

11. 안전 설계 및 인증 기준

11.1 기계적 안전 요구

폐식용유 수거용 이동식 장비는 냉장고 크기이며, 컨베이어, 펌프, 주행 모터, 저장 탱크 등 여러 구동 부품을 포함한다. 장비 운용 중 인체 접촉, 이동 중 전복, 부품 탈락 등 위험 요소가 존재하므로 기계적 안전 요구사항을 명확히 정의해야 한다.

1) 외부 구조 안전

1.1 프레임 강성

- 모든 하중(배터리, 폐유 탱크, 모터, 펌프) 견딜 수 있는 강성 확보
- 최소 안전계수: 2.0 (허용 응력 대비)
- 소재: 스틸 튜브(20~30mm), 알루미늄 합금 가능

1.2 패널 및 커버

- 이동 중 손 끼임 방지
- 열, 유출물, 오일 틈 차단
- 보호 커버: 투명 폴리카보네이트 또는 스틸 메쉬
- 분해 가능한 커버: 유지보수 용이

1.3 날카로운 모서리 제거

- 모든 외부 모서리, 구멍, 용접부 라운딩 처리
- 인체 접촉 시 상처 위험 최소화

2) 이동 안전

2.1 차륜 및 캐스터 안전

- 이동 시 장비 전복 방지
- 브레이크 또는 스톱 장치 필수
- 하중 중심 고려: 배터리 및 탱크 중심부 장착

2.2 무게 중심 관리

- 탱크에 폐유가 쌓일수록 무게 중심 변화
- 탱크 아래쪽, 중앙에 배치 권장
- 좌/우 컨베이어와 주행 모터 배치 시 균형 검토

3) 구동 부품 안전

3.1 컨베이어 및 펌프

- 손 끼임 방지용 스크린, 가드 설치
- 급정지 시 모터와 벨트가 역회전하지 않도록 토크 제한 장치 적용
- 비상정지(EMO) 버튼 배치

3.2 모터 및 기어 보호

- 드라이버 과부하 보호
- 기어, 체인, 풀리 등 노출 부분 커버 장착
- 장치 간 간격 확보: 5~10mm 최소

4) 저장 탱크 안전

4.1 내압 및 내충격

- 탱크 최대 용량 대비 1.5~2배 안전계수 설계
- 재질: 스테인리스 스틸 또는 내유성 폴리머
- 충격 흡수 구조: 탱크 고정용 댐퍼

4.2 오버플로/누유 방지

- 탱크 레벨 센서 + 오버플로 배관
- 연동 경보 및 펌프 차단

5) 유지보수 및 접근성

- 점검구 및 분해 접근 가능
- 컨베이어/펌프/탱크 가드 분리 가능
- 정비 중 모터 전원 자동 차단 장치

6) 기타 기계적 요구

항목	요구 사항
내진동	이동 및 작업 중 장비 진동 허용 범위 내 유지
내충격	50~100 mm 낙하/충격 시 손상 없음
내부 접촉	모터, 펌프, 컨베이어 등 회전 부품 손 끼임 방지
과부하	컨베이어/펌프/모터 구동 시 과부하 보호 구조 필요

항목	요구 사항
브레이크	이동 중 장비 고정 가능

7) 결론

기계적 안전은 **외부 보호, 구동 부품 보호, 저장 탱크 안전, 이동 안정성**을 통합적으로 고려해야 한다.

- EMO 비상정지 + 보호커버 + 안전계수 확보 + 균형 유지
- 모든 안전 요구는 장비 설계 초기 단계에서 반영되어야 하며, 유지보수와 운용 편의성을 함께 고려해야 한다.

11.2 전기·화재 안전 기준

냉장고 크기 이동식 폐식용유 수거 장비는 LiFePO₄ 배터리, 모터, 펌프, 컨베이어, 히터 등 전기 부하가 다양하며, 오일 및 가연성 물질과 함께 운용된다. 따라서 전기적 안전 및 화재 예방이 필수적이다.

1) 전기적 안전 기준

1.1 절연 및 접지

- 모든 배선 및 모터 하우징 **이중 절연**
- 배터리 및 금속 프레임은 **접지 연결 필수**
- 절연 저항: $\geq 10M\Omega$ (500V 절연 측정기 기준)

1.2 과전류 보호

- 각 모터 및 펌프 회로에 **퓨즈 또는 서킷 브레이커 설치**
- 배터리 메인 차단기 + BMS 전류 제한 연동
- 피크 전류 발생 시 즉시 차단

1.3 단락 방지

- 배터리와 주요 전장부 연결 시 **폴라리티 보호**
- 커넥터 및 단자 **견고하게 체결, 보호 덮개 장착**
- 단락 시 BMS와 서킷 브레이커가 즉시 차단

1.4 배선 및 케이블 규격

- 전류 용량 1.5배 안전 계수 적용
- 고온·오일·오염 환경 대응 케이블 사용 (UL 1015, AWG 10~12 추천)
- 케이블 루팅 시 날카로운 모서리 피하고, 케이블 타이·덕트 사용

1.5 배터리 관리 시스템(BMS)

- 과충전, 과방전, 과전류, 단락, 온도 이상 보호
- 통신 연동하여 MCU로 실시간 모니터링
- 이벤트 발생 시 모터/펌프 차단, 경보 전송

2) 화재 안전 기준

2.1 발화 위험 최소화

- 배터리와 오일 탱크는 물리적 분리
- 배터리 하우징: 난연 소재, 통풍 구조 포함
- 컨베이어 및 모터 주변 오일 누유 방지 구조 설계

2.2 화재 감지 및 차단

- 장치 내부 온도 센서 및 과열 경보
- 필요 시 자동 비상정지(EMO)
- 연기/온도 센서 연동: 알람 + 원격 통보

2.3 전기 부품 난연

- PCB, 모터, 케이블, 커넥터 난연 등급: **UL94 V-0 이상 권장**
- 히터 및 PWM 제어 부품 주변 열 차폐

2.4 배터리 화재 시 대응

- 배터리 팩 주위 난연 방호 케이스
- 폭발 방지 배출구 설계(압력 방출 구조)
- 작업 환경 화재 감지 및 소화기 배치

3) 전기·화재 안전 점검 항목

항목	기준
절연 저항	$\geq 10M\Omega$
접지	프레임 및 배터리 하우징 접지
과전류 차단	서킷 브레이커/퓨즈, BMS 연동
단락 보호	폴라리티 보호, 단자 커버
난연 등급	UL94 V-0 이상
과열 경보	내부 온도 센서, MCU 연동
EMO 비상정지	1초 내 모터/펌프 전원 차단

항목	기준
배터리 화재 대응	난연 케이스, 압력 방출, 소화기

4) 설계 권장 사항

- 배터리 → **BMS** → **MCU** → **모터/펌프** 구조로 전류 흐름 관리
- 배선 및 커넥터 보호**: 오일, 먼지, 진동 대비
- 화재 예방**: 난연 재질, 배터리 분리, 통풍 구조 필수
- 실시간 모니터링**: 온도, 전류, 배터리 상태, 경보 시스템 연동
- 비상정지**: 항상 접근 가능한 위치에 EMO 버튼 배치

11.3 식용유·폐유 취급 관련 안전 규정

냉장고 크기 이동식 폐식용유 수거 장비는 **식용유 및 폐식용유**를 직접 취급하므로, 화학적·위생적·환경적 안전 규정을 준수해야 한다. 폐유는 발화점, 점도, 오염물 함량 등이 다양하여 **작업자 안전, 환경 보호, 장비 안전**을 고려한 규정 적용이 필수적이다.

1) 작업자 안전

1.1 개인 보호장비(PPE)

- 장갑**: 내오일, 내화학 장갑 사용 (Nitrile, Neoprene)
- 안전화**: 오일 미끄럼 방지 기능
- 보호복**: 오일 흰 방지용 방수 작업복
- 안전 안경**: 오일 및 청소 시 비산 방지

1.2 화상 및 발화 예방

- 폐식용유 발화점 확인 (대략 200°C 이상)
- 장비 히터 및 전기부 근처 오일 누출 방지
- 가열 시 반드시 온도 센서와 자동 차단 장치 적용

2) 위생·환경 안전

2.1 오염물 관리

- 음식물 찌꺼기, 고체 불순물 제거 후 탱크 저장
- 배출 전 필터링·침전 처리
- 작업 후 청소 및 폐유 제거 규정 준수

2.2 누유 방지

- 저장 탱크, 배관, 컨베이어 주변에 이중 방수 구조
- 오버플로 및 누유 감지 센서 설치
- 환경오염 사고 시 즉시 차단 및 회수 절차 마련

2.3 배출/폐기 규정

- 국내 관련 환경부, 지방자치단체 폐식용유 관리 기준 준수
- 지정 처리업체로 전송 또는 SAF 전환 시설로 운송
- 용기 재사용 시 내부 세척 및 안전 규정 준수

3) 장비 안전과 규정 연계

3.1 탱크 재질 기준

- 스테인리스 스틸 또는 내유성 폴리머 사용
- 오일 및 음식물 찌꺼기에 내식성 필요
- 압력 과부하 대비 안전계수 1.5~2배

3.2 통풍 및 환기

- 장비 내부 밀폐 공간에서 오일 증기 축적 방지
- 컨베이어, 탱크 상부에 환기구 및 필터 설치

3.3 비상 조치

- 누유, 과열, 화재 발생 시 즉시 EMO 작동
- 오일 흡수제 및 소화기 장비 준비
- 작업자 안전대책: 탈출로, 안전교육

4) 관련 법규 및 기준

항목	규정
식용유 취급	식품위생법, 식품용기 안전 기준
폐식용유 처리	「폐기물관리법」, 지방자치단체 폐식용유 수거 규정
화학물질 안전	산업안전보건법, MSDS 기준
화재 안전	소방법, 전기설비 기준(KS C IEC 60364)

5) 운영 지침 예시

1. 폐유 수거 전 탱크 청소 및 소독
2. 컨베이어 및 탱크 접근 시 **PPE 착용 의무화**
3. 장비 운용 시 누유·오염물 감지 센서 모니터링
4. 배출 전 필터링 및 레벨 센서 확인
5. 사고 발생 시 즉시 EMO 작동 및 배출 차단

11.4 산업안전(ISO, CE 등) 대응 가능성

냉장고 크기 이동식 폐식용유 수거 장비는 **기계적, 전기적, 화재 및 환경적 위험 요소가 복합적으로 존재한다.** 따라서 **산업안전 관련 국제/국내 표준 대응 가능성을 검토하고 설계 단계에서 반영하는 것이 필수적이다.**

1) CE 인증 대응

1.1 적용 지침

- **기계 지침(Machinery Directive 2006/42/EC)**
 - 장비 설계 시 **기계적 안전**, 비상정지, 보호커버, 작업자 위험 방지 반영
- **저전압 지침(LVD 2014/35/EU)**
 - 배터리, 전기부품 전압 및 절연 안전 확보
- **EMC 지침(2014/30/EU)**
 - 전자장치 간 간섭 최소화, BLE/Wi-Fi 모듈 전자파 적합성
- **화학물질 규정(REACH)**
 - 사용 소재의 유해 화학물질 제한 준수

1.2 설계 반영

- 비상정지(EMO) 배치, 보호커버 설치
- 전기·전자 회로 절연, BMS 전류/온도 보호
- 오염물/폐유 누출 감지 및 안전차단
- CE 마킹 가능 설계 문서 작성: 위험평가, 기술파일 작성

2) ISO/국제 표준 대응

표준	적용 범위	대응 설계
ISO 12100	기계 안전 일반 요구사항	위험평가, 보호장치, 안전거리, 경보
ISO 13849	안전 관련 제어 시스템	비상정지, 인터록, 전자제어 안전 레벨(SIL 등)

표준	적용 범위	대응 설계
ISO 26262 (자동차 기준, 이동 모터 안전 참고)	전기 모터 안전	과전류 보호, 전압/온도 감시, 소프트 스트
ISO 14001	환경경영	폐식용유 누유, 청소 및 배출 규정
ISO 45001	산업 안전	작업자 PPE, 위험관리, 사고 보고

3) 안전 기능 대응 예시

안전 기능	CE/ISO 기준 대응
비상정지(EMO)	EN ISO 13850, EN 60204-1
전기 과전류 차단	LVD 2014/35/EU, EN 60204-1
화재 감지	EN 54, ISO 7240
누유·환경 보호	ISO 14001, REACH
모터/컨베이어 과부하 보호	ISO 13849-1, EN 60204-1

4) 설계 단계 반영 사항

1. 위험 평가(Risk Assessment)

- 모든 회로, 구동부, 유체 저장부, 이동 중 위험 분석

2. 안전 기능(Failsafe) 설계

- EMO, 인터록, 자동 차단, 피크 전류 제한

3. 문서화 및 기술파일 작성

- CE 인증 준비: 설계도, 시험보고서, 사용자 매뉴얼 포함

4. 시험 및 검증

- EMC, 전기 안전, 기계적 보호, 환경 시험

5) 결론

- 장비 크기와 구조가 **소형 이동형**이지만, 전기·기계·환경·화학적 위험이 복합적이므로 **CE, ISO** 안전 기준 대응 가능
- 설계 초기 단계부터 **비상정지, 절연, 과전류, 누유 감지, 보호커버, 위험평가**를 반영해야 하며,
- 문서화 및 시험을 통해 **인증 및 국제 기준** 준수 가능

11.5 방수·방진 등급(IP 등급)

냉장고 크기 이동식 폐식용유 수거 장비는 실내·실외 혼합 환경에서 사용될 가능성이 있고, 오일, 먼지, 음식물 찌꺼기, 물 텀 등 다양한 외부 요인에 노출된다. 따라서 장비의 **IP(Ingress Protection)** 등급을 설계 단계에서 정의하고, 이에 맞춘 구조·재질·밀폐 설계를 적용하는 것이 중요하다.

1) IP 등급 정의

IP 등급은 IEC 60529 기준으로 정의되며, 두 자리 숫자로 구성된다.

- 첫 번째 숫자 (0~6): 고체 이물질(먼지) 침입 보호 수준
- 두 번째 숫자 (0~9K): 액체(물, 오일 등) 침입 보호 수준

예시: IP54

- 5: 먼지 약간 침입 가능하나 장치 동작에 지장 없음
- 4: 모든 방향에서 분사되는 물로부터 보호

2) 장비 적용 IP 등급 권장

장치 부위	권장 IP 등급	설계 고려 사항
컨트롤 패널, MCU, 디스플레이	IP65	먼지 완전 차단, 물 흰 방지
모터 및 펌프 외부	IP54~IP55	먼지 일부 침입 가능, 물 분사 방지
배터리 팩 하우징	IP67	완전 방진, 침수 1m 30분 보호
컨베이어 드라이브부	IP54	먼지, 오일 흰 보호
저장 탱크 주변 센서	IP66	먼지 차단, 고압 세척 대응

3) 설계 적용 방법

3.1 밀폐 구조

- 전기/전자부: 실리콘 가스켓, O링, 밀폐 커버
- 케이블 입출력: IP 등급용 커넥터, 글랜드 적용
- 디스플레이/터치패널: 강화 유리 + 실리콘 실링

3.2 배수 및 통풍

- 장치 바닥 배수구 설계
- 전기부 주변 통풍 시 방수 구조 적용
- 환기 시 미세망 설치: 먼지·벌레 유입 방지

3.3 청소·세척 대응

- 외부 세척 시 고압 물 분사 대응 가능 등급 적용
- 오일 및 음식물 찌꺼기 청소 시 장치 내부 침수 방지

4) 추가 고려 사항

- IP 등급 달성을 위해 모터 및 기어 커버 필수
- 유지보수 용이성을 위해 분리 가능한 방수 커버 설계
- IP 등급에 맞춘 EMC 및 전기 절연 설계 병행 필요

5) 결론

- 장비 전반 IP54~IP67 적용 가능, 구체적 부위별 등급 차등 적용
- 전기·전자 보호, 청소 대응, 외부 환경 노출을 동시에 만족
- 초기 설계 단계에서 IP 등급 기준 반영 시 장비 신뢰성과 안전성 향상

11.6 사용자 안전 가이드라인

냉장고 크기 이동식 폐식용유 수거 장비는 컨베이어, 펌프, 배터리, 저장 탱크 등 다양한 위험 요소가 존재한다. 사용자는 장비 운용 중 기계적·전기적·화학적 사고를 예방하기 위해 안전 가이드라인을 반드시 숙지해야 한다.

1) 개인 보호 장비(PPE)

구분	권장 장비	목적
손	내유 장갑 (Nitrile, Neoprene)	오일, 음식물 찌꺼기 접촉 방지
발	미끄럼 방지 안전화	장비 주변 유출 오일 미끄럼 방지
몸	방수 작업복	오일 흰 및 오염 방지
눈/얼굴	안전 안경, 페이스 쉴드	오일 및 고체 입자 비산 방지

2) 장비 운용 안전

2.1 시동 전 점검

- 배터리 전압 및 연결 상태 확인
- 컨베이어, 펌프, 모터 작동 상태 확인
- 저장 탱크 레벨 및 필터 상태 점검
- 비상정지(EMO) 버튼 위치 숙지

2.2 작동 중 주의사항

- 컨베이어 및 펌프 작동 중 손, 옷, 머리 접촉 금지
- 폐유 배출 시 탱크 과충전 방지
- 오일 누출 발견 시 즉시 EMO 작동 후 청소
- 장치 주변 충격·낙하 금지

2.3 비상 상황 대응

- 화재 발생 시 EMO 버튼 작동 및 소화기 사용
 - 전기적 이상(스파크, 연기) 발생 시 전원 차단
 - 누유·침수 발생 시 장치 격리 및 즉시 경보 전송
-

3) 유지보수 안전

- 전원 차단 후 유지보수 수행
 - 회전 부품, 모터, 펌프 접근 시 **비상정지 확인**
 - 필터, 탱크 청소 시 PPE 착용 필수
 - 배터리 및 전기부 청소 시 **절연 상태 확인**
-

4) 환경·화학 안전

- 폐식용유 취급 시 **위생 규정 준수**
 - 음식물 찌꺼기, 오염물 제거 후 저장
 - 배출 용기 및 운반 시 **밀폐·표시 준수**
 - 환경오염 시 즉시 차단, 회수, 보고
-

5) 교육 및 문서화

1. 사용자 매뉴얼 제공
 - 장비 구조, 작동, 청소, 유지보수 방법 포함
 2. 안전 교육
 - 신규 사용자 장비 운용 전 필수 교육
 - EMO, PPE, 누유/화재 대응 실습 포함
 3. 표시 및 라벨
 - 고위험 부위, 전기부, 회전 부품 경고 라벨 부착
 - 배터리, 오일, 고온 부위 경고 표시
-

6) 안전 체크리스트 예시

점검 항목	주기	비고
배터리 전압/연결	매일	정상 범위 확인
컨베이어/펌프 작동	매일	이상 소음/진동 확인
필터/스크린	매일	이물질 제거
EMO 기능	매월	정상 작동 확인

점검 항목	주기	비고
누유/오일 배출	매회 사용 후	즉시 청소

7) 결론

사용자 안전 가이드라인은 **PPE 착용, 장치 점검, 비상 대응, 유지보수 안전**을 통합적으로 다룬다.

- 장비 운용 전 반드시 **매뉴얼 숙지**
- **비상정지, 배터리 보호, 오일 취급**을 중심으로 사고 예방
- 규정 준수와 반복 교육으로 안전 운용 확보