

天然凝集材アロフェンを使用した貯水池濁質凝集に関する一考察

(独) 土木研究所 正会員 ○海野 仁
(独) 土木研究所 正会員 箱石 恵昭
(独) 水資源機構 正会員 星野 公秀

1. はじめに

我が国では環境影響評価法が制定・施行され、大規模な新設ダムでは事業が環境に及ぼす影響を予測・評価し、必要に応じ保全措置を講じる仕組みが確立された。しかしながら、既設ダムの中には、大規模出水後の貯水池の濁水化により、下流河川に濁水を長期間放流する事例も見られる。濁水対策として凝集剤を使用した濁質の凝集・沈殿も考えられるが、現在のところ局所的な実施にとどまっている。独立行政法人土木研究所は数年来、天然凝集材アロフェンを用いた貯水池濁質の凝集について検討を進めた¹⁾。その結果、ジャーテスター(試水凝集反応装置)を用いた実験により効果的な凝集に一定の結論を得たので、ここに報告する。

2. 実験方法

2.1 実験目的

先行研究¹⁾では、濁水を酸性に調整することにより、凝集材を投入することなく凝集効果が得られることが示された。また、凝集材を用いた凝集実験では、超音波を用いて凝集材を分散させた後、凝集材と濁水の混合液を攪拌することにより凝集効果が得られることが示された。今回は先行研究を発展させ、中性状態にある濁水を効率的に凝集させる分散方法・攪拌方法を見いだすことを目的に、実験を行った。凝集の目安として、初期濁度 50NTU を凝集後 5NTU 程度とする目標を設定した。

2.2 模擬濁水の製造

実験には、十分な量の濁水を確保する都合上、模擬濁水を製造して用いた。模擬濁水の材料は、関東地方にある A 遊水地と B 貯水池から採取した底泥を用いた。製造手順はまず、7 μ の網目を透過した土粒子を蒸留水と混合し、超音波分散機で分散のうえ、24 時間静置後の上澄み液を採取した。次に、この上澄み液を蒸留水で希釈し、また、pH 調整剤を添加し、濁度 50NTU、pH 7.0 になるよう調整した。作業は室温 20 度に設定した恒温室で行った。

2.3 使用した凝集剤

実験には凝集材としてアロフェンを使用した。アロフェンは風化火山灰・火山灰質土壌に多く含まれる天然の土コロイドで、吸湿性・凝集性に優れる。我が国では、北海道・東北・九州地方などに多く分布し、調達が容易である。天然由来の物質であることから、貯水池に投入しても水環境に及ぼす影響は軽微なものと考えられる。

2.4 凝集実験の手順

1 回の実験には、1 リットルの濁水と湿潤重量 450mg (= 乾燥重量 180mg) のアロフェンを用いた。実験手順は、以下のとおり。

1) 投入前分散：

450mg のアロフェンを 50 ミリリットルの濁水に溶き、超音波分散機で分散。分散は周波数 2.8kHz、出力 60w の装置を使用(写真-1)。

2) 投入後分散：

50 ミリリットルのアロフェン・濁水混合液を、950 ミリリットルの濁水とビーカー内で混合し、超音波分散機で分散。

3) 急速攪拌：

アロフェン・濁水混合液をジャーテスターにかけ、150rpm で攪拌(写真-2)。

4) 緩速攪拌：

さらに、40rpm で攪拌。

以上の手順の全部または一部を経た後、ビーカーを静置の上、水面下 4cm の濁度の経時変化を測定した。



写真-1 投入前分散 写真-2 ジャーテスターによる攪拌

3. 実験結果

3.1 濁度の経時変化

実験全体を通じて十分な凝集効果の得られた 2 ケースについて、濁度の経時変化について考察する(図-1)。これらのケースは、3 分の投入後分散および 3 分の急速攪拌を施したものである。ビーカー静置後の濁度の経時変化は、1 分、5 分、15 分、30 分、60 分、360 分、1,440 分の 7 回にわたって測定した。

濁質とアロフェンによるフロックの形成は急速攪拌開始直後から始まり、攪拌中にもフロックの数が増え、濁水の濁りが徐々に低減する様子が肉眼でも確認された。ビーカー静置後の濁度は、静置後 5~15 分までに急速に低減し、その後は緩やかな変化となった。15 分経過後には、A 遊水地・B 貯水池ともに 3NTU 前後にまで低減した。

ここで、濁質の沈降速度を一定とすると、15 分で 4cm

沈降する濁質は、1 日で 3.84m 沈降する。ピーカーと貯水池では条件が異なるものの、仮に、初期濁度 50NTU の貯水池に凝集材を投入し、24 時間後に水面から水深 3.84m の範囲を 3NTU 程度にまで低減することが可能であれば、十分な凝集効果が得られることとなる。

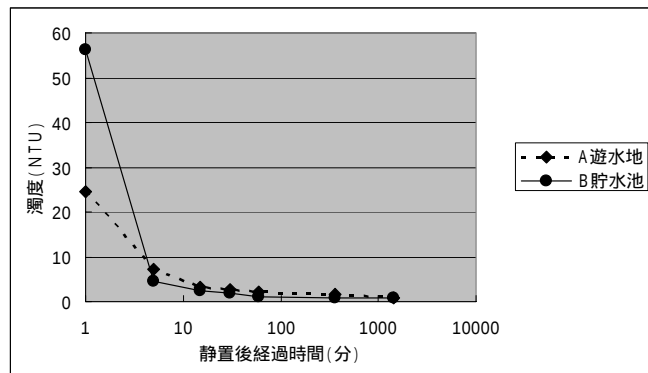


図-1 濁度の経時変化 (投入後分散 3 分 + 急速攪拌 3 分)

3.2 超音波分散処理の効果

先行研究では、急速攪拌・緩速攪拌を省略しても、凝集効果が得られる可能性が示唆された。ここでは A 遊水地の模擬濁水を試料に、超音波分散処理のみを行い急速攪拌・緩速攪拌を省略して濁度を測定した。ここで、投入前分散は、0 分～15 分の 4 段階に、また、投入後分散は、0 分～15 分の 5 段階に設定した。処理後 15 分静置後の濁度 (以下、「15 分濁度」と記述) を、図-2 に示す。

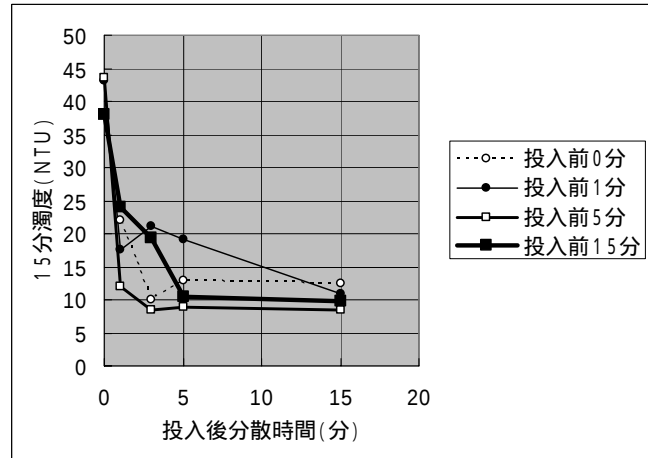


図-2 投入後分散時間と凝集効果

測定した 15 分濁度は、投入前分散時間にはあまり依存せず、投入後分散時間に大きく依存する結果となった。投入後分散時間を 0 分から 5 分に増大させるに従い、一部ケースを除き 15 分濁度は低減する傾向が見られたが、投入後分散時間 5 分と 15 分の比較では、低減効果の差異はほとんど見られなかった。投入前分散を省略し、3 分～5 分の投入後分散を行えば、ある程度の凝集効果が得られる結果となったものの、急速攪拌・緩速攪拌を省略した条件のもとでは、15 分濁度は最大 8NTU 程度までの低減にとどまる結果となった。

3.3 急速攪拌・緩速攪拌の効果

ここでは、効果的な攪拌方法について検討する。前項で、一定の凝集効果の得られた投入後分散 3 分、5 分のケースについて、急速攪拌を 0 分～9 分に 4 段階に設定し、急速攪拌の効果を比較した (図-3)。

急速攪拌時間を 0 分から 1 分、3 分と増大させるに従い、15 分濁度は低減する傾向が見られたが、急速攪拌 6 分と 9 分の比較では、低減効果の差異はほとんど見られなかった。急速攪拌 3 分～5 分のケースで 15 分濁度がほぼ 5NTU 以下となり、急速攪拌のみで目標とする凝集効果が得られる結果となった。

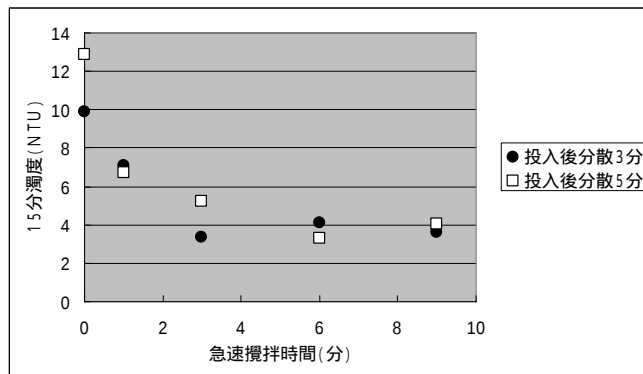


図-3 急速攪拌時間と凝集効果

次に、緩速攪拌の効果を検討するため、3 分の急速攪拌をしたケースと 3 分の急速攪拌に加え 3 分の緩速攪拌をしたケース、3 分の緩速攪拌のみを行ったケースについて、15 分濁度を比較した (表-1)。3 分の緩速攪拌の追加により、15 分濁度は 3.3NTU から 2.8NTU に低減し、より高い凝集効果を得る結果となった。一方、急速攪拌を省略し緩速攪拌のみを行ったケースでは、15 分濁度は 6.8NTU にとどまり、緩速攪拌のみでは目標とする凝集効果は得られない結果となった。

表-1 攪拌時間と凝集効果 (投入後分散 3 分)

	急速 0 分	急速 3 分
緩速 0 分	9.9NTU	3.3NTU
緩速 3 分	6.8NTU	2.8NTU

4. まとめ

本報告では、天然凝集材アロフェンを用いて、中性状態にある濁水を効率的に凝集させる分散方法・攪拌方法について検討した。検討の結果、凝集材を濁水と混合後に超音波分散処理を行い、さらに、急速攪拌することにより、中性状態の濁水を効果的に凝集できることが判明した。さらに、超音波分散・急速攪拌については、ある一定の時間を越えた処理をしても、凝集効果は増大しないことがわかった。今後は現地での凝集実験を行い、アロフェンの凝集効果について実証していきたい。

参考文献

- 1) 柏井条介, 結城和宏: 天然凝集材 (アロフェン) の濁質凝集効果, ダム技術No.239, pp20～28, 2006