

기동장비 최초양산 형상통제 이력분석을 통한 개발단계 품질관리 업무 발전방안

김성진*, 손동규, 강태우, 이호준, 권세일, 이일량
 국방기술품질원 기동화력기술팀
 e-mail:kimsj83@dtqa.re.kr

Quality Management in Development Phase of Land Systems Based on Historical Analysis of Engineering Changes in LRIP

Seongjin Kim*, Dong Gyu Son, Taewoo Kang, Ho Jun Lee, Seil Kwon, Il Lang Yi
 *Defense Agency for Technology and Quality, Land Systems Engineering Team

요약

오늘날 국방획득 과정의 품질관리는 양산과 운용유지에서 개발과 최초양산 품질로 관리 중점이 변화하고 있다. 이에 국방기술품질원은 2019년 군수품 품질관리 기본계획 수립 후 개발단계 품질관리 기술지원과 최초양산 품질보증 업무방안을 구체화하고 연계방안을 수립하고 있다. 본 논문에서는 최초양산과 개발단계 품질관리의 연계성을 확보하는 방안으로써, 기동화력장비의 최초양산에서 발생하는 형상통제 이력과 사례분석에 기반한 선행 품질관리 방안 도출하였다. 우선 기동화력장비의 WBS(Work Breakdown System)을 중심으로 각 기능품의 기술변경의 원인을 분류하고 주요 사례를 선정하였다. 선정된 사례를 세부 분석하여 원인해소를 위한 개발단계의 선행 품질관리 방안을 검토하고 국방기술품질원의 품질통제점 검토사항과 연관도를 도출하였다. 본 논문에서 제시된 최초양산과 개발단계 품질관리의 연계를 통해 향후 개발단계 품질관리의 효과성 확보와 최초양산 품질보증 업무의 효율화를 위한 방안 수립에 도움이 되길 기대한다.

검토를 수행하며 항목별 구분은 표 1과 같다.

1. 서론

[표 1] 품질통제점 1, 2, 3 항목과 검토사항

군수품 품질관리의 중심은 2019년 군수품 품질관리 기본계획[1]에서 제시된 것과 같이, 양산단계와 운영유지 단계의 품질에서 개발단계와 최초양산 품질로 중심이 이동하고 있다. 이에 2019년 방위사업청의 방위사업 품질관리 규정[2]이 개정되었으며, 국방기술품질원에서는 연구개발단계 품질관리 기술지원 및 최초양산 품질관리를 통해 군수품 품질 향상 방안을 수립하고 실천하고 있다.

우선 국방기술품질원은 연구개발단계 품질관리 기술지원으로써 방위사업청 품질관리 규정에 따라 개발단계의 주요 단계에서 품질통제점(QCG, Quality Control Gate) 검토를 수행하고 있다. 품질통제점은 후속 개발과정의 품질을 확보할 수 있도록 관리하는 프로세스으로써 검토간 설계 적절성, 국방규격(안) 작성상태 및 적절성, 시험평가 등 설계 검증의 적절성, 제조공정 및 설비, 시험방안 및 설비, 제조인력 확보 등 양산준비 상태 및 단종 관리방안, 기타 군수지원 분야 등 평가하고 미흡사항에 대한 조치를 통해 품질을 확보하게 된다. 품질통제점은 1, 2, 3의 단계별 48항목, 36항목, 29항목에 대한

QCG 1 : 48항목	QCG 2 : 36항목	QCG 3 : 28항목
설계성숙도 13항목	시험평가 준비상태 15항목	국방규격화 준비상태 8항목
형상관리 3항목	형상관리 상태 5항목	시험평가 결과반영 현황 1항목
시제품 제작준비 17항목	생산 및 품질관리 성숙수준 10항목	양산체계 제조성 준비상태 12항목
시험평가 5항목	시제품 제작 및 품질문제 분석 3항목	양산 품질보증 준비 6항목
위험관리 3항목	소프트웨어 개발 및 관리 수준 3항목	양산 위험관리 1항목

국방기술품질원은 품질통제점 검토 프로세스와 검토방안에 대한 세부방안 수립을 추진하고 정립하였으나, 품질통제점 검토를 통해 확보할 수 있는 품질의 사례나 양산간 품질 확보 현황과 연계하는 방안에 대한 지속적인 발전이 필요하다.

한편 최초양산 품질보증은 개발 이후 최초로 양산 계약된 물량을 대상으로 개발결과 완성된 규격에 따라 개발품질의 양산실현 가능성과 적합성 평가로 무기체계의 품질을 확보한

다. 국방기술품질원의 최초양산 품질보증은 표 2의 6대 과제를 중심으로 수행하며, 이후 후속양산의 품질확보를 위한 형상통제가 수반된다.

[표 2] 최초양산 6대 과제

양산품 품질수준 및 개발품질 충족여부
생산장비, 치공구, 시설 및 시험장비 등의 완비여부
계약관련 추가 요구사항 충족여부
운용시험 시 발견된 기준 미달 및 보완사항의 보완여부
기술자료의 충분성 및 적합성
자동시험장비를 포함한 시험 및 측정장비의 유효성과 검교정 체계

본 논문은 최초양산 품질보증으로 확보된 형상통제 이력이 후속양산 품질 확보 뿐 아니라 개발품질의 선행 관리방안으로 환류하는 방안을 제안하고자 한다. 특히, 기동장비 최초양산에서 발생한 형상통제 이력을 분류하고 분석하여 기술변경의 원인을 방지하는 개발단계 품질관리 방안을 확보하고자 한다.

과거 관련연구로써 선행 품질관리의 필요성과 강화를 위한 연구가 수행된 바 있다. 2009년 방위사업청에서는 획득장비의 형상통제 현황을 분석함[3]으로써 선행 품질관리가 필요함을 보인바 있으며, 양산성 확보 관점에서 개발단계 품질보증 방안에 대한 연구[4]가 수행된 바 있다. 다만, 이전 연구들은 체계 단위별 분석을 수행하였으며, 2019년 재정된 연구개발단계 품질관리 방안에 대한 상호 검토가 수행될 필요가 있다.

따라서, 본 논문에서 제시되는 최초양산에서 확보된 형상통제 이력 분석을 통해 개발단계의 품질관리 방안을 확보하는 분석은 다음과 같이 수행된다.

우선, WBS 단위로 형상통제 이력을 분석하여 기능품별 품질특성을 확보한다. 두 번째로, 형상통제의 원인과 사례 분석을 병행하였다. 이후 개발단계 품질관리의 품질통제점 항목과 연계성을 검토하여 품질통제점의 검토방안을 사례별로 검토하였다.

본 논문은 2절에서 형상통제 이력분석 사례를 소개하고, 3절에서 세부 사례분석의 예시를 보였다. 4절에서 개발단계 품질통제점 검토항목과의 연관도를 소개하였다. 마지막으로 결론에서 향후 발전방안과 기대효과를 제시하였다.

2. 형상통제 이력분석 사례

2018년 개발완료 후 현재 최초양산 진행 중인 ○○○체계의 최초양산 형상통제 이력을 분석 대상으로 하였다. ○○○체계는 2018년 규격자료가 제정된 후 현재 총 1,621종의 기술

자료 변경이 발생하였다. 세부 분석대상 건수는 총 4,751건으로 BOM(Bill of Materials)을 기준으로 이력이 기록되어 있다. 효과적인 분석을 위해 다음의 방법으로 분석을 수행하였다. 우선, 개발시 제시된 WBS를 기준으로 재할당하였다. 이는 양산 BOM 구조는 기능별 구분이 되어 있지 않으며, WBS 구조는 개발단계에서부터 관리하기에 적합하기 때문이다.

두 번째로 WBS 2단계 수준 단위로 기술변경의 원인분석을 위해 표준화업무지침의 형상통제 제안서 코드를 활용하였다. 제안서 코드를 활용하여 표 3과 같이 원인별 기술변경 현황을 보일 수 있다.

[표 3] WBS 장치별 기술변경 원인 현황

원인	개발 설계 미흡 사항 개선	양 산 성 향 상	제 품 개 선/ 대 체/ 부 품 국 산 화	정 비 성	품 질 결 합 해 결/ 운 용 성 개 선	신 뢰 성/ 내 구 성/ 편 의 성	생 산 설 비, 공 정	규 격 자 료 실 현 화 및 수 정/ 보 완
품목								
000' 체계 총계	1,002	564	117	84	67	100	18	2,799
구조장치	158	240	5	39	14	11	0	816
동력장치	18	5	1	2	0	0	0	62
무장장치	0	1	1	0	0	0	0	7

이를 통해 장치별 최초양산 기술변경의 원인별 현황을 파악하고, 다발하는 원인 및 장치에 대한 분석을 수행할 수 있다. 분량관계로 전체 분석결과를 보일 수 없으나, 표 3에서 제안된 바와 같이 ○○○체계 전체의 기술변경은 규격자료 수정보완 사항이 가장 많고, 개발설계 미흡사항 개선, 양산성 향상 순으로 이루어진 것을 볼 수 있다. 이를 보다 구체적으로 보면, 구조장치는 타 장치에 비하여 기술변경이 다발하고 있으며 이는 장치의 기술자료의 수에 따라 비중이 높을 수 있으나 주로 구조장치의 경우 정비성, 양산성, 설계미흡사항 개선의 비중이 높음을 파악할 수 있어 기계부품류의 작업성과 연관된 품질관리가 필요함을 파악할 수 있다.

아래의 절에서는 주요 세부 사례를 분석하여 주요 품목의 기술변경의 원인과 해소 방안을 통한 선행 품질관리 방법, 시점, 검토중점을 제시하였다.

3. 형상통제 세부 사례분석 예시

본 절에서는 ○○○체계의 개발이력과 최초양산간 발생한

형상통제의 사항을 연계하여 검토하고, 선행 품질관리가 필요한 검토항목을 연구개발단계 품질관리 지원 업무지침의 품질통제점 체크리스트를 예시하였다.

○○○체계의 유압제어밸브는 체계 주요구성품의 구동을 위해 필요한 기능품이며, 유량 및 압력을 공급하는 기능을 수행한다. 유압제어밸브의 경우 유압을 공급하는 관로 및 조립체로써 150종 이상의 호스와 튜브와 물리적 인터페이스를 가진다. 따라서, 최초양산시 생산성을 고려한 설계보완을 위한 기술변경이 수행되었다.

이 유압제어밸브의 생산성을 위한 기술변경을 사전에 방지하기 위해, 개발단계의 주요 품질관리 사항을 사례 중심으로 분석한 결과는 제조성 확보 방안을 중심으로 도출할 수 있다. 우선, 설계시 제조공정 초안을 함께 검토하여 제조기술문서와 공정 검증·분석 방안을 수립하여야 한다. 또한, 설계시 작업성을 고려하여 모듈화 가능한 부품에 대한 검토가 수행되어야 한다. 마지막으로 제품기준선이 확립된 뒤 시제품작시 조립 등 공정에서 발생하는 문제점들 식별하여야 한다. 이러한 제조성 향상을 위한 품질관리 검토사항은 품질통제점 검토항목으로써 표 4와 같이 관리항목과 연계될 수 있다.

[표 4] 품질통제점 1, 2, 3 검토항목 연계사항

품질통제점	QCG 1	QCG 2	QCG 3
업무시점	요구사항관리 설계검토	시제품제작 시험평가검토	시험평가 후속조치 형상확인
검토항목	시제품 제작준비 23번 : 제조공정초안 개발	생산 및 품질관리 성숙수준 21번 : 제조 공정 입증 24번 : 생산을 및 수율개선 계획	양산체계 제조성 준비상태 13번 : 최초양산을 위한 제조설비 확보

따라서, 위의 품질관리 방안의 주요 사례로써 유압제어밸브의 제조성 향상 기술변경을 구분할 수 있다. 이를 통해 각 품질통제점 항목의 관리를 통해 확보할 수 있는 품질개선의 사례를 식별할 수 있으며, 제조성 확보를 위한 모듈화 설계 검토 등의 세부 업무 사례를 확보하였다. 이와 같이 최초양산의 형상통제 이력과 연계하여 선행 품질관리를 위한 업무 방안을 도출할 수 있음을 사례에 기반하여 예시하였다.

4. 품질통제점 검토항목 연관도

본 절에서는 상기 사례 분석에서 예시된 바와 같이 기술변경 원인과 품질통제점 1의 검토사항과의 연계성을 85개 사례를 샘플링하여 비교하였다. 사례 선정은 WBS별 다발품목과

개발간 문제점이 발생한 품목을 중심으로 선정하였으며, 본문에서는 품질통제점 1의 검토사항을 중심으로 분석을 제시하고자 한다.

표 5는 85개 사례를 기반으로 원인과 품질통제점 1 검토사항의 각 항목의 품질관리 연계사항의 빈도 중심으로 분석한 결과이다. 85개 사례 중 품질관리 방안은 총 160개가 구분되었으며, 각 품질관리 방안 빈도가 높은 검토사항과 원인은 상호 연관성이 있다고 판단할 수 있다.

표 5를 보면 기술변경 원인의 대부분 (60%)는 설계성숙도를 위한 검토항목과 연관성이 있음을 볼 수 있다. 또한, 개발설계 미흡, 신뢰성, 정비성 개선은 형상관리 검토와 관련성이 있음을 파악할 수 있으며, 개발설계 미흡사항 개선은 개발요구조건, 개발시험평가 계획서의 규격자료 작성간 연계부족으로 인한 것을 추정할 수 있다.

이와 같이, 기술변경의 사례에서 품질관리 필요항목의 연관성을 파악할 수 있음을 볼 때, 각 기능품별 기술변경 빈도와 개발단계 품질관리 연관 빈도를 함께 고려할 경우 나아가 유사품목의 개발시 최초양산의 품질이력을 고려한 개발품질관리를 고려할 수 있을 것이다.

[표 5] 기술변경 원인과 QCG 1 관리사항 연관도

	개발/설계/미흡사항개선	규격자료현실화및수정보완	신뢰성,내구성,운용편의성	양산성향상	정비성	제품개선/대체부품국산화	품질결함원인해결,운용성개선
설계성숙도	30	34	6	9	4	3	8
형상관리업무체계	8	2	2	1	1		
시제품생산준비	2	7	3	8	2	3	1
시제품품질보증준비상태	7	5		4	1		1
시험평가	4	3					1

5. 결론

군수품 품질관리가 양산과 운용유지 단계에서 개발단계와

최초양산으로 중요성이 이동함에 따라 개발단계 품질관리 방안의 고도화가 필요하다. 이에, 본 논문에서는 기동화력장비의 최초양산 형상통제 이력분석을 통해 개발단계 품질관리 방안을 도출하는 사례를 제시하였다. 특히, WBS에 기반한 기능품별 원인분석 및 개발단계 품질사례 연계 분석을 통해 선행 품질요소를 발굴 할 수 있음을 보였다.

앞으로 본 논문에서 제시된 바 대로 최초양산시 형상변경 자료의 관리 체계를 수립하여 활용하고, 이를 통해 개발단계 품질보증의 발전 방안을 지속적으로 모색하고자 한다. 양산 품질정보의 분석과 환류에 기반한 개발단계 품질관리는 궁극적으로 군수품 품질보증의 효율성을 확보하는 방안이 될 수 있다고 믿는다. 또한, 본 논문의 분석 방안을 통해 보다 나은 군수품 품질관리 방안이 도출되길 기대한다.

참고문헌

- [1] 방위사업청, 군수품 품질관리 기본계획, 2019.
- [2] 방위사업청, 훈령 방위사업 품질관리 규정, 2019.
- [3] Hwang. "Effective Project Management Method", Defense Quality Policy Progression Seminar. Defense Aquisition Program Administration, 2009년.
- [4] 김승우, 김희철, "양산성 확보를 위한 체계공학 기반의 개발단계 품질보증 방법에 관한 연구", J Korean Soc Qual Manag Vol. 45, No.2:175-190, June 2017. (<https://doi.org/10.7469/JKSQM.2017.45.2.175>)