

요구조건 기준의 개발 수행을 위한 우주발사체 개발사업의 실제적인 요구조건-검증 관리 체계

조동현^{1)*}, 장준혁¹⁾, 유일상¹⁾

1) 한국항공우주연구원

Practical Requirements and Verification Management for Requirements-based Development Process in Space Launch Vehicle Development Project

Dong Hyun Cho^{1)*}, Jun Hyouk Jang¹⁾, Il Sang Yoo¹⁾

1) Korea Aerospace Research Institute

Abstract : For the success of system development, it is necessary to systematically manage the requirements that are the basis of system development and its verification results. In order to follow the principles of SE(Systems Engineering)-based V&V(Verification&Validation) process, requirements can be managed by securing the requirements and their establishments, design compliances, and verification compliances according to the system development lifecycle. Especially, in a large-complex system research and development project, such as a space launch vehicle development project, many participants establish, verify, and validate numerous requirements together during the project. Therefore, logical and systematic requirements management, including guarantee of data integrity, change history, and traceability, is very important for multiple participants to utilize numerous requirements together without errors. This paper introduces the practical requirements and verification management for the requirements-based development process in the space launch vehicle development project.

Key Words : Space Launch Vehicle, Large-Complex System, Mega Project, Development Project, Systems Engineering, SE, Requirements Management, Verification, Validation, V&V, Web-based Computational System

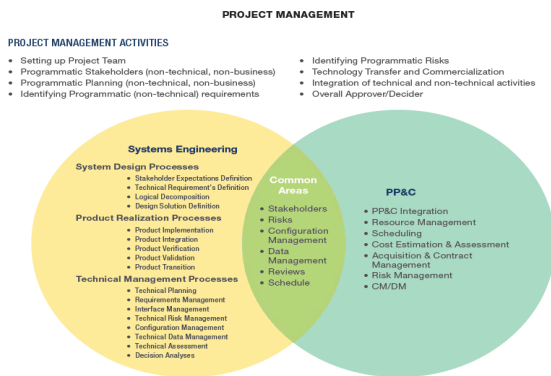
Received: April 20, 2023 / **Revised:** June 22, 2023 / **Accepted:** June 27, 2023

* 교신저자: Dong Hyun Cho/Korea Aerospace Research Institute/dhcho84@kari.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

기술은 인류의 요구를 충족시키기 위하여 발전해 왔다. 초기에는 인간의 기본 욕구 충족을 위한 단순한 도구(기술)의 개발이 이루어졌으며, 사회가 발전함에 따라 오늘날에는 인간이 요구하는 수준 및 범위가 확대되어 개발이 필요한 대상 시스템(기술) 역시 대형화되고 복잡해지고 있다. 대상 시스템이 고도화될수록 개발 과정에서 일정·비용 및 성능 목표를 보다 효과적으로 달성하기 위해, 프로젝트의 올바른 계획(일정, 비용) 수립을 강조하는 프로젝트관리(PM) 방법론과 더불어 대상 시스템의 올바른 개념 수립 및 설계(요구조건)를 강조하는 시스템엔지니어링(SE) 방법론을 함께 도입하여 체계적인 연구·개발 관리를 수행할 필요성이 증가하고 있다. NASA의 SE Handbook [1]에서도 프로젝트관리(PM)의 3가지 주요 목적을 프로젝트의 기술적 측면 관리(Systems Engineering 관점), 프로젝트 팀 관리, 비용/일정 관리(Project Planning and Control 관점)로 제시(그림 1 참조)하고 있는 등과 같이, 국제적인 선진 연구·개발 기관에서도 PM&SE의 통합 적용을 위한 노력을 기울이고 있다.



[Figure 1] SE in Context of Overall Project Management [1]

대표적인 대형-복합 시스템인 우주발사체 개발의 경우, 고성능, 고신뢰성, 극저온/초고온, 초고압, 고정정 등과 같은 극한 기술 활용이 빈번할 뿐만 아니라 대부분 불확실한 환경속에서 이루어짐에 따라 개발 전주기에 걸쳐 불확실성이 매우 높다.[2]

때문에 프로젝트관리(PM) 및 시스템엔지니어링(SE) 방법론을 적용함에 있어서도 개발 단계별 목적을 고려한 단계별 완수 조건, 필수 산출물 등을 정의하여 관리하는 등 개발 수명주기 모델을 고려한 체계적인 연구·개발 관리 체계에 대한 필요성이 더욱 요구되는 실정이다. NASA의 SE Handbook [1]에서와 같이 개발 마일스톤과 연계하여 주요 산출물에 대한 요구 시점 등을 공식적으로 명확히 제시(그림 2 참조)한다면 참여자들 간에 개발 시점별 필요 업무 및 목적 등에 대한 불필요한 혼란을 제거할 수 있다.

Products	Formulation						Implementation					
	KDP 0		KDP 1		KDP 2		KDP 3		KDP 4		KDP 5	
	Phase A	Phase B	Phase A	Phase B	Phase C	Phase D	Phase E	Phase F	Phase G	Phase H	Phase I	
Stakeholder identification and definition	MCR	SRR	MDR/SRR	PCR	CDR	SIR	DRR	FRN	DR	DRR		
Concept definition	**Baseline	Update	Update	Update	Update							
Measures of effectiveness definition	**Approve											
Cost and schedule for technical	Initial	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update
SEMP	Preliminary	**Baseline	**Baseline	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update
Requirements	Preliminary	**Baseline	**Baseline	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update
Technical Performance Measures definition			**Approve									
Architecture definition			**Baseline									
Allocation of requirements to end user			**Baseline									
Required leading indicator			**Initial	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update
Design solution definition		Preliminary	**Preliminary	**Baseline	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update
Interface definition(s)		Preliminary	Baseline	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update
Implementation plans (Matur cycle time meet)		Preliminary	Baseline	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update
Integration plans		Preliminary	Baseline	Update	Update	**Update	Update	Update	Update	Update	Update	Update

[Figure 2] SE Data Maturity Required by Phase [1]

최근 성공적으로 목표를 달성(2022.6.21. 2차 발사 성공, 2023.05.25. 3차 발사 성공)한 누리호 개발사업에서도 계획된 일정·예산 내에서 기술적 임무 목표 달성을 위해 프로젝트관리(PM) 및 시스템엔지니어링(SE) 방법론을 종합 적용하였다. 국제적 표준인 PMI PMBoK, AXELOS PRINCE2 등과 함께 대표적인 우주시스템 연구·개발 기관인 NASA, ESA 등의 관리 핸드북/표준 및 개발 사례 등을 검토/분석하고, 이를 우리나라 우주발사체 개발 환경에 적합하도록 응용/조정하여 『우주발사체 개발사업의 프로젝트관리(PM) 표준 모델』(2019년, 그림 3 참조)을 수립하고 적용하였다.[3]

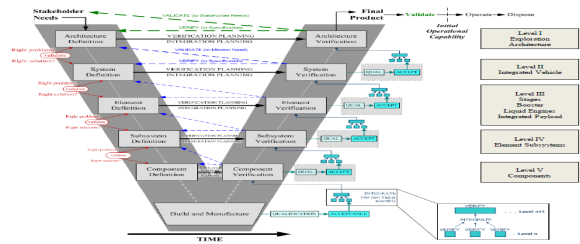
PM 단계	PM 용어	PM 산출물
1. 발명/개발	Project Requirement	Scope Management Plan, Schedule Management Plan, Cost Management Plan, Risk Management Plan, Information Management Plan, Change Management Plan
2. 발명/개발	Project Requirement	Work Breakdown Structure(WBS), WBS Dictionary, Integrated Master Schedule(IMS), Project Report, Cost Breakdown Structure(CBS) Profile, Cost Report, Specification/Requirement, Requirement Verification Manual(RV), Requirement Report, Risk Register, Risk Report
3. 발명/개발	Project Requirement	Product Assurance(RA) Report, Risk Register, Information Management System(IMS), Document Organization/Check Data Information Report, Internal Report, Minutes, Report
4. 발명/개발	Project Requirement	Contract Statement, Change Request(CR), Engineering Change Request(ECR)

[Figure 3] PM Model for Space Launch Vehicle Project [3]

이 모델에는 국내 우주발사체 개발사업에 적합한 개발 수명주기 및 단계를 정의하였고, 범위, 일정, 비용, 요구조건, 위험, 제품보증, 정보 및 정보보안, 의사소통, 조달, 변경으로 구성되는 10개의 분야를 설정하여 각 관리 분야별 목적 및 프로세스/활동, 수행 주체별 역할/책임, 주요 산출물 등을 정의하였다. 특히, 사업 수행의 기준이 되는 범위(WBS), 일정, 비용, 요구조건에 대해서는 관리 기준선(Baseline, 이하 BL)을 설정하고, 사업 진행 실정에 맞는 실시간 변경관리를 통해 기준선(BL)을 개정하도록 하였다. 이를 통해 모든 이해관계자들이 사업의 수명주기가 진행됨에 따른 프로젝트관리(PM) 및 시스템엔지니어링(SE) 수행 체계에 대하여 정확히 이해하고 각자의 역할을 적절히 수행할 수 있도록 하였다.

한편, PM&SE의 통합적인 관점 중 하나로 시스템 연구·개발 전체 수명주기의 성숙도에 따른 비용 영향성을 고려할 필요가 있다. 개념연구, 설계 등이 진행되는 수명주기의 초반부와 대비하여, 제작, 시험, 운용 등이 진행되는 후반부에 문제를 식별하고 수정한다면 훨씬 더 큰 비용 투입이 불가피하다는 것은 과거 여러 사례의 통계 등을 통해 이미 널리 알려져 있다.[1],[4] 때문에 불필요한 비용 투입을 예방하여 사업 성공 확률을 높이기 위해서는 연구·개발 초기 단계에서 예측할 수 있는 위험 및 문제점을 식별하여 설계에 반영하기 위한 노력이 매우 중요하다.

연구·개발 초기서부터 참여자들이 발생 가능한 위험을 조기 식별하고 문제를 예방하기 위한 기술적 노력을 자연스럽게 수행하도록 하는 가장 효과적인 관리 방법 중 하나로 요구조건-검증 관리를 꼽을 수 있다. 전 수명주기 동안에 개발의 기준(BL)이 되는 요구조건을 도출 단계부터 체계적으로 관리하고 개발에 활용함으로써, 모든 참여자들이 함께 개발 초기부터 요구조건을 통해 잠재적 위험 발생 가능성을 식별하여 해결해나가는 노력을 기울일 수 있다. 또한, 이 과정에서 자연스럽게 시스템엔지니어링(SE)의 기본 원칙인 V 모델(그림 4 참조)의 흐름에 따라 요구조건을 기준으로 개발을 진행해 나갈 수 있다.



[Figure 4] Integration, Verification, and Validation “V” [5]

하지만, 기술적 위험의 조기 식별 등의 요구조건-검증 관리의 효과에도 불구하고 실무 활용에 있어서는 개발 수행에 유익한 관리가 아닌, 단순히 요구 자료 제시 등을 위한 사후 처리 방법으로만 활용되는 경우가 적지 않다. 본 논문에서는 개발 수명주기를 고려한 단계별 관리 목적 설정 및 이에 적합한 활동 수행과 데이터 관리/활용 방안의 개선을 통해 누리호 개발 사업에서 실제적으로 개발에 도움이 되는 요구조건 기준의 개발을 실현하여 효과성을 입증한 요구조건-검증 관리 체계 및 적용 사례를 소개하고자 한다.

2. 본 론

누리호 개발사업에서는 그림 5와 같이 설계부터 제작된 품목을 통한 검증까지 일련의 개발 활동을 요구조건을 기준으로 수행해나가기 위한 실제적인 요구조건-검증 관리를 추구하였다.[6] 개발에 실효성 있는 요구조건-검증 관리 실현을 위하여 개발 수명주기에 맞춰 요구조건-검증 관리 단계를 구분하고 목적을 설정하여 순차적으로 관련 데이터를 확보/관리/활용하였으며, 단계별 확보 데이터를 보다 효과적으로 관리/활용하기 위하여 개발 수명주기의 흐름에 따른 요구조건 관련 데이터를 일목요연하게 나열하는 요구조건 검증 매트릭스(Requirements Verification Matrix, 이하 RVM)를 구성·활용하였다. 더불어, 다수의 참여자가 수많은 데이터를 함께 생성·활용하며 개발이 진행되는 환경에서 실제로 활용할 수 있는 요구조건-검증 관리를 실현하기 위해서는 무엇보다도 데이터를 오류 없이 효율적으로 수



[Figure 5] Practical Requirements & Verification Management of KSLV-II Project

집·관리·공유·활용하는 것이 필요함에 따라, 웹 기반 전산 관리시스템을 구축·운영하였다.

하고 개발에 활용하였으며, 필요할 경우에는 공식적인 변경(개정) 절차에 의거하여 개발 진행에 따른 현황을 반영하여 관리하였다.

2.1 개발 단계별 요구조건-검증 관리

대상 시스템 개발에 실제적으로 도움이 되는 요구조건-검증 관리 수행을 위해서는 개발 프로세스와 수명주기에 따른 주요 마일스톤(SRR, SDR, PDR, CDR, FRR, ...)을 고려할 필요가 있다. 개발 단계별 관리 목적을 명확히 설정하고, 이를 달성하기 위해 관련 관리 활동을 중점적으로 수행해야 한다. 누리호 개발사업에서는 그림 6에 정리된 바와 같이 개념(요구조건) 수립, 형상 설계, 제작/조립/시험 등 개발의 진행에 맞춰 요구조건의 설정 타당성, 요구조건에 따른 설계 적합성, 요구조건에 대한 검증 충족성을 순차적으로 확보해나감으로써 실제로 개발에 유용한 요구조건-검증 관리 활동을 수행하였다. 이러한 과정을 통해, 개발 단계별 목적에 부합하는 요구조건-검증 관련 데이터와 데이터간의 추적성을 확보·관리

2.1.1 요구조건의 설정 타당성 확보

요구조건이 사업적/기술적 근거에 따라 검증 가능한 현실적인 설계 목표로서 완전하고 명료하게 설정되었는지 여부는 개발의 착수부터 예비설계 단계까지 검토하며,, 상세설계 과정에서 일부 보완할 수 있다.[6],[7] 사업의 승인된 임무 목표로부터 도출하는 대상 시스템의 계층별(시스템, 엘리먼트, 컴포넌트, ...) 요구조건 및 이의 설정근거와 함께 상/하위 요구조건간 추적성과 요구조건의 변경(개정)이력을 확보한다.

2.1.2 요구조건에 따른 설계 적합성 확보

시스템 요구조건의 수립 이후부터 상세설계 단계까지는 설계가 요구조건을 정확히 반영하고 있는지를 확인하며,, 제작/시험 과정에서 일부 보완할 수 있다. 요구조건 기준의 설계 진행 여부와 함께 설계보고서 등 해당 결과에 대한 근거문서가 적절히 정리되었는지를 확인하고, 설계 완료 후 제작/시험 단계에서 수행할 요구조건 검증 계획을 검토·확정한다.[6],[7]

2.1.3 요구조건에 대한 검증 충족성 확보

요구조건에 따른 설계 결과를 기준으로 수행되는 제작/시험 과정에서는 품목이 요구조건을 정확하게



[Figure 6] Stages of Requirements & Verification Management for KSLV-II Project

반영하고 있는지를 확인하며, 불가피한 일부 항목은 비행시험을 통해 확인/보완할 수 있다. 설계 결과를 기준으로 제작된 품목이 검증 계획에 따라 요구조건에 부합하는 기능/성능을 충족하는지 검증하는 활동을 수행하였는가와 함께 시험보고서 등 해당 결과에 대한 근거문서가 잘 정리되었는지를 확인한다.[6],[7]

2.2 요구조건-검증 매트릭스

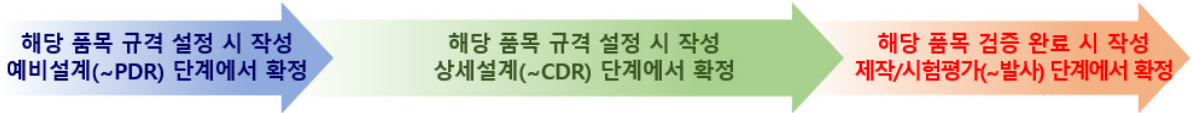
누리호 개발사업에서는 요구조건-검증 데이터를 그림 7과 같이 개발 단계별 관리 목적 및 활동에 맞춰 요구조건-검증 매트릭스(RVM)의 형태로 구성하여 활용하였다. 요구조건-검증 매트릭스(RVM)는 설정 타당성, 설계 적합성, 검증 충족성 데이터를 개발의 진행 순서에 따라 순차적으로 일목요연하게 배열함으로써 개발의 기준(BL)이 되는 핵심 데이터 간의 연계성을 부여하였다.

이는 요구조건 수립 시점에 구체적인 검증 계획도 함께 연계하여 검토하도록 유도하거나, 설계 또는 검증 과정에서 필요할 경우 요구조건의 변경(개정)을 검토하도록 유도하는 등과 같이 요구조건 수립 시점에서부터 최종 제품의 제작/시험에 이르기까지 개발 수명주기의 모든 시점에서 요구조건-검증 관련 데이터를 종합적으로 관리·활용하는데 있어 매우 효율적인 형태이다. 이와 같은 개발 전주기에 걸친

요구조건 검증 관련 데이터에 대한 종합적인 관점을 제공하는 것은 요구조건을 기준으로 개발을 실현하는데 있어서 큰 도움이 된다.

개발 단계별 요구조건-검증 관리 활동에 따라 관리 목적을 달성하기 위하여 확보가 필요한 요구조건-검증 데이터의 속성은 다음과 같다.

- 요구조건 설정 타당성 :
 - 관리번호(SPC-00000-0000)
 - 제목
 - 구분(임무, 구성 및 형상, 기능 및 성능, ...)
 - 내용
 - 미확정 현황(TBR, TBD, N/A)
 - 설정근거
 - 상위 요구조건(SPC-00000-0000)
- 요구조건 설계 적합성 :
 - 설계 준수 여부(준수, 미준수)
 - 설계 준수 근거(별도 문서 등)
- 요구조건 검증 충족성 :
 - 검증 단계(구성품 인증, 단 인증, 전기체 인증, 비행시험)
 - 검증 방법(A, I, D, T)
 - 검증 레벨(컴포넌트, 엘리먼트, 시스템)
 - 검증 통과 기준
 - 검증 완료 여부(완료, 미완료)
 - 검증 수행 모델(DM, EM, QM, FM)
 - 검증 결과 요약
 - 검증 충족 근거(별도 문서 등)



요구조건 설정 타당성				요구조건 설계 적합성		요구조건 검증 충족성							
요구조건 번호/제목	요구조건 내용	설정근거	상위 요구조건	설계 준수 여부	설계 준수 근거	검증 계획				검증 결과			
						검증 단계	검증 방법	검증 레벨	검증 통과 기준	검증 완료 여부	검증 수행 모델	검증 결과 요약	검증 충족 근거
SPC-XXXX-XXXX-XXXX XXX 성능	XXX은 XXX 하 여야 한다.	XXX에 따라 XXX 설 정이 설정되었다.	SPC-XXXX-XXXX-XXXX XXX 성능	준수	L2-XX-XXXX XXX 설계분석서	구성품 인증	T	컴포넌트	XX 시험을 통해 XX이 XX 이상인 을 확인	완료	QM	XX 시험을 통해 XX이 XX 이상인 이 확인되어 기 준 충족	L2-XX-XXXX XXX 시험보고서
SPC-XXXX-XXXX-XXXX XXX 기능	XXX은 XXX 하 여야 한다.	XXX에 따라 XXX 기 능이 설정되었다.	SPC-XXXX-XXXX-XXXX XXX 기능	준수	L2-XX-XXXX XXX 설계분석서	단 인증	A	엘리먼트	XX 분석을 통해 XX이 XX 범위 내로 확인	완료	QM	XX 분석을 통해 XX이 XX 범위 내로 확인되어 기준 충족	L2-XX-XXXX XXX 분석보고서
						전기체 인증	I	시스템	실물 육안 검사 를 통해 XX이 XX 범위 내로 확인	완료	QM	실물 육안 검사 를 통해 XX이 XX 범위 내로 확인되어 기준 충족	L2-XX-XXXX XXX 검사보고서
						전기체 인증	D	시스템	XX 시험을 통해 XX이 이상 없이 정상작동함을 확인	완료	QM	XX 시험을 통해 XX이 이상 없이 정상작동함이 확인되어 기준 충족	L2-XX-XXXX XXX 시연보고서
SPC-XXXX-XXXX-XXXX XXX	XXX은 XXX 하 여야 한다.	XXX에 따라 XXX 설 정되었다.	SPC-XXXX-XXXX-XXXX XXX	준수	L2-XX-XXXX XXX 설계분석서	비행시험	T	시스템	비행시험을 통해 XX이 XX 이상인 을 확인	미완료			

[Figure 7] Requirements Verification Matrix for KSLV-II Project

2.3 요구조건-검증 데이터 관리

약 37만여개의 부품으로 구성되는 누리호의 개발 과정에서는 약 250여명의 개발 인력(항우연 限)이 약 4,700여개의 요구조건과 약 5,300여개의 검증 데이터를 생성하여 공유·활용하였다. 우주발사체와 같은 대형-복합 시스템의 연구·개발 사업에서는 일반적으로 다수의 참여자가 수많은 데이터를 함께 생성·활용하며 개발을 수행해나감에 따라, 데이터를 누락 또는 오류 없이 실시간으로 공유·활용할 수 있어야 한다. 특히, 전체 수명주기 동안에 개발의 기준(BL)이 되는 요구조건과 같은 핵심 데이터의 경우 그 필요성이 더욱 크다고 할 수 있다. 더불어, 이러한 요구조건-검증 데이터는 개발 진행에 따른 현황을 반영하기 위해 공식적인 절차에 따라 변경(개정)되어야 하기 때문에 변경(개정) 절차에서의 오류를 방지하는 것 역시 매우 중요하다.

한편, 통상 시스템의 구성 및 기능/성능이 복잡할 수록 개발 과정에서 산출되고 관리를 필요로 하는 데이터가 방대하기 때문에 전산지원 도구의 중요성은 나날이 강조되고 있다. 그러나 과거의 어플리케이션 기반 전산지원 도구는 설치의 번거로움, 접근의 제약, UI의 어려움 등을 동반하므로 활용도 제고 차원에서 이를 극복할 수 있는 패러다임의 변화 또한 요구된다.[8] 때문에 누리호 개발사업에서는 주요 관리 데이터의 원활한 수집·관리·공유·활용을 위하여 기존 전산지원 도구의 단점을 보완한 웹 기반 전산 관리시스템(그림 8 참조)을 구축·운영하여 요구조건-검증 데이터 관리에 활용함으로써 효율성을 극대화한 체계적인 요구조건-검증 관리를 수행할 수 있는 환경을 제공하였다. 특히, 다수의 구성원들이 다량의 데이터를 생성·활용하는 대형-복합 시스템 연구·개발 상황에서는 이러한 웹 기반 전산 관리시스템의 중요성과 효과성이 더욱 크다고 할 수 있다.

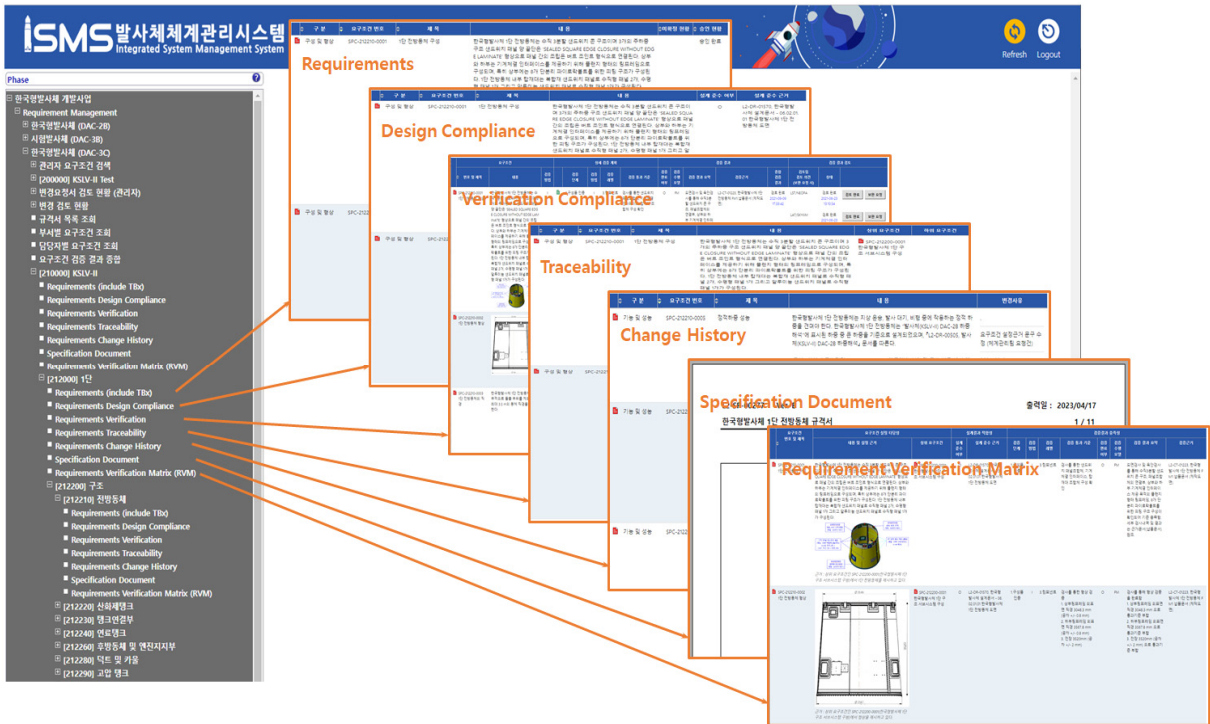
2.3.1 문서 기반 요구조건-검증 관리 체계의 한계

일반적으로 요구조건의 공식적인 제/개정을 위한

형상관리 및 배포·공유는 규격서 단위로 이루어진다. 하지만 문서(규격서) 단위로의 형상관리 체계에서는 데이터의 누락 또는 오류가 발생할 가능성이 존재한다. 관리번호를 채번하거나 데이터 간의 추적성 및 변경이력을 관리하는 과정 등에서 인적 오류가 발생할 가능성이 있다. 또한, 개별 요구조건 단위의 직접 추적성을 확보하여 활용하기 어려움에 따라 상/하위 요구조건의 변경 영향성 파악에도 한계가 있으며, 최신 데이터의 실시간 공유에 한계가 있음에 따라 개발 참여자들이 제/개정 등에 따른 최신 요구조건을 인지하지 못할 가능성도 있다. 더불어, 이러한 문제점들은 다계층/다품목으로 인해 방대한 데이터가 생성·활용되는 대형-복합 시스템 개발 과정에서 더 큰 과급력을 미치게 된다. 때문에 요구조건과 같이 단위 데이터 자체가 독립적으로 의미를 갖고 활용되는 경우에는 데이터의 무결성 및 최신 버전의 실시간 공유 등을 보장하기 위한 보다 논리적이고 체계적인 데이터 관리 환경 도입이 필요하다.

2.3.2 웹 기반 요구조건-검증 관리 체계

누리호 개발사업에서는 개발의 기준이 되는 요구조건 데이터를 다수의 참여자가 오류 없이 실시간으로 공유·활용할 수 있도록 웹 기반의 전산 관리시스템을 구축하여 운영하였다. 기존과 같은 문서(규격서) 단위 관리 방식의 문제점을 극복하기 위해 개별 데이터(요구조건) 단위로의 관리 방식을 도입하였다. 전산 관리시스템의 장점을 활용하여 관리번호 채번, 데이터 간의 추적성, 전산화된 변경관리 프로세스를 통한 변경(개정)이력 관리 기능 등을 자동화하고, 개별 전자문서 등의 형태가 아닌 전산시스템에서 데이터베이스에 직접 데이터(요구조건)를 생성(작성)하여 일원화함으로써 데이터의 무결성을 확보하였다. 또한, 추적성 정보와 연계하여 데이터의 변경(개정 등) 현황을 실시간으로 관련 참여자에게 메일로 알림을 보내는 기능을 포함하여 최신 데이터를 실시간으로 공유할 수 있는 효과적인 데이터 활용 환경을 마련하였다. 더불어 별도 어플리케이션 설치 없이 사용 가능한 웹 페이지 형식 적용과 일반



[Figure 8] Integrated System Management System(ISMS) for KSLV-II Project

적인 웹 페이지와 유사한 사용자 인터페이스 적용으로 사용자 편의성 및 접근 용이성도 확보하였다.

3. 결론

우주발사체와 같이 불확실한 환경에서 극한의 기술을 활용하며 체계 개발을 수행하는 대형-복합 시스템 연구·개발 사업의 경우에는 개발 전주기 동안 무수히 많은 변수들이 발생할 가능성이 매우 높으며, 이는 사업의 특성 상 막대한 예산 및 일정 추가 투입과 직결된다. 때문에 체계 개발 과정에서의 불확실성을 지속적으로 줄여나가는 노력을 통해 주어진 일정 및 예산 내에서 사업의 임무(목표) 달성 가능성을 지속적으로 높여 나가야 한다. 특히, 기술적 불확실성을 줄여나가기 위한 노력의 일환으로 시스템엔지니어링 기반 V&V 프로세스 원칙에 따라 요구조건을 기준으로 한 개발 수행을 실현하기 위한 요구조건-검증 관리 방법의 적용을 꾀할 수 있다. 하지만 요구조건-검증 관리의 유익한

효과에도 불구하고 실무에서는 개발 수행에 실효성 있는 관리로 활용하는 것이 아니라, 단순히 요구 자료 제시 등을 위한 사후 처리 등의 목적으로만 활용하는 경우가 적지 않다.

본 논문에서는 요구조건 기준의 개발 수행을 실현하기 위해 실제 누리호 개발 과정에 도입·활용하여 효과성을 입증한 요구조건-검증 관리 체계를 소개하였다. 특히, 개발 프로세스 및 수명주기와 연계해 우주발사체 개발의 단계별 요구조건-검증 관리의 목적을 설정 타당성, 설계 적합성, 검증 충족성 확보로 구분하고, 단계별 목적을 달성하기 위한 주요 활동을 제시하였다. 또한, 개발의 기준(BL)이 되는 요구조건-검증 데이터를 일목요연하게 수집·관리·공유·활용하기 위한 요구조건-검증 매트릭스(RVM)를 제시하여 개발 전주기에 걸친 요구조건 검증 관련 데이터에 대한 종합적인 관점을 제공하였다. 마지막으로, 데이터의 무결성 및 실시간 공유와 더불어 사용자 편의성을 고려한 웹 기반 요구조건-검증 관리 전산시스템의 제안을 통하여 체계적이고

효과적인 요구조건-검증 관리 수행 환경을 마련하기 위한 방안을 제시하였다. 이는 모두 다수의 인원이 다량의 데이터를 생성·활용하며 진행되는 연구·개발 과정 등에서 보다 높은 중요성과 효과성을 가질 것으로 생각된다.

본 논문을 통해 소개한 실제적인 요구조건-검증 관리 체계는 향후 다양한 연구·개발 분야, 특히 우주시스템 등 대형-복합 시스템 개발에 적용하여 사업의 불확실성을 줄이고 성공 가능성을 높이는 데 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

References

1. NASA, "NASA Systems Engineering Handbook", SP-2016-6105, Rev.2, 2016
2. Dong-Hyun Cho, Il Sang Yoo, "A Process of the Risk Management for a Space Launch Vehicle R&D Project", Journal of the Korean Society of Systems Engineering, Vol.12, No.2, 2016
3. KARI Space Launch Vehicle R&D Office, "Project Management Model for Korea's Space Launch Vehicle Project", L2-PD-00071, 2019
4. INCOSE, "Systems Engineering Handbook: 4th Edition", INCOSE-TP-2003-002-04, 2015
5. NASA, "Space Launch System Program Verification & Validation Plan", SLS-PLAN-009, Ver.1, 2013
6. KARI Space Launch Vehicle R&D Office, "KSLV-II Requirements and Verification Management Plan", L2-PN-00037, 2018
7. Junyouk Jang, Dong-Hyun Cho, Il Sang Yoo, "A Study on Establishing the Requirements Verification Matrix(RVM) for the Space Launch Vehicle", Journal of the Korean Society of Systems Engineering, Vol.14, No.2, 2018
8. Dong-Hyun Cho, Junyouk Jang, Chang Young Lim, Il Sang Yoo, Mu Seong Hwang, "Web-based Systems Engineering Management System in a Space Launch Vehicle R&D Project", 2017 Fall Conference of the Korean Society of Systems Engineering
9. Il Sang Yoo, Dong-Hyun Cho, DaeSeung Kim, "Practices for Securing Requirements Traceability to Develop and Acquire the Target System", 2016 Fall Conference of the Korean Society of Systems Engineering
10. Junyouk Jang, Dong-Hyun Cho, Il Sang Yoo, "A Justification and Management of Requirements Establishment for the Space Launch Vehicle", 2019 Fall Conference of the Korean Society of Systems Engineering
11. Junyouk Jang, Dong-Hyun Cho, Il Sang Yoo, "The Requirements and Verification Management for the Successful Space System Development", 2022 Fall Conference of the Korean Society of Propulsion Engineers