# 2-D 반응기를 이용한 선로 하부 토양 내 유류 확산에 관한 연구

# A Study on Oil Diffusion in the Soil under Railroad Track using 2-D Reactor

강해숙*, 권태순**, 정우성***, 이재영****, 조영민****, 전용삼******

**Hae-Suk Kang, Tae-Soon Kwon, Woo-Sung Jung, Jae-Young Lee, Youngmin Cho Yong-Sam Jeon**

**ABSTRACT**

Generally, the soil around railroad is contaminated by the leakage of oil during its maintenance or the operation of rolling stock. Because the railroad soil is located under ballast and is hardened with the designated strength due to safety, the characteristics of the polluted site are different. In this study, the phenomena of oil diffusion in the railroad site was investigated using 2-D reactor. The used oil was lubricant. As a result, the maximum diffusion depth of lubricant was about 9.5 cm due to its high viscosity and the hardened soil. The lubricant was diffused by gravity more than by horizontal migration. In the future, these results can be applied to develop a remediation method for the contaminated railroad soil.

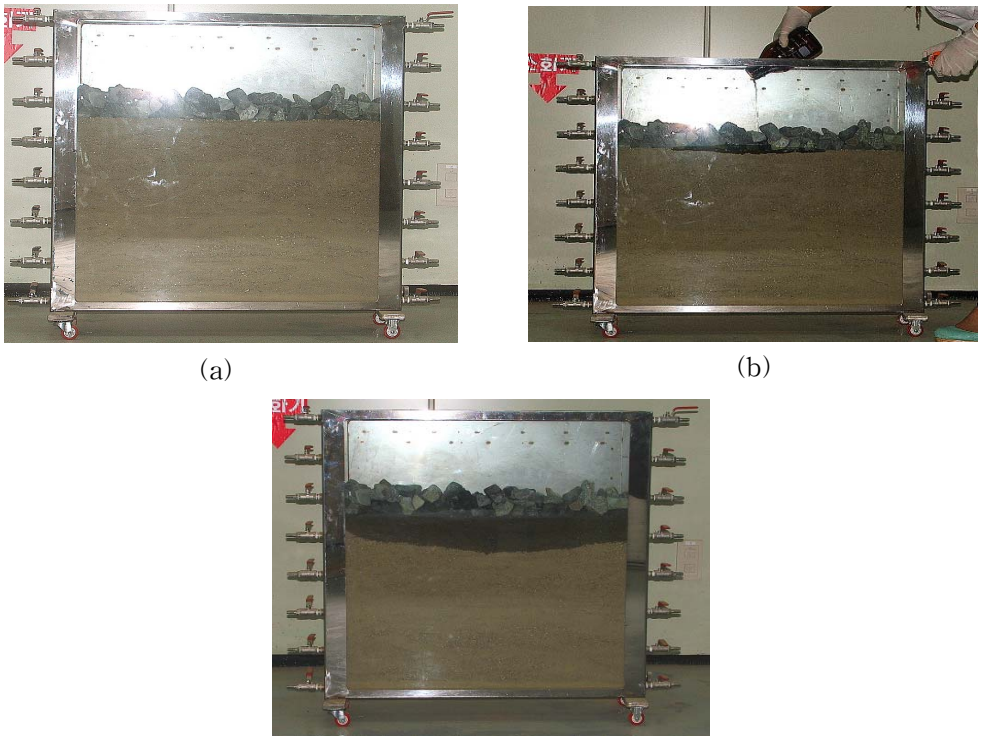
## 1. 서론

최근 국내 산업시설 및 철도, 군부대 주변의 오염된 토양에 대한 복원이 이슈화 되고 있으며, 이에 따른 관심이 증대되고 있다[1-3]. 특히 철도부지 내 토양의 경우, 철도차량의 운행이나 유지·보수 시 발생하는 낙유에 의해 오염이 유발된다[1]. 일반적인 오염부지와 달리 철도 선로주변의 토양은 도상자갈 하부에 위치하고 있으며, 다짐 정도가 다르다. 또한 철도부지에서는 대부분의 유류에 의한 토양오염이 지표 부근에서 발생하고 있다[2, 3]. 이에 유류로 오염된 실제 토양 하부 모습을 모사하여 시간에 따라 유류가 확산되어 가는 과정을 알아보고, 그에 따른 확산 깊이, 속도와 오염농도 등을 알아봄으로써 철도 토양에 적합한 정화공법을 개발하는데 활용하고자 한다. 본 연구에서는 선로하부 토양 내 유류의 확산 현상을 살펴보기 위하여 2-D 반응기를 이용하여 실제 현장을 모사하고, 시간에 따른 유류의 확산깊이를 측정하였다.

## 2. 실험방법

Fig. 1에서 볼 수 있듯이 유류의 확산을 육안으로 관찰하기 위하여 앞면을 유리로 부착한 2-D 반응기(750×700, 단위: mm)를 제작하였다. 선로주변 하부 토양을 모사하기 위해 먼저 2 cm 이하 크기의 토양을 50 cm 깊이로 표면을 고르면서 일정한 다짐으로 평평하게 쌓고, 상부에 오염되지 않은 도상자갈을 10 cm 깊이로 넣었다. 일반적으로 선로의 유지·보수 시 사용되는 윤활유(1종 차축유) 250 mL를 1 달 동안 주 1회씩 주입하였으며, 2-D 반응기의 중간 위치(300~350mm)에서 주입하였다. 윤활유 주입 후 하루 1회씩 2-D 반응기의 가로 5cm 간격별로 윤활유가 확산되는 깊이를 측정하였다.

* 한국철도기술연구원, 철도시스템연구센터 철도환경연구실
E-mail : kavena@krri.re.kr
TEL : (031)460-5852
** 한국철도기술연구원, 시험인증센터
*** 한국철도기술연구원, 철도시스템연구센터 철도환경연구실
**** 한국철도기술연구원, 철도시스템연구센터 철도환경연구실
***** 한국철도기술연구원, 철도시스템연구센터 철도환경연구실
****** 한국철도기술연구원, 철도시스템연구센터 철도환경연구실



(a) (b)

(c)

**Fig.1** 토양 내 시간에 따른 윤활유 확산 모습: (a) 초기 상태, (b) 윤활유 1차 주입, (c) 최종 상태

### 3. 실험결과

Fig. 2는 시간에 따른 토양 내 윤활유의 확산 모습을 나타낸 것이다. 토양 내 확산되는 윤활유의 깊이는 주입 위치 부근에서 최대 9~10 cm정도로 나타났으며, 좌우로 확산보다는 중력에 의한 수직이동이 더 많이 발생하였음을 확인하였다.

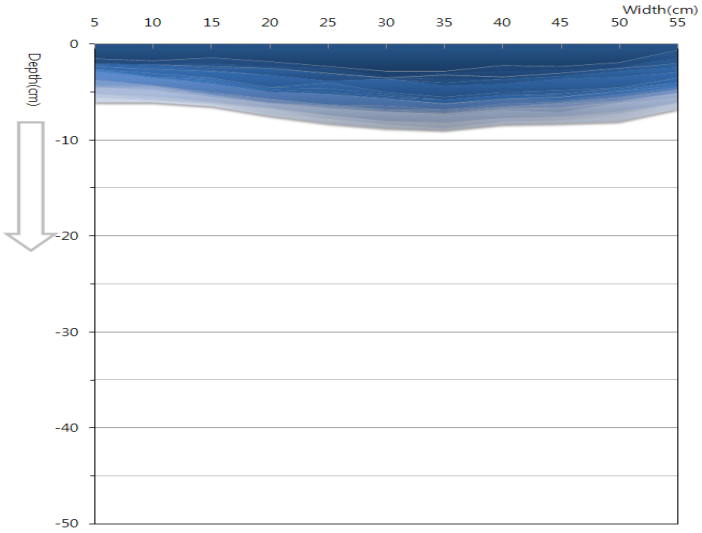



**Fig.2** 토양 내 시간에 따른 윤활유 확산 깊이

Fig. 3은 시간에 따른 토양 내 윤활유의 최대 확산 깊이를 보여준다. 실험종료 후 윤활유가 확산된 최대 심도는 9.5 cm이었다. 토양 내 윤활유가 주입되는 초기에는 수직으로 하강되는 속도가 빠르게 진행되었으나 이후 매우 느리게 심도가 변하였으며, 1일 평균 약 0.24 cm/day 속도로 확산이 진행되었다.

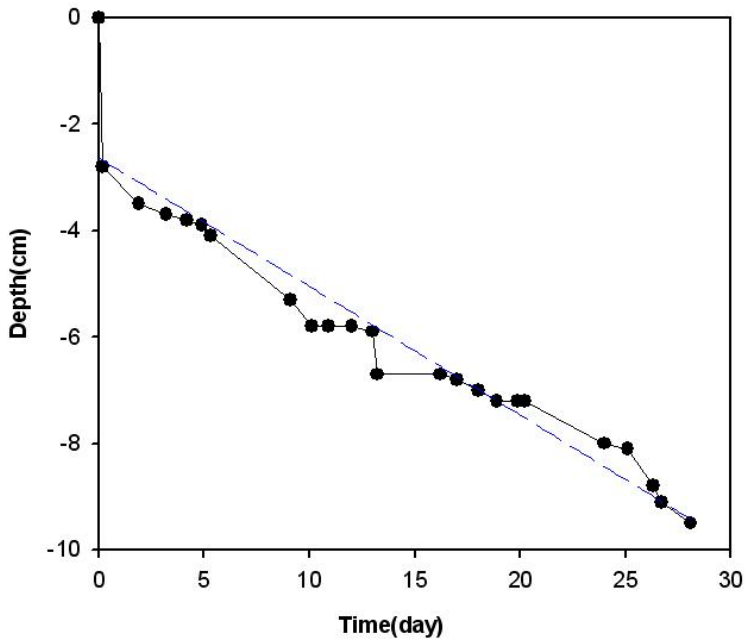



Fig. 3 시간에 따른 토양 내 확산되는 윤활유 최대

## 4. 결론

유류로 오염된 실제 철도토양 하부 모습을 예측하기 위하여 2-D 반응기에서 시간에 따른 윤활유의 확산현상을 테스트하였다. 그 결과, 선로의 유지보수 시 사용되는 윤활유는 기존의 가솔린, 디젤 등의 유류와는 달리 점도가 높아 토양 내에서 대부분 지표 부근에서 이동하는 것을 확인하였다. 또한 상하와 좌우로 확산되는 윤활유의 깊이를 비교해 본 결과, 중력에 의한 수직이동이 더 크게 나타났다. 향후 윤활유의 토양 내 심도에 따른 이동뿐만 아니라 유류농도의 변화를 확인함으로써 선로 주변 오염토양의 정화공법 개발에 활용하여 효과적인 복원을 할 수 있을 것이다.

## 5. 감사의 글

본 연구는 지식경제부 기본사업인 '철도선도기술개발-복합오염 철도토양 정화공법 개발' 과제의 일환으로 수행되었음에 이에 감사드립니다.

## 6. 참고문헌

(1) 이재영 외, 철도토양의 오염원인 및 정화에 관한 기초 연구, 한국지하수토양환경학회, 2007
(2) 한국철도기술연구원, 철도오염토양 복원공정 개발을 위한 기초연구 최종보고서, 2006
(3) 한국철도기술연구원, 복합오염 철도토양 정화공법 개발 1차년도 최종보고서, 2007