

粘性土 輸送에 관한 3차원 數值 모델링

金次謙*·李宗燮*·張善德*

1. 結論

最近 海洋空間의 利用 및 開發과 관련해서 河口域이나 沿岸海域의 開發이 활발하게 進行됨에 따라 沿岸海洋環境의 豫測과 制御에 관한 기술 개발이 중요한 과제로 대두되고 있다. 河口域이나 沿岸海域에 분포하는 물질 가운데 상당부분이 점토나 실트와 같은 粘着性土砂와 유기성 懸濁粒子로 構成되어 있다. 이들 점토나 실트와 같은 미세한 粒子로 형성되 있는 海域에서는 海岸構造物을 設計하는 경우나 環境問題를 고려하는 경우에 파랑이나 흐름에 의한 미세퇴적물의 거동 을 알아야 한다. 粘性土의 擧動問題는 하구, 항로, 항만 및 계류장 등에서의 堆積 및 浸蝕問題 뿐만 아니라 생태계의 파손과 관련해서 海洋工學, 海洋環境 및 海洋生物學 分野에서 대단히 중요한 문제로 대두되고 있다. 이들 問題點들을 예 측하고 제어하기 위해서는 堆積物의 沈降機構 및 浮上機構를 규명하여 이들의 擧動을 예측하여야 한다. 이를 위해서는 鉛直流나 浮遊堆積物의 鉛直分布를 계산 할수 있는 모델이 요구된다. 따라서, 본 연구에서는 3차원 海水流動 및 浮遊物質 의 輸送을 해석하기 위한 수치적 algorithm 을 개발하여 解析解 및 水理實驗結果 와 비교 검증한 후 모델의 현지 적용성을 검토하였다.

2. 方法

3次元 海水流動 및 移流-擴散 方程式을 해석하는데 주로 explicit 법과 fully

* 釜山水產大學校 海洋工學科 (Department of Ocean Engineering, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea)

implicit 법이 사용되어 왔으나, 本 研究에서는 수주(water column)를 multi-level 로 나누어 ADI 법으로 해석하였다. 본 연구에서 개발된 3차원 경압성 海水流動 모델 BACHOM-3을 長方形 內灣에서 하나의 절점(uni-nodal)을 갖는 定常波에 적용하여 Neumann and Pierson(1966)에 의한 解析解와 비교하였다.

水理實驗結果로부터 구한 걸보기 沈降速度(金·李, 1991), 鉛直擴散係數(金·李, 1992) 및 現地觀測으로부터 구한 水平擴散係數를 사용하여 개발된 3차원 移流-擴散 모델 COSETM-3을 水理實驗結果와 비교·검증하였다. 모델의 現地 適用性을 검토하기 위해 COSETM-3을 現地(水營灣)에 적용하여 平水時와 洪水時에 水營江에서 유출되는 SS의 擧動特性을 해석하였다.

3. 結果

본 연구에서 개발된 3차원 경압성 海水流動 모델 BACHOM-3은 해석해와 잘 일치하였다. 3차원 海水流動의 數值計算結果에 의하면, 流速은 表層에서 底層으로 갈 수록 감소하는 현상이 뚜렷하게 나타났다. 表層과 底層사이의 流速의 位相差가 나타났으며, 底層으로 갈 수록 位相이 빠르게 나타났다. 海洋에서 陸地로 바람(SW 바람)이 불 때는 表層에서는 風向에 상응하는 流速의 變動特性을 나타냈으나, 底層으로 갈 수록 風向과 반대방향의 流速이 나타났다. 3차원 海水流動 모델의 現地 適用性을 검토하기 위해 潮汐만 고려하여 계산한 결과와 수심 5 m에서 관측된 恒流成分과 비교하였다. 관측된 결과는 level 2(수심 2~5 m)에서 계산된 결과와 잘 일치하는것으로 나타났다(Fig. 1). 그리고, 層別로 관측된 流速과 數值計算結果를 調和分解하여 비교한 결과, 조류타원의 방향은 거의 일치하는 것으로 나타났으나, 半日週潮 成分과 日週潮 成分을 합성한 流速의 振幅은 觀測值가 計算值보다 약간 크게 나타났다.

본 연구에서 개발된 3차원 移流-擴散 모델 COSETM-3은 水理實驗結果와 거의 일치하였다. 平水時 沈降을 고려하지 않은 경우 SS 농도는 표층이 저층보다 높

게 나타났으나, 沈降을 고려했을 경우에는 저층이 표층보다 높게 나타났다. 沈降을 고려했을 경우와 안했을 경우 동일하게 표층에서는 활발한 해수교환으로 인해 SS의 변동폭이 크게 나타났으나, 저층에서는 海水交換이 약하기 때문에 SS의 변동폭이 상대적으로 작게 나타났다. 平水時 SS의 數值計算結果에 의하면, 水營江河口에서 SS 농도는 저조시에 높고 고조시에 낮게 나타났으며, 이와 같은 현상은 현지관측에서도 유사하게 나타났다. 그리고, 洪水時 落潮流時와 漲潮流時의 SS 확산패턴은 平水時와 유사하게 나타났으나, 확산범위와 하구역에서 농도는 平水時보다 훨씬 높게 나타났다. 最大洪水量이 발생할 때(저조시)까지는 level 1과 level 2에서 SS 농도는 점차 증가하였고, level 1에서의 농도가 level 2에서의 농도보다 높게 나타났다. 그러나, 最大洪水量이 발생한 이 후부터는 level 1과 level 2에서 SS 농도는 流出量의 감소로 인해 점차 감소하였고, level 2에서의 SS 농도는 침강율의 증가로 인해 level 1에서의 농도보다 높게 나타났다.

4. 結論

수치 모델의 주요한 물리적 파라메타인 堆積物의 粒보기 沈降速度 및 鉛直擴散係數에 관한 실험식을 이용하여 점성토의 3차원적 거동특성을 해석하였다. 본 연구결과에 의하면, 海水流動 모델 BACHOM-3은 現地 海水流動을 정도 높게 재현하였고, 移流-擴散 모델 COSETM-3은 浮遊物質의 輸送을 잘 예측하는 것으로 생각된다. 앞으로는 부상과정을 표현하는 모델을 구축하여 파와 흐름이 공존하는 現地 海洋에서 亂流效果와 浮上과 沈降을 동시에 고려하는 粘性土 輸送에 관한 3차원 亂流 모델에 대한 연구가 요구된다.

參考文獻

Neumann, G. and Pierson, W.J., 1966. Principles of Physical Oceanography, Prentice-Hall Inc.

金次謙·李宗燮, 1991. 실트질 점토의 沈降特性에 관한 연구, 大韓土木學會論文集, 11(3), 85-93.

金次謙·李宗燮, 1992. 파-흐름의 共存場에서 실트질 점토의 浮上特性, 韓國海岸·海洋工學會誌, 4(1), 26-33.

釜山直轄市, 1984. 水營灣 開發地區 數值 및 水理模型 實驗 報告書, 398pp.

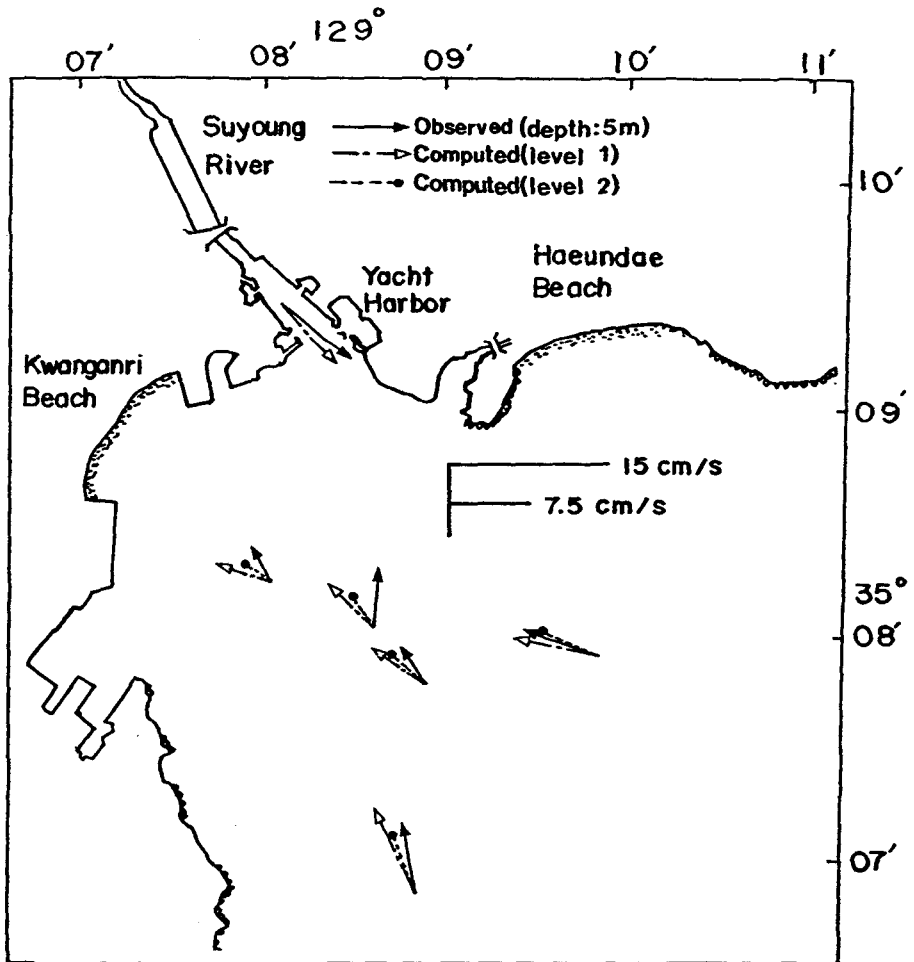


Fig. 1. Comparison of computed tidal residual currents (dotted lines) and observed residual currents(solid lines).