

새만금방조제 축조에 따른 수리환경 변화

The changes of hydraulic environment caused by construction of Saemankeum dike

박영진* · 박창규(농업기반공사) · 권순국(서울대)

Park, Young Jin · Park, Chang Kyoo · Kwun, Soon Kuk

Abstract

The objective of this study is to evaluate the changes of hydraulic environment after the construction of Saemangeum sea-dikes. Numerical simulation on the tidal condition of dated 17 Apr. 1999 is performed with and without sea-dike construction status for the comparison. Results show the tidal amplitude is reducing approximately 20 cm after the construction of sea-dike during spring tide condition of 6.9 m amplitude. Currents after construction of sea-dikes along the alignment, the northern part shows 50% (inner), 90% (outer) and the southern part shows 10% (inner), 50% (outer) of the current before construction.

I. 서론

하천이나 하구 및 해양에서의 토목구조물을 설계하거나 시공할 때에는 물 흐름에 대한 수리적 특성 변화를 고려하여야 한다. 새만금 지구는 서해안 고군산군도 인근 해역을 막는 연장 34 km의 방조제가 설치되는 대규모 간척사업지구로 공사 중 출입되는 조석량은 하루에 17억 m³에 이르며 이러한 대규모의 방조제 건설은 일차적으로 인접 해역의 수리환경 변화를 초래하게 된다. 이와 같은 방조제 건설로 인한 수리환경 변화를 정량적으로 분석함으로써 방조제 건설 후 발생할 수 있는 여러 가지 피해에 대한 사전 조치를 수립할 수 있을 것이다. 방조제 건설에 따른 수리환경 변화는 조석계산을 통하여 규명할 수 있는데, 이를 위하여 추정 결과의 검증과 함께 방조제 건설 전후에 대한 조석 계산을 실시하여야 한다. 본 연구는 새만금 방조제 건설 전과 건설 후의 조석 계산 결과를 비교함으로써 방조제 건설에 따른 새만금 해역의 수리환경 변화를 평가하는데 그 목적이 있다.

II. 연구의 방법

새만금 방조제 축조로 인한 인접해역의 수리환경 변화를 예측하기 위하여 수치해석모형을 (Delft3D-Flow Model)이용한 조석유동을 해석하였다.

1. 모형의 소개

본 연구에서 이용한 수치해석모형은 네덜란드 델프트수리연구소에서 개발한 동수역학적 수치해석모형인 Delft3D-Flow모형을 이용하였다. 본 모형은 조석과 기상학적인 원인에 의하여

발생된 부정류 흐름 및 유동 현상을 계산하며, 천해, 연안지역, 하구지역 및 강과 호수에서의 불규칙한 온도와 염도 분포에 기인하는 밀도차이의 영향 또는 조석 및 바람에 의하여 발생된 흐름을 2차원 및 3차원적으로 계산한다.

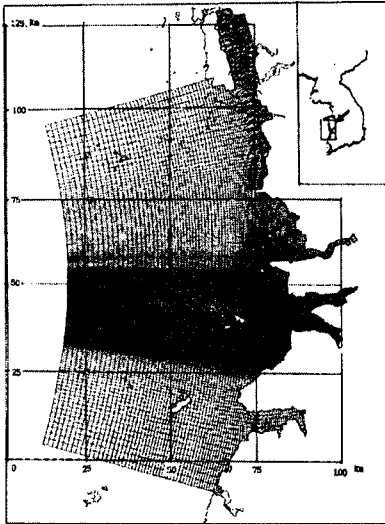


Fig.1. Site map and computational grid

모형은 운동량 방정식, 연속 방정식 및 확산 방정식으로 구성되어 있으며, 이들 방정식은 직교 좌표계 또는 구체 좌표계 상에서 유한차분기법을 이용하여 해를 구한다.

2. 모형의 입력자료

모형의 경계는 해의 외곽을 최소화시키고 방조제 축조 후 반사파의 영향이 미치지 않도록 충분히 넓은 영역이 포함되도록 정하였다. 본 모형의 경계는 서쪽으로 동경 $125^{\circ} 40'$, 북쪽은 안면도까지 포함하는 북위 $36^{\circ} 30'$, 남쪽은 북위 $35^{\circ} 10'$ 으로 결정하여 전체적인 모형 크기는 동서 100 km, 남북 170 km의 영역으로 하였다.

모형의 계산격자는 곡선형 직교격자망을 구성하여 지형 표현이 용이하도록 고려하였다. 새만금 방조제 끝물막이 구간은 해상도를 조밀하게 하였고, 외해쪽은 계산격자간격이 크게 하였다. 격자는 동서방향으로 123개, 남북방향으로 337개의 격자선들을 격자망으로 하여 구성하였다.

지형 및 수심자료는 대상지역을 포함하거나 대상지역에 포함되는 해도 및 연안해역도를 디지털터를 이용하여 입력하였으며 UTM좌표계로 변경하여 사용하였다. 해도의 수심은 평균해면하 수심으로 보정하여 입력하였다.

계산시간간격은 해의 안정성이 유지되는 범위 내에서 길수록 계산시간이 짧아지므로 시간상 유리하다. 따라서 계산 시간간격을 0.5, 1, 2, 5분의 4가지로 하여 예비실험을 실시하여 2분으로 결정하였다. 수평방향의 와류점성계수 및 해수의 밀도는 기존의 연구결과를 참고하여 각각 $10.11 \text{ m}^2/\text{sec}$ 와 $1,024 \text{ kg}/\text{m}^3$ 의 값을 사용하였다. 해역의 바닥마찰계수 산정에는 Manning의 조도계수 n 값을 이용하였는데, 조도계수는 모형의 보정작업을 통해서 결정하였다.

외해측 개방경계조건으로는 조위, 조류속, 유량자료 및 조화상수 등이 사용될 수 있다. 조석 모형의 경우 외해측 개방경계를 따라 시간에 따라 변하는 조위가 개방경계조건으로 적용되며 본 연구에서는 델프트수리연구소의 황해모델을 이용하여 그 실행결과를 조화분해한 조화상수(37개 조화상수)를 본 모형의 개방경계조건으로 사용하였다. 하천 유입량은 만경강 및 동진강의 하천 유입량은 조석량에 비하여 상대적으로 작은 값이므로 고려하지 않았다.

Fig. 1 과 Fig. 2는 모형의 격자망도와 입력된 수심도이다.

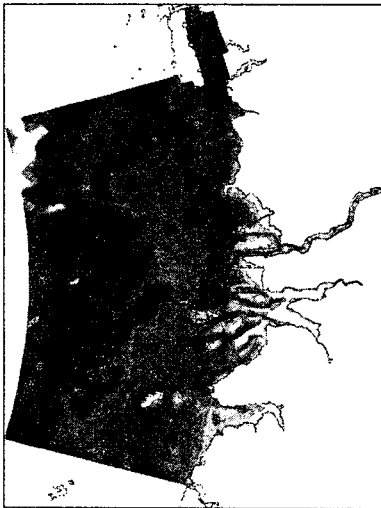


Fig.2. Bathymetry

Line 3은 바로 북쪽에 고군산군도가 위치하고 있기 때문에 조류향의 변화는 이루어지기 힘든 지형 조건이며, 주수로에 인접하고 있다. 측정 R3E의 조류속은 방조제 축조 전 1.65 m/s의 조류속이 발생하였으나, 방조제 축조 후 거의 정지 상태인 0.05 m/s의 낮은 유속을 보이고 있다. 측정 R3의 조류속은 0.95 m/s에서 0.40 m/s로 약 60% 감소하였고 측정 R3W에서는 0.8 m/s에서 0.57 m/s로 약 30% 감소하였다. 조위의 진폭 변화를 보면 측정 R3E에서 0.277 m 감소하였다.

Line 4에서 측정 R4E의 조류속은 0.88 m/s에서 0.13 m/s로 감소하였고 측정 R4W에서는 0.75 m/s에서 0.50 m/s로 약 30%정도 감소하고 있다. 조류향은 고군산군도 및 비안도에 의해 조수의 흐름방향이 유도되므로 방조제 축조 전후의 조류향은 변화가 미미하다. 조위의 변화를 보면 R4E에서 진폭이 0.196 m 감소하고 있으며, R4W에서는 0.06 m로 방조제 축조 전과 큰 변화가 없음을 알 수 있다.

IV. 결론

1. 대상해역은 새만금 간척개발사업지구의 동서 100 km, 남북 170 km를 포함하는 구간이며 모형의 외해 경계조건은 동지나해를 포함하는 광역모형인 황해모형으로부터 유도된 36개 분조의 조화상수를 이용하였다. 계산격자는 곡선형 직교좌표 형태로 123×337개의 격자로 구성하였다.
2. 모형의 보정은 1997년 8월 16일 현장에서 관측한 조류속 및 조위자료를 통하여 수행하였으며 조도계수를 0.016~0.03까지 지형에 따라 다르게 적용하였다. 1998년 2월 관측한 조위, 1999년 4월 관측한 조류속 자료를 이용하여 검증한 결과 만족할 만한 결과를 얻었다.
3. 1999년 4월 대조기 때의 조석을 이용하여 방조제 축조 전, 후 조건에 대하여 모형계산을 수행하고 4개 노선 12지점에 대하여 비교하였다.
4. 수치해석 결과 조류속은 고군산군도 북쪽 해역인 경우 방조제 인근 지점에서 설치 전 1.0 m/s의 유속이 약 50% 감소하나 방조제에서 먼 지점에서는 10%정도 감소된다. 조류향은 방조제 인근에서 60°, 먼 지점에서 5° 반시계 방향으로 전이한다.
5. 고군산군도 남쪽 해역인 경우 조류속은 방조제 인근에서 거의 90% 감소하고 먼지점에서는 약 30% 정도 감소한다. 다만 유향의 변화는 거의 없다.
6. 조위의 경우 전반적으로 방조제 설치 후 그 진폭은 감소되며 방조제에서 먼 해역일수록 그 감소 폭은 작아진다.

참고문헌

1. 농어촌진흥공사, 농림부, 1997. 12, '97 새만금지구 수리실험 및 파랑관측 보고서.
2. Falconer, R. A., 1980, Numerical Modelling of Tidal Circulation, Journal of the Waterway, Port, Coastal and Ocean Division, ASCE, Vol. 106, WW1, pp 31-48.
3. Westering, J. J., 1987, A Primitive Pseudo Wave Equation Formulation for Solving the Harmonic Shallow Water Equations, Adv. Water Resources, pp 188-199.
4. Weare, T. J., 1976, Instability in Tidal Flow Computational Schemes, Journal of the Hydraulic Division, ASCE, Vol. 102, No. HY5, pp569-580.