

미세기포를 이용한 토양세척기법의 디젤 오염토양 정화에 관한 연구

A Study on the Cleanup of Diesel-Contaminated Soil by Micro-Bubble Soil Washing Process

조장환 · 정민정 · 민경석 · 최상일

광운대학교 환경공학과

요 약 문

본 연구에서는 디젤로 오염된 토양을 효율적으로 정화하기 위해, 알칼리제와 과산화수소를 이용하는 새로운 방식의 토양세척기법에 대하여 일련의 회분식 실험을 통하여 최적의 운전조건을 검토하고자 하였다.

알칼리제인 NaOH를 이용하여 세척수의 pH를 상승시켜, 강알칼리 상태에서 과산화수소를 주입하면 미세기포가 발생되며, 이 미세기포에 의해 토양에 흡착되어 있는 유류 오염물질이 효과적으로 탈착·부상된다.

#60(0.25mm) 이하의 자연토양을 6,500 mg TPH/kg dry soil로 오염시켜 사용하였으며, 세척수의 pH, 진탕비(토양 중량 : 세척용액 부피), 과산화수소 주입량, 세척시간에 의한 영향을 살펴보았다.

세척수의 pH는 12, 진탕비는 1:5, 과산화수소 주입량은 1%, 세척시간은 1시간으로 적용한 결과 최대효율(60%)을 얻을 수 있었다.

주제어 : 디젤, 오염토양, 토양세척기법, 알칼리제, 과산화수소, 미세기포

1. 서 론

유류로 오염된 토양을 단기간에 효율적으로 정화하기 위한 방안의 하나로 토양세척기법(soil washing)이 널리 적용되고 있다. 토양세척기법에서는 적용시 필연적으로 발생하는 고농도의 미세토양에 대한 후처리가 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 세척유출수내에 존재하는 미세토양을 처리하기 위한 방안으로 알칼리제와 과산화수소를 이용하여 미세기포를 발생시킴으로써 토양에 흡착되어 있는 유류 오염물질을 효율적으로 탈착·부상시킬 수 있는 새로운 방식의 토양세척기법에 대한 적용성을 검토하고 최적 운전조건을 도출하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

적정한 크기의 비이커에 오염토양과 알칼리제 용액을 진탕비(토양 중량 : 세척용액 부피)에 따라 첨가하여 일정 시간이 경과된 후, 일정량의 과산화수소를 첨가하여 2~3분 교반시킨 후 정치시켰다.

알칼리제 용액의 pH는 7 ~ 12, 진탕비는 1:1 ~ 1:7, 과산화수소의 주입 농도는 0.2 ~ 1.4%(mg H₂O₂/mL 세척용액)로 변경·적용하여 실험을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

pH 10 이상에서 기포발생 속도가 증가하였으며, 알칼리제가 토양에 흡착되어 있는 유류와 반응하여 'natural surfactant'를 형성함으로써¹⁾ 기름-물의 계면장력을 약화시켜 오염물질의 탈착율을 증가시켰다. pH 7, pH 8, pH 9에서는 오염물질의 잔류농도가 각각 6,055mg/kg, 5,598mg/kg, 5,476mg/kg이었으나 pH 10, pH 11, pH 12 에서는 각각 3,200mg/kg, 3,243mg/kg, 2,985mg/kg로 감소하였다(Fig. 1).

Fig. 2는 진탕비에 따른 세척 후 잔류농도를 나타낸 그래프이다. 진탕비가 1:1에서 1:3으로 변화함에 따라 세척효율에 큰 변화가 없었지만 1:5에서는 잔류농도가 2,612mg/kg로 되었다. 진탕비 1:5 이상에서는 미세기포와 오염토양의 접촉기회가 증가하여 세척효율이 높게 나타났으며, 이와 같은 현상은 부상하는 미세기포와 침강하는 구형입자들과의 충돌현상²⁾에 따른 것으로 판단된다.

Fig. 3은 과산화수소의 주입량에 따른 세척효과를 나타낸 그래프이다. 1%에서 잔류농도는 2,625mg/kg, 1.4%에서는 2,605mg/kg이었다.

세척시간 30분인 경우 40%의 효율을 나타내었으며, 120분으로 실험한 경우에는 64%가 정화되었다. 알칼리제 용액의 pH와 주입된 과산화수소의 농도에 따라 차이는 있지만 세척시간이 1시간 이상인 경우에는 세척효율에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 기법을 세척유출수내에 포함되어 있는 미세토양에 적용한 결과, 알칼리제 용액의 재이용이 가능하고, 동력비가 거의 필요치 않으며, 세척시간에 비하여 효율이 우수한 것으로 나타나 실제 현장의 오염토양 정화에 적용성이 뛰어날 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

- 1) Advanced Alternative Technology Development Facility, "Technology Practices Manual for Surfactants and Cosolvents," pp. 127~133, 1997.
- 2) 독고 석, "용존공기부상법(DAF)에서 입자와 미세기포의 충돌특성에 관한 연구", 서울대학교 박사학위논문, pp. 30~32, 1998.

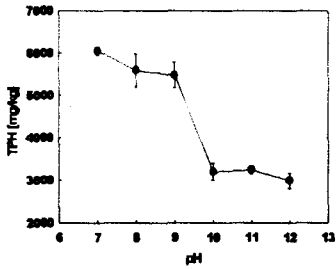


Fig. 1. Remaining TPH vs. pH
 conc. of H_2O_2 = 1.0%,
 washing time = 60min,
 dilution ratio = 1:4.

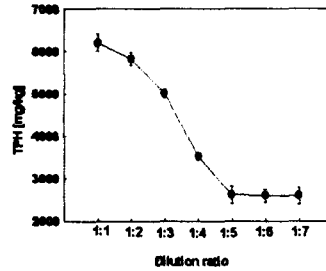


Fig. 2. Remaining TPH vs. dilution ratio
 pH of alkaline solution = pH 12,
 conc. of H_2O_2 = 1.0%,
 washing time = 60min.

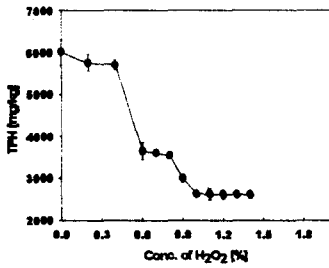


Fig. 3. Remaining TPH vs. conc. of H_2O_2
 pH of alkaline solution = pH 12,
 washing time = 60min,
 dilution ratio = 1:5.

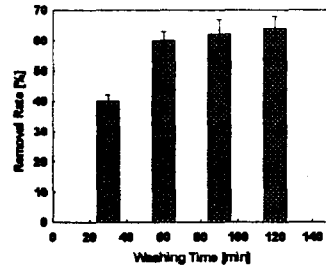


Fig. 4. Removal rate vs. washing time
 pH of alkaline solution = pH 12,
 conc. of H_2O_2 = 1.0%
 dilution ratio = 1:5.