

cutter suction 준설에 의한 부유토사 발생량 추정

오영민

1. 서론

항만건설, 항로유지 준설 등과 같은 항만공사에 포함되는 다양한 工種은 물리, 지질, 해양생물 등 주변 연안환경의 변화를 초래한다. 이러한 변화 가운데 부유 퇴적물의 증가는 식물의 광합성을 방해하고 주변 생태계에 영향을 끼치는 주요 원인으로서는 어업활동과 양식업에 피해를 유발할 수 있다. 이러한 피해를 최소화하기 위하여 선진 각국에서는 항만공사에 환경규제를 가하고 있는데 우리 나라도 현재 이 문제로 인해 당사자간의 첨예한 대립과 반목이 끊이지 않고 있는 실정이다.

항만 혹은 기타 연안개발공사에서 준설 등으로 인한 부유퇴적물 발생량 평가 지침서 수립을 위한 기초자료 확보를 위하여 준설 공사현장에서 직접 관측을 실시하였다. 우리 나라에서 주로 이용되는 준설선은 cutter suction 준설선과 grab 준설선이다. Cutter suction 준설선은 다른 준설선에 비해 이동경비가 많고, 해상조건에 제약을 많이 받지만 대규모로 준설토를 매립하는 경우에 많이 이용되는 반면, grab 준설선은 cutter suction 준설선으로는 작업이 불가능한 소규모 준설지역 및 암반지역 준설시 많이 이용되고 있다.

동·서·남해안의 주요 준설공사 시행지점인 속초항, 군산항, 광양항 및 부산신항을 조사지점으로 선정하였다. 이들 준설공사 지점 중에서 cutter suction 준설은 군산항과 광양항 주변 해역에서만 시행되었고, grab 준설은 상기의 모든 항만에서 시행되었다. 오탁발생량 평가 지침서를 수립하기 위해서는 다양한 종류의 준설장비 및 각 해역특성을 반영하여야 함으로 상기 선정한 조사지점을 대상으로 현장관측을 수행하여 부유토사 발생량 평가 지침서의 기본자료로 확보하였다. 본 논문에서는 이 중 광양항의 cutter suction 준설에 의한 부유토사의 발생을 예로써 언급하였다.

2. 관측장비 및 방법

1) 관측장비

부유퇴적물에 의한 광후산란과 반사음향 세기를 이용하면 부유퇴적물 농도를 비용 및 시간 절약 측면에서 효과적으로 관측할 수 있다. 그러나 이러한 방법은 모두 간접적인 측정방법이

한국해양연구원 연안·항만공학연구본부 (Coastal and Harbor Engineering Research Laboratory, Korea Ocean Research and Development Institute, Ansan, Seoul 425-600, Korea)

므로 이를 부유퇴적물 농도로 환산하기 위해서는 신뢰성 있는 검·보정 과정이 필요하다.

광후산란 탁도계를 이용하는 관측은 특정 시각에 특정 수심에서의 탁도만을 관측하므로, 부유퇴적물의 발생 및 거동이 시공간적으로 매우 변화가 심한 plume을 효과적으로 관측하기에는 한계가 있다. 그러나, 특정시각에 전수심에 걸쳐 자료 획득이 가능한 음향장비를 이용하면 변동이 매우 심한 plume을 효과적으로 관측할 수 있다. 따라서, 본 과업에서는 음향장비를 부유토사 발생량 관측의 주요 장비로, 광후산란 탁도계는 보조장비로 이용하였으며, 이 두 장비의 현장 검·보정을 위해 해수를 채취한 후 실내실험을 통하여 농도를 구하였다.

2) 관측방법

준설시 부유퇴적물 관측은 plume의 시공간적인 변화가 크고, 준설선의 잦은 이동 및 고장 수리로 인하여 일반 해양관측과는 달리 주의를 요한다. 이에 신속하고도 효율적인 관측을 위하여 ADCP와 음향측심기 및 YSI6600을 장착한 조사선박을 이용하여 plume 방향과 직각으로 설정한 라인을 따라 유속 및 탁도 연직분포, 수심을 관측하였다. ADCP는 수면하 0.6m에 고정하였고, YSI6600은 수면하 1m를 유지하면서 견인하였다. 1200kHz ADCP는 수면하 1.14m부터 25cm 간격으로 유속·유향·반사음향강도를 측정한다. ADCP와 YSI6600의 관측시간 간격은 모두 2초이다.

3) 탁도 및 음파 후산란강도 현장 검·보정

탁도관측에 이용되는 ADCP와 YSI6600은 각각 음향과 광의 후산란 세기를 이용하여 부유퇴적물 농도를 간접적으로 측정하는 것이므로 이를 부유퇴적물 농도로 환산하기 위하여 plume 관측 전·후에 현장 검·보정을 수행하였다. 즉, YSI6600과 펌프호스를 관측대에 부착하여 ADCP가 관측하는 수심에서 채수함과 동시에 YSI6600 탁도를 기록하였다. 다음으로 실내 실험을 통해 구한 부유퇴적물 농도와 채수와 같은 시간에 관측한 YSI6600 탁도(NTU: Nephelometric Turbidity Unit)와 ADCP의 음향반사강도와의 상관관계를 구하였다.

3. Cutter Suction 준설시 부유토사 관측

섬진강하구 기초준설은 (주)대우의 12,000 마력급 cutter suction 준설선 대우 5호(그림 1)가 수행하였다. 대우 5호의自重은 3,360톤이며, 全長, 全幅 및 吃水는 각각 73.2m, 16.5m, 3.5m이며, cutter wheel의 직경은 2.5m, 細砂基準 준설용량은 2,700m³/hr, cutter의 swing 폭은 약 90m이다.

2001년 11월 17-19일 유속계 RCM9과 YSI6600을 대우 5호에 계류(수심 4m, 준설선 후미)하여 얻은 결과를 그림 2에 제시하였다. 관측기간은 대조기에서 소조기로 가는 중조기에 해당하며, 유속결과에서 보이는 바와 같이 유속이 점차 약화되고 있으며, 최대 유속은 약 40cm/s정도이고, 유향은 관측 전반기에는 창조시에 270° 낙조시에 90°이었으나, 후반기에는 유향이 유속감소와 함께 창조시에 310° 낙조시에 130°로 변화되었다. 저조 부근에서 수온 및 염분이 감소하



그림 1 대우 5호

는데 이는 섬진강 하천수의 유입 영향으로 판단된다. SS의 경우 배경농도로는 약 15ppm 정도 이나 낙조시 70-80ppm까지 증가하는데 이는 준설선이 북측을 향하고 준설을 수행하는 것을 감안하면, 준설에 의한 농도 증가 및 낙조시에 하천수에 의한 영향도 포함되어 있는 것으로 판단된다. 수온 및 염분은 완만한 변화를 보이는 반면 SS는 기복이 심하게 나타나는데 이는 준설의 영향으로 준설 plume이 급변함으로 나타난 것으로 판단된다.

준설선 주변 이동관측 자료 중에서 plume이 감지된 11월 17일 창조시(16:47-17:15)에 수행된 자료를 분석하였으며, 결과는 다음과 같다.

이동관측한 경로를 TM 좌표계상(그림 3a)에 표시하였으며, 자료의 시각화를 위하여 좌표 변환(그림 3b)을 하였다. ADCP로 관측한 SS 및 유속자료를 시공간적으로 내삽하여 5분 간격으로 단면별 SS 및 유속을 추출하였다. 단면선택은 이동관측경로의 2개의 line, 즉 그림 3b의 상부(Line 1 : Y축 상 125m)와 하부(Line 2 : Y축 상 25m)를 선정하였다. 이상과 같이 선정된 단면상의 SS를 5분 간격으로 그림 4에 제시하였다. 16시 55분에 단면상의 SS의 관측결과를 보면, 준설선과 인접한 Line 2의 SS가 원거리에 있는 Line 1의 SS보다 낮는데, 이는 준설장도의 변화에 기인한 것으로 판단되며, plume의 농도는 전층에 걸쳐 약 24-40ppm으로 나타났다.

4. 결론

본 연구는 준설에 따른 부유토사 발생량을 산정하기 위한 과정의 일부로서 종합적인 결론을 도출하기 위해서는 차후로 더 많은 관측자료가 필요하다. 관측자료의 신뢰성을 높이고 효과적인 자료수집을 위하여 ADCP라는 첨단 장비를 도입하여 적용한 결과, 기존의 탁도계를 이용한 방법에 비하여 적은 인원으로 짧은 시간에 전 수심에 걸친 농도분포를 수집할 수 있었다.

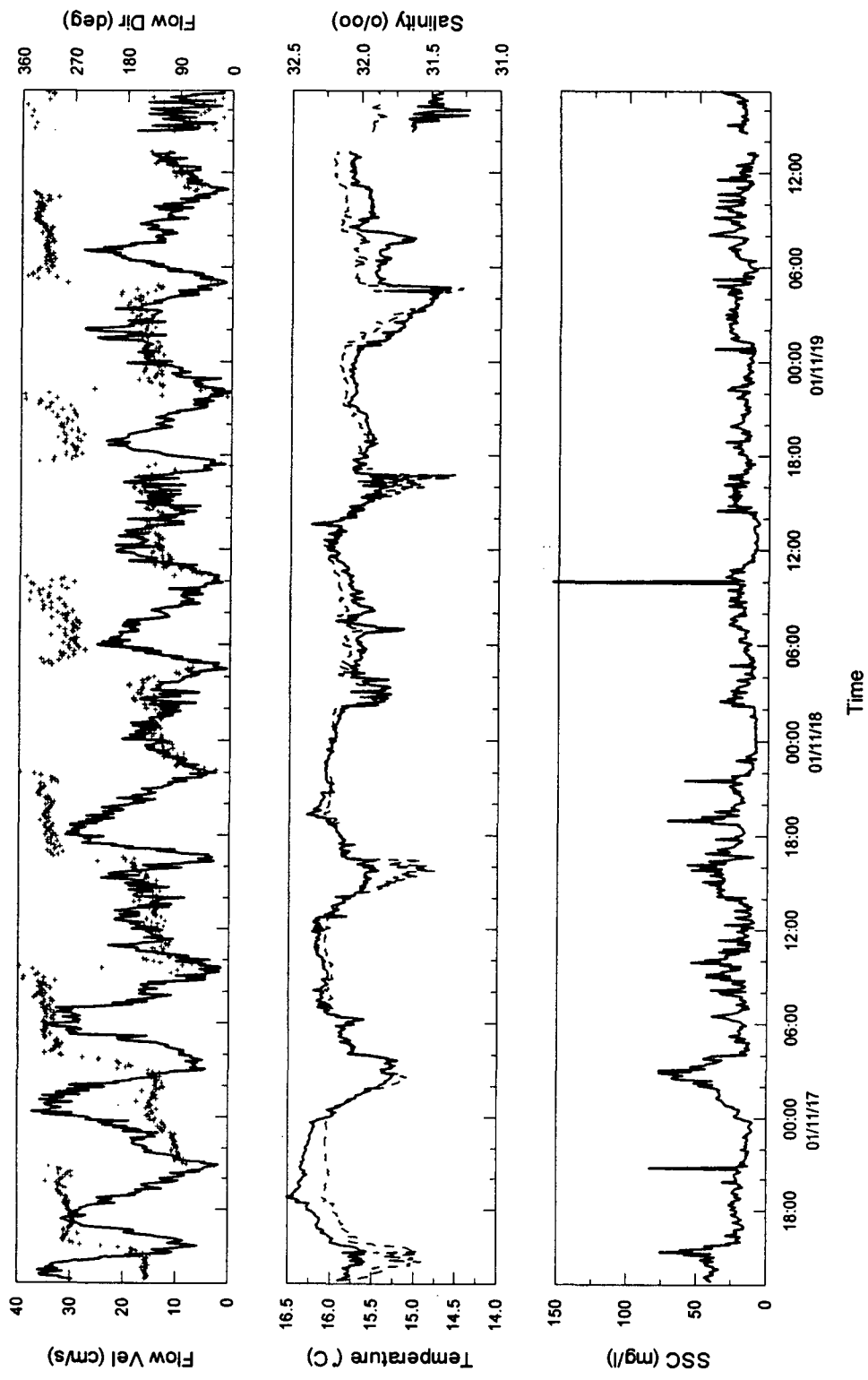


그림 2 수면하 4m에서 관측된 조류, 수온, 염분, SS의 시계열(++:유향, --:염분)

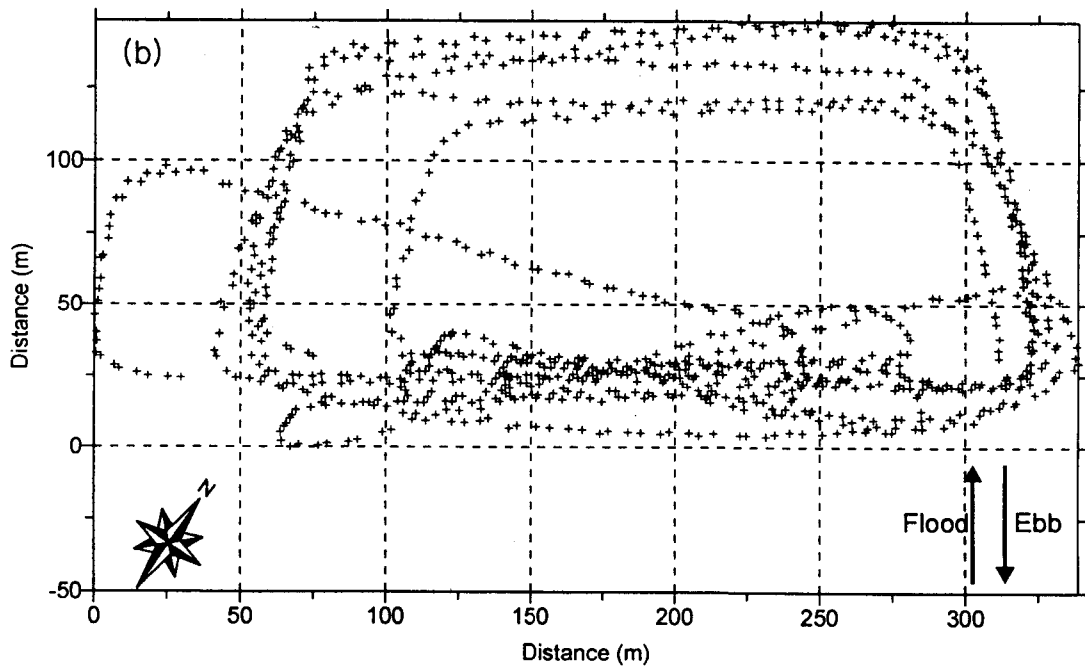
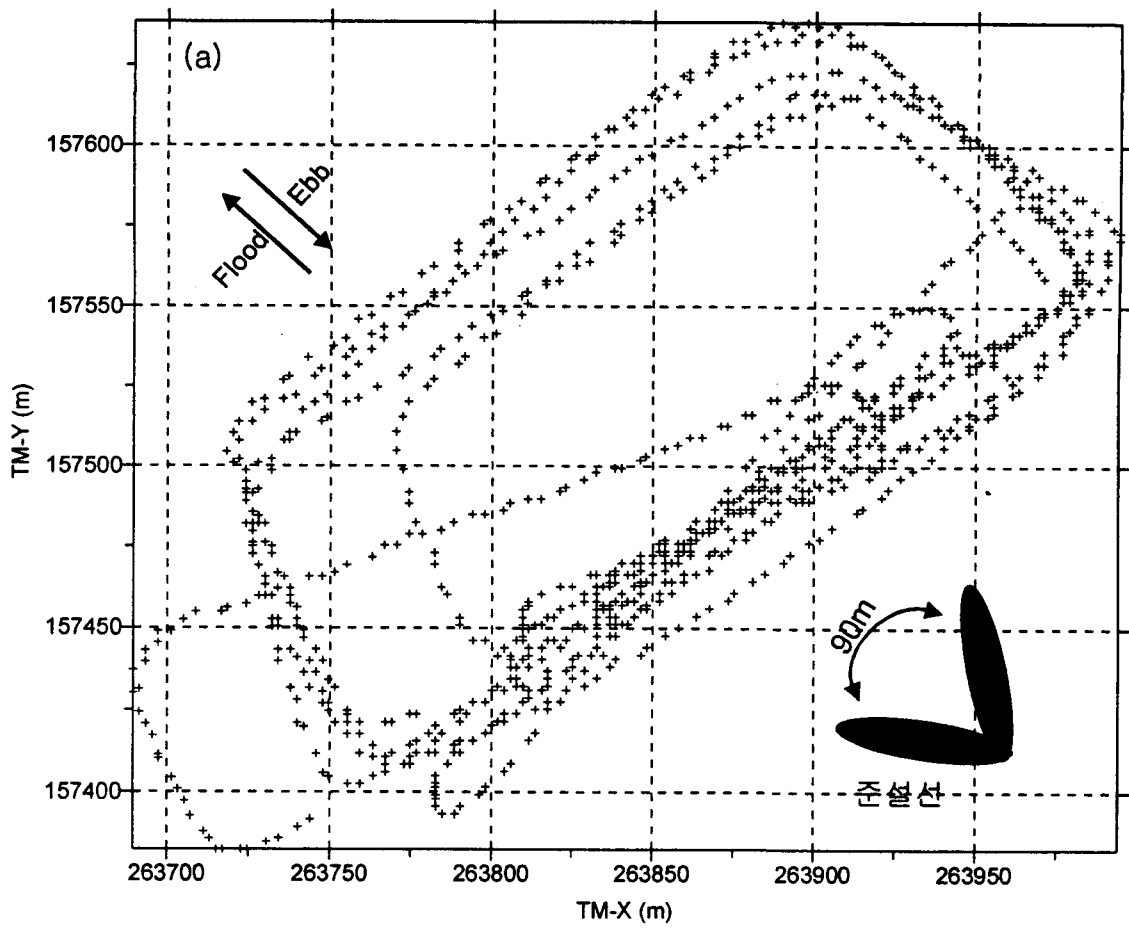


그림 3 이동관측 경로

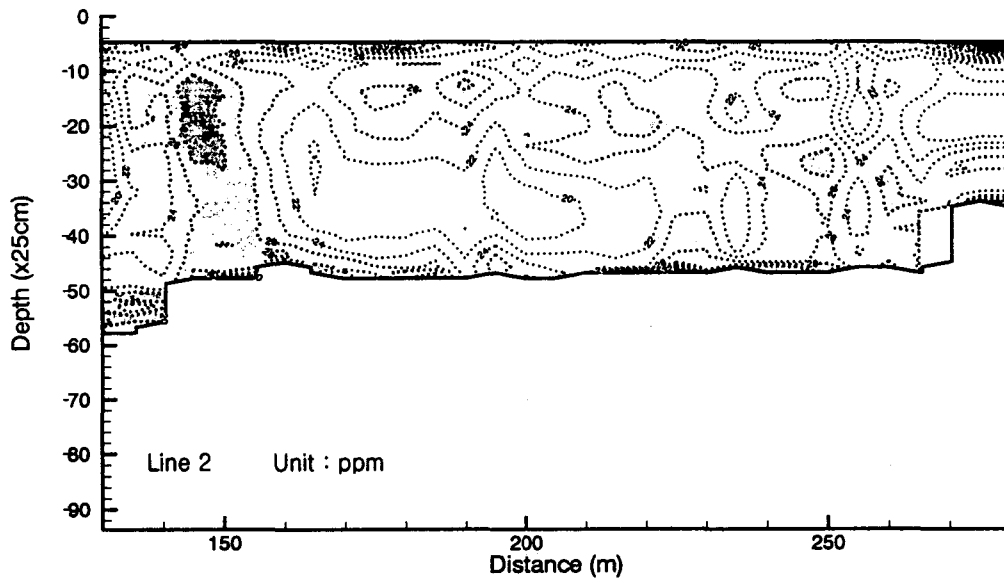
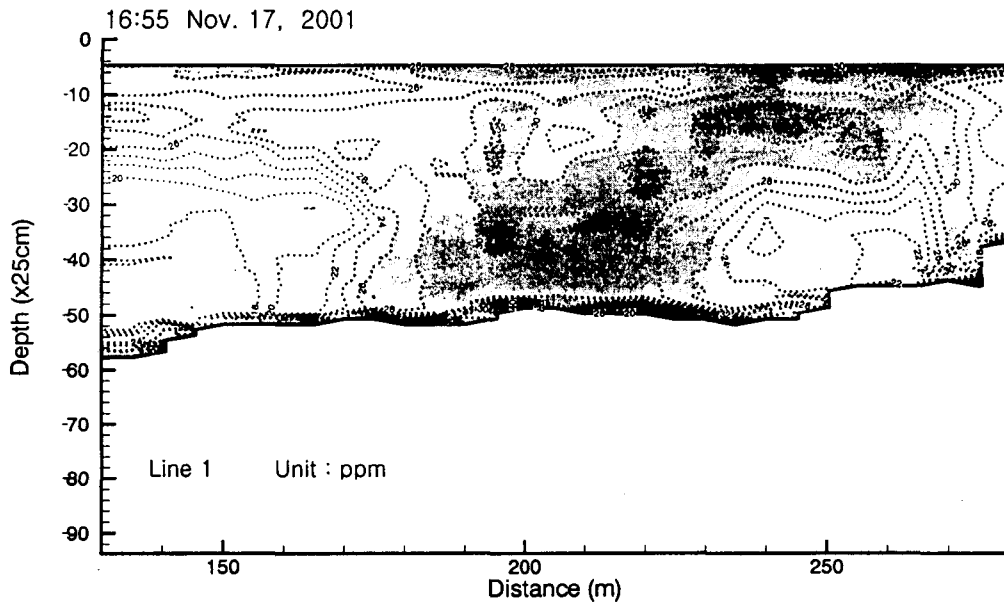


그림 4 단면별 부유퇴적물 농도분포 시계열