

청도(靑島)해역 2008년 올림픽 요트 경기장 해양환경 시뮬레이션 Tidal Forecast for 2008 Qingdao Olympic Sailing Regatta

최병호¹, 전철규²

Byung Ho Choi¹ and Chul Kyoo Jeon²

1. 서 론

해양국가로서 올림픽 요트 경기에서 좋은 성적을 확보한다는 것은 큰 의미를 갖는다. 따라서 해양 국가들은 개최장소의 바람과 해류 예보에 대한 정보와 예측을 수행하는 일을 해양학자들의 도움으로 수행하고 있다. 외국의 경우는 이러한 일을 학계에서 자원봉사의 차원에서 수행하는데 우리나라에서는 아직 시도된 바가 없다. 2002년 부산 아시안게임에서 기상청이 수영만의 정보를 제공한바 있지만 실시간적인 예보에 초점을 둔 것은 아니다.



Photo 1. 2008 Olympic Yacht Competition Venue

요트경기에 있어서 가장 중요하게 고려해야할 인자는 바람이지만, 국제 요트경기 위원회가 청도에 대한 기상상황을 답사한 결과에 따르면 올림픽 해상경기 기간의 청도 해역에서 풍속이 가

장 빠른 날이 8노트를 넘지 않을 것이라고 했다.

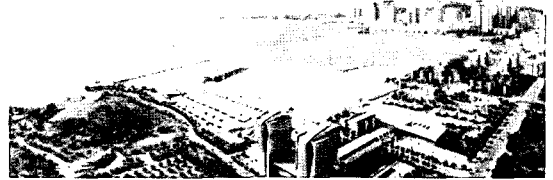


Photo 2. 2008 Olympic Yacht Competition Venue

Photo 1과 2는 2008년 올림픽 요트 경기 예정지인 Fushan만의 전경이다.

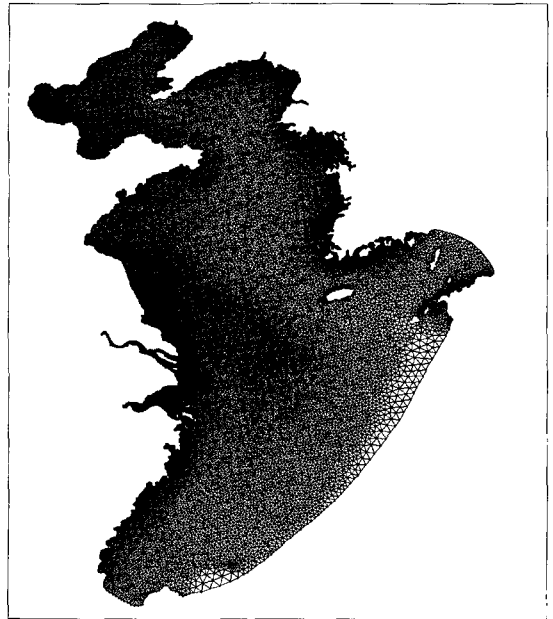


Fig. 1. FEM Mesh of the Yellow Sea Tidal Simulation

1 성균관대학교 대학원건설환경시스템공학과 교수

2 발표자 : 성균관대학교 대학원 건설환경시스템공학과 석사과정

이는 청도 해역에 바람이 약할 뿐 아니라 요트 경기에 있어서 조류의 영향이 상당하다는 것이며 지나치게 약한 바람이 문제가 될 수 있다는 것이 지적된 바 있다.

요트 경기에 중요한 것은 표층유속이 될 것이며, 조류만이 아니라 경기기간의 바람에 의한 표층 해류의 예측이 중요한데 바람의 기여정도가 약하므로 이번 예측 연구에서는 1차적으로 조류 예측에 주안점을 둔다. 현재 황해의 조석 시뮬레이터는 전해역을 실시간적으로 예측 할 수 있는 체계를 갖추고 있다. 그러나 궁극적으로 본 연구는 2008년 올림픽 요트 경기 해역인 청도 해역 조류 예측을 위해 PC에서도 운용할 수 있는 컴팩트한 체계 수립에 목표를 두었다. 제공되는 조류 정보를 실제 경기운용자들이 여하히 활용할 가에 대해서는 앞으로 많은 의사소통이 필요하다.

2. 청도 해역 주변의 조석 산정

2.1 유한요소모형 격자의 생성

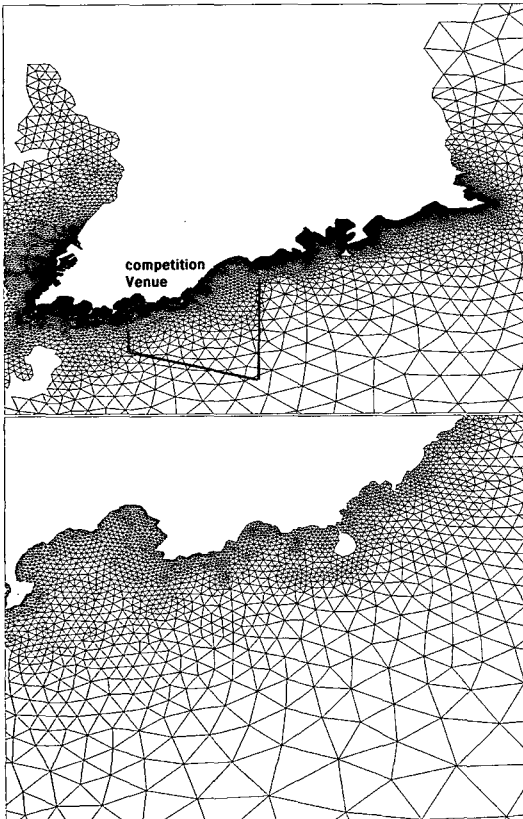


Fig. 2. FEM Mesh of the Fushan Bay (Competition Venue)

min. = 9m
30만
179월 도시
16개
1~5월

성균관대학교 해안해양공학 연구실에서 개발한 FEMEDITOR(김과 최, 2001)를 이용하여 작성한 황해 전체의 최소 절점거리 약 0.7 km인 유한요소모형격자와 청도 해역의 최소 절점거리 12m의 세밀한 격자체계를 병합하여 사용하였다. 이때 황해 대격자와 내역의 격자사이에는 급작스러운 격자크기의 변화를 막고 점진적으로 격자크기가 변하도록 작성하였다.

2.2 병렬 ADCIRC 모형의 운용

성균관대학교 토목환경공학과의 해안해양공학 연구실의 32개의 CPU로 구성된 Beowulf체계 (Fig. 3.)를 사용하여 계산한 (P)ADCIRC모형에서 MPI를 이용하여 병렬산정을 위한 전처리는 METIS에 의해서 수행될 수 있으며, METIS기법은 spectral partitioning 방법보다 영역분할 및 속도가 빠르며 행렬처리 및 저장에서 우월한 방법으로 알려져 있다. (Karypis and Kumar, 1998; <http://www-users.cs.umn.edu/~karypis/metis>). 모형의 수행은 전처리 과정으로 영역이 분할된 각 노드의 입력파일들은 MPI(Message Passing Interface) library를 이용하여 모형이 수행되고 계산이 끝난 뒤 후처리 과정에 의해 분할된 노드들의 계산된 결과 값들을 하나의 노드로 취합해 준다.

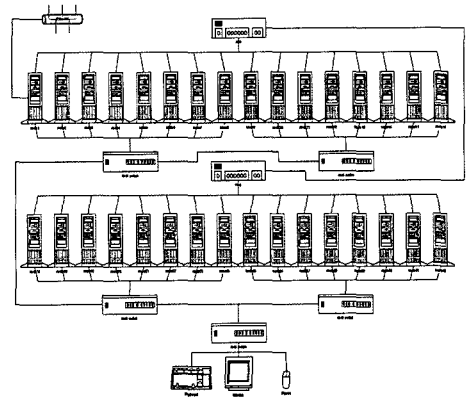


Fig. 3. Beowulf Cluster System

2.3 병렬 계산을 위한 영역 분할 방법

(P)ADCIRC모형은 전처리 프로그램인 ADCPREP, 후처리 프로그램인 ADCPOST 및 병렬 모형인 PADCIRC로 구성되어 있다. 전처리 프로그램 (ADCPREP)은 격자를 CPU수에 맞게 분할, 재구성하고, PADCIRC의 소스를 생성한다. 격자 분할기법에는 METIS 4.0 Graph Partition Library(METIS)와Hilbert Space Filling Curve Routine(HSFC)가 사용된다.전처리 프로그램에는 ADCIRC에서 사용되는 입력값이 입력되어 지며, CPU의 수에 맞게 각 디렉토리

(PExxxx)로 분할되어 새로운 입력값이 각각 만들어진다. 전처리 프로그램에서 수정된 PADCIRC의 소스를 MPI library와 함께 컴파일하여 mpirun 명령어로 실행을 하게 된다. 분할된 각 디렉토리(PExxxx)의 입력이 각 CPU에 할당되어 계산되어지며 결과가 각 디렉토리에 저장된다. 또한 후처리 프로그램(ADCPOST)은 각 디렉토리에 저장된 결과를 원래의 격자의 순서에 맞게끔 취합을 하게 되고, 취합된 결과는 성균관대 토목환경공학과 해안 해양 역학 실험실에서 개발한 FEMEDITOR 등의 전, 후처리 프로그램이나 XVISION 및 RLEDERMAUS 등의 과학가시화 소프트웨어로 확인을 할 수 있다.

3. 결 과

3.1 황해와 청도 해역의 M₂분조 조석도

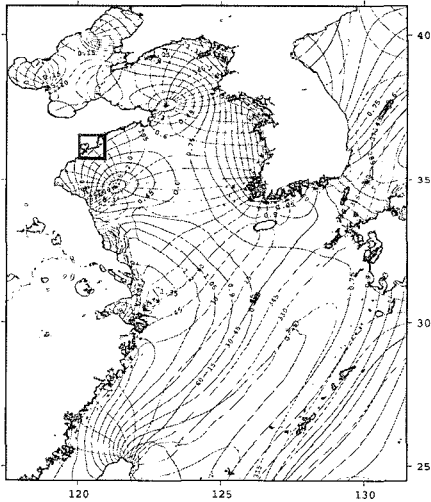


Fig. 4. M₂ Tide of the Yellow Sea

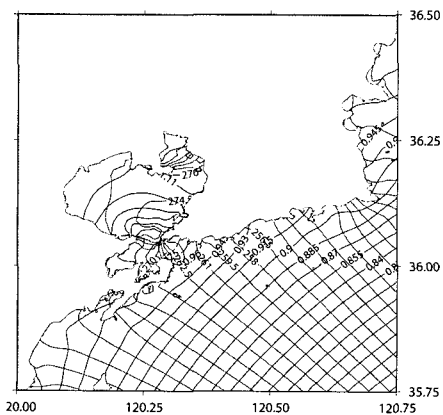


Fig. 5. M₂ Tide of the Qingdao Region

3.2 M₂분조 조류 벡터도

이 해역의 평균 조석 상황을 대표하는 M₂의 조류 벡터도의 분포로 보아 이 지역의 M₂에 의한 조류속은 국지적으로 상당한 강도를 갖고 산정되고 있어 검증이 필요하다. 그러나 이 해역의 조류관측결과를 확보하는 데는 많은 애로점이 있다.

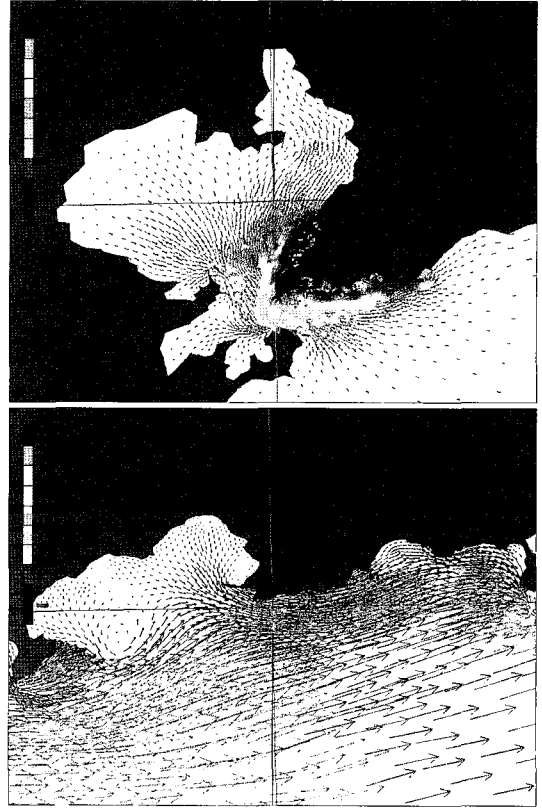


Fig. 6. Vector of M₂ Tide

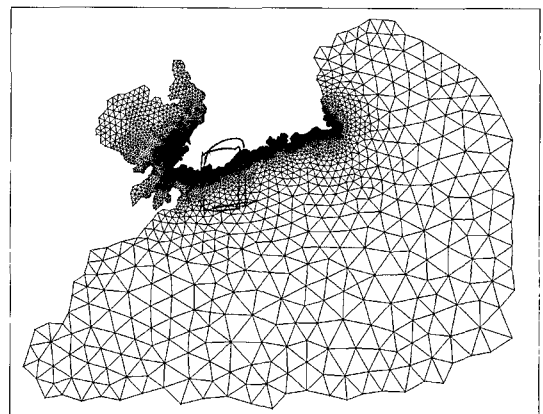


Fig. 7. Compact Version FEM Mesh of Qingdao

4. 결론 및 향후 과업

이 해역의 평균 조석 상황을 대표하는 주태음 반일 주조의 조석도 및 조류 벡터도의 분포를 상세하게 산정 하였으며, 이 기본 모형으로 개방 경계(Fig. 7)에서 실 조석 예보치를 설정하여 조류예보를 수행할 수 있는 모형의 기초를 수립하였다. 이 경우 경계조석은 자료합성기법에 의한(NAOTIDE의 황해조석 DB로부터 21개의 분조를 우선 적용하고 청도항의 조화상수를 참조하여 경계조석의 분포를 확장시킬 수 있는 방안도 고려한다. 또한 금회의 동수역학 시물레이션과 접합되어 운용 할 수 있는 해파모형, 중국 기상청의 예보자료를 통한 해류 예보의 운용체계를 수립하는 연구 과업의 초기단계의 접근을 수행하였다.

향후 실 조석시간 예보를 청도만 인근해역의 독립 시물레이터와 더불어 광역모형에서 수행할 것인바 2차원 조류 및 취송류를 산정하고 만족스러우면 3차원 시물레이터로서 발전시키는 과업을 수행할 것이다.

2008년 올림픽 이전까지 PC에서도 빠르게 계산하여 실시간 예보가 가능한 시물레이션 체계 수립이 필요하다. 현재 청도 지방의 정확한 경기장 예정지의 형태 및 위치를 정확히 파악하기 어렵다. 각종 현장 사진자료를 활용하여 해안선을 개선하고 경기장 건설 후의 더욱 정확한 메쉬도 수립할 필요가 있다.

참고문헌

김경옥, 2000. 유한요소모형을 이용한 황해 및 동중국해의 조석산정, 석사학위논문, 성균관대학교.
김경옥, 최병호, 2001. 유한요소해양모형의 격자생성 : FEMEDITOR, 대한토목학회 학술 발표회.
변상신, 2001. 고해상도 수치모형에 의한 한국 서해안 조석산정, 석사학위논문, 성균관대학교.
최병호, 김경옥, 임현민, 2002. 한국 근해의 디지털 중심 표고 데이터베이스, 한국해안해양공학회지, 14(1), 41-51.
Chippada, S., Dawson, C.N., Martinez, M.L. and Wheeler, M.F., 1996. Parallel computing for finite element methods of surface water flow, in computational methods in surface flow and transport problems, Vol. 2 of Computational Methods in Water Resources XI, A.A. Aldama, J. Aparicio, C.A. Brebbia, W.G. Gray, I. Herrera, and G.F. Pinder, editors, 63-70.

Edwards, C.R. and Blain, C.A, 2002. An operational test of the ADCIRC model in the western north Atlantic ocean, Naval Research Laboratory, Department of the Navy, NRL Formal Report, NRL/FR/7320-01-1005.
Kolar, R.L., Gray, W.G., Westerink, J.J. and Luettich, R.A., 1994. Shallow water modeling in spherical coordinates: Equation formulation, numerical implementation, and application, J. Hydraul. Res., 3-24.
Luettich, R.A. and Westerink, J.J., 2000. A (parallel) advanced circulation model for oceanic coastal and estuarine waters, http://www.marine.unc.edu/C_CATS/adcirc/adcirc.htm.
Luettich, R.A., Westerink, J.J. and Scheffner, N.W., 1992. ADCIRC: An advanced three-dimensional circulation model for shelves, coasts, and estuaries, Report 1: Theory and methodology of ADCIRC-2DDI and ADCIRC-3DL, Technical Report DRP, 92(6), USAE, Vicksburg, pp. 137.
Lynch, D.R., Ip, J.T.C and Naimie, C.E., 1995. Convergence studies of tidally-rectified circulation on Georges Bank, Coastal and Estuarine Studies, American Geophysical Union, 153-174.
Suh, S.W., 1999. Tidal hydrodynamic analysis for the Yellow Sea and East China Sea by using a three-dimensional finite element model, J. of Korean Society of Civil Engineers, Vol. No.3.
Website http://www.miz.nao.ac.jp/staffs/nao99/READ_ME_NAOTIDE_En.html
Westerrink, J.J., Connor, J.J. and Stolzenbach, K.D., 1988. A frequency-time domain finite element model for tidal circulation based on the least-squares harmonic analysis method, J. of Numerical Methods in Fluids, 813-843.