

# 자동차 연료튜브 홀더용 이중사출 금형 · 성형기술

김건희<sup>†</sup> · 윤길상 · 허영무 · 정우철 · 신광호

한국생산기술연구원 정밀금형팀  
(2007. 6. 21. 접수 / 2007. 10. 31. 채택)

## Development of double injection mold for fuel-tube holder

Gun-Hee Kim<sup>†</sup> · Gil-Sang Yoon · Young-Moo Heo · Woo-Chul Jung · Kwang-Ho Shin

Precision molds & dies technology team, KITECH  
(Received June 21, 2007 / Accepted October 31, 2007)

**Abstract :** Double injection molding process is very efficient molding-method for molding the products which is consist of multi-materials. Fuel-tube holder which is necessary for automobil power train and circulation systems is composed of plastic and rubber materials to minimize the vibration and pulsation noises. In existing process, fuel-tube holder was made by the insert molding process or assembly process after molding. If fuel-tube holder is manufactured by double injection molding process, it may be realize to improve the product quality, efficiency of molding-process and retrenchment of manufacturing cost. In this study, for manufacturing fuel-tube holder by double injection molding process, the analysis of joining characteristics between PA6(polyamide 6) and TPE(thermoplastic elastomer) was executed and the double injectin mold for molding fuel-tube holder with core toggle mechanism was fabricated. Finally, fuel-tube holder was molding using fabricated double injection mold.

**Key Words :** double injection, fuel-tube holder, mold

### 1. 서 론

최근 소비자의 제품에 대한 심미적, 심리적 요구가 증대하면서 자동차의 경우 미세 진동, 소음에도 매우 민감한 반응을 보이며, 자동차 구매 결정에 큰 영향을 미치고 있다. 따라서, 자동차 생산시 연료 관련 튜브 및 소형 부품 등의 고정부에서 발생하는 진동, 소음, 부품간의 간섭 등을 방지하기 위한 노력이 자동차 메이커들을 중심으로 진행되고 있다.

자동차 연료 튜브 홀더의 경우 Fig. 1과 같이 자동차 하부 또는 엔진룸 내부에 설치되어 연료 튜브를 고정하는 역할을 하는 자동차 플라스틱 부품 중의 하나이다. 연료 튜브 홀더는 자동차의 진동 소음

(vibration noise), 맥동 소음(pulsation noise)와 직접적인 연관이 있는 자동차 부품으로서 자동차의 소음과 진동에 대한 관심이 증폭되는 추세로 기존의 플라스틱 제품에 고무 계열 재질을 적용하여 진동이나 소음의 감쇄효과를 확보할 수 있는 제품의 필요성이 증대되고 있다. 이러한 제품의 기능 확보 및 생산성 향상을 위해서는 기존 적용 재료인 플라스틱 수지와 고무 재질 재료를 이용한 이중 사출 성형을 수행할 수 있는 금형 및 성형기술이 요구된다.<sup>1)</sup>

이중 사출 금형의 경우 사출기의 형태에 의해 금형의 구조가 결정되는 것으로서 적용하고자 하는 사출 성형기에 맞게 구조 선택 및 설계가 진행되어야 한다. 다양한 형식의 이중 사출 금형이 있으나 가장 대표적인 방식은 1차 성형 후 2차 성형될 수지가 성형될 공간을 인서트 코어가 자리하고 있다가 2

<sup>†</sup> venkey@kitech.re.kr

차 성형시 토글(toggle)되는 방식이라고 할 수 있다. 이 외에 이중 재료가 순차적으로 성형되어 접착 또는 용착되므로 이중 재료 간의 물성을 고려한 사출 성형 수지 선정, 성형 관련 기술 개발이 필수적으로 수반되어야 한다.<sup>2)</sup>

본 연구에서는 자동차 연료 튜브 홀더의 대량생산을 위한 방안으로서 기존의 인서트 사출 및 고무 재질을 별도로 조립하는 공정을 개선하기 위한 연료 튜브 홀더 제작용 이중 사출 금형 개발을 위하여 금형 구조를 검토, 설계하였으며, 이중 수지간의 접합성 분석을 통하여 최종적으로 PA6, TPE의 이중 사출 성형을 수행하였다.



Fig. 1. Assembly of fuel-tube holder

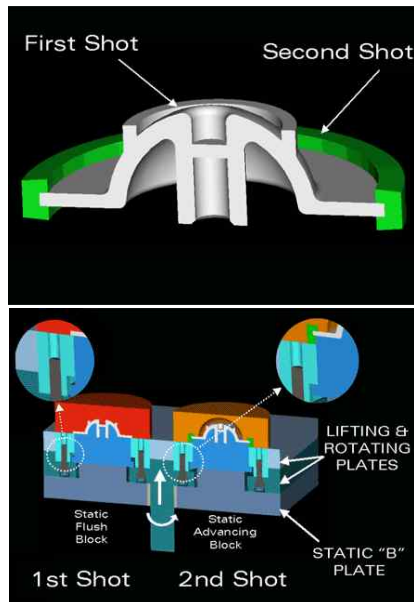


Fig. 2. Basic process of double injection molding

## 2. 기존 제작 공정 분석

최초 적용되었던 플라스틱 재질의 자동차용 연료 튜브 홀더는 일반적인 단순 사출성형을 통하여 제작되었으나, 이러한 제품의 경우 앞서 언급된 자동

차 주행중 진동으로 인한 부딪힘 또는 맥동 소음이 발생하는 단점이 있었다. 이에 따라 연료 튜브 고정부에 고무재질을 적용하기 시작하였으나 이는 인서트 사출이나 이중 사출 성형공정이 아닌 고무 재질을 별도로 조립하는 과정을 거쳐 제작되었다. 이러한 제작 방법의 경우 진동, 소음의 문제점은 해결할 수 있으나, 생산 공정상 별도의 조립 공정에 소요되는 인건비의 상승, 조립 과정 중 고무 재질 부분의 파손, 조립 정확도 저하 등으로 인한 불량품 발생 문제로 인하여 제품의 원가 경쟁력 및 품질 저하 등이 발생되었다.

이중 사출 성형의 경우 재료간의 접합성 검토, 제품 형상에 따른 금형 구조에 대한 고려가 이루어진다면 생산적, 경제적 측면에서 많은 장점을 확보할 수 있으며, 특히 관련 부품의 고기능성 확보 및 공정 단순화, 단가 경쟁력 등을 실현할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 1. History of fuel-tube holder manufacturing

No.	제품 외형	특징
1세대 제품		단순 사출 성형 진동으로 인한 부딪힘 및 맥동 소음 발생
2세대 제품		사출 후 고무재질 부분 조립 조립비 등 제품 원가 상승 작업자 숙련도에 따라 불량품 발생률 증가 연료 튜브 조립 전 홀더 이동시 고무재질 부분의 이탈 발생 우려
3세대 제품		이중 사출 성형 사출 성력화에 따른 오조립 및 이동시 제품 분리 이탈 방지 일체형으로 진동 및 맥동 소음 최대 흡음 고무 재질 사용량 감소로 수입 원자재 비용 감소

## 3. 연료 튜브 홀더용 이중 사출 성형 공정

### 3.1. 이중 수지 접합성 분석

두 재료의 접합성은 이중 수지(resin)를 성형할 때 매우 중요한 요소 중의 하나로서 이중 사출 및 복합 성형시 중요하게 고려되어야 한다. 이중 및 다중 사출 성형이 상대적으로 난해한 기술로 인식되고 있는 것은 여러 종류의 수지들 간의 경계면 접착여부

를 정확하게 예측할 수 없기 때문이라고도 할 수 있다. 이중 수지를 이용한 사출 성형시 이중 수지간의 융착이 이루어지지 않고 기계적으로 접합하고 있는 경우가 발생할 수 있는 가능성이 있어 수지간의 접촉 경계면이 충분히 융착될 수 있도록 성형조건 및 수지의 특성을 고려하는 것이 바람직하다. 만약 두 수지가 서로 평평한 면을 통하여 접촉되는 경우 원활한 접합을 위하여 확보되어야 할 수지 온도는 아래 식(1)과 같다.

$$T_{AB} = \frac{b_A T_A + b_B T_B}{b_A + b_B} \quad (1)$$

여기에서  $T_{AB}$ 는 접합에 필요한 온도이며,  $T_A$ 는 수지 A의 온도,  $T_B$ 는 수지 B의 온도,  $b_A$ 는 A 재료에 다른 재료가 접합할 수 있는 A 재료의 온도,  $b_B$ 는 B 재료에 다른 재료가 접합할 수 있는 B 재료의 온도이다.

이중 수지의 접합 특성은 수지 분자간의 접합력과 표면장력에 의존적이다. 두 수지의 접합력(I)은 다음과 같은 3개의 인자로 구성되어 있다. (식(2)참고)

$$I = SCM \quad (2)$$

S는 접합 강도(strength of the individual intermolecular attractions), C는 단위 면적당 수지의 결합력을 발생시키는 사슬(chain)의 집중도, M은 접합 길이이다. 결합에서 발생하는 일(total work)은 식(3)과 같이 표면장력(surface tension)을 이용한 수식에 의해 구할 수 있다.

$$W_{adhesion} = 2\phi (\gamma_1^d \gamma_2^d)^{2/3} + \gamma_1^h \gamma_2^h)^{2/3} \quad (3)$$

### 3.2. 이중 사출 금형 설계

자동차 연료 튜브 홀더의 이중 사출 성형을 위하여 연료 튜브 홀더와 고무 재질 적용 부분의 형상을 고려하여 내측 코어의 작동 메커니즘에 코어 토글(core toggle) 방식을 적용, 이중 사출 금형을 설계하였다.

코어 토글 방식의 이중 사출 성형 공정은 공정간에 금형이 이동할 필요가 없기 때문에 가장 단순

한 구조를 가진 방식이라고 할 수 있다. 금형의 이동 대신에 금형에 간단한 슬라이드 메커니즘을 적용함으로써 공정을 구현할 수 있다. 금형 안에 슬라이드를 삽입함으로써 가공 비용이 증가하지만 앞서 언급한 두 방식보다는 전체적인 비용 측면에서 더 저렴하다고 할 수 있다. 금형이나 공정이 단순한 만큼 복잡한 다중 재료 제품 생산에는 적합하지 않다.

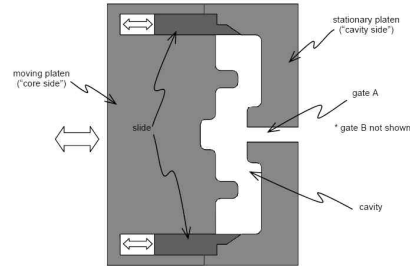


Fig. 3. Schematized core toggle mold

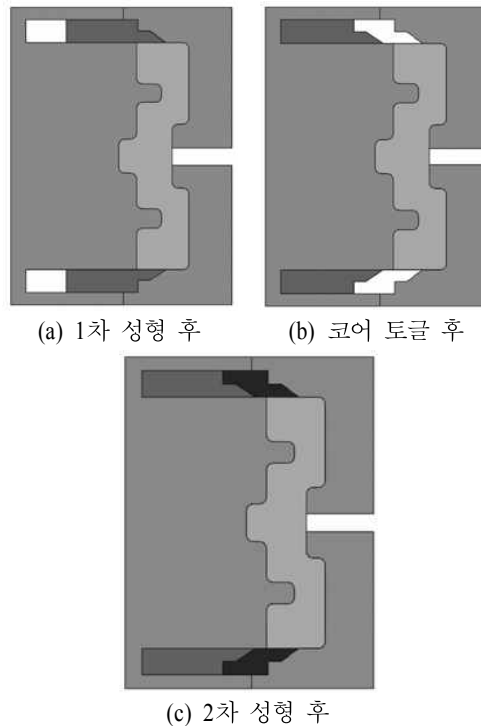


Fig. 4. Schematized core toggle molding process

### 3.3. 금형 제작 및 성형

본 연구에서는 자동차 연료 튜브 홀더 성형을 위한 이중 사출 금형을 제작하였다. 4cavity로 제작하였으며, 금형의 상원판 크기는 350×350×60mm, 하원

판의 크기는 350×350×90mm이며, 코어의 재질은 STAVAX를 적용하였고 금형 설계 단계에서 결정된 코어 토글 방식을 구현하였다. Fig. 5는 제작된 이중 사출 금형을 나타낸 것이다.

사출 성형에 적용된 이중 재료 중 1차 사출부에 적용된 재료는 PA6(polyamide 6)로서 경제적, 기능적인 측면에서 매우 우수한 엔지니어링 플라스틱으로 널리 알려져 있으며, 최근 자동차 부품들 중 기존 알루미늄 등의 비철금속 부품들이 글라스 섬유 강화 폴리아미드 수지로 대체되는 사례가 증가하고 있다. 특히 냉각수계 부품의 경우 글라스 섬유 강화 폴리아미드 수지를 적용한 부품으로 대체할 경우 계통 자체의 내열성 향상과 첨가제에 의한 내열 수화성 등이 크게 개선되는 효과를 확보할 수 있다. 2차 사출부의 경우 연료 튜브와 직접 접촉하여 튜브를 고정시키고 진동 및 소음을 저감시키는 역할을 하는 부분이므로 고정시 튜브의 미끄러짐이 없어야 하며, 자동차 주행시 튜브를 고정함에 있어서 연료 튜브에 충격이나 손상을 가하지 않아야 한다. 따라서, PA6와의 접합성을 고려하여 고무 재질의 TPE(Thermoplastic Elastomer)를 적용하였다.

성형은 이중 사출 성형을 위하여 구조 변경된 성형기(우진세렉스 NS130)에서 수행하였으며, 이를 Fig. 6에 나타내었다. Fig. 7는 이중 사출 성형을 통하여 제작된 자동차 연료 튜브 홀더를 나타낸 것이다.

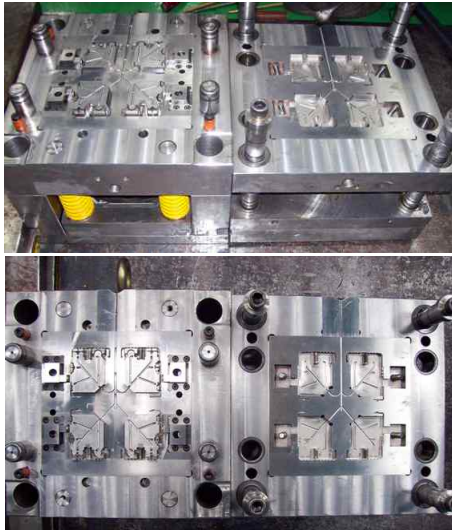


Fig. 5. Double injection mold for fuel-tube holder



Fig. 6. Injection molding machine for double injection



Fig. 7. Fuel-tube holder by double injection molding

#### 4. 결론 및 토의

본 연구에서는 자동차용 연료 튜브 홀더의 진동, 소음 저감 기능을 확보하기 위한 방안으로 튜브 홀더부에 고무 재질을 적용하여 생산하는 공정을 이중 사출 성형 금형·성형 기술을 통하여 개선하였다. 이를 위하여 4cavity 이중 사출 성형 금형을 제작하였으며, 다양한 이중 사출 성형 금형 구조 중 자동차 연료 튜브 홀더 성형에 적합한 코어 토글 방식을 적용하여 이중 사출 금형을 설계, 제작하였으며, 이중 수지간의 접합성 등을 검토하여 시성형을 수행하였다.

최근 자동차 부품 제작 시 차량 경량화를 위하여 플라스틱 재료를 적용하는 추세가 증가하고 있음에 따라 기능성 확보를 위하여 이중 재료간의 결합이 필요한 사례도 증가하고 있는 실정이다. 따라서, 본 연구에서 진행한 PA6와 TPE 재료의 이중 사출 성형 기술 개발은 이러한 자동차 부품 제작에 큰 영향을 미칠 것으로 판단되며, 향후 유사 및 타 자동차 부품의 기능성 확보에 적극적인 활용 및 응용이 가능할 것으로 사료된다.

#### 후 기

본 연구는 자동차부품산업클러스터구축사업 부

품기술지원과제의 일환으로 수행된 ‘연료 튜브 홀더용 이중 사출 금형 제작지원(06.11.15~07.04.15)’의 지원에 의하여 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- 1) ‘이중 사출성형에 의한 고무-플라스틱 적층형 부품 생산기술 개발 보고서,’ 한국생산기술연구원, 2003.
- 2) W.F. Zoetelief, G.W.M. Peters and H.E.H. Meijer, 'Numerical Simulation of the multi-Component Injection Moulding Process,' International Polymer Processing, Vol. 12, No.3, pp.216~227, 1997.