

水深平均 2次元 數學的 模型(TIFS)을 利用한 錦江河口 및 沿海의 潮汐計算

Application of A Depth-Averaged Two-Dimensional Mathematical Model to Tidal Computations in the Estuary near Gunsan Port

朴 昌 彦* · 朴 承 禹*
Park, Chang Eon · Park, Seung Woo

Summary

A depth-averaged two dimensional model TIFS was developed from simplified basic flow equations. The model was applied to tidal computations for the Biin Bay area near the Gunsan port. Vertical tides and tidal velocities for the tested was simulated for neap and spring tides. The simulation results were in good agreement with the obserbed data. This paper also attempts to evaluate model sensitivity from different initial conditions, roughness coefficient, time increments, and water depths. Among the selected input parameters, water depth and roughness coefficient were found to significantly affect vertical and horizontal tides.

I. 緒 論

沿海나 河口的 開發을 위한 河口둑, 防潮堤 등의 人工構造物의 設置는 그 隣接海城에서 水理特性의 變化를 招來할 可能性이 있다. 이러한 水理特性을 分析하기 위한 한 方法으로서 潮汐計算이 實施된다. 潮汐計算이란 週期성을 가지는 潮和分潮들을 利用하여 潮位를 豫想하거나, 數學的인 方法으로 潮汐의 變化를 追跡하는 것이다¹⁾.

潮汐計算은 첫째 潮汐을 비롯한 波의 豫想, 둘째 工學的인 計劃에 關聯된 潮汐의 變化樣相에 대한 計算을 위하여 實施되어 진다²⁾. 本 研究에서는 後者 즉, 沿海나 河口的 開發을 위한 事業의 進行中 일 때나 完成後의 潮汐의 變化를 豫想하기 위한 目的으로 實施되어지는 潮汐計算에 대해서 다루고자 한다.

潮汐計算의 對象인 沿海나 河口는 潮汐의 變化에 따라 水位와 流速의 急激한 變化가 招來되는 感潮 區域으로서 흐름의 方向이 1次元흐름(즉, 一定한 方向으로만의 흐름)을 維持하는 것이 아니라, 2次元의인 흐름을 보이므로 X-方向 및 Y-方向의 流速變化를 考慮하지 않으면 안된다. 이러한 複雜한 沿海 및 河口的 水理特性을 分析하기 위하여 時間別 潮位는 물론, X-方向 및 Y-方向의 流速分布를 考慮하는 2次元 數學的 模型인 TIFS(Tidal Flow Simulation method)가 開發되었다³⁾.

TIFS 模型과 같은 2次元 模型은 水深에 따른 流速分析을 그 平均流速으로 代身하여 平面上의 2次元 흐름의 特性(즉, X-方向 과 Y-方向) 만을 考慮하게 된다. 이러한 水深平均 2次元 模型은 最初로 Hansen(1962)에 의하여 開發되고, Leendertse(1967)에 의하여 實用化되었으며, Dronkers(1969)에 의해서 基本方程式이 定立되었다⁴⁾. 이하하여

*서울大學校 農科大學

最近에는 많은 模型이 開發되어 世界各處에서 海岸, 港灣 등의 開發을 위한 基本調査에 利用되고 있다. 우리 나라에서도 韓등(1982)이 2次元 模型을 蔚山灣에 適用한 바 있다²⁾.

本 研究의 目的은 첫째 TIFS 模型을 통한 錦江河口 및 沿海에의 適用性을 檢討하고, 둘째 模型의 重要媒介變數들에 대한 模型에 미치는 影響을 定量的으로 分析하여 模型의 特性을 把握함으로써 보다는 檢定結果를 얻고, 模型의 實用性을 높이는 데 있다.

II. 模型의 構成

1. 基本方程式

水深平均 自由水面 흐름(Depth-Averaged Free Surface Flow)의 基本運動方程式은 3次元 흐름의 運動方程式(Navier-Stokes 方程式)으로부터 誘導된다.

Fig. 1과 같은 沿海의 條件에 대한 2次元 흐름의 連續方程式은

$$\frac{\partial u(a_0+h)}{\partial x} + \frac{\partial v(a_0+h)}{\partial y} + \frac{\partial h}{\partial t} = 0 \dots \dots (1)$$

이 된다. 여기서, h =基準水面(平均水面등과 같은)으로부터의 水深, u = X -方向의 平均流速, v = Y -方向의 平均流速, a_0 =地面으로부터의 基準水面까지

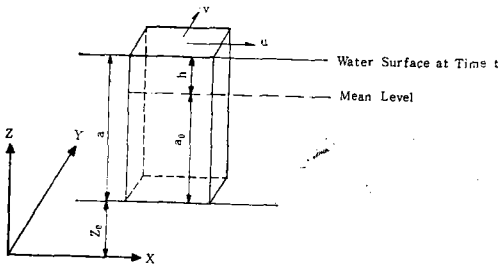


Fig. 1. Definitions of Two-Dimensional Hydraulic Characteristics

의 距離, t =時刻이다.

X -方向 및 Y -方向의 모우멘텀方程式은 아래와 같다.

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - \Omega \cdot v \right) = -\rho g \frac{\partial h^*}{\partial x} - \frac{\rho g n^2 V}{(a_0+h)^{4/3}} \cdot u + \frac{\rho W_x}{(a_0+h)} \dots \dots (2)$$

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \Omega \cdot v \right) = -\rho g \frac{\partial h^*}{\partial y} - \frac{\rho g n^2 V}{(a_0+h)^{4/3}} \cdot v + \frac{\rho W_y}{(a_0+h)} \dots \dots (3)$$

여기서, ρ =密度, g =重力加速度, Ω =Coriolis數 $h^*=Z_0+a_0+h+h'$, h' =氣壓에 따른 水面의 變化, V =流速벡터의 絶對值 ($V=\sqrt{u^2+v^2}$), n =Manning의 粗度係數, 그리고 W_x 와 W_y =水面에 作用하는 X -方向, Y -方向의 風力이다.

모우멘텀方程式인 式(2), (3)에서는 外力으로 摩擦, 바람, 그리고 氣壓등 水位의 變化에 影響을 주는 諸要因을 考慮하고 있다. 이러한 外力중 風력과 氣壓에 따른 靜水壓力의 크기는 長波에 의한 變化를 考慮할 경우, 그 情報의 傳達速度의 크기로 보아 水位의 變動과 다르므로 이를 省略하면,

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \Omega \cdot v = -g \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{\rho g n^2 V}{(a_0+h)^{4/3}} \cdot u + R'_x \dots \dots (4)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \Omega \cdot v = -g \frac{\partial h}{\partial y} - \frac{\rho g n^2 V}{(a_0+h)^{4/3}} \cdot v + R'_y \dots \dots (5)$$

이 된다. 여기서, $R'_x = u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y}$, $R'_y = u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y}$ 이다.

本 模型에서는 $R'_x=R'_y=0$ 으로 하였는데, 이는 沿海의 경우에는 水深의 急激한 變化가 적고, 이에 따라 流線에 따른 流速의 變化가 甚하게 나타나지 않기 때문이다. Dronkers(1969)는 式(4), (5)를 北海沿岸에 관한 成功的인 解析의 結果로부터 R'_x '와 R'_y '의 無視로 인한 誤差의 幅은 다른 項들과 比較할 때, 大略 5% 以內로 큰 影響이 없을 것으로 判斷하였다. 한편, 韓등(1982)도 式(4), (5)를 基本方程式으로 採擇한 바 있다.

2. 數值解析

앞 절에서 定義되어진 基本方程式인 式(1), (4), (5)에서와 같은 偏微分項들을 解析하기 위하여, Taylor Series에 의해 展開하여 有限差分의 形態로 나타내어 計算하는 有限差分法을 適用하였다. 有限差分法은 陽函數法과 陰函數法으로 大別할 수 있다. 陽函數法은 어느 段階의 未知의 값을 이미 定義되어진 既知의 값들로 定義하여 解를 구하는 方法이다. 反面, 陰函數法은 각 定義되어진 式에서 未知의 項

이 2個 또는 그 以上이 包含되어 있어, 이 式들을 適用시킨 基本方程式들을 連立方程式으로 해서 未知의 計算하게 된다.

本 TIFS 模型에서는, 計算時間을 切半으로 나누어 部分的인 陽函數法과 陰函數法을 適用하는 多重法(Multi-operation method)을 利用하여 數值計算을 實施하도록 하였다. 式(1), (4), (5) 등의 3個의 基本方程式들로부터 未知數 u, v, h 를 구하기 위한 陰函數法의 適用은, X -方向 및 Y -方向의 모든 格子에서의 未知數를 同時解法(Simultaneous solution)을 利用하여 解를 구해야 하므로 어려움이 뒤따르게 된다. 그래서 u 나 v 중 어느 한 變數(第一變數)를 陽函數法으로 구하고, 남은 變數(第二變數)와 h 를 陰函數法으로 구한 다음, 그 다음段階에서 第二變數를 陽函數法에 의해서, 第一變數와 h 를 陰函數法으로 決定하여 結果적으로 多重解를 구하게 되는 것이다.

3. 境界條件

TIFS 模型은 每計算時刻에서의 X -方向 및 Y -方向의 境界格子要素의 水位 또는 流速등의 값이 要求되는데 이들의 값을 境界條件이라고 한다, 이때 境界條件은 그 값의 決定方法에 따라 Dirichlet와 Neumann 條件으로 區分할 수 있다.

Dirichlet 條件은 時間別 位置別 水位의 變化를 推定하는 것으로 潮位觀測值가 있는 地點들을 中心으로 線形補間法의 原理를 利用하도록 하였다.

Neumann 條件은 Dirichlet 條件이 定하여지지 않는 狀態에 對하여 模型自體에 作成된 方法으로 定義하도록 하였다. 特히 壁體條件과 投影法등의 여러가지 境界條件 등을 利用한 數值實驗을 통해서 定義하여 不規則한 地形條件 등에의 適用이 可能하도록 模型을 發展시켰다.

4. 模型의 構成

Fig. 2는 TIFS 模型의 흐름도 이다. 이 흐름도內의 重要要素들에 대해서 簡單히 明說하면 아래와 같다.

- (1) SUBROUTINE DATA—入力資料의 處理.
- (2) SUBROUTINE ELEMENT—格子網의 特性分類.
- (3) FUNCTION HEIGHTS—境界條件資料의 配分.
- (4) FUNCTION FBOUNDS—境界條件과 그 時

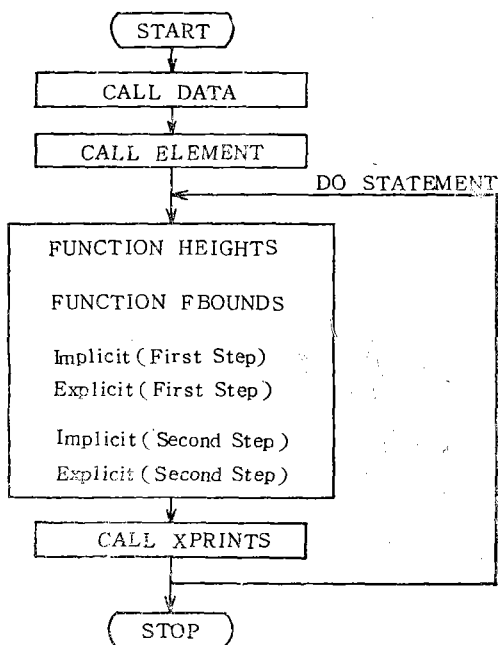


Fig. 2. Flow Chart of TIFS Model

間的, 空間的 變化 模擬發生,

(5) SUBROUTINE XPRINTS—計算된 結果를 프린트.

III. 模型의 應用

1. 入力資料

錦江河口 및 沿海에서의 適用을 위해서 다음과 같이 入力資料를 完成하였다.

가. 錦江河口の 格子網

Fig. 3은 錦江河口 및 沿海의 格子를 例示하고 있다. 이 格子는 컴퓨터의 容量에 맞추어 가로·세로 2km로 模型化하였다. 海域의 境界는 潮位觀測值가 있는 馬梁里와 죽도, 眞釜島를 잇는 假想線까지로 하였다.

나. 模擬發生의 調節變數

模擬發生을 위한 基本的인 諸因子로서, 格子크기 $DX=2000.0m$, 計算時間間隔 $DT=100.0sec$, 出力時間間隔 $PRT=1800.0sec$ 로 하였다.

다. 海域의 幾何資料

各 格子要素의 平均海床高를 交通部 水路局의 海圖와 建設部 地理院의 沿岸 海域圖를 基準으로 推定하였다.

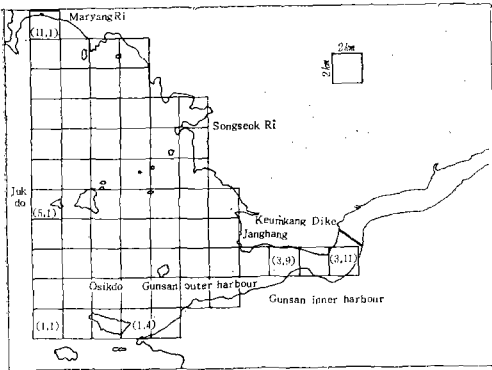


Fig. 3. Grid Meches in Keum Estuary

라. 海域의 粗度狀態

本 海域의 Manning 粗度係數 n 의 값은 于先 全 海域에 걸쳐 큰 變化를 보이지 않는 것으로 假定하여 모래의 粒徑에 의해서 粗度係數를 計算하는 Strickler 經驗式을 利用하여 推定하는 등, 本 模型의 唯一한 經驗的 값으로서 0.018~0.030의 範圍에서 推定하였다.

마. 初期條件

各 格子要素別 初期條件을 潮位가 極值에 이룬 狀態로 假定하고, 이때 潮流速의 絕對值가 零에 가까운 값을 利用하여 定義하였다.

바. 境界條件

本 實驗의 境界條件은 農業振興公社에서 錦江河口둑의 設置로 인한 河川形態의 變化研究를 目的으로 1982年 6月에 觀測된 潮位資料를 利用하였다. 이 資料는 馬梁里, 죽도, 群山外港, 그리고 河口둑 地點에서 觀測되어졌으며, 小潮는 6月 16日 資料를 大潮는 6月 22日 資料를 利用하였다.

2. 潮 位

앞의 入力資料를 利用하여 錦江河口 및 沿海의 潮汐을 模擬發生하였다. 이렇게 計算된 潮位와 潮流速을 1983年 發表된 1982年度 海洋水文調査에 의한 觀測值과 比較하여 本 模型의 對象地域에 대한 適用性을 檢討하였다.

Fig. 4는 小潮期인 1982年 6月 16日 群山內港 地點에서의 觀測潮位와 本 模型으로부터의 模擬發生 結果를 比較하고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이, 模擬發生 結果가 觀測值과 平均 $\pm 0.08m$ 內외의 差異를 보여 주었다. 또한 이들의 相關係數를 計算해본 結果, $r=0.9935$ 로서 模擬發生 結果와 觀測值는 高

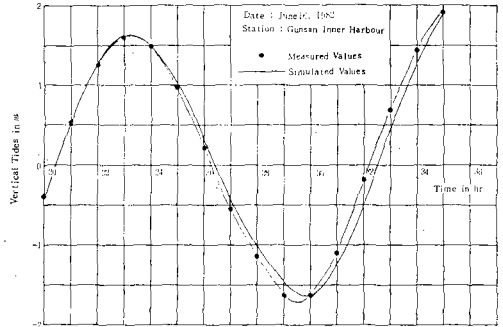


Fig. 4. Comparison between Measured and Simulated Vertical Tides at Gusan Inner Harbour Station (Neap tide)

度의 相關을 보임을 알 수 있었다.

Fig. 5는 1982年 6月 22日의 群山內港 地點의 觀測潮位와 模擬發生 結果를 比較하여 준다. 여기서는 大潮의 경우로서 模擬發生 結果가 最大 0.4m의 差를 보이는 干潮時 일부를 除外하던 平均 $\pm 0.10m$ 內외의 推定誤差를 보였다. 干潮時를 包含한 觀測值와 模擬發生 結果와의 相關係數는 $r=0.9904$ 로서 역시 高度의 相關을 보여 주었다.

이러한 結果들로 볼 때, TIFS 模型의 模擬發生

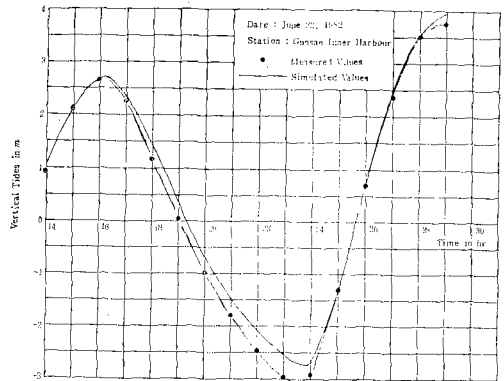


Fig. 5. Comparison between Measured and Simulated Vertical Tides at Gusan Inner Harbour Station (Spring tide)

潮位는 境界條件으로 利用된 觀測潮位의 誤差를 考慮하면 높은 適用性을 보인 것으로 나타났다.

3. 潮流速

本 模型을 利用한 錦江河口 및 沿海에서의 潮流

速의 模擬發生 結果에 대한 妥當性을 檢討하기 위하여 群山內港에서 1982年 6월에 實施한 바 있는 潮流速의 資料와 比較하였다.

Fig. 6은 小潮時 群山內港에서의 潮流速의 觀測值와 推定值와의 比較를 보여주고 있다. 여기서의 差는 最大 0.2m/sec이나 平均 0.08m/sec로 나타났으며, 相關係數는 $r=0.9839$ 로서 潮位檢證時의 相關係數보다는 낮으나, 역시 高度의 相關을 보였다.

Fig. 7은 大潮時의 比較로서 그 差가 平均 0.18 m/sec 內外를 보였으나, 地形條件등의 差異에 의해서 約 20分 程度 늦게 潮流速이 變化되어 감을 알 수

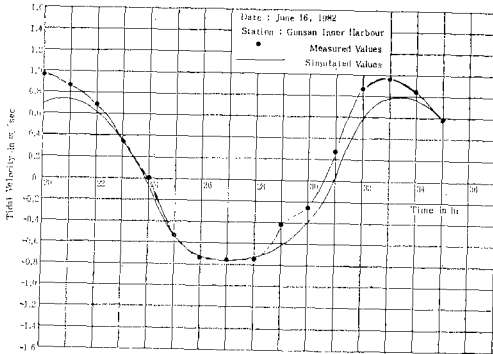


Fig. 6. Comparison between Measured and Simulated Tidal Velocity at Gunsan Inner Harbour Station (Neap tide)

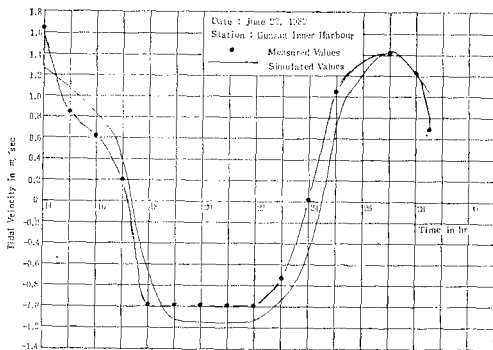


Fig. 7. Comparison between Measured and Simulated Tidal Velocity at Gunsan Inner Harbour Station (Spring tide)

있었다. 그러나 여기서도 相關係數는 $r=0.9855$ 로서 高度의 相關을 보였다.

위의 結果로 볼때, 潮位檢證時의 相關係數보다는

낮았지만 高度의 相關을 보였고 潮位觀測值의 誤差와 檢證資料인 潮流速 測定에 있어서의 誤差 등으로 볼 때, 潮流速 역시 높은 適用性을 나타내었다고 判斷되었다.

IV. 模型의 銳敏度分析

本 模型의 各 媒介變數들에 대한 模型에 의한 模擬發生 結果에 미치는 影響 程度를 分析하기 위하여 初期條件, 計算時間, 粗度係數, 水深등을 一定한 範圍만큼씩 變化시켜 模擬發生된 實驗結果의 變化를 比較하였다. 이와같은 方法을 模型의 銳敏度 分析이라고 하는데, 本 研究에서는 模擬發生된 結果가 時間的, 空間的으로 表示되므로 特定時間과 特定地點을 選定하여 分析을 實施하였다.

1. 初期條件

서로 다른 初期條件으로 인한 潮位나 潮流速의 模擬發生 結果의 差異가 얼마만큼의 計算後에 無視할 수 있을만큼 相殺되는지를 把握하기 위하여 初期條件의 潮位를 大潮時는 $-5.00m, -2.67m, -0.00m$ 小潮時는 $-5.00m, -2.03m, -0.00m$ 로 入力하여 그 模擬發生結果를 比較하였다.

여기서 小潮의 경우는 17.0時부터 計算이 始作되어 25.0時에 大潮의 경우는 11.0時부터 始作하여 19.0時에 세가지 初期條件 경우의 潮位 및 潮流速의 模擬發生結果가 同一한 값을 보였다. 8時間의 計算, 즉 計算時間間隔이 100sec이므로 約 290번의 反復計算 끝에 一定한 結果值를 보인 것이다. 이러한 結果로부터 實驗結果值中에서 計算始作 時間으로부터 적어도 8時間程度 以後의 값을 分析에 利用한다면 初期條件으로 因하여 發生되는 誤差는 無視할 수 있을 것으로 判斷되었다.

2. 計算時間 間隔

計算時間 間隔의 變化에 따른 模擬發生 結果의 變化를 比較하기 위하여 大潮時의 潮位에 그 時間間隔을 50sec, 100sec, 150sec 등으로 入力하여 그 結果를 分析하였다.

分析結果, 計算時間 間隔의 增加에 따라 各 地點의 潮位가 最大 0.01m 程度로 조금씩 減少하였다. 이는 計算時間 間隔이 50%나 變化되었는데도, 推定值는 潮位의 경우 0.41~0.46%, 潮流速의 경우는 1.24~1.68%로서 극히 작은 값을 보였다. 이는

本 模型이 計算時間 間隔에 對한 銳敏度가 낮음을 나타내는 것이었다.

3. 粗度係數

粗度係數의 變化에 對한 模型에의 銳敏度를 分析하기 爲하여 粗度係數를 0.024를 基準으로하여

0.018, 0.012, 0.030, 0.036으로 變化시키면서 模擬發生되는 潮位 및 潮流速을 比較해 보았다. 特別히 粗度係數가 全格子에 對하여 모두 變化되었을 경우와 特定한 한 格子에서만 變化되었을 경우로 나누어 分析하였다.

Table-1에서와 같이 全格子에 對하여 모두 變化

Table-1. Comparison of Relative Variation Ratios with Different Roughness Coefficient (n) at Each Grids

Division	Roughness Coe. n	Difference	Rate A (%)	Simulated Values m or m/sec	Difference	Rate B (%)	Relative Var. Ratio B/A*
Vertical Tides	0.012	-0.012	-50.0	-0.2790	0.0702	+2.62	-0.0524
	0.018	-0.006	-25.0	-0.3396	0.0096	+0.36	-0.0144
	0.024	0.0	0.0	-0.3492	0.0	0.0	-
	0.030	+0.006	+25.0	-0.3487	0.0005	+0.02	+0.0008
	0.036	+0.012	+50.0	-0.3919	-0.0427	-1.59	-0.0318
Tidal Velocity	0.012	-0.012	-50.0	1.2872	0.7121	123.80	-2.4760
	0.018	-0.006	-25.0	0.8893	0.3142	54.63	-2.1852
	0.024	0.0	0.0	0.5751	0.0	0.0	-
	0.030	+0.006	+25.0	0.3050	-0.2701	-46.97	-1.8788
	0.036	+0.012	+50.0	0.0844	-0.4907	-85.32	-1.7064

$$*Relative\ variation\ ratio = \left(\frac{S_0 - S_1}{S_2} \right) \div \left(\frac{F_0 - F_1}{F_0} \right)$$

Where, F_0 = standard value of parameter (=0.024)

S_0 = simulated value by F_0

F_1 = changed values of parameter

S_1 = simulated values by F_1

S_2 = standard value of simulated results (at vertical tides

$S_2 = 2.68$, at tidal velocity $S_2 = 0.5885$)

되었을 경우는, 粗度係數가 增加하면 水面勾配가 작아져서 流速이 減少하게 되고, 反對로 粗度係數가 減少하면 水面勾配가 커져서 流速이 增加되었다. 特別히 潮位는 $n=0.024$ 에 가까운 값일수록 그 變化가 적었고, 粗度係數의 增加時보다는 減少時에 큰 變化幅을 보였다. 그러나 全體의으로 粗度係數의 變化에 對한 潮位의 變化는 觀測值가 양쪽 境界條件으로 記錄되므로 해서 적은 變化比를 보였다. 反面에 潮流速은 그 變化比가 큰 값을 보였는데 역시 粗度係數가 減少할 수록 더 많은 潮流速의 變化가 發生됨을 알 수 있었다.

特定한 한 格子의 粗度係數의 變化에 對한 影響을 分析하기 爲해서 格子(3,9)地點의 粗度係數를 0.012~0.036으로 變化시키면서 그 結果를 分析해 본 結果, 그와 隣接한 몇개의 格子에서만 變化를 보였으며, 그 變化比도 全格子의 粗度係數가 變化될

때보다 훨씬 적은 값을 보였다.

4. 水深

各 格子別 水深資料는 2km×2km 內의 平均水深으로 決定되고, 흐름斷面 또한 直四角形으로 表示되므로, 水深을 비롯한 斷面要素가 實際地形과 差異를 보이게 된다. 그래서 實際對象地域에서의 흐름의 樣相을 模型에서 잘 나타내도록 하기 爲해서는 水深의 적당한 값을 決定하는 것이 重要하다. 이를 爲하여 水深을 實際水深의 $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{3}{2}$ 으로 變化시키면서 實驗結果의 變化樣相을 分析해 보았다.

Table-2에서와 같이 全格子에 對해서 水深을 變化시킨 結果 水深이 $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ 로 減少된 경우는 몇몇 地點이 低潮位보다 水深이 낮아지는 것을 비롯해서

Table-2. Comparison of Relative Variation Ratios with Different Depths(h) at Each Grids

Division	Depth h (m)	Difference	Rate A (%)	Simulated Values m or m/sec	Difference	Rate B (%)	Relative Var. Ratio B/A*
Vertical Tides	1/2 h	-1/2 h	-50.0	-1.7219	-1.3727	-51.22	1.0244
	3/4 h	-1/4 h	-25.0	-0.5389	-0.1897	-7.08	0.2832
	h	0	0.0	-0.3492	0.0	0.0	—
	5/4 h	+1/4 h	+25.0	-0.3063	0.0429	+1.60	0.0640
	3/2 h	+1/2 h	+50.0	-0.2825	0.0667	+2.49	0.0498
Tidal Velocity	1/2 h	-1/2 h	-50.0	-0.8483	-1.4234	-247.50	4.9500
	3/4 h	-1/4 h	-25.0	-0.3375	-0.9126	-158.69	6.3476
	h	0	0.0	0.5751	0.0	0.0	—
	5/4 h	+1/4 h	+25.0	0.8670	0.2919	+ 50.76	2.0304
	3/2 h	+1/2 h	+50.0	1.0851	0.5100	+ 88.68	1.7736

*Rative variation ratio = $\left(\frac{S_0 - S_1}{S_2}\right) \div \left(\frac{F_0 - F_1}{F_2}\right)$ Where, $F_0 = h$

全海域에서 움직이는 潮量을 감당해내지 못하여 극히 相異한 變化樣相을 보였다. 이를 除外하면, 양 끝 地點이 潮位境界條件으로 주어지므로 水深의 增加에 따라 水面勾配가 減少되어 潮流速이 減少됨을 알 수 있었다. 特히 粗度係數의 減少時와 水深의 增加時의 變化比의 絶對值가 비슷한 값을 보임으로써, 그 相互間의 關係가 反比例的으로 密接함을 알 수 있었다.

格子 (3,9)地點의 特定한 한 格子에 대해서 水深을 變化시킨 結果, 特定地點의 粗度係數의 變化時와 비슷한 範圍의 隣接格子에서 變化를 보였으며, 特히 格子(3,9)地點의 水深만이 變化되었으므로 水深이 減少하면 斷面積이 갑자기 減少함으로써 그 地點에서의 潮位가 上昇하게 되고 水深이 增加하게 되면, 反對로 斷面積이 갑자기 增加하게 되어 一定한 潮量을 通過시키면서 潮位는 減少하게 되었다. 그 變化比는 粗度係數의 變化時와 比較해 볼때, 潮位는 15倍 以上의 큰 값을, 潮流速은 反對로 약 1/100程度의 아주 적은 값을 보였다.

V. 要約 및 結論

水深平均 2次元 數學的 模型 TIFS를 錦江河口 및 沿海에 適用하여 그 模型의 適用性을 檢討하고 重

要媒介變數에 대한 銳敏度分析을 實施한 結果, 다음과 같은 結論을 얻을 수 있었다.

1. 模擬發生 潮位는 觀測值와 比較할 때, 推定誤差가 0.10m 內外이고 相關係數가 0.99로서 高度의 有意性을 보여 주었다.

2. 模擬發生 潮流速은 觀測值와 比較할때, 大略 0.2m/sec 內外의 差를 보여 주었고, 相關係數도 0.98程度로서 高度의 有意性을 보여 주었다.

3. 初期條件의 變化에 따른 模擬發生潮位 및 潮流速의 影響은 計算始作後 8時間, 즉, 약 290번의 反復計算後에는 거의 無視할 수 있는 것으로 나타났다.

4. 計算時間 間隔의 變化에 따른 模型의 影響은 그 變化比가 작은 값을 보임으로써 微少한 것으로 나타났다.

5. 粗度係數의 變化에 따른 模型에의 影響은 全格子에 대해서 變化된 경우에는 粗度係數가 增加하면 潮流速이 減少하는 것으로 나타났고, 特定格子에서만 變化된 경우도 같은 結果로서 단지 그 隣接格子에서만 影響을 보였다.

6. 水深의 變化에 따른 模型에의 影響은 水深이 減少되었을 때는 相異한 變化를 보였으며, 이를 除外하면 全格子에 대해서 變化될때는 水深의 增加에 따라 潮流速이 減少되었으며 特히 粗度係數와 相互

反比例的인 關係가 있음을 발견했다. 特定格子에서 만 水深을 變化시킨 경우에는, 水深의 增加에 따라 潮位가 下降하고, 潮流速은 增加함을 보였다.

參 考 文 獻

1. 建設部, 錦江流域 調查報告書 水文編. 1978.
2. 金丁勗, 韓健淵, “數值모델에 의한 灣内の 2次元 動水力學 解析”, 한국수문학회지, 15(4): 45~53, 1982.
3. 農水産部, 農業振興公社, 榮山江(Ⅲ)地區 防潮堤設置에 따른 海水面變化(I), 1984.
4. 農業振興公社, 錦江(I)地區 水文調查報告書, 1983.
5. 農業振興公社, 錦江河口둑 設置로 인한 河川形態變化研究(I, II, III), 1984.
6. J.J. Dronkers, “Tidal Computations for Rivers, Coastal Areas, and Seas”, Journal of the Hydraulics Division, ASCE, Vol.95, No. HY1, January, 1969.
7. J.J. Dronkers, “Tidal Theory and Computations”, In V.T. Chow, (ed.), Advances in Hydroscience, Vol.10, p.145-230, 1975.
8. J.J. Dronkers and J.C. Schönfeld, “Tidal Computations in Shallow Water”, Journal of the Hydraulics Division, ASCE, Vol. 81, No. 714, June, 1955.
9. John P. Grubert, “Numerical Computation of Two-Dimensional Flows”, Journal of the Waterways, Harbors and Coastal Engineering Division, ASCE, Vol. 102, No. WW 1, February, 1976.
10. K. Mahmood and V. Yevjevich, Unsteady Flow in Open Chennels (Vol. I,II) (Water Resource Publications, Fort Collins, Colorado, USA, 1975).