

天然凝集材を用いた濁水処理における凝集フロックの沈降特性

(独) 土木研究所 正会員 海野 仁
 (独) 土木研究所 正会員 箱石 憲昭

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制度が確立された。一方既設ダムの中には、大規模出水後の貯水池の懸濁化により、下流河川に濁水を長期間放流する事例も見られる。筆者らは数年来、土コロイドであるアロフェンを用いた濁質の凝集について検討を進めてきた。本稿では、分散手順の異なる凝集処理について凝集効果を比較するとともに、凝集フロックの沈降現象を観察して得られた知見について報告する。

2. 実験方法

2.1 実験目的

先行研究では、アロフェンを凝集材として濁水を効率的に凝集させる分散方法・攪拌方法を導出した¹⁾。また、現地での実用化を想定し、凝集効果の下方持続性について検討した²⁾。今回は先行研究を踏まえ、凝集フロックの沈降現象を把握することを目的とした。

2.2 模擬濁水の製造

実験には、2008年11月に川治ダム貯水池から採取した底泥を用いて模擬濁水を製造し、試料とした。製造手順はまず、7 μ mの網目を透過した土粒子を純水と混合し、超音波分散機で分散のうえ、24時間静置した。次に、水面から0~17cmの範囲の上澄み液を採取し、濁度50NTUになるよう純水で希釈した。作業は室温20度に設定した恒温室で行った。

2.3 凝集実験の手順

1回の実験には、1Lの濁水と乾燥重量180mgのアロフェンを用いた。凝集の目安として、初期濁度50NTUの模擬濁水を凝集処理後5NTUにまで低減させる目標を設定した。実験ケースを表-1に、また、実験手順を以下に示す。

1) 投入前分散(ケース5のみ実施):

1800mgのアロフェンを100mLの濁水に溶き、超音波分散機で100s間分散し、終了後に10mLを取り分けた。分散は周波数2.0kHz、出力600wの装置を使用した。その後、990mLの濁水と混合した。

2) 投入後分散(ケース1~4のみ実施):

180mgのアロフェンを100mLの濁水に溶いた後、900mLの濁水と混合し、「1)投入前分散」と同様の超音波分散機を用いて10s~100s間分散した。

3) 急速攪拌(全ケース実施):

アロフェン・濁水混合液をジャーテスターに静置し、150rpmで180s間攪拌した。

以上の手順を経た後、ピーカーを静置の上、水面下4cmの濁度の経時変化を測定した。濁度の測定には、ホルマジン溶液により同定した濁度計を使用した。

表-1 実験ケース

ケース No.	1.	2	3	4	5
底泥採取地点	川治	川治	川治	川治	川治
アロフェン濃度 [mg/L]	180	180	180	180	180
投入前分散 [sec]	---	---	---	---	*
投入後分散 [sec]	10	20	30	100	---
急速攪拌 [sec]	180	180	180	180	180

*1800mgのアロフェンを100mLの濁水に溶き、超音波分散機で100s間分散し、このうち10mLを取り分けた。その後、990mLの濁水と混合した。

2.5 凝集フロックの沈降現象の把握

凝集実験後に、ケース3ならびにケース5についてピーカーの底部に堆積した沈殿物を採取した。次に、恒温水槽内に設置したメスシリンダーの上部から沈殿物を滴下し、沈降現象を観察した。観察にはビデオカメラを用い、動画を記録した。さらに、読み取り可能な凝集フロックについて、フロックの長径 d_i [mm]と沈降速度 V_i [mm/s]を記録して関係を整理した。沈降現象の観察装置の概要を、図-1に示す。

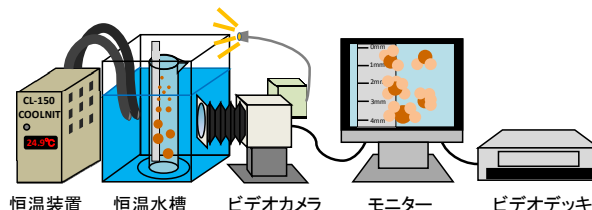


図-1 沈降現象の観察装置

3. 実験結果

3.1 濁度の変化

濁度は、凝集処理直後のほか、1分、5分、15分、30分、1時間、3時間、6時間、24時間の9回測定した。このうち、凝集処理直後から1時間経過するまでの経時変化を抽出し、図-2に示す。

ケース3を例に、濁度の経時変化を概観する。凝集処理後の濁度は、時間の経過に伴い徐々に低減する状況が把握された。処理後15分経過した段階では3.9NTU、1時間経過後には1.5NTUとなり、処理後15分で「5NTU以下」という目標を達成した。

分散処理の効果について考察する。凝集材を投入後に濁水・凝集材混合液を分散したケース2～4では、凝集処理後15分以内に目標濁度を達成した。一方、凝集材を予め分散した後に濁水に投入したケース5については、60分経過後にも19.6NTUにとどまり、目標濁度に到達しなかった。これらの結果は、既往研究と類似した傾向となった¹⁾。

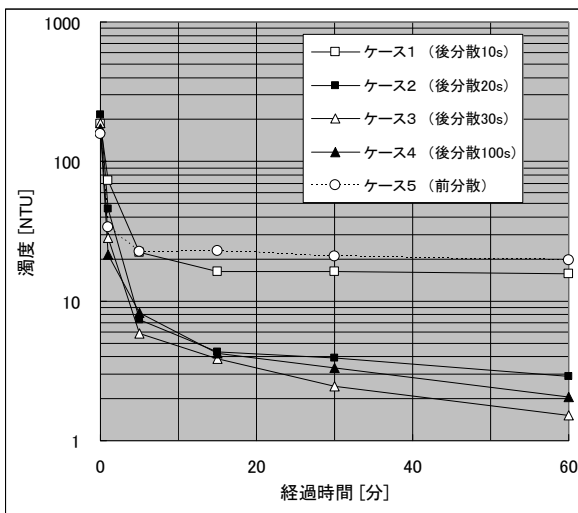


図-2 濁度の経時変化(0~60min)

3.2 凝集フロックの沈降現象

凝集処理の目標を達成したケース3ならびに達成し得なかったケース5について、凝集フロックを採取し沈降現象を観察した。各ケースについて、画像の鮮明な36個のフロックについて、フロック長径と沈降速度を測定した結果を、図-3に示す。観測した粒径は、おおそ0.15~1.5mmの範囲に分布し、ストークスの抵抗則の適用範囲より大粒径となっている。ケース3の凝集フロックは、ケース5の凝集フロックに比べ、同一粒径であればより速めの凝集速度を示している。これは、ケース3では効果的な凝集の結果、凝集フロックの見かけの密度が大きいためと考えられる。

フロックの沈降速度が長径のべき乗に比例すると仮定し、フロックの長径と沈降速度それぞれの対数を取

って図-4に示す。十分な凝集効果の得られなかったケース5については、結果が大きくばらつき、相関が見られなかった。一方、ケース3についてはある程度の相関が見られ、沈降速度はおおよそフロックの長径の1.1乗に比例すると考えられた。回帰直線の傾きは、凝集フロックの見かけの密度の指標と考えられる。

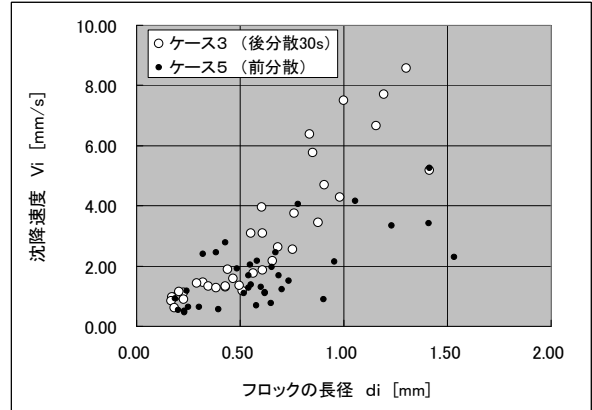


図-3 フロックの長径と沈降速度

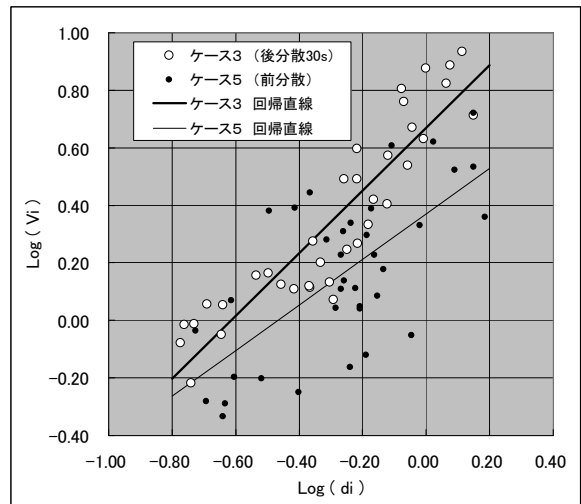


図-4 フロックの長径と沈降速度(対数処理)

4. まとめ

分散手順の異なる凝集処理について凝集効果を比較した結果、凝集材を投入後に濁水・凝集材混合液を分散する処理が有効と考えられた。また、凝集フロックの沈降現象を観察した結果、凝集効果の得られたフロックは沈降速度も速く、また、フロック長径と沈降速度との相関性も高いと考えられた。

参考文献

1) 海野仁, 箱石憲昭, 星野公秀: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, 土木学会第63回年次学術講演会概要集第 部門, pp.259~260, 2008.9
 2) 海野仁, 箱石憲昭:天然凝集材を用いた貯水池濁水処理における凝集効果の下方伝播, 土木学会第65回年次学術講演会概要集第 部門, pp.45~46, 2010.9