



THEME 03

자동차산업에서의 내구신뢰성 발전 방향

정 원 옥 | 현대자동차(주) 내구신뢰성팀, 이사 | e-mail : jungww@hyundai.com

우리 나라 자동차산업은 길지 않은 역사에 비해 괄목할 만한 성장을 해 왔으며 세계 자동차산업의 큰 축 역할을 하고 있다. 자동차 개발기술은 계속 발전해 왔으며 최근에는 하이브리드 자동차, 전기자동차 등 친환경 자동차들의 기술개발 경쟁이 치열하며 선도기업 도약을 위한 기술개발이 매우 절실한 시기이다. 따라서 신뢰성연구기관, 학교, 수요기업, 협력사 간의 체계적인 신뢰성 기술개발이 필요하다. 이 글에서는 우리 나라 자동차산업을 발전시키고 동반성장을 이룰 수 있는 융복합 자동차 내구신뢰성 개발체계에 대해 정리 하였다.

대학, 연구기관과 산업부문과의 연계

친환경차(전기차, 수소전기차 등) 개발의 필요성이 높아지면서 자동차기업과 협력사에서는 이와 관련된 기술 개발에 박차를 가하고 있다. 현대자동차에서 2010년 개발한 전기차 블루온은 1회 충전에 140km 이상 주행이 가능하다는 발표와 함께 언론에 공개되면

서 조금 더 충전용량을 향상시키면 현재의 가솔린엔진차량을 대체할 수 있다는 기대감이 들었다. 전기차의 특성상 그림 1, 2와 같이 전기에 의해 구동되는 에어컨 및 히터 작동 시간에 따라 한 번 충전에 주행 가능한 거리가 많이 달라질 수 있으며, 이는 지금까지의 연료시스템에 의한 차량의 주행거리 패턴과 상당히 상이함을 알 수 있다. 승용차를 이용하여 출퇴근하는

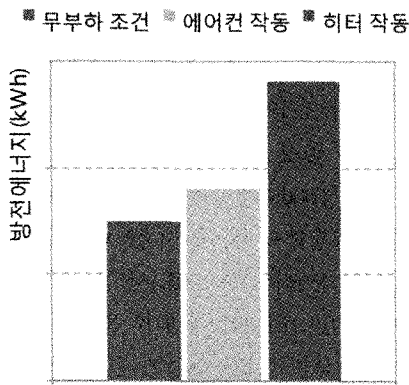


그림 1 단위거리당 배터리 방전 에너지(kWh)

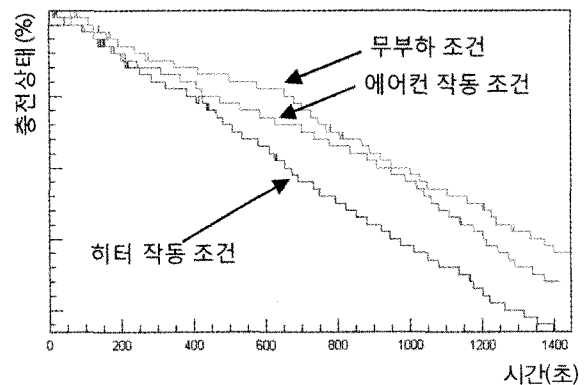


그림 2 차량 주행에 따른 충전상태 변화율(SOC, %)

경우 거의 매일 자동차 충전과 잦은 충전으로 인한 배터리 수명 영향도 고려해야 하는 등 신기술 적용에 따라 자동차 개발자에게는 여러 가지 극복해야 할 요소가 많다.

국내외 여러 연구기관들이 배터리나 모터 등 친환경 경차 관련 부품의 성능 향상을 위하여 노력하고 있으며 사용자 환경이나 운전 패턴에 대해 종합적으로 고려하고 있는지가 매우 중요하다. 자동차 제작회사의 입장에서는 사용자 조건, 운전패턴, 경제성 등 여러 가지를 고려하여 문제가 없는 제품을 개발하는 것이 중요하다.

자동차 고객의 불만 사례 중 엔진경고등 점등이 있는데 이는 이물질 유입, 조립불량에 의한 오작동 등과 같이 밝혀지는 경우도 있으나 그림 3과 같이 원인불명(NTF: No Trouble Found)으로 처리되어 명확한 원인을 밝혀지지 못한 채 여러 가지 관련 부품교환으로 해결하는 수가 종종 있다. 이는 와이어링 접촉이나 전기적 충격 등 원인을 밝혀내는 데 많은 노력이 소요되어 쉽게 부품 교환을 택하는 경우도 고객접점에서 발생되기 때문이다. 동일 문제의 예방을 위해서는 근본원인을 밝혀 이를 이론적으로 체계화하고 재발방지를 하는 방안을 마련해야 한다. 그러나 이와 관련된 실제 고객문제를 해결하려는 국내 전문연구기관의 연구는 그리 많지 않다.

고객의 또 다른 불만 사항 중 하나는 차량의 단차나 간섭으로 인한 잡소리 발생 문제이다. 내구열화로 인한 변형이나 생산과정에서의 기준 미준수 등이 주요 원인이 될 수 있는데 안전과 연관된 사고로 발전되지 않아 부품의 단순 품질문제로 판단하고 문제의 핵심 원인을 파악하지 않은 채 대증요법의 개선만 하므로 문제가 지속적으로 발생된다. 또한 이에 대한 연구는 문이나 체계적인 분석이 없는 실정이다. 현재의 자동차 개발 수준이 많이 향상되어 중대한 결함은 거의 없으나 차량의 정숙성이 향상됨에 따라 미소한 잡소리

등 사소한 감성적 항목에 대한 불만이 증가되고 있다. 이에 따라 각 연구기관에서는 이의 중요성을 인지하고 실질적으로 발생되고 중요성이 증대되는 문제에 대한 관심을 기울이고 더 많은 노력을 해야 한다.

매년 발생하고 있는 위와 같은 필드 문제가 자동차 산업 부문의 현실적인 관심사라면 대학교육의 내용은 어떠한가? 미적분학, 계측장비 원리에 관한 이론, 해석용 소프트웨어를 만드는데 기반이 되는 이론, 배터리나 태양전지의 작동원리에 해당하는 전기화학적인 원리에 관한 이론 등 기초나 전문공학을 다루고 있는데 이때 이는 산업체에서 발생하고 있는 문제를 푸는 도구의 기능까지 동시에 병행하도록 교육을 할 필요가 있다. 교육 따로 응용 따로의 체계로서는 급속하게 변해가는 기술을 따라갈 수 없다. 산업계, 학계, 연구기관이 동시에 현재 적용되는 기술을 공유하는 것이 필요하다. 그렇지 않으면 대학교육의 실무 연관성이 낮아져서 자동차 분야에서 실무를 시작하기 위해서는 입사 후 일을 다시 배워야 한다. 물론, 장기적 관점에서 공학기술의 발전에 필요한 기초학문에 대한 교육도 병행해야 하지만 대학교육의 협업분야 기여도를 높이기 위해서는 기초연구를 실용적인 측면으로 전개할 수 있는 체계나 방법이 필요하다. 지금까지 산학연 정부과제가 그러한 역할을 해왔지만 과제의 최종 성과물이 현업에 적용되기보다는 형식적인 면에 그친 적이 많다.

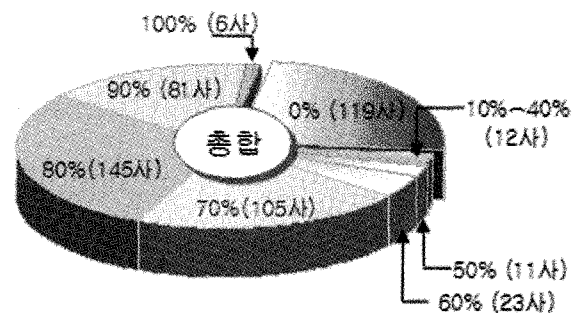


그림 3 NTF발생률

연구기관이나 대학의 연구 내용과 기업의 관심사간의 차이점을 극복하기 위해서는 세 부문 간의 의사소통이 원활해야 하고 연구기관 또는 대학의 연구 성과가 기업에 적용될 수 있는 시스템이 구축되어야 한다. 서로 소통하는 차원을 지나 직접 교류하고 인적 물적 자원을 적극 공유하는 것이 필요하다. 이 글에서는 재야 전문가, 대학, 연구기관이 자동차 소비자가 경험하는 필드문제와 관련된 연구에 참여함으로써 학계 및 연구기관의 효율성을 제고하기 위한 방법에 대해 검토해 보고자 한다.

내구 개발 프로세스 체계화

자동차 개발 프로세스는 대략 기획 - 디자인 - 개발 - 검증의 단계로 구분된다. 기획단계에서는 해외 현지 사양조사와 경쟁사분석을 통해 제품개발 컨셉트를 확정하고 개발단계 진입 전에 디자인 모델을 고정함으로써 잦은 설계변경으로 인한 내구신뢰성의 저하를 방지한다. 개발단계에서는 시작사양을 설계, 제작하고 검증단계에서 시작샘플에 대한 시험평가를 수행한다. 이때 단품내구, 모듈내구, 대상내구, 실차내구, 현지내구 등 시험평가를 거쳐 개발사양의 문제여부를 검토한다.

개발과정에서 수 차례 검증을 거쳐 최종적으로 양산됨에도 불구하고 설계나 품질의 부적합으로 고객조건에서 문제가 발생된다. 필드문제를 해결하기 위해서는 개선대책을 세워 생산에 반영하는데 양산 차량에서의 필드 클레임은 경제적인 손해뿐 아니라 브랜드 이미지와도 관련된 중대문제이므로 신속한 대책 적용이 이루어진다. 이때 필드문제를 재현함으로써 근본원인을 찾고 문제의 재발방지를 위한 재현시험법을 엔지니어링 스펙이나 시험표준 등 개발 프로세스에 반영하고 있다.

재현에 의해 시험표준이나 엔지니어링 기준에 반영

된 후 문제해결 결과에 대한 체계화와 이론적 연구가 필요한 경우가 많다. 이때 국가연구기관과 학교에서 필드문제를 해결한 산업체의 재현시험법이나 스펙 결과를 체계화하고 이론적으로 정립한다면 앞에서 언급한 각 영역에서의 애로사항들이 역할 분담을 통해 해소되고 또한 더욱 필요한 기술 발전이 이루어질 수 있다. 따라서 동일유사문제의 근본적인 예방을 위해서 필드에서 발생하는 문제에 대한 심도 있는 연구 및 체계화가 필요하며 이러한 연구는 기업이나 대학, 연구기관 어느 한 곳이 하기보다는 관련 부문에서 역할을 분담하여 합동으로 수행하면 효과가 극대화 될 것이다. 이와 같은 개념으로 커넥터 단자 마모/부식 가속 시험법, 헤드램프 습기 문제 고장 개선 등 재현을 통해 개선한 사례에 대해 전문연구기관에서 이론적 배경을 바탕으로 체계화하는 작업을 시범적으로 하고 있다.

공개문제해결 시스템

중요한 문제를 해결하기 위해 관련 부문의 적극적 참여 방법인 소셜 네트워킹을 통한 가칭 공개문제해결 시스템은 트위터나 앱 솔루션 등 다양한 체계를 이용하여 여러 전문가의 의견을 쉽게 접수하고 이를 분석하여 문제를 해결하는 것이다.

그림 4는 공개문제해결 시스템의 활동 구성도를 나타낸 것이다. 먼저 홍보를 할 수 있는 언론사 등이 수요기업이나 협력사의 애로사항을 설문조사하고 문제점을 발췌한다. 이후 대중소기업 및 정부, 대학 및 연구소가 대담 형식의 협의를 통하여 개선필요 항목을 선정한다. 개선 필요항목이 선정되면 앱 솔루션을 운영하는 공개문제해결 위원회의 스태프 매니저가 문제를 앱상에 등록한다. 그러면 국내외 및 재야 전문가를 포함한 각분야 전문가들이 인터넷상에 수시로 개선 필요항목을 확인하고 솔루션을 제안하고 공개문제해결 위원회는 제안자를 포함한 해결과제 TFT를 구성하

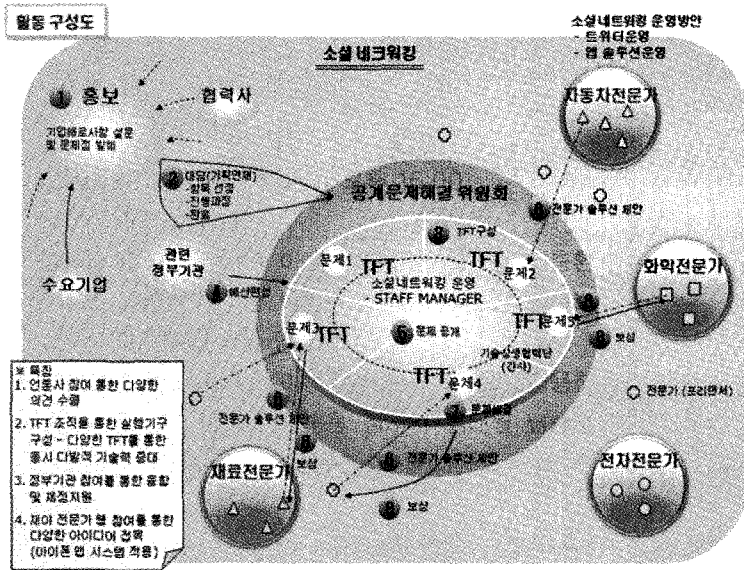


그림 4 공개문제해결 시스템 활동 구성도

여 문제 해결을 추진하고 제안된 솔루션이 문제해결에 도움이 되면 그 정도에 따라 규정에 의한 적절한 보상이 이루어지는 시스템이다. 국내외의 참여 가능한 부분이 알 수 있도록 홍보 관련 분야에서는 항목선정이나 진행과정을 적극적으로 홍보하고 관련기관은 문제 해결에 필요한 예산을 확보하고 지원한다. 표 1에는 각 단계별 주체와 세부 활동내용, 성과 등을 나타내었다.

이를 2011년 3월 발생한 일본 지역(도호쿠 지방) 지진해일에 의한 원자력 발전소 폭발사고에 적용할 경우 문제를 공개하고 여러 가지 아이디어를 도

표 1 각 단계별 주체와 세부활동 내용 및 성과

단계	항목	세부활동내용	방안	주관분야	OUTPUT
1	언론사 정보수집	기업애로사항 설문 및 문제점 발취	수요기업, 협력사 설문 실시	언론사	대국민 홍보 및 브랜 드 상승
2	대답(기획연재)	기획연재	진행 단계별 연재 (1년간) (항목선정→진행과정→완료)	언론사	기술적/경제적 효과
3	TFT구성	과제 선정 및 과제별 TFT 구성	과제 선정 기술협력단(간사) 구성	기술협력단	항목별 TFT
4	예산지원	예산편성 및 지원	기술협력단 TFT 문제해결 위한 예산 지원	정부관련 기관	실익을 주는 지원
5	문제 공개	소셜네트워킹 운영	트위터 운영 아이폰(앱 솔루션) 운영	위원회	트위터식 운영 (공개 풀이)
6	전문가 솔루션 제안	전문가 집단 및 프리랜서 전문가의 해법 수집	문제 해결 솔루션 공개 제안	전문가 집단	인재 POOL 활용 (데이터 뱅크)
7	문제 해결	솔루션 효과피안	적절한 솔루션	TFT	애로사항 해결
8	보상	채택된 솔루션에 대한 보상	공제임차감 비용의 일정비율 (예: 효과의 1%)	위원회	적절한 보상

출한다면 좀더 빠르고 효율적이며 획기적 방법이 재야 전문가에게서 나올 수 있지 않았을까? 보안, 비밀 등급에 따라 기술의 공개 가능 여부가 정해지겠지만 실제 대응 시에는 여러 전문가의 의견만 많았을 뿐 어떤 구체적 조치가 취해졌는지는 알 수 없지만 체계적이거나 깔끔하게 처리되지는 못했던 것 같다. 공개문 재해결 시스템을 활용한다면 서산간척지 사업에서 폐유조선으로 물줄기를 차단한 정주영 회장 방식과 같은 해결책이 나올 수도 있을 것이다.

발전 방향

중요한 기대효과는 기술적으로 난해한 문제의 해결이다. 국내외 각분야 전문가들이 모두 직접 참여하는 것과 동일하기 때문에 문제해결에 있어서 시너지효과를 기대할 수 있다. 예를 들어 자동차 기업에서 고민하는 문제를 화학분야 또는 전기전자분야의 대학원생이나 연구원이 같이 고민하여 의외로 손쉽게 해결할

수도 있다.

각 부문의 여건상 진행이 어려운 부분도 협력관계로 해결할 수 있다. 자동차 기업의 필드문제에 대한 이론적 연구나 체계화를 대학, 연구기관의 고급 연구 인력으로 진행 가능하며 반대로 대학이나 연구기관의 기초적 연구에 자동차 기업의 관심사를 반영할 수도 있다.

또한 대학이 문제를 해결하는 과정에 적극 참여하고 깊이 있는 이론적 연구를 활성화한다면 대학 졸업생들의 현업 적응성에 도움이 될 뿐 아니라 교육받은 기초이론 지식을 산업부문에 효율적으로 적용하는 결과를 얻는다. 정부차원에서도 예산이 직접적으로 산업기술개발에 사용되는 창구가 되고 재야의 전문가도 발굴하게 되면서 실력 있는 전문가의 지식이 사장되는 것을 막을 수 있다. 이런 소셜 네트워킹을 이용한 해결방식은 궁극적으로 자동차산업뿐만 아니라 전 산업분야에도 활용함으로써 각 산업 분야의 발전을 유도할 것으로 기대된다.



기계 용어해설

임펄스 커플링(Impulse Coupling)

엔진을 시동할 때 마그넷을 충격적으로 회전시켜 발생 전압을 높이는 동시에 자동적으로 진각(進角)도 처리하는 장치.

경사계(Inclinometer)

수준기의 기포가 중앙에서 정지하도록 미동조정나사를 조작하여 원주눈금을 읽고 측미경으로 최소 눈금을 읽는 각도측정기.

시 앵커(Sea Anchor)

풍량이 높을 때 배에서 바닷물 속으로 던져 물의 저항을 이용하여 배를 바람이 불어오는 쪽으로 향하게 하거나 바람에 의한 표류를 적게 하는 데 쓰이는 것.

봉수(封水; Sealing Water)

스티어링 박스부에서 축을 따라 내부로부터 유체가 흘러나오는 것 또는 외기의 침입을 방지하기 위하여 외부로부터 스티어링 박스 속의 랜턴 링에 주수하는 물.

시컨트 계수(Secant Modulus)

응력-변형 선도에서 응력과 변형이 직선관계에 있지 않는 경우, 즉 후의 법칙이 성립하지 않는 경우에도 공학적 실용상의 관점에서 $E1 = \sigma_1 / \epsilon_1 = QP/OQ = \tan \alpha$ 로 놓을 때, E1을 P점에서의 시컨트 계수라고 함.

2차 경화(二次硬化; Secondary Hardening)

담금질에 의하여 발생한 잔류 오스테 나이트가 뜨임 처리로 인하여 정도가 상승하는 현상.