

## 제3절 2세부과제 기술수요조사서

### 개발 전략분야 명

광산용 초대형 건설기계 기술개발 사업

### 세부 과제 명

광산용 초대형 덤프트럭(RDT) 개발

### 시작 단계 / 종료 단계

기획 / 상용화

### 과제 정의 및 필요성

#### 정의

- 100톤급 광산용 초대형 리지드 덤프트럭(RDT: Rigid Dump Truck)을 개발하여 글로벌 광산 시장에 진출할 수 있는 핵심 장비를 확보하는 과제임
- 고강도 경량 프레임, 고출력 파워트레인(900kW급), 고성능 현가장치 및 제동 시스템을 개발하여 Caterpillar 777, Komatsu HD785 대비 동등 이상의 성능을 확보함

#### 필요성

- **기술 공백 해소:** 국내 제조사는 굴착기, 휠로더, 덤프트럭 등 주요 중대형 장비 기술은 확보했으나, 100톤 이상 초대형 덤프트럭 분야는 개발 이력이 전무하여 제품 포트폴리오가 불완전함
- **수주 경쟁력 확보:** 광산 현장에서 초대형 굴착기와 초대형 덤프트럭은 세트로 운용되는 핵심 장비 조합으로, RDT 부재로 인해 국산 장비 패키지 제안 및 해외 프로젝트 참여 기회가 제한됨
- **안정적 수요 시장:** 광산기계 시장은 자원개발의 장기 사이클(15~20년)에 따라 움직이며, 전략광물 확보 경쟁 심화로 신규 개발 및 확장이 활발함. 노후 장비 교체 주기(15~20년) 진입으로 100톤급 이상 초대형 트럭 수요가 급증 중
- **고부가가치 창출:** 광산 현장은 초대형 굴착기와 트럭을 일정 비율(약 1:3~5)로 세트 구성하여 일괄 계약하는 방식이 일반적으로, 단일 프로젝트당 장비 대수가 많아 높은 수익 구조 형성 가능

### 연구목표 및 내용

#### 최종목표

- **최종목표 :** 100톤급 광산용 초대형 리지드 덤프트럭(RDT) 개발 및 글로벌 시장 진출 기반 확보
- Caterpillar 777, Komatsu HD785 대비 동등 이상의 성능(Payload 96톤, 엔진출력 900kW)을 확보하는 100톤급 RDT 개발

- 60,000시간(약 10년) 이상 무균열 운전이 가능한 고강도 경량 프레임 및 내구성 확보
- 1세부 공통 기술(자율화·전동화 호환 플랫폼, 환경 인지 시스템 등)을 적용하여 향후 자율주행 및 전동화 확장 기반 마련
- 4세부 실증과제와 연계하여 국내외 광산 현장 실증을 통한 상용화 기반 확보

## 개발내용

### 1. 고강도 경량 프레임 및 차체 개발

- 100톤급 RDT용 고강도 경량 메인 프레임 설계 및 제작
  - Caterpillar 777 대비 약 6톤 경량화 (69.9톤 → 64.2톤 수준)
  - 응력집중부 보강 및 강건 설계 반영
- 용접부 피로균열 방지를 위한 핵심 설계 기술 개발
  - 수백 톤의 동하중과 반복적 노면충격을 견디는 내구 설계
  - FEA 기반 구조 최적화 및 취약부 보강 설계
- 덤프 바디(적재함) 최적 설계
  - Payload 극대화를 위한 경량 설계 (96톤 확보)
  - 광물별 특성(점착성, 마모성 등)을 고려한 형상 최적화

### 2. 고출력 파워트레인 시스템 개발

- 900kW급 고출력 디젤 엔진 적용 및 최적화
  - 자가 엔진(DX37) 적용을 통한 동급 최대 출력 확보
  - 배출가스 규제(Tier 4 Final) 대응
- 대용량 변속기 및 액슬 시스템 적용
  - 시장 검증품 적용을 통한 내구 품질 확보
  - 고효율 동력 전달 시스템 구축
- 냉각 시스템 최적 설계
  - 고온(+50°C) 환경에서의 연속 가동 성능 확보
  - 엔진, 변속기, 유압 계통 통합 냉각 시스템

### 3. 고성능 현가장치(Suspension) 개발

- 전륜 Macpherson 방식 서스펜션 개발
  - Komatsu 방식 적용으로 승차감 향상 및 회전반경 축소
  - 10.1m 이하 회전반경 확보
- 후륜 A-Frame 방식 서스펜션 개발
  - Caterpillar 방식 기반 내구성 확보

- 복합지형(경사, 진흙, 암반 등)에서 고성능 유지
- 최적 Wheelbase 설계
  - 4,850mm 수준으로 차량 주행 안정성 확보 (Pitching 감소)
  - 상차 장비(굴착기/휠로더)와의 매칭 고려

#### 4. 고성능 제동 시스템 개발

- 이중화된 제동 시스템 설계
  - 브레이크 고장 시 대형 사고(인명·장비 손실) 방지
  - 유압식 + 리타더(Retarder) 복합 제동 시스템
- 경사로 안전 제동 성능 확보
  - 최대 10% 경사에서 완전 적재 상태 안전 제동
  - ABS/ESC 등 전자제어 제동 시스템 적용

#### 5. 운전실(Cabin) 및 전장 시스템 개발

- ROPS(전복 보호 구조) 적용 운전실 설계
  - ISO 3471 기준 충족
  - 시야성 향상 (Komatsu 수준)
- ADT 기능품 공용화를 통한 원가 절감
  - 계기판, 조작장치, 시트 등 기준 부품 활용
  - 통합 디스플레이 및 텔레매틱스 시스템 적용
- 1세부 자율화 플랫폼 연동 인터페이스 개발
  - 센서 마운팅, 통신 인터페이스, 제어 신호 연동
  - 향후 자율주행 시스템 탑재 기반 확보

### 정량적 목표

핵심 기술/제품	성능지표	단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 보유국(기관명)	평가방법
100톤급 RDT	Payload	톤	96 이상	-	미국(Caterpillar 777: 98톤)	공인시험기관 성적서
	엔진 출력	kW	900 이상	-	일본(Komatsu HD785: 895kW)	공인시험기관 성적서
	공차중량	톤	70 이하	-	미국(CAT 777: 64톤)	자체검증(계측)
프레임 내 구성	피로수명	시간	60,000 이상	-	미국, 일본	자체검증(해석/시험)

핵심 기술/제품	성능지표	단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 보유국(기관명)	평가방법
현가장치	회전반경	m	10.1 이하	-	일본(Komatsu: 10.1m)	자체검증
제동 시스템	경사로 제동거리	m	15 이하 (10% 경사, 만재)	-	미국, 일본	공인시험기관 성적서
운영 효율	연비 효율	L/hr	130 이하	-	미국, 일본	자체검증
가동률	장비 가용률	%	85 이상	-	미국(Caterpillar)	자체검증(실증)

## 참고사항

- Payload: 최대 적재 용량 (광물 밀도 2.0t/m³ 기준)
- 공차중량: 적재물 없이 장비 자체 중량
- 피로수명: 60,000시간 = 약 10년 운영 기준 (6,000시간/년)
- 회전반경: 외측 타이어 기준 최소 회전 반경
- 경사로 제동거리: 10% 경사, 만재 상태, 30km/h에서 정지까지 거리
- 연비 효율: 정격 작업 조건에서의 시간당 연료 소비량
- 장비 가용률: (가동 시간 / 전체 시간) × 100

## 지원기간 및 예산

### 지원기간

- **기간:** 60개월 (5년 이내)

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

### 예산

- **정부출연금:** 총 120억원 이내
- **주관기관:** 대기업 (HD현대건설기계 등)
- **참여기관:** 연구원, 중소기업 (부품 협력사)
- **기술료 징수여부:** 징수

### 예산 배분 (단위: 백만원)

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
국비	1,800	2,800	3,000	2,400	2,000	12,000

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
민자	1,200	1,870	2,000	1,600	1,330	8,000
합계	3,000	4,670	5,000	4,000	3,330	20,000

## 예산 배분 근거

- 1차년도: 기본 설계, 벤치마킹, 핵심 부품 선정
- 2~3차년도: 시제품 제작 및 조립으로 가장 높은 예산 배정 (부품 조달비 집중)
- 4차년도: 현장 실증 및 개선 (4세부 연계)
- 5차년도: 최종 검증 및 양산 체계 구축

## 기대효과

### 기술적 효과

- 국내 최초 100톤급 RDT 개발을 통한 초대형 덤프트럭 원천기술 자립 달성
- Caterpillar, Komatsu 대비 동등 이상의 성능(Payload 96톤, 엔진 900kW) 확보
- 자율화·전동화 확장 가능한 플랫폼 기반 확보로 차세대 장비 개발 기반 마련

### 경제적 효과

- 초대형 마이닝 장비 패키지 수출 시 세트당 매출 약 50억원, 연간 5세트 수출 기준 연 250억원 규모 장비 판매 매출 기대
- 장비 수명주기(20년) 동안 초기 판매가의 2배 수준의 정비·리빌드 매출 창출 가능
- 수입 대체 효과: 국내 RDT 시장(약 150대, 연간 3~4대 신규 판매) 국산화

### 산업적 효과

- 굴착기-트럭-로더 세트형 공급체계 완성으로 글로벌 프로젝트(호주, 칠레, 인도네시아 등) 직접 참여 가능
- 국내 건설기계 산업의 제품 포트폴리오 완성 및 글로벌 경쟁력 강화
- 관련 부품 산업(엔진, 변속기, 액슬, 유압 등) 기술 고도화 및 동반 성장