

# 제4절 3세부과제 기술수요조사서

## 개발 전략분야 명

광산용 초대형 건설기계 기술개발 사업

## 세부 과제 명

전기 구동식 초대형 굴착기 개발

## 시작 단계 / 종료 단계

기획 / 상용화

## 과제 정의 및 필요성

### 정의

- 130톤급 전기 구동식(유선 케이블 급전) 초대형 굴착기를 개발하여 친환경 광산 장비 시장에 진출할 수 있는 핵심 장비를 확보하는 과제임
- 전기 모터 구동 시스템, 케이블 급전 시스템, 대용량 작업장치(버킷 8m<sup>3</sup>급)를 개발하여 디젤 굴착기 대비 운영비 60% 이상 절감 및 탄소 배출 Zero를 달성함

### 필요성

- **탄소 중립 대응:** 글로벌 광산사들은 2030년까지 탄소 배출 30~50% 감축을 목표로 설정하고 있으며, 전기식 장비 도입이 가속화되고 있음. BHP, Rio Tinto, Vale 등 주요 광산사들이 전기화 장비 도입 확대 계획 발표
- **운영비 절감 수요:** 전기 굴착기는 디젤 대비 운영비(연료비)를 약 60% 절감 가능하며(약 3.8만원/h vs 9.4만 원/h), 주유 없이 연속 가동이 가능하여 생산성 향상
- **유지보수 비용 절감:** 엔진·후처리 장치(DEF/DPF 등) 부재로 오일/필터류 교체 감소, 유지보수 비용 및 시간 절감
- **초대형 굴착기 라인업 확대:** 국내 제조사는 80톤급까지 개발 완료했으나, 100톤 이상 초대형 굴착기 라인업 이 부재하여 대형 광산 프로젝트 참여에 한계가 있음
- **패키지 공급 경쟁력:** 100톤급 RDT와 130톤급 굴착기의 조합으로 광산용 건설기계 Fleet 구성이 가능하며, 세트형 공급을 통한 수주 경쟁력 확보 필요

## 연구목표 및 내용

### 최종목표

- **최종목표 :** 130톤급 전기 구동식(케이블 급전) 초대형 굴착기 개발 및 친환경 광산 시장 진출 기반 확보
- 디젤 굴착기 대비 운영비 60% 이상 절감 및 CO<sub>2</sub> 배출 Zero를 달성하는 130톤급 전기 굴착기 개발

- 8m<sup>3</sup>급 대용량 버킷으로 100톤급 RDT에 11~12회 상차 가능한 생산성 확보
- 1세부 공통 기술(자율화 플랫폼, 환경 인지 시스템 등)을 적용하여 자율 굴삭 작업 기반 마련
- 4세부 실증과제와 연계하여 국내외 광산 현장 실증을 통한 상용화 기반 확보

## 개발내용

### 1. 전기 구동 시스템 개발

- 고출력 전기 모터 시스템 개발
  - 1,000kW급 메인 모터 (주행 및 선회용)
  - 500kW급 작업장치 모터 (붐, 암, 버킷 구동)
  - 영구자석 동기모터(PMSM) 적용으로 고효율 달성
- 대용량 인버터 시스템 개발
  - AC-DC-AC 변환 시스템 (입력 6.6kV/11kV → 모터 구동)
  - 고효율(97% 이상) 인버터 적용
  - 회생 제동 에너지 활용 시스템
- 전력 관리 시스템(PMS) 개발
  - 실시간 전력 모니터링 및 최적 배분
  - 과부하 보호 및 안전 차단 시스템
  - 에너지 효율 최적화 알고리즘

### 2. 케이블 급전 시스템 개발

- 고압 케이블 급전 시스템 설계
  - 6.6kV 또는 11kV 고압 케이블 적용
  - 케이블 릴(Cable Reel) 자동 권취 시스템
  - 케이블 보호 및 안전 시스템
- 케이블 관리 시스템 개발
  - 작업 반경 내 케이블 동선 최적화
  - 케이블 손상 감지 및 보호 시스템
  - 비상 분리 시스템
- 전력 공급 인프라 연계 시스템
  - 현장 변전소 연계 인터페이스
  - 전력 품질 관리 시스템

### 3. 상부 선회체 및 작업장치 개발

- 130톤급 상부 선회체 설계
  - 전기 구동 시스템 탑재를 위한 레이아웃 최적화

- 선회 베어링 및 선회 감속기 대용량화
  - 카운터웨이트 최적 설계
- 대용량 작업장치 개발
- 8m<sup>3</sup>급 버킷 (광물 밀도 2.0t/m<sup>3</sup> 기준 약 16톤 적재)
  - 고강도 봄·암 설계 (내구수명 60,000시간)
  - 뢁커플러 시스템 (버킷 교환 용이)
- 유압 시스템 개발
- 전동 유압 펌프 시스템
  - 고효율 유압 회로 설계
  - 에너지 회생 유압 시스템

#### 4. 하부 주행체 개발

- 대형 크롤러 주행체 설계
- 접지압 최소화를 위한 트랙 폭 최적화
  - 고강도 트랙슈 및 롤러 시스템
  - 전동 주행 모터 적용
- 안정성 확보 설계
- 전복 방지 시스템
  - 경사지 작업 안정성 확보 (최대 작업 경사 15°)
  - 지반 침하 대응 설계

#### 5. 운전실 및 안전 시스템 개발

- ROPS/FOPS 적용 운전실
- ISO 기준 충족 (전복/낙하물 보호)
  - 시야성 및 인체공학적 설계
  - 방진·방음 설계
- 전기 안전 시스템
- 고압 전기 안전 시스템 (절연 감시, 누전 차단)
  - 비상 정지 시스템
  - 접지 및 본딩 시스템
- 1세부 자율화 플랫폼 연동
- 센서 마운팅 인터페이스
  - 자율 굴삭 제어 인터페이스
  - 환경 인지 시스템 연동

---

## 정량적 목표

핵심 기술/ 제품	성능지표	단 위	달성목표	국내최 고 수준	세계최고수준 보유국(기관 명)	평가방법
130톤급 전 기굴착기	운영중량	톤	130 이상	80 (HD 현대)	일본(Hitachi EX1900-6), 독일 (Liebherr R9150)	자체검증(계 측)
	버킷 용량	m <sup>3</sup>	8 이상	5	일본, 독일	공인시험기 관 성적서
	최대 굴삭 력	kN	900 이상	600	일본, 독일	공인시험기 관 성적서
전기 구동 시 스템	시스템 효 율	%	90 이상	-	스웨덴(Volvo), 일본(Hitachi)	공인시험기 관 성적서
	CO <sub>2</sub> 배출 량	g/hr	0 (직접배 출)	-	스웨덴, 일본	자체검증
운영 효율	운영비 절 감율	%	60 이상 (vs 디젤)	-	스웨덴, 일본	자체검증
	연속 가동 시간	시 간	20 이상	-	일본	자체검증
내구성	프레임 피 로수명	시 간	60,000 이 상	-	일본, 독일	자체검증(해 석/시험)

## 참고사항

- 운영중량: 표준 버킷 장착 상태의 총 중량
- 버킷 용량: SAE 기준 평적 용량
- 최대 굴삭력: 버킷 실린더 최대 힘
- 시스템 효율: 전기 입력 대비 기계적 출력 변환 효율
- CO<sub>2</sub> 배출량: 장비 직접 배출 기준 (전력 생산 과정 배출 제외)
- 운영비 절감율: 디젤 굴착기(약 9.4만원/h) 대비 전기 굴착기(약 3.8만원/h) 비교
- 연속 가동 시간: 주유/충전 없이 연속 작업 가능 시간

## 지원기간 및 예산

### 지원기간

- 기간: 60개월 (5년 이내)

- 1차년도: 기본 설계, 전기 구동 시스템 선정 (2027년)
- 2차년도: 상세 설계, 핵심 부품 제작 (2028년)
- 3차년도: 시제품 조립, 기본 성능 시험 (2029년)
- 4차년도: 현장 실증, 문제점 개선 (2030년)
- 5차년도: 최종 검증, 양산 준비 (2031년)

### 예산

- 정부출연금: 총 50억원 이내
- 주관기관: 대기업 (HD현대건설기계 등)
- 참여기관: 연구원, 중소기업 (전동화 부품 협력사)
- 기술료 징수여부: 징수

### 예산 배분 (단위: 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
국비	800	1,200	1,200	1,000	800	5,000
민자	700	1,050	1,050	880	700	4,380
합계	1,500	2,250	2,250	1,880	1,500	9,380

### 예산 배분 근거

- 1차년도: 기본 설계, 전기 구동 시스템 사양 결정
- 2~3차년도: 시제품 제작 및 조립 (전기 구동 부품 조달비 집중)
- 4차년도: 현장 실증 및 개선 (4세부 연계)
- 5차년도: 최종 검증 및 양산 체계 구축

## 기대효과

### 기술적 효과

- 국내 최초 130톤급 전기 굴착기 개발을 통한 친환경 초대형 건설기계 원천기술 확보
- 전기 구동 시스템(모터, 인버터, 케이블 급전) 핵심 기술 자립
- 80톤 → 130톤급으로 초대형 굴착기 라인업 확대

### 경제적 효과

- 운영비 60% 이상 절감으로 광산 운영사에게 TCO(Total Cost of Ownership) 경쟁력 제공
- 전기 굴착기 시장(연간 약 500대, 약 1조원 규모) 진출 기반 확보
- RDT와 패키지 판매 시 세트당 약 100억원 규모 매출 기대

### 산업적 효과

- ESG 경영 강화 추세에 따른 친환경 장비 수요 대응
- 100톤급 RDT + 130톤급 전기 굴착기 Fleet 구성으로 글로벌 광산 프로젝트 참여 기반 확보
- 전동화 부품 산업(모터, 인버터, 케이블 등) 기술 고도화 및 동반 성장