

RS-KORAS-KIMM-260(2018)



태양열·광(PV/T) 복합패널
RS-KORAS-KIMM-260(2018)

소재·부품 신뢰성전문위원회 심의
2018년 5월 2일 제정
한국신뢰성인증센터 발행

소재·부품신뢰성전문위원회 명단

	성명	소속	직위
(위원장)	이순복	한국과학기술원	교수
(위원)	김규로	경기과학기술대학교	교수
	송찬규	(주)퀵시스	이사
	연철성	(주)엘맥스텍	소장
	오근태	수원대학교	교수
(간사)	임익성	남서울대학교	교수

신뢰성기술위원회 명단

	성명	소속	직위
(위원장)	이순복	한국과학기술원	교수
(위원)	강영선	동양물산(주)	연구소장
	권영일	청주대학교	교수
	김경욱	서울대학교	교수
	김규로	경기과학기술대학교	교수
	김유광	한국유체기계학회	자문위원
	김형규	한국원자력연구원	책임
	문원식	현대중공업	상무
	심행근	(주)한화	센터장
	최규철	쌍용자동차(주)	책임
	최문석	한국자동차산업협동조합	실장
(간사)	박상욱	자동차부품연구원	센터장

제정자 : 한국기계연구원 신뢰성평가연구실

제정 : 2018년 5월 2일

한국신뢰성인증센터 공고 제 2018-005호

원안작성협력자 : 한국신뢰성인증센터

심의위원회 : 소재·부품신뢰성전문위원회

신뢰성평가기준

RS-KORAS-KIMM-260(2018)

태양광·열(PV/T) 복합패널

PV/T composite panel

서 문 규격을 적용하는데 있어서는 그 규격 안에 인용하고 있는 규격도 동시에 참조하여야 하며, 같은 종류의 규격이라면 규격 사이에 비교 검토가 필요한 경우도 많다. 이러한 기준들의 시험 특성을 이해함으로써 태양광·열 복합패널의 신뢰성을 높이기 위해 RS-KORAS-KIMM-260(2018)이 제정되었다.

1. 적용 범위 이 기준은 일반적인 야외 기후에서 사용되는 태양광 및 태양열(PV/T : Photovoltaic Thermal collector)의 복합패널은 전면부의 PV 패널(Photovoltaic panel)에서 전기를 생산하고, 후면부의 태양열 집열기(Thermal collector)에서 온수를 생산하여 전체 에너지 변환 효율을 대폭 상승시키는 장치로써, 태양광·열(PV/T) 복합패널(이하 태양광·열 복합패널이라 한다.)의 성능 및 신뢰성 인증 시험 방법에 대하여 규정하며 본 기준에서 적용될 수 있는 시험 대상 품의 범위는 표 1에 따른다.

표 1 적용 범위

항 목	범 위
형 식	액체 가열식
운용 환경	실외 조건[(-33~50) °C]
전력 출력	700 W 이하
집 열 량	2 000 W 이하
정격 압력	500 kPa 이하
정격 유량	10 L/min 이하
형 태	평판형
집열기 재질	폴리에틸렌

2. 인용 규격 다음에 나타내는 규격은 이 기준에 인용됨으로써 이 기준의 규정일부를 구성한다. 이러한 인용 규격은 그 최신판을 적용한다.

KS A 0006 시험 장소의 표준 상태

KS B 8295 태양열 집열기(평판형, 진공관형, 고정 집광형)

KS B ISO 9806 태양 에너지 — 태양열 집열기 — 시험방법

KS C 1302 절연 저항계(전지식)

KS C 8561 결정질 실리콘 태양광발전 모듈(성능)

KS C IEC 60891 결정계 실리콘 태양광발전 소자의 측정된 I-V 특성의 온도 및 조사강도 보정절차

KS C IEC 60904-1 태양전지 소자—제1부 : 태양 전지 전류-전압 특성 측정

- KS C IEC 60904-9 태양전지 소자—제9부 : 솔라 시뮬레이터의 성능 요구사항
- KS C IEC 60904-10 태양광발전 소자—제10부 : 선형성 측정 방법
- KS C IEC 61215 지상 설치용 결정계 실리콘 태양전지(PV)모듈-설계 적격성 확인 및 형식 승인 요구 사항
- KS C IEC 61646 지상용 박막 태양광 모듈의 설계 요건과 형식 인증
- KS D 9502 염수 분무 시험 방법 (중성, 아세트산 및 캐스 분무 시험)
- IEC 60060-1 High-voltage test techniques - part 1: General definitions and test requirements
- IEC 60068-2-6 Environmental testing - part 2: Tests - Test Fc: Vibration (sinusoidal)
- IEC 60721-3-2 Classification of environmental conditions - Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities - Section 2: Transportation
- IEC 60721-3-3 Classification of environmental conditions - Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities - Section 3: Stationary use at weatherprotected locations
- MIL-STD-810G Environmental engineering considerations and laboratory tests

3. 정 의 이 기준에서 사용되는 주된 용어의 정의는 다음에 따른다.

- a) **태양전지** 태양광 등의 빛의 조사를 받아 그 에너지를 직접 전기에너지로 변환하여주는 기기
- b) **태양열 집열기** 태양 에너지 흡수 및 작동 유체에 열에너지를 전달하는 기기
- c) **평판형 집열기** 집열면이 평면 형상이고, 태양 에너지 흡수 면적이 태양 에너지의 입사 면적과 동일한 집열기
- d) **태양광·열 복합패널** 태양 에너지를 받아서 그 에너지를 전기에너지와 열에너지를 동시에 변환하여 주는 기기로서, 전면에 태양전지(PV) 패널과 후면에 태양열 집열기(Thermal collector)가 결합된 패널
- e) **열매체** 태양광·열 복합패널의 구성 요소 간에 열에너지 전달을 위해 사용하는 유체
- f) **인공 태양** 태양 복사를 모사하는 인공 복사 에너지원
- g) **질량 대기 지수(AM : Air Mass)** 태양의 직사 광선이 대기를 통과할 때의 거리에 관계하는 질량. 태양 고도 90°의 대기 질량을 1로 하며, 태양 고도 30°의 대기 질량을 2로 하고, 근사적으로 태양 고도의 정현의 역수로 나타냄(단위 : 무차원)
- h) **표준 시험 조건(STC : Standard Test Condition)** 태양광·열 복합패널 성능 시험의 기준이 되는 시험 조건
- 방사 조도 : 1000 W/m²
 - 패널 온도 : 25 °C
 - 질량 대기 지수 : 1.5 AM
- i) **공칭 작동 셀 온도(NOCT : Nominal Operating Cell Temperature)** 태양광·열 복합패널의 일반적인 정상 작동 상태에서의 태양전지 패널 셀 접합부의 평균 온도
- j) **표준 기준 환경(SRE : Standard Reference Environment)** 태양광·열 복합패널의 NOCT를 측정할 때의 환경 조건
- 방사 조도 : 800 W/m²
 - 주위 온도 : 20 °C
 - 질량 대기 지수 : 1.5 AM
- k) **태양전지 출력** 태양광을 조사받아 태양전지에서 변환되는 전기에너지로 출력되는 전류와 전압의 곱으로 계산되는 에너지(단위 : kW)

- l) **전기에너지 변환 효율** 태양전지 패널에서 출력되는 전력을 태양전지 패널 면적과 일사량의 곱으로 나눈 값으로 백분율(%)로 표시함
- m) **방사 조도** 표면의 단위 면적당 태양 또는 인공 광원에서 단위 시간에 입사하는 방사 에너지 (단위 : W/m^2)
- n) **입사각** 햇빛을 받는 면의 법선과 태양 중심의 방향이 이루는 각도 ($0\sim 90^\circ$)의 범위에서 법선과 태양의 방향이 일치할 때(수직 입사)는 0° 로 함
- o) **최대 작동온도** 태양광·열 복합패널이 정상 작동 시 도달하는 최대 온도
- p) **일사량** 태양광·열 복합패널 표면의 어떤 점에서, 집열기 면을 요소들로 나누었을 때, 요소에 투사되는 복사 에너지 흐름. 태양 일사량은 W/m^2 로 표시함
- q) **열에너지 취득 효율** 태양열 집열기에서 취득하는 열에너지를 패널 면적과 일사량의 곱으로 나눈 값으로 백분율(%)로 표시함
- r) **대표 성능 시험** 종합 성능 시험 항목 중에서 시험 대상품의 성능 변화를 확인할 수 있는 대표적인 시험 항목을 선정하여 수명 시험, 내환경성 시험, 안전성 시험 등의 수행과정에서 실시하는 시험
- s) **사전 시험** 내환경성 시험으로 인한 시험 대상품의 성능 변화를 확인하기 위하여 시험 시작 전에 실시하는 시험
- t) **사후 시험** 내환경성 시험으로 인한 시험 대상품의 성능 변화를 확인하기 위하여 시험 완료 후에 실시하는 시험

4. 구 조

4.1 구조 태양광·열 복합패널의 구성은 그림 1과 같다.

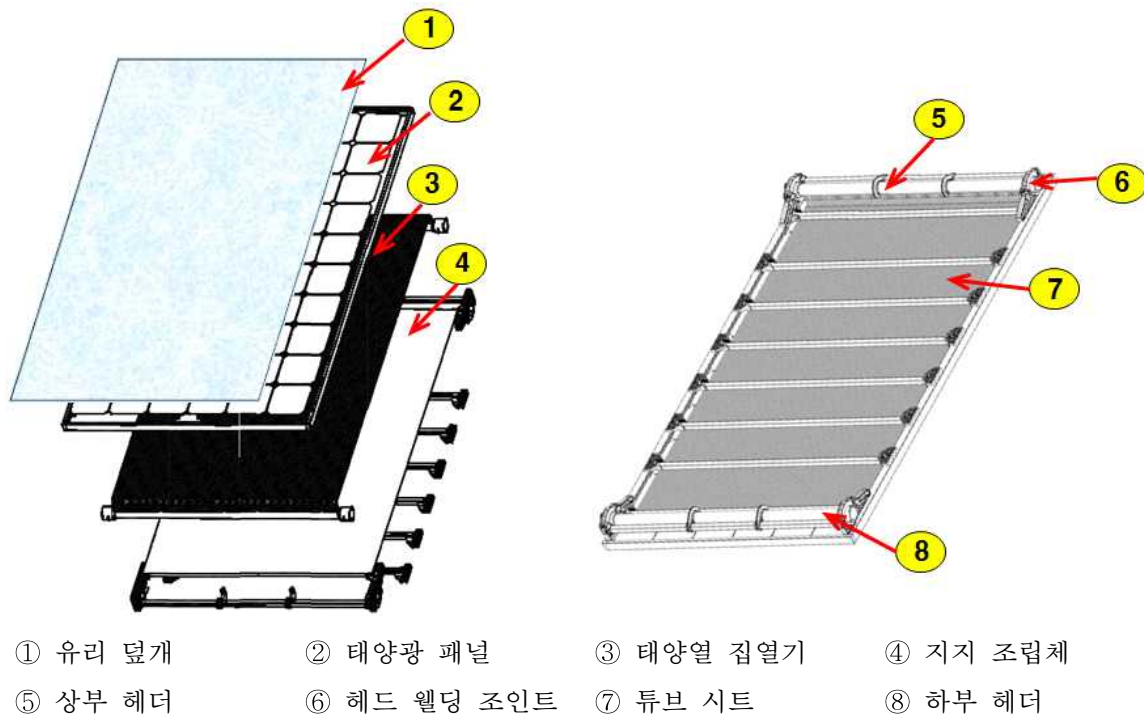


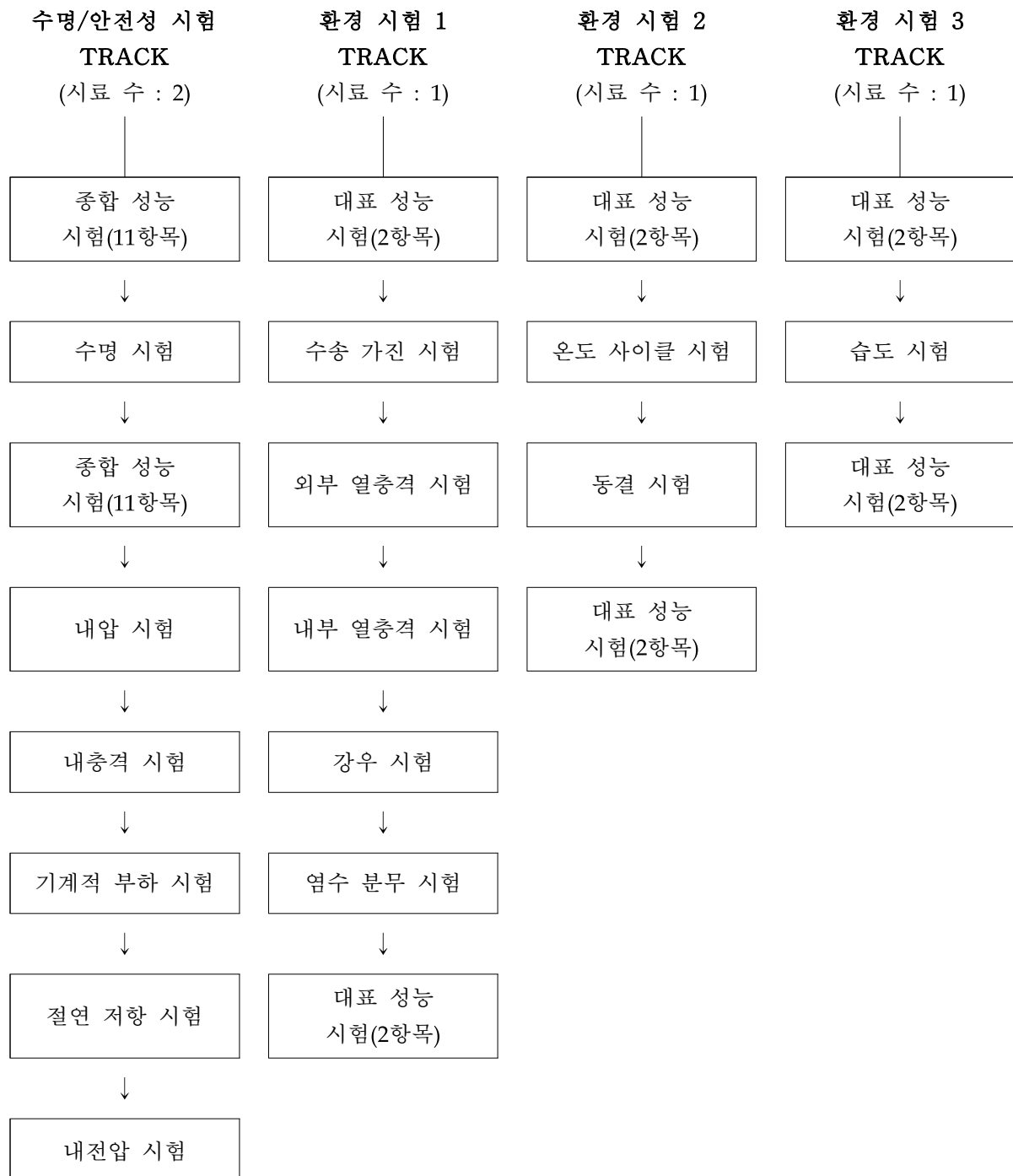
그림 1 PVT 복합패널의 구성

5. **샘플링 방법** 가장 최근에 동일한 조건으로 생산된 양품 중 5개를 랜덤 샘플링하여, 3개는 내환경성 시험, 2개는 수명 시험 및 안전성 시험에 활용한다.

6. 신뢰성 평가 기준

6.1 시험 순서 및 시료 배분 시험 순서와 시료 배분은 표 2와 같다. 각 항목별 세부 시험방법은 7.2 종합 성능 시험 방법, 7.3 내환경성 시험 방법, 7.4 안전성 시험 방법, 7.5 수명 시험 방법을 따른다. 종합 성능 시험 항목들은 순서에 무관하게 시험 가능하다. 그리고 공인기관에서 태양 전지에 대해 인증서를 발급받은 시험 항목은 생략할 수 있다.

표 2 시험 순서 및 시료 배분



6.2 종합 성능 평가 기준 모든 시료는 7.2의 시험 방법에 따라 종합 성능 평가 시험을 실시하여 표 2의 평가 기준을 만족하여야 한다. 종합 성능 시험 중 대표 성능 시험은 전력 변환 효율 시험 및 집열 효율 시험으로 한다.

표 3 종합 성능 시험의 평가 기준

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
전력 변환 효율 시험	7.2.1	<ul style="list-style-type: none"> · 솔라 시뮬레이터(KS C IEC 60904-9에 따른 등급(class) B 이상)를 사용 · 표준 시험 조건(STC)에서 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 방사 조도 : $1\,000\text{ W/m}^2$ - 패널 온도 : $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ · 30분 동안 5분 간격으로 6회 측정의 평균 전력 값으로 전력 변환 효율 산출 	<ul style="list-style-type: none"> · 측정된 전력 변환 효율은 정격 변환 효율의 85 % 이상
집열 효율 시험	7.2.2	<ul style="list-style-type: none"> · 솔라 시뮬레이터(KS C IEC 60904-9에 따른 등급(class) B 이상)를 사용 · 집열 효율 시험 조건에서 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 방사 조도 : $1\,000\text{ W/m}^2$ - 집열기 인입 및 토출 열매체(유체)의 평균 온도 : 주위 온도 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이내 · 집열기 인입 열매체 유량 : 정격 유량 $\pm 5\%$ 이내 · 집열기 인입 열매체 온도 : $(20 \pm 0.5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ · 집열면에 평행한 공기 속도 평균값 : $(3 \pm 1)\text{ m/s}$ · 30분 동안 5분 간격으로 6회 측정의 평균 열량 값으로 집열 효율 산출 	<ul style="list-style-type: none"> · 측정된 집열 효율은 정격 집열 효율의 85 % 이상
시간 정수 시험	7.2.3	<ul style="list-style-type: none"> · 집열 효율 시험과 동일한 방법으로 열매체를 태양광·열 복합패널에 순환시키며 수행 · 덮개 사용으로 일사를 차단하고, 열매체를 공급하여 정상 상태 도달 <ul style="list-style-type: none"> - 열매체 온도 : 주위 온도와 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이내 - 설정 유량으로 최소 10분 이상 공급 · 정상 상태 도달 즉시 덮개 제거하고, 700 W/m^2 이상의 일사량 하에 노출 · $(t_e - t_a)$가 초기 정상 상태에서 광원에 노출시킨 후 도달되는 정상 상태까지 지속하고 시간 정수 τ_c는 총 지속되는 시간의 63.2 %로 정의 <ul style="list-style-type: none"> - $(t_e - t_a)$: 출구 온도와 외기 온도의 차이 	<ul style="list-style-type: none"> · 측정된 시간 정수 τ_c는 제조사 설계치 기준의 $\pm 10\%$ 이내
압력 강하 시험	7.2.4	<ul style="list-style-type: none"> · 유체 : 물 또는 부동액(물 : 글리콜 = 60 : 40) · 유체의 온도 : $(20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ · 시험 유량 : 정격 유량 	<ul style="list-style-type: none"> · 시험 중 압력의 누설이 없어야 하며 측정된 압력 강하는 설계 기준 이내

표 3 종합 성능 시험의 평가 기준(계속)

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
NOCT 성능 시험	7.2.5	<ul style="list-style-type: none"> 표준 기준 환경(SRE)에서 시험 <ul style="list-style-type: none"> 방사 조도 : 800 W/m^2 주위 온도 : $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 태양광·열 복합패널의 온도가 $\text{NOCT} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 되게 가열 제시된 방사 조도와 온도 조건이 안정화 되었을 때 태양광·열 복합패널에서 측정한 평균 전력 	<ul style="list-style-type: none"> 측정된 전력은 NOCT에서의 출력 설계치의 85 % 이상
낮은 조사 강도에서의 성능 시험	7.2.6	<ul style="list-style-type: none"> 낮은 조사 강도의 조건에서 시험 <ul style="list-style-type: none"> 방사 조도 : 200 W/m^2 주위 온도 : $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 태양광·열 복합패널의 온도가 $(25 \pm 2) \text{ }^{\circ}\text{C}$ 되게 가열 제시된 방사 조도와 온도 조건이 안정화 되었을 때 태양광·열 복합패널에서 측정한 평균 전력 	<ul style="list-style-type: none"> 측정된 전력은 낮은 조사 강도에서의 출력 설계치의 85 % 이상
옥외 노출 시험	7.2.7	<ul style="list-style-type: none"> 태양광·열 복합패널의 태양전지(PV)를 단락한 상태 적산 일사량계로 측정한 적산 일사량이 60 kWh/m^2에 도달할 때까지 방치 	<ul style="list-style-type: none"> 육안검사 : 결함 없음 절연 저항 시험의 판정 기준을 만족
열점 내성 시험	7.2.8	<ul style="list-style-type: none"> 태양광·열 복합패널의 태양전지(PV)에서 최고 온도 셀을 결정 결정된 셀에서 최대 전력을 소비되게 하는 것으로 아래와 같은 조건들에서 시험 <ul style="list-style-type: none"> 방사 광원 1 : 700 W/m^2 방사 광원 2 : 1000 W/m^2 패널 유지 온도 : $(50 \pm 10) \text{ }^{\circ}\text{C}$ 전체 노출 시간 : 5시간 	<ul style="list-style-type: none"> 육안검사 : 결함 없음 절연 저항 시험의 판정 기준을 만족
자외선(UV) 시험	7.2.9	<ul style="list-style-type: none"> 자외선(UV) 방사의 조건에서 시험 <ul style="list-style-type: none"> 자외선(UV) 광원 : $(280 \sim 320) \text{ nm}$에서 5 kWh/m^2 or $(280 \sim 385) \text{ nm}$에서 15 kWh/m^2 패널 유지 온도 : $(60 \pm 5) \text{ }^{\circ}\text{C}$ 	<ul style="list-style-type: none"> 육안검사 : 결함 없음 절연 저항 시험의 판정 기준을 만족

표 3 종합 성능 시험의 평가 기준(계속)

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
단자 강도 시험	7.2.10	<ul style="list-style-type: none"> · 인장시험 : 인장력은 태양광·열 복합패널의 중량을 초과하지 않을 것 · 굽힘강도시험 : 각 반대 방향으로 굽힘을 1회로 하여 총 10회 실시 	<ul style="list-style-type: none"> · 기계적 손상이 없어야 하고 절연 저항 시험의 판정 기준을 만족
바이패스 다이오드 열 시험	7.2.11	<ul style="list-style-type: none"> · 태양광·열 복합패널의 태양전지(PV)에 전류를 인가하는 조건에서 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 패널 유지 온도 : $(75 \pm 5) ^\circ\text{C}$ - 인가 전류 : STC 조건에서 단락 전류의 1.25배 - 유지 시간 : 1시간 	<ul style="list-style-type: none"> · 측정된 다이오드 온도는 정격 작동 온도 이하 · 절연 저항 시험의 판정 기준을 만족

6.3 내환경성 평가 기준 내환경성 시험에서 앞선 시험 종료 후에 다음 시험이 실시되는 경우는 앞선 시험 항목의 사후 시험을 다음 시험의 사전 시험으로 대체하며, 내환경성 시험의 항목별 평가 기준은 표 4을 따른다.

표 4 내환경성 시험의 평가 기준

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
수송 가진 시험	7.3.1	<ul style="list-style-type: none"> · 가진 형태 : 정현파 스위프 · 주파수 범위 : (1~500) Hz · 변위 : 3.5 mm · 가속도 : 10 m/s^2 · 정현파 스위프 속도 : 1 octave/min · 3축($\pm X$, $\pm Y$, $\pm Z$) 방향에 대해 각각 10회 시험을 실시한 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시 	<ul style="list-style-type: none"> · 조립부의 풀림, 변형, 파손 등이 없어야 함 · 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)의 평가 기준을 만족
외부 열충격 시험	7.3.2	<ul style="list-style-type: none"> · 집열기는 열매체를 채우지 않은 상태로 실외 또는 인공 태양 아래에 설치 · 물 분사기는 태양광·열 복합패널 전체에 걸쳐 물을 균등하게 분사 가능 · 아래와 같은 기상 및 분사 조건에서 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 일사량 강도 : 850 W/m^2, 1시간 노출 - 주위 온도 : $10 ^\circ\text{C}$ 이상 - 유량 : 투과체 유효 면적당 $(0.03 \sim 0.05) \text{ kg/s}$ - 물분사 시간 : 15분 	<ul style="list-style-type: none"> · 외관 손상(변형, 및 누수 등)이 없어야 함

표 4 내환경성 시험의 평가 기준(계속)

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
내부 열충격 시험	7.3.3	<ul style="list-style-type: none"> · 집열기는 열매체를 채우지 않은 상태로 실외 또는 인공 태양 아래에 설치 · 아래와 같은 기상 및 유량 조건에서 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 일사량 강도 : 850 W/m^2, 1시간 노출 - 주위 온도 : $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 이상 - 유량 : 투과체 유효 면적당 최소 0.02 kg/s - 내부 공급수 : $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 이하의 물, 5분 	<ul style="list-style-type: none"> · 외관 손상(변형 및 누수 등)이 없어야 함
온도 사이클 시험	7.3.4	<ul style="list-style-type: none"> · 온도변화율 : $100 \text{ }^{\circ}\text{C/h}$ 이내 · 저온 (-40 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 10분 이상 유지 · 고온 (85 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 10분 이상 유지 · 시험 사이클 : 250사이클 <ul style="list-style-type: none"> - 200사이클 : 최대 허용 전류를 공급하여 투과체 온도를 (25 ± 2) $^{\circ}\text{C}$로 유지 - 50사이클 : 전류 공급하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> · 조립부의 풀림, 변형, 파손 등이 없어야 함 · 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)의 평가 기준을 만족
습도 시험	7.3.5	<ul style="list-style-type: none"> · 시험 대상품을 항온항습 챔버에 설치 · 고온고습 상태에서 열적 스트레스를 인가하는 조건에서 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 시험 온도 : (85 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ - 시험 상대 습도 : (85 ± 5) % - 시험 시간 : 1 000시간 	<ul style="list-style-type: none"> · 조립부의 풀림, 변형, 파손 등이 없어야 함 · 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)의 평가 기준을 만족
동결 시험	7.3.6	<ul style="list-style-type: none"> · 시험 대상품을 항온항습 챔버에 설치 · 온도 (85 ± 2) $^{\circ}\text{C}$와 상대 습도 (85 ± 5) %에서 20시간 유지하고, 저온 (-40 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 조건에서 0.5시간 유지 · 24시간 이내 1사이클로 하고, 10사이클 수행 	<ul style="list-style-type: none"> · 조립부의 풀림, 변형, 파손 등이 없어야 함 · 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)의 평가 기준을 만족

표 4 내환경성 시험의 평가 기준(계속)

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
강우 시험	7.3.7	<ul style="list-style-type: none"> · 시험 대상품을 강우시험기에 배치 · 물과 시험대상품과 차동온도가 $(10\pm 2)^\circ\text{C}$ 이상. · 강우율은 최소 100 mm/h 이상이 되도록 유지 · 강우가 수평으로부터 45° 이하의 변동량으로 시험대상품에 부딪치도록 함 · 18 m/s와 같은 또는 이를 초과하는 풍원을 사용 · 표준 대기 조건에서 시험 대상물을 충분히 건조시킨 후, 사후 시험으로서 외부육안 검사 및 절연 저항 시험, 내전압 시험을 실시 	<ul style="list-style-type: none"> · 외관 손상(부식, 들뜸, 기포 발생, 변형 등)이 없어야 함 · 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)의 평가 기준을 만족 · 절연 저항 시험 및 내전압 시험을 실시하여 평가 기준을 만족
염수 분무 시험	7.3.8	<ul style="list-style-type: none"> · 시험대상품을 실제 장착상태를 기준으로 하여 설치 · 소금 농도 (50 ± 5) g/L의 소금 용액을 온도 $(35\pm 2)^\circ\text{C}$로 유지하며 24시간 동안 분무 · 강하율은 수평 채취 면적 각 80 cm² 당 (1~3) mL/h, 염수 pH는 (6.5~7.2)로 유지 · 소금 용액의 분무를 중단하고 시험장비 내에서 표준 온도 및 습도 조건으로 24시간 동안 건조 · 24시간 분무 24시간 건조를 1주기로 하여 2주기 동안 반복한 후, 사후 시험으로서 KS D 9502에서 규정한 레이팅 넘버법에 의한 판정 및 대표 성능 시험을 실시 	<ul style="list-style-type: none"> · KS D 9502의 레이팅 넘버 9.0 이상 · 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)의 평가 기준을 만족

6.4 안전성 평가 기준 안전성 시험은 수명 시험 완료한 시료 2개로 실시하며, 안전성 시험의 시험 항목별 평가 기준은 표 5에 따른다.

표 5 안전성 시험의 평가 기준

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
내압 시험	7.4.1	<ul style="list-style-type: none"> · 빛이 차폐된 상태에서 $(5\sim 40)^\circ\text{C}$의 주위온도에서 시험을 실시 · 시험 압력 : 최대 작동 압력의 1.5배 · 시험 시간 : 15분($\pm 5\%$) 	<ul style="list-style-type: none"> · 누설, 부풀음 및 뒤틀림 이 없어야 함

표 5 안전성 시험의 평가 기준(계속)

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
내충격시험	7.4.4	<ul style="list-style-type: none"> 태양광·열 복합패널을 지지대에 수평으로 설치 쇠구슬을 일정한 높이에서 떨어뜨려 충격 틀의 변에서 50 mm 이내, 모서리에서 100 mm 이내, 매 충격마다 수십 mm씩 이동 32 g의 쇠구슬을 500 mm 높이에서 낙하 	<ul style="list-style-type: none"> 외형적인 손상이 없어야 함
기계적 부하시험	7.4.5	<ul style="list-style-type: none"> 수평으로 설치된 상태에서 태양광·열 복합패널의 전기적 특성을 연속적으로 측정 전면부 인가 부하 하중 : 2400 N/m² 1시간 동안 가하는 것을 3회 수행 	<ul style="list-style-type: none"> 외형적인 손상이 없어야 하고, 전기적인 출력 저하가 5 %를 이하
절연 저항 시험	7.4.6	<ul style="list-style-type: none"> 비충전 금속 부분(또는 외함)을 접지 전원 충전부와 비충전 금속 부분 사이에 절연저항계를 연결 DC 500 V의 시험 전압을 인가하고 절연 저항을 측정 	<ul style="list-style-type: none"> 절연 저항값은 50 MΩ 이상
내전압 시험	7.4.7	<ul style="list-style-type: none"> 충전 부분과 비충전 금속 부분 사이에 내전압 시험계를 연결 상용 주파수(60 Hz), 사인파 1000 V의 시험 전압을 제로에서 일정한 비율로 규정 시험 전압까지 상승시킨 후 1분간 유지 	<ul style="list-style-type: none"> 절연 파괴 현상이 발생하지 않아야 함

6.5 수명 평가 기준 시료 2개를 2200시간 까지 가속수명시험하여 표 6의 평가 기준을 만족하면, 신뢰수준 70 %에서 B_{10} 수명 7.3×10^4 시간을 보장한다.

표 6 수명 시험의 평가 기준

시험 항목	시험 방법	시험 조건	평가 기준
수명 시험	7.5	<ul style="list-style-type: none"> 시험 챔버의 내부 온도 : (75±2) °C 시험 유체 온도 : (75±2) °C 시험 유체 압력 : (200±10) kPa 가속수명시험 조건에서 2200시간 동안 시험을 실시 수명 시험 전과 완료 후에 종합 성능 시험을 실시 총 수명 시험의 50 % 구간에서 대표 성능 시험을 실시 	<ul style="list-style-type: none"> 종합 성능 시험 및 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)의 평가 기준을 모두 만족 시료 2 개를 2200시간 까지 가속수명시험한 후, 2개 모두 고장이 없고 종합 성능 시험의 평가 기준을 만족

7. 신뢰성 평가 방법

7.1 시험 조건

7.1.1 시험 조건 태양광·열 복합패널을 시험할 때 별도의 시험 장소의 조건이 명기되지 않는 한 KS A 0006의 상온·상습 상태에서 시험을 수행한다.

a) 상온 : $(20 \pm 15) ^\circ\text{C}$

b) 상습 : $(65 \pm 20) \%$

7.1.2 계기의 형식 및 정밀도 태양광·열 복합패널의 시험에 사용하는 계기의 형식 및 정밀도는 표 7 또는 이와 동등 이상의 것을 사용하여야 한다.

표 7 계기의 형식 및 정밀도

구 분	형 식	정밀도
온도계	열전대식 온도계, 저항식 온도계, 봉상식 온도계 등	$\pm 0.3 ^\circ\text{C}$ (유체 온도 측정 등)
압력계	탄성식 압력계, 액주식 압력계, 전기식 압력계 등	$\pm 1.0 \%$ 또는 2.0 kPa (유체 압력 측정 등)
유량계	기록식 유량계, 지시식 유량계, 적산식 유량계 등	$\pm 1.0 \%$ (유체 유량 측정 등)
전기 계기	지시식, 적산식 등	$\pm 0.5 \%$ (전압, 전류, 저항 측정 등)

7.2 종합 성능 시험 방법

7.2.1 전력 변환 효율 시험

a) **시험 조건** 솔라 시뮬레이터(KS C IEC 60904-9에 따른 등급(class) B 이상)를 사용하여 표준 시험 조건(STC)에서 시험한다.

1) 방사 조도 : 1000 W/m^2

2) 패널 온도 : $25 ^\circ\text{C}$

b) **시험 절차**

1) 태양광·열 복합패널의 평면을 솔라 시뮬레이터의 입사광과 수직되게 설치하며 일사량계도 동일한 평면에 설치하고 같은 평면 기준으로 $\pm 1^\circ$ 이상 벗어나지 않게 한다.

2) 제시된 방사 조도와 온도 조건이 안정화 되었을 때 KS C IEC 60904-1에 따라 태양광·열 복합패널에서 변환되는 전류-전압 특성을 측정한다.

3) 측정되는 전류-전압 특성을 전력을 산출하며, 30분 동안 5분 간격으로 6회 측정한 전력을 평균값으로 한다. 단, 데이터의 측정 및 취득 간격은 10초 이내로 한다.

c) **전력 변환 효율** 전력 변환 효율은 측정한 전력을 태양광·열 복합패널 면적과 일사량의 곱으

로 나눈 값으로 하고 백분율(%)로 표시한다.

d) 측정된 전력 변환 효율은 정격 변환 효율의 85 % 이상 이어야 한다.

7.2.2 집열 효율 시험

a) **시험 조건** 솔라 시뮬레이터(KS C IEC 60904-9에 따른 등급(class) B 이상)를 사용하여 집열 효율 시험 조건에서 시험한다.

1) 방사 조도 : 1000 W/m^2

2) 집열기 인입 및 토출 열매체의 평균 온도 : 주위 온도 $\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ 이내

b) **시험 절차**

1) 태양광 · 열 복합패널과 일사량계를 솔라 시뮬레이터의 입사광과 수직되게 설치하며, 평면 기준으로 $\pm 1^\circ$ 이상 벗어나지 않게 한다.

2) 시험 회로는 **그림 2**와 같이 구성하고, 열매체(유체)의 진행 방향은 태양광 · 열 복합패널의 집열기 하부에서 상부로 흐르도록 하며, 특별한 경우 제작사의 요구에 의해 바꿀 수 있다.

3) 태양광 · 열 복합패널의 투과체는 깨끗하게 유지하며 집열기를 포함한 집열 배관은 공기 밸브 또는 필요할 경우 많은 유량으로 일정 시간 동안 열매체(유체)를 순환시켜 정체된 공기를 빼내야 한다.

4) 태양광 · 열 복합패널의 집열기에 인입되는 열매체(유체) 온도는 $(20 \pm 0.5) \text{ }^\circ\text{C}$ 가 되도록 하며, 유량은 제작사의 요구가 없다면 정격 유량 범위내에서 설정된 값의 $\pm 5 \%$ 이내가 되도록 한다.

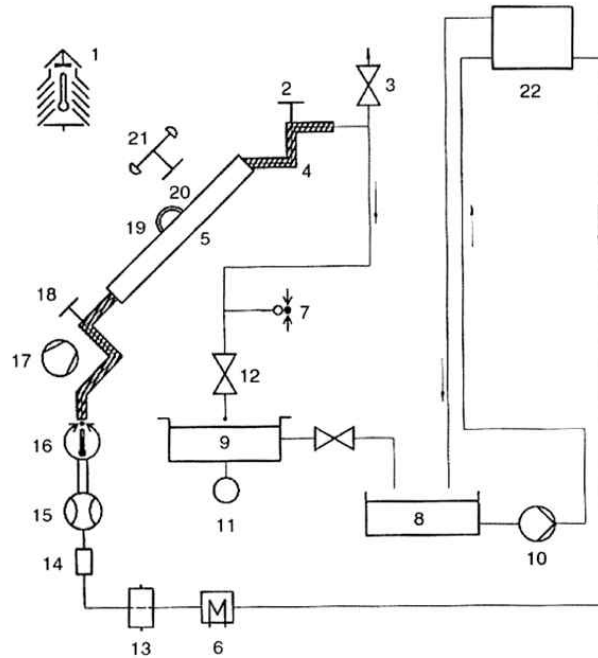
5) 태양광 · 열 복합패널 전체에 걸쳐 부분적인 변화나 시험 중 일시적인 변화를 고려해서 집열면에 평행한 공기 속도의 평균값은 $(3 \pm 1) \text{ m/s}$ 가 되도록 한다.

6) 제시된 방사 조도와 온도, 유량, 풍속 등의 조건에서 태양광 · 열 복합패널의 집열기가 정상 상태에 도달한 상태에서 시험을 실시한다.

7) 정상 상태에 도달하는 시간은 대략 집열기 시간 정수의 4배 또는 15분(모를 경우) 이상의 사전 조건 형성을 위한 시간을 필요로 한다.

8) 시험 중 시험에 영향을 미치는 변수들은 측정 기간 동안의 평균값에서 **표 8**에 주어진 범위 이내일 경우, 정상 상태에서 작동된 것으로 간주된다.

9) 정상 상태의 확인은 30초 동안 얻어진 각 매개 변수의 평균값이 측정 기간 전체에 걸친 평균값과 비교되어야 한다.



식별부호

- | | | | |
|----|----------------------|----|------------------------|
| 1 | 외기 온도 센서 | 12 | 유량 제어 밸브 |
| 2 | 온도 센서 | 13 | 필터(200 μm) |
| 3 | 공기 벤트 | 14 | 조준 유리 |
| 4 | 단열 배관 | 15 | 유량계 |
| 5 | 태양열 집열기 | 16 | 2차 온도 제어기 |
| 6 | 초기 온도 제어에 대한 가열기/냉각기 | 17 | 인공 풍속 발생기 |
| 7 | 압력 게이지 | 18 | 온도 센서 |
| 8 | 응축 수조 | 19 | 고온도계(pygeometer) |
| 9 | 계량조 | 20 | 일사량계 |
| 10 | 펌프 | 21 | 풍속계(anemometer) |
| 11 | 균형기 | 22 | 일정 헤드 탱크 |

그림 2 집열 효율 시험 회로도

c) 측정 데이터

- 1) 집열기 전 면적 및 투과 면적
- 2) 집열기 투과 면적에 대한 전 일사량
- 3) 주위 풍속
- 4) 주위 온도
- 5) 집열기 입구 유체의 온도
- 6) 집열기 출구 유체의 온도
- 7) 유체의 질량 유량

표 8 정상 상태에서의 조건

변 수	평균값으로부터 허용 오차
집열면 전 일사량	$\pm 50 \text{ W/m}^2$
주위 온도	$\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
유체 유량	$\pm 5 \%$
집열기 입구의 유체 온도	$\pm 0.1 \text{ }^\circ\text{C}$

- d) **집열 열량** 정상 상태 조건에서 작동하는 태양광·열 복합패널 집열기의 취득 열량을 \dot{Q} 는 다음과 같이 산출된다.

$$\dot{Q} = \dot{m} c_f \Delta T$$

여기에서, \dot{Q} : 집열기의 취득 열량

\dot{m} : 열전달 유체의 질량 유량

c_f : 열전달 유체의 비열

ΔT : 집열기 열매체 입구와 출구의 온도차

- e) 측정 데이터를 통해 산출된 취득 열량은 30분 동안 5분 간격으로 6회를 평균값으로 한다. 단, 데이터의 측정 및 취득 간격은 10초 이내로 한다.
- f) **집열 효율** 집열 효율은 산출한 열량을 태양광·열 복합패널 면적과 일사량의 곱으로 나눈 값으로 하고 백분율(%)로 표시한다.
- g) 측정된 집열 효율은 정격 집열 효율의 85 % 이상 이어야 한다.

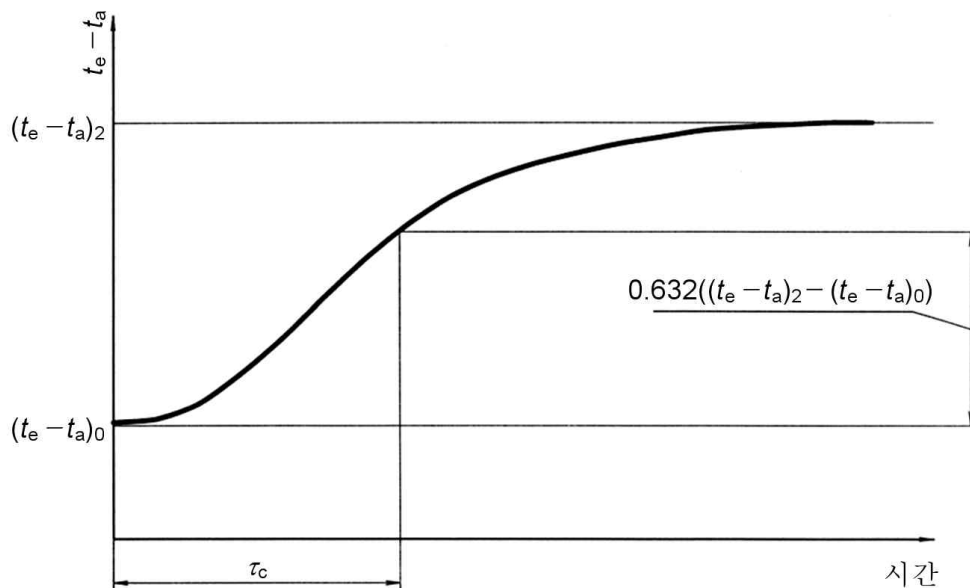


그림 3 시간 정수

7.2.3 시간 정수 시험

- a) 이 시험은 집열 효율 시험과 동일한 방법으로 열매체를 태양광·열 복합패널에 순환시키며 수행한다. 태양광·열 복합패널에 공급되는 열매체의 온도는 주위 온도와 같도록 한다.
- 1) 열매체 출구 온도 (t_e)
 - 2) 주위 온도 (t_a)
 - 3) 시간 정수 (τ_c)
- b) 태양광·열 복합패널은 덮개를 사용하여 일사로부터 차단하고, 공급되는 열매체의 온도를 주위 온도와 ± 1 °C 이내에서 유지하여, 설정 유량으로 최소 10분 이상 공급하여 정상 상태에 이르도록 한다.
- c) 정상 상태에 이르는 즉시 덮개를 제거하고, 700 W/m² 이상의 일사량 하에서 입사각 0°로 노출시킨다. 이때 열매체는 계속 공급한다.

- d) 태양광·열 복합패널 출구의 열매체 온도가 점차 상승하여 일정 온도를 유지할 때까지 시험을 지속한다. 열매체 출구 온도가 분당 0.05 °C 이내의 변화율일 때에 정상 상태에 도달한 것으로 간주한다.
- e) 열매체의 출구 온도와 외기 온도의 차 $t_e - t_a$ 는 **그림 3**과 같이 시간에 따른 그래프로 되며, 시험은 초기 정상 상태 $(t_e - t_a)_0$ 에서 시작하여 광원에 노출시킨 후에 도달되는 정상 상태 $(t_e - t_a)_2$ 에 까지 계속된다.
- f) 시간 정수 τ_c 는 시간 0(시험시작 시점)에서 일사량의 증가에 따라 태양광·열 복합패널 출구 온도가 $(t_e - t_a)_0$ 에서 $(t_e - t_a)_2$ 까지 총 증가의 63.2 % 증가하는데 걸린 시간으로 정의된다.
- g) 측정된 시간 정수 τ_c 는 제조자 설계치 기준의 ± 10 % 이내이어야 한다.

7.2.4 압력 강하시험

- a) 태양광·열 복합패널의 집열기를 통한 압력 강하는 주요 구성품인 집열기 시스템 설계의 중요 사항이 될 수 있다. 시험을 위해 집열기에 사용되는 유체는 물 또는 부동액(물 : 글리콜 = 60 : 40), 기타 제작사가 요구하는 유체가 사용될 수 있다. 사용되는 유체의 온도는 (20 ± 2) °C 이어야 한다.
- b) 유체의 유량은 시험 측정 중 표준 값의 ± 1 % 내에 일정해야 한다. 유체의 입구 온도와 주위 온도는 시험 측정 중 ± 5 °C 이내에서 일정해야 한다.
- c) 시험 유체의 유량은 시험 대상품의 정격 유량에서 수행한다.
- d) 시험 중 압력의 누설이 없어야 하며 측정된 압력 강하는 설계 기준 이내이어야 한다.

7.2.5 NOCT(공칭 작동 태양전지 온도) 성능 시험

- a) **시험 조건** 솔라 시뮬레이터(KS C IEC 60904-9에 따른 등급(class) B 이상)를 사용하여 표준 기준 환경(SRE)에서 시험한다.
 - 1) 방사 조도 : 800 W/m²
 - 2) 주위 온도 : 20 °C
- b) **시험 절차**
 - 1) 먼저 태양광·열 복합패널을 시험장비에 설치하고 태양광·열 복합패널의 온도가 균일하게 NOCT ± 2 °C 되게 가열한다.
 - 2) 제시된 방사 조도와 온도 조건이 안정화 되었을 때 KS C IEC 60904-1에 따라 태양광·열 복합패널에서 변환되는 전류-전압 특성을 측정한다.
 - 3) 측정되는 전류-전압 특성으로 전력을 산출하며, 30분 동안 5분 간격으로 6회 측정 및 산출한 전력을 평균값으로 한다. 단, 데이터의 측정 및 취득 간격은 10초 이내로 한다.
- c) 측정된 전력은 NOCT에서의 출력 설계치의 85 % 이상 이어야 한다.

7.2.6 낮은 조사 강도에서의 성능 시험

- a) **시험 조건** 솔라 시뮬레이터(KS C IEC 60904-9에 따른 등급(class) B 이상)를 사용하여 아래의 조건에서 시험한다.
 - 1) 방사 조도 : 200 W/m²
 - 2) 주위 온도 : 20 °C
- b) **시험 절차**
 - 1) 먼저 태양광·열 복합패널을 시험장비에 설치하고 태양광·열 복합패널의 온도가 균일하게 (25 ± 2) °C 까지 되게 가열한다.
 - 2) 제시된 방사 조도와 온도 조건이 안정화 되었을 때 KS C IEC 60904-1에 따라 태양광·열 복합패널에서 변환되는 전류-전압 특성을 측정한다.
 - 3) 측정되는 전류-전압 특성으로 전력을 산출하며, 30분 동안 5분 간격으로 6회 측정 및 산출

한 전력을 평균값으로 한다. 단, 데이터의 측정 및 취득 간격은 10초 이내로 한다.

c) 측정된 전력은 낮은 조사 강도에서의 출력 설계치의 95 % 이상 이어야 한다.

7.2.7 옥외 노출 시험

a) 이 시험은 태양광·열 복합패널의 옥외 조건에서의 내성을 일차적으로 평가하고 시험소의 시험에서는 검출될 수 없는 복합적 열화의 영향을 파악하는 것이다.

b) 태양광·열 복합패널의 태양전지(PV)를 단락한 상태로 하고, 적산 일사량계와 동일 평면에 제조자가 권장하는 방법으로 설치한다.

c) 태양광·열 복합패널은 통상적인 옥외 기후에 노출되어 적산 일사량계로 측정한 적산 일사량이 60 kWh/m²에 도달할 때까지 방치한다.

d) 판정 기준

1) 육안검사에서 결함이 없어야 한다.

2) 전력 출력 : STC에서 출력의 감소가 시험 이전 출력 대비 5 % 이내이어야 한다.

3) 절연 저항 시험의 판정 기준을 만족하여야 한다.

7.2.8 열점 내성 시험

a) 이 시험은 태양광·열 복합패널의 구성품인 태양전지(PV)의 과열점 가열의 영향, 예를 들면 뎀납의 용융 또는 열화에 대한 내성을 평가하는 것으로 태양전지(PV)의 부정합, 균열, 내부 접속 불량, 부분적인 오손에 의해 유발될 수 있다.

b) 시험은 태양광·열 복합패널의 태양전지(PV)에서 최고 온도 셀을 결정하고, 결정된 셀에서 최대 전력을 소비되게 하는 것으로 아래와 같은 조건들에서 KS C IEC 61215에 따라 수행한다.

1) 방사 광원 1 : 700 W/m²

2) 방사 광원 2 : 1000 W/m²

3) 패널 유지 온도 : (50±10) °C

4) 전체 노출 시간 : 5시간

c) 판정 기준

1) 육안검사에서 결함이 없어야 한다.

2) 전력 출력 : STC에서 출력의 감소가 시험 이전 출력 대비 5 % 이내이어야 한다.

3) 절연 저항 시험의 판정 기준을 만족하여야 한다.

7.2.9 자외선(UV) 시험

a) 태양광·열 복합패널이 태양광에 노출되어 열화되는 정도를 평가하고, 온도 사이클 및 동결-결로 시험 전에 자외선(UV) 열화에 민감한 재질과 압착 접합의 특성을 평가하기 위하여 자외선(UV)을 방사하는 것으로 아래와 같은 조건들에서 KS C IEC 61215에 따라 수행한다.

1) 자외선(UV) 광원 : (280~320) nm에서 5 kWh/m² or (280~385) nm에서 15 kWh/m²

2) 패널 유지 온도 : (60±5) °C

b) 판정 기준

1) 육안검사에서 결함이 없어야 한다.

2) 전력 출력 : STC에서 출력의 감소가 시험 이전 출력 대비 5 % 이내이어야 한다.

3) 절연 저항 시험의 판정 기준을 만족하여야 한다.

7.2.10 단자 강도 시험

a) 태양광·열 복합패널의 단자 부분이 패널의 부착, 배선 또는 사용 중에 가해지는 외력에 충분한 강도가 있는지를 평가하기 위해 인장시험과 굽힘강도시험을 수행하는 것으로 KS C IEC 61215에 따라 수행한다.

1) 인장시험 : 인장력은 태양광·열 복합패널의 중량을 초과하지 않을 것

2) 굽힘강도시험 : 각 반대 방향으로 굽힘을 1회로 하여 총 10회 실시

b) 기계적 손상이 없어야 하고 절연 저항 시험의 판정 기준을 만족하여야 한다.

7.2.11 바이패스 다이오드 열 시험

a) 이 시험은 태양광·열 복합패널의 구성품인 태양전지(PV)의 열점 현상에 대한 유해한 결과를 제한하기 위해 사용된 바이패스 다이오드가 열에 대한 내성설계가 얼마나 잘 되어 있는지 그리고 유사한 환경에서 장시간 사용할 경우 신뢰성이 확보되었는지 평가하는 것으로 아래와 같은 조건에서 **KS C IEC 61215**에 따라 수행한다.

- 1) 패널 유지 온도 : $(75 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- 2) 인가 전류 : STC 조건에서 단락 전류의 1.25배
- 3) 유지 시간 : 1시간

b) 판정 기준

- 1) 유지 시간 1시간 이후 측정된 다이오드 온도는 다이오드 제조자가 제시한 정격 작동 온도 이하이어야 한다.
- 2) 전력 출력 : STC에서 출력의 감소가 시험 이전 출력 대비 5 % 이내이어야 한다.
- 3) 절연 저항 시험의 판정 기준을 만족하여야 한다.
- 4) 다이오드는 시험이 끝난 후에도 다이오드의 기능을 유지하여야 한다.

7.3 내환경성 시험 방법

7.3.1 수송 가진 시험

- a) 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다.
- b) 시험 대상품을 실제 사용 조건 또는 이와 동등한 조건으로 장착한다.
- c) (1~500) Hz의 주파수 범위로 정현파 스윙프 시험을 실시한다. 진동 수준은 (1~8.5) Hz에서 3.5 mm, (8.5~500) Hz에서 10 m/s^2 으로 한다.
- d) 시험 대상품이 10 Hz 이하에서 공진점을 가지고 있지 않는다는 것이 확인 된 경우 주파수 범위를 (5~500) Hz 로 변경하는 것이 가능하다.
- e) 정현파 스윙프 속도는 1 octave/min으로 한다.
- f) 3축($\pm X$, $\pm Y$, $\pm Z$) 방향에 대해 각각 10회 시험을 실시한 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)을 실시하여, 표 4의 평가 기준을 만족하여야 한다.

7.3.2 외부 열충격 시험

- a) 태양광·열 복합패널은 강한 일사에 노출된 기후 조건에서 때때로 심각한 외부 열충격을 일으킬 수 있는 갑작스런 비, 폭풍 등에 노출될 수 있다. 이 시험은 그러한 열적 충격을 견딜 수 있는 태양광·열 복합패널의 능력을 평가하기 위한 것이다.
- b) 집열기는 열매체를 채우지 않은 상태로 실외 또는 인공 태양 아래에 설치한다.
- c) 물 분사기는 태양광·열 복합패널 전체에 걸쳐 물을 균등하게 뿌릴 수 있도록 위치해야 한다.
- d) 표 9의 조건에 부합하는 조건에서 시험이 진행되어야 하며, 분무되는 물의 온도는 $25 ^\circ\text{C}$ 이하이어야 하며, 유량은 태양광·열 복합패널의 투과체 유효 면적당 (0.03~0.05) kg/s으로 한다.
- e) 태양광·열 복합패널은 물 분사가 작동되기 전에 1시간 이상 850 W/m^2 노출시킨 후, 15분 동안 물 분사한다.
- f) 시험 후 외관 손상(변형, 및 누수 등)이 없어야 한다.

표 9 내·외부 충격 시험에 대한 기상 조건

구 분	최소 조건
태양광 · 열 복합패널의 일사량 강도	850 W/m ²
주위 온도	10 ℃ 이상

7.3.3 내부 열충격 시험

- a) 태양광 · 열 복합패널은 강한 일사에 노출된 기후 조건에서 심각한 내부 열충격(예를 들면, 장기간 작동 중지로 정제 온도에 있는 상태에서 열매체 순환 작동을 시작하려고 할 때)을 일으킬 수 있는 차가운 열매체의 유입에 의하여 손상될 수 있다. 이 시험은 그러한 열적 충격을 견딜 수 있는 태양광 · 열 복합패널의 능력을 평가하기 위한 것이다.
- b) 집열기는 열매체를 채우지 않은 상태로 실외 또는 인공 태양 아래에 설치한다.
- c) 표 9의 조건에 부합하는 조건에서 시험이 진행되어야 하며, 유량은 태양광 · 열 복합패널의 투과체 유효 면적당 최소 0.02 kg/s으로 한다.
- d) 1시간 이상 850 W/m² 노출시킨 후, 5분간 10 ℃ 이하의 물을 태양광 · 열 복합패널 내부로 공급한다.
- e) 시험 후 외관 손상(변형, 및 누수 등)이 없어야 한다.

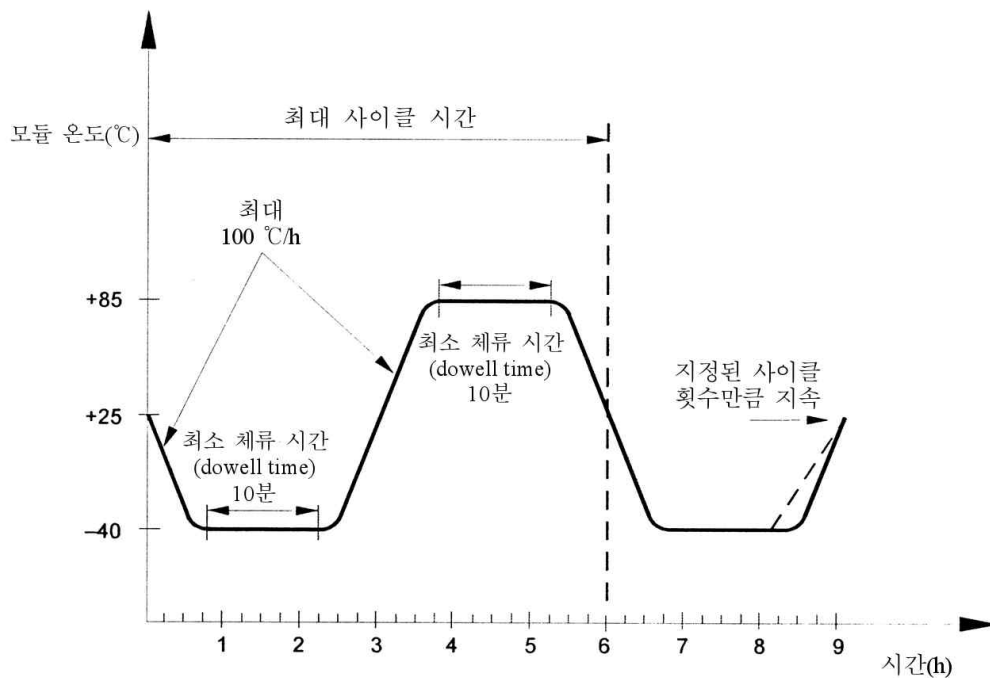


그림 4 온도 사이클 시험 주기 및 절차

7.3.4 온도 사이클 시험

- a) 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다.
- b) 시험 대상품을 항온항습 챔버에 설치하고 온도 (25±2) ℃로 안정화한다.
- c) 1시간당 100 ℃를 초과하지 않는 온도변화율로 규정된 저온 (-40±2) ℃로 조정한다.

- d) 저온 (-40 ± 2) °C에서 10분 이상 유지한 후, 1시간당 100 °C를 초과하지 않는 온도변화율로 고온 (85 ± 2) °C로 조정한다.
- e) 고온 (85 ± 2) °C에서 10분 유지한 후, 1시간당 100 °C를 초과하지 않는 온도변화율로 저온 (-40 ± 2) °C로 조정한다.
- f) d)~e)의 저온 (-40 ± 2) °C에서 고온 (80 ± 2) °C으로 변화를 1사이클로 하여 250사이클 시험을 실시한다.
- g) 1사이클 시간은 6시간을 초과하면 안 되고, 200사이클은 태양광·열 복합패널에 최대 허용 전력의 전류를 공급하여 태양광·열 복합패널의 투과체 온도를 (25 ± 2) °C로 유지하고, 50사이클 동안은 전류를 공급하지 않는다.
- h) 사이클 완료 후, (25 ± 2) °C로 조정하고 안정화시킨 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)을 실시하여 표 4의 평가 기준을 만족하여야 한다.

7.3.5 습도 시험

- a) 고온·고습 상태에서의 사용 및 저장하는 경우의 태양광·열 복합패널의 열적 스트레스와 내성을 평가한다.
- b) 시험 대상품을 온도 및 습도 조절이 가능한 항온항습 챔버에 설치하고 안정화한다.
- c) 시험 조건과 시험 시간은 아래와 같이 수행한다.
 - 1) 시험 온도 : (85 ± 2) °C
 - 2) 시험 상대 습도 : (85 ± 5) %
 - 3) 시험 시간 : 1 000시간
- d) 시험 시간 완료 후, (25 ± 2) °C로 조정하고 안정화시킨 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)을 실시하여 표 4의 평가 기준을 만족하여야 한다.

7.3.6 동결 시험

- a) 고온·고습, 영하의 저온 등의 가혹한 자연환경에 반복 장시간 놓았을 때, 열팽창률의 차이나 수분의 침입·확산 등에 의한 구조나 재료의 영향을 평가한다.
- b) 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다.
- c) 시험 대상품을 항온항습 챔버에 설치하고 온도 (85 ± 2) °C와 상대 습도 (85 ± 5) %에서 20시간 유지하고, 저온 (-40 ± 2) °C조건에서 0.5시간 유지한다.
- d) c)항의 조건을 24시간 이내 1사이클로 하고, 10사이클 수행한다.
- e) 사이클 완료 후, (25 ± 2) °C로 조정하고 안정화시킨 후, 사후 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)을 실시하여 표 4의 평가 기준을 만족하여야 한다.

7.3.7 강우 시험

- a) 사전 시험으로서 육안검사 및 대표성능시험을 실시한다.
- b) 물과 시험 대상품 간의 온도 차이가 (10 ± 2) °C 이상 되도록 한다.
- c) 강우율은 최소 100 mm/hr가 되도록 유지한다.
- d) 강우가 수평선으로부터 45° 이하의 변동량으로 시험품목에 부딪히도록 한다.
- e) 18 m/s와 같은 또는 이를 초과하는 풍원을 사용한다.
- f) 시험 대상품의 강우노출면에 대하여, 강우 조건에 30분 이상 노출시켜 시험한다.
- g) 표준 대기 조건에서 시험 대상물을 충분히 건조시킨 후, 사후 시험으로서 외부육안 검사 및 절연 저항 시험, 내전압 시험을 실시하여 평가 기준을 만족하여야 한다.

7.3.8 염수 분무 시험

- a) 사전 시험으로서 육안 검사 및 대표 성능 시험을 실시한다.
- b) 시험 대상품은 부식을 방지하는 별도의 추가 전처리가 없어야 한다.

- c) 시험 대상물을 시험조에 설치하고, 온도를 $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ 로 유지한다.
- d) 시험용 소금 용액의 조제 방법은 다음을 따른다.
 - 1) 소금은 KS M ISO 6353-2(R32)에 규정한 특급 염화나트륨 또는 동등 이상의 것으로 한다.
 - 2) 물은 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 로 전도율 $20\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 이하의 탈이온수 또는 증류수로 한다. 또한 전도율을 $1\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 이하로 하는 것이 바람직하다.
 - 3) 1)의 소금을 2)의 물에 녹여서 소금 농도 $(50 \pm 5)\ \text{g}/\text{L}$ 로 조제한다.
- e) 소금 용액 온도를 $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ 로 유지하며 24시간 동안 분무한다.
- f) 분무는 자유낙하를 원칙으로 하고 분무가 직접 시험편에 가해지지 않는 방향으로 분무 노즐을 향하도록 하여 분무의 직사를 차단하여야 한다.
- g) 소금 용액의 강하율은 최소 24시간 간격으로 확인하며, 수평 채취 면적 각 $80\ \text{cm}^2$ 당 $(1 \sim 3)\ \text{mL}/\text{h}$, pH는 $(6.5 \sim 7.2)$ 로 유지하여야 한다.
- h) 소금 용액의 분무를 중단하고 시험 대상품을 시험조 내에서 상대습도 50 %이하 조건으로 24시간 동안 건조시킨다.
- i) e)~h)를 1주기로 하여 2주기 동안 반복한 후, 사후 시험으로서 KS D 9502에서 규정한 레이팅 넘버법에 의한 평가 및 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)을 실시하여 표 4의 평가 기준을 만족하여야 한다.

7.4 안전성 시험 방법

7.4.1 내압 시험

- a) 내압 시험은 태양광·열 복합패널의 집열기가 작동 중, 흡수판의 지판이 받는 압력을 견딜 수 있는 정도를 확인하는 것이다.
- b) 빛이 차폐된 상태에서 $(5 \sim 40)^\circ\text{C}$ 의 주위 온도에서 시험을 실시한다.
- c) 시험 압력은 제조자가 명시한 최대 작동 압력의 1.5배가 되어야 한다.
- d) 시험 시간은 가압한 이후 15분($\pm 5\%$)동안 유지해야 한다.
- e) 시험 후 누설, 부풀음 및 뒤틀림이 없어야 한다.

7.4.2 내충격 시험

- a) 태양광·열 복합패널이 우박에 의해 발생하는 충격을 어느 정도 견딜 수 있는지 측정하기 위한 것이다.
- b) 태양광·열 복합패널을 지지대에 수평으로 설치한다. 지지대는 충격을 주는 동안 변형이나 비틀림이 발생하지 않을 만큼 충분한 강도를 지녀야 한다.
- c) 쇠구슬을 일정한 높이에서 떨어뜨려 충격을 가한다. 높이의 결정은 태양광·열 복합패널이 수평으로 설치된 경우는 낙하점에서 충격점까지의 거리이다.
- d) 충격 위치는 태양광·열 복합패널 틀의 변에서 50 mm 이내, 모서리에서 100 mm 이내로 하며, 매 충격마다 수십 mm씩 움직여 위치를 변경시킨다.
- e) 제작사가 별도의 시험 높이를 제시하지 않았을 경우, 32 g의 쇠구슬을 500 mm 높이에서 낙하시켜 외형적인 손상이 없어야 한다.

7.4.3 기계적 부하시험

- a) 태양광·열 복합패널의 투과체 위에 가해지는 바람이나 적설로 발생하는 하중 부하를 견디는 능력의 정도를 평가하기 위한 것이다.
- b) 수평으로 설치된 상태에서 시험을 실시하고, 시험 동안 태양광·열 복합패널의 전기적 특성을 연속적으로 측정한다.
- c) 태양광·열 복합패널의 전면에 부하 하중이 $2400\ \text{N}/\text{m}^2$ 이 될 때까지 천천히 가한다(이 하중은 공기압 또는 전 표면적을 덮을 수 있는 물로 채운 포대로 가하여도 된다.). 이 부하 하중을 1시

간 가하는 것을 3회 수행한다.

- d) 외형적인 손상이 없어야 하고, 전기적인 출력 저하가 5 % 이하이어야 한다.

7.4.4 절연저항 시험

- a) 비충전 금속 부분(또는 외함)을 접지한다.
b) 전원 충전부와 비충전 금속 부분 사이에 절연 저항계를 연결하고 DC 500 V의 시험 전압을 인가한다.
c) 절연 저항값은 측정기가 안정된 상태에서 5 MΩ 이상이어야 한다.

7.4.5 내전압 시험

- a) 충전 부분과 비충전 금속 부분 사이에 내전압 시험계를 연결한다.
b) 상용 주파수(60 Hz), 사인파 1 000 V의 시험 전압을 제로에서 일정한 비율로 규정 시험 전압까지 상승시킨 후 1분간 유지한다.
c) 절연 파괴 현상이 발생하지 않아야 한다.

7.5 수명 시험 방법

- a) 태양광·열 복합패널을 실제 현장의 장착 상태와 동일한 형태로 온도 조정이 가능한 시험용 환경 챔버에 설치한다.
b) 시험 챔버의 내부 온도를 $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ 로 설정하여 온도 상승시킨 이후 유지한다.
c) 태양광·열 복합패널의 공급되는 유체는 가속수명시험 조건인 온도 $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ 와 압력 (200 ± 10) kPa로 한다.
d) 신뢰 수준 70 %에서 B_{10} 수명 7.3×10^4 시간을 보증하기 위하여, 가속수명시험 조건에서 2 200시간 동안 시험을 실시한다.
e) 가속수명시험 중 성능 열화를 확인하기 위해서 **그림 5**과 같이 수명 시험 전과 완료 후에는 종합 성능 시험을 실시하여 표 3의 평가 기준을 모두 만족하여야 하며, 총 수명 시험기간의 50 % 구간에서 대표 성능 시험(7.2.1, 7.2.2)을 실시하여 평가 기준을 만족하여야 한다.

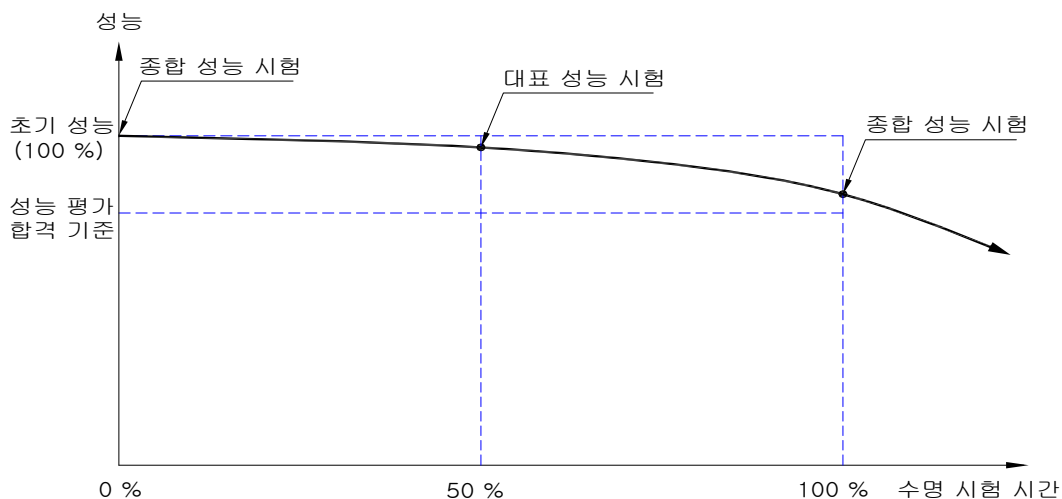


그림 5 태양광·열 복합패널의 수명 시험 개념도

신뢰성평가기준

태양광·열(PV/T) 복합패널

2018년 5월 2일 발행

편 집 겸

한국신뢰성인증센터장

발 행 인

발 행

한국신뢰성인증센터

13591 경기도 성남시 분당구 황새울로 360

번길 21 신영팰리스타워 2층 205호

☎ (031) 703-2871

Fax (031) 703-2868

인쇄·제본

한국신뢰성인증센터

이 기준에 대한 의견 또는 질문은 한국신뢰성인증센터(☎031-703-2871) 또는 한국기계연구원 신뢰성평가연구실(☎042-868-7009)로 연락하여 주십시오. 또한 신뢰성 평가기준은 한국신뢰성인증센터 운영규정 제24조 및 신뢰성인증 업무세칙 제11조에 따라 신뢰성전문위원회에서 심의되어 확인, 개정 또는 폐지됩니다.

RS-KORAS-KIMM-260(2018)



PV/T composite panel

Korea Reliability Certification Center
<http://www.koras-krc.or.kr>