

축산폐수로 오염된 지하수 복원을 위한 투수성 반응벽공법의 실험연구

김준석*

*청운대학교 건설토목환경공학과

e-mail:jskim@chungwoon.ac.kr

Experimental study on a site application of a permeable reactive barrier for a restoration of underground water polluted by livestock wastewatery

Joon-Seok Kim*

*Dept of Civil & Envirnmnt, Chungwoon University

요 약

본 논문에서는 축산폐수로 오염된 지하수를 복원하기 위하여 투수성 반응벽을 지반속에 설치하여 오염된 지하수가 투수성 반응벽을 통과하도록 함으로서 오염상태가 저하되는 공법을 실험적으로 수행하였다. 투수성 재료로는 황토와 모래를 사용하였으며 실험결과 총인(T-P)과 총질소(T-N)의 저감 효과를 확인할 수 있었다.

1. 서론

축산단지 주변이나 축산폐기물 정화 시설, 축산 폐기물 처리장 주변은 축산 폐기물에 기인한 축산폐수로 인하여 토양과 지표수, 지하수등이 오염된다. 현재 축산단지나 축산폐기물 정화시설, 축산폐기물 처리장으로 인한 지하수 오염을 방지하기 위한 기술 개발은 주로 불투수성 차단벽에 의한 지하수의 흐름을 차단하는 쪽으로 진행되어 왔으나 지하수의 흐름을 근원적으로 차단하기가 힘들며 차단했다고 하더라도 결국 다른 쪽으로 지하수가 흐르게 되며 근원적으로 정화되는 것은 아니다. 따라서 근원적으로 오염을 제거할 수 있도록 하기 위하여 오염된 지하수를 통과시키면서 오염물질을 물리화학적으로 제거하는 투수성반응벽을 사용할 경우 축산폐수로 오염되고 있는 농촌의 환경을 지키는데 크게 기여할 것으로 판단된다. 따라서 본 논문에서는 투수성반응벽 공법의 실용화를 위한 토대를 구축하기 위하여, 현장에 소규모 투수성반응벽을 설치하여 실제와 유사한 환경을 조성하여 실험함으로써 공법의 현장적용

성을 연구하고자 한다.

2. 실험

2.1 투수성벽 재료와 투수성실험

본 연구의 반응벽 재료인 황토의 투수성을 실험하기 위하여 모래에 황토를 혼합하여 투수성실험을 수행하였다. 무게를 기준으로 포함된 황토의 비율을 20%, 30%, 40%, 50% 로 하여 시료를 제작한 후 실내투수시험을 수행하였다.

흙의 종류에 따른 일반적인 투수계수 값은 아래 표2와 같다. 따라서 황토함유율 40%와 50%는 점토에 가까운 투수계수로서 불투수성에 가깝다. 황토함유율 20%, 30%는 실트수준의 투수계수로서 매우 적정한 것으로 판단된다. 따라서 본 연구실험에서는 황토함유율 30%를 기준으로 실험을 실시하였다.

실험결과는 표1 에 표시하였으며 황토함유율 20, 30%가 양호한 투수성을 보여주었다.

표.1 투수시험결과

| 황토함유율 (%) | 시료 1kg에 포함된 황토의 무게(g) | 투수계수(cm/sec) |
|-----------|-----------------------|------------------------|
| 20 | 200 | 2.122×10^{-4} |
| 30 | 300 | 5.305×10^{-5} |
| 40 | 400 | 4.931×10^{-6} |
| 50 | 500 | 5.660×10^{-7} |



그림 1. 투수실험 모습

2.2 현장모형실험

모형 실험장치는 농장의 폐수저장조 인접지역에서 실시하였으며 실험장치의 개념도와 실시장면은 그림2, 그림3과 같다. 지반조사시험 결과 실험위치는 풍화토 지역으로서 실험에 적합한 것으로 판단되었다. 본 실험에서는 황토의 함유율 30%를 기준으로 제작하여 실시하였다.

실험은 현장에 작은 규모의 투수성반응벽을 설치한 후 황토30%의 투수성재료를 설치하고, 펌프를 이용하여 일정량의 폐수를 상류측에 공급하여 지반속으로 폐수가 흐르도록하였다. 투수성반응벽을 통과한 반응폐수는 하부에 집수조를 따라 모인 후 고무호스를 통하여 밖으로 배출된다. 이때 배출되는 반응폐수를 샘플병으로 채취한다. 현장실험의 정확도를 높이기 위하여 주변지반이 오염되지 않은 곳을 택하였다.

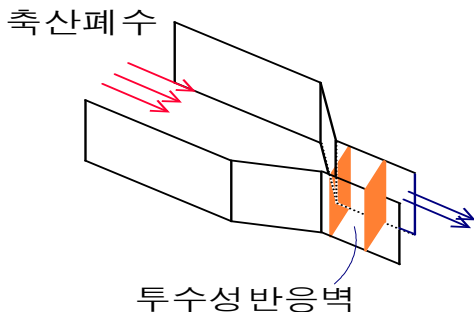


그림 2. 현장모형실험 개념도



그림 3. 설치위치



그림 4. 설치된 모습

2.3 실험결과

모형현장실험은 60일간 측정되었으며 처음 1주일간은 1일 1회 씩 측정하였고, 이후30일 까지는 2일 1회씩 측정하고 이후60일 까지는 5일에 1회씩 측정하였다. 측정항목은 총인(T-P)과 총질소(T-N)에 대하여 실시하였다.

실험결과 총인에 대해서는 최초원폐수의 경우 평균 17.80ppm 이었으나 황토투수성 반응벽을 통과한 후 최고 8.1ppm 까지 떨어졌다. 실험 시작 후 1개월간은 평균 8.90ppm을 기록하였고, 이후 30일간은 평균 9.40ppm을 기록하였다.

총질소에 대해서는 최초 원폐수의 경우 평균 13.04ppm 이었으나 황토투수성 반응벽을 통과한 후 최고 10.25ppm 까지 떨어졌다. 실험 시작 후 1개월간은 평균 10.97ppm을 기록하였고, 이후 30일간은 평균 11.11ppm을 기록하였다.

총인과 총질소에 있어서 대체적으로 양호한 반응결과를 나타내었으며, 시간이 지속되면서 효과가 다

소 떨어지는 것은 원폐수의 농도가 증가한 영향으로 판단된다. 총인의 경우 처음 1개월 평균 17.70ppm에서 후반 일개월 평균은 18.32ppm으로 조금 상승하였으며, 총질소의 경우도 13.02ppm에서 13.10ppm으로 조금 상승하였다. 실험결과 양호한 효과가 있는 것으로 판단된다.

3. 결론

본 연구를 통하여 다음과 같은 연구결과를 도출하였다.

- (1) 우리나라 농촌에서 쉽게 구할 수 있는 황토를 반응재료로 하는 방법에 대하여 현장모형실험 결과 총인과 총질소 제거에 상당한 효과가 있음이 도출되었다.
- (2) 황토와 모래의 혼합비율을 실내투수시험결과 20~30%가 적정한 것으로 도출되었다. 30%이상에서는 투수성의 저하로 인하여 투수효과가 현저히 떨어진다.
- (3) 농촌에서 현장에 적용할 수 있는 적용모델을 개발하여 제안하였다.

감사의 글

본 연구과제는 충남환경기술개발센터의 연구비 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Robert W. Puls, Subsurface Protection and Remediation Division, NRMRL, ORD, U.S.EPA
- [2] U.S.EPA, Sep. "Permeable Reactive Barrier Technologies for Contaminant Remediation", EPA/600/R-98/125., 1998
- [3] Thomson, B. M., Shelton, S. P. and Smith, E. . "permeable barriers: a new alternative for treatment of contaminated groundwater." 45th Purdue industrial Waste Conference Proceedings. Lewis Publishers. Chelsea, MI.,1991
- [4] B.M.Das, "Principles of geotechnical engineering", 구미서관,1997