

電気伝導性を付与した PVD による粘土中汚染物質の処理に関する実験

佐賀大学理工学部 学 ○東 直樹 大学院 学 H.アビエラ
同 上 正 三浦 哲彦,白濱 啓四郎,西本 潤

1. まえがき

最近、汚染土壌は深刻な社会問題として認識されるようになってきた。この問題の対応策の一つとして電気化学的処理工法がある。この工法は汚染地盤に電極を挿入して直流電流を流すことにより、電気泳動を利用して重金属等を除去する技術である。本研究では粘土地盤にこの工法を適用し、(a)電気伝導性を付与した PVD により汚染土壌から汚染物質を抽出することの可能性と効率、(b)汚染された有明粘土の改善のメカニズムと化学的特性、(c)界面導電が汚染土壌に与える影響、を調べた。本実験では汚染物質として重クロム酸カリウム($K_2Cr_2O_7$)を対象とした。

2. 工法の原理

粘土に電極を挿入し直流電流を流すと、電極間の土には次の現象が起こる。(1)電気泳動によって土中の陽イオンは陰極側へ、陰イオンは陽極側へ移動する。多くの粘土鉱物は負に帯電しているので、可動性の粘土粒子は陽極側へ移動する(電気泳動)。(2)電気分解により陽極側は酸性(pH 約 2)、陰極側はアルカリ性(pH 約 12)になる。また、陽極では酸素ガス、陰極では水素ガスが発生する。(3)電気浸透によって土中水は、陽極側から陰極側へ引き寄せられる(電気浸透)。

これらの現象を応用したものが電気化学的処理工法である。

3. 実験方法

3.1 実験装置：図-1 に装置の概要を示す。ここで、電極には両極とも炭素を用いた。装置下部から電極に引き寄せられた水が排水される仕組みとなっている。電圧は 60V/m、120V/m と 2 ケース行い比較検討を行った。

3.2 使用材料：含水比 110%のシルト質粘土(粘土分 66%、シルト分 26%、細砂 8%)である。また、間隙水の pH は 8.5、ゼータポテンシャルは-39mV、電気伝導率は 2.5mS/m、塩分濃度は 1.6g/l であった。この粘土に重クロム酸カリウムを混入、攪拌後図-1 の装置に移し実験を開始した。

3.3 測定項目と方法：通電中は 1 日おきに電極の電気抵抗、排水量を測定した。同時に水質分析用のサンプルとして排水から採取し原子吸光光度計によりクロム抽出量を測定した。また、通電後電極間の粘土を 5 つに分割して試料を採取し、塩分濃度、電気伝導率、pH を測定し、その後原子吸光光度計によりクロム溶出量を測定した。

3. 実験結果及び考察

図-2 は通電後における電極間の粘土の pH、塩分濃度の分布を示す。pH は、電極付近の電気分解反応により陽極付近では酸性化、陰極付近ではアルカリ化が生じるため図-2 に示す分布となる。このような電極付近での反応がクロムの形態変化に影響を及ぼす。また、陽極には陰イオンである Cl^- イオンが引き寄せられ、 Cl^- 濃度が高くなる。これを換算式により塩分濃度に換算したものを図-2 に示した。

図-3 に経過時間に対する電極間における粘土の電気抵抗の変化を示す。粘土の電気抵抗は、通電後 5~6 時間は減少しているが、これは各電極に土中の各イオンが引き寄せられ電極付近の電気伝導率が増加したためと考えられる。その後抵抗が増加していくのは電気分解により形態変化されたイオンが電極に付着したこと、ドレーンからの排水とともに各イオンが排出され、電気伝導率が減少したことが原因と考えられ

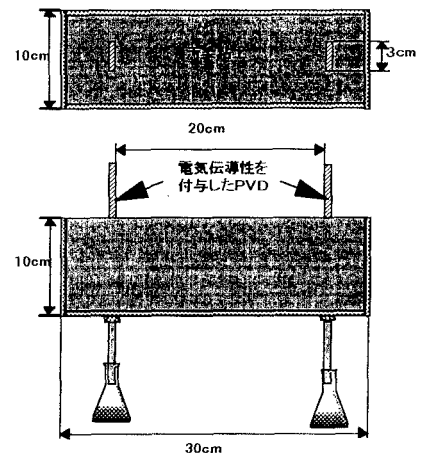
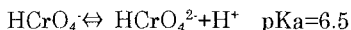
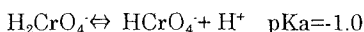
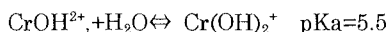
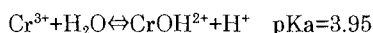


図-1 実験装置

る。また電気抵抗は陽極において最小、陰極において最大の値を示し電極間の電気抵抗は R1(16.75cm)、R2(13.25,9.75,6.25cm)、R3(2.75cm)と3種類の傾向を示した。

図-4 は通電時間に対し排水量とクロム抽出量がどのように変化しているかを示したものである。重クロム酸カリウムは pH の値により様々な形態で土中に存在する。クロムは pH の値が 4~5.5 を越えるとほとんどが電気分解反応により沈殿し、電荷がゼロになり移動できなくなる。その関係を以下に記す。



ここで、pKa:酸解離定数である。そこで、陰極側のアルカリ化の防止策として酸の供給を行った。普通、電気浸透において水は陰極に引き寄せられるが、図-4 をみて分かるように両極から排水された。これは、酸の供給によって粘土のゼータポテンシャルが変化したためと考えられる。クロムは土中において $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ として陰イオンの形で存在し、陽極に引き寄せられたものが排水により抽出されたと考えられる。一方、陰極からは陽極に比べると排水量が多いにも関わらずクロムはほとんど抽出されなかった。これは、酸の供給が不十分であり、クロムが粘土中において沈殿したためと考えられる。

4. まとめ

(a)電気伝導性を付与したドレーンは、界面導電を用いた汚染土壌の改善法として、一定の効果が認められ排水により土中の汚染物質を処理できる可能性が示された。(b)今回の実験において、沈殿、溶解、イオン移動、電気浸透流れ、が主要なメカニズムであることが示された。(c)界面導電はイオン交換により軟弱な粘土は強化されたこと、また陽極における脱水現象、及び電極間における粘土の pH の勾配を生じていることが確認された。

参考文献:1)Acar et.al.(1995) J.Electrokinetic Remediation:Basics and technology satatus of hazardous materials.vol.4,1 sevier 117-137 2)Acar et.al.(1993).Fundamentals of extracting species form soils by elctrokinetics.Waste Managemen,t.vol.13.Pergamon Press Ltd.141-151 3)川地、久保、光本、松本：動電現象を用いた汚染土修復に関する研究(その 5), 32 回地盤工学発表会, 1,p.p.147-148,(1997) 4) 川地、久保、三浦、松本：動電現象を用いた汚染土修復に関する研究(その 6), 33 回地盤工学発表会, 1,p.p.251-252,(1998)

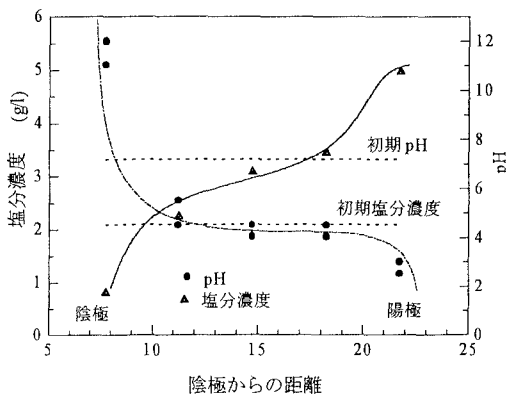


図-2 電極間の粘土の H、塩分濃度

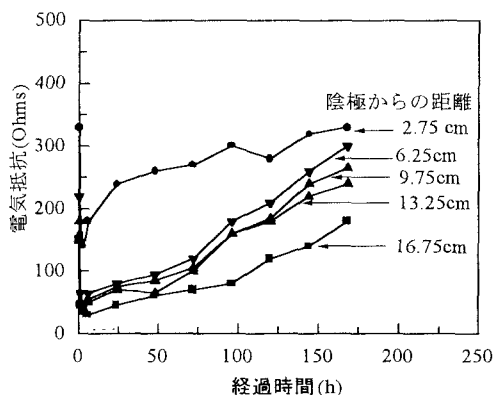


図-3 経過時間-粘土の電気抵抗

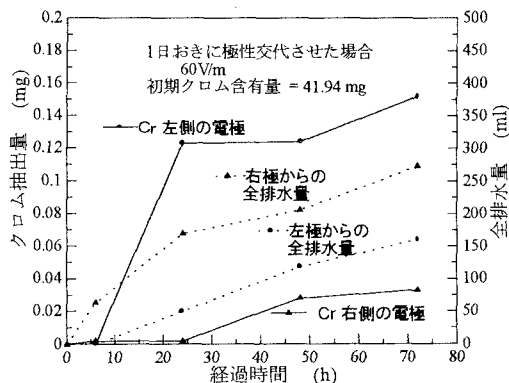


図-4 経過時間-排水量、クロム抽出量