

3단형 위성발사체 작업분류체계 개발

이준호*, 조미옥**, 서윤경***

Development of Work Breakdown Structure for 3-Staged Launch Vehicle

Joon Ho Lee*, Mi-Ok Joh**, Yun Kyung Seo***

Abstract

A work breakdown structure of 3-staged launch vehicle has been developed during the preliminary design step of KSLV-I program. In the present paper, the background, the detailed contents, and the total structures of WBS have been studied. The management plan for WBS has been also provided.

초 록

소형위성발사체(KSLV-I) 개발사업의 발사체 예비설계 단계에서 3단형 위성발사체(예비안)의 작업분류체계(WBS)를 개발하였다. 본 논문에서는 작업분류체계 개발의 배경과 세부 항목 및 전체적인 구성 등을 기술하였다. 아울러 작업분류체계의 운영 계획도 수립하였다.

키워드 : 소형위성발사체(KSLV-I), 발사체(launch vehicle), 제품분류체계(PBS), 작업분류체계(WBS)

1. 서 론

본 논문은 3단형 위성발사체 작업분류체계(WBS)의 개요, 구성 체계, 운용 등을 기술하여, WBS의 기능에 대한 이해를 돕고 WBS의 구성·활용·개정 등에 대한 방안을 제시하기 위하여 작성되었다.

체계적이고 효율적인 사업관리를 위하여 시스템 엔지니어링 기법을 소형위성발사체 개발사업에 적용하였다. 작업분류체계는 사업의 완성을 위하여 필요한 작업을 계층적 체계로 정리한 것

이다.

본 논문은 소형위성발사체(KSLV-I) 개발사업의 발사체 예비설계 단계에서 국내 확보기술을 바탕으로 설계된 3단형 위성발사체(예비안)를 기준으로 작성되었다.

2. 작업분류체계(WBS)

2.1 WBS의 정의

작업분류체계(Work Breakdown Structure: WBS)

* 기술경영그룹/joonho@kari.re.kr

*** 기술경영그룹/seoyk@kari.re.kr

** 기술경영그룹/yennjoh@kari.re.kr

는 사업의 완성을 위하여 필요한 작업을 계층적 체계로 정리한 것이다.[1] 작업분류체계는 제품분류체계(Product Breakdown Structure: PBS)를 기본으로 하여 작성되며, 제품분류체계 항목을 바탕으로 관련 작업과 서비스를 추가하여 완성된다. WBS는 PBS의 각 요소가 연결되는 지점에 관리(management), 시스템 엔지니어링(system engineering), 종합 및 검증(integration & verification), 종합지원(integrated logistics support) 등의 항목을 추가함으로써 구성된다. 그림 1은 시스템, PBS, WBS 간의 관계를 보여주고 있다.[1]

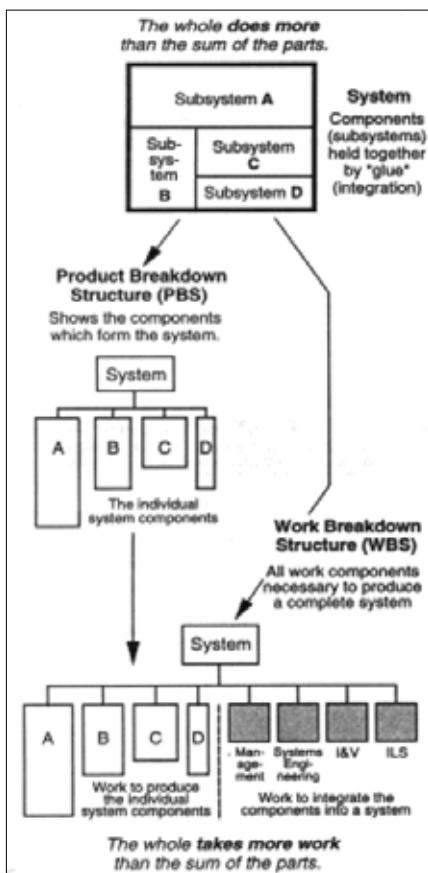


그림 1. System, PBS 및 WBS

WBS가 구성되기 전에 앞서 기초적인 PBS가 구성될 수 있도록 시스템 설계가 선행된 후, PBS 및 이에

다른 WBS가 하향(top down) 방식에 의해 단계별로 구성된다. 최상위 레벨의 전체 시스템으로부터 출발하여 systems, segments, subsystems 등의 단계를 거쳐 최하위 레벨인 부품 수준까지의 H/W 아이템, S/W 아이템 및 문서, 데이터베이스 등의 정보 아이템 등이 책임 기술자·관리자 목록과 함께 배치된다.

또한 WBS 구성 시에는 각 구성 요소를 명확히 정의하기 위하여 각 요소의 명칭, 고유번호, 목적, 설명 및 다른 WBS 요소와의 의존성·연관성 등을 명시한 WBS 사전을 함께 작성하여야 한다.

사업의 초기단계에서 전체 작업의 범주를 분명하게 파악하기는 어려우므로 성공적인 WBS 개발을 위해서는 사업의 전 과정을 통한 반복적인 수정·보완이 필요하다.

2.2 WBS의 용도

WBS는 다음과 같은 분야에 대하여 체계적인 구조를 제공하는데 활용된다.

- 기술적인 측면을 고려한 사업 계획 및 일정 (schedule)관리
- 비용 예측 및 예산 관리
- Statement of Work(SOW) 및 계약의 범위 결정
- 프로젝트 상황보고(일정, 비용, 인력, 기술적 성능, 비용 대비 일정 데이터 등 포함)
- SEMP(System Engineering Management Plan)
- 형상관리, 도면관리, 문서 관리 등

3. 3단형 위성발사체 WBS의 구성

3.1 구성 배경

3단형 위성발사체 작업분류체계[2]는 KSLV-I 예비안을 기준으로 하여 작성되었다.

한·러 국제 기술협력에 의하여 개발되는 2단형 위성발사체(기본안)와는 별도로, 발사체 예비설계 단계에서 국내 확보 기술을 바탕으로 하는 3단형

위성발사체(예비안)를 설계하였다. 3단형 위성발사체의 설계는 국내 기확보 기술 수준을 분석하여 국제 기술협력의 기본 자료로 활용하기 위하여 수행되었으며, 예비안의 3단을 기본안의 2단으로 직접 활용이 가능하도록 설계되었다.

2003년 6월에 개최된 시스템요구조건검토회의(System Requirements Review: SRR)[3]에서 발표된 3단형 위성발사체의 PBS를 기본 자료로 삼아 WBS를 구성하였다.

표 1. 3단형 위성발사체 PBS의 기본구성

Level 1	Level 2	Level 3
Launch Vehicle	Stage I	Structure Propulsion(Liquid) Navigation Guidance & Control Avionics Sensor Harness
	Stage II	Structure Propulsion(Liquid) Navigation Guidance & Control Avionics Sensor Harness
	Stage III	Structure Propulsion(Solid) Navigation Guidance & Control Avionics Sensor Harness
	Nose Fairing	Structure Electronics Aeroheating Sensor Harness
Ground Complex		Network Launch Control Center Launch Complex

3단형 위성발사체(예비안)의 작업분류체계는 2003년 9월 신규로 작성되었으며, 2004년 3월에 KSLV-I 예비안의 예비설계검토회의 (Preliminary Design Review: PDR)[4]를 준비하면서 개정되었다. 본 논문은 개정안을 기준으로 작성되었다.

WBS의 세부 구성 과정과 원칙은 3.2절에서 설명하기로 한다.

3.2 세부 구성

3.2.1 기본 원칙

WBS의 구성의 기본 원칙은 일반적인 시스템 엔지니어링 이론을 충실히 적용하되, 국내 연구·개발 환경 및 항공우주연구원 우주발사체사업단의 조직·연구 등과 관련된 고유 특성도 반영하여 'WBS 자체를 위한 WBS 구성'이 아니라 'KSLV-I 사업을 위한 WBS 구성'이 이루어지도록 하였다.[2][5] 그리고, PBS의 기본구조를 유지하여 실제 발사체와 WBS의 구성을 가급적 일치하도록 하였다.

체계 차원에서 관리하는 WBS는 레벨 5까지로 한정하며, 레벨 6부터는 해당 개발 그룹에서 관리하도록 하였다. WBS의 최하위 레벨은 레벨 9까지 구성하였다.

3.2.2 PBS에서 WBS로의 구성 과정

PBS에서 WBS로의 세부 구성과정은 아래와 같다.[5]

- 총괄 개념으로 우주시스템(레벨 0) 설정
- PBS의 발사체 부분을 '10000', 시설/설비 부분을 '80000' 항목으로 선정
- 위성 분야 '20000' 추가
- 시설/설비 중에서 고흥 우주센터에 위치한 시설/설비를 '30000'으로 분리
- 임무통제 및 지원 '40000' 추가
- 이상의 Product 관련 항목의 레벨 3까지는 바로 아래 레벨의 처음 두 항목으로 '종합, 조립 및 시험(Assembly, Integration and Test: AIT)'과 '소프트웨어(S/W)'를 일괄적으로 추가
- 우주시스템(레벨 0)의 AIT 항목을 '90000'으로 분류
- Product와 업무의 연결
 - WBS 각 레벨을 구성하는 Product와 관련된 모든 업무(설계, 해석, 시험, 제작 등)는 해당 항목에서 관리
 - 단일 Product가 아닌 다수의 관련 Product

- 에 복합적으로 적용되는 업무는 상위 레벨의 'AIT'와 'S/W'에서 수용하는 것을 원칙으로 함
- 시스템(체계) 업무의 분리
 - Product 기준의 Tree 구조(PBS 기반 구조)에 포함하기 힘든 다음의 업무를 분리
 - ① 여러 분야의 서비스시스템이 복합적으로 참여하는 대규모의 시스템 시험을 '50000'으로 분리
 - ② 체계관리, 체계종합 업무와 특정 Product에 국한되지 않는 시스템 설계 및 기본 설계 분야를 체계공학 '60000'으로 별도로 분류
 - '70000' 항목을 예비로 남김

표 2. 3단형 위성발사체 WBS 레벨 0/1 구성

Level	분류번호	명 칭
0	00000	우주시스템
1	10000	발사체
	20000	위성
	30000	지상시스템
	40000	임무통제 및 지원
	50000	시스템 시험 및 평가
	60000	체계공학
	70000	(예비)
	80000	시설/장비
	90000	우주시스템 종합, 조립 및 시험

3.2.3 기타 구성 원칙

- 한편, WBS 구성 및 운영상의 편의를 위하여 일부 공통·반복 항목에 대한 구성 원칙을 마련하였다.
- 부서 지정 항목
 - WBS는 PBS에 기반을 두고 있으므로, 부서명과 같은 조직 구성이 반영되는 것은 바람직하지 못하다.

그러나 일부 항목의 하위 레벨의 업무가 부서 차원으로 이루어져서 불가피하게 부서명을 사용해야 하는 경우, 번호체계의 통일을 위하여 하위 레벨을 해당 부서별로 분류하여 표준을 제시하였다.

- 분야별 정렬
 - WBS의 구성상 전체 업무를 분야별 세부 레벨로 분류하는 유사한 항목이 반복되는 경우가 많다. 번호체계의 혼란을 방지하기 위하여 유사분야의 번호를 가급적 일치시키고자 하였다. 이때 특정 분야의 번호가 필요하지 않은 경우는 공란으로 처리한다.
- 예) AIT: 1 S/W: 2
 구조: 3 열환경: 4
 추진: 5 항법제어: 6
 전자탑재: 7

- 시설·설비의 운영관리 표준 항목
 - 각종 단위 시설·설비의 최상위 레벨의 바로 아래 레벨에는 'AIT'와 'S/W' 항목 다음에 '운영관리' 항목을 일괄적으로 추가하는 것을 원칙으로 하며, 이 경우 '운영관리' 하위 레벨의 표준은 아래와 같다. 이 표준 항목을 가급적 준수하며, 해당 시설과 관계 없는 항목은 공란으로 처리한다.



한다.(WBS 관리부서)

4.1 WBS의 형식

WBS는 MS Project S/W로 작성되었으며, 아래의 항목으로 구성하였다.

- 분류번호
- 작업이름(국문)
- 작업이름(영문)
- 담당부서
- 담당자

분류번호 5자리를 붙여 쓰는 것을 공식 번호 체계로 하며, 레벨 4까지는 하위 레벨 칸을 '0'으로 표기한다. 또한 10이상의 두 자릿수 레벨 번호는 'A, B, C, ...'로 표기한다. 단, MS Project 파일 형식은 프로그램의 특성상 두 자릿수 레벨 번호를 사용하여야 하며 붙여 쓰기는 사용할 수 없다.

예)

공 식	비공식(MS Project)
31000	3.1
6A2D3	6.10.2.13.3



그림 2. WBS 작성 예(MS Project)

WBS의 국문 및 영문 작업이름을 KSLV-I 개발사업의 용어 표기의 기준으로 삼는다.

담당부서 또는 담당자가 복수인 경우 맨 처음에 기록된 부서 또는 담당자가 총괄 책임을 지는 것으로 간주된다. 담당자는 KSLV-I 사업에 종사하는 인원으로서 자격에 제한은 없으나, 책임소재를 위하여 레벨 1은 단/실장급, 레벨 2는 그룹장급 이상의 담당자를 선정함을 원칙으로 한다.

4.2 WBS의 개정

WBS의 개정[5][6]은 부서별 요청을 취합하여 WBS 관리부서의 책임 하에 작업을 진행하며, 각 부서별 실무 담당자는 SEIT IPT의 POC가 맡는 것을 원칙으로 한다.

부서별 실무 담당자의 교체는 부서장의 책임 하에 SEIT IPT를 통하여 관리부서에 통지한다.

개정시 항목의 삭제나 이동이 있는 경우 이전 분류번호는 그대로 남겨놓아야 한다. 이는 이전 분류번호로 작성된 기술자료 보존과 WBS 개정의 이력(history) 관리를 위해서 매우 중요하다.

WBS의 개정절차는 일반절차와 특별절차로 나뉜다.

4.2.1 일반 개정절차

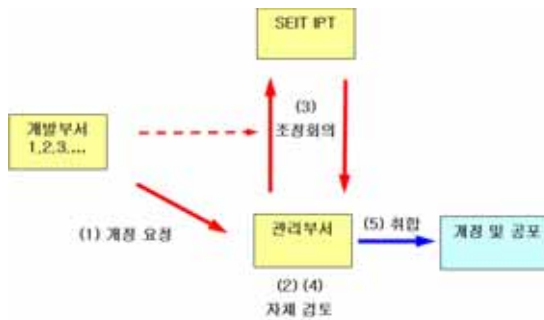


그림 3. WBS 일반 개정절차

- 1) WBS의 개정을 원하는 부서에서는 개정 요청 사항을 연구협력서로 WBS 관리부서로 송부한다. (기록 유지를 위해 연구협력서 형식을 따름)
- 2) 관리부서는 요청내용을 검토한다. 이때, 해당 실무부서의 의견을 최대한 반영함을 원칙으로

한다. 개정을 요청한 부서 이외의 다른 부서와 협의가 필요한 내용은 SEIT IPT나 별도의 회의를 거쳐 충분한 협의를 거친 후 결정한다. 회의 참석인원은 관련부서의 부서장 또는 POC와 해당업무의 실무자로 한다.

- 3) 개정된 내용을 반영하여 WBS를 업데이트한다. 일반 개정절차에 따른 업데이트는 개정이 있을 때마다 매번 수행하기는 곤란하므로 일정 기간동안 개정된 내용을 취합하여 일괄 반영한다. 업데이트 주기는 분기별 1회(연 4회) 이상으로 하되, 개정 내용의 분량, 시급성, 중요성 등을 고려하여 관리부서에서 조정할 수 있다.

4.2.2 특별 개정절차

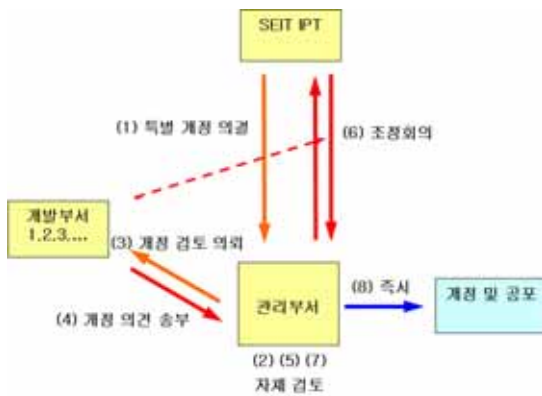


그림 4. WBS 특별 개정절차

특별 개정은 사업진행상의 주요 Milestone(각종 검토회의, 종합시험 등) 전·후에 전체적으로 WBS를 검토할 필요가 있다고 판단되는 경우에 이루어진다.

- 1) WBS 특별개정의 실시 여부는 SEIT IPT에서 결정한다.
- 2) 특별개정의 실시가 결정되면 WBS 관리부서는 각 부서에 개정 검토를 의뢰하는 연구협력서를 발송한다. 이 연구협력서는 개정 안건이 기록된 SEIT IPT 회의록으로 대신할 수 있다.
- 3) 각 부서는 개정 검토 내용을 관리부서 담당자

에게 송부한다. 사안의 시급성을 고려하여, 특별 개정절차에 의한 작업 기간 내에는 해당 부서의 개정의견 송부는 연구협력서 형식을 취하지 않아도 무방하다.

- 4) 관리부서는 일반 개정절차 2)와 동일한 검토 과정을 수행한다.
- 5) 관리부서는 특별 개정절차에 의해 업데이트된 WBS를 확정 즉시 공포한다.

4.3 WBS와 PLMS

WBS는 우주발사체사업단의 통합사업관리 시스템(Program Life-cycle Management System: PLMS)의 구축과 운영을 위한 기본 구조를 제공한다.

PLMS는 소형위성발사체 개발사업의 효율적인 수행을 위하여 일정관리, 문서관리, 도면관리, 형상관리, 인터페이스관리 등의 각종 사업관리 및 기술관리 기능을 통합적으로 운영하는 전산시스템이다. 시스템 엔지니어링 기법의 도입과 통합관리 및 개발정보 공유를 통한 효율적인 개발업무 수행을 목적으로 구축되었다.

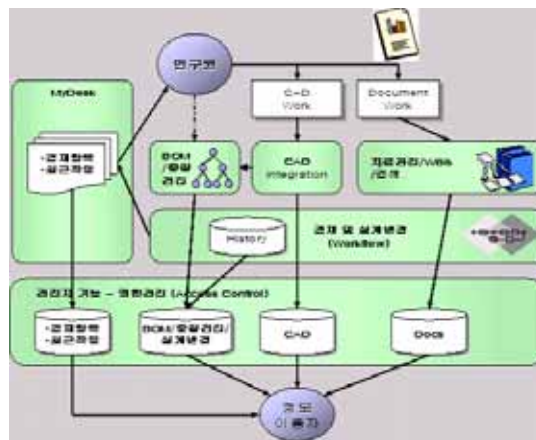


그림 5. 통합사업관리 시스템

5. 결 론

소형위성발사체(KSLV-I) 개발사업의 발사체 예비설계 단계에서 3단형 위성발사체의 작업분류체계(WBS)를 개발하였다.

3단형 위성발사체 작업분류체계(WBS)의 개요, 구성 체계, 운용 등을 기술하여, WBS의 기능에 대한 이해를 돕고 WBS의 구성·활용·개정 등에 대한 방안을 제시하였다.

시스템 엔지니어링 이론을 충실히 적용하는 동시에, 국내의 연구·개발 환경 및 관련 연구 조직 등과 관련된 특성을 반영하여 3단형 위성발사체의 제품분류체계 및 작업분류체계를 구성하였다. 아울러 작업분류체계의 관리, 개정 등에 관한 기본지침을 마련하여 운영하였다.

2. 이준호, “작업분류체계(WBS)”, WB61252X0000-0001(B), 한국항공우주연구원, 2004. 3.
3. 한국항공우주연구원 우주발사체사업단, System Requirements Review of KSLV-I, 한국항공우주연구원, 2003. 6.
4. 한국항공우주연구원 우주발사체사업단, Preliminary Design Review of KSLV-I (3-Stage LV), 한국항공우주연구원, 2004. 3.
5. 이준호, 조미옥, 김기석, “3단형 위성발사체 작업분류체계(WBS),” 2004년도 한국항공우주학회 추계학술발표회 논문집, 1015-1018쪽, 서울교육문화회관, 2004. 11. 18-19.
6. 이준호, “WBS 관리지침”, GD61251X 0000-0001, 한국항공우주연구원, 2004. 2.

참 고 문 헌

1. __, NASA Systems Engineering Handbook, SP-610S, NASA, June, 1995.

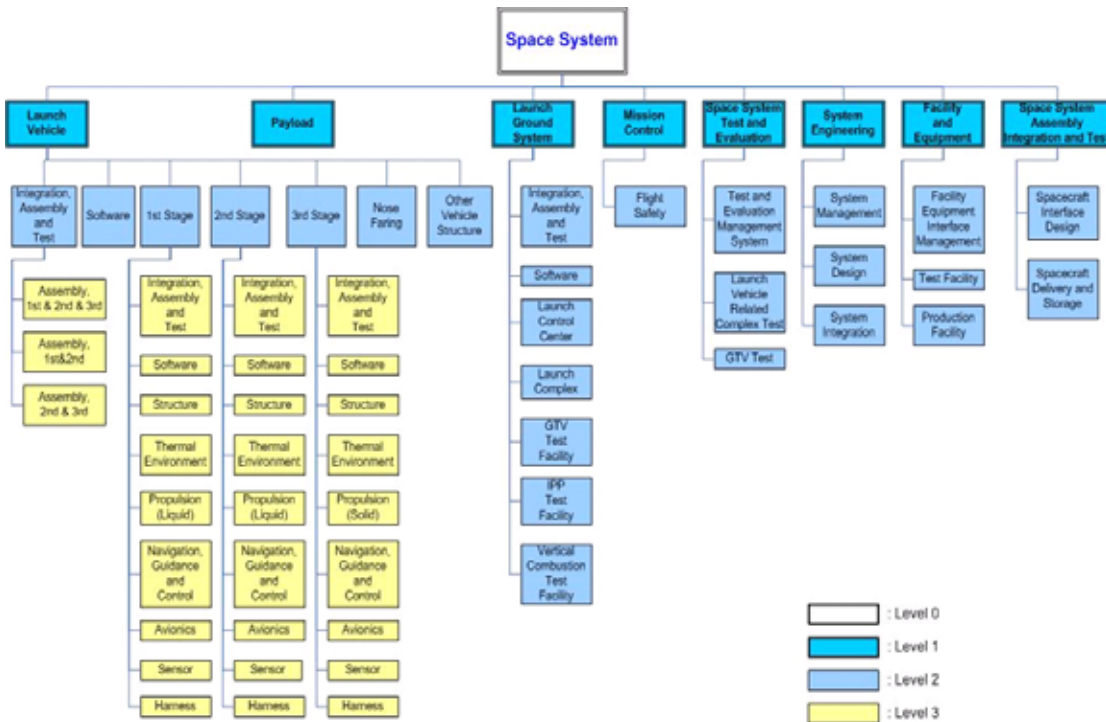


그림 6. 3단형 위성발사체 WBS 구성도