

令和4年度 研究成果の概要(1/2)

研究テーマ:「電気化学的手法による酸性河川水の中和処理と水素回収」
研究代表者 ・氏名(ふりがな): 田中恒夫(たなかつねお) ・所属、役職: 前橋工科大学 工学部 教授
研究期間: 令和4年10月～令和7年3月
研究参加メンバー(所属団体名のみ) 前橋工科大学、株式会社ヤマト
研究の背景・目的 酸性河川水の中和処理では一般に、石灰などを用いた化学的手法が広く採用されている。その際、大量の中和生成物が発生する。加えて、貴重な鉱物資源を永久的に添加する必要がある。本研究では、石灰の使用量と中和生成物の発生量を抑制できる、酸性河川水の中和処理技術の研究開発を目的とした。ここでは、中和処理において電気化学的手法を適用することを提案し、その実用可能性について検討した。また、中和処理の際にセルより発生する水素の回収方法などについても検討した。
研究内容(研究の方法・項目等) 1. セルの設計・操作因子に関する研究 電気化学的手法による酸性河川水の中和処理の可能性、およびセルの設計・操作因子について、ラボスケールの装置を用いて検討を行った。 ①セルの操作因子 図1の装置を用いて、電流(電圧)および滞留時間(HRT)を変化させて連続方式の通電実験を行い、中和効率に影響を与える操作因子について検討した。電流は300mAで、HRTは7～60分の範囲で変化させた。また、本実験で得られた結果と既往研究 ¹⁾ の結果を比較して再現性についても検討した。 ②セルの設計因子 図1の装置を用いて、電極充填率(円筒形活性炭素繊維陽極(ACF)の体積)を変化させて通電実験を行い、セルの設計因子について検討した。 2. セルからの水素回収に関する研究 中和処理(通電)の際に発生するガスの量とその水素含有量(濃度)を測定し、水素の発生効率と回収方法について検討した。 ①水素の発生量と濃度の確認 図2の装置を用いて、電流・電圧を変化させて通電実験を行い、セルから発生するガスの量と水素濃度を測定した。また、実際の水素発生量とファラデー則より算出できる理論水素量との比較を行った。 ②水素回収の方法 通電時における水素発生を確認した後、セルからの水素回収の方法について検討した。

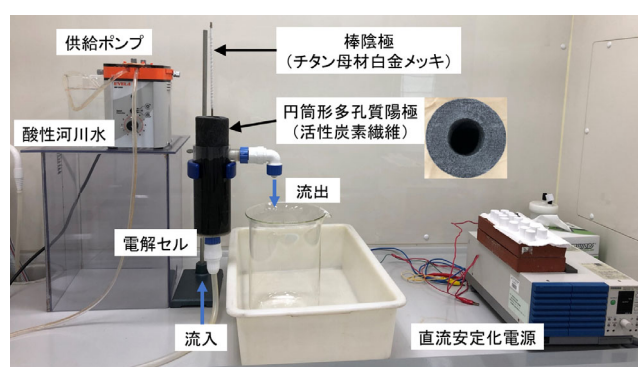


図1 通電実験に用いた中和処理装置

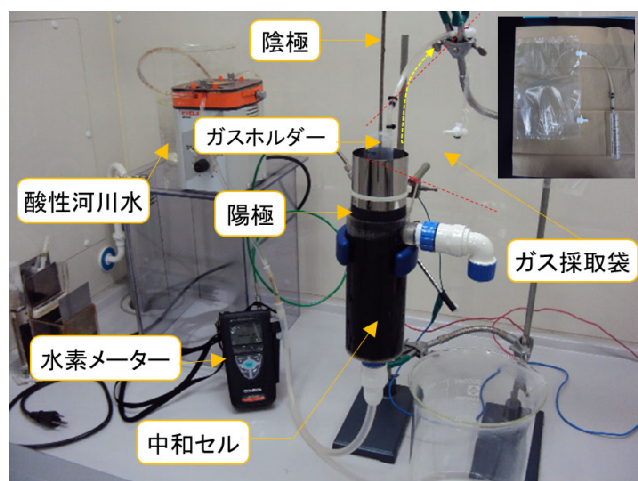


図2 通電時生成ガスの回収装置

令和4年度 研究成果の概要(2/2)

研究成果の概要

1. セルの設計・操作因子に関する研究

①セルの操作因子

セルの操作因子を検討するため、図1の装置を用いて通電実験(300mA)を行った。その結果を図3に示す。HRT:60分と15分の条件において、通電を開始してから10分後にpHは10以上となった。HRT:7分の条件では、通電終了時においてもpHは中性付近であった。本実験より、電流:300mA、HRT:15分以上で酸性河川水はアルカリ性になることがわかった。すなわち、電気化学的手法による中和処理は可能であること、HRTは重要な操作因子であることが確認できた。

また、既往研究の結果¹⁾を図4と図5に示す。図3の結果と図4(通電開始後60分まで)の結果を比較すると、同様なpH変化であることがわかる。セルにおけるHRTによるpH変化の再現性が確認できた。また、図5には電流によるpH変化を示したが、HRTと同様に、電流によりpH上昇の程度は大きく変化すること、すなわち電流も重要な操作因子であることがわかる。

②セルの設計因子

セルの設計因子を検討するため、図1の装置を用いて、ACFの体積を変化させて通電実験(電流:300mA、HRT:60分、通電時間:120分)を行った。その結果を図6に示す。凡例の数値は、完全な状態(購入時)の陽極体積に対する割合で、1.0は切抜加工なしの完全状態、0は円筒形ステンレス電極使用時を示す。ACF体積の減少により、pH上昇の程度は大きく低下した。ACF体積は重要な設計因子であることがわかった。

2. セルからの水素回収に関する研究

①水素の発生量と濃度の確認

通電時の水素発生量を把握するため、図2の装置を用いて、ガス発生量と水素濃度を測定した。ガス発生量はファラデー則より求めた理論量と概ね一致した。また、水素濃度は最大88%であった。

②水素回収の方法

通電時発生ガスはガスホルダーに蓄積せず、セルの上部より外部に漏れていたため、ガス(水素)を回収できるようにするためには、セル上部の構造を改良する必要があることがわかった。

【参考文献】

- 1) 田中ら: 多孔質電極装着セルを用いた酸性河川水の電気化学的中和処理、土木学会論文集、78(1)、pp.21-29 (2022).

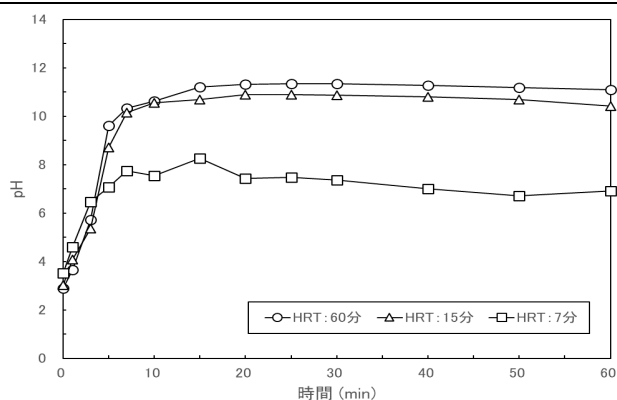


図3 HRTによるpHの経時変化(本実験)

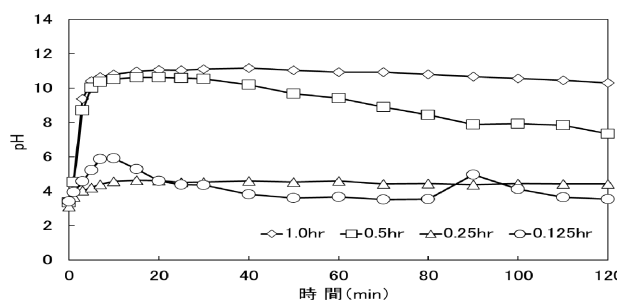


図4 HRTによるpHの経時変化(既往研究)

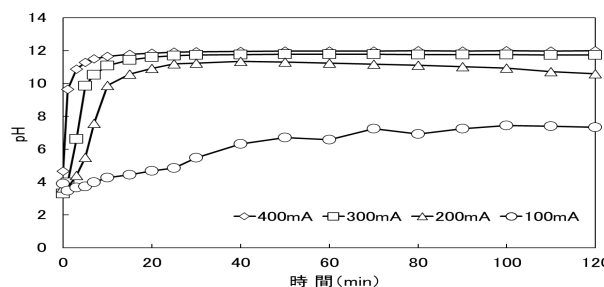


図5 電流によるpHの経時変化(既往研究)

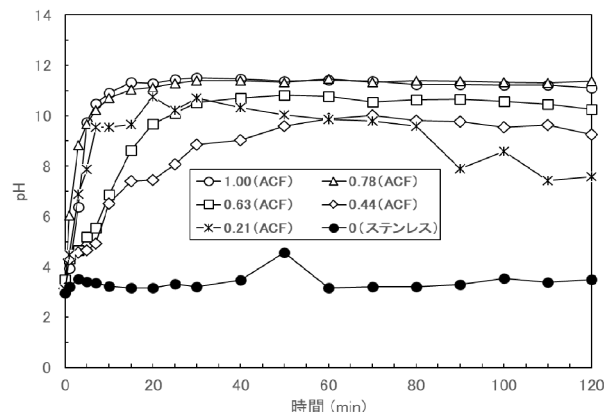


図6 陽極体積によるpHの経時変化