

최석원^{*} · 조규대¹ · 김동선²^{*}한국원자력안전기술원 환경평가실 · ¹부경대학교 해양학과 ·²부경대학교 해양산업개발연구소

1. 서 론

한반도의 남단에 위치하고 있는 사천만은 사천군, 하동군 및 남해군과 면하여 있는 만으로서 조류, 쓰시마난류 및 취송류 등의 영향을 받고 있으며(이, 1992), 사천시와 창선도 사이의 협수로를 통해 해수가 유동하는 만과 한려수도와 연결된 만으로 구성되어 있다. 만 내의 몇 개 지점에서 관측한 취송류로 전 해역에 대한 취송류를 정확하게 파악하기란 어려울 뿐만 아니라 수치모델에 의해 산출한 취송류는 일정한 방향의 균일한 크기의 풍속이 지속적으로 작용하는 바람 조건으로부터 계산하고 있으나(최 등(1995)), 사고시점에서 수치모델로 계산한 취송류장은 모델의 실행시간 만큼 시간이 경과한 후의 결과이고 지속적으로 바뀌는 바람특성을 반영할 수도 없다. 따라서 실시간으로 바뀌는 바람을 입력으로 하여 취송류를 신속하게 예측하는 기법이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 신속한 취송류를 예측하기 위하여 바람과 반응함수의 convolution 관계를 이용하여 사천만에 적용하였다.

2. 자료 및 방법

고정점에서 해류의 시간적 변동을 파악하기 위하여 삼천포화력발전소 주변해역의 2(C₁, C₂)지점에서 rotor형 RCM7 유속계 (노르웨이 Aanderaa사)를 수심 5m에 계류하여 유속을 연속으로 관측하였다. 해수유동의 관측기간은 C₁지점에서 1994년 9월 8일부터 9월 18일까지 약 11 일간, C₂지점이 1994년 10월 18일부터 10월 23일까지 약 6 일간이었다. 바람은 삼천포화력발전소내 기상관측소에서 관측한 해수유동의 관측기간과 동일한 자료이다.

조류 및 취송류의 계산 및 예측은 2차원 해수유동 방정식과 연속 방정식을 이용하여 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 취송류 계산

사천만에서 반응함수를 이용한 취송류의 변동과 수치모델을 이용한 취송류 변동을 조사하기 위하여 취송류의 유속이 빠른 만의 우측 가장자리에 있는 3지점(R_T, R_M, R_B)과 유속이 느린 만의 중앙에 있는 3지점(C_T, C_M, C_B)을 대표지점으로 선정하였다. R_T 와 C_T 는 안쪽만을 대표하고 R_M, R_B, C_M 및 C_B는 입구만을 대표하는 지점이다.

사천만의 6개 정점에서 수치모델로부터 계산한 취송류(실선)와 convolution 기법으로

부터 예측한 취송류(점선)의 시간적인 변동은 Fig. 1과 같다. V 성분의 계산과 예측한 취송류의 크기는 최대 3 *cm/s* 정도이며, 6개의 대표지점에서 풍향과 관계없이 서로간의 일치 정도가 높게 나타났다. 따라서 사천만에서는 V 성분의 바람에 대해서는 동일 성분해에 해당하는 반응함수를 이용하여 계산한 취송류의 재현이 잘 되었다.

RMS의 공간적인 평균은 0.37이고, 유속의 변동폭이 큰 지역에서는 RMS ratio가 0.4 ~ 0.6이나 그 외 지역에서는 0.2 이하를 나타냈다(Fig. 2(a)). 사천만을 공간적으로 평균한 운동에너지 회수의 정도는 0.87로서 convolution 기법을 이용한 취송류의 운동에너지가 수치모델을 이용한 취송류의 운동에너지의 87 %를 회수하였다. 운동에너지의 회수율(recover rate of kinetic energy)은 사랑도와 사천군사이의 해역에서 60 % 이하로 낮게 나타났으며, 그 외 해역에서 80 ~ 90 % 정도의 높은 회수율을 보이고 있다(Fig. 2(b)).

3.3 관측치와 예측치의 비교

유속 관측점 C₁과 C₂지점에서 관측한 조석잔차류와 convolution 기법을 이용하여 예측된 취송류를 비교한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3의 상단과 하단의 그림은 C₁ 지점과 C₂ 지점에서 각각 관측치와 예측치를 나타낸 것이다. 관측치와 예측치의 비교하여 보면, 유속의 크기는 다소 차이가 있으나, 전반적으로 유형은 유사하게 나타났다. C₁ 지점에서 조석잔차류는 평균유속 15 *cm/sec*로 남향류를 보이고 있으며, 예측한 취송류는 평균유속 13 *cm/sec*로 역시 남쪽으로의 흐름을 보이고 있는 것을 알 수 있다. 조석잔차류와 예측한 취송류간의 차의 크기에 대한 평균은 8.4 *cm/sec*로서 조석잔차류의 평균유속의 56 % 정도에 해당한다. C₂ 지점에서 조석잔차류의 평균유속은 C₁ 지점에서의 조석잔차류의 평균유속에 비해 약 1/3 정도인 5 *cm/sec* 이고 흐름의 방향도 북서향이다. 예측한 취송류의 평균유속은 5.9 *cm/sec*이고 북서 ~ 서북서향쪽으로의 흐름이 우세하게 나타났다. 조석잔차류와 예측한 취송류 간의 유속 차에 대한 평균유속은 3.1 *cm/sec*로서 조석잔차류의 평균유속의 62% 정도에 해당한다.

4. 결론

본 연구에서는 사고 발생시점에서 실시간으로 바뀌는 바람을 입력으로 반영할 수 있는 convolution 기법을 도입하여 취송류를 신속하게 예측할 수 있도록 하였다. 이 기법을 사천만에 적용하여 취송류 예측의 타당성을 검토하였고, 예측한 조류와 취송류를 포함한 유속을 관측한 유속과 비교 검토하여 예측한 유속이 관측한 유속에 대한 재현 정도를 파악하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

사천만의 가장자리에 위치한 사랑도와 사천군 사이, 진주만 입구 및 남해도 입구를 제외하고는 RMS ratio가 0.2 이하이다. 수치모델을 이용한 취송류에 대해서 convolution 기법을 이용한 취송류의 운동에너지 회수율은 사랑도와 사천사이의 해역에서 60% 이하로 나타났지만, 만의 우측 가장자리를 제외한 해역에서는 60 ~ 90% 정도로 높은 회수율을 보이고 있다. 또한, 사천만에서 공간적으로 평균한 RMS ratio 와 운동에너지 회수율은 각각 0.37, 87%로 나타났다.

C₁ 지점에서 관측한 취송류와 예측된 취송류의 평균유속은 각각 15 *cm/sec*와 13

cm/sec이었고, 유향은 관측한 취송류나 예측된 취송류가 모두 남쪽으로는 흐름양상을 보이고 있다. 한편 C₂지점에서 관측한 취송류와 예측된 취송류의 평균유속은 각각 5 cm/sec 및 5.9 cm/sec이고, 흐름의 방향은 관측한 취송류가 북서향류 그리고 예측된 취송류는 북서~서북서향류를 나타내고 있다. 또한 고정점에서 관측 값으로부터 구한 취송류의 평균유속에 대한 예측된 취송류와의 비는 각각 56%, 62%로 나타났다.

5. 요약

소규모의 만에서 취송류를 신속하게 예측하기 위하여 관측한 바람을 입력으로 하여 취송류를 생성할 수 있는 convolution 기법을 사천만에 적용하였다.

사천만에서 공간적으로 평균한 rms ratio (rms error / rms speed) 는 0.37 이다. 진주만 입구, 남해도 입구 및 사천만의 가장자리에 위치한 사랑도와 사천군 사이를 제외한 지역에서는 rms ratio가 0.2이하를 나타낸다. 공간적으로 평균한 운동에너지의 회수율은 87 % 이다. convolution 기법을 이용한 계산한 취송류와 수치모델을 이용하여 계산한 취송류는 비교적 일치한다. 2 개의 고정점에서 조석간차류와 convolution 기법을 이용하여 예측한 취송류간의 차에 대한 조석 간차류의 비는 56%, 62%이다.

참고문헌

이석우, 1992. 한국근해해상지, 집문당, 334pp.

최병호, 고진석, 김동철, 1995. 남해도 해역 조석의 신속 추정법. 한국해양학회지, 7:368-378.

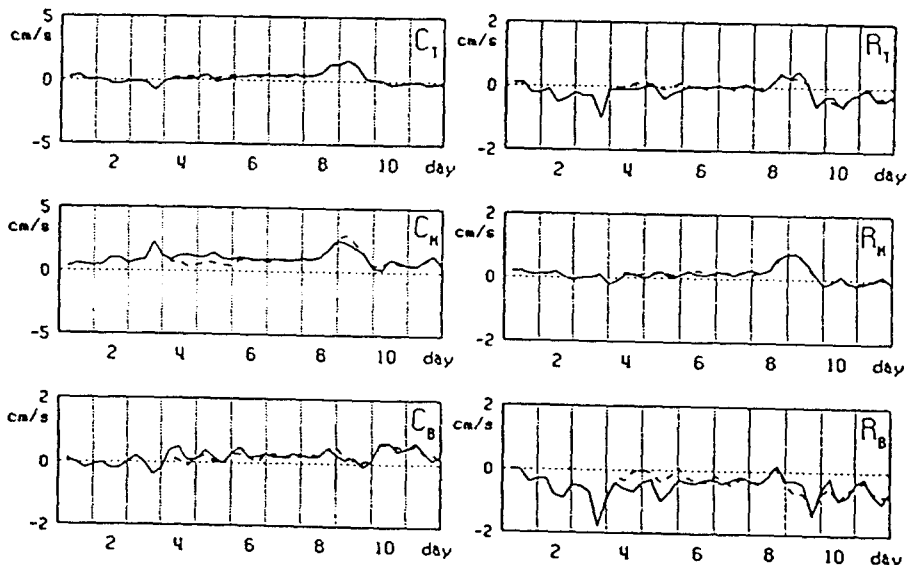


Fig. 1. Comparison of computed (solid line) and predicted (dashed line) wind-driven current (V-component) at 6 stations in the Sachon bay.

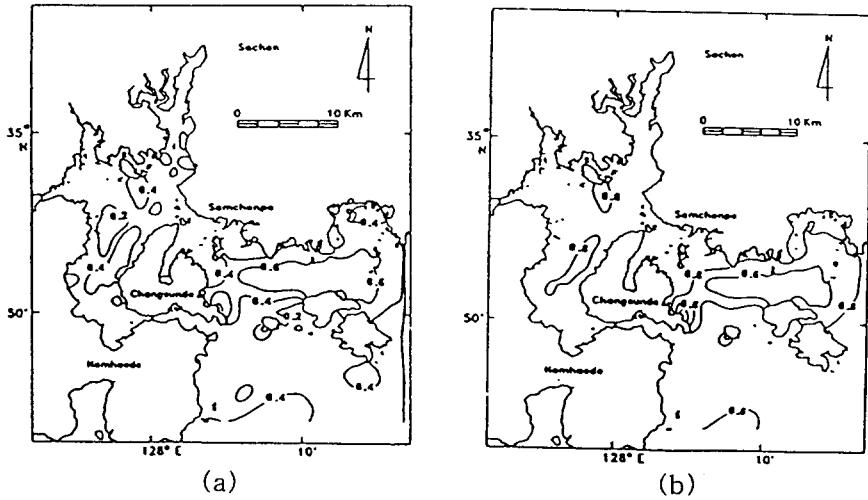


Fig. 2. Rms ratio(a) and recover rate of kinetic energy(b) for the difference between computed and predicted wind-driven currents in the Sachon bay.

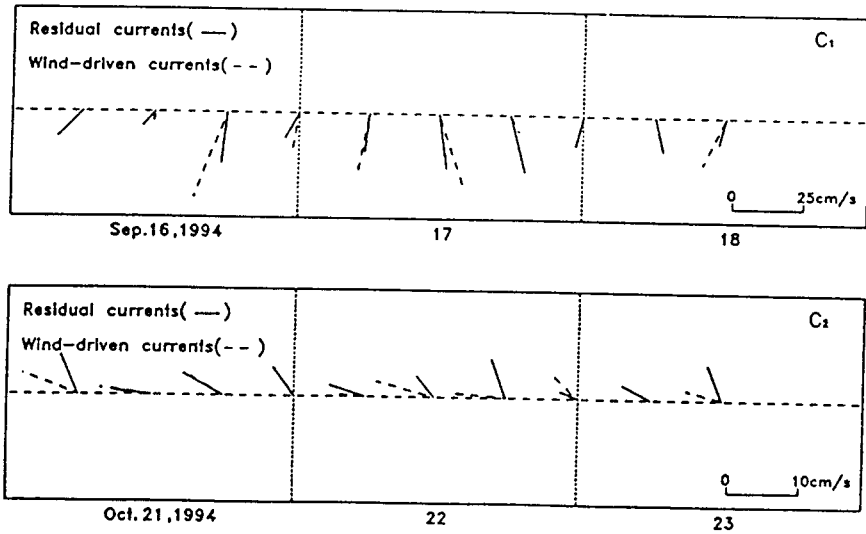


Fig. 3. Observed residual currents and predicted wind-driven currents in C_1 (top) and C_2 (bottom)