

## 본포취수장 태양광발전설비의 효과적 운영방법에 관한 연구

조남빈, 이재오, **최장건**, 이재훈, 최연한  
한국수자원공사 경남지역본부 운영처

### A Study on the Effective Operation of Bonpo Photovoltaic Power System

Nam-Bin Cho, Jae-Oh Lee, Jang-Geon Choi, Jae-Hoon Lee, Yeon-Han Choi  
KOWACO Gyeongnam Water Supply Regional Headquarters

**Abstract** - Abstract - 본 연구는 한국수자원공사에서 국제기후 변화협약 등 정부의 신재생에너지 개발계획에 적극 동참하고, 우리공사에서 운영관리하고 있는 수자원시설물의 잠재에너지를 발굴하기 위하여 경남지역본부 본포취수장에 설치하여 운영관리중인 시설용량 99kWp의 태양광발전설비에 대한 주요 설비와 운영관리를 하는데 불편한 사항에 대한 개선내용을 소개함으로써 향후 우리시스템과 유사한 조건(무인사업장)에 시설하여 운영할 설비를 효과적으로 관리하기 위한 내용을 소개하고 있다.

#### 1. 서 론

우리본부에서는 창원, 마산 및 진해시일원의 1,100여개 수용가에 물을 공급하기 위하여 낙동강본류의 본포취수장에서 일 최대 285,000톤의 원수를 취수하고, 취수한 물을 주담가압장에서 가압하여 창원시내 반송정수장에서 정수처리를 하여 수용가에 물을 공급하고 있다. 본포취수장과 주담가압장 수도시설은 현재 무인사업장으로 운영하고 있으며 반송정수장에서 본포취수장과 주담가압장을 원격으로 감시 및 제어를 하고 있다. 특히, 최근들어 국제유가의 폭등과 환경오염에 대한 부담에 따라 대체에너지의 필요성이 증대되고 있고 우리주위에서 쉽게 얻을 수 있는 태양광을 이용한 발전은 환경오염 등에 대한 부담이 없는 청정에너지 시스템으로서, 21세기의 범지구적인 지속가능한 발전을 위한 대체에너지로서 그 역할이 점차 증대되고 있다.



〈그림1〉 태양광발전설비 전경

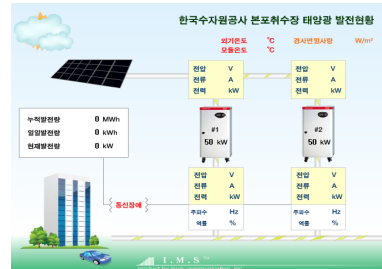
〈그림1〉은 본포취수장에 설치된 태양광발전설비의 전경을 나타내고 있고, 이 설비는 1,559mmx79.8mmx46mm(두께)x 15kg 인 최대정격 전압 40V의 모듈이 480개로 구성되어있고, 각 모듈은 (10개직렬 연결x2개병렬연결)x12개x2 Group의 어레이로 구성되어 있다. 태양광발전설비의 장점이라면 수력, 화력발전설비 등과 달리 모든 설비가 정지된 상태에서 발전을 하기 때문에 유지관리에 소요되는 인건비, 자재비 등이 거의 필요하지 않다. 현재, 태양광발전설비가 설치되어 있는 본포취수장은 무인사업장이고 사무실에서 45km 떨어져 있기 때문에 동 설비에 고장이 발생할 경우에는 사무실에서 직원이 비상출동하여 고장을 해결하고 난 후에 발전을 재개하고 있다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 태양광발전설비의 운영상 문제점

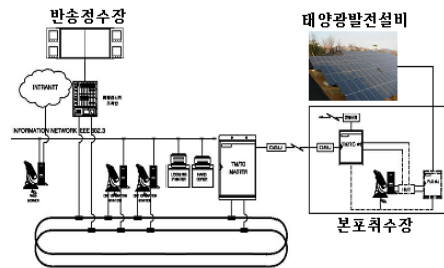
##### 2.1.1 통신장애가 발생한 경우와 그 대책

현재 태양광발전설비는 사무실에서 45km떨어진 본포취수장에 시설되어 운영중에 있으나, 가끔 통신선로에 이상이 발생하거나 보호계전기동작에 의하여 차단기가 트립되는 경우에는 <그림2>처럼 IMS(Internet Monitoring System)화면에 “통신장애”로 나타나게 된다. 만약 통신선로 이상으로 인하여 “통신장애”가 발생



〈그림 2〉 고장이 발생한 경우의 IMS화면 표시

할 경우에는 발전에 지장을 초래하지 않고 단지 원격으로 감시만 되지 않아 크게 문제가 되지 않으나, 보호계전기 동작에 의하여 차단기가 트립될 경우에는 원격감시 뿐만 아니라 발전이 불가능하므로 비상출동 하여 고장원인을 제거하고 발전을 할 수 있도록 조치하고 있다. 상업발전이후 차단기가 트립되어 비상출동을 한 경우는 없었고, 통신선로이상으로 인하여 “통신장애”가 발생한 경우는 2~3회 있었다. “통신장애” 발생시 불필요한 비상출동을 방지하기 위하여 고장이 발생할 경우 보호계전기 동작으로 차단기가 트립될 경우에만 비상출동하여 조치할 수 있도록, 트립 보조접점을 현재 수도사업장 원격감시제어를 수행하고 있는 시스템의 입력신호로 사용하여 직원들이 근무하고 있는 반송정수장의 중앙조정실에 고장내용을 나타내도록 시스템을 개선하여 운영중에 있다. 〈그림3〉은 태양광발전설비를 수도사업장 운영시스템과 연계하여 감시할 수 있는 개략도이다.



〈그림 3〉 태양광발전설비와 연계된 수도운영시스템 개략도

##### 2.1.2 모듈표면 오염에 의한 발전량 감소 대책

본 태양광발전설비는 주담저수지 인근에 설치되어 있으므로 철새 배설물에 의하여 모듈이 자주 오염되고 있어 수시로 모듈표면을 청소하고 있으며, 특히 철새배설물이 강한산성을 포함하고 있어서 경년에 의한 모듈표면의 열화가 가속될 가능성이 있고, 봄철에 심한 황사 및 꽃가루 오염에 의하여 출력이 감소될 수 있으므로 이에 대한 대책을 발전설비 설계시부터 강구하여야 할 것으로 판단된다. 그 대책으로는 태양전지어레이 상부에 모듈세척용 살수장치를 시설하는 것으로 간단히 해결할 수 있다. <그

림4>는 우리설비에는 시공하지 않았지만 타회사의 모듈세척용 살수장치 및 가압장치의 시공사례를 나타낸 것이다.



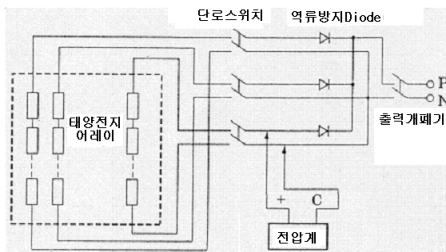
<그림 4> 모듈세척용 살수장치 및 가압장치

## 2.2 태양광발전설비의 운영상 필요한 사항

태양광발전설비는 일정 출력을 얻기위하여 많은 태양전지모듈을 직·병렬로 접속하여 태양전지어레이를 구성하고 있다. 따라서, 이들 모듈의 접속이 바르게 되었는지 점검할 필요가 있으며, 점검시 태양전지어레이의 출력을 확인함으로써 태양전지모듈의 불량 및 배선결함 등을 발견할 수 있다.

### 2.2.1 개방전압 측정시험

태양전지어레이의 각 스트링 개방전압을 측정하여, 개방전압의 흐트러짐에 의하여 동작불량 스트링 및 태양전지 모듈의 검출 및 직렬접속선의 누락사고등을 검출하기 위하여 실시한다. 개방전압 측정시에는 태양전지어레이의 표면을 깨끗이 하고, 각 스트링의 전압측정은 안전한 일사강도가 얻어질 때 실시한다. 측정시각은 일사강도, 온도변동을 최소로 하기 위하여 맑은날 정오 전



<그림 5> 개방전압 측정회로

후 1시간에 실시하는게 바람직하다. <그림5>에 개방전압 측정회로를 나타내었다.

### 2.2.2 단락전류 확인

태양전지어레이의 단락전류를 측정하여 불량 태양전지모듈을 검출할 수 있다. 태양전지모듈의 단락전류는 일사강도에 따라 크게 변하므로 설치장소에 대하여 단락전류의 측정치로 판단하는 것은 곤란하나, 동일 회로조건의 스트링이 있는 경우는 스트링 상호비교에 의해 어느정도 판단할 수 있다. 이 경우도 안정된 일사강도를 얻을 수 있을 때 실시하는게 바람직하다.

### 2.2.3 절연저항 측정

절연저항 측정은 태양광발전설비의 각부 절연상태를 확인하여 가압하여도 좋은지 여부를 판단하기 위하여 실시한다. 운전개시시, 정기점검시 또한 사고시에 불량개소를 찾은 경우 등에 실시한다. 운전개시시에 측정된 절연저항치가 그 후의 절연상태의 판단기준이 되기 때문에 측정결과를 보관할 필요가 있다. 측정시는 뇌보호를 위하여 피뢰기 등의 피뢰소자가 태양전지어레이의 출력단에 설치되어 있는 경우가 많으므로, 필요하면 이들 소자의 접지측을 풀어준다. 또한, 절연저항은 온도와 습도에 영향을 받기 때문에, 절연저항 측정시의 온도, 습도도 측정값과 함께 기록한다. 또한, 우천시 및 비오고 난 직후에 절연저항의 측정은 피하는게 좋다.

### 2.2.4 점검항목 및 점검요령

점검은 주로 육안점검으로 하며 매월 1회정도 실시하는 것을 권장하고 있고, <표1>에 일상점검항목 및 점검요령 나타내었다.

## 3. 결 론

본 연구는 태양광발전설비의 운영관리에 대한 특별한 운영지침이 정해져 있지 않은 상태에서 설비를 최적으로 운영하기 위하여, 현재 태양광발전설비와 수도사업장 원격감시제어를 수행하고 있는 시스템과 연계하여 “통신장애” 발생시 차단기가 트립될 경우에만 비상출동하여 조치하게 함으로써 불필요한 비상출동을 방지할 수 있게 하였다. 또한 태양전지 모듈표면 오염에 의한 출력저하를 방지하기 위한 태양전지 모듈을 효율적으로 세척하기 위한 방안도 설계시 고려할 중요사항이다.

<표 1> 일상점검항목 및 점검요령

구분	점검항목	점검요령	
태양전지어레이	육안 등	표면의 오염 및 파손	오염(철새 배설물) 및 파손이 없을 것
		Frame의 파손 및 변형	파손 및 현저히 변형되지 않을 것
		지지대의 부식 및 녹발생	부식 및 녹이 없을 것
		지지대의 고정	볼트 및 너트의 풀림이 없을 것
		지지대접지	배선공사 및 접지상태가 확실할 것
측정	접지저항	접지저항값 이하	
	육안 등	외함의 부식 및 파손	부식 및 파손이 없을 것
방수처리		인입구가 폐터 등으로 방수처리되어 있을 것	
배선특성		태양전지에서 배선극성이 다르지 않을 것	
단자대의 나사풀림		나사의 풀림 등이 없을 것	
측정		절연저항(JB~MJB)	0.4MΩ이상, 측정전압 DC500V(각 회로에 대하여 측정)
	절연저항(MJB~Inverter)	0.4MΩ이상, 측정전압 DC500V	
	절연저항(Inverter~LV Panel)	0.4MΩ이상, 측정전압 DC500V	
Inverter	육안 등	외함의 부식 및 파손	부식 및 파손이 없을 것
		취부	기기주변에 제조자로부터 지정된 공간이 확보되어 있을 것 과도한 습기, 인화물질, 연기, 부식성가스, 가연가스, 먼지, 염분, 화기 등이 존재하지 않는 환경일 것
		접지단자와의 접속	접지와 맞게 접속되어 있을 것
	측정	절연저항(Inverter입출력단자~접지간)	1MΩ이상 측정전압 DC500V
		접지저항	접지저항 100Ω이하
	수전전압	주회로단자대 선간 및 접지간 AC380V±38V일것	

### [참 고 문 헌]

[1] 태양광발전시스템의 설계와 시공(146~161쪽, 일본 오옴사 발행)