한국소음진동공학회 2009년 춘계학술대회논문집, pp.410~411

울돌목 조류발전시스템 개발

Development of Tidal Current Power Generation System in Uldolmok

이광수† · 박진순* · 염기대**

Kwang-Soo Lee, Jin-Soon Park and Ki-Dai Yum

1. 서 론

한국의 서·남해안은 세계적인 조력.조류에너지 부존지역으로 서해안에서는 조수간만차를 이용한 조력발전, 남해안에서는 지형적인 요인으로 발생하는 강한 조류를 이용한 조류발전이 유망하다. 조력발전의 경우, 시화호에서 수질개선과 무공해 에너지 생산을 목적으로 상용조력발전소 건설이 추진되고 있으며, 조류발전의 경우는 우리나라에서 유속이 가장 큰 울돌목을 대상으로 실용화를 위한 기술개발을 수행 중이다.

조류발전은 유속이 빠른 곳에 수차발전기를 설치하여 해수의 운동에너지로부터 전기를 생산하는 발전방식이다. 조류발전은 조력발전과 달리 저수지를 확보하기 위해 댐을 막을 필요가 없고, 선박의 운항과 어류의 이동이 자유스러운 등 생태계에 영향이 적은 환경친화적인 신재생에너지 시스템이라 할 수 있다.

본 논문에서는 현재까지 울돌목 조류에너지 개발을 위하여 추진된 주요 조사결과 및 현황과 향후 개발전망에 대하여 기술하였다.

2. 울돌목 수리환경

울돌목 협수로(Fig. 1)의 지형 및 수심 특성을 살펴보면, 울돌목의 길이는 약 1,000m, 폭이 약 500m, 그리고 단면적은 약 8,500 ㎡이며, 진도대교 부근 울돌목 최협부의 경우 길이 약 100m, 폭 약 300m 이고, 수로 중심해역에 수심이 약 20m 정도의 깊은 협수로 골이 울돌목 수로를 따라 길게 발달되어 있다(Fig. 2).

Fig. 1. Location map of the Uldolmok Strait and measurement stations.

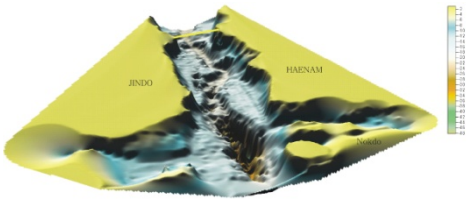

Fig. 2. Bathymetry along the Uldolmok Strait.

해저는 퇴적층이 없는 암반구조로 약 3m 두께의 연암층과 연암층 하부는 보통암층으로 구성되어 있다. 이러한 암반은 응회암 혹은 각력응회암으로 나타났다.

연안물리적 특성을 살펴보면, 명량수도 전역에서 대조차는 약 3m 정도로 크지 않으나, 수도 남단에서의 고조시각이 서단에서보다 약 1 시간 40 분 정도 빨라 창조(漲潮)와 낙조(落潮)시 수도의 양단에서 발생하는 약 2m 의 수위차로 인해 울돌목 협수로에서 강한 유속(최대 약 6.5m/s, 13knots)이 발생하고 있어 최대 약 66 만 kW 의 조류에너지가 부존되어 있는 것으로 추정된다.

2003 년 9 월 4 일부터 10 월 8 일까지 진도측 협수로에서 ADCP 를 이용하여 2 분 간격으로 연직 23 개 층에서 1m 간격으로 관측을 실시하였다. 유효 관측 층은 모두 18 개 층으로 바닥 3m 에서 20m 까지 조류정보 획득하였다. 관측기간 중 최대치는 바닥으

†한국해양연구원 연안개발·에너지연구부
E-mail : kslee@kordi.re.kr
Tel : (031) 400-6323, Fax : (031) 408-5823
* 한국해양연구원 연안개발·에너지연구부
** 한국해양연구원 연안개발·에너지연구부

로부터 20m 층에서 5.35m/s(11.7 노트)였으며, 관측 기간 중 수심평균 성분을 Fig. 3 에 제시하였다.

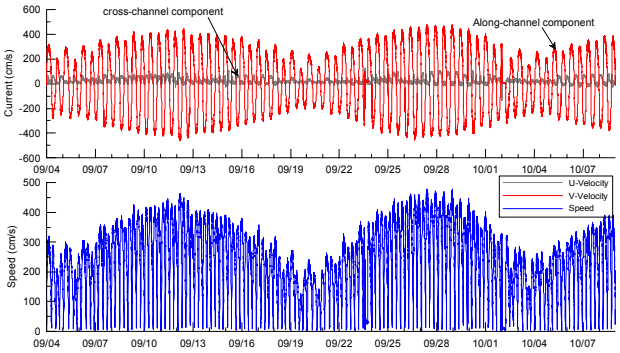

Fig. 3. Along and cross-channel component of depth-averaged current(upper) and temporal variation of current speed(lower).

3. 조류발전시스템

3.1 조류발전시스템

조류에너지(Pw)는 다음 식과 같이 산정된다.

$$Pw = 0.5\eta\rho AV^3$$

여기서 ρ는 해수밀도, η는 효율, A 는 통과단면적, 그리고 V 는 유속이다. 이식에서 보는 바와 같이 조류발전의 출력은 효율과 유속에 좌우되므로 유속이 큰 곳이 절대적으로 유리하다. 한편, 조류에너지는 달, 태양 및 지구 등 천체의 인력에 기인하는 에너지로 조석의 주기성으로 인하여 발전출력의 장기 예측이 가능하며, 전력계통 내 조정이 용이하고 지속적인 전력공급이 가능하다는 장점이 있다. 반면에 발전이 단속되고, 육지에서 멀리 떨어진 곳에서 발전할 경우 송전선로 구축 등으로 인한 초기 투자비가 큰 단점이 있다.

조류발전시스템의 필수요소로 조류발전설비와 지지구조물로 분류할 수 있다. 조류발전설비는 수차, 증속기, 발전기 및 전력변환장치 등으로 구성된다. 이 중에서 1 차 에너지 변환장치인 수차의 효율은 조류발전 시스템의 중요한 요소이고, 본 연구에서는 왕복성 흐름 특성을 갖는 조류에너지를 효과적으로 취득할 수 있는 수직축 수차를 선정하였으며, 기존의 다리우스 터빈(에너지 변환효율 23%)보다 효율이 50% 정도 향상된 나선형 터빈(helical 터빈, 에너지 변환효율 35%)을 사용하였다.

3.2 시험조류발전소

조류발전의 실용화 기술의 실증과 운전에 따른 기술적 문제 해결 등에 목적을 두고 1MW 급 시험조류발전소(Pilot Plant)를 계획, 설계하였으며, 현재 2009 년 상반기 준공을 목표로 공사 중에 있다. 시험조류발전소는 Fig. 4 에서 보는 바와 같이 여러 가지 조합의 실험이 가능하도록 설계되었으며, 지지구조물은 구조적 안정성, 경제성, 발전효율성 및 시공성 등을 고려하여 Jacket 식 구조를 채택하였다. 한편, 페타이어, 로프 등 대형 부유폐기물로부터 시험시설을 보호하기 위하여 폐기물 차단막에 대한 보완설계 및 설치를 실시하였다.

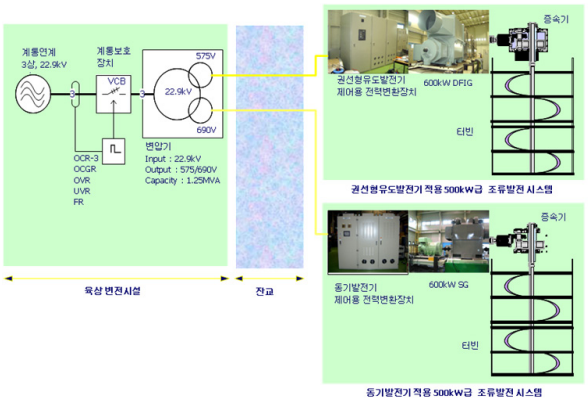

Fig. 4. Layout of the 1MW Ulodolmok Tidal Current Pilot Plant.

4. 결 론

현재 울돌목 조류에너지를 개발하기 위한 모듈화 방식의 1000kW 급 시험조류발전소 건설공사가 2009 년 상반기 완공 예정으로 추진 중에 있다. 시험조류발전소에는 다양한 형태의 수차, 발전기 및 전력변환장치 등이 설치되어 여러 분야에 대한 실증실험이 실시될 예정이다. 이후 민자 유치 등을 통하여 울돌목 상용조류발전소 건설을 추진할 예정이다.

현재 상용조류발전소 건설을 위한 기본계획이 수립 중이며, 실용적인 측면에서 울돌목 수로에서의 적정시설용량 등을 평가하기 위한 면밀한 검토가 수반될 예정이다.

후 기

본 연구는 국토해양부의 “조류에너지 실용화 기술개발”(PM54840) 연구사업의 연구비 지원으로 수행되었다.