

灣内の 潮流 流動 解析

이 관 수 *

이 영 석 **

이 삼 노 ***

1. 서론

산업의 발달과 인구의 증가에 따른 산업폐수 및 도시하수의 증가로 인해 주변해역의 생태계는 많은 변화를 일으키게 된다. 특히 연안 해역에서의 생태계의 변화는 주변 수산 자원에 많은 영향을 주게 되어 이 분야에서의 연구는 국내, 외를 막론하고 활발히 진행되어왔다. 이러한 변화요인을 파악하고 보존키 위해서는 해역으로 유입되는 오염물질의 이동매체인 조류운동을 해석함으로써 가능하다.

따라서 본 해석에서는 가막만을 중심으로 조류의 운동을 수치모의실험을 통해 해석코자한다.

2. 만내의 개황 및 모델 적용

모의실험의 대상 해역은 그림 1과 같고 면적은 147.5 km^2 , 용적 $10.2 \times 10^8 \text{ m}^3$, 남북으로 15 km 동서로 12 km, 평균수심은 7 m인 천해지역이다.

기초조사로서 그림 1에서와 같이 대상해역에서 대표되는 몇개의 지점을 선별 대조기(1990.1.12-13)와 소조기(1990.1.20-21)에 때 30분 간격으로 25시간 연속 조위와 유속을 관측(C1-C4는 유속관측, T1-T3는 조위관측지점)하였다. 또한 이를 검증 및 확산계수 산정을 위해 자기유속계(InterOcean Current Meter Model-135)을 이용 때 15분 간격으로 72시간 연속유속 및 유향관측(그림1의 p1, p2)을 실시하였으며 동기간의 조류 관측에 의하면 가막만의 조류 형태는 1일 2회의 창조류와 낙조류가 규칙적으로 나타난다.

* 전남대학교 토목공학과 교수

** 광주대학교 토목공학과 조교수

*** 여수수산대학 해양토목공학과 조교수

일반적인 해수의 유동은 여수항 동쪽 입구에서 유입한 해수가 대경도와 극동항을 거쳐 가막만으로 유입하고 일부가 대경도와 소경도사이를 통과하여 가막만으로 유입한다. 그러나 대부분의 해수가 남쪽만구를 거쳐 북류하며 가막만의 중북부에서 남류하는 해수와 상접한다.

조석의 특성을보면 반일주조형으로 1일2회의 고,저조가 나타나는 1일2회조(Double day tide)의 형태이고 조석형태수가 0.22이며 일조부등이 작은편이다. 대조는 삭망후 1.2일에 나타나고, 소조는양현후 약 1.5일후에 발생한다.또한 여수항의 대조승(Spring Rise)은 329.4cm,소조승(Neap Rise)은 234.6cm이고, 평균대조차는 297.0cm 평균수면은 180.8cm 이다.

이러한 관측 자료와 관성함을 고려한 2차원 영역에서의 운동방정식과 연속방정식을 유한차분법으로 해석 조건에 만족하는 시간 간격으로 유속 조위, 유량을 계산하였으며 계산치를 1시간 간격으로 출력하였다.

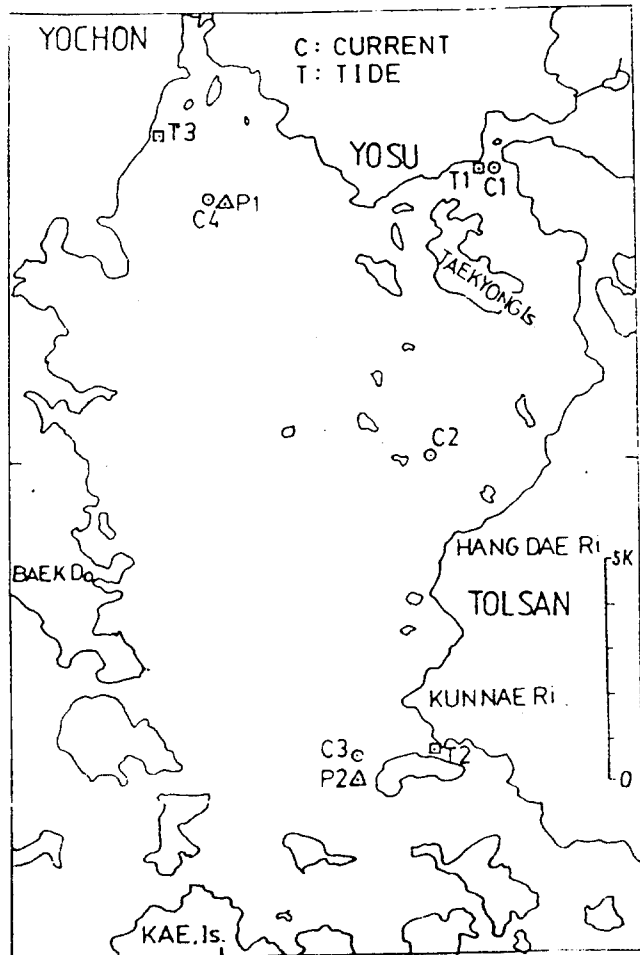


그림 1 만내의 유속및 조위 관측지점

3. 조류의 운동방정식 과 연속방정식

Navier-Stokes의 운동방정식과 연속방정식을 압력항과 마찰항을 고려한 2차원 흐름의 조류방정식을 세우면 다음과 같다.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -g \frac{\partial \xi}{\partial x} + \nu \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + L \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \text{-----}(1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -g \frac{\partial \xi}{\partial y} + \nu \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} + L \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \text{-----}(2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \text{-----}(3)$$

여기서,

u, v, w : x, y, z 방향의 속도

$X, Y, Z \rightarrow X=0, Y=0, Z=g$: 외력 ν : 연직 와동점성계수

L : 수평 와동점성계수 여기서 L 은 평면적인 등방성으로 가정

ρ : 밀도, p : 압력, ν : 동점성계수

ξ : 자유수면의 정수면으로부터의 수위

4. 계산 및 결과

1) 계산

그림 1 에서와 같이 가막만을 $\Delta s=250m$ 의 격자간격으로 x 방향으로 55격자 y 방향으로 70격자로 총 3850개의 망으로 구성하여 계산하였으며 최대수심이 36m로서 계산시간 간격 Δt 는 계산 안정도에 따라서 9 sec 로 계산하고 1시간 마다 계산치를 출력하게 하였다. 또한 전해역에서 계산개시 시의 수위의 변화량과 유속을 0 으로 놓고 경계조건으로는 해안선의 유속을 0으로 즉 $X=Y=0$ 로 하여 계산하였다.

2) 결과

(1) 조위

그림 1 의 조위 관측지점 T1-T3 에서 대, 소조기의 계산조위(—)와 관측조위 (--)를 그림 2 에 나타내었으며 그림에서와 같이 최대값과 위상의 차이가 조금 있으나 대체로 현상은 재현되었다.

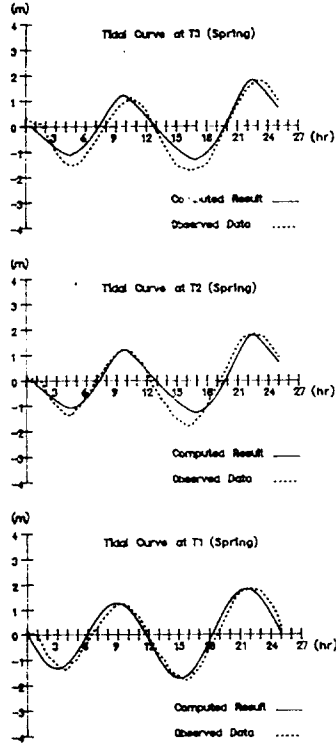
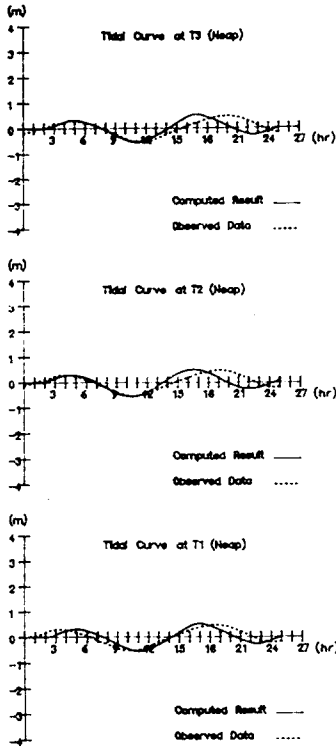


그림 2 대, 소조기 계산 및 관측 조위 곡선

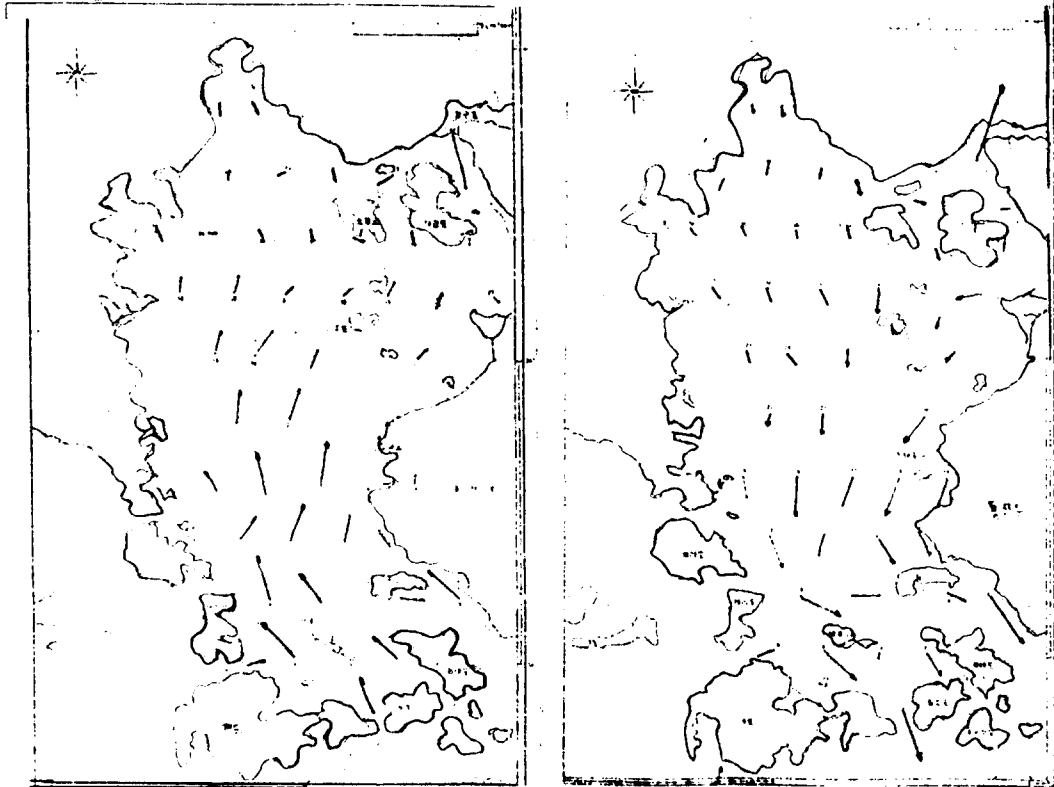


그림 8 가막만의 관측 해수유동 특성

(2) 유속

그림 1의 유속관측 지점 C1-C4 에서 대,소조기의 계산유속(—)와 관측유속(---)을 그림 3 으로 나타내었으며, 도산 연륙교밑(C1)의 유속 분포에서의 차이를 제외하고는 대체로 일치하게 나타났다.대,소조시 최강 유속분포도를 그림 4-7에 나타냈다.

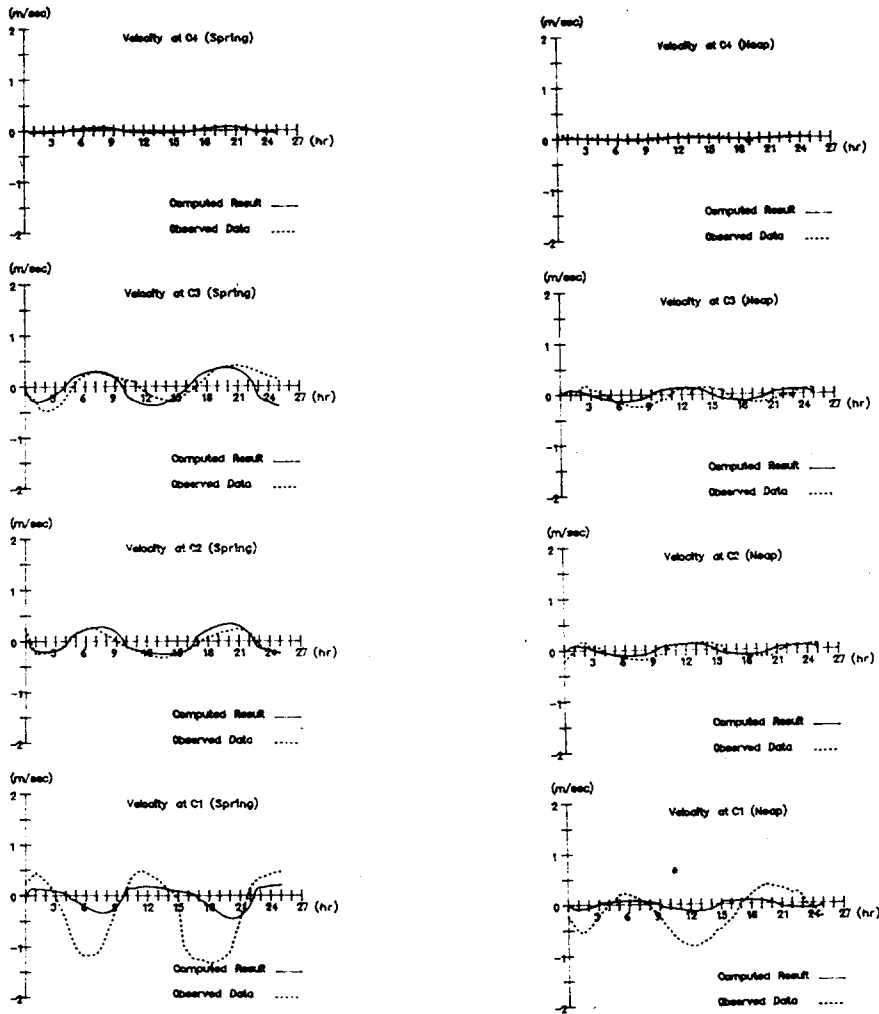


그림 3 대,소조기 계산및 관측유속곡선

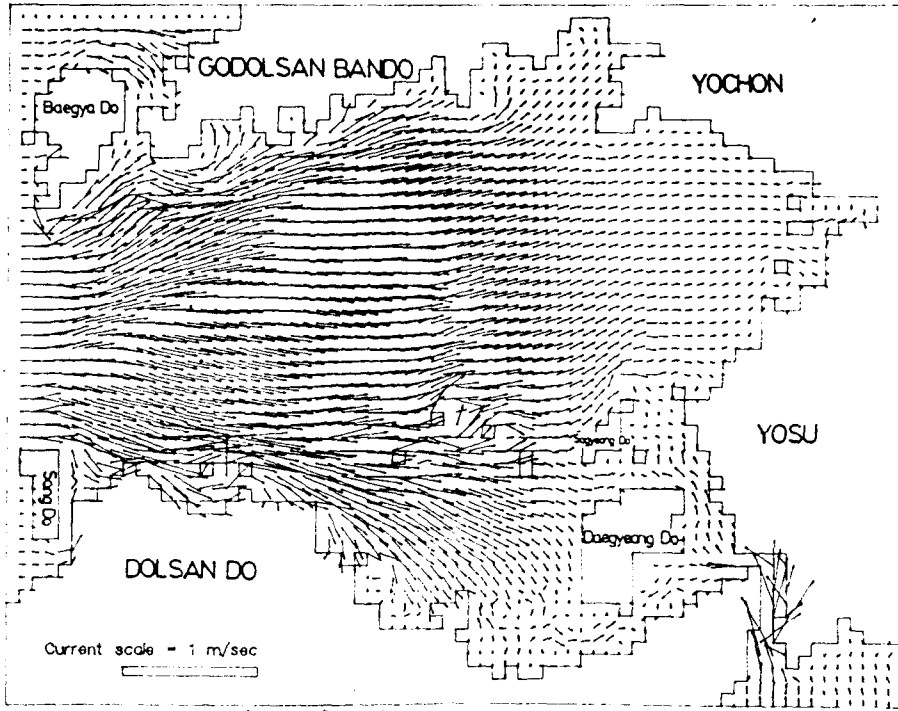


그림 4 대조기 낙조 최강유속분포도

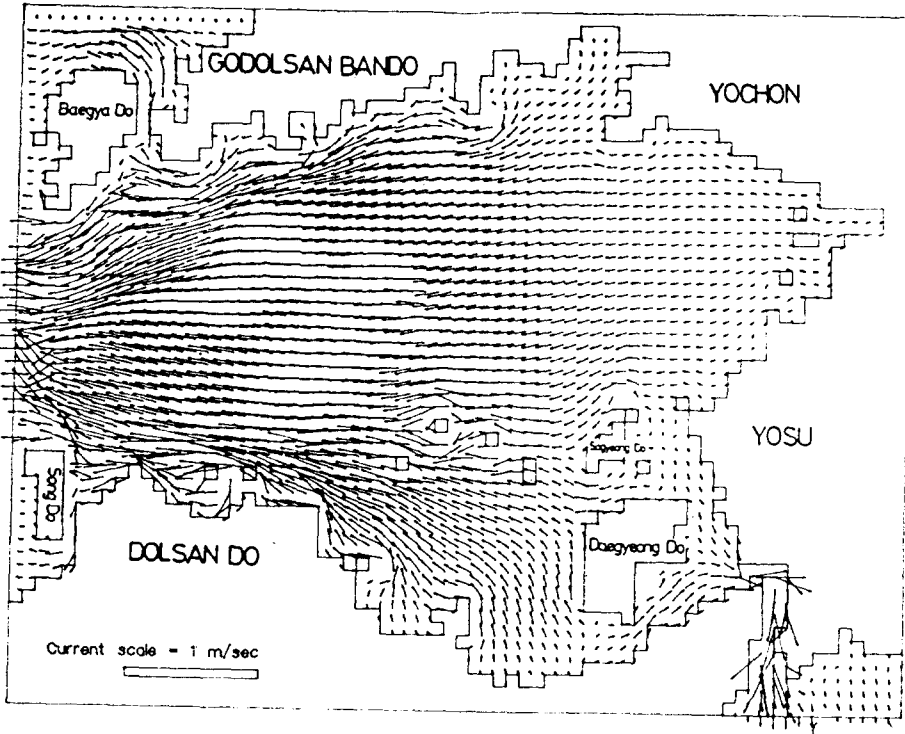


그림 5 대조기 낙조 최강유속분포도

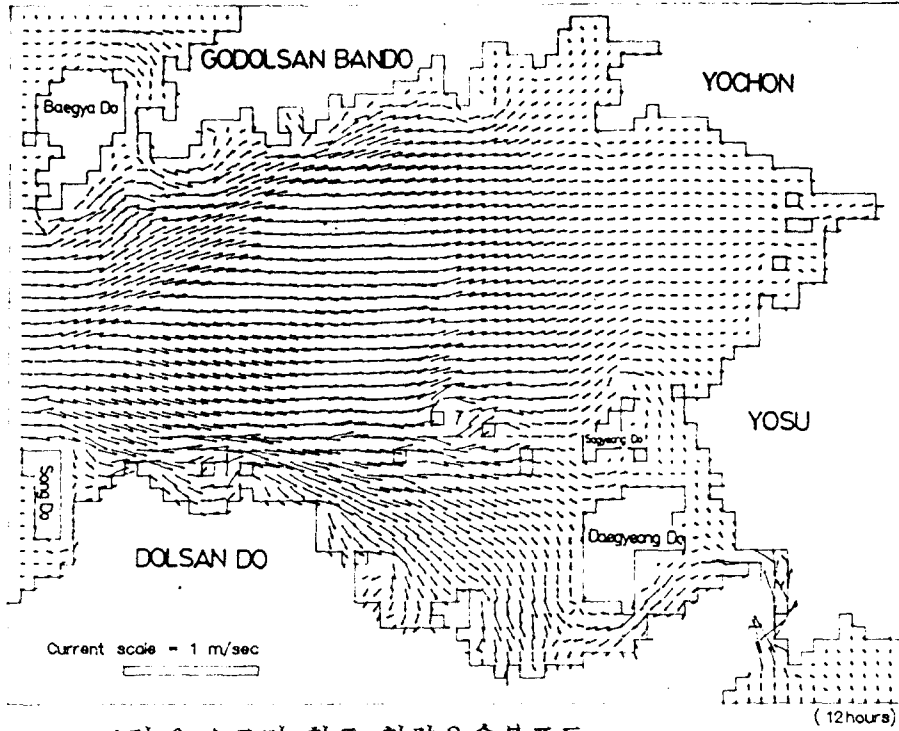


그림 6 소조기 창조 최강유속분포도

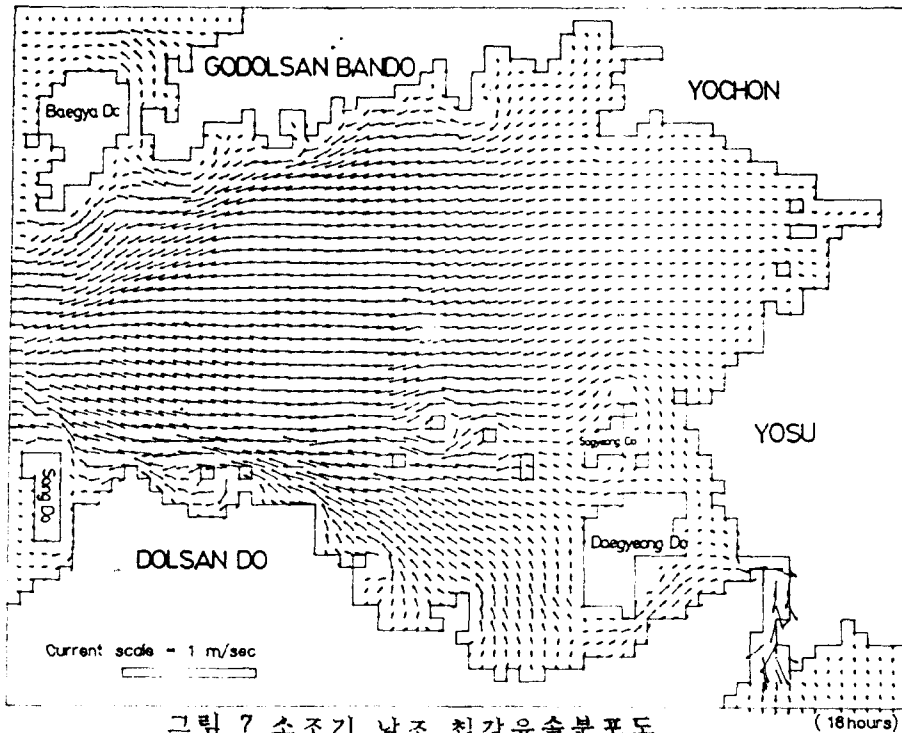


그림 7 소조기 낙조 최강유속분포도

5. 비교 및 고찰

가막만을 수치모의실험을 실시하면서 다음과 같은점을 비교할 수 있었다.

그림 8의 수산청과 국립수산진흥원에서 공동으로 1988년에 실시한 연안어장 기본 조사 보고서와 본 해석과 비교할 수 있었으며 실측유속이 약간크게 나타난것은 표층 2 m의 유속과 계산에서의 평균유속과의 차이라고 생각한다.

대,소조기의 조위와 유속곡선에서 소조기에 잘 일치하지않는 것은 소조기에는 만내 유동이 거의없어 관측에 어려움 때문이라 생각된다.

6. 결론

만내의 조류의 거동을 해석하기 위하여 Navier-Stokes 방정식의 2차원 수치모델을 택하여 수치모형실험을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 본 해석에서 작성한 수치모형을 가막만에 적용하여 모형의 계산치와 그림 8의 관측치와 비교 검토 하여본 결과 본 수치모델은 현지의 흐름을 대체로 재현하고 있다.
- 2) 본 해석의 수치모델을 확산 모델과 연결하여 오염물의 확산과정을 추정하는데 이용코자 한다.

참고문헌

1. 加藤重一, "水産土木概論", 恒星社厚生閣, 1984
2. Ven Te Chow, "Open-channel Hydarulics", McGRAW-HILL, 1981
3. 失野雄幸, 佐藤弘三, "擴散方程式入門", 公害研究對策센터, 1983
4. 수로국, "수로기술연보(1968-86)", 대한민국 수로국
5. 수로국, "조석표(1989-90)", 대한민국 수로국
6. 수산청, 국립수산진흥원, "1988년도 연안어장기본조사보고서", 1988