

무동력 강변여과를 이용한 지하 수위조절과 하천수질개선



김 승 현 ▶▶
영남대학교 환경공학과 교수
kimsh@ynu.ac.kr

피해 예방뿐 아니라 질 좋은 여과수를싼 값으로 생산하는 방안이기도 하여 지하수위 상승으로 인한 침수를 예방할 뿐 아니라 깨끗한 여과수를 주변의 산업에 공급할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 이득하천 주변의 자연지하수위

1. 서론

최근 4대강 개발사업의 일환으로 건설되는 보로 인한 주변지역의 지하수위 상승문제가 큰 이슈가 되고 있다. 특히 고도가 낮은 함안보, 죽산보 부근은 침수 또는 습지화로 인한 농경지의 훼손, 주거지의 손상 등에 대한 우려가 매우 커서 사회적인 문제가 되고 있는 상황이다. 함안보 예정지 부근인 용성리와 이룡리에는 현재에도 습지가 많아 논으로 활용하지 못하고 경제성이 벼농사보다 경제성이 떨어지는 연을 재배하는 연못이 다수 있으며, 논을의 경우에도 지하수위가 지표하 50cm 부근에서 형성되는 등 지하수위가 높아 영농과 주거에 큰 지장을 주고 있다. 죽산보 부근도 농경지의 해발고도가 낮아 현재에도 영산강 수위가 상승하면 침수피해를 보고 있는 실정이다. 이러한 형편에 더하여 보를 막음으로써 하천수위와 이에 따라 지하수위가 더욱 높아진다는 사실은 주민들의 우려를 낳을 수 있는 중대한 걱정거리라 할 수 있을 것이다.

우리나라의 자연하천은 이득하천이어서 주변의 자연지하수위가 하천수위보다 높게 형성되며, 하천에서 멀어질수록 지하수위는 더 높아진다. 왜냐하면 강우와 관개에 의해 지표에 침투한 물이 지하에 함양되어 대수층을 통해 하천으로 배수되며, 이때 지하수가 하천으로 배수되기 위해서는 지하수위가 하천수위보다 더 높아야 하기 때문이다. 특히 4대강 주변은 농업이 잘 발달한 지역이어서 성수기에는 관개용수의 침투가 활발하고, 비수기에는 계단식 농경지가 지표면유출을 제한하여 지하수 함양율이 매우 높은 특징을 가진다. 김승현 등(1998)과 김승현 등(1999)에 의하면 함안보 주변의 경우 지하수 함양율이 연간 600mm 이상이나 된다고 한다. 따라서 보 건설로 인해 하천의 수위가 높아지면 이에 따라 주변의 지하수위도 동반하여 상승하게 되며, 특히 하천에서 비교적 먼 곳에 자리잡은 주거지에서도 지하수위가 높게 상승한다. 이러한 현상의 개요도를 그림 1에 나타내었다. 본 저자의 조사에 의하면 함안보 인근에서는 주변의 지하수위가 하천수위에 비해 4m 이상 더 높게 형성된 곳도 있으며, 보 설치로 인해 낙동강의 수위가 0.5m에서 5m

본고에서는 이러한 침수문제에 대한 해결책의 일환으로 무동력 강변여과를 소개한다. 이 공법은 침수

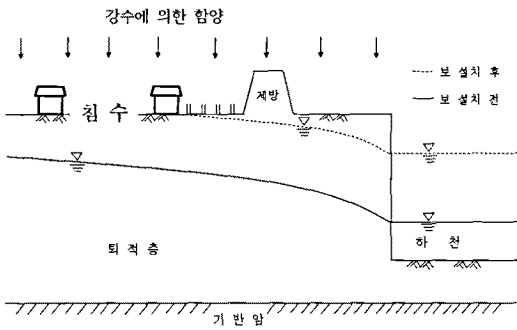


그림 1. 이득하천 주변의 자연지하수위 분포 및 하천수위 상승에 따른 자연지하수위 상승현상

로 상승하게 되면 주변의 지하수위가 약 3~4m 정도 더 상승할 수 있는 여건을 갖추게 된다. 최근 일부에서는 지표의 표고가 함안보의 관리수위인 5m보다 더 낮은 지역만을 침수면적으로 간주하거나 여기에 모세관고를 더하여 침수지역을 산정하는데 이는 지하수의 흐름에 대한 이해가 부족한 탓이라고 할 수 있을 것이다. 한편, 이러한 기작은 비단 함안보나 죽산보에만 해당되는 것이 아니고 보나 댐이 설치되면 자연스레 동반되는 현상이어서 4대강 사업에서 건설되는 모든 보도 예외 없이 이에 해당된다고 볼 수 있다. 왜냐하면 우리나라의 자연하천은 모두 주변의 자연지하수가 하천으로 흘러드는 이득하천이기 때문이다.

3. 지하수위 조절을 위한 무동력 강변여과설비

하천수위의 인위적 상승에 따른 주변지하수위의 동반상승을 방지하기 위해서는 그림 2와 같이 하천수와 지하수 사이에 하천의 흐름을 따라 유공관을 매설함으로써 유공관 높이 이상의 자연지하수는 모두 배수하여 지하수위를 유공관 높이에 고정시키면 된다. 함안보 주변의 이룡지구와 같이 현재에도 지하수위가 높은 곳에서는 자연지하수위보다 더 깊이 유공관을 매설함으로써 기존의 침수문제도 해결할 수 있다. 이때 유공관에는 하천으로 배수되는 자연지하수뿐 아니라 하천에서 동수구배를 따라 흘러드는 여과하천수도

유입되며, 이는 일종의 강변여과방식이라 할 수 있다. 이와 유사한 사례는 호주의 머레이(Murray)강에서 보고된 바 있으며, 염수가 함유된 지하수가 머레이강으로 유입되는 것을 막기 위해 하천변을 따라 유공관을 매설하여 지하수를 배수하였다고 한다(Smith et al., 2007). 머레이강의 경우 유공관 이외에도 다수의 수직정을 일정간격으로 설치하여 배수하는 방안을 검토했으나 비용이 유공관에 비해 2배나 되어 경제성이 없는 것으로 보고되었다. 이러한 공법에서 자연지하수 유입량은 유공관의 수변으로부터의 거리와 상관없이 일정하지만, 유공관의 위치를 하천에 접근시키는 경우에는 보다 많은 양의 여과하천수를 얻을 수 있다. 예를 들어 함안보 양안에 수변에서 10m 이격하여 연장 40km를 설치하는 경우 관리수위를 5m로 한다면 하루 80만 톤까지의 여과수도 생산할 수 있을 것으로 계산된다. 이때 여과거리가 10m 정도까지는 여과거리가 짧을수록 여과수의 산출수량이 커질 뿐만 아니라 여과수의 수질도 더 좋아지며, 울산시 태화강의 하상여과과정에서 알 수 있듯이 BOD가 0.2mg/L에 이를 정도로 깨끗한 물이 예상되므로 이를 잘 활용한다면 웬만한 도시의 상수원수도 조달할 수 있어 물 문제 해결에도 큰 기여를 할 수 있을 것이다. 또한, 하천수질을 개선하기 위한 용도로 이 공법을 사용하는 경우 유지관리비가 거의 들지 않을 뿐 아니라 동력까지도 필요하지 않은 이점이 있다. 자연하천의 구배를 따라 유공관을 매설하고 이를 보 하류로 배수시키면 동력이 없어도 보의 하류로 여과수가

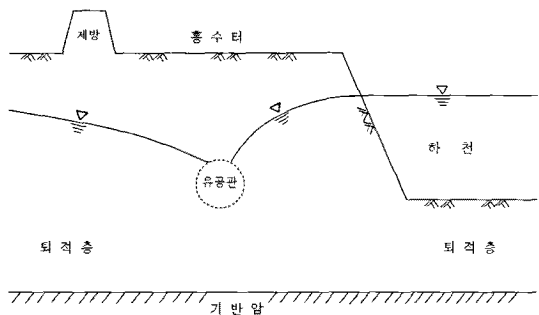


그림 2. 무동력 강변여과의 개요도

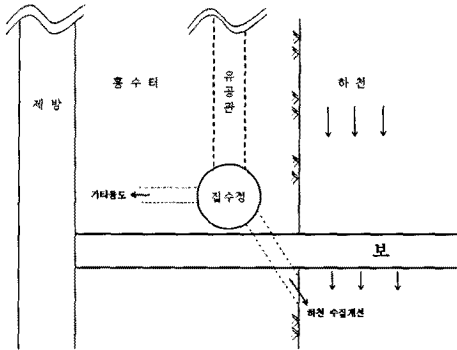


그림 3. 무동력 강변여과에서 유공관의 설치 평면도

흐르기 때문이다. 이렇게 적용하는 경우의 개요도를 그림 3에 나타내었다.

4. 무동력 강변여과의 경제성

여과수 생산을 위한 강변여과의 경우 산출유량이 작아 시설비가 많이 들 뿐만 아니라 여과수에 망간, 철 등이 상당한 농도로 함유된다. 또한, 집수정을 사용하는 경우 일 산출유량 만톤의 설비에 약 30억원이 든다고 한다. 하상여과는 이보다 더 경제적이어서 설치비는 약 20억원이 든다고 하며, 망간과 철의 함유를 예방할 수 있어서 유지비는 강변여과보다 더 경제적이다. 가장 경제적인 여과수 생산방법은 복류수 설

비로 약 4억원 정도 들지만 하천수의 오염이 상당히 잔류할 수 있는 단점이 있다. 본 무동력 강변여과설비는 설치목적과 지질 그리고 수질에 따라 차이는 있겠지만 하상여과와 복류수의 중간정도의 효능과 비용이 예상되어 경제적인 공법이 될 것으로 판단된다. 특히 하천수질개선을 위해 사용하는 경우 자연구배를 이용하므로 동력비가 전혀 들지 않아 하상여과에 소요되는 만톤당 월 약 250만원의 동력비까지도 절약되는 이점이 있다.

5. 결론

4대강 사업의 핵심적인 사업인 보 설치로 인해 하천의 수위가 상승하고 이에 따라 주변의 지하수위가 동반상승하는 문제로 인해 많은 논란이 있다. 그러나 보 설치로 인해 하천의 수위가 상승하는 것은 하천수가 가지는 에너지를 증대시키는 것으로 적절한 공학적인 설비를 가하는 경우 많은 일을 할 수 있는 가능성을 가지게 된다. 따라서 보 설치로 인한 수위상승은 하나의 기회로 활용될 수 있으며, 본 공법을 적용하는 경우 주변의 지하수위상승을 차단할 수 있을 뿐 아니라 깨끗한 여과수를 생산하는 터전이 될 수 있을 것이다. ☺

참고문헌

1. 김승현, 권오억, 공인철, 김익재, 이철희, 박영규 (1998), "강둑 여과지에서 지하수 함양율과 질소비료에 의한 지하수 오염량 산정연구," 대한환경공학회지 20권 12호, pp. 1689-1703.
2. 김승현, 권종대, 박영규(1999), "강둑 여과지 주변의 논에서 지하수 함양율과 질소용탈을 산정연구," 대한환경공학회지 21권 6호, pp. 1157-1170.
3. Smith, A.G., Howles, S.R., and Armstrong, D.(2007), "Loxton trial horizontal drainage well: hydraulics and effectiveness in controlling groundwater flux intering the River Murray," MESA Journal 47, pp. 38-39.