

# 시작 차량 감성 품질 개선에 관한 연구

최재원\*, 양화준(부산대 대학원 지능기계공학과), 이석희(부산대 기계공학부)

## A study on enhancement of emotional quality of prototype-car

J. W. Choi, H. J. Yang(Graduate School, Pusan National Univ.), S. H. Lee(Pusan National Univ.)

### ABSTRACT

To reduce the leadtime for a new model according to the strict market requirements, automobile manufacturer begins to utilize 3-dimensional CAD based techniques such as DMU(Digital Mock-Up), RP(Rapid Prototyping), VE(Virtual Engineering). But, not so many satisfactory utilities have been introduced to deal with the emotional properties such as embossment on the surface of interior parts and touch from material characteristics in virtual environment. It is required to manufacture prototype parts to verify actual feeling of the passengers in real automobile.

This paper suggests a methodology to enhance emotional property via embedding embossment on the surface of prototype car interior trim without deterioration of dimensional accuracy using RIM(Reaction Injection Molding) and vacuum forming method.

Key Words : DMU, Emotional Quality(감성품질), Embossment(엠보스먼트), Prototype Car(시작차량), RIM(립), Vacuum Forming(진공성형)

### 1. 서론

자동차 제조사들이 치열해지는 시장경쟁에서 도태되지 않기 위해 역량을 집중하고 있는 중요한 전략중의 하나는 차량의 모델화정 시기로부터 시장에 출시하기 까지의 일정을 획기적으로 단축하는 것이다. 그 첫 단계로 모델고정 후 30~40 개월이 소요되던 기존의 신차 개발 일정이 현재 20~24 개월 정도로 단축 되고 있는 추세이며, 이러한 전이가 가능하도록 했던 원동력은 차량개발 관련 엔지니어들의 노력과 업무의 효율화였다. 그러나 개발기간이 12~16 개월로 단축될 것으로 예상되는 향후의 신차 개발 추세를 만족시키기 위해서는 현재까지 사용한 방법이 아닌 새로운 개발 절차의 등장이 절실히 요구되고 있다. 이러한 요구에 부응하기 위해 대두되고 있는 유력한 도구 중의 하나가 DMU(Digital Mock-Up)이다. 그러나 DMU로부터 완성차의 물리적 특성 및 성능예측, 조립, 생산성 문제에 대한 사전정보는 얻을 수 있는 반면, 실제 양산 차량의 탑승자가 느끼는 감성에 관한 부분의 표현에는 아직 한계가 있는 실정이다.<sup>1),2)</sup>

본 논문에서는 이러한 감성 표현의 한계를 극복

하기 위해 엠보스먼트 처리가 되어 있는 인스트루먼트 판넬 등의 발포성형용 에이비에스(ABS : Acrylonitrile Butadiene Styrene) 시트를 제품의 마스터 모델에 진공성형법을 이용하여 부착시킨 후 전사하는 방법으로 립몰드를 제작하여 몰드 자체에 엠보스먼트를 부여함으로써 몰드로부터 성형된 부품에 엠보스먼트를 구현하여 감성품질을 향상시키는 제작방안을 제안한다. Fig. 1 은 제안된 방법의 전체 과정을 나타낸다.

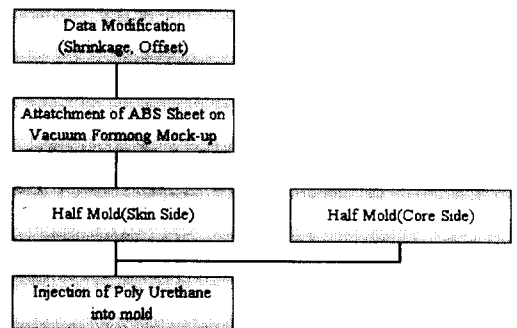


Fig. 1 Overall process of suggested method.

## 2. 본론

### 2.1 림 개요

림은 성형을 위한 두 가지 중요한 재료인 폴리올(Polyol)과 이소시아네이트(Isocyanate)가 혼합된 후 몰드 내부에서 발생하는 비가역 화학반응에 의하여 경화되는 성질을 이용한 것이다. 자동차 개발 과정에 있어서 충돌시험을 비롯한 다양한 기능을 만족시켜 주기 위해 제작되는 사출 성형부품과는 달리, 설계 및 디자인 변경에 의한 시작차량의 감성 품질 및 외관형상의 확인을 위해 주로 제작되며, 간이형 플라스틱 부품 제작법의 하나인 진공주형법보다는 성형 가능한 제품이 크고, 성형시간이 짧아 생산성이 우수한 장점이 있으나, 대기중에서 성형이 이루어지므로 부품의 기포방지 대책, 수지 주입 및 경화과정에서 발생하는 압력에도 변형이 발생하지 않을 정도의 견실한 볼드 구조가 요구된다. Fig. 2는 림성형의 개략도이다.

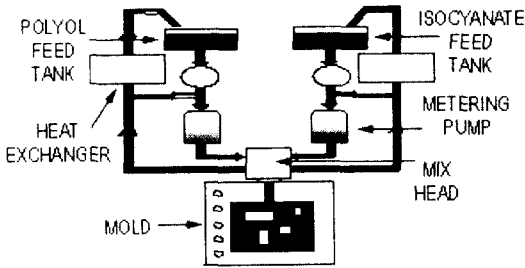


Fig. 2 Schema of RIM forming

### 2.2 진공성형 개요

진공성형법은 판재형상으로 만들어진 열 가소성 수지에 열을 가하여 인화시킨 후 목업 상부에 위치시키고, 미리 미세하게 천공한 목업을 상승시켜 가열된 소재와 몰드 사이를 진공펌프로 흡입하여 목업에 밀착시킨 후 냉각 경화시켜 제품을 생산하는 방법으로 열성형(Thermforming)의 대표적 방법이고, 치수 정밀도가 중요하지 않거나 외관에 나타나지 않는 제품의 제작에 주로 이용된다. Fig. 3은 진공성형 공정의 개략도이다.

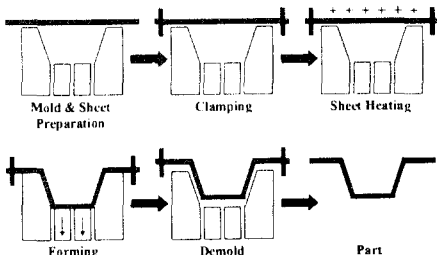


Fig. 3 Schema of Vacuum Forming

### 2.3 부품제작

본 논문에서 제안한 공정을 위해 제작된 부품은 자동차의 실내 부품의 하나인 크래쉬패드 로워 판넬(Crash Pad Lower Panel)로 스티어링 휠의 하단에 장착되며 그 형상은 Fig. 4와 같다.

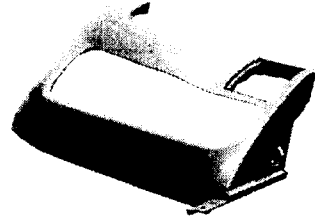


Fig. 4 Feature of Crash Pad Lower Panel

#### 2.3.1 진공성형을 위한 데이터 수정

제품의 투영면적 및 실제 표면적의 비가 약 72.8%임을 감안하여 성형에 사용되는 1.1mm 두께의 발포 인스트루먼트 판넬 표면 진공성형용 에이비에스 시트에 동일 비율을 적용하면 진공성형 후 마스터모델에 집착되는 에이비에스 시트 두께는 평균적으로 대략 0.8mm 정도가 될 것으로 예측된다. 따라서 성형 후 에이비에스 시트가 부착되는 마스터모델 데이터에 림성형 공정에서 발생하는 성형 수축률을 고려하여 성형 후 시트의 예상 두께 만큼 제품의 코어측 방향으로 움푹을 부여 한다. Fig. 5는 실제 데이터와 움푹이 적용된 데이터를 비교하여 나타낸 것이다.

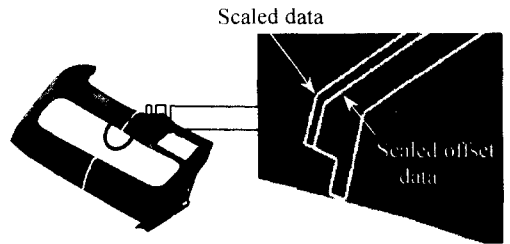


Fig. 5 Comparison between original data and offset data

#### 2.3.2 몰드 제작 및 부품성형

몰드 제작 및 성형은 진공성형, 림의 두 가지 공정에 대해 각각 진행하였다. 진공성형을 위한 마스터모델 제작을 위해 수축률 및 움푹을 적용한 CAM 데이터를 생성한 후 CNC 가공을 수행한다.

CNC에 의한 마스터모델 가공이 완료되면 엠보스먼트 패턴이 부여되어 있는 에이비에스 시트를 진공성형하여 집착하는 공정을 수행한다. 진공성형 장치의 펌프로부터 흡입되는 공기가 에이비에스 시트의 성형에 작용될 수 있도록 진공성형용 목업과

마스터 모델을 천공해야 하는데, 천공직경의 크기가 너무 작을 경우 공기 흡입량의 저하에 따라 흡입력이 약화되어 불완전한 성형의 원인이 되고, 천공직경이 너무 클 경우는 에이비에스 시트의 표면에 마스터모델 천공 흔적이 나타나게 되어 외관품질 저하의 요인이 된다. 본 논문에서는 이를 고려하여 제품의 경계부위를 따라 1mm 크기로 천공작업을 수행한다. Fig. 6은 진공성형이 완료된 마스터모델과 진공성형용 목업을 나타낸다.

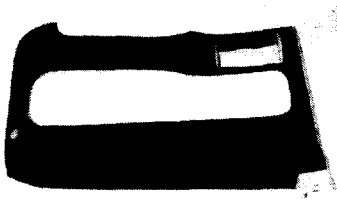


Fig. 6 (a) Vacuum formed master model

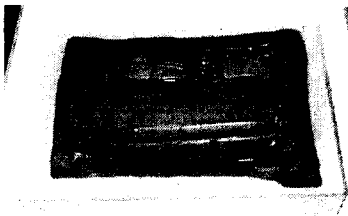


Fig. 6 (b) Mock-up for vacuum forming

진공성형 작업이 완료되어 엠보스먼트 시트가 부착된 마스터 모델로부터 최종제품 성형용 림 몰드를 제작하기 위한 소재로는 알티브이를 사용한다. 일반적으로 사용되는 림몰드 소재는 에폭시 레진이지만 제품 표면의 엠보스먼트 전사가 완벽하게 이루어져야 하는 본 제작 방법의 특성상 성형 후 탈형 과정에서 몰드 표면 훼손의 우려가 없고, 표면전사 성능이 우수한 알티브이를 이용한다. 제작이 완료된 몰드에 림성형 소재인 폴리올과 이소시아네이트의 혼합액을 주입한다. Fig. 7에 완성된 제품과 몰드를 나타낸다.

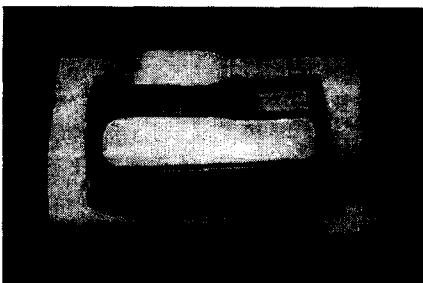


Fig. 7 Completed RIM mold and molded part

### 3. 제작 결과 고찰

본 논문에서 제안한 방법은 자동차 시작용 의장 부품의 감성 품질을 향상시키기 위한 것으로, 표면의 엠보스먼트를 구현하기 위해 간이형 의장부품 제작 방법인 림과 진공성형을 사용한다. 진공성형법은 공정특성상 소재의 인장이 발생하고 그 결과로 성형소재 두께가 감소하는데, 감소량의 부적절한 예측은 제품 표면의 왜곡을 야기한다. 시트두께 감소량이 예측치 보다 적을 경우 성형면이 원래의 제품면 보다 돌출하게 되고, 감소량이 예측치 보다 많을 경우에는 표면이 데이터에 비해 함몰하게 되며, 과도한 시트의 인장에 의해 엠보스먼트의 형상이 커지고, 선명도가 저하될 수 있다. 차량에 부품을 장착했을 때, 외관상 인식 가능한 부위에 이러한 현상이 발생할 경우 감성품질의 저하가 발생하여 상품성을 떨어뜨린다. 따라서 마스터모델 위에 진공성형된 시트두께와 림성형된 부품의 엠보스먼트 형상 변화를 측정하기로 한다.

#### 3.1 진공성형 시트 두께 측정

진공성형 공정 후 마스터 모델에 부착된 에이비에스 시트의 두께를 측정하기 위해 성형된 시트를 50mm 간격으로 절단하여 두께를 측정하였다. Fig. 8에 측정 부위를 표시하였으며, 측정된 부위별 두께를 Table 1에 나타내었다.

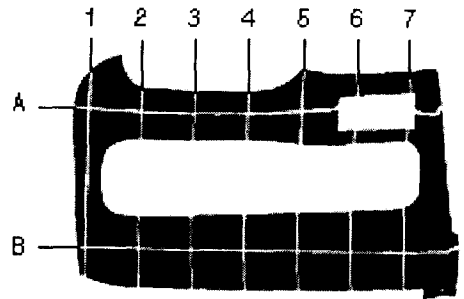


Fig. 8 Thickness measuring grid of ABS sheet which attached on the master model

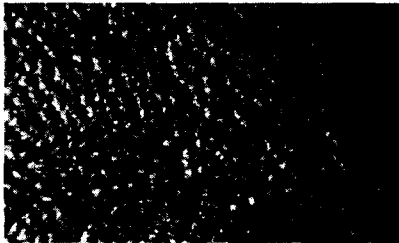
Table 1 Thickness of ABS sheet which finished vacuum forming

위 치	두께(mm)	위 치	두께(mm)
A1	0.75	B1	0.69
A2	0.77	B2	0.78
A3	0.80	B3	0.82
A4	0.81	B4	0.84
A5	0.77	B5	0.82
A6		B6	0.82
A7		B7	0.80

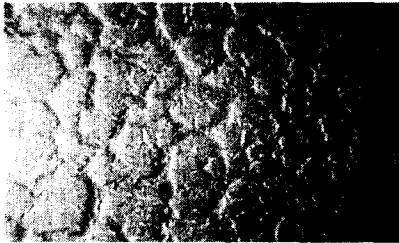
부위별 시트 두께 측정 결과 성형전 예측치 0.8 mm에서의 최대 편차가 0.11 mm 정도로 자동차 의장 부품의 치수공차 0.3 mm를 만족하므로 본 논문에서 제안한 방법을 이용하여 부품을 제작할 경우 문제가 없을 것으로 판단된다.

### 3.2 엠보스먼트 측정

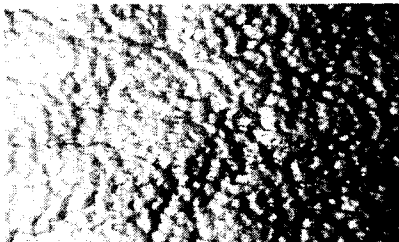
간이형 의장부품 제작방법을 이용하여 자동차 시작용 의장부품의 엠보스먼트를 구현하기 위해 적용된 일반적으로 채택되어온 방안은 도장 후 수축하는 특수한 도료를 제품의 표면에 도포하여 단순한 형태의 엠보스먼트를 표현하는 것이었으며, 표면에 도포되는 도료량에 따라 엠보스먼트의 크기만 변화시킬 수 있을 뿐 실제 차량에서 사용하는 다중부식에 의한 엠보스먼트 형상과는 많은 차이가 있었다.



(a) Embossment feature on specification



(b) Embossment feature embodied by conventional method using paint



(c) Embossment feature embodied by suggested method using vacuum forming and RIM

Fig. 9 Comparison of embossment feature with respect to embedding method

Fig. 9에서 보이는 바와 같이 제작된 부품의 엠보스먼트 형상을 살펴보면, 기존 방법에 의해 제작된 부품의 경우 에이비에스 시트의 엠보스먼트 형상과 상당한 차이가 있으며, 엠보스먼트 형성 기구에 의해 유사한 형상의 엠보스먼트를 구현할 수 없는 반면, 본 논문에서 제안한 제작방법에 의해 제작된 부품의 경우 비헤 성형 후의 소재 엠보스먼트가 다소 커지는 경향이 있기는 하지만, 설계사양에서 제시하는 제품의 감성을 만족스럽게 표현할 만한 수준이다.

### 4. 결론 및 향후 연구 계획

본 논문에서는 DMU 기반으로한 자동차 개발환경에서 수치모사에 의한 기능, 조립성 검증과는 달리, 실제 차량의 제작 없이 사전 검토가 어려운 감성품질의 개선을 위해 시작 차량용 간이형 의장부품의 표면에 엠보스먼트 구현을 위한 방안을 제시하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

1. 사출성형법과 달리 금형부식이 불가능한 몰드 소재를 사용하는 간이형 시작 의장부품 제작방법인 립성형에 의해 제작된 부품에 엠보스먼트를 부여하여 자동차 개발 단계에서 감성품질을 향상시킬 수 있다.
2. 립성형 제품에 엠보스먼트 형상을 부여하기 위해 적용하는 에이비에스시트 진공성형 공정의 경우 제품의 투영면적과 표면적 비율을 이용하여 성형 후 시트 두께를 고려하여 마스터 모델에 옵셋을 부여한 결과 만족할 만한 수준의 두께 치수 정밀도를 얻을 수 있었다.
3. 공정특성상 진공성형이 완료된 에이비에스시트는 인장력을 받아 다소간 엠보스먼트 형상의 훼손이 발생하나, 양산차량용 부품에 적용되는 사양을 만족스럽게 표현할 만한 수준이며, 현재까지 사용해 왔던 도료를 이용한 방법보다 엠보스먼트 구현 능력이 월등하다.

향후연구계획은 진공 성형시 수축하는 시트의 두께를 마스터모델의 형상에 따라 가시화해서 부위별로 수축 정도를 예측하는 것과 감성을 객관적으로 나타낼 수 있는 지표를 산출해내는 것이다.

### 참고문헌

1. 박경수, 감성공학 및 감각생리, 영지문화사, 2000
2. 양선모, 이순요, 가상현실형 감성공학, 청문각, 1997