自然由来砒素含有泥水を効率的に浄化するための pH 調整方法に関する実規模試験

大成建設（株）技術センター　正会員　○海野 円，根岸 昌範，高畑 陽
環境本部　正会員　松村 綾子

1. はじめに

筆者らは，自然由来砒素を含有する泥水に対して金属鉄粉を混合した後に，マグネットセパレータ（ネオジム磁石）を用いて鉄粉を回収することによって泥水を浄化する方法を検討してきた[1]. 泥水と鉄粉を混合する過程では，砒素を効率よく処理するために泥水の pH を適切な範囲に調整する必要があることが示されている[2]．本報告では，泥水の pH を所定の範囲に安定して連続的に調整可能な方法を実規模試験で検討した結果について報告する．

2. 実規模試験の概要

図 1 に実規模試験装置の概略図を示す．泥水式シールド工事から排出された泥水を泥水受槽に貯留し，十分に均一化した状態で使用した．pH 調整工程では，泥水の pH を短時間で設定値に近づけるため，図 2 に示す pH 調整槽またはスタティックミキサー（ラインミキサー）を用いて泥水の pH を調整した．ラインミキサーは，配管内のエレメントによって流体を混合する機器であり，配管に組み込むことで pH 調整工程の省スペース化が期待できる．

3. 試験方法

3.1 pH 調整方法の比較

表 1 に示す条件で，pH 調整方法の比較試験を実施した．試験には，土丹層を掘削した際に排出された泥水を使用した．比重は 1.06 であり，pH11.5 のアルカリ性を示す泥水であった．pH 調整槽を用いた条件では，図 2(a)に示すように，上流側の 6 箇所から分散させて希硫酸を滴下し，プロペラ式攪拌機で泥水を均一化した．希硫酸は，pH 調整槽内に設置した pH 計の指示値が設定値以上の場合に約 3.0L/min で自動供給した．ラインミキサーを用いる方法では，ミキサー内への pH 計の設置が不可能なため，予め測定した酸要求量に従って，0.8L/min の条件で希硫酸を一定量供給した． pH 調整後の泥水は図 1 の S1 から採取し，ポータブルの pH 計 (HORIBA D-72) を用いて pH を測定した．pH の設定値は，既往の研究[2]を参考に pH6.5 とした．

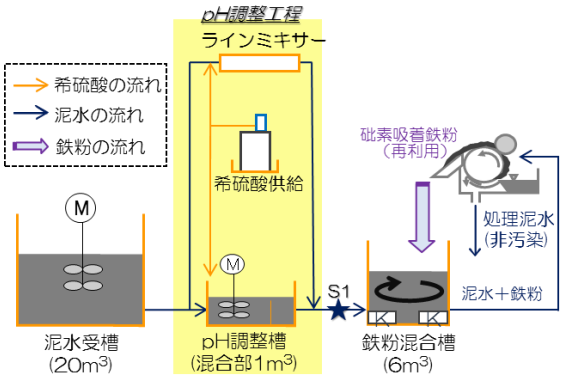

図 1　実規模試験装置の概略

(a) pH 調整槽　　(b) ラインミキサー

図 2　pH 調整機器

表 1　pH 調整方法の比較試験条件

調整方法	pH 調整部		希硫酸		泥水	
	混合部の容量[m³]	サイズ	添加方法	流量 [L/min]	泥水量 [m³/min]	滞留時間 [sec]
pH 調整槽	1.1	L1.34m×W1.00m×H0.80m	自動供給	3.0	0.5	120
ラインミキサー	0.0027	L530mm×φ80mm	一定量供給	0.8	0.5	0.3

キーワード　自然由来重金属，砒素，鉄粉，浄化，pH 調整
連絡先　〒245-0051　神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1　大成建設（株）技術センター　ＴＥＬ045-814-7226

3.2 ラインミキサーを用いた連続試験

ラインミキサーを用いて流入泥水の pH を調整する方法により，鉄粉混合槽内の泥水の pH を所定の値に調整する実規模試験を実施した．使用した泥水は，土丹層を掘削した際に排出されたものであり，比重は 1.11～1.16，pH9.0～11.5 のアルカリ性を示した．試験条件を表 2 に示す．鉄粉混合槽内に pH 計を設置し，pH 値が設定値より高い場合に希硫酸を供給(送液速度 0.5～0.7L/min)し，ラインミキサーを用いた場合においても希硫酸を自動供給できるようにした．pH は pH5.5~pH8.0 まで 0.5 刻みで設定し，連続して約 700m³ の泥水を処理した．約 50m³ に一度，鉄粉混合槽内の泥水を採取し，ポータブルの pH 計を用いて pH を測定し，設定 pH との実際の泥水の pH 値を比較した．

表 2　ラインミキサーを用いた連続試験の条件

希硫酸		泥水	
添加方法	流量 [L/min]	泥水量 [m³/min]	滞留時間 [sec]
自動供給	0.5- 0.7	0.15	1.1

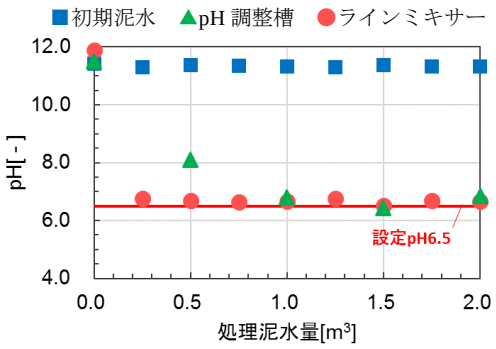

図 3　pH 調整方法の比較結果

4. 試験結果

4.1 pH 調整方法の検討

図 3 に pH 調整方法の検討結果を示す．pH 調整槽を用いた方法で調整した泥水 pH は，1m³ 送泥する間に設定値まで低下し，その後は設定値付近で安定した．ラインミキサーを使用した方法では，希硫酸の供給後すぐに泥水の pH は低下し，pH6.5 に達した．滞留時間が約 0.3 秒であっても十分に混合することができた．したがって，ラインミキサーを用いた方法は pH 調整槽を用いる pH 調整方法と同等以上の性能があることが示された．

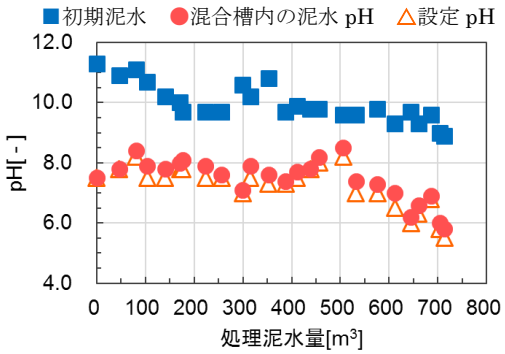

図 4　連続試験時の pH 値の推移

4.2 ラインミキサーを用いた連続試験

図 4 に連続試験時の pH 値の推移を示す．鉄粉混合槽内に pH 計を設置することで，ラインミキサー使用時においても自動的に希硫酸を供給し，流入泥水の pH を調整することができた．鉄粉混合槽内の泥水の pH と設定 pH は概ね 0.3 以内の誤差範囲に保たれており，長期的な試験の中で流入泥水の pH が変化した場合にも，目的の pH 範囲に調整することが概ね可能であることが示された．また，希硫酸の添加により，鉄粉混合槽内の pH が局所的に低くなる(pH4 以下)場合に，浄化に使用した鉄粉が溶解し消失する等の懸念もあったが，希硫酸供給時の鉄粉混合槽に流入直後の泥水の pH 値は設定値よりやや低い値であり（pH 4.1～7.6 の範囲），鉄粉の品質に影響を与えない範囲で泥水の pH を調整できることを確認した．

5. まとめ

実規模大の試験装置を用いて pH 調整方法を検討した結果，pH 計を鉄粉混合槽内に設置し，ラインミキサーの直前で供給された中和剤を泥水と撹拌することで，自動的に鉄粉混合槽内の泥水を設定した pH 値に調整できることが示された．ラインミキサーを用いる pH 調整方法は，pH 調整槽を用いる方法よりコストが安く，装置設置面積が 1/4 程度縮減できるため，狭隘な施工場所などで有効な pH 調整手段になると考えられた．

参考文献

1) 太田綾子ほか：小型磁気分離装置を用いた自然由来砒素含有土空の鉄粉による砒素回収技術検討，第 21 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会，pp. 230-233，2015.
2) 海野円ほか：自然由来砒素含有泥水を効率的に浄化するための pH 調整に関する基礎検討，第 53 回地盤工学研究発表会，投稿中，2018.