

# 진공흡착공정을 이용한 자동차 내장부품의 표피재 접착기술에 관한 연구

김기선<sup>1\*</sup>, 김성화<sup>2</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 기계자동차공학부, <sup>2</sup>엠티코리아주식회사

## The Study on Skin Adhesive Technology for Automotive Interior Using the Vacuum Suction Process

Key-Sun Kim<sup>1\*</sup> and Sung-Wha Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Div. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University, <sup>2</sup>MT Korea Co, Ltd.

**요 약** 본 연구는 자동차 내장 부품에서 표피재에 열을 가하여 금형내에서 엠보싱을 생성하는 새로운 압착방법을 제안한다. 엠보싱 무늬가 없는 표피재를 상부 금형에서 진공으로 흡입시켜 흡입력에 의하여 무늬를 성형한 후 금형을 닫아 사출물에 압착시키는 가열 압착 공법으로 엠보싱 무늬의 손상을 방지할 수 있다. 이 검증실험을 위하여 금형과 시험장치를 개발하여 시작품을 제작한 후 실험을 통하여 성능을 분석 평가하였다.

**Abstract** This study proposed the new pressing method under heat for the plastic automotive interior part in order to make embossing on the skin of the raw material of the part. The raw material is laid on the lower mold and it is pressed by the upper one with embossing shape. The air is suctioned from the inside of both molds for producing tension and making embossing shapes on the skin of the part without its breakage. The corresponding molds and test machines are made and the proposed manufacturing process is validated.

**Key Words** : Embossing, Vacuum, Skin, Automotive, Injection mold

### 1. 서 론

일반적으로 자동차 내장부품은 플라스틱 사출 성형한 제품을 내장재의 미감이나 질감 및 소음진동 흡수 위하여 엠보싱 무늬가 형성된 Skin(이하: 표피재)을 표면에 추가로 부착되어 제조된다[1]. 부착하는 방법은 일체형 장비에서 저압 사출 후 플라스틱이 완전 응고 전에 표피재를 넣고 압입하는 저압사출법 [2]과 표피재를 기 사출된 플라스틱 제품위에 놓고 하중을 가하는 압착법[3,4]이 있으나 대부분의 중소기업에서는 저압사출법의 가격부담으로 인하여 대부분 압착법을 사용되고 있다. 이 두 방법 모두 원소재가 엠보싱 무늬가 형성된 표피재를 넣고 작업하기 때문에 고온 압착시 기존 무늬가 찌그러지고 코너 부위가 경화되어 기존의 질감을 얻지 못하며, 치수 공차가 변형되어 불량률이 증가[5]하므로 이를 시급히 개선

할 새로운 제조 기술의 필요성이 대두된다. 최근 이를 개선한 금형 및 제조기술 등이 연구되고 있으며 국내는 자동차 내장재 제조업체를 중심으로 저압사출에 의한 단일공법 등이 연구[6,7]되고 있으며 국외에서는 진공 흡입 소재를 개발하여 상용화 되었다. 그러나 그에 대한 금형의 제조 공법이 전주에 의한 특수가공으로 가공기간이 많이 소요 될 뿐만 아니라 접착만을 위한 저압을 사용하기 때문에 강도가 별로 중요하지 않음에도 불구하고 전주 제조 공정 특성상 금형 소재를 고가의 Ni강으로 사용해야만 하기 때문에 금형비가 대당 수억이나 되는 고가의 금형을 구입해야하는 어려움이 있어 새로운 기술 및 제조 공정의 개발이 요구된다.

본 연구는 중소기업에서 많이 사용하는 압착법의 새로운 공정법에 관한 연구이다. 그 방법은 사출된 플라스틱 내장부품을 하부금형에 안착한 후 엠보싱 무늬가 없는

“본 연구는 지식경제부 지정 공주대학교 자동차의장 및 편외부품 지역혁신센터의 지원에 의한 것입니다.”

\*교신저자 : 김기선(foodesign@naver.com)

접수일 10년 12월 30일

수정일 11년 03월 09일

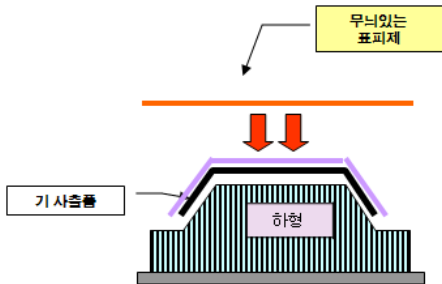
게재확정일 11년 03월 10일

표피재를 상부 금형에서 진공으로 흡입시켜 흡입력에 의하여 무늬를 성형한 후 금형을 닫아 사출물에 압착시키는 가열압착 방법을 제안한다. 이를 위하여 엠보싱무늬의 손상을 방지하는 공정을 개발한 후 제품에 적용하는 실험을 향하였다. 구체적으로 내장재 부품 중 1/4로 축소된 도어트림 바디의 사출금형을 개발하여 플라스틱 제품을 제조한 후 제안한 공법에 맞는 진공 흡착 금형과 일체형 시험장치의 설계 및 제작하여 완제품 생산을 한 후 실험을 통하여 성능을 평가 분석 하였다.

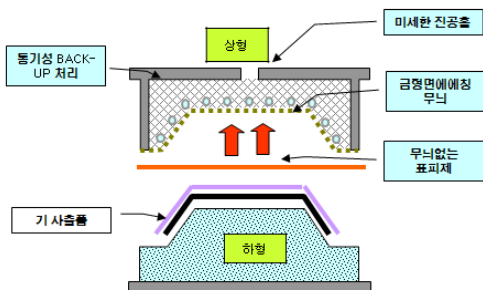
## 2. 제안 공정

기존의 진공 성형법은 그림 1과 같이 하부 금형에 기사출된 플라스틱 제품을 장착하고 접착제를 분사한다. 다음으로 이미 엠보싱 무늬가 있는 표피재 소재를 가열한 후 금형을 닫아 압착하여 접착하는 제조 방법이다. 그러나 제조시 엠보싱 무늬의 소멸 및 코너부위 경화, 접착력 불량, 외부 공차의 변화로 불량률이 심하게 발생되어 기존 플라스틱 소재까지 불용 처분되는 실정이다.

그림 2에서와 같이 표피재 수지를 금형 상부에서 진공 흡수하여 엠보싱을 형성 시키는 공법으로 개발하였다. 상형은 미세한 구멍을 다수 만들어 흡입이 가능하도록 설계 제작한다.

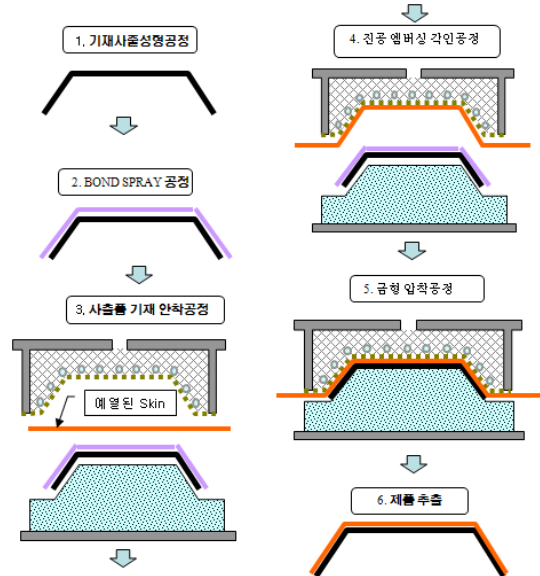


[그림 1] 기존 skin 접착공법



[그림 2] 제안 공정

본 공정은 그림 3와같이 6단계로 순차 진행되며 각 공정별 내용은 다음과 같다.

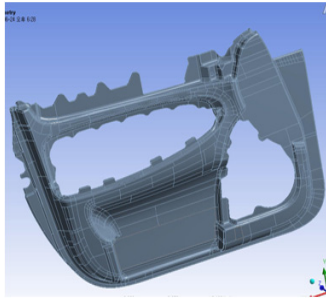


[그림 3] 공정별 작업 내용

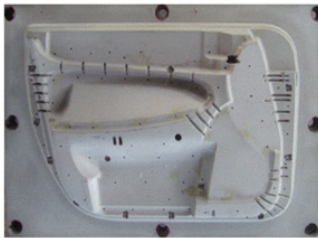
우선, 1공정에서 사출성형기에 의하여 플라스틱 제품이 제작된 후 2공정에서 제품 표면에 접착제를 분사시킨다. 다음으로 3공정에서 열려있는 하형 금형에 제품을 장착하며 경우에 따라 2공정과 3공정은 바꿀 수 있다. 4공정에서는 표피재를 가열한 후 상부 금형의 미세 다공 구멍을 통하여 진공 흡입하면 표피재가 흡입력으로 금형 표면에 밀착되어 각인된 엠보싱 모양대로 성형이 된다. 그 후 5공정에서 상부 금형이 엠보싱된 소재와 함께 하강하여 금형이 닫힘 후 사출제품바디에 접착되며 6공정에서 금형이 개방되고 제품을 추출한 후 가장 자리를 마무리하면 제품이 완성된다. 본 연구에서는 상기 내용대로 실험을 수행하였으며 이를 위한 진공흡입 상형금형 개발 및 공정을 순차적으로 수행할 수 있는 장비를 개발하였다.

## 3. 금형 및 사출부품

본 공정에 대한 검증을 위하여 사용될 제품은 내장재 부품 중 도어트림 바디를 대상으로 실험하였으며 실차 제품이 수 톤에 이르는 금형으로 인하여 국내 H사 승용차 모델을 1/4로 축소된 형태로 그림 4와 같이 모델링하였으며 사출 유동과 금형 해석 및 구조 해석을 하여 설계 변수를 확보한 후 금형 설계 하였고 이를 토대로 제작한 금형을 그림 5에 도시하였다.



[그림 4] 축소형(1/4)도어트림 모델링



(a) 상형



(b) 하형

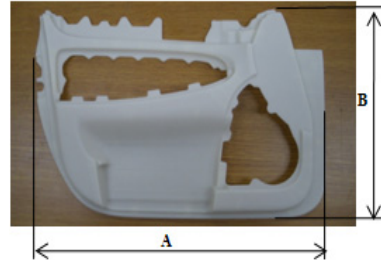
[그림 5] 축소형 도어트림 사출금형

사용된 소재는 ABS와 PP가 혼합된 Dexpro HT-144을 사용하였으며 그 물성치로 용융온도 200℃, 체적열팽창 계수 9.05e-005, 탄성률 1.34e+010 및 포와송비 3.92e-001 등이다. 사용된 성형사출기는 550톤의 모델 SPE-550로 실험하였으며 사출 조건은 표 1과 같다.

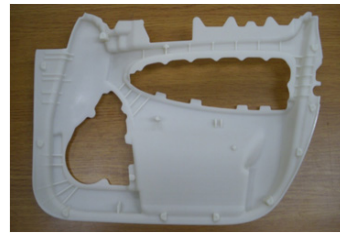
[표 1] 사출 조건

사출 조건	제어 값
충전 시간	1.3 sec
입구 사출 온도	200 ℃
금형 벽면온도	40 ℃
최대 사출 압력	165 MPa
보압 유지시간	3 sec
금형 개방 시간	5 sec
냉각 시간	12 sec

사출된 제품이 그림 6에 도시되었으며 길이를 측정된 결과 표 2와 같이 목표 기준 대비 0.3mm 정도의 길이 차이를 보여 완성차 기준에 부합한 값을 확인하였다.



(a) 전면



(b) 후면

[그림 6] 사출 제품

[표 2] 제품 측정 값 단위:mm

부위	기준값	측정값	편차
A	360.8	360.5	0.3
B	227.7	228.0	0.3

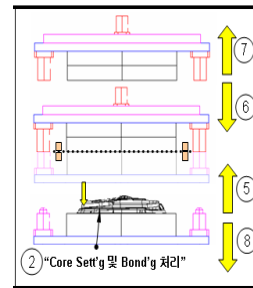
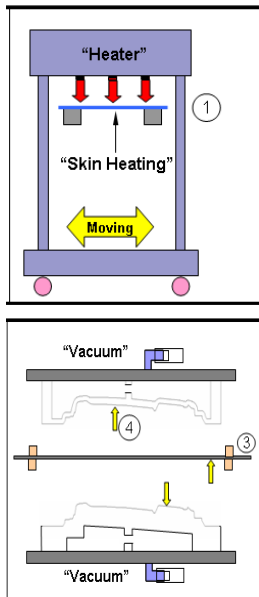
#### 4. 시험장치 및 시험

본시험을 위하여 제안 공정을 순차적으로 진행할 수 있는 일체형 시험 장비를 그림 7과 같이 설계 제작하였다. 우선 시험장치의 몸체위에 플라스틱 사출제품의 형체를 장착할 수 있는 하부 금형과 상부에 표피재를 흡입하여 엠보싱 무늬를 성형 시키는 진공흡착 상형 금형이 설치되며 공정별 순서에 맞추어 동작하도록 제어하는 제어판 및 공압 부품으로 구성하였다. 상부 금형은 진공압착 공정 또는 저압사출 공정 모두가 가능한 구조이며, 따라서 활용성이 뛰어나고 엠보싱 무늬의 손상 시에 보수가 용이하도록 철강 제품으로 미세홀 가공하였다. 흡입 홀은 유동 해석을 통하여 설계 변수를 정한 후 0.1 - 0.3mm 구멍을 수백개 생성하여 제작하였다. 또한 엠보싱은 완성차 신차 제공 무늬 및 크기로 각인하여 추후 양산금형에 적용할 수 있도록 하였다. 종래의 니켈 전주금형은 제조 공

정 중에 장시간의 니켈 도금 시간을 요구하여 제작 기간이 상당히 오래 걸리는 반면에 본 개발한 스틸 블록을 NC가공하여 제작이 이루어지므로 금형 제작 기간이 니켈 전주금형과 비교하여 반 이하로 줄일 수 있는 효과가 있다. 그 작동은 그림 8와 같은 순서로 제안한 공정 순서대로 작동되었으며 금형 온도는  $55\pm 1^\circ\text{C}$ , 진공압은 600 mmHg 되도록 제어하여 실험하였다.

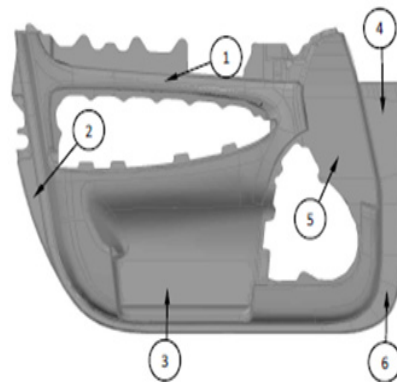


[그림 7] 실험 장치



[그림 8] 시험장치 동작순서

본 실험을 통하여 표피재에 엠보싱한 후 플라스틱 부품에 접착한 결과 그림 9와 같은 완제품을 얻었다. 우선 완성차 사양에 의거하여 각 부위별 제품의 두께 변화를 측정한 결과 표 3와 같으며 최소 0.1mm과 최대 0.28mm 편차로 완성차 기준에 적합한 편차임을 확인하였다.



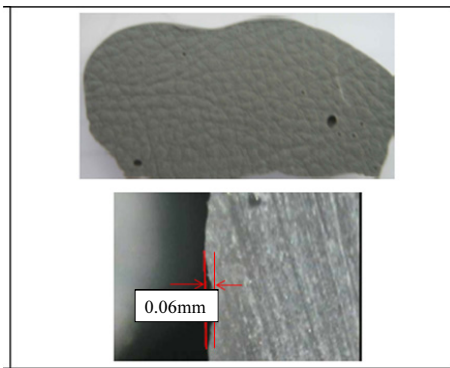
[그림 9] 표피재 부착 완성제품

[표 3] 완성제품 두께 편차 단위:mm

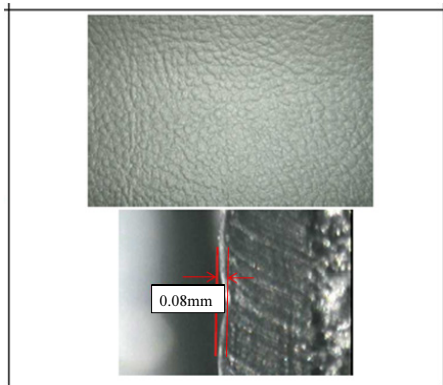
부위	목 표	측정치	편차
①	1.8	1.67	-0.13
②	1.6	1.65	0.05
③	1.8	2.1	0.3
④	1.8	1.88	0.08
⑤	1.8	2.08	0.28
⑥	1.8	1.9	0.1

또한 표피재의 무늬 생성율을 확인하기 위하여 지그 표면의 무늬를 본을 떠내 절단 한 뒤 시작품의 절단면과 무늬의 형상을 비교하여 그림 10에 도시하였다. 종래의 공정으로 제조된 제품(a)과 제안한 공정 제품(b)의 엠보싱 생성에 대하여 확대하여 엠보싱 생성을 측정된 결과 기존 공법 보다 진공흡입 방법이 골이 더 깊고 선명함을

확인하였으며 원래 금형에 각인된 엠보싱 모양에 비하여 제품의 표면 엠보싱 생성율을 완성차 스펙 기준으로 비교하면 코너에서 기존 제품(a)는 80%정도였으나 제안제품인 (b)는 95%이상의 생성율을 보여 약 15% 상승하여 선명한 성형이 되었음을 확인하였다. 따라서 진공 흡착공정을 이용한 자동차 내장부품의 표피재 접착 결과는 기존 공법보다 엠보싱 생성이 선명하고 찌그러짐이 없으며 코너부위의 공차가 향상됨을 보였고 두께 편차도 줄었음을 확인하였다.



(a) 기존 공법에 의한 제조



(b) 제안공법에 의한 제조

[그림 10] 완성품의 엠보싱 생성

#### 4. 결론

기존 자동차 내장부품을 표피재로 부착하는 경우 엠보싱 무늬가 찌그러지거나 코너부의 경화현상으로 원 표피재의 질감을 얻지 못하는 문제를 해결하기 위하여 본 연구를 수행하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 직접압착 공법으로 자동차 내장 부품 표피재 부착 시, 기 사출물을 금형 내에 삽입한 후 엠보싱 무늬가 없

는 원소재 표피재를 넣어 상부 금형 내에서 무늬를 성형하는 진공흡착 공정 및 일체화 장비를 제안하였다.

2. 자동차 내장부품 중 도어트림을 택하여 1/4축소형으로 금형개발 후 제품을 제조하여 품질 검사를 한 결과 완성차 스펙에 충족하는 제품을 얻었다.

3. 표피재 수지를 금형 상부에서 진공 흡수하는 미세홀 및 엠보싱을 형성시키는 진공 흡착 상형 금형을 설계 후 제작하여 실험하였다. 실험 결과 두께 편차 0.3이내 엠보싱 생성율 90%이상으로 기존 공법에 비하여 좋은 결과를 얻었다.

4. 제안된 금형은 진공압착 공정 또는 저압사출 공정 모두가 가능한 구조이며, 따라서 활용성이 뛰어나고 엠보싱 무늬의 손상 시에 보수가 용이한 장점이 있다.

5. 종래의 니켈 전주금형은 제조 공정 중에 장시간의 니켈 도금 시간을 요구하여 제작 기간이 상당히 오래 걸리는 반면에 스틸 블록을 NC가공하여 제작이 이루어지므로 금형 제작 기간이 니켈 전주금형과 비교하여 반 이하로 줄일 수 있는 효과가 있다.

본 연구는 자동차 도어트림 뿐만아니라 내장재 전부품 및 엠보싱된 플라스틱 모든 제품에 응용가능하리라 예상되며 추후 해석을 통한 공정에 필요한 설계파라미터를 구축할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 이현철, 박현민, 지성호, 전오환, “리사이클 및 안정성 향상을 위한 도어트림 충격흡수 패드개발연구”, 한국자동차공학회, 춘계학술대회논문집, pp.1511~151, Vol.3I, 2008.
- [2] 고병두, 함경춘, 장동환, “자동차용 시트백 커버의 저압사출성형에 관한 연구”, 한국정밀공학회지, 25권, 12호, pp. 100~106, 2008.
- [3] 박홍석, 강찬우, “사출압축성형에서 표피재 인서트에 관한 해석연구”, 한국공작기계학회 춘계학술발표논문집, pp. 187~192, 2008.
- [4] Barr,G., Raison,J., "Heavy Duty Truck Plastic Composite Door Module and Trim System", Antec, Vol.2, pp 1125-1147, 2008.
- [5] 김형재, 김성호, 김대업, “인스트루먼트 패널용 표피재 특성 평가”, 한국자동차공학회, 추계학술대회논문집, pp. 1325~1330, 2호, 2001.
- [6] Lee,J.J., Cha,S.W., "Characteristics of the Skin Layers of Microcellular Injection Molded Parts", Polymer Plastics Technology and Engineering, pp871-877,

Vol.45 No.7, 2006.

- [7] 광성복, 박성국, 이종기, 이한영, 문찬성, “크래쉬 패드 Decoration 기능강화 인서트 고급화 기술 개발”, 한국자동차공학회, KSAE 부문종합 학술대회, pp. 1114-1116, 2010
- 

**김 기 선(Key-Sun Kim)**

[중신회원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학사)
- 1983년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학석사)
- 1994년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학박사)
- 1989년 7월 : 기계제작기술사

- 1994년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

자동차 의장부품, 새시부품 연구

---

**김 성 화(Sung-Wha Kim)**

[정회원]



- 1980년 ~ 1987년 : 현대자동차 주식회사
- 1987년 ~ 1994년 : 한국모델(주) 대표
- 1994년 ~ 현재 : 엠티코리아주식회사 대표

<관심분야>

자동차 내장 및 의장부품 개발