

# 강화도 석모도 지역에서의 효율적인 조력발전방식 비교

## The comparison of tidal power generation methods at Sukmodo

이태훈\* · 심주열\*\* · 조용식\*\*\*

Lee, Tae Hoon · Sim, Ju Yeol · Cho, Yong-Sik

### Abstract

The huge economical damage and environmental pollution have been occurred for decades because of using of fossil fuel. So the development of alternative energy is urgent. In the west sea of Korea, a proper area for tidal power plant, development and investigation for economical efficient of tidal power plant are preceeding.

The water turbine generator with the capacity of 25.4MW was used to compare single-basin flood tide generation with ebb tide generation while considering the water depth and tide in the vicinity of Sukmodo.

**key words** : tidal power plant, flood tide generation, ebb tied generation

### 1. 서 론

현재 우리나라에서 사용하는 에너지는 거의 대부분 화석연료와 원자력발전에 의존하고 있다. 이러한 현상은 막대한 경제적인 손실 및 환경오염을 유발 시켰으며, 지속될 경우 훨씬 심각한 피해가 발생할 것이다. 그러므로 자원을 소비하지 않고 환경오염을 줄일 수 있는 대체 에너지 개발이 시급한 실정이다.

과거 조력발전소의 경우 자원을 소비하지 않는 친환경적인 발전방식임에도 불구하고 경제적인 타당성 문제로 발전개발 계획에서 제외되어 왔다. 그러나 최근에는 이산화탄소 의무감축과 청정개발체제 및 지속적인 유가상승으로 경제적 타당성의 확보가 가능한 수준에 도달해있다. 세계적으로 봐도 조력발전의 적지인 서해의 경우 여러 곳에서 개발 및 검토가 진행되고 있으며, 조지 여건 및 경제성 등을 이유로 단류식 발전방식을 채택하고 있다.

본 연구에서 단류식과 발전방식인 낙조식과 창조식에 대한 검토를 통하여 발전대기 시간 및 발전량을 비교하고자 한다. 25.4MW의 발전기 제원을 이용하였으며, 해상 조위는 2007년 4월 4일부터 5월 3일까지 석모도 지역의 조석 관측자료를 활용하였다.

### 2. 조위 및 조지조건

본 연구에서는 조석발전의 발전방식에 대한 검토를 위해 2007년 4월 4일부터 30일간 석모도 지역에서 조석자료를 관측하였다. 30일간의 조위관측 자료를 조화분석하여 13개의 조화상수를 도출하였으며, 이 중 주요 8개 분조를 연보정한 자료를 조위예측을 위한 입력자료로 사용하였다.

조지의 내용적은 조력발전의 발전시간 및 발전량을 산정하는데 필요한 중요한 입력조건이다. 석모도 조력발전소 예비타당성 용역의 결과 자료를 활용하여 조위별 수면적 및 저류량을 분석하였다. 조지 용적 및 수면적은 Extenede Simpson's Rule에 의해 산정하였으며, 최저수심은 DL.(-)55.0m, 평균수심은 DL.(-)4.38m로

\* (주) 삼안 · 항만부 · 과장 · E-mail: thlee1@samaneng.com

\*\* 한양대학교 토목공학과 · 석사과정 · E-mail: simjuyul@hanyang.ac.kr

\*\*\* 정회원 · 한양대학교 토목공학과 교수 · 교신저자 · E-mail: ysc59@hanyang.ac.kr

나타났다. 약최고고조위와 약최저저조위 사이의 저류량은 712,000,000m<sup>3</sup>이며, 약최저저조위 이상에서는 수위의 증가에 따라 누가용적이 선형적으로 증가한다.

### 3. 발전량 및 발전시간 비교

조력발전에 의한 연간발전량 산정에는 조위곡선, 조지내용적곡선, 발전시 수차특성곡선, 충수시 수차유량곡선, 수문의 유량특성곡선 및 발전조건 등의 입력자료가 필요하다. 연속된 조위와 조지 내의 수위를 비교하여 수위조건에 따라 발전모드, 대기모드, 충수모드(창조시의 경우 배수모드)로 구분하여, 각 모드별로 매 시간간격마다 조지 내의 수위, 유입유량, 배수유량, 발전기효율 및 손실 등을 계산하여 최종적인 발전량을 산출한다. 발전량 산출을 위해 우선 매 시간간격마다 외조위와 내수위의 수두차를 계산하게 되며, 수위 및 수두차 조건에 따라 각 모드별 계산과정을 거쳐 조지수위를 재계산하며, 이를 1년간 반복계산하여 연간발전량을 산정한다. 그림 1.은 조력발전을 위한 기본 Cycle을 보여준다.

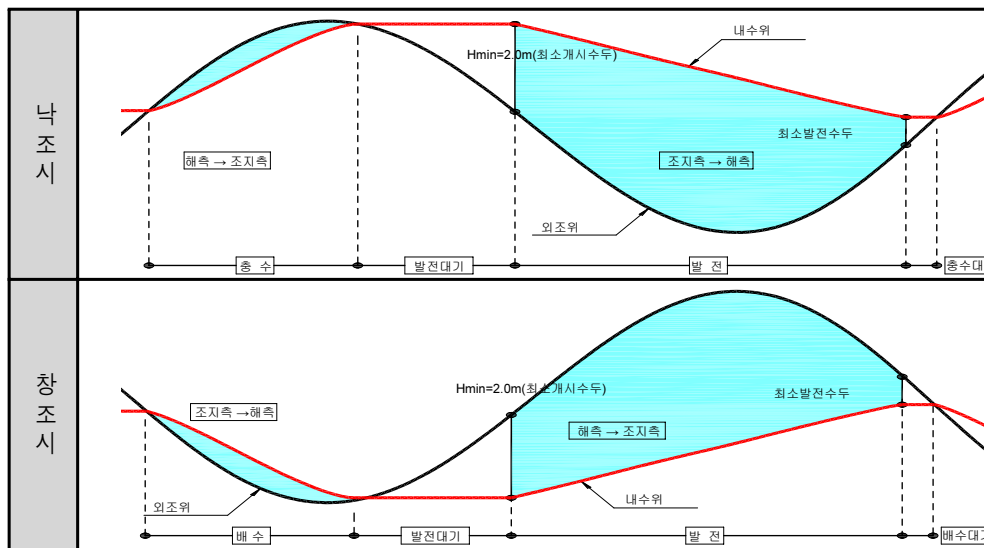


그림 1. 조력발전 기본 Cycle

발전량 산정에 사용한 25.4MW급 수차발전기는 단류식 발전방식에 적합한 제원으로 설계된 것으로, 발전방식은 창조식과 낙조식을 검토하였다. 앞에 언급한 2007년 조위자료, 내용적자료 등의 입력자료와 발전량 산출과정에 따라 수차와 수문수를 변화시키면서 발전시간 및 발전량을 산정하였다.

#### 3.1 낙조식 발전 및 발전시간 분석

동일한 수차대수에 대하여 수문의 수가 증가함에 따라 연간발전량이 증가하는 일정한 경향을 나타내었는데, 이는 발전수량 확보에 소요되는 시간의 감소에 기인한 것이다. 또한 동일한 수문에 대하여 발전기가 증가하였을 경우에도 발전량이 증가하였다. 표 1.은 낙조식의 발전량 및 발전시간을 나타낸다.

표 1. 낙조식 발전량 및 발전시간 산정

구 분		수문(원)					
		18		24		32	
		발전시간 (hr)	발전량 (GWh)	발전시간 (hr)	발전량 (GWh)	발전시간 (hr)	발전량 (GWh)
수차 (기)	20	4,250	1,017	4,339	1,604	4,383	1,805
	30	3,839	1,218	3,924	1,276	3,960	1,302
	40	3,485	1,303	3,552	1,307	3,583	1,380

3.1 낙조식 발전 및 발전시간 분석

발전량 산정결과 동일한 수차대수에 대하여 수문의 수가 증가함에 따라 연간발전량이 증가하는 일정한 경향을 나타내었다. 그러나 낙조식에 비하여 이용할 수 있는 가용유량이 평균해수면이하로 한정되기 때문에 연간발전량이 최고치에 이르는 수차대수에는 한계가 있다.

전체 발전시 발전시간은 동일한 수문 수에 대하여 수차의 수가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내며, 동일한 수차에 대하여 수문수 증가시 증가하는 것으로 나타났다. 표 2.는 창조식의 발전량 및 발전시간을 나타낸다.

표 2. 창조식 발전량 및 발전시간 산정

구 분		수문(원)					
		18		24		32	
		발전시간 (hr)	발전량 (GWh)	발전시간 (hr)	발전량 (GWh)	발전시간 (hr)	발전량 (GWh)
수차 (기)	20	4,152	985	4,217	1,017	4,236	1,025
	30	3,754	1,156	3,811	1,192	3,827	1,201
	40	3,480	1,208	3,527	1,239	3,539	1,247

4. 결 론

본 연구에서는 강화 석모도에 위치한 조력발전 개발가능한 지역에 대한 발전량 및 발전시간을 예측하고, 낙조식과 창조식에 대해 발전시간 및 발전량을 비교 하기 위하여, 현재 시공중인 시화 조력발전소 건설사업에 사용된 수차발전기 제원을 이용하여 검토하였다.

발전량의 경우 낙조식 발전방식이 창조식 발전방식에 비하여 약7%정도의 발전량 감소를 보였다. 그러나 발전개시 수두를 최소 수두차로 고정하여 계산한 점을 감안할 때 발전량의 차이는 큰 의미를 가질 수 있을 정도의 차이가 아니다. 발전시간에 대해서는 낙조식 발전방식이 창조식에 비하여 약3.3%가 감소하였다. 하지만 일일 발전시간으로 환산하였을때 0.4시간 이다.

본 연구에서는 단조식 발전방식인 낙조식과 창조식의 발전량과 발전시간을 비교해 보았는데 크게 차이를 보이지는 않았다. 그런데 복조지 식의 경우에는 동일한 수문 수에 대하여 창조식과 낙조식을 병행하여 발전함으로 훨씬 효율적인 발전을 할 수 있을 것이다. 그러므로 앞으로 복조지 식에 대해서도 발전효율과 경제적 타당성을 검토해 볼 필요성이 있다.

## 감사의 글

본 연구는 해양수산부 해양과학기술연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 한국해양연구원 (2006). “한반도 조력자원 개발 타당성 검토,” 산업자원부
2. (주)삼안 (2006). “시화호 조력발전소 건설공사 수치해석 및 수리모형실험 보고서”, 한국수자원공사
3. (주)삼안 (2006). “시화호 조력발전소 건설공사 실시설계 보고서”, 한국수자원공사
4. 한국해양연구소 (2003). “시화호 조력발전 건설사업 타당성조사 및 기본계획 보고서”, 한국수자원공사
5. Bernshtein, L. B., Wilson, E.M. and Song, W.O. (1997). “Tidal Power Plants”, Korea Ocean Research and Development Institute
6. Brooks, D. A. (1992) Tides and tidal power in Passamaquoddy Bay:a numerical simulation, Continental Shelf Research CSHRDZ, Vol. 12, No. 5/6, p 675-716