

# 고강도 열연 강판 적용 단판형 로어암

김대용<sup>1, #</sup>, 오승택<sup>1</sup>, 윤치상<sup>1</sup>, 한도석<sup>1</sup>

## 1-Piece Typed Lower Control Arm Using High Strength Hot Rolled Steel Sheet

D. Kim, S.T. Oh, C. Yoon, D.S. Han

### Abstract

As one way of weight saving of the vehicle, 1-piece typed lower control arm has been developed using high strength hot rolled steel sheet. In order to overcome the edge splitting problem during edge flanging or burring process, HER (hole expansion ratio) value of steel sheet was primarily considered. The strength grade of steel sheet and the shape were optimized utilizing Taguchi method.

**Key Words** : High Strength Hot Rolled Steel Sheet, Lower Control Arm, Hole Expansion Ratio, Taguchi Method

### 1. 서론

자동차 경량화 노력의 일환으로 현가 부품에 55~60 kgf 급 고강도 열연 강판의 사용이 점차 늘어나고 있는 추세이며, 이는 현가 부품의 20%의 경량화는 차체 중량의 10% 경량화 효과를 얻을 수 있다고 알려져 있어[1] 그 중요성이 크다고 할 수 있다. 프론트 로어 컨트롤 암(이하 로어암)은 엔진서브프레임과 너클을 연결하는 부품으로 주로 위, 아래 강판을 프레스 가공한 후 폐단면을 가지는 박스형태로 용접하여 제작된다. 이는 그 제작이 용이하고 가격이 저렴한 강점을 가진 반면, 용접 중 열변형에 의한 내구 특성 저하, 폐단면 형상에 의한 내부 도장 어려움 등의 단점을 수반한다. 최근 해외 소형 차종에 대해서 그림 1과 같은 개단면 형상을 갖는 단판형 로어암[2]의 적용이 증가되고 있는 추세이다. 단판형 로어암은 박스형 로어암 대비 강성 및 강도에는 불리하나, 용접라인의 대폭 축소로 내구 품질이 향상될 뿐만 아니라, 내부 도장 문제가 전혀 없고 아울러 경량화 및 원가절감을 할 수 있는 장점이 있다. 물론 불리한 강성은 두께나 형상 최적화를 통하여, 강도는 고강도 강판의 적용으로 극복 가능하

다. 본 연구를 통하여 55kgf-60kgf 급 고강도 열연 강판을 적용한 단판형 로어암이 제작 되었다. 소재 강도 선정 및 형상 최적화를 위하여 다구찌 방법이 사용되었다.

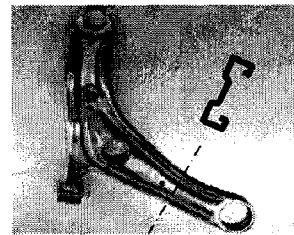


Fig. 1 Example of 1-piece lower control arm

### 2. 소재 선정

개단면의 단판형 로어암은 폐단면의 박스형 로어암 보다 좌굴 강도가 취약하므로 이를 극복하기 위해서 기존의 38kgf급 소재를 55kgf~60kgf 급 이상 소재로 대체하였다. 또한 단판형 로어암의 성형 공정에서 중요하게 고려되어야 하는 모서리부의 블랜징 공정과 부쉬 장착부의 버링 공정에서의 모서리 파손을 방지하기 위해서 스트레치성 뿐만 아니라 구멍확장성이 우수한 소재가 우선적으로 고려되었다.

1. 현대자동차 금속재료연구팀  
# 교신저자: 현대자동차 금속재료연구팀,  
E-mail: daeyong.kim@hyundai-motor.com

일반적으로 구멍확장성은 소재의 HER (Hole Expansion Ratio) 값으로 유추 가능하다[3]. 따라서 본 연구에서는 Table 1에 제시된 55kgf-60kgf 급 이상 소재 중 HER (Hole Expansion Ratio)가 우수한 소재들이 로어암 제작을 위해서 선정되었다.

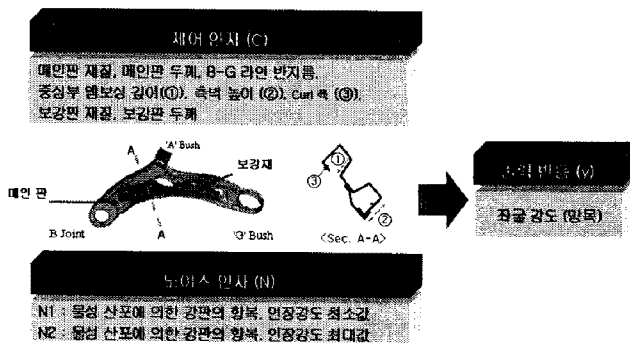
**Table 1 Comparison of material properties**

Materials	YS (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	HER (%)
Steel A	477	571	25	83.5
Steel B	519	605	23	99.9
Steel C	417	643	28	57.8

### 3. 형상 최적화

#### 3.1 최적화 방법

DFSS (Design For Six Sigma) 프로세스를 이용하여 단판형 로어암 개발이 추진되었으며, 소재 강도 및 형상 최적화를 위하여 다구찌 방법이 이용되었다. 그림 2는 다구찌 방법에서 최적화 전략인 p-diagram을 보여준다. 제어인자로서 소재는 55kgf 급과 60kgf급 고강도 열연 강판이 동시에 고려되었고, 형상은 단면 형상 인자가 주로 고려되었다. 노이즈 인자는 생산된 소재의 제조 산포로 선정하였으며, 출력인자로는 로어암 단품 평가 중 하나인 좌굴 시험에서의 좌굴 강도로 설정하였다. 최적화 특성은 좌굴 강도 4G를 목표값으로 삼는 망목특성으로 하였다. 최적화 사양을 결정하기 위한 평가는  $L_{18}$  직교좌표계를 이용하여 좌굴 해석을 통하여 수행되었는데, 해석을 위해서는 범용 프로그램인 ABAQUS[4]가 사용되었다.



**Fig. 2 P-diagram for Taguchi method**

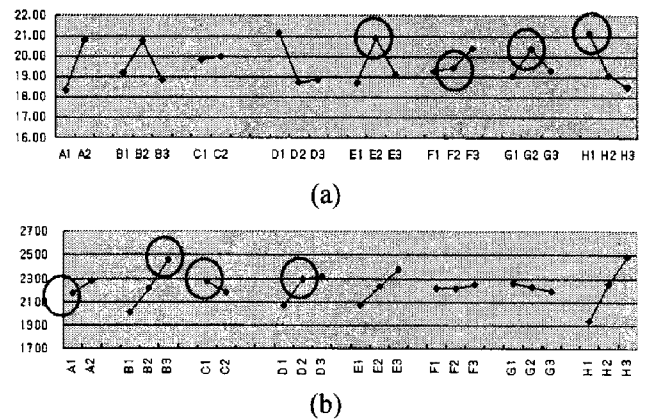
#### 3.2 최적화 결과

최적화 수행 결과 그림 3과 같은 각 조건에 따

른 S/N비 및 평균값의 반응그래프를 나타낸다. 경량화 및 제조 원가를 고려하여 인자 간의 trade off를 수행하여 최종 소재 강도, 두께, 형상을 선정하였다. 선정된 최적화 사양은 성형해석을 통하여 제품 성형 가능성을 확인한 후 제품을 제작하였다. 최종 제작된 제품은 좌굴 시험 및 내구 시험 항목을 비롯한 로어암 단품 시험 조건들을 만족하였다.

### 4. 결론

경량화 목적으로 단판형 로어암을 개발하였다. 요구 강도를 만족시키기 위하여 고강도 열연 강판을 적용하였으며, 아울러 성형성 확보를 위하여 구멍확장성이 우수한 소재를 도입하였다. 소재 강도 선정 및 형상 최적화를 위하여 다구찌 방법을 사용하였다. 단판형 로어암 개발함으로써 기존 박스형 로어암 대비 경량화 7% 및 원가 절감 10%의 효과를 얻을 수 있었다.



**Fig. 3 Selection of the optimum parameter based on (a) S/N ratio (b) mean**

### 참고 문헌

[1] 이정환, 2006, Al 합금 컨트롤 암의 제조 공정 비교연구, 한국소성가공학회 추계학술대회 논문집, pp. 49~52.  
 [2] Y. Kato, K. Imaizumi, 1999, Suspension arm, US Patent No. 5992867  
 [3] X. M. Chen, P.M. McKune, D.G. Prince, 2003, Automotive applications of stretch flange high strength steel, SAE Technical Report 2003-01-0690  
 [4] ABAQUS, 2005. User's manual for version 6.5, HSK Inc.