

과업지시서
“프리패브 BIPV 지붕 유닛시스템 제작도 작성 및
구조설계 검토”

2026. 08.

한국건설기술연구원

과업지시서

1. 과업명

- 프리패브 BIPV 유닛 시스템 제작도 작성 및 구조설계 검토

2. 과업의 목적

- 본 과업은 한국건설기술연구원 주요사업 “노후 공장 그린리모델링을 위한 저비용·경량화 프리패브 BIPV 지붕 유닛 시스템 개발 (1/3)” 과제와 관련하여 공장에서 단열재, 방수, 태양광 모듈 등을 일체형으로 사전 제작하여 현장에서 신속 설치하는 프리패브 BIPV 지붕 유닛 시스템을 개발하는 것으로, 노후 산업단지 적용 가능한 저비용·경량 프리패브 BIPV 지붕 유닛 시스템의 성능검증 및 현장적용을 위한 시제품 제작을 위함
- 기존기술은 시공방법이 매우 복잡하여 전문 숙련 노동자가 필요하며, 설계 시 건축가의 태양광발전 모듈에 대한 지식이 요구됨. 또한 하부 골 강판 설치에서 태양광발전 모듈과 전선트레이를 설치하여 완료하기까지 약 60일가량 시공기간이 소요되며, 시공 기간 중 비가 오는 경우 우수가 단열재에 침입하여 단열성능 등 품질저하가 우려됨
- 이에 본 과업은 공장에서 사전에 제작하여 현장에서 신속히 설치하는 프리패브 BIPV 유닛 시스템의 성능검증 및 시제품 제작을 위한 설계(제작도 작성) 및 경량화에 대응한 구조검토를 위함

3. 과업의 범위

- 본 과업은 노후 산단 그린리모델링의 현장 적용과 사업화를 전제하고 있기 때문에 제작-설치-유지 관리 용이성 등 프리패브 BIPV 지붕 유닛 시스템에 관련된 제반 사항을 총괄적으로 고려하는 것을 원칙으로 함.
- 구체적인 사항은 과업 세부내용에 따름

4. 과업수행기간

- 계약체결일로부터 과업이 시작됨을 원칙으로 함.
- 과업기간은 계약 체결일로부터 3개월

5. 과업 세부내용

(1) 프리패브 BIPV 지붕 유닛 시스템 설계 및 제작도 작성

○ 적용 대상

- 노후 공장 등 경사 금속지붕(중도리 구조)의 그린리모델링 및 신축 경량 철골지붕에 설치되는 프리패브 BIPV 지붕 유닛

○ 일반원칙

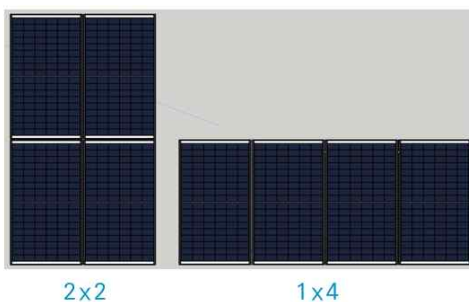
- 공장제작률 극대화 : 방수·전기 결선을 포함한 주요 공정은 공장에서 완결하고, 현장 작업은 유닛 거치, 유닛 간 접합, 마감부 설치, 플러그인 결선으로 한정함
(태양광 모듈 배선설계, 유닛 조합 패턴 대응 배선 연결체계는 과업의 범위에서 제외)
- 건식·기계식 접합을 원칙으로 하며, 현장 습식(실란트 단독 의존) 방수는 2차 보조수단으로만 허용함
- 모든 접합부는 해체·교체 가능성(모듈 단위 유지보수)을 고려하여 설계함
- 구조·단열·방수성능은 유닛 단품이 아닌 유닛 조합 상태(접합부 포함)를 기준으로 평가함
- 유닛 간 조합 시 설치 방법을 함께 강구할 것

○ 요구성능

구분	성능	성능 검증/방법	목표설정 근거
발전용량	표준 유닛 2kW 이상	500W PV * 4EA	-
방수성능	누수 없음	수밀성 시험, KS F 2295 준용 또는 동압 수밀시험	
경량화	315kg/kW (유닛 당 630kg)	시제품 계량	노후 공장 지붕 리모델링 시 필수적인 구조적 안전성 고려 및 확보
내풍성능	풍속 42m/s	내풍성능 시험성적서 (내풍 KS F 2296)	[KDS 41 12 00] 전남지역 지붕 설계풍압(40m/s) 기준 충족
내화성능	내화구조: 0.5시간 단열재: 준불연 이상	내화구조성능 시험성적서 (KS F 2257-5:2014)	건축물의 피난 및 방화구조에 관한 규칙 (제3조제8호) 충족: 공장 12층(50m 이하) 0.5시간 기준 부합
단열성능	0.150 W/㎡·K	단열성능 시험성적서 (KS F 2277)	전국(중부1지역) 커버
경제성	500만원/kW (유닛 당 1,000만원)	물량산출서(BOM)에 따른 내역서	경쟁제품 대비 가격경쟁력 확보

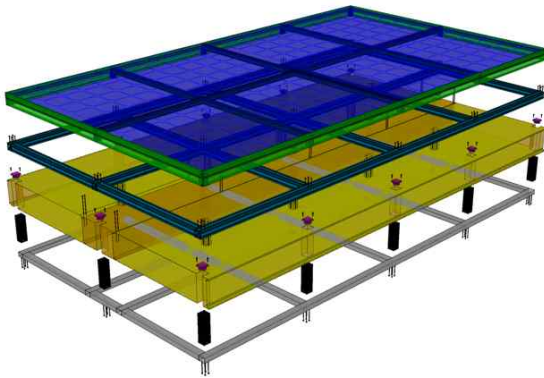
○ 표준 유닛 구성

- 태양광 패널은 현대에너지솔루션 NR 시리즈 적용 (size: 1,134 × 1,960 × 30mm, 출력: 500Wp)
- PV 조합은 2×2 또는 1×4로 구성

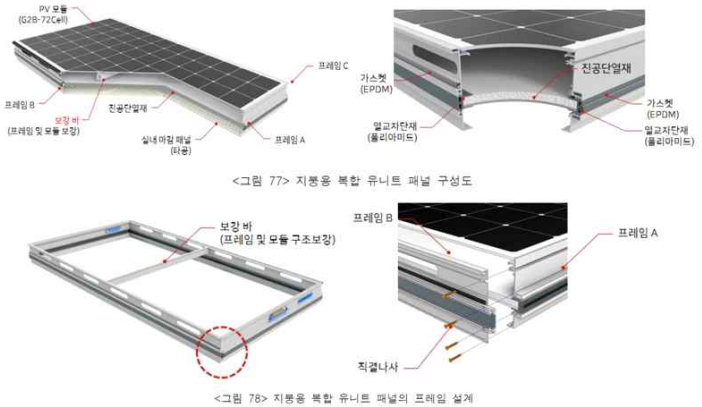


○ 단열함체

- ① 불연 심재 샌드위치 패널의 조합과 이를 지지·보강하는 알루미늄 프레임 구성(샌드위치 패널 조합방식) 또는 ②단열함체 구성 후 불연 심재 단열재 배치하는 방식(단열함체방식) 중 합리적인 안 선택



① 샌드위치 패널 조합



② 단열함체 구성

- 단열재는 중부1지방 외기 직접면 지붕 $U \leq 0.150 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 열관류율을 확보한 준불연 이상 제품을 적용하며, 평가 시 프레임·체결부에 의한 점형·선형 열교를 포함한 보정 열관류율로 기준 충족 여부를 확인함(ISO 6946, ISO 10211 준용)
- 프레임 내 지지구조물이 단열층을 관통하는 구간은 열교차단부재를 적용하여 내·외측 금속의 직접 접촉을 차단하는 등 열교를 최소화 할 것
- 방수는 3단계 방수(오픈조인트 배수 개념)을 원칙으로 함
 - 1차: 태양광 모듈의 줄눈 하부에 배수 채널 또는 가스켓을 연속 배치하고, 상부 조인트 커버(캡 플래싱)를 기계식 체결함. 필요 부위에 한하여 실란트 보조 실링
 - 2차: 태양광 모듈 하부에 배수 채널(거터형 조인트 프로파일)을 두어 침투수를 처마 방향으로 유도 배출
 - 3차: 단열함체 상부에 방수시트를 설치하여 수밀을 확보하고, 유닛 간 접합시 밀착되는 부위에 EPDM 이중 가스켓을 연속 설치
- 슬링벨트를 적용하여 양중 할 경우, 유닛의 자중을 고려하여야 함. 슬링벨트를 활용한 양중이 어려운 경우, 둘레 프레임 상면에 4점 이상 양중 러그(아이볼트 M12 이상 또는 전용 리프팅브라켓)를 T-슬롯 전용 너트로 설치하고, 양중 시 프레임 국부 변형·패널 탈락이 없도록 하중경로를 프레임에 한정함

○ PV 모듈 설치

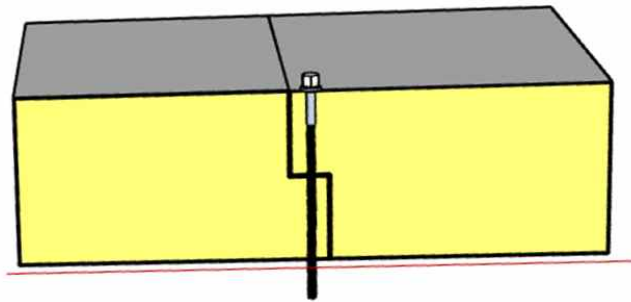
- 모듈은 유지보수 시 개별 모듈 단위 탈착이 가능하여야 함
- 모듈 배면과 단열함체 상면 사이에 통기층 최소 70 mm 이상(권장 100mm 이상)을 확보하여 모듈 온도 상승에 따른 발전효율 저하를 억제함
- 부압(들림) 하중에 대한 클램프·체결부 인발 저항을 검토하고, 진동에 의한 풀림 방지 조치(스프링 와셔, 나사고정제 등)를 적용함
- 모듈의 배선 및 결선은 주관연구기관이 제공한 도면을 바탕으로 설계도서에서 반영

○ 유닛 간 접합부 열교

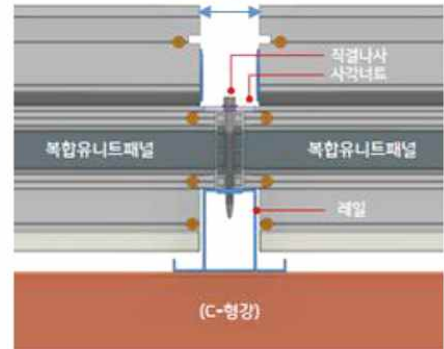
- (샌드위치패널 조합방식) 패널 접합부에서 단열재가 끊기지 않도록 연속 단열 처리 강구하고, 단부

에 요철을 두어 접합하는 유닛과 암수구조를 이루는 방안 검토

- (단열합체 방식) 유닛 경계에서 단열층이 단절되지 않도록 측면 프레임 내측까지 단열재를 확장 배치하고, 접합 후 남은 공극에는 압축 팽창형 단열 테이프(프리 컴프레스트 테이프) 또는 불연 단열재 현장 충전을 적용함. 유닛 간 대면하는 알루미늄 프레임 사이에는 가스켓·단열 스페이서를 두어 금속 간 직접 접촉을 방지함



① 샌드위치 패널 조합 방식



② 단열합체 구성 방식

○ 지붕 구조재와의 결합

- 유닛은 기존(또는 신설) 지붕 중도리(purlin) 또는 보 부재에 결합하는 것을 원칙으로 함.
- 풍하중(부압에 의한 들림 포함), 적설하중, 지진하중 및 양중 시 하중에 대하여 결합부·프레임·앵커의 안전성을 KDS 기준에 따라 검토하여 결합부 설계
- 결합부의 설치 용이성을 반드시 고려해야 하며, 유닛의 설치 순서도 함께 고려함.

(2) 프리패브 BIPV 지붕 유닛 시스템의 구조성능 검토

○ 검토 대상 및 범위

- 표준 유닛의 프레임·단열합체·모듈 고정부와 유닛 조합 상태(유닛 간 접합부 포함) 및 지붕 구조재(중도리) 결합부를 검토 대상으로 함
- 제작도 작성과 연계하여 부재 단면·접합 상세 확정에 검토 결과를 반영(설계-검토 순환)함

○ 설계하중 및 하중조합

- KDS 41 10 15에 따른 고정하중, 활하중(점검하중 포함), 적설하중, 풍하중(KDS 41 12 00, 설계풍속 42 m/s, 부압에 의한 들림 포함) 및 지진하중(KDS 41 17 00, 비구조요소 규정 준용)을 적용하고, 하중조합은 KDS 기준에 따름
- 양중 시 하중(4점 인양, 동적계수 반영) 및 운반·거치 시 일시하중을 별도 하중케이스로 검토함

○ 검토 항목

- 프레임 부재(둘레·격자·PV 지지레일)의 응력 및 처짐 검토
- 접합부 안전성 검토 : ① 모듈 클램프·체결부의 부압 인발저항, ② 유닛 간 접합부, ③ 유닛-중도리 결합부(클램프·앵커)의 인발·전단, ④ 양중 러그 및 하중경로 국부검토
- 열교차단 부재(단열바·패드 등)가 하중경로에 포함되는 경우 해당 부재의 전단·크리프 안전성 검토
- 경량화 목표(315 kg/kW) 충족을 위한 부재 최적화 검토를 병행함

6. 과업수행 예정공정표

공 정 \ 기 간	예 정 공 정 표			비 고
	1개월	2개월	3개월	
프리패브 BIPV 지붕 유닛 시스템 설계 및 제작도 작성				
프리패브 BIPV 지붕 유닛 시스템 구조성능 검토				

7. 성과품 제출

- 성과품 : 프리패브 BIPV 지붕 유닛 시스템 제작도서(일반도·부품도·접합상세·BOM) 및 구조성능 검토 보고서 각 5부
- 제출장소 : 한국건설기술연구원에서 지정한 장소
- 제작도서(2D, 3D)가 포함된 파일 USB : 1개

8. 기타사항(보안대책, 정산조건 등)

- 계약변경 조건
 - 가. 천재지변 등 불가피한 사항이 발생하여 정상적인 과업의 수행이 불가능한 경우
 - 나. 연구원의 방침에 따라 과업이 중단되었을 경우
 - 다. 계획의 변경으로 과업내용 및 물량이 증감되었을 경우
 - 라. 기타 연구원의 사정으로 변경이 불가피한 경우
- 보안대책
 - 가. 용역수행자는 과업 착수와 동시에 본 용역에 종사하는 인원으로부터 보안관리 서약서를 징수하여 착수계와 함께 연구원에 제출하여야 하며, 과업수행에 참여한 인원이 교체될 시는 인수인계를 철저히 하여 자료의 외부유출을 방지한다.
 - 나. 관련 문서는 사전 보안성을 면밀히 검토하여 내용의 중요도에 따라 적정등급의 비밀 또는 대외비로 분류하고, 연구원에서 정한 보안관계 제규정을 준수한다.
 - 다. 용역수행에 관련된 모든 자료는 별도 보관하여 보안관리 책임자를 지정하여 관리하며, 지정된 장소에서만 보관한다.
 - 라. 과업 전반에 걸쳐 보안상 이상이 없도록 하며, 과업수행으로 취득한 사실에 대하여는 철저한 보안을 유지한다.
 - 마. 용역수행과정에서 각종 회의 시 본 과업내용이 포함된 경우에는 배포할 부수를 감안하여 필요한 부수만 생산하되 회의종료 후 회수하여 파기한다.
 - 바. 용역계약자는 용역수행과정에서 발생한 각종 자료와 용역성과품은 용역완료시에 전부 납품토록 하고, 성과품은 추가로 인쇄하여 보관하지 말아야 한다.
 - 사. 모든 용역 성과품(유·무형)은 연구원의 자산으로 귀속되며, 사전 연구원의 서면 승인 없이는 타 목적을 위해 사용할 수 없다.
- 기타
 - 가. 과업지시서에 명기되지 않았거나 중요한 결정 또는 판단이 요구되는 사항이 있을 경우에는 연구원과 사전 협의 후 시행하여야 한다.
 - 나. 본 과업수행 중 과실로 인한 일체의 책임은 도급자 부담으로 한다.

- 다. 기타 본 과업지시서 내용에 대한 해석상의 이견 및 경미한 사항에 대해서는 연구원의 해석 또는 지시에 따른다.
- 라. 하자보수기간은 과업 종료 후 1년까지로 하며, 이 기간 중에 발생하는 제반 문제에 대해서는 성실히 처리하여야 한다.
- 마. 과업 완료 후에도 성과품에 대한 보완지시가 있을 때에는 과업수행자 비용 부담으로 성과품을 보완 제출 하여야한다.
- 바. 과업지시서에 명기되지 않은 내용은 당 연구원의 원규에 따른다.