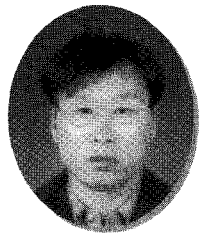


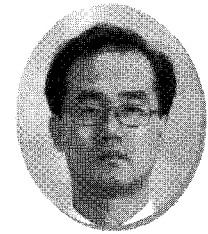
여수항 동방파제 축조공사 현장 견학 후기 (연약지반처리공법 중심으로)



전인근
삼부토건(주) 토목부 소장



강민수
삼부토건(주) 토목부 사원



여규권
삼부토건(주) 기술연구실 부장

지난 2월 23일 여수항 동방파제 축조공사 시공 현장을 견학하였다. 현장 견학을 통하여 본 현장에 적용된 연약지반 처리공법에 대한 기술 분석 및 시공 사례를 소개하고자 한다. 여수항 동방파제는 여수항 신항내에 항내 정온도를 향상시켜 태풍 및 폭풍 내습시 항내에 접안하고

있는 선박과 항만시설을 보호할 수 있는 시설로 사석 경사재 방식으로 수리적 안정성이 우수한 SEALOCK 블록이 사용되었으며 파랑 및 흐름에 대한 안정성을 확보하기 위하여 Buried Type의 세굴방지공을 적용하였고 고파랑에 의한 제체 안정성을 제고하기 위하여 피복석과 Tripod

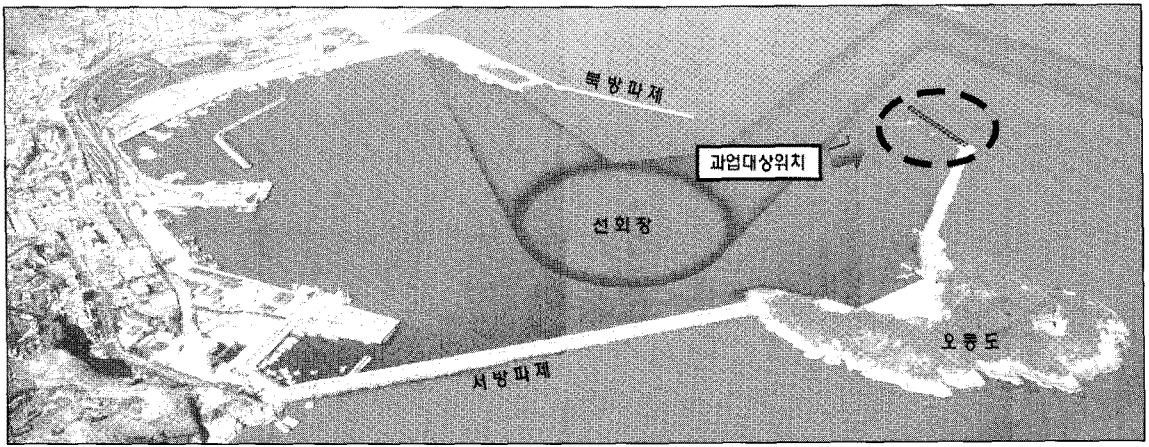


그림 1. 사업 위치 평면도

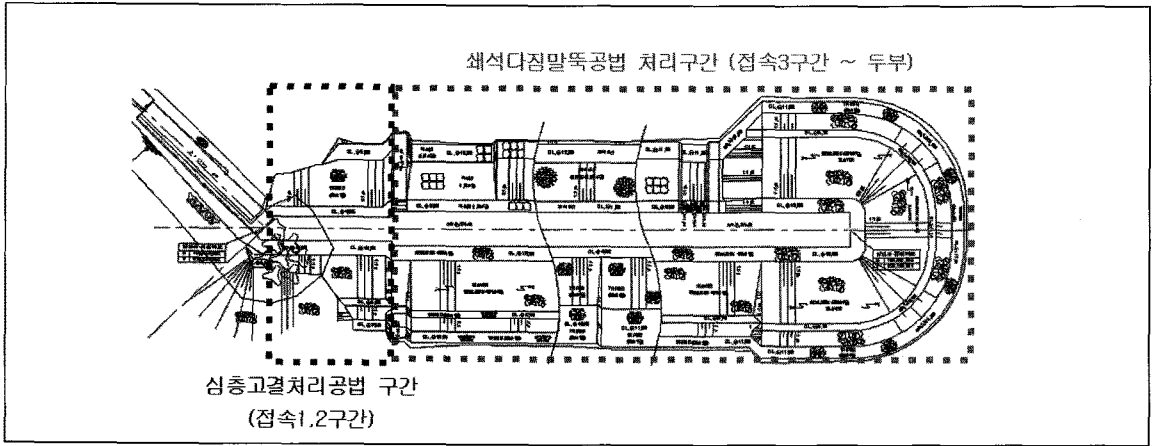
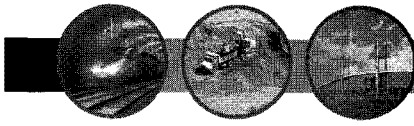


그림 2. 연약지반 개량 평면도

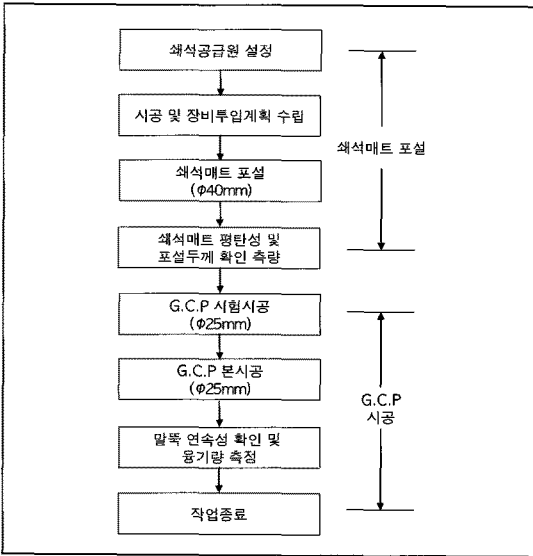


그림 3. GCP 작업순서

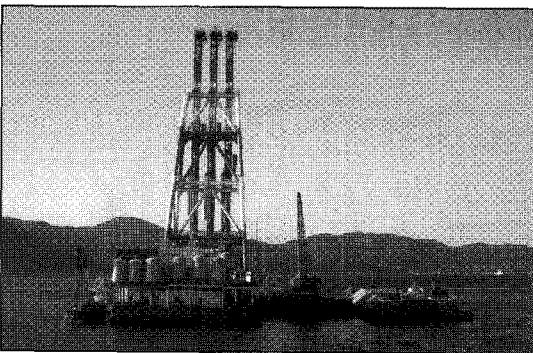


사진 1. GCP 작업선단 구성

를 활용하였으며 항내 반사파 및 연파의 저감효과가 탁월한 Warock블럭을 사용하였다. 본 현장에서의 연약지반 처리공법은 심층혼합처리공법과 쇄석다짐말뚝을 이용하여 지반을 개량하고 있으며 총 연장 길이는 232m이다.

본 현장의 지반조건을 살펴보면 (구)동방파제 두부 구간에 해당하는 접속 1,2구간의 경우 사석층이 광범위하게 분포되어 있어 표준관입시험치(N치)가 $4 < N < 19$ 로 상당히 견고한 지반조건을 가지고 있어 연약지반의 침하 억제 공법인 심층처리고결공법이 적용되었다.

그에 비해 접속3, 간부 및 두부 구간의 경우 연약지반의 평균 N값이 N1로 매우 연약하기 때문에 압밀침하를 촉진하는 쇄석다짐말뚝공법(이하 G.C.P)이 적용되어 시공되었다.

여수항 동방파제 현장에 적용된 연약지반 처리공법을 소개하면 첫번째 쇄석다짐말뚝 공법으로 쇄석다짐말뚝 공법의 시공 방법은 케이싱을 지지층까지 관입한 후 Vibro-Hammer 및 압력수로 쇄석을 다짐을 주어 개량체를 형성하면서 선단부에서 두부까지 개량체를 상향으로 조성하는 방법이다. 본 현장에서는 인근 양식장 및 해저 생태계 파괴를 최소화하기 위하여 쇄석매트를 먼저 포설하여 부유물을 최소화한 후 G.C.P를 공법을 시공하였다.

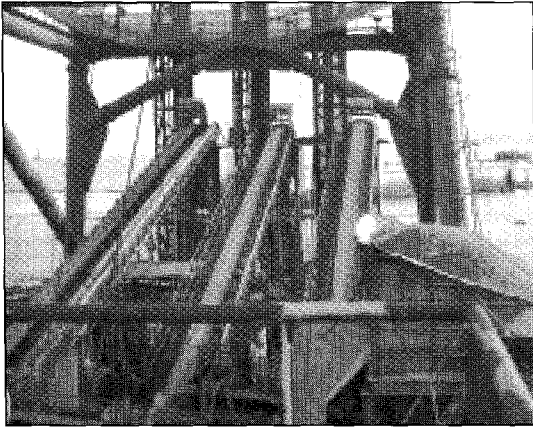


사진 2. 쇠석 운반

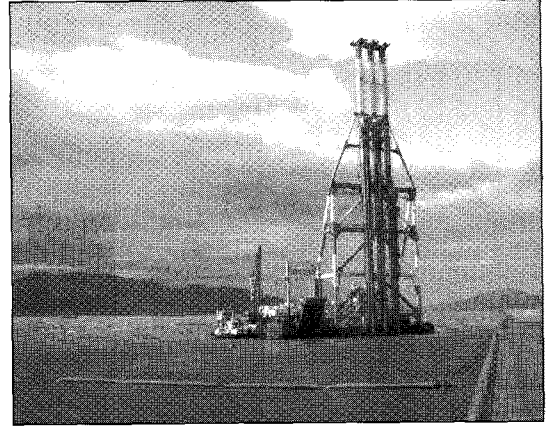


사진 3. 작업 전경

시공방법 및 순서

두번째로 적용된 연약지반처리 공법은 심층고결처리 공법으로 심층고결처리 공법은 사석층 천공 후 압축 공기 및 고압수를 이용하여 지반을 절삭 이완시켜 이때 배출되는 이토를 모르타르와 섞어 주입재로 재사용하여 연약지반 상에 콘크리트 개량체를 형성시키는 공법이다.

심층고결처리 공법의 가장 큰 장점은 개량체의 강도 조절이 용이하며, 저유동 몰탈을 압송 충전시켜 균질한 강

도의 개량체를 형성할 수 있지만, 해상 현장의 경우 이토의 재사용에 대한 검토와 모르타르 외부 유출에 대한 주의가 요구된다.

시공순서 및 방법은 심층고결처리 공법의 경우 사석층 천공 후 고압수를 이용하여 연약지반을 절삭한 후 관입 저항치의 변화로 지지층을 결정하게 되며, 약 2m를 추가 천공 후 모르타르를 주입하게 된다. 조위의 변화에 따라 FMS 모르타르의 주입량(180ℓ /min) 및 인발 속도(14min/m)도를 조절하여 주입을 실시하였다.

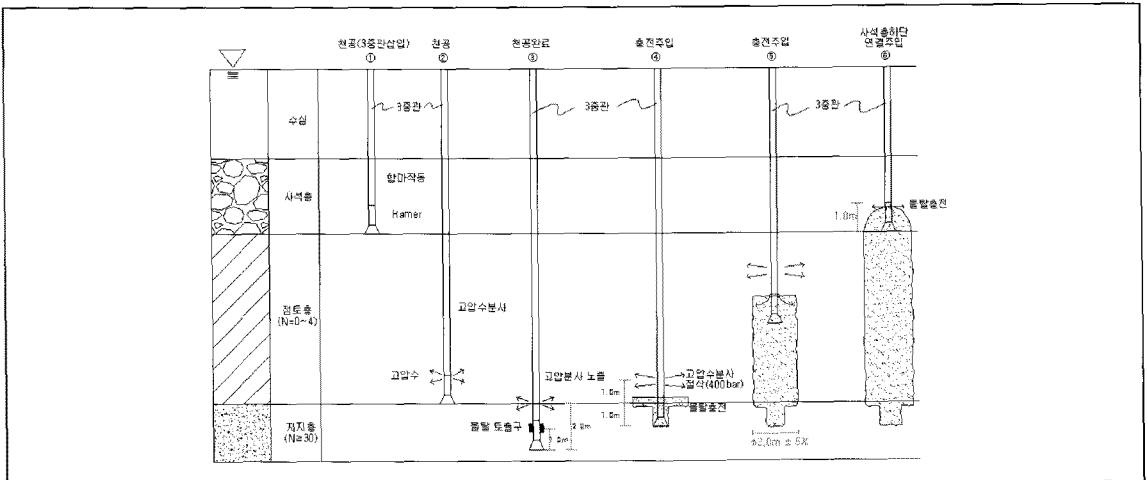


그림 4. 심층고결처리 공법 시공 모식도

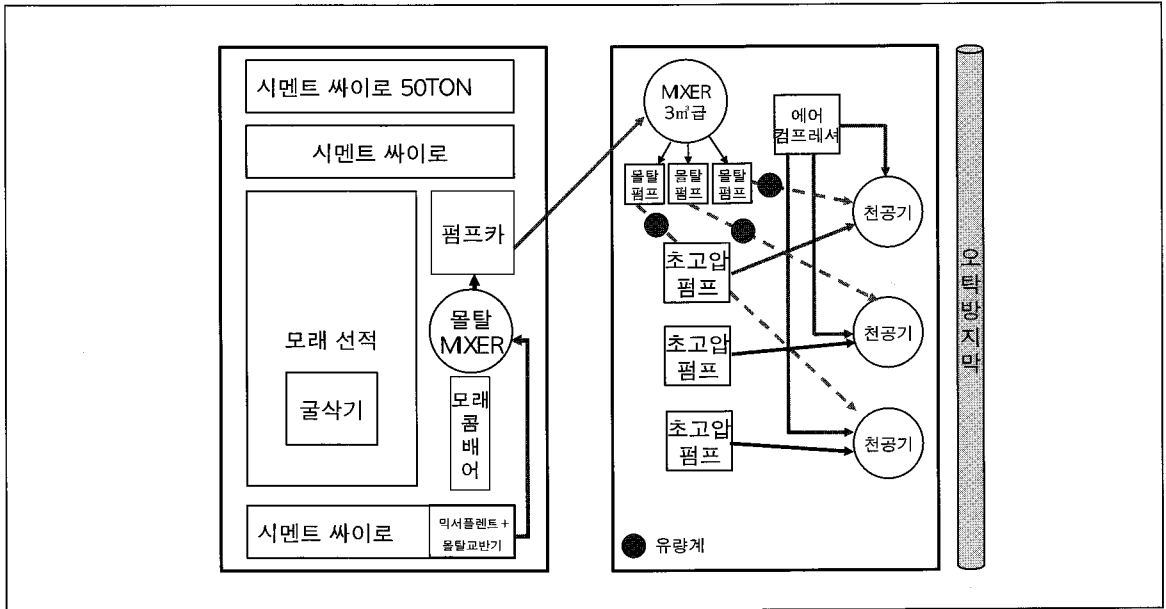


그림 5. 모르타르 배합 및 이송 과정

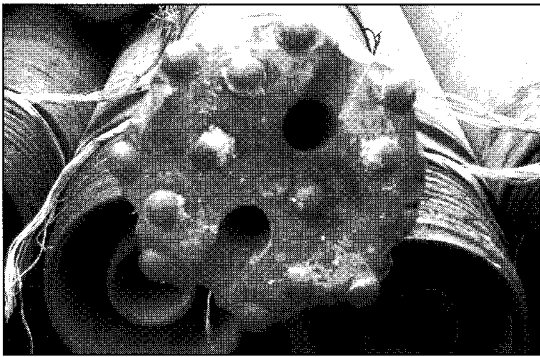


사진 4. 로터 함마

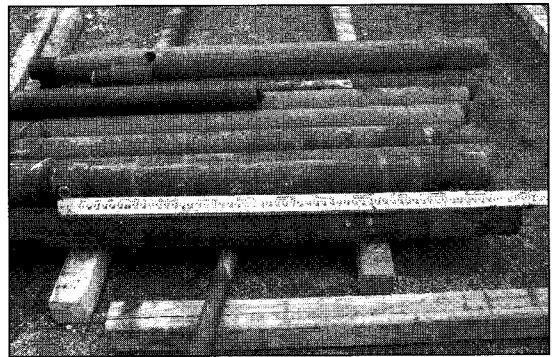


사진 5. 삼중관 케이싱

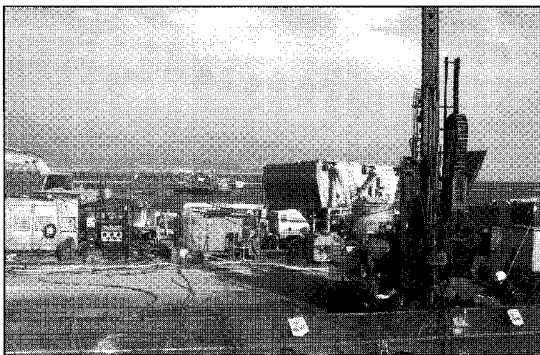


사진 6. 작업 전경

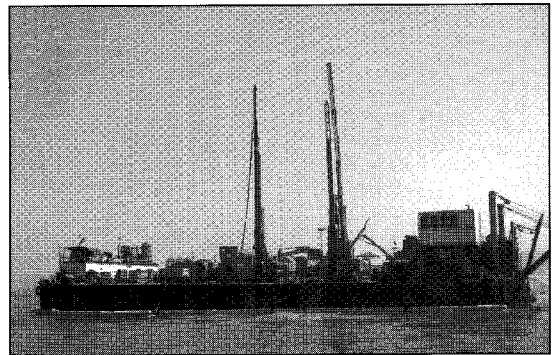


표 1. 용기량 측량 결과

구분	설계(m)	용기량 측량 결과 (m)		비고
		25%(개량율)	30%(개량율)	
접속3구간	3.0	2.8	3.4	
간부	3.0	2.6	3.5	
두부	3.0	2.7	3.5	
평균	3.0	2.7	3.4	

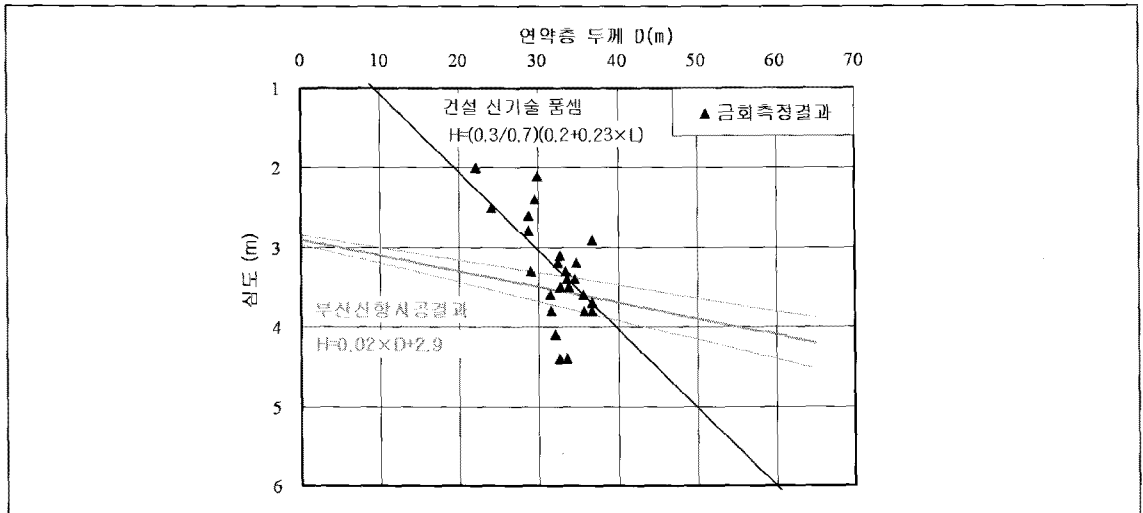


그림 6. 용기고 추정 결과

주입 중 모르타르의 외부 유출을 방지하기 위하여 작업 선박에 오타방지막을 설치하여 모르타르의 외부 유출을 최소화시켰다.

연약지반 처리공법의 시공 중 확인 조사 결과 분석에 따르면 GCP 시공 후 용기량 측량결과 GCP 공법의 경우 지중에 진동을 가하여 개량체를 형성하는 과정에서 인접 지반에 용기가 발생되어 이를 MBES(Multi Beam Echo Sounding)측량을 실시하여 용기고의 분포형상을 조사한 결과 평균 제체 중심부(개량율 30%)의 경우 3.4m, 제체 외곽부(개량율 25%) 2.7m가 발생되어 설계에 적용된 용기량과 큰 차이가 발생하지 않았다.

부산 신항 시공 결과와 건설 신기술 품셈(2003) 예측 결과와 본 현장에서 발생된 용기고와 비교한 결과 대체적으

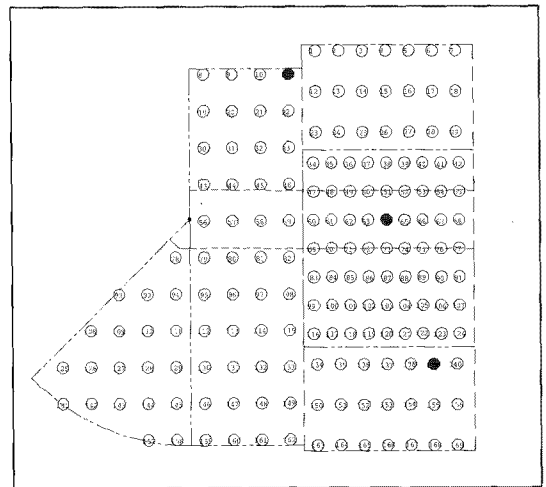


그림 7. 조사 위치도

로 건설 신기술 품셈식에서 예측한 경향과 유사하였다.

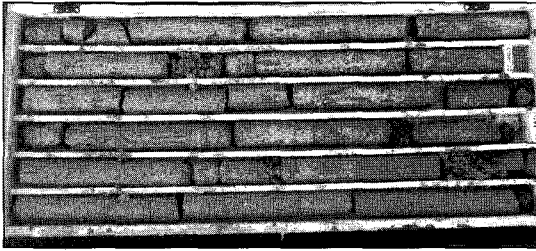
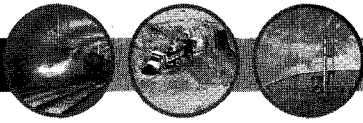


그림 8. 채취된 코어 시료

심층고결 개량체 강도 확인 조사 결과 심층고결 처리 후 개량체의 강도를 조사하기 위하여 확인 보링을 실시하여 개량체의 코어 시료를 채취하여 강도시험을 실시한 결과 설계 기준 강도(4MPa)를 상회하는 평균 16.37MPa로

개량체의 강도는 아주 우수하였다.

여수항 동방파제 축조 현장 견학을 통해 연약지반처리 공법의 설계와 실제 시공의 차이점을 파악할 수 있었으며 그 내용 일부를 소개하면 우선 첫째 GCP 공법의 경우 용기고의 경우 설계와 유사하게 발생되었으나, 건설 신기술 품셈과 유사한 경향으로 용기고가 발생되어 부산 신항 시공결과와는 경향이 일치하지 않았으며, 둘째 심층고결처리 공법 시공 후 확인 조사 결과 설계 기준 강도인 4MPa를 상회하는 16.37MPa(평균)로 개량체의 강도는 우수한 것으로 입증되어 연약지반 침하 억제 및 제체 안정성성에 큰 효과를 발휘할 것을 견학을 통해 얻을 수 있게 되었다.

표 2 강도 시험 결과

공번	시험결과(MPa)			평균(MPa)	시방기준(Mpa)	비고
	1	2	3			
11	13.56	14.78	16.80	15.04	4.0	
64	16.21	15.83	18.43	16.82	4.0	
139	18.85	17.13	15.78	17.25	4.0	