

## 고강도 열연강판의 경량 자동차 샤시부품 개발

김종철<sup>1</sup>\*, 권태우<sup>1</sup>, 전진화<sup>1</sup>, 손경선<sup>2</sup>

### Application Technology of high strength hot-rolled steels for automotive lightweight chassis parts

J. C. Kim, T. W. Kwon, J. H. Jeon

#### Abstract

For application of advanced high strength hot-rolled steels (i.e. DP590, DP780) to automotive lightweight chassis parts, various technologies from design to forming test, optimization of welding condition and investigation of coating properties were tried. The target part of this study was automotive rear sub frame and we could make 16.8 % weight reduction by reducing the material thickness and optimizing the design. In addition, the formability and weldability of the newly developed AHSS, DP780, were evaluated.

**Key Words** : Advanced high strength hot-rolled steel, Automotive chassis part, Weight reduction, Formability, Weldability

#### 1. 서론

차량 배기가스에 의한 대기오염 및 지구 온난화 방지를 위한 다양한 방안들이 국내 자동차 업계뿐만 아니라 소재 업체에서도 모색되고 있다. 이러한 방안에서 큰 비중을 차지하는 자동차 경량화는 비단 환경적 측면뿐만 아니라 차량 성능, 즉 승차감, 조종 안정성 및 가속성능 등에도 중요한 이슈로 대두되어 오고 있다. 자동차 부품의 경량화 방안으로는 크게 경량소재의 적용, 부품의 고강도화 그리고 신 공법을 적용한 부품 수 감소 등으로 대변될 수 있다. 특히 최근에는 단순한 경량화가 아닌 비용의 증가를 최대한 억제함과 동시에 경량화를 꾀할 수 있는 방법만이 실제 양산에 적용되는 기술로 인정되는 실정이다. 이러한 맥락에서 고강도 강판의 개발 및 자동차 부품에의 적용 기술은 위의 요구조건을 잘 만족하는 기술이라 할 수 있다.

한편 자동차 샤시부품에서의 고강도강 적용을

통한 경량화 효과는 일반 차체의 경우에 비해 연비향상 측면과 차량 성능 측면에서 더욱 효과적이다. 하지만 자동차 보안 부품이라는 인식에서 다른 부품에 비해 적극적인 고강도강의 적용이 더디게 진행되어 왔었다. 비단 국내뿐만 아니라 국외에서도 이러한 경향을 보였으나 최근 해외선진업체에서 자동차 샤시 부품에 고강도강을 적용한 사례가 점점 늘어가고 있는 실정이다[1]. 이와 더불어 국내외 철강사에서도 다양한 종류의 고강도강을 개발하여 자동차 부품에 적용[2]하고 있는 시점에서 샤시부품의 고강도화는 시대의 요구조건인 듯 하다.

따라서 본 연구에서는 국내 철강사에서 개발된 590MPa 급과 780MPa 급 고강도강을 자동차 샤시 부품에 적용하고자 하였다. 기존의 연구에서는 단순히 소재 두께만을 감소시켜 샤시부품에 적용하였으나, 본 연구에서는 부품의 설계에서부터 고강도강의 강도 및 성형 특성을 적극 활용하여 경량화 효과를 극대화 하고자 하였다.

1. 화신기술연구소

2. 현대모비스 선행연구부

\* 김종철: 화신기술연구소, E-mail: hsd339@chol.com

그리고 최근 개발된 780MPa 급 고강도강의 샤시부품 적용을 위한 성형성 평가와 용접성 및 도장성 등에 대해서도 평가가 이루어졌다.

## 2. 고강도강 적용 경량 설계

### 2.1 경량 설계

국내 샤시부품은 고용강화형 SAPH 계열의 370 ~ 440MPa 급 열연강판이 주종을 이루고 있다. 이러한 강도의 소재 대비 1.3 ~ 2.1 배로 증가된 고강도강의 적용은 샤시부품의 상당한 경량화를 꾀할 수 있을 것이다. 하지만 샤시 부품 특성상 주변 부품간의 간섭과 충돌 특성 등을 고려할 경우 설계자유도는 그렇게 크지 않다. 뿐만 아니라 강도 증가 만큼 소재의 두께 감소 또한 차량의 승차감과 용접 품질 확보 측면으로 인해 제한적인 것도 사실이다.

이와 더불어 상기 언급했듯이 부품의 가격상승을 최소화함과 동시에 경량화를 꾀해야 하므로 현재 철강소재 가격을 기준으로 고강도강 대체시 추가비용이 없는 조건은 최소 경량화가 15% 이상이어야 한다는 결론이 나온다.

따라서 본 연구에서의 경량화 목표를 최소 15% 이상으로 설정하여 부품을 설계하였다. 설계 측면에서의 주안점은 소재 강도 증가로 인한 부품의 단면 감소, 그리고 NVH 저하를 최소화한 소재 두께 감소 등으로 이루어졌으며, 최종 설계 결과 기존 대비 16.8%의 경량화를 달성하였다. 그림 1은 본 연구의 개발 대상 자동차 후륜 샤시 부품의 설계형상을 보여주고 있다.

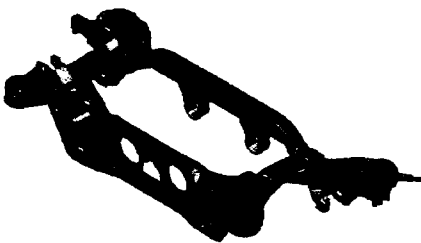


Fig. 1 Drawing of automotive rear sub frame.

### 2.2. 내구 및 성형 해석

고강도강 적용 경량 설계된 샤시부품에 대한 내구해석을 수행함으로써 기존 대비 동등 수준의

내구 특성을 만족하도록 일부 설계 변경하였다.

Table 1 Comparison of tensile properties.

Materials	Yield(MPa)	UTS(MPa)	$\epsilon$ (%)
SAPH370	225 ↑	370 ↑	33 ↑
SAPH440	305 ↑	440 ↑	30 ↑
DP590	380~420	590 ↑	28~32
DP780	390~635	780 ↑	16~30

한편 소재의 강도 증가에 따른 성형 특성 저하 및 스프링 백은 고강도강의 적용에 해결해야 할 주요 기술이라 할 수 있다. 설계된 부품의 형상을 구현하기 위한 다양한 방안들이 모색되었다. 본 연구에서는 개발된 강재에 대한 성형한계곡선과 인장 곡선(그림 2)을 바탕으로 성형해석을 수행하였다. 그리고 금형의 곡률 조정 및 블랭크 형상을 변경함으로써 양호한 성형조건을 결정하였다. 그림 3은 샤시 구성부품을 성형 해석한 결과를 보여주고 있다.

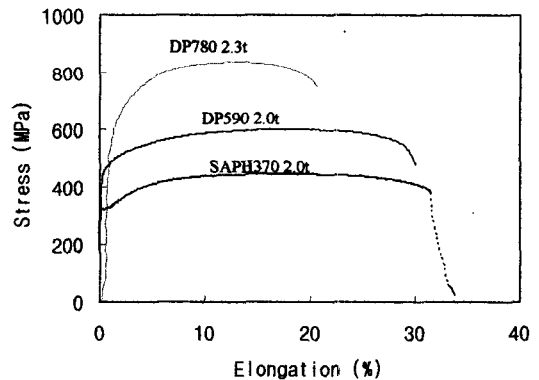


Fig. 2. Stress-strain curves of AHSS.

## 3. 고강도강 적용 기술

### 3.1 성형성 평가

그림 4는 서브프레임의 단품에 대한 프레스 성형, 커팅, 버링 공정을 보여주고 있다. 그리고 각 단품들은 초기 성형해석에서 예측된 부위에서 찢어짐 또는 터짐이 발생하였으나, 성형속도와 홀딩력을 적절히 조절함으로써 양호한 부품형상을 얻을 수 있었다.

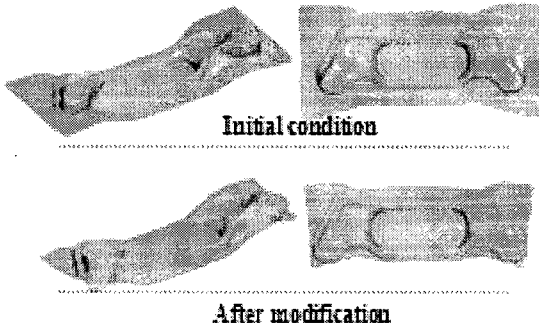


Fig. 3. Strain distribution with different mold design and blank shape.

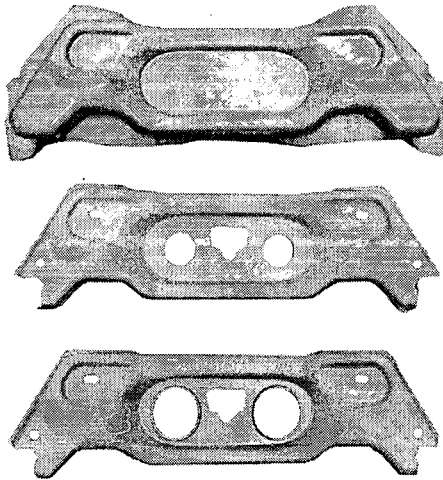


Fig. 4. Shape of prototype with forming procedure.

### 3.2. 용접 조건 설정

고강도강의 자동차 부품에의 적용에서 반드시 고려되어야 하는 사항은 용접특성이라 할 수 있다. 특히 강재의 성분 조절과 강의 변태 조건을 변화시켜 확보한 높은 강도는 용접과정에서 그 강도를 상실할 수도 있다. 뿐만 아니라 기존의 SAPH 강재에서 사용하는 용접재료는 대략 500MPa 급의 소재이므로, 용접재료 보다 높은 소재에 적용 가능한 가에 대한 판단도 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서는 기존소재인 SAPH440 과 DP590, DP590 과 DP780 의 이중 강제 용접 특성과 각 소재의 동중 강제 용접 특성에 대해 평가하였다.

그리고 용접재료로써 500MPa 급, 550MPa 급, 800MPa 급 등으로 변화시키면서 각각의 용접특성에 대해 평가를 실시하였다.

### 3.3. 도장성 평가

개발된 강종의 도장성 평가를 위해 양산 전착 도장 공정에 평가용 시편을 투입하여, 도장 후 도장 피막두께 측정 및 염수분무 시험 그리고 도장 후 소재의 소부 경화량을 평가하였다.

## 4. 결론

본 연구는 경량 샤시부품 개발을 위한 고강도강의 적용 기술에 대해 설계에서부터 해석 및 성형성 평가, 용접성 평가 그리고 도장성 평가 등을 수행한 결과이다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 자동차 샤시 부품을 제작하고 부품의 신뢰성 평가를 실시함으로써 고강도강 경량 샤시부품의 적용가능성에 대해 평가할 수 있는 기초자료가 될 것이다. 또한 본 연구 결과가 국내 샤시 부품의 고강도화와 경량화에 일조할 수 있기를 기대한다.

## 후 기

본 연구에 도움을 주신 현대자동차 금속재료 연구팀과 현대모비스 선형연구부, 그리고 고강도강의 개발 및 지원을 해주신 포스코 자동차 소재 연구그룹원들에 대해 깊은 감사를 드립니다.

## 참 고 문 헌

- [1] Toyota, 2004, 日本塑性加工 2月 Symposium
- [2] V. Schwich, F. Hirschmanner, U. Jaroni, 2005, Innovative steel sheets and products for applications in vehicles, International conference on Steels in Cars and Trucks, pp. 1~8.