

## 揚水法と電気的手法を組合せた地盤汚染浄化方法の基礎的研究（その1）

## － 効果確認実験について －

関西電力（株） 篠持 和洋 審 浩年  
 （株）ニュージェット 浦山 克 竹澤 請一郎  
 ○小野 暁 藤井 悟

## 1. はじめに

近年、VOCや重金属による地盤汚染が注目を集めている。これらの汚染に対して、様々な浄化工法が開発され、実績が蓄積されている技術もある。しかしながら、既存技術の多くは、複合汚染を考慮していない。そこで、本研究では、VOCの浄化実績が多い揚水法と重金属の原位置浄化工法として注目されている電気的手法を組合せる手法（以下、併用法と記す）に着目した。揚水法、電気的手法、併用法の比較実験を行った結果、組合せ効果を確認できたので、以下に報告する。

## 2. 実験方法

2.1 実験装置：図-1に示すような水頭差と電位差が同時に設定できる1次元円筒実験装置を作成した。また、実験期間中、定期的には水溶液試料を採取するために、装置下部には採取孔を設けた。

2.2 供試体：土質材料は豊浦珪砂とカオリン粘土の混合土（9:1）とし、汚染物質にはカドミウムを用いた。なお、VOCについては、揚水法での浄化実績が多いため、ここでは考慮していない。

2.3 測定項目：実験中は、水溶液試料を採取して、水溶液pH、水溶液濃度を測定するとともに、電流値、浸透水量等の経時変化を記録し、実験終了後には土壌含有量と土壌pHを測定した。これらの観測結果から、供試体内の浄化の進行度合を推定するとともに、浄化効果の指標として回収率（混入量に対する排出量の割合）を算出した。なお、化学分析にはICP発光分析を用い、電流値、浸透水量はデータロガーによる自動計測を行った。

2.4 実験条件：実験ケースの一覧を表-1に示す。Case1は揚水法のみ、Case2は電気的手法のみ、Case3は併用法を用いた浄化実験（240時間）である。結果を比較しやすいように、Case2、Case3の電圧を48Vに揃え、Case1とCase3の流速を同程度に調整した。また、電気的手法の問題点として、陰極付近でのアルカリ沈澱化による浄化効果の低下が考えられたため、アルカリ化対策として、陰極ボックスに塩酸を注入した（Case1は揚水法による浄化であるが、実験条件を可能な限り揃えるために実施）。

## 3. 実験結果

3.1 測定結果：電流値、水溶液pH、水溶液濃度の測定結果を図-2～図-8に示す。電流値と水溶液pHを比べると、Case3では、電流値がほぼ一定であり、陽極電極から5cm付近まで、pHが減少した。一方、Case2は、約120時間後まではCase3と類似した変化を示したが、その後、電流値が急激に増加し、それとともにpHが減少した。Case2とCase3との流速の違いはあるが、pHはそれ程、影響を受けないと考えられるため、今回の実験条件下では、pHキーワード：土壌・地下水汚染、複合汚染、揚水法、電気的手法、併用法、カドミウム、回収率

連絡先：〒530-8270 大阪市北区中之島3-3-22 関西電力（株） Tel:06-7501-0409 Fax:06-6446-6464

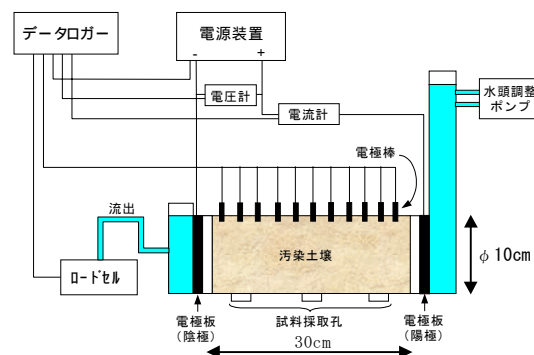


図-1 実験装置概要

表-1 実験ケース一覧

浄化方法	電位差 [V]	水頭差 [cm]	流速 [cm/s]	初期含有量 [mg/kg乾量]
Case1 揚水法	0	52.1	$8.5 \times 10^{-5}$	118
Case2 電気的手法	48	0	$9.4 \times 10^{-6}$ *	118
Case3 併用法	48	46.9	$7.0 \times 10^{-5}$	110

\* 電気浸透流による流速

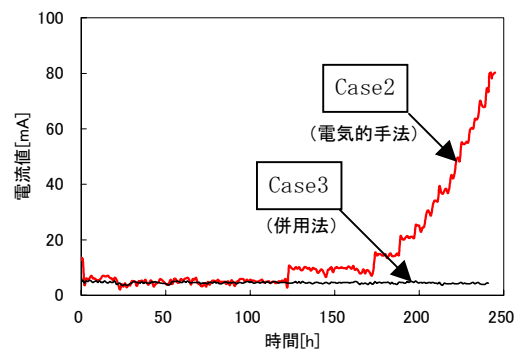


図-2 電流値測定結果

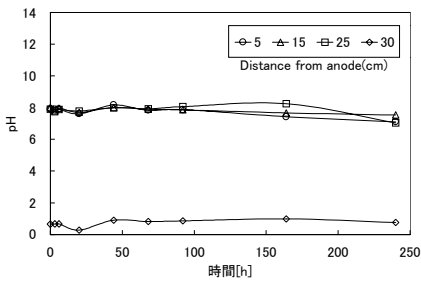


図-3 水溶液 pH 測定結果(Case1)

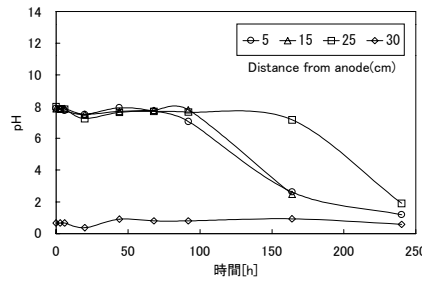


図-4 水溶液 pH 測定結果(Case2)

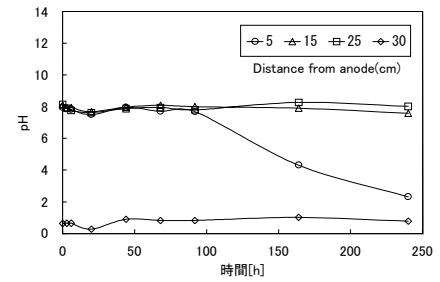


図-5 水溶液 pH 測定結果(Case3)

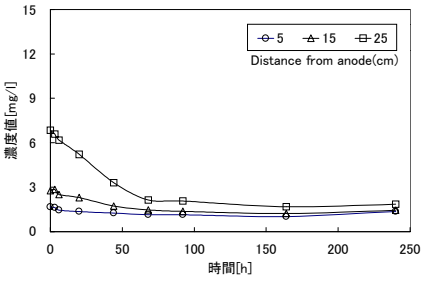


図-6 水溶液濃度測定結果(Case1)

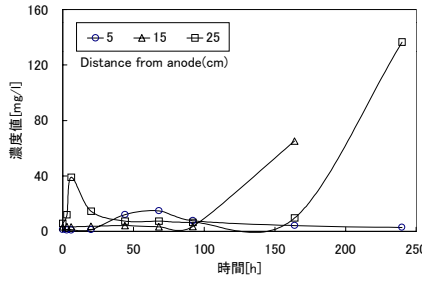


図-7 水溶液濃度測定結果(Case2)

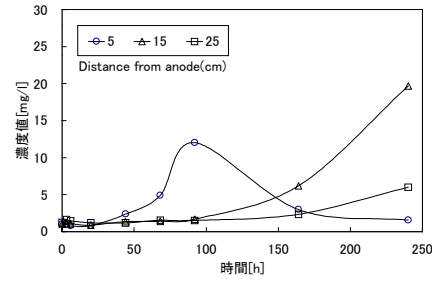


図-8 水溶液濃度測定結果(Case3)

は電流値の影響を受けやすいと推定される。また、水溶液濃度と pH 変化に着目すると、pH が減少するにつれて水溶液濃度が増加する傾向がみられる。各 Case の水溶液濃度を比較すると、Case1(揚水法)では、減少傾向のみを示しているのに対して、Case2(電気的手法)、Case3(併用法)では、増加傾向がみられる。これは、揚水法では、間隙水のみ浄化が行われるのに対して、電気的手法、併用法では土粒子の浄化が促進され、カドミウムが水溶液中に溶出していることを示している。土壌 pH の測定結果を図-9 に示すが、浄化終了時の水溶液 pH と整合的である。図-10 には、土壌含有量の分析結果を示したが、水溶液濃度の測定結果から推察されたように、揚水法では土粒子の浄化が促進されていないことがわかる。また、電気的手法、併用法では、陽極側で土粒子の浄化が促進されていることがわかる。

3.2 回収率：供試体内の浄化の進行度合は、上述のように推定されたが、各 Case の浄化効率を比較するために、回収率を算出した。回収率に影響を与える要因としては、流速と電力（電流×電圧）（または流量と電力量）が考えられる。これらの関係を図-11 に示すが、揚水法、電気的手法単独で浄化するよりも、併用法の方が効果的であることがわかる。ただし、今回の実験条件下では、併用法を用いても回収率は 10%以下である。

4. 結論

本研究では、揚水法、電気的手法および併用法の比較実験を行った。回収率から浄化効果を判断すると、各手法単独よりも併用法で浄化することの有効性が示せた。しかしながら、併用法においても、回収率は 10%以下であった。今後は、回収率を増加させるための入力条件を検討することが必要である。また、併用法の適用性範囲を把握することも重要と考えられる。

1) 例えば、新苗正和, 青江崇, 菅野強, 青木謙治, 陰極槽の pH を中性に保持した下での動電学的手法による土壌からのカドミウム浄化, 資源と素材, Vol. 117, p. 127-132, 2001.

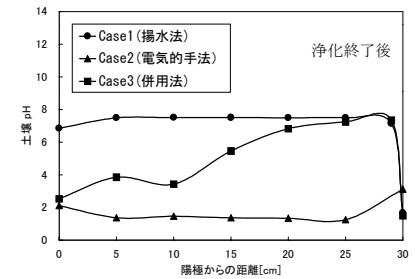


図-9 土壌 pH 測定結果

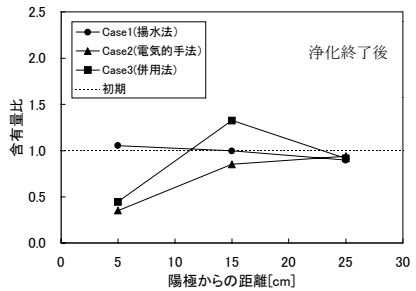


図-10 土壌含有量測定結果

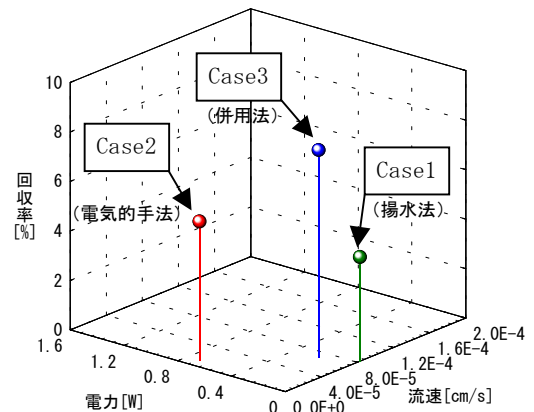


図-11 回収率と流速, 電力の関係