

기술협력생산의 효율적 국방규격화 방안 연구

김기목
국방기술품질원

A Study on Effective Standardization for Technology Cooperation Production

Ki-Mok Kim
Defense Agency for Technology and Quality

요약 본 논문은 방위력개선사업 연구개발사업의 한 종류인 기술협력생산의 특성과 절차를 분석하고 기술협력생산에 적합한 효율적인 규격화 절차를 제안하였다. 기술협력생산은 연구개발사업으로 분류되나 그 절차가 체계개발과 같은 일반적인 연구개발과는 달라 현 규정상의 절차 적용이 어렵다. 기술협력생산의 가장 큰 특성은, 설계단계가 없고 사업착수 이후 바로 시험평가에 착수하며, 국산화개발을 통해 사업기간 내에 생산자가 변경된다는 점이다. 따라서 기술협력생산의 규격화 절차를 다음과 같이 제안한다. 시험평가 착수 전 요구사항을 확정하는 국방규격 초안 I 을 제출하고, 시험평가를 통해 성능과 형상을 확정하여 수락검사를 위한 국방규격 초안 II 를 작성하여 임시규격화한다. 이후 국산화개발 및 국산화 시험평가를 완료하여 최종형상과 부품목록, 생산자가 확정되면 국방규격 초안 II 를 최신화하여 최종 규격화를 수행한다. 이를 통해 긴 시간이 소요되는 규격화 절차를 생산과 동시에 수행할 수 있어 전력화 일정 단축에 기여할 수 있으며, 기술변경 절차 또한 간소화할 수 있어 효율적인 형상관리 수행이 가능하다. 또한, 국방규격 초안 I, II 제출을 통해 단계적, 점진적 규격화를 수행하여 완성도 높은 국방규격 제정을 기대할 수 있다.

Abstract This study analyzed the characteristics and procedures of technological cooperation production and developed a suitable efficient standardization procedure. Technical cooperative production is classified as a research and development project. On the other hand, its procedures differ from general research and development, such as system development, making applying the procedures under current regulations challenging. This paper proposes a standardization procedure for technological cooperation production as follows. The technical cooperation production organization prepares draft defense standard I that confirms the requirements before starting the test and evaluation. The organization then confirms the performance and shape through test evaluation and prepares draft defense standard II for acceptance inspection. Afterward, when localization development and localization test evaluation are completed, and the final shape, parts list, and manufacturer are confirmed, the draft defense standard II is updated to the final standard. Through this, lengthy standardization procedures can be performed simultaneously with production, helping to shorten the fielding schedule. Engineering change procedures can also be simplified, enabling efficient configuration management. In addition, it is possible to expect the establishment of highly complete defense standards by carrying out step-by-step and gradual standardization through submitting drafts I and II.

Keywords : Technology Cooperation Production, Standardization, Defense Standards, Configuration Management, System Engineering

*Corresponding Author : Ki-Mok Kim(Defense Agency for Technology and Quality)

email: km_kim@dtaq.re.kr

Received January 10, 2024

Accepted March 8, 2024

Revised January 29, 2024

Published March 31, 2024

1. 서론

1.1 기술협력생산

국방 무기체계 획득 방법은 크게 구매와 연구개발로 나눌 수 있다. 무기체계의 획득 방법은 무기체계 소요결정 이후 선행연구 단계에서 기술성숙도평가(TRA : Technology Readiness Assessment)를 통해 해당 무기체계 기술성숙도(TRL : Technology Readiness Level)를 평가하고 그 결과를 바탕으로 방위사업청에서 사업추진기본전략을 작성하여 결정된다. 무기체계의 국내 기술성숙도가 6이상인 경우 연구개발로 획득 추진이 가능하며 그 미만일 경우 탐색개발을 수행하거나 국외구매로 무기체계 획득 방법이 정해진다. 국외구매의 경우 국내기술수준이 낮은 무기체계를 신속하게 전력화할 수 있다는 장점이 있으나 운영유지 단계에서 수리, 보수 등이 원활하지 못하고 부품단종에 취약하며 관련된 국내 산업 기여도가 낮다는 단점이 있다. 반면에 연구개발의 경우 높은 국산화율로 운영유지 단계에서 후속 군수지원과 수리 및 보수가 원활하고 국내 기술 수준을 높일 수 있다는 장점이 있으나, 사업착수로부터 전력화까지 약 5년 내외의 긴 시간이 필요하다. 이러한 국외구매와 연구개발의 장단점을 보완할 수 있는 무기체계 획득 방법으로 기술협력생산이 도입되어 활용되고 있다. 기술협력생산의 무기체계 1차 전력화 소요시간은 국외구매보단 약간 길지만, 연구개발사업의 전력화 소요시간보단 짧다. 또한, 기술협력생산의 국산화율은 약 50% 내외로 연구개발의 국산화율보단 낮지

만, 국외구매의 국산화율보단 크게 높아 상대적으로 저렴한 부품생산 납품단가를 확보할 수 있다. 저렴한 부품 생산 납품단가는 원활한 수리 및 보수가 가능해지고 이를 통해 총수명주기비용을 절감할 수 있다. 이러한 각 무기체계 획득 사업 형태별 특성을 table 1에 정리하여 나타내었다.

기술협력생산은 국외기술성숙도는 높으나 국내 연구개발은 불가능한 무기체계를 대상으로 국내업체와 국외 원제작사와 기술협약을 통해 제안하고 선정하여 수행한다. 국내업체는 국외 원제작사의 기술이전을 통해 무기체계를 생산하고 사업 진행 간 국내생산 비중을 늘려가며 최종납품 시에는 사업계획 수립 당시 계획했던 무기체계 국산화율을 달성하는 것이 기본적인 기술협력생산의 목표이다. 이를 통해 국내 연구개발이 불가능한 무기체계를 높은 국산화율로 국내생산이 가능해지며, 해당 무기체계를 생산하기 위한 기술적 노하우 축적을 통한 국내 방산기업 육성의 효과도 기대할 수 있다[1].

1.2 규격화

규격화 업무는 목록화 업무와 함께 국방 표준화 업무의 하나로 방위사업청 훈령 제805호(‘23.8.3.) 표준화 업무규정에 세부절차가 정의되어 실시된다. 규격화 업무는 크게 형상관리 업무와 국방규격 제정 업무로 나눌 수 있는데 본 논문에서 제안하는 기술협력생산의 규격화 방안은 국방규격 제정 방안을 위주로 다룬다. 군수품 국방규격 제정은 제정대상이 관련 절차에 의해 정해지면 기능

Table 1. Characteristics of Weapon System Acquisition Plans

Classification	Exploratory / system development	Overseas purchase	Technology cooperation production
Warranty service	Seamless	Uncomfortable	Seamless
Fielding speed	Slow (Around 5 years)	Fast (Around 1 years)	Fast (Around 2 years)
Percentage of localization	High (over 90%)	low (about 0%)	Medium (about 50%)
Domestic industry contribution	High	low	Medium
Teat & Evaluation	R&D procedure	Purchase procedure	Purchase procedure
Configuration management	R&D procedure	Purchase procedure	Mass production procedure
Quality management	R&D procedure	Purchase procedure	R&D procedure
Standardization	Standardization & Cataloging	Cataloging	Standardization & Cataloging

성, 표준성, 경쟁성, 경제성, 최신성, 시장성을 고려하여 제정한다. 국방규격은 목적에 적합한 성능과 품질이 보증될 수 있도록 작성되어야 하며 국가 표준화 정책을 따르도록 제정되어야 한다. 경쟁업체의 참여가 가능하도록 균등성이 보장되고 기술된 제조, 공정, 품질관리 등의 방법이 최신성을 갖도록 규격을 제정하여야 한다. 또한, 군수품의 자재, 물자, 부품 등이 일반시장에서 경제적 구매가 가능하도록 규격을 제정하여야 한다[2-5].

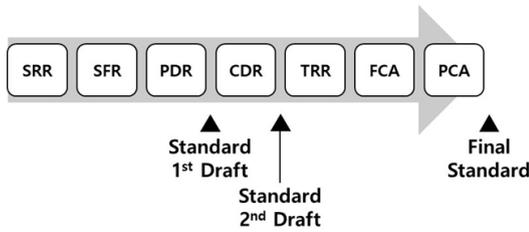


Fig. 1. Standardization procedure for system development

Table 2. System development technical reviews

Abbreviation	Full name
SRR	System Requirements Review
SFR	System Functional Review
PDR	Preliminary Design Review
CDR	Critical Design Review
TRR	Test Readiness Review
FCA	Functional Configuration Audit
PCA	Physical Configuration Audit

표준화 업무규정에 따른 연구개발사업의 국방규격 제정 절차를 Fig. 1에 나타내었고 각 약어들에 대한 설명은 Table 2에 나타내었다. 국방규격작성기관은 국방규격작성관리기관에 기본설계검토(PDR) 회의 이후 3개월 이내에 국방규격 초안 I 을 제출한다. 국방규격 초안 I 은 규격

서, 도면 및 소프트웨어 기술문서가 포함되어야 한다. 상세설계검토(CDR) 회의 이후 3개월 이내에 그 결과를 반영하여 국방규격 초안 I 을 최신화하여 초안 II 를 제출한다. 단, 국방규격 초안 I 에 포함되지 않은 자재명세서(BOM : Bill Of Material), 품질보증요구서(QAR : Quality Assurance Requirement) 등의 규격자료는 상세설계검토 회의 이후 6개월 이내에 제출한다. 각 국방규격 초안의 제출 범위는 국방규격작성관리기관과의 협의를 통해 정할 수 있다. 국방규격 초안은 사업의 진행에 따라 지속적으로 최신화되어야 하며 각 규격자료의 작성 방법은 방위사업청 예규 제828호('22.12.19.) 국방규격·표준서의 서식 및 작성에 관한 지침을 따른다.

1.3 연구의 필요성

일반적인 체계개발사업은 Fig. 1과 동일한 체계공학 기반 사업관리 절차를 통해 사업이 수행되지만 기술협력생산의 경우 연구개발사업으로 분류됨에도 체계개발사업과는 그 절차와 특성이 달라 체계공학을 적용한 사업관리 방법이 명확하지 않으며 그에 따라 규격제정 절차 또한 명확하지 않은 실정이다. 연구개발사업으로 분류되는 기술협력생산 또한 규정상 국방규격 초안 I, II의 제출되고 최종 규격제정이 이뤄져야 하지만 그 시점과 범위가 현실적이지 않다. 이에 본 논문에서는 국방규격 초안 I, II의 제출 의의에 대해 분석하고 기술협력생산의 절차와 특성에 맞게 그 시점과 범위를 구체화하여 제안하고자 한다.

2. 본론

2.1 기술협력생산의 절차

기술협력생산 절차의 예시를 Fig. 2에 나타내었다.

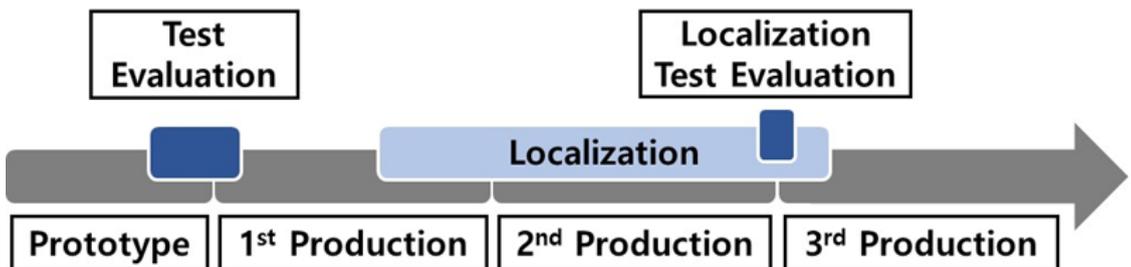


Fig. 2. Example of Technology Cooperation Production Procedure

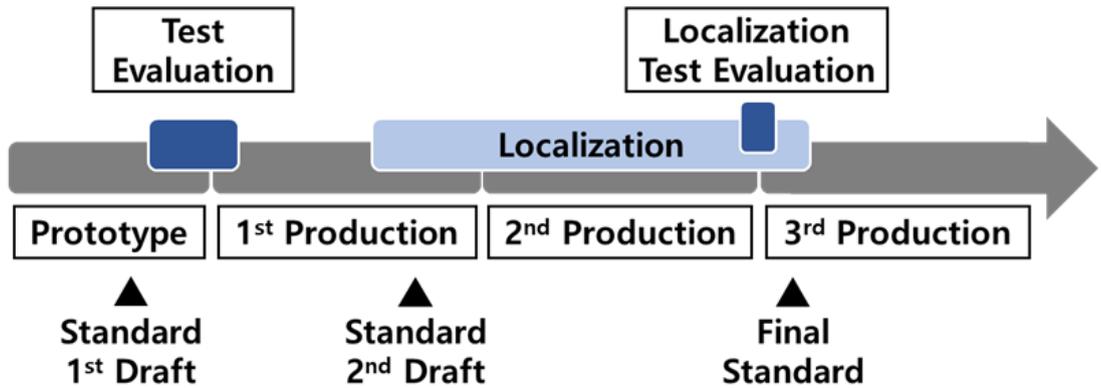


Fig. 3. Standardization Procedure for Technology Cooperation Production Procedure

Fig. 2에 예시로 든 기술협력생산은 3단계로 나누어 생산하며 한 번의 국산화 과정을 거치는 사업의 절차를 도식화하였다. 기술협력생산 대상 무기체계가 정해지고 제안요청서가 공고되면 국내업체는 사전에 기술협력을 수행할 해외업체와 기술협력 협약을 맺고 제안서를 제출한다. 이때 제안서 평가 절차는 연구개발사업 업체선정 절차를 따른다. Fig. 2의 기술협력생산의 절차를 보면 먼저 국외 원제작사와의 협력을 통해 기술이전을 받고 소요군과의 협의를 통해 형상을 확정하여 시제품을 생산한다. 생산된 시제품을 통해 시험평가를 수행하고 그 결과를 반영하여 1차 양산품을 생산하여 전력화한다. 이때 시험평가는 국방부 훈령 제2749호('22.12.30.) 국방전력발전업무훈령에 따라 구매시험평가 절차를 준용하여 실시한다. 1차, 2차 생산을 진행하며 기술협력사업의 핵심인 국산화를 동시에 진행한다. 이때 국산화는 방사청 훈령 제806호('23.8.4.) 무기체계 부품국산화개발 관리 규정에 따라 양산부품국산화 절차를 준용하여 수행한다. 3차 생산에 진입하기 전 국산화 절차에 따라 국산화 개발품목에 대한 시험평가를 수행한다. 국산화시험평가를 끝으로 국산화가 완료되면 그 결과를 3차 생산품에 반영하여 최종 전력화한다. 예시로 서술한 사업의 경우 국산화를 1회만 수행하나 각 기술협력생산 사업의 특성과 상황에 따라 점진적으로 수행하거나 여러 번에 걸쳐 국산화를 수행할 수 있다. 사업의 최종 국산화를 판정은 최종 납품되는 납품물을 기준으로 한다. 일반적인 체계개발 사업과 다른 기술협력생산 절차의 가장 큰 특징은 무기체계 개발 기간이 없거나 매우 짧다는 것과 국산화 과정을 통한 일부 부품의 생산자가 사업 기간 내에 변경된다는 것이다.

2.2 기술협력생산의 규격화 방안

국방규격작성관리기관이 연구개발사업에서 국방규격 제정에 앞서 규격 초안 I, II를 제출받는 이유는 개발단계간 형상관리와 개발 이력 관리를 위함이다. 2020년 10월, 표준화 업무규정 개정을 통해 기존 상세설계검토 이후 규격자료 초안을 1번 제출하던 절차에서 기본설계검토 이후에도 초안을 제출하여 총 2회의 국방규격 초안 제출이 의무화되는 현 절차로 변경되었다. 연구개발단계에서의 설계 이력을 확보하고 국방규격의 완성도를 높여 추후 양산 및 운영·유지 단계에서 발생하는 고장분석에 유리하며 기술변경을 줄일 수 있다. 국방전력발전업무 훈령 상 기술협력생산은 양산단계 형상관리 절차를 준용한다고 규정되어 있다. 그러나 양산단계의 형상관리 업무는 이미 규격이 제정된 상태에서 출발하며 양산 또는 운영유지 간 발생하는 하자가 개선요구에 의한 기술변경이 그 업무의 주를 이룬다. 이는 사업 진행 간 규격을 제정해야 하는 기술협력생산에는 적합하지 않다. 기본설계검토 이후 규격 초안 I, 상세설계검토 이후 규격 초안 II를 제출하는 연구개발사업의 규격화 절차 또한 기술협력생산은 설계단계가 없으므로 적합하지 않다.

국방규격 제정은 시험평가 또는 그에 준하는 시험을 통해 규격상의 성능과 형상이 작전운용성능과 군 운용 적합성을 만족하는지 충분히 검증한 후 이뤄져야 한다. 따라서 기술협력생산의 최종규격화는 시험평가 이후에 수행하여야 한다. 또한, 기술협력생산은 사업 도중 국산화와 국산화 시험평가를 통해 규격상 생산자가 다수 변경된다. 이때 발생하는 행정 소요를 최소화하고 신속한 무기체계 전력화를 위하여 효율적인 규격제정이 필요하다. 따라서 기술협력생산의 최종 국방규격 제정은 국산

화 시험평가가 완료되고 난 후로 제안한다.

기술협력생산의 생산품은 년도 별로 납품되어 전력화하므로 년도 별 생산 및 수락검사를 위한 규격이 필요하다. 이를 위해 최종 국방규격 제정 전에 국방규격 초안이 제출되어야 한다. 따라서 국방규격 초안은 앞서 서술한 시험평가 이후, 수락검사 이전에 제출될 필요가 있으며 지속적인 최신화와 관리가 필요하다. 시험평가를 통해 검증되고 확정된 요구사항과 형상을 임시규격화하여 이후 사업 간 형상관리를 수행한다. 전력화 이후 접수된 사용자의 개선사항 또는 생산간 확인된 규격 개선 필요 사항들을 지속적으로 식별하여 규격을 개선하여야 한다. 규격 초안을 이용한 생산과 수락검사를 수행하여 지속적인 상호 대조 과정을 통해 규격의 완성도 또한 높일 수 있다. 그러나 시험평가 이전 규격화의 관점에서 요구사항과 시험평가에 필요한 기준과 형상을 확정하는 단계가 필요하다. 사업의 흐름과 절차상 도면과 BOM, QAR 등을 포함한 완전한 국방규격 초안이 작성되기에 촉박하므로 주요 요구사항과 주요 구성품의 형상에 대한 도면 수준의 국방규격 초안을 작성하여야 한다. 이를 통해 시험평가 간 발생하는 성능 또는 품질문제에 대한 빠르고 정확한 분석과 후속조치를 수행할 수 있다.

앞서 서술한 내용과 같이 기술협력생산의 규격화 시점을 3단계로 제시하였다. 사업착수 이후 시험평가 이전 주요 요구도와 형상을 확정하는 국방규격 초안 I 을 작성하고, 시험평가 이후 그 결과를 반영하여 수락검사 이전 국방규격 초안 II 를 작성한다. 최종 국방규격은 국산화개발 및 국산화 시험평가 이후 확정된 형상과 재질 및 생산자를 반영하여 규격화한다. 제안한 기술협력생산 국방규격 제정 절차를 Fig. 3에 나타내었다.

제시한 기술협력생산 국방규격 제정 절차의 각 시점별 작성 범위는 다음과 같다. 먼저 시험평가 이전에 작성하는 국방규격 초안 I 은 작전운용성능, 운용요구서, 및 제안요청서 상에 정의된 무기체계의 주요 성능을 정리하고 각 성능에 대한 입증방법을 정의한다. 이는 일반적인 무기체계 체계개발사업의 체계공학 산출물인 체계요구사항명세서(SSRS : System Subsystem Requirements Specification)와 체계규격서(SSS : System Subsystem Specification)의 양식과 구조를 활용한다. 국방규격 초안 II 와 최종 규격화 단계에서는 국방규격의 모든 범위를 포함하여 작성해야 한다. 무기체계의 국방규격서는 물론 각 구성품의 도면과 품질보증요구서(QAR), 부품목록(BOM)이 모두 작성되어야 한다. 초안 II 제출 단계에서 모든 규격자료 및 기술자료가 완성되고, 이후 차년도 생

산과 수락검사 과정을 통해 보완하여 완성도를 높이고 국산화개발 및 국산화시험평가 완료 후 그 결과를 반영하여 최종 납품물 수락검사 이전에 규격화를 완료한다. 제안한 규격 초안 및 정식규격화의 일정과 작성 범위는 사업별 특성과 상황에 맞게 협의체를 통해 조정이 가능하다.

2.3 한계점

기술협력생산은 그 절차와 과정이 규정 또는 메뉴얼로 구체적으로 정의되어 있지 않기 때문에 사업 목적물과 그 특성에 따라 다양하게 변화할 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안한 규격화 절차를 적용할 수 없는 사업이 발생할 수 있다. 그러나 국방규격 초안 I, II 와 같은 규격화의 형태는 포기하더라도 시험평가 이전에 한번, 첫 수락검사 이전에 한번 규격화를 수행함을 원칙으로 규격화 업무를 수행한다면 국방 규격화 절차의 의의를 따를 수 있을 것으로 기대된다.

3. 결론

국방 연구개발사업에서 규격화 업무는 군의 무기체계 수준을 유지하기 위한 보험이자 국방 분야 국가 지적재산권의 핵심이다. 이러한 국방규격을 만드는 국방규격 제정업무는 대부분 연구개발사업과 함께 진행되어 연구개발주관기관과 사업관리기관의 관심이 시험평가에 집중되어 상대적으로 관심도가 적다. 사업에 참여하는 소요 군도 직접 활용할 실물 무기체계에 집중하여 그 뒤에 가려진 국방규격에는 인력을 투입하기 어려운 실정이다. 따라서 국방규격 제정업무는 제도를 통해서 관리하여야 한다. 국방규격의 완전성과 객관성을 위해 표준화 업무 규정 또한 여러 번의 개정을 통해 규격화 제정 방안을 구체화하고 세분화하고 있다. 따라서 본 논문에서는 기술협력생산의 특성과 절차를 분석하고 기술협력생산에 적합한 효율적인 규격화 절차를 제안하였다. 시험평가 착수 전 국방규격 초안 I 을 제출하여 요구사항을 확정하고, 시험평가 이후 국방규격 초안 II 를 작성을 통해 성능과 형상을 확정한다. 이후 수락검사를 위한 임시규격을 제정한다. 최종형상과 규격은 국산화개발 및 국산화시험평가를 완료하여 확정하고 임시규격과 국방규격 초안 II 를 최신화하여 최종 규격화를 수행한다. 이를 통해 단계적, 점진적 규격화를 수행하여 완성도 높은 국방규격 제정을 기대할 수 있으며, 신뢰성있는 기술협력생산이 이뤄질 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] K. M. Kim and M. J. Son. "A Study on How to Apply System Engineering to Technology Cooperation Production.", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.24, No.9, pp.376-381, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.9.376>
- [2] J. Jeong, T. Kwon and W. Hwang, "A Study on the Development of the Defense Standardization System." Journal of the Korean Society for Quality Management 40:295-305, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.7469/JKSQM.2012.40.3.295>
- [3] Korean Agency for Technology and Standards (2010), The third National standard basic plan '11~'15.
- [4] D. H. Kim, "Implications of TMF and QuEST Programs to Global Standardization Activities on Internet QoS in the Era of Digital Convergence", Journal of the Korean Society for Quality Management, Vol. 35, 3, pp. 43-44, 2007.
- [5] Regarding regulatory management of the national research and development projects(2012), Presidential Decree, No. 23788.

김 기 목(Ki-Mok Kim)

[정회원]



- 2017년 2월 : 성균관대학교 전자 전기컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2019년 8월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 연구원

〈관심분야〉

전자공학, 체계공학