

# 복합성형공법 적용 경량 알루미늄 서브프레임 개발

권태우<sup>1</sup> · 박병철<sup>1</sup> · 장계원<sup>2</sup> · 이우식<sup>2</sup>

## Development of Light weight Aluminum Subframe using Hybrid forming process

T. W. Kwon, B. C. Park, G. W. Jang and W. S. Lee

### Abstract

The light weight 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 conventional 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 establish optimum aluminum welding conditions for good penetration depth and few pore defect, finally the prototype of aluminum subframe was assembled using MIG welding method.

**Key Words** : Aluminum subframe, Hybrid process, Extruforming, Press stamping, MIG Welding

### 1. 서론

자동차 현가 부품은 차량의 승차감 및 외부 충돌에 의한 안전성 확보 그리고 주행 차량의 조정 안정성을 담당하는 주요 보안 부품으로써, 현재 다른 부품에 비해 경량화가 느리게 진행되고 있다. 반면 현가 부품의 경량화는 차체를 비롯한 sprung mass의 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

압출품에 대한 최적 단면설계 방향을 설정하기 위해 압출품의 성형성을 반영하였다. 압출금형에서 비틀림, 코어 유동 등과 같은 품질문제를 사전에 방지하기 위해 관리공차 설정과 최소두께 설정 및 벤딩 형상 등이 고려되었다. 또한 1, 2 차 설계안 후 3 차 알루미늄 서브프레임의 설계 기준을 결정하기 위하여 다음의 주요 항목을 고려하였다. 첫째로 충돌성능을 만족시키기 위하여 프론트 마운트부에 압출재를 적용하였으며, 둘째로 압출재로 구성된 리어 멤버가 직선화가 되면서 상대부품인 컨트롤 암(Control Arm)을 장착하는 구조로서 컨트롤 암으로부터 전해오는 횡력에 대한 강성을 확보하였다. 3 차 시제 서브프레임의 설계 기준은 최적화된 압출재를 확대 적용하면서 제품 중량을 줄이고 내구성 및 충돌성능을 향상시키기 위하여 검토되었다. 각 압출품에 대한 단면 구조는 그림 1과 같다.

1. 화신기술연구소  
2. 현대모비스

	압출성형 적용 부품	압출 단면 형상			
		1차 모델		2차 모델 (1차면 두께 감소)	
1차/2차 모델					
3차 모델					

Fig. 1 Comparison cross-section of aluminum subframe

## 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, 2 차 설계안의 경우 형상적으로 큰 변화없이 압출단면 변화만으로 경량화 효과를 증대할 수 있었다. 3 차 시제 서브프레임의 경우 설계 레이아웃 및 차체 체결 방식이 변경되어 제품 형상이 대폭 변경되었다. 충돌성능 및 NVH 개선 등과 같은 차량에서 요구되는 성능을 만족시키기 위해 차량의 정면 충돌시 큰 하중이 부가되는 프론트 바디 마운팅(Front body mounting) 부품에 압출재를 적용하였으며, 프론트 멤버의 압출 단면을 증대시켜 정면 충돌 성능을 향상시켰다. 1, 2 차 설계안과 비교시 압출공법의 부품이 많이 적용되었다. 1, 2 차 시제의 압출재에서의 내측 리브구조가 3 차 시제에는 적용되지 않음에도 다각형 폐단면으로 이루어진 압출부재가 가지는 강성만으로도 해당 내구목표를 확보하는데 만족하였다.

	Steel시상	Aluminum시상		
		1차 모델	2차 모델	3차 모델
설계 형상				
적용 소재	SAPH 370	압출 성형 : 시 2800계 연재 성형 : 시 5000계		
총중량(kg)	14.9	11.5	9.1	9.6
경량화율	-	22.8 %	38.9 %	35.6 %
특징	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 3차 모델 : 4점 체결</li> <li>· 압출성형 적용 부재 증가</li> <li>· 공명파 억제 효과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 3차 모델 : 6점 체결</li> <li>· (FR) MTR 적용</li> <li>· (RR) MBR 적용</li> <li>· 공명파 억제 효과</li> <li>· 공명파 억제 효과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 3차 모델 : 6점 체결</li> <li>· (RR) MBR 적용</li> <li>· 공명파 억제 효과</li> <li>· 공명파 억제 효과</li> </ul>

Fig. 2 Result of aluminum Subframe design

## 3. 경량 알루미늄 서브프레임 시제품 제작

### 3.1 용접조건 설정

본 연구에서 개발하고자 하는 알루미늄 서브프레임의 형상과 각각의 구성부품의 소재 및 성형 공법을 그림 4 에 나타내었다. 알루미늄 전용 서브프레임을 구성하는 합금은 프론트와 리어 멤버 및 사이드 멤버 등의 소재로 사용된 압출 A6082 T6 재와 센터 마운팅 브라켓 및 보강재에 적용된 판재 A5083 O 재가 사용되었다. 본 연구에서는 동종 소재인 A5083 O 재의 용접특성을 평가하고, 동시에 이종재료인 A6082 T6 재와 A5083 O 재간의 용접특성도 함께 평가하였다.

개략도	NO.	Part name	성형공법
	1.	SIDE MBR FR L/RH	6082-T6 압출
	2.	SIDE MBR RR L/RH	
	3.	BRKT ENG MTG L/RH	
	4.	BRKT BODY MTG L/RH	5083-O
	5.	BRKT CTR MTG L/RH	
	6.	BRKT LFR L/RH	PRESS 성형
	7.	BRKT STAB L/RH	
	8.	REINF FR MTG L/RH	6082-T6 압출
	9.	FR MBR	
	10.	RR MBR	5083-O Press 성형
	11.	BRKT STRG CTR	

Fig. 4 Al alloy and forming process of Subframe

### 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 찾아가 하였다. 특히 알루미늄 용접에 있어 용접자세는 양산에 적용 가능한 내구성을 확보하기위해서 무엇보다 중요한 인자이다. 이를 확보하기 그림 5 에 나타낸 용접 지그를 이용하여 시제품 제작을 실시하였으며, 본 연구의 시제품 제작을 위한 로봇 용접 설비 및 지그와 시제품 형상을 보여주고 있다.







	1, 2차 시제품	3차 시제품	
		Sub-assy	Main-assy
용접 JIG 제작			
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 예전의 JIG에서 용접 작업</li> <li>• 용접 열원의 고</li> <li>• 제동 지수 조절도 해당 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sub공정과 Main 공적으로 분리</li> <li>• 용접 열원의 최소화 가능</li> <li>• 용접지대 별도 유지</li> <li>• 제동 지수 조절도 연상 가능</li> </ul>	
시제품 영상			
	1, 2차 시제품 영상 중첩	TOP VIEW	BOTTOM VIEW

Fig.5 Aluminum welding robot and jig

## 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.