

과제제안요구서

[스페이스파이오니어사업 발사체 분야 세부과제]
“ 공통격벽 추진제 탱크 개발 ”

공통격벽 추진제 탱크 개발

□ 추진배경

- 소형발사체 상단의 제한된 공간 내에 경량 서브시스템을 효율적으로 배치하여 낮은 구조비를 달성해야 함
 - 연료 탱크와 산화제 탱크의 돔을 공유하는 공통격벽 추진제 탱크 적용을 통해 효율적인 발사체 스테이징 설계가 가능하고, 산화제인 액체산소와 함께 액체메탄이나 액체수소와 같은 극저온 연료를 사용 시 단열 관련 추가 중량이 감소함
 - 공통격벽 추진제 탱크를 발사체에 적용할 경우 추진제 탱크를 연결하는 탱크연결부 동체가 필요 없고 추진공급계 배관 및 하니스 길이가 감소하여 경량화 가능함
- 소형발사체 상단 체계 구성에 바로 연계/활용할 수 있는 제품을 개발하여 국내 소형위성 발사체 개발을 지원해야 함

과제제안요구서(RFP)

연구과제명	공통격벽 추진제 탱크 개발	
1. 연구목표		
■ 연구개발 목표 ○ 소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 개발 - 직경 2.0 m, 길이(실린더 부분) 3.0 m 급의 연료, 산화제 탱크를 통합한 공통격벽 추진제 탱크 검증용 시제품(QM, Qualification Model)을 개발함 - 소형발사체 상단의 추진제 조합(액체메탄/액체산소, 케로신/액체산소, 액체수소/액체산소 등)을 지상 및 발사 운용 시간 동안 안전하게 저장해야 함 - 지상 및 발사 운용 과정에서 작용하는 구조하중(TBD), 압력하중(공통격벽 탱크 간 차압 등), 운용하중(열, 음향, 진동 등)에 대해 구조 파손이나 추진제 누설 없이 안전하게 저장해야 함		
	해외선진국 개발수준 (SCOUT)	개발목표※
직경	4.0 m	직경 2.0 ± 0.2 m
탱크 길이(실린더 부분) (산화제+연료)	9.0 m	전체 길이 3.0 ± 0.5 m
추진제 종류	LH2/LOX	액체메탄/액체산소, 액체수소/액체산소(극저온 연료) 케로신/액체산소(상온 연료)
공통격벽 돔 차압조건 (파열기준)	3.1 bar (incl. KDF)	3.0 bar 이상 (파열계수 : 1.25 이상)
압력조건, bar (운용압 기준)	LH2 : 2.8~3.3 bar LOX 1.97~2.97 bar	연료 : 3.3 bar, 산화제 : 3.0 bar (인증계수 : 1.1)
환경 시험 조건	차압 조건 시험 돔 단열 조건 시험	차압 조건 시험 (파열) 반복 가압/파열 시험 (20회 이상, 파열계수 1.25 이상) 돔 단열 조건 시험
※ 소형발사체 시스템 설계 및 추진제 탱크 운용 규격에 따라 변경 가능, CDR을 통해 확정		
2. 연구내용 및 연구성과		
■ 연차별 연구내용 ○ 1차년도 : 공통격벽 추진제 탱크 설계		

- 공통격벽 돔을 구성하는 소재 구성 및 기본 설계
 - 공통격벽 구조물 제작을 위한 제작 기법, 공정 설계/검토
 - 2차년도 : 추진제 탱크 상/하부 돔 제작 및 공통격벽 돔 조합체 설계
 - 추진제 탱크 상/하부돔 형상 설계 및 제작(공정 개발 포함)
 - 공통격벽 내부의 단열용 충전재료 성능 평가 및 접착 공정 설계
 - 공통격벽의 기밀 확보를 위한 최종 용접 위치, 방법 및 조합체 제작 공정 설계
 - 3차년도 : 공통격벽 돔 조합체, 추진제 탱크 실린더부 제작
 - 공통격벽 돔 조합체 제작 및 기밀/차압/단열 성능 평가
 - 추진제 탱크 실린더 부분 용접 형상 및 방식 설계
 - 공통격벽 돔 조합체와 상/하부 추진제 탱크 용접 공정 개발
 - 4차년도 : 공통격벽 추진제 탱크 개발모델 제작/평가
 - 연료, 산화제의 충전이 가능한 공통격벽 추진제 탱크 시제품 제작
 - 기본 성능 시험(기밀, 수압, 차압, 반복 등) 및 결과 분석
 - 극저온 단열 성능 시험 및 결과 분석
 - 5차년도 : 공통격벽 추진제 탱크 체계 인터페이스 설계 및 적용
 - 소형발사체 상단 추진공급계 배관 배치 및 외부 인터페이스 설계
 - 공통격벽 추진제 탱크 운용 환경 요구조건 검증 시험(극저온 액체)
 - 6차년도 : 공통격벽 추진제 탱크 검증용 시제품 제작
 - 체계 활용이 가능한 공통격벽 추진제 탱크 검증용 시제품 제작 및 평가
 - 소형발사체 상단 추진제 탱크 지상운용 요구조건 만족 여부 평가
- 시험검증 방법
- 공통격벽 돔 단위 시제품의 기밀, 단열성능, 내압성능(외압좌굴) 평가
 - 소형발사체 상단 추진제 탱크 체계 인터페이스를 반영한 검증용 시제품을 구성하여 기밀, 내압, 실매질 지상/발사 운용시험(충전/배출/가압)

■ 최종성과물 및 활용방안

최종성과물	목표 체계	성과활용방안
소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크	[최초 적용 체계] 소형발사체 상단 (동체 구조) [이후 적용 체계] 소형발사체 1단 추진제 탱크로 확장	[최초 적용 체계] '26년 소형 발사체 개발사업에 연계(QM) [이후 적용 체계] 1단으로 적용 범위 확장하여 경쟁력 있는 소형발사체 확보

- 고성능 알루미늄 소재 및 마찰교반용접 기술은 독립형 추진제 탱크를 사용하는 발사체 및 구조, 배관 부품 제작에 연계, 활용

3. 특기사항

■ 성능 요구조건

- 추진제 탱크 공통 요구조건
 - 내부체적: 산화제탱크 4.0 m³ (액체산소 기준), 연료탱크 3.2 m³(액체메탄 기준)
 - 운용압력: 상부돔 얼리지 압력 기준 3.0 bar (게이지압력)
 - 목표중량: 260 kg 이하(소형발사체 체계 설계에 따라 목표 중량은 변경 가능, CDR 시 확정)

- 단열 요구조건
 - 공통격벽 및 스커트 총 열전달량 중 공통격벽 열전달량 20% 미만(산화제-연료탱크간 열전달 총량 중에 공통격벽 돔을 통해 전달되는 열전달량 기준)
- 기밀 요구조건
 - 헬륨 누설률 10^{-3} cc/sec 이하 (상온, 대기압)
- 반복 성능 요구조건
 - 상온, 최대운용압력 조건에서 50회
 - 극저온, 상온 반복 조건에서 10회
- 기타 요구조건
 - 소재 및 제작 공정 요구조건
 - Al-Li 합금소재 적용 및 마찰교반용접 공정을 적용하여 상단 중량 요구조건을 만족할 수 있도록 고성능 소재 활용 및 첨단 용접공정 개발이 요구됨
 - 공통격벽에 적용되는 단열재료는 Phenolic honeycomb core 또는 Foam core 등 중량이 최소화되도록 제안할 수 있음
 - 용접부 및 본딩부에 대한 비파괴검사 및 품질보증계획을 제안해야 함
 - 마찰교반용접 장비 개발 및 공정기술 확보 방안 제시
 - 액체 추진제 실매질 가압/운용 시험 및 공급계 부품 구성
 - 소형발사체 체계 구성에 바로 활용될 수 있도록 QM 시제품은 실제 운용에 필요한 추진공급계 밸브, 압력, 온도, 소진, 레벨센서, 가압탱크 등을 포함하여 구성하고, 실매질 가압/운용 시험을 수행하여 검증해야 함
 - 공통격벽 추진제탱크 제작 공장 레이아웃 및 양산 계획(4기/년 기준)
 - 소재 입고, 부품 성형, 가공, 용접, 조립, 검사, 시험, 출고를 위한 공장 레이아웃을 작성하고, 공통격벽 추진제탱크를 양산하기 위한 계획이 요구됨
 - “2단형 소형발사체 선행기술 개발” 한국항공우주연구원 고유사업과의 연계를 통해 체계활용이 가능한 개발 요구조건을 관리함

4. 연구기간 및 연구비

- (연구기간) '21.5.~'26.12(6년)
- (연구비) 320.1억원 (중소기업 기관부담금 기준 80 억원 포함)

(단위: 억원)

연도	2021	2022	2023	2024	2025	2026	합계
정부 지원금	27.2	45	45	45	37.5	40.4	240.1
민간 부담금	9.07	14.99	14.99	14.99	12.49	13.47	80
합계	36.27	59.99	59.99	59.99	49.99	53.87	320.1

※ 연구기간 및 연구비는 정부의 예산사정 및 평가결과 등에 따라 변동될 수 있음

* 제품 개발 기준 규격서

공통격벽 추진제 탱크 개발

□ 중점기술별 기준 규격서

○ 추진제 탱크 설계 규격서

- ECSS-E-ST-32-02C(Structural design and verification of pressurized hardware)
- 추진제 탱크의 설계 및 검증 절차는 규격서에 규정된 기준을 따르며 규격 외로 설계하거나 검증 계획을 수립할 경우 주관 기관과 협의하여 기준을 설정함

○ 용접 공정/검증 규격서

- AWS D17.3_D17.3M-2016(Specification for Friction Stir Welding of Aluminum Alloys for Aerospace Applications)
- 용접부 설계/공정개발/검증은 규격서에 규정된 기준을 따르며 규격 외로 설계/공정개발/검증이 필요한 경우 주관 기관과 협의하여 기준을 설정함

○ 공통격벽 돔 접착 공정 규격서

- ECSS-Q-ST-70-16C(Adhesive bonding for spacecraft and launcher applications)
- 공통격벽 샌드위치 돔의 본딩 공정은 규격서에 규정된 기준을 따르며 규격 외로 개발해야 되는 경우 주관 기관과 협의하여 기준을 설정함

○ 비파괴 검사 규격서

- ECSS-Q-ST-70-15C(Non destructive testing)
- 공통격벽 추진제 탱크 개발에 필요한 방사선, 초음파 탐상 검사 등의 공정은 비파괴 검사 규격서에 규정된 기준을 따르며 규격 외로 검사해야 되는 경우 주관 기관과 협의하여 기준을 설정함

○ 추진제 탱크 세척 및 청정도 검사 규격서

- ECSS-Q-ST-70-01C(Cleanliness and contamination control)
- 공통격벽 추진제 탱크의 내부 세척과 세척 후 청정도 검사는 규격서에 따르며 별도 세척 공정이나 청정도 측정이 필요한 경우 주관 기관과 협의하여 기준을 설정함

○ 품질 보증 규격서

- ECSS-Q-ST-20C(Quality Assurance)
- 공통격벽 추진제 탱크 개발에 필요한 재료, 부품제작, 조립 등의 공정은 품질보증 규격서에 따르며 규격 외 소재나 공정으로 개발해야 하는 경우 주관 기관과 협의하여 기준을 설정함

제안 요청서

스페이스파이오니어사업 발사체 분야 세부과제
공통격벽 추진제 탱크 개발

2021. 04.

스페이스파이오니어사업단

〈제 목 차 례〉

제 1 장. 개요	3
제 1 절. 제안요청서의 구조	3
제 2 절. 본 사업의 목표	3
제 3 절. 주요 용어 및 약자	4
제 2 장. 과제계획서 제출 요령	6
제 1 절. 작성 과제계획서 양식 안내	6
제 2 절. 과제계획서 작성 목차	6
제 3 절. 과제계획서 평가 지표	8
제 4 절. 컨소시엄 또는 기술이전	8
제 3 장. 기술적 요구사항	9
제 1 절. 요구조건	9
제 2 절. 요구사항	9
제 3 절. 납품항목 목록	12
제 4 절. 진도점검회의	14
제 4 장. 기타 특수조건	15
제 1 절. 연구개발수행기관의 책임 및 의무사항	15
제 2 절. 개발품목 시험	15
제 3 절. 제품보증	15
제 4 절. 진도관리	16
제 5 절. 도면관리	16
제 6 절. 사업단(체계연계지원팀 등)의 기술 관리 수용	16
제 7 절. 개발품의 해외 수출면허 규정 관련	17
제 8 절. 불임	17
불임#1 보안유지서약서	18
불임#2 공통격벽 추진제 탱크 규격서	19
불임#3 품질 보증 이행 계획서	20
불임#4 한국항공우주연구원 추진제 탱크 개발 관련 보유기술 및 참여 업무 범위	21

제 1 장. 개요

본 제안요청서는 공모를 통하여 ‘공통격벽 추진제 탱크 개발’을 수행할 업체를 선정할 목적으로 작성한다.

제 1 절. 제안요청서의 구조

가. 본 제안요청서는 제 2 장 ‘제안서 제출 요령’ 제 3 장 ‘기술적 요구사항’, 제 4 장 ‘기타 특수조건’ 및 특수조건 등이 요구하는 붙임의 양식 등을 포함하며, 제 2 장에서는 제안서 제출요령 및 사업관리 등 방안 등을, 제 3 장 및 제 4 장에서는 참여업체가 수행해야할 업무 및 조건 등을 정의한다.

제 2 절. 본 사업의 목표

가. 연구의 목표

- 소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 개발 필요성
 - 본 사업은 제3차 우주개발진흥 기본계획에 명시된 500kg급 위성(태양동기궤도 500km)의 경제적 발사에 필요한 소형발사체 체계의 상단 핵심 구성품인 공통격벽 추진제 탱크 개발을 목표로함
 - 소형발사체 상단의 효율적인 구성을 위하여 기존 추진제 탱크 개발 경험을 기반으로 새로운 용접 기술/공정 개발과 산화제/연료 탱크를 일체형 공통격벽으로 구성하여 구조비와 상단 형상의 최적화에 필요한 추진제 탱크 개발을 목표로 함
- 공통격벽 추진제 탱크 핵심 기술 목표
 - 직경 2.0 m 수준, 길이(실린더 부분) 3.0 m 수준의 연료, 산화제 탱크를 통합한 공통격벽 추진제 탱크 검증용 시제품(QM, Qualification Model)을 개발함
 - 소형발사체 상단의 추진제(액체메탄/액체산소, 케로신/액체산소, 액체수소/액체산소 등) 조합을 지상 및 발사 운용 시간 동안 안전하게 저장해야 함
 - 지상 및 발사 운용 과정에서 작용하는 구조하중, 압력하중(공통격벽 탱크 간 차압 등), 운용하중(열, 음향, 진동 등)에 대해 구조 파손이나 추진제 누설 없

이 안전하게 저장해야 함

	해외선진국 개발수준 (SCOUT)	개발목표※
직경	4.0 m	직경 2.0 m ± 0.2 m
탱크 길이(실린더 부분) (산화제+연료)	9.0 m	전체 길이 3.0 m ± 0.5 m
추진제 종류	LH2/LOX	액체메탄/액체산소, 액체수소/액체산소(극저온 연료) 케로신/액체산소(상온 연료)
공통격벽 돔 차압조건 (파열기준)	3.1 bar (incl. KDF)	3.0 bar 이상 (파열계수 : 1.25 이상)
압력조건, bar (운용압 기준)	LH2 : 2.8~3.3 bar LOX 1.97~2.97 bar	연료 : 3.3 bar, 산화제 : 3.0 bar (인증계수 : 1.1)
환경 시험 조건	차압 조건 시험 돔 단열 조건 시험	차압 조건 시험 (파열) 반복 가압/파열 시험 (20회 이상, 파열계수 1.25 이상) 돔 단열 조건 시험

※ 소형발사체 시스템 설계 및 추진제 탱크 운용 규격에 따라 변경 가능

가. 최종 성과물 및 활용 체계

최종성과물	목표 체계	성과활용방안
소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크	[최초 적용 체계] 소형발사체 상단 (동체 구조) [이후 적용 체계] 소형발사체 1단 추진제 탱크로 확장	[최초 적용 체계] '26년 소형 발사체 개발사업에 연계(QM) [이후 적용 체계] 1단으로 적용 범위 확장하여 경쟁력 있는 소형발사체 확보

제 3 절. 주요 용어 및 약자

- 기술자료 : 메모, 서신, 영상 및 음성 기록물, 사진, 설계, 컴퓨터 S/W, 공정(절차)서 및 계약서 등 일체의 자료 및 정보
- KARI Korea Aerospace Research Institute
- COC Certificate of Conformity
- DR Design Review
- ICD Interface Control Drawing 또는 Document
- MRR Manufacturing Readiness Review
- NCR Non Conformance Record
- KIP Key Inspection Point
- MIP Mandatory Inspection Point

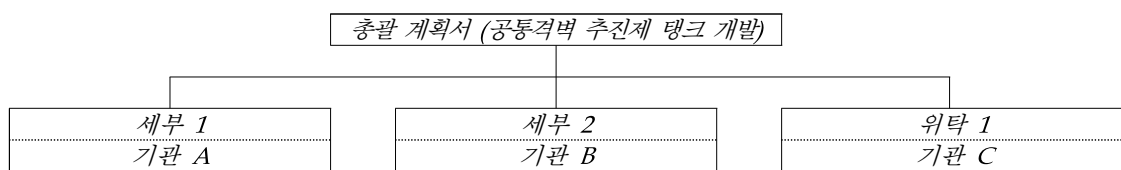
○ TBD	To Be Determined
○ TBR	To Be Resolved
○ TBC	To Be Confirmed
○ TRR	Test Readiness Review
○ PTR	Post Test Review
○ EDC	Effective Date of Contract for development
○ KO	Kick Off Meeting
○ SRR	System Requirement Review
○ SDR	System Design Review
○ PDR	Preliminary Design Review
○ CDR	Critical Design Review
○ MRR	Manufacturing Readiness Review
○ TRR	Test Readiness Review

제 2 장. 과제계획서 제출 요령

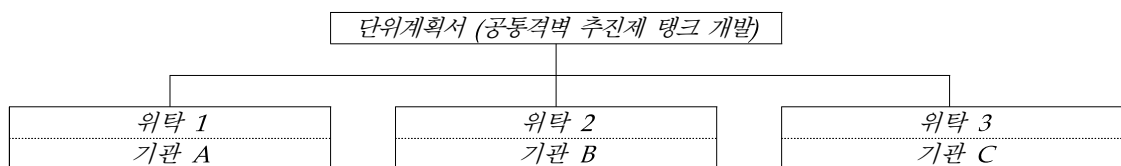
제 1 절. 작성 과제계획서 양식 안내

붙임의 ‘2021년 국책연구본부 신규 계획서 양식’에 작성하되, 주관기관은 사업의 추진 구조에 따라 각각 총괄, 세부, 위탁, 단위 과제계획서를 제출하여야 한다.

<참고> 컨소시엄 구성 시(예시)



<참고> 단독 기업/기관 제안 시(예시)



제 2 절. 과제계획서 작성 목차

과제계획서는 2021년 국책연구본부 신규 계획서 양식을 기준으로 하여 아래에서 명시한 각각의 세부 항목은 모두 포함하여야 한다.

1. 연구개발과제의 필요성
2. 연구개발과제의 목표 및 평가기준, 설정근거
3. 연구개발과제의 내용, 추진체계 및 일정
 - 1) 연구개발과제의 내용
 - 총괄과제 개발 대상 설계 및 세부 개발안
(요구조건에 대한 Compliance Matrix 포함)
 - 검증계획
 - 업무 범위 (RFP 제3장 제3절의 납품목록 포함)
 - 제작, 조립 및 시험 계획
 - 공정 및 품질관리 방안

2) 연구개발과제의 추진체계

- 사업관리 방안
- 사업실패 대응계획 (Back-up Plan)
- 품질인증 체계
- 구성품 조달계획 (구매관리)
- 중점관리품목 및 위험요소 관리 방안
- 자체개발분야 기술의 세부개발안
- 하청생산 및 위탁 연구 계획 (필요시)

3) 추진 일정 (아래 일정 포함)

- SRR (System Requirement Review)
- SDR (System Design Review)
- PDR (Preliminary Design Review)
- CDR (Critical Design Review)
- MRR (Manufacturing Readiness Review)
- TRR (Test Readiness Review)
- PAT (Pre Acceptance Test) @ 총괄과제 수행기관
- FAT (Final Acceptance Test) @ 항우연

4. 연구개발성과의 활용방안 및 기대효과

1) 연구개발성과의 활용방안

2) 연구개발성과의 기대효과

5. 연구수행역량 (연구개발기관 현황 및 역량 포함)

6. 연구개발비 사용에 관한 계획

7. 연구개발 안전 및 보안조치 이행계획

8. 연구개발성과의 사업화 전략 및 계획

제 3 절. 과제계획서 평가 지표

평가항목	평가 주안점	배점
연구계획 (30)	연구주제안내서(RFP)와의 부합성	10
	연구목표의 명확성 및 달성 가능성(타당성)	10
	연구내용 및 추진체계의 합리성 (컨소시엄 구성 적절성 확인 포함)	10
체계연계성 (30)	체계연계를 위한 중점기술개발 방안 및 구체성	15
	체계연계를 위한 계획의 구체성	15
	◦ 체계연계에 대한 리스크 식별 및 대응방안이 우수한가?	
연구역량 (20)	참여기관 실적의 우수성, 적합성 및 수행능력 평가	10
	참여기관의 재무 건정성 및 신뢰성	5
	참여연구원 구성의 적절성	5
결과활용 (20)	연구결과 활용가능성 및 파급효과	10
	연구결과의 실용성 및 적용방안의 구체성	10
합 계		100

제 4 절. 컨소시엄 또는 기술이전

사업제안기관은 “붙임#4. 한국항공우주연구원 추진제 탱크 개발 관련 보유기술 및 참여 업무 범위”에 제시한 기술을 고려하여 컨소시엄을 구성하거나 기술이전 형태로 사업추진계획을 제안할 수 있다.

제 3 장. 기술적 요구사항

제 1 절. 요구조건

본 제안 요청서의 성능, 개발 요구조건에 근거하여 설계, 세부 개발 계획을 수립하고, 검증 매트릭스를 작성한다.

붙임#2 공통격벽 추진제 탱크 규격서

붙임#3 품질 보증 이행 계획서

붙임#4 한국항공우주연구원 추진제 탱크 관련 보유기술 및 참여 업무 범위

제 2 절. 요구사항

가. 성능 요구조건

주요 요구 항목	개발목표※
추진제 탱크 공통 요구조건	- 내부체적: 산화제탱크 4.0 m³ (액체산소 기준), 연료탱크 3.2 m³(액체메탄 기준) - 운용압력: 상부돔 얼리지 압력 기준 3.0 bar (게이지압력)
단열 요구조건	공통격벽 및 스커트 총 열전달량 중 공통격벽 열전달량 20% 미만 (산화제-연료탱크간 열전달 총량 중에 공통격벽 돔을 통해 전달되는 열전달량 기준)
기밀 요구조건	헬륨 누설률 10⁻³ cc/sec 이하 (상온, 대기압)
반복 성능 요구조건	- 상온, 최대운용압력 조건에서 50회 - 극저온, 상온 반복 조건에서 10회

※ 소형발사체 시스템 설계 및 추진제 탱크 운용 규격에 따라 변경 가능, CDR을 통해 확정

나. 개발 요구사항

- 소재 및 제작 공정 요구조건
 - Al-Li 합금소재 적용 및 마찰교반용접 공정을 적용하여 상단 중량 요구조건을 만족할 수 있도록 고성능 소재 활용 및 첨단 용접공정 개발이 요구됨
 - 공통격벽에 적용되는 단열재료는 Phenolic honeycomb core 또는 Foam core 등 중량이 최소화되도록 제안할 수 있음.
 - 용접부 및 본딩부에 대한 비파괴검사 및 품질보증계획을 제안해야 함.

- 마찰교반용접 장비 개발 및 공정기술 확보 방안 제시
- 액체 추진제 실매질 가압/운용 시험 및 공급계 부품 구성
 - 소형발사체 체계 구성에 바로 활용될 수 있도록 QM 시제품은 실제 운용에 필요한 추진공급계 밸브, 압력, 온도, 소진, 레벨센서, 가압탱크 등을 포함하여 구성하고, 실매질 가압/운용 시험을 수행하여 검증해야 함
- 공통격벽 추진제탱크 제작 공장 레이아웃 및 양산 계획(4기/년 기준)
 - 소재 입고, 부품 성형, 가공, 용접, 조립, 검사, 시험, 출고를 위한 공장 레이아웃을 작성하고, 공통격벽 추진제탱크를 양산하기 위한 계획이 요구됨
- “2단형 소형발사체 선행기술 개발” 한국항공우주연구원 고유사업과의 연계를 통해 체계활용이 가능한 개발 요구조건을 관리함

다. 연차별 목표 및 평가지표 (예시)

최종목표	○ 소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 개발
세부목표	1. 소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 설계 2. 추진제 탱크 제작용 치구, 장비 및 제작 공정 개발 3. 추진제 탱크 내압 성능 평가 및 공통격벽 극저온 환경 조건 검증 4. 소형발사체 체계 활용을 위한 인터페이스 설계 및 운용 검증
단계별 (연차별) 목표	○ 1차년도 : 공통격벽 추진제 탱크 형상 설계, 제작을 위한 소재 선정, 치구, 장비, 제작 공정 설계/검토 ○ 2차년도 : 공통격벽 추진제탱크 돔, 실린더 성형 공정 및 고효율 용접 공정 개발 ○ 3차년도(단계) : 공통격벽 샌드위치 단열 돔 제작 및 열전달 성능 시험 ○ 4차년도 : 극저온 추진제 충전/배출/가압이 가능한 공통격벽 추진제 탱크 시제품 제작 ○ 5차년도 : 공통격벽 추진제 탱크 극저온 환경 내압 시험 및 성능 평가 ○ 6차년도(최종) : 소형발사체 체계 활용이 가능한 공통격벽 추진제 탱크 검증용 시제품 제작 및 최종 성능 평가

평가항목	가중치 (%)	관련 세부목표	연차	연차별 목표 (조건/환경)
(정성) 소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 다분야 통합 설계	25	1	1차년도 (1단계 1차년도)	소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 내·외부 구성 부품 및 개발 규격 정의
			2차년도 (1단계 2차년도)	소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 형상 예비 설계 및 열/구조 해석
			3차년도(단계) (1단계 3차년도)	소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 및 내·외부 구성품 상세 설계(PDR 수행)
			4차년도 (2단계 1차년도)	소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 체계 활용을 위한 추진공급계 인터페이스 예비 설계

평가항목	가중치 (%)	관련 세부목표	연차	연차별 목표 (조건/환경)
			5차년도 (2단계 2차년도)	소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 체계 활용을 위한 추진공급계 인터페이스 상세 설계(CDR 수행)
			6차년도(최종) (2단계 3차년도)	소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 규격서 작성
(정성) 공통격벽 추진제 탱크 제작용 치구, 장비, 제작 공정 개발	30	2	1차년도	공통격벽 추진제 탱크 구성품별 제작용 치구, 장비 규격 정의 및 공정 설계
			2차년도	공통격벽 추진제 탱크 돔, 실린더 및 구성품 제작 공정 개발 및 금속재 고효율 용접 공정 개발
			3차년도(단계)	공통격벽 샌드위치 단열 돔 및 구성품 제작 공정 개발
			4차년도	공통격벽 추진제 탱크 내압 성능 검증용 시제품 제작 공정 개발
			5차년도 (2단계 2차년도)	공통격벽 추진제 탱크 및 부품 제작 공정 규격화 및 체계납품용 시제품 공정 개발
			6차년도(최종) (2단계 3차년도)	소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 제작 공정 절차서 및 규격서 작성
(정성) 소형발사체 상단 공통격벽 추진제 탱크 운용 및 평가/검증 절차 및 요구조건 수립	20	3,4	1차년도	소형발사체 상단용 공통격벽 추진제 탱크 소재, 부품 시험 평가 규격 정의
			2차년도	공통격벽 추진제 탱크 열/구조 시험평가 요구조건 도출
			3차년도(단계)	공통격벽 추진제 탱크 내압 성능 평가용 시제품의 시험 조건 및 검증 규격 정의 (마찰 교반 용접 비파괴 검사 방법 및 절차)
			4차년도	체계활용을 위한 추진공급계 인터페이스 검증 조건 및 시험 규격 수립
			5차년도 (2단계 2차년도)	체계 운용 조건을 고려한 공통격벽 추진제 탱크 운용/환경 시험 요구조건 수립 및 검증 절차 정의
			6차년도(최종) (2단계 3차년도)	체계 활용을 위한 공통격벽 추진제 탱크 수락/인증 시험 규격 정의
(정량) 소형발사체 상단 추진제 탱크 극저온 내압 성능 검증용 시제품 제작	25	3,4	1차년도	공통격벽 추진제 탱크 구성 소재 및 공정 시편 제작 (용접 효율 75% 이상)
			2차년도	추진제 탱크 실린더, 돔 공정 평가 시제품 제작
			3차년도(단계)	공통격벽 돔 기밀, 열/구조 성능 평가용 시제품 제작 (돔 및 실린더 부분 누설 허용 안 함)
			4차년도	내압 성능평가용 공통격벽 돔 조합체 시제품 제작
			5차년도	체계 활용 검증용 공통격벽 추진제탱크 시제품 제

평가항목	가중치 (%)	관련 세부목표	연차	연차별 목표 (조건/환경)
			(2단계 2차년도)	작
			6차년도(최종) (2단계 3차년도)	체계 납품용 공통격벽 추진제 탱크 시제품 제작 (기존 소재 대비 20% 이상 중량 절감)
합계	100			

라. 시험검증방안

- 공통격벽 돔 단위 시제품의 기밀, 단열성능, 내압성능(외압좌굴) 평가
- 소형발사체 상단 추진제 탱크 체계 인터페이스를 반영한 검증용 시제품을 구성하여 기밀, 내압, 실매질 지상/발사 운용시험(충전/배출/가압)
- 시험검증방안은 공통격벽 추진제 탱크 개발 규격서 및 검증 매트릭스에 기술된 시험 평가 항목에 대하여 별도로 시험계획서를 작성하고, 사업단 및 수요기관의 승인 후 시험을 수행한다.

※ 소형발사체 시스템 및 추진제 탱크 운용 조건 설계에 따라 세부 시험 항목 및 규격은 협의하며 사업단 및 수요기관의 승인을 거쳐서 조정할 수 있음

제 3 절. 납품항목 목록

가. 납품 문서

- 주요 회의 발표 자료(착수회의, SRR, PDR 등)
- 제품 보증 계획 및 절차서
- 도면 목록 및 도면(시편, 치공구 포함)
- 제작 공정서, 지시서 및 절차서
- 부품리스트 및 M-BOM
- 제품 보증서
- 제작 공정 진행 결과 요약 및 사진(개발 완료 보고서)
- 원자재 검사 성적서
- 부품, 조립품 검사 성적서
- 비파괴 검사 결과 보고서
- 불일치/고장 내역 및 보고서
- 기술 변경요구 요약서
- 안전, 취급, 포장, 저장, 운송 정보
- 기타 사항

※ 상기 납품문서는 사업단과 세부과제 주관기관의 협의하에 조정될 수 있음. 또한, 작성 및 관리방법에 대해서는 사업단에서 지원/협력할 수 있음.

나. 하드웨어 개발 목록

No	Item	Quantity	Delivery Date	Notes
1	EM 시제품 (체결류 포함)	1 set	EDC + 56 months	Delivery Date 후 과괴시험 가능
2	QM 시제품 (체결류 포함)	1 set	EDC + 68 months	수락/운용 시험 후 개발 완료

제 4 절. 진도점검회의

아래의 주요 진도점검회의는 본 사업 연구개발성과의 체계연계를 위해 필수적으로 판단되는 사항이며, 아래 진도점검회의 외에도 스페이스파이오니어사업단 및 관련 부처, 연구재단 및 연구개발수행기관의 요구발생 시 수시로 설계 및 개발경과 관련 회의가 개최되어야 한다.

동시에 연구개발수행기관은 매달 사업단에 연구개발진도 보고서를 제출한다.

□ 주요일정

- SRR (System Requirement Review)
- SDR (System Design Review)
- PDR (Preliminary Design Review)
- CDR (Critical Design Review)
- MRR (Manufacturing Readiness Review)
- TRR (Test Readiness Review)
- PAT (Pre Acceptance Test) @ 계약업체
- FAT (Final Acceptance Test) @ 항우연

사업 주요일정 (제안 시 변경 가능)

사업기간	사업일정	예정일 (TBD)	비고
‘21.5.~‘26.12 (6년)	EDC	TBD	
	SRR	EDC + 6 months	
	SDR	EDC + 12 months	
	PDR	EDC + 20 months	
	CDR	EDC + 32 months	
	EM MRR	EDC + 36 months	
	EM TRR	EDC + 44 months	
	QM MRR	EDC + 50 months	
	QM TRR	EDC + 56 months	
	PAT/FAT	EDC + 68 months	

※ EDC : Effective Date of Contract, 협약일

제 4 장. 기타 특수조건

제 1 절. 연구개발수행기관의 책임 및 의무사항

- 연구개발수행기관은 주요 제작 공정 및 품목을 사진(연도/월/일 포함) 혹은 동영상으로 기록하여 유지한다.
- 연구개발수행기관은 붙임 4의 한국항공우주연구원 추진제 탱크 개발 관련 보유기술 및 참여 업무 범위를 포함하여 개발 계획을 수립하고, 사업기간 동안 체계 설계 주관기관으로부터 설계/검증 요구조건 및 체계 활용을 위한 인터페이스 설계 문서들을 제공받아 시제품 개발에 반영해야 한다.

제 2 절. 개발품목 시험

- 연구개발수행기관은 본 사업의 과제제안요청서에 언급된 “개발” 품목의 검증시험을 도면에 명기하여 수행해야 한다.
- 단, 검증시험 방법에 이견이 있을 시, 개발수행기관이 제시하는 방법이 당초 제안요청서에서 요구하는 방법과 차이가 없음을 입증해야 한다.
- 연구개발수행기관은 수용 가능한 경우 사업단에서 요구하는 검증시험을 추가 비용 없이 수행하고, 수행 후 2주일 내에 시험 결과를 사업단에 제출해야 한다. 요구성능 미달 시, 이에 대한 기술회의를 사업단과 수행한 후 제시된 개선책에 따라 재시험을 수행해야 한다.
- 모든 검증시험 경우, 계획서는 사전에 사업단의 승인을 득해야 한다. 연구개발수행기관의 시험 항목 및 방법 변경 시는 사업단과 서면 협의 후 새로운 방법에 대한 검증이 선행되어야 한다.
- 이러한 검증시험은 연구개발수행기관에 의해 수행되거나 “연구개발수행기관과 계약을 맺은 전문 시험기관에 의하여 수행될 수 있으며, 이 경우 사업단이 지정한 검사원이 입회할 수 있다.
- 본 제안요청서에서 요구하는 계획 이외의 환경시험은 협의하여 수행한다.

제 3 절. 제품보증

- 연구개발수행기관은 사업단의 승인을 받은 연구개발수행기관의 제품보증계획서를 준수하여 “개발” 된 납품 품목을 납품해야 한다.
- 연구개발수행기관은 제품보증계획에 따라 제품보증 활동을 수행해야 하며, 이에 적합한 조직과 인력을 구성해야 한다.
- 사업단은 연구개발수행기관 혹은 연구개발수행기관의 외주업체에 대한 제품

보증 활동을 주기적으로 확인 및 감독할 수 있으며, 필요 시 시정 조치를 요구할 수 있다.

- 사업단이 연구개발수행기관 혹은 연구개발수행기관의 외주업체에 대한 품질 확인(MIP: Mandatory Inspection Point 포함)을 실시하는 경우, 연구개발수행기관은 사업단이 요구하는 모든 필요한 지원을 제공해야 하며, 품질확인에 대한 승인을 득해야 한다.
- 연구개발수행기관은 제품보증계획에 따른 전 과정 및 납품품목의 품질에 대한 최종 책임을 진다.

제 4 절. 진도관리

- 연구개발수행기관은 계약 완료일까지 개발에 대한 진도보고서(일정계획 포함)를 매월 사업단에게 제출해야 한다.
- 연구개발수행기관은 위 제3장 제4절 진도점검 회의 일정에 따라 진도점검 회의를 개최해야 한다.
- 연구개발수행기관은 사업단의 요구에 따라 주간, 격주 혹은 월간 단위로 “개발” 회의를 진행하고 사업단의 요구에 따라 관련 자료를 제출해야 한다.
- 사업단은 필요하다고 판단되는 시기에 연구개발수행기관에 대한 실사를 실시할 수 있으며, 실사 결과에 따라 필요시에는 연차평가 및 차년도 협약에 반영한다.

제 5 절. 도면관리

- “연구개발수행기관은 “개발”에 관련된 모든 도면이 제작 시작 전 사업단의 서면 승인이 완료되도록 지원해야 한다.
- 연구개발수행기관에 의하여 생성되는 도면은 사업단에 의한 “도면작성방법”, “도면 작성 및 배포 절차” 및 “도면번호” 등을 따르며, 사업단의 형상관리 절차에 따라 사업단의 CDMO(Configuration Data Management Office)에 등록한다.

제 6 절. 사업단(체계연계지원팀 등)의 기술 관리 수용

- 사업단(체계연계지원팀 등)의 세부 개발 사양 검토 및 요건이 반영되도록 하여야 함
- 사업단(체계연계지원팀 등)이 지정한 연구진 출입 및 관련 자료, 연구성과물 등의 열람을 보장하고, 기술 관리가 수행될 수 있도록 지원하여야 함

- ※ 연구개발계획서 내 기술관리를 수용할 수 있는 추진 계획을 제시하여야 함
- 최종 연구성과물의 활용도 제고를 위하여, 후속 체계사업과 관련된 제반사항(시험 등) 지원 등을 성실히 수행하여야 함

제 7 절. 해외 수출면허 규정

본 사업의 개발품은 해외 수출면허 규정의 제한을 받지 않도록 개발하여야 함.
개발 특성상 해외수출면허 부품사용이 불가피할 경우 이후 개발을 위한 대안이나 대비계획을 제시하여야 함

제 8 절. 붙임

붙임은 본 제안요청서의 일부로 본다.

붙임#1. 보안유지 서약서

보안유지 서약서

관 련 : 2021년도 스페이스파이오니어사업 세부과제 선정 관련
기술문서 습득

과 제 명 :

수령자 및 수령기관(이하 수령인)은 2021 스페이스파이오니어사업의 세부과제 선정과 관련된 제안요청서에 부속한 기술문서를 수령함에 있어, 본 기술문서들이 보안 및 재산적 정보로 간주됨을 인정하고 동의합니다. 본 기술문서의 수령 목적은 오로지 2021 스페이스파이오니어사업의 세부과제에 선정되기 위함이며, 수령인은 본 기술문서 상의 정보 및 검토과정에서 습득한 모든 정보와 지식을 자신의 재산적 정보를 보호하는 관리수준과 동일한 정도로 타인에게 누설되지 않도록 보호하여야 함을 인정하고 동의합니다. 수령인은 스페이스파이오니어사업단(이하 사업단)의 사전 서면 승인 없이 기술문서를 상기 관련에서 규정한 목적이외에는 사용할 수 없음을 인정하고 동의합니다. 본 기술문서 뿐 아니라 이에 기반하여 복사 또는 복제로 창출된 모든 기술적 정보는 사업단의 소유이며 세부과제 선정 과정 이후, 사업단의 서면 요청 시점으로부터 30일 이내에 수령인의 선택에 의하여 즉각 사업단에 반환되거나 파기되어야 하며, 파기의 경우 수령인은 상기 서면 요청일로부터 30일 이내에 동 요청을 이행하였다는 서면 확인서를 사업단에 제공하여야 함에 동의합니다.

2021년 4월 일

수령기관 : _____ (인)

수령자 : _____ (인)

붙임#2. 공통격벽 추진제 탱크 규격서

- 발사체분야_공통격벽 추진제 탱크 규격서(초안) 별도 첨부
- * 상세기술자료는 스페이스파이오니어사업단(한국항공우주연구원 내)에 방문, 보안서약서(붙임#1 참조) 오프라인 제출 이후 직접 수령 가능

붙임#3. 품질 보증 이행 계획서

□ 품질 보증 규격서, ECSS-Q-ST-20C(Quality Assurance)

- 공통격벽 추진제 탱크 개발에 필요한 재료, 부품제작, 조립 등의 공정은 품질보증 규격서에 따르며 규격 외 소재나 공정으로 개발해야 하는 경우 주관 기관과 협의하여 기준을 설정함
- 참여업체는 제시된 품질 보증 규격서에 따라 제품보증 이행계획을 수립하고 이행하여야 한다.
- 참여업체는 협약이 체결된 후 3개월 이내에 체계 연계 주관기관과 수요기관에 제품보증 이행 계획서를 제출하여 승인을 받아야 한다. 체계 연계 주관기관과 수요기관은 개발사업과 관련된 문서와 검사, 평가, 감사 등의 권한을 갖는다.
- 참여업체는 제품보증 이행 계획서에 아래 사항을 포함하여 제출해야 한다.
 - * PFMEA(Process Failure Modes and Effects Analysis) : 참여업체가 수행하는 공정 및 협력업체에서 수행되는 공정을 모두 포함하여 작성하고, 중요 공정을 식별하여 관리 절차를 수립한다.
 - * 참여업체는 재료 및 부품 구매 계획, 주요 제작 장비 현황, 검사/시험 장비 현황과 품질보증 인력 운용 계획을 수립하여 제출한다.
 - * 참여업체는 개발품의 검사 및 시험 계획을 수립하고 체계 연계 주관기관과 수요기관의 참관이 필요한 주요 검사 공정을 MIP(Mandatory Inspection Point)로 규정하여 관리한다.
 - * 재료, 공정, 수명제한 부품, 세척, 청정도 검사, 포장/운송/보관 절차를 수립하여 제품보증 계획서에 포함하여 제출해야 한다.
 - * 참여업체는 제품의 제작, 조립, 통합 및 시험 과정에서 발생하는 불일치 사항에 대한 관리 절차를 수립하여 제출한다.
- 참여업체는 제품보증 활동 및 절차에 대해 내부 양식이 있는 경우 이를 사용할 수 있다.

붙임#4. 한국항공우주연구원 추진제 탱크 개발 관련 보유 기술 및 참여 업무 범위

☐ 연차별 보유기술 활용 및 참여 업무 범위

○ 1차년도

- 공통격벽 추진제 탱크 개발 규격 및 검증 매트릭스 도출
- 공통격벽 추진제 탱크 예비설계 및 소재, 제작공정 기본 설계
- 공통격벽 추진제 탱크 핵심 제작공정 분석 및 제작 장비 개발 방안 도출

○ 2차년도

- 공통격벽 추진제 탱크 형상 설계 및 해석
- 공통격벽 추진제 탱크 제작 공정 개발 기술 지원
- 공통격벽 추진제 탱크 시험/평가 절차서 작성 지원

○ 3차년도

- 공통격벽 추진제 탱크 시편/시제품/조합체 시험 평가 지원
- 공통격벽 추진제 탱크 제작 공정 개발 기술 지원
- 소형발사체 상단 추진제 탱크 인터페이스 설계 및 개발 규격 도출

○ 4차년도

- 공통격벽 추진제 탱크 체계 연계 시제품 설계 및 규격 도출
- 공통격벽 추진제 탱크 개발용 시제품 및 조합체 성능 평가 입회/평가
- 소형발사체 상단 추진제 탱크 운용 규격 및 검증 절차 도출

○ 5차년도

- 공통격벽 추진제 탱크 운용 환경 시험 평가
- 소형발사체 상단 추진제 탱크 규격서 도출 및 수락/검증 시험 절차 확정

○ 6차년도

- 체계 연계 시제진제 탱크 요구조건 만족 여부 평가
- 품 검사 및 성능/운용 시험 입회/평가
- 소형발사체 상단 추

☐ 연차별 예산 사용 계획안 (예시, 위탁과제 포함)

(단위: 억원)

연도	2021	2022	2023	2024	2025	2026	합계
항우연	6	7	7	7	7	6	40
산업체 컨소시움	30.3	53	53	53	43	47.8	280.1
합계	36.3	60	60	60	50	53.8	320.1

※ 개발 사업의 주체별 역할 조정에 따라 예산 변경 가능