

토양의 종류에 따른 초음파토양세척의 투수특성 분석

정하익, 송봉준, 이용수, 유준, 강동우*

한국건설기술연구원 지반연구부, *에코랜드 기술부 (hichung@kict.re.kr)

<요약문>

In this study, the combined electrokinetic and ultrasonic remediation technique onto simple soil flushing was studied for the enhancement of water and liquid flows and the removal of contaminants in contaminated soils. The ultrasonic technique has been used to increase liquid flow and remove pollutants in contaminated soil. The laboratory soil flushing tests combined electrokinetic and ultrasonic technique were conducted using specially designed and fabricated devices to determine the effect of these both techniques. A series of laboratory permeability experiments involving the simple, electrokinetic, ultrasonic, and electrokinetic & ultrasonic flushing test were carried out. A soil admixed with sand and kaolin was used as a test specimen, and Pb and ethylene glycol were used as contaminants. An increase in out flow, permeability and contaminant removal rate was observed in electrokinetic and ultrasonic flushing tests.

key word : soil flushing, electrokinetic, ultrasonic, permeability

1. 서론

초음파 복원기술(Ultrasonic remediation)은 1970년대부터 유전분야 및 세척분야에 활용되었으며 1980년대 후반부터는 오염지반의 정화에 이용하였다. 동전기 복원기술(Electrokinetic remediation)은 1930년대부터 토목분야에서 지반의 탈수 및 안정화에 적용되어 왔고, 1980년대 초반부터 환경분야에서 오염지반의 정화에 적용되었다. 그러나 각각의 복원기법에서 동전기 복원기술은 점성토 지반에서 오염물질 복원 효과가 유리하고, 초음파 복원기술은 사질토 지반에서 오염물질 복원효과가 유리하다. 따라서 점성토와 사질토가 혼재되어 있는 복합지반에서는 두 기술을 접목하여 적용한다면 매우 효과적이라고 판단된다.

동전기 복원기법은 전기장을 이용하여 오염물질을 제거하며 오염물질에 따라 Electroosmosis(EO)에 의한 유기물질 제거, Electromigration(EM)에 의한 중금속 및 무기물질을 제거한다. 초음파 복원기술은 진동 및 저주파를 이용하여 오염물질을 제거하며 토양내 오염물질의 재배치 및 진동작용에 의해 제거 효과를 향상시킨다.

본 논문에서는 초음파동전기세척의 복합정화기술을 이용하여 오염지반내의 오염용액 이동 및 투수특성을 살펴보았다. 지반내 오염물질의 이동 및 제거에 대한 동전기기술과 초음파기술의 복합효과 결합에 초점을 두었다. 사용된 지반 조건은 점토와 모래를 일정한 비율로 섞어 점토질 모래(clayey sand)와 모

래질 점토(sandy clay)로 하였다. 본 연구를 통하여 이들 두 기술의 장점을 이용한 복합기술을 고안하게 되었으며 본 기술을 통하여 점토 및 모래가 혼재된 지반에서 오염물질의 이동 및 제거에 효과적인 기술을 고안하게 되었다.

2. 본론

본 연구에서는 동전기기술과 초음파기술을 결합한 실내토양세척실험을 실시하기 위하여 특수하게 실험장비를 고안하여 제작하였다. 본 실험에서는 단순, 동전기, 초음파, 동전기&초음파의 4조건에 대하여 토양세척실험을 실시하였다. 토양시료로는 모래와 카올린을 혼합한 시료를 사용하였다. 오염물질로는 중금속으로는 납, 유기물질로는 에틸렌글리콜을 사용하였다. 오염물질농도는 납과 에틸렌글리콜 각각 500mg/kg으로 하였다.

본 실험결과를 살펴보면, 점토질 모래의 경우 유출량은 단순세척기법(Simple), 동전기기법(EK), 초음파기법(Ultra), 초음파동전기기법(EK+Ultra)의 순으로 크게 나타나 초음파 및 초음파동전기기법의 경우가 투수성이 가장 크게 나타난 유출량이 가장 많은 것으로 나타났다. 이는 토양내 오염물질의 세척능력으로 볼 때 가장 세척능력이 크게 됨을 유추할 수 있다. 반대로 모래질 점토의 경우 유출량은 단순세척기법(Simple)은 거의 0에 가깝고 초음파기법(Ultra)은 유출량이 미미하고, 동전기기법(EK)과 초음파동전기기법(EK+Ultra)은 유출량이 크게 나타났다. 따라서 모래질 점토의 경우에는 동전기에 의하여 유출량 및 투수성 증대가 크게 향상되는 것을 알 수 있다.

이상에서와 같이 점성토가 혼재된 지반에서 모래성분이 많은 경우에는 이송 및 이류(advection)에 의한 물의 흐름 및 오염물질의 이동에 초음파기법의 작용이 우세하고 반대로 점토성분이 많은 경우에는 이송 및 이류(advection)에 의한 물의 흐름 및 오염물질의 이동에 동전기기법의 작용이 우세함을 알 수 있다.

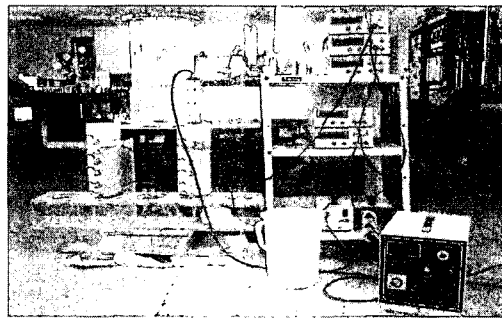


그림 1. 초음파동전기세척 실내실험 모형장치

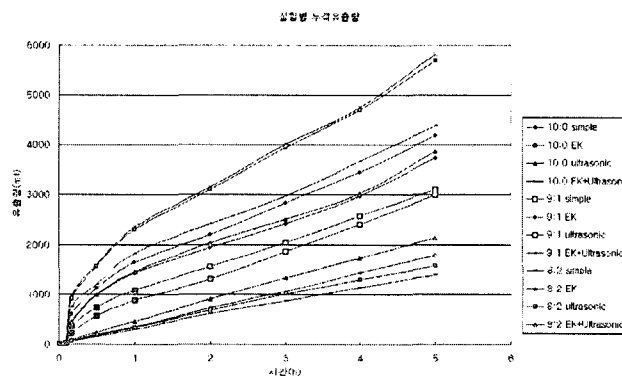


그림 2. 점토질 모래의 시간별 누적유출량

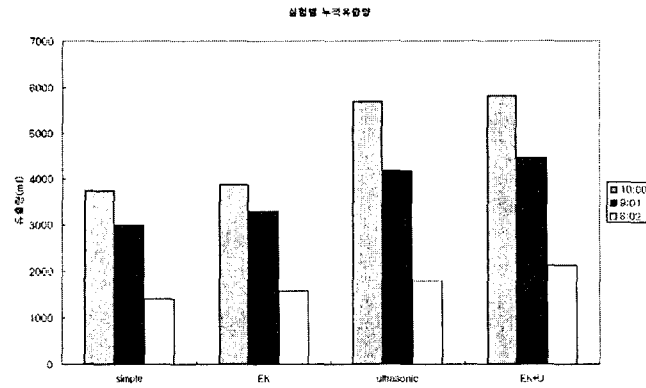


그림 3. 점토질 모래의 기법별 총유출량

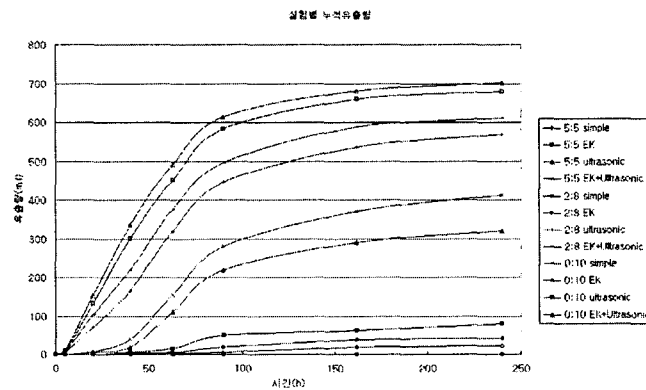


그림 4. 모래질 점토의 시간별 누적유출량

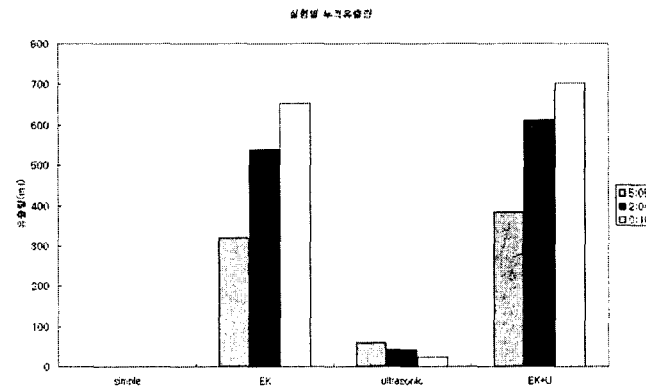


그림 5. 모래질 점토의 기법별 총유출량

3. 결론

본 연구에서는 동전기기술과 초음파 기술의 복합효과에 대하여 오염용액의 유출특성 및 투수특성 시험을 실시하였다. 실내실험결과 동전기기술과 초음파기술을 도입한 경우 유출량은 사질토 지반에서는 초음파기법이 유출량이 많았으며 동전기기법의 유출량은 적음을 알 수 있다. 또한 점성토 지반에서는 동전기기법의 유출량이 많았고 초음파기법의 유출량은 적었다. 그러나 초음파기법과 동전기기법을 동시에 적용한 경우에는 오염용액의 유출량 및 투수성이 매우 높게 나타났다. 이는 오염물질 이동 및 제거 성능이 단순세척기술에 비하여 상대적으로 크게 증가할 수 있음을 의미한다. 따라서 초음파동전기세척

복합기술은 점성토 및 사질토지반이 혼합된 지반내에서 오염용액의 이동 및 제거에 효과적으로 적용될 수 있는 것으로 평가되었다.

4. 참고문헌

1. 정하익 (1998), 지반환경공학, 도서출판 유림
2. 정하익 (2003), "Removal of heavy metal and organic substance in contaminated soils by electrokinetic and ultrasonic remediation", 한국지반공학회지 제19권 제3호
3. Acar, Y. B. and A. N. Alshwabkeh (1993), "Principles of electrokinetic remediation", Environmental Science and Technology, Vol. 27, No. 13, pp. 2638~2647.
4. Kim, Young Uk (2000), Effect of sonication on removal of petroleum hydrocarbon from contaminated soils by soil flushing method, The Pennsylvania State University, The graduate School, Department of Civil and Environmental Engineering, PhD dissertation.