

# 중소형 태양광 발전소 유지·관리사업 추진 방안

유종의 연구위원 | 2017년 12월

## Contents

1. 중소형 태양광 발전소 유지관리 사업의 필요성
2. 태양광 발전소 유지관리사업 시장 및 현황
3. 국내 중소형 태양광 발전소 유지관리 사업 추진 방안
4. 맺음말





## 중소형 태양광 발전소 유지·관리사업 추진 방안

## 《 핵심이슈 》

- 국내 전력거래용 태양광 발전소는 23천여개소이며 이중 1MW 미만이 22.4천여개소로서 대부분 무인발전소로 운영
  - ※ 전기사업법에 따라 1MW 미만 태양광 발전소는 전기안전관리자를 대행으로 선임
- 정부지원사업으로 보급된 태양광 설비 중 설치업체가 폐업한 경우에는 한국에너지공단에서 운영하는 고장접수지원센터를 통해 A/S 지원
  - ※ 전국 13개 권역 39개 전담업체 선정(태양광)하여 운영하고 있으며, 사용자가 고장 또는 문제가 발생한 후 신고하고 전담업체로부터 조치를 받음
- 강원도 내 전력거래용 발전소 1,043개소 중 1MW급 미만인 발전소는 1,023개이며, 효율관리나 고장진단 등 사전예방적인 유지관리 서비스는 부재
  - ※ 고장 발견에서 복구까지 소요되는 시간동안 발전량 미확보
- 광역 단위의 정부지원사업 대상 소규모 태양광 발전시설의 모니터링이 일부 추진되고 있으며, 원격 모니터링을 통해 실시간 관리 중
  - ※ 서울시 및 경기도의 경우, 공공시설물에 설치된 태양광 발전설비 실시간 모니터링을 통해 발전량 확인 및 유지관리 서비스를 운영
  - ※ 한국에너지공단은 융복합지원사업을 위한 통합관리시스템 구축 중
- 태양광 발전 확대 및 다양한 소형 발전시설 증가로 인한 유지관리 관련 기업 육성 및 서비스 모델 정립이 필요하며, 에너지 생산량 정보 확보, 정책 발굴 및 시행, 수명예측을 통한 효율적 관리 등에 활용

## 《 강원도 정책시사점 》

- ① 현재 강원도 내 모니터링 서비스를 하는 기초지방자치단체는 없으며, 점차 증가하는 태양광 유지관리 서비스 수요를 대비하기 위한 기본 인프라를 광역단위에서 구축이 필요
- ② 중소형 태양광 발전소 중 모니터링 및 효율관리가 되지 않는 발전소의 실태 파악이 선행되어야 하며, 점차 노후화 되는 설비의 효율 관리 및 발전량 모니터링의 통합관리를 통해 유지관리 서비스 산업 확산 및 자원 확보차원에 활용
- ② 공공서비스 차원에서 저비용으로 유지관리 서비스 제공이 가능하도록 지원하고, 발전소 소유자 및 민간 유지관리 서비스 제공자와의 상생관계를 구축



### 1 중소형 태양광 발전소 유지관리 사업의 필요성

- **【국내 태양광 발전소 설치 현황】** 2015년 신재생에너지발전 실적은 총발전량으로서 전년대비 2.70% 증가하였고, 신재생에너지 발전량은 37.93% 증가하였으며, 이중 태양광이 10.7%를 차지함에 따라 사상최고의 신규설치 및 발전량 증가로 폐기물, 바이오에너지에 이어 수력이 차지하고 있던 제3순위 신재생에너지원으로 대체
- 제4차 신재생에너지 기본계획<sup>1)</sup>에서는 2035년까지 1차 에너지의 11.0% (전체 전력공급량 중 13.4%)를 공급하며 폐기물 비중을 축소하고 태양광과 풍력을 핵심에너지원으로 육성
- 전국 태양광 발전소 설치 현황을 살펴보면 2017년 11월 전력거래소의 전력통계정보시스템<sup>2)</sup> 기준 전력거래용 태양광 발전소는 총 22,980개소, 설치용량 4,032MW이며, 1MW급 미만 중 소형 태양광 발전소는 2,440개소, 설치용량 2,767MW
  - ※ 1MW급 이상 태양광 발전소는 540개소 발전용량 1,265MW (전체 대비 31%)를 차지
  - ※ 특히, 100kW미만 발전소는 19,693개소로서 전체 발전용량의 36%를 차지

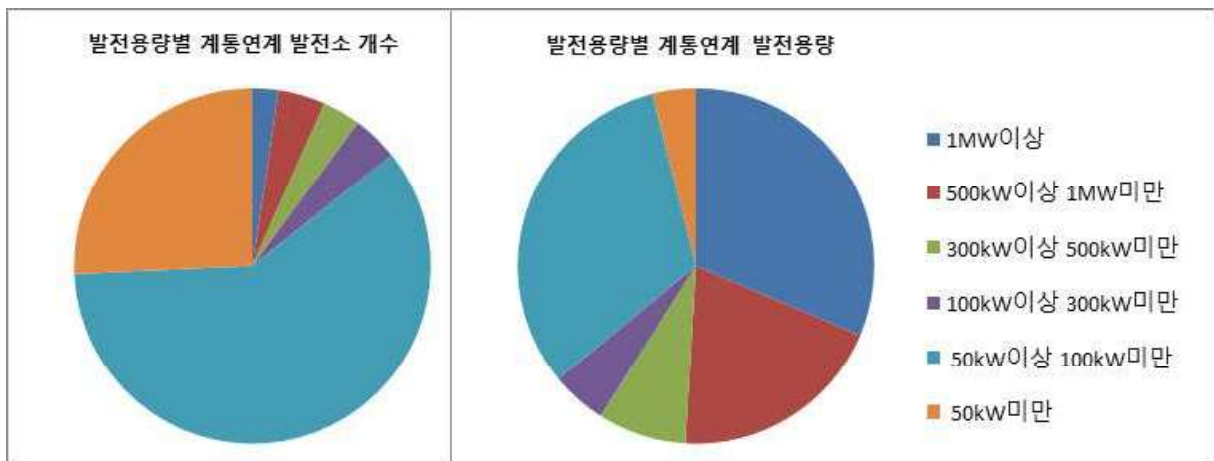


그림 1. 전국 전력거래용 태양광 발전소 개수 및 시설 용량 분포

- **【강원도 태양광 발전소 설치 현황】** 전국 신재생에너지 생산량 기준 강원도는 2015년 약 8.4%를 점유하여 전남(23.6%), 경북(14.6%), 충남(13.2%) 및 경기(9.8%)에 이어 5위를 차지하

1) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 5조 근거한 5년 주기 법정계획으로 2014년부터 2035년까지의 계획을 수립. 산업통상자원부(2014, 9)

2) 전력거래소 전력통계정보시스템 (EPSIS) <http://epsis.kpx.or.kr/epsisnew/selectEkpoBcrGrid.do?menuId=030900>, 2017. 11월 확인

였으며 높은 풍력발전 생산량에 따른 것임

※ 풍력발전 생산량 : 강원도 29.6%, 제주 25.9%, 경북 24.6% 및 전남 11.9%

- 태양광발전의 경우, 2015년 기준 강원도의 발전량은 40,411toe(189,132MWh)로서 지방자치단체 중 상대적으로 면적이 작은 특별·광역시를 제외하고 8개 도 중 7위를 차지  
 ⇒ 전남(25.6%), 전북(18.2%), 경북(10.7%), 충남(9.5%), 경기(5.9%) 강원 (4.8%), 충북 (4.2%)
- 강원도 내 설치된 태양광 발전소는 1,043개소로서 발전용량 205MW이며 이중 1MW급 이상의 대형 발전소는 20개소 발전용량 75MW에 불과하여 대부분이 1MW급 미만의 중소형 발전소로서 발전용량 130MW에 해당

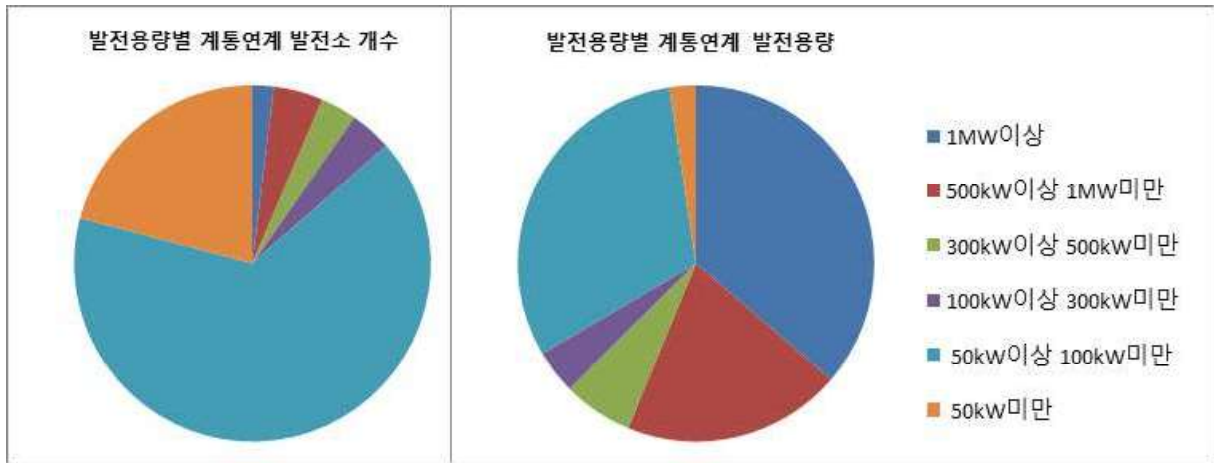


그림 2. 강원도 내 전력거래용 태양광 발전소 개수 및 시설용량 분포

- 전력거래에 참여하지 않는 자가소비 발전소는 대부분 소규모이며, 강원도 내 약 2,000여개소로 추정\*되며, 최근 베란다 거치형 소형 태양광 발전기 또한 증가추세임  
 ※ 공공기관 의무설치, 지역지원, 지역 융복합, 주택지원 등 다수의 지원 사업에서 설치
- **【태양광 발전소 고장 원인 및 조치】** 태양광 발전소 시스템 구성은 태양광 모듈부터 인버터까지 태양에너지를 전기에너지로 전환하여 전달하는 직류전류의 흐름과 인버터를 통해 전환된 교류전류를 계통에 전달하고 발전량을 확인하는 교류전류의 흐름 및 발전량 모니터링으로 구분
- 다수의 태양광 발전시스템 운영관리 전문 업체의 인터뷰에 따르면 발전시스템 전체 고장의 약 90% 이상이 통신오류이며, RTU나 모뎀 또는 외부 통신망 단절 등 다양한 원인에 의해서 발생  
 ※ 일반적으로 재시작 등의 단순조치로 복구될 수 있으며 태양광 발전소 외부 원인의 경우, 통신 사업자에게 통보하여 복구되어야 함  
 ※ 통신오류의 경우, 발전량에 영향을 미치지 않으나 발전소 내 문제 발생 시 확인이 불

가하므로 신속한 조치가 필요하며, 현재 기술로는 RTU 및 모뎀 등 태양광발전시스템 내 통신장비의 원격복구가 가능

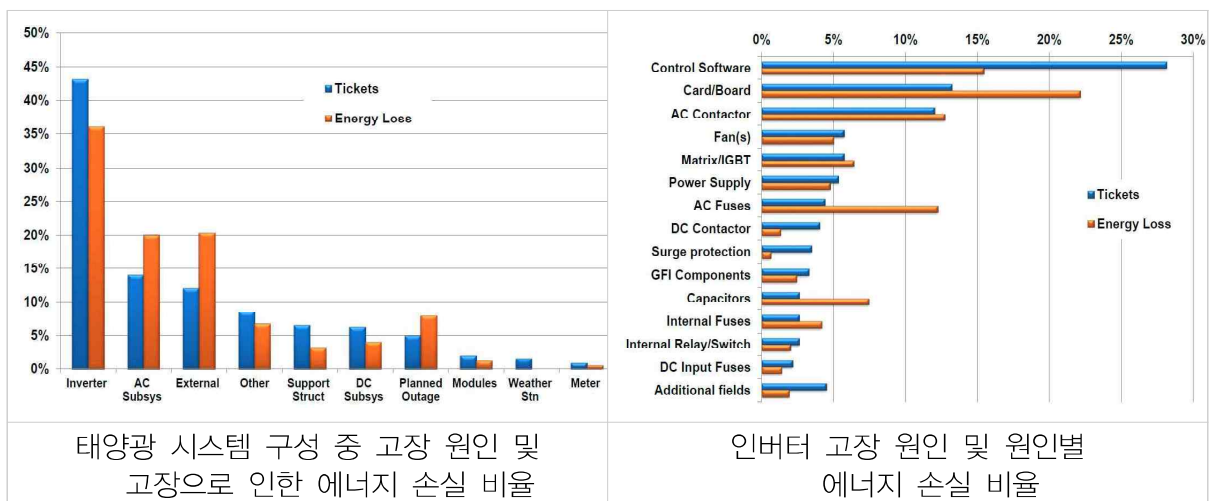


그림 3. 태양광 발전 및 모니터링 시스템 개요도

○ 통신오류 이외, 태양광 발전시스템 고장은 인버터에서 가장 많이 발생하며 (전체 고장 건수의 약 43%) 이중 Control Software에서 약 28%, 카드나 보드 등 내부 부품에서 22%, AC Contactor 13%를 차지하며, 발전량 저하에 따른 에너지 손실의 원인

※ 인버터 고장 중 특히 Control Software는 현재 기술로서 원격으로 진단, 관리가 가능하나 안전관리 상 전기설비의 원격 복구가 금지되어 있으므로 반드시 현장 조치가 필요

※ 대형 상업발전소의 경우, 에너지 손실의 주요 원인 관리를 위해 현장 상주인력 배치



출처: PV System Reliability - An Operator's Perspective, SunEdison, 2013

그림 4. 태양광 발전시스템 고장 원인 및 비율

- 태양광 발전시스템의 고장 사례별 조치 방안 및 기간은 표 1과 같음. 고장의 인지방법은 관리자가 직접 발전량을 확인하거나 월 1회 발전량 고지서를 통해 확인 가능하며, 이는 고장 이후 상당시간 이후에나 확인 가능한 것임
  - ※ 중소형 태양광 발전시스템의 경우 전반적인 효율저하에 대한 파악이 불가하며, 발전량의 현저한 변화가 발생한 경우, 관리자(소유자)의 요청에 의한 현장 진단을 통해 확인

표 1. 태양광 시스템의 고장 사례 및 조치

고장사례		고장내용	해결 방안 및 조치	조치기간
모 듈	Cell의 micro crack	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지속적인 발전량 저하 등의 현상 발견</li> <li>• 육안 식별 또는 정밀검사를 통한 고장 발견</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제조, 운반, 설치 시 충격 주의</li> <li>• 모듈 교체</li> </ul>	발견일로 부터 1~2주
	열화에 의한 전압 강하	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기 모듈의 경미한 출력저하</li> <li>• 과전압에 의한 열화 진행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모듈 교체</li> </ul>	
	정션박스 소손	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모듈 출력 저하로 인한 발전량 저하</li> <li>• 제작시 자체 결함으로 인한 소손</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정션박스 교체 또는 모듈 교체</li> </ul>	
인 버 터	트립 발생	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과전압/저전압 발생으로 트립(자동 차단)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일정시간 차단 후 재동작</li> <li>• 수동 리셋</li> </ul>	1~2일
	시스템 오류	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SW 오작동으로 인한 동작 정지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SW 점검 또는 리셋</li> </ul>	
	물리적 결함 발생	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인버터 노후화/부품 고장으로 인한 동작 정지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 불량 또는 노후 부품 교환</li> <li>• 정도에 따라 인버터 자체 교체</li> </ul>	
접 속 반	접속반 화재	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도 사이클에 의한 결로, 부식 발생</li> <li>• 볼트 체결 미흡, 이크 발생</li> <li>• 내연/내습성 재료 자체의 불량 또는 노후</li> <li>• 화재 발생시 발전 자체 정지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 불량 또는 노후 부품 교환</li> <li>• 정도에 따라 접속반 자체 교체</li> </ul>	1~2주
모 니 터 링	통신 오류	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인버터~모니터링시스템 간 통신 오류</li> <li>• 해당 인버터 통신보드 고장으로 인한 통신 두절</li> <li>• 모뎀 등 통신장비 고장으로 인한 통신 두절</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인버터 통신보드 교체</li> <li>• 통신장비 수리 또는 교체</li> </ul>	3~7일

- 고장이 발생할 경우, 현장 점검을 통해 고장원인의 파악 및 현장 조치를 위한 준비 등이 적절히 이루어져야 함에도 불구하고, 중소형 발전소의 경우, 현장관리자가 없기 때문에 고장 여부 확인조차 이루어지지 않는 경우가 대부분

※ 태양광발전용량 1MW 미만의 경우, 전기사업법에 따라 전기안전관리자를 대행으로 선임함에 따라 설비 및 발전량에 대한 고장진단 및 관리는 발전소 소유자가 판단

⇒ 전기안전관리자는 현장의 안전관리에 대해서만 관리하며, 월 1회 전기안전관련 보고 의무만 있음. 발전설비 소유자는 월 1회 발전량 고지서를 통해 발전량 이상 유무를 판단하는 것으로서, 발전소 유지관리와는 차이가 있음

- 현재, 일반적인 중소형 발전소의 고장 원인과 관계없이 이상 발생 시 소유자 또는 관리자가 전력발생량 또는 통신 이상을 감지한 후 설비 설치업체에 고장 신고 또는 진단을 의뢰
  - ※ 설비 설치 업체의 사후관리기간이 종료되었거나 설치 업체가 폐업한 경우에는 발전소 소유자가 별도의 고장 진단 및 복구를 위한 사업자를 확보해야 함

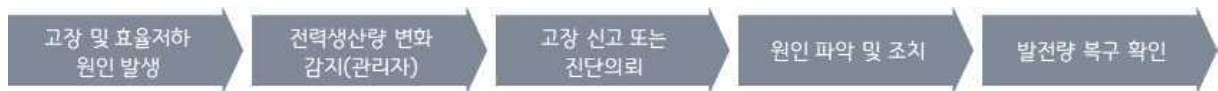


그림 5. 중소형 태양광 발전소 고장발생시 조치 절차

- 중소형 태양광 발전소의 효율적인 관리를 위해서는 발전량 상황을 실시간 진단할 수 있는 원격 모니터링 체계를 구축하고 전문 유지관리 업체를 지정하여 즉시 복구할 수 있는 방안 마련이 필요

## 2 태양광 발전소 유지관리사업 현황

- **【정부 지원 사업 태양광 발전소 유지 관리】** 정부 신재생에너지 보급 사업을 통해 설치된 태양광 설비 중, 설치 업체가 폐업하거나 사후관리기간이 종료된 경우, 한국 에너지공단이 권역별 A/S 전담업체를 지정하고 고장 신고 시 가까운 A/S 전담업체와 연결
  - ※ 정부지원 사업 (지역지원 사업, 융·복합지원, 주택 및 건물지원 사업)만 대상으로 하므로 중소형 상업발전시설의 경우, 지원 대상에서 제외되며, 사전 효율진단 기능 없이 고장이 발생한 경우에 한해 조치하는 사후관리체계
  - ※ 강원도에는 5개 전담업체가 지정 (영동 4개 업체, 영서 3개 업체 - 중복 2개 업체)
- 이상이 발생하였을 경우, 관리자(소유자)는 고장 신고서를 고장원인 및 고장 원인 포함하여 작성하게 되어 있으나, 비전문가의 경우 작성에 한계가 있으며 지정된 권역별 전담업체는 고장신고 접수에 따라 현장 방문 후 고장 원인 파악 및 조치방법을 강구하고 재방문하여 처리하는 방식
- **【대형 상업용 태양광 발전소 유지관리】** 발전시설용량 1MW급 이상 상업용 발전소의 경우 발



전량이 수익과 직결되기 때문에 고장 진단뿐만 아니라 효율관리를 위해 상시모니터링을 실시

- H사의 경우, Cloud 기반 실시간 모니터링 및 성능관리시스템 운영 서비스를 제공
  - ※ 기본설비정보 및 외부환경 센싱을 통한 당월 및 당해 발전량 예측과 실시간 모니터링을 통한 성능지수 분석 기능, 고장알림 (자동알림-문자/이메일/전화 등), 미초치 알림(주의, 에러, 경고, 고장을 구분), 고장 기록, 매출/운영비 현황 등
- 인버터, 태양광 모듈, 수변전 설비 등은 인력에 의존한 정기점검을 필요로 하며, 상주인원이 대기하여 고장 시 즉시 조치가 가능하도록 관리하는 것이 특징
- **【중소형 태양광 발전소 유지관리】** 국내 중소형 태양광 발전소 관리는 민간 발전소 소유자가 민간 유지관리업체와 계약을 통해 실시간 모니터링 및 진단을 실시하고 있으나, 상업발전소로서 일정 규모 이상에 대해 유지관리비용 지출이 가능한 경우 서비스를 신청
  - ※ 상업발전소 이외, 정부지원에 의해 설치된 시설이나 소용량 태양광의 경우 발전량 모니터링을 목적으로 일부 지방자치단체에서 운영 중이며 발전량 현황 파악을 통해 고장여부 판단 또는 효율관리에 활용
- 경기도의 경우, 도내 산재한 도비 지원으로 설치, 가동 중인 태양광 발전시설의 발전 현황 파악 및 통합 관리하는 시스템으로서, 실시간 감지 및 이상 유무를 판단하고 데이터 활용 및 효율적 관리를 목적으로 모니터링 정보를 인터넷 망을 통해 일괄 관리할 수 있는 시스템을 구축하여 운영 중 (2017년 현재 150개소 완료)



그림 6. 경기도 태양광 발전 통합관제 시스템 개요

- 서울시의 경우, 공공시설물 개별적으로 이루어지고 있는 태양광 발전시설의 모니터링에 따른 유지관리의 어려움으로 인해 통합관리시스템의 구축 필요성이 대두됨에 따라 2013년부터 시작하였으며 공공시설 태양광 발전설비에 대해 설치장소의 제약 없이 상시 가동상태를 모니터링을 하며, 유지관리에 편의성을 확보
  - ※ 공공시설 태양광 발전시설 총 210개소에 대해 연차적으로 구축 (2016년 완료)

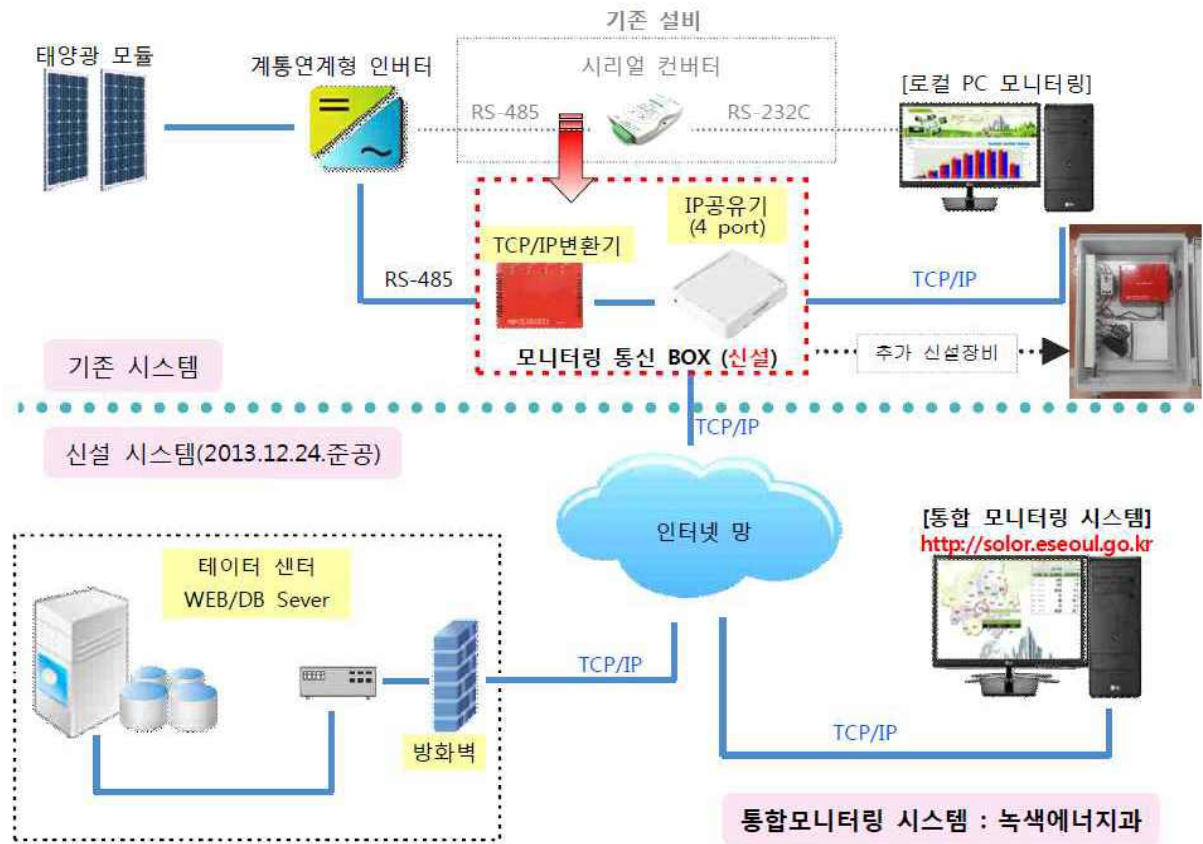
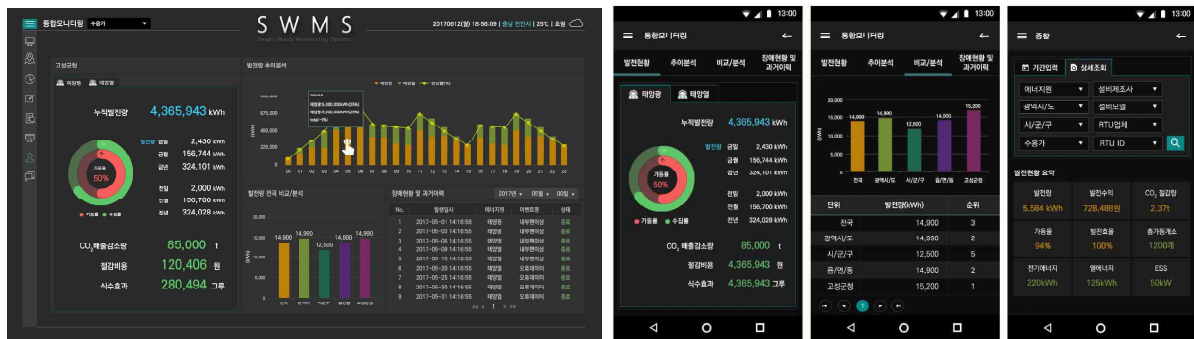


그림 7. 서울시 태양광 발전 통합 모니터링 시스템 구성도

- 한국에너지공단은 신재생에너지 융복합 지원사업에 대해 소규모 서버가 분산된 문제를 해결하기 위해 통합모니터링 시스템을 2017년 말까지 구축 예정
  - ※ 2013년부터 실시된 총 500여개소의 융복합 지원사업에 대해 에너지원별 통합모니터링을 위한 시스템을 구축 중에 있으며, 모바일을 통해 실시간 정보제공 등 융복합 지원사업 참여자의 설비 유지관리 서비스 제공을 포함



수용가서비스 예시화면

모바일 실시간 정보제공 예시화면

그림 8. 한국에너지공단 융복합 지원사업의 신재생에너지 통합모니터링 시스템 구축 화면 예시

### 3 도내 중소형 태양광 발전소 유지관리 사업 추진 방안

- **【관리의무와 효율성 확보】** 산·재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정 (산업통상자원부 고시 제2016-249호) 제32조(시설관리의무 등)에 따라 지방자치단체의 장 및 법인은 전담자를 지정하여 지역지원사업<sup>3)</sup>에 의한 산·재생에너지 설비에 대하여 에너지 생산량 및 유지보수 현황 등을 관리하여야 함
- 같은 고시 제49조(설비의 사후관리)에 따라 지역지원 사업에 의한 산·재생에너지 설비에 대해 사후관리 계획을 매년 수립·시행해야 하며, 금융지원사업<sup>4)</sup>에 의해 설치한 산·재생에너지 설비에 대해 소유자는 설비의 가동실적을 알 수 있는 운전데이터 등을 시행기관의 장에 제공해야 함
- 지역지원사업의 업무추진절차상 광역자치단체가 기초자치단체의 사업신청을 받아 산·재생에너지 센터에 사업계획서를 제출 하는 바, 광역자치단체의 사후관리 및 시설관리에 대해 관리의무 여부를 확인해야 할 필요가 있으며 현재 지역지원사업 및 금융지원사업 등에 의한 설치 및 운영 현황 조사가 필요
- **【시스템 구축 및 유지관리 서비스 제공 방안】** 각 시군 별 관리 현황을 파악하고 설비의 효율관리 및 발전량 모니터링, 수명예측 및 폐기 진단 등 발전량 모니터링을 통해 제공할 수 있는 관리 서비스를 개발하여 통합관리체계 구축이 필요
  - ※ 지역지원사업 뿐만 아니라 중소형 민간 발전소 및 미니태양광 등 다양한 발전시설의 발전량 모니터링 서비스까지 확대 가능하도록 설계
- 지방자치단체 및 공공기관 뿐만 아니라, 최근 급증하고 있는 베란다 거치형 태양광, 태양광 대여사업 등, 비상업용 태양광 발전 시설의 모니터링 등 다양한 수요조사를 통해 통합 관리 및 서비스 제공이 가능한 시스템 구축 필요
- 시스템 구축을 위해서는 대상을 정의하고 대상에 따른 서비스 형태 및 시스템 구축 방안 마련이 필요하며, 기존 서울시 또는 경기도의 사례를 벤치마킹하여 시스템 및 서비스 형태 파악이 필요
- **【지역 내 유지관리 사업자 육성】** 현재 한국에너지공단 산·재생에너지설비 고장신고센터에 등록되어 태양광 발전시설 유지관리 서비스를 제공하는 사업자는 총 5개 사업자이며 향후 중소형 태양광 발전시설의 증가 및 시설 노후화를 고려할 때 유지관리 서비스 사업자 확보가 필요

3) 지방자치단체가 소유 또는 관리하는 건물·시설물 등에 설치하려는 산·재생에너지 설비에 설치비의 일부를 국가가 보조금으로 지원해 주는 사업

4) 국가가 금융기관을 활용하여 생산, 운전 및 시설자금을 대여해 주는 사업



그림 9. 중소형 태양광 발전 유지관리 서비스 제공을 위한 추진 방안

- 모니터링 시스템과 유지관리 사업자 직접 연결을 통한 실시간 고장 발생여부 확인 및 조치가 이루어질 수 있도록 하며, 유지관리 사업자는 시스템을 통해 서비스 대상 확보 및 비용 절감
  - ※ 통신 체계, 인버터 및 접속반 등 상세모니터링 시 고장원인 파악이 가능하며 모니터링 시스템을 통해 고장원인을 구분함으로써 고장 원인 파악을 위한 현장 방문 횟수를 최소화함으로써 연성비용을 최소화하여 유지관리 사업자의 비용을 절감

#### 4 맺음말

- **【중소형 태양광 발전시설 유지관리】** 중소형 태양광 발전소 중 모니터링 및 효율관리가 되지 않는 발전소의 실태 파악과 점차 노후화 되는 설비의 효율 관리 및 발전량 모니터링의 통합 관리가 필요하며 유지관리 서비스 산업 확산 및 자원 확보차원에서 시스템 구축은 시급함
- 대형 상업용 발전시설과 비교하여 중소형 태양광 발전설비는 전문 유지관리 서비스를 활용하고 있지 않음에 따라 공공서비스 차원에서 시스템 구축을 통해 저비용으로 관리가 가능하도록 지원할 필요가 있으며, 이는 전문 유지관리 서비스 업체와 상생이 가능
- **【강원도에 대한 시사점】** 현재 강원도 내 모니터링 서비스를 하는 기초지방자치단체는 없으며, 점차 증가하는 태양광 유지관리 수요를 대비하기 위해 기본 인프라를 광역단위에서 구축할 필요가 있음
- 발전시설의 유지관리를 통한 효율증가로부터 확보되는 수익을 태양광 유지관리 서비스를 제공하는 전문기업과 공유하는 서비스 모델을 확보함으로써 발전소 소유자 및 민간 유지관리 서비스 제공자와의 상생관계를 구축
- 에너지 생산량 정보 확보, 정책 발굴 및 시행, 수명예측을 통한 효율적 관리 등에 활용

- 발 행 인 : 안 병 현
- 발 행 처 : (재)한국기후변화연구원
- 발행번호 : 2017-48호
- 발 행 일 : 2017년 12월

---

[www.kric.re.kr](http://www.kric.re.kr)