

PC/ABS 기반 고분자 복합재를 이용한 카오디오 샤시의 진동특성 해석 Analysis of vibration characteristics of car audio chassis using PC/ABS hybrid composites

*전성호¹, 박태홍², 정의일², 김현모³, 서기정³, #최우천¹, 최병호¹

*S. H. Jeon¹, T. H. Park², E. I. Jung², H. M. Kim³, J. C. Seo³, #W. C. Choi(wcchoi@korea.ac.kr)¹, B. H. Choi¹
¹ 고려대학교 기계공학과, ² LG 전자, ³ LG 화학

Key words : PC/ABS, Vibration analysis.

1. 서론

자동차 산업은 현재 새로운 산업환경을 맞이하고 있다. 2005 교토의정서에 따라 선진국을 포함한 여러 국가들은 현재 CO₂ 배출을 감소시키기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 특히, 자동차 산업은 CO₂ 배출의 막대한 부분을 차지하고 있으므로 앞으로의 환경규제에 대비하기 위하여, 우리나라를 포함한 세계 각국 자동차 시장에서 에너지 효율 향상을 통한 CO₂ 배출 감소와 관련된 많은 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

에너지 효율 향상을 위한 자동차 업계의 연구동향을 보게 되면 현재 내장재 및 외장재로 사용되고 있는 철 대신에 이보다 가볍고 충분한 강성을 갖는 알루미늄이나 엔지니어링 플라스틱을 적용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 위와 같이 다가올 환경규제에 대비한 자동차 에너지 효율 향상 연구의 일환으로 엔지니어링 플라스틱인 PC/ABS 를 기반으로 한 고분자 복합재료[2]의 카오디오 샤시 적용 가능성을 검토하고자 한다. 현재 카오디오 샤시의 재질은 철로 이루어져 있다. 만약 이 재질을 엔지니어링 플라스틱으로 대체할 시 팔목할 만한 무게 경량과 함께 에너지 효율 향상에 기여할 것으로 판단된다.

PC/ABS 고분자 복합재료의 적용가능성을 판단하기 위한 방법 중 하나는 카오디오 데크의 진동응답해석이다. 자동차용 CD/DVD 데크는 일반적인 CD/DVD 플레이어와는 달리 자동차의 운전여건에 따라서 열악한 환경에서도 사용되는 제품이다. 따라서 제품 설계 시 CD/DVD 데크의 작동이 열악한 진동 환경에서도 원활한 작동을 하는지의 여부가 매우 중요하다 [3].

설계의 적합성 판단은 현재 시장에서 사용되고 있는 모델의 데크 진동응답해석결과를 기준으로 하여 PC/ABS 기반 고분자 복합재료를 바탕으로 새롭게 설계된 모델의 해석 결과와의 비교를 통하여 이루어질 수 있다. 그 방법으로 본 연구에서는 사용 및 적용 가능한 2 가지 후보군의 모델을 설계하였다. 이 두 모델에 대하여 진동 해석을 실시하고 이를 통하여 최적의 적용가능 모델을 선정하였다. 또한 진동 응답 특성을 향상시키기 위한 설계인자들의 민감도 평가를 위하여 재료의 탄성 계수 및 비중의 변화에 설계된 샤시의 진동응답특성의 변화를 평가하였다. 그리고 이를 통하여 요구된 조건을 만족시키는 모델의 최적의 설계 조건을 제시하였다.

2. 해석 조건

카오디오 샤시의 기존 재질인 철을 대체하는 새로운 재료는 PC/ABS 기반 고분자 복합체로서 이는 PC/ABS 를 기반으로 하여 재료의 기계적 특성과 열적 특성 및 요구되는 기타 특성을 향상시키기 위하여 유리섬유[4] 및 기타 보강재를 첨가한 재료이며 이 복합체의 물성값은 Table 1 과 같다.

해석 조건은 현대 자동차 진동시험 기준을 참고하여 브라켓의 차체에 구속된 점에 10 - 100 Hz 의 sweep 주파수

Table 1 Property of PC/ABS hybrid composites

Property	Specific Gravity (kN/m ³)	Elastic Modulus (GPa)	Poisson's Ratio
	1.21	1.34	0.33

Table 2 Vibration response of current car audio

Reference model	1 st Frequency	Maximum acceleration
	147 Hz	32.5 G

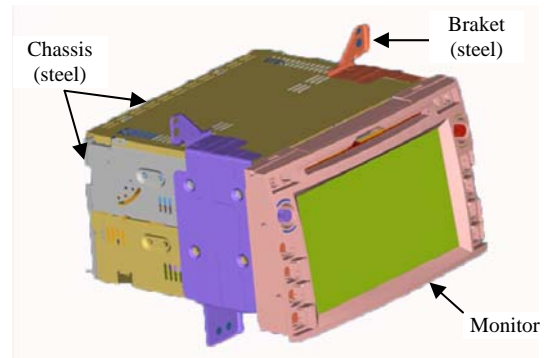


Fig. 1 Schematics of reference model of current car audio

와 0.1 G - 2.5 G 의 가속도를 가하는 것으로 선정하였으며 해석 목적은 CD/DVD 데크의 4 점의 0 - 200 Hz 의 진동모드와 각 진동모드의 가속도를 분석하는 것이다.

3. 기준 모델 해석

본 연구에서는 기준 모델로서 현재 시장에서 진동 신뢰성 평가를 통과한 2 단 DIN 방식의 카오디오 모델을 선정하였으며 기준 모델의 해석 결과와 디자인은 Table 2 와 Fig. 1 과 같다. 여기서 주로 재설계하여 해석할 부분은 PC/ABS 복합재를 이용한 카오디오의 샤시이다.

Table 2 에서의 Z 방향의 진동응답특성을 보게 되면 1 차 모드는 대략 147 Hz 발생하며, 0 - 200 Hz 에서의 최대 가속도는 약 32.5 G 정도 나왔다. 따라서 이 결과와 실제 현장에서의 경험적인 요소를 참고하여 해석기준을 Z 방향에 대한 0 - 100 Hz 의 주파수 범위에서의 최대 가속도 응답은 5 G 이하로 선정하였다.

4. 새 모델 설계 및 해석

본 연구에서는 실제 적용 가능한 2 가지 샤시 모델을 설계하였다. 모델 A 의 경우는 기존의 모델과 유사하게 내부 기판을 통합 설계한 경우이며 모델 B 의 경우는 내부 기판은 분리한 채 순수 외부 샤시만을 설계한 경우이다.

2 가지 경우의 샤시 모델은 Fig. 2 와 3 에 나타내었다. 또한 각각의 진동응답결과를 Table 3 에 나타내었다. 여기서 1 차 모드의 진동수는 모델 B 가 좀 더 높은 값을 나타냈으

Table 3 Vibration responses of each model

	Model A		Model B	
	Frequency	Acceleration	Frequency	Acceleration
1 st mode	42Hz	4.1G	87Hz	9.5G
2 nd mode	84Hz	7.3G	95Hz	10.2G

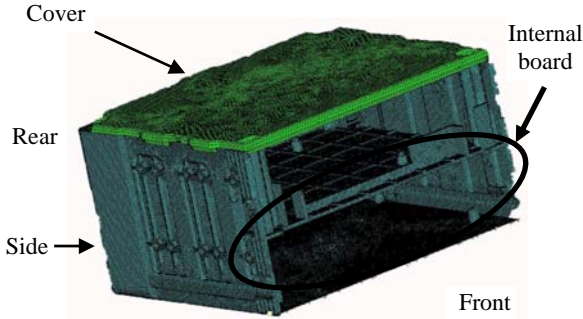


Fig. 2 Model A based on PC/ABS hybrid composites

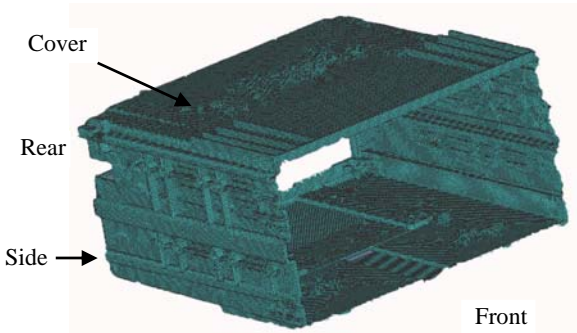


Fig. 3 Model B based on PC/ABS hybrid composites

며 최대 가속도 응답은 모델 A가 작은 값을 가졌다. 따라서, 1차 모드 주파수와 최대 가속도 값을 판단해 본 결과 모델 B가 안정적이라고 판단되었다

5. 민감도 평가

진동 응답 특성을 향상시키기 위한 민감도 평가로서 대체 재료의 물성치인 인장탄성률 및 비중 변화에 따른 데크의 진동 응답 특성을 평가하였으며 그 결과는 Fig. 4와 5에 나타내었다. Fig. 4을 보게 되면 탄성계수인 E가 증가함에 따라 64 점을 제외하고 대체적으로 최대 가속도의 주파수가 증가하는 것을 알 수 있었으며, 특히 인장탄성률이 1.6 GPa 이상이 되면 최대 가속도 주파수는 100 Hz 이상이 됨을 알 수 있었다. Fig. 4에 나와 있는 바와 같이 보강재의 함량에 따른 인장탄성률의 값은 1.6 GPa[2]이상이므로 보강재의 첨가를 통해 최대 가속도의 주파수의 응답 값을 증가시키는 것이 가능함을 알 수 있다.

또한 비중의 변화는 최대 가속도 주파수의 변화에 큰 영향을 주지 않았으며 Fig. 5와 같이 최대 가속도 값의 변화에도 큰 영향을 미치지 않은 것으로 판단되었다. 따라서 2차 모델이 원하는 진동응답조건을 만족시키기 위한 방법의 하나로 재료의 인장탄성률인 E 값을 증가시키는 것이라 판단된다.

6. 결론

본 연구에서는 앞으로 다가올 환경규제에 대비한 연구 일환으로 카오디오 사시의 기존 재질인 철을 대신할 가볍고 충분한 기계적 강성을 지니는 PC/ABS 고분자 복합재 적용하였다. 이 재료가 적용된 카오디오와 기본 모델과의 진

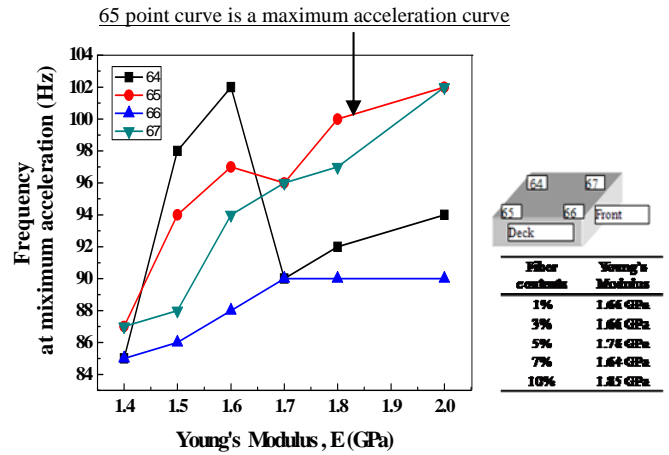


Fig. 4 Relationship between frequencies at maximum acceleration and Young's modulus variation

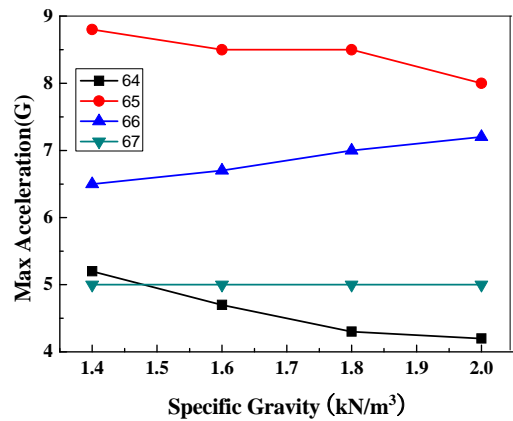


Fig. 5 Relationship between frequency at maximum acceleration and specific gravity

동응답해석 비교를 적용가능성을 검토하였다. 후보군으로 선택한 2 가지 모델의 진동응답특성을 검토해 본 결과 내부기판을 포함하지 않는 모델 B의 진동응답특성이 더 안정적이었다. 또한 여기의 진동응답특성을 향상시키기 위한 방안으로 재료의 탄성계수인 E를 증가시키는 것이 가능함을 민감도 평가 결과를 통해 알 수 있었다.

후기

본 연구는 고려대학교 기계공학과와 LG 전자와의 산학 연구의 일환으로 공동으로 진행되었으며 PC/ABS 기반 고분자 복합재 관련 연구는 LG 화학과 공동으로 진행되었다.

참고문헌

1. 양성진, "LG Business Insight(2008.8.6)", 37-44, 2008
2. S.H. Jeon, et al, "Characterization of mechanical and electrical properties of PC/ABS hybrid materials", Proceeding of ICCE17, 419-420, 2009
3. 박영필, 정두환, 정진태, "자동차용 CD/DVD 데크의 진동 저감 및 성능향상에 관한 연구" 대한기계학회지, 799-804, 2004
4. 박인송, "강화플라스틱 자동차 차체의 설계제작을 위한 방법 및 유럽의 실용화에 관한 연구", 한국자동차 학회지, 16, 33- 43, 1994