

# QFD 및 Stage-gate 모델을 활용한 국방분야 개발단계 품질관리 방안 연구

장봉기<sup>\*†</sup>

<sup>\*</sup> 국방기술품질원

## A Study on the development quality control by application of QFD and Stage-gate in defense system

Jang, Bong Ki<sup>\*†</sup>

<sup>\*</sup> DTaQ(Defense agency for Technology and Quality)

### ABSTRACT

**Purpose:** The purpose of this study is to propose adoption of QFD and Stage-gate in order to analyze the quality of korea defense system.

**Methods:** Drawing change data of initial production phase in korea defense system were analyzed and a practical method was proposed.

**Results:** The results of this study are as follows; Off line Quality Control should be introduced in development phase. Specially, in case of defense system, the best method is QFD(Quality Function Deployment) and Stage-gate process. At first, QFD 1 step defines product planning from VOC(Voice Of Customer), QFD 2 step specifies part planning from product planning, QFD 3 step defines process planning from part planning, QFD 4 step defines production planning from previous process planning. Secondly, Stage-gate process is adopted. This study is proposed 5 stage-gate in case of korea defense development. Gate 1 is located after SFR(System Function Review), Gate 2 is located after PDR(Preliminary Design Review), Gate 3 is located after CDR(Critical Design Review), Gate 4 is located after TRR(Test Readiness Review) and Gate 5 is located before specification documentation submission.

**Conclusion:** Off line QC(Quality Control) in development phase is necessary prior to on line QC(Quality Control) in production phase. For the purpose of off line quality control, QFD(Quality Function Deployment) and Stage-gate process can be adopted.

**Key Words:** QFD(Quality Function Deployment), Stage-Gate, Baseline

● Received 11 August 2014, 11 September 2014, accepted 12 September 2014

† Corresponding Author(jang815@dtaq.re.kr)

© 2014, The Korean Society for Quality Management

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-Commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서론

연구개발의 궁극적인 목적은 한정된 자원을 가지고 고객이 원하는 제품을 원하는 시기에 합리적인 가격에 상품화함으로써 고객에 대한 만족과 더불어 기업이 생존할 수 있는 기반을 제공하고 궁극적으로 고객과 기업이 함께 성장 발전할 수 있는 기회를 제공하는 것이라 할 수 있다. 이러한 목적은 국방분야 또는 민간분야의 구분에 관계없이 연구개발의 공통점이다. 다만, 국방분야의 경우 고객이 제한적이며 개발 제품 사용 범위의 특수성으로 인해 다소 폐쇄적인 부분이 존재하여 왔다.

하지만 국방연구개발을 통한 무기체계 획득사업의 기본 목표 역시 고객인 군의 요구사항을 충족시키는 무기체계를 계획된 비용과 정해진 일정 내에 군에 배치하여 전력화 시키는 것이다. 그러나 무기체계 획득 과정에서 요구사항의 모호성 또는 진화, 비현실적인 기대 성능, 비용 및 일정, 예산의 불안정 등 다양한 위험 요인으로 인해 기본 목표를 달성하는데 한계가 있다(Kim et al. 2013; Woo et al. 2014; Choi and Lee 2012; Chung et al. 2012).

미 회계감사원(GAO : Government Accountability Office)에서는 미국의 주요 무기체계에 대한 획득사업을 조사 분석한 결과를 바탕으로 위험의 주요 요인이 핵심 기술 및 제조 기술 등과 같은 미성숙된 기술임을 지적하고 성숙도 평가 필요성을 제시하였다(GAO. 2005-2012; GAO. 2010).

미국에서 볼 수 있는 사례와 문제점은 국내 국방 무기체계의 복잡화 및 제한된 국방 예산의 제한성 등을 고려 시 우리나라에서 더욱 심각한 상황이다. 또한 북한과의 대치 상황 등 우리나라의 특수성을 고려 시 성숙도에 대한 평가와 미성숙 요소에 대한 점진적인 보완을 통해 예정된 전력화 기간에 우수한 품질의 무기체계를 개발 완료하는 것이 더욱 더 절실하다는 것을 알 수 있다. 이와 같이 개발단계에서 성숙도를 향상하기 위해서는 국방분야 체계개발단계에서 구체적인 개발단계 품질관리 방법론이 필요하다고 판단된다.

따라서 본 논문에서는 개발단계에서 성숙도를 향상시키기 위해 QFD(Quality Function Deployment) 및 Stage-gate 모델을 활용한 국방분야 체계개발단계 품질관리 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 개발단계 품질관리 실태 및 필요성

다구찌(Taguchi)는 품질관리를 라인 외(Off line) 품질관리와 라인 내(On line) 품질관리로 구분하였다(Lee, W. Y 2003). 라인 외(Off line) 품질관리는 제품설계나 공정설계 단계의 품질관리로서 전체 품질의 70~80%를 차지하며 품질확보와 품질비용(cost)을 최적화하기 위해 시스템 설계, 파라미터 설계, 허용차 설계 등 3단계로 구분하여 실시함으로써 기술의 최적화를 구현하는 개발단계 품질관리이다. 반면 라인 내(On line) 품질관리는 제조공정의 관리나 제품관리 단계의 품질관리를 통해 변동의 최소화를 구현하는 양산단계 품질관리로 전체 품질의 20~30%를 차지하고 있다. 따라서 양산단계에서 라인 내(On line) 품질관리를 통한 고객만족을 위해서는 개발단계에서부터 라인 외(Off line) 품질관리를 수행하는 것이 무엇보다 중요하고 필수적이라 할 수 있다.

그러나 지금까지 국방 분야의 경우 개발단계 품질관리에 대한 필요성과 인식이 미흡한 것이 사실이다. 이는 체계 개발을 수행하는 단일 개발업체(또는 시제업체)와 대부분의 양산 계약을 수행하는 국내 국방 분야의 특성과 더불어 양산성을 반영할 수 있도록 양산단계 참여 인원의 개발 단계 참여가 필수적으로 요구되나 현실적으로 제한되는 제도적 특성에 기인한 것으로 체계개발의 주체로 선정되는 것에는 많은 관심과 노력을 기울이고 있으나 체계개발의 주체가 된 이후의 관심과 노력은 상대적으로 소홀할 밖에 없으며 따라서 자연스럽게 개발단계 품질관리가 외면될 수 밖에 없는 구조적인 한계성을 가지고 있다고 판단된다. 이러한 국방 분야의 특성은 제도상에 다소의 차이는 있지만 국

방 선진국이라 할 수 있는 미국에서도 연구 개발 및 양산 배치, 운용 등 일련의 획득시스템상에 유사한 문제점이 나타나고 있다.

최근 미국에서는 차세대 전투기 F-35 사업의 막대한 비용 증가와 일정 지연이 큰 이슈가 되었다. 미 회계감사원의 자료 분석 결과에 따르면 기술성숙도 측면에서 8개 핵심기술 중 6개 기술이 미성숙 되었으며, 제조성숙도의 경우 핵심 제조공정의 76%가 미성숙(2012년 기준) 되었다(GAO. 2005-2012; GAO. 2010). 또한 주요 6개 계약업체에 대해 AS9100에 따른 평가 결과 363개의 부적합 사항이 발견되었으며 그 결과, 본격 양산 이전단계인 LRIP(Low Rate Initial Production) 단계에서 품질 결함이 다수 발생하였으며 양산 단계인 FRP(Full Rate Production)가 7년 지연 되고 비용이 2배 상승되었음을 알 수 있다.

<Figure 1>에서 알 수 있는 바와 같이 기술(Technology) 및 설계(Design), 제조생산(Production)이 요구되는 성숙도 수준에 도달되어야 하나 분석한 국방 연구개발 사업의 경우 각 단계별로 요구수준에 미치지 못했음을 알 수 있다(GAO. 2005-2012; GAO. 2010).

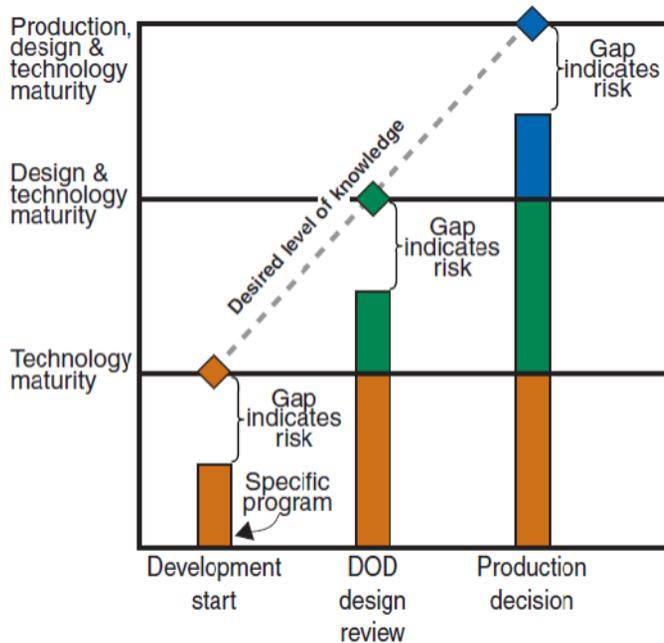


Figure 1. F-35 maturity level(2011)

미국과 달리 우리나라 국방 분야의 경우 폐쇄성이 강해 각 사업별로 세부적인 문제점이 드러내지 않고 있어 개선 방안 및 방향을 찾기 어렵다. 따라서 국방 분야 사업에 대한 구체적인 성숙도 달성 여부를 알 수 없다. 다만, 언론에 나타나고 있는 국내 개발 장비에 대한 문제점 보도 등을 통해 정성적인 측면에서 성숙도 미흡의 단면을 확인할 수 있다. 또한 국내 체계개발 완료 장비를 대상으로 조사하여 2009년 국방품질정책 발전세미나 자료에서 발표된 표 1에 따르면 개발단계에서 작성된 도면의 70% 이상을 초도생산 시 변경하는 것을 고려 시 성숙도가 미흡하다는 것을 알 수 있다(Hwang. 2009).

Table 1. Engineering Changes in initial production phase

| Item name                | The numbers of drawing in development phase | The numbers of ECP in initial production phase | etc.           |
|--------------------------|---|--|----------------|
| ○○○○ missile             | 5,377                                       | 3,922  |                |
| △△△ observation device   | 452   | 274  | The            |
| □□□□ radar               | 546   | 396  | percentage of  |
| ○○○○ flare bomb          | 101   | 68   | ECP in initial |
| ○○○○ training flare bomb | 92  | 60   | production     |
| △△△ combat system        | 6,494                                       | 5,715  | phase :        |
| □□□□ IFV                 | 4,328                                       | 2,164  | 72.5%          |

이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 미국의 경우 기술 분야에 대한 성숙도평가와 더불어 제조 분야에 대한 성숙도평가를 통해 각 단계별 주요 의사 결정에 활용하고 있으며 국내 국방 분야 역시 개발단계에서 기술성숙도평가(TRA : Technology Readiness Assessment)와 제조성숙도평가(MRA : Manufacturing Readiness Assessment)를 실시하고 있다(DoD, 2009; DoD, 2012; DAPA, 2014; Sauser et al. 2008; Mosher 2000).

하지만 이러한 성숙도평가는 결과적으로 성숙도 수준 확인 또는 해당 성숙도 수준 달성 여부를 판단할 수 있는 자료로서의 유효성은 매우 뛰어나지만 개발 초기단계에서 부터 성숙도를 달성할 수 있도록 구체적인 방향 제시 및 구체적인 개발단계 품질관리 수행방안을 제시할 수 있는 수단(TOOL)을 필요로 하고 있음을 알 수 있다.

특히 우리나라 국방 분야 역시 민수 분야와 마찬가지로 해외 수출이 점진적으로 증가하고 있으며 또한 정부에서도 국방 분야를 향후 잠재성장 동력으로 인식하고 국내 기반 확대는 물론 해외 수출 등에 적극적인 지원을 천명한 바 있다. 따라서 그동안 국내 방산업체 사이의 경쟁을 벗어나 해외 업체와 경쟁해야 하는 시대적 필요성으로 인해 개발 단계에서 성숙도를 향상하기 위해서는 국방 분야 체계개발단계 초기에서부터 구체적인 개발단계 품질관리가 필요하다.

### 3. 국방 분야 QFD 적용 방안

고객의 요구사항을 만족하는 설계 품질을 달성하기 위해 국방 분야 체계개발단계에서 QFD(Quality Function Deployment, 품질기능전개)를 고려해야 할 것으로 판단된다. 이를 위해 먼저 QFD 1단계인 제품 계획(Product Planning) 단계에서는 정성적인 고객 요구사항을 정량적이고 구체적인 제품(Product) 특성으로 변환하며, 두 번째 단계에서는 앞 단계에서 설정된 제품(Product) 특성을 만족시키기 위해 하부 단계의 부품(부체계, 유닛, 모듈 등) 특성으로 변환하며, 세 번째 단계에서는 공정 설계를 구현하며 마지막 QFD 4단계에서는 제품 및 공정에 대한 설계 검증을 바탕으로 향후 양산을 위한 생산 특성을 완성하는 단계로서 <Figure 2>와 같다.

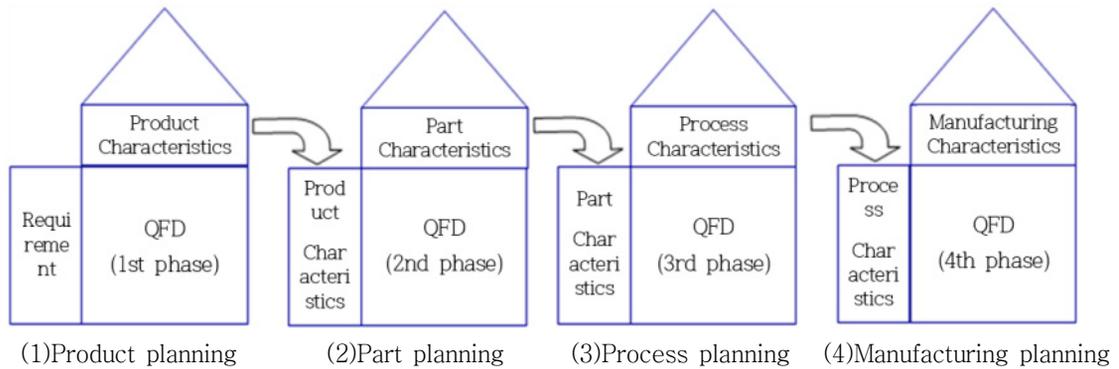


Figure 2. Procedures of QFD

국내 국방 분야 체계개발 특성을 고려하여 QFD 1단계, 2단계, 3단계 및 4단계의 각 단계별 세부 적용 방안을 다음과 같이 제안하고자 한다.

먼저 QFD 1단계에서 국방분야의 경우 작전운용성능(ROC, Required Operational Capability) 및 기술적, 부수적 성능으로 제시된 포괄적인 군 요구사항을 바탕으로 운용개념기술서(OCD, Operation Concept Document)가 작성되고, 운용요구서(ORD, Operation Requirement Document) 또는 사용자요구서(URD, User Requirement Document)가 구체화 되어야 한다. 사업주관 부서(현재의 경우 방위사업청 사업관리팀)에서는 체계성능규격서(System Performance Specification)를 작성하고, 체계개발 기본계획서 및 체계개발 실행계획서가 확정되어야 하며 체계/부체계 규격서(SSS, System and Subsystem Specification), 체계요구사항명세서, 소프트웨어 개발계획서가 완성되어야 한다. 이를 통해 개발 대상에 대한 시스템 설계 내용이 명확하게 정의될 수 있어야 한다. 또한 QFD 1단계에서는 방위사업청 통합사업팀(IPT, Integrated Program Team)외에 W-IPT(Working -Integrated Program Team)를 구성하여 사용자인 군과 개발자간의 원활한 의사 소통 및 최적화 개발 기술지원이 가능하도록 하는 것이 필요하다.

두 번째 QFD 2단계는 부품 계획(Part Planning) 단계이다. 이 단계에서는 제품(Product) 특성을 만족시키기 위해 하부 단계의 부품(부체계, 유닛, 모듈 등) 특성을 계획하는 단계로서, 체계에서부터 하부 체계에 이르는 연계성을 갖도록 하며 요구사항 추적성 관리를 통해 체계 요구조건이 하부 체계에 누락되지 않고 개발에 반영될 수 있도록 해야 한다. 이 단계에서는 인터페이스 요구사항명세서(IRS, Interface Requirement Specification), 하드웨어 요구사항명세서(HRS, Hardware Requirement Specification), 소프트웨어 요구사항 명세서(SRS, Software Requirement Specification), 연동통제문서(ICD, Interface Control Document) 등이 작성되어야 한다. 분산분석, 상관분석, 회귀 분석 등 실험계획법을 통해 시스템 성능에 영향을 미치는 각 설계 요인의 최적 수준을 설정 하는 파라미터 설계와 더불어 변동의 원인을 억제하기 위한 허용차 설계 설계를 수행하여야 한다. 또한 설계 FMEA(Design FMEA)를 실시하여 잠재적인 고장 유형 형태 및 영향을 분석하고 그 결과를 바탕으로 군에서 사용하는 기술교범(TM, Technical Manual)에 반영하거나 군직 정비 또는 외주 정비 등 종합군수지원요소(ILS, Integrated Logistics Support)에 정비, 교체 등을 고려한 무기체계의 효과적이고 경제적인 군수지원 방안이 제시될 수 있도록 하여야 한다.

세 번째 QFD 3단계는 앞 단계에서 정의된 제품 및 부품을 실제 공정을 통해 구현해 내는 단계이다. 즉, 각 부품 특성을 만족시키기 위해 그 부품을 생산하는 공정(Process) 특성을 설계하는 공정 계획(Process Planning) 단계이다. 국방 분야의 특성상 정해진 기간 내에 우수한 품질의 제품을 납품하여 군이 적기에 사용할 수 있도록 하기 위해서는 제품 및 부품을 제조할 수 있는 공정을 체계개발 단계에서 개발 완료해야 하며 이러한 과정을 통해 파라미터(Parameter) 설계 및 허용차(Tolerance) 설계가 마무리 되어야 한다. 현재 방위사업관리규정상 개발단계 품질보증

을 주관하는 사업주관 부서(현재의 경우 방위사업청 사업관리팀)와 양산단계 정부 품질보증을 주관하는 국방기술품질원 등의 검토 및 기술지원을 통해 양산성이 반영된 공정 설계가 완료되어야 하며 공정 FMEA(Process FMEA)를 실시하여 잠재적인 고장 유형 형태 및 영향을 분석하여야 한다. QFD 3단계에서는 하드웨어 시험절차서(HTD, Hardware Test Document), 소프트웨어시험절차서(STD, Software Test Document), 체계시험절차서(SSTD, System and Subsystem Test Document) 등이 확정될 수 있도록 해야 한다.

마지막 QFD 4단계는 생산 계획(Production Planning) 단계로서 앞 단계에서 완료된 제품(Product) 및 공정(Process) 설계 검증 완료를 바탕으로 향후 생산을 위한 설계 및 개발이 이루어져야 한다. 특히 국방분야의 특성을 고려하여 정부 지원 관급장비 필요성, 시험설비 추가 등 원활한 양산을 위한 체계개발이 최종적으로 완료될 수 있도록 하여야 한다. 따라서 앞 단계에서 작성된 기술자료를 바탕으로 국방 규격서, 도면, 품질보증요구서(QAR, Quality Assurance Requirement) 및 소프트웨어 기술자료 등 규격화 자료가 완성되어야 하며 이와 더불어 관리계획서가 최종적으로 확정되며 개발단계 산출물이 국방기술정보통합정보서비스(DTiMS, Defense Technology inforMation Service)에 탑재되어 향후 국방사업이 차질 없이 진행될 수 있도록 해야 한다. 현재 방위사업법 시행 규칙 제10조(연구개발의 절차 등)에 의해 체계개발단계는 “양산에 필요한 국방규격을 완성하는 단계”임을 명확히 선언하고 있으며, 이와 같이 “완성된” 국방규격에 따라 초도생산품에 대한 품질보증을 국방기술품질원에서 수행하도록 방위사업관리규정 제634(초도생산 품질보증)에 정의되어 있다.

## 4. 국방분야 Stage-gate 적용 방안

방위사업관리규정에서 체계개발단계 최종 산출물로 요구하는 국방 규격화 자료의 완전성을 위해 QFD(품질기능전개) 1, 2, 3, 4 단계를 통해 고객의 요구사항을 제품 특성, 부품 특성, 공정 특성 및 생산 특성으로 전개하여 국방 분야에 적용하는 절차상의 방안을 제안하였다. 하지만 각 단계별로 전문가들이 참여하는 심도있는 검토 및 단계 통과 여부에 대한 gate가 동반되지 않는다면 QFD 적용이 본래 목적을 달성하는데 한계가 있을 수 있다. 따라서 본 논문에서는 국방 분야의 체계개발 특성을 고려하여 각 단계별 Stage와 Gate를 활용하는 Stage-gate 적용방안을 함께 제안하고자 한다. 국내 국방 분야 체계개발은 단일 연구개발기관 및 단일 시제업체를 선정해서 개발을 완료하여 최초로 계획되었던 시기에 적기 전력화를 진행하고 있다. 따라서 체계개발이 실패하거나 지연될 경우 적기 전력화에 치명적인 문제를 야기할 수 있어 Stage-gate 적용을 통해 체계개발을 좀 더 효율적으로 수행하는 방안이 필요하다.

### 4.1 Stage-gate 프로세스

Stage-gate 프로세스는 성공적인 제품 개발을 위해 아이디어 발의부터 상품 출시까지 제품 개발 전 과정을 관리하는 R&D 프로세스로서, Stage와 Gate, Gatekeeper로 구성된다. Stage는 최초의 개발 개념에서부터 최종적으로 상품화로 연계되는 체계적인 과업을 계속적으로 수행하는 단계(Stage)를 말하며, Gate는 그 단계들을 평가하는 단계(Gate)로써 <Figure 3>과 같이 몇 개의 단계로 구분할 수 있다(www.stage-gate.com).

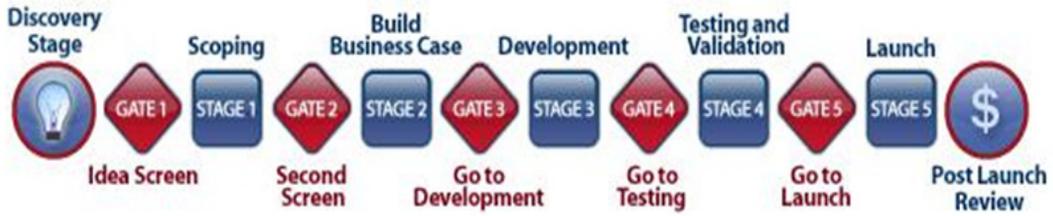


Figure 3. Outline of Stage-gate

Stage는 활동이 수행되는 단계로서 <Figure 4>와 같이 각각 수행해야 할 과업(Activities)과 상호기능팀(CFT, Cross Function Team)을 통해 도출된 분석 결과(Analysis)를 바탕으로 각 Stage의 산출물(Outputs)은 다음 Stage에 전달할 내용물(Deliverables)이라 할 수 있다.



Figure 4. Contents of Stage

각 Stage의 과업들에 대한 평가 단계인 Gate는 단계별 활동을 평가하고 의사결정을 하는 관문으로 <Figure 5>와 같이 다음 단계 stage에 전달할 내용물(Deliverables)과 평가기준(Criteria)을 바탕으로 해당 Stage를 다음 Stage로 전환할지 여부를 판단하는 단계이다. 구성내용물인 Deliverables(전달할 내용물)은 프로젝트 리더의 완수된 과업의 결과를 나타내며, Criteria(평가기준)은 Stage 과업들을 평가하는 평가기준들의 집합으로 Stage 전달내용의 평가기준에 의한 평가 결과(Gate의 output)가 진행(go), 중단(kill), 보류(hold), 재수행(recycle) 등의 결정으로 나타난다.



Figure 5. Contents of Gate

#### 4.2 국방분야 Stage-gate 프로세스 필요성

본 논문에서 고객의 요구사항을 QFD 1, 2, 3, 4단계를 적용한 체계적인 개발 절차를 제시하였다. 이러한 QFD 적용에 따른 각 단계별 산출물에 대한 타당성 검증을 통해 실질적인 효과를 얻기 위해 Gatekeeper에 의한 각 단계별 산출물에 대한 타당성 검증이 필요하다. 특히 앞에서 언급한 바와 같이 국내 국방 분야 체계개발은 단일 연구개발 기관 및 단일 시제품체를 선정해서 개발 및 양산단계 전력화를 진행하고 있으며 북한과 군사적으로 대치하고 있는 특수성을 고려 시 Stage-gate 프로세스를 적용해야 할 것으로 판단된다.

한편 방위사업관리규정에 따르면 체계개발단계에서 군, 국방과학연구소, 국방기술품질원 및 민간연구소 등의 전문인력이 참여하여 설계검토(DR, Design Review)를 하도록 규정화 되어 있으나, 민간연구소 전문인력 참여에 대한 구속력이 없는 것이 현실이며 그러한 이유 때문에 대부분의 경우 참여가 제한적일 수 밖에 없다. 특히 설계검토 자료를 관련기관에 사전에 제공하여 참여자들로 하여금 심도있는 설계검토가 되도록 제공되고 검토되어야 하나 일부 사업의 경우 설계검토 자료 미제공 및 임박한 회의 일정 통보와 이벤트성 통과의례로 수행하고 있는 현실을 고려 시, Stage-gate 개념을 적용하여 gatekeeper에 의한 의사결정이 필요하다고 생각된다.

### 4.3 국방분야 Stage-gate 적용 방안

방위사업관리규정 제609조(형상식별 및 문서화)에 따르면 “형상식별은 모든 형상관리 품목에 대하여 품목의 기준 특성을 식별하고 이를 기술문서형식인 형상식별서로 작성하는 행위”라고 정의하고 있으며 “형상식별서는 개발단계 별로 기능형상식별서, 개발형상식별서, 제품형상식별서로 구분하여 작성하되, 개발형태의 특성에 따라 제품형상식별서만 작성할 수 있다”고 정의되어 있다. 또한 제101조(일반 무기체계연구개발 사업관리의 기본 절차)에 따르면 체계 개발단계에서 “기능적형상확인(FCA, Functional Configuration Audit) 및 물리적형상확인(PCA, Physical Configuration Audit)”를 수행하도록 요구하고 있다(DAPA, 2014).

한편 미 국방부 핸드북 MIL-HDBK-61(Configuration Management Guidance)에 따르면 개발단계 형상식별서를 기능형상식별서(FBL, Function Baseline), 할당형상식별서(ABL, Allocation Baseline), 개발형상식별서(DBL, Development Baseline), 제품형상식별서(PBL, Product Baseline)와 같이 네 단계로 구분하고 있음을 알 수 있다(DoD, MIL-HDBK-61).

본 논문에서는 방위사업관리규정과 미 국방부 핸드북을 참고하여 체계개발단계에서 네 단계의 형상식별서와 체계 개발 마지막 단계에서 기능적/물리적 형상확인 단계를 포함하여 국내 국방분야 무기체계에 적용 할 Stage-gate를 <Figure 6>과 같이 다섯 단계로 제안하고자 한다.

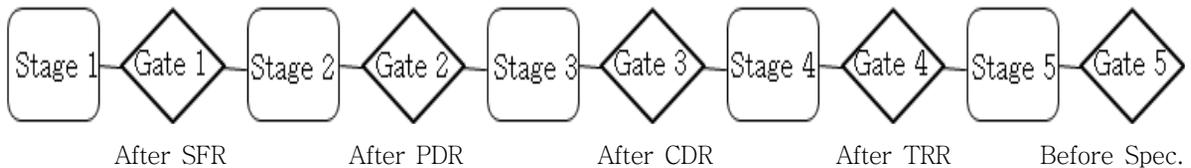


Figure 6. Stage-gate in Korea defense development

첫 번째 Gate(Gate 1)는 기능형상식별서(FBL, Function Baseline)를 정의할 수 있는 단계로 현재 국방 분야 체계 개발 단계에서 체계요구조건검토(SRR, System Requirement Review) 및 체계기능검토(SFR, System Function Review) 이후 단계로 Gate 1에서는 요구조건이 체계 및 부체계로 모두 식별되었는지 여부를 확인하는 단계이다.

따라서 Gate 1에서 주요 산출물은 운용개념기술서(OCD, Operation Concept Document), 운용요구서(ORD, Operation Requirement Document) 또는 사용자요구서(URD, User Requirement Document), 체계 및 부체계 규격서(SSS, System and Subsystem Specification), 인터페이스 요구사항명세서(IRS, Interface Requirement Specification), 인터페이스 설계명세서(IDD, Interface Design Document) 등이 포함되어야 한다.

두 번째 Gate(Gate 2)는 할당형상식별서(ABL, Allocation Baseline)를 정의할 수 있는 단계로 현재 국방 분야 체

계개발 단계에서 기본설계검토(PDR, Preliminary Design Review) 이후 단계로 Gate 2에서는 체계 및 부체계 등 상위 레벨의 기본 설계가 완료되었는지 여부를 확인하는 단계이다.

따라서 Gate 2에서 주요 산출물은 하드웨어 요구사항 명세서(HRS, Hardware Requirement Specification), 소프트웨어 요구사항 명세서(SRS, Software Requirement Specification), 시제품 제작계획서 등이 포함되어야 한다.

세 번째 Gate(Gate 3)는 개발형상식별서(DBL, Development Baseline)를 정의할 수 있는 단계로 현재 국방 분야 체계개발 단계에서 상세설계검토(CDR, Critical Design Review) 이후 단계로 Gate 3에서는 기본설계 및 상세설계를 포함하여 모든 설계가 완료되었는지 여부를 확인하는 단계이다.

따라서 Gate 3에서 주요 산출물은 연동통제문서(ICD, Interface Control Document), 하드웨어설계명세서(HDD, Hardware Design Document), 소프트웨어설계명세서(Software Design Document), 하드웨어 시험절차서(HTD, Hardware Test Document), 소프트웨어시험절차서(STD, Software Test Document), 도면, 조립절차서, 구성품 시험절차서 등이 포함되어야 한다.

네 번째 Gate(Gate 4)는 제품형상식별서(PBL, Product Baseline)를 정의할 수 있는 단계로 현재 국방 분야 체계개발 단계에서 시험평가준비검토(TRR, Test Readiness Review) 이후 단계로 Gate 4에서는 설계 및 조립이 완료되었는지 여부를 확인하는 단계이다.

따라서 Gate 4에서 주요 산출물은 소프트웨어 관련 기술자료(산출물명세서, 버전명세서, 목록명세서, 펌웨어설치절차서 등), 체계시험절차서(SSTD, System and Subsystem Test Document), 규격서, 도면 등 최종 규격화 자료가 포함되어야 한다.

마지막 다섯 번째 Gate(Gate 5)는 체계개발 종료 시점에 규격화 심의 전 단계로 Gate 5에서는 시험평가 이후 보완 요구사항 반영 여부 및 최종적인 기능적형상확인(FCA, Functional Configuration Audit), 물리적형상확인(PCA, Physical Configuration Audit) 결과 반영 여부를 확인하는 단계이다.

따라서 Gate 5에서 산출물은 체계개발단계의 모든 기술자료 및 제조문서 등이 포함되어야 한다.

물론 개발 사업의 크기에 따라 설계검토가 통합되기도 하고 더 세분화되기도 하는 것처럼 Stage-gate 역시 통합되거나 더 분할될 수도 있다고 판단되나 일반적으로 다섯 단계의 Stage-gate를 적용하는 것이 국내 국방 분야 체계개발 특성을 고려 시 필요하다고 생각된다. 또한 각 gate에서 gatekeeper는 진입조건과 종료조건을 명확히 구분함으로써 앞 단계의 후속조치가 마무리되어 진입조건에 해당되는지 여부를 확인해야 하며 또한 해당 단계의 종료조건이 달성되었는지 여부를 판단해서 평가 결과에 대해 진행, 중단, 보류, 재수행 등의 명확한 의사결정이 수반되어야 할 것으로 판단된다.

특히 gatekeeper가 소속된 기관에 설계검토 자료 등의 산출물과 더불어 이전단계 미흡사항 보완 내용 등을 사전에 통보하고 충분한 사전검토가 될 수 있도록 의무화하고 회의 참석이 불가능한 경우는 검토 결과를 feedback 될 수 있도록 제도적인 뒷받침이 필요하다. 자료들에 대한 사전 제공 및 충분한 검토기간이 주어지고 Stage-gate의 본래 취지가 달성된다면 지금 현재 일부 개발 사업에서 나타나는 설계검토 자료 제공없는 임박한 회의 참석 요청 및 관련기관의 사전검토 없는 회의 참석 등으로 모든 문제점이 개발 후반부나 양산 초기에 나타나는 문제점을 크게 개선될 수 있는 계기가 될 것으로 기대된다.

## 5. 결 론

본 논문은 국내 국방 분야 체계개발단계 품질관리 방안에 대한 구체적인 방법론을 제시함으로써 향후 국방 관련 업무 참여자로 하여금 개발단계 품질관리 업무에 유용한 시사점을 제시하고자 하였다. 국방 분야의 특수성 및 미국과 국내의 개발 환경 특성을 고려하여 제시하였으며 주요 내용은 다음과 같다.

먼저, 개발 단계에서 고객의 요구사항을 만족하는 설계 품질을 달성하기 위해 QFD(Quality Function Deployment, 품질기능전개)를 적용하되 국내 국방분야 체계개발 특성을 고려하여 QFD 1단계, 2단계, 3단계 및 4단계의 각 단계별 세부 적용 방안을 제시함으로써 궁극적으로 제품(Product), 부품(Part), 공정(Process), 생산(Production) 계획을 단계적으로 수행하도록 제안하였다.

아울러, QFD의 업무 절차를 고려하되 QFD 업무의 심도있는 검토 및 각 단계 통과 여부를 위해 각 단계별 Stage와 Gate를 활용하는 Stage-gate 적용방안을 함께 제안하였다. 국내 국방 분야 체계개발 특성과 개발단계 형상식별서 산출 시기 등을 고려하여 총 5단계에 걸친 Stage-gate를 제안하였으며 특히 각 단계별 진입조건과 종료조건에 대한 명확화를 통해 gate에서의 평가 결과가 진행, 중단, 보류, 재수행 등의 명확한 의사결정으로 판정할 것을 제안하였다.

국방 분야의 업무 특성상 개발단계 품질관리 역시 폐쇄적으로 진행해 왔으나 그동안 국내 개발 장비에서 나타난 초도생산 단계의 품질 문제점 등으로 제조성숙도평가가 도입됨으로써 개발단계 품질관리의 중요성이 확대되고 체계개발 단계에서 품질관리의 중요성이 인식되는 계기가 되었다. 본 논문에서는 개발단계 초기부터 성숙도를 달성할 수 있도록 구체적인 품질관리 수행방안을 제시할 수 있는 수단(TOOL)을 제안하였다.

북한과의 대치 상황 등 우리나라의 특수성을 고려 시 우리나라 국방 분야 무기체계 개발단계 품질관리 수행 방안이 더욱 더 절실하다고 생각된다. 아울러 국방 분야 역시 국경에 제한 없이 국외업체와 경쟁하고 더 우수한 프로세스를 가지고 품질과 비용, 기간이라는 한정된 자원을 보다 더 효율적으로 사용해야만 하는 시대적인 필요성이 제기되고 있다.

본 연구를 바탕으로 국내 국방 분야 개발단계 품질관리에 대한 다양한 논의와 최적화된 방법론이 제기되고 활성화되어 국방 분야 개발단계 프로세스가 한 단계 선진화될 수 있는 계기가 될 수 있을 것으로 기대된다.

## REFERENCES

- Accessed September 15. [www.stage-gate.com](http://www.stage-gate.com).
- Bae, J. S. 2009. "Case Study : a study on factors contributing to successfully a stage-gate system." PhD diss., Korea University of Technology and Education.
- Choi, J. S., and Lee, C. W. 2012. "A Study on ESS Process Modeling and Application for Improving Reliability of Electronic Equipments." *Journal of Korea Society for Quality Management* 42:286-294.
- Chung, H. Y., Lee, H. Y., and Park, Y. I. 2012. "Reliability Evaluation of Weapon System using Field Data: Focusing on Case of K-series Weapon System." *Journal of Korea Society for Quality Management* 40:278-285.
- DAPA. 2014. Defense Program Management Regulation.
- DAPA. 2014. Manufacturing Readiness Level Instruction.
- DAPA. 2014. Technology Readiness Level Instruction.
- DoD. 2009. Technology Readiness Assessment (TRA) Deskbook.
- DoD. 2012. Manufacturing Readiness Level (MRL) Deskbook.
- GAO. 2005-2012. "Assessments of Selected Weapon Programs." Report to Congressional Committees
- GAO. 2010. "DoD Can Achieve Better Outcomes by Standardizing the Way Manufacturing Risks Are Managed." Report to Congressional Requesters.

- Ha, J. B. 20014. "New product development and application of stage gate process." Pyeongtaek University collection of dissertations 15:185-195.
- Hwang, T. H. 2009. "Effective program management plan in Development phase." Defense Quality Policy Seminar.
- Jang, S. G. 2003. "R&D Stage-gate Process." Weekly Economy 714.
- Kim, H. W., Woo, S., and Jang, B. K. 2013. "A Study on the Readiness Assessment for the Acquisition of High Quality Weapon system." Journal of Korea Society for Quality Management 41:395-404.
- Lee, W. S., 2003. Explanation of Taguchi Quality Engineering. Wooyong publisher.
- MIL-HDBK-61. 2002. Configuration Management Guidance.
- Mosher, D. E. 2000. "Understanding the Extraordinary Cost Growth of Missile Defense." Arms Control Today:9-15.
- Sauser, B., Marquez, R., Magnaye, R., and Tan, W. 2008. "A Systems Approach to Expanding the Technology Readiness Level within Defense Acquisition." International Journal of Defense Acquisition Management 1:39-58.
- Woo, S., Lee, J. H., and Lim, J. S. 2014. "A Study on the System Readiness Assessment Procedure Development through a case study in Defense R&D Programs." Journal of Korea Society for Quality Management 42:111-127.

