

## 석션파일을 이용한 신형식 방파제 개발 Development of New Type Breakwater Using Suction Pile

조영기<sup>1</sup>, 방상철<sup>2</sup>, 조인행<sup>3</sup>, 안용호<sup>4</sup>

YeongGki Cho<sup>1</sup>, SangChul Bang<sup>2</sup>, InHaeng Cho<sup>3</sup>, YongHo Ahn<sup>4</sup>

### 1. 서 론

일반적으로 사용되는 방파제 형식인 사석식 경사제는 수심이 깊거나 지지층의 심도가 깊을수록 방파제 단면이 급격히 증가되어 대량의 사석을 필요로 하며, 최근에 많이 사용되고 있는 케이슨식 방파제의 경우도 연약층이 깊은 곳에서는 방파제 체체를 연약층 하부 지지층에 거치시키기 위해서는 많은 비용이 발생한다. 그러므로, 경제적이고 시공성이 우수한 방파제 형식을 개발하기 위하여 방파제 하부구조로 석션파일을 사용하고 상부는 중력식 케이슨을 사용한 신형식 방파제의 필요성이 대두되었다.

신형식 방파제는 해저지반의 연약층을 준설하지 않고 석션암을 이용하여 석션파일을 연약층 하부 지지층까지 관입한 다음, 석션파일 상부에 중력식 케이슨을 거치하는 공법이다.

### 2. 현장 조건

울산신항에 건설예정인 북방파제의 일부구간에 신형식 방파제가 50m 연장으로 시험시공 되었으며, 시험시공 구간의 수심은 대략 20m 정도이다. 파업대상지역의 설계파고는 파고( $H_{1/3}$ ) 6.4m, 주기(T) 11sec, 파장은 148.07m이고, 원지반은 약 13m 깊이의 연약한 실트질 점토로 구성되어 있다.

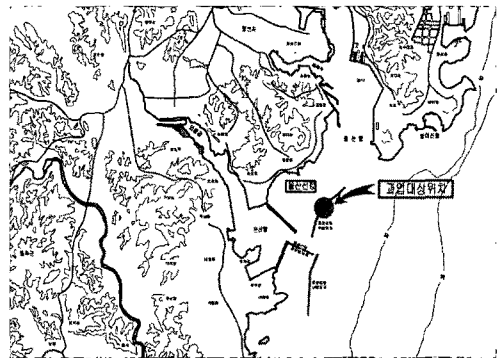


Fig. 1. 현장위치

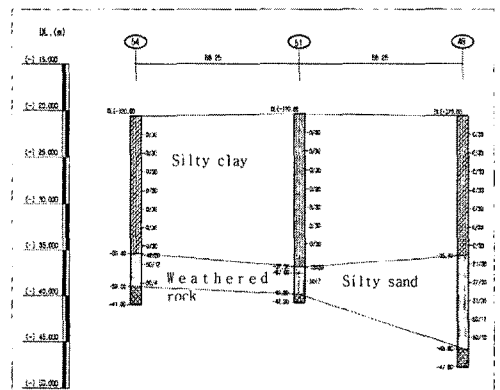


Fig. 2. 지질 단면도

1 발표자: (주)대우건설 부장  
 2 Southdakoda School of Mines and Technology  
 3 (주)에드백트 부장  
 4 (주)에드백트 과장

### 3. 석선파일을 이용한 신형식방파제

신형식 방파제의 하부기초는 13.9m×13.9m의 사각형 슬래브와 외경이 11.0m, 높이 13.9m인 원통형기초로 구성되어 있는 두 개의 석선파일을 설치하는 것으로 방파제 기초가 완성된다.

방파제 상부에 설치되는 중력식 케이슨은 21.4m(B)×16.0m(L)×18.0m(H)의 크기로 두 개의 석선파일에 의해서 지지된다. Fig. 3-Fig.7은 방파제 표준단면도이다.

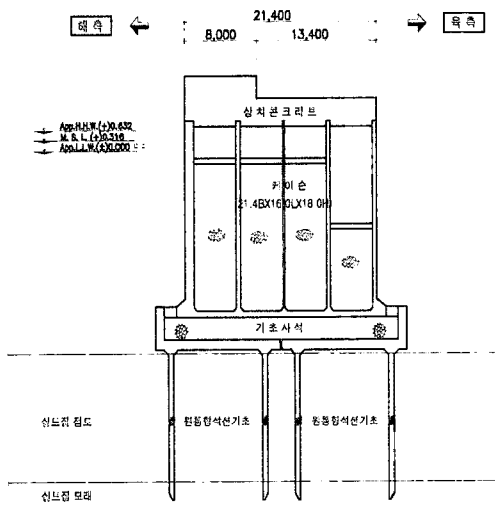


Fig. 3. 신형식 방파제 단면도

석선파일의 두께와 직경은 석선파일에 작용하는 하중과 지반의 중방향 및 횡방향 지내력, 그리고 지반의 교란없이 석선파일을 설치하기 위해 필요한 석선압력에 따라 설계가 되었으며, 석선파일의 세부설계는 파일에 작용하는 상부하중에 안전율을 고려하여 설계되었다.

석선파일은 총 8합이 울산 북방파제 인근 제작장에서 제작되었고, 북방파제 시험시공 구간에 성공적으로 설치되었다. Fig. 4는 제작이 완료된 석선파일의 모습이다.

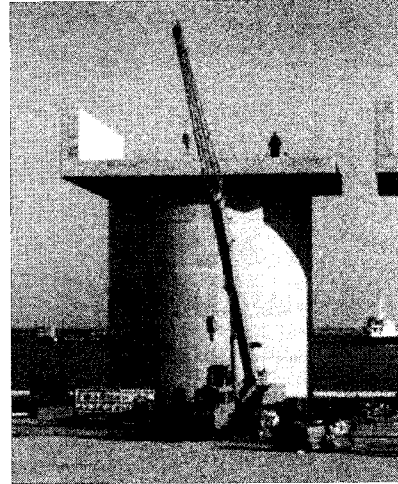


Fig. 4. 석선 파일

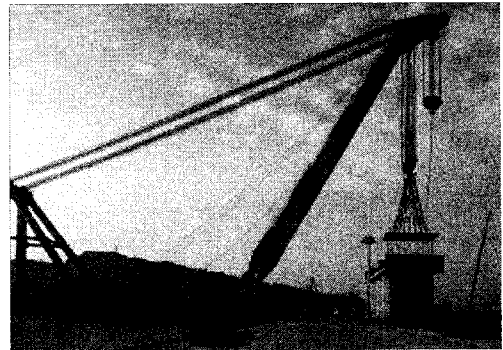


Fig. 5. 석선파일 인양

석선파일의 설치가 완료된 후 석선파일 상부에 기초사석을 포설하여 상부의 자중이 석선파일에 균등하게 작용할 수 있도록 하였으며, 기초사석 포설 후 케이슨 3합을 제작하여 설치하였다. 케이슨 설치가 완료된 후 상치콘크리트로 상치블록 15개를 제작하여 설치하였으며, 현장타설 대신 상치블록을 사용한 것은 향후 방파제 제거 시 상치콘크리트의 제거가 용이하게 하기 위해서이다.

Fig. 8-Fig.11는 케이슨 제작 및 설치와 상치콘크리트 제작 및 설치 모습이다.

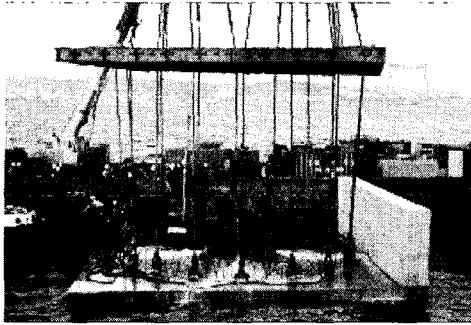


Fig. 6. 석선펌프 작동

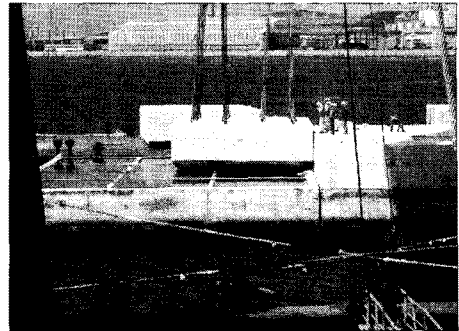


Fig. 10. 상치 시공

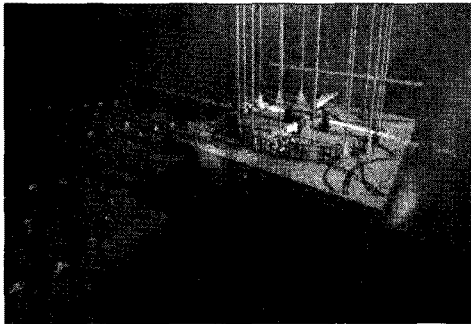


Fig. 7. 석선파일 설치

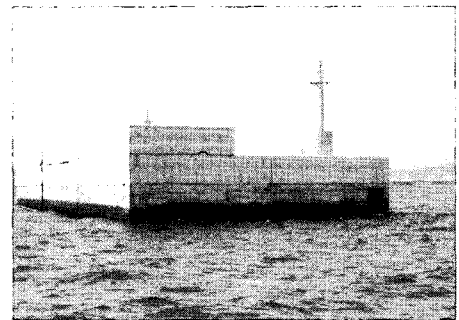


Fig. 11. 시공 완료 후 전경

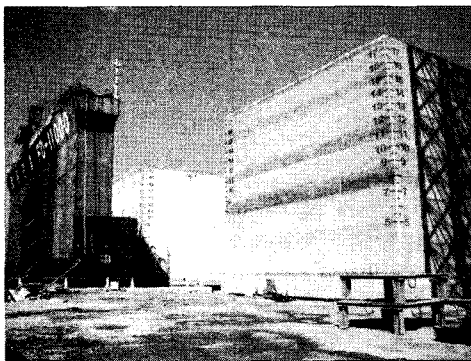


Fig. 8. 케이슨

#### 4 장기거동 계측

석선파일 신형식 방파제는 방파제의 장기 거동을 계측하기 위하여 석선파일과 상부케이슨에 방파제의 장기거동 계측을 위한 계측기를 설치하여 2007년 10월부터 2008년 10월까지 총 12개월간 장기거동 계측을 수행하고 있다. Table 1은 신형식 방파제에 설치된 계측기들이다.

Table 1. 신형식 방파제 장기계측

계측기	석선파일	계측기	케이슨
간극수압계	12 EA	파압계	5 EA
유효응력계	4 EA	가속도계	1 EA
반력계	4 EA	Tiltmeter Plate	12 EA
로드셀	8 EA	변위측정	4 EA
세굴측정	8 EA	RTK	24 EA

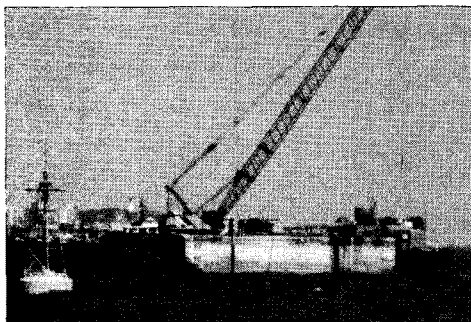


Fig. 9. 케이슨 거치

## 5. 결 론

신형식 방파제는 대수심 연약지반에 기존의 방파제를 대체하여 경제적이고 시공성이 우수한 방파제를 건설하기 위한 목적으로 개발되었다.

신형식 방파제는 방파제 하부기초로 석션파일을 사용하였으며, 상부는 중력식 케이슨을 사용하였다. 석션파일은 총 8합을 설치하였으며, 석션파일을 설치하는 동안 석션파일 내·외부의 간극수압, 석션파일의 관입깊이, 그리고 석션파일의 기울기 등을 실시간으로 모니터링하였다.

신형식 방파제는 다른 형식의 방파제에 비하여 경제적이고, 시공성이 우수하며, 석션파일 설치시 환경오염이 발생하지 않는 친환경적인 방파제 형식으로 향후 수심이 깊고 연약층이 두꺼운 지역을 중심으로 널리 활용될 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- A. Cottrill, "Skirt Plate to Support Europipe Jacket," *Offshore Engineering*, 1992.
- P. Larsen, "Suction Anchors as an Anchoring System for Floating Offshore Constructions," *Offshore Technology Conference*, Paper No. 6029, 1989.
- D. Senepere, and G.A. Auvergne, "Suction Anchor Piles - A Proven Alternative to Driving or Drilling," *Offshore Technology Conference*, Paper No. 4206, 1982.
- S. Bang and Y. Cho, "Use of Suction Piles for Mooring of Mobile Offshore Bases - Task 3 Completion Report: Analysis and Design Methods of Suction Piles," A report prepared for the Naval Facilities Engineering Service Center, Dec., 2000.
- S. Bang and Y. Cho, "Ultimate Vertical Loading Capacity of Suction Piles," *36th Annual Symposium on Engineering Geology and Geotechnical Engineering*, Las Vegas, NV, Mar., 2001, pp. 703-712.
- S. Bang and Y. Cho, "Ultimate Horizontal Loading Capacity of Suction Piles," *International Journal of Offshore and Polar Engineering*, Vol. 12, No. 1, Mar., 2002, pp. 56-63.
- Y. Cho and S. Bang, "Inclined Loading Capacity of Suction Piles," *12th International Offshore and Polar Engineering Conference*, Paper No. 2002-PCW-01, Kitakyushu, Japan, May, 2002.
- S. Bang,, Y. Cho, and S.S. Kim, "Calibration of Suction Pile Installation Design with Centrifuge Model Tests," Paper No. OSU-5023, *20th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering*, Rio de Janeiro, Brazil, June 2001.
- Y. Cho, S. Bang, and T. Preber, "Transition of Soil Friction During Suction Pile Installation," *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 39, No. 5, Oct. 2002, pp. 1118-1125.