

## 서울특별시 인재개발원 태양광발전시설 실시설계용역 설계 보고서

2009년 03월

## 제1장 사업의 개요

### 1.0 과업의 목적

- 서울시 인재개발원 태양광발전시설에 시설하므로 환경친화형 시스템 기술의 적극 도입과 활용하여, 복지관의 동력원의 일부를 무공해 청정에너지로 공급함으로써 친환경적 이미지 기반조성

### 2.0 과업 추진 기본방향

- 발전효율을 13%이상 확보할 수 있는 경제성 있는 태양광발전시설 확보
- 본관동의 이미지와 자연과 조화를 이루는 친환경적인 태양광발전시설 구성
- 국내외 태양광발전시설 설치, 운영 사례를 조사 비교설계에 반영 최적시스템 구축

### 3.0 과업의 범위

- 태양광 발전설비 시설용량 : 30.6kW
- 태양광 모듈설치 - 30.6kW
- 인버터 설치 - 31kW x 1대
- 접속반 설치 - 1면(31kW-1대)
- 전기배관 및 배선 - 1식
- 종합모니터링 시스템 - 1식

### 4.0 사업 개요

- 위 치 : 서울특별시 서초구 서초동 391번지 인재개발원 본관동 옥상
- 발전용량 : 총 30.6kW  
- 인재개발원 본관동 옥상 30.6kW
- 공사기간 : 2009.04 ~ 2009.06
- 사 업 비 : ₩250,661,000(이억오천육십육만일천원)

## 제2장 현황 조사

## 1.0 과업지역의 현황

## 1.1 일반 현황

- 인재개발원 본관동 옥상에 태양광발전설비 설치에 있어서 적합함을 조사.
- 인재개발원 본관동 옥상은 태양광 발전함에 있어서 좋은 위치에 자리하고 있으며, 최초 시공 시의 구조도면이 있어서 부재 위치 및 치수 등에 수행된 보수 및 보강공사도면을 참조한다.
- 인재개발원 리모델링 공사에 수행된 보수 및 보강공사에서 있어서 내부 구조의 부분 변경 및 보수/보강공사가 있어서 건물진단조사 하였으며 구조물 또한 균열 및 단면 결손, 콘크리트 열화등이 조사하여 수행되었다.
- 태양광 발전소 설치는 기존의 인재개발원 옥상으로서 주변에는 낮은 언덕 및 건물들과 나무들이 산재해 있어 바람에 심하게 노출되지 않은 것으로 조사되었다.

## 1.2 전력계통 조사

- 서울시 인재개발원 본관 전기실에 22.9kV 2회선 700kVA를 한전으로부터 수전하였다.
- 본관동 전기실 생활관용 저압반에서 태양광 발전에 있어서 계통연계 하였다.
- 본관동 전기실에서 기존 EPS를 통하여 옥상까지의 태양광발전시설에 필요한 관로를 용이하게 할수 있다.

## 1.3 구조물 신설에 대한 의견

- 태양광 발전설비 구조물 신설과 관련하여 일반구조물을 환경 여건에 고려하여 일반 구조물을 선정하였다.
- 신설되는 구조물은 자중을 포함하여 단위면적당 작용하는 하중이 스페이스 프레임에 비해 높은 편이다. 이에 옥상 상부에 시공하는 여건에 따른 영향 및 기존 구조물의 구조적 안전성을 검토확인 받았다.
- 현장 여건에 따른 구조계획의 기본 방향은 구조물 상부에 일반구조물을 직접 설치하여 하부 구조에 영향을 최소화하는 방향으로 하였다. 따라서 옥상 부분은 시공성 및 유지 보수 등을 고려하여 구조적으로 안전하도록 계획하였다.

## 2.0 일사량 조사

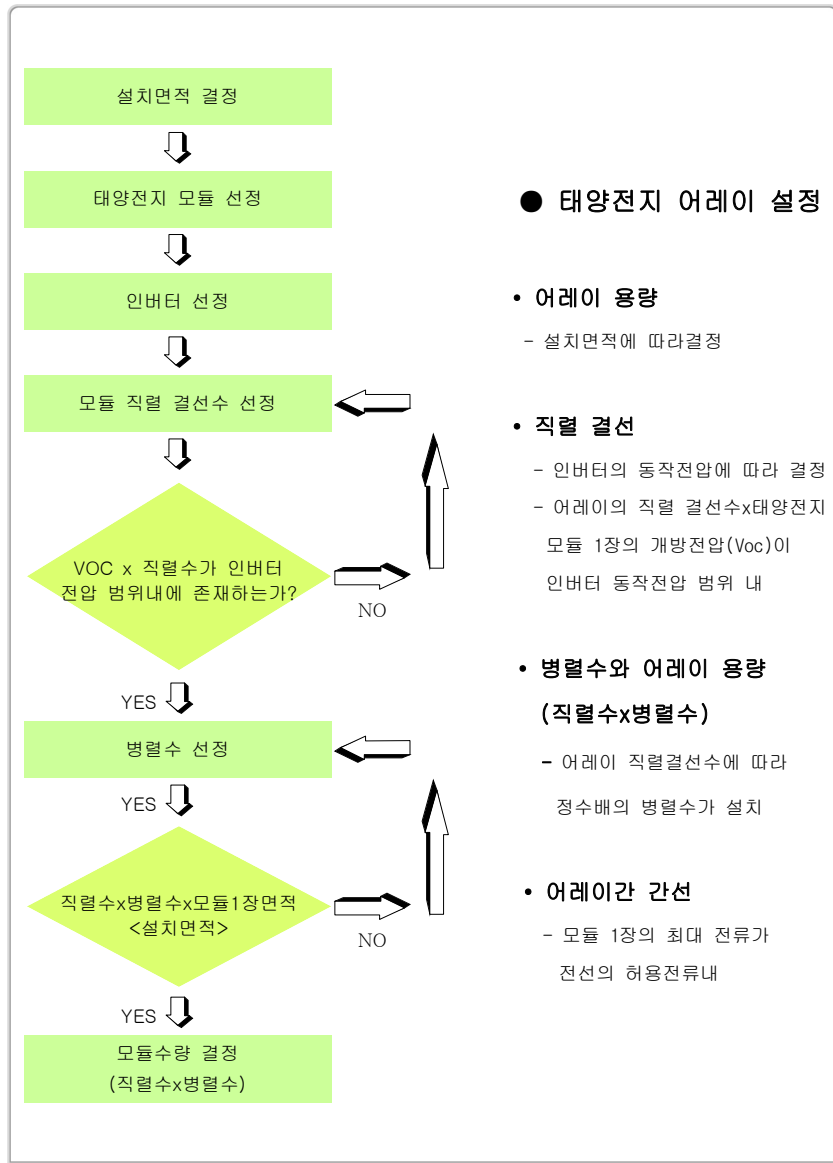
## &lt;국내 일사량 분포&gt;

지 역	최적 경사각(도)	일평균 경사면 일사량	
		(Kcal/m <sup>2</sup> .day)	(Kwh/m <sup>2</sup> .day)
강 령	36	3,433.2	3.99
춘 천	33	3,323.8	3.86
서 울	33	3,083.3	3.58
원 주	33	3,301.9	3.84
서 산	33	3,561.7	4.14
청 주	33	3,387.8	3.94
대 전	33	3,462.4	4.02
포 향	33	3,464.4	4.03
대 구	33	3,370.9	3.92
영 주	33	3,589.6	4.17
김 해	30	3,820	4.09
진 주	33	3,746.8	4.35
전 주	30	3,188.2	3.71
광 주	30	3,447.7	4.01
목 포	30	3,664.9	4.26
제 주	24	3,091.0	3.59

\* 관련자료 : 에너지관리공단 태양광 전문가 교육교재 2006년도

## 제3장 기본계획 검토

## 1.0 설계 흐름도



## 2.0 태양광 발전시스템 설계시 고려사항

구 분	일반적 측면	기술적 측면	비 고
설치위치 결정	-양호한 일사조건	-태양 고도별 비음영 지역선정	
설치방법의 결정	-설치의 차별화 -건물과의 통합성	-태양광 발전과 건물과의 통합수준 -유지보수의 적절성	
디자인결정	-조화로움 -실용성 -혁신성 -실현가능성 -설계의 유연성	-경사각,방위각의 결정 -건축물과의 결합방법 결정 -구조안전성 판단 -시공방법	
태양전지모듈의 선정	-시장성 -제작가능성	- 설치 형태에 적합한 모듈선정 - 건자재로써의 적합성 여부	
설치면적 및 시스템 용량 결정	-건축물과 모듈크기	-모듈크기에 따른 설치면적결정 -어레이 구성방안고려	
사업비의 적정성	-경제성	-건축재 활용으로인한 설치비의 최소화	
시스템 구성	-최적시스템구성 -실시설계 -사후관리 -복합시스템구성방안	-성과와 효율 -어레이 구성 및 결선방법 결정 -계통연계 방안 및 효율적 전력공급 방안 -발전량 시뮬레이션 -모니터링 방안	
구성 요소별 설계	-최대발전보장 -기능성 -보호성	-최대발전 추종제어 -역전류방지 -단독운전방지 -최소전압강하 -내외부 설치에 따른 보호기능	
기 타			

## 3.0 설계 계획

## 3.1. 배치계획

- 서울시 인재개발원 본관동 옥상으로 계획함.
- 최고의 효율을 얻도록 배치.
- 자연과 건물의 조화로운 환경을 바탕으로 이루도록 계획하며, 주변 서울숲의 활기찬 이미지를 표방.

“서울특별시 인재개발원 태양광발전시설 설치 공사 30kW”

구 분	태양광발전시설 설치공사 (30.6kW)
태양전지모듈 수량	170 개(180WP)
태양전지모듈 중량	170×15.5kg=2,635kg
태양전지모듈 수량 합계 = 170개 태양전지모듈 사이즈 =1,574mm×782mm	

## 3.2. 단면계획

- 중부지방의 태양고도에 적합한 기울기로 계획하여 그림자가 생기지 않도록 계획하여 구성한다.

## 4.0 관련법규

가. 신·재생에너지 개발 및 이용, 보급촉진법 및 신재생 에너지 관련 산업자원부 고시  
나. 한국공업표준규격(KS)  
다. 전기사업법, 전기공사사업법, 전력기술관리법 및 관계령, 규칙,  
전기설비 기술기준(IEC 60364)  
라. 내선규정, 배전규정  
마. 한국전력공사 발행 전기공급 규정  
바. 건축법, 건설기술 관리법, 건설업법 및 관계령, 규칙  
사. 전기용품 안전관리법 및 관계령, 규칙  
아. 전기통신기본법, 전기통신설비 기술기준에 관한 규칙  
자. 소방법, 소방기술 기준에 관한 규칙  
차. 산업안전보건법 및 관계령, 규칙  
카. 근로기준법, 산재보험법, 직업안전법  
타. 기타 본 공사와 관련된 관계법규, 령, 등

## 제4장 실시설계

## 1.1 일반사항

## 1.1.1 개요

본 “서울특별시 인재개발원 태양광발전시설 설치공사”를 건설하는 목적은 옥상에 태양광 계통 연계하여 인재개발원의 동력원의 일부를 무공해 청정에너지로 공급함으로써 유지비 절감 및 친환경적 이미지를 제공하는데 있으며 이에 중점을 두어 설계하였다.

## ◆ 주요 시스템 구성은

- 1) 태양전지 모듈
- 2) 어레이 접속반
- 3) 인버터
- 4) 태양광 발전 연계 접속반
- 5) 감시 및 제어설비

등의 형태로 구성되어 있으며 이 외에 구조물 및 전기, 제어 설비의 배관, 배선 등의 설비를 포함한다.

## 1.1.2 설계 범위

- 태양광 발전 : 모듈 직병렬 선정, 접속반, 인버터 선정 및 발전계산 등
- 전력 연계 : 태양광 발전 연계 접속반 장비, 보호계전기 선정 등
- 모니터링 SYSTEM : 태양광 발전설비 감시, 제어 등
- 구조물 : 구조물 디자인, 자재하중, 풍하중, 적설하중계산, 등
- 전기 및 제어 배관 및 배선

## 2.2 태양광 발전설비

## 2.2.1 태양전지 모듈

태양전지 모듈은 태양에너지를 전기에너지로 변환시키는 반도체 화합물 소자를 태양전지 CELL이라 하는데 이를 하나의 집합체로 만들어 놓은것을 말한다.

태양전지 모듈은 효율이 높고 비슷한 CELL을 조합해야 최고의 품질의 모듈로 생산이 가능하다.

본 발전설비의 모듈은 원자가 배열되어 있는 방향이 균일한 물질로 고순도이며 결정결함이 낮고 높은 효율을 갖는 다결정을 사용하는것을 고려하였고 설치부지의 허용면적과 디자인적인 측면을 고려하여 효율은 13%이상, 용량은 170W 이상을 선정하여 설계에 반영하였다.

### 2.2.2 태양전지 어레이

태양전지 어레이는 엄밀히는 태양전지 모듈뿐만 아니라, 직 · 병렬접속을 위한 배선과 보호장치, 모듈들을 설치하기 위한 가대, 그리고 가대의 기초나 주위를 둘러싼 것을 포함한 하나의 직류발전 전체를 말한다.

본 시스템은 모듈을 기본으로 직렬 10회로를 하나의 어레이로 조합 이를 다시 17회로의 병렬로 조합 접속반으로 접속하는 것으로 설계하였다.

· 모듈

Peak Power (최대용량)	180wp
Max. Power Voltage (최대전압)	35.98V
Open Circuit Voltage (개방전압)	44.82V
Max. Power Current (최대출력전류)	5.01A
short-Circuit Current (단락전류)	5.33A

### 2.2.3 어레이 접속반

태양전지 모듈의 출력과 인버터의 입력사이에 설치되는 접속반은 태양전지 어레이 군별 감시 및 제어를 수행하는데 필요한 설비로서 전력계통의 차단기를 포함하여 설비의 이상시 고장 부위를 차단하는 역할을 한다.

어레이 접속반의 주요 구성은 차단기 및 퓨즈 그리고 역류 방지 다이오드 등으로 구성되어 있으며 감시 제어를 위한 RTU 구성, 어레이 접속반은 설비의 신뢰성, 안정성 및 외관의 미적요소를 고려하여 설계에 반영되도록 하였다.

### 2.2.4 인버터

· 태양전지 어레이의 출력은 직류전력이지만, 그 직류를 교류전력으로 변환하는 장치가 인버터이다. 현재 일반적으로 사용되는 전기기기는 교류전원으로 사용되게 만들어진 것이 많지만, 이들을 태양광발전시스템으로 가동하기 위해서는 직류전력을 교류전력으로 변환해야만 한전계통선과 함께 연계하여 사용할 수 있다.

· 인버터가 보유하는 주된 기능은 다음과 같다.

· 태양전지에서 발생한 전력(직류)을 효율이 좋게 교류로 변환하여 불필요한 고주파 전류나 무효전력을 발생하는 일이 없고, 품질이 높은 전력을 부하나 배전선에 공급한다.

· 교류계통의 전압 · 주파수 변동 등 경미한 변동에 대해서 안전하게 운전한다.

· 교류계통에 사고가 발생할 경우나, 인버터 내부가 이상할 때에는 곧바로 교류 계통과의 연계를 차단하고 천천히 정지한다.

· 태양전지의 출력을 감시하고 자동적으로 기동 · 정지를 행한다.

· 일사강도와 태양전지모듈의 온도등에 의해 변동하는 태양전지의 출력특성에 따라서 태양전지로부터 얻을 수 있는 전력이 항상 최대가 되도록 제어한다.

완전한 정지형의 기기로서 구성되고 그 동작속도도 빨라, 전력기기 중에서는 뛰어나게 제어성이 좋은 장치이다.

종류는 크게 전류형 인버터와 전압형 인버터가 있는데 본 발전설비는 항상 일정한 전압을 내는 전압형을 선정하였고 총용량 30.6kW의 설비로서 소용량 인버터(31kW)를 구성하였다.

형식	계통연계형	교류 출력 주파수	60Hz
정격 용량	31KW	교류 출력 주파수 허용 범위	±0.2%
인버터 제어 방식	PVM	부하의 역률	95%이상
입력 제어 방식	MPPT	효율(정격부하의 50%~70% 부하시)	90%이상
냉각 방식	강제공냉식	소프트 스타트 방식	보유
직류 입력 전압	200~470V	운용 감시반	보유
교류 출력 전압	380/220V	경고/정지 기능	보유
교류 출력 전압 허용 범위	±10%		

### 2.2.5 태양광 발전 연계 접속반

인버터에서 교류전력으로 변환되어진 전력을 한전계통과 접속하는 설비를 말하며 주요기기는 ACB, MCCB 및 보호계전기로 구성되어 있다.

ACB 및 MCCB는 인버터에서 변환되어진 전력을 한전계통과 접속하는 중간에 설치되어 회로의 이상시에 차단을 주목적으로 하며 부수적으로 유지보수 또는 증설시 회로 분리등을 위하여 사용되어 지도록 설계한다.

보호계전기는 계통 또는 기기에 사고, 고장이 발생할 경우에 이를 신속하고 예민하게 감출하여 보호해야 할 범위의 사고임을 정확히 판단하여 차단함에 있어 확실성, 신속성, 선택성 및 기존 전력설비와 연동하여 시스템 및 부하를 보호하는데 적절한 계전기를 선정하는것에 역점을 두어 설계하였다.

### 2.2.6 감시 및 제어설비

감시 및 제어 설비는 본 발전설비를 최적의 환경으로 운영하는 역할을 담당하는 핵심적인 설비로서 아래의 기능을 갖도록 설계하였다.

- 감시 기능 : 차단기의 개폐 상태 표시, 차단기의 동작 상태
- 측정 기능 : 태양전지 발전량, 부하량, 일사량 및 온도

- 기록 및 통계 기능 : 시간대, 월별, 주간별, 월별 정기적 자료 기록
- 경보 발생 기능 : 장치 이상 경보 기능, 감시 요소 상태 이상시 경보기능
- 감시 화면 구성 : 디지털 감시 화면(태양광, 인버터, 한전 차단 스위치 등)  
인버터 보호 계전기(온도, 과전류, 과/저전압, 과/저주파수)
- 사양 : 통신속도 9,600BPS, 계측치 백업메모리 기간 : 1월분
- 모니터링 설비 세부 규격
  - PC - CPU : Intel Pentium 4 3.06GHz
  - H.D.D : 200GB (7200RPM)
  - RAM : 512MB (400MHz DDR SDRAM)
  - O.D.D : CD+DVD-RW
  - Graphic : AGP 8X FX5200 (128MB)
- 모니터 - 형태 : 17" TFT LCD
  - 해상도 : 1280 \* 1024
- 칼라 잉크젯 프린터 - 해상도 : 4800dpi
  - 인쇄속도 : 23ppm(흑백), 18ppm(칼라)

## 2.3 구조물

### 2.3.1 구조물

구조물의 설계시 반영한 사항은 아래와 같으며 아래사항을 설계에 반영하는데 중점을 두었다.

#### 1) 지지대 접속부

- 태양전지판과 지지대 후레임과의 접속부분은 산화방지용 가스켓(EPDM)을 적용하여 부식을 방지.

#### 2) 태양광어레이

- 운전유지보수 편의성을 제공하고, 인버터와 최적설계가 되도록 어레이군 구성.
- 태양광어레이는 연중 태양의 빛을 최대한 많이 받을 수 있도록 설치 각도를 선정하고 지면에서 높이는 약 2m이상 되도록 하여야 하며 통풍에 대한 설계를 적용하여 주변온도가 상승되지 않도록 설계.

#### 3) 방위각, 경사각의 설정

- 태양에너지를 효과적으로 활용하기 위해서는 태양전지어레이의 방위각, 경사각이 중요하게 된다. 방위각은 일반적으로 태양전지의 발전전력량이 최대가 되는 남향, 경사각은 태양전지의 발전전력량이 최대로 되는 연간최적 경사각으로 하였다.

#### 4) 가대의 설계

- 풍압하중, 고정하중, 적설하중 및 지진하중을 고려한다.
- 풍압하중 - 가장 중시해야 할 하중이고, 풍력계수, 설계풍속도압 및 수평면적에

의해 산출.

- 고정하중 - 가대 본체의 자중과 가대에 적재하는 태양전지모듈 등의 적재하중 및 어레이 구성에 필요한 배결재 등의 중량을 가산한 것으로써 항구적으로 적용하는 하중.
- 적설하중 - 모듈면의 적설에 따른 하중으로, 특히 다설구역(적설 1m 이상의 지역)에서는 주의가 필요.
- 지진하중 - 일반적으로는 풍압하중보다는 작지만, 가로등용 등 중심이 높은 가대나 방재용에 사용하는 경우에 관해서 주의할 필요.

## 제5장 유지관리

## 1.0 개요

태양광발전 시스템은 무인에 의한 자동운전을 하는 것을 전제로 설계 제작되어 있기 때문에, 기본적으로 일상적인 보수점검은 불필요하다. 그러나 태양광발전 시스템은 법적으로 발전설비이고, 또 발전설비를 둘러싼 주위는 발전소로 취급되어 자가용 전기시설물의 경우에는 법규 등에 따라서 정기적인 점검이 의무화되어 있다.

## 2.0 보수점검 항목과 유의사항

아래에 태양광발전 시스템을 구성하는 각 기기에 관한 시스템 운전시의 보수점검 항목과 그 유의 사항을 기술한다.

## 2.1 태양전지 어레이

<표 2-1>에 태양전지 어레이에 관한 자주·법정 점검의 내용의 보기를 기술하였다. 태양전지 모듈은 통상 특별한 관리는 불필요하지만, 1년 또는 수년에 한번씩 모듈의 오염, 유리의 금이 간 부분의 손상에 관하여 육안으로 점검을 실시하고, 똑같이 가대와 태양전지 모듈의 장치부위에 완만함 등을 점검하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 또한 필요에 따라서 절연저항을 측정하는 경우도 있다. 가대에 관해서는 특별한 관리는 불필요하지만 녹의 발생·손상의 유무·심하게 조인 부분의 완만함등에 관해서 1년 내지 수년에 한 번 정도의 점검을 하는 것이 좋다. 또 접지저항의 측정도 똑같은 빈도로 하는 것이 바람직하다.

## 2.2 인버터 및 연계보호장치

이것들은 모두 정지 기기이기 때문에 정기적으로 부품의 교체 등 복잡한 작업을 행할 필요가 없지만, 장기적으로 안전하게 사용하기 위해서는 아래와 같은 보수점검을 행할 필요가 있다. <표 2-2> 및 <표 2-3>에 자주·법정점검 내용의 보기를 나타낸다. <표 2-1> 태양전지 어레이의 자주·법정점검

기기명	점검부위	점검종류	주기	점검내용
태양전지 가대 접속함	모듈 가대 MCB 서지 압소바	자주점검	1개월	외관점검
		법정점검	설치후 1년 및 4년	외관점검 각부의 청소 볼트배선등의 이완 절연저항 측정 태양전지 출력전압·전류측정

&lt;표 2-2&gt; 인버터의 자주·법정점검

기기명	점검부위	점검종류	주기	점검내용
인버터	인버터 주회로 제어보드 냉각용 팬 서지 압소바 각종 제어용 전원 전자 접촉기 각종 저항기 LCD 표시기	자주점검	1개월	외관점검 (이음,이취) 상태표시 LED 확인 내부 수납기기 탈락 파손·변색
		법정점검	설치후1년 및 4년	외관점검 커넥터 접속 상태 점검 절연 저항 측정 냉각용 팬 운전 상태 점검(회전음 등) 서지 압소바 상태 목시 점검 제어 전원 전압 측정 전자 접촉기 목시 점검 기타 점검 청소 보호요소 동작 특성 시험 특성 측정 인버터 전해 콘덴서 냉각용 팬 점검 인버터 본체 냉각용 팬 점검

&lt;표 2-3&gt; 연계보호장치의 자주·법정점검

기기명	점검부위	점검종류	주기	점검내용
연계 보 호장치	보호 릴레이  트랜스 유저 제어 전원 보조 릴레이 냉각팬 히터	자주점검	1개월	외관점검 보호 릴레이, 디지털 미터 표시, 무정 전전원 장치 배터리 일충전 상태, 내부 수납 기기 탈락 파손·변색, 조명, 팬 히터 동작
		법정점검	설치후1년 및 4년	외관점검 외부 청소 볼트 배선등 느슨함 환기공 필터 점검 절연 저항 측정 동작 (시퀀스) 시험 보호 릴레이 동작 특성 시험 무정 전전원 백업 시간 제어 전원 전압 확인

### 3.0 태양광발전 시스템의 철거

태양광발전 시스템의 수명은 대략 20년 이상이지만, 내용 연수가 되기 전에 설치장소 (건물 등)를 변경하는 경우에는 「철거」라는 공정이 발생한다.

#### 3.1 철거

태양광발전시스템을 철거하기 위해서는 계통과의 연계 차단이나 배선에 관한 전기공사 등이 따르기 때문에 설치업자 등에 의뢰가 필요하다. 그리고 철거한 태양광발전시스템을 새롭게 설치하는 장소가 정해진 경우에는 그 설치에 관해서도 설치업자에게 의뢰한다.

한편, 철거한 태양광발전 시스템을 잠깐동안 사용치 않고 보관할 경우에는 장소를 미리 확보해 두어야 한다. 특히 태양전지 모듈은 태양광 혹은 그 이외의 빛으로도 발전하기 때문에 패널 표면이나 단자부분을 덮고 철선 등이 접촉하지 않게 하는 처리가 필요하다.

또 철거한 후에 다른 사람에게 양도·대여 등을 할 경우에도 이들의 사항을 충분히 고려하고 그 순서를 검토해야 한다.

#### 3.2 태양 전지 어레이 및 인버터

설치업자와 상담한 후에 인수하는등의 처리가 필요하다. 실리콘계의 태양전지 모듈에 유해물질은 함유되어 있지 않지만, 유리등의 불순물이 붙어 있기 때문에 불필요한 폐쇄 등을 하는 것은 바람직하지 않다.

- 점검은 간단한 배선을 포함 한 태양전지모듈과 인버터, 접속반 등을 대상으로 함.
- 기기의 청결유지를 위한 인버터 점검 시 내부 청소를 실시함.
- 천재지변, 파손, 오손 등으로 사용 불가능한 경우를 제외한 고장기기는 계약자 보수를 원칙으로 함.
- 유지보수 관리 범위에 해당하는 기기가 고장이 발생할 경우 정상기기로 교체 수리할 수 있으며, 교체된 기기는 철거일로부터 30일 이내 보수 완료함.
- 고장 및 교체품이 발생하였을 경우 당초 규격품 사용을 원칙으로함.