

□ 붙임 1-2

민·군기술협력사업 과제제안요구서(RFP)

중앙행정기관명	산업통상자원부, 방위사업청	관리번호	
전문기관명	민군협력진흥원		
사업유형	민·군기술개발사업	사업명	민·군겸용기술개발사업
선정방식	지정공모		

1. 제안요구내용

기술개발 과제명	위성체 패널 기계구조물 장착 자동화 공정 개발
개요	최근 위성분야에 대한 연구 개발이 기존의 중 대형 위성뿐 아니라 소형위성 및 초소형 위성에 이르기까지 다양하게 추진되고 있는 실정임. 초소형 위성의 운용 개념은 위성의 수명측면보다 소형 위성을 다수로 발사하여 소기의 목적을 달성하는 것이므로 위성이 대량으로 필요함. 기존의 수작업 제작으로는 적시에 필요한 수의 위성을 생산할 수 없으며, 작업자의 피로도 등으로 인하여 결함이 발생할 가능성이 높기 때문에 자동화 공정 도입이 필요함. 본 과제에서 위성체 패널 기계구조물 장착에 대한 자동화 공정 기술을 개발하여 위성 생산성과 품질을 높여서 궁극적으로 국내 위성의 경쟁력을 확보하고자 함

1) 배경 및 필요성

□ 배경

- 국내 위성 시장은 기존의 중대형 위성에서부터 소형 및 초소형 위성에 이르기까지 다양하게 활성화되고 있는 실정임. 과학기술정보통신부 발표에 의하면 2040년까지 차세대 중형위성 40기가 계획되고, “초소형위성 개발 이행안”에서는 2031년까지 초소형위성 100기 이상 개발 예정임
- 위성 구조체 패널은 구성품 장착을 위해 동일한 기계구조물 장착 기술(예: CFRP 패널 hole 가공 기술)이 반복적으로 적용되는 경우가 많으므로 재현성 높은 가공 기술이 요구됨
- 위성체 패널 기계구조물 가공은 대부분 수작업으로 진행 중이며, 숙련된 작업자라 하더라도 반복되는 작업으로 인한 피로도 등으로 결함율이 자동화보다 상대적으로 높은 실정임

□ 해외 기술 동향

• 기술 현황 분석

- ▶ 유럽의 경우 소형위성 제작관련 공정 자동화가 실현되었을 뿐 아니라 생산설비도 갖춰진 상황임
- ▶ 일일 패널 6~8개의 위성패널 제작이 가능한 수준이며, 균일한 품질의 패널 생산 능력으로 월 20대 이상의 소형위성 제작이 가능한 수준임

• 시장 조사 현황

- ▶ 2020년 미국 소형위성(발사체 미포함) 시장규모는 10억 3800만 달러 수준임
- ▶ 소형위성 시장은 2025년까지 연평균 23.4%씩 성장하여 28억 5400만 달러에 이를 것으로 전망됨

※ 2020년 미국 전체 인공위성 및 발사체 시장규모 : 92억 달러

(출처 : Mordor Intelligence)

• 해외 사례

- ▶ 아래 그림은 같은 기계구조물 장착에 대한 해외사례임

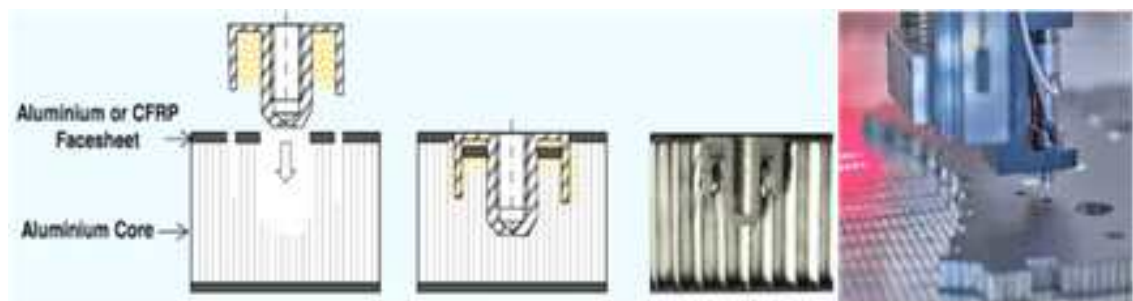


그림 1. 위성기체구조물 패널 하드웨어 자동 장착 (예시)

□ 필요성(민수·군수)

- 위성체 패널 제조 공정 중 가장 많은 투입시간과 공정 결함율을 가지고 있는 기계구조물 가공 및 장착 공정을 자동화하여 가공시간을 단축하면서 결함율도 낮출 수 있음
- 위성 구조체 패널 기계구조물 장착 자동화 공정 기술 개발을 통해 위성 구조체 제작에 대한 국내 인프라 구축이 필요함
- 초소형 위성 100기를 비롯한 다양한 위성개발 시대 도래에 발맞춰, 위성체에 공통으로 적용되는 구조체 기계구조물 가공기술 자동화를 통하여 제작 신뢰성 향상과 함께 대량생산에 대비하고자 함

2) 제안요구 내용

□ 최종 목표

- 위성 구조체 패널 기계구조물 장착 자동화 공정 기술 개발
 - 자동화 대상 공정
 - ▶ ① 기계가공 공정(Machining) : 패널에 구멍(Hole)을 가공하는 공정
 - ▶ ② 기계구조물장착(Insert/Bushing Placement) 공정 : 가공된 구멍에 기계구조물을 장착하는 공정으로 접착 공정을 포함
 - ▶ ③ 면삭(Shaving) 공정 : 표면 마감 처리 공정으로 접착제 경화시간 포함
- ※ 위성 구조체 패널(복합재 및 금속 Blank 패널) 및 기계구조물(인서트, 부싱)은 위성(초소형, 중형위성 등)개발에 실제 적용된 것을 채택(연구개발계획서 제출 시 채택된 패널 제원 및 실제 적용 사례에 대한 근거자료 제시)



그림 2. 위성체 패널 제작 과정 및 자동화 개발 대상 공정 (예시)

□ 정량적 목표 [민·군수용]

핵심 기술/제품 성능지표			단위	달성목표	국내최고수준 (수작업 기준)	세계최고수준 (보유국 기업기준)
시편 (복합재 및 금속)	기계 가공 공정 (①)	종류 ^{주1)}	개	3 -인서트(Partial Potting) -인서트(Fully Potted Insert) -부싱(Fully Potted Insert 준용)	-	-
		크기	종	종류별 4종 (M3,M4,M5,M6)	N/A	N/A
	기계 구조물장착 공정(②)	접착제 토출량	g	공정시 설정된 기준값 (nominal value)	N/A	N/A
	면삭 공정 (③)	Flushness	mm	복합재 : 0.00~0.05 금속 : -0.05~0.00	0.00~0.05 -0.05~0.00	N/A N/A
		경화시간	hr	1 이하	N/A	N/A
	강도	Pull out test, Shear test ^{주3)}	N	ECSS-E-HB-32-22A에 따른 산출값 -인서트(Partial Potting) -인서트(Fully Potted Insert) -부싱(Fully Potted Insert 준용)	N/A	N/A
시제품 (복합재 및 금속)	기계구조물 수량 ^{주4)}		개	1000	N/A	N/A
	개당 기계구조물 체결시간 ^{주5)}		분 (개당)	2.5 이내	8	N/A
	접착제 토출량 편차 ^{주6)}		%	± 2	± 10	N/A
	결함율 ^{주7)}		%	0.2 이하	0.6	N/A
	Flushness ^{주8)}	복합재	mm	0.00~0.05	0.00~0.10	N/A
		금속	mm	-0.05~0.00	-0.10~0.00	N/A
	환경시험	진동(랜덤, 정현 파)/ 충격 시험	-	우주급 국제규격 (예:ECSS 등)	-	-
		온도시험 (열주기, 열진공)	-	우주급 국제규격 (예:ECSS 등)	-	-

주1) 인서트와 부싱의 종류는 위성(초소형, 중형위성)개발에 실제 적용된 것을 채택

주2,주3) Pull out test & Shear test에 대한 달성목표를 ECSS-E-HB-32-22A를 따라
산출하여 연구개발계획서에 제시

주4) 인서트(2종) 및 부싱별 각 4가지 크기로 구성되며, 종류별/크기별 기계구조물은 최소
80개 이상 장착. 다수의 패널로 구성 가능

주5) 개당 기계구조물 체결시간 : 1개의 기계구조물에 대해 공정① + 공정②에 소요되는 시간으로
1000개에 대한 평균 시간으로 접착제 토출 이전까지의 시간임

주6) 접착제 토출량 편차 : 기계구조물 최소 100개 이상에 대해 1회 기준 접착제 토출량
(무게 기준)이며, 개발 중에 기준값(Nominal Value) 결정

주7) 결함율 : 3가지 공정에 대한 검사기준은 국제규격(예:ECSS, 등)을 준용하여 연구개발계획서에
제시. 검사기준을 충족하지 못하는 경우를 결함으로 판단함

주8) Flushness 규격은 상온(25℃) 기준임

□ 연구개발 내용

1) 위성체 패널 기계구조물 장착 자동화 공정 기술 개발

- 자동화 공정 기술 개발 및 기술문서(운용 매뉴얼, 공정서 등) 작성
 - ▶ 공정① : 기계가공(Machining) 공정
 - ▶ 공정② : 기계구조물장착 (Insert/Bushing Placement) 공정
 - ▶ 공정③ : 면삭(Shaving) 공정



기계가공 공정

기계구조물장착 공정

면삭 공정

그림 3. 위성체 패널 기계구조물 장착 자동화 공정 (예시)

- 상기 3가지 공정은 ECSS 기준 등의 절차에 따라 개발해야 하며, 관련 시험 또는 검사 항목을 연구개발계획서에 제시 후 검증 수행함. 필요시, 공정 인증(Qualification) 후 적용
- 자동화 공정 개발 방안
 - ▶ 자동화 공정간 불필요한 수작업 최소화
 - ▶ 공정 내 외부요인(수작업 등) 배제된 자동화 공정 개발
 - ▶ 자동화 장비간 접근이 용이해야 하며 불필요한 취급 및 보관 최소화
 - ▶ 자동화 기술 적용으로 인한 기계구조물 형상 제한 사항 도출
 - ▶ 우주급 자재 및 공정 요건 충족 및 제품보증 활동 계획 제시
- 기계구조물 정렬 자동화 구현
- 패널과 기계구조물의 Flushness 확보 가능한 가공기술 개발
- 각 공정별 검사 기준, 검사방법 및 검사결과 제시
 - ▶ 자동화에 따른 추가적인 검사 방안(예 : 자동 검사) 제시 필요
- 접착제 혼합/주입/장착/경화 자동화 시스템 개발
 - ▶ 접착제 혼합/주입/장착/경화 공정 자동화는 단일 장비에서 연속적인 작업이 가능하도록 구현
 - ▶ 자동화에 적합한 접착제 최적 합성비율 도출
 - ▶ 접착제 최적 토출 방식 도출
 - ▶ 기계구조물에 따른 접착제 적정 토출량 설정 및 관련 DB 구축
 - ▶ 1시간 이내 경화 가능하도록 개발
 - ▶ 접착 공정은 우주 환경 적합성 확인(온도 시험 : 열주기 또는 열진공)
 - ※ 접착제는 우주급 자재요건을 충족해야하며, 접착제 강도는 Blank 패널의 강도보다 훨씬 강한 것으로 가정함(예 : EY3010 또는 동등 이상)

2) 시편(복합재 및 금속) 성능 검증 : 정량적 목표 달성 여부 확인

- 시편에 대해 “정량적 목표” 달성 여부 확인
 - ▶ 항목별 개별 공정 또는 공정간 검증 가능
- 시편은 기계구조물 종류 및 크기별 강도시험을 위한 소형 패널
- Pull out test 및 Shear test 검증
 - ▶ 인서트에 대해 수작업(자동화 이전) 시험결과 제시
- 접착제 토출량(nominal value) 제시
- Flushness 확인
- 경화시간 확인

3) 시제품(복합재 및 금속) 성능 검증 : 정량적 목표 달성 여부 확인

- 시제품에 대해 “정량적 목표” 달성 여부 확인
- 시제품은 12가지 이상의 기계구조물(Insert, Bushing)이 1000개 이상 가공된 것으로, 다수의 패널로 구성될 수 있음
- 접착제 토출량 편차 확인
- 체결시간 확인. 필요시 동영상 등 근거자료 제시
 - ▶ 시제품이 다수의 패널로 구성될 경우, 각 패널별 기계가공 공정 및 기계구조물 장착 공정 완료 시간을 합산하여 확인
- 결함율 및 Flushness 확인
- 경화시간 충족 여부 확인
- 자동화 공정 내 검사 및 공정 간 검사 방안 제시(예 : CMM 검사 또는 동등 이상)

4) 시제품(복합재 및 금속) 환경시험

- 환경시험용 시제품 : 최소 15kg 이상의 모사 구성품을 개발된 기계구조물과 체결한 상태로 환경시험 수행
 - ※ 모사 구성품(패널별 (2가지 ; 초소형, 중형위성)) 장착에 사용되는 기계구조물(인서트, 부싱)은 초소형 및 중형위성의 탑재체 장착 사례를 고려하여 선정
- 우주급 진동(정현파 및 랜덤)/충격 시험(ECSS 기준 또는 동등 이상 기준 적용)
- 우주급 온도(열주기 및 열진공)시험
 - ※ 환경시험 기준은 국내 위성 기준으로 설계 간 결정하며, 인증 수준(Qualification Level)으로 시험함

□ 최종 적용/실용화 분야 (민수·군수)

- [민수분야]
 - 차세대 중형위성
 - 초소형 위성
- [군수분야]
 - 차세대 군 정찰위성
 - 군 초소형위성

- 초소형 전술통신위성
- 전자전 위성
- 조기경보위성, 통신위성 등

☐ 최종 제시물

- 시제품 각 1조(복합재 및 금속 패널)
- 환경시험 시제품 각 1조(복합재 및 금속 패널)
- 자동화 공정 설계 보고서 및 도면(모든 구성 요소) 1식
- 자동화 공정 절차서 1식
- 자동화 공정 시험 성적서 1식
- 자동화 공정 시험 결과 보고서 1식
- 연차보고서 1식
- 최종보고서(설계/해석/시험 등) 1식
- 국방규격서(안) 1식

3) 기타 지원조건

☐ 주관연구기관 및 참여기관

- 주관연구기관 및 참여기관은 「국가연구개발혁신법」 제2조제3호에 따른 “연구개발기관” 이어야 한다.
- 주관연구기관 및 참여기관(「국가연구개발혁신법 시행령」 제2조제2항에 따른 공동연구개발기관과 위탁연구개발기관)은 기한 내에 연구개발 목표를 달성할 수 있어야 한다.
- 주관연구기관 및 참여기관에는 과제종료 후 최종 제시물의 생산 및 판매가 가능한 기관이 참여하여야 하며, 만약, 생산 및 판매 제품에 대해 지식재산권 분쟁이 발생하는 경우에는 주관연구기관 및 참여기관이 이에 대한 책임을 진다.

☐ 연구개발성과의 소유 및 활용

- 연구개발성과의 소유는 「국가연구개발혁신법」 제16조(연구개발성과의 소유·관리) 및 「국가연구개발혁신법 시행령」 제32조(연구개발성과의 소유)에 따른다.
- 산업통상자원부에서 2018년 8월 3일에 시행한 「민·군기술협력사업 공동시행규정」 제127조(연구개발결과물의 소유)에 따라 수행기관의 장은 유형적 및 무형적 연구개발결과물의 유지, 관리에 대한 책임을 가지며 기술료 징수기간 중 임의로 처분할 수 없다.

☐ 기업분담률

- 기업분담률은 「국가연구개발혁신법 시행령」 제19조(연구개발비의 지원과 부담)에 따른다.

☐ 연구책임자의 자격

- 연구책임자의 자격은 관련분야의 연구경험이 풍부하여야 하며, 연구의 최종목표를 달성할 수 있도록 계획, 업무 프로세스 정립, 및 원활한 과제 추진·조정·관리를 수행할 수 있어야 한다.

- 연구책임자의 직무는 (산업통상자원부) 「민·군기술협력사업 공동시행규정」 제10조 (주관연구책임자의 직무)에 따른다.

☐ 개발 소요 필수 핵심장비 및 시설

- 연구개발과제 및 연구개발기관에 대한 선정평가 시, 「국가연구개발혁신법 시행령」 제12조제2항제2호에 따라 연구개발과제 관련 연구시설·장비 구축계획의 타당성을 검토하여야 한다.
- 과학기술정보통신부에서 2020년 5월 4일에 시행한 「국가연구개발 시설·장비의 관리 등에 관한 표준지침」 제4조(국가연구시설·장비심의위원회)에 따라 1억원 이상 연구 시설장비의 구축타당성은 국가연구시설·장비심의위원회에서 검토하여야 한다.

※ 『국가 연구시설·장비심의위원회』 관련 소요기간을 고려하여 연구시설장비의 구축계획 수립 필요

- 「국가연구개발 시설·장비의 관리 등에 관한 표준지침」 제5조(연구개발과제 평가단)에 따라 3천만원 이상~1억원 미만의 연구시설장비 구축계획이 포함되는 경우, 연구개발과제 평가단이 연구시설장비의 구축타당성을 검토하여야 한다.

☐ 연구개발 일정 관리

- 제안기관은 주요 기술검토회의(예: 사업착수회의, 체계요구조건분석회의, 기본설계검토회의, 상세설계검토회의, 제작준비검토회의 및 시험준비검토회의)를 추진일정에 포함하여 제시한다.
- 연도별 실적 보고 및 보고회를 수행한다.
- 우주용 제품보증 계획에 따른 활동을 수행한다.

2. 추진체계 및 예산/기간

주관연구개발기관 유형	-		필수참여 기관유형	기업참여 필수						
예산 및 기간	정부지원금: 50억원 이내 연구개발 기간: 3년		기술료 징수 여부 (사업화 대상)	(예시)징수원칙 (성과소유에 따라 징수여부 결정)						
연구개발비 (단위: 억원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비	그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계
총계	50									
시험개발 3년	50									
연계/해당여부	■ 기술준비단계 착수:(TRL 4), 종료:(TRL 7) ☐ 표준화 연계 ☐ 실증연구					■ 도전형 R&D / 초고난도 R&D ☐ 경쟁형 R&D ☐ 복수지원대상()				

3. 과제 문의사항 및 연락처

소속	성명	연락처
국방과학연구소 민군협력진흥원	정 명 득	042-607-6094