

Ⅶ-116

電気分解装置を用いた底泥からの重金属溶出特性に関する検討

大成建設 技術研究所 正会員 片倉 徳男、高原 誠吉
正会員 帆秋 利洋、金子 文夫

1. はじめに

閉鎖性水域では堆積した底泥から栄養塩類等が溶出し、依然として富栄養化現象が改善されていない。このような底泥の処理技術として浚渫が行われているが、固液分離に課題が残されている。これは高含水率、離脱水性である浚渫土の性状によるものだけではなく、有害な重金属類を含有している場合などがあることに起因する。

昨年度、重金属の分離方法として、泥処理への電気分解水法の適用の可能性について検討を行った。この結果、電気分解水法で作成した酸性水を①模擬的に重金属を汚染させた模擬汚染底泥、②重金属を硫化金属として沈降させた模擬汚染水に混合すると、混合後のpHが低いほど底泥及び模擬重金属汚染水から重金属類が多く解離・溶出する傾向を確認したが、溶出率は最大30%程度であった。

一般的に底泥における金属類の形態は、硫化金属として存在していることが想定される。しかしながら As_2S_3 、 PbS 、 HgS 、 CdS 等の硫化金属は HCl 、 H_2SO_4 等を添加して単にpHを低下させるだけでは解離しない。硫化金属の解離には硫黄を強制的に酸化するだけの強酸化力を与えることが必要である。そこで本年度は、重金属類の分離効率をより上げるために装置改良を行いORP（酸化還元電位）を指標に、底泥を直接電気分解させる直接電解法を用い、重金属溶出特性を再検討した。

2. 実験方法

2.1 実験装置

底泥を直接電解するために、図-1に示す装置を作成した。昨年度の実験より、市販の電気分解水生成装置を用いた場合、 $NaCl$ 添加量の調整により、 $pH1.5 \sim pH11.6$ の電気分解水が生成されることが確認されている。この結果をふまえ、今回の実験でも直接電解の処理水槽内に $NaCl$ を添加して電解処理を行った。実験装置は、陽電極を入れた槽と陰電極を入れた槽の2槽間を電気のみ通電するように、 $NaCl:10\%$ とゲルライト:10%を混合して作成した塩橋でつなぎ直流電気を通電させた。この結果、陽極槽に強酸化力をもつ酸性水、陰極槽にアルカリ水が生成される。実験では重金属類の解離・溶出をさせるために、処理する汚染水と汚染底泥を陽極槽に入れた。なお通電量は15Vで行い、陽陰極槽にはそれぞれ200cc容量の容器を用いた。

2.2 装置の電解性能

装置の電解性能を確認する目的で、 $NaCl$ を3%添加した蒸留水を用い直接電解を実施した。図-2に直接電解を行った酸性槽におけるpH、ORP（酸化還元電位）の挙動を示す。酸性槽におけるORPは通電開始1分後に1,100mvまで急上昇した後、緩やかに上昇し60分後に約1,200mvとなった。なお、その時のpHは通電前に $pH5.9$ であったが、10分後に $pH1.7$ まで急激に低下した。

キーワード：電解、重金属、底泥

〒275 千葉県習志野市茜浜3-6-2 TEL 0474-53-3901 FAX 0474-53-3910

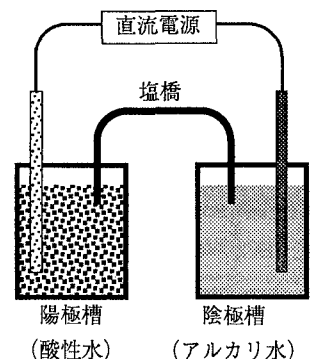


図-1 実験装置

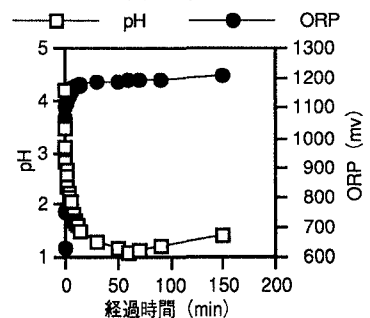


図-2 酸性槽におけるpH、ORPの挙動

3. 直接電解法を用いた重金属類の解離(溶出)特性

3. 1 模擬汚染水における重金属類の解離(溶出)特性

本実験では土壤汚染に関わる環境基準に指定されている重金属類のうちAs,Hg,Cd,Pbの4種類を対象として、これらと硫化ナトリウムを混合した硫化金属汚染水を作成し、通電時間と各重金属の溶出率について検討を行った。

実験は4種類の重金属類と蒸留水を混合し、NaCl 3%濃度に調整した模擬汚染水100ml（汚染濃度各10mg/l）に、硫化水素をバージして重金属硫化物を生成させた。

この模擬汚染水を酸性槽に、アルカリ槽には同量の3%NaCl溶液をセットし通電時間を変えて直接電解を行った。各電解時間毎の酸性槽の模擬汚染水を回収し、上澄み水中の重金属濃度をICPを用いて測定した。通電時間は5,10,30,60分の4種類とした。図-3に通電時間と溶出率の関係を示す。

通電前の汚染水の上澄みに重金属類はほとんど解離せず、硫化ガスのバージにより、重金属類が硫化金属として沈殿していることが確認された。電解を開始したところ、電解10分後にはPb,Cdで1.4~2.2%の溶出が確認された。電解時間が進むにつれて溶出率は増加し、電解30分で4種類の重金属類ともに86~95%、電解60分後には、93~96%の非常に高い溶出率が達成できた。

3. 2 模擬汚染底泥における重金属類の解離(溶出)特性

底泥を重金属で汚染させた模擬汚染底泥を用い、直接電解法による重金属類の解離(溶出)に関する検討を行った。U湖より採取した底泥をAs,Hg,Cd,Pbの4種類の重金属類で汚染させ、蒸留水とNaClを添加して含水率の調整及び電解効果の向上を図った。底泥と蒸留水の混合比は、底泥：蒸留水=1：1、1：3の2種類とし、全量で200ml、汚染濃度各10mg/l、NaCl濃度1.5%とした。この模擬汚染底泥を酸性槽に、アルカリ槽に3%NaCl溶液をセットして、通電時間を変えて直接電解を行い、電解後の上澄み水中の重金属濃度をICPを用いて測定した。図-4に底泥と蒸留水の混合比1：1における電解時間と重金属類溶出率及びORPの挙動を示す。混合比1：1では、電解60分でPb72%,Cd80%が溶出し、さらに120分後にはAs7%,Hg23%が溶出し、300分後にはいずれも75%以上の高い溶出率となった。混合比1：3では電解120分経過時点でPbが18%、Cdが30%溶出し、電解180分経過時点で、As35%,Hg53%,Pb及びCdが90%溶出した。ORPは底泥の混合比率が高い、すなわち希釈水量が多いほど早く上昇する傾向を示し、ORPが500mv以上になると、溶出率が一気に上昇する特性を確認した。

4. まとめ

- ・模擬汚染水に直接電解法を用いた場合、電解30分で約90%以上の重金属溶出率となった。
- ・実際の底泥に直接電解法を用いた場合、汚染底泥のORPを500mv以上に保てば重金属類を効率よく解離・溶出させることが可能である。
- ・直接電解法は、酸性水を混合する手法に比べ重金属類を効率的に解離させることが可能である。

参考文献

- 1) 片倉,帆秋,金子,高原,岡田 (1996) ; 土木学会第51回年次学術講演会概要集第7部,P554-555

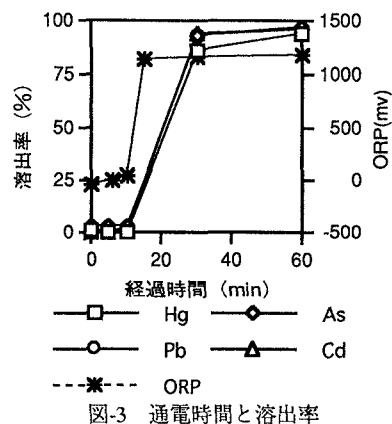


図-3 通電時間と溶出率

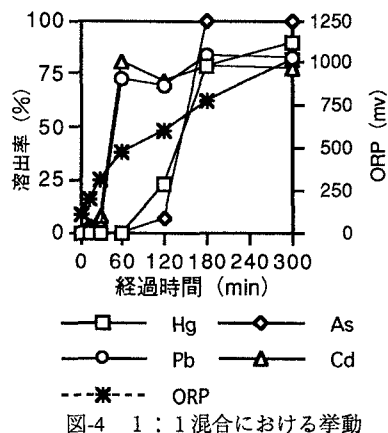


図-4 1：1混合における挙動