

## 홍수조절지를 활용한 태양광전원 개발에 관한 고찰

박성오\*, 김창범\*\*, 민훈진\*\*, 한정균\*\*,  
K-water\*

### A Study of Developing Solar Power Generation Using Flood Control Reservoir

Sung-Oh Park\*, Chang-Bum Kim\*\*, Hoon-Jin Min\*\*, Jung-Kyun Han\*\*  
Korea Water Resources Corporation

**Abstract** - '12년 RPS 제도시행으로 태양광발전이 신재생에너지로서 큰 관심을 받고 있다. 이에 홍수기 이외에는 대규모의 유휴지가 발생하는 홍수조절 부지를 활용하여 태양광전원 개발방안과 개발규모에 관하여 검토하는 것이 본 연구의 목적이다.

틀림 또는 과소 등을 예상할 수 있다.

이에 대한 대책으로 태양광모듈 최하단부를 계획홍수위 이상으로 설치하여 침수를 예방하고, 조절지내 유속이 안전한 지점에 제한적으로 설치하되, 태양광모듈 지지대(pole) 높이를 홍수 저류시 유수흐름에 견딜 수 있도록 견고하게 설치하여야 하겠다.

#### 1. 서 론

상시 저수지에 물을 담수하여 용수공급 및 홍수조절, 발전등을 하게되는 다목적댐과 달리 홍수조절지는 계획홍수량 이상의 홍수 발생시에만 물을 담수하여 하류지역의 홍수피해를 저감하는 역할을 수행한다. 따라서, 홍수기 이외에는 대규모의 유휴지가 발생하게 되고, 발전설비의 특성상 개발시 대규모의 부지를 필요로 하는 태양광전원 개발 부지로서 활용이 가능하다. 이에 본 논문에서는 담양홍수조절지를 모델로 하여 태양광전원 개발방안과 개발규모에 관해 고찰해 보고자 한다.

〈표 1〉 홍수조절지 유출입부 유속

구 분	유입수	유출수	비 고
유속(m/sec)	2.91	3.30	수리모형 실험

#### 2.2 태양광 개발 검토

상기의 태양광 개발 여건을 고려하여 홍수조절지내 개발지점 선정조건은 다음과 같이 정한다.

- ① 계획홍수위에서 태양광모듈이 침수되지 않는 지점
- ② 유출입수의 유속영향에서 비교적 안전한 지점
- ③ 모듈 지지대(pole) 높이를 2.0m 이내로 제한할 수 있는 계획바닥고(\*유기보수, 구조적 안정성을 고려하여 지지대의 높이는 2m 이하로 제한)

#### 2. 본 론

##### 2.1 태양광 개발 여건

##### 2.1.1 담양홍수조절지 현황

홍수조절지란 하천에 제수문을 설치하여 평상시에는 유수를 하류로 흘려보내고, 일정량 이상의 홍수발생시 하류의 수위조건에 따라 제수문을 조작하여 홍수를 조절지 등에 저류 또는 지체시켜 하류 홍수량을 경감시키는 지체구조물을 말한다. 담양홍수조절지 건설공사는 영산강유역의 홍수방어능력 향상을 위해 시행하는 사업으로 5년이상 빈도의 홍수발생시 3개의 홍수조절지에 저류하여 하류지역의 홍수피해를 저감하는 시설이다.

##### 2.2.1 태양광 개발지점 선정

제1, 2, 3조절지 중 개발지점 선정조건을 고려하여 침수빈도가 가장 낮은 제3조절지를 대상으로 검토하였으며, 계획홍수위(EL.53.65m)에서 모듈 지지대 높이(2m)를 감안하여 계획바닥고 EL.51.65m(53.65m - 2m) 이상인 지점을 개발지점으로 선정하였다.

〈표 2〉 빈도별 홍수시 수위 및 조절지 규모

빈 도	3조절지 최대수위	3조절지 규모
20년	EL.49.67m	○ 계획바닥고 : EL.47.5~53.5m ○ 계획홍수위 : EL.53.65m ○ 계획마루고 : EL.54.65m
50년	EL.51.46m	
80년	EL.52.47m	
100년	EL.52.77m	
200년	EL.53.51m	

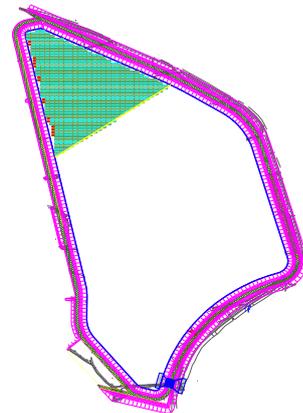
태양광개발이 가능한 계획바닥고 EL.51.65m 이상인 지점을 골라 면적을 계산한 결과 약 57,000㎡로 산정되었다.



〈그림 1〉 담양홍수조절지 계획평면도

##### 2.1.2 홍수조절지내 태양광 개발 문제점 및 대책

홍수조절지내 태양광발전설비 설치시 문제점으로는 홍수조절을 위한 홍수량 저류시 태양광발전설비의 침수로 모듈 및 전기 접속부의 절연과 피와 유·출입수의 유속 영향으로 인한 태양광 모듈 및 부속자재의 뒤



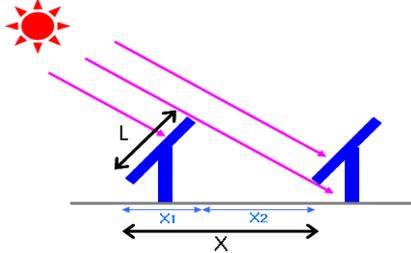
〈그림 2〉 제3조절지 태양광개발 가능지점 산정

### 2.2.2 태양광모듈 어레이 설계

태양광 직렬모듈수 산정을 위하여 모듈의 겨울철 및 여름철 최대전력 전압과 개방전압을 검토한 결과 20개로 산정하였다.

$$\begin{aligned} \circ \text{최대전력 전압 } V_{MPP}(t^{\circ}\text{C}) &= V_{MPP} + \{[25^{\circ}\text{C} - t^{\circ}\text{C}] \times V/^{\circ}\text{C}\} \\ \circ \text{개방전압 } V_{OC}(t^{\circ}\text{C}) &= V_{OC} + \{[25^{\circ}\text{C} - t^{\circ}\text{C}] \times V/^{\circ}\text{C}\} \\ V_{MPP} &: 30.2, V_{OC} : 36.7 \end{aligned}$$

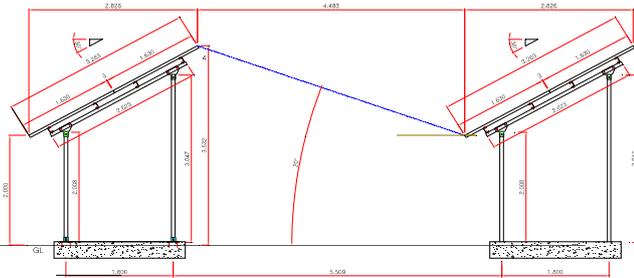
어레이(Array)간 음영의 발생을 막기위한 최소 이격거리(X)를 산정한 결과 모듈 수직높이의 약 1.7배(3300\*1.7=5610)를 적용하였다.



$$X = L \times \{ \cos(\text{tilt}) + \sin(\text{tilt}) \times \tan(\text{lat} + 23.5) \} = 1.7$$

X : 어레이간 최소 이격거리  
tilt : 어레이 경사각(30° 적용), lat : 설치지역 위도(N 35° 적용)

지역	최적 경사각(도)	일평균 경사면 일사량
광주	30	4.01(kWh/m <sup>2</sup> · day)



<그림 3> 어레이 배치도

<그림 3>과 같이 제3조절지 태양광개발 가능지점(그림<2>)에 어레이를 배치한 결과 665개의 어레이 배열이 가능하였다. 따라서 설치가능한 전체 태양광 모듈은 직렬 20, 병렬 665개로 총 13,300개의 모듈을 설치할 수 있고, 개발가능 용량은 약 3MW가 된다.(<표 3> 참조)

<표 3> 개발가능한 태양광발전설비 설계자료

구분	단위	계산값	계산식	
A	모듈 단위면적	m <sup>2</sup> /module	1.59903	
B	모듈수		13300	
C	모듈 전체면적	m <sup>2</sup>	21267	A × B
D	모듈 효율		14.0%	
E	인버터 효율		94%	
F	모듈 단위 출력	kW/module	0.244	
G	모듈 전체 출력	kW	3245.2	F × B
H	단위면적당 출력	kW/m <sup>2</sup>	0.15	F/A
I	단위면적당 연간발전량 (이용률 100%)	kWh/m <sup>2</sup> -year	1336.71	H × 365 × 24
J	년간 발전량 (이용률 100%)	kWh/year	28,427,952	I × A × B
K	면적당 일 평균 일사량	kWh/m <sup>2</sup> -day	4	자료
L	면적당 연간 단위일사량	kWh/m <sup>2</sup> -year	1,460	K × 365
M	면적당 연간 발전량	kWh/m <sup>2</sup> -year	192.13	L × D × E
N	년간 발전량	kWh/year	4,086,175	M × A × B
O	이용률		0.143	M/I

### 2.3 경제성 분석

아래 조건으로 사업의 경제성을 분석한 결과 <표 4>와 같이 결과가 나타났다. '12년 RPS제도가 시행된 이후 REC단가를 정확히 예측할 수는 없으나, REC거래가 시장에서 이뤄질 것으로 판단하고 예상되는 거래가격을 적용하였으므로 향후 거래시장의 추이를 살펴볼 필요가 있다.

▶ 설비용량 : 3.0 MW	▶ SMP 단가 : 123원
▶ 할인율 : 8.0%	▶ SMP 상승율 : 10%
▶ 보수비율 : 1.0%	▶ REC 단가 : 320원
▶ 이용율 : 14.3%	▶ REC가중치 : 0.7
▶ 분석기간 : 20년	▶ 이용률 저하 : 1%/년
▶ 건설단가 : 4백만원/kW	

<표 4> 태양광개발 경제성 분석

년차	비용(Cost)		편익(Benefit)		현재가액	
	사업비 및 유지관리	연간발전량 (MWh/년)	발전원가	현재가수	비용	편익
-1	12,000			1.08000	12,960	0
0	170.4	3,664	1,272	1.0000	170.40	1,272
1	170.4	3,628	1,303	0.9259	157.77	1,206
2	170.4	3,591	1,339	0.8573	146.08	1,148
3	170.4	3,556	1,379	0.7938	135.26	1,095
4	170.4	3,520	1,422	0.7350	125.24	1,045
5	170.4	3,485	1,471	0.6806	115.97	1,001
6	170.4	3,450	1,525	0.6302	107.39	961
7	170.4	3,415	1,584	0.5835	99.43	924
8	170.4	3,381	1,649	0.5403	92.07	891
9	170.4	3,347	1,721	0.5002	85.23	861
10	170.4	3,314	1,800	0.4632	78.93	834
11	170.4	3,281	1,151	0.4289	73.08	494
12	170.4	3,248	1,254	0.3971	67.67	498
13	170.4	3,216	1,365	0.3677	62.66	502
14	170.4	3,183	1,487	0.3405	58.02	506
15	170.4	3,152	1,619	0.3152	53.71	510
16	170.4	3,120	1,763	0.2919	49.74	515
17	170.4	3,089	1,920	0.2703	46.06	519
18	170.4	3,058	2,091	0.2502	42.63	523
19	170.4	3,027	2,277	0.2317	39.48	528
Total	15,408	66,726	31,392	11.6835	14,766.82	15,832.73
▶	B - C = 1,066백만원		▶	B/C = 1.072		

### 3. 결 론

지구온난화 등 전 지구적인 환경위기 속에 세계각국은 에너지 이용과 환경보존간의 균형을 추구하는 정책을 가속화하고 있다. 이러한 관점에서 신·재생에너지는 미래 인류의 지속가능한 발전을 위한 거의 유일한 에너지 대안으로 자리잡아가고 있다. 우리나라 또한 '12년부터 신재생에너지 의무공급제도인 RPS(Renewable Portfolio Standard)제도를 본격적으로 시행하고, 신재생에너지원중 태양광전원에 대해 발전사별로 의무공급량을 할당하여 개발토록 하고있다.

따라서, 홍수조절지의 대규모 유휴부지를 활용하여 태양광전원을 개발하는것은 부지의 이용과 에너지개발 측면에서 매우 효율적인 방안이라 판단된다. 하지만 홍수조절지 예상되는 문제점으로 인하여 전체 부지중 일부 부지에 한해 태양광개발이 가능하여 절연문제 등 홍수조절지가 가지고 있는 한계를 극복하기 위한 기술개발 및 연구노력 등도 절실히 요구된다고 하겠다.

### [참 고 문 헌]

[1] 일본태양광발전협회, "태양광 발전시스템 설계 및 시공", 2009