

貯水池濁質の大規模現地凝集実験

(株)建設技術研究所 ○鶴田 泰士

1. はじめに

濁水化はダム貯水池等で起きる主要な水質問題の1つであるが、その対策の1つとして火山灰土等天然素材の凝集剤を活用した濁質の沈降促進が考えられる。こうした凝集剤の効果や活用方法については、室内実験の成果が報告されているほか、濁水現場での実証効果も目にする。

ダム貯水池濁水化の恒久対策として位置づけるには、凝集沈降による清澄化に要する時間や、必要な凝集剤の量等を考慮した実現性を評価する必要がある。この場合、凝集沈降の効果については、室内実験等の成果をそのまま当てはめてよいかどうかは課題である。例えば、超音波攪拌装置を用いることで凝集効率が高まることを報告している事例もあるが、現地スケールで同様の装置を適用できる保証もない。

そこで本報では、貯水池の濁水長期化に凝集沈降を適用する可能性を検討することを目的として、現地スケールで濁質の凝集実験をすることにより、手法の現実性や効果を検討したので紹介する。

2. 想定する対策

ダム貯水池の濁水対策としては、濁水フェンスや選択取水を用いて流動制御するものがよく知られている。ここでは、ダム貯水池全体が濁水化し、これらの対策によってダム放流水を清澄化できない場合を想定している。凝集剤を用いた濁水対策のイメージは図-1に示す通りであり、隔離水塊で濁った濁水を凝集沈降により清澄化し、清澄水を放流する。

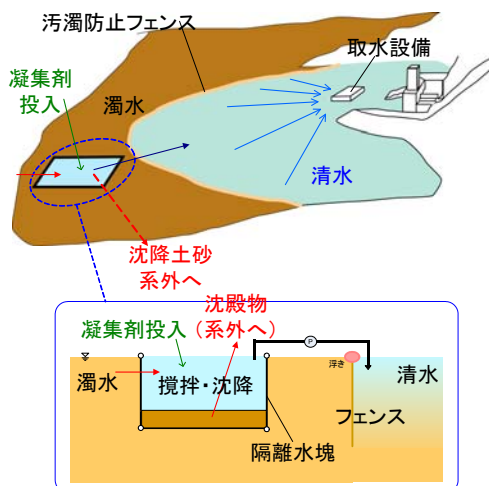


図-1 凝集剤を用いた濁水対策 (イメージ)

3. 室内における基礎的実験

現地実験を実施する前段階として、室内実験により異なる凝集剤の効果を比較した。濁水は後述する現地実験サイトとしたダム貯水池から採取した濁質で作成した。凝集剤にはアロフェン、TRP-Aiの2種

類の天然素材(火山灰土)のものを用いた。直径20cm、高さ1mの亚克力製沈降筒にSS100mg/Lの原水を満たし、凝集剤200mg/Lを添加して金属羽により攪拌した後、沈降筒内の濁度変化を計測した。図-2(1)は初期濁度を1とした場合の濁度変化である。相対的にTRP-Aiの方が高い凝集効果が得られたため、以降用いる凝集剤に選定した。次にTRP-Aiについて原水と凝集剤の攪拌力を増し(攪拌羽のサイズ、枚数の増加)て実験したところ、より高い凝集効果を得ることができ、原水と凝集剤の混合が重要であることが示唆された。

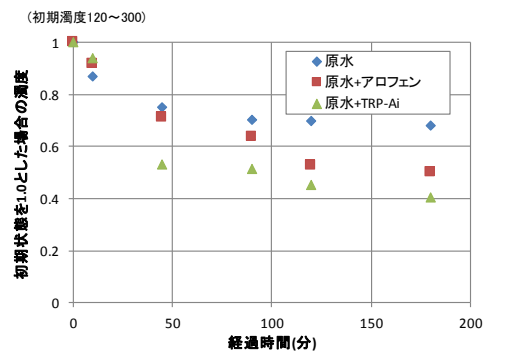


図-2(1) 凝集剤による凝集沈降効果の比較

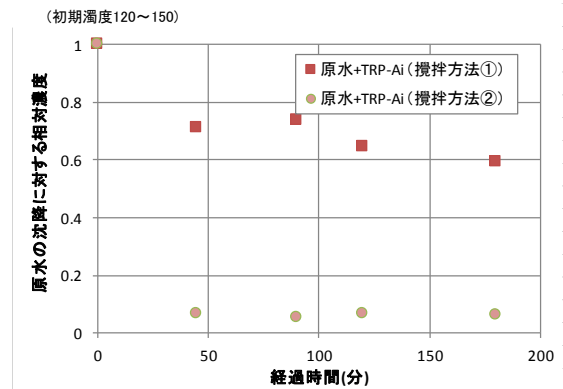


図-2(2) 攪拌方法による凝集沈降効果の比較

4. 現地スケールでの凝集実験

(1) 実験方法

現地実験では、図-1に示した想定する対策により近い施設で実験することとし、水平寸法4m×4m、深さ5m(80m³)の隔離水塊を、濁水フェンスと同じ素材で作成した。施設のイメージを図-3に、1回の実験の手順を表-1に示す。

攪拌器として、直径2mmの散気孔を15cm間隔で穿った塩ビパイプ製をT字に組み立て、空気量1.0m³/分のコンプレッサーから空気を送り込む曝気装置を作成した。注水や排水には流量1.0m³/分、1.3m³/分のポンプを各2台ずつ使用した。

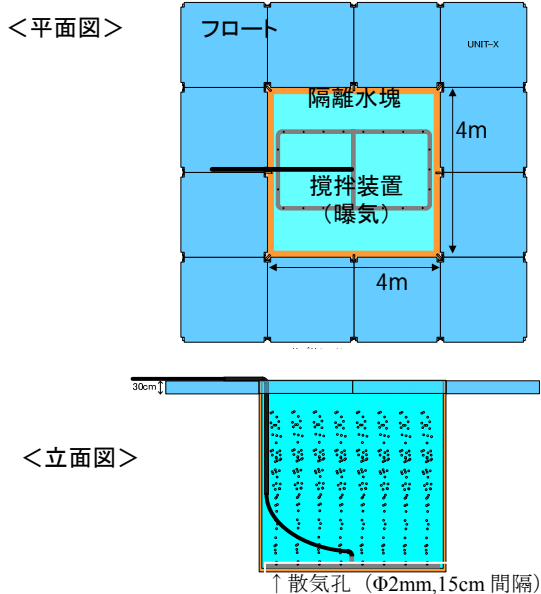


図-3 隔離水塊 (イメージ)

表-1 実験手順

手順	時間	備考
1 清水注入	40分	エンジンポンプ利用
2 濁水作成		
3 曝気循環による全域混合	10分	曝気の吐出方法を変更。
4 凝集剤添加	30分	添加方法は手動からエンジンポンプでの自動添加に変更
5 曝気循環による全域混合	10分	手順3と同様
6 沈降実験	4~20時間	濁質濃度変化を測定
7 濁水排出	40分	水中ポンプ利用

a) 濁水の作成・隔離水塊内の攪拌

濁水作成用の濁質は、実験サイトとしたダム貯水池の堤体付近の湖底堆積泥を採泥した。隔離水塊内で様な濁水試料を作るためには強力な攪拌が必要である。当初は図-2に示すような散気孔を通した曝気では攪拌力が弱く様な濃度にならなかった。試行錯誤の結果、管先端部の蓋を取り外し、管から直接曝気することにより、強い攪拌力を得ることができ、概ね様な濃度の濁水を作ることができた。

b) 凝集剤の添加・濁水との混合

凝集剤の添加は、当初は人力で散布する想定であったが、労力がかかる上に攪拌効果が不確かなため、図-4に示すように隔離水塊内の水をポンプで吸引し、負圧で吸入して添加し、同時に濁水と凝集剤の攪拌も期待する方式とした。

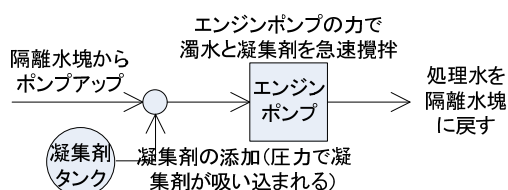


図-4 凝集剤の添加・濁水との攪拌方法

c) 濁水および沈降物の排出

当初は隔離水塊の底部を引き上げ、ポンプで排出することを想定していた。しかし、実際には80m³の水塊を人力で引き上げるのは困難であった。

しかし、実際には隔離水塊内の水をポンプ排水するに伴い、周囲からの水圧で底部が上昇するため、比較的楽に作業できることが分かった。

(2) 実験ケース

最適な凝集剤の添加倍率は原水の濃度により変わることが想定される。原水の濃度による必要な凝集剤の添加量を把握することを目的とし、実験ケースは原水濁度と添加する凝集剤濃度を複数変え、表-2に示す9ケースを設定した。

表-2 実験ケース

ケース	原水濁度	凝集剤濃度	凝集剤/原水濁質濃度比
1	25度	25mg/L	1.0
2		50mg/L	2.0
3		75mg/L	3.0
4	50度	50mg/L	1.0
5		100mg/L	2.0
6		150mg/L	3.0
7	75度	75mg/L	1.0
8		150mg/L	2.0
9		225mg/L	3.0

(3) 実験結果

実験の結果、以下のような知見が得られた。

- ・清澄化 (濁度 10 に到達) に要する時間は、原水の濁水濃度と等倍の凝集剤を添加した場合 10~20 時間を要した。
- ・凝集剤添加量を原水濁度の 2 倍以上にすると、図-5 に示すように目標濃度まで低減する時間が 2~4 時間に短縮された。

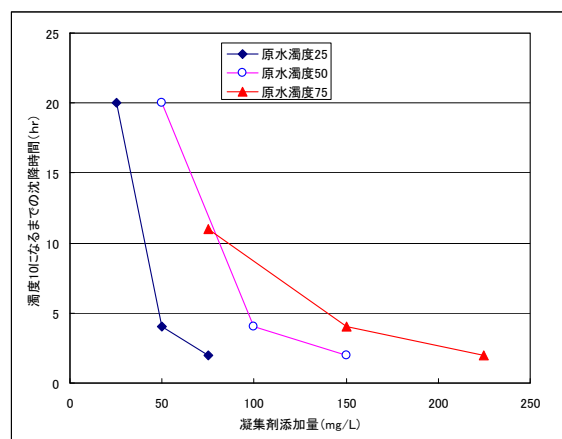


図-5 清澄化に要する時間

数時間で清澄化させるためには、少なくとも原水の2倍の濃度の凝集剤が必要と考えられる。ダム放流水を継続的に清澄化するためには、相当量の凝集剤が必要になることが想定されるが、その詳細な検討結果については、研究集会当日に紹介することとしたい。