

Tidal regime change due to the Sihwa tidal power plant operation in the the Yellow and East China Seas

강석구, 염기대, 이광수, 장찬주, 박진순

Sok Kuh Kang, Ki-Dai Yum, Kwang Soo Lee, Chan Joo Jang and Jin Soon Park

Key words : Sihwa Tidal Power Plant(시화조력발전소), Tidal regime change(조석체계변화), 조위변화(Tidal variation), Tide and Current(조석 및 조류)

Abstract : The feasibility study for tidal power plant (TPP) has been carried out for the Sihwa area inside the Kyunggi bay of the Kyunggi Bay of the Yellow and East china Seas, by KORDI (Korea Ocean Research and Development Institute) and continuing research works for tidal energy development are under progress in the several sites inside the Kyunggi Bay. In this paper we describes some results of the modeling efforts in relation the tidal regime change by Sihwa TPP operation, as well as other coastal oceanographic research works involved in TPP development in the coastal region.

Nomenclature

CMS : m^3/s
Kw : 10^3 watt

subscrip

ADCP : Acoustic Doppler Current Profiler
TPP : Tidal Power Plant

1. 서론

우리나라 경기만은 북동부 강화도 인근 남측해역에서 평균대조차가 최대 8m (Fig. 1)를 넘어 세계적으로 잘 알려진, 조력에너지를 개발에 적합한 유망 해역이다. 그러나 경기만 입구에 위치한 가로림만을 제외하고는 강화도 남측의 인천만이나 해주만 등에서 조력발전소를 건설하기 위해서는 대규모 방조제 건설이 필요하며 이는 잠재적인 환경 문제뿐만 아니라 경제적으로도 방조제 건설에 막대한 경비가 소요되기 때문에 경제성을 떨어뜨

리는 요인이 되고 있다. 시화호의 경우, 담수를 사용하기 위하여 외곽방조제를 건설하였으나, 시화호내의 오염문제가 부각되어 담수호를 포기하기에 이르렀으며, 결과적으로 기 건설된 방조제는 시화호에 조력발전소를 건설하는 데 타 해역에 비해 매우 우월한 조건을 부여하였다.

본 연구에서는 시화호에 조력발전소를 건설, 운영하는 경우 예상되는 조석체계 변화와 아울러 연안물리적인 특성을 고찰한 결과를 제시한다. 경

-
- 1) 한국해양연구원
E-mail : skkang@kordi.re.kr
Tel : (031)400-6313 Fax : (031)408-5823
 - 2) 한국해양연구원
E-mail : kdyum@kordi.re.kr
Tel : (031)400-6321 Fax : (031)408-5823
 - 3) 한국해양연구원
E-mail : kslee@kordi.re.kr
Tel : (031)400-6300 Fax : (031)408-5823
 - 4) 한국해양연구원
E-mail : cijang@kordi.re.kr
Tel : (031)400-6317 Fax : (031)408-5823
 - 5) 한국해양연구원
E-mail : jpark@kordi.re.kr
Tel : (031)400-6423 Fax : (031)408-5823

기만 내부에 위치한 시화호 해상은 Fig. 1의 M2 모델결과에 제시된 바와 같이 경기만 내부중 진폭이 두드러지게 큰 해역으로 260-280cm 등진폭선이 위치한 해역으로서 M2 분조의 반조차가 경기만 입구의 가로림만에 비해 50cm 이상 크다.

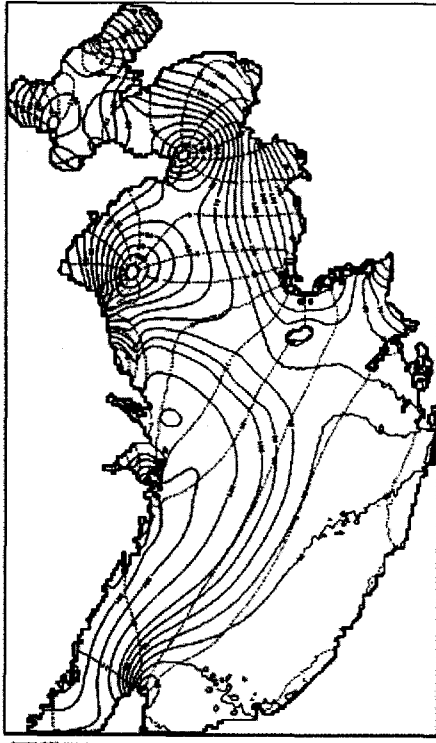


Fig. 1 M2 tidal chart from Kang et al. (1998).

2. 현장조사 및 결과

본 논문에서는 2002년 시화호를 대상으로 실시된 조력발전소 타당성 조사 연구를 통해 얻어진 연구결과중 조석·조류 해수유동분야 연구결과중의 일부를 제시한다.

2.1 시화호 인근 조석·조류관측

시화호에서 대략적인 조석특성과 유동특성을 파악하기 위하여, Fig. 2에 제시된 바와 같이, 시화호 내부의 관측점(T1)과 외부관측점(T2)에서 조석관측을 실시하였으며, 시화방조제 외측의 관측점(C1, C2)에서 조류관측을 실시하였다. 일차적인 조석, 조류특성 파악 목적 외에도 관측된 원시 자료는 조석, 조류 수치모델의 검증자료로 활용하였다.

2.2 조석·조류관측 특성

2002년 현재 대부분 북측 끝단 가까이에 위치한 수문을 통해 정기적인 수문조작에 의한 해수유통이 이루어지고 있었으나, 이로 인한 시화호내부의 조차는 30cm 내외로 작은 반면, 시화호 외부는 대조차가 8m 이상되는 특성이 Fig. 3의 관측치에 잘 나타나 있다.

조류의 경우, 그림에 제시하지는 않았으나, 방조제와 평행한 방향의 반일주조 흐름이 두드러지며, C1, C2에서 모두 50cm/s 이하의 전형적인 조류 변화 패턴을 보였다. 상대적으로 동서방향 성분이 두드러지며 최대 크기는 C1에서 30cm/s, C2에서 40cm/s 정도이다. 계류수심은 약 10m이나 상대적으로 외해 측에 위치한 C2에서의 유속이 큰 특성을 보였다.

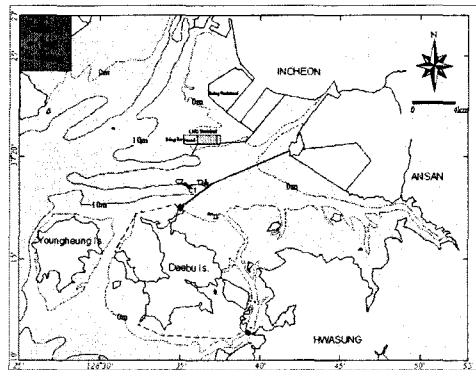


Fig. 2 Observations around the Siha dike. T and C denote the tide and current observation sites. T1 is located inside the lake.

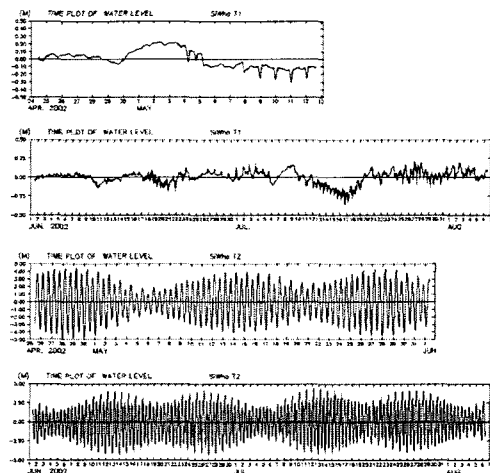


Fig. 2 Along and cross-channel component of depth-averaged current (upper) and temporal variation of current speed (lower).

3. 황동중국해 정밀해수유동 모델 수립 및 적용

3.1 모델 수립

황동중국해 전 해역을 대상으로 확장형 가변격자시스템을 도입하여 격자망을 구성하였다. 격자간격은 시화호 인근 해역을 109m 등방격자로 구성하였고, 외해역은 최대 약 8.4km 격자로 채택하는 등, 황동중국해 해역을 효율적으로 구성하였다. 전체 격자망수는 56,653개이며, 외해경계는 8개의 분조를 입력조건으로 부여하였다.

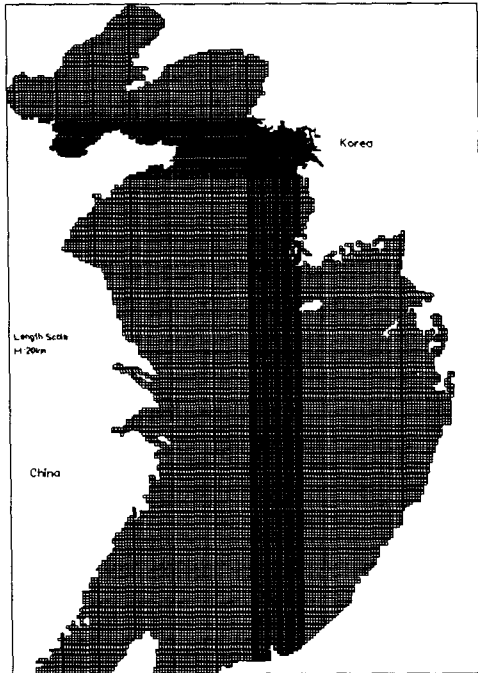


Fig. 3 Fetched grid system of the model.

3.2 모델 적용

다양한 조력발전소 가동조건이 부여되었으며, 특히 시화호 내의 수위는 하수역류 방지를 위하여 평균해면과 해면하 1.0m가 유지 조건에 대하여 실험을 실시하였으며, 이러한 시화내 수위제약을 반영하여 창조시 발전이 제안되었다.

3.2.1 모델검증 및 현상태 재현

새롭게 수집된 조석, 조류 관측치를 계산치와 비교하는 방법과 기존 검조소의 자료를 대상으로 분석된 조화상수를 계산치와 비교하는 방법으로 모델을 성공적으로 검증하였다. 창조시 시화호 인근을 대상으로 재현된 현상태의 계산된 조류도와 발전소 가동시의 창조시 계산된 조류장을 Fig. 4 및 Fig. 5에 각각 제시하였다.

발전소 가동전과 가동시의 15일 조류 계산결과를 활용하여 평균적인 유속분포도(Fig.6)를 산정하였다. 시화호 중심부에 10-20cm/s의 평균 유속장이 새로이 형성되어 조력발전소가 만내의 유동 특성 활성화에 기여함을 알 수 있다.

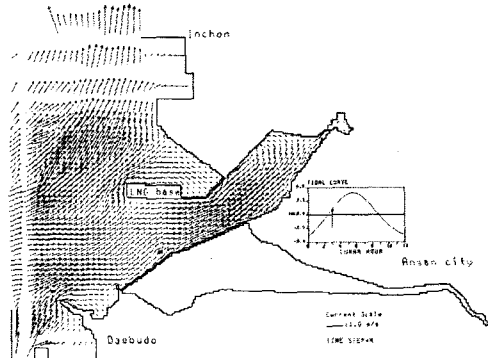


Fig. 4 Computed flood current field around Siwha tidal barrage.

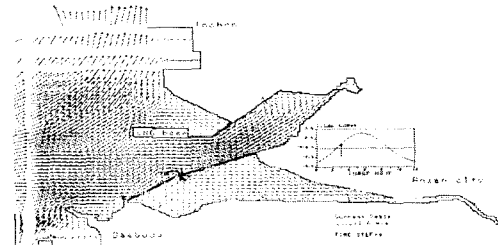


Fig. 5 Computed flood field flowing inside the Siwha lake, with Siwha TPP operation.

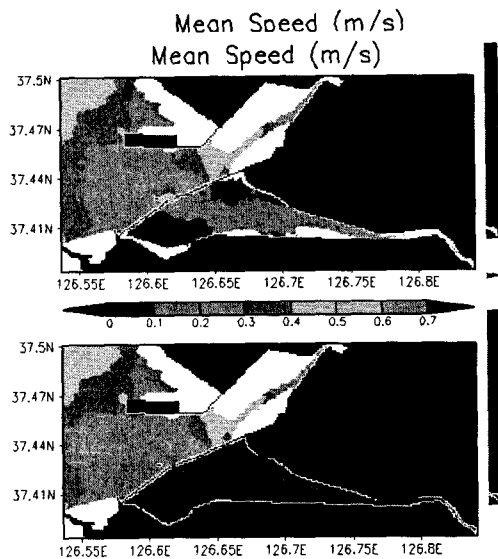


Fig. 6 Mean speed after(upper)/before(lower) Siwha TPP operation.

3.2.2 시화 조력발전소 가동에 따른 조석체계 변화

시화호 내부수위가 0.0m로 유지할 경우, 경기만과 시화호 인근 M2 분조의 진폭변화(가동시-현상태)는 Fig. 7과 같이 시화호 인근에 -1.0cm, 격기만 입구에 -0.5cm의 변화를 보인다.

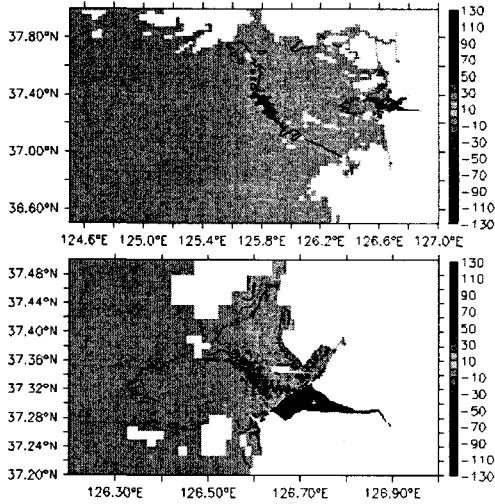


Fig. 7 M2 amplitude change(cm) near TPP(below) and in the Kyunggi bay (upper) according to Siwha TPP operation under the condition of inside lake level being less 0.0 m.

시화호 내부수위 조건을 -1.0m로 유지할 때, 해수유통량이 감소하여 경기만과 시화호 인근해역에서의 -0.5cm, -1.0cm 변화해역은, Fig. 8에 보이는 바와 같이, 평균해면 조건의 변화(Fig.7)과 비교하여 내부해역으로 축소됨을 알 수 있다.

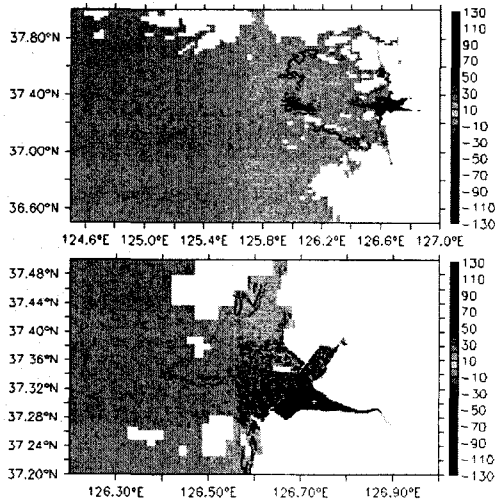


Fig. 8 M2 amplitude change(cm) near TPP(below) and in the Kyunggi Bay (upper) according to

Siwha TPP operation under the condition of inside lake level being less -1.0 m.

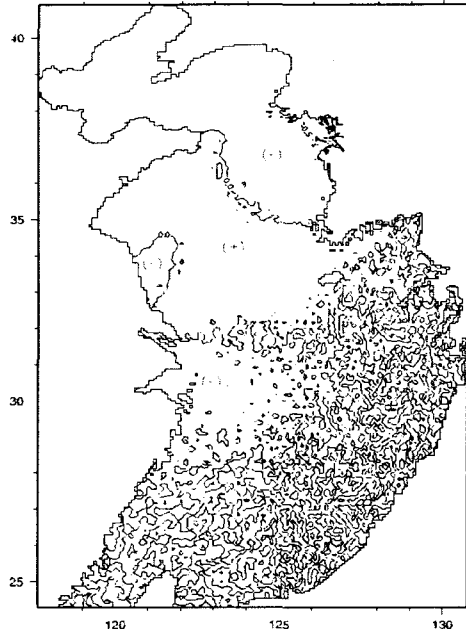


Fig. 9 M2 tidal amplitude change over the Yellow and East China Seas with condition of inside lake level of being less than 0.0m.

조석의 변화는 비록 그 크기는 작으나, 변화가 경기만 내에 국한되지 않고, 황동중국해 전역(Fig.9)까지 그 변화가 나타나며, 해역에 따라 진폭의 증가와 감소가 반복됨을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구를 통해 시화조력발전소가 가동될 경우, 황동중국해에서의 조석체계 변화를 고찰하였다. 이를 통해 비록 경기만 내부에서의 발전소 가동을 해도 황동중국해 전반에 그 변화가 나타남을 알 수 있었다.

본 연구는 해양수산부의 “조력조류에너지 실용화 기술개발-인천만 조력발전분야”(PM39501), 한반도 조력자원 개발타당성 검토(PN55100)” 사업의 부분적인 연구비 지원으로 수행되었습니다.

References

- [1] Kang SK, Lee SR, Lie HJ. Fine grid tidal modeling of the Yellow and East China Seas. Continental Shelf Research, 18: 739-772, 1998.