

H₂O₂를 이용한 유류오염토양의 효율적인 화학적 산화처리 연구

임재창^{1)*} · 김영우²⁾ · 박광진³⁾ · 손주형²⁾

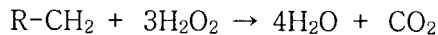
1. 서 론

유류의 오염은 현재 많은 곳에서 발생되고 있다. 군부대, 송유관, 철도부지, 주유소 등 다양한 곳에서 발생되어 복원공법을 활발히 적용하고 있다. 본 연구는 유류오염토양의 복원 공법 중에 하나인 화학적 산화 처리공법 중 H₂O₂를 이용한 복원공법에 대한 연구를 실시하였다. H₂O₂는 유탄유로 오염된 토양에도 적용하였고(정민정 외, 1999), 화학적 산화 공정과 생물학적 공정을 복합적으로 적용하여(Goi *et al*, 2006), 과산화수소수와 철이온을 이용한 유류처리 방법에 대한 연구도 실시되었다(Kong *et al*, 1998, 지원현 외, 2001). H₂O₂를 이용하여 실내에서 실내배치시험 및 칼럼시험을 실시하여, 효율적인 정화기술을 기술을 도출하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 이론적 고찰

화학적 산화법은 산화제를 주입하여 화학적으로 유기오염물질을 분해하거나 완전 무기탄소화하여 토양으로부터 유기오염물질을 제거하는 방법이다(KRAIL, 2006). 산화제는 H₂O₂, Ozone, Permanganate 등을 사용한다. 오염현장에서 적용되었고, OO역사에서 산화제로 이용하는 H₂O₂의 반응은 다음과 같다.



2.2 실험방법 및 대상시료

본 연구는 실내에서 유류에 대한 과산화수소수의 용해도 및 실제 오염된 토양의 화학적 산화 배치 및 칼럼 실험을 실시하였다. 본 연구에 적용된 오염토양은 철도부지로서 OO역에서 현재, 유류로 오염된 토양을 1.5m x 1.5m 면적으로 약 2.0m 깊이까지 채굴하여 오염에 대표적인 양상을 가진 2지점을 각각 50kg씩 채취하였다. 토양시료는 암록색의 안산암질 기원의 실트로 이루어졌으며, 디젤로 오염된 토양이다. 각각의 토양을 채로 균질화하여 GC로 분석한 결과 토양 A의 TPH 농도는 7,256 mg/kg이고, 토양 B의 TPH 농도는 14,628 mg/kg이다.

2.3 과산화수소 용액에 대한 디젤의 용해도 배치실험

디젤로 오염된 토양 및 지하수를 정화하기 위한 과산화수소(H₂O₂) 용액의 특성을 파악하기 위하여 디젤의 용해도 배치실험을 실시하였다. 과산화수소수를 0%, 1%, 5%, 10%, 20%,

주요어 : H₂O₂, 화학적 산화, 유류오염토양

1) 한국철도공사 부산지사 (chang444@lycos.co.kr)

2) 한국농촌공사 환경지질팀 (tokang78@gmail.com, jhson9@naver.com)

3) (주)오이코스 사업부 (kjpark@oikos.co.kr)

35%의 농도로 제조하여 40ml vial에 30ml의 과산화수소수 용액을 담고, 10ml의 시중에서 판매되고 있는 디젤을 첨가하여 10분간 자석교반을 실시하였다. 이때 vial의 뚜껑을 열어 가스의 방출이 일어나도록 유도하며 정치시킨후, 상분리가 일어난 수용액상을 채취하여 GC로 분석하였다. 상분리가 일어난 후, 디젤상을 분액 깔대기로 분리하고 무게를 측정하여 반응 후 디젤량의 변화를 측정하였다.

실험결과는 0%의 과산화수소수 용액에서 72.3(?)의 디젤이 용해되었으며, 농도가 증가함에 따라 용해도는 직선적인 형태를 보이다가, 20%일 때 4,630.6 ppm으로 나타났으며, 35%일 때 4,942.5 ppm 으로 나타났다. 실험결과 20%와 35%일때는 용해도가 다른 농도에 비해 비슷하게 나타났다.

Table 1. Result of diesel solubility of batch test

H ₂ O ₂ Concentration	0 %	1 %	5 %	10 %	20 %	35 %
Diesel solubility (ppm)	72.3	276.3	1,628.9	2,481.4	4,630.6	4,942.5

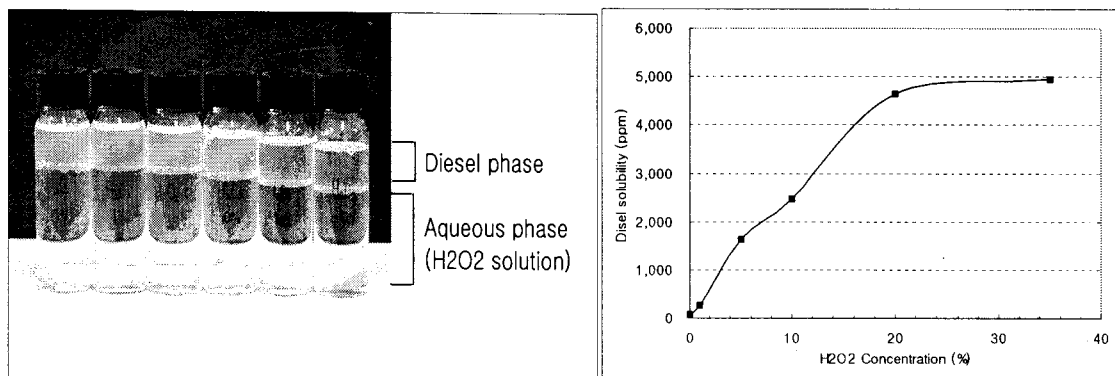


Fig. 1. Diesel solubility test vials.

Fig. 2. Diesel solubility vs. H₂O₂ Con.

2.4 과산화수소 용액에 대한 오염토 정화 배치실험

현장에서 오염된 토양의 TPH의 저감효율을 파악하기 위하여 과산화수소수의 용액의 농도를 1%, 5%, 10%, 20%, 35%씩 각각으로 하여 500ml의 비이커에 현장오염토양 A, B를 각각 30g씩 담고, 과산화수소수의 용액을 30ml씩 주입하여, 과산화수소에 의한 유기물 분해 산화반응을 유도하였다. 반응 이후 1시간을 정치시킨후, 수용액을 필터로 이용하여 토양에서 제거하고, 토양의 TPH농도를 GC로 분석하였다.

각각의 실험결과는 토양의 불균질성으로 인하여 각각 5회를 반복실험을 실시하였다. 실험 결과에서 최고값과 최저값을 제외한 3회의 결과를 평균을 계산하여 적용하였다. 각각의 토양에서 과산화수소수의 농도가 1%, 5%, 10%, 20%, 35%일때, Sample A에서 7,167 mg/kg, 7,103 mg/kg, 6,893 mg/kg, 5,887 mg/kg, 3,628 mg/kg이 나타났으며, Sample B에서 14,505 mg/kg, 13,399 mg/kg, 12,580 mg/kg, 8,338 mg/kg, 5,119 mg/kg으로 나타났다.

Table 2. Result of diesel solubility of batch test

H ₂ O ₂ Concentration	0 %	1 %	5 %	10 %	20 %	35 %
TPH of Sample A(mg/kg)	7,256	7,167	7,103	6,893	5,877	3,628
TPH of Sample B(mg/kg)	14,628	14,505	13,399	12,580	8,338	5,119

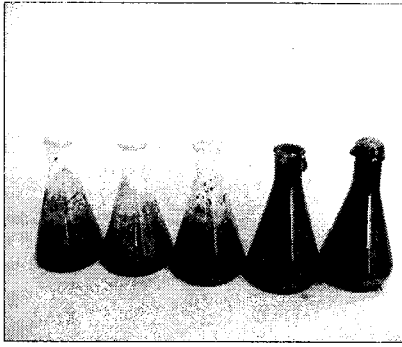


Fig. 3. Batch test.

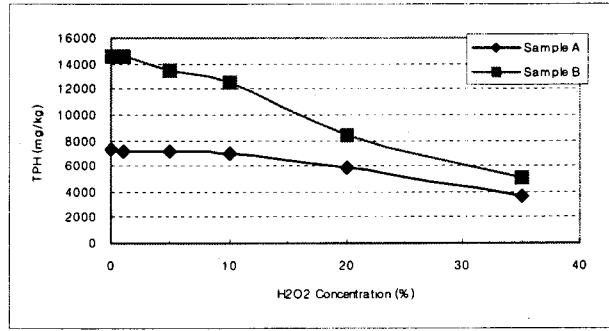


Fig. 4. H₂O₂ Concentration vs. TPH.

결론

H₂O₂의 유류에 대한 화학적 산화의 효율을 알아보기 위하여 시중에 판매되고 있는 디젤에 H₂O₂의 농도에 따른 용해도를 측정하여 얻은 결과 20%, 35%의 농도에서는 차이가 작게 나타났다. H₂O₂의 용해도와 현장복원토양의 화학적 산화를 통한 TPH의 저감효율을 분석하기 위해 Batch test를 실시하였다. H₂O₂의 농도가 1%, 5%, 10%, 20%, 35% 일때의 현장토양 A, B의 TPH농도를 분석하였다. TPH농도를 분석한 결과, 정화처리 효율이 10% 이하의 농도에서는 효과가 20%이상의 고농도에 비해 상대적으로 저조한 것으로 나타났다.

참고논문

정민정, 최상일, 장운영, 1999, H₂O₂를 이용한 윤활유 오염토양 세척 효율 향상에 관한 연구, 한국토양환경학회 추계학술발표회, p.99-10.

지원현, 김지형, 강정우, 김성용, 장운영, 2001, H₂O₂/Fe⁰시스템을 이용한 유류오염 미세토양의 화학적 산화처리, 한국지하수토양학회지 6(3), p.13-20.

Goi A., Kulik N. and Trapido M., 2006, Combined chemical and biological treatment of oil contaminated soil, Chemosphere 63, p.1754-1763.

Kong S.H., Richard J.W. and Choi J.H., 1998, Treatment of Petroleum-Contaminated Soils Using Iron Mineral Catalyzed Hydrogen Peroxide, Chemosphere 37(8), p.1473-1482.

KORAIL, 2006, 공법실증시험 보고서, p.47-71.