

자동차 범퍼커버 디자인의 평가 - 환경영향성과 안전성 평가를 중심으로

Assessment of the Car Rear Bumper Cover Design - with the Assessment of Environment Impact and Safety

김선영

한국기술교육대학교 디자인공학과

Kim, Sun-Young

Dept. of Industrial Design Engineering, KUT

송복희

한국기술교육대학교 디자인공학과

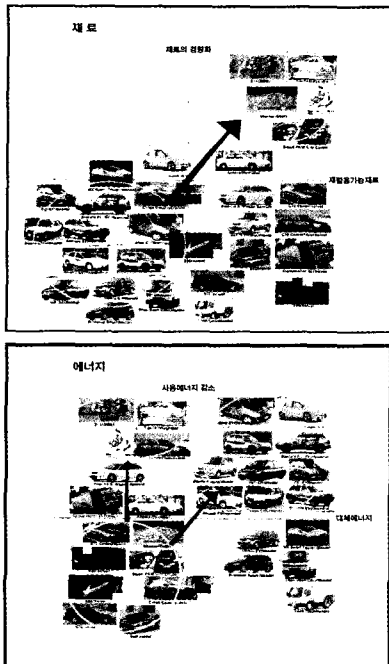
Song, Bok-Hee

Dept. of Industrial Design Engineering, KUT

• Key words: Bumper Cover Design, Environment Impact, Safety, LCA Tool

1. 서론

자동차는 생활의 필수품이면서 대기오염의 주범이라 일컬어진다. 이러한 자동차의 환경영향을 감소시킬 수 있는 디자인방법은 자동차가 환경에 미치고 있는 구체적인 영향을 조사하여 개선될 수 있는 사항을 디자인과정에서 적용하는 것이다.



[그림1] 재료(위)와 에너지(아래)에 관한 자동차이미지 맵 위의 그림1의 이미지 맵을 보면 다음과 같은 경향을 보여주고 있다. ①경량재료의 사용 ②재활용 가능재료의 사용 ③주행시 에너지사용을 감소할 수 있는 자동차 ④대체에너지 사용 자동차에 관한 연구개발은 활발하게 진행되고 있다. 그러나 이러한 연구는 엔지니어들에 의해 진행되고 있을 뿐, 디자인 연구단계에서는 미흡한 실정이다. 그래서 본 연구에서는 자동차 범퍼 커버 디자인의 환경성과 안전성 평가 사례연구를 하고자 한다.

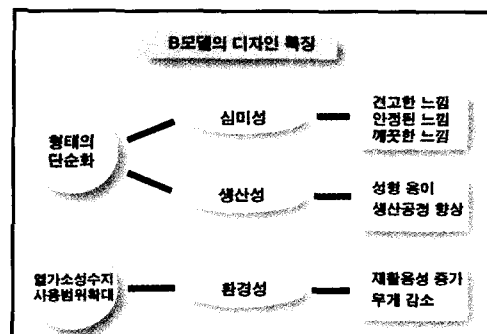
2. 연구목적 및 방법

본 연구의 목적은 사례연구로서 자동차디자인의 평가에 있어 새로운 범퍼커버 디자인의 환경성과 안전성을 중점적으로 평가하는 것이다. 연구의 방법은 기존의 디자인 평가방법을 쓰면서 심미성, 인간공학성, 기능성과 더불어 환경영향성과 안전성을 정량적인 방법으로 평가하는 것이다. 이는 환경친화

디자인의 공학적 접근 방법인 DFE(Design for Environment)기법을 활용한 것이다. 연구절차는 ①새로운 범퍼커버 스타일링(Styling) 및 카티아(Catia5.7)를 이용한 surface modeling ②SimaPro4.0을 이용한 환경성 평가 ③ANSYS6.0을 이용한 안전성 평가의 순서이다.

3. 자동차 범퍼커버의 새로운 디자인

본 연구에서 평가할 제품은 국내 A자동차회사의 준 준형 자동차에 부착된 리어 범퍼커버(A모델)와 새로 디자인한 리어 범퍼커버(B모델)이다. 새로 디자인한 범퍼커버의 특징은 단순한 형태로서 견고하고 안정되며 깨끗한 느낌으로 심미성을 향상시키고, 오래가도 질리지 않는 장기수명디자인을 추구하는 것이다. 또한 성형 용이성과 생산공정의 향상을 목적으로 한다. 그리고 열가소성수지 사용범위의 확대에 의한 자동차 무게의 경량화 효과를 얻고자 한다.



[그림2] B모델의 디자인 특징

	A모델	B모델
평가 대상 모델		
표면적	1.128 m ²	1.136 m ²
두께	3.0mm	2.8mm
재료	TPO Compound (주재료:PP)	PC/PBT(Xenoy)
무게	3.81kg(도장 전 수치)	3.82kg(도장 전 수치)
비고	기준	비교대상

[표1] 평가대상 모델의 물리적 수치

4. 자동차 범퍼커버의 환경영향 평가

4-1. 환경영향 평가의 목적과 방법

환경영향 평가의 목적은 자동차 범퍼커버의 디자인시 적합한 재료를 선택 할 수 있도록 하는 것이다. 평가 방법은 전과정 평가(LCA) 소프트웨어 중 비교적 사용이 쉬운 시마프로4.0을 이용하였다. 시마프로4.0은 재료선택을 기반으로 한 LCA소프트웨어이다.

4-2. 환경영향 평가의 대상과 데이터 처리

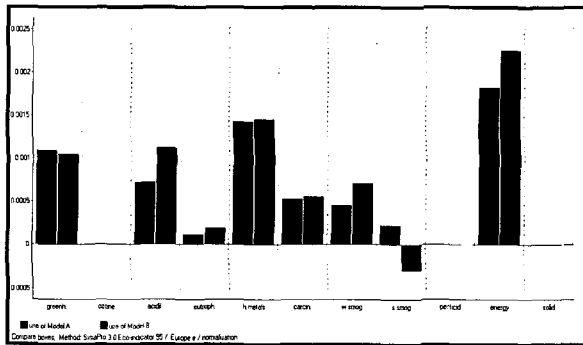
평가의 대상은 앞의 표1의 A모델과 B모델인데, 형태, 표면적, 재료, 두께, 무게를 달리 적용하여 평가하였다. 그러나 제품성형 후 전처리공정과 도장공정은 데이터수집의 미비로 평가범위에서 제외시켰다.

	A모델	B모델
생산단계에서 재료와 전력 (성형까지만)	Polypropylene: 2.9kg	PC: 1.337kg
	Ethylene: 0.868kg	PBT: 1.337kg
	Propylene: 0.372kg	SBR: 1.173kg
	Talc: 0.19kg	전력: 4.549kg
사용단계에서 연료	4년동안 60,000km주행(가정)	
	무게에 의한 연료소비량: 1849.5kg 범퍼커버에 의한 연료소비량: 6.16kg	
폐기단계	전량 재활용(가정)	

[표1] 영향평가 입력 데이터

4-3. 전과정 환경영향 평가 결과

시마프로에 의한 환경영향 평가는 온실효과, 오존층 감소, 산성화, 부영양화, 중금속, 발암물질, 겨울스모그, 여름스모그, 살충제, 에너지사용, 고형폐기물의 11가지 영향범주에 의해 평가된다. 평가결과는 특성화, 정규화, 기중치부여, 인디케이터의 4가지 타입으로 나타낼 수 있다.



[그림3] A모델과 B모델의 정규화에 의한 전과정 영향평가

위 그림3의 정규화에 의한 전과정 환경영향 평가 결과, A모델이 B모델보다 환경영향이 적게 평가되었다. B모델은 특히 에너지소비와 산성화에 대한 환경영향이 크고, 온실효과와 오존층감소, 여름스모그에 대해서는 환경영향이 적다. 전반적으로 A모델이 B모델보다 환경영향이 낮은 것으로 평가되었다.

5. 안전성 평가

안전성 평가의 목적은 B모델의 디자인에서 환경영향을 줄이기 위해 재료사용을 감소시켰기 때문에 기능수행에 있어 안전성문제의 유무를 판단하는데 있다. 평가방법은 ANSYS6.0소프트웨어를 이용하였고, 해석전문가의 도움을 받아 평가를 수행하였다.

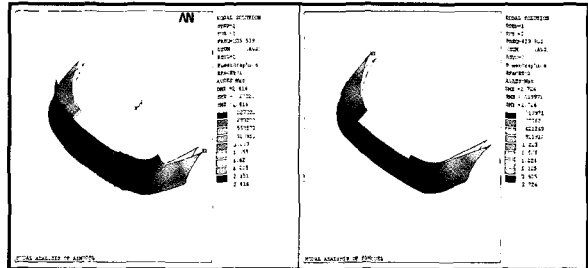
트웨어를 이용하였고, 해석전문가의 도움을 받아 평가를 수행하였다.

5-1. 모드 해석(Modal Analysis)

모드 해석의 목적은 재료변경시 고유진동수의 변화가 안전성에 영향을 미치는지를 알아보는 것이다. 고유진동수의 크기로 외력을 가했을 때, 범퍼커버 진동의 형태를 파악해 디자인 형태와 재료의 문제 여부를 판단할 수 있다.

Mode number	A Model	B Model
	Frequency(Hz)	Frequency(Hz)
1	156.79	200.22
2	305.54	429.91
3	428.62	556.52
4	507.99	1389.3

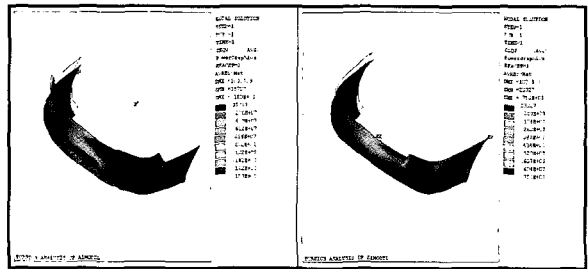
[표3] A모델과 B모델의 고유진동수



[그림4] A(왼쪽)와 B(오른쪽)모델의 두 번째 모드해석 결과

5-2. 정적 해석(Static Analysis)

정적해석은 범퍼커버의 휨(deflection) 정도와 그 때의 기계적 강도(stress)를 알아보기 위한 것이다. Vertical deflection Analysis와 Horizontal deflection Analysis의 두 가지 분석이 수행되었다.



[그림5] 수직적 힘에 의한 강도 (왼쪽:A, 오른쪽:B)

모드해석과 정적해석의 결과 새로운 디자인인 B모델의 기계적 강도가 약3배 높은 것으로 나타났다. A, B모델 둘 다 고유진동수에 의한 영향은 없는 것으로 평가되었다.

6. 결론

자동차의 새로운 범퍼커버 디자인 평가 결과, 디자인 형태와 재료에 의한 안전성의 문제는 없었다. 반면, 환경영향은 더 큰 것으로 나타났다. 따라서 자동차 범퍼커버 디자인시 사전에 디자인을 통합적으로 평가하는데 있어, 평가범주에 환경성과 안전성을 포함하여 정량적으로 평가해서 기존의 디자인속성을 유지한 채 환경영향 감소를 위한 디자인을 해야 할 것이다. 그리고 향후 더 다양한 모델연구가 필요하리라 판단된다.