

(사) 한국토양환경학회  
추계 학술 발표 회 논문집  
1999년 10월 29일 제주대학교

## H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 이용한 윤활유 오염토양 세척 효율 향상에 관한 연구 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Enhanced Washing of Lubricant-Contaminated Soil

정민정 · 최상일 · 장운영

(광운대학교 환경공학과)

### 요 약

본 연구에서는 대표적인 물리·화학적 토양정화방법인 토양세척기법의 효율증진을 위하여, Fe를 다량 함유한 고농도 윤활유오염토양을 대상으로 알카리 용액과 산성용액의 세척효율을 비교 검토하고, 과산화수소의 첨가에 따른 세척효율의 향상효과를 알아보았다. 세척용제인 NaOH와 HCl를 이용하여 세척효율 검토 결과 NaOH를 이용한 경우에 약 60%의 세척효율을 나타냈다. 또한 NaOH 농도에 따른 정화 효율은 각각 0.5% > 1% ≥ 2% 순서로 증가하였다. 기존의 세척효율을 향상시키기 위하여 과산화수소를 첨가하고 오염토양의 정화효율을 비교 검토한 결과 NaOH용액에서는 과산화수소의 농도가 증가할수록 정화효율이 증가하였으나 NaOH의 농도증가에 대해서는 큰 영향을 보이지 않았으며, NaOH 3%의 농도에서 과산화수소 1%를 첨가했을 때 85%의 정화효율을 나타냈다. 또한 과산화수소 주입시기에 따른 영향을 검토한 결과 세척 후 과산화수소를 주입한 경우에 정화효율이 높았다. 반면에 HCl의 경우는 HCl의 농도가 증가할수록 정화효율이 증가하였고, 세척하지 않고 과산화수소를 주입한 경우에 정화효율이 증가하였다. 고농도의 윤활유 오염토양의 세척효율을 증진시키기 위한 처리로서 과산화수소의 주입은 NaOH 상태에서 그 효율이 약 15%정도 증진되었으며, 일정시간에 이르면 정화효율이 평형에 도달하는 것을 알 수 있었다. HCl 상태에서는 25%의 정화효율이 증진되는 것을 알 수 있었다.

---

주제어 : 토양세척기법, NaOH, 과산화수소 정화효율, 윤활유

### I. 서론

조차장과 철로 주변 토양은 철도의 운행과 정비과정 중 누출되는 디젤연료와 윤활유에 의하여 토양이 심각하게 오염되어 있는 실정이다. 이러한 고농도 오염토양은 일반적으로

유해 폐기물로 취급되어 소각이나 매립 등에 의하여 처리되어 왔다. 최근에 보다 효과적인 정화방법으로 물리화학적 처리기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

J. Lakatos-Szabo *et al.*은 oil-water system에서의 계면유동학적인 특성에 대한 NaOH의 영향에 관한 연구논문에서 NaOH가 존재하는 용액 내에서 oil의 계면점도가 3-4 배 급격히 감소한다고 보고하였다<sup>1)</sup>. 川端淳一 *et al.*은 NaOH 용액과 과산화수소를 이용하여 오염물의 탈착과, 발생 미세기포에 의한 오염물의 신속한 부상분리로 기존의 계면활성제를 이용한 세척에 비하여 더 높은 세척효과를 얻을 수 있었다.<sup>2)</sup>

본 연구에서는 대표적인 물리·화학적 토양정화방법인 토양세척기법의 효율증진을 위하여, Fe를 다량 함유한 고농도 유탄유오염토양을 대상으로 알칼리 용액과 산성용액의 세척효율을 비교 검토하고, 과산화수소의 첨가에 따른 세척효율의 향상효과를 알아보았다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 대상토양

토양은 서울에 위치한 철도 조차장내 오염토양을 채취하여 풍건한 후, sieve #4 (4.75mm)를 통과시킨 토양을 회전교반기에서 충분히 혼합하여 균일한 토양시료를 마련하였다. 이를 일주일간 4℃에서 암냉 보관한 후 사용하였다. 사용 토양의 물성을 Table 1에 요약하였다.

Table 1. The characteristics of the test soil

Property	Measurements
pH	4.80
Particle Density (g/cm <sup>3</sup> )	2.50
Organic Content (%)	1.24
Bulk Density (g/cm <sup>3</sup> )	0.69
Effective Size (mm)	1.30
Uniformity Coefficient	2.08
Oil Concentration (mg/kg)	90,2

### 2. 실험방법

본 연구는 회분식 반응기를 이용하여 산성과 알칼리 조건에서의 유탄유 오염토양의 정화 정도를 NaOH와 HCl 용액을 이용하여 세척농도, 세척시간, 용액과 토양의 혼합비, 입경에 따라 실험을 수행하였고, Soxhlet extraction 방법을 이용하여 토양의 오염도를 분석하였다.

또한 정화효율의 증진을 위해 과산화수소를 주입하여 알칼리 세척으로 탈착된 오염물을

수층 상부로 이동, 분리<sup>2)</sup>시켜 효율을 증진시키는 방법과 산성조건의 경우, 과산화수소의 분해에 따른 라디칼 반응에 의한 오염물의 분해효과를 아울러 포함한<sup>1),3),4)</sup> 조건에서의 처리효율을 비교하여 과산화수소의 주입농도 및 주입량의 변화에 따른 과산화수소의 분해율과 유효유 오염토양의 정화효율을 분석하였다. 과산화수소의 용액중 농도는 Iodometric method<sup>5)</sup>로 측정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. NaOH용액과 HCl 용액의 세척효과 비교

시간에 따른 정화효율은 NaOH용액으로 세척한 경우에 초기에 급격히 증가하다가 1시간 후 화학적으로 평형에 도달한 반면, HCl용액의 경우는 시간에 따라 효율이 서서히 증가하여 약 4시간 후에서야 평형에 이르렀으며 이때의 효율은 60%를 나타냈다. 세척제의 농도를 0.5, 1.0, 2.0 %로 변화시킬 때의 영향은 NaOH, HCl용액에 모두 세척효율이 비례하여 증가하는 유사한 결과를 보여 주었다. 또한 pH를 달리하여 세척효율을 검토해 본 결과, 알칼리성 > 산성 > 중성의 순으로 세척효율이 높았다. 이는 본 세척실험조건에서 세척용액으로 NaOH를 이용한 것이 바람직 한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 오일계면의 점도를 급격히 낮추어 토양으로부터 오염물의 탈착효과<sup>2)</sup>를 증가시키기는 소위 'Natural Surfactant' 현상<sup>1)</sup>으로 설명될 수 있다.

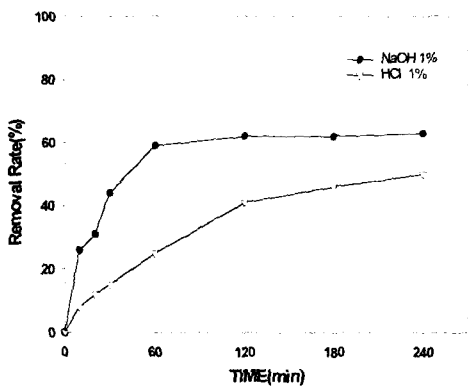


Fig. 1. Washing of lubricant - contaminated soil with NaOH and HCl solutions

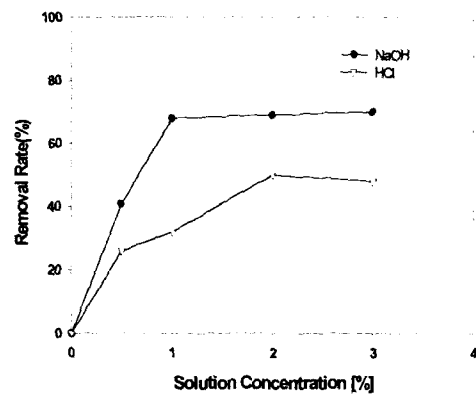


Fig. 2. Relation between washing effect and NaOH, HCl Concentration

## 2. 과산화수소의 첨가효과

NaOH와 HCl 용액을 이용한 세척과정에 과산화수소를 첨가하여 세척실험을 수행한 결과, 산성 용액에서(25% 세척 증진효과) 알칼리의 경우에 비하여(15% 증진효과) 더 높은 세척증진효과를 얻을 수 있었다. 산성용액으로 세척하는 경우, 과산화수소 첨가의 효과는 과산화수소의 기포 발생효과에 의한 오염물의 신속한 부상분리 뿐만 아니라 토양내에 존재하는 Fe성분의 과산화수소 촉매분해로 발생 라디칼에 의한 오염물의 산화 제거효과도 큰 역할을 한 것으로 사료된다.

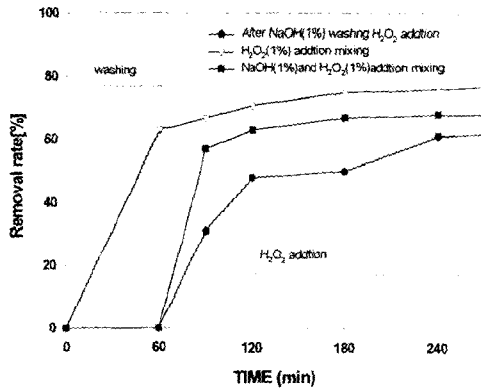


Fig 3. Removal efficiency on the time addition H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in NaOH

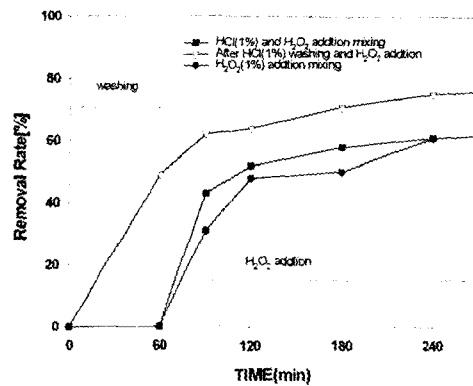


Fig 4. Removal efficiency on the time addition H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in HCl

## 참고문헌

1. J. L. Szabo, I. Laka tos., "Effect of sodium hydroxide on interfacial rheological properties of oil-water system", *Colloids Surfaces A; Physicochem. Eng. Aspects* 149, pp. 507-513. (1999)
2. 川端淳一, 今立文雄, 佐藤 亞紀子, "New Soil Washing Method Utilizing Micro Bubbles for Oil-Contaminated Sand", *鹿島技術研究所報*, 第 45号 (1997)
3. Watts, R. J., et al., "Treatment of phentachlorophenol - contaminated soils using fenton's reagent" ., *Hazard. Wastes Hazard. Mater.*, 7, pp. 335 (1990)
4. Tyre, B. W., et al., "Treatment od four biorefractory contaminants in soils using catalyzed hydrogen peroxide" .. *J. Environ. Qual.*, 20, pp. 832. (1991)
5. Jeffery, G.H., Basset, J., and Denny, R. C., *Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis*, 5th Ed., Longman Scientific & Technical New York, pp. 368-395 (1989)