

연구개발사업에 QFD(품질기능전개)를 적용한 시험평가 항목 선정에 관한 연구

박종완¹ · 이재우^{2*}

¹건국대학교 방위사업학과, ²건국대학교 항공우주정보시스템공학과

The Study of the Test and Evaluation Item Applies QFD in Research & Development Project

Jongwan Park¹ · Jaewoo Lee^{2*}

¹Department of Defense Acquisition Program, Konkuk University

²Department of Aerospace Information System Engineering, Konkuk University

Purpose: Test & Evaluation items are main contents which verify performance of the development system and they are deduced going through project management system stages. However, there is no systematic or standardized framework for Test & Evaluation items, so a lot of differences occur between projects and people are questioning whether verification items are selected for the optimization of the development system. In this regard, this research proposes the process of deducing Test & Evaluation items in a systematic way during a development stage by applying QFD (Quality Function Deployment) technique which reflects customers' requirements.

Methods: Test & Evaluation items are recognized as customers' requirements, and QFD technique which refines and gathers various requirements of customers effectively during general products' development stage is applied to complete HOQ (House of Quality)

Conclusion: There is no specific methodology for Test & Evaluation items, so currently, they are selected by including items which are given by similar projects or higher authorities. However, by utilizing QFD technique, selection of evaluation items which goes through more systematic process is expected to be possible.

Keywords: Test & Evaluation items, Development Test & Evaluation, Operational Test & Evaluation, Quality Function Deployment, House of Quality

1. 서론

학생들의 학업능력 확인을 위해 치르는 중간 및 기말고사 등의 시험지에서 가장 표면적으로 기술되어

있는 보이는 내용은 문제유형이나 문항이라 할 수가 있다. 시험문항이 곧 시험을 보기 위한 하나의 시발점이며, 해당 과목의 문제를 출제하기 위해 나름 평가위원들은 높은 책임감을 갖음은 물론 문항의 시비거리

* 교신저자 jwlee@konkuk.ac.kr

2018년 5월 14일 접수, 2018년 6월 14일 수정본 접수, 2018년 6월 15일 게재 확정.

가 발생하지 않도록 하기 위해 보다 면밀하고 체계적인 수립과정을 거치고 있는 것이다. 그런데 매년 대학 입학시험에서 몇 개의 문제들로 인해 언론 등에 화자가 되는 경우가 왕왕 발생하는 것은 이러한 출제과정이 보다 더 객관화되고 치밀하게 이루어지지 않은 경우가 아닌가 한다.

이와 마찬가지로 무기체계의 사업관리 단계에서 개발체계의 성능을 검증하기 위해 수행하는 시험평가 업무도 평가항목을 수립하는 과정이 무엇보다도 중요하며, 초기에 많은 시간을 투자하여 준비하고 있다. 사업준비단계, 즉 개념형성 및 설계단계에서 사업의 성과를 좌우하는 중요한 기능자이기 때문이다. 결론적으로 시험평가 항목은 개발체계의 성능을 여러 형태로 표현한 수단이라 볼 수가 있으며, 평가항목이 건설하고 완벽하게 수립이 되어야 시험평가를 효과적으로 수행이 가능하고, 해당장비의 신뢰성을 향상시킬 것으로 보인다.

그런데 현재 시험평가 항목은 대부분 과거의 유사 사업을 중심으로 하여 ROC(Required Operational Capability, 작전운용성능)를 포함한 주요성능, 개발간 논의된 요구사항들을 추가해서 선정하는 과정으로 진행이 되고 있으며, 내부적으로는 특화된 작성절차 및 방법 등은 없는 상태이다. 이로 인해 사업마다 항목현황의 변화가 많고, 수립과정의 적절성, 수립항목의 적정성 등에 대해서는 별다른 논의가 이루어지고 있지 않다. 이러한 이유는 시험평가 업무수행절차나 방법상에도 부분적인 요인도 있지만 무엇보다도 평가항목을 도출해나가는 전문적인 수단(tools)이 없다는 것이 주요 문제로 인식이 되고 있는 실정이다.

그래서 본 논고에서는 시험평가 항목을 개발자 및 사용자의 요구사항으로 인식하고, 이를 효과적으로 도출하기 위해서 일반제품의 생산 및 개발시 소비자 요구사항을 종합적이고 체계적으로 반영하는 QFD(Quality Function Deployment, 품질기능 전개) 기법을 연구개발 사례에 적용하여 연구하고자 한다. QFD 기법이 자동차분야를 시작으로 각종 가전제품, 의류 및 패션[1], 건축, 교육 등 다양하게 파생되어 사용자의 요구사항을 효과적으로 정제하는 도구로 널리 확산이 되고 있으며, 그 효용성의 가치는 이미 입증된 상태라 볼 수가 있다.

문헌조사 결과를 보면 무기체계 분야에서 QFD 기법의 연구결과가 많지는 않으며, 시험평가 업무는 거

의 없는 수준이지만 새로운 방법으로 평가항목의 선정과정을 연구하는 것은 나름 큰 의미가 있다고 사료된다[2-4]. 체계 개발자, 그리고 체계 사용자인 소요군의 요구를 어떻게 하면 효과적으로 반영할 것인가가 시험평가관 그리고 시험평가 현장에서 많은 고민을 해왔던 분야이기 때문이다.

2. 시험평가 항목의 개관 및 선정현황

2.1 시험평가 항목의 의미 및 특성

시험평가 항목은 해당사업별로 시험평가를 수행하고, 개발체계가 요구하는 성능에 대한 충족여부를 확인 및 검증한다는 일반적인 의미를 갖고 있으며 여기에는 시험평가 일정, 기준, 방법 및 절차, 판정내용 등의 구성요소들이 포함되어 있다. 이는 곧 사업관리 수명주기간에 운용자 및 개발자가 제기하는 요구사항들을 종합해서 시험평가의 궁극적인 목적인 성능충족 여부를 확인하고 검증하기 수단을 만들어 가는 과정이라 할 수가 있다.

그동안 우리 군은 시험평가를 진행하면서 평가항목에 대해서는 일반적으로 상급기관이나 부서에서 선정해서 지정해주는 결과물로 인식을 많이 하고 있는 실정이다. 시험평가 항목으로 연결이 되는 ROC 및 기술적·부수적 성능 등과 같은 중요한 성능은 합참에서 소요결정시 확정이 되기 때문에 관심은 높지만 개발과정에서 나타날 수밖에 없는 대상장비의 많은 성능들에 대해서는 관심도가 떨어진 면이 있다. 그래서 지금까지 평가항목에 대해서는 수동적인 입장이었다고 볼 수 있으며, 앞으로는 전력화단계에서 개발체계의 성능이 최대한 발휘되도록 하기 위해서는 검증의 수단인 평가항목이 이해관계자의 의견을 적극적으로 반영한다는 차원에서 요구사항이라는 의미를 내포해야 한다고 생각한다.

그런데 이와 같은 요구사항은 일반적으로 갖추어야 하는 속성들이 있으며, 앞으로 시험평가 항목도 자격요건들을 충분히 검토해서 선정해 나가야한다고 생각이 되며, EIA-632 Process for engineering a system[5]에서는 <Table 1>과 같이 타당한 요구사항의 속성을 설명하고 있으며, 다른 연구된 자료들을 참고하여 시험평가에 적용할만한 요구사항 조건들을 수립하는 것도 필요하겠다.

Table 1 Attributes of valid requirements

Division	Description
Competitiveness	The ability to maintain competitiveness should enable the requirements to be competitive.
Clarity	The words or terms used in the requirements document should be understandable without further analysis.
Correctness	The requirements document should not contain errors about facts.
Feasibility	If the requirements are natural constraints of the nature or if the latest technology is applied to the project, it must be satisfied under the clear constraints that apply to the project.
Focus	It must be possible to express what the requirements are, why, or by their form, suitability and function.
Completeness	The requirements must contain all the information necessary to implement and describe the object.
Modifiability	The requirements are necessarily changeable and must be performed consistently and completely.
Unambiguous	The meaning of the requirement must be such that only one interpretation can be made.
Singularity	A requirement document should not be described as more than one requirement with common actor, behaviors, objects, or apparatuses.
Testability	There must be a process that can verify that the requirements are met.
Verifiable	The hierarchy of the system being described must be verifiable at the level.

개발이 진행되는 과정에서 이해관계자간에 다양한 요구사항들이 분출될 수밖에 없는데 시험평가 단계에 진입해서는 각종 요구사항들을 어떻게 정제해서 개발자 및 소요군(사용자)이 원하는 성능을 검증하도록 방법과 절차를 만들어 나가느냐가 주요한 관건이다. 예산, 인력, 비용 등의 제한된 여건과 야전의 불충분한 평가환경 하에서 개발장비 성능의 검증수준과 범위를 어느 정도로 설정하느냐는 중요한 부분이고, 이를 위해서는 보다 정교한 분석 및 검토과정이 필요할 것으로 보인다.

일반적으로 시험평가는 두 개의 유형이 있으며 DT&E(Development Test & Evaluation, 개발시험평가)는 무기체계 기능 및 성능시험 핵심부품 및 구성품 신뢰성시험, 소프트웨어 신뢰성시험, 전력화지원요소의 기술적 입증시험, 무기체계의 상호운용성 등에 관련된 항목을 수행한다. 그리고 OT&E(Operation Test & Evaluation, 운용시험평가)는 ROC 및 기술적·부수적 성능, 합동성 및 상호운용성군 운용 적합성, 전력화지원요소의 실용성 검증시험 등에 관련한 항목들을 구성하고 있다[6]. 본 논고에서는 시험평가의 유형의 구분 없이 주로 ROC 분야에 대해서 연구내용을 제시하고자 한다.

2.2 시험평가 항목 수립절차

시험평가는 사업관리 절차중 체계개발 단계의 후반부에 진행되고 있지만 체계공학(SE)을 적용한 개발순기와 연계하여 사업관리 초기부터 수행할 내용을 적극

적으로 반영하고, 단계별 산출물인 각종 개발문서에 시험평가가 담당하는 역할이 <Fig. 1>과 같이 구체적으로 포함되도록 해야 한다[7]. 우선 소요제기 및 결정 단계에서는 획득방법이 연구개발 및 구매 등으로 선정되지 않기 때문에 일반적으로 시험평가를 수행하는 것으로 소요문서에 명시되어 있다. 이 과정에서는 개발장비의 주요한 성능인 ROC, 기술적 및 부수적 성능이 시험평가 항목으로 전환될 예정이며, 기존 전력화사업이나 유사사업 등의 사례를 확인하여 주요성능이 누락되지 않고 소요문서에 반영이 되도록 해야 한다.

소요결정 후 방위사업청(이하 방사청)에서 선행연구를 거쳐 사업추진기본전략이 수립이 되면 연구개발 및 구매로 획득방법이 결정이 되고, 이에 따라 시험평가 방법도 선정이 되며, 평가항목의 범위도 개략적으로 가늠할 수가 있다[8].

개발계획이 구체화되면서 탐색 및 체계개발단계를 수행하게 되고, 작전운용성능(ROC), 기술적 및 부수적 성능이 일부 수정이 되거나 구체화 단계를 거치게 된다. 그리고 이 단계는 주요 성능이 대상장비의 핵심적인 모습을 나타낼 수 있도록 개발계획에 관련된 내용이 반영이 되어야 하며, 개발 간에 이해관계자들의 다양한 요구사항들이 많이 제기가 되는데, 가용한 여건을 고려하여 추가로 체계적인 검토 및 정제과정을 거쳐 개발계획에 포함되도록 해야 한다. 개발단계 시에 주요성능과 더불어 추가적인 요구사항들이 시험평가 항목으로 포함이 되는데 항목 선정시에는 충분

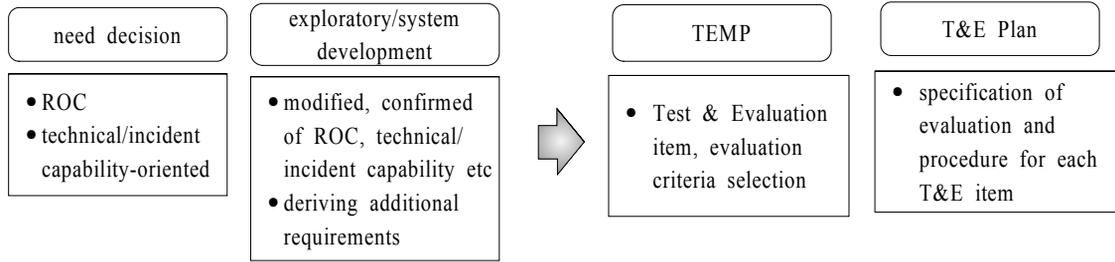


Fig. 1 Procedures for establishing test evaluation items for each phase of project management

한 자격요건을 갖추었는지 검토가 필요하다. 대부분의 개발사업들은 개발주관이 PDR(Preliminary Design Review, 기본설계검토), CDR(Critical Design Review, 상세설계) 등의 회의체를 통해 논의된 사항을 종합하여 관련기관에 통보해주고 있으며 시험평가 부서에서는 논의된 내용 중에 평가항목으로 연계가 될 수 있는 것들을 분별하여 관리가 되도록 해야 한다.

이와 같이 개발간에 제기되고 논의된 요구사항들은 합참이 주관하여 시험평가에 대한 전반적인 추진전략 및 수행지침의 성격인 시험평가기본계획서(TEMP, Test & Evaluation Master Plan)에 공식적으로 시험평가 항목으로써 반영이 되고 있다. 이를 통해 시험평가 관계기관 및 부서간에 계속적인 논의를 거쳐 평가항목을 구체화하고 있으며, DT&E(Development Test & Evaluation, 개발시험평가)와 OT&E(Operational Test & Evaluation, 운용시험평가) 계획을 수립하는데 기초자료로 제공하고 있다.

TEMP를 근간으로 해서 개발주관 기관이 개발시험평가계획을, 소요군이 운용시험평가계획을 수립하고 있으며, 현재까지 논의된 시험평가 항목을 토대로 각 시험평가계획서에 반영하고 있다. 개발주관기관 및 소요군은 TEMP에 평가항목 위주로만 개략적으로 명시된 내용을 토대로 시험평가를 수행하기 위한 평가기준, 평가일정, 평가인원, 평가방법 및 절차, 평가결과 등을 포함하여 구체적으로 계획서를 작성하고 있다. 수립된 항목간에는 독창성과 차별성을 갖추고 중복성 등은 없는지 검토가 필요하다. 왜냐하면 시험평가 항목은 개발체계의 요구되는 성능을 검증하는 환경과 여건을 조성하는 주요수단이고, 어떻게 항목을 구성하느냐에 따라 시험평가의 수준 차이가 발생하고, 개발체계에 대한 성능검증의 범위와 폭이 달라진다고 볼 수 있기 때문이다.

그래서 이와 같이 나름 중요성이 있고 시험평가의 주

된 역할을 수행하는 평가항목을 도출하기 위해서는 기존의 재래식적인 방식보다는 이해관계자들의 요구를 계획적으로 수립하고, 개발체계의 성능을 충분히 검증할 수 있도록 체계적인 도출방법이 필요한 실정이다

2.3 연구개발사업의 시험평가 항목 선정결과

지금까지 시험평가 항목이 수립되는 과정을 알아보았는데, 그러면 실제 무기체계가 개발된 사례를 통해서 사업관리 단계별로 평가항목들의 변화과정을 살펴보고자 한다. 이는 평가항목의 중요성에 부합하여 각 사업별로 개발 간에 어느 정도 추가적으로 요구사항들이 도출이 되고 있는지 살펴보고 개발체계의 성능을 보다 더 정교하게 검증하기 위해 관련된 방법의 필요성을 인식하기 위함이다.

대부분의 무기체계 개발소요는 시험평가 진입하기 최소 5~6년 전에 결정이 되고, 전차, 함정, 전투기 등 대규모 사업은 거의 10여 년 전에 확정되고 있는데, 개발 및 체계기술의 급격한 발전으로 소요결정부터 개발까지 기간에는 기술 및 성능상의 적지 않은 변화가 있을 수밖에 없는 것이 현실이다. 이는 즉 ROC와 같은 주요성능을 구현하고, 뒷받침해줄 부가적인 성능에 대한 선정이 필요하다는 것이다. 그런데 우리가 소요결정 당시에 선정한 주요성능 항목은<Fig. 2>에서와 같이 사업별로 변화없이 그대로 개발체계에 적용을 하고 있는데, 일반적으로 다른 획득사업의 사례를 봐도 유사한 양상을 보이고 있다.

그러면 소요결정 후 몇 년이 지나면서 대상장비를 설계 및 제작하는 과정에서 변화되고 발전된 기술적 성능요소는 어떻게 반영을 해야 하는가? 이것이 추가 요구사항이라는 부분으로 제기가 되어야 하고, 개발간 적극적인 발굴을 해야만 개발장비의 수준을 높일 수 있고 검증의 질도 향상된다고 본다

	Need Decision	TEMP	T&E Plan
"A"project	<ul style="list-style-type: none"> • ROC : 38 • technical/incident capability : 1 	<ul style="list-style-type: none"> • ROC : 38 • technical/incident capability : 1 	<ul style="list-style-type: none"> • ROC : 38 • technical/incident capability : 1
"B"project	<ul style="list-style-type: none"> • ROC : 12 • technical/incident capability : 7 	<ul style="list-style-type: none"> • ROC : 12 • technical/incident capability : 7 	<ul style="list-style-type: none"> • ROC : 12 • technical/incident capability : 7
"C"project	<ul style="list-style-type: none"> • ROC : 45 • technical/incident capability : 5 	<ul style="list-style-type: none"> • ROC : 45 • technical/incident capability : 5 • additional requirement : 27 	<ul style="list-style-type: none"> • ROC : 45 • technical/incident capability : 5 • additional requirement : 27

Fig. 2 Selection of test evaluation items in R & D projects

<Fig. 2>에서 제시되어 있는 추가 요구사항들의 실상을 보면 일부사업은 성능항목과 관련된 것도 있지만 대부분은 균운용적합성 분야에 치중되어 있는데 이는 개발간에 작전운용성능이나 기술적 및 부수적 성능을 추가로 반영하는 사례가 거의 없는 실정으로 앞으로는 지금과 같은 상태에서 개선이 필요할 것으로 보인다.

그래서 이렇게 소요문서에 제시된 항목만으로 개발체계의 성능과 특성을 검증한다는 것은 어려운 일이며, 개발과정에서 체계별로 나타나는 다양한 성능을 효과적으로 도출할 수 있는 기법이 필요한 이유가 여기에 있는 것이다. 사업담당자의 전문지식 및 태도, 이해관계자들의 협조와 이해만으로도 이와 같이 복잡한 업무를 수행한다는 것은 사실상 어려운 실상이며 보다 객관화된 방법과 절차를 적용할 필요가 있다고 판단된다. 최근 몇 년간 언론에 회자되는 방산문제와 관련하여 개발체계에 대한 신뢰도를 향상시키는 방법으로 사료된다.

3. QFD 기법의 적용사례 연구: 000자주박격포 사업

3.1 QFD 기법의 소개

QFD는 고객의 목소리 즉 다양한 요구사항을 제품 개발과정에서 구조적인 접근방법으로 도출하여 설계, 부품, 공정, 그리고 최종적으로 생산과정으로 반영시키고자 한 것이다. QFD는 1966년 일본의 아사히 대학교수인 아카오 요지가 창안하여 1972년부터 미쓰비시 고베조선소, 1975년에 도요타를 시작으로 산

업전반에 일본 산업 전반에 적용하게 되었다 그 결과 도요타사가 1984년 양산전 투입비용은 QFD 도입이 전시점인 1977년에 대비하여 61%나 절감하였고, 시장 출고까지의 기간도 3분의 1가량 단축하여 제품의 품질도 크게 향상시킬 수 있었다[9]. 이어 1983년에 미국 품질관리 학회지에 소개되었고, 우리나라는 1994년 LG전자가 냉장고, 전자레인지 등 신제품 개발에 적용하였으며, 1995년 삼성전자, 현대엘리베이터, 현대자동차, 나레이동통신 등이 도입을 하여 다양한 분야에서 적용을 하고 있는 실정이다

3.2 체계개발시 QFD 기법 적용결과

3.2.1 000자주박격포 사업 소개

현재 우리군은 미국 군원 장비인M2A1에 이어 개량형인 KM30형을 1970년대부터 보병연대에 편제화기로 운영 중인데 30년 이상이 지나 노후화가 심하고, 사거리가 약 5~6km로 짧음에 따라 변화되는 작전환경에 적극적인 대응이 제한되어 이를 대체하고자 000자주박격포(이하 A사업이라 한다)를 개발하게 되었다. 국방개혁에 따라 작전지역이 확대되고, 운용병력이 감축이 되면서 이에 대한 효과적인 운용을 하고자 장갑차에 탑재하여 화력을 증대하고 사거리를 월등히 향상시키고, 사격통제장치 및 사격지휘체계를 자동화하여 신속한 화력지원이 가능하도록 개발이 진행되고 있는 사업이다[10].

3.2.2 사업진행 및 QFD 적용 단계

000자주박격포는 연구개발사업으로 선행연구를 수

행하고 탐색개발을 거치지 않고 체계개발로 진행된 사업이며, 본고에서는 체계개발 단계를 중점으로 QFD 기법을 적용하여 시험평가 항목을 도출하는 과정을 진행하겠다. 이를 위해 <Fig. 3>과 같은 연구절차도를 구성하여 단계별로 관련된 내용을 알아보려고 한다.

우선 소요결정시에 A사업의 ROC 관련 항목들이 어떤 형태로 기술되어 있는지 확인을 하는데, 이는 우리가 개발간에 요구사항의 기준을 설정하고 판단하는 기준이 된다. 다음은 A사업의 선행연구를 통해 도출된 WBS 형태를 활용하여 ROC를 재배열(reshaping)해 보는데, A사업의 전체적인 개관을 알아볼 수가 있고 ROC를 기준으로 추가적인 요구사항을 도출하는 부분을 알 수가

있다. 그리고 체계개발을 진행하는 과정에서 각종 사업 관리 및 회의체 등을 통해 각 분야별로 요구사항을 도출하고 구체화하는 단계를 진행한다. 마지막으로 요구사항들에 대해 QFD 기법을 적용하여 HOQ(House of Quality, 품질의 집)를 완성하여 전체적으로 요구사항들이 어떻게 반영되는지 알아보겠다.

3.2.3 소요문서상 ROC현황

A사업은 2006년에 최초 장기전력으로 소요결정이 되고, 이어 2007년에 중기전환이 되면서 소요량과 ROC가 결정이 되었다. 기품원과 안보경영연구원에서 선행연구를 거치면서 방산업체가 박격포체계에 대한

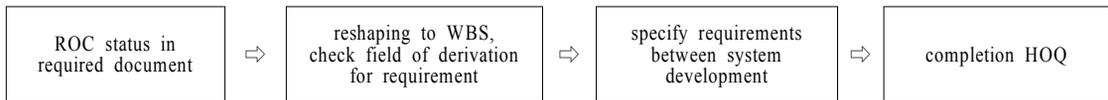


Fig. 3 Step-by-step procedure for applying QFD

Table 2 ROC item status in need decision of the A project

Division	ROC		Division	ROC
artillery system	operation type		fire control	launch fire bomb
	caliber			automated fire command control
	steel wire type			digital ballistics calculation
	artillery barrel length			automated control of artillery driving
	total weight			manual fire control
range	maximum range		fire command system	fire command system
	minimum range			protection power
fire area	low angle~high angle		survivability	smoke shell bomb launcher
	rotary angle			fire extinguisher
launch speed	maximum launch speed		mortar mounted vehicle	driving type
	minimum launch speed			maximum speed(on road)
artillery driving, loading method		maximum speed(on sea)		
trigger method		acceleration performance		
dispersion degree		engine output		
impact reduction		cruising range		
operation temperature		ability to overcome obstacles		
bomb	powerby bomb type	high explosive bomb		ability to climb
		flare bomb		driver periscope
		smoke shell bomb		operation temperature
		exercise bomb	main weapon	
	rocket propelled bomb		auxiliary weapon	
operation condition		observatory/crenel hole		
		ammunition loading		

기술력을 충분히 보유하고 있는 것으로 판단하여 업체의 연구개발 능력을 향상시키고 대외방산수출을 적극적으로 장려하기 위해 업체주관사업으로 선택을 하게 되었다. 그리고 박격포체계의 탑재방식을 차륜형 또는 궤도형으로 할 것인지에 대해 몇 년간의 무료한의사결정을 거쳐 궤도형으로 2013년에 최종확정이 되고, 본격적인 체계개발을 거쳐 2017년부터 올해까지 개발 및 운용시험평가를 수행 중에 있다.

<Table 2>는 A사업 소요결정시 ROC 항목들이 관련문서에 수록되어 있는 그대로의 모습으로 박격포 하위체계 및 탑재차량에 대해 주요 성능위주로 제시하고 있다. 그런데 구경, 포강형태, 포열길이 등의 항목은 포체계에 대한 개발형상을 나타내는 것으로 알 수 있지만, 포구동 및 장전방식, 격발방식, 충격감소 등은 어느 개발체계의 성능을 표현하는지 가늠하기가 어렵다. ROC를 의사결정할 당시에는 잠재적인 개발장비를 대상으로 주요 성능을 도출해내는데 중점을 두고 있기 때문에 개발장비와 성능체계의 연계성을 유지하기는 어려운 실정이다.

그래서 ROC에서 요구하는 성능이 어느 계층구조에 해당이 되고, 포함된 계층의 기술수준을 확인하고, 개발요구를 어느 수준으로 해야 하는지에 대한 범위와 폭을 산정하는 과정이 필요하다. 연구개발사업은 소요결정과 체계개발 간에는 약 10여년 이상의 차이가 발생하면서 소요체계 구조를 개발체계의 구조로 변환하는 작업이 필요한데, 이를 효과적으로 수행할 수 있는 수단이 해당사업의 WBS를 활용하는 것이다.

3.2.4 WBS로 재배열(reshaping), 요구사항 도출분야 확인

소요가 결정된 후 일반적으로 1년 이내에 선행연구라는 업무를 진행하는데, 대부분 전문연구기관에 위탁하여 해당사업의 적절한 획득방안이나 사업관리 방법 등을 제시하고, 궁극적으로 사업추진기본전략을 수립하게 되는 원천 연구자료를 제공하게 된다. 선행연구 결과에 해당사업의 WBS(Work Breakdown Structure, 업무분할구조)[11]가 일반적으로 제시되어 있는데, WBS는 사업 구성요소를 계층구조로 분류하여 사용자와 개발자간의 의사소통구조로 활용하며 업무내역을 가시화할 수 있다는 특징이 있다. 개발이 진행되면서 이해관계자들 간에 WBS 수준 및 내용에 대해 최신화가 필요하다. 시스템 분해는 크고 복잡한 시스템을 이해하기 쉽도록 보다 작고 덜 복잡하게 만들어 준다[12].

다음은 A사업의 WBS로 1단계에서 5단계까지 <Fig. 4>과 같이 구성되어 있고, 1단계는 000자주박격포 체계사업이고, 2단계는 000자주박격포 체계, 체계종합, 전력화 지원요소 등이며, 3단계는 차량체계와 박격포체계, 타체계 연동, 전투발전지원요소 등으로 구성되어 있다.

시험평가단에서 전문 평가능력 및 경력을 보유한 6~7명이 본고에서 진행되는 단계별 진행업무에 관여하여 정성 및 정량적인 판단을 하는데 도움을 제공해주었다. A사업의 ROC를 WBS 형태에 맞게 재배열했는데 <Table 3>과 같이 ROC가 어느 체계에 요구되는 성능임을 비교적 용이하게 확인이 가능하다.

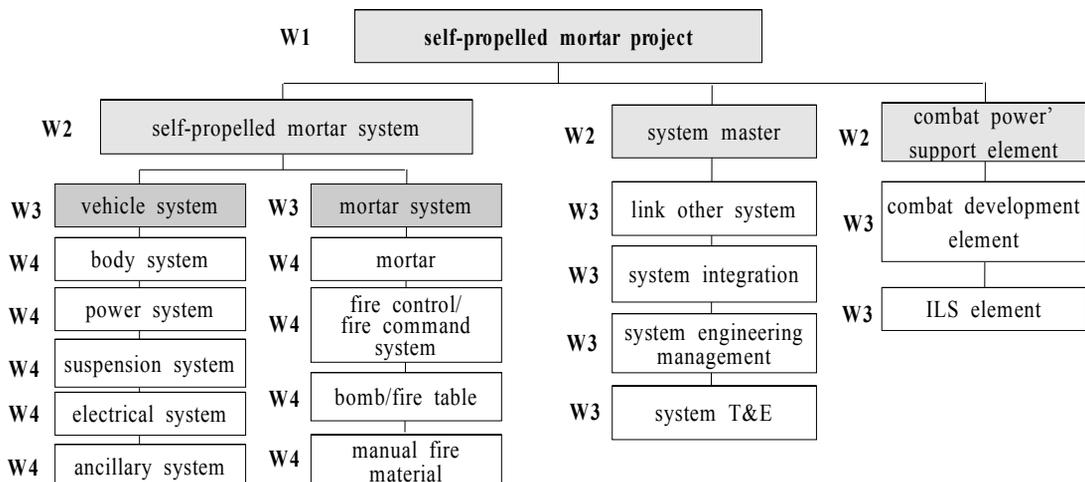


Fig. 4 WBS status for A project

Table 3 Status of reshaping the mortar system ROC item of A project into WBS

Division		ROC items	
mort-ar syst-em	mortar	barrel	caliber, steel wire type, artillery barrel length, maximum fire speed, minimum fire speed
		retractor	impact reduction
		loading device	trigger method, artillery driving/loading method
		tuning/elevation device	low angle~high angle, rotary angle
	fire control/ fire command system	satellite navigation system	
		Inertial navigation system	
		fire control device	launch firt bomb, automated fire command control, manual fire control
		fire command set	fire command system
	bomb/fire table	high explosive, flare, smoke shell, exercise, rocket propelled bomb	maximum/minimum range, dispersion degree, operation condition, power
	manual fire material	aiming hole, aiming extension materials etc	
	Etc		operation type, total weight, operation temperature: to change mortar mounted vehicle

박격포체계는 관성항법 및 위성항법장치 수동사격기재 등에서는 ROC에 반영된 항목이 없어서 성능을 검증하기 위해서는 개발간에 추가 요구사항으로 제기가 되도록 해야 한다. A사업의 ROC 중 운용형태, 총중량, 운용온도는 박격포체계 보다는 박격포를 탑재한 전체 체계에서 검증하는 것이 보다 효과적이라 판단하여 항목의 위치를 박격포체계에서 차량체계로 전환하였다.

그리고 WBS 수준별로 개발분야의 기술능력을 확인하여 개발목표를 설정하는데 도움이 되고, 시험평가 입장에서 기술수준이 미흡한 분야에 대해서는 추가 요구사항으로 판단하여 평가항목에 반영을 하고, 평가단계에서 구체적으로 성능확인이 될 수 있도록 해야 한다

3.2.5 체계개발간 요구사항 구체화

체계개발은 탐색개발을 거치면서 개발체계에 대해 설계를 구체화하여 시제품을 제작하고, 개발시험평가 및 운용시험평가를 통해 양산예정인 무기체계를 개발하는 단계로 실질적으로 시험평가의 주요 역할을 수행하는 과정이다. 이 단계에서는 개발간에 요구된 추가사항과 연관된 기술적 및 물성적 특성을 도출하고, 종합된 현황을 토대로 HOQ를 작성하기 위한 최신화된 자료를 제공한다.

시험평가관은 개발체계의ROC를 WBS로 재배열한

한 후에는 직접 요구사항을 관리하고, 관심의 정도를 높이는 것이 중요하며, WBS로 재배열 한 결과를 사업관리자, 개발자 등과 공유를 하도록 해야 한다. 개발주관기관이 사용하는 요구사항 관리기법인Cradle, Doors 등과도 연계성을 유지하며, 개발간에 이해관계자들과PDR, CDR 등수차례의 사업관리 회의시 성능에 관련된 분야에 대해서 추가적으로 요구사항이 도출이 되는지, 또한 요구할 사항은 없는지를 확인해야 한다.

그래서 장전장치에서는 자동격발외에 비상시나 자동식이 고장날 경우 즉각적인 사격이 진행이 되도록 수동식 격발장치가 필요하고, 전시기에 설치된 조이스틱을 이용해서 반자동으로도 구동할 수 있도록 하고, 사격모드를 자동이 아닌 수동으로 설정할 수 있도록 요구사항을 <Table 4>와 같이 제시하였다.

그리고 소요문서상 위성항법 및 관성항법장치는 ROC가 반영이 안 되어 있는데, 운용 간에 표적에 대한 정확한 사격능력을 위해서는 반드시 요구되는 주요한 분야이므로 정확도, 위치정보, 오차보정에 대한 정보제공 등과 같은 추가적인 요구사항을 반영하였다.정확도는 위성 및 관성항법장치의 기본적인 성능이교위치정보는 GPS 기능을 유지하는데 계속 변화되는 좌표정보를 수신해야 하고, 오차보정은GPS 간에 발생하는 오차를 계속해서 보정해야만 정확한 위치좌표의 확인이 가능하므로 요구사항으로 설정을 하였다.

Table 4 Derivation status of additional requirement at system development stage

Division		ROC item	additional requirement
mortar	barrel	caliber, steel wire type, artillery barrel length, maximum/minimum launch speed	
	retractor	impact reduction	
	loading device	trigger method, artillery driving, loading method	manual triggering, semi driving, manually set fire mode
	turning/high angle device	low angel~high angle, rotary angle	
fire control/ fire command system	satellite navigation system		offer position accuracy, position information, error correction to real time
	inertial navigation system		posture accuracy, navigation accuracy
	fire control device	launch firt bomb, automated fire command control, manual fire control	folding display equipment
	fire command set	fire command system	emergency mode realization, artillery barrel control of emergency fire

사격통제장치는 운용자가 사용하는 전시기가 고정된 형태이기보다는 접이식으로 하여 활동공간을 확보하고, 운용의 편의성을 제공하도록 하였고, 사격지휘시 긴급하게 식별된 표적에 대해 사격이 가능하도록 하기 위해 긴급사격 모드와 긴급사격 포신제어 기능을 추가로 선정하였다.

3.2.6 HOQ(품질의 집) 완성

지금까지의 도출된 요구사항을 토대로 박격포체계 중 박격포(WBS 4)에 대해 HOQ를 완성하였는데, 표 왼쪽은 ROC 및 추가 요구사항에 대한 항목이며, 오른쪽은 종합된 요구사항에 대해 연관성있는 기술적 및 물성적 특성을 나타내고 있다 그리고 표 내부에는 ROC 및 추가 요구사항과 기술적 특성간에 상관관계 정도의 관련성이 있는데 초점을 두고 연관성이 높으면 ◎(9점), 보통이면 ○(3점)으로 표시하였고, 개발간에 연관된 특성들에 관심을 가져야 한다

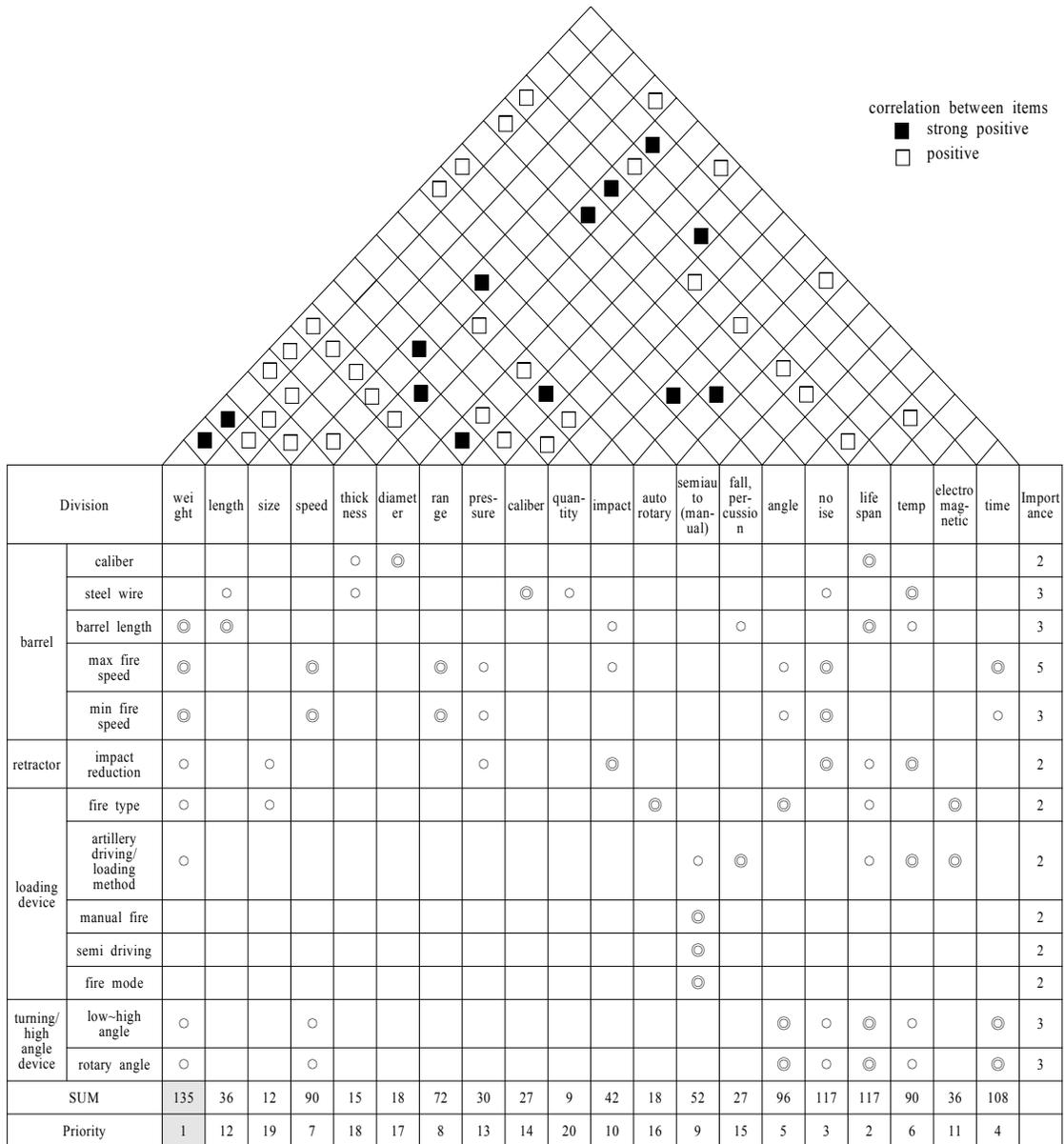
그리고 HOQ의 상단부분에 있는 기술적 특성간에 관계를 □(긍정), ■(강한긍정)으로 설정하여 제시된 특성인 중량부터 덮개까지 상호 연관성을 확인하였고, 긍정관계가 형성된 특성간에는 시험평가지 연계성있게 성능을 검증하거나 성능간의 상호 영향성이 있어 관심을 갖고 확인이 필요하겠다. 예를 들어 중량은 길이, 크기와 강한 긍정관계를 나타냈는데 개발체계의 길이가 길고 크기가 클수록 중량이 비례적

으로 늘어나기 때문이다. 일반적으로 중량은 개발체계의 구성요소를 전체적으로 지배하는 중요요소이고, 하위 체계에 많은 영향을 미치므로 성능검증시 체계적인 관리 및 통제가 필요하다.

중요도는 개발과정에서 사용자 및 개발자가 해당 장비에 대해 요구하는 정도를 나타내는 척도로서 왼쪽 ROC 및 추가 요구사항에 대해 1~5점으로 시험평가부서 10명의 전문가 의견을 수렴하여 평가를 하였다. 중요도는 사업진행 간에 개발체계의 목표와 운용 개념에 따라 변할 수 있으므로 일정한 기간을 두고 지속적인 검토와 보완이 필요하다. <Table 5>에서는 최대발사속도가 가장 중요하게 평가가 되었는데, 개발장비가 포병화기여서 사거리에 절대적으로 영향을 미치는 최대발사속도가 해당이 되었으며, 개발간에 요구되는 성능수준이 최대한 달성이 되도록 관심을 가져야 한다.

우선순위는 사용자 및 개발자 요구사항과 기술 및 물성적 특성간의 연계성을 판단하여 수치화하는 것으로 예를 들면 중량=요구성능 중요도×상관관계 정도(◎ 9점, ○ 3점)로 계산하면 135점으로 1순위가 된다. 이는 중량이 체계를 개발하는 과정에서 가장 영향을 많이 미치는 기술특성으로 사업초기부터 중량 관리 프로그램을 운영하여 하위체계에 할당수준과 범위를 적절히 통제하고, 요구되는 범위 내에서 체계적으로 관리되도록 해야 한다.

Table 5 HOQ of mortar WBS 4



이와 같이 완성된 HOQ를 활용하여 시험평가 계획 수립시에는 표 좌측부분이 시험평가 항목으로 전환이 되며, 표 우측부분의 기술적 특성은 해당 시험평가 항목간 구체적으로 확인해야할 내용들이 되겠다. 예를 들어 포강형태에 해당되는 길이는 강선 폭 및 강선 간격, 두께는 강선 높이, 수량은 강선 수로 전환하여 세부평가 내용으로 반영을 하고, 소음이나 온도는 별도의 환경시험 항목으로 제시할 수가 있겠다.

4. QFD 기법 적용결과 및 의미

우리는 그동안 시험평가를 준비하는 과정에서 평가항목은 ROC, 유사사업 참고, 개발간 회의결과 등을 통해서 도출해오고 있었다. 평가준비의 첫 단계로써 평가항목을 선정하는 것은 시험평가의 많은 부분을 차지하면서도 중요한 과정인데, 별다른 방법론이나 체계적인 절차가 없이 업무를 수행하고 있는 실정이다.

다. 시험평가관으로써 대상장비에 대한 평가준비를 하는 과정에서 많은 고충이 있는 부분이다. 주요 작전 운용성능에 대해 충분히 설명되지 않는 우리의 소요문서상의 현실에서 평가항목을 객관적으로 도출한다는 것은 적지 않은 어려움이 있다. 많은 부분이 시험평가관의 자의적인 판단으로 설정이 되고, 관련기관 및 부서의 협의를 거치고 있는 실정이다.

그리고 소요문서상의 주요 작전운용성능은 개발되기 몇 년 전에 결정한 자료로써 개발체계의 실체가 형성되기 전에 추상적인 형태의 성능일 수밖에 없다. 그래서 규모가 큰 사업일 경우 어느 성능은 개발체계의 어느 부분에 해당되는지 혼돈이 발생되고 알기가 어려운 실정이다. 또한 어느 범위까지 개발의 수준과 폭을 허용할 것인가에 대해서도 논란이 있다.

이러한 현상들에 대한 대안으로 본고에서는 요구사항의 관리기법으로 민간분야에서 활용하고 있는 QFD 기법을 적용하여 시험평가 항목을 도출하는 과정을 전개하였다. 개발초기부터 요구사항을 명확히 전개하고, 관련된 기술적 특성들을 염출하여 개발과정에 지속적으로 적용되고 추적이 되는 과정을 거치고 있다.

QFD 기법을 현재 개발 중인 A사업에 적용하였는데, 우선 개발장비의 WBS를 활용하여 주요 작전운용성능 등을 재배열 하는 것이 개발체계의 성능에 대한 범위와 폭을 이해하는데 효과적이었다. 그리고 체계개발 단계에 적용을 했는데 A사업의 박격포체계(WBS 4)에 대해 추가로 10개를 도출하였다.

A사업의 일부분에 대해 QFD 기법을 적용하여 HOQ의 결과를 만들어 냈는데, 기존의 평가항목을 선정하고 방법을 수립하는 과정보다는 여러 부분이 차이가 있었다. 개발체계의 WBS별로 주요 작전운용성능을 토대로 단계별로 추가되는 요구사항을 연계성있게 제시하여 쉽게 체계의 모습을 이해할 수 있도록 하였으며, 성능과 관련있는 기술적 및 물성적 특성을 나타내어 시험평가 간 검증해야 할 부분을 알 수 있도록 전개하였다.

5. 결 론

이번에 적용한 QFD 기법은 시험평가 분야에 적용이 가능할 것으로 판단된다. 선행연구단계부터 이해관계자간에 나타나는 각종 요구사항을 어떻게 하면

계획적으로 정제를 하고, 탐색 및 체계개발단계를 거쳐 성능을 향상시킬 수 있는가에 대해 많은 고민이 필요하다. 그리고 시험평가는 가용재원 인력, 환경 등이 항상 제한적일 수밖에 없는 여건하에서 어떻게 이해관계자의 요구사항을 평가항목으로 전환하느냐는 중요한 관건이라 할 수가 있다.

A사업에 QFD 기법의 적용을 통해서 얻은 결과는 향후에는 사업별로 표준화된 형태로 작성이 되어서 다른 유사사업을 진행할 경우 그대로 적용하고, 변화하는 기술적 사항만 수정해서 반영을 하면 시험평가 준비에 많은 도움이 될 것으로 판단된다. 또한 HOQ를 활용한 시험평가 항목의 도출은 기존의 방법과는 차별화하여 체계적으로 접근 및 해석이 가능하였다. HOQ를 보다 더 기술적 및 기능적인 접근을 하면 평가항목의 도출에 효율성이 있을 것으로 판단된다.

앞으로도 QFD 기법을 시험평가 분야에 계속 적용하여 보다 체계적인 시험평가 항목을 도출하고, 현장에서 시험요원이 실질적으로 활용이 가능하도록 하고, 시험평가 항목 선정에 따른 현실적 상황을 고려한 시험가능 여부(시험장비 구성, 비용 등)도 고려하여 연구가 진행되었으면 하는 바램이다.

References

- [1] Phy, J. Y. (2017). "The Design Attributes of Fashion Multi Brand Store Based on Customer Needs". Hanyang University, PhD thesis.
- [2] Um, H. S. (2012). "A Study on the Combat Development Factor Assessment Using QFD". Geongnam University, PhD thesis.
- [3] Lee, S. M. and Pakr, Y. W. (2009). "Study on the efficiency of ammunition ILS using QFD". KOSSE, Journal, Vol. 5 No. 2.
- [4] Lee, T. H. (2013). "On the Risk Mitigation with Requirement Analysis based on the QFD Method". Ajou University, PhD thesis.
- [5] ADD (1999). "System Engineering". ADD National Science Technology Academy, pp. 132-133. EIA-632 is the American Electronics Industry Association, it plays a key role in implementing a system that meets customer needs, such as people, products, and proce-

- dures, and providing developers with basic integration procedures in engineering and reverse engineering.
- [6] Ministry of National Defense (2017). "Defense Weapon Development Directive (No. 2114)". pp. 61-63.
- [7] T&E Agency of ROKA (2015). "T&E Reference". pp. 15-18.
- [8] DAPA (2018). "The Regulation of National Defense Program Management(No. 432)". pp. 38-49.
- [9] Lee, S. B. and Shin D. S. (2008). "The Theory and Example of the QFD". Ireatech, pp. 3-4.
- [10] DAPA (2014). "120mm Self-propelled Mortar's System Development Execution Plan". pp. 2-4.
- [11] MIL-STD-881C (2011). WBS for Defense materiel items uses the WBS to operate government program guidelines, contractor guidelines, and contract implementation guidelines. It also provides guidelines for classifying, creating, and applying WBS structures from 1 to 5 levels by weapon system function.
- [12] Joseph, S. and Valacich *et al.* (2017). "Essentials of system analysis and design". Pearson, p. 37.