한국소성가공학회 2006년도 춘계학술대회 논문집 pp. 292~294

자동차용 경량 알루미늄 서브프레임 개발

권태우[1#] · 김종철[1] · 전진화[1] · 장계원[2] · 이우식[2]

Development of Aluminum Subframe for Automobile

T. W. Kwon, J. C. Kim, J. H. Jeon, G. W. Jang and W. S. Lee

Abstract

The aluminum Subframe for automobile chassis part was developed using hybrid process, i.e. extruforming, press stamping and MIG welding. To achieve a 30 % weight reduction compared with convensional steel subframe keeping satisfactory performance, the design of cross-section of extruforming part was introduced, then forming simulation was performed and the final design was determined. In addition, we tried to estibilish optimun aluminum welding conditions for good penetration depth and few pore defact, finally the prototype of aluminum subframe was assembled using MIG welding method. Furthermore, we will adapt this technology to mass production and apply to the other chassis parts.

Key Words : Aluminum Hybrid Subframe, Extruforming Process, Aluminum MIG Welding

1. 서 론

자동차 현가 부품은 차량의 승차감 및 외부 충돌에 의한 안전성 확보 그리고 주행 차량의 조정안정성을 담당하는 주요 보안 부품으로써, 현재 다른 부품에 비해 경량화가 느리게 진행되고 있다. 반면 현가 부품의 경량화는 차체를 비롯한 sprung mass 의 경량화에 비해 연비 향상 측면에서 약 2 ~ 3 배의 효과를 얻을 수 있기 때문에 이 부품에 대한 경량화 요구는 지속적으로 증대되고 있는 실정이다. 이와 같이 경량 자동차 서브프레임 개발 요구에 대해 본 연구에서는 공정비가 저렴하고 생산성이 우수하며, 동시에 단면설계의 자유도가 높은 장점을 가진 압출성형과 판재 성형의 복합공법을 적용한 알루미늄 서브프레임을 개발하고자 하였다.

2. 알루미늄 서브프레임 제품 설계

2.1 압출단면 설계

경량 알루미늄 서브프레임 제품의 설계를 위하여 프론트멤버와 리어멤버에 압출성형공법을 선정하였고 사이드멤버와 기타 브라켓부품은 판재성형공법을 선정하였다. 이러한 성형공법 선정을 위해 기존의 Steel 사양으로 설계된 제품의 단면구조를 분석하였고, 그 결과 프론트멤버와 리어멤버의 경우 단면 변화 폭이 크질 않아 압출재의 적용이 가능한 것으로 판단이 되었으며, 반면 사이드멤버의 경우 상하 및 좌우 단면 변화 폭이 크고 또한 압출재의 경우 초기 압출시 결정된 단면형상에서 단면폭의 자유도가 크지 않으므로 알루미늄 판재 성형 공법을 적용하여 서브프레임 설계를 실시하였다. 1 차 설계 결과, 목표 경량화율 달성이 미흡하였고, 경량화율 증대를 위하여 압출단면의 최적화 설계가 요구되었다. 압출재의 설계형상을 결정하기 위하여 우선 휨강성을 고려하여 다양한 형상의 압출 단면을 설계하였으며, 그림 1 에 최종 단면 형상을 나타내었다.

1. 화신기술연구소
2. 현대모비스
권태우: 화신기술연구소, E-mail: hsd339@chol.com

2. 2 경량 알루미늄 서브프레임 설계

알루미늄 서브프레임 제품의 경량화 향상을 위하여 앞서 기술한 바와 같이 압출단면 설계 방안에 대한 최적 경량화 설계를 확립하고자 하였으며, 그림 2 에 최종 중량 및 경량화율을 나타내었다. 1 차 설계안과 비교해 제품의 전체적인 형상은 변화가 없지만 경량화율은 목표했던 30% 이상을 달성할 수 있었다.

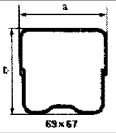
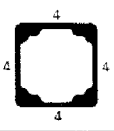
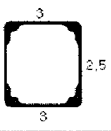
구분	Steel사양	알루미늄 사양	
		1차 설계안	2차 설계안
단면형상			
단면적 (mm^2)	528	1491	894
단품예상중량 (g)	3,546	4,014	2,408
휨강성 (EI:kgf×mm)	7.8(I1) 7.1(I2) 14.9(I3)	6.2 6.7 12.9	4.1 4.5 8.5
비고		강성우리	중량절감우리

Fig. 1 Comparison cross-section between steel and aluminum subframe.

구분	Steel사양	알루미늄 사양	
		1차 설계안	2차 설계안
설계 형상			
재질	SAPH370	- 압출성형품(프론트/리어 멤버) : 6XXX계 - 판재성형품(사이드 멤버/브라켓트) : 5XXX계	
중량	14.9 kg	11.5 kg	9.2 kg
경량화율	-	23 %	38 %

Fig. 2 Result of aluminum Subframe design

2.3 알루미늄 서브프레임 구조해석

알루미늄 복합성형공법이 적용된 서브프레임의 1, 2 차 설계 모델에 대한 고유진동수 및 구조해석을 실시하였다. 본 해석에서의 경계조건은 Bush Pipe 전체와 Hard Point 전체를 RBE2 로 연결하였고, Mount Hard Point 에 123 자유도를 구속하였다. 그림 3 에서는 Steel 사양과 알루미늄 서브프레임의

구분		Steel 사양	알루미늄 사양	
			1차 설계 결과	2차 설계 결과
형상				
고유진동 (free-free) [Hz]	1st	126.0	145.0	**146.0**
	2nd	220.7	261.2	**258.9**
	3rd	244.2	301.4	**315.4**
	4th	312.1	333.0	**331.9**
응력값 (von-mises) [kgf/mm^2]	Main Member 응력부 기준			
	1G Braking	18.8	12.3	**11.6**
	1G Cornering	39.6	11.6	**11.1**
	3G Bumping	24.8	11.0	**10.4**

Fig. 3 Comparison of natural frequency and maximum stress between steel and Al Subframe.

1, 2 차 설계 모델에 대한 구조해석 결과값을 나타내고 있다. 고유진동수의 경우 알루미늄 사양이 스틸 사양보다 높게 나타났으며, 동일 알루미늄 사양의 경우 설계중량과 관계없이 유사한 값을 나타내었다. 그리고, 차량의 주행조건별 하중에 따른 응력값의 경우 모든 조건에서 알루미늄 2 차 설계안이 1 차 설계안보다 낮은 값을 나타냄을 알 수 있다.

3. 경량 알루미늄 서브프레임 시제품 제작

3.1 용접조건 설정

본 연구에서 개발하고자 하는 알루미늄 서브프레임의 형상과 각각의 구성부품의 소재 및 용접부에 대한 정의를 그림 4 에 나타내었다. 제품을 구성하는 합금은 압출소재인 A6000 계 T6 재와 판재소재인 A5000 계 O 재이다. 본 연구에서는 동종 소재인 A5000 계 O 재의 용접특성을 평가하고, 동시에 이종재료인 A6000 계 T6 재와 A5000 계 O 재간의 용접특성도 함께 평가하였다.

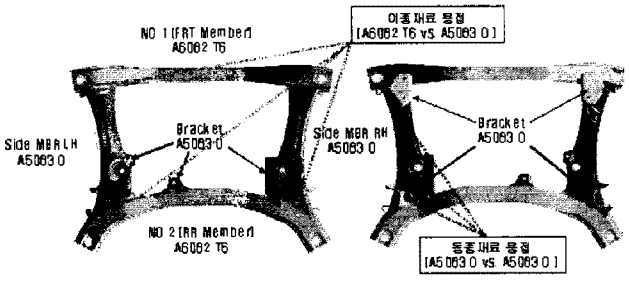


Fig. 4 Aluminum alloy of Subframe and welding condition

3.2 시제품 제작

본 연구에서는 알루미늄 전용 용접로봇으로 용접 전류와 속도에 대한 편차를 최소화하였으며, 동시에 다양한 티칭 조건에서 얻은 시제품의 용접부 비드 형상과 용입 깊이 등을 평가하여 적정 조건을 찾고자 하였다. 그림 5, 6 에서는 본 연구의 시제품 제작을 위한 로봇 용접 설비 및 지그와 시제품 형상을 보여주고 있다.

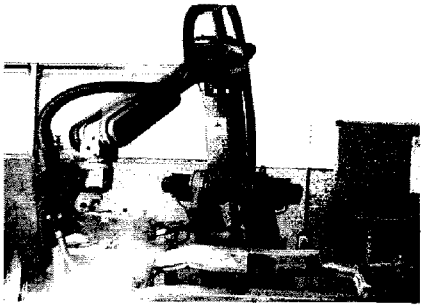


Fig.5 Aluminum welding robot and jig

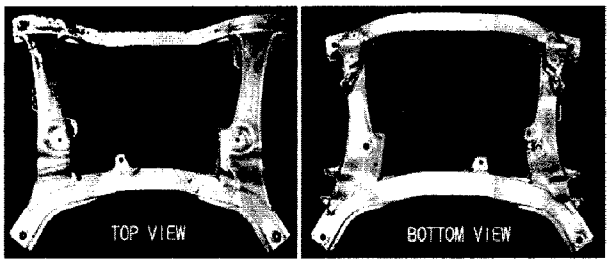


Fig. 6 Prototyping of Aluminum subframe

후 기

본 연구는 산업자원부에서 시행한 부품·소재기술개발사업으로 진행된 결과이며, 이에 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참 고 문 헌

[1] N.R. Mandal, 2002, Aluminum Welding, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England, pp. 1 ~ 19.

[2] T. Luijendijk, 2000, Welding of dissimilar aluminum alloys, J. Mat. Processing Technology 103, pp. 29~35.