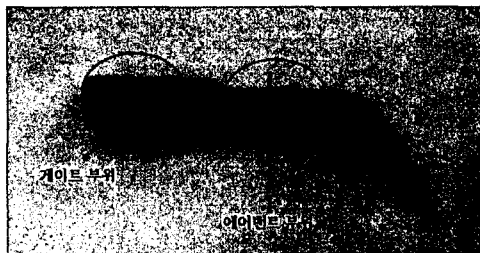


Fig. 5 Detail view of injection molded part