

오염지역 복원을 위한 평가와 정화기술의 설계 적용
 (Remedial Investigation and Practical Design
 for Groundwater and Soil Remediation)

이철효 · 전연호 · 장원용 · 이강근*

삼성물산(주)건설부문기술연구소

경기도 용인시 기흥읍 공세리 428-5

Tel : 0331) 289 - 6752, Fax : 0331) 289-6900

E-mail : chlee275@samsung.co.kr

* 서울대학교 지구시스템학과

본 연구지역은 상류지역에 위치한 유류저장시설과 유기용제 저장시설로부터 누출된 유류성분과 유기용제가 토양을 오염시키고 지하수로 흘러들어 하류로 흐르면서 주변지역의 토양과 지하수를 광범위하게 오염시켰다. 주 오염원인물질은 페인트 공장의 원료로 사용되는 Toluene이며, 20년이상 된 저장시설로부터 누출된 것으로 확인되었다. 조사 결과에 의하면 대상지역의 토양과 지하수는 상당히 오염되어 즉각적인 복원을 필요로 한다.

본 연구지역은 지하수위가 낮고, 강우가 지하수위의 변동에 영향을 미치는 자유면 대수층이므로 지하수위 변화(Groundwater fluctuation)가 오염물질 분포와 흐름에 영향을 미치고 있는 전형적인 자유면 대수층이다. 지층은 모래 자갈층이 주를 이루며 양호한 투수성을 보이고 있다. 지하수위에 LNAPL(Light non-aqueous phase liquid)로 존재하는 오염물질은 강우의 영향으로 변화하는 지하수위에 따라 토양층을 상하로 이동하여 토양과 지하수를 오염시켰으며 오염된 지하수가 흐르면서 오염원이 이동하여 주변까지 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 따라서 이런 지역을 정화하기 위해서는 토양층뿐만 아니라 지하수에 대한 조사와 복원대책이 필요하다.

본 대상지역은 휘발성오염물질에 의해 상당히 오염되었고, 주 오염물질인 Toluene은 특히 호기성 조건에서 생분해가 우수하기 때문에 In-situ Bioremediation 정화기술이 효과적으로 적용될 수 있다.

본 연구에서는 수리지질 실험과 오염도 조사결과를 바탕으로 자체 개발한 정화장치를 적용하여 처리효율과 영향인자 도출을 위한 현장실험을 실시하였다.

오염된 토양처리를 위하여 생산활동에 지장이 없고 경제적으로 처리할 수 있는 SVE와 Bioventing 정화기술을 적용하였고, 지하수 처리를 위하여 지중처리 방법 (*In-situ*)과 집중적으로 오염된 Hot spot 지역의 일부공간에서는 지상처리 방안 (*Ex-situ*)을 복합적용하였다. 적용된 기술은 Air Sparging(AS), Pump and Treat 및 Enhanced Bioremediation 기술이다.

일반적으로 지하수처리는 토양에 비하여 오랜시간이 소요되며, 지하수 집수효율의 한계성 및 오염물질의 Tailing 현상에 대한 효과적인 접근이 필요하다. 또한 지하수위가 낮고 지하수위변화가 심한 대수층에서는 오염된 토양과 지하수는 상호 반응하므로 토양과 지하수를 동시에 처리해야 한다.

본 지역의 정화를 위한 실험결과와 적용기술을 적용시 오염토양과 지하수의 정화기간은 2년정도 소요되는 것으로 나타났다.

- 1) 오염지역의 산소소모율(k_0) = 4.3~7.6 %O₂/day
- 2) 오염물질의 생분해도(K_B) : 2.9~5.2 mg/kg · day
- 3) 정화기술
 - 토양오염처리 : Bioventing과 SVE/Sparging 복합적용
 - 지하수 정화 : Pump & Treat와 Sparging/Bioventing 복합적용
- 4) 유효 영향반경(ROI) : 4~7m
- 5) 오염물질 휘발량($HC_{Volatilization}$) : 0.2~0.5 mg/day
- 6) 오염물질 생분해량($HC_{Biodegradation}$) : 0.5~4.9 mg/day
- 7) 정화소요시간 : 1.9~2.3년