

신뢰성 기술시험과 운용시험

김 철 · 강 보 식

한국기계연구원

Reliability Technical Test and Operational Test

Chul Kim · Bo Sik Kang

Korea Institute of Machinery and Material

군용장비의 경우에는 개발하는 무기체계에 대해서 기술시험(Technical Test, Development Test)과 운용시험(Operational Test, User Test)을 실시하도록 규정되어 있는데 참고문헌 [5]에 의하면 이들 시험은 다음과 같이 정의 된다.

기술시험은 공학적 설계와 개발을 지원하고 기술적인 성능, 목표, 지원성의 달성도를 입증하기위한 것으로, 효과적이고 지원 가능한 체계의 획득과 배치를 보장하는 연구개발과정의 여러 단계에 걸쳐 수행되는 시험으로 무기체계의 기술적 달성도가 평가의 주요 관점이 된다. 운용시험은 사용자 관점에서 무기체계의 운용효과도(Operational Effectiveness)와 운용적합성(Operational Suitability)을 판단하기 위해 실제 전장조건에서 시험하고, 그 결과를 운용적인 측면에서 평가하고 분석하기 위하여 실시하는 시험이다.

군용장비는 군의 요구조건을 받아서 장비를 개발하므로 기술시험과 운용시험이 구분되어 있으며, 개발하는 장비가 기술시험에 만족된다 하더라도 운용시험에서 불만족스러운 점이 발견되면 그 장비는 군에서 사용할 수 있는 장비로 채택되지 않는다. 다시 말하면 개발 장비에 대한 군에서의 사용 가능여부 판정은 장비를 개발하는 기술진이 아니라 그 장비를 운용할 군이 하는 것이다. 이와 같은 기술시험과 운용시험은 시스템차원의 무기체계는 물론 시스템에 조립 또는 적용하려는 부품이나 핵심기술에 대해서도 동일하게 적용된다.

참고문헌[8]에 의하면, 민수용 장비에 있어서도 제품에 대한 신뢰성 시험의 분류를 시험장소에 따라 분류할 때, 실험실시험(Laboratory Test)과 현장시험(Field Test)으로 구분하고 있는데 이것이 바로 군용장비의 기술시험과 운용시험에 해당된다고 할 수 있겠다. 참고문헌[8]에 따르면 실험실시험의 특성은 아래와 같다.

- 측정과 평가가 통제된 조건하에서 가능하며 따라서 재현이 가능하다.
- 현장시험 수행자에 비하여 시험기술이 우수한 시험운용자를 고려하여야 한다.
- 시험수량이 제한 받을 수 있으므로 시료가 중요하다.
- 많은 시험시설이 필요하다.
- 성능의 엄격한 한계를 설정하고, 성능이 그 한계를 벗어나지 않는다는 것을 보인다.
- 설계적합성을 확인하는 시험으로서 제품 완성 전에 제품의 문제점 조기 색출과 교정에 대한 조기 결심이 가능하다.
- 사용주기 및 스트레스 가속시험은 가능하나, 복잡적이고 주기적인 환경시험 수행은 어렵다.

반면에 신뢰성 현장시험에 대한 특성은 아래와 같이 설명되어 있다.

- 시험조건을 실제 사용조건과 동일하게 할 수 있다.
- stress 가속조건시험이 아니다.
- 시험 수행자에 따라서 시험결과 평가가 다를 수 있다.
- 시험시설이 적게 소요되며 시험비용이 적게 든다.
- 재현성이 부족하다.
- 사용주기 가속시험이 가능하다.
- 복잡적이고 주기적인 환경시험이 가능하다.

군용장비의 경우 기술시험은 그 장비에 대해서 장비의 구조, 성능, 요구기능을 잘 알면서 기술적으로 장비의 기능과 성능을 시험하고 평가할 수 있는 장비 개발기관의 기술자에 의해서 시험이 수행된다. 반면에 운용시험은 기술자라기보다는 그 장비를 사용할 사람에 의해서 실제로 작전환경조건에서 실시하는 것이다. 개발 장비가 기술적인 측면에서는 아무런 문제가 없었다 하더라도 실제 운용과정에서는 문제가 있을 수 있다. 예를 들면 군용 패도차량의 경우 기술 시험에서 합격된다 하더라도 운용시험과정에서 시험했을 때 주행 시 엔진온도, 정지능력, 소음문제, 등판능력, 배기가스, 장시간 비포장도로를 주행할 때 받는 진동문제, 정비관련 문제, 고장발생 시 견인문제 등 실제운용측면에서는 문제점이 야기될 수 있다. 1990년대 국방과학연구소가 전방감시용 열상장비(TOD : Thermal Observation Device)를 개발 할 때에 정비 장비 시제품 시연에서 장비의 성능은 우수한 것으로 판정을 받았지만, 장비자체가 대형화되어 야전정비운용에 부적합하다는 군의 지적으로 인하여 정비장비의 설계를 다시 한 경우가 있었

다고 한다([1]). 또한 K-9 자주포에 탄약을 공급하기 위하여 2005년 10월에 개발이 완료된 완전 자동화 제어시스템을 갖춘 세계최초의 탄약운반 장갑차 K-10([3])도 56개 항목에 대해서 운용시험평가를 진행하였을 때, 탄약적재 보조 기구 등 여러 건의 보완 요구사항이 지적되기도 했었다고 한다([2]).

민수용 장비에 있어서도 그것이 어떠한 용도로 쓰이는 장비이든 최종적으로는 사용자 입장에서 제품을 시험하고 평가 할 것이다. 다만 군용장비와 다른 점은 군용장비는 사용자가 직접 시험해 보는 운용시험 과정을 거치도록 되어있는데 반해서 민수용 장비에 있어서는 대개는 제품 개발기술자들에 의해서 사용자 입장에서 시험한다고 할 수 있겠다. 물론 민수용 장비에서도 1980년대 개발된 TDX-1(Time Division Exchange) 한국형 전전자식 교환기는 군 운용 시험과 동일한 개념인 실용시험을 실제로 몇 개의 전화국에 설치하여 운용시험을 실시하였다고 한다([6]).

참고문헌 [4]에 의하면, 최근 휴대전화에도 사용자시험(베타테스트)이 필요하다는 주장이 제기되고 있다. 휴대폰을 출시하기 전에 사용자들에게 실제로 휴대폰을 사용해보게 하면서 사용하는 데 불편한 점은 없는지, 소프트웨어 운용상 충돌현상은 발생하지 않는지, 컴퓨터 및 콘텐츠와 호환성에 문제는 없는지 따위를 살펴보게 해야 한다는 것이다. “휴대전화의 소프트웨어 충돌이나 엉킴 문제를 방지해서는 해외시장에서도 경쟁력을 잃을 수밖에 없으므로 호환성과 안정성 검증 시험을 거치게 해야 한다”고 지적하고 있다.

새로 개발되는 민수용 신제품에 있어서 신기술 보안문제라든가 시험비용의 증가로 인하여, 사용자시험을 수행하기가 어렵다 하더라도 제품 제작업체, 모기업 협력업체 또는 신뢰성 평가 기관은 신뢰성시험을 할 때에 기술적 측면이외에 운용적인 측면을 충분히 고려하여 시험하고 평가하여야 할 것이다. 따라서 신제품의 개발 및 시험평가과정에서 고려하여야 할 사항 몇 가지를 기술해본다.

첫째 : 개발제품에 대한 신뢰성 요구사항 또는 요구규격은 실제 사용현장에 기반을 두고 설정되어야 한다. 군장비의 경우 신뢰성에 관한 요구규격 또는 목표 값은 대개 제품 운용형태와 임무개요를 기술하는 OMS/MP(Operational Mode Summary/Mission Profile)를 기초로 운용준비상태(Operational Readiness), 임무성공(Mission Success), 정비인력소요(Demand for Maintenance Manpower), 군수지원소요(Demand for Logistic Support) 등을 기반으로 설정된다([9]). 민간제품에 있어서도 MTTF, B_{10} 수명 등 신뢰성 목표 값을 설정할 때에 제품을 어떠한 환경조건에서 어떤 방법으로 년 간 얼마나 사용하며, 몇 년 간 운용하는 것을 목표로 하는지를 기반으로 하여야 할 것이다.

둘째 : 시제품에 대한 시험환경조건은 수송 저장 사용과정에서 제품이 어떤 환경에 접하게 되는가를 고려한다. 환경시험은 저온, 고온, 진동 등 개별적인 환경조건에서 실시하고, 통상조건보다는 극단조건에서 제품이 견디는가에 대한 시험을 하는 반면 신뢰성시험은 주기적이고 복합적인 환경조건에서 시험을 실시한다. 제품에 대한 신뢰성요구가 사용현장을 기반으로 한다는 점에서 최종적인 신뢰성판정은 제품 설계규격에 대한 검증시험(Verification Test)을 통해서가 아니라 사용자 요구사항에 대한 확인시험(Validation Test)을 통해서 이루어져야 한다. 참고문헌[7]에 의하면, 신뢰성 검증시험은 신뢰성 설계기능의 적합성을 검증하기 위해

서 신뢰성과 정비성 특성의 성능한계를 평가하는 것이며 신뢰성 확인시험은 실제적이고 정의된 운용조건하에서 최종제품에 대한 신뢰성을 평가하는 것으로서 시스템이 통상적으로 설치되는 곳에서 고객과 같이 수행할 것을 권장하고 있다.

셋째 : 신뢰성 평가는 최종 시스템(End Item)차원에서 이루어져야 한다. 부품하나만을 대상으로 하는 경우에도 신뢰성 평가는 평가부품을 실제로 모체장비에 조립하여 성능, 기능 및 안전사항을 점검하고, 조립, 분해, 수리가 잘 이루어지며, 사용상에 문제가 없는지를 확인하는 것까지 포함하여야 할 것이다. 부품 단위에서는 성능과 기능에 문제가 없고 내구수명시험에서 신뢰성 요구조건을 만족시켰다 하더라도 실제로 그 부품을 모체장비에 조립해서 사용하다보면, 다른 부품과의 간섭현상, 예상하지 못했던 stress의 입력 등으로 인하여 부품의 성능이 떨어지는 문제가 발생한다던가, 고장발생 시에 부품을 분해하고 수리하는 것이 어렵다든가 하는 문제점이 야기될 수 있기 때문이다.

넷째 : 제품이 출하되어 현장에서 사용되고 있을 때에 제품에 대한 고객의 만족여부, 불만사항 등을 계속 수집하여야 한다. 제품의 신뢰성 요구조건에 대한 만족여부는 제품개발 및 생산시 시험에서의 합격여부가 아니라, 제품이 출하되어 사용자의 손에 넘어 갔을 때 오랫동안 사용되면서 사용자들에게 만족을 주느냐로 판가름되어야 한다. 제품 개발시 실험실시험과 현장시험을 실시한다 하더라도 제품의 모든 취약점이 시험과정에서 전부 노출되지 않을 수 있기 때문이다. 사용현장에서의 고객의 만족여부, 불만사항 등은 제품에 대한 사후보증(Warranty), 애프터서비스활동, 제품사용현장 방문, 설문 등을 통해서 수집이 이루어져야 하며, 이러한 자료는 개선방안을 찾아서 조치해야하는 한편, 차후 개발품에 참고하기 위하여 착실하게 Data Base를 구축해 두어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 신인호(2003), 무내미에는 기적이 없다, 책으로 만나는 세상, 343
- [2] 국방일보 2005년 3월 4일 기사
- [3] 국방일보 2005년 10월 5일 기사
- [4] 소비자 유통, 인터넷한겨레, 2004. 6. 2, <http://www.hani.co.kr/>
- [5] 시험평가이론, 국방과학연구소 홈페이지, <http://www.add.re.kr/>
- [6] 전전자식교환기(TDX)개발, 정보통신 20세기사, <http://20c.itfind.or.kr/>
- [7] IEC 60300-2(2004), Guideline for dependability management, 61
- [8] IEC 60300-3-5(2001), Reliability conditions and statistical test principles, 35
- [9] MIL-STD-785B(1980), Reliability Program, 5