

연안해역에서 잔차류의 Robust진단 model에 관한 연구
(A study of Robust Diagnostic Model of residual current in coastal sea)

신문섭¹⁾홍성근²⁾김규한³⁾편종근⁴⁾

요 지

우리나라 서해안 해역에서 유동은 조류·조석잔차류·밀도류·취송류가 탁월하며 서해안 연안 해역의 수온·염분 분포는 기본적으로 이러한 유동장에 의하여 지배되고 있다. 따라서 연안 해역의 물질의 분산, 어류의 난·치어등과 같은 생물의 이동·분산을 예측하려면 우선 유동, 수온·염분 분포등 물리 요소의 분포를 정량적으로 재현할 수 있는 수치model의 작성이 요구된다.

본 연구에서는 새만금간척사업에 따른 전북 연안 해역의 조류·조석잔차류, 밀도류·취송류등의 유동 변화는 수산자원의 재생과 자원 관리·평가등 자원 변동의 기구를 명확히 하기 위하여 중요하다고 판단되어 전북 연안 해역의 조류·조석잔차류, 밀도류·취송류등이 포함된 잔차류의 특성을 알아보고자 한다.

Abstract

The purpose of this study is to find seasonal variation of the water circulation in the Chenbuk coastal sea region. Chenbuk coastal sea is investigated with use of a robust diagnostic numerical model. water circulations in four seasons are calculated diagnostically from the observed water temperature and salinity data and wind data from Kunsan meteorological station.

- 1) 군산대학교 해양토목공학과
- 2) 군산대학교 해양생산학과
- 3) 관동대학교 토목공학과
- 4) 명지대학교 토목공학과

1. 서 론

연안은 생물에게 다양한 생활 장소로서 제공되기 때문에 아주 다양한 생태계가 형성되어 있다. 유용한 어업 자원도 많을 뿐만 아니라 간석지와 해초가 많은 연안을 치어의 생육장으로서도 이용하고 있다. 따라서 자원의 지속적인 재생산을 위하여 연안 해역의 다양한 생태계의 보전과 생산기능의 강화가 중요한 과제로 되고 있다. 수산 자원의 재생과 자원관리·평가등 자원변동의 기구를 명확히 하기 위하여 연안 해역의 조류·조석간차류, 밀도류·취송류등의 유동 변화 특성을 규명하는 것이 중요하다고 판단된다.

우리나라 서해안 해역에서 유동은 조류·조석간차류·밀도류·취송류가, 탁월하며 서해안 연안 해역의 수온·염분 분포는 기본적으로 이러한 류동장에 의하여 지배되고 있다. 따라서 연안 해역의 물질의 분산, 어류의 난·치어등과 같은 생물의 이동·분산을 예측하려면 우선 유동, 수온·염분 분포등의 물리 요소의 분포를 정량적으로 재현할 수 있는 수치model의 작성이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 새만금간척사업에 따른 전북 연안 해역의 조류·조석간차류, 밀도류·취송류등이 포함된 간차류의 특성을 알아보려고 한다.

2. 본 론

2.1 관 측

농어촌진흥공사에서 관측한 조류·조위의 관측지점은 Fig. 2-1-1과 같다.

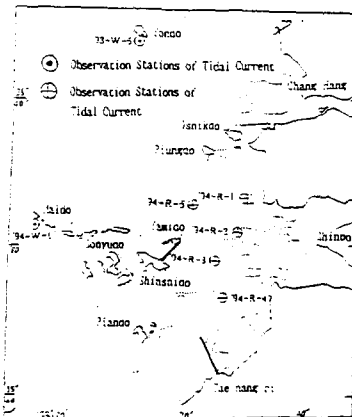


Fig. 2-1-1 Map of field measurement

관측지점(측점: 94-R-3, 측점: 94-R-4)의 조화분석한 M_2 분조의 조류타원도는 Fig. 2-1-2(a-1, a-2)과 같다. 그리고 농어촌진흥공사에서 1993년9월7일부터

1993년9월16일까지 관측한 유속stick는 Fig.2-1-3(a,b)과 같다. 관측간격은 30분이다.

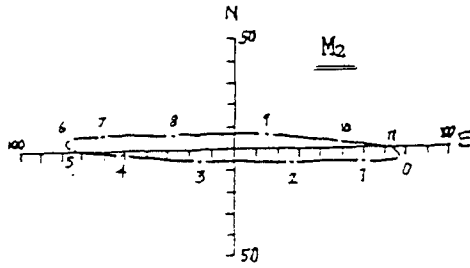


Fig.2-1-2(a-1)Observed M_2 tidal current ellipse at saemangeum(94-R-3)

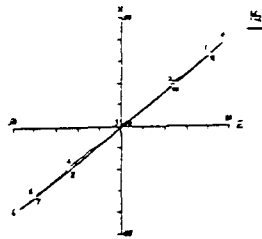


Fig.2-1-2(a-2)Observed M_2 tidal current ellipse at saemangeum(94-R-4)



Fig.2-1-3(a) Tidal current stick diagrams at saemangeum.(94-R-3)

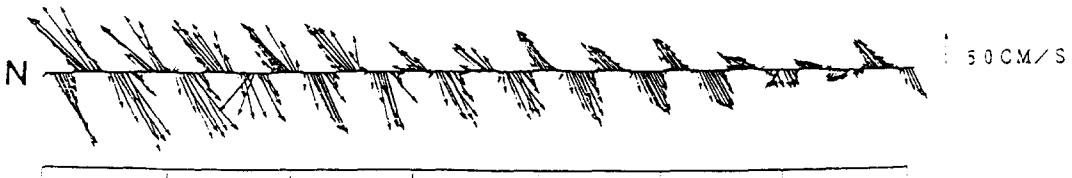


Fig.2-1-3(b) Tidal current stick diagrams at saemangeum(94-R-4)

2.2 조류, 조석수치계산

전북 연안 해역의 조류·조석간차류 계산을 위하여 해역에서 평균해면을 원점으로 하여 직교 좌표계를 사용하였다.

여기서, x, y 축은 수평면, z 축은 연직방향으로 하고 u, v, w 는 x, y, z 축 방향의 유속성분으로 한다. 그리고 $z = -h$ 및 $z = \zeta$ 는 해저 및 해면으로 한다. 계산의 편리를 위하여 몇 가지 가정을 설정하면 유체는 점성, 비압축성이고 압력은 정수압 분포를 한다.

연직방향의 흐름은 시간적 변화량 $\left(\frac{\partial w}{\partial t}, \frac{\partial w}{\partial x}, \frac{\partial w}{\partial y}, \frac{\partial w}{\partial z}\right)$ 을 무시한다.

새만금 간척지구해역의 조석, 조류를 계산하기 위하여 이용한 계산식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla)u + fK \times u = -g \nabla \zeta - \frac{\gamma_b^2 u |u|}{H + \zeta} + \nu_h \nabla^2 u \quad (2-2-1)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \nabla \cdot \{(H + \zeta)u\} = 0 \quad (2-2-2)$$

여기서 u 는 연직수평유속벡터, \cdot 는 수평미분연산자, f 는 코리올리파라메타, K 는 연직단위벡터, $g(980 \text{ cm}^{-2})$ 는 중력가속도, ζ 는 평균수면으로 부터 해면상승량, $\gamma_b^2(2.6 \times 10^{-3})$ 는 해면 마찰계수, H 는 수심, $\nu_h(10^4 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1})$ 는 수평와동점성계수를 나타내고 있다. (2-2-1), (2-2-2)식을 차분화하여 계산하였다.

3. 잔차류

3.1 기초방정식

잔차류계산을 위한 운동방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla)u + w \frac{\partial u}{\partial z} + fK \times u = -\frac{1}{\rho_0} \nabla p + \nu_h \nabla^2 u + \nu_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + T_s \quad (3-1-1)$$

여기서, T_s 는 앞장에서 계산된 조석응력이다.

앞의 조석·조류의 계산 결과를 이용하여 조석진동류부터 조석잔차류를 일으키는 힘, 즉 조석응력을 분리하여 할 수 있다. 이 조석응력을 잔차류를 계산할 때 운동방정식에 넣어서 계산하면 조석잔차류를 정확하게 재현할 수가 있다. (Oonishi, 1977) 그리고 잔차류를 재현할 때에 진단model을 사용한다. 수온·염분에 의한 잔차류계산을 위한 수온·염분 이류확산방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \cdot \nabla T + w \frac{\partial T}{\partial z} = K_h \nabla^2 T + K_v \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \gamma(T^* - T) \quad (3-1-2)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \cdot \nabla S + w \frac{\partial S}{\partial z} = K_h \nabla^2 S + K_v \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} + \gamma(S^* - S) \quad (3-1-3)$$

여기서, T^* , S^* 는 수온·염분의 관측치이다. 여기서 이용한 진단Model은 robust diagnostic model 라고 하고, Sarmiento and Bryan(1982)에 의해서 개발된 것이다. 순수한 진단model(purely diagnostic model)는 밀도를 계산하지 않는다.

4. 계산방법

윗식들을 차분화하여 계산하였으며, 수평방향격자는 1.0km×1.0km의 정방형 격자로 분할하고, 연직방향으로는 상층(0~-5m), 중층(-5~-10m), 하층(-10m~bottom)로 분할하여 3층Level Model로 하였다.

차분방법은 Dufort-Frankel법을 이용한 leap-frog scheme를 사용하였다. 첫 step는 Euler-backward scheme으로 계산을 시작하여 8 Step 마다 Euler-backward scheme를 삽입하여 leap-frog scheme에 의한 주기 $2\Delta t$ 의 noise를 제거하면서 계산하였다(Oonishi, 1978).

계산 data는 계산한 조석응력결과, 계절별 관측한 3층의 수온·염분data를 쌍곡선함수를 이용하여 객관보간한 수온·염분 결과, 경계조건을 이용하여 계산한 방조제 축조전의 계절별 진단Model의 계산결과는 Fig. 5-3(a, b, c)와 같

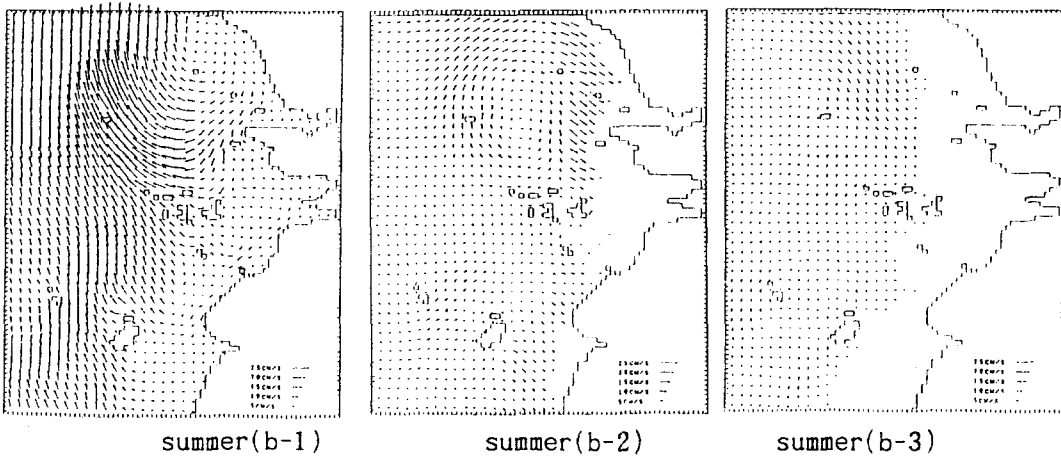


Fig. 5-3(a)방조제 축조전의 진단Model에 의한 잔차류 계산결과

5. 결 론

1. 계산결과로부터 얻어진 계산지점의 조화분석한 M_2 분조의 조류타원도는 관측 결과로부터 얻어진 관측지점의 조화분석한 M_2 분조의 조류타원도를 잘 재현하였다고 판단된다.
2. 여름에 관측한 3층data를 쌍곡선함수를 이용하여 객관보간한 수온·염분 분포는 금강, 만경강, 동진강 하구부분에서 높은 분포를 나타내고 있었다. 그리고 염분은 금강, 만경강, 동진강 하구부분에서 낮은 분포를 나타내고 있었다. 밀도는 수온·염분의 관측자료로부터 계산하였으며 σ_t (Sigma t)는 하구의 하층에서 낮은 값을 나타내고 있었다.
3. 조석응력결과와 수온·염분·바람관측자료를 이용하여 방조제 축조전 진단 Model의 계산결과 여름에는 만경강과 동진강하구부분의 상층과중층에서 시계방향의 잔차류가 형성되고 있었다. 이 잔차류는 하천수의 영향을 받는 것으로 판단된다. 전반적으로 남쪽에서 북쪽으로의 잔차류가 형성되고 있었다. 그러나 중·하층에서는 고군산위의 해역에서 시계방향의 잔차류가 형성되고 있었다.
가을의 잔차류는 여름과 방향은 비슷하나 크기는 여름의 1/2정도로 작게 나타났으며, 금강과 만경강사이의 중·하층에서 시계방향의 잔차류가 형성되고 있었다.

6.References

- 1.Tetsuo Yanagi, Hideshi Tsukamoto, Hiroo Inoue, Tomotoshi Okaichi : Numerical Simulation of Drift Cards Dispersion,La mer 21 :218-224.
- 2.Tetsuo Yanagi,Shin-Ichi Okada,Katsumi Tsukamoto(1992) : Numerical Simulation of dispersal patterns of red sea bream juveniles,Pagrus major,in Nyuzu Bay,Japan,Journal of Marine System,3(1992)477-487
- 3.Shin Moon Seup, Jong Nam Lee, Sung Kun Hong :Development of Model by Soil Diffusion within Dam ,Hydro-Port'94,October 19-21,1994.Yokosuka,Japan.