

연약지반상에서 수륙양용선을 활용한 지반조사 사례 A Case Study on amphibious barge on soft soils

윤태정¹⁾ Tae-Jung Yun, 차영만²⁾ Young-Man Cha, 이근하³⁾ Keun-Ha Lee, 최충식⁴⁾ Chung-Sik Choi

1) (주)창대지엔씨 이사, Director, Chang Dai Geo & Consultant Co., Ltd

2) (주)창대지엔씨 대표이사, President, Chang Dai Geo & Consultant Co., Ltd

3) POSCO건설 토목기술팀 팀장, Manager, Civil Eng'g Team, POSCO Eng.g & Const. Co., Ltd

4) POSCO건설 토목기술팀 대리, Deputy, Civil Eng'g Team, POSCO Eng.g & Const. Co., Ltd

개요(SYNOPSIS) : In this case study, the field investigation work on soft soils like a reclamation area with dredged-clay or intertidal mud flat which has not enough strength to resist the load of surveying machines, the amphibious barge(modified AMFIROL) which travels on land and water was adopted to the field investigation work. Despite of slight increase of cost, it was found that the adoption of amphibious barge in field investigation could improve the quality of test results and avoid the waste of time and some effort.

주요어(Key words) : soft soil, field investigation, amphibious barge, modified AMFIROL

1. 서 론

오랜 기간이 경과하지 않은 준설매립지역이나 늪지대, 해성퇴적토층 같이 매우 연약한 지반이나 조사지역 전체 또는 일부가 물에 잠겨있으나 수심이 얇은 곳, 또는 우리나라 서해안지역과 같이 조수간만의 차이가 심한 대조차환경의 조간대에서 수행되는 지반조사는 육상조사장비의 진입이나 이동 등에 제한이 생기게 되고 바지선과 예인선을 조합하여 운용하는 경우에도 이동에 필요한 최소한의 흘수가 확보될 때까지 장비 및 인원의 대기가 불가피하게 발생하게 되어 조사기간의 장기화와 조사비의 상승뿐 아니라 조사장비와 인명의 안전을 항상 위협하는 요소로 작용하고 있다. 근래 준설매립지역에서의 조사가 비교적 빈번해짐에 따라 이러한 장애요인을 극복하고자 하는 노력이 다양한 방법으로 시도되고 있으며 본 연구에서는 이러한 예의 하나로서 수륙양용 특수바지선 등을 소개하고 이를 활용한 조사사례를 소개하고자 한다.

2. 조사개요 및 지반특성

2.1 조사개요

① 사업명 : ○○○ 단지

② 조사면적 : ○○○○○○ m²

③ 조사기간 : '04.12.20~'05.02.28

2.2 조사지역의 지반특성 및 작업여건

해당지역은 '97년에 준설토로 매립 완료된 지역으로 지표면에는 2~3종의 염수 및 염담수 식물이 자생하고 있으며 주변지반에 비해 상대적으로 낮은 지역은 우수 등에 의해 균테균테 물이 고여 있는 상태여서 육상 조사장비의 원활한 통행에 지장을 초래하고 있다.

지표로부터 약 6~7m 는 해양 준설토(CH)로 매립되었으며 그 하부에는 해성퇴적층(CH, 두께 약 6~16m) 및 풍화대, 기반암의 층서를 이루고 있다. 매립층 및 퇴적층의 표준관입시험의 N치는 0(롯데자중에 의해 관입)~2 회, 비배수전단강도(Su)는 약 5 ~ 10 kN/m² 의 매우 연약한 상태이다.

지표면이 건조할 때에는 조사장비의 진행이 가능한 상태이지만 조사 작업으로 인하여 지반이 교란되거나 습윤 상태에서는 조사장비의 침하가 발생하여 이를 인발, 견인하는 데 노고를 쏟는 일이 작업초기에는 계속해서 발생하였다.



사진1. 조사지역 전경

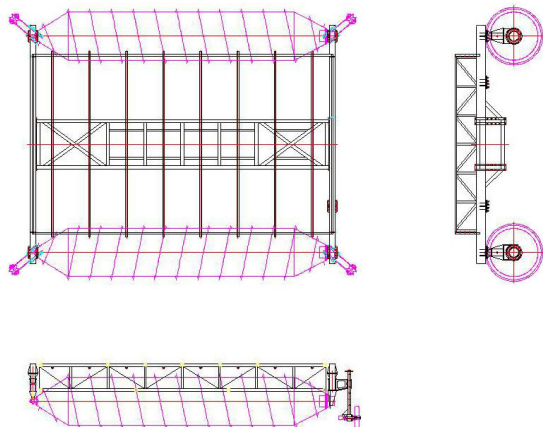


사진2. 조사장비(CPT)의 침하*1)

*1) 본 조사지역에서는 습지를 원활하게 주행할 수 있는 장비를 구하기 어려울 뿐더러 비교적 경량의 CPT장비를 견인하는 데 약 10여명의 인원이 투입되어 2시간 이상 소요되었다.

3. 장비소개

3.1 장비제원



- ① 제 원 : 8.6^M × 11.2^M × 2.8^M (B × L × H)
- ② 순중량 : 130 kN, 시추기 탑재시 180 kN
- ③ 최대상재하중 : 80 kN(육상), 100 kN(수상)
- ④ 주행속도 : 4 km/h(육상), 6 km/h(수상)

그림 1. 수륙양용선 평면 및 측면

3.2 개발배경

본 사례에서 소개할 수륙양용선은 현대건설의 신기술인 초연약지반의 표층 자연건조처리공법(Progressive Trenching Method, 신기술 제127호, '98)에서 표면건조층(Crust)을 형성시키기 위해 도입된 De Hollandsche IJssel 社의 AMFIROL 장비의 육상 및 수상에서 이동편의성 등에 착안하여, 이를 소형화·경량화하고 조사장비를 탑재할 수 있도록 개량한 것으로서, 상재하중과 밸런스를 유지할 수 있도록 부력을 발생시킬 수 있는 Screw Pontoon의 적절한 크기를 정하는 것과 이동 및 정지, 작업 중 선체가 어느 한쪽으로 기울지 않도록 상재하중의 위치를 고려한 전후 밸런스의 유지가 개발의 중요한 기술요소이다.



a) 전체 모습

b) 전·후진 모습

c) 횡방향 이동 모습

사진 3. 수륙양용선 전경 및 진행 모습

수륙양용선은 육상에서 전·후진 및 횡방향 이동이 가능하며 수중에서는 Pontoon 후미에 장착된 2개의 스쿠류에 의해 전후진이 가능하다.

조사 작업 중 조사인원 및 소형 장비의 운반 등에는 역시 수륙양용선의 일종인 호버크라프트를 이용하였다(사진 4 참조).



사진 4. 호버크라프트

3.3 적용결과

개발된 수륙양용선의 현장적용을 위한 사례는 턱기발주방식으로 진행되는 사업의 지반조사로서 현재까지 4개의 컨소시엄이 구성되어 지반조사를 진행하고 있으며 현지조사 시점에('04.12.22~23) 사업현장에는 약 10여대의 조사장비가 조사를 진행하고 있으며 이 가운데 최소 3대는 이미 1회 이상(총 7회 이상)의 침하발생으로 시간적·경제적 손실을 경험하였다.

해당지역의 시추조사작업 중 우수가 고여 있는 11개소에서 수륙양용선을 이용하여 시추조사 및 원위치시험을 수행하였으며 예상대로 침하로 인한 작업지연 등은 발생하지 않았다.

육상장비를 활용한 경우와 수륙양용선을 활용한 경우에 대해서 시추조사비용만을 비교할 경우 수륙양용선을 사용하는 경우에 조사비가 약 20% 상승하는 결과를 나타냈지만 장비의 침하로 인한 작업정지 및 인양작업이 없었으므로 시간 및 비용의 손실이 발생하지 않았으며 작업의 안정으로 인한 원위치시험의 신뢰성 향상 등의 효과가 있는 것으로 평가되었다. 이러한 정성적 효과는 차후에 적용사례 분석을 통해 정량적 가치로 평가될 수 있을 것으로 기대한다.

또한 시추예정위치에 물이 고여 있는 경우 육상장비만으로 조사를 할 경우에는 인근의 마른 곳으로

예정위치를 벗어나서 시추를 할 수 밖에 없으나 수륙양용선은 이러한 현장여건에 구애를 받지 않고 예정된 위치에서 시추를 할 수 있다는 점이 큰 장점으로 인식되었다.

금번 조사지역의 경우 재래식 Pontoon 바지를 사용할 만큼 수심이 깊은 곳은 없었으나 이전의 활용 실적을 통해서 분석한 결과 재래식 바지+ 예인선의 조합을 수륙양용선으로 대체할 경우 시추조사비에서 최대 15~20%의 절감이 가능한 것으로 나타났다.



그러나 표층 및 그 하부지반의 교란이 수륙양용선의 가장 큰 문제로 나타났으며 교란정도와 범위는 차후의 연구 과제로 삼고자 한다.

사진 5. 수륙양용선 진행으로 교란된 표층

4. 맺음말

본 조사지역과 같이 육상장비의 이동 및 작업에 제약이 있는 지역에서 본 사례와 같은 수륙양용선의 적용은 직접적인 조사비용이 상승되는 불리한 측면은 있으나 안정적인 여건 하에서 조사가 가능하고 그에 따른 조사결과의 신뢰성 향상 및 불필요한 시간손실을 줄일 수 있다는 점에서 긍정적으로 평가받기를 기대한다.

과거 조사업무에 대한 발주자의 관리 및 감독이 조사비용에 대해서는 직접적이고 엄격한 반면 품질 관리 및 시간에 대해서는 상대적으로 느슨한 면이 있었다. 그러나 최근에는 조사결과의 품질 및 시간관리 측면을 보다 더 중시하는 경향이며 본 사례는 이와 같은 추세에 부응하기 위한 한 노력의 하나로 볼 수 있다.

5. 참고문헌

1. 이승원, 나영목, 홍의(2004), “국내외 대규모 준설매립공사 시공사례”, 한국지반공학회, 지반구조물 설계·시공 사례집, pp 48~49
2. 현대건설(1998), “신기술지정신청서 : 배수로 땅의 단계적 조성을 통한 초연약지반의 표층 자연 건조 처리 공법”