

연구개발계획요구서(RFP)

과제명 : 금속적층제조 부품(L-DED)의 품질평가 가이드라인 표준화 연구

1. 연구의 개요

가. 연구의 정의

- 금속분말 기반의 L-DED(Laser directed energy deposition) 적층제조방식으로 제작/보수된 부품에 대한 민·군 겸용 공정절차서 및 품질평가 가이드라인 표준화 연구

나. 연구의 중요성 및 필요성

- 적층제조 공정은 한 층씩(layer by layer) 적층하는 새로운 방식의 제조 기술로 3차원 형상 데이터를 기반으로 복잡 형상, 경량화, 내부 구조물, 부품 일체화 등과 같이 기존 부품의 기능성 및 제작 편의성을 향상할 수 있으며, 맞춤형 소량 생산이 가능하여 단종 및 조달 애로 부품이나 새로운 부품의 제작이나 보수를 위한 기술로 활용되고 있음

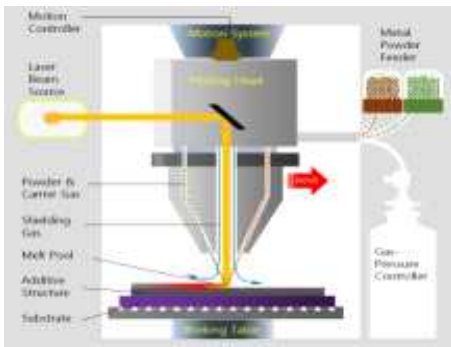


그림 1. 금속적층제조 방식 (L-DED) 및 부품보수 예시

- L-DED 적층제조 공정은 기술발전으로 최근에는 중대형 부품제조 기술로까지 발전하고 있으나 현시점에서는 비용 및 효율성 측면에서 운용단계의 기존 부품의 수리 및 이종소재 적층을 통한 표면 특성 강화 기술에 주로 활용되고 있음
- 따라서 L-DED 기술을 활용한 수리부품에 대한 공정절차서 및 품질평가 가이드라인 수립을 통해 각 군의 기술도입 및 기술성숙도 향상이 시급히 요구되고 있음



그림 2. L-DED 공정을 활용한 부품 보수 사례

미 육군 Apache GE T700 터빈엔진 부품 (좌), 미 해군 어뢰 부품 (중앙), 미 공군 엔진 부품 Labyrinth seal (우)

- 군의 무기체계는 복잡하고 다품종의 부품으로 구성되어 있어, 한번 제작된 이후 고장 부품만을 기존 대량생산 제조기술(주물, 금형, 용접, 기계가공 등)로 대응하는 데 한계가 있어, 정비가 필요한 부품만을 신속하게 맞춤형으로 제작이 가능한 적층제조 기술 활용이 필요함
- 미국, 독일, 영국 등 선진국을 중심으로 무기체계의 수명주기와 전투준비태세를 향상시킬 목적으로 운용단계의 부품의 유지 보수에 적층제조 기술을 적극 활용하고 있음
- 적층제조 기술은 기존 제조기술에 비해 확장성 및 범용성이 높은 특징으로 기존 무기체계의 지속/유지성을 보장하고 국방 산업 생태계의 건전성을 향상할 핵심 기술임
- 우리 군은 적층제조 기술을 활용하기 위하여 민간의 정부출연 연구소, 대학 등과 협력하여 단종 부품확보 및 무기체계 가동률 향상을 위해 금속적층제조 기술을 활용 중이나, 기존 제조기술과 다른 새로운 방식으로 소재, 장비, 공정, 물성평가를 위한 공정절차 및 부품에 대한 품질평가 표준이 없는 실정임
- 이러한 군 현장 및 방산부품 조달기간 및 비용 절감 효과 향상을 위해 운용단계의 국방 부품 보수를 위한 금속적층제조 공정절차와 부품의 품질을 평가할 수 있는 기준에 대한 표준화 연구가 필요함

다. 연구 최종 목표

- 금속분말 기반 L-DED 방식의 적층제조 기술을 활용한 부품 보수 공정절차서 및 품질평가 가이드라인 표준화 연구

2. 연구 현황 및 전망

가. 국내

- 적층제조 기술은 다품종 소량부품에 대한 신속 제조가 가능하여 정비부품 조달, 부품수리 기술로 활용되고 있음

- 부품 일체화, 경량화 등의 기술로 신규 무기체계 부품 개발 기술로도 활용되고 있으며, 대표적으로 많이 활용되고 있는 금속 적층제조기술은 L-PBF 및 L-DED 기술이 있음
- 적층제조 시장규모는 매년 20% 넘는 고성장을 하고 있으며, 국내 시장의 경우 해외시장과 비교하여 작은 규모이지만 계속 성장하고 있어 국방부품에 대한 품질평가 기준이 마련 되면 타 산업으로도 확대되어 국내시장 성장에도 큰 기여가 가능함

표 1. 국내외 적층제조 산업 시장 현황

(단위: 억달러, 억원)

구 분			'18년	'19년	'20년	'21년
세계시장(억달러)			99.0	118.0	127.5	152.4
국내시장 (억원)	제품	장비/SW	2,725	3,207	2,768	2,999
		소재	437	386	351	379
	서비스		796	1,138	1,016	1,117
소 계			3,958	4,731	4,135	4,495

* 출처 : (세계시장) Wholer's Report 2017~2022

(국내시장) 정보통신산업진흥원, 3D프린팅산업실태조사 2015~2021

- 군 정비창 현장에서는 2015년도부터 단종 부품에 대한 적층제조기술을 진행해 왔으며, 현재 공군정비창은 외주 보수를 진행하고 있고, 해군정비창은 2023년도에 장비를 구축하여 자체 활용 중이며, 육군정비창은 2024년도에 장비도입을 추진하고 있음

나. 국외

- 미 국방 연구소에서는 2013년부터 적층제조 기술로 제작된 부품에 대한 물성 평가방안을 구축하여 적층제조 기술을 하나의 부품 제조기술로 활용하고 있으며, 2014년에 Defense Advanced Research Projects Agency를 구성하여 300평 규모의 3D프린팅 부품 평가시스템을 구축하여 시편단위 분석을 5,000~100,000개, 부품단위 분석을 2,000~5,000개 등 통계처리 가능한 수준까지 데이터를 확보 진행함으로써 적층제조 기술을 현장에 적용하고 있음
- 미국의 경우 국립제조기술센터 (NCMS : National Center for Manufacturing Sciences)와 민군합동 협력체계 구축을 시작으로 1998년부터 군수 적용부품 식별업무를 시작으로 적층제조 기술을 공급망 관리에 활용하고 있으며 최근에는 적층제조 부품에 대한 품질평가 관련 표준문서도 만들어지면서 현장에서 활용하는 사례가 증가하고 있음

3. 연구개발계획

가. 연구 목표

- 금속 적층제조 방식 중 금속분말 기반의 L-DED 방식으로 보수 가능한 부품에 대해 보수 가능 부품 선별 및 등급화, 금속분말 재료, 적층장비, 최종 보수 부품에 관한 공정 절차서 및 품질평가 가이드라인 표준화 연구

나. 연구 내용

구분	연구내용 및 범위
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 국내·외 금속적층제조 공정 및 품질평가관련 표준 분석 • 보수 적용 가능 부품 등급화 기술 정의 및 선별 프로토콜 개발 • 군 수요부품에 대한 L-DED 금속 적층제조 공정별 데이터화 • 적층제조를 활용한 현장 운영 사례 및 프로세스 체인¹⁾ 분석 • 전문가 협의체 구성 및 의견수렴
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> • 민·군 겸용 적층제조 보수 부품 품질평가 표준(안) 수립 • L-DED 적층제조 부품 보수 공정절차서 개발 • 민·군 분야 적층제조 보수 부품에 관한 품질평가 가이드라인 개발 • 전문가 및 이해관계자 의견수렴을 통한 연구결과 타당성 검토 * 연구성과 발표회, 공청회 등 • 적층제조 보수 부품 품질평가 심의 제안 • 표준화에 따른 경제효과 분석

다. 총연구비 최대 지원규모 : 2.48억원

라. 최장 연구기간 : 2년 이내

4. 적용 및 파급효과

가. 적용분야

- 민수
 - 품질평가 체계 구축에 따른 국내 타 산업분야 확대 적용
 - 민간 KS 우수제품 및 국산 생산제품의 보급 확대와 산업체 제품개발 활성화

1) 프로세스 체인 (Process chain) : 안정적인 부품의 품질을 확보하기 위해, 구체적인 재료, 장비, 후가공 방법 및 절차, 시험 방법 등을 포함한 평가 기준 및 절차들이 종합적으로 반영된 일련의 생산과정에 관한 품질인증 가이드라인

- 군수

- 군 사용 제품의 품질 향상 제품 조달 구현 및 대체제품 도출에 활용
- 품질평가 기준 활용으로 우수제품 확보 및 예산 절감

나. 파급효과

- 기술적 측면

- 적층제조 관련 민·군 겸용 적용 제품의 신뢰성/신속성 확보
- 적층제조 부품 제조 기술력 향상
- 고강도 · 내마모성 부품 보수에 대한 기술적 부담 경감

- 경제적 측면

- 보수 부품에 대한 절감 및 획득 비용 절감
- 적층제조 관련 민·군 겸용 부품의 국산화율 향상

5. 연구 결과 제시물 및 평가항목

가. 연구결과 보고서 및 표준(안)

- 최종 보고서

- 국내·외 금속적층제조 관련 표준 분석보고서
- 적층제조 부품보수 공정절차서
- 표준화에 따른 경제적 효과 분석보고서 등

- 민·군 겸용 적층제조 부품 품질평가 표준(안) 및 심의제안서(발표자료포함)

나. 평가항목

- 연구 수행방법 및 과정의 타당성
- 최종 목표의 달성도
- 연구결과의 활용성(민·군 분야에서의 이용 가능성) 등

6. 참여 요건

가. 추진 체계 요건

- 주관연구개발기관 : 민·군기술협력사업 촉진법 제7조제2항 및 동법 시행령 제14조제2항 각 호에 해당하는 기관 또는 단체
- 공동 및 위탁연구개발기관 : 제한 없음 (기업참여의 경우 참여 필요성 및 역할 제시)
- 기업 분담율 : 국가연구개발혁신법 시행령 제19조

나. 연구책임자의 자격 및 과제 신청요건

- 연구책임자의 자격 : 관련분야의 연구 경험이 풍부한 중견 연구자를 책임자로 선임하여 연구의 최종목표를 달성할 수 있도록 계획, 업무프로세스 정립, 원활한 추진 및 조정과 과제관리를 수행할 수 있어야 함
- 과제 신청요건 : 주관연구개발기관은 제안한 연구개발 목표를 충분히 달성할 수 있는 연구팀을 구성하여야 하며, 필요시 컨소시엄을 구성할 수 있음