

## 고장력강 적용을 통한 프런트 사이드 멤버의 경량화

이상곤\*, 최창현, 신철수(현대 하이스코 기술연구소)

### Weight Reduction of Front Side Member with High Strength Steel

S. G. Lee, C. H. Choi, C. S. Shin(HYUNDAI HYSCO Technical Research Laboratories)

#### ABSTRACT

In this study, the crash analysis was carried out to evaluate the influence of steel sheet grade and thickness on weight reduction and crash characteristics for front side member which had an important role of absorbing the impact energy during front and side impact. In order to achieve the aim of this study the reverse engineering was applied to obtain 3D model of front side member from BIW for the FE simulation. In the result, the crashworthiness of front side member is considerably improved with steel sheet strength and thickness increase. Also, the weight reduction in automotive parts for the improvement of the fuel efficiency can be easily achieved with applying high strength steel without deterioration of crashworthiness.

**Key Words** : Crash analysis(충돌 해석), Steel sheet grade and thickness(강판 재질 및 두께), Weight reduction(경량화), Impact energy(충돌에너지), Reverse engineering(역공학), High strength steel

#### 1. 서론

차체 경량화를 통한 차량의 연비향상은 환경오염 문제 등을 위해 각 자동차사에서 중점을 두고 연구하고 있으며, 철강업계에서는 현재 고장력 강판 개발을 통한 차체의 경량화를 위해 많은 연구를 수행하고 있다.<sup>1,2</sup> 차체 경량화 문제는 근본적으로 차량의 충돌 안전성에 직결되기 때문에 충돌특성에 관한 연구가 반드시 선행되어야만 한다.

본 연구에서는 차체 충돌 시 전체 충돌에너지의 약 35%정도를 흡수하는 프런트 사이드 멤버에 대하여 기존 강판과 고장력강인 60DP, 60TRIP 강을 적용할 경우의 충돌특성 평가를 통해 경량화 효과를 평가해 보았다.<sup>3,4</sup> 이를 위하여 본 연구에서는 역공학(Reverse engineering)을 이용하여 실차 프런트 사이드 멤버에 대한 해석 모델을 확보하였으며, 실제 프런트 사이드 멤버에서 채취한 서브 사이즈 인장 시편에 대한 인장시험으로 물성치를 확보하여 충돌 해석을 수행하였다. 또한, 60DP, 60TRIP 강의 경우 두께별 해석을 통하여 충돌에너지 흡수량을 비교하여 기존 물성치 대비 경량화 효과를 평가해 보았다.

#### 2. 프런트 사이드 멤버 충돌해석

##### 2.1 해석적용 모델



Fig. 1 Front side member

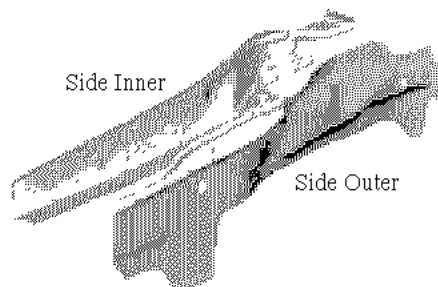


Fig. 2 Side inner and side outer

Fig. 1 에 본 연구에서 적용한 실차 프론트 사이트 멤버를 나타내었다. 차량의 BIW 에서 Fig. 1 의 실 프론트 사이트 멤버를 분리하여 3 차원 레이저 스캐닝 역공학을 이용하여 충돌해석에 필요한 3 차원 CAD 데이터를 확보하였다. 해석은 전체 프론트 사이트 멤버 Assembly 중에서 충돌특성에 가장 큰 영향을 미치는 Side inner 와 Side outer 에 대하여 수행하였다. Fig. 2 에 충돌해석 적용 모델을 나타내었다.

## 2.2 해석조건

Side inner 와 outer 는 총 19,791 개의 셀요소와 20,062 개의 절점으로 구성되어 있으며, Side inner 와 outer 는 48 개의 점용접으로 결합되어 있다. 충돌해석은 정면충돌과 측면충돌로 나누어 수행하였다. Fig. 3 에 정면충돌과 측면충돌에 대한 해석 조건을 나타내었다. 충돌체의 무게는 160kg 이며, 초기 속도는 50km/h 로 하였다.

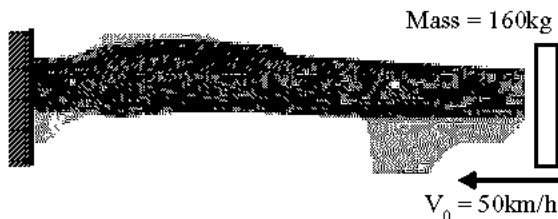


Fig. 3(a) Front impact conditions

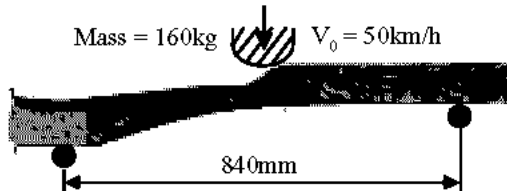


Fig. 3(b) Side impact conditions

## 2.3 강판재질 및 물성평가

Table 1 Steel sheet grade and thickness

No.	Part		Remark
	Side inner	Side outer	
1	HS45(t:2.0)	Mild(t:2.0)	Original
2	60DP	60DP	t: 1.4~2.0
3	60TRIP	60TRIP	t: 1.4~2.0

Table 1 에 실제 프론트 사이트 멤버에 적용된 강판 및 본 연구의 해석에 적용한 고장력강의 재질 및 두께를 나타내었다. 해석에 필요한 물성치는

BIW 에서 분리한 프론트 사이트 멤버에서 채취한 서브 사이즈 인장시편을 이용한 인장시험으로 확보하였다.

## 3. 충돌해석 결과

Fig. 4 는 정면 및 측면충돌 후 10msec 이후의 변형형상을 나타낸 것이다. Fig. 4 에서 정면충돌의 경우 기하학적 형상 및 Side outer 전방 플랜지부로 인하여 중앙부에서 굽힘에 의한 변형이 주로 발생하는 것을 알 수 있다.



Fig. 4(a) Deformed shape of front impact(10msec)

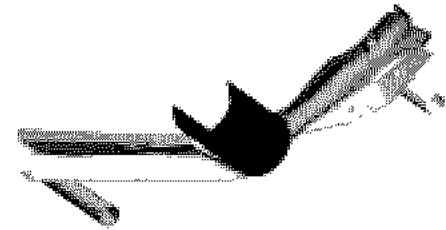


Fig. 4(b) Deformed shape of side impact(10msec)

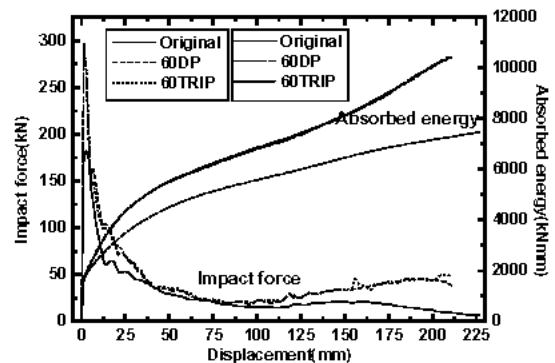


Fig. 5 Absorbed energy and impact force of front impact with respect to steel sheet grade(thickness : 2.0t)

Fig. 5 와 Fig. 6 은 각각 2.0t 강판의 재질에 따른 정면 및 측면 충돌하중과 충돌에너지 흡수량을 나타낸 것이다. 강도가 높아질수록 충돌하중과 충돌에너지 흡수량이 증가하는 것을 알 수 있다.

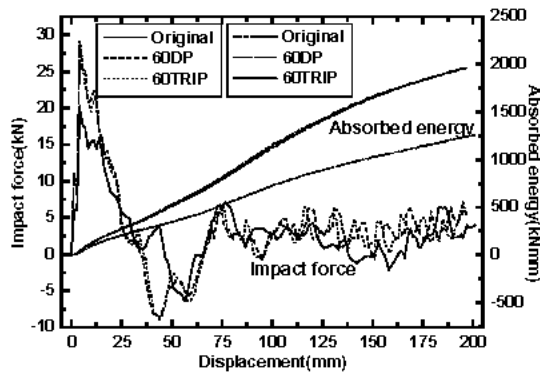


Fig. 6 Absorbed energy and impact force of side impact with respect to steel sheet grade(thickness : 2.0t)

Fig. 7 과 8 은 60DP 강을 적용한 경우의 정면 및 측면 충돌특성을 나타낸 것이다. 동일재질의 강판에 대하여 두께가 증가할수록 변형에 더 많은 에너지가 필요하기 때문에 정면 및 측면충돌 모두 충돌에너지 흡수량과 충돌하중이 증가하는 것을 알 수 있다.

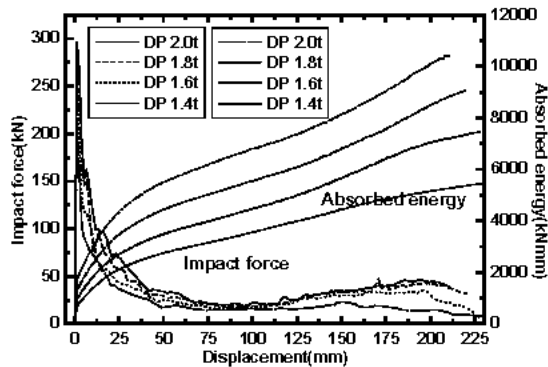


Fig. 7 Impact force and absorbed energy of 60DP with respect to steel sheet thickness(front impact)

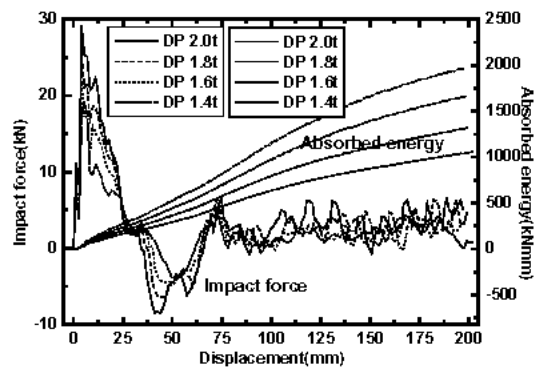


Fig. 8 Impact force and absorbed energy of 60DP with respect to steel sheet thickness(side impact)

Fig. 9 와 10 은 60TRIP 강에 대한 해석결과로 60DP 강과 동일한 양상을 나타내고 있다.

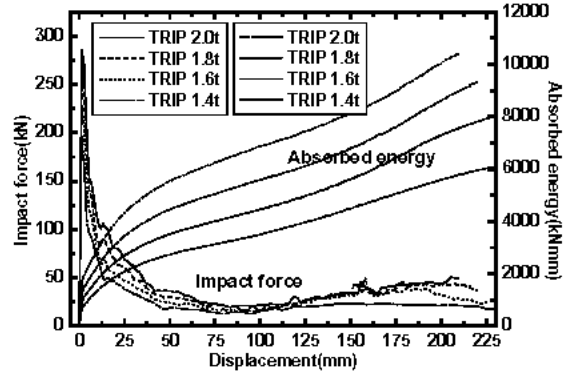


Fig. 9 Impact force and absorbed energy of 60TRIP with respect to steel sheet thickness(front impact)

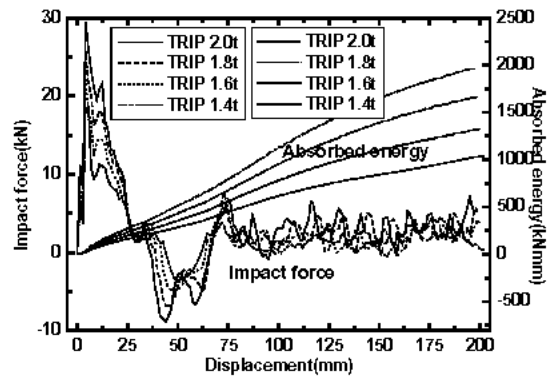


Fig. 10 Impact force and absorbed energy of 60TRIP with respect to steel sheet thickness(side impact)

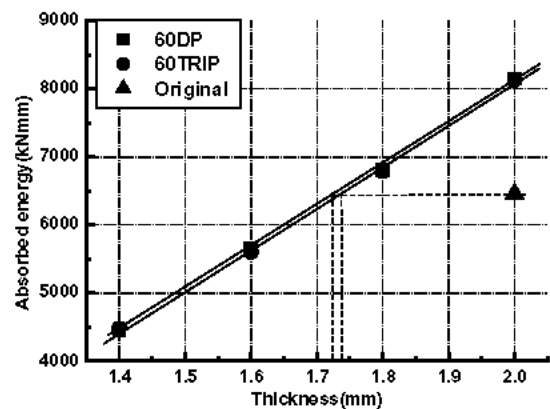


Fig. 11 Absorbed energy with respect to steel sheet grade and thickness(front impact)

Fig. 11 은 60DP 및 60TRIP 강을 두께별로 적용한 경우의 충돌 시작 후 150mm 지점에서의 정면 충돌에너지 흡수량을 나타낸 것이다. Fig. 11 의 결과

에서 알 수 있듯이 충돌에너지 흡수량 기준으로 Side inner 와 outer 를 60DP 혹은 60TRIP 을 적용할 경우 기존 강판 대비 무게를 2.0t 에서 약 1.73t 까지 감소시킬 수 있음을 알 수 있다.

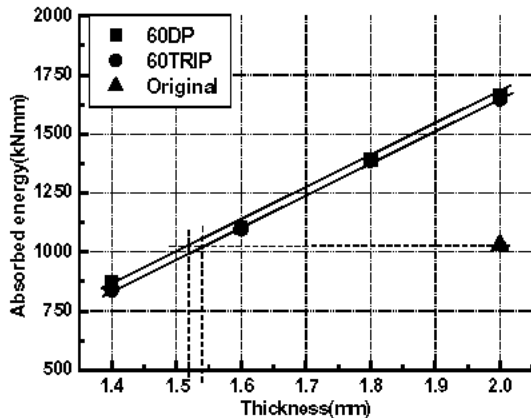


Fig. 12 Absorbed energy with respect to steel sheet grade and thickness(side impact)

Fig. 12 는 Fig. 11 과 동일한 재질 및 두께 조건에 대한 프런트 사이드 멤버의 측면 충돌특성을 나타낸 것으로, 역시 기존의 2.0t 무게를 1.53t 까지 감소시킬 수 있음을 알 수 있다.

Table 2 Weight reduction of front side member (front impact)

	Side inner	Side outer	Weight reduction
Grade	HS45(2t)	Mild(2t)	Reference
Weight	7.00kg		
Grade	60DP(1.73t)	60DP(1.73t)	13.57%
Weight	6.05kg		
Grade	60TRIP(1.73t)	60TRIP(1.73t)	13.57%
Weight	6.05kg		

Table 3 Weight reduction of front side member (side impact)

	Side inner	Side outer	Weight reduction
Grade	HS45(2t)	Mild(2t)	Reference
Weight	7.00kg		
Grade	60DP(1.53t)	60DP(1.53t)	23.57%
Weight	5.35kg		
Grade	60TRIP(1.53t)	60TRIP(1.53t)	23.57%
Weight	5.35kg		

Fig. 11 과 Fig. 12 의 결과를 토대로 Table 2 와 3 에 정면 및 측면 충돌에 대한 60DP, 60TRIP 강 적용에 따른 경량화 효과를 나타내었다. Table 2 에서 정면 충돌의 경우 기존의 2.0t 강판을 1.73t 로 감소시켜 약 13.57%의 경량화가 가능함을 알 수 있으며, Table 3 의 측면 충돌의 경우 무게를 1.53t 로 감소시켜 약 23.57%의 경량화 효과가 있음을 알 수 있다. 따라서, 60DP 혹은 60TRIP 강을 적용할 경우 정면 및 측면 충돌 특성을 고려하여 약 13.57% 가량의 경량화 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 역공학과 충돌해석을 이용하여 프런트 사이드 멤버에 대한 재질 및 두께에 따른 충돌 특성을 평가하여 다음의 결론을 도출할 수 있었다.

- (1) 전방 충돌의 경우 기하학적 형상으로 인하여 중앙부에서 굽힘에 의한 변형이 주로 발생하였다.
- (2) 동일 두께의 강판에 대하여 강도가 높은 60DP, 60TRIP 강을 적용할 경우 충돌하중 및 충돌흡수 에너지량이 증가하였다.
- (3) 60DP, 60TRIP 강을 적용할 경우 충돌에너지 흡수량 기준으로 2.0t 무게의 초기 강판을 약 1.73t 까지 감소시켜 약 13.57% 경량화 효과가 있었다.

#### 참고문헌

1. 조원석, 임태원, 권순용, “자동차 경량화 재료동향,” 제 4 회 철강기술심포지엄논문집, pp. 93-105, 1999.
2. 류성지, 이상제, 이규현, 이문용, “TRIP 형 고장력강판의 부품적용 기술개발,” 대한용접학회지, 제 20 권, 제 3 호, pp. 302-309, 2002.
3. 강대철, 전병희, 전한수, “Tailor Welded Blanks 적용을 위한 Front Side Member 의 설계기법연구,” 한국공작기계학회논문집, 제 10 권, 제 1 호, pp. 51-58, 2001.
4. 이기열, “자동차의 안정성을 고려한 충격흡수 강재로서 TRIP 형 복합강의 기계적 성질 및 그 특성,” 한국자동차공학회논문집, 제 8 권, 제 4 호, pp. 141-148, 2000.