

진공 다이캐스팅 공정을 이용한 마그네슘 합금 시트프레임의 개발

Development of Magnesium Seat Frames using the Vacuum Die Casting Process

신현우^{1,✉}, 한범석², 유형조³, 정현호⁴
Hyun Woo Shin^{1,✉}, Beom Suk Han², Hyung Jo Yoo³ and Hyun Ho Jung⁴

¹ 두원공대 메카트로닉스과 (Department of Mechatronics, Doowon Technical Univ.)

² 자동차부품연구원 (Korea Automotive Technology Institute)

³ 엠텍 (M. Tech)

⁴ 신창전기 (Shinchang Electrics Co., LTD.)

✉Corresponding author: hwshin@doowon.ac.kr, Tel: 019-240-7328

Manuscript received: 2008.9.16 / Revised: 2008.12.12 / Accepted: 2008.12.26

The vacuum die casting techniques can diminish the porosity of products and provide better surface appearance by the ordinary high pressure die casting process. The vacuum system can also reduce the cold laps in the die casting process and minimize the overflow pockets of the die. The vacuum system does not need high pressures to diecast compared to the ordinary die casting process, and so enables die casting of large parts for a given machine size. Parts made by the vacuum system have higher strength and more elongation than parts made by the ordinary die casting systems.

In this paper, we designed and produced the Magnesium seat frames using the vacuum die casting processes. The new Magnesium seat frame was designed to satisfy safety regulations. Some safety test procedures of the seat frame were simulated by the finite element method. We obtained 10% weight reduction by design modification of seat frames compared to the current model. Flow simulations were carried out to minimize the trial and error in producing the parts. The die casted parts using vacuum systems resulted in better mechanical characteristics and no defects compared to those without vacuum systems.

Key words : Vacuum Die Casting (진공 다이캐스팅), Magnesium Alloy (마그네슘 합금), Seat Frame (시트프레임), Safety Regulation (안전법규), Finite Element Method (유한요소법)

1. 서론

진공 다이캐스팅은 일반 다이캐스팅에서 나타나는 주조결함인 기공, 미 충전 등을 억제하여 고신뢰성이 요구되는 다이캐스팅 부품의 생산에 적용하는 공정으로서 주조하고자 하는 제품의 금형에 음압을 부하하여 용탕의 충전 효율 향상 및 용탕내부에 공기의 혼입을 최소화 할 수 있는 공정

이다.¹ 일반적으로 알루미늄이나 아연 등의 다이캐스팅에는 다양하게 적용되고 있으나² 마그네슘 다이캐스팅의 경우는 주변 인프라의 부족 및 다이캐스팅에 관한 요소기술의 보유정도가 취약하여 국내에는 그다지 많이 보급되지 못하고 있다. 즉, 마그네슘 다이캐스팅은 마그네슘의 뛰어난 용융성으로 인해 용탕이 진공시스템 내부로의 혼입을 제어할 수 있어야 하며 또한 금형의 최적 설계가 요구

되는 등 공정관리, 용탕관리, 설비관리 등 여러 가지 요소기술의 확보가 필요하다.³ 따라서 이상의 기반기술을 확보하면 결함이 적고 다양한 형상까지 생산할 수 있는 진공 다이캐스팅의 장점을 활용할 수 있다.

차량의 부품 중 시트는 전체 차량의 중량에 3~5%를 차지하고 있으며, 승객의 안전과 안락감을 좌우하는 매우 중요한 부품 중의 하나이다. 안락감을 위해서는 폼 재료의 특성 및 형상, 프레임의 강성 등이 관련되며, 안전성을 위해서는 시트프레임의 구조, Floor 고정 구조, Belt 고정 구조 등이 관련되어 있다. 또한 운전자의 체격이나 운전 조건에 적합하도록 Seat 상하, 전후의 움직임, 등받이의 각도 조절이 가능해야 하는 등 매우 복잡한 메커니즘을 가지고 있다.

연비 절감 등을 위한 차량의 중량 감소 측면에서도 단일 부품으로 중량이 큰 시트는 저 중량, 고 강성을 목표로 많은 연구의 대상^{4,6}이 되고 있으며 시트는 운전자의 안전에 직접적인 영향을 미치므로 안전에 대한 규제가 까다로운 편이다.

본 연구에서는 시트 프레임을 대상으로 재료로써는 경량 합금인 마그네슘 AM50A 을 사용하였고, 유한요소해석을 통하여 기존 시트프레임에 비하여 고강도, 저중량을 가진 시트프레임의 설계를 실현하였다. 그리고 이를 실제로 생산에 구현하기 위하여 유동해석을 실시하고 진공 다이캐스팅 공정을 적용하여 시험생산에 성공하였다.

2. 진공 다이캐스팅 공정

2.1 진공 다이캐스팅 특징

진공 다이캐스팅은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

(1) 주물의 건전성 확보

진공 다이캐스팅 시스템은 주조 시 용탕에 가해지는 압력뿐만 아니라 금형에 부여된 음압으로 용탕의 유동성을 향상시키고 기포의 강제 배출을 통해 제품의 주조 시 가장 많이 발생하는 충전 부족 현상을 방지하여 건전한 주물을 얻을 수 있다.

(2) 주조압력의 감소로 금형설비 및 주변장치의 수명 연장

진공 시스템을 사용하지 않는 다이캐스팅 방법은 용탕 내의 압축된 기체를 밀어내기 위해 보다 강한 주조압력을 요구하게 되고 이는 곧 설비에 무리를 주게 되어 수명을 단축한다. 즉, 진공 다이

캐스팅은 적은 압력(혹은 설비)으로 주조가 가능하므로 생산설비의 운영비용 절감과 작은 설비로 생산이 가능하므로 금형 수명이나, Plunger, Nozzle, Goose-neck, Ring 등 Spare parts의 수명도 연장시킴으로써 생산 비용을 절감할 수 있게 된다. 또한 낮은 압력으로 생산한 제품은 표면에 Burr, 수축, Blister 등의 발생을 방지함으로써 주조 후 공정 비용을 현저하게 삭감할 수 있다.

(3) 신 분야의 제품개발 가능

제품 내부 기포 결함의 감소는 제품의 밀도를 높이고, 물리적 성질을 향상시킨다. 이는 미지의 기능 부품에 대한 마그네슘 다이캐스팅의 적용이 가능하다는 것을 의미한다. 즉 높은 기밀성이 요구되는 자동차의 보안 부품이나 유, 공압 부품 등 내압 부품에 채용이 가능해지고, Nozzle 선단에 붙어있는 산화된 금속을 충분히 배출함으로써 제품의 표면정도/조도가 향상되어 도금, 도장, 용접, 열처리 등 열을 수반한 표면처리가 가능함으로써 외관부품의 채용을 보다 확산시킬 수 있다.

2.2 진공 다이캐스팅 시스템

진공 다이캐스팅 시스템을 구축하기 위한 설비의 구성을 그림 1 에 개략적으로 나타내었다. 진공 다이캐스팅 시스템은 그림 1 에 나타난 것처럼 일반 다이캐스팅 시스템에 금형 내 진공을 부여하기 위한 진공 펌프와 금형 내 진공 유지 및 흡기를 위한 진공밸브가 부착된다.

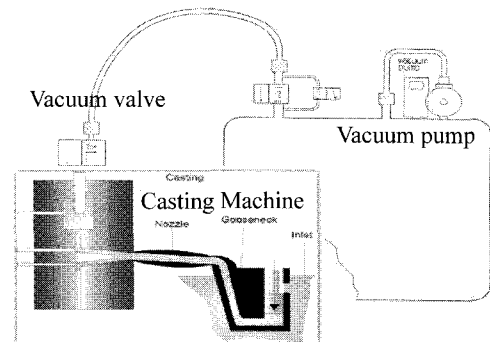


Fig. 1 Schematics of vacuum die casting system

진공 다이캐스팅은 그림 2 에 나타난 공정에 따라 진행된다. 즉 용탕의 주입 전에 진공 펌프를 작동시켜 금형의 내부를 진공화 하는 즉, 금형 내부에 음압을 부여하고 일정한 음압이 부여된 후 용탕을 주입한다. 용탕이 금형 내에 충분히 주입

되던 용탕의 펌프 내 혼입을 방지하기 위해 진공 밸브를 차단한다. 급형 내에 주입된 용탕의 응고에 따라 제품을 성형하고 이후 성형된 제품을 취출한 후 밸브를 점검하는 것으로 1 회 작업을 종료한다.

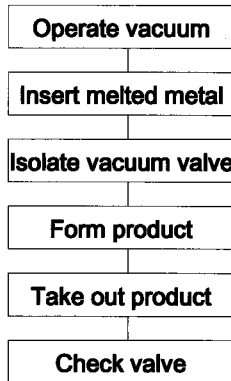


Fig. 2 Flow chart of vacuum die casting process

3. 시트프레임 강도해석

승용차용 시트가 갖추어야 할 성능은 강도, 편의성, 안락감 등 많은 항목이 있으나 시트 프레임 강도설계의 지침이 되는 전후방 하중 및 후방 모멘트에 대한 유한요소 해석을 실시하여 기존의 제품과 개선된 제품을 비교하였다.

3.1 시트프레임의 해석 방법

시트의 안전관련 주요시험에는 전후방하중 시험과 후방모멘트 시험의 두 가지가 있다. 전후방 하중 시험은 전후방으로 시트 자중의 20 배의 하중을 가할 때 시트의 변형이나 파손이 없어야 한다. 그림 3 에 전후방 하중시험의 형상을 나타내었다.

좌석의 후방 모멘트는 좌석의 착석 기준점 (Seating Reference Point)에 대하여 38kg · m 의 모멘트

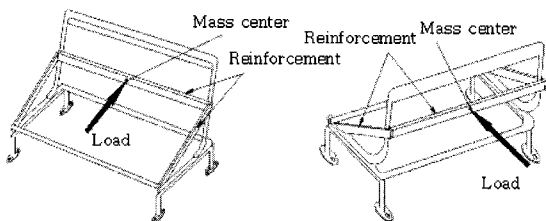


Fig. 3 Forward/Backward load test configuration of seat

를 발생시키는 힘을 후방으로 가하는 것으로 그림 4 에 나타내었다. 자동차 안전기준⁷에 의하면 38kg · m 의 모멘트에서 후방 변위가 102mm 를 초과하면 안 되는 것으로 되어있다.

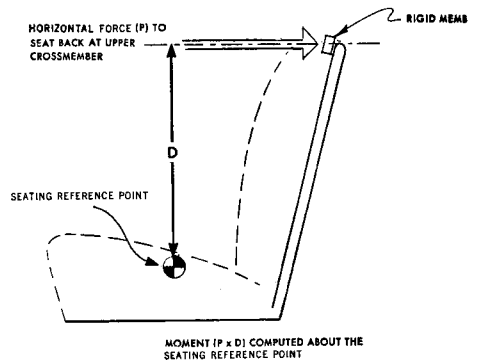


Fig. 4 Back moment test configuration of seat

본 연구의 대상이 되는 시트의 착석 기준점을 중심으로 계산하면 후방으로 89.5kgf 의 힘을 머리 지지대 연결 부위에 가하는 것이 된다. 따라서 해석에서는 10msec 에 100kgf 씩 힘을 증가하도록 하여 그 결과를 고찰하였다. 한편, 후방 충돌 대응을 위하여 약 350kgf 이상까지 하중을 가하여 파손되지 않으면 후방충돌에 대해 안전하다는 실험결과로부터 이 모델의 후방충돌 안전 여부를 500kgf 까지 하중을 증가시키면서 살펴보았다.

Seat frame 의 Back 및 Cushion 은 그림 5 와 같이 유한 요소로 모델링 되었다. 유한요소 모델은 절점 10550 개, 요소 11444 개로 이루어졌으며, 요소는 여러 가지 두께의 쉘 요소 11268 개, 강체요소 46 개, 빔 130 개로 나뉘어져 있다.

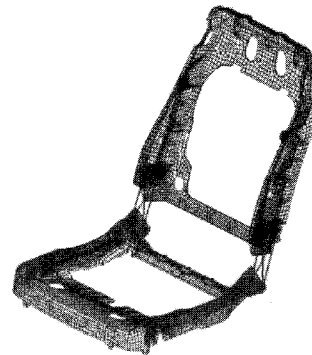


Fig. 5 Finite element model for seat frame analysis

리크라이너 부분은 강철제로 이루어져 있으며 거의 변형이 이루어지지 않는다는 가정 하에 강철제 빔으로 모델링 하였고, 플로어에 고정되는 Rail 부분도 강철제로 이루어져 있어 본 해석에서는 생략하였다. 유한요소 해석은 동적 탄소성 대변형이 가능한 상용 동적 해석 코드인 LS-DYNA 를 이용하였으며 준정적 해석을 수행하였다.

3.2 설계변경

현재 사용되고 있는 Seat frame 에 비하여 Seat back 과 Cushion frame 을 합하여 10%이상의 중량 감소를 목표로 하여 새로운 Mg 제 Seat Frame 을 설계하였다. 현 모델의 해석 결과를 바탕으로 응력이 집중되는 부분의 형상을 변경하여 응력을 분산시키고 두께의 조정, 불필요한 부분의 삭제 등을 통하여 중량을 감소시키며 현 모델에서 Mounting point, 연결 구조 등은 일치시키고, 외곽 간섭이 없는 모델을 설계하였다.

3.2.1 Seat back frame 의 설계 변경

Seat back frame 의 설계변경 내용은 그림 6 에서 보는 바와 같이 기본 두께를 2.5 mm 로부터 2.0 mm 로 감소시키고 현모델 해석결과로 보아 응력 집중이 많지 않았던 등받이 측면 부분의 수평 리브는 일부 삭제 또는 최소화시켰다. Seat back 과 Seat cushion 을 연결시키는 리크라이너와의 체결부분은 형상이 지나치게 복잡하여 진공 다이캐스팅 시 원활한 유동을 저해할 가능성이 있으므로 리브의 형태를 단순화시켰다. 불필요한 edge 부분은 삭제하여 용탕의 게이트 설계에 도움이 되도록 하였다.

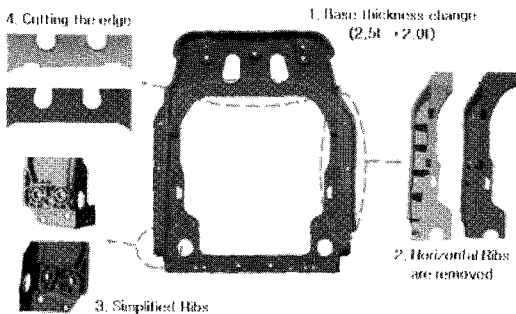


Fig. 6 Design modifications of seat back frame

3.2.2 Seat cushion frame 의 설계 변경

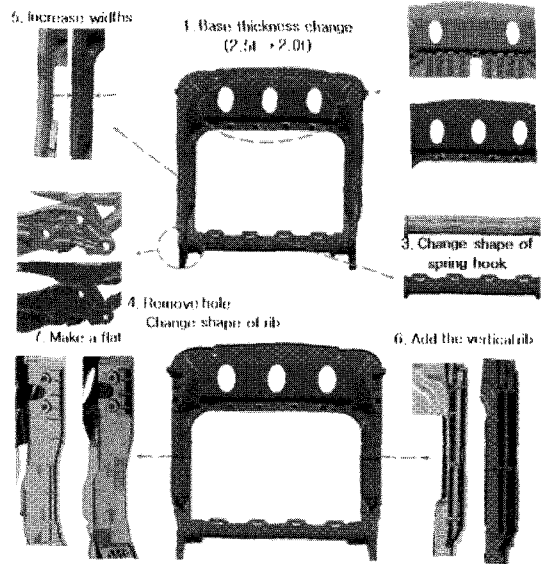


Fig. 7 Design modifications of seat cushion frame

그림 7 에 Cushion frame 의 설계변경 내용을 나타내었다. Seat back 과 마찬가지로 기본 두께를 2.5mm 로부터 2.0mm 로 바꾸고 현모델 해석 결과 응력이 주로 집중되던 양 측면 멤버의 폭을 증가시켜 응력 집중을 완화시키고 좀 더 큰 하중을 받을 수 있도록 하였다. 착석 시 Hip 의 하중을 지지하고 충돌 시 승객의 Hip 이 아래로 쏠리는 Submarine 현상을 방지하도록 스프링의 형태를 변경하고, 스프링을 거는 후크의 형태를 변경하여 단순화하였다. 또한 불필요한 구멍의 삭제 및 하중을 그다지 많이 받지 않는 부분의 살빼기용 구멍 추가 등을 통하여 중량을 가볍게 하였다. 리크라이너와 연결되는 부분에서 하중을 받지 않는 방향의 리브는 제거하여 단순화함으로써 다이캐스팅 시 재료의 유동이 원활하도록 설계하였다.

3.2.3 설계 변경에 따른 Seat frame 의 경량화 효과

표 1 에 기존 설계로부터 설계변경 전후의 중량의 변화를 나타내었다. 먼저 Seat back 의 경우 중량이 1,683g 으로부터 1,448g 으로 235g 이 감량되었으며 Seat cushion 의 경우 1,740g 으로부터 1,542g 으로 198g 이 감량되어 총 433g 의 중량이 감소되었다. 이것은 1 차의 설계에 비하여 중량이 12.6% 감소된 것이며, 하나의 차량에 2 개의 시트가 장착되는 것을 고려하면 1 차량 당 6.846kg 으로부터 5.980kg 으로 0.866kg 의 중량이 줄어든다는 것을

의미한다.

Table 1 Weight differences of seat frame before/after design modification

	Back(kg)	Cushion(kg)	weight/car
Present model	1.683	1.740	6.846
New model	1.448	1.542	5.980

3.3 설계변경된 시트프레임의 강도해석

3.3.1 전방 하중 해석

전방하중 시험은 좌석 중량의 20 배에 안전벨트 하중이 포함되나 이 부품에서는 벨트가 시트 레일에 마운트 되기 때문에 Seat frame 과는 관계가 없다. 따라서 좌석 중량 25.3kg 의 20 배에 해당하는 505kgf 의 힘을 좌석의 무게 중심부에서 전방으로 가하였다.

그림 8 에 최대 전방하중시 형상 변화 및 응력 분포를 나타내었다. 하중의 변화에 따라 조금은 전방으로 변위가 발생하나 그 크기는 약 3.5mm 에 불과하다. 최대 하중시 응력 분포는 132MPa 로써 항복응력 125MPa 보다 다소 크나 인장강도 210MPa 보다 매우 작고, 영구 변형량도 매우 작아 파손의 위험은 거의 없다고 할 수 있다. 또한 수정된 새 모델이 현재 모델보다 응력 집중이 완화되어 최대하중이 넘어도 파손이 일어날 가능성이 매우 낮을 것으로 판단된다.

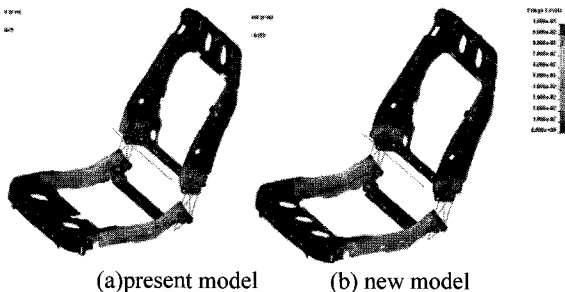


Fig. 8 Stress distributions at maximum forward load

그림 9 에 하중 변화에 따른 시트 상단부의 전방변위를 나타내었는데 그림에서 보는 바와 같이 설계변경 후의 전방변위가 더 작다는 것은 시트 프레임의 전방강도가 더욱 향상되었음을 나타내고 있다.

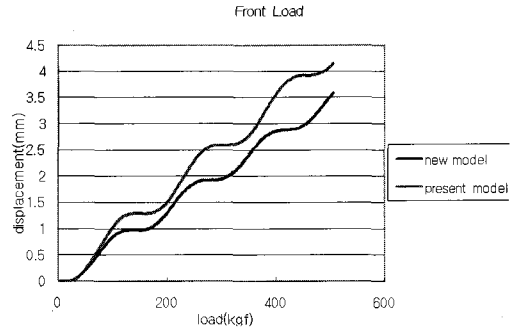


Fig. 9 Comparison of displacements under forward load

3.3.2 후방 하중 해석

후방 하중 시험은 좌석 중량의 20 배를 좌석의 무게중심에서 좌석의 후방으로 가하는 시험으로 해석에서도 전방하중과 마찬가지로의 505kgf 의 힘을 가하였다.

그림 10 에 후방 최대 하중 시 seat frame 의 형상 변화와 응력분포를 나타내었으며 그림 11 에서와 같이 후방으로의 변위는 4mm 정도에 불과하다. 최대 하중에서도 응력 최대값이 131MPa 이므로

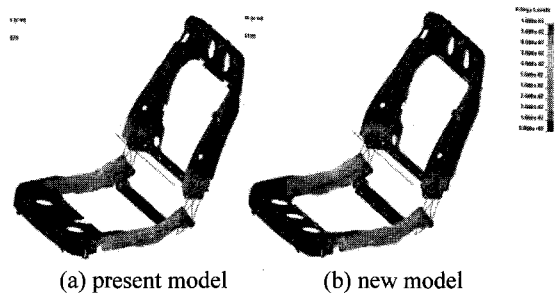


Fig. 10 Stress distributions at maximum backward load

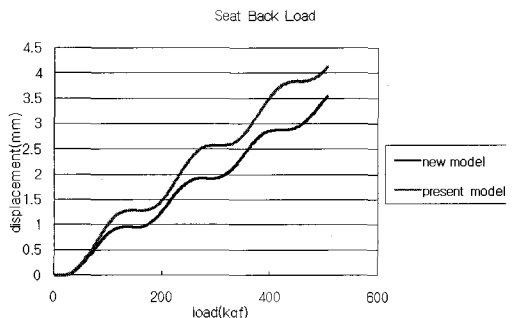


Fig. 11 Comparison of displacements under backward load

인장강도 210 MPa 에 미치지 못하며 소성변형도 미미하므로 파손의 가능성이 거의 없는 것으로 확인 되었다.

3.3.3 후방 모멘트 해석

자동차 안전기준에 의하면 후방모멘트 시험의 법적규정은 38kg·m 의 모멘트에서 후방 변위가 102mm 를 초과하면 안 되는 것으로 되어있다. 해석 결과 42.5kg·m 의 모멘트(시트상단 100kgf 의 후방하중) 시 5.7mm 정도의 변위가 발생하여 법규제치를 충분히 만족하는 것으로 나타났다. 한편, 후방 충돌 대응을 위하여 212kg·m(500kgf 후방하중)까지 모멘트를 증가시키면서 살펴보았다.

모멘트 212kgf·m 에서 그림 12 에서 보는 바와 같이 Seat cushion 의 사이드 멤버 뒤쪽 부근에서 응력의 최대치 154MPa 이 발생하며 항복응력을 초과한 수준이나 인장강도 210MPa 에는 미치지 못하고 있다.

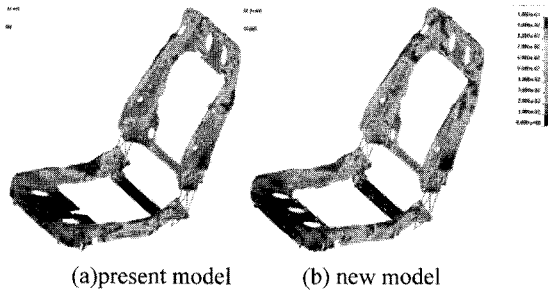


Fig. 12 Stress distributions at maximum back moment

최대응력의 크기는 기존 설계 Seat frame 과 비슷하나 응력이 분포된 형태를 보면 그림 12(a)의 기존 설계 모델의 경우 Seat back 보다는 Cushion 의 사이드 멤버 쪽에 응력이 집중되어 있는 반면, 설계 변경 모델의 경우는 그 부분의 응력이 완화되어 있는 것을 알 수 있다. 실제 시험 시 파단이 주로 이 부분에서 일어나는 것을 감안해 보면 2 차 설계 모델의 경우가 보다 견고한 모델이라 할 수 있다.

그림 13 에 기존 및 설계변경의 두 가지 모델의 후방 모멘트에 대한 후방변위를 나타내고 있다. Seat back 과 cushion 의 두께, 형상, 중량이 달라졌음에도 불구하고 후방모멘트에 의한 변위는 유사함을 알 수 있어 설계 변경된 모델이 기존 설계

모델에 비하여 상대적으로 우수하다는 것을 나타내고 있다.

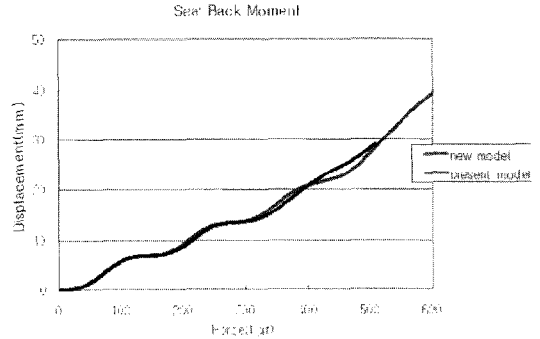


Fig. 13 Comparison of displacements under backward moment

4. 시트프레임 유동해석

4.1 주조방안 및 작업조건 설정

설계변경에 의해 준비된 Mg Seat frame 에 대해 유동해석을 실시하였다. 그림 14, 15 에서 보는 바와 같이 back frame 에 대하여 진공은 4 곳, cushion frame 에 대해서는 진공을 3 곳에 적용시켰으며, 가운데를 중심으로 적절하게 런너를 배치하였다.

표 2 에 주조 조건을 나타내었다. 마그네슘 재질은 AM50A 이고 주입온도는 695℃이다. 금형 재질은 SKD61 이고 금형의 초기온도는 seat back 의

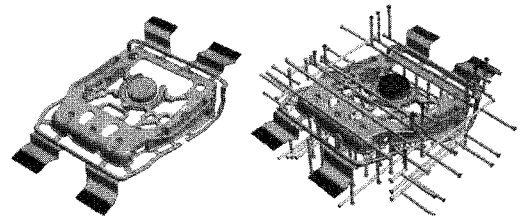


Fig. 14 Vacuum die casting setup of seat back

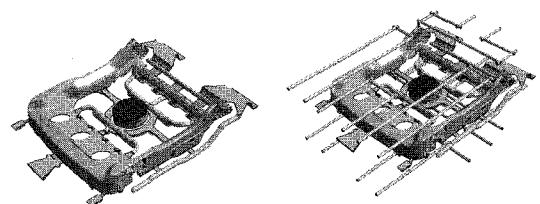


Fig. 15 Vacuum die casting setup of seat cushion

경우 285℃이고 seat cushion 의 경우 280℃이다. 플런저 직경은 110mm 이고 0.5m/sec~3.25m/sec 의 속도가 가능하다. 냉각 채널의 유량은 5.1l/min 이고 온도는 입력 측 75℃, 출력 측 80℃이다.

Table 2 Die casting conditions of Seat frame

	Item	Back frame	Cushion frame
product	material	AM50A	AM50A
	input temp.	695℃	695℃
die	material	SKD61	SKD61
	initial temp.	285℃	280℃
plunger	diameter	110mm	110mm
	velocity low/high	0.5/3.25m/s	0.5/3.25m/s
cooling channel	flow	5.1l/min	5.1l/min
	temp.(I/O)	75/80℃	75/80℃

4.2 충전과정 해석 및 산화물 분석

그림 16 에 seat back 의 충전과정을 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 약 62msec 에서 충진이 완료되었다.

Mg 합금의 경우 대기 중에 노출되었을 경우 급격한 산화피막을 형성한다. 이러한 산화피막이 제거되지 않고 제품 내로 혼입될 경우 기계적 성질이 감소한다. 또한 이러한 산화피막이 제품 표면으로 노출될 경우 도장이나 코팅과 같은 표면처리 품질이 저하된다. 따라서 진공을 적용하여 산화물 발생량 자체를 최소화 시켜주어야 하며, 에어벤트나 오버플로우를 적절히 설계하여 제품 외부로 배출 시켜 주어야 한다.

유동해석 소프트웨어 내의 산화물 추적 모듈을 사용하여 산화물의 발생 위치 및 용탕 충전에 따른 포집지역을 예측하여 제품의 품질을 예측하였으며 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + u_j \frac{\partial \phi}{\partial x_j} = S_\phi \quad (1)$$

ϕ = 단위체적당 산화물량(g/cm³)

S_ϕ = 공기 노출에 의한 산화물 발생량(g/cm³)

또한, Surface Defect(Fluid) 기능을 사용하여 용

탕이 대기 중에 노출됨에 따라 발생하는 산화물의 양을 예측하였고, Surface Defect(Solidification)를 사용하여 노출된 용탕의 온도변화에 따른 산화물의 양을 예측하였다. 그림 17 은 산화물 분포량과 위치를 나타낸 것이다.

그림 18 에 seat cushion 의 충전 과정을 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 약 81msec 에서 충진이 완료되었다. 그림 19 에 산화물 분포를 나

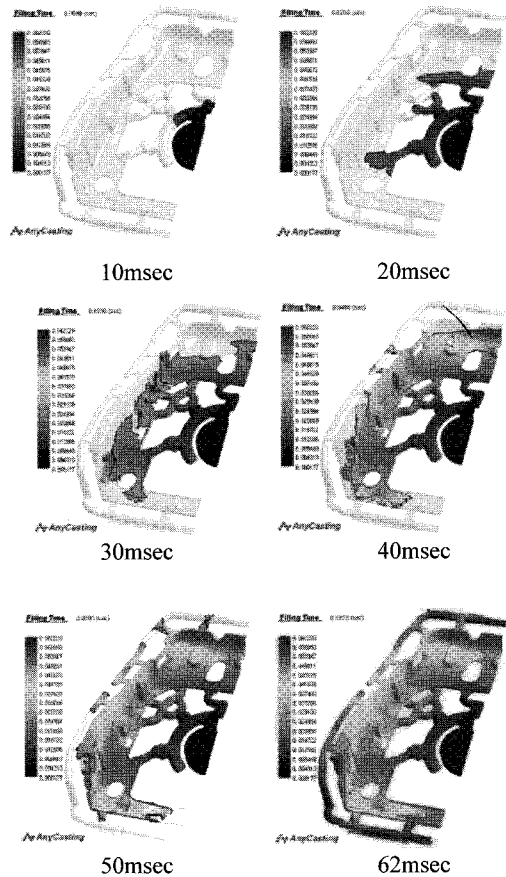


Fig. 16 Material filling procedure of seat back

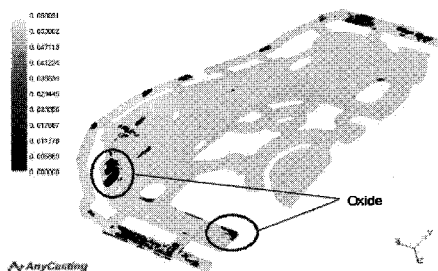


Fig.17 Oxide distribution of seat back

타내었으며 이를 바탕으로 하여 산화물의 발생을 최소화하도록 금형을 수정하였다.

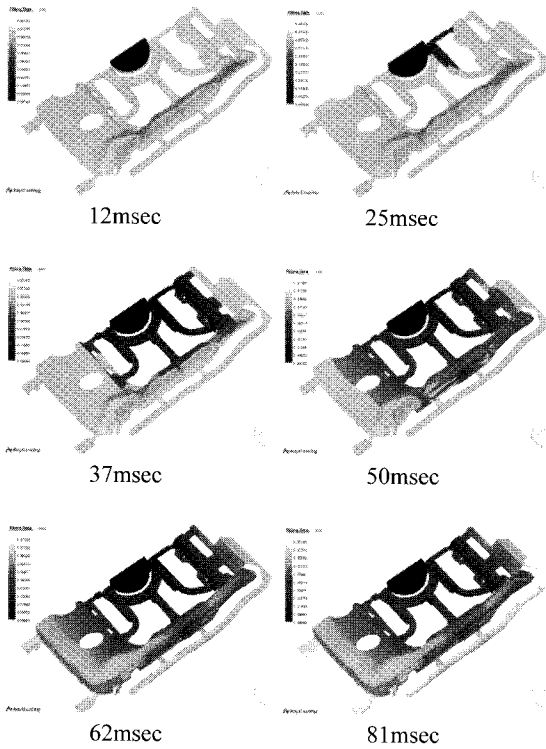


Fig. 18 Material filling procedure of seat cushion

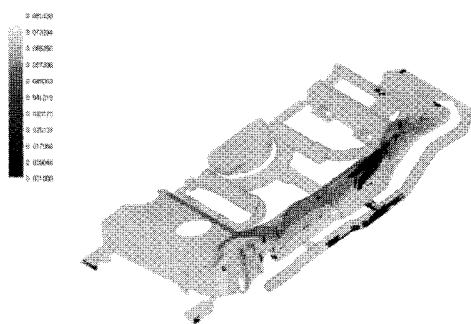


Fig.19 Oxide distribution of seat cushion

5. Mg seat frame 시작품 제작

5.1 Mg seat frame 제조 공정

Mg seat frame 의 강도 해석 및 유동 해석을 바탕으로 제품 설계 및 금형 설계를 완료하고 시작품을 제작하였다.

Mg seat frame 은 Back frame 및 Cushion frame 모

두 동일한 공정에 의해 제조되었다. 원 소재인 AM50A 소재를 준비, 예열 한 후 용해과정을 거쳐 다이캐스팅을 실시하였다. 다이캐스팅은 진공유지, 용탕주입으로 시작품의 형상을 제작, 취출하였다. 그림 20, 21 에 seat back frame 과 cushion frame 의 금형이 다이캐스팅 기계에 장착된 모습을 나타내었다.

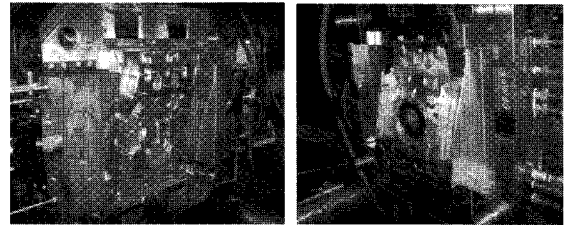


Fig. 20 Dies of seat back frame

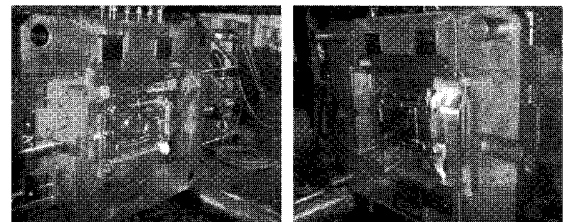
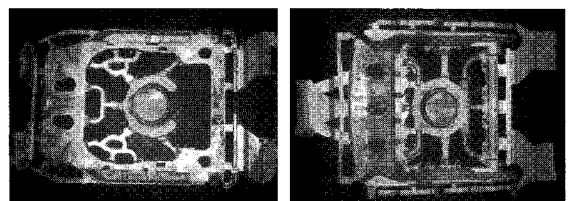


Fig. 21 Dies of seat cushion frame

이후 Trimming 작업과 사상 작업을 거쳐 불필요한 부분을 제거하였고 제작된 각각의 시제품에 대해 X-ray 를 통한 비파괴 검사를 실시하여 주조 건진성을 확인하였다. 그림 22 에 진공 다이캐스팅 공법으로 제작한 Seat frame 의 시작품 형상을 나타내었다.



(a) Seat back

(b) Seat cushion

Fig. 22 Product of seat frame

그림 23 은 진공을 사용하지 않은 상태에서 다이캐스팅 한 seat back 및 cushion frame 을 나타내고 있다. 진공을 사용하지 않은 상태에서도 미충진과 같은 결함은 발견되지 않았으나 국부적인 유동 불

량, 균열과 같은 결함이 발견되었다.

진공을 사용하여 다이캐스팅 한 시작품에 대해 불필요한 부분을 Trimming 및 사상 처리 한 후 상, 하, 좌, 우 방향에서 외관을 관찰한 결과 외관상

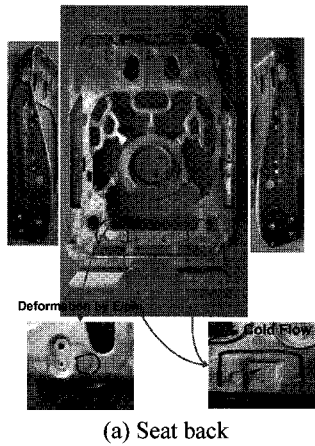
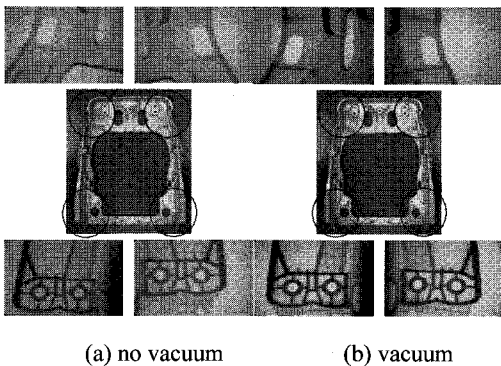
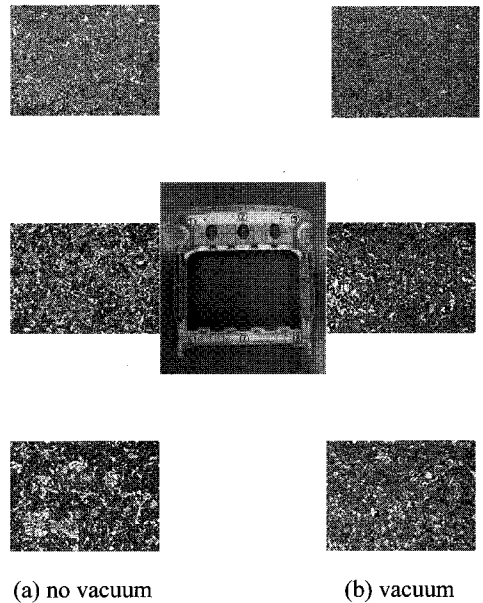


Fig. 23 Defects of Mg Seat frame (No vacuum process)



(a) no vacuum (b) vacuum
Fig. 24 X-ray photos of Mg Seat back frame

결함이 전혀 발견되지 않아 진공을 사용함에 따라 용탕의 사출속도가 상대적으로 빠르고 이로 인해 용탕의 유동성 및 충전성을 향상시켜 건전한 시작품이 얻어진 것으로 판단된다. 그림 24, 25 에서 보는 바와 같이 시작품의 비파괴 검사 및 미세구조를 관찰한 결과, 보다 확실히 구분됨을 알 수 있었다.



(a) no vacuum (b) vacuum
Fig. 25 Microstructure of Mg Seat cushion frame

6. 결론

자동차 부품 중 단일 부품으로는 중량이 크고, 정밀하고 안전한 설계가 요구되는 Seat frame 에 대하여 설계 변경을 수행하고 강도해석, 주조해석을 수행한 후 시작품을 제작, 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 마그네슘 Seat back 및 Seat cushion frame 에 대하여 설계 및 수정 보안을 통해 기존 마그네슘 Seat frame 대비 10%이상 경량화된 모델을 설계하였다. 설계된 seat frame 에 대하여 유한요소법을 이용한 비선형 탄소성 해석을 수행한 결과 Seat frame 의 강도가 안전관련 국내의 법규를 만족한다는 것을 확인하였다.

2) 유동해석을 통하여 충전 양상 및 응고 해석을 수행하였고 이를 통하여 기포 고립이나 산화물 발생가능 구역을 예측하였다. 이러한 해석 결과를

금형 제작에 반영하여 오버 플로우나 에어 벤트를 최소화하고 게이트의 방향이나 형상을 최적화하였다.

3) 마그네슘 합금(AM50A)을 이용하여 Seat back 및 cushion frame 시작품을 제작하였고 미세구조 분석 및 비파괴 분석을 통하여 진공 시스템의 적용 유, 무에 따른 구조 건전성을 평가하였다. 시작품의 미세구조 분석 결과 진공시스템을 적용하지 않은 시작품의 경우 기포와 수축 및 균열 등의 결함이 발견되었으나 진공시스템을 적용한 경우 결함이 없는 건전한 구조품을 얻을 수 있었다.

Land, Transport and Maritime Affairs, Korea

후 기

본 연구는 지식경제부 산업기술개발사업의 과제로 이루어졌으며 이에 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

1. Hu, B., Xiong, S., Murakami, M., Matsumoto, Y. and Ikeda, S., "Experimental Study of Vacuum Die Casting Process of AZ91D Magnesium Alloy," International Symposium on Magnesium Technology, pp. 51-56, 2006.
2. Lee, T. W., Suh, B. K., Lee, D. M. and Lee, C. H., "Microstructure and Mechanical Properties of Die Cast SiCp/Al Alloy Composite," J. of Korean Inst. of Met. and Mater., Vol. 35, No. 3, pp. 359-367, 1997.
3. Kim, S. H., "A Study on the Die Casting of Mg-9Al-1Zn Alloy for Airbag Case," J. of KSPE, Vol. 19, No. 10, pp. 77-83, 2002.
4. Lim, J. M. and Jang, I. S., "The Strength Analysis of Passenger Car Seat Frame," Transactions of KSAE, Vol. 11, No. 6, pp. 205-212, 2003.
5. Kim, B. K., Kim, M. S., Kim, B. J. and Heo, S. J., "Optimal Design of the Passenger Vehicle Aluminum Seat for Weight Reduction and Durability Performance Improvement," Transactions of KSAE, Vol. 13, No. 3, pp. 58-63, 2005.
6. Song, M. J., Lee, J. J., Ko, B. S. and Shin, M. K., "The Study of Optimization of Car Seat considering the safety of passengers," Proceedings of KSAE Fall Conference, Vol. 2, pp. 1092-1097, 2006.
7. Detailed Regulation for the Application of law, Regulation of Vehicle Safety Standard, Ministry of