

## 자동차용 방진고무의 신뢰성

이 성 훈

### 1. 서 론

최근 자동차에 DOHC, 전자연료분사 엔진의 적용등 고성능, 고기능화가 진행되고 있고, 조종안정성을 높이기 위하여 ABS, AT, PS등의 장착이 늘고 있다. 또 지구환경보호문제가 대두되면서, 오존층보호를 위한 프레온가스규제, 일부 유기용제의 사용이 금지되었고, 지구온난화 제어를 위한 CO<sub>2</sub> 배출저감, 대기오염 방지를 위한 가솔린 비산 저감 법규가 발효되고 있고, 산업폐기물저감대책, 리사이클성 향상 등 자동차 산업에 대한 사회적 요구가 다양하고 가혹해 지고있다. 차량의 품질보증기간 연장에 대응하고, 소비자의 수리비 절감 및 보증 수리비용 절감을 위한 품질 경쟁력확보가 절실한 시점이다. 국내에도 도입된 제조물 책임법에 대한 대책으로 자동차 각 기능 부품별로 요소부품으로서 작동되고, 핵심기능을 하는 고무 부품의 내구성 신뢰성 향상 기술 개발이 무엇보다 중요하게 대두되고 있다. 이에 따른 고무부품은 메인터넌스 프리화, 목표 및 고성능 고 내구화가 요구되고 있기 때문에 고무제품의 노화현상을 정확히 파악하고, 그신뢰성을 높이는 것이 중요한 과제로 되어 있다.

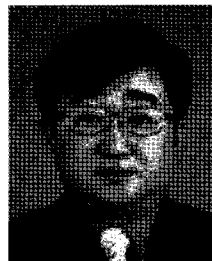
고무 부품들의 주요 열화 요인은 내부에서 내부 스트레스, 외부로부터 오는 외적 스트레스가 있는데, 그 중 방진고무에는 방진피로, 발열 등의 내적 스트레스와, 열, 산소, 오존, 기름 등의 외적 스트레스에 노출되는 이중의 가혹한 환경에 처해 있는 부품이다.

### 2. 방진고무의 기능

자동차용 방진고무는 차량의 승차감 (진동제어 및 조정 안정성), 특히 차량의 쾌적성을 유지 하는 아주 중요한 부품으로서 아주 복합적인 기능을 하고 있다. 최근 더욱 더 안락한 승차감과 향상된 내구성능을 요구하는 소비자들을 만족시키기 위해 차량의 엔진 혹은 노면에서 발생하는 진동이 승차자에게 전달되지 않도록 하는 역할을 하는 방진고무의 성능개선과 신뢰성 확보가 차량 개발에 더욱 더 중요한 요소가 되고 있다. 그 종류 및 요구 특성은 표 1에 나타냈다.

진동 전달을 억제하는 역할을 하는 방진고무는 크게 엔진 마운트와 서스펜션 부시로 나눌 수 있고 이러한 방진고무는 차량에서 발생하는 고주파수대의 엔진 및 각 부위의 진동을 억제하는 동시에 큰 하중을 지지할 수 있고, 반복적인 피로에 견딜 수 있도록 설계되어져야 한다.

또한, 고무재료는 기계적 피로 및 열, 빛, 산



이성훈

1986 인하대학교 화학공학과 (공학사)  
1989 London School of Polymer Technology, The Polytechnic of North London(공학석사)  
1986~ 현재 자동차 설계개선 1팀 차장

소등의 사용환경조건에 의해 노화되므로 고무가 노화됨에 따라 동시에 차량의 초기 성능이 점점 저하되고, 사용 년 수가 증가에 따라 소비자가 진동을 많이 느끼게 되며, 조종안정성이 떨어지는 등 소비자가 불만을 갖게 되는 주요한 원인이 되고 있다. 그러므로, 방진고무의 노화가 차량 성능 저하의 주요 인자라는 것이 인식되어 차량성능의 열화도 분석, 시장 사용품 분석 및 그 상관관계 연구가 활발히 진행되고 있다.

종래의 내구성능 개선은 단순한 기계적인 피로내구수명을 증가시킴으로써 신뢰성을 향상시키려 하였다. 그와 더불어, 고무의 복합 노화에 따라 방진고무부품의 경화현상에 대한 원인 파악 및 그 개선으로 인한 차량의 초기 N.V.H 성능을 장기간 유지에 대한 연구가 진행되고 있다.

표 1. 자동차용 방진고무의 종류와 요구특성

구분	부품명	사용재료	요구특성
엔진	엔진마운트	NR, SBR, BR	방진성, 피로특성, 내열성
	댐퍼마운트	NR	방진성
서스펜션 및 기타	스티어링마운트	NR	방진성
	범퍼스트로퍼	NR, U(발포)	방진성
	서스펜션부시	NR	방진성, 내피로성
	서브프레임 마운트	NR	방진성
	머플러행거	EPDM, Q	방진성, 내열성

### 3. 방진고무 사용환경의 변화

최근 수출지역의 확대로 차량의 사용환경이 다양하게 되었으며, 시베리아의 혹한지역에서부터 중동, 아프리카등의 열대지역까지의 다양한 온도 및 오존의 영향을 받게 되었다. 수많은 지역의 도로환경에서 주행하는 차량에 미치는

영향에 따라 클레임 등 고객불만이 과거와는 다른 양상으로 나타나고 있다. 고객의 생활 패턴이 다양해 지고 그에 따른 레저용 차량 사용이 증가되기 때문에 동일한 차량이라도 그 사용범위가 확대되고 있는 상황을 볼 때 시장에서의 사용방법, 환경조건이 점점 더 가혹해지고 있는 것은 사실이다. 이는 방진고무부품이 지역별로 파손시기가 다르거나, 열화정도가 달라지는 등의 노화의 편차가 크게 나타난다. 이러한 부품의 신뢰성 확보를 위해서는 각 국가별 기후, 도로조건, 적재량, 사용습관 등의 실측 데이터를 반영하여 차량을 개발하고 검증을 해야 한다. 최근의 고객 불만은 고장 뿐 아니라 소음, 도장, 냄새 등 감성적인 잠재적 불만이 많으며, 그것 또한 차량의 선정 및 재구매 기준이 되기도 한다.

### 4. 시장의 환경조건 및 고객 사용 조건 파악

시장의 환경조건 및 고객 사용조건을 정의하려면, 환경조건은 자연환경, 타 부품에 의하여 받는 스트레스 조건을 말하며 고객이 대상부품을 어느 장소에서 사용하는가에 따라 결정된다. 온도, 습도, 오존, 거친 노면으로부터의 입력 등은 자연환경에 의한 조건이라 볼 수 있고 수분, 그리스, 오일 등은 근접부품으로부터 영향을 받는 조건이라 할 수 있다.

사용되는 조건은 고객이 사용하는 방법에 의해 받는 스트레스 조건인데 고객이 대상부품을 어떻게 사용하는가에 따라 결정된다.

지역별 주행빈도, 주행시간, 입력되는 진동, 엔진 회전수, 속도, 제철염분등을 말한다.

이러한 환경 조건을 파악하게 위해서는 지역별 사용 환경 및 사용 패턴을 조사하여 실제 그 패턴 대로 필요한 정보를 얻기 위한 실제 차량에서의 측정 데이터가 필요하다 그 방안으로는 조사된 패턴과 사용조건 데이터를 기초로 하여 운행하면서 지역별, 속도별, 도로별, 온도 및 입력 하중 등을 측정하기도 한다. 고객의 사용조건을 분명히 파악하고 제품을 개발한다

는 것은 이제는 기본적인 출발 인 것 이다.

## 5. 시장에서의 고객불만 파악 및 문제 품의고장해석

고객의 불만요인을 살펴보면 균열이 생기거나 이상진동현상이 일어나던가 소음이 커졌다던가 하는 큰 요인들은 클레임으로 나타나고 제조회사로 통보되어 그 현상파악이 명확하게 이루어 질 수 있지만, 엔진 음이 커졌다든지, 승차감이 웬지 나빠졌다든지 하는 정형화, 수치화 되지 않는 불만은 서비스센터로 가지 않고 그냥 잠재적 불만으로 나타나기 때문에 잘 파악되지 않는다. 방진고무가 파손이 된 경우는 시장 회수품을 면밀히 관찰하여 그 원인이 되는 주요 인자를 파악 하는 것이 중요한데, 대부분 과다한 스트레스 또는 열, 오존에 의한 열화 및 파손의 진진으로 나타난다. 시장에서의 문제품에 대한 데이터 수집 및 분류하고 그 고장 및 고객불만 원인 규명을 위한 고장 메커니즘의 해명, 고장현상 및 원인을 유발하는 특성을 명확히 한 후 그 환경에서의 계측 데이터로부터 고장에 도달할 때까지의 stress를 예측한다.

엔진마운트와 관련된 잠재적 불만은 다음과 같이 나타난다. 차체의 각 부분의 진동이 심해졌다. 아이들회전이 불안정하게 바뀐다, 엔진회전이 떨어질 때 아이들회전수가 불안정하다, 신호 대기 시 진동이 크다 등의 목소리로 불만이 파악 된다. 이러한 고객의 목소리(VOC)를 구체화 하고 분류하여 가장 공통적으로 가장 큰 불만족 항목을 기술용어로 전환하여 그 원인을 규명하여, 실제 차량에서의 성능을 조사하고 고객의 요구 레벨을 파악하는 것이 중요하다.

## 6. 신뢰성 목표 제시

신뢰성의 목표는 열화를 포함한 규정의 년수, 주행 거리, 내구 사이클수에서의 그 열화 폭을 표시하는 것으로서 사용 년 수, 사이클 수 등

의 신뢰도를 고장률로서 표시하게 되는데, 방진고무를 어디까지 보장할 것인가 하는 것은 품질 보증 정책과 시장 논리에 맞게 결정해야 하며 각자의 보증체계 맞추어 시장상황에 맞게 결정되어야 한다. 그를 위해서는 시장 사용품, 또는 고장품의 세밀한 정성 및 정량 분석에 따라 노화 현상을 수치화하여, 측정 가능한 목표치를 설정하여야 한다. 또 변화하는 시장상황에 맞추어 그 목표를 항상 유지 보수 점검되어야 한다.

## 7. 신뢰성 평가 및 수명예측

신뢰성 목표가 설정되면 시장 회수품의 열화 정도와 시뮬레이션 시험의 결과를 비교하는 시험을 실시하게 되는데, 주행시험, 시스템 내구 시험, 부품 내구 시험, 재료시험 등이 있다. 실차 시험은 가속시험, fleet내구 시험, 환경시험, 멀티로드 시뮬레이터 시험, 필드 신뢰성 시험 등이 있고, 시스템 시험은 기능별 가속 시험이라 하는 다축 가진 시험 등이 있다. 부품내구 시험은 기능별 가속시험, 환경 시험 등이 있는데 실 사용조건을 가장 잘 묘사하는 3축 가진 시험이 실시 되고 있다. 재료 시험은 종래의 품질 관리용 시험의 형태에서 벗어나 실 사용조건을 충분히 고려하고 수명을 예측하는 정도까지의 시험이 실시되고 있다. 이 일련의 시험들이 실제 사용되는 조건을 가장 잘 나타내게 하는 상관성을 갖게 하는 것이 중요하다. 이러한 시험의 결과를 토대로 수명한계선을 결정하게 되고, 개량, 개선된 제품에 대한 재검증을 한다. 이러한 수명 한계선의 결정인자로는 크랙, 영구변형, 경화, 연화등이 있다.

## 8. 장기 내구신뢰성 대책

수명 예측 시험법 과 시뮬레이션 평가 법에 따른 수명한계의 정의가 명확해지고, 그에 따른 목표가 설정되면 그에 따른 부품의 개발 과 개선이 이루어지게 되며, 종래의 방식과 다른 파

격적인 접근이 이루어지고 있다. 그 이유는 계속적인 엔진의 고출력화, 배기정화장치에 의한 열 부하 증대, 차실 외 소음 규제에 의한 엔진의 주변의 밀봉 및 엔진 룸 내의 치장을 위한 엔진 커버의 채용확대로 인한 엔진 룸 내의 열이 증가하고 있는데 과거 10여년간 약 15℃이상 상승한 것으로 보고 되고 있다. 그것은 통상의 천연고무의 사용한계를 넘어서고 있고 이에 따른 컴파운드개발이 적극적으로 진행되고 있다.

일부 변성 천연고무 또는 정제된 천연고무를 적용한 배합이 고 내열성 방진고무에 사용되고 있으며 이상을 대비한 기타 합성고무에 대한

연구도 활발히 진행되고 있다.

## 9. 결 론

항상 변화하는 주변환경과 사용조건에 대응하고 시장확보를 목적으로 방진고무의 신뢰성을 높이는 일은 아주 중요한 사실이다. 신뢰성을 높이기 위해서는 기존의 고정된 목표를 향한 개발에서 탈피하여, 변화되는 고객의 요구 및 주변 환경변화를 면밀히 파악하여 그 개발 방향을 결정해야 할 것이다. 신뢰성을 높이는 것은 많은 노력과 cost가 수반되나 경쟁력을 확보하기 위한 필요 충분 조건이다.