

**Electrokinetic 기법에 의한 광산퇴적토내  
Cd과 Pb의 제거 특성에 관한 연구**  
The Study of Cd and Pb Characteristics  
on Electrokinetic Remediation of Mine Deposit

윤삼석\*, 신현무, 이창언  
경성대학교 건설환경공학부  
\*부산광역시 남구청 환경위생과  
e-mail : yss1180@orgio.net

**요약문**

In the remediation of contaminated soil by electrokinetic process, transport characteristics of contaminants are major factors. Pb is highly fixed to entire soil and not moved readily. High concentration of Cd was analyzed in the cathodic section but anodic section's concentration was lower than initial concentration. Although the Cd had high treatment effect, 50% of total mass was concentrated in cathodic section and was not flowed out readily. Most of transported Cd may be adsorbed in the cathodic side soil due to increased pH at adjacent to catholyte.

**Key words** : Electrokinetic process, transport characteristic, Pb, Cd

**I. 서론**

국내의 폐금속광산은 광산업이 퇴조된 1970년대 이후 대부분 방치된 상태이며 제련과정에서 발생하는 광미의 유실, 갭내수 유출 등으로 주변농경지등의 토양이 중금속에 오염되고 있다. 폐광산에 대한 정밀조사후 토양오염방지사업이 추진되고 있으나 그 사업내용은 광미 등의 유실을 방지하기 위한 옹벽설치공사, 우수침투방지 및 지하수 차단 등으로 오염물질의 차폐처리를 통한 오염원의 확산방지를 그 목적으로 하고 있어 오염토양정화에 대한 근본적인 해결책으로는 볼 수 없다. 따라서 본 연구에서는 electrokinetic 정화기법을 광산퇴적토에 적용시켜 오염토내에 고농도로 존재하는 Cd와 Pb에 대한 처리효율을 비교 검토하였다.

**II. 실험방법**

시료로 사용된 퇴적토는 부산 근교의 I광산에서 채취하였으며 토성은 sandy loam이었다. 투수계수는  $1.83 \times 10^{-1} \text{cm/sec}$ 로 일정하게 유지하였으며 실험은 10일동안 100mA의 정전류 조건으로 실시되었으며 침투수로는 Citric acid(50mM)+SDS(0.5%)을 이용하였다. 실험에 사용된 장치는 기존에 electrokinetic 실험에 주로 이용되던 원통형의 장치와는 달리 직사각형의

수조형의 장치로서 실제 현장에 적용 가능한 구조를 가지고 있다. 장치의 개략도는 Fig 1에 나타내었다.

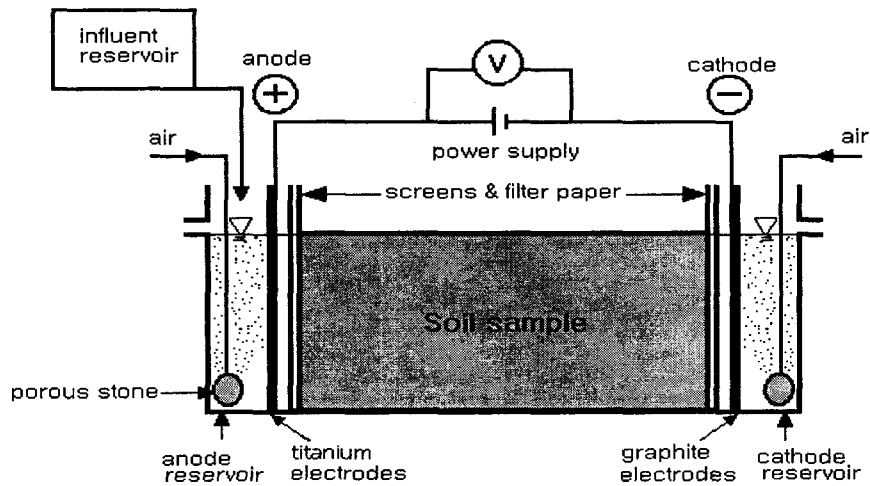


Fig 1. Schematic diagram of electrokinetic process

### III. 결과 및 고찰

#### 가. 공급전압 및 양극수조의 pH 변화 특성

Fig 2는 시간에 따른 공급전압의 변화특성을 나타내고 있다. 시간의 경과에 따라 공급되는 전압은 지속적으로 증가하였으며 이는 음극주변홀에서 생기는 침전물과 지중의 전해물질의 고갈로 인하여 발생하는 저항으로 인한 것으로 판단되며, 종료시점인 240시간에서는 전압이 200V를 넘었다.

Fig 3에서는 시간에 따른 양극수조의 pH변화를 나타내었다. 실험 시작후 40시간내에 음극수조는 pH 12, 양극수조는 pH 1.5에서 각각 안정화되는 것을 알 수 있다.

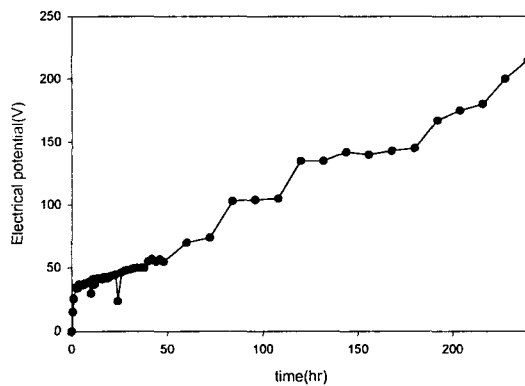


Fig 2. Electrical potential difference

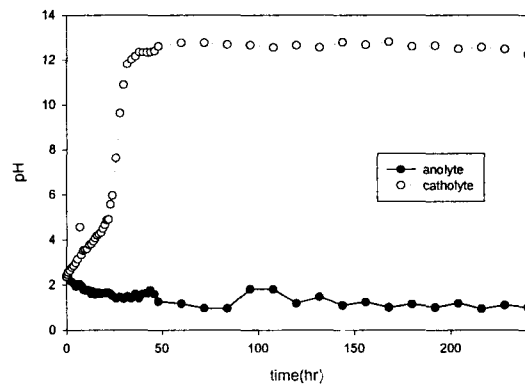


Fig 3. The anolyte and catholyte pH

나. Pb와 Cd의 제거특성 비교

Fig 4는 10일동안 electrokinetic기법을 적용한 후 양극에서부터 2cm간격으로 8개의 section으로 시료를 잘라 각 section의 분석한 농도값을 나타내고 있다. Pb의 경우는 각 부분에서의 이동경향이 거의 없었으나 카드뮴의 경우는 음극부근에서 고농도로 나타나고 나머지 부분에서는 초기값보다 상당히 낮은 농도를 나타냄을 알 수 있다.

이는 각 금속원소의 이동특성에 그 원인이 있는 것으로 보인다.

Fig 5에서도 알 수 있는 바와 같이 비교적 처리효율이 높은 카드뮴의 경우에도 전체량의 50%이상이 음극부근의 흙(8 section)에 집중되어 있는 것을 볼 수 있는데 이는 음극부근토양의 pH상승에 의한 오염물질의 흡착으로 이동이 방해받았기 때문인 것으로 판단된다.

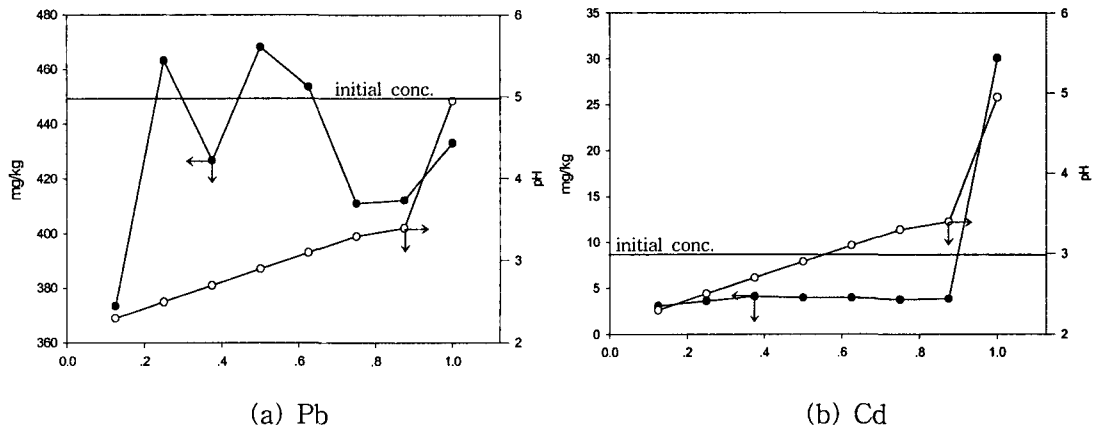


Fig 4. Residual concentration of Pb and Cd

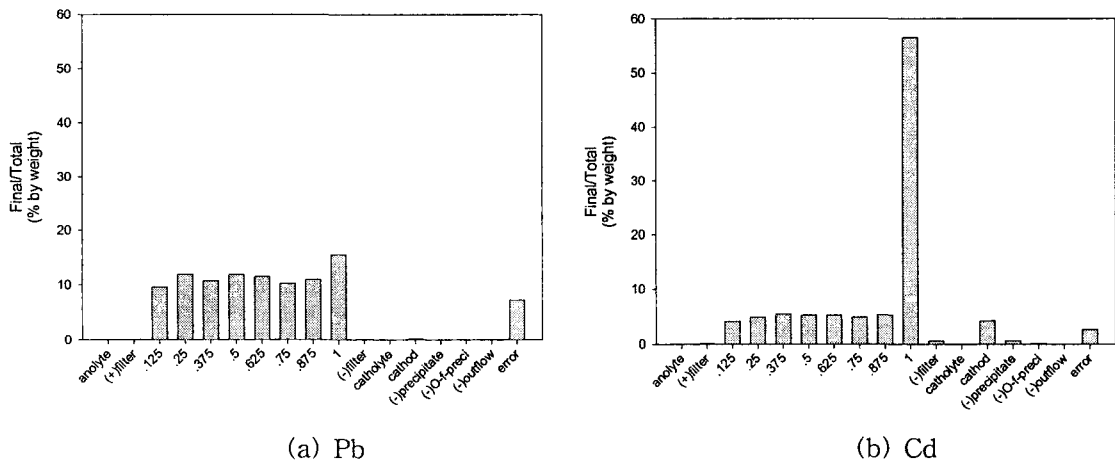


Fig 5. Pb and Cd removal profile

#### IV. 결론

100mA의 정전압조건에서 electrokinetic 실험한 결과 카드뮴의 경우 음극부근의 1개 section을 제외한 7개의 section에서 70~75%의 제거율을 보였다. 전체시료량의 13%가 되는 음극부근의 시료와 수조내 침전물에서 전체 카드뮴량의 60%가 검출되었는데 이것은 electrokinetic현상에 의하여 이동하던 카드뮴이 음극부근에서의 pH 상승에 의하여 재흡착이 일어났기 때문인 것으로 판단된다. 반면 납의 경우는 그다지 큰 변화를 보이지 않고 있는데 이는 각 금속원소의 토양에서의 이동 특성과 토양성분과의 결합력차이에 기인한다고 판단되어진다.

#### V. 참고문헌

1. 정하익. "Electrokinetic 정화기술에 의한 오염지반내의 중금속 제거." 인하대학교 박사학위 논문 (1996).
2. 한상재. "Electrokinetic 기법에 의한 오염토의 전기삼투와 중금속 이동 특성." 중앙대학교 박사학위 논문 (2000).
3. James Dragun, Ph.D.. "The soil Chemistry of Hazardous Materials" Hazardous Materials Control Research Institute (1988).
4. Acar, Y. B., and Alshaqabkeh, A. N.. "Principles of electrokinetic remediation." J. of Environ. Sci. Technol., Vol. 27, No. 13, 2638-2647 (1993).
5. Probstein, R. F., and Hicks, R. E.. "Removal of contaminants from soils by electric fiels." Sci, 260(16), 498-503 (1993).