PVDF 필름을 이용한 사질토의 탈수

박지호*, 송영갑**, Hoang Tien Trung*, 김영욱*
*명지대학교 토목환경공학과
**국립방재연구소
e-mail : yukim@mju.ac.kr

Dewatering of Sandy Soils Using PVDF Film

Ji-Ho Park*, Young-Karb Song**, Tien Trung Hoang*, Young-Uk Kim*
*Dept. of Civil & Environmental Eng., Myongji University
**National Institute for Disaster Prevention

요 약

이 논문에서는 PVDF(polyvinylidene fluoride) 필름의 음파에너지를 이용하여 포화된 사질토에서의 탈수율을 증대하기 위한 방법을 연구하였다. 이 방법은 자연배수로 인한 이차적인 환경문제를 수반하는 강 또는 하천 등에 퇴적된 사질토의 탈수를 촉진시키기 위한 방법으로 PVDF필름의 음파에너지를 이용하였다. 이 연구에서는 PVDF필름의 주파수와 전압을 달리하여 사질토 지반에 적용되는 최적 주파수와 전압을 찾아내고 사질토에서 PVDF필름의 탈수능력을 알아보고자 하였다.

1. 서론

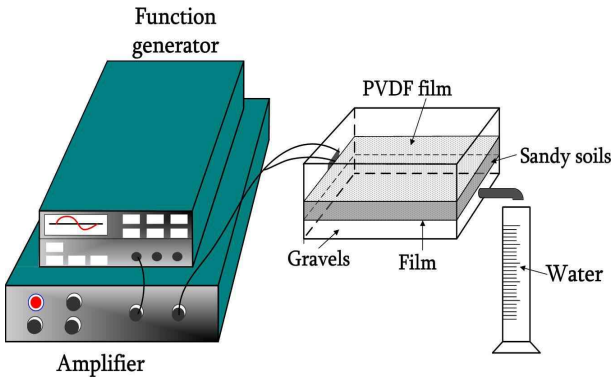
최근 강 또는 하천 등에서 대규모 준설공사로 인하여 준설 처리에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 준설토는 주로 사질토로 구성되어 있어 탈수처리가 용이하나 대량으로 준설되고 적치 될 경우에 자연적인 탈수에 많은 시간이 소요된다. 또한, 적치 후에 이차적인 환경문제(수질오염, 토양오염)가 발생할 수 있으므로 탈수 촉진 기술 개발이 필요한 실정이다.

이 연구에서는 사질토의 탈수를 촉진시키기 위하여 PVDF(polyvinylidene fluoride) 필름의 음파에너지를 이용하였다. PVDF 필름은 압전특성을 바탕으로 음파에너지를 발생하는 유연성 필름이다. PVDF 필름에 전압과 주파수를 달리한 조건으로 나타나는 음파에너지로 포화된 사질토에 적용시켜 시간에 따라 배출되는 간극수의 양을 측정하는 실험을 수행하였다.

2. 실내실험

2.1 실험장비

실험장비는 PVDF 필름, 신호발생기(function generator), 증폭기(amplifier), 모형상자(20cm×30cm×10cm)로 구성되며, 그림 1과 같다.



[그림 1] 장비의 구성

2.2 실험방법

실험은 주파수를 고정하고 전압을 달리한 경우와 전압을 고정하고 주파수를 달리한 두 가지 조건으로 구성되어 있으며, 이를 표 1에 나타내었다. 실험에 사용된 모형지반은 모형상자에 자갈로 배수층을 조성하고 조건에 따라 사질토층을 성토하였다. 이때 배수층과 사질토층 사이에 다공질판을 설치하여 사질토층의 토사가 유실되지 않도록 조성하고 포화시켰다. 포화된 사질토층 상부에 PVDF 필름을 설치하고 주어진 조건에 따라 음파에너지를 달리하여 포화

된 사질토의 탈수 촉진 여부를 모형상자에 설치되어 있는 밸브를 열어 유출되는 간극수의 양을 측정하고 조건에 따라 비교·분석하였다. 실험방법을 다음 그림 2에 나타내었다.

[표 1] 실험조건

구 분	전압(V)	주파수(kHz)
Case 1	10	0, 4, 5, 6, 7
Case 2	0, 10, 12, 15	6

(a) 배수층 설치 (b) 다공질판 설치

(c) 사질토층 성토 (d) 사질토층 포화

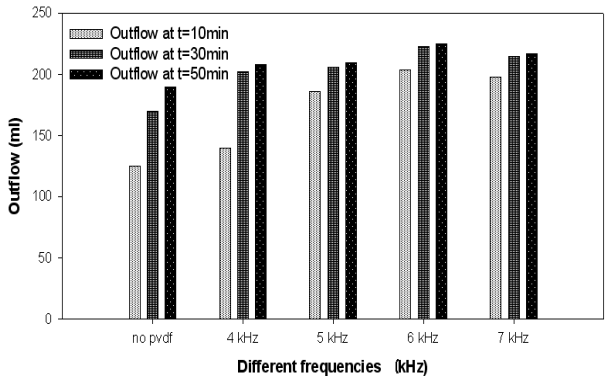
(e) PVDF 필름 설치 (F) 간극수의 배출량 측정

[그림 2] 실험방법

3. 연구결과

3.1 Case 1(전압고정, 주파수변화)

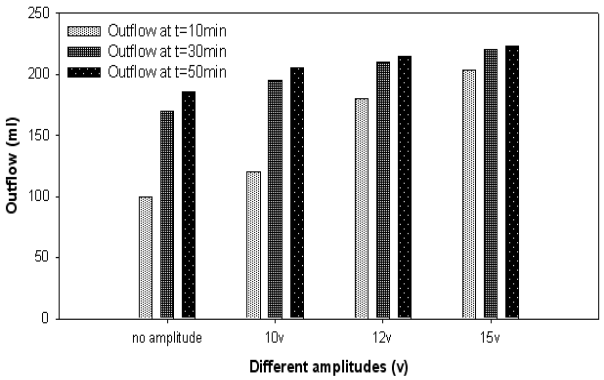
신호발생기와 증폭기를 사용하여 전압을 10V로 고정하고 주파수를 4, 5, 6, 7kHz로 달리하여 PVDF 필름에 적용 한 후에 각각의 조건에서 배출되는 물의 양을 시간에 따라 측정하였다. 시간은 최초 PVDF를 적용한 시점으로부터 50분 경과 시까지 측정하였으며, 10분, 30분, 50분 경과 시의 배출량을 측정하였다. 모든 경우에서 50분 경과되었을 때에 가장 많은 양의 간극수가 배출되었으며, 6kHz에서 가장 많은 양의 간극수가 배출되었다. 6kHz의 주파수로 적용하여 배출된 간극수의 양은 약 225㎖이고 이는 무처리일 경우에 비하여 약 15.5%의 증가를 보였다. 또한, 무처리와 4kHz인 조건을 제외한 모든 경우에서 10분이 경과된 시점에서 배출량이 크게 증가되었고 이후에 배출되는 양은 미비하였다. 이에 따라 같은 양의 간극수를 배출할 경우에 PVDF 필름의 적용으로 PVDF 필름을 적용하지 않았을 때보다 간극수의 배출 시간이 단축되어 PVDF필름 적용으로 사질토의 탈수촉진이 향상됨을 알 수 있었다.



[그림 3] Case 1 실험 결과

3.2 Case 2(주파수고정, 전압변화)

이 실험에서는 주파수를 6kHz로 고정하고, 전압을 0, 10, 12, 15V로 달리하여 PVDF 필름에 적용 한 후에 각각의 조건에서 배출되는 간극수의 양을 시간에 따라 측정하였다. 측정시간은 Case 1과 동일하게 하였다. 모든 경우에서 50분 경과되었을 때에 가장 많은 양의 간극수가 배출되었으며, 15V에서 가장 많은 양의 간극수가 배출되었다. 15V의 전압으로 적용하여 배출된 간극수의 양은 약 223㎖이고 이는 무처리일 경우에 비하여 약 16.6%의 증가를 보였다. 또한, 모든 경우에서 10분이 경과된 시점에서 배출량이 크게 증가되었고 전압이 클수록 많은 배출량이 배출되었다. 이에 따라 같은 양의 간극수를 배출할 경우에 PVDF 필름의 적용으로 PVDF 필름을 적용하지 않았을 때보다 배출 시간이 단축되어 PVDF필름 적용으로 사질토의 탈수촉진이 향상됨을 알 수 있었다.



[그림 4] Case 2 실험 결과

4. 결론

이 연구에서는 사질토의 탈수를 촉진시키기 위하여 PVDF 필름의 음파에너지를 이용하였다.

이 연구의 결론을 요약하면 다음과 같다.

1. 모든 경우에서 PVDF 필름의 적용은 무처리한 경우보다 상대적으로 사질토의 간극수 배출량이 증가하여 사질토의 탈수에 큰 효과를 보였다.
2. 전압을 10V로 고정하고 주파수를 달리하여 간극수의 배출량을 측정한 결과로 6kHz의 주파수에서 간극수의 배출량이 가장 많았으며, 무 처리한 경우보다 약 15.5%의 증가율을 보였다.
3. 주파수(6kHz)를 고정하고 전압을 달리하여 간극수의 배출량을 측정한 결과로 전압(15V)이 클수록 간극수의 배출량이 증가하였다. 또한, 간극수의 배출량은 PVDF 필름을 적용한 경우에 무 처리한 경우보다 최대 약 16.6% 증가하였다.
4. PVDF 필름을 적용한 경우에서 10분 경과 시에 간극수의 배출량의 변화가 가장 크게 나타났으며, 무 처리한 경우와 비교하여 간극수의 배출량 변화는 Case 1에서는 최대 약 38.7%, Case 2에서는 최대 약 51%의 향상을 보였다. 이는 같은 양의 간극수를 배출할 경우에 PVDF 필름의 적용이 간극수의 배출을 촉진시킨다는 것을 알 수 있었으며, 이를 바탕으로 사질토의 탈수에 매우 효과적이라고 판단된다.

참고문헌

[1] DANIEL J. INMAN, "Engineering Vibration" Pearson Education, Inc., 2007

[2] Burmann, W., Kinzel, J.,"Influence of Mechanical Vibrations on Fluid Flow in Porous Media-Flow by Vibration (in German)", Institute for Hydromechanics, University of Karlsruhe, No. 736, 1997

[3] Kinzel, J., "Investigation of the Permeability of Fine Sand for Air-Containing Water as a Function of the Fluid Pressure (in German)", Institute for Hydromechanics, University of Karlsruhe. 1996