

## 개발시험평가 신뢰성 향상을 위한 발전 방향

서정훈<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국국방연구원 연구원

# A Study on Directions for Reliability Improvement of Development Test and Evaluation

Jeonghun Seo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Researcher, Korea Institute for Defense Analyses

**요약** 최근 무기체계 개발에 있어 시험평가의 중요성이 부각 되고 있다. 특히, 개발시험평가가 미흡하여 운용시험평가의 정상적인 수행에 지장을 초래하는 경우가 다수 발생하고 있으며, 이에 따른 개발 기간의 지연 및 소요 예산이 증가하는 경우가 많아지고 있다. 이에, 개발시험평가에 대한 신뢰성 강화 요소를 도출하고, 이러한 요소를 중심으로 문제 사례를 분석하여 시사점을 찾고, 우리나라에의 적용 가능성을 논하였다. 문헌 연구와 전문기관 및 전문가 자문을 통해 요소 후보들을 도출하였으며, 이를 바탕으로 구조방정식 모델을 설정하여 관계를 파악한 후, 개발시험평가 신뢰성 강화를 위한 발전 방향을 제언하였다.

**키워드** : 무기체계 개발, 개발시험평가, 신뢰성 요소 도출, 구조방정식, 시험평가 발전 방향

**Abstract** Recently, the importance of test and evaluation has been highlighted in the development of weapon systems. In particular, there are many cases where the development test and evaluation is insufficient, which interferes with the normal performance of the operational test and evaluation, and as a result, the development period is delayed and the required budget is increased in many cases. Accordingly, factors to strengthen reliability in development test evaluation were derived, and problem cases were analyzed based on these factors to find implications, and the possibility of application to Korea was discussed. Element candidates were derived through literature study and consultations with specialized institutions and experts, and based on these, a structural equation model was established to identify the relationship, and then a development directions were suggested to strengthen the reliability of development test and evaluation.

**Key Words** : Development of weapon systems, Development test and evaluation, Strengthening the reliability of development test and evaluation, Structural equation model, Test and evaluation improvement direction

\*Corresponding Author : Jeonghun Seo(sjh0326@kida.re.kr)

Received September 1, 2022

Accepted September 24, 2022

Revised September 17, 2022

Published September 28, 2022

## 1. 서론

### 1.1 연구배경

개발시험평가의 경우 연구개발주관기관(업체)이 시험평가를 시행하며 대부분 합격 판정을 받고 있는데, 최근 개발시험평가가 미흡하여 운용시험평가의 정상적인 수행에 지장을 초래하는 경우가 다수 발생하고 있다. 이에, 개발시험평가에 대한 신뢰성 강화를 통해 객관성을 확보하려는 방안 마련의 필요성이 점차 증가하고 있다.

업체주관 개발시험평가의 신뢰성 문제를 일으키는 요소는 크게 내부요인(능력 및 제도)에서 오는 문제와 외부요인(환경 및 정책)에서 오는 문제로 구분할 수 있다.

내부요인으로는 2011년부터 업체주관으로 전환을 시작으로 개발주관기관의 수행 경험 부족으로 축적의 시간이 불충분하다는 점을 들 수 있다. 또한, 개발자는 무기체계 운용개념에 대해 이해와 고객 정보에 대해 부족하고, 관련 시험평가 규정 및 지침도 미흡하다는 지적이다. 시험 설계에서도, 운용시험평가를 고려한 최적의 설계 반영이 되지 않아 시험 간의 문제는 이슈가 발생 시에 개발자와 운용자 간의 이견조율이 힘든 상황이다.

외부요인으로는 첨단 무기체계 발전 추세에 따라 요구도가 복잡해지고 시험평가가 고도화되어 관련 업무 성숙 전까지 개발주관기관의 부담으로 작용한다는 점을 우선으로 들 수 있다. 또한, 업체와 정부 간 축적된 경험 및 기반체계의 공유 및 활용이 미흡하여 시험평가 발전이 더디어지는 악순환이 반복되고 있다.

### 1.2 연구 필요성

시험평가 발전 방향에 관한 다양한 연구가 수행되었으나, 실질적인 적용을 위한 실증적 분석 근거가 부족하여 정책 및 제도 마련에 탄력을 받지 못하고 있다. 운용시험평가의 정상적인 수행을 위해 안정적인 개발시험평가의 수행은 필수이며, 특히 업체가 수행하는 개발시험평가의 신뢰성을 높이는 방안을 연구할 필요가 있다. 이에, 개발시험평가 신뢰성 강화 요소를 도출하고, 이러한 요소를 중심으로 문제 사례 분석하여 시사점을 찾고, 우리나라에의 적용 가능성을 논하고자 한다.

## 1.3 연구 수행체계 및 목표

### 1.3.1 개발시험평가 신뢰성 요소 도출

개발시험평가 신뢰성 요소를 도출하기 위하여, 일차적으로 문헌연구와 전문가 및 전문가 자문을 통해 요소 후보들을 도출하고 이를 바탕으로 구조방정식 모델을 설정하고자 한다.

시험평가 관련 전문가들을 대상으로 설문문을 하여 설정한 구조방정식 모델을 PLS(Partial Least Square) 분석을 통해 검증하고, 도출된 개발시험평가 신뢰성 요소를 기반으로 신뢰성 강화방안을 마련하고자 한다.

### 1.3.2 개발시험평가 쟁점 사항 및 발전 방향 도출

우리나라의 개발시험평가 관련 쟁점 사항을 살펴본 후 앞서 분석한 구조방정식 모델 결과 및 신뢰성 강화방안을 바탕으로 우리나라 개발시험평가 신뢰성 향상을 위한 발전 방향을 최종적으로 도출하고자 한다.

## 2. 개발시험평가 신뢰성 영향요소 도출

### 2.1 문제 원인 유형 정리 및 분석

개발시험평가의 신뢰성 문제를 일으키는 문제들의 유형을 정리하면 크게 세 가지로 도출할 수 있는데, 1) 기술설계 및 규격 검토 미흡, 2) 소통 및 조정 부재, 3) 개발업체 역량미달로 나눌 수 있다. 우선, 설계 단계에서 충분히 확인할 수 있는 기술 호환성이나 규격 등을 제대로 검토하지 않아 신뢰성을 약화할 수 있다. 설계 단계에서 식별된 결함을 제거하는 데는 투입비용의 3~6배 정도가 소요되나, 시험단계에서는 결함을 제거하는 데 약 500배까지도 비용이 소요된다 [1-4].

소통 및 조정 부재의 경우, 사업착수 이전부터 소통 역할을 하는 조직이 부재하여 설계 단계에서 문제가 빈번하게 발생한다. 사업착수 이후에도 각 이해관계자 간의 갈등이 발생하여도 이를 조정 및 중재하는 역할이 부재하다. 이에, 개발업체를 통제할 수 있는 중앙정부기관의 부재로 업체주관 개발시험평가의 신뢰성을 통제하기가 어렵다[5].

마지막으로 업체 자체의 역량미달로 인하여 설계 단계에서부터 애로사항이 발생하는 경우가 있다.

종합하자면, 효율적인 사업관리 및 시험평가 추진에 있어서 시험평가 전체 과정의 완전한 사업 이해와 함께 정부, 개발업체 그리고 평가기관 사이의 원활유 역할이 필요하다는 것을 알 수 있다.

시험평가 준비단계에서부터 개발시험평가를 염두에 두고 개발시험평가의 기본적인 전략을 체계적이고 구체적으로 발전시켜야 하며 이는 소요제기 시부터 적용을 통해 더 큰 효과를 볼 수 있을 것이다[6].

**2.2 시험평가 신뢰성 영향요소 도출**

개발시험평가의 신뢰성에 대한 개념을 구체적으로 정립하기 위하여 시험평가 신뢰성에 전반적으로 영향을 미치는 요소를 도출하여야 한다. 우선, 기존 문헌연구를 통해 시험평가의 신뢰성에 영향을 주는 요인을 분석하였다. 내부요인으로는 시험평가 전문화, 개발시험평가 및 운용시험평가 검증체계 정립, 그리고 내구성 환경시험 인식 제고 등이 도출되었다. 외부요인으로는 체계 공학 등 과학적 기법 적용과 시험평가 업무의 표준화가 가장 많이 언급되었다.

**2.3 개발시험평가 신뢰성 영향요소 도출**

개발시험평가 신뢰성 영향요소를 도출하기 위하여 델파이 기법을 사용하였다. 신뢰성에 영향을 미치는 요인은 소요군, 방위사업청 그리고 국방과학연구소 등 전문가 27명의 전문가 집단을 구성하여 선정하여 이를 바탕으로 시험평가 관련 전문가들을 대상으로 모델 분석을 위한 설문 수행을 하였다.

전문가들을 대상으로 한 설문을 통해 개발시험평가 신뢰성 강화를 위한 대분류를 구분한 후, 이를 실행하는 방안들을 소분류로 구성하였다. 최종적인 영향요소 도출 결과는 아래 Tab. 1과 같다.

Table 1. 개발시험평가 신뢰성 영향요소 도출 결과

분류	개발시험평가 신뢰성에 영향을 주는 요인
① 개발 시험 평가	가. 개발시험평가 계획·절차 구체화
	나. 개발시험평가 기간·비용 보장
	다. 소요군의 운용을 고려한 개발시험평가

계획·절차	계획수립
	라. 개발시험평가를 개발시험과 개발평가로 구분
② 시험 평가 방법	가. 개발·운용시험평가의 개념·범위 재정립
	나. 개발시험평가 항목·기준의 정립 및 표준화
	다. 사업의 특성에 따른 개발시험평가 방법 적용
	라. 통합시험평가 개선
	마. 모델링·시물레이션(M&S) 기반 강화
③ 조직·인력	가. 개발시험평가 시 정부 역할 확대
	나. 개발시험평가 시 국방전문기관의 책임·권한 강화
	다. 개발시험평가 전문 인력 양성
	라. 개발시험평가 전담 기관 신설
④ 업체 역량 제고	가. 업체 내 품질보증 담당 조직 강화
	나. 업체를 위한 개발시험평가 실무지침서 발간
	다. 시험 시설 및 장비 확충
	라. 시험 시설 및 장비 민영화

**3. 연구방법**

**3.1 구조방정식 모델 설정과 PLS 분석**

구조방정식 모델은 경로분석, 회귀분석 그리고 요인분석이 합성되어 발전한 통계분석으로, 직접 측정할 수 없는 잠재변수(Latent variable)를 분석에 포함할 수 있다.

또한, 구조방정식 모델은 탐색적 요인분석(Exploratory factor analysis)의 특징을 갖는다. 탐색적 요인분석은 서로 관계가 알려지지 않은 잠재변수 간의 관계를 규명하기 위한 분석인데, 차원별 세부항목들이 각 차원과 얼마나 관계가 있는지를 검증한다. 이러한 특성들을 바탕으로, 위에서 도출된 신뢰성 영향요소들의 관계가 적합한지를 확인하고자 한다.

구조방정식 모델을 분석하는 툴(Tool)로는 Smart PLS 소프트웨어를 사용하고자 한다. PLS를 통한 구조방정식 분석은 OLS 회귀분석에 기반한 방법론으로 내생 변수에서의 오차항

을 최소화할 목적으로, 경로의 관계를 추정하기 위해 가용 데이터를 사용, PLS를 통한 구조방정식 분석의 목적인 탐색적 요인분석이 가능하며, 연구의 목적이 이론개발과 분산에 대한 설명(변수 예측)이라면 매우 적합하다.

3.2 구조방정식 모델 분석 결과

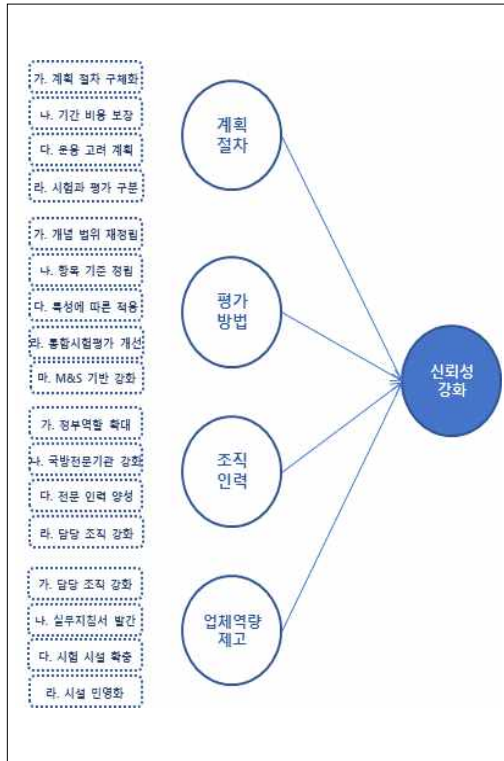


Fig. 1. 개발시험평가 신뢰성 영향요소 구조방정식

설문 항목들의 신뢰도와 타당성에서는 문제점이 발견되지 않았다. 설문 항목들의 신뢰도를 나타내는 Loading 값은 모두 최소 0.7 이상이였으며, 설문의 타당성을 보여주는 지표로, 각 변수 간의 Discriminant Reliability도 모두 0.7 이하로 설문의 타당성을 충족하였다. 구조방정식 모델 전체의 경로계수 분석에서도 최종 종속 변수인 '신뢰성 강화'의 결정 계수가 0.312로 0.2 이상 나타나 높은 설명력을 가진 것으로 나타났다.

개발시험평가 신뢰성 강화에 ① 개발시험평가 계획·절차가 0.318, ② 시험평가 방법이 0.108,

③ 조직·인력이 0.413, ④ 업체 역량 제고 선정이 0.015로 ③, ①, ② 순으로 강한 관계를 보여주었다. 조직·인력 개선이 개발시험평가 신뢰성 강화에 강한 영향력을 주며, 업체 역량 제고 선정은 약한 영향력을 보이는 것으로 나타났다. 대분류를 실행하는 방안들에 해당하는 소분류 항목들을 분석하였을 때, ① 개발시험평가 계획·절차에서는 가. 개발시험평가 계획절차 구체화가, ② 시험평가 방법에서는 가. 개념 범위 재정립과 나. 항목 기준의 정립이, ③ 조직·인력이 가. 정부 역할 확대가 가장 큰 영향력을 보이는 것으로 나타났다.

4. 개발시험평가 신뢰성 향상 발전 방향

4.1 사업 초기 단계부터 개발시험평가 관련 전문가 참여

현재, 우리나라의 개발시험평가 과정에서 사용자(기관/군)와 연구개발주관기관의 견해차가 존재한다. 체계개발은 군의 요구조건을 충족하는 것이 가장 중요하고, 착수 전부터 군과 개발자 간의 긴밀한 협조를 통해 개발 목표를 함께 달성해 나가야 하지만, 업체가 수행하는 체계개발 과정에는 군이 밀접하게 관여하지 않아, 현 체계 아래에서는 군은 개발시험평가의 신뢰성을 의심할 수밖에 없는 상황이다.

이에, 사업 초기 참여 부재로 인한 이슈 발생을 방지하기 위해, 소요군이나 시험평가 인력이 사업 예비 단계부터 참여하여, 개발시험평가 과정 전반에 대한 이해를 바탕으로 한 관리 감독이 필요하다. 개발시험평가 전문조직의 신설이 이를 해결해 줄 수 있을 것이다.

4.2 개발시험평가를 위한 시험평가 과정 개선

개발시험평가는 합격했으나 운용시험평가에 군 사용 부적합 판정받는 경우의 대다수가 요구조건에 대한 군과 개발업체의 해석 차이에서 발생하는데, 이는 개발자와 운용자 간의 충분한 의사소통의 부재에서 비롯된다.

수정사항 반응을 체계개발 착수 이전에 조치하여 개발시험평가의 부담을 완화하고 더불어 신뢰성을 향상할 수 있다. 개발시험평가와 별도

단계의 과정을 통해 체계개발 전에 규격, Spec 그리고 호환성 등을 검토할 수 있는 예비평가 개념을 신설하여 개발시험평가의 업무를 줄이는 효과를 달성할 수 있다[5, 7, 8].

#### 4.3 개발시험평가 과정에의 전문조직 도입

연구개발 주관기관의 시험 및 평가 수행으로 인한 신뢰성 문제가 존재한다. 개발기관이 개발시험평가의 시험도 내고 채점도 수행함으로써 인해 부실 요소가 있으며, 기술적인 측면을 위주로 시험하고 평가하는 개발시험에서의 최상위 전문기관은 개발주관기관이므로 개발시험평가의 주체 변경에 대한 대안이 부재하다.

시험평가는 무기체계 개발 부서와 독립된 조직에서 이루어져야 객관성을 인정받을 수 있다. 시험평가 조직의 구성원은 시험 수행자와 평가자의 임무를 독립적으로 부여함으로써 시험평가 결과에 대한 객관성을 확보할 수 있다. 현재, 국내에는 선진국과 같이 시험평가를 객관적으로 수행하고 검증 및 인증을 해 줄 독립적인 조직이 없다. 국내 무기체계의 성능향상과 개발시험평가의 신뢰성 향상을 위해서는 무기체계를 개발하는 주관기관보다는 독립된 시험평가 기관이 필요하며 시험평가 관련 정책, 절차, 인프라 관리 등을 총괄하여 조정할 수 있는 중앙 조직이 필요하다[9, 10].

### 5. 결론

개발시험평가 신뢰성과 관련하여 우리나라의 현실태를 진단하고 연구의 객관성 확보를 위해 관련 기관 및 전문가의 의견과 그들을 대상으로 한 설문을 시행하였다. 이를 통해 식별된 개발시험평가 신뢰성 관련 영향요소를 분석하여 시사점을 도출한 후, 개발시험평가 신뢰성 강화방안을 제시하였다.

본 연구에서는 정책추진 가능성을 고려하여 발전방안을 제시했으나, 개발시험평가의 신뢰성을 확보하기 위해서는 무엇보다도 개발시험평가뿐만 아니라 시험평가의 독립성 확보가 중요하다. 이를 위해서 시험과 평가는 구분되어야 하며 상호 유기적으로 진행되어야 한다.

시험은 평가를 위한 기초자료를 제공하는 역할을 하며 평가는 획득된 자료로 판단하는 역할을 담당하므로 상호 구분하여 적용이 필요하다. 평가단계에서의 논란을 최소화하기 위해 평가를 고려하여 시험을 구체화하고 정량적 요소 위주로 계획을 수립해야 할 것이다.

또한, 군 요구도로부터 평가 기준 및 방법을 구상해야 하며, 평가에 충분한 근거를 제공할 수 있도록 시험기준 및 방법 선정이 필요하다. 체계개발단계에서는 개발단계 진행 간 설계 및 시험의 구체화가 진행되므로, 단계별 도출되는 평가요소도 지속해서 피드백 과정을 거쳐야 한다. 신뢰성은 제품의 성능에 대한 안정성을 나타내는 용어이다. ‘개발시험평가의 신뢰성’은 제작된 시제품에 대하여 기술상의 신뢰도, 적합성, 상호호환성, 내 환경성, 안정성 등의 정상적인 성능이 확보될 수 있도록 하는 개발시험평가의 절차·결과의 타당성 수준으로 볼 수 있다. 개발시험평가의 신뢰성 강화를 위해 앞으로도 국가적 차원에서 시험평가 전문기관 설립 및 운용을 위한 장기적인 로드맵을 작성하고 꾸준히 추진해야 할 것이다.

### REFERENCES

- [1] Department of the Army. (2003). *Test and evaluation in support of system acquisition*
- [2] DAAU (2012). *Test and Evaluation Management Guide*
- [3] DAAU. (2014). *Defence Acquisition Guide Book*
- [4] USA Air Force. (2019). *Air Force Test and Evaluation Guide*
- [5] Security Management Institute. (2011). *Analysis of R&D cases of weapon systems and strengthening of system management - Focusing on cases of failure of development of major weapon systems abroad and lessons-*
- [6] J. S Park and J. S Oh. (2015), A study of effects of Cross-Functional Integration and Cross-Functional Team on New Product

- Development Process and New Product Performance. *Korean Management Review*, 44(1)
- [7] Security Management Institute. (2016). *A Study on the Policy/Planning for the Revitalization of Civil and Military Cooperation R&D*
- [8] H. Y. Hyun. (2016). Case Study on the Success Factors of NPD Process Transformation. *Journal of Information Technology Services*
- [9] Security Management Institute. (2018). *A Study on the Development of Advanced Weapon System Test Evaluation Based on the Fourth Industrial Revolution*
- [10] J. Y. Ryu. (2018). A Study on the Development of the Test Evaluation of R&D Projects under the control of the company - Focused on the Business of the Development Management Company-. *Defense&Technology*, 482, 90-111

서정훈(Jeonghun Seo)

[정회원]



- 2015년 8월 : 한국과학기술원 기술경영학과
- 2017년 8월 : 한국과학기술원 기술경영학과
- 현재 : 한국국방연구원 재직 중

· E-Mail : sjh0326@kida.re.kr