

점토슬러리의 배수촉진을 위한 PVDF의 활용

김영욱*, 박지호**, Hoang Trong Lam*, 김정환**, 정동환***, 김상식****

*명지대학교 토목환경공학과

**극동건설(주)

*** (주)도담이앤씨

****티섹그룹

e-mail: jpark@mju.ac.kr

Application of PVDF to Enhance Drainage Capability in Clay Slurry

Young-Uk Kim*, Ji-Ho Park*, Hoang Trong Lam*, Jung-Han Kim**, Dong-Hwan Jung***, Sang-Shik Kim****

*Dept of Civil Environmental, Myongji University

** Kukdong E&C

***Dodam E&C

****Tsec group

요 약

기존의 연직 배수공법은 통수능의 저하, 막힘현상(clogging) 등으로 인하여 연약지반의 압밀을 지연시키는 문제점을 가지고 있다. 이 연구에서는 고분자 압전소자인 PVDF(polyvinylidene fluoride)를 연직 배수공법에 적용하여 연직배수공법의 기존 문제점을 극복하고 연약지반의 간극수를 빠르게 소산시킴으로서 압밀을 촉진 시킬 수 있을 것이라 판단되어 이에 따른 실내 실험을 수행하였다. 실험 결과 PVDF를 적용한 경우에서 그렇지 않은 경우보다 간극수의 배출량이 증가하여 PVDF의 적용으로 배수재의 성능이 향상됨을 알 수 있었다.

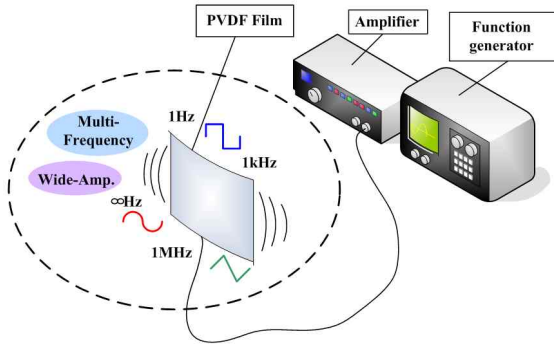
1. 연구 배경 및 목적

현재 우리나라는 항만을 포함한 연안개발, 어항개발과 관련된 항로 확장 등 많은 지역에 준설 및 매립 공사를 수행하고 있으며, 최근에는 4대강 정비사업, 경인운하사업 등 준설공사가 증대되고 있다. 준설 및 매립공사에 주재료로 사용되는 해성점토는 매립 초기에 매우 연약한 지반을 형성하게 된다. 이러한 연약지반을 개량하기 위하여 다양한 연약지반개량공법이 쓰이고 있으며 그 중에서 연직배수공법이 가장 널리 사용되고 있다. 연직배수공법은 압축성이 크고 투수계수가 작은 토층에 배수재를 타설함으로써 인위적으로 배수거리를 단축시켜 간극수를 배출시킴으로서 압밀을 촉진시키는 공법이다. 그러므로 배수재의 통수능력은 연직배수공법의 효과를 나타내는 척도가 된다. 하지만 일반적으로 배수재의 통수능은 일정하지 않으며 지반의 압밀 침하에 따른 배수재의 굴곡, 꺾임 등의 변형과 세립자에 의한 필터재의 막힘 현상(clogging), 축압에 의한 통수단면적

의 감소 등 여러 가지 요인의 복합적인 작용으로 인하여 통수능력이 감소된다. 따라서 이러한 문제점의 개선과 보완이 필요하고 나아가 새로운 연약지반개량공법 개발이 시급한 실정이다.¹⁾

이 연구는 고분자 압전소자인 PVDF(polyvinylidene fluoride)를 연약지반개량 공법 중에 하나인 연직배수공법에 적용하여 배수재의 막힘현상을 감소시키고 간극수를 빠르게 소산시킴으로서 연약지반의 효과적인 압밀 촉진을 목적으로 수행하였다.

PVDF 필름(film)은 전기적 신호를 받아 진동에너지로 전환시키는 일종의 셀룰러판 형식의 스피커라 할 수 있다. PVDF 필름은 1Hz~100MHz 의 넓은 주파수 범위와 고주파인 초음파 환경에 이르는 넓은 동적영역(dynamic range)을 가지며, 자기발전성으로 외부전압이 필요하지 않다는 점과 유연성을 가진 코팅필름의 형태로 소형 경량화가 가능한 장점을 가지고 있다.²⁾ 이 연구에 사용된 PVDF 시스템은 그림 1과 같다.



[그림 1] PVDF 시스템 모식도

2. 실내 실험

2.1 실험 조건 및 방법

이 연구는 초음파 발진 단자의 일종인 얇은 셀룰러 판 형태로 제작된 PVDF 필름과 이를 광역대 액티브(active) 주파수를 발생하도록 구동시키는 함수발생기(function generator), 그리고 증폭기(amplifier)로 구성된 PVDF 시스템을 표 1과 같은 조건으로 실험용으로 제작된 연직배수체에 적용하고 적용 전·후에 대한 간극수의 배출량을 측정하여 배수촉진효과를 알아보았다. 실험은 점토슬러리 약 20ℓ를 bath에 붓고 실험용으로 제작된 연직배수체를 중앙에 설치한 후에 진공펌프를 연결하고 진공펌프로부터 간극수를 배출시켜 배출량을 측정하는 것으로 PVDF의 연직배수체 적용효과를 알아보려고 하였다. PVDF 필름(그림 2)은 연직배수체를 중앙에 설치하기 전에 그림 3과 같이 연직배수체 안쪽에 삽입하고 점토슬러리 중앙에 설치하였다. 실험 장비가 설치 완료된 후 PVDF 필름에 진공펌프의 압력(30psi)과 전압(15volts)을 일정하게 유지하도록 하고 PVDF 필름에 주파수를 가한 경우와 가하지 않은 경우에 따라 얻은 간극수의 배출량을 측정하였다(그림 4).

[표 1] 실험 조건

Case	Freq. (kHz)	전압 (volt)	진공펌프압력 (psi)	점토함수비 (%)
1	0	15	30	210
2	4			
3	7			



[그림 2] PVDF 필름



[그림 3] PVDF 필름 제작과 실험용 연직배수체



[그림 4] PVDF 시스템을 이용한 간극수의 배출량 측정

3. 실험 결과

그림 5와 6은 진공펌프의 압력과 전압을 일정하게 유지하고 점토의 함수비가 210%인 경우에 PVDF 필름의 적용 유무에 따른 유출량의 변화를 나타낸 것이다. 그림 5에 나타나듯이 실험 시작 후 5시간이 경과된 시점으로부터 PVDF 필름을 적용한 경우에서

배출량이 증가하다가 일정해지는 결과를 나타내고 있으며, 실험 종료 시점에서 간극수의 최종 배출량은 PVDF 필름을 적용하였을 경우에 그렇지 않은 경우보다 약 40%가 증가되었다(그림 6, 표 2). 이는 PVDF 필름의 적용으로 배수재와 점토 사이, 또는 점토입자의 재배열을 통하여 간극수의 이동을 원활하게 하여 배출되는 간극수의 양이 증가된 것으로 판단된다. 주파수 크기의 변화에서는 4kHz와 7kHz에서 큰 차이를 보이지 않고 거의 비슷한 결과를 나타내었다.

실험 종료 후 각 조건에서의 점토 슬러리의 함수비를 측정하여 비교해 보았다. 그 결과로 초기 함수비 210%에서 0kHz 조건 일 경우에 178.8%, 4kHz 조건 일 경우에 174.6%, 7kHz 조건 일 경우에 176.2%로 감소하였다. 이 또한 PVDF 필름으로부터 점토로 전달되는 진동이 점토 입자가 재배열 되면서 간극수의 흐름을 원활하게 되어 배출량이 증가되고 점토 내 간극수의 양이 감소하여 점토의 함수비가 감소한 것으로 판단된다.

4. 결론

이 연구에서는 PVDF 필름을 연직배수재에 적용하여 배수재의 문제점인 막힘현상을 감소시키고 배수성능을 향상시킬 수 있는 지에 대한 효과를 알아 보았다. 사용된 시료는 점토 슬러리로 준비하였고, 다양한 주파수에 따른 진동을 PVDF 필름을 사용하여 시료에 직접 시험하였다.

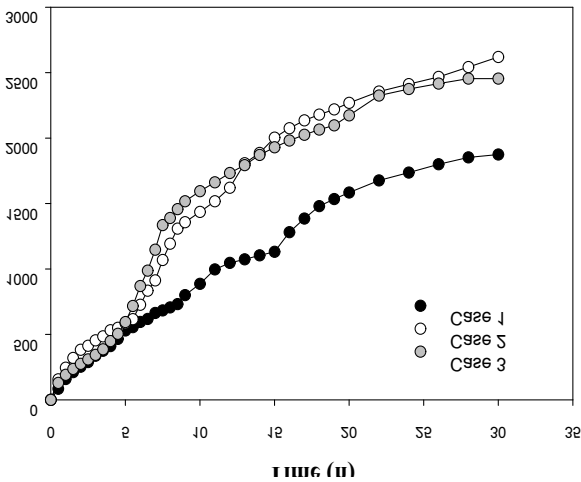
이 연구의 결과로부터, PVDF 필름으로부터 발생되는 진동에너지는 배수재의 막힘현상과 압밀시간 그리고 함수비를 줄이는데 효과적이며, 이에 따라 배수재의 배수능력이 향상됨을 알 수 있었다.

사사

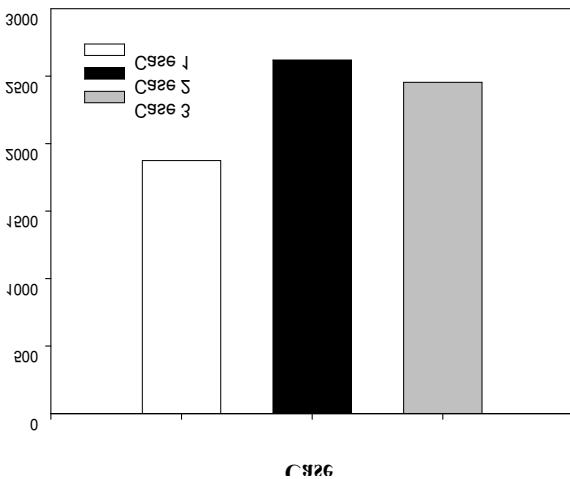
이 연구는 (주)도담이앤씨에서 주관하는 “양방향 압력식 소구경 파일공법 개발” 연구 사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 박지호, 황정하, 김영옥 “연약지반 압밀 축진을 위한 초음파 에너지의 활용” 한국산학기술학회 논문집, 제9권, 제4호, pp. 1039-1042, 2008.
- [2] 이용국, 최용일, 송유리, 안형근, 한득영 “음원주파수 판별을 위한 PVDF 음향센서”, 한국전기전자재료학회 추계학술대회 논문집, pp. 202-204, 1995.



[그림 5] PVDF 필름 적용 유무에 따른 시간 별 간극수의 배출량



[그림 6] PVDF 필름 적용 유무에 따른 간극수의 최종 배출량

[표 2] PVDF 적용 유무에 따른 간극수의 배출량

구분	Case 1	Case 2	Case 3
간극수의 최종배출량(ml)	1874	2619	2454