

지하 저류시설의 토양 치환공법

Soil Replacement Method of Storage Facilities for Underground Reservoir

이 종 석*, 이 승 영**

한밭대학교*, 에스와이종합건설기술연구소**

Jong-Seok Lee*, Seung-Young Lee**

Hanbat Univ.*, SY Costruction Co., Ltd.**

요약

본 연구는 개질라성 폭우 시 도심침수 방지를 위한 배수축진·이원화 시설 구축공법을 개발하기 위한 것이다. 풍수기 지하수 함양을 통해 가뭄 시 지하수를 사용할 수 있는 지하저류·시설을 구축하는 공법이다. 이는 지하 토양의 공극을 양호한 재료로 치환, 저류량을 증대시켜 도심지 홍수 시 배수 보완시설로 활용하고, 농촌지역 가뭄 시 농업용수의 취수시설로 활용할 수 있다. 공법개발을 위한 토양치환 재료는 실내·현장실험을 통해 저류특성·증대효과를 분석하였다.

I. 서론

국내의 지하수 함양기술은 제주도에서 설치한 저류지에 빗물을 모아 파이프를 통해 인위적으로 지하로 보내는 방식과 속초의 쌍천댐과 같은 지하댐 구축이 있다. 또한 국토부와 LH의 공동연구로 분산식 빗물관리시스템이 아산신도시에 시범지구를 선정하여 빗물의 지하수 유도를 시도하고 있다. 저수지나 댐의 미래 대체 수원인 지하수 함양은 적극적인 개발노력과 저렴한 비용으로 필요한 곳에 설치할 수 있도록 그 구축공법의 개발이 필요한 실정이다.

본 연구는 지하수원의 고갈문제와 지반침하에 대한 대처방안으로 착안하였으며, 실제로 물을 저장하는 데 가장 좋은 곳은 지하수층이다. 이는 토양의 치환을 통한 지하수 함양을 위해 토양의 일정 부위에 일정 양을 함수층으로 대체하여 지층의 안정성을 확보하고, 공극에 대규모 저수공간을 확보하여 홍수기에는 빗물의 저류시설로 이용한다[3]. 또한 건기 시에는 기 저류된 유량을 지하수로 자연 함양시켜 이수·치수·환경기능을 극대화할 수 있는 지하수 저류시설 구축공법을 개발하기 위한 것이다.

II. 본론

1. 국내외 지하 저류시설

토지 이용의 효율성 제고와 물의 부영양화를 고려하여 저수지와 댐에 물을 보관하던 방식에서 소단위로 여러 곳에 물을 보관하여 사용하는 방법은 지하 저류 또는 지하수 함양 방법이 대두되고 있다.

국내에서 지하에 물을 가둘 수 있는 대형 지하 저수조 설치의 일부 지자체별로 활발히 진행되고 있으나 막대한 하드웨어 시설의 건설비 및 유지비용 소요에 의해 서울과 부산을 제외하고 시범적인 활용에 그치고 있는 실정

이다. 이 시설들은 국지적 효과는 있지만 건설기간 길고, 건설·유지비용이 많아 소규모 저류조를 여러 곳에 설치하는 것이 더 효율적일 것이다. 이러한 지하 저류조는 빗물 이용시설과 버들골 빗물 저장조 설치사업이 시범적으로 운영되고 있고, 한 때 법으로 대형 건축물이나 대단위 아파트나 단지조성 시 빗물 저류시설의 의무화가 추진되었다.

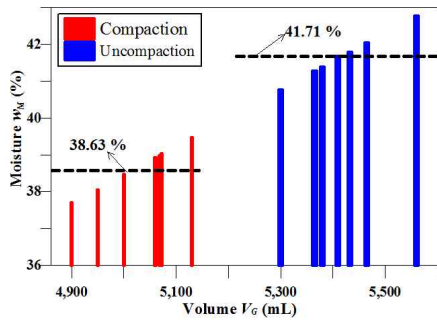
미국 캘리포니아 오렌지카운티의 지하수 보충시스템(하수 고도 처리수와 지하수의 인공관정 주입)(GWR)과 오리건주의포틀랜드는 수돗물의 지하수화의 방법이 있으며, 포르투갈에서도 이런 방법으로 지하수 용량을 안정적으로 관리하고 있다. 오스트레일리아는 몰테크 사업으로 남부 애들레이드에서 빗물을 관로를 통해 연못에 모아 오염물질과 세균을 걸러 정화시킨 뒤 펌프로 거대한 지하 대수층에 저장했다가 생활용수로 꺼내 쓰는 빗물 저금통이 활발히 건설되고 있다.

2. 토양치환 재료 실험

지하저류시설의 토양치환공법은 수목뿌리의 도달 깊이 약 1.5m 지하에 공극이 형성되는 자갈 등의 토양치환으로 함수층을 조성하여 이 공극에 물을 저류하는 것이다. 일반적으로 자갈의 공극률은 30~45%에 달한다[1]. 그러나 자갈 다짐 시에는 공극률이 40%이하로 떨어지기에 공극률을 증대할 수 있는 방법을 실험을 통하여 입증하였다.

2.1 다짐 여부에 따른 공극률 실험

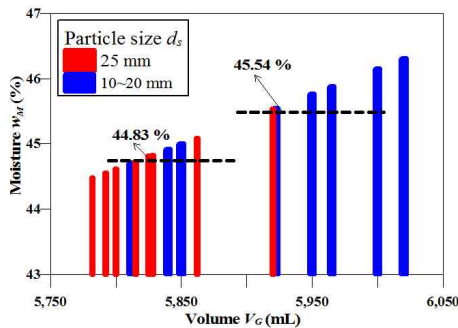
자갈의 다짐 여부에 따른 함수율 실험은 13,000cm³ 잔자갈을 채우고 아닐린 액체(aniline)를 이용하여 그림 1과 같이 8회에 걸쳐 수행하였다. 그 결과는 자갈의 다짐 상태에서는 함수율이 비다짐일 경우보다 약 3% 낮게 나타났다.



▶▶ 그림 1. 자갈의 다짐 여부에 따른 함수율 비교

2.2 함수량 증대 조치후의 함수율 측정실험

그림 2는 함수량 증대 조치 후 함수율을 비교하기 위해 자갈층 사이에 여러 장의 아크릴 판을 넣고 함수율을 측정하였다. 그 결과는 자갈의 입도별로 함수량 증대 조치 시 평균함수율은 4.4%에서 6.9%정도 증대하는 것으로 나타났다.



▶▶ 그림 2. 함수량 증대조치 전후의 평균함수율 비교

3. 지하저류시설의 토양치환공법 응용

3.1 농어촌·도시지역 가뭄·홍수대비 지하수 함양시설

토양치환을 통한 지하수 함양 저류시설 구축공법은 그림 3과 같이 토양의 일정 부위에 일정량의 함수층(저류공간)을 대체시킴으로써 지층의 안정성을 확보하면서 공극 사이에 대규모 저수공간을 확보하여 우천 시에는 빗물의 저수, 건기 시에도 기저수지(조)의 잉여 유량을 지하수로 자연 함양시킬 수 있는 공법이다[4]. 빗물관이나 농수로 등을 통하여 지하 저류 함수층까지 물을 유도하고 지속적인 지하수 함양을 유도할 수 있기에 여타 지하수 함양 공법보다도 자연 친화적이고 항시적이다. 또한 안정적인 지하수 함양을 진행시키는 공법이다.



▶▶ 그림 3. 농어촌용 저류시설 구축공법의 개념 및 모형

3.2 도심 침수방지 지하 자갈함수층 조성시설

그림 4와 같이 도심지에서 우수는 우수받이→우수맨홀→배수구→하천(처리장)의 계통으로 배수된다. 그러나 국지적인 게릴라성 폭우에 일시적인 과다 우수량은 배수설계 이상으로 집중되어 범람하게 된다. 이 때 맨홀 주변이나 인근에 자갈 함수층(외연 부직포 처리)을 조성하여 맨홀의 범람부에 자갈 유도공(관)을 설치할 경우 과다 우수량의 배수구 집중을 완화시킬 수 있다. 우수의 배수처가 하천과 지하 토양으로 이분되어 도심침수를 방지할 수 있다. 이 공법은 매우 자연 친화적인 도심침수 방지와 동시에 안정적인 도심 지하수 함양공법이다.



▶▶ 그림 4. 도심침수 방지용 저류시설 구축공법의 개념 및 모형[2]

III. 결론

국내의 지하 저류시설은 과다한 비용과 장시간의 건설공사 및 설치장소의 제약 등 어려운 문제가 있어 설치완공까지는 정치·경제적 결단이 많이 요구되어 왔다. 그러나 본 연구를 통해 지하수 함양을 토양치환 저류시설의 구축공법 기술개발이 완료될 경우에는 별도의 시설 부지가 없어도 기존의 지하 저류조 설치 등과 비교하면 매우 저렴한 공사비로 축조할 수 있어 경제성 확보 등에 있어 유리하다. 또한 지역적으로 저류시설 설치가 어렵고 물 부족이 심했던 지역에 지속적이고 간편한 지하저류층을 확보함으로써 주기적인 물 기쁨을 해결할 수 있을 것이다. 지상 설치 저류시설의 오염원 차단문제, 녹조류 과다 번식, 부영양화에 의한 수질악화 없이 물을 지하에 안정적 저장·손실률 최소화를 통해 침수재해 및 한발피해를 최소화하는데 기여할 수 있을 것이다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 김상규, 토질역학, 청문각, 2002.
- [2] 이승영, 이종석, 중량체를 이용한 계단식 지반 굴착방법 및 이를 이용한 지중수처리 시설의 시공 방법, 2013.
- [3] 이종석, 하천공학 및 설계, 도서출판 새론, 2011.
- [4] 이종석, 이승영, 지하수함양을 위한 저류시설의 구축공법 개발결과 보고서, 교육과학기술부·한국연구재단, 2013.