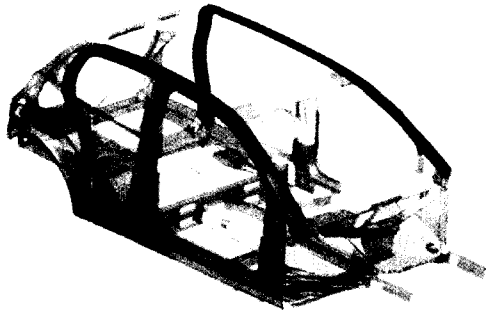


## Steel 'Tailored Tube'이용 차체 프레임 제작 기술 동향

### Steel 'Tailored Tube'

허 승 진 / 국민대학교 교수  
Seung-Jin Heo / Kookmin University



강재(Steel)는 여전히 자동차의 가장 중요한 소재로 사용되고 있다. 그러나, 오늘날 전세계 자동차 관련 회사는 차체 경량화, 제작비용의 절감, 차체 안전도 강화 측면에서 보다 향상된 기술 수준을 확보하기 위하여 새로운 자동차 소재 및 가공기술 개발에 집중적인 노력을 기울이고 있다. 이와 관련하여 독일 Thyssen Krupp Steel(TKS) 사의 최근 기술개발 동향을 소개하고자 한다.

TKS 사는 국제적인 초경량 차체 개발 프로젝트인 'ULSAB-AVC' (Ultra Light Steel Auto Body - Advanced Vehicle Concept)에 참여하고 있으며, Steel Tailored Tube를 이용한 경량 차체 프레임 제작 기술을 개발하고 있다.

TKS 사는 레이저 용접에 의하여 다양한 종류의 Profile을 갖는 일명 Tailored Tube를 개발하여

Hydroforming 용도의 기본 부재를 생산 공급하고 있다.

현재 생산되고 있는 Tailored Tube는 다음과 같다.

- 길이 방향으로 레이저 용접된 원형 Tailored Tube <그림 1>
- 서로 다른 두께를 갖는 부재를 레이저 용접하여 가공한 원형 Tailored Tube
- Conical Tailored Tube
- Flat Conical Tailored Tube



<그림 1> Tailored Tube for Hydroforming Application

반제품인 Tailored Tube를 이용한 Hydroforming 제작 방식에 의하여 다양한 형태의 단면형상을 갖는 이른바 Steel Body Frame <그림 2>이 개발되었다. Hydroforming 부재를 사용하는 Steel Body Frame 차체의 강도(Strength) 및 강성(Stiffness), 충돌안전도(Crash Safety) 측면의 성능은 대단히 우수함으로써 Steel에 비하여 획기적인 경량화를 가능하게 한다.

<그림 3>에서는 Tailored Tube를 이용한 전방 Side Rail의 미국 NCAP 충돌 시험에 대한 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다.

전방충돌에너지가 Side Rail의 점진적인 접힘 변형(Progressive Folding Deformation)에 의하여 효율적으로 흡수되고 있는 형태를 확인할 수 있다.

특히, 운전석 부근의 구조요소에서는 소성변형이 전혀 일어나지 않게 됨으로써 충돌사고에 따른 차체의 수리성 측면에서도 매우 효과적임을 예측할 수 있다.

다양한 두께의 Tailored Tube를 조합시킴으로써 최적의 충돌에너지 흡수성을 갖는 전방 Side Rail을 설계할 수 있다.

<그림 4>에서는 3차원 굽힘의 Hydroforming 가공 기술에 의하여 제작된 Tailored Steel Tube를 보여주고 있는데, 차체의 경량화를 위해서 크게 기여할 수 있다.

동일한 두께 1.5mm를 갖고 있으나, 항복 응력값이 약 60MPa의 차이가 나는 두 가지 종류의 Steel재를 사용한 Tailored Steel Tube의 3차원 굽힘 Hydroforming 가공시 약 1,300bar의 내부압력이 요구된다. 이와같이 높은 내부압력에 견디기 위한 Tailored Tube의 정밀한 레이저 용접기술이 개발되었으며, 원주 방향으로 약 7%의 변형율이 발생된다.

Tailored Tube 적용의 Steel Body Frame을 기반으로 하여 제작된 차체구조물은 앞서 설명한 바와 같이 높은 굽힘 및 회전 강성(Stiffness)에 의한 승차감



<그림 2> Hydroform-intensive Car Body Front Structure

3 Erste Ergebnisse aus Anwendungen

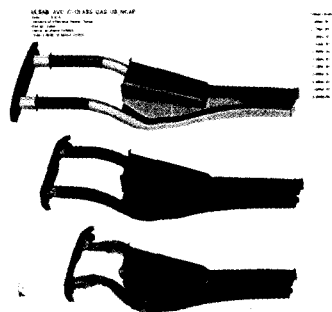


Bild 5: Deformationsverhalten der Tailored Tube-Lösungsgerüste bei Frontschlachten nach US-NCAP (ULSAB-VC).  
Figure 5: Crash deformation analysis of tailored tube front rails in accordance with US-NCAP (ULSAB-VC).

<그림 3> Crash Deformation Analysis of Tailored Tube front Side rails in Accordance with US-NCAP (ULSAB-VC)

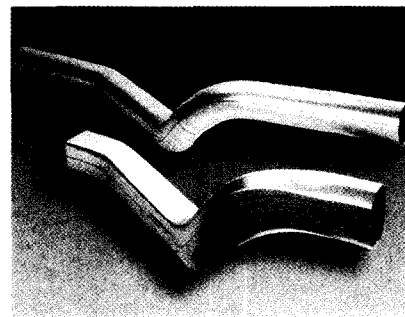


Bild 6: Dünnwandige maßgeschneiderte Stahlprofile tragen zur Verringerung des Fahrzeuggewichts bei.  
Figure 6: Thin-walled tailored steel tubes contribute to reduction of vehicle weight.

<그림 4> Thinwalled Tailored Steel Tubes for Vehicle Weight Reduction

#### 4 Ausblick

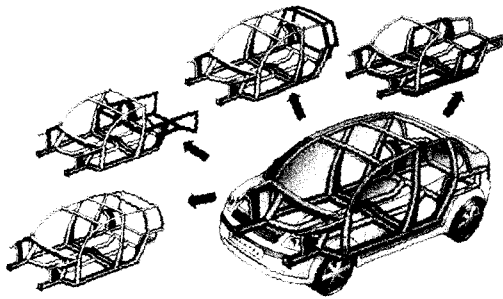


Bild 7: Stahlrahmenstruktur - Konzeptideen (Schematische Prinzipien)  
Figure 7: Steel body frame - concept ideas (schematic principle)

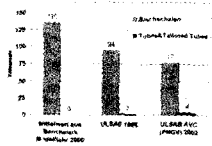


Bild 8: Die Teilanzahl kann erheblich verringert werden bei Verwendung moderner Stahlprodukte wie tailored blanks and tailored tubes.  
Figure 8: Number of parts can be dramatically reduced by using innovative steel products like tailored blanks and tailored tubes

(그림 5) Various Types of Body Concept Based on Steel Body Frame

향상과 충돌안전도 성능 향상, 그리고 차체 경량화 측면의 최적설계 Potential 제공 등의 우수성 이외에도 (그림 5)에서와 같은 다양한 형태의 차체설계 Concept을 제공할 수 있다.

나아가서, Tailored Blank 및 Tailored Tube를 적용하는 경우 차체의 부품수는 기존 Monocoque방식의 BIW에 비하여 약 25%가 감소하게 된다.

Tailored Tube를 기반으로 가공된 다양한 형태의 Hydroforming부재를 사용하는 Steel Body Frame의 차체 제작 방식은 실용화되기 위해서 아직 해결되어야 하는 많은 기술개발 과제가 남아있으나, 초경량의 미래형 차체 개발 목표에 도달할 수 있는 충분한 가능성을 제시하고 있다.

#### 참고문헌

- 1) L. Patberg, U. Kneiphoff : "Tailored Tubes for Body Frame Steel", Automobil Technische Zeitschrift (ATZ), 2002. 10
- 2) <http://www.ulsab.org/>

(허승진 교수 : sjheo@kookmin.ac.kr)