

アルカリ性濁水に対する鉄粉を用いた凝集沈殿方法に関する基礎的検討

大成建設(株) 正会員 ○海野 円
正会員 根岸 昌範
正会員 高畑 陽

1. はじめに

山岳トンネル工事等とともに排出される濁水は、pH および濁度を指標として管理され、公共用水域など周辺環境へ影響を与えないように排水処理されている。最も多く採用されている処理方法は図-1 に示す凝集沈殿方法であり、濁水の pH を凝集に適した pH 範囲（概ね中性域）に調整した後に反応槽から凝集槽でフロック形成を促し、沈殿槽で固液分離する方法である¹⁾。一方で、山岳トンネルをはじめとする濁水は、セメントあるいはセメント系固化材を含む場合が多くあり、流入濁水の pH が高アルカリ性であるため、中和剤使用量が非常に多くなるといった課題があった。

筆者らは図-2 に示すように、処理過程で鉄粉を投入することで、事前の pH 調整を行わずにアルカリ性のまま濁水を高速で凝集沈殿処理を行う技術について検討を行っている。本報では、室内ジャーテストを行い、凝集沈殿効果と中和剤の使用量の低減効果を検討した結果について報告する。

2. 試験方法

2.1 供試濁水

供試濁水の性質を表-1 に示す。実濁水は、トンネル掘削現場から採取した濁水であり、セメントを含有するため pH は 11.8 を示した。SS は 4,700 mg/L、濁度は 1,200 NTU であった。模擬濁水は、前述した現場とは異なるトンネル現場で発生した掘削泥土と地下水を SS 1,500 mg/L となるように混合して作製したものであり、初期濁水は pH 8.2 であった。そのため、普通ポルトランドセメントを用いて濁水をアルカリ性に調整して試験に供した。

2.2 鉄粉の粒径の選定

鉄粉の粒子密度は土粒子の約 3 倍あり、凝集沈殿における攪拌では、鉄粉のみが先に沈降することが懸念された。そこで、事前に鉄粉を 106 μm 以上、106～75 μm、75～45 μm、45 μm 以下の 4 つの粒径区分に分級し、鉄粉の攪拌状況を確認した。使用した鉄粉は、アトマイズ鉄粉（神戸製鋼社製；53NJ）である。

はじめに、表-1 に示す濁水 500 mL と鉄粉 7.5g/L を 1,000 mL 容量の亚克力製円筒攪拌容器に分注し、250 rpm で急速攪拌した。攪拌中、液面および溶液中心部の 2 ヶ所からサンプリングし、採取した試料液から磁石を用いて鉄粉を回収した。その後、鉄粉を真空乾燥し、重量を測定することで液中の鉄粉の攪拌状況を評価した。

2.3 濁水の pH が凝集効果に及ぼす影響の確認

はじめに、所定の pH に調整した濁水 500 mL、ポリ塩化アルミニウム（以下 PAC、協和総業社製）70 mg/L およ

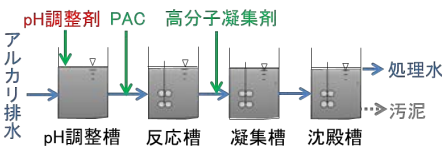


図-1 従来の凝集沈殿方法

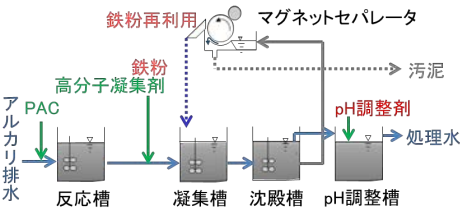


図-2 鉄粉を用いた凝集沈殿方法

表-1 濁水の性質

項目	実濁水	模擬濁水
pH [—]	11.8	8.2
EC [mS/m]	490	未測定
SS [mg/L]	4,700	1,500
濁度 [NTU]	1,200	300

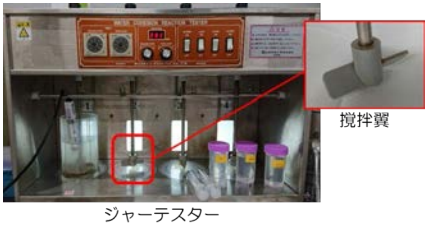


図-3 試験装置

キーワード 凝集沈殿、山岳トンネル、アルカリ排水、鉄粉
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 TEL 080-1079-7461

び鉄粉 7.5g/L を 1,000 mL 容量の亚克力製円筒攪拌容器に分注し、図-3 に示すジャーテスターを用いて 250 rpm で 1 分間、急速攪拌した。その後、高分子凝集剤（大明化学工業社製；タイポリマー）0.5 mL/L を添加し、250 rpm で 30 秒間の急速攪拌、150 rpm で 1 分間の緩速攪拌をすることでフロックを形成した。攪拌停止から 30 秒後、上澄み溶液を約 15 mL 採取し、濁度を測定（アズワン社製；TBD700）した。

2.4 中和剤添加量の確認

濁水の事前中和および処理後の上澄み液の中和を実施し、排水基準（pH8.6）に達するまでに添加した中和剤の添加量を比較した。使用した薬剤は 5%硫酸とした。

3. 試験結果

3.1 鉄粉の粒径の選定

急速攪拌中の鉄粉の存在量と粒径の関係を図-4 に示す。上部および中部でサンプリングした鉄粉の存在量が少ないほど、鉄粉が攪拌容器下部に滞留していることを示している。粒径 106 μm 以上の鉄粉は殆どが下部に滞留した一方で、粒径 75 μm 以下の鉄粉は概ね均一に攪拌できた。これより、106 μm 以上の粒子を除去することが好ましく、特に 45 μm 以下の粒子を用いることで、均一に攪拌されることが示された。

3.2 濁水の pH と処理後の濁度

pH と処理後の濁度の関係を図-5 に示す。本試験では、3.1 で最も均一に攪拌されることが確認された粒径 45 μm 以下の鉄粉を使用した。実濁水を用いた試験条件では、従来の処理方法である鉄粉未添加（無機凝集剤、高分子凝集剤のみ添加）の条件では、pH 7.0 の場合に処理後の上澄み水の濁度が 18 NTU と最も低い値を示し、pH が上昇するに伴い濁度も高くなった。一方で、鉄粉を添加した場合は、pH 9 以上で濁度が 12 NTU となり、アルカリ性の条件下でも濁度を低く処理できた。模擬濁水については、pH 10 までは処理濁度に大きな差は見られなかったものの、pH 11.5 の条件では鉄粉を添加した条件で 13 NTU となり、鉄粉未添加の場合の約 1/2 の濁度となった。

3.3 中和剤の削減量

初期濁水および鉄粉を使用した凝集沈殿後の上澄み水を排水基準（pH 8.6）まで中和するために添加した 5%希硫酸の量を図-6 に示す。初期濁水の pH 調整と比較して処理後の上澄み液の pH 調整を行った場合には、希硫酸使用量が大幅に減少し、濁水が pH 9 の場合は約 1/6、原水 pH 12 の場合は約 1/3 の削減量となった。事前に pH 調整する場合には、懸濁分（土粒子等）の pH 緩衝作用がはたらき、中和に多くの薬剤が必要となる。一方で、処理後の上澄み液には懸濁物質を殆ど含まないため、凝集沈殿前に中和する方法と比較して使用する薬剤量を削減できた。

4. まとめ

アルカリ排水の凝集沈殿処理を行う場合、鉄粉を使用することにより凝集沈殿前に中和を行わずに凝集沈殿処理が可能であることが示された。この方法では、処理後の上澄み液を排水基準に合わせて pH 調整すればよく、中和剤の使用量は約 1/3 以上削減可能であることが示された。今後は、鉄粉を添加したことによりアルカリ濁水の凝集効果が向上したメカニズムについて検討する予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省総合政策局建設施工企画課：施工技術の動向①濁水処理工，建設マネジメント技術，2009 年 8 月号,pp.53-56.

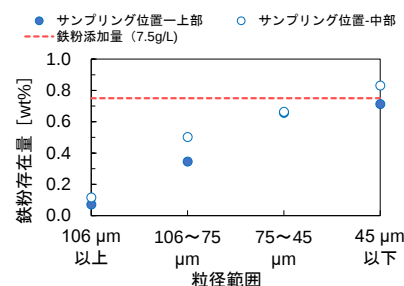


図-4 攪拌中の鉄粉存在量と粒径の関係

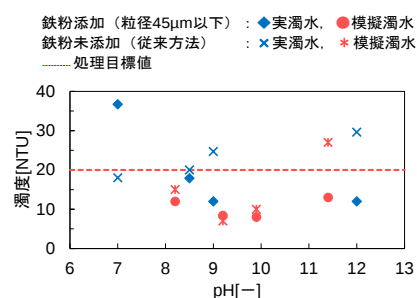


図-5 pH と処理後の濁度の関係

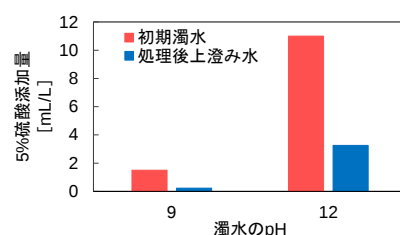


図-6 pH8.6 に達するまでに添加した 5%硫酸量