

자동차 크래쉬패드의 FMVSS 201 법규만족을 위한 충격해석

이승규*, 최동혁**, 최완규**, 김진곤*, 김광석*, 안재욱*

*대구가톨릭대학교 자동차공학과

**KBI 동국실업

e-mail:zazzsky@naver.com

Impact Analysis of the Crash Pad According to FMVSS 201

Seung-Kyu Lee*, Dong-Hyuk Choi**, Wan-Kyu Choi**, Jin-Gon Kim*, Gwang-Seok Kim**, Jae-Wook An**

*Dept. of Automotive Engineering, Daegu Catholic University

**KBI Dongkook Ind.

요약

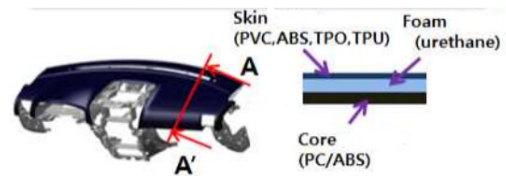
자동차 충돌 사고에서 차량과 차량 사이의 1차 충격과 더불어 차량 내부에서 운전자 및 동승자와 자동차 내장재의 2차 충격도 탑승자에게 큰 위협이 된다. 이에 따라 자동차 안전 법규 FMVSS 201이 생기게 되었으며, 자동차 내장재의 충격 흡수에 대한 역할이 커지게 되었다. 본 연구에서는 자동차 크래시패드에 대한 충격 해석을 진행하여 연방 자동차 안전기준에서 정의된 내장재와 헤드가 24Kph로 충돌 시험 시 3ms 동안 가속도 값이 80g 이하가 되는지 확인하였다. 또한, 충격해석 시 자동차 body의 고려 유무에 따른 크래시패드의 충격해석결과를 분석 비교하였다.

하여 Body 부착 유무에 따른 충격해석을 진행하여 그 결과의 차이점을 비교하였다.

1. 서론

2014년에서 2018년 5년간 중상해 교통사고에서 교통사고 사상자 총 442,142명중 머리 부상자는 40,628명으로 9%에 지나지 않았다. 하지만 전체 사망자인 21,641명 중 8,814명이 사망하여 전체 사망자의 40.7%가 머리 상해로 인한 사망자로 통계된다. 이 통계는 차량이 충돌 하였을 때의 1차 충돌에서의 충격보다 그 후 차량 내부 인테리어와 탑승자의 충돌에서의 2차 충격에 의한 상해가 더 치명적이라는 것을 보여준다. 이에 2차 충격을 규제하는 법규들이 생겨나고 시행되었으며, 법규들을 만족하기 위하여 여러 자동차 회사들은 연구를 활발히 수행하고 있다.

Crash Pad는 그림 1과 같이 Skin, Foam, Core로 이루어져 있으며, 자동차 충돌 사고에서 발생하는 2차 충돌에 의한 충격에서 승객을 안전하게 보호하는 역할을 한다. 본 연구에서는 탑승객의 보호를 위한 법규를 만족하기 위하여 충돌실험을 실행하기에 앞서 개발시간, 금액 등을 줄이기 위하여 유한요소모델링 후 FMVSS 201 충격시험 기준에 따라 충격해석을 수행하였다. 또한, 실제로 실험을 할 때 Body가 없는 모델로 실험하는 경우가 많은데 그에 대한 신뢰성을 알아보기 위



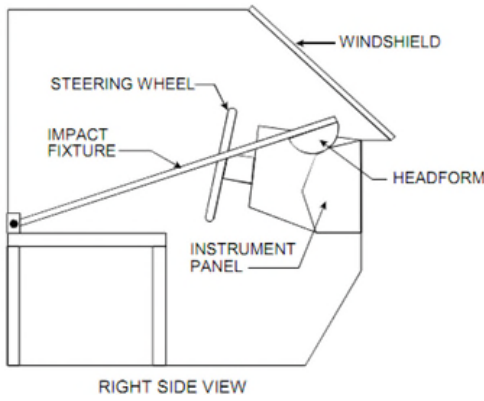
[그림 1] Soft type 크래쉬패드

2. FMVSS 201

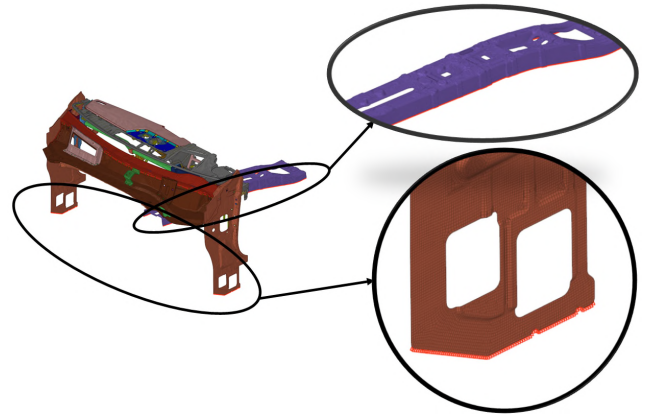
FMVSS(Federal Moter Vehicle Safety Standards)는 자동차 안전에 관련하여 시스템, 구성요소, 내구성 등의 안전 법규이다. FMVSS의 범주로 충돌회피(100), 충돌 내성(200), 충돌 후 생존(300)로 분리되고, FMVSS 201은 충돌관리에 해당한다.

FMVSS 201은 내부 충격에 대한 탑승자 보호 법률로 미국 도로교통안전국(NHTSA)은 차량 사고 시 차량 실내의 내장재에 의한 머리 충격으로부터의 상해를 방지하기 위해 지정되었으며, 24.1Kph의 속도로 자동차 내부를 타격 후 헤드 폼에 장착된 가속도계에서 3ms 이상의 시간동안 80g보다 작은 가속도가 측정될 경우 법규를 만족한다. 그림 2에서는

FMVSS 201 만족을 위한 충돌 실험 방법을 나타낸다.



[그림 2] 시험 상황도

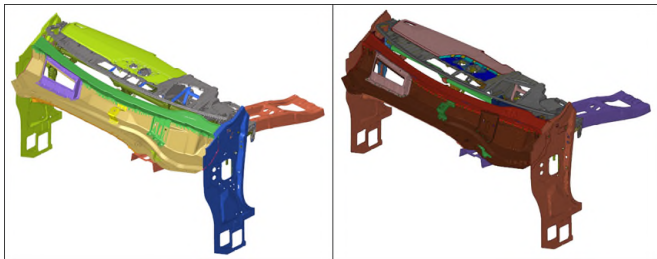


[그림 4] 구속조건의 위치

3. Head impact 해석

3.1 유한요소모델링

본 연구에 사용한 모델로는 크게 Body, Crash Pad Module, Head Form으로 구성되어있다. Body는 CCM(Cowl Cross Member), Cowl, Side inner panel, Cross, Support bracket으로 구성 되어있고, Crash Pad Module은 Crash Pad Main과 Crash Pad로 구성이 되어있다. 그림 3는 충돌해석을 위한 유한요소모델링을 보여주고 있다. 유한요소모델링에는 Hypermesh를 사용하였다.

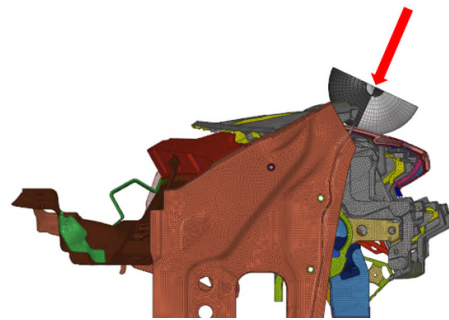


[그림 3] Body와 Crash Pad 유한요소모델링

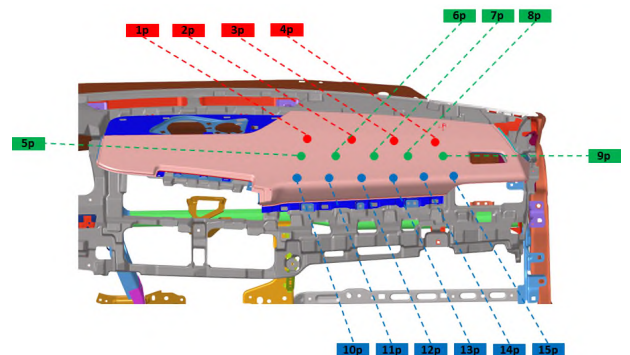
3.2 경계조건

구속조건으로는 Side inner panel과 Support bracket의 하단부에 있는 node 모두를 X, Y, Z축에 관하여 구속하였다. 그리고 하중조건으로는 질량 6.8kg, 직경 165mm의 Head Form을 수직방향으로 24Kph의 속도로 지정하였다. 그림 4, 5에서 정확한 구속위치와 하중조건을 보여주고 있다.

Head Form을 충돌시킬 타겟 위치로는 총 15곳을 잡았으며, 그림 6에서 볼 수 있다. 타겟 위치별 각도로는 1~4point는 73°, 5~9point는 70°, 10~16point는 60°이다.



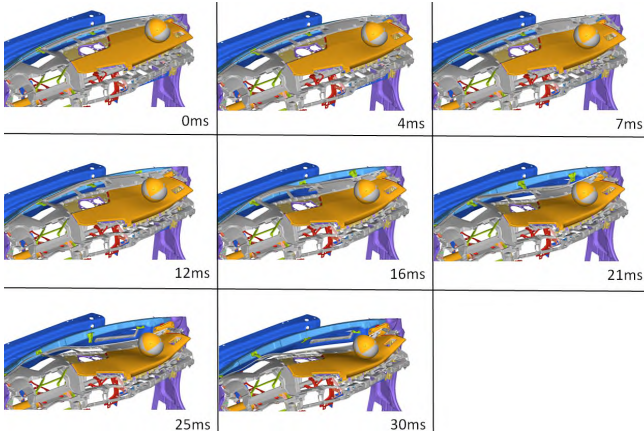
[그림 5] 하중조건



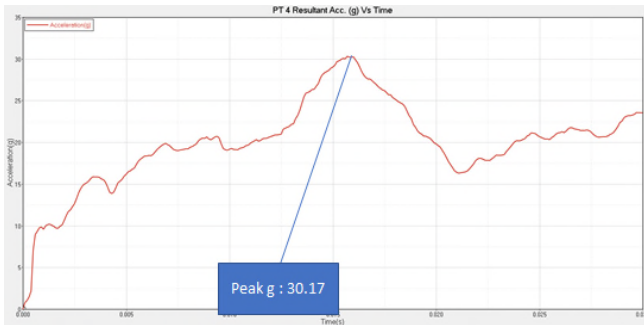
[그림 6] Impact 타겟 위치

3.3 해석결과

충돌해석을 실행한 결과 15개의 타겟에서 모두 가속도결과가 80g이하로 범규를 만족하였음을 알 수 있었다. 그림 7은 0ms에서 30ms까지 단계별 해석 결과이며 그림 8은 PT4에서의 가속도 그래프이다. 16ms에서 최대 가속도가 나타나는데, 30.17g로 80g에는 현저히 미치지 못하는 것을 알 수 있다. 충돌해석에는 LS-Dyna 소프트웨어를 사용하였다.



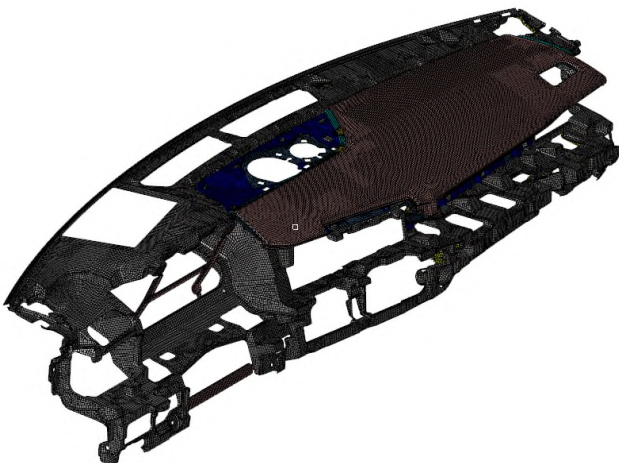
[그림 7] 단계별 충격해석 결과



[그림 8] PT4에서 시간대별 가속도 그래프

3.4 Body를 제거한 후 충돌 해석

기존 모델에서 Body를 제거한 후 Crash Pad Module만으로 해석을 진행하였다. Crash Pad Main과 Body들의 bolting 연결부를 x, y, z축에 대해 구속하였고 나머지 조건들은 동일하게 설정하였다. 그림 9는 Body를 제거한 Crash Pad Module이다.



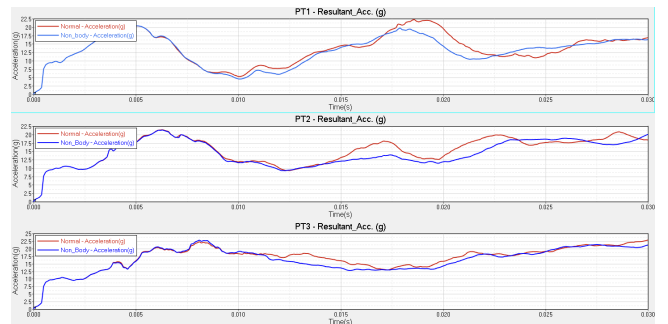
[그림 9] Crash Pad Module 유한요소 모델

3.5 Body의 유무에 따른 결과 비교

모든 해석 결과를 비교했을 때 가속도의 수치 및 그래프의 형상이 유사하다는 것을 알 수 있다. Body가 없는 모델의 경우 대부분의 가속도 값이 Body가 있는 모델과 비교했을 때 낮은 현상을 보이지만 그 수치가 매우 작은 것으로 표 1과 그림 10에 나타났다.

[표 1] Body의 유무에 따른 가속도

Point	Velocity	Vertical	Resultant Acc. (g)	non-body Resultant Acc. (g)
1point	73		18.1765	16.91
2point			18.1016	18.3567
3point			20.9046	20.5277
4point			26.6933	22.6709
5point			19.2796	18.1027
6point	70		22.8107	20.6674
7point			24.9691	22.9617
8point			30.5793	23.0221
9point			28.9887	21.9177
10point	60		23.9999	21.8829
11point			27.2753	25.558
12point			27.5646	24.9962
13point			31.4809	25.1446
14point			31.7328	24.65
15point			30.9864	24.8975



[그림 10] Body의 유무에 따른 Point 1, 2, 3에서의 가속도 그래프

4. 결론

본 연구에서는 FMVSS 201 법규만족여부를 확인하기 위해 총 15개의 Point를 지정하여 충돌해석을 통하여 가속도값을 추출하여 안정성검사를 하였다. 충돌해석은 Hyperworks와 LS-Dyna를 이용하여 수행하였으며, 이 해석결과로 인해 FMVSS 201법규를 만족한다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 Body의 유무는 해석결과에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 확인할 수 있었다.

후기

본 연구는 2020년 산업통상자원부 광역협력권산업육성사업(과제번호: P0002148)의 지원을 받아 수행되었음.

참고문헌

- [1] 박성빈(Sungbin Park), 임종수(Jongsso Lim), and 이재우 (Jaewoo Lee). "에너지 흡수재의 종류와 그에 따른 FMVSS201 Head Impact 성능 개선에 대한 연구." 한국자동차공학회 학술대회 및 전시회 2012.11 (2012): 1944-1948.
- [2] 권혁재, 공병석, 이종용. (2006). 유로 NCAP5★ 대응 CRASH PAD 최적 설계. 한국자동차공학회 춘 추계 학술대회 논문집, (), 1055-1063.
- [3] 권은지. "자동차 충격해석을 위한 헤드라이너 재료 모델링." 국내석사학위논문 강원대학교, 2015. 강원도
- [4] 박기욱(Giok Park), 이윤형(Yunhyung Lee), 범현균 (Hyenkyun Beom), and 권오성(Osung Kwon). "FMH 충격위치에 변화에 따른 머리 상해치 영향 평가." 한국자동차공학회 춘 추계 학술대회 논문집 2005.5_2 (2005): 645-649.
- [5] 홍유빈(Yoo Bin Hong), 김문성(Mun Sung Kim), 이강욱 (Kang Wook Lee), and 여태정(Tae Jeong Yeo). "Head Impact 해석 자동화." 한국자동차공학회 춘 추계 학술대회 논문집 -. (2006): 2001-2005.