

## 단일단계 무기체계개발을 위한 시스템엔지니어링 기반 문서화체계 개선 방안 연구

성일\* 김진석 이봉기

국방과학연구소

### A Study on a Modified Documentation Set based on Systems Engineering for Unitary Development Phase of an Weapon System

Il Sung, Jin Seok Kim and Bong Ki Lee

*Agency for Defense Development*

**Abstract** : In this paper, we have analyzed documentation cases since DAPA establishment, in which documents must be produced as a result of weapon system development corresponding to systems engineering procedures. To develop documentation materials based on systems engineering, instructions of DAPA and US military standards that define development phases, are presented and analyzed in the point of standardizing documents. As a result, we propose a kind of documentation based on systems engineering which is essential for the weapon system development.

**Key Words** : Systems Engineering(시스템엔지니어링), Documentation Case(문서화체계), Development Phase(개발단계), Weapon System Development(무기체계개발)

---

\* corresponding author : Il Sung, Agency for Defense Development, isung@add.re.kr

\* 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

무기체계 연구개발은 국방전력발전업무훈령(국방부 훈령)과 방위사업관리규정(방위사업청 훈령)에 기반을 두고 있다[1-3]. 국방전력발전업무훈령은 무기/비무기 체계의 소요·획득·운용유지에 대한 전력증강 업무의 기본적인 규정을 제시하고 있지만, 방위사업관리규정은 2007년도에 방위력개선사업관리규정과 군수품조달관리규정이 통합/제정된 후 수차례 개정을 거치면서 진화되고 있다.

최근에 들어 개정된 방위사업관리규정의 중요 특징은 시스템엔지니어링(systems engineering) 업무가 권고 사항에서 준수 사항으로 규정[3]되면서, 이에 대한 세부적인 기준 및 절차가 별도의 지침으로 발간될 예정이다[4].

본 논문은 개발기간(2009년~2020년, 장보고-III 소나체계)이 장기간이지만, 선행연구 및 탐색개발을 수행하지 않은 상태에서 체계개발로 복합체계를 개발해야 하고, 또한 개발된 시제작 장비를 전력화해야 하는 특성으로 인하여 기존 무기체계개발[5-6] 경험과 사례 연구를 통해 방위사업관리규정 및 국방소프트웨어 획득을 위한 지침[7-8]에 위배되지 않으면서도 개발 기간 및 단계에 일치하는 효율적인 문서화 체계가 필요하였다.

본 논문의 구성은 1장 서론을 비롯해 2장에서는 개발 단계에 적용할 국방 문서화 체계의 방향 및 구조를 결정하기 위하여 개정 이전의 국방획득관리규정과 현 방위사업관리규정에 의한 문서화 체계를 분석하였고, 3장에서는 장보고-III 소나체계의 문서화체계 연구 사례와 4장 결론 순으로 작성되었다.

## 2. 국방 문서화체계 분석

### 2.1 국방획득관리규정에 의한 국방획득관련 문서화체계<sup>1)</sup>

국방부가 무기체계 연구개발을 주관하던 시기의

국방 문서화체계[5]는 크게 계획, 시험평가, 규격화 및 종료 단계로 구분하고 있다.

계획 단계는 사업 추진전략과 전반적인 계획을 수록한 개략계획서(SP, Summary Plan), 체계개발 실행에 요구되는 기술, 기간, 비용 및 추진 방향 등이 작성된 체계개발계획서(FSDP, Full Scale Development Plan) 및 소프트웨어 기반 체계인 경우에는 소프트웨어 개발계획서(SDP, Software Development Plan)가 추가되었다.

시험평가 단계는 개발자 주관 하에 기술적 목표 달성도를 평가하기 위한 기술시험평가 계획서(DTP, Development Test Plan) 및 기술시험평가 결과보고서(DTR, Development Test Report)와 운용자 주관 하에 군 요구조건 만족도를 평가하기 위한 운용시험평가 계획서(OTP, Operational Test Plan) 및 운용시험평가 결과보고서(OTR, Operational Test Report)가 공식적으로 제출해야 할 중요 문서였다.

규격화 단계는 모든 무기체계에 적용되는 국방규격서(KDS, Korea Defense Specification), 품질보증요구서(QAR, Quality Assurance Requirement), 도면(drawing), 자료목록(DL, Data List)이 있고, 소프트웨어 기반체계이거나 내장형 소프트웨어를 보유할 체계일 경우에는 소프트웨어 요구사항명세서(SRS, Software Requirement Specification), 연동요구사항명세서(IRS, Interface Requirement Specification), 소프트웨어 설계명세서(SDD, Software Design Description), 연동설계명세서(IDD, Interface Design Description), 데이터베이스 설계명세서(DBDD, Data Base Design Description), 소프트웨어 시험명세서(STD, Software Test Description), 소프트웨어 시험보고서(STR, Software Test Report), 소프트웨어 산출물명세서(SPS, Software Product Specification), 소프트웨어 버전명세서(SVD, Software Version Description), 펌웨어 설치지침서(FSM, Firmware

1) 본 장의 문서명칭은 국방획득관리규정에 따름

Support Manual) 등의 소프트웨어 기술 자료를 체계 규모에 따라 테일러링(tailoring)할 수 있도록 규정하였다.

종료 단계에서는 연구개발의 과정 및 결과를 수록한 연구개발결과보고서(DR, Development Report)가 포함되었지만, 개발(설계) 단계에 필요한 체계공학계획서 및 절차 등은 별다른 문서를 규정하지는 않았다. 표 1은 국방획득관리규정에 의한 국방 문서화체계를 요약한 것이다.

<표 1> 국방획득관리규정에 따른 문서화체계

단 계	문서명	문서요약
계 획	SP	계약개발계획
	FSDP	체계개발계획
	SDP	S/W 개발계획
시험평가	DTP	기술시험평가계획
	DTR	기술시험평가결과
	OTP	운용시험평가계획
	OTR	운용시험평가결과
규격화	KDS	국방규격서
	QAR	품질보증요구서
	drawing	도면
	DL	도면자료목록
	SRS	S/W 요구사항
	IRS	I/F 요구사항
	SDD	S/W 설계서
	IDD	I/F 설계서
	DBDD	DB 설계서
	STD	S/W 시험절차
	STR	S/W 시험결과
	SPS	S/W 산출물 결과
	SVD	S/W 버전
	FSM	Firmware 설치지침
종 료	DR	연구결과 종료 보고

**2.2 방위사업관리규정에 의한 국방획득관련 문서화체계<sup>2)</sup>**

방위사업청 규정 및 지침[3-9]은 시스템엔지니어링 기반에서 무기체계 연구개발이 수행되도록 설계 단계를 추가한 문서화체계를 규정하였다.

준비 단계에서 체계개발동의서(LOA, Letter Of Agreement)부터 체계개발 사업관리 계획서까지 11종의 문서화를 두어 진행 과정별로 일치하는 문서화를 생성토록 규정하고 있다. 체계개발의 근간을 이루는 체계개발동의서(LOA), 예비시험평가기본계획서(PTEMP, Preliminary Test & Evaluation Management Plan), 체계개발기본계획서는 사업 또는 개발 주관에 의해 정립된 후에 시제작 업체를 선정하기 위한 절차로 제안요청서(RFP, Request for Proposal), 제안서, 시제생산계획서 및 비용분석서가 요구되며, 체계개발실행계획서, 업무분해구조(WBS, Work Breakdown Structure), 종합군수지원계획서(ILS-P, Integrated Logistics Support Plan) 및 체계개발관리계획서 혹은 체계공학관리계획서 등이 개발 추진을 위한 실행 및 기준 문서이다. 이는 기존의 체계개발실행계획서에 포함된 포괄적인 절차를 과정별로 구체화시킨 것으로 볼 수 있다.

또한 기존의 국방획득관리규정에 단순한 규격화 자료(문서)로 제시만 했던 소프트웨어 관련문서들이 개발(설계) 단계의 성숙도 결과로 8종을 산출하도록 제안하고 테일러링 규정도 제시하고 있다 [7-9].

체계분석 단계인 체계요구조건검토/체계기능검토(SRR, System Requirement Review / SFR, System Functional Review)에서는 계획적이고 효율적인 소프트웨어 개발을 보장받기 위해서 소프트웨어 개발계획서(SDP) 및 소프트웨어 시험계획서(STP, Software Test Plane)를 요구하고 있으며, 구체적인 기능에 대한 정의가 필요한 소프트웨어 요구사항명세서(SRS) 및 연동요구사항명세서(IRS) 등을 작성하도록 규정하고 있다.

설계 단계인 기본설계검토/상세설계검토(PDR, Preliminary Design Review / CDR, Critical Design Review)에서는 소프트웨어 설계기술서(SDD), 연동 설계기술서(IDD), 데이터베이스 설계

2) 본 장의 문서명칭은 방위사업관리규정에 따름

보고서인 데이터베이스 설계기술서(DBDD) 및 소프트웨어 최종 결과 보고서에 해당되는 소프트웨어 산출물명세서(PS) 등을 요구하고 있어 소프트웨어 위주의 관리가 가능하게 구성하고 있다.

특히 시험평가 단계에서는 시험평가기본계획서(TEMP, Test and Evaluation Master Plan)부터 시작하여 시험준비상태검토(TRR, Test Readiness Review)와 운용시험평가까지 업무를 단계적으로 수행하도록 규정하면서, 소프트웨어 시험을 위한 소프트웨어 시험명세서(STD)와 소프트웨어 결과보고서(STR)도 함께 제시하게 하였다. 또한 전력화 이후에 운용성 및 정비성 확보를 위하여 펌웨어 설치에 대한 펌웨어 설치지침서(FSM), 소프트웨어 버전명세서(SVD) 및 소프트웨어 설치계획서(SIP, Software Installation Plan)도 요구하고 있다.

시험평가기본계획서(TEMP)를 기본으로 개발시험평가계획서(DTP, Development Test and Evaluation Plan)와 운용시험평가계획서(OTP, Operational Test and Evaluation Plan)가 작성되고 이를 바탕으로 통합시험평가계획서가 작성된다.

규격화는 개발기관의 국방규격 심의제안서에 첨부되는 기술자료묶음(TDP, Technical Data Package) 및 목록화요청서 등이 필요하며, 개발 종결을 위해서는 체계개발결과보고서, 집행종결보고서 및 기술교범(TM, Technical Manual) 등이 추가적으로 필요하다. 표 2는 방위사업관리규정에 의한 국방 문서화체계를 요약한 것이다.

### 3. 단일단계 무기체계개발의 문서화체계

선행연구 단계 없이 체계개발부터 착수하는 무기체계 개발을 위해 방위사업청 규정/지침을 준용하면서도, 국과연이 SEI(System Engineering Institute)로부터 공인 받은 CMMI(Capability Maturity Model Integration) 레벨 3을 기반 하에서 무기체계 개발을 추진하기 위해서는 통상적인 무기체계 개발 단계인 선행연구, 탐색개발 및 체계개발을 탈피하여 체계개발부터 착수하기 위한 문서화체계 정립이 필요하였다.

<표 2> 방위사업관리규정에 따른 문서화체계

단 계	문서명	문서요약		
준 비	LOA	체계개발동의서		
	PTEMP	예비 TEMP		
	체계개발기본계획서			
	RFP	제안요청서		
	제안서			
	시제생산계획서			
	비용분석서			
	체계개발실행계획서			
	WBS	업무분할구조		
	ILS-P	중합군수지원계획서		
	체계개발관리계획서			
	설 계	SRR/ SFR	SDP	S/W 개발계획
STP			S/W 시험계획	
SRS			S/W 요구사항	
IRS			I/F 요구사항	
PDR/ CDR		SDD	S/W 설계서	
		IDD	I/F 설계서	
		DBDD	DB 설계서	
		SPS	S/W 산출물 결과	
		STD		S/W 시험절차
		STR		S/W 시험결과
시험평가	TEMP		시험평가기본계획서	
	통합시험평가계획서			
	DTP	개발시험평가계획		
	DTR	개발시험평가결과		
	OTP	운용시험평가계획		
	OTR	운용시험평가결과		
	FSM	Firmware 설치지침		
	SVD	S/W 버전		
	SIP	S/W 설치계획		
	규격화	TDP	기술자료묶음 - KDS, 도면, DL, SW기술자료, S/C, QAR	
			국방규격 심의제안서	
			목록화요청서	
체계개발결과보고서				
종 료	집행종결보고서			
	TM	기술교범		

체계개발 전체 과정을 사업 준비부터 종료까지 10 단계로 구분하여 방위사업청 규정/지침에 위배

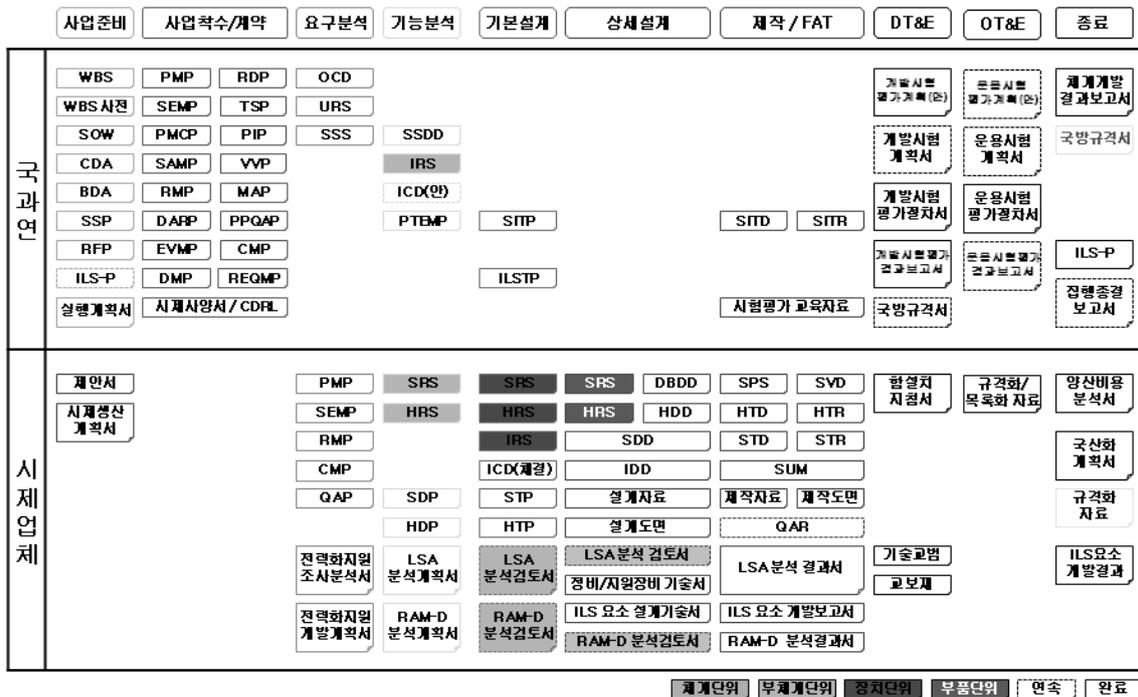
되지 않도록 단계별로 생성이 필요한 문서와 작성 주체(국과연, 시제업체)를 재정립하여 그림 1과 같은 구조로 문서화체계를 정립하였다.

사업 준비 단계에서는 선행연구 단계와 탐색개발 착수에 필요한 문서인 업무분해구조(WBS), 업무분해구조 사전(WBS Dictionary), 작업개요서(SOW, Statement Of Work), 컨텍스트 다이어그램 분석(CDA, Context Diagram Analysis), 거동 다이어그램 분석(BDA, Behavior Diagram Analysis), 시뮬레이션 지원계획서(SSP, Simulation Support Plan), 비용분석서와 종합군수지원개발 개념을 수립하는 종합군수지원 계획서(ILS-P)로 구성하였다.

사업 착수/계약 단계에서 개발주관 기관과 시제업체 간에 효율적이고 원만한 업무분담을 위하여 국과연이 시제사양서, CDRL(Contract Data Requirements List)과 국과연 시스템엔지니어링 표준 프로세스에 일치하는 사업관리 분야인 사업관리 계획서(PMP, Project Management Plan), 체계공학관리계획서(SEMP, System Engineering Management Plan), 사업진척관리계획서(PMCP, Project Monitoring

and Control Plan), 시제업체관리계획서(SAMP, Supplier Agreement Management Plan), 위험관리계획서(RMP, Risk Management Plan)와 공학 분야에는 요구사항 개발계획서(RDP, Requirement Development Plan)에서 요구사항 관리계획서(REQMP, Requirement Management Plan), 설계/제작 관리계획서(TSP, Technical Solution Management Plan), 체계통합 계획서(PIP, Project Integration Plan), 검증/입증 계획서(VVP, Verification and Validation Plan)로 구성하였고, 지원 분야는 측정/분석계획서(Measurement and Analysis Plan), 의사결정분석계획서(DARP, Decision Analysis and Resolution Plan), 품질관리계획서(PPQAP, Process and Product Quality Assurance Plan) 및 형상관리계획서(CMP, Configuration Management Plan)로 구성하였다.

또한, 사업의 정량적인 실적 평가와 생성 자료의 데이터베이스 구축을 위해서 사업성과관리계획서(EVMP, Earned Value Management Plan) 및 자료관리계획서(DMP, Data Management Plan)도 추가하여 구성하였다.



[그림 1] 장보고-III 소나체계 개발단계별 문서화체계

요구분석에서는 운용자와 개발자 간에 개발 방향 및 목표를 재정립하기 위하여 운용개념기술서(OCD, Operational Concept Description), 사용자 요구사항기술서(URS, User Requirements Specification), 체계규격서(SSS, System Sub-system Specification)를 구성하였으며, 시제업체와 업무 형태를 정립하기 위해서 업체의 사업관리 및 체계공학관리 계획(PMP, SEMP)을 정립하도록 설정하였다.

기능분석 단계에서는 체계/부체계설계명세서(SSDD, System Subsystem Design Description), 연동요구사항규격서(IRS), 연동통제문서(ICD, Interface Control Description), 예비시험평가계획서(PTEMP) 등의 국과연 문서 배정과 시제업체는 하드웨어 및 소프트웨어 요구사항명세서(HRS/SRS), 하드웨어 및 소프트웨어 설계계획서(HDP/SDP) 등을 배정하여 정상적인 개발단계에서 탐색개발 종결 시점의 결과물로 정립하였다.

기본설계 단계부터 시제업체의 체계적 업무 수행이 가능하도록 기존 문서의 최신화와 더불어 시제업체에서는 하드웨어 및 소프트웨어 시험계획서(HTP/STP)를 국과연에서는 체계통합시험계획서(SITP, System Integration Test Plan) 등을 할당하였다.

상세설계단계에서는 기존 문서의 최신화와 더불어 데이터베이스 설계기술서(DBDD), 인터페이스 설계기술서(IDD), 하드웨어 설계기술서(HDD), 소프트웨어 설계기술서(SDD), 정비 및 지원장비 설계서, ILS 요소별 상세설계기술서 등을 배치하였다.

제작 및 FAT(Factory Acceptance Test) 단계에서는 체계통합 시험명세서(SITD), 체계통합 시험보고서(SITR), 소프트웨어 산출물명세서(OPS), 소프트웨어 버전명세서(SVD), 소프트웨어 시험명세서(STD), 소프트웨어 시험결과보고서(STR), 하드웨어 시험명세서(HTD), 하드웨어 시험결과보고서(HTR) 등의 시험 및 결과에 대한 문서를 할당하였다.

개발시험평가(DT&E, Development Test and Evaluation) 단계에서는 개발시험평가계획(안), 개발시험계획서, 개발시험평가결과보고서, 국방규격서,

합설치 지침서와 운용시험평가(OT&E, Operational Test and Evaluation) 단계에서는 운용시험평가계획(안), 운용시험계획서, 규격화/목록화자료 등이 계획되어야 한다. 또한 시험평가 단계에서 기술교범 및 교보제에 대한 초안이 필요하며 시험평가 이전에 준비단계 확인을 위한 시험준비상태검토(TRR)와 종료단계에서 체계개발결과보고서, 양산비용분석서, 국산화계획서, 규격화자료 등이 필요할 것으로 판단하고 있다.

#### 4. 결론

무기체계개발을 위한 시스템엔지니어링 기반 문서화체계 사례 연구를 위해 실제 체계개발중인 장보고-III 소나체계의 문서화체계 사례를 분석해 보았다. 체계개발만으로 수행하는 무기체계 개발은 통상적인 무기체계개발과는 다르게 사업 준비, 사업 착수/계약 단계에서 시스템엔지니어링 프로세스에 의한 계획서가 증가되어야 하며, 각각의 계획서에 의해 필요한 문서가 기하급수적으로 늘어나고 있다. 이는 CMMI 레벨 3 인증에 따른 프로세스를 적용하기 위해 필요한 과정이며 사업초기 단계에 시스템 분석과 더불어 각각의 계획서를 초기화하는데 상당한 노력과 시간이 필요함을 알 수 있다. 이를 위해 시스템엔지니어링 도구를 활용해 준비 단계부터 요구사항을 추적 관리하며 데이터베이스화하여 종합 관리하고 있다. 문서 출력을 위해서는 규정된 템플릿에 의해 문서를 자동 출력할 수 있는 기반이 구축되어야 한다.

본 논문에서 시스템엔지니어링 기반 문서화체계에 대한 분석에 의해 시스템엔지니어링 프로세스의 결과물 중에 하나인 문서 산출물들에 대한 체계를 정립하였으나 시스템엔지니어링 적용을 위해서는 결과물 보다는 과정인 프로세스가 중요하다고 판단된다. 표준화된 시스템엔지니어링 프로세스에 의해 무기체계 연구개발을 수행하게 되면 효율성 확보와 함께 자연스럽게 단계별로 필요한 문서 산출물 결과를 도출할 수 있다.

## References

1. 국방부 훈령 제733호, 국방획득관리규정, 2003. 5.13.
2. 국방부 훈령 제1388호, 국방전력발전업무훈령, 2012.2.3.
3. 방위사업청 훈령 제216호, 방위사업관리규정, 2013.4.15.
4. 방위사업청 지침, 체계공학 적용 지침(안), 2009.11.
5. 성일외 2명, “무기체계개발을 위한 문서화체계 적용 사례 연구”, 한국군사과학기술학회지, 제11권, 제2호, pp.73-79, 2008년 4월.
6. 성일, “개발단계 품질보증 프로세스(울산-I급 음탐기체계)”, 2008 국방품질경영 발전세미나 (개발/운용단계와 양산단계의 연계성 강화 방안), 국방기술품질원, pp.74-84, 2008.9.23.
7. 방위사업청 지침 제2009-17호, 무기체계 내장형 소프트웨어 획득 및 관리 지침, 2009.2.5.
8. 방위사업청 지침 제2011-26호, 무기체계 소프트웨어 개발 및 관리 지침, 2011.8.26
9. 방위사업청 지침 제2006-9호, 소프트웨어 개발 프로세스, 2006.1.25.