

자동차 내구신뢰성 향상을 위한 부품 소재 기업의 활동 및 역할

이 글에서는 자동차의 내구신뢰성 향상을 위해 부품 제조기업에서 수행하는 내구신뢰성 관리기법 및 실행방법에 대해서 설명하고자 한다.

허만대 평화발레오 기술연구소, 소장

e-mail : mdhur@vph.com

최근의 차량 구매자들은 점차 신차품질뿐만 아니라 중고차량의 경제성을 결정짓는 내구품질을 차량 선택의 중요한 요소로 인식하고 있으며, 자동차업체도 이러한 고객들의 요구를 충족시키기 위하여 차량의 보증기간을 증대함으로써 시장 경쟁력을 확보해 나가고 있다. 또한 최근 자동차제조사는 신차 개발기간의 단축을 통한 경쟁력 향상을 추구하고 있다.

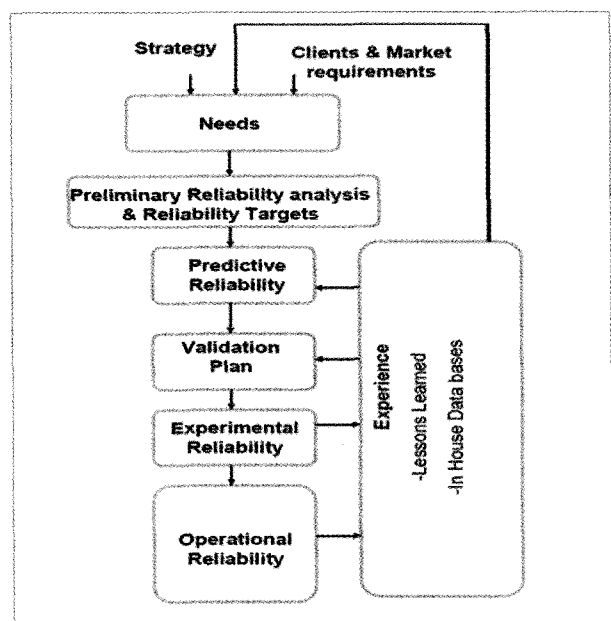
자동차의 내구 신뢰성을 향상하기 위하여 자동차 제조사에서는 실차량을 이용한 내구신뢰성 검증시험을 수행하며, 부품 제조사에서는 실차에서의 운행조건을 구현할 수 있는 부품 대상시험을 통하여 부품의 내구 신뢰성을 검증하고 있다.

자동차업체에서 수행되는 실차시험은 시험에 필요한 비용이 막대하며, 시험기간도 상당히 오래 소요된다. 그렇기 때문에 실차시험 단계에서 부품의 문제가 발생한다면 막대한 비용이 손실될 뿐만 아니라 차량의 개발기간에 타격을 주어 자동차업체의 경쟁력을 저하할 수도 있다. 따라서 자동차 부품 제조사는 차량에서 발생할 수 있는 모든 조건을 감안한 단품 내구신뢰성 시험을 실시함으로써, 실차시험이나 필드에서는 결함이 발견되지 않도록 부품단위에서의 내구신뢰성을 완벽히 검증할 필요가 있으며, 그럼으로써 고객과의 신뢰 관계를 향상시켜 나아갈 수 있다.

따라서 자동차 부품업체에서는 필드에서의 수명을 정확히 예측하고 문제발생을 최소화하기 위한 부품 내구신뢰성 평가기법의 확립이 필요하다.

부품 내구신뢰성의 관리기법

신제품 개발 프로젝트의 초기단계에는 고객과 시장에서 요구되는 사항들을 파악하고, 이전 프로젝트에서 축적된 경험을 바탕으로 사전 신뢰성 분석 및 신뢰성 목표를 수립한다. 그리고 이전에 수행되었던 신뢰성 시험결과 및 필드에서의 문제점들 토대로 신 차량에 적용될 부품의 신뢰성을 예측해볼 수 있다. 이러한 사전 조사들은 제품 설계단계에서 어떤 종류의 제품을 적용해야 필드에서의 문제발생을 줄일 수 있을 것인지를



▲ Reliability Management Process

보다 쉽게 예측할 수 있게 하기 때문의 부품의 강건설계의 밑바탕이 된다. 그 후 부품 및 시스템의 모든 기능 및 사용조건을 검증할 수 있는 시험계획을 수립하고 시험을 수행하게 된다. 제품의 기능이 다양화 될수록 검증될 시험항목은 또한 늘어나게 되며, 시험을 수행하기 위한 장비 또한 새롭게 구성되어야 할 것이다. 이러한 일련의 절차를 통하여 검증이 완료된 부품은 자동차업체에 인도되어 실차량에서의 검증을 거치어 필드로 나가게 된다. 하지만 이러한 검증과정을 통과한 제품이라 하더라도 필드에서 문제가 발생할 수도 있다. 이러한 문제점은 다시 부품 개발 절차에 반영되어야 하며, 신뢰성 시험방법의 보완을 통해서 줄여나가게 된다.

신뢰성 시험 계획 수립

자동차 부품은 복합적인 환경에 의하여 다양한 형태의 잠정적 고장유형이 있으나 일반적으로 부품 수준의 대상시험의 경우 한 가지의 시험을 통해서 한 두 가지의 고장유형에 대해서 검증하도록 특화된 시험방법들 사용하고 있다. 따라서 고장유형영향분석(FMEA)을 통하여 각각의 고장유형에 대해 신뢰성 검증 시험방법을 결정하고 이것을 종합하면 신뢰성 시험계획 및 보고서(DVP&R)가 수립될 수 있다. 신뢰성 시험계획은 제품의 모든 기능의 검증이 포함되어 있어야 하며, 고객의 내구신뢰성 목표와 일치하여야 한다.

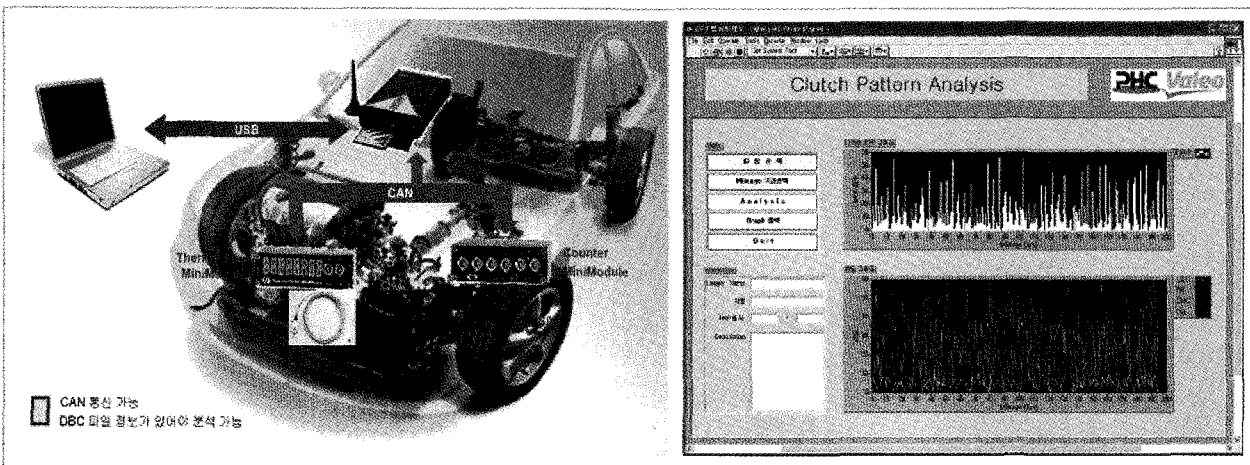
그리고 중요한 것은 차량에서의 사용환경이 변함

에 따라 시험방법도 변해야 한다는 것이다. 최근 CO₂ 배출량 규제강화 및 연료효율 증대를 위하여 엔진 스타터 모터에 공회전 시 엔진이 자동적으로 꺼지는 기술(Idle Stop & Go)이 적용된다면 스타터 모터의 가동횟수가 증대되는 것을 물론이고, 이와 맞물리는 다른 부품인 플라이휠의 링기어의 내구성까지 동시에 영향을 미치게 된다. 만일 플라이휠 부품의 생산업체가 이러한 외부 환경의 변화를 인지하지 못하고 자사에서만 생산하는 부품의 변경에만 한정하여 시험계획을 수립한다면 어떻게 될까? 결국 자동차 부품업체도 차량과 서브시스템의 변화에 의해서 야기될 수 있는 중대한 변화요인들을 파악하여 평가기법을 개발할 수 있는 역량이 보유하지 않으면 고객과의 신뢰관계를 잃게 될 것이다. 부품의 내구 신뢰성 시험기법들은 고객의 요구와 기술개발 속도에 맞추어 항상 새롭게 검토되고 변화되어야 하는 것이다.

부품 시험방법 개발

부품상태로 행해지는 대상시험을 최대한 필드 조건과 연계시키기 위하여, 차량에서 각 부품으로 가해지는 고장요인 및 기능저해 요인을 재현할 수 있는 시험장치의 개발이 필요하며, 어떠한 방법으로, 얼마만큼의 부하를 어느 정도의 기간 동안 부가할 것인지를 결정하는 시험기법의 개발이 필요하다.

예를 들어 자동차용 클러치 커버의 경우, 운전자가 클러치 페달을 밟으면 클러치 커버의 다이어프램



▲ 차량에서의 클러치 거동을 파악하기 위한 계측 및 분석 시스템

스프링이 작동하게 되며 응력이 발생하게 된다. 페달 작동 횟수에 따라 피로에 의한 성능 열화 및 피로파손이 발생할 수 있다. 따라서 클러치 다이어프램의 내구수명을 평가하기 위해서는 운전자의 페달 작동 횟수를 관측하여 시험조건을 반영할 필요가 있다. 이외에도 엔진의 회전속도나 진동 등 여러 가지 요소가 복합적으로 클러치의 내구신뢰성에 영향을 미치게 된다. 이렇듯 자동차 부품의 내구 신뢰성 평가 기법을 정의하기 위해서는 부품의 내구 신뢰성에 영향을 미치는 차량운행 조건을 정리한 미션 프로파일의 확보가 필수적이다. 각각의 부품 전문업체는 각자의 부품 평가에 필요한 차량에서의 다양한 운행정보를 수집할 수 있는 계측 및 분석 시스템을 확보하여야 한다.

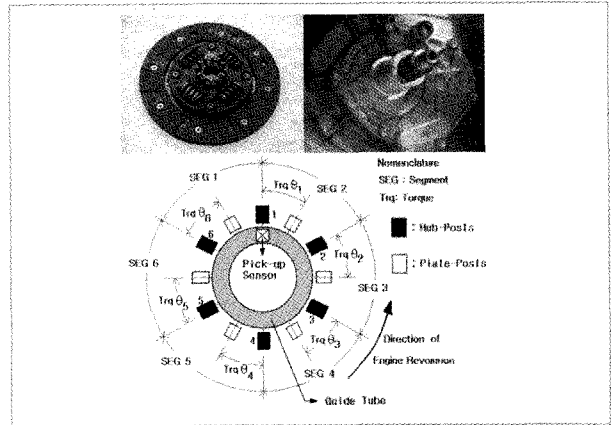
파워트레인 시스템에서는 엔진의 시동 횟수나 기어변속 횟수, 일정기간 동안의 회전 속도분포 및 토크 분포 등의 정보가 이러한 분석 시스템을 통하여 얻어질 수 있을 것이다.

부품의 고장유형과 미션 프로파일의 인과관계를 분석하면 세부적인 시험 방법을 정의할 수 있다. 각각의 고장유형마다 고장과 관련된 물리적인 현상이나 과정을 규명함으로써 시험의 변수로 작용하는 고장인자를 정확히 파악할 수 있다. 앞서 언급한 클러치 커버의 경우를 예를 들면 아래의 표와 같이 정의할 수 있다.

고객영향	기어변속불가
고장유형	다이어프램 파손
물리현상	피로파괴
고장인자	클러치 변속횟수

여기서 고장인자는 물리적으로 정량화 가능한 값이어야 하며, 부품의 고장률은 고장 인자의 가혹 수준과 직접적인 관련이 있는 것으로 정의되어야 한다. 즉 고장인자가 특정한 값을 넘어서면 고장이 발생하는 것으로 정의되어야 한다.

그리고 클러치 디스크나 댐퍼 기능이 포함된 플라이휠의 경우 차량의 운행조건에 따라서 부품에 가해지는 토크가 변동하게 된다. 따라서 단순히 고장인자의 적용 횟수뿐만 아니라 그 고장인자가 가해지는 크기를 파악할 필요가 있다. 예를 들어 클러치의 토크를 계측하기 위해서는 클러치 디스크와 트랜스미션에 센서를 부착하여는 등의 새로운 계측방법의 개발도 필요할 것이다.



▲ 클러치 토크 계측장치

부품 내구신뢰성 발전 방향

내구신뢰성을 지속적으로 개선해 나아가기 위해서는 어떠한 요소들이 또 필요할까?

첫째로는 신뢰성평가를 수행하는 조직의 강화가 선행되어야 할 것이다. 연구개발단계에서 수행되는 신뢰성 시험 관련자료 및 필드로부터 품질보증조직으로 수합되는 모든 신뢰성관련 자료 및 고객으로부터의 신뢰성 운영자료를 취합하는 조직이 필요하다. 이러한 조직의 구성원들은 각각의 개발 프로젝트 혹은 각각의 부품에 관한 모든 일련의 신뢰성활동을 관리하며, 설계, 품질, 공정 및 구매의 인원들과 함께 신뢰성 네트워크를 구축하여 내구신뢰성의 목표가 프로젝트 시작단계부터 모든 개발활동 전반에 개입하여 신뢰성 목표가 달성될 수 있도록 하여야 한다.

둘째로는 신뢰성 관련 데이터베이스의 구축 및 유지관리이다. 신뢰성 데이터 베이스의 활용도 및 접근성을 향상시키고 그 안의 데이터가 정확한 통계적 기법을 활용하여 정리되어 있어야 기술적인 노하우를 지속적으로 발전시켜 나아갈 수 있다.

마지막으로 신뢰성 평가 방법 및 적용기법의 최적화이다. 이것은 FMEA, FTA 분석, 신뢰성 시험 계획 등의 프로젝트를 수행하는데 필요한 각각의 방법론 및 적용 기법이 서로 얼마만큼의 연계성과 일관성이 있는가에 달려 있다.

이러한 전반적인 내구신뢰성관련 활동을 아우르는 신뢰성 로드맵을 작성하여 달성해 나아가는 것이 자동차 내구신뢰성 향상을 위한 부품업체의 역할이라고 할 수 있을 것이다.