

연약지반해역에 시설된 인공어초의 역학적 침하특성

김호상 · 김창길 · 서영교* · 김길영**

국립수산과학원 수산자원관리조성센터 *지마켓주식회사 **한국해양대학교
해양과학기술연구소

서론

인공어초는 어류나 패류 등 수산자원의 서식장, 먹이장, 산란장 등의 장소를 제공하기 위하여 바다 속에 인위적으로 조성하는 수중구조물이다. 인공어초의 시설은 1971년부터 시험적으로 시설하기 시작하여 2003년까지 약 5,900억원이 투자되어 172천ha가 조성되어 있다. 이와 같이 인공어초를 시설하기 위해서는 인공어초 시설대상 해역에 대하여 생물적 조건, 물리, 화학적 조건 등 적지조사를 수행하여야 한다. (인공어초시설사업집행 및관리규정, 2004), 이러한 적지조사 내용 중에서 해저지형 및 저질조건 등은 인공어초 시설의 침하 및 매몰 등을 유발할 수 있는 것으로 어초의 기능과 관련된 중요한 조건이다. 하지만 지금까지 논의된 것으로는 착저식 인공어초의 기능유지 및 극대화와 관련하여 어초부하 저질거동에 관한 안정성 연구로 류 등 (1994)이 있고 Kimura et al.(1994)는 원통형 어초에 대한 세굴, 퇴적 특성과 주요영향인자를 논하였고, Kim et al.(1995)은 파랑장에서 어초저면형상에 따른 세굴, 퇴적특성을 연구하였으며, 하 (2002)는 연약해저 지반상의 인공어초 침하·매몰특성에 관한 연구를 수행한 바 있다. 하지만 이들 연구는 전체적인 저질의 세굴, 퇴적 등의 경향을 나타내는 것이고 인공어초 적지여부를 판정하는 조건으로는 적용하기 어려운 실내에서 교란된 지반을 재현한 것이다.

따라서 본 연구는 실해역의 연약지반에 시설된 인공어초의 침하특성을 알아보기 위하여 탄성과 탐사를 실시하고 또한 교란되지 않은 채로 표층퇴적물의 주상시료를 채취하여 실내분석을 실시하고 이들 결과를 바탕으로 향후 연약지반해역에 인공어초를 시설할 경우에 대하여 필요한 기초자료를 제시하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

탄성파탐사

본 조사에 사용된 해저지층탐사기는 주파수대가 고주파수대역(2~7 kHz)으로 투과력은 작으나(수십 m) 분해능이 우수한(수십 cm) 음원을 사용하기 때문에 정밀음파탐사기

가능하다. 일반적으로 탄성파의 분해능은 파장의 1/4 정도인데 주로 3.5 kHz(퇴적층내에서의 음파전달속도를 1,500 m/sec로 가정하면 파장은 42 cm)를 사용하기 때문에 분해능은 약 10 cm 정도의 정밀 탄성파로 층서 및 퇴적층 분류 등의 연구에 매우 적합하다. 본 조사에서도 이 자료를 이용하여 연약지반에 설치된 인공어초 주변지역의 퇴적층의 분포특성 및 채취된 시추퇴적물의 조직 등에 대한 해석에 이용하였다.

주상시료채취

주상시료채취에 사용된 중력시추기는 전체 시추기 무게가 약 100 kg정도이며 barrel의 길이는 1.5 m, 시료회수용 PVC파이프(core liner)는 내부지름이 50 mm인 것을 사용하였다. 시료채취시 중력시추기의 넘어짐을 방지하기 위하여 수심을 고려하여 현장에서 적정하게 자유낙하 시점을 조절하였으며 회수된 시료는 밀봉하여 실험실 분석을 위해 운반되었다.

위치정보획득

일반적으로 해양에서 수행되는 작업에서 사업목적에 부합하는 정확한 위치정보는 필수적이다. 본 조사에는 관측자료의 위치정보획득을 위해 Novatel사의 DGPS (Differential Global Positioning System) 수신기(ProPak II)를 이용하였다. 수신기로부터 획득된 위치정보로부터 탄성파탐사의 관측선과 시료채취점의 정확한 위치 값을 획득할 수 있었다. 네비게이션 프로그램으로는 관측선에 대한 계획, 실측, 자료편집, 자료출력에 널리 사용되는 프로그램 중의 하나인 Hypack MAX 소프트웨어를 이용하였다.

입도분석 및 전단응력

채취한 코어는 실험실로 옮긴 후 코어절단기를 이용하여 반으로 절개하여 분석을 실시하였다. 분석은 퇴적물의 조직(평균입도, 퇴적물 유형 등)과 전단응력 등을 측정하였다. 퇴적물의 조직은 Ingram 및 Galehouse(1971)의 방법에 따라 조립질 부분은 체질분석을 실시하고 세립질부는 피펫방법과 퇴적물입도측정기(Model: Sedigraph 5100)를 병행하여 실시하였다. 자료는 Folk and Ward(1957) 및 Folk(1968)의 모멘트 방법에 따라 조직값을 구하였다. 비배수전단응력(undrained shear strength)은 흔히 hand vane을 사용하여 측정하는 경우가 많은데, 이는 일정한 강도로 지속적으로 vane을 회전시켜야 하기 때문에 실제로는 오차가 많다. 이러한 오차를 최소로 하기 위해서 자동응력측정장치(Motorized shear vane, Geotest Model 23500)를 사용하였다.

결과 및 요약

조사지역은 바다목장화 사업의 일환으로 한국해양연구원에서 추진 중인 통영바다목장화 주변해역으로 다양한 표층퇴적물상이 분포하고 있는 지역이다. 이들 지역 중 주로

연약지반에 인공어초가 시설된 지역에서 탄성과 탐사단면을 획득하였다. 이들 지역 퇴적층은 해저면 하부 약 20 ~ 40 m 정도의 두께를 가지며 내부층리가 미약하게 발달되어 있는 특징을 잘 보여주고 있다(그림 1). 이들 퇴적층은 마지막 빙하기 이후 15,000년 동안의 해수면 상승과 관련한 남해지역의 제4기 말 퇴적층에 해당하는 것이다. 인공어초의 산적형태에 따라 다른 형태의 탄성과 단면도가 나타나고 있으며 침하된 인공어초에 대한 특징들도 잘 나타나고 있다(그림 1). 동일 지역에서 획득된 사이드스캔 영상과 비교하여 전반적인 인공어초 상태를 파악할 수 있다.

획득된 주상시료를 실내 분석한 결과 평균입도 6 ~ 8 ϕ 로 나타났으며, 전단응력은 1 ~ 6 kPa 값의 범위를 가진다. 평균입도의 경우 정점별로 수직적인 값의 변화는 작은 반면, 전단응력의 값은 평균입도에 비해 수직적으로 깊이가 깊어질수록 증가하는 양상을 대부분의 정점에서 볼 수 있다(그림 2). 전단응력 값이 상대적으로 크게 증가하는 깊이는 정점에 따라서 다르지만 약 20 ~ 40 cm 깊이에서 증가하고 있는 것을 볼 수 있다. 전단강도의 변화 깊이는 조사지역에서 실시한 잠수조사 결과를 바탕으로 인공어초의 침하 깊이 20 ~ 30 cm와 거의 일치하는 것으로 나타났다.

결론적으로 연약지반에 시설된 인공어초의 경우 니질의 함량이 높더라도 퇴적층이 가지는 전단응력 값이 2 kPa 이상이면 일정 깊이까지는 침하가 일어날 수 있어도 더 이상의 침하가 진행되지 않는 것으로 고려된다. 향후, 보다 종합적인 요인 분석이 이루어진다면 연약지반해역에 대한 인공어초의 시설대상 범위는 훨씬 넓어질 것으로 생각된다.

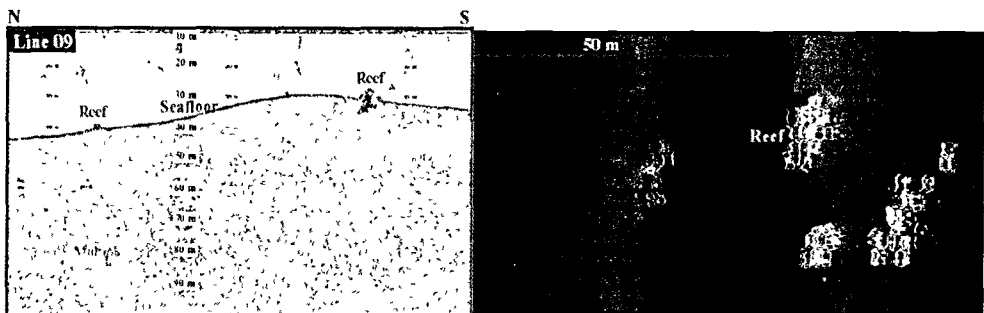


그림 1. 조사지역에서 획득한 탄성과탐사 단면도 (좌) 및 동일지역에서 획득한 사이드 스캔 소나 영상자료 (우).

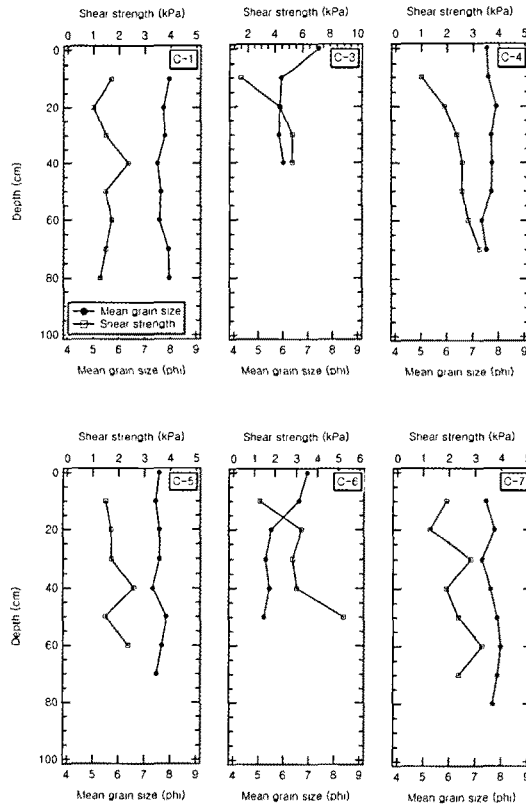


그림 2. 조사지역에서 획득된 주상시료 입도분석 (mean grain size) 및 전단응력분석결과.

참고문헌

- 류청로 등, 1994. 해양목장화를 위한 적정어초 및 설계기술 개발. 수산청, RCOID 931-1213-06-1, 276pp.
- 하현철, 2002. 연약해저지반상의 인공어초 침하·매물특성에 관한 연구. 부경대 석사학위논문, 79pp.
- 해양수산부, 2004. 인공어초시설사업집행및관리규정. 해양수산부훈령 제328호. 129-131.
- Folk, R.L., 1968. Petrology of sedimentary rocks, Hemphill's Austin, Texas, 170pp.
- Folk, R.L. and Ward, W.C., 1957. Brazos river. A study in the significance of grain-size parameters. J. Sed. Petrology, 27: 3-27.
- Galehouse, J.S., 1971. Sedimentation analysis. In: Procedures in sedimentary petrology. Carver, R.E. (ed.), Wiley-Interscience. 69-74.
- Ingram, F.L., 1971. Sieve analysis. In: Procedures in sedimentary petrology. Carver, R.E. (ed.), Wiley-Interscience.
- Kim, J.Q., N. Mizutani and K. Iwata, 1995. Experimental study on the local scour and embedment of fish reef by wave action in shallow water depth, Proc. of ECOSSET 95, 168-173.
- Kimura, H. and K. Iwata, 1985. A study on local scour of cylinder artificial fish reefs, Fisheries Engineering, 31(1): 33-40.