

沙川津港 海底地形變動에 관한 研究

白 承 和 *

1. 序論

沙川津港은 東海岸에 위치한 第1種 어항으로 江原道 江陵市에 所在하고 있는 港口로서 南北쪽에 비교적 긴 모래 海岸이 發達해 있으며 港 南端으로 沙川川 河口와 連結되고 있다. 港 北쪽으로는 연곡천, 南쪽 아래쪽에서는 남대천이 흐르고 있으며 海岸은 1/40-1/60의 대체로 緩慢한 傾斜를 이루고 있다. 沙川津港은 颱風의 來襲이 없는 港으로 卓越風은 SW, 平均風速은 2.7m/sec로서 年 降雨量이 1383mm이며 潮汐關係는 平均潮差가 13cm, 大潮差가 約 17cm, 小潮差가 約 9cm로서 작은 潮差를 보이고 있다. 이곳의 波浪은 平均 有意波高가 0.87m, 週期 7.1sec로 나타나고 있고 1.5m이상의 波浪은 冬節期만 나타난다. 波向은 NNE-NE가 우세하며 이곳의 海底質의 平均粒徑은 0.11-0.35mm의 細粒質로 分類되며 海岸線 附近의 모래 平均粒徑은 0.8-1.71mm 組立質으로 나타나고 있다.

사천진항 港埋沒은 沙川川 河口 堤防築造前인 1972年-1979年 사이에는 沙川川이 유입되어 流路變更에 따른 사주의 變化는 있었으나 防波堤가 짧아 港內埋沒과 이로 인한 海岸線 變경은 크게 일어나지 않았으나 그후 防波堤 283m가 施工된 1985年 末부터 北東 波浪이 遮蔽되어 港內埋沒現象이 顯著하게 나타났다. 1986년에 防波堤 100m를 더 確保하여 382m, 1987년에 481m으로 增設하였으나 港內埋沒現象은 增加되어 港內를 40-50% 정도 堆積現象이 일었다. 外廓施設이 完工된 後 88년 이후 港機能이 低下되어 첫번째 浚渫은 90.9.4-91.6.30 期間에 있었고 두번째 浚渫은 91.12.31-94.3.13 期間에 걸쳐 港 入口에서 浚渫한 경우가 있다. 外海側의 防砂堤 設置로 南側海岸의 浸蝕은 阻止하여 海岸線의 安定은 이루어졌으나 港內堆積 低減效果가 크지 않은 것으로 分析된다. 1994년도 現場 觀測資料에 의하면 港內堆積은 季節에 관계없이 堆積되어 온 것으로 判斷되고 있다. 그후 매년 現場觀測에 의하면 沙川津港의 漂砂移動에 가장 影響을 주는 卓越波向은 NE이었고, 港內 堆積現象은 諸般要因에 의하여 南下하는 漂砂가 직접 港內로 流入하는 것과 防砂堤 사이에 堆積된 모래가 波浪에 의해서 港內로 流入하는 것이 가장 큰 原因으로 分析되었다. 波浪이 卓越한 경우 海濱流가 支配的이라는 널리 알려진 事實이다. 따라서 本 研究에서는 해빈류의 特性을 정확히 파악함은 물론이고 海濱流 現場觀測을 실시하여 數值模型結果와 比較하여 보았다. 本 研究에서는 漂砂量 算定植에서 掃流砂와 浮遊砂를 並用한 平衡狀態에서의 全漂砂量을 나타내는 Power Model과 碎波帶內의 碎波에 의한 浮流砂가 卓越한 경우와 航路등의 水深急變部の 堆積·河口·流出土砂의 堆積·擴散·沈降過程을 考慮하여 計算하는 Flux Model을 沙川津港內·外에 適用하여 地形變動을 알아 보았다.

2. 基本方程式

非壓縮性流體에 대하여 連續方程式과 運動量方程式을 鉛直方向으로 水深積分하고 時間平均을 취하여 x, y 方向으로 나타내면 連續方程式과 運動方程式은 式 (2.1)와 式 (2.2) 및 (2.3)와 같이

* 시립 인천전문대학 토목과 (Department of Civil Engineering, Municipal Incheon Junior College)

表現될 수 있으며, 이 식은 單層 2次元 淺水方程式에 外力으로서 波浪에 의해 야기되는 剩餘 Flux 項(Radiation Stress 項)이 추가된 형태를 취하면 다음과 같다.

連續方程式

$$\frac{\partial \bar{\eta}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(h + \bar{\eta})U + \frac{\partial}{\partial y}(h + \bar{\eta})V = 0 \quad (2.1)$$

運動方程式

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U\frac{\partial U}{\partial x} + V\frac{\partial U}{\partial y} + g\frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} + F_x - M_x + R_x = 0 \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U\frac{\partial V}{\partial x} + V\frac{\partial V}{\partial y} + g\frac{\partial \bar{\eta}}{\partial y} + F_y - M_y + R_y = 0 \quad (2.3)$$

여기서,

$$R_x = \frac{1}{\rho(h + \bar{\eta})} \left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right)$$

$$M_x = \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon \frac{\partial U}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon \frac{\partial U}{\partial y} \right)$$

$$F_x = \frac{1}{\rho(h + \bar{\eta})} \overline{\tau_x^B}$$

$$R_y = \frac{1}{\rho(h + \bar{\eta})} \left(\frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \right)$$

$$M_y = \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon \frac{\partial V}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon \frac{\partial V}{\partial y} \right)$$

$$F_y = \frac{1}{\rho(h + \bar{\eta})} \overline{\tau_y^B}$$

이다. 基本方程式을 差分化하기 위하여 計算對象領域 全體를 정방격자의 微小領域으로 분할하고, 各 格子點에서 水深(h), 平均水位($\bar{\eta}$), 剩餘應力(S_{ij})의 값을 定義한다. 또한 平均流速 U 와 V 는 staggered 格子를 구성하여, x, y 方向의 差分間隔을 各各 $\Delta x, \Delta y$ 라 하고, 差分間隔을 똑같이 취하여 $\Delta x = \Delta y = \Delta s$ 로 하고, 時間 差分間隔 Δt 를 반으로 나누어 전반의 時間段階 $k\Delta t$ 로 부터 $(k+1/2)\Delta t$ 사이에서는 U 와 $\bar{\eta}$ 에 대하여 陰解法, V 에 대해서는 陽解法을 사용하였다.

3. 地形變動 數值模型 結果

本 研究에서 檢討된 3次元 海濱變形 豫測模型을 現地 海岸인 沙川津港 周邊海域에 적용시켜 보았다.

3次元 海濱變形模型은 앞서 언급한 바와 같이 Flux 模型과 Power 模型으로 나누어 對象海域의 地形變動, 즉 港內埋沒現象을 각각 計算을 수행하고, 그 結果를 比較·檢討해 보았다.

여기서, Fig. 3.1~Fig. 3.2 Flux 模型에 의한 일개월 이후의 地形變動 狀況을 나타내 주고 있으며, Fig. 3.3~Fig. 3.4 Power 模型에 의한 地形變動狀況을 보여주고 있다. Flux 模型에 의해 얻어진 計算 結果 Fig. 3.1은 비교적 높은 波浪 ($H = 3m, T = 10sec$) 작용했을 경우의 결과로서, 港入口를 중심으로 하여 港 內側까지 埋沒이 발생하고 있으며, 그 埋沒정도는 최고 1m 이상을 나타내주고 있다. 이것은 실제 現地 港灣의 埋沒現象과 매우 유사한 결과라 할 수 있다. 물론 精確한 實測結果가 존재하지 않기 때문에 定量的 比較·分析은 불가능하지만, 定性的인 側面만을 우선 考慮한다면 模型의 再現性은 우수한 것으로 判斷된다. Fig. 3.2는 통상적인 平均波浪 ($H = 1m, T = 7sec$) 일개월간 來襲했을 경우의 結果로서 앞서 살펴본 高波浪時의 경우보다는 埋沒정도가 미약함을 알 수 있다.

Fig. 3.3는 高波浪 ($H = 3m, T = 10sec$) 일개월간 내습했을 경우의 Power 模型에 의한 港內 埋沒 狀況이며, 港入口部 周圍에서 埋沒現象이 보여지며, 그 面積은 미약하다. Fig. 3.4은 通常波浪 ($H = 1m, T = 7sec$) 이 일개월간 내습했을 경우의 結果이며, 일부 구간에서만 局所的으로 埋沒이 발생되고 있음을 알 수 있다.

이상과 같은 각 模型別 計算結果를 통한 模型의 現地 再現性은 Flux 模型이 Power 模型에 비해 월

등히 우세함을 알 수 있다. 이것은 Flux 모델은 掃流砂의 影響 뿐만 아니라 浮游砂의 影響을 浮上 Flux와 沈降 Flux로서 직접적으로 고려하기 때문에 浮游砂 특성이 효과적으로 재현되었기 때문으로 판단된다.

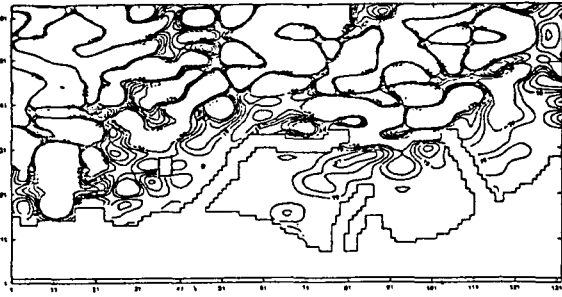


Fig. 3.1 Topographic change around Sacheonjin harbor
(Flux Model : $H = 3m$, $T = 10sec$, after 30 days)

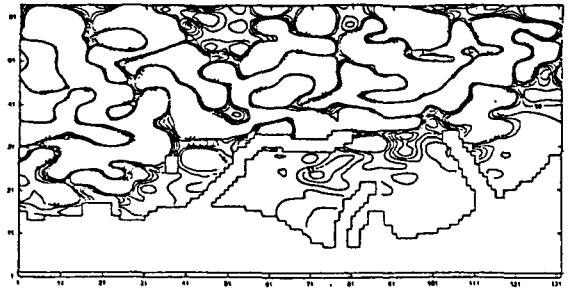


Fig. 3.2 Topographic change around Sacheonjin harbor
(Flux Model : $H = 1m$, $T = 7sec$, after 30 days)

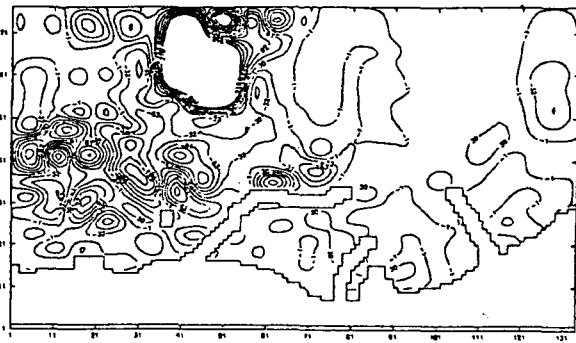


Fig. 3.3 Topographic change around Sacheonjin harbor
(Power Model : $H = 3m$, $T = 10sec$, after 30 days)

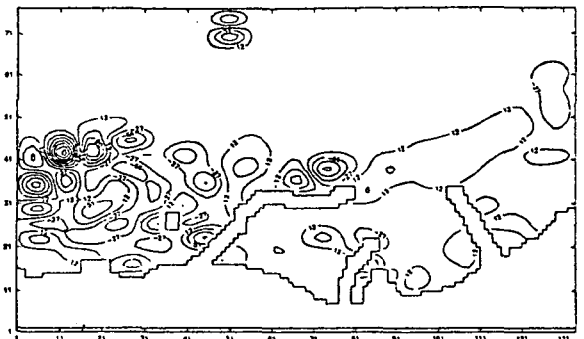


Fig. 3.4 Topographic change around Sacheonjin harbor
(Power Model : $H = 1m$, $T = 7sec$, after 30 days)

4. 結論

1. 砂川津港内の 地形變動에 대한 數値豫測模型 適用結果 Flux Model 이 적용성이 양호하며 浮遊砂가 탁월한 지역에는 Power Model 보다 Flux Model이 타당하다고 사료됨
2. 港, 入口 部分의 堆積으로 인한 港內 埋沒現象은 北防波堤 頭部 周圍에서의 波의 回折에 따른

波의 감쇠와 東海岸에 탁월한 Swell과 같은 비교적 長週期的 波浪의 影響에 기인한 것으로 判斷된다.

參考文獻

- Asano, T. and Y. Iwagaki (1984): Bottom turbulent boundary layer in wave-current coexisting systems, Proc. 19th Int. Conf. on Coastal, ASCE, pp. 2397-2413.
- Bijker, E.W. (1966): The increase of bed shear stress in a current due to wave motion, proc. 10th Int. Conf. on Coastal, ASCE, pp. 749-765.
- Bijker E.W. (1980): "Sedimentation in Channels and Trenches", Proc., 17th ICCE., Sydney, Australia, pp. 299-300.
- 西村仁飼, 丸山康樹 等 (1984): 海濱流의 數值計算에 대해서, 제31海岸工學 講演會 論文集, pp. 396-400
- 淺野敏之·末富博文 (1994): 斜め溯上波の下での波打ち帶の漂砂の解析, 海岸工學論文集, 第41卷, pp. 396-400.
- 大隆行則·三村信男·渡辺 晃 (1984): 不規則波による二次元海浜變形と岸沖漂砂量, 第31回海岸工學講演會論文集, pp. 321-325.
- 佐藤昭二·田中則男·入江等 (1970): 港灣埋沒に關する移動床模型の再現性, 港灣技術研究所報告, 第9卷第1, pp. 71-123
- 金圭漢 李奉熙, 片宗根, 金治弘 (1987): 海岸構造物 周圍의 漂砂移動豫測, 韓國 水文學會誌, 第20卷, 1호, pp. 63-72
- 金圭漢 (1993): 海底砂漣の形成過程と漂砂移動に關する研究, 日本國立大阪大學 博士學位論文.
- 金圭漢 (1993): 海底砂漣形을 考慮한 海岸域의 底質浮遊特性, 韓國海岸·海洋工學會誌, 第5卷, 3호, pp. 240-249
- 金圭漢 (1993): 海底砂漣의 形狀特性과 縮尺效果, 韓國海岸·海洋工學會誌, 第5卷, 4호, pp. 271-278