

## 仁川灣 開發에 따른 潮汐體系의 變化

정신탉\*, 소재귀\*

### 1. 緒論

국토가 좁고 자원이 빈약한 우리나라는 沿岸域에 대한 보다 효율적이고 종합적인 이용이 절실히 요구되고 있다. 특히 港灣 建設, 護岸 및 防波堤의 建設 등 연안개발 사업은 막대한 초기 투자비와 유지 관리비가 소요되기 때문에 파랑, 흐름, 퇴적물 이동 등의 設計環境要素들을 정확히 예측하는 것이 필요하다.

海水流動模型은 조석체계를 포함한 해수유동체계, 수질환경, 퇴적물이동환경 등 연안개발에 따른 연안환경 변화 예측에 필연적으로 요구되는 海水의 움직임을 1차원, 2차원 혹은 3차원적으로 재현하는 모형을 일컫는다. 이중 1차원 數直模型은 주로 강이나 하구 등의 유체운동을 재현하는데 이용되며, 海水의 일반적인 流動特性은 2차원 수심평균된 식을 利用하는 x, y 평면 2차원 모형에 의해서 기술된다. 水深에 따른 密度變化의 幅이 커서 流速의 연직구조를 단순한 水深平均 流速值로 나타낼 수 없을 때의 海水流動特性에는 3차원 數值模型이 利用된다. 실제 沿岸環境變化 豫測을 위해 널리 쓰이고 있는 모형은 2차원 水深平均된 것으로, 많은 나라에서 자체개발 혹은 先進開發國으로부터의 매입 등을 통하여 沿岸開發事業에 이용하고 있다. 3차원 모형의 경우 亂流模型 技法 등을 適用하여 여러나라에서 開發努力이 활발히 이루어지고 있으며, 일부 分野에서는 實用化되어 熱汚染 등 環境問題 解決에 利用되고 있다. 우리나라에서는 1970年代 後半부터 1980年代 初에 걸쳐 英國으로부터 2차원 海水流動模型技法이 導入된 이후, 沿岸開發研究에 數值模型을 利用한 研究가 활발히 진행되고 있다.

최근 교통부에서는 증가하는 航空需要를 충족시키기 위하여 영종도와 용유도 일대에 首都圈 新空港 建設을 착공하였으며, 수자원공사에서는 총 연장 11.206km에 달하는 시화방조제를 축조중이다. 본 연구에서는 이러한 仁川灣 開發에 따른 朝夕體系의 變化에 대해 서술하였다.

### 2. 本論

2차원 평면 海水流動模型은 사용되는 좌표계, 數直計算方法, 계산격자의 일정성 등에 따라 種類가 細分되며, 適用 海域의 스케일 및 地形의 形態, 適用 目的 등에 따라 적합한 모형이 선택적으로 사용된다. 본 연구에서 적용하고자 하는 모형은 수심평균된 2차원 운동방정식과 연속방정식을 직교좌표계(Rectangular coordinate system)상에서 격자간격이 일정한 조건에서 陽解法(Explicit scheme)을 이용하여 기술한 것으로 본래 Flather and Heaps(1975)에 의해서 개발되었으며 放射境界條件(Radiational boundary condition), 하천 유입수 처리 및 개방경계면의 노출-침수를 고려할 수 있도록 확장되었다.

연구대상 해역은 淺海域으로써 潮流의 수직변화는 거의 무시할 수 있으며, 해저면 근처의 境界層(Boundary layer)을 제외하고는 밀도의 수평, 수직변화 효과 또한 미미하다. 반면, 항류와 고주파 천해분조(Overtides) 형성에 관여하는 비선형 이류항(Nonlinear advection terms)을 고려하였다. 따라서 模型海域內的 海水流動 現象은 아래와 같은 2차원 편미분방정식으로 기술된다.

\*한국해양연구소 연안공학연구실(Coastal Engineering Laboratory, Korea Ocean Research and Development Institute, Ansan P.O.Box 29, 425-600, Korea)

$$-\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(Hu) + \frac{\partial}{\partial y}(Hv) = 0$$

$$-\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{\tau_{xb}}{\rho H} = 0$$

$$-\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{\tau_{yb}}{\rho H} = 0$$

여기서,  $x, y$  : 평균 해수면상에 위치한 직교좌표계  
 $g$  : 중력가속도  
 $f$  : 지구 전향력 계수(Coriolis parameter)  
 $\zeta$  : 평균 해수면상의 순간조위  
 $h$  : 평균 해수면하의 수심  
 $H$  : 순간 수심(=  $h + \zeta$ )  
 $u, v$  :  $x, y$  각 방향의 수평유속성분  
 $\tau_{xb}, \tau_{yb}$  : 해저마찰력의  $x, y$  성분

潮汐 · 潮流 에너지의 減衰를 나타내는 해저마찰력은 다음과 같이 주어진다.

$$\tau_{xb} = k \rho u (u^2 + v^2)^{1/2}$$

$$\tau_{yb} = k \rho v (u^2 + v^2)^{1/2}$$

여기서,  $\rho$  : 해수밀도  
 $k$  : 마찰계수(=0.00235)

주어진 模型 海域內에서 상기 방정식의 해를 구하기 위해서는 境界條件이 필요하다. 육지경계 조건은 육지경계면과 수직한 성분의 유속이 0으로 주어지며, 개방경계면조건(Open boundary condition)은 개방경계면상의 관측치 또는 기존자료를 선형내삽한 潮位值가 주어진다.

數值模型은 模型範圍 決定, 이에 따른 格子網 構成, 水深 등의 기초자료 및 현장관측자료 또는 기존자료의 분석결과를 토대로 한 개방경계조건 입력 등의 순서로 수립된다. 일반적으로 모형범위의 결정은 模型實驗을 통한 再現 및 豫測結果와 직결되며, 開發後의 潮汐體系의 變化가 모형의 개방경계에 이르지 않도록 모형범위를 확장, 조정해야 한다. 이에 따라 전체 수치모형 범위는 Fig. 1에 제시된 바와 같이 북측의 경기만 전역을 포괄하며, 서측 개방경계는 교동도, 미법도, 주문도 동측, 그리고 자월도 서측, 남측 개방경계는 대부도 부근까지 확장하였다. 격자망은  $x, y$ 방향 모두 300 m 등간격으로 하여  $179 \times 280 = 50,120$  개로 구성하였다. 模型入力 資料중 水深資料는 수로국 발행 海圖(No. 323)에 근거하여 발췌, 입력되었다.

### 3. 계산결과 및 토의

현장관측자료를 이용하여 검증과정을 거친 후, Case 1)시화방조제 완공 후, Case 2)시화방조제 및 신공항 완공 후(Fig. 2참조)의 2가지 경우에 대하여 모형을 적용하였다. 대조시 현상태와 Case 2에 대한 대표적인 유형은 Fig. 3, 4와 같으며 계산결과중 P5(Fig. 1 참조)에서 潮位 變化는 Fig. 5와 같다.

#### 참고문헌

Flather, R.A., and N.S. Heaps. 1975. Tidal computations for Morecambe Bay. Geophys. J. R. Astro. Soc., 42. pp 489-517.

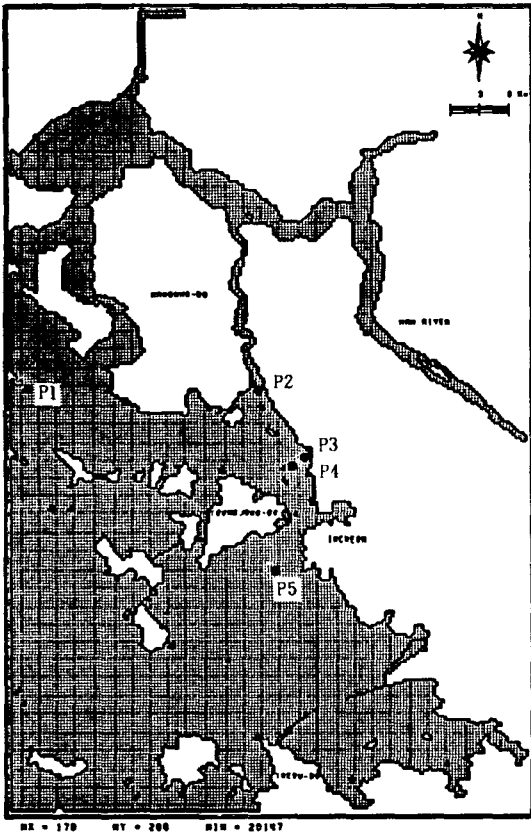


Fig. 1 Finite difference model grid system (Present state).

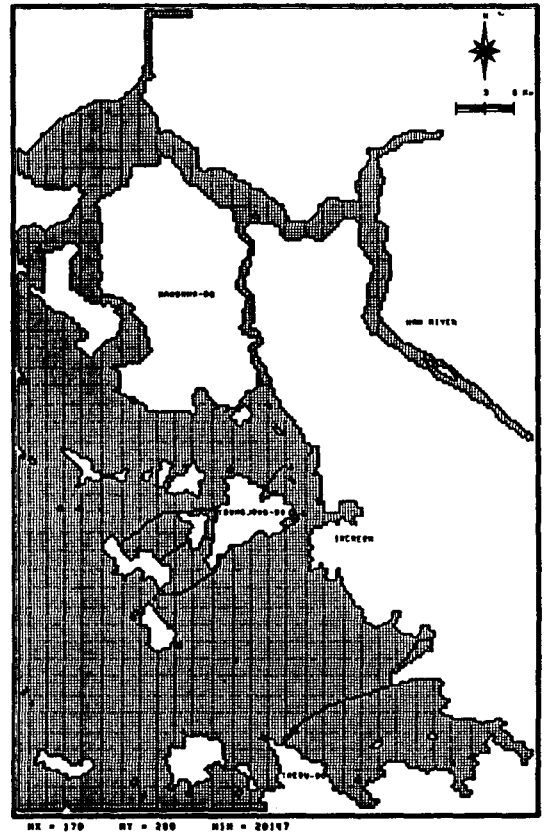


Fig. 2 Finite difference model grid system (Case 2).

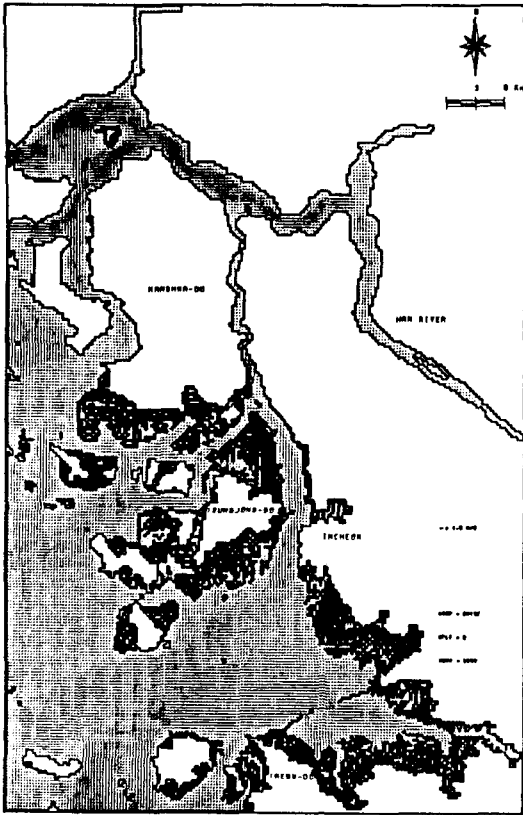


Fig. 3 Flow pattern at present state.

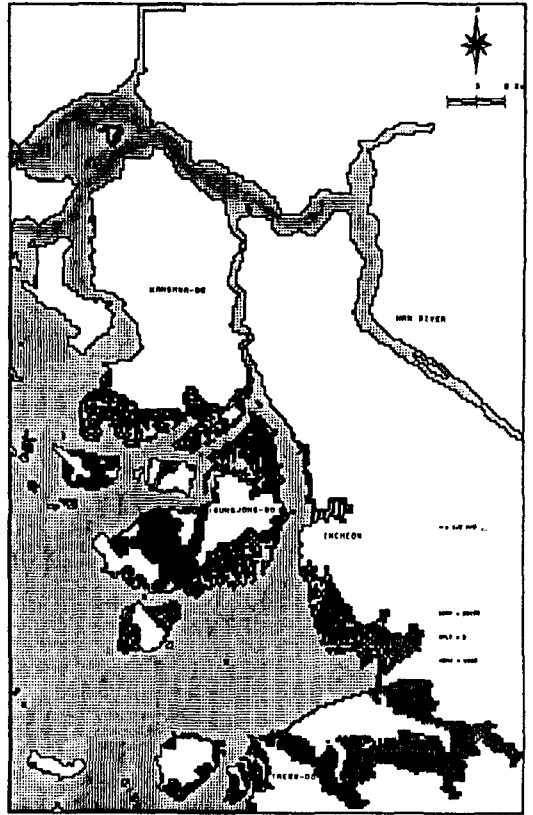


Fig. 4 Flow pattern after construction.

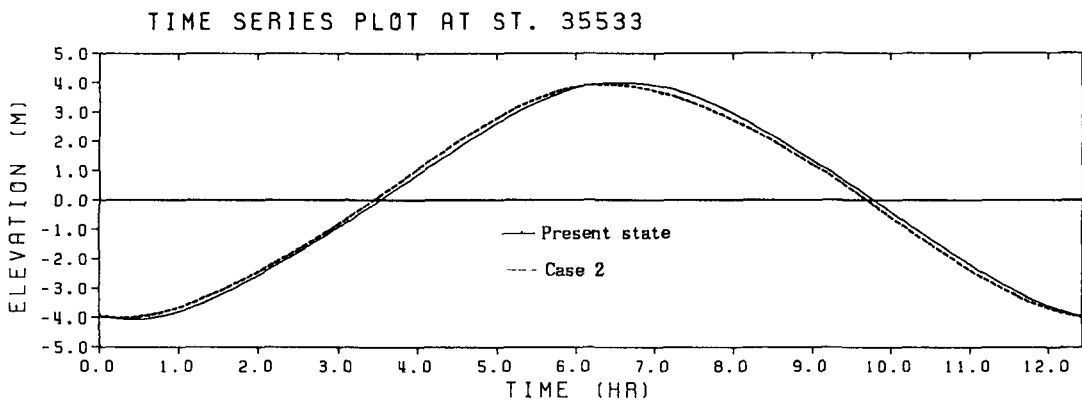


Fig. 5 Comparison of tidal level at P5.