

튜브포밍공법을 이용한 후륜 현가부품의 개발

박병철* · 권태우* · 이동화* · 서창희* · 김종철* · 김태준* · 이우식**

Development of rear chassis part using tube forming process

B. C. Park, T. W. Kwon, D. H. Lee, C. H. Suh, J. C. Kim, T. J. Kim, W. S. Lee

Abstract

The development of automotive rear chassis part using tube forming process has advantage of increase in part durability and decrease in its weight. We developed tubular type rear CTBA(Coupled Torsion Beam Axle) part with 60K high strength steel developed by POSCO in this project. The result was demonstrated that tubular type CTBA shows excellent durability performance and 10 % weight reduction compared with V-beam type CTBA in our work. Furthermore, we will adapt this technology to mass production and apply to the other chassis parts.

Key Words : Tube Forming Process, Tubular Beam, Tubular Type CTBA, V-Beam Type CTBA, Automotive Chassis Part, High Strength Steel

1. 서 론

해외 선진 부품사의 경우 고강도 강판을 적용한 자동차 부품이 매우 활발하게 양산단계의 적용이 이루어지고 있지만,⁽¹⁾ 국내의 경우 몇몇 차종에 차체 부품 위주로 한정되어 있다. 특히 현가계 부품의 경우 중요 보안 부품이기 때문에 현재 고강도 강판의 적용이 미진한 상태이다.

자동차의 후륜 현가장치는 주행시 불균일한 노면에서 전달되는 진동을 흡수/차단하고 후방충돌이 발생할 경우 충격 흡수 공간을 확보하며, 주행시 차량의 동적거동에 영향을 주어 조정성능을 좌우하는 역할을 한다. 이러한 후륜 현가계 시스템은 차량의 크기와 목적에 따라 다양한 형태로 존재하는데 특히 소형 및 준중형 경량 차량을 중심으로 CTBA(Coupled Torsion Beam Axle) type이 최근 활발하게 적용되고 있는 추세이다. 이 부품은 토션빔이 좌우 두개의 트레일링암에 용접되어

있고, 여기에 부착된 bush 덕에 휠중심이 위치하는 간단한 구조로 되어 있으며, 차량의 선회시와 정지시 조정 안정성과 승차감 향상을 담당하고 있다. CTBA type현가 시스템은 다른 시스템에 비해 조립이 용이하고, 작은 공간을 차지하며, 고려하여야 할 설계 변수가 적고, 원가가 싸다는 장점이 있으나, 현재의 V-beam type CTBA의 경우 용접부에 Crack이 발생할 가능성이 높은 단점이 있다.

현재, 국내에서는 V형상의 단면을 가진 토션빔과 토션바를 함께 조립한 형태의 부품으로 양산 적용되고 있으나, 해외 선진 부품사를 중심으로 고강도 소재를 적용한 Tubular type이 개발되어 점진적으로 대체 적용되고 있다.⁽²⁾

Tubular CTBA는 V-beam과 토션바 등의 부품을 특정 형상 단면을 가진 튜브 일체 성형품으로 대체 적용한 것으로써 부품수 감소에 의한 조립 공정의 단축 및 용접구간 감소로 내구력 및 품질 향

* ㈜화신 기술연구소

** 현대모비스 기술연구소

상을 피할 수 있는 장점이 있다. 그림1은 현재 양산되고 있는 V-beam type CTBA 형상을 나타낸다.

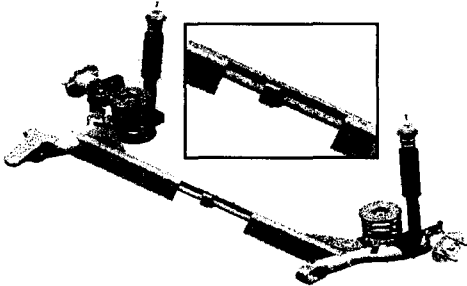


Fig. 1 V-beam type rear CTBA

2. Tubular type Rear CTBA 개발

2.1 제품설계 및 전산해석

제품설계를 위해서 먼저 해외 개발 부품의 벤치마킹을 실시하였으며, 이를 통하여 적정 설계 형상 인자와 적용 소재 및 제조 공법에 대한 사전 검토를 하였다. 한편 전산해석을 통한 구조 강도를 고려하여 부품 설계의 최적화를 시도하였다.

설계된 Tubular 토션빔의 구조강도를 평가하기 위하여 전용해석 프로그램으로 해석을 실시하였다. 구조해석을 위한 조건으로는 그림 3에 나타난 바와 같이 양쪽의 트레일링암bush와 한쪽의 Wheel spindle을 고정시키고, 나머지 한쪽의 Wheel spindle에 일정한 수직 변위를 가했다. 최대 응력은 Tubular 토션빔의 단면이 일정한 곳에서 점차 확대되는 변곡 지점에서 발생함을 볼 수 있었다.(그림 3(b)) 따라서 변곡 부위의 최종 형상이 제품의 내구력에 큰 영향을 미치며 해외 선진 메이커 부품의 벤치마킹과 구조해석을 통해 구조 강도상 문제가 없는 제품 형상을 설계하였다. 그림2는 이러한 과정을 통해 최적 설계된 Tubular type RR CTBA의 형상을 나타내며, V-Beam type 대비 10% 이상의 경량화 효과를 얻을 수 있었다. 그림 3에서는 구조해석상 하중 구속 방향 조건과 해석 결과를 나타낸 그림이다.

Tubular 토션빔의 성형성 평가를 위해 성형해석 전용 프로그램을 사용하여 해석을 실시하였다. 1차 성형해석은 성형 Stroke 160 mm, 상형금형속도 5m/sec, 마찰계수 0.15 조건하에서 이루어 졌으

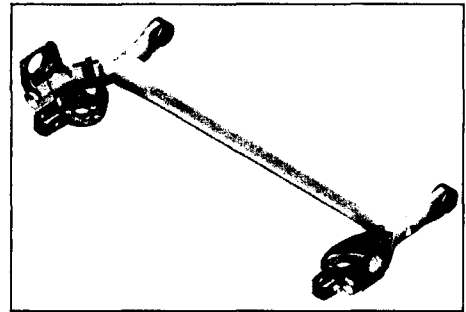


Fig. 2 Tubular type Rear CTBA

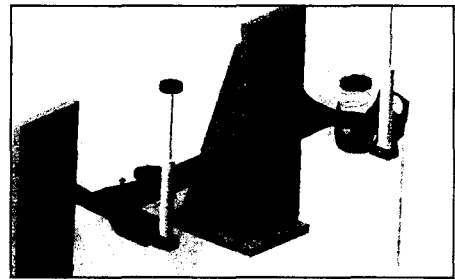


Fig. 3 (a) Load constraint direction

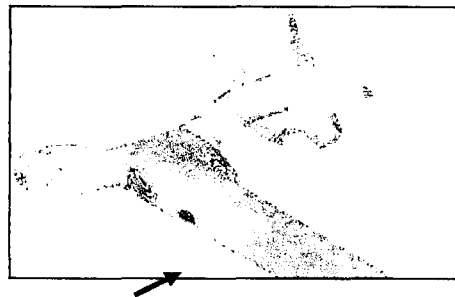


Fig. 3(b) Result of Stress Analysis

며, 해석결과 제품의 양 끝단에 삽입되는 plug의 폭이 제품보다 좁아서 성형시 모서리 부분에서 미성형이 발생함을 예측할 수 있었으며, 이로 인해 제품의 설계 형상을 완전히 구현하지 못하게 되었다. 이러한 문제점을 고려하여 2차 성형해석에서는 튜브 끝단에 패딩 공정을 추가하여 튜브의 내벽을 충분히 지지할 수 있는 plug의 삽입이 가능하도록 공법을 수정하였다. 2차 성형해석은 패딩 Stroke 80 mm, 성형 Stroke 240 mm, 마찰계수 0.15인 조건하에서 실시하였으며, 그림4에 2차 성형해석시의 모식도와 해석결과를 나타낸다. 위와 같은 방법을 통해plug 형상 및 금형 공법의 변화를 성형 해석적으로 다양하게 적용하여 최적

조건을 도출할 수 있게 되었다.

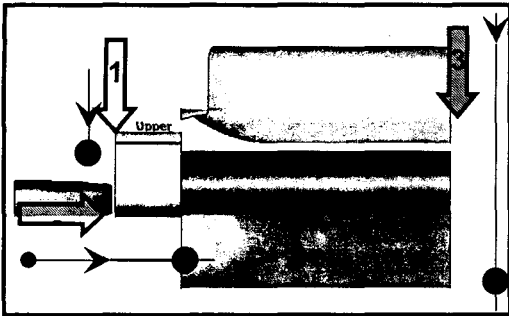


Fig. 4 (a) Schematic diagram of forming analysis

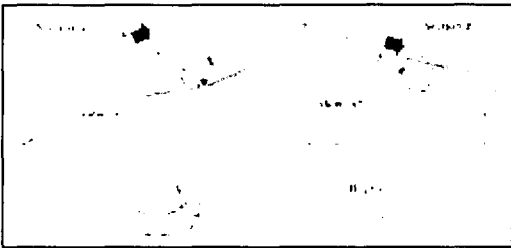


Fig. 4 (b) Result of forming analysis

2.2 제품제작 및 성능평가

튜브 성형을 통한 금형 설계시, 적용 소재의 강도가 기존 현가계 부품 소재에 비해 고강도이고, 단면 형상의 변화가 심한 부품이므로 제품의 성형성을 고려한 부품 및 금형 설계가 필수적이다. Try-out시 발생했던 제품의 결함들은 성형해석을 통하여 재현할 수 있었으며, 이러한 결함들은 추가 해석 작업을 통하여 제품 형상 및 금형 공법 수정을 통해 개선할 수 있었다.

성형시 프레스 가압력을 증가시킴에 따라 Tubular 토션빔의 단면형상이 점차 개선이 되었으며, 성형해석을 통해 검증한 패딩 금형을 적용하여 성형 작업시 소재 유입으로 인해 발생하는 결함 등을 방지할 수 있었다.

그림5는 Tubular 토션빔의 시제품 제작시 금형 형상을 보여주고 있으며, 그림 6은 성형공정 후의 제품형상을 나타낸다.

튜브포밍공법을 통해 성형된 Tubular 토션빔 부품은 적정 용접 조건을 통하여 트레일링 암 및 기타 주변 부품과 함께 조립되어 부품으로서의 성능을 가지는 후륜 현가부품이 된다. 그림 7 은 용접작업 후 도장 공정을 통하여 완성된 Tubular CTBA 부품의 형상을 보여준다.

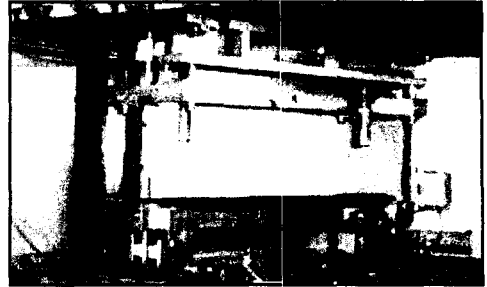


Fig. 5 Tubular beam forming die

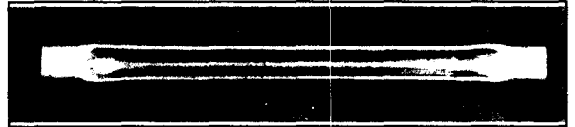


Fig. 6. Tubular beam after tube forming Process

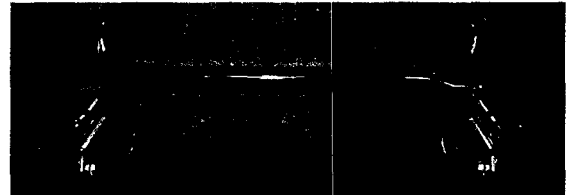


Fig. 7 Tubular CTBA part after welding assembly and painting process

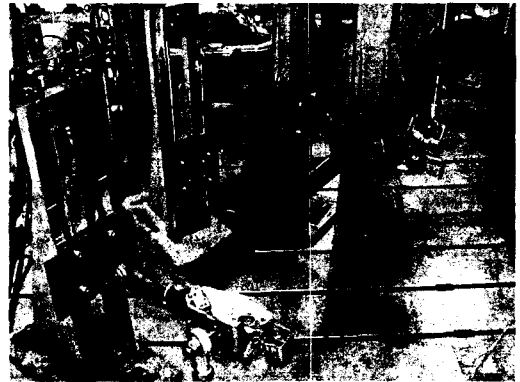


Fig. 8. Durability Test

부품 조립 및 도장 공정을 통하여 제작된 최종 부품은 양산 차종의 시험조건과 동일한 조건으로 단품 내구력 평가를 실시하였다. 그림 8은 양산 조건의 단품 내구시험 장면을 보여준다. 평가 결과, 제품 개발 초기에는 기존 V-beam type CTBA 부품과 동일한 내구력은 얻을 수 있었으나, 해외 벤치마킹 부품의 경우와 같은 크게 향상된 내구

력 결과에는 미치지 못하였다. 이는 제품 설계의 형상학적 인자의 최적화가 미흡했으며, 금형 공법에서도 완전한 제품 형상을 구현하지 못한 것에 따른 결과로 판단된다. 이러한 평가 결과를 바탕으로 최적 설계 형상을 구현하기 위하여 제품 형상을 수정하였으며, 튜브성형 공법에서도 성형해석 결과를 바탕으로 하여 공법 수정을 실시하였다. 이러한 설계 형상 및 공법 수정을 통해 제작된 최종 제품의 내구시험 결과 기존 V-beam type 제품보다 Tubular type CTBA 부품이 월등하게 향상된 내구력을 얻을 수 있었다.

4. 결 론

본 연구개발은 고장력강을 적용한 튜브포밍 공법을 이용하여 후륜 현가부품 개발을 추진한 결과이다. 기존 판재성형공법을 통해 제작된 V-beam

type CTBA와 비교 평가 한 결과 튜브 성형 공법을 통해 제작된 Tubular type CTBA의 경우 제품 중량이 10 % 이상 감소되었고, 단품 내구 수명 또한 3배 이상 증가된 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구 결과는 향후 양산 적용시 부품 경량화 및 차량 성능 향상에 충분히 반영이 가능할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) Toyota, 2004, 日本塑性加工 symposium 발표자료.
- (2) H. Kossmeier, M. Kothenburger, W. Christophliemke, 1997, "Transverse beam and method of manufacturing a transverse beam, US Patent.