

시작 차량의 실내 감성 향상에 관한 연구

최재원[#], 양화준^{*}, 이석희^{**}

A Study on Enhancement of Human Sensitivity for Interior of Prototype Vehicles

Jae Won Choi[#], Hwa Jun Yang^{*} and Seok Hee Lee^{**}

ABSTRACT

As the new model development lead time becoming shorter and the market requirements becoming more strict, automobile manufacturer begins to utilize 3-dimensional CAD system based techniques such as DMU (Digital Mock-Up), RP (Rapid Prototyping), VE (Virtual Engineering) to meet the market trends. But, no satisfactory utilities have been developed yet, to represent emotional properties such as embossment on the surface of interior parts, touch originated from material characteristics in virtual environment, so it is inevitable to manufacture prototype parts to verify actual feeling which passengers feel in automobile.

This paper suggests a methodology to enhance the human sensitivity via embodying embossment on the surface of prototype car interior trim without deterioration of dimensional accuracy using RIM (Reaction Injection Molding) and thermoforming method.

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

1. 서론

자동차 제조사들이 치열해지는 시장경쟁에서 도태되지 않기 위해 역량을 집중하고 있는 중요한 전략중의 하나는 차량의 모델확정 시기로부터 시장에 출시하기까지의 일정을 획기적으로 단축하는 것이다. 그 첫 단계로 차량의 디자인 모델고정 후 30~40 개월이 소요되던 기존의 신차 개발 일정이 현재 20~24 개월 정도로 단축되고 있는 추세이다. 이러한 전이가 가능하도록 했던 원동력은

차량개발관련 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 등장도 절실히 요구되고 있으며, 이를 위해 대두되고 있는 유력한 도구 중의 하나는 3 차원 솔리드(Solid) 모델링 데이터 기반의 개발 시스템이다. 3 차원 솔리드 모델링의 결과로 실제 산업현장에서 이루어지는 개발 및 제조 과정에 커다란 변화가 일어났으며, 자동차

[†] 2002년 11월 19일 접수
[#] 교신저자, 부산대학교 지능기계공학과 대학원
Email palagent@pusan.ac.kr Tel. (051) 510-1476
^{*} 현대자동차 연구소
^{**} 부산대학교 기계공학부 및 기계기술연구소

개발단계에서 제작되는 시작차량의 개념도 많은 변화를 가지게 되었다. 종래 제작 및 시험 결과로부터 양산차량의 물리적 특성 및 성능예측, 조립, 생산성 문제에 대한 사전정보를 얻기 위한 시작차량의 개발 개념이 스타일링, 감성 등의 상품성 검토를 위한 도구로 바뀌게 되었다. 아울러 시작 차량 실내에 장착되는 의장부품의 제작에 있어서도, 양산공정에서 사용되던 사출 성형법을 비교적 짧은 시간에 적은 비용으로 제작할 수 있는 간이성형법(Soft Tooling)이 대신하게 될 것으로 예상되며, 그 중 가장 활발하게 연구되고 있는 방안 중의 하나가 림 성형법이다.^{1,9} 특성상 차량 내부 감성의 중요한 요소중의 하나인 엠보스먼트의 구현이 불가능 하였던 종래 림 성형법의 한계를 극복하기 위해, 엠보스먼트 처리가 되어 있는 인스트루먼트 판넬 등의 발포성형용 에이비에스(ABS : Acrylonitrile Butadiene Styrene) 시트를 제품의 마스터모델에 진공성형법을 이용하여 부착시킨 후, 전사하는 방법으로 림몰드를 제작하여 몰드 자체에 엠보스먼트를 부여함으로써, 성형된 부품에 엠보스먼트를 구현하고, 시작 차량의 감성품질을 향상시키는 제작 방안을 제안한다.^{10,11}

2. 연구배경

근래 자동차 개발의 효율화를 위한 유력한 수단으로 등장하고 있는 두 가지 방안은 솔리드 모델링을 기반으로 하는 DMU, CAE(Computer Aided Engineering), 가상공학(Virtual Engineering), 유한요소해석 및 수치모사 등을 통한 설계 관련 기술과 패속조형 및 고속가공기 등을 기반으로 하는 제작 관련 기술이다.

설계 관련 기술의 발전은 차량 개발 초기 단계부터 차량을 구성하는 각 재품을 3 차원 CAD 모델로 설계하여 컴퓨터 내에서 조합하고 분석함으로써, 부품형상의 검증, 부품 제작을 위한 금형 제작 방안 검토, 조립과정에서 발생할 수 있는 부품간 간섭 및 조립공정의 편의성, 차량 충돌시 차량파손 및 승객상해정도 예측 등 다양한 항목을 조기에 분석, 평가할 수 있게 하는 기초를 제공한다.

개선된 차량 개발 시스템의 영향으로 연구개발 단계에서의 설계변경 횟수가 감소 하게 되었다. 그리고 3 차원 모델을 기반으로 하는 유한요소해석 등 다양한 사전 평가기술이 활성화되어 신차

개발에 있어는 충돌 및 내구 시험을 비롯한 차량 성능 확인을 위한 시작차량의 제작이 감소하고, 디자인 검증 및 감성품질 평가를 위한 제한된 수량의 시작차량 제작만이 수행되고 있는 추세이다.

외관 및 감성품질 확인을 위한 제한된 수의 시작차량만을 제작하고, 단축되는 차량 개발계획을 만족시키기 위해서는 현재 시작 차량용 의장 부품 제작을 위해 주로 사용되고 있는 사출성형법 대신 소량제작에 있어 일정 및 제작비용 측면에서 유리한 림, 진공주형과 같은 간이형 부품 성형법의 적용이 주목 될 것으로 예측된다. 그러나 차량의 탑승시 승객이 느끼는 감성을 표현하는 중요한 요소 중 하나인 엠보스먼트 구현을 위해 사출금형의 경우에는 요구되는 엠보스먼트 필름을 접착한 후 화학적 부식공정을 통해 금형 표면에 엠보스먼트 형상을 구현할 수 있었다. 그러나 부식이 불가능한 에폭시(Epoxy), 알티브이(RTV : Room Temperature Vulcanization) 등을 주로 몰드 재질로 사용하는 림이나 진공주형과 같은 간이형 부품의 경우 과거에는 실제 제품과 같은 종류의 형상의 엠보스먼트 표현이 불가능하였다. 이를 보완하기 위해 단위 면적당 도포량과 회석제의 배합비에 따라서 한정된 범위에서의 형상 및 크기 조절이 가능한 특수 도료 도장에 의한 단순한 형상의 엠보스먼트 구현만이 가능한 수준이다.

3. 림, 진공성형법의 개요

3.1 림 성형의 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 것으로, 반응 사출성형 등으로 일컬어 지기도 한다. 자동차 개발 과정에 있어서 충돌시험을 비롯한 다양한 기능을 만족시켜 주기 위해 제작되는 사출 성형부품과는 달리 설계 및 디자인 변경에 의한 시작차량의 감성품질 및 외관형상의 확인을 위해 주로 제작된다. 간이형 플라스틱 부품 제작법의 하나인 진공주형법보다는 성형 가능한 제품이 크고, 성형시간이 짧아 생산성이 우수한 장점이 있으나, 대기중에서 성형이 이루어지므로 부품의 기포방지 대책, 및 수지 주입 및 경화과정에서 발생하는 압력에도 변형이 발생하지 않을 정도의 견실

한 몰드 구조가 요구된다. 림은 소재의 혼합 방법 및 성형 압력에 따라 고압 및 저압, 성형 전과 성형 후의 체적 변화율에 따라 발포성 및 비발포성 림으로 구분하는 것이 일반적인 분류 방법이다. 자동차 의장용 시작부품을 위해 일반적으로 사용되는 방법은 비발포성 저압 림으로 분류된다. 시작차량용 부품은 단일 몰드에서 5~150 개 정도를 생산하는 것이 보통이므로 림을 위한 몰드 소재로 알루미늄 파우더가 혼합된 내열성 에폭시 수지나 알티브이를 사용하는 것이 일반적이다. 최근 쾌속 시작 기술의 급속한 발전에 따라 알티브이 등을 이용한 다양한 분야에 대한 실험적 연구와 새로운 생산 기술에 대한 활발한 연구가 이루어지고 있는 추세이다.

3.2 진공성형법 개요

진공성형법은 Fig. 1 과 같이 판재형상으로 만들어진 열 가소성 수지에 열을 가하여 연화시킨 후 목업 상부에 위치시키고, 미리 미세하게 천공한 목업을 상승시켜 가열된 소재와 몰드 사이를 진공 펌프로 흡입하여 목업(Mock-up)에 밀착시킨 후 냉각 경화시켜 제품을 생산하는 방법이다. 이는 열성형의 대표적 방법이고 치수 정밀도가 중요하지 않거나 자동차 외관에 드러나지 않는 제품의 제작에 주로 이용된다.

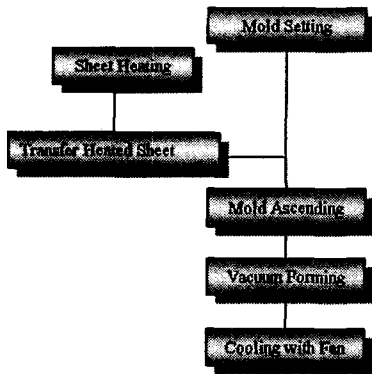


Fig. 1 Overall process of vacuum forming

진공성형은 자동차의 도어트림(Door Trim), 포장재 등을 제작하기 위한 양산공법의 하나로 개발되었다. 그렇지만 시작 부품 제작을 위한 제작 방법으로도 이용되고 있으며 일정 수량 이하의 부품을 제작할 경우 제작일정 단축 및 원가절감 효과

있다. 이러한 효과에도 불구하고 성형 공정의 특성상 일정한 두께를 가진 비교적 간단한 형상의 부품제작에 많이 이용되고, 형상이나 주위 온도에 따른 수축률 편차가 커서 치수정밀도가 떨어지며, 제품장착 구조 제작 및 강도 보완을 위해 필요한 보스, 리브 등을 별도 제작한 후 수작업으로 접합해야 하는 단점이 있다. 그리고 목업의 굴곡 정도에 따라 성형 후 소재의 두께가 불균일하게 변화하고, 성형을 위해 천공된 자국이 제품 표면에 남게 되므로, 외관 형상이 중요한 제품의 경우 상당한 후처리 공정이 필요하게 된다.

4. 부품제작

본 연구에서 제안한 공정을 위해 제작된 부품은 자동차의 실내 부품의 하나인 크래쉬패드로 워 판넬(Crash Pad Lower Panel)로 스티어링 휠의 하단에 장착되고 그 형상은 Fig. 2 와 같다.

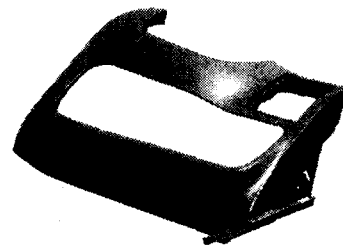


Fig. 2 Feature of Crash Pad Lower Panel

본 논문에서 제안하는 방법은 Fig. 3 과 같이 진공성형 기술을 이용하여 엠보스먼트 처리되어 있는 시트를 마스터모델에 부착한 후 반전하여 림 몰드를 제작하는 순서로 작업이 진행된다.

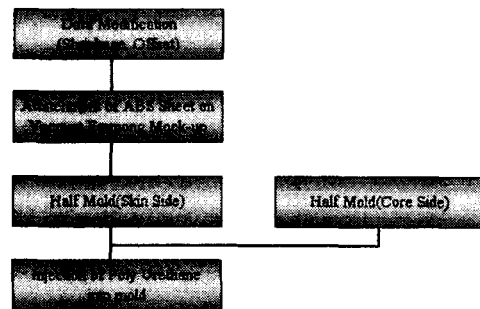


Fig. 3 Overall process of suggested method

4.1 진공성형을 위한 데이터 수정

흡입공정에 의해 시트는 마스터모델의 표면 형상을 따라 부착되는데, 마스터 모델 표면 곡면을 미소평면의 연속체로 근사화 하고 근사화된 구간의 시트 두께가 균일하다고 가정하면 Fig. 4 와 같이 나타낼 수 있다.

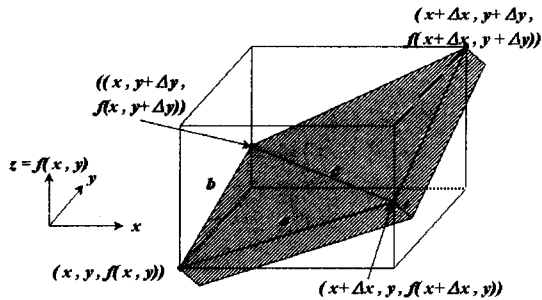


Fig. 4 Thickness change during the thermoforming for each linearized area

성형 전 에이비에스 시트의 두께를 T 라 하고 성형 후 해당 구간에서의 시트의 표면적을 ΔS , 두께를 t 라고 하면 성형과정에서 수평축 시트 이동이 없다고 가정할 경우 설정된 구간에서 성형전후의 체적이 동일해야 하므로 다음과 같은 식이 성립한다.

$$a = \sqrt{\Delta x^2 + (f(x + \Delta x, y) - f(x, y))^2} \quad (1)$$

$$b = \sqrt{\Delta y^2 + (f(x, y + \Delta y) - f(x, y))^2} \quad (2)$$

$$c = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + (f(x + \Delta x, y) - f(x, y + \Delta y))^2} \quad (3)$$

$$\Delta x \cdot \Delta y \cdot T = \Delta S \cdot t \quad (4)$$

여기서,

$$\Delta S = 2 \cdot \sqrt{\lambda(\lambda - a)(\lambda - b)(\lambda - c)}, \quad \lambda = \frac{a + b + c}{2}$$

식 (4)는 형상의 굴곡이 심한 구간의 경우 진공 성형 된 시트의 두께의 감소량이 평이한 형상을 가진 부위에 비해 많아짐을 의미한다. 따라서 성형 후 시트 두께에 급격한 변화가 발생하지 않을 정도의 완만한 변화를 가질 수 있도록 목업에 적절한 기울임 각도를 부여 해야 한다.

본 논문에서는 제작하고자 하는 부품의 전체 형상을 선형화 된 미소구간의 연속체로 가정하여 전체 표면적과 투영면적의 비를 적용하여 성형 후 시트의 두께 감소량의 평균을 산출 하기로 한다.

제품의 투영면적 및 실제 표면적이 각각 172,756 mm², 237,361 mm² 이므로 투영면적은 표면적을 기준으로 약 72.8% 정도이다. 이로부터 성형에 사용되는 1.1 mm 두께의 발포 인스트루먼트 판넬 표면 진공성형용 에이비에스 시트에 동일 비율을 적용하면 진공성형 후 마스터모델에 접촉되는 에이비에스 시트 두께는 평균적으로 대략 0.8 mm 정도가 될 것으로 예측된다. 따라서 마스터모델 데이터에 림성형 공정에서 발생하는 성형 수축률을 고려하여 수축률 역수에 해당하는 확대계수(Scale Factor)를 곱한 다음 성형 후 시트의 예상 두께만큼 제품의 코어측 방향으로 오프셋을 부여 한다. 일반적으로 적용되는 림 성형 부품의 수축률은 0.2~0.8% 정도이며 평이한 형상을 가진 제품은 리브 및 보스 등의 구조가 많은 부품에 비해 수축율이 큰 경향이 있다. 본 제품의 경우 형상의 복잡성(Geometric Complexity) 및 보스 및 리브의 수량을 고려하여 0.4%의 수축률을 적용한다. Fig. 5 는 확대계수만 적용된 데이터와 확대계수 및 오프셋 모두가 적용된 데이터를 비교하여 나타낸 것이다.

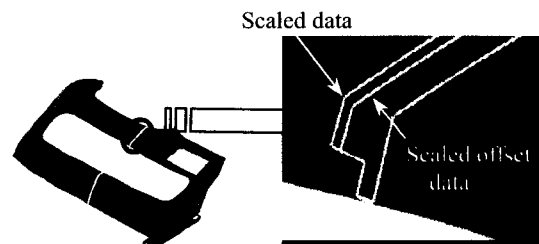


Fig. 5 Comparison between original data and offset data

4.2 몰드 제작 및 부품성형

몰드 제작 및 성형은 진공성형, 림을 두 가지 공정을 거쳐 각각 진행되었다. 진공성형을 위한 마스터모델 제작을 위해 Fig. 6에 표시된 것과 같이 수축률 및 오프셋을 적용한 CAM 데이터를 생성한 후 CNC 가공을 수행한다.

마스터모델을 제작하기 위한 방법은 크게 케상태의 에이비에스나 폴리프롤필렌을 CNC 로 양

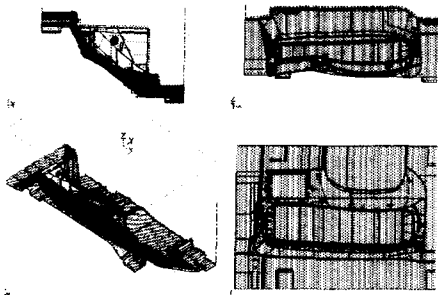


Fig. 6 (a) CAM data for core side of master model CNC machining

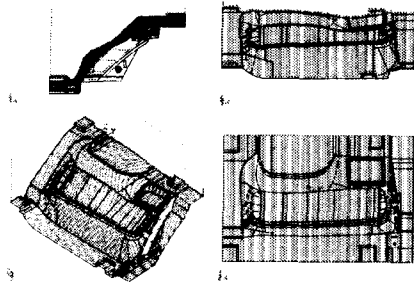


Fig. 6 (b) CAM data for skin side of master model CNC machining

면가공하는 방법과 쾌속조형장치를 이용하여 성형하는 두 가지 방법으로 나눌 수 있는데, 본 논문에서는 CNC 가공법을 채택한다. 마스터 모델 가공을 위한 소재는 폴리프로필렌, 폴리에틸렌 등과 같은 기능성 플라스틱에 비해 절삭성, 표면사상, 분할가공 후 접합성 등의 측면에서 우수한 에이비에스를 사용하기로 한다. CNC 가공 대신 쾌속조형장치를 이용할 경우에는 진공성형 공정에서 발생하는 강한 흡입력에 파손되지 않을 정도로 굽힘강도가 우수하고, 에이비에스 시트와의 접합성이 우수한 소재를 사용하는 장비의 이용이 요구된다. 현재 널리 보급된 쾌속조형 시스템 중 강도가 가장 우수한 SLS의 경우 성형 가능한 최대 크기가 본 논문에서 다루는 부품보다 작으므로 분할 제작시 우려되는 치수 정밀도 저하 및 접합부의 강도 저하를 고려하여 적용하지 않기로 한다. 마스터 모델 제작에 있어서는 우선 절삭량 감소 및 소재 비용 절감을 위해 에이비에스 캐를 제품의 전체 형상과 유사한 형상으로 제작한 가형상을 만든 다음, 코어측 형상을 CNC 가공하고, 가공된 면을 레진으로 고정시킨 후 제품의 표면층 형상을 가공하

는 순서로 마스터 모델의 제작을 진행한다.

제품 표면층 형상의 가공을 먼저 수행하고 코어측 형상을 나중에 가공할 경우 보스 및 리브 등의 돌출형상에 의해 강력하게 접촉될 수 있는 코어측과 달리 배면 가공시 절삭력의 영향으로 공작물과 래진 또는 석고 등으로 만들어진 받침구조가 박리될 우려가 있으므로 코어측을 먼저 가공하는 것이 보다 적절한 가공 방법이다. 그리고 먼저 가공된 코어측과 지지구조와의 결합강도가 약할 경우 앞서 언급한 바와 같이 마스터모델의 국부적인 박리가 발생하여 가공물의 두께 정밀도를 만족시키기 어렵다. 또한 결합강도가 너무 강할 경우 배면 가공이 완료된 마스터 모델을 지지구조로부터 분리해 내는 과정에서 가공물의 파손이나 변형이 발생할 수 있으므로, CNC를 이용한 배면 가공 제품과 지지구조의 경계면 일부에는 접촉처리를 하고 나머지 부위에는 이형처리를 하여 최소한의 접촉 면적을 가지고도 적절한 결합강도가 유지되도록 하여 CNC 가공 공정에서의 박리 및 탈형 과정에서의 파손 및 변형을 방지할 수 있도록 한다.

CNC에 의한 마스터모델 가공이 완료되면 엠보스먼트 패턴이 부여되어 있는 에이비에스 시트를 진공성형 하여 접촉하는 공정을 수행한다. 진공성형 장치의 펌프로부터 흡입되는 공기가 에이비에스 시트를 성형에 작용될 수 있도록 진공성형 작업용 목업과 마스터 모델을 천공해야 한다. 이 때 천공직경의 크기가 너무 작을 경우 공기 흡입량의 저하에 따라 흡입력이 약화되어 불완전한 성형의 원인이 되고, 천공직경이 너무 클 경우는 에이비에스 시트의 표면에 천공 흔적이 나타나게 되어 완성된 제품 외관을 손상시키는 원인이 될 수 있다. 본 논문에서는 이러한 영향을 고려하여 제품의 경계부위를 따라 1mm 크기로 천공작업을 수행한다. 또한 성형이 완료된 에이비에스 시트가 몰드에 접촉되어 림 몰드를 전사할 때 까지 박리 되지 않도록 하기 위해 마스터 모델 표면에 접착제를 도포한 후 진공성형을 수행한다. 마스터모델에 접촉되는 에이비에스 시트의 두께가 얇아 접착제 도포량이 마스터 모델 전체 표면에 걸쳐 일정하지 않을 경우 표면에 도포 자국이 전사되어 외관을 훼손하게 될 우려가 있으므로, 점도가 낮은 접착제가 일정한 두께로 도포될 수 있도록 처리한다. 진공성형 공정의 중요

한 파라미터는 히터 예열온도 및 성형기가 설치된 장소의 분위기 온도, 예열 히터 제거로부터 성형 공정까지의 경과시간, 성형 후 냉각조건 등의 설정인데, 성형과정에서 소재온도가 과다하게 높은 경우 소재의 탄화에 따른 제품 표면의 굽음현상이 발생하고, 이는 성형제품의 표면조도를 비롯한 외관품질 저하의 원인이 되며, 낮을 경우에는 유연성이 저하되어 성형된 제품의 모서리 부분 성형성이 완전하지 않게 된다. Fig. 7 은 진공성형이 완료된 마스터모델과 진공성형을 위해 제작된 목업을, Table 1 은 성형조건을 나타낸다.



Fig. 7 (a) Completed master model

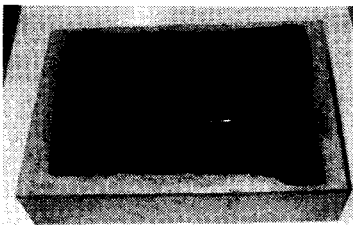


Fig. 7 (b) Mock-up for thermoforming

Table 1 Operating condition of forming using ABS sheet

Material	ABS sheet
Thickness (mm)	1.1
Shrinkage Rate (%)	0.5
Heater Temperature (°C)	250
Heating Time (sec)	110
Sheet Transfer Speed (m/sec)	4~5
Mock-Up Upload Speed (m/sec)	100
Cooling Time(sec)	110
Cooling System	Fan

진공성형 작업이 완료되어 엠보스먼트 시트가 부착된 마스터 모델로부터 최종제품 성형용 림 몰드를 제작하기 위한 소재로는 알티브이를 사용한

다. 일반적으로 사용되는 림몰드 소재는 에폭시 레진이지만 제품 표면의 엠보스먼트 전사가 완벽하게 이루어져야 하는 본 제작 방법의 특성상 성형 후 탈형과정에서 몰드표면 훼손의 우려가 없고 표면전사 성능이 우수한 알티브이를 이용한다. 제작이 완료된 몰드에 림성형 소재인 폴리올과 이소시아네이트의 혼합액을 주입하는데 성형에 사용된 소재 및 장비 그리고 성형 조건은 Table 2 와 같고, Fig. 8 에 완성된 제품과 몰드를 나타낸다.

Table 2 Materials, operating conditions, mechanical Conditions for RIM

Materials	RIM 876/900(Axon Corp.)	
Mixing Ratio(Weight)	% : %	50 : 50
Specific Gravity		1.12
Viscosity	1000Mpa.s	1.5~2.6
Operating Conditions		
Injection Pressure	Kg.f/sec	15
Demolding Time	Min.	15
Shooting Time	Sec.	15
Mold Temperature	°C	60
Mechanical Properties		
Flexural Modulus	Mpa	2000
Tensile Strength	Mpa	50
Elongation at Break	%	10
Hardness	ShoreD1/D15	80
Linear Shrinkage at 23 °C	mm/m	4~8

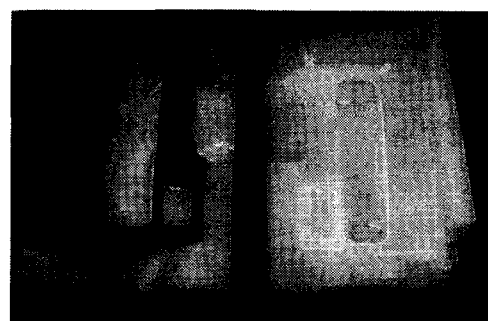


Fig. 8 Completed RIM mold and molded part

5. 제작 결과 및 고찰

본 논문에서 제안한 방법은 자동차 시작용 의장 부품의 감성 품질을 향상시키기 위한 것으로 표면의 엠보스먼트를 구현하기 위해 간이형 의장

부품 제작 방법인 립과 진공성형을 사용한다. 진공성형법은 공정특성상 소재의 인장이 발생하고 그 결과로 성형소재 두께가 감소하는데, 감소량의 부적절한 예측은 제품 표면의 왜곡을 야기한다. 시트두께 감소량이 예측보다 적을 경우 성형면이 설계상의 제품면 보다 돌출하게 되고, 감소량이 예측보다 클 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 립성형된 부품의 엠보스먼트 형상 변화를 측정하기로 한다.

5.1 진공성형 시트 두께 측정

진공성형 공정 후 마스터 모델에 부착된 에이비에스 시트의 두께를 측정하기 위해 성형된 시트를 50 mm 간격으로 절단하여 두께를 측정하였다. Fig. 9 에 측정 부위를 표시하였으며, 측정된 부위별 두께를 Table 3 에 나타내었다.

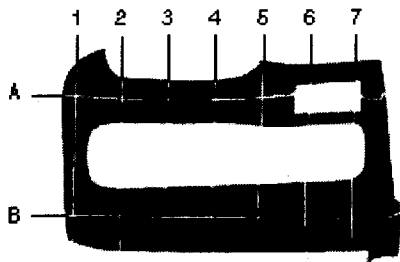


Fig. 9 Thickness measuring grid of ABS sheet which attached on the master model

Table 3 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 성형 전 예측치 0.8 mm 에서의 최대 편차가 0.11 mm 정도로 자동차 의 장부품의 치수공차 0.3 mm를 만족하므로 본 논문에서 제안한 방법을 이용하여 부품을 제작할 경우 문제가 없을 것으로 판단된다.

5.2 엠보스먼트 측정

간이형 의장부품 제작방법을 이용하여 자동차 시차용 의장부품의 엠보스먼트를 구현하기 위해 적용된 일반적으로 채택되어온 방안은 도장 후 수축하는 특수한 도료를 제품의 표면에 도포하여 단순한 형태의 엠보스먼트를 표현하는 것이다. 표면에 도포되는 도료량에 따라 엠보스먼트의 크기만 변화시킬 수 있을 뿐 실제 차량에서 사용하는 다중부식에 의한 엠보스먼트 형상과는 많은 차이가 있었다. Fig. 10 에서 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 제안 한 제작방법에 의해 제작된 부품의 경우 비해 성형 후의 소재 엠보스먼트가 다소 커지는 경향이 있기는 하지만 설계사양에서 제시하는 제품

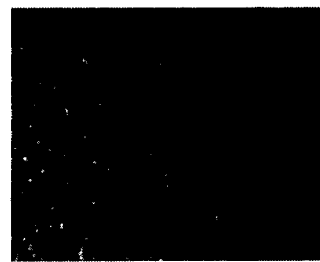


Fig. 10 (a) Embossment feature on specification

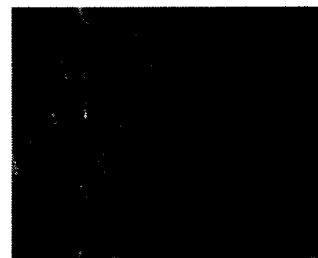


Fig. 10 (b) Embossment feature embodied by conventional method using paint

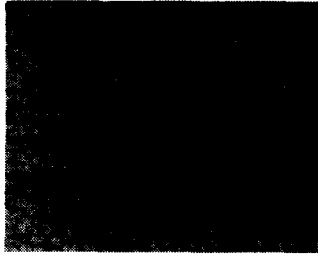


Fig. 10 (c) Embossment feature embodied by suggested method

의 감성을 만족스럽게 표현할 만한 수준이다.

6. 결론

본 논문에서는 DMU 를 기반으로 한 자동차 개발환경에서 수치모사에 의한 기능, 조립성 검증과는 달리, 실제 차량의 제작 없이 사전 검토가 어려운 감성품질의 개선을 위해 시차량용 간이형 의장부품의 표면에 엠보스먼트 구현을 위한 방안을 개발 하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

1. 사출성형법과 달리 금형부식이 불가능한 몰드 소재를 사용하는 간이형 시차 의장부품 제작방법인 림성형에 의해 제작된 부품에 엠보스먼트를 부여하여 자동차 개발 단계에서 감성품질을 향상시킬 수 있다.

2. 림성형 제품에 엠보스먼트 형상을 부여하기 위해 적용하는 에이비에스시트 진공성형 공정의 경우 제품의 투영면적과 표면적 비율을 이용하여 성형 후 시트 두께를 고려하여 마스터 모델에 습셋을 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.

참고문헌

1. Palmer, A. and Colton, J., "Design Rules for Stereolithography Injection Molding Inserts,"

Proceedings of the ANTEC '99, Vol. 3, pp. 4002-4006, 1999.

2. Yarlagadda Pkdv, Christodoulou, P., Subramanian, VS, "Feasibility Studies on the Production of Electro-Discharge Machining Electrodes with Rapid Prototyping and the Electroforming Process," Journal of Materials Processing Technology, Vol. 89-90, pp. 231-237, 1999.

3. Paul Blake, "Investment Casting using FDM/ABS Rapid Prototyping Patterns," The Eighth International Conference on Rapid Prototyping Tokyo, Japan, Vol. 1, pp. 358-363, 2000.

4. Yang, H. J., Hwang, P. J., Lee, S. H., "A Study on Manufacturing Resin-based Blow Mold using SLS Parts and forming Prototype-car Parts," J. of the KSPE, Vol. 17, No. 7, pp. 124-131, 2000.

5. Hur, S. M., Lee, S. H., "Study on the Reconstruction of Skull Prototype using CT image and Laser Scanner," International Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 1, No. 1, pp. 146-151, 2000.

6. Serope Kalpakjian, Manufacturing Processes for Engineering Materials, Addison-wesley, pp. 573-575.

7. Joseph Paxton, "Benchmarking rapid tooling processes," Rapid prototyping & manufacturing 99 conference and exposition Rosemont Illinois, Vol. 3, pp. 591-603, 1999.

8. Eiji Inui, "PLT Rapid Prototyping, High Accuracy Modeling, and Tooling Applications," The Eighth International Conference on Rapid Prototyping Tokyo, Japan, Vol. 1, pp. 353-357, 2000.

9. Edward Scott, "Bringing Science to Mold-lfe Testing of Silicon RTVs by CARLOS," Rapid Prototyping & Manufacturing 99 Conference and Exposition Resemont Illinois, Vol. 2, pp. 395-409, 1999.

10. Choi, J. W., Yang, H. J., Lee, S. H., "A Study on Enhancement of Emotional Quality of Prototype-car," Fall Conference Proceeding of the KSPE, pp. 358-361, 2000.

11. Park, K. S., Lee, S. H., Yang, H. J., Choi, K. H., "A Study on the Manufacturing of Large Size Hollow Shape Parts for Prototype-Car using Rapid Prototyping Technology and Vacuum Molding," Fall Conference Proceeding of the KSPE, pp. 362-365, 2000.