

보행자 보호와 차량 구조강성을 고려한 Hood 형상 최적화 연구

Hood shape optimization considering Hood Stiffness and Pedestrian Protection

*황규현¹, #홍정화², 김훈희²

*G. H. Hwang¹, #J. H. Hong(hodngjh32@korea.ac.kr)², H.H.KIM²

¹고려대학교 제어계측공학과, ²고려대학교 제어계측공학과

Key words : pedestrian protection, hood stiffness test, shape optimization, modal analysis, factorial design

1. 서론

우리나라는 차대 보행자 사이에서 발생한 사고 사망자의 주요 상해부위는 머리 65%, 가슴 10%, 다리 8%로 머리의 상해로 인한 사망자가 가장 많은 것을 볼 수 있다.¹⁾ 차량의 hood는 차대 보행자 사고 시 보행자의 머리가 직접적으로 부딪히게 되는 부분으로 머리 상해에 직접적인 영향을 미치게 된다. 이러한 이유 때문에 차량의 hood의 구조 및 형상의 변경을 통해 보행자 머리 상해를 수 있다. 하지만 보행자의 머리 상해만을 고려한 hood 설계는 hood의 강성에 문제를 야기할 수 있다.

본 연구에서는 경차 모델에 대한 hood를 적용 보행자의 머리 상해치와 hood의 강성을 고려하여 hood inner panel의 최적 rib 개수를 확인하였다.

2. 실험 조건

2.1 보행자 보호 규정

본 연구는 어린이를 target으로 하였다. EuroNCAP중 보행자의 두부 상해에 대한 실험은 Child headform을 이용한 경우 지면을 기준으로 50° 방향에 40km/h 속도로 hood와 충돌시키고, Child test area은 WAD 1000mm-1500mm이다. 평가 기준은 headform의 HIC(Head injury criteria)가 1000 이하이면 녹색, 1000 초과 1350 미만은 노랑색, 1350을 이상이면 적색으로 표시한다.²⁾

2.1 강성해석

Hood의 강성을 확인하기 위하여 본 연구에서

는 두 가지의 test를 진행하였다. 첫 번째로 자동차의 경우 엔진의 RPM 또는 주행 중의 진동으로 인한 문제가 발생할 수 있기 때문에 hood의 1st natural frequency를 확인하여 구조적으로 안정한지를 확인하였다. 두 번째로 Hood의 경우 얇고 넓은 Shell type의 구조물이기 때문에 수직력에 의한 변형이 일어날 수 있다. 따라서 Fig. 1 같이 hood 수직력을 적용하여 Hood의 구조적 안정성을 확인하였다.

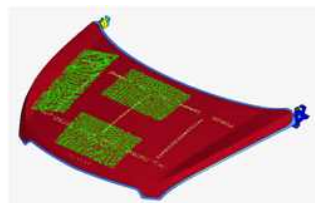


Fig. 1 Vertical load area(left, rear, front)

2.3 충돌 지점

Target point는 경차의 hood 중앙 부분에 해당하는 WAD line 1000mm ~ 1250mm 사이에서 설정하였으며, rib의 변화에 영향을 가장 많이 받게 되는 각각의 rib가 위치한 부분에 P1 ~ P4 4개의 지점으로 설정하였다. Table 1은 각 target point에 해당하는 HIC 결과이다.

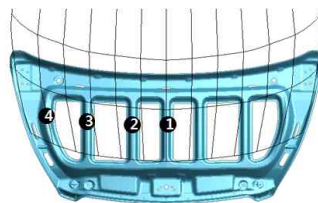


Fig. 2 Target point

Table 1 Reference HIC of the target point

	P1	P2	P3	P4
HIC	1198.94	1085.21	1141.18	1531.13

3. 최적화 이론

2level-factorial design은 인자수가 n개이고 각 인자(design variable)가 다같이 2수준인 요인 배치법이다. 실험의 개수는 인자의 개수에 의해 설정되며 기본적으로 인자의 level은 1또는 -1로 나뉘게 된다. 본 연구과 같이 인자의 개수가 3개일 때의 실험의 구성으로 8개의 실험점을 가지게 된다. 이는 2수준으로 가능한 모든 실험을 수행하여 경향성 및 최적 값을 확인할 수 있다.³⁾

4. 최적화

4.1 설계변수

경차 hood에 적합한 최적 rib의 개수를 알아보는 연구를 하기위해 Fig. 3 과 같이 설계변수를 center rib(C), side 1 rib(S1), side 2 rib(S2)의 3가로 설정하였다. 인자의 수준은 rib의 유, 무로 설정하여 rib이 있을 경우 1, rib이 없을 경우 -1로 설정하여 최적화를 수행 하였다.

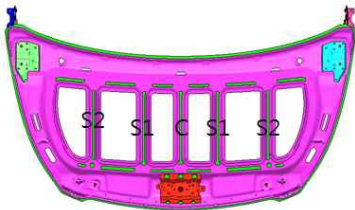


Fig. 3 Design variable (the number of rib)

4.2 최적화 결과

Rib 개수에 대한 최적화 결과 Fig. 4과 같이 center rib와 side 1 rib는 없고 side 2 rib만 있을 때 보행자 두부 상해치와 hood stiffness의 modal과 수직력이 최적이 되는 것으로 확인할 수 있었다.

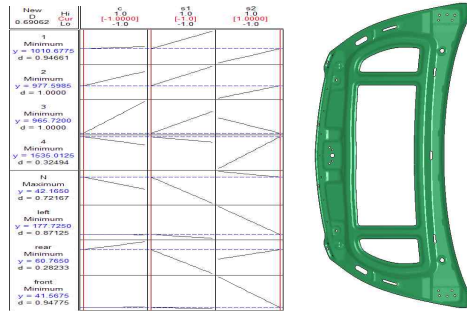


Fig. 4 Optimization result (minitab & shape)

Table 2는 최적화 방법을 통해 예측한 값에 hood에 적용하여 확인한 결과로 보행자 두부 상해치는 최대 194.32 감소하였으며 modal은 거의 변화가 없었으며 수직력에 의한 stress는 left 부분에서 가장 큰 감소를 보였다.

Table 2 Optimization result

	1	2	3	4
Reference	1198.94	1085.21	1141.18	1531.13
prediction	1010.68	977.60	965.72	1535.01
simulation	1004.62	1026.60	967.83	1542.13
	1st Hz (N)	Left[Mpa]	Rear[Mpa]	front[Mpa]
Reference	41.31	223.6	55.57	68.16
prediction	42.16	177.7	60.76	41.57
simulation	42.16	173.9	60.92	41.63

5. 결론

본 연구는 2 수준 요인배치법을 통해 각각의 rib의 유, 무의 최적화를 통해 최적 rib의 개수를 확인 하였다. 결과는 다음과 같다.

· rib의 개수는 5개 일 때보다 3개일 때 보행자 두부 상해치가 감소하였으며 hood의 강성은 일정 부분 상승하였다.

향후 hood에서 다른 인자를 찾아내고 이를 최적화하는 hood 설계 연구가 수반되어야 할 것이다.

후기

“ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)와 GM korea의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2012-0000790, No. R1002972).”

참고문헌

1. 도로교통공단 경찰DB, "2010년판 교통사고 통계", 2010
2. EuroNCAP, "pedestrian testion protocol" Version 5.2.1, 2011
3. Deborah J.Street, Leonie Burgess, "Optimal and near-optimal pairs for the estimation of effects in 2-level choice experiments", ELSEVIER 2002