

## 수상 태양광발전 적지조사 기법에 관한 연구

최형철\*, 김예진\*, 김은기\*, 이종석\*  
K-water 연구원\*

### A Study on research of suitable site of Floated PV System

Hyung-Cheol Choi\*, Ye-Jin Kim\*, Eun-Gi Kim\*, Jong-Seok Lee\*\*  
K-water Institute\*

**Abstract** - RPS(Renewable Portfolio Standard) recently with the introduction of a new solar power development as the market expands, land shortage of solar power as an alternative site for installing solar water development has emerged. Solar water dams, reservoirs and water by taking advantage of available solar power development a new concept of private forest land in a way does not involve destruction of the forest land and water resources through efficient use of environmentally friendly energy production and water quality improvement There are a variety of benefits. This paper won the nation's first solar power to enforce the selection of the optimal location for solar power's award for planning theory and research techniques are intended to establish. Award of the solar system through the analysis of a few research-related materials and renewable energy systems project implementation process to establish an initial investigation techniques as well as the existing dam located about fitness will be assessed. In this study, solar water conducting business in the current analysis with considerable planning and installation of solar installation for the economic and environmental cost of the evaluation period and is expected to be able to give you one.

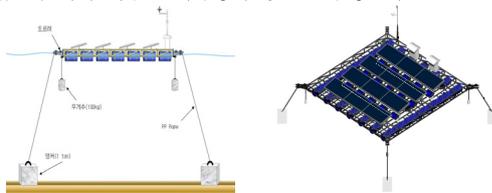
## 1. 서 론

현재 화석연료 매장량의 유한성과 사용함으로써 배출되는 이산화탄소에 의해 지구온난화 및 기상이변 현상 등이 초래되어 전 세계적으로 신재생에너지에 대한 관심이 높아지고 있으며, 정부 및 지자체를 중심으로 신재생에너지 개발 및 보급이 점차 증가하고 있는 실정이다. 신재생에너지 지원을 수자원 설비에 적용하는 수상 태양광발전시스템은 물과 에너지를 융합한 신개념의 융·복합기술로 K-water가 보유한 다목적댐 유역면적의 1%만 개발해도 325MW의 잠재 발전량을 확보하는 것으로 전망되고 있다. 수상태양광발전은 에너지 부존자원이 없는 우리나라가 에너지 자원을 확보할 수 있는 재생 에너지원기술이며, 해상풍력과 견줄 수 있는 태양광 산업의 신규영역으로 본 기술이 국가 또는 민간 주도로 시행될 경우 태양광산업 분야의 신 시장 개발이 가능한 분야로 크게 주목받을 것이다. 본 연구는 수상태양광발전 초기 기획단계에서 검토해야 할 사항으로 조사 및 분석기법의 체계 확립을 위한 기법정립에 목표를 두고 고찰하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 수상 태양광발전 시스템

수상태양광 발전시스템의 구성요소는 크게 발전을 위한 태양광모듈, 접속반 이들을 수면에 부상시키기 위한 수상구조물(float), 바람이나 유속에 의해 수상구조물의 방위가 바뀌지 않고 또 연중 수위 변화에 응동할 수 있도록 지지 해주는 계류장치 등으로 구성된다.



〈그림 1〉 수상 태양광발전 시스템 개념도

#### 2.1.1 적지의 요구조건

- (1) 연중 수위변동이 적고 발전용량 규모에 맞는 충분한 면적 필요
- (2) 최저 수위 시 바닥이 드러나지 않고 안정적 계류를 위해 수심유지
- (3) 계통연계가 용이한 곳

- (4) 바람, 유속, 안개일수가 적고 일조시간 등 기상조건이 우수한 곳
- (5) 발전설비로 인해 주변 환경에 미치는 영향이 적은 곳
- (6) 시공을 위한 작업부지가 충분하고 접근이 용이한 곳
- (7) 법적, 제도적 제약이 적은 곳
- (8) 일사량이 많고 그늘이 없어 종합적으로 경제성이 확보되는 곳

### 2.2 수상 태양광발전 적지조사

수상 태양광발전의 적지조사는 요구조건을 충족하는 지점을 찾는 것으로 태양광발전 시스템은 항상 정남향을 향하도록 지지 되어야 하며 연중 댐 수위 변화에 응동할 수 있어야 하므로 수심이 충분하고 연중 그 변화가 적은 장소, 바람, 유속, 안개, 일조시간 등 환경적 요건이 우수하고 계통연계를 위해 배전선로가 근접하고 법/제도적으로 제약이 적은 장소로 선정되어야 한다.



〈그림 2〉 적지조사 Flow Chart

#### 2.2.1 도상조사



〈그림 3〉 위성사진 조사 및 체크리스트 작성

수상태양광 발전시스템은 육상에 고정되는 기존의 설비와 달리 수면에 부상되어 항상 유동성을 가지고 있어 바람이나 유속 등 주변 환경에 많은 영향을 받으므로 이런 외부 환경적 요소가 최소화 될 수 있는 댐 저수구역의 만(Bay)의 형태를 띠는 지역을 위성사진 등으로 확인하여 우선적으로 고려한다. 또한 최대의 일사량을 받기 위하여 남향을 바라보며 주변의 높은 산이 없고 도로가 인접하여 접근이 용이하고, 배전선로가 인접한 지역을 예비 후보지로 선정한다. 또한 집중호우 기간에 발생하는 부유물의 영향이 적으며 해당지역의 지적을 확인하여 해당부지의 소유자, 지번 및 지목 등을 확인한다.

#### 2.2.2 기상데이터 및 수문 자료조사

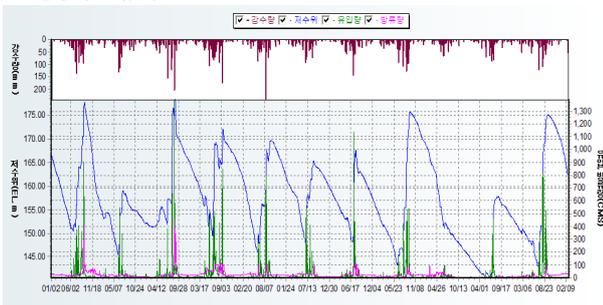
수상 태양광발전의 설치 시에는 환경적인 부분에 이르기까지 충분한 사전조사 및 협의를 거친다. 자연적 환경 분석을 위해서는 풍속, 기온, 운량, 일사량 등 기후 및 기상데이터를 분석해야 하는데 수상일 경우 산악지형, 그림자, 그림자, 안개 발생 등의 환경적 요인이 발전효율에 영향을 미칠 것으로 예상되므로, 설치 예정지 인근에 측정 장치를 설치하여 기상정보를 직접 취득하고 분석함으로써 태양광 모듈 설치 최적각 도출과 경제

적, 환경적 타당성 분석을 위한 기초자료를 확보하는 것이 좋으나 그렇지 못한 경우 인근 기상대에 제공되는 다년간의 기상 자료를 분석해야 할 것이다.

<표 1> 기상자료 Data Table

| 연도   | 광주      |          |         |         |        |         |        |      |        |      |      |    |
|------|---------|----------|---------|---------|--------|---------|--------|------|--------|------|------|----|
|      | 기온(1°C) | 상대습도(1%) | 강수량(mm) | 바람(m/s) | 구름     | 일조시간(h) | 눈(1cm) | 일조시간 | 수평면일사량 | 연계   | 행사   | 연무 |
| 평균   | 평균      | 평균       | 평균      | 평균      | 평균     | 평균      | 최대     | 평균   | 최대     | 최대   | 최대   | 최대 |
| 최고   | 최저      | 최고       | 최저      | 최저      | 최저     | 최저      | 최저     | 최저   | 최저     | 최저   | 최저   | 최저 |
| 2000 | 13.5    | 19.0     | 9.0     | 64      | 1511.0 | 2.4     | 17.9   | 4.9  | 155.8  | 8.6  | 7.1  | 3  |
| 2001 | 13.8    | 19.4     | 9.4     | 63      | 1129.9 | 2.4     | 12.2   | 5.0  | 159.2  | 11.3 | 11.1 | 4  |
| 2002 | 13.9    | 19.3     | 9.4     | 66      | 1458.7 | 2.2     | 15.2   | 5.4  | 142.1  | 13.1 | 6.8  | 4  |
| 2003 | 13.6    | 18.4     | 9.5     | 70      | 1994.1 | 1.9     | 13.7   | 5.6  | 145.9  | 20.8 | 16.1 | 4  |
| 2004 | 14.3    | 19.8     | 9.8     | 66      | 1742.3 | 1.9     | 13.0   | 4.9  | 178.9  | 13.2 | 7.0  | 4  |
| 2005 | 13.6    | 18.7     | 9.4     | 68      | 1289.6 | 1.9     | 11.7   | 5.0  | 173.5  | 40.5 | 25.2 | 4  |
| 2006 | 14.2    | 19.2     | 10.0    | 68      | 1520.2 | 1.9     | 12.0   | 5.2  | 162.4  | 15.9 | 10.5 | 4  |
| 2007 | 14.6    | 19.6     | 10.6    | 68      | 1620.6 | 1.8     | 11.2   | 5.5  | 155.2  | 37.1 | 21.3 | 4  |
| 2008 | 14.6    | 19.8     | 10.4    | 65      | 1007.2 | 2.0     | 11.1   | 5.2  | 168.4  | 41.9 | 12.1 | 4  |
| 2009 | 14.6    | 20.1     | 10.2    | 66      | 1488.2 | 2.1     | 14.2   | 5.1  | 172.4  | 14.8 | 9.5  | 4  |
| 2010 | 14.2    | 19.2     | 10.6    | 69      | 1573.1 | 2.2     | 12.2   | 5.5  | 156.1  | 29.2 | 21.3 | 4  |

수문 자료조사 시 선정 지역의 등수심도를 통하여 전반적인 수심 및 댐 지형을 종합적으로 파악한다. 또한 집중호우나 태풍 시에 유량의 과다 유입으로 인한 수문방류로 발생하는 최대 유속을 조사하여야 하며 댐 유역 통합정보시스템(DISS)을 통하여 다년간의 댐 운영현황 및 설계 시 설계기준을 확인하여 최저/최고수위 및 댐 운영수위를 조사한다. 또한 유속 및 풍속자료의 경우 구조물 유동해석 시에 근거자료로 활용하고 있다.



<그림 4> 댐 유역 통합정보시스템(DISS) 자료

2.2.3 현장조사

도상조사 시 선정하였던 사전 예정지를 중심으로 수상과 육상으로 나누어 현장조사를 시행하며 사전 예정지 지점에서 조사결과 및 현장조사 시 검토된 사항을 기입할 수 있는 체크리스트를 작성하여 현장에서 기록할 수 있도록 한다.

(1)수상조사

초음파 수심측정기 및 GPS장비를 이용하여 해당 지점의 수심측정, 주변 지형에 대한 음영측정, 부유물 유입정도, 관리 선박의 운항로 등 댐 관리상 필요지역, 레저시설 운영현황, 어업활동 지역 등 기 수면 이용지역을 확인 기타 민원발생 소지 등을 파악하고 주변상황을 인지하고 있는 인근지역 관련자 인터뷰 시행한다.

(2)육상조사

접근도로의 상태, 주변 배전선로까지의 거리, 시공부지의 면적, 지형 및 지반상태, 전기설의 위치 기타여건을 조사하고 관련자의 의견을 수렴한다. 특히 전기설 설치 위치는 홍수가 침수되지 않는 높이로 선정하여야 하며, 수상의 발전설비와 거리가 멀어지면 생산전력의 전송 시 발생하는 손실이 커짐으로 이를 줄일 수 있도록 다각도로 검토되어야 한다. 시공 중 자체의 반입 경로와 같은 공사 환경도 검토할 사항이다. 중량물의 자체를 반입, 적재할 수 있는 도로 및 부지의 규모와 수변구역의 지질 특성을 감안하여 해당 구역의 지내력을 확인 하여야 향후 추가적인 비용발생을 줄 일수 있다. 또한 주변 환경을 종합적으로 파악할 때 그곳에 오래 거주하고 있는 경험자의 의견을 경청하는 것도 적지조사를 하는데 필요한 단계이다.



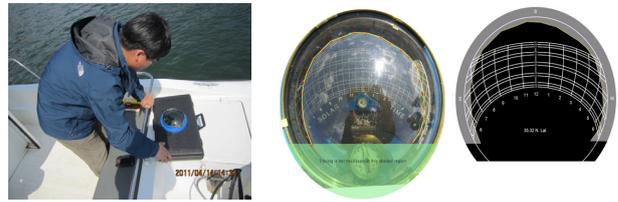
<수심측정기> <3D 영상 탐사선> <3D 영상 탐사결과>

<그림 5> 수심측정기 및 GPS기기를 활용한 현장 수심 측정

(3)음영측정 및 분석(Solar Pathfinder Assistant)

태양광모듈에 음영이 발생하면 발전량의 감소는 물론 전체 시스템의 효율을 크게 저하시킴으로 음영이 없는 지역을 선정한다. 수상태양광의 적지로는 정남향을 바라보며 수목이나 주변 산 등으로 인한 그림자가 없는 곳이 선정되어야 하며, 이런 음영분석을 하기 위하여 측정기기를

이용하여 설치 예정지역에 대해 주변 지형물이 그림자가 얼마나 발생하는지 여부를 분석하여 태양광 개발 입지로서의 타당성 여부를 사전 검토한다. 이 음영측정기기를 통하여 얻을 수 있는 결과 값으로는 연평균 수평면 전일사량 뿐만 아니라 효율, 예상 발전량, 예상 수익 등을 얻을 수 있다.



<그림 6> Solar Pathfinder를 활용한 음영측정

2.2.4 관련기관 협의 및 법/제도 검토

계통연계형 태양광발전설비는 한국전력공사의 송·배전선로에 연계됨으로 “분산형전원계통연계기술”에 적합 하여야 한다. 발전설비 용량 100kW미만은 저압전용선로, 3,000kW미만은 특고압선로, 20,000kW 미만은 특고전용선로에 연계 가능하며, 인근 지역의 타 분산형전원 발전사업자가 있을 경우 계통연계 가능용량이 소진되거나 허용하는 전압면용을 초과 할 수 있어 한국전력공사 관할 지점의 협의가 필요하다. 또한 댐의 수면에 설치되는 수상태양광발전설비는 관련법(수도법, 환경영향평가법, 환경영향평가법, 하천법, 공유수면 관리 및 매립법, 건축법, 전기사업법, 신재생에너지 개발,이용, 보급촉진법 등)에 따라 사전환경성검토(10,000㎡ 이상), 환경영향평가(10만kW이상), 개발행위허가, 전기사업허가 등 관련 인허가 사항을 득하여야 하므로 사전에 관련법과 제도에 대한 검토가 필요하다. 적지조사의 결과분석 후 설계서 작성 발주 및 인허가 등 대관업무를 시행하도록 한다. 수상태양광 발전의 개발 절차는 다음 <그림 7>과 같다. 인허가 사항에 대한 면밀한 검토와 관련부서 및 주무관청과 협의를 통하여 수상태양광 발전 제작 및 설치를 시행할 때 시행착오가 생기지 않도록 면밀히 검토한다.



<그림 7> 수상 태양광발전 개발사업 업무 흐름도

3. 결 론

본 연구는 다목적댐 및 용수 전용댐의 유휴수면을 활용한 수상태양광 발전 시스템 설치 시 최적입지를 조사 분석함으로써 수상 태양광발전 기술의 조기 상용화 및 태양광발전 사업 확대 추진 기반을 조성하는데 있다. 태양광발전이 있어 적지조사는 사업의 성공 여부를 결정하는 중요한 요소기술 공정으로 국내최초로 시행하는 수상태양광발전 분야의 적지 조사 기술은 방법이나 절차에 있어 많은 연구의 선행이 요구된다. 본 연구는 K-water가 수상태양광발전연구를 수행하면서 사업초기에 고려했던 적지조사 방법, 절차 등의 프로세스를 체계적으로 정립한 연구결과로 사업 추진·운영단계에서 태양광발전 계획 수립 및 설치시 경제성, 환경성 평가를 위한 기간 및 비용을 줄 일 수 있을 것으로 판단된다. 향후, 수상태양광발전 적지조사기법은 검증을 통해 적지선정에 있어 효율적 체계 정립이 필요하다.

[참 고 문 헌]

[1] 장정호 외, “태양광발전시스템 개발을 위한 적지조사 및 요소기술 연구”, 수자원연구원, 2008  
 [2] 최형철 외, “저수지 수면을 활용한 태양광발전 시스템 실증연구”, 수자원연구원, 2009