韓國海岸・海洋工學會誌
第7卷 第4號, pp.368~378, 1995年 12月

南海島 海域 潮汐의 迅速 推定法
Rapid Estimation Method of Tidal Predictions in Namhaedo Area

崔秉昊*・高珍錫**・金東喆*
Byung Ho Choi*, Jin Seok Ko** and Dong Chule Kim*

要 旨：2次元 水深積分된 潮汐 數値模型을 利用하여 南海島 海域의 獨立的인 主要 8個 分潮(M_2, S_2, K_2, N_2, K_1, O_1, P_1, Q_1)에 대한 潮汐圖와 潮流 楕圓圖를 提示하고, 旣存의 觀測値와 比較하였다. 이 8個 分潮의 開放境界潮汐에 의해 模型海域의 1個月 實時間 潮汐(潮位, 潮流)을 算定하여 매 格子點에서의 潮位와 潮流를 調和分析하여 구해진 調和常數를 豫報常數로 하여 Data Table을 構築하였다. 構築된 Data Table에 의해서 潮位와 潮流豫報 알고리즘에 의해 對象海域內 潮汐의 時空間的 推定을 迅速하게 遂行할 수 있는 體系를 構成하였다.

Abstract□ Using two-dimensional depth-integrated tidal computation model, tidal charts of eight major tidal constituents (M_2, S_2, K_2, N_2, K_1, O_1, P_1, Q_1) are presented for Namhaedo area. Computed distributions of tides were compared with observations. Subsequently, the model was run for one month to derive harmonic constants of tides and tidal currents, thus for formulating predictve data tables. Data tables are then used as PC-based rapid estimation of tides in this area.

1. 緒 論

南海島 海域은 우리나라의 南海 中部에 位置한 곳으로서 光陽 製鐵所의 建設에 關聯한 埋立, 水路浚渫 및 光陽港 建設 등의 事業이 活潑한 海域으로 南海島, 創善島 등의 섬과 光陽灣, 麗水海灣, 晋州灣, 露梁海峽을 包含하는 地域이다. 前回의 研究(李 等, 1988; 崔, 1990; 崔와 高, 1993)에서는 光陽灣과 麗水海灣에 局限되는 潮汐數値模型을 樹立하여 光陽灣內의 製鐵敷地 造成에 따른 潮汐의 變化를 報告한바 있다. 今回의 研究에서는 模型의 領域을 南側으로는 南海島를 包含하고 東側으로는 晋州灣을 包含시켜 더 넓은 地域의 潮汐의 樣相을 把握코저 하였는데 이는 麗水海灣에 進入하는 大規模 船舶의 導船活動이 南海島 海域으로부터 始作되며 또는 이 海域에 頻繁한 漏出油事故 亦是 隣近 露梁海峽을 통해 晋州灣까지 擴散되는 境遇가 많기 때문이다. 模型의 南側境界와 東側境界를 開放境界로 設定하였고 南側境界는 돌산도 동쪽 海岸에서 遠海, 東側境界는 三千浦港의 下端部를 起點으로 縱斷하여 設定하였는데 模型의 格子 間隔은 250 m로서 56 km×51 k의 海域을 包含하며, 總格子數 45,900(225×204)個의 格子要素로 構成되어 있으며 最大水深은 40m인 海域이다. 水深資料는 交通部 水路局 海圖(No.209, No.256, 1991年 發行)에서 디지타이징을 통해 취하였다. 計算間隔 Δt의 採擇은 陽解 安定條件(Courant-Friedrich-Lewy, CFL)을 考慮하여 3秒로 採擇하였다. 本 研究에서는 2次元 水深積分된 潮汐數値模型을 利用하여 對象 海域의 獨立的인 主要 8個 分潮(M_2, S_2, K_2, N_2, K_1, O_1, P_1, Q_1)에 대한 潮汐圖와 潮流 楕圓圖를 提示하고, 旣存의 觀測値와 比較함으로써 信賴性을 檢討하고, 이 8個 分潮의 開放境界潮汐에 의한 模型海域의 1個月 實時間 潮汐(潮位, 潮流)을 算定하여 매 格子點에서의 潮位와 潮流를 調和分析하여 分析된 調和常數를 豫報常數로한 Data Ta-

*成均館大學校 土木工學科 (Department of Civil Engineering, Sung Kyun Kwan University, Science Campus, Suwon 440-746, Korea)
**成均館大學校-韓國海洋研究所 學研大學院課程 (Sung Kyun Kwan University-Korea Ocean Research and Development Institute Joint Program on Coastal and Ocean Engineering)

ble을 構築하였다. 構築된 Data Table에 의해서 潮位와 潮流豫報 알고리즘에 의해 對象海域內의 潮汐의 時空間的 算定을 迅速하게 PC에서 即時的으로 遂行할 수 있는 迅速豫報 體系의 根幹을 仁川灣 潮汐의 迅速豫報體系(崔, 1995b)의 骨格과 類似하게 構成하였다. 本 硏究에 의해 樹立된 迅速 潮汐 豫報 體系는 이 海域의 巨大 油槽船, 鐵鑛 運搬船의 導船活動에 一次的인 도움을 줄 수 있을 것이며 이 海域에서 頻繁한 漏出油 事故時에는 油類擴散 防除 活動에 基本이 될 潮汐情報를 提供해 줄 수 있다.

2. 獨立的인 8個 分潮의 算定

2.1 支配 方程式

本 모델에 利用된 潮汐, 潮流에 관한 數值實驗方法은 有限差分(finite difference)技法으로 偏向力(corioris force), 非線型 移流項(advection term)과 摩擦項(friction term)이 包含된 潮汐方程式의 解를 2次元의 直交座標界 上에서 구하는 것이며 支配 方程式은 아래와 같다(Flather and Heaps 1975; Choi, 1980).

連續 方程式(Continuity equation)

$$\frac{\partial \xi}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}(Hu)+\frac{\partial}{\partial y}(Hv)=0 \tag{1}$$

運動 方程式(Depth-mean motion equation)

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}-fv+\frac{ku(u^2+v^2)^{1/2}}{H}+g\frac{\partial \xi}{\partial x}+\frac{1}{\rho}\frac{\partial P_a}{\partial x}-\frac{F^{(s)}}{\rho H}=0 \tag{2}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}-fu+\frac{kv(u^2+v^2)^{1/2}}{H}+g\frac{\partial \xi}{\partial y}+\frac{1}{\rho}\frac{\partial P_a}{\partial y}-\frac{G^{(s)}}{\rho H}=0 \tag{3}$$

여기서 各 記號는 다음과 같다.

x, y : 靜水海面의 水平面上의 直交座標
t : 時間
ξ : 靜止海水面上의 海面水位
h : 靜止海面下의 水深
H : 總水深(H = h + ξ)

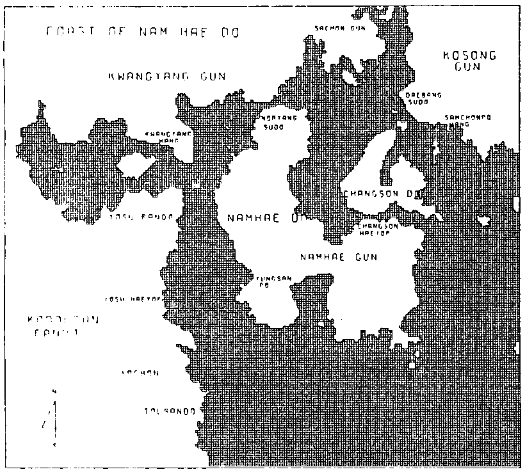

Fig. 1. 南海島 海域의 有限格子體系.

f : Coriolis係數 (均一한 것으로 假定, f = 2wsinφ, φ : 緯度)
k : 海底摩擦係數(k = 0.0025)
g : 重力加速度
ρ : 海水密度(均一한 것으로 假定)
P_a : 精髓氣壓
$F^{(s)}$, $G^{(s)}$: 海面에 미치는 바람應力의 x, y方向成分
u', v' : 直交座標 x, y의 增加方向으로의 速度成分

水深平均된 流速(depth-mean current) u, v는 다음과 같이 定意된다.

$$u=\frac{1}{H}\int_{h}^{\varphi}u'dz,\ v=\frac{1}{H}\int_{h}^{\varphi}v'dz \tag{4}$$

上記式에서 動壓力 效果는 無視되고 靜水力學的인 分布를 가지며 水深平均된 流速이 算定되므로 境界層 두께는 均一流速分布의 假定에 根據한다. 基本式 (1)~(3)의 有限差分式은 Fig. 1에 提示된 南海島 海域의 有限差分格子體系를 이용하여 海水流動現象을 硏究하기 위하여 數值的으로 풀이되었는데 仔細한 數值解析方法은 여러 文獻에 紹介되어 있으므로(崔, 1980; Choi, 1981), 本 硏究에서는 이에 대한 言及은 省略하기로 한다. 上記의 方程式을 풀기 위하여는 初期條件(initial condition)과 境界條件(boundary condition)이 必要하다. 初期條件은 ξ, u, v의 算定을 初期靜止狀態(t = 0, ξ = u = v = 0)에서 算出한다. 陸地境界條件(land boundary condition)은 海岸에 法線方

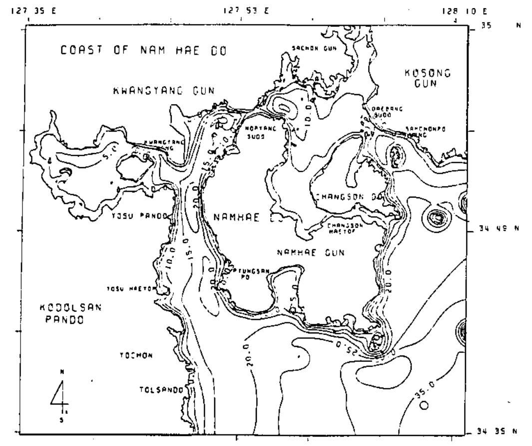

Fig. 2. 南海島 海域의 水深分布(水深: m).

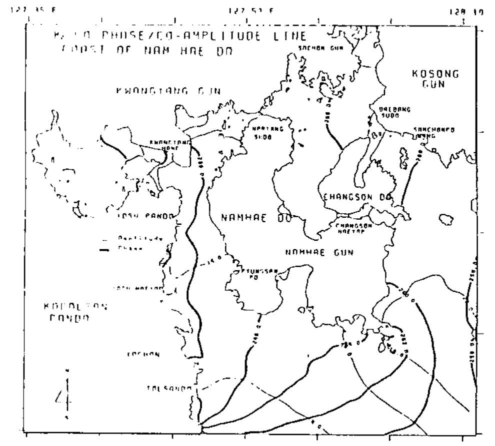

Fig. 3(c). K_2 分潮.

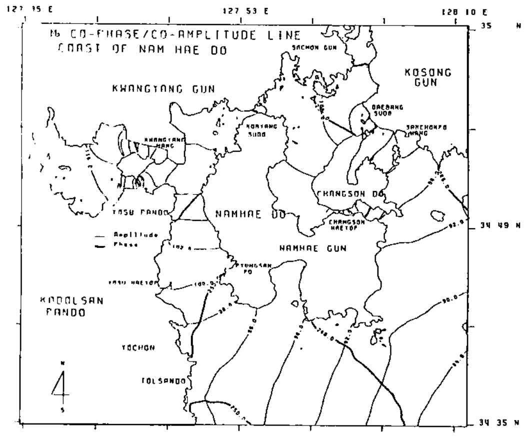

Fig. 3(a). M_2 分潮.

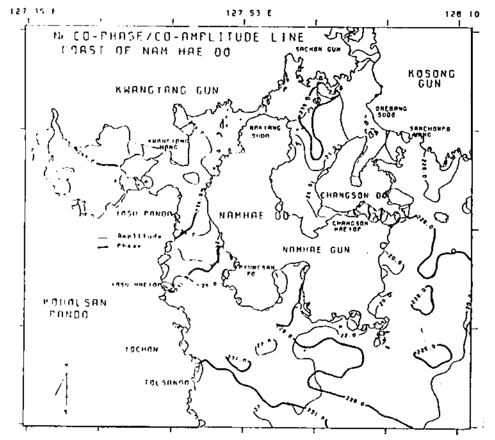

Fig. 3(d). N_2 分潮.

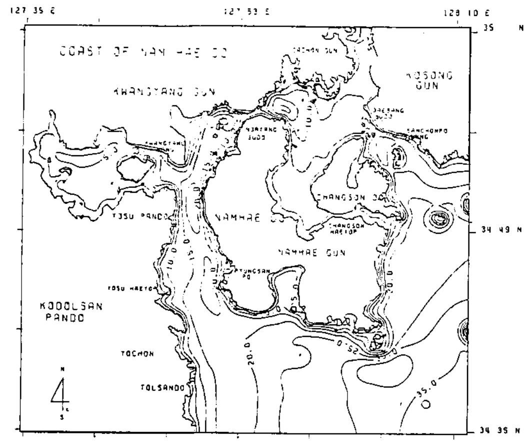

Fig. 3(b). S_2 分潮.

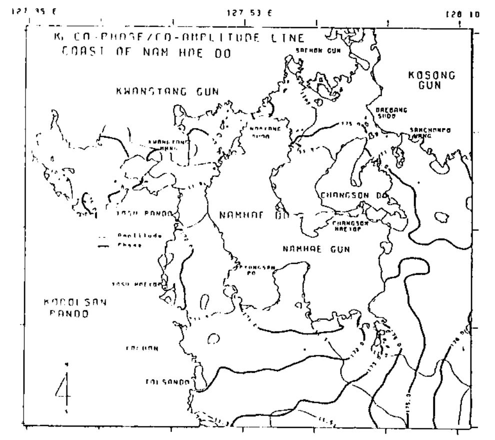

Fig. 3(e). K_1 分潮.

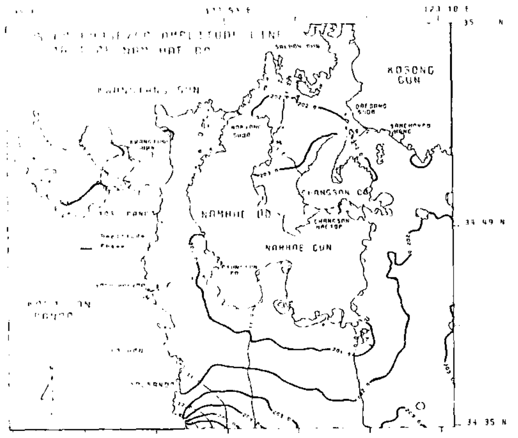

Fig. 3(f). O_1 分潮.

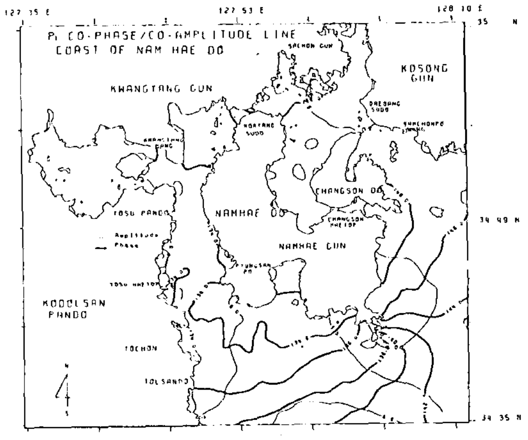

Fig. 3(g). P_1 分潮.

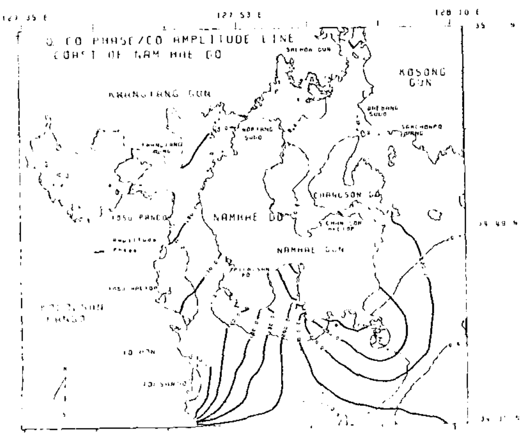

Fig. 3(h). Q_1 分潮.

Fig. 3. 8個 分潮의 潮汐圖.

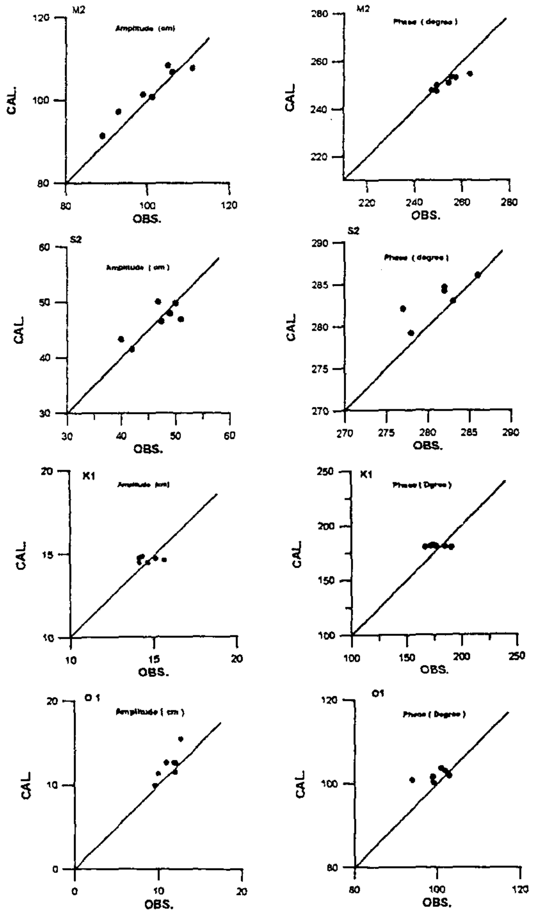

Fig. 4. 4개 主要分潮(M_2, S_2, K_1, O_1) 潮位 및 位相의 觀測値와 計算値 比較.

向으로의 流速 및 流量을 영으로 假定한다. 本 數値模型의 外海開放境界面에서의 入力 데이터(振幅, 位相)는 利用 可能한 沿岸의 觀測 資料(Choi, 1980; 浦鐵, 1982)를 土臺로 하였다. 計算의 安定을 위하여 開放境界附近 約 5格子程度는 非線型 移流項을 包含하지 않고 流速을 計算하였다. 潮汐模型은 海面壓力傾斜項과 海面바람應力項을 包含하여 潮汐과 氣象影響을 獨立的 또는 複合的으로 算定할 수 있도록 프로그램하여 潮汐과 海溢을 調合한 氣象影響의 相互作用이 考慮될 수 있도록 設計하였다.

2.2 8個 分潮의 潮汐圖와 潮流楕圓圖

模型의 有限格子體系(finite-difference grid system)는 Fig. 1에 提示한 바와 같으며 250m의 解像度를 갖으며, 水深分布는 Fig. 2로서 提示하였다. 模型의

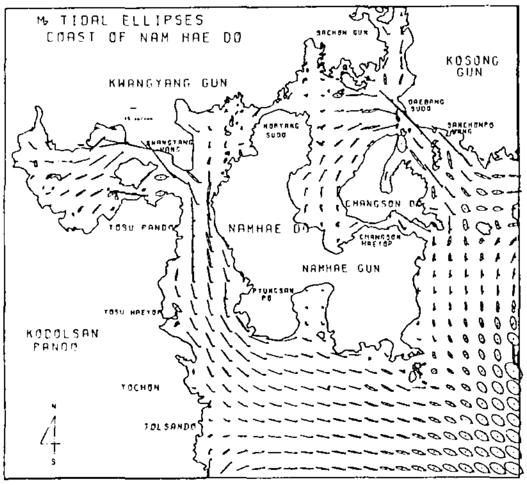

Fig. 5(a). M_2 分潮.

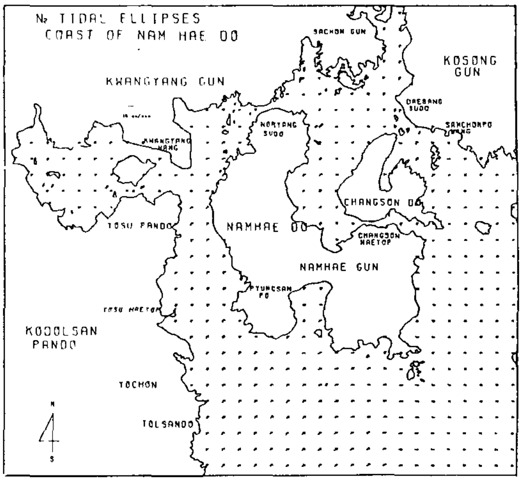

Fig. 5(d). N_2 分潮.

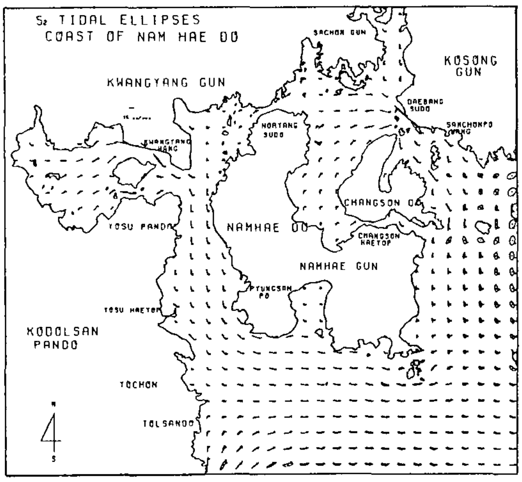

Fig. 5(b). S_2 分潮.

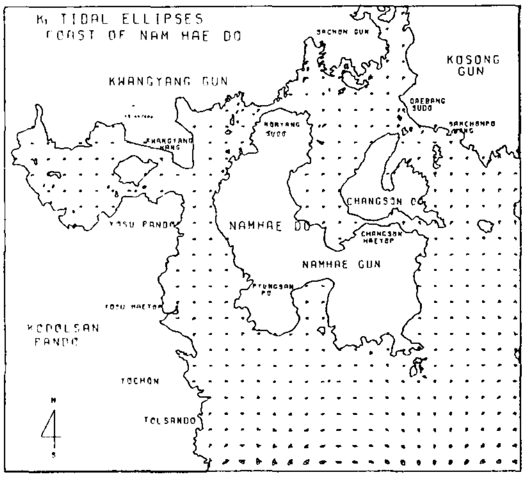

Fig. 5(e). K_2 分潮.

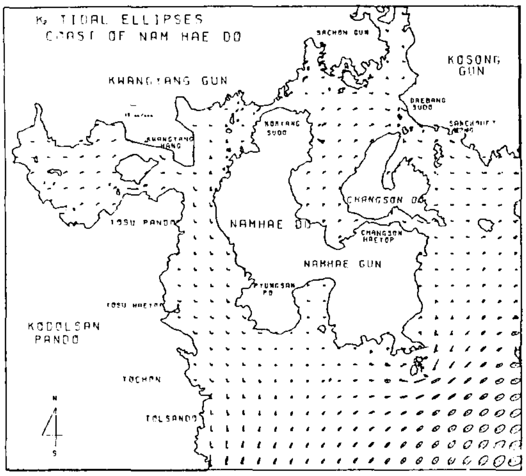

Fig. 5(c). K_2 分潮.

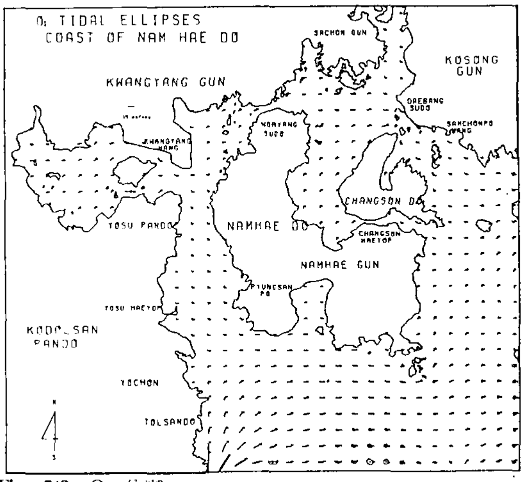

Fig. 5(f). O_2 分潮.

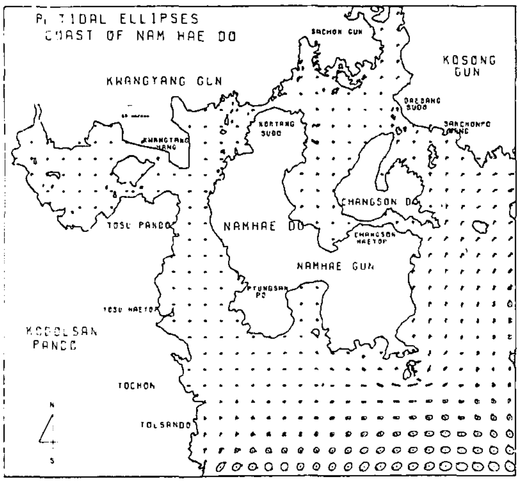

Fig. 5(g). P_2 分潮.

Fig. 5(h). Q_2 分潮.

Fig. 5. 8個 分潮의 潮流 楕圓圖.

開放境界를 따라 潮汐觀測이 이루어지지 않았으므로 旣存 沿岸觀測値와 廣域의 潮汐模型(崔, 1995a)의 潮汐波及 形態를 參照하여 附與한 境界潮汐에 의해 內部領域의 觀測値와 計算結果가 接近할 때 까지 算定하였다. 模型에 의해 獨立的으로 算定된 主要한 潮汐의 半日週潮(M_2, S_2, K_2, N_2)와 日週潮(K_1, O_1, P_1, Q_1)의 潮汐 分布는 Fig. 3(a)~Fig. 3(h)의 潮汐圖로 提示하였다. 數値模型에 의해 算定된 結果와 觀測値와의 比較를 위해 8個 地點을 採擇하여 4個 主要分潮(M_2, S_2, K_1, O_1)에 대한 計算値와 觀測値를 比較하여 Fig. 4로 나타내었다. 나머지 4個 分潮는 外海境界와 光陽港 檢潮所間의 潮差 및 潮時差가 크지 않음에 따라 光陽港 觀測値와 類似한 結果를 提示하고 主要日週潮와 半日週潮 潮汐體系와 類似하므로 이를 豫報의 根幹이 될 潮汐圖로 採擇하였다. Fig. 5의 潮流楕圓圖는 各 分潮의 潮流 强度의 分布의 크기와 波及方向을 提示하고 있다. 光陽灣에서 觀測 結果(李 等, 1988)에 M_2 分潮의 潮汐과 潮流의 位相差는 約 80°로서 摩擦項이 考慮되지 않은 狀態下에서 完全 反射에 의한 定常波의 境遇에 位相差가 90°임을 考慮하면, 麗水海灣과 智進島 사이에서의 潮汐은 定常波로 看做된다. 즉, 平衡潮汐狀況下에서 漲·落潮流는 低, 高潮時頃에 시작하여, 低高潮時後 約 3時間後에 最强流速이 나타난다. 또한 麗水海灣과 智進島 사이에서의 潮汐의 振幅과 位相이 거의 一定하므로 進行波의 性質이 거의 없는 定常波가 形成된다. 反面에 K_2 分潮의 境遇는 潮位와 潮流의 位相角은 約 50°로 進行波의 特性이 남아 있는 것으로 報告되었다. 또한 光陽灣에서 淺海潮는 潮汐보다 潮流에 있어서 相對的으로 重要하다. 潮汐의 境遇는 智進島에서 M_4 分潮의 振幅은 M_2 分潮의 2% 未滿에 不過하지만 接近水路에서 潮流의 北方은, 東北 成分의 M_4 分潮流는 M_2 分潮流의 約 10%, 20%에 달하는 比重을 갖고 있다.

3. 實潮汐時間 算定과 迅速推定法

3.1 實潮汐時間 算定

潮汐模型의 開放境界(Open boundary)에서 潮位變化 ξ는 調和理論에 立脚하여 時間(t), 空間(x, y)의 函數가 되며 任意의 時間 t에서의 潮位는 다음과 같다.

$$\xi(x,\ y,\ t)=Z_0(x,\ y,\ t)+\sum f_iH_i(x,\ y)\times\cos(V_i+\sigma_it+U_i-k_i(x,\ y)) \quad (5)$$

Z_0 : 平均海面

f_i, U_i : 分潮의 振幅과 位相의 18.6年 變化를 考慮한 nodal factor

H_i : 分潮의 振幅

σ_i : 分潮의 速度

V_i : 紀元時(t=0)에서 Greenwich에서의 平衡分潮에 相應하는 位相

k_i : 平衡分潮에 대한 分潮의 遲角

여기서 H_i는 調和常數로서 分潮의 振幅과 局地的인 遲角인데 開放境界에서의 潮汐은 8個의 分潮 M_2, S_2,

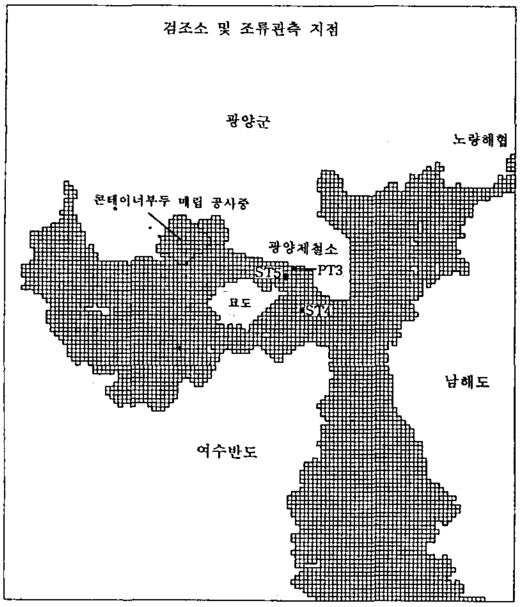

Fig. 6. 光陽港 檢潮所(PT3) 및 潮流 觀測 地點(ST4, ST5).

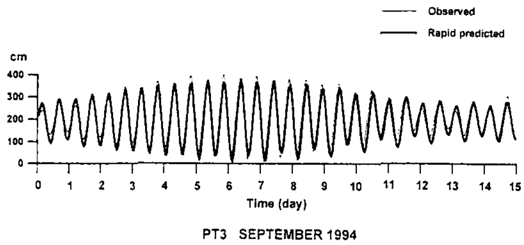

Fig. 7. 光陽港 檢潮所 潮位의 觀測値와 豫報値의 比較(1994年 9月).

K_2, N_2, K_1, O_1, P_1, Q_1의 潮汐圖(振幅, 位相)로부터 취하였다. σ_i는 分潮의 角速度, V_i는 相應하는 分潮의 124.5°E의 子午線의 平衡分潮의 位相(潮汐推定始作日時)이며 f_i, U_i는 振幅과 位相(遲角)의 18.6年 潮汐 週期의 變化를 考慮한 nodal factor이다. V_i, f_i, U_i는 Schreman의 文獻(1958), 交通部水路局의 潮汐計算用諸標 또는 軌道要素 s, h 및 n을 包含한 式(Doodson, 1921)에서 구할 수 있는데 본 模型에서는 첫 算定 期間의 入力(day number)으로부터 計算되게 프로그램하였다. 實潮汐時間의 算定은 1989年 1月의 1個月 期間을 算定하여 後述될 迅速推定法의 基本資料가 되었다.

3.2 迅速 推定法

任意 地點, 任意 時刻에 대한 潮汐豫報는 對象 海域에 대한 潮汐 模型으로부터 算定된 長期의 매 格

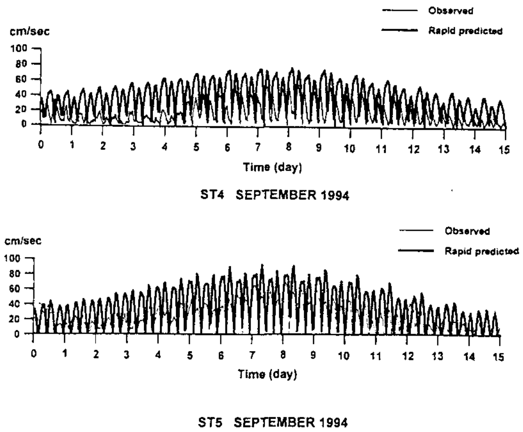

Fig. 8(a). ST4, ST5 地點의 潮流 크기의 觀測値와 豫報値의 比較(1994年 9月).

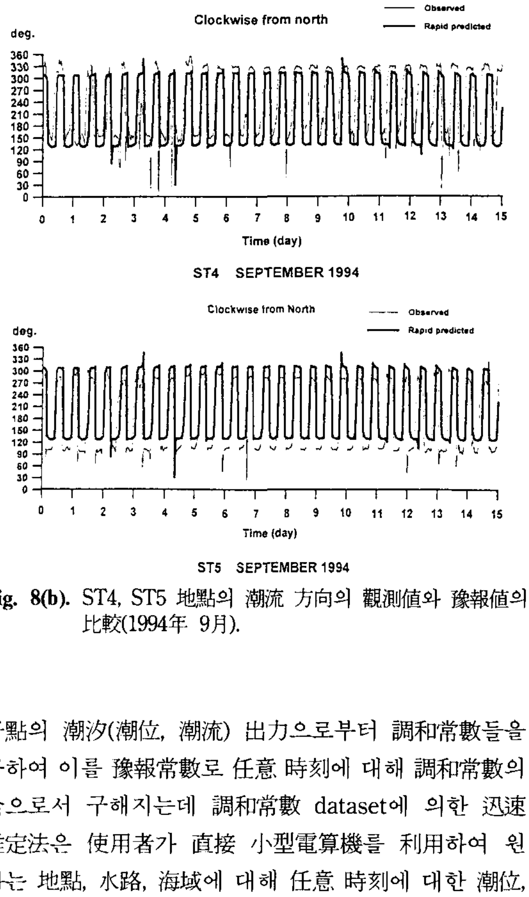

Fig. 8(b). ST4, ST5 地點의 潮流 方向의 觀測値와 豫報値의 比較(1994年 9月).

子點의 潮汐(潮位, 潮流) 出力으로부터 調和常數들을 구하여 이를 豫報常數로 任意 時刻에 대해 調和常數의 合으로서 구해지는데 調和常數 dataset에 의한 迅速推定法은 使用者가 直接 小型電算機를 利用하여 원하는 地點, 水路, 海域에 대해 任意 時刻에 대한 潮位, 潮流算定을 迅速하게 遂行하여 潮汐情報를 容易하게 活用해야 한다는 觀點에서 體系를 構成하였다. 潮汐의 調和常數에 의한 潮流의 迅速豫報의 理論的 背景은 本 號(崔, 1995b)에 收錄되어 있으므로 省略키로 한다.

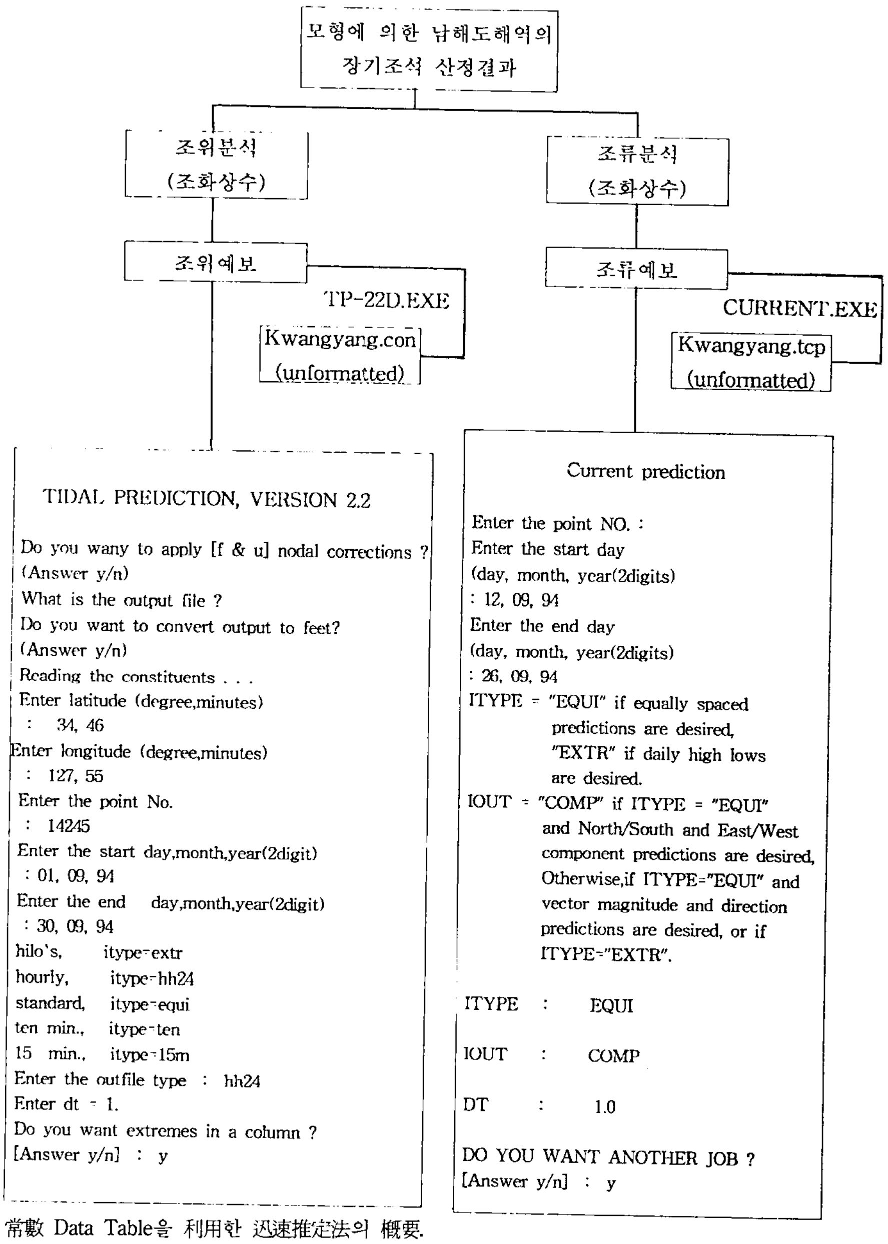

Fig. 9. 調和 常數 Data Table을 利用한 迅速推定法의 槪要.

3.3 模型의 檢證

樹立된 迅速豫報體系의 檢證을 위하여 推定된 算定値와 光陽港의 檢潮所(PT3)에서 1994年 9月, 15日 동안 觀測한 潮位資料와 比較하였다(FIg. 7). 比較結果는 高潮, 低潮시 一部를 除外하고는 잘 一致하였는데 이 差異는 迅速推定値는 8個 分潮에 의한 값이고 실제 관측치는 8個 分潮를 包含한 다수의 分潮에 의한 影響과 氣象 變化 등에 의한 영향을 포함한 값이기 때문이다. 潮流 豫報는 模型의 각 格子點에서 算定된 東向, 北向流速의 潮流 분석치인 각 格子點의 分潮의 反長軸 크기, 反短軸 크기, 장축의 配列方向, Greenwich 遲角의 입력 자료로부터 수행되는데 主長軸方向이 追加的으로 입력된다. 이 경우의 潮流 豫報는 매 시간별 潮流의 크기, 方向 또는 一日 最强流速의 크기, 方向이 算定되는데 역시 한달 豫報에 대해 2-3秒의 迅速한 豫報가 이루어진다. 이 潮流의 分析 및

Table 1. 定點 PT3의 조위예보 예(1993년 9월)
Hourly Predictions for Kwangyang Hang (PT3)
Latitude=34 46 Longitude=127 54 Time zone= DT=1.0000 Hours
Heights Are in Metres Referred to M.S.L
September 1993

DAY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24 Hour
1	−0.66	−0.95	−1.02	−0.78	−0.31	0.20	0.66	1.00	1.07	0.82	0.38	−0.10	−0.56	−0.90	−1.04	−0.87	−0.44	0.09	0.58	0.97	1.10	0.87	0.40	−0.10
2	−0.59	−0.98	−1.17	−1.06	−0.63	−0.06	0.50	0.96	1.20	1.09	0.67	0.15	−0.35	−0.79	−1.05	−1.01	−0.67	−0.12	0.43	0.90	1.17	1.09	0.66	0.08
3	−0.45	−0.93	−1.25	−1.28	−0.96	−0.39	0.25	0.81	1.20	1.29	0.99	0.44	−0.11	−0.60	−0.98	−1.10	−0.88	−0.38	0.22	0.76	1.15	1.26	0.97	0.37
4	−0.26	−0.78	−1.22	−1.42	−1.26	−0.77	−0.10	0.54	1.06	1.35	1.26	0.79	0.18	−0.36	−0.81	−1.09	−1.04	−0.66	−0.05	0.54	1.02	1.30	1.22	0.74
5	0.05	−0.56	−1.05	−1.40	−1.45	−1.13	0.53	0.17	0.78	1.22	1.38	1.12	0.55	−0.06	−0.54	−0.93	−1.09	−0.89	−0.40	0.22	0.77	1.17	1.32	1.07
6	0.48	−0.22	−0.78	−1.20	−1.46	−1.38	−0.95	−0.30	0.36	0.92	1.27	1.30	0.94	0.34	−0.22	−0.64	−0.94	−0.99	−0.70	−0.18	0.41	0.89	1.20	1.23
7	0.88	0.25	−0.40	−0.89	−1.25	−1.41	−1.24	−0.78	−0.15	0.46	0.95	1.22	1.16	0.77	0.21	−0.28	−0.64	−0.87	−0.85	−0.53	−0.04	0.48	0.90	1.13
8	1.09	0.71	0.12	−0.46	−0.88	−1.19	−1.31	−1.11	−0.67	−0.10	0.46	0.88	1.11	1.04	0.67	0.18	−0.24	−0.56	−0.77	−0.73	−0.45	−0.02	0.44	0.81
9	1.01	0.96	0.62	0.10	−0.40	−0.78	−1.09	−1.20	−1.04	−0.65	−0.14	0.37	0.77	1.01	0.98	0.67	0.24	−0.13	−0.45	−0.68	−0.69	−0.49	−0.11	0.31
10	0.67	0.90	0.90	0.64	0.20	−0.25	−0.64	−0.98	−1.14	−1.05	−0.73	−0.25	0.25	0.68	0.97	1.01	0.76	0.37	−0.01	−0.38	−0.67	−0.76	−0.63	−0.29
11	0.14	0.54	0.84	0.94	0.77	0.38	−0.07	−0.51	−0.91	−1.14	−1.13	−0.86	−0.38	0.15	0.64	1.01	1.12	0.92	0.51	0.08	−0.37	−0.75	−0.92	−0.84
12	−0.50	−0.01	0.47	0.88	1.08	0.97	0.59	0.09	−0.42	−0.90	−1.22	−1.27	−1.00	−0.49	0.11	0.69	1.14	1.30	1.07	0.61	0.09	−0.46	−0.92	−1.16
13	−1.09	−0.68	0.11	0.49	1.00	1.29	1.20	0.77	0.20	−0.41	−0.96	−1.34	−1.42	−1.11	−0.52	0.16	0.82	1.33	1.48	1.18	0.62	0.00	−0.63	−1.16
14	−1.43	−1.31	−0.79	−0.10	0.59	1.20	1.52	1.40	0.88	0.22	−0.46	−1.08	−1.49	−1.54	−1.14	−0.45	0.30	1.01	1.53	1.61	1.20	0.53	−0.17	−0.86
15	−1.42	−1.66	−1.44	−0.80	−0.01	0.77	1.42	1.73	1.50	0.88	0.16	−0.57	−1.21	−1.61	−1.58	−1.06	−0.30	0.49	1.22	1.69	1.65	1.10	0.36	−0.40
16	−1.11	−1.65	−1.81	−1.45	0.69	0.15	0.97	1.62	1.85	1.50	0.80	0.04	−0.70	−1.33	−1.66	−1.50	−0.88	−0.09	0.71	1.40	1.76	1.56	0.90	0.12
17	−0.64	−1.34	−1.81	−1.84	−1.33	−0.52	0.35	1.16	1.75	1.85	1.38	0.64	−0.11	−0.82	−1.39	−1.60	−1.31	−0.64	0.15	0.90	1.50	1.71	1.36	0.64
18	−0.13	−0.86	−1.49	−1.85	−1.73	−1.13	−0.30	0.54	1.29	1.77	1.72	1.18	0.46	−0.24	−0.90	−1.35	−1.43	−1.05	−0.37	0.36	1.02	1.48	1.53	1.07
19	0.36	−0.35	−1.02	−1.55	−1.76	−1.52	−0.88	−0.09	0.68	1.33	1.67	1.50	0.94	0.29	−0.34	−0.89	−1.22	−1.18	−0.75	−0.13	0.50	1.05	1.35	1.26
20	0.76	0.11	−0.51	−1.08	−1.48	−1.56	−1.25	−0.64	0.07	0.74	1.26	1.46	1.23	0.71	0.16	−0.37	−0.80	−1.00	−0.89	−0.48	0.05	0.56	0.96	1.13
21	0.95	0.47	−0.07	−0.59	−1.04	−1.31	−1.30	−0.99	−0.44	0.16	0.71	1.10	1.20	0.96	0.53	0.09	−0.33	−0.64	−0.74	−0.62	−0.29	0.14	0.53	0.80
22	0.86	0.66	0.27	−0.15	−0.56	−0.90	−1.07	−1.04	−0.77	−0.32	0.16	0.59	0.87	0.93	0.75	0.43	0.10	−0.23	−0.44	−0.51	−0.43	−0.18	0.13	0.41
23	0.58	0.61	0.46	0.18	−0.14	−0.45	−0.71	−0.84	−0.82	−0.62	−0.28	0.09	0.43	0.66	0.73	0.62	0.40	0.15	−0.10	−0.28	−0.38	−0.35	−0.18	0.05
24	0.26	0.39	0.44	0.37	0.19	−0.04	−0.30	−0.52	−0.65	−0.69	−0.57	−0.31	−0.01	0.27	0.50	0.62	0.57	0.43	0.22	−0.01	−0.19	−0.33	−0.37	−0.26
25	−0.07	0.12	0.28	0.39	0.40	0.29	0.09	−0.16	−0.39	−0.56	−0.66	−0.59	−0.37	−0.09	0.19	0.45	0.60	0.59	0.46	0.24	−0.01	−0.23	−0.41	−0.47
26	−0.36	−0.16	0.07	0.29	0.47	0.51	0.41	0.20	−0.09	−0.35	−0.56	−0.69	−0.63	−0.40	−0.10	0.22	0.50	0.66	0.63	0.46	0.18	−0.12	−0.37	−0.57
27	−0.61	−0.44	−0.16	0.14	0.42	0.63	0.65	0.50	0.23	−0.11	−0.41	−0.65	−0.76	−0.64	−0.35	0.00	0.36	0.64	0.74	0.62	0.36	0.01	−0.33	−0.60
28	−0.77	−0.71	−0.43	−0.06	0.32	0.64	0.82	0.76	0.51	0.15	−0.24	−0.55	−0.78	−0.80	−0.56	−0.19	0.22	0.58	0.80	0.78	0.53	0.16	−0.26	−0.62
29	−0.86	−0.93	−0.71	−0.30	0.16	0.58	0.89	0.97	0.77	0.41	−0.03	−0.44	−0.74	−0.88	−0.75	−0.38	0.07	0.50	0.83	0.93	0.72	0.32	−0.13	−0.58
30	−0.93	−1.09	−0.99	−0.59	−0.06	0.46	0.89	1.11	1.03	0.67	0.20	−0.28	−0.68	−0.91	−0.90	−0.59	−0.10	0.40	0.81	1.04	0.96	0.55	0.03	−0.48

Table 2. 定點 ST4의 조류예보 예(1994년 9월)
Equally Spaced Predictions for Station ST4
Latitude=37 30 Longitude=126 40 Time Zone= DT=1.0000 Hours
Predictions Are in Component from with One Record of North/South Values Followed by Their Corresponding East/West Values

Stn	1st hr	Date	1	2	3	4	5	6	7	8	Hrs
1	1.00	12 9 94	33.92	25.80	13.00	−7.31	−24.97	−33.41	−36.92	−37.18	1.00
1	1.00	12 9 94	−41.50	−33.07	−17.68	6.18	28.03	40.49	46.11	45.71	1.00
1	9.00	12 9 94	−31.38	−14.67	12.90	35.91	41.35	37.21	29.81	13.30	1.00
1	9.00	12 9 94	36.91	16.27	14.79	−40.93	−49.21	−45.88	−36.50	−16.54	1.00
1	17.00	12 9 94	−8.20	−23.69	−32.37	−36.24	−34.80	−226.56	−6.52	20.76	1.00
1	17.00	12 9 94	9.00	28.67	40.54	45.13	41.80	29.77	5.79	−24.50	1.00
1	1.00	13 9 94	37.07	37.08	30.37	17.95	−1.57	−20.23	−32.66	−39.01	1.00
1	1.00	13 9 94	−43.41	−45.03	−37.47	−22.00	1.53	24.48	40.49	48.44	1.00
1	9.00	13 9 94	−39.47	−34.70	−19.99	7.790	33.68	42.95	41.25	34.06	1.00
1	9.00	13 9 94	47.89	39.61	20.41	−11.01	−39.68	−51.13	−49.58	−39.91	1.00
1	17.00	13 9 94	17.35	−4.99	−24.27	−36.86	−41.32	−40.20	−33.70	−12.56	1.00
1	17.00	13 9 94	−19.35	7.23	30.43	45.54	50.30	46.80	35.85	10.53	1.00

Name, Major and Minor Semi-Axis Lengths, Ellipse Angle of Inclination, and Greenwich Phase Lag of Constituents used to get the Above Predictions (Inclination is in Degrees Counter-Clockwise from East)

1	Z0	4.349	0.000	138.4	180.0	2	MSF	1.954	0.000	138.4	163.3	3	ZQ1	0.150	0.000	138.4	63.9
4	Q1	0.074	0.000	138.4	259.0	5	O1	4.067	0.000	138.4	218.0	6	NO1	0.301	0.000	138.4	54.5
7	K1	5.021	0.000	138.4	97.3	8	J1	0.199	0.000	138.4	282.1	9	OO1	0.160	0.000	138.4	49.3
10	UPS1	0.038	0.000	138.4	187.1	11	N2	16.622	0.000	138.4	147.5	12	M2	73.264	0.000	138.4	250.1
13	S2	19.892	0.000	131.6	234.6	14	ETA2	0.827	0.000	131.6	180.3	15	MO3	0.975	0.000	131.6	95.3
16	M3	0.023	0.000	131.6	222.7	17	MK3	0.715	0.000	131.6	329.2	18	SK3	0.706	0.000	131.6	14.1
19	MN4	2.711	0.000	131.6	350.2	20	M4	7.137	0.000	131.6	100.8	21	MS4	3.356	0.000	131.6	90.7
22	S4	0.342	0.000	131.6	43.7	23	2MK5	0.415	0.000	131.6	43.9	24	2SK5	0.136	0.000	131.6	31.6
25	2MN6	3.585	0.000	131.6	135.4	26	M5	5.279	0.000	131.6	246.7	27	2MS6	4.409	0.000	131.6	222.6
28	2SM6	0.547	0.000	131.6	197.2	29	3MK7	0.199	0.000	131.6	246.3	30	MB	1.096	0.000	131.6	63.9

豫報 패키지는 카나다 水路局(Foreman, 1978)이 採擇한 方法을 취하였는데 主漲潮流方向은 M_2 分潮의 漲潮 方向을 택하여 豫報토록 設計하였다. Fig. 8(a)~Fig. 8(b)는 ST4, ST5 지점에서 각각 1994年 9月, 15日 동안 실제 관측한 潮流의 流速 및 方向을 迅速 推定法에 의해 算定된 計算값과의 比較를 나타내고 있다. 潮流의 크기와 방향에 있어서 潮流의 크기는 산정 결과가 實觀測値 보다 대체적으로 큰 값을 나타내었으나 그 類型은 類似하였다. 본 연구에 사용한 海圖는 1991年 3月의 해도이다. 以後에도 光陽港 敷地의 계속적인 建設이 이루어 지고 있는데, 原料埠頭와 製品埠頭 건설에 따라 埋立이 이루어졌으며, 光陽港 낚수로 內側에 컨테이너 埠頭 建設 工事로 인한 매립이 계속 되고 있어 예측의 誤差를 誘發시키기도 한다. 潮流의 方向에 대하여서는 ST4, ST5에서 良好하게 一致하였으며 憩流時에 10° 정도 차이를 보였다.

調和 常數 Data Table을 利用한 迅速 推定法의 運用方法 및 出力 形態는 Fig. 9 및 Table 1, 2와 같으며 現在 模型出力結果를 GUI상에서 便利하게 그래픽으로 제시하는 課業이 遂行中에 있다.

4. 結　論

大規模 埋立과 港灣의 建設에 따른 大形船泊의 運用과 沿岸 開發에 따른 環境變化 등의 豫測 및 번번히 일어나는 海上事故에 대한 被害 輕減의 對策의 하나로서 沿岸海洋學的인 豫報의 必要性이 要請되고 있다. 本 硏究에서는 南海島 海域의 2次元 潮汐模型의 結果를 土臺로 한 對象 海域 전체에 대한 潮汐의 調和常數를 이용하여 直接 特定位置와 特定時刻의 潮位 및 潮流를 推定하는 實潮汐時間 迅速 潮汐 豫報 體系를 樹立하였다. 이러한 迅速 豫報 體系의 樹立은

韓國 沿海 潮汐의 綜觀的 推定(synoptic prediction)을 迅速하게 遂行하기 위한 努力의 一環으로서 遂行中에 있다. 本 研究에서는 섬진강 등 河川의 流入에 의한 影響은 考慮하지 않았으므로 河川 모델과의 動的 結合을 시도하면 보다 나은 結果를 얻을 수 있을 것이다.

謝 辭

본 研究는 1995年度 韓國機械研究院의 "韓國近海의 潮流豫測"(海上漏出油 擴散防止 技術開發의 委託課題)로서 부분적인 연구 支援이 있었다.

參考文獻

李錫祐, 崔秉昊, 金泰仁, 1988. 光陽灣의 潮汐 現象. 大韓土木學會, 光陽工業團地 造成 심포지움 論文集.

崔秉昊, 1990. 光陽灣의 2次元 潮汐數値模型. 成均館大學校 論文集(科學技術篇), 41.

崔秉昊, 高珍錫, 1993. 迅速推定法에 의한 光陽灣 潮汐의 實時間豫報體系, 韓國海岸・海洋工學會 1993年 定期學術講演會 抄錄集 pp. 160-165.

崔秉昊, 方仁權, 金暻煥, 1994. 大韓海峽潮流의 3次元的分布, 韓國海岸・海洋工學會誌, 第6卷 第4號, pp. 421-438.

崔秉昊, 1995a. 西海岸 開發에 따른 西海(黃海) 潮汐의 變化, 自然保存 90, pp. 37-50.

崔秉昊, 1995b. 仁川灣 潮汐의 迅速豫報, 韓國海岸・海洋工學會誌, 7(4).

浦項綜合製鐵(株), 1982, 光陽灣 數理模型實驗- 海洋調査報告書.

浦項綜合製鐵(株), 1989. 光陽製鐵所 敷地周邊 河海調査報告書.

浦項綜合製鐵(株), 1994. 光陽製鐵所 敷地周邊 河海調査報告書.

浦項綜合製鐵(株), 1995. 光陽製鐵所 敷地周邊 河海調査報告書.

Choi, B.H. 1980. A tidal model of the Yellow Sea and Eastern China Sea. Korea Ocean Research and Development Institute (KORDI), Report No. 80-02.

Choi, B.H., 1980. Tidal computation for Inchon Bay, *Journal of the Oceanological Society of Korea,* **15**(2), pp. 112-122.

Choi, B.H., 1981. A tide and surge computation for Kyunggi Bay, *Bulletin of KORDI,* **3**(1).

Flather. R.A. and Heaps, N.S., 1975. Tidal computations for Morecambe Bay, *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society,* **42**, pp. 489-517.

Foreman, M.G.G., 1977. Manual for tidal heights analysis and prediction, *Pacific Marine Science Report 77-10*, Institute of Ocean Science, British Columbia, 101p.

Foreman, M.G.G., 1978. Manual for tidal currents analysis and prediction, *Pacific Marine Science Report 78-6*, Institute of Ocean Science, British Columbia, 70p.