

天然凝集材を用いた濁水処理方法の大型化に向けた検討

大成建設(株) 正会員 ○新井博之 正会員 赤塚真依子 正会員 楠見正之

1. はじめに

ダム再開発工事で放流設備の増設時や現在開発中の潜行吸引式排砂管によるダム堆砂処理では、作業に伴い濁水が発生する¹⁾。筆者らは、環境に配慮した天然凝集材アロフェン鉱物(以下、アロフェン)を用いた濁水処理を目的として、効率的な分散処理装置について検討を行い、キャビテーションミキサ等を開発し報告してきた²⁾。しかしダム貯水池での実用化に向けては、凝集材の大量処理が可能であり、分散効率が高い装置の開発が課題となった。前述のキャビテーションミキサは、圧送管のベンチュリー効果により乱流が生起することに伴い発生する気泡によって混合分散を行う機構である。このため、本検討では、類似の機構で大量の微細気泡を発生させて混合分散させることが期待でき、加圧水流量 42m³/h の大量処理が可能なマイクロバブル発生装置に着目し、同装置によるアロフェンや濁水の分散処理能力を検証するとともに、高い分散効率が報告されている超音波分散装置³⁾との比較を行った。

本論文は、土木研究所と大成建設(株)で行っている、「吸引工法によるダムからの土砂供給(排砂)技術に関する共同研究(平成 28～32 年)」の成果である。

2. 濁水沈降実験

2.1 分散装置と処理方法

分散装置には、マイクロバブル発生装置(ニクニ製 MBG20N07PE-1B, 加圧水流量 0.72m³/h, 写真-1)と超音波分散装置(エス・エム・テ製 UH-600S, 出力 600W 発振周波数 20kHz)を使用した。

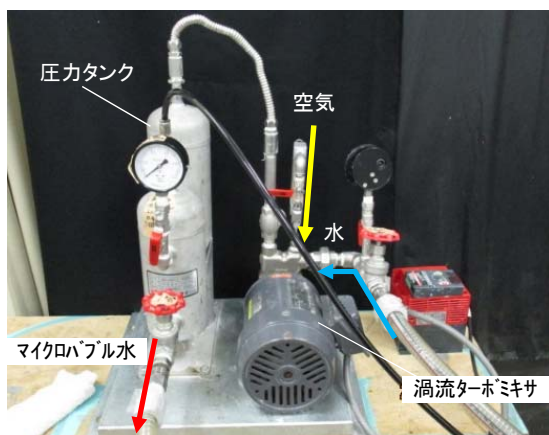


写真-1 マイクロバブル発生装置

マイクロバブル発生装置は、渦流ターボミキサで水と空気を同時にポンプ吸引し、内部で 4 気圧に加圧して混合・攪拌・溶解後に放出する機構である。空気吸引バルブの開閉の切り替えにより、通常マイクロバブル発生処理(以下 PB 処理)と水のみでポンプ処理(以下 P 処理)するケースを比較することにより、マイクロバブルの効果を確認した。また超音波処理(以下 US 処理)は、装置を 1L の水中に浸漬させて 30 秒間分散処理したものである。なお、比較のため、分散処理をしないケース(無処理)も試験を実施した。

2.2 試験ケース

模擬濁水は、川治ダム貯水池から採取した底泥を溶媒中のイオン等の影響を極力排除するため逆浸透膜水(以下、RO 水)で希釈し作成した。初期濁度は 300, 450, 1000NTU(Nephelometric Turbidity Unit)とし、アロフェンの添加量(mg/L)は濁水の濁度を元にした投入比 0.5, 1.0, 2.0 で実施した。例えば、500NTU 濁水にアロフェン 1000mg/L を添加する場合は投入比 2.0 となる。アロフェンは、RO 水で 20000mg/L に調整し、アロフェン水とした。アロフェンの分散方法は、アロフェン水を装置で分散処理後、濁水へ投入(投入前分散)とアロフェン水を濁水に投入・混合後、装置で分散処理(投入後分散)する 2 条件とし、試験水を作成した。

沈降実験は、試験水を 1L ビーカーに入れて急速攪拌(ジャーテスター 150rpm, 180sec)し、静置後、水面下 4cm の濁度を濁度計(HACH, 2100P)にて測定した。なお、本試験では、下流への放流基準や国交省のダム貯水池水質調査要綱を参考とし、24 時間後の濁度が 10NTU となることを目標とした。また模擬濁水とアロフェン水の一部は個別に分散処理し、ゼータ電位粒度分布測定装置(バックマン・コールター製, DelsaNano)でゼータ電位を測定した。

2.3 試験結果

分散装置、アロフェンの投入方法、初期濁度、投入比が異なる各ケースでの 24 時間後の濁度を比較した結果を図-1 に示す。濁度を比較すると、投入後分散は、全てのケースで投入前分散より効果があり、投入比 0.5 でもほぼ目標値 10NTU 程度まで下がり、投入比 1.0 以上では全て 1NTU 以下となった。一方、投入前分散は、投入比 0.5 では US 処理でも 20NTU を上回るが、投入比 2.0 にすると US 及び PB

キーワード:ダム堆砂処理, 濁水対策, アロフェン, マイクロバブル, ゼータ電位

連絡先 : 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 大成建設(株)土木技術部ダム技術室 TEL 03-5381-5282

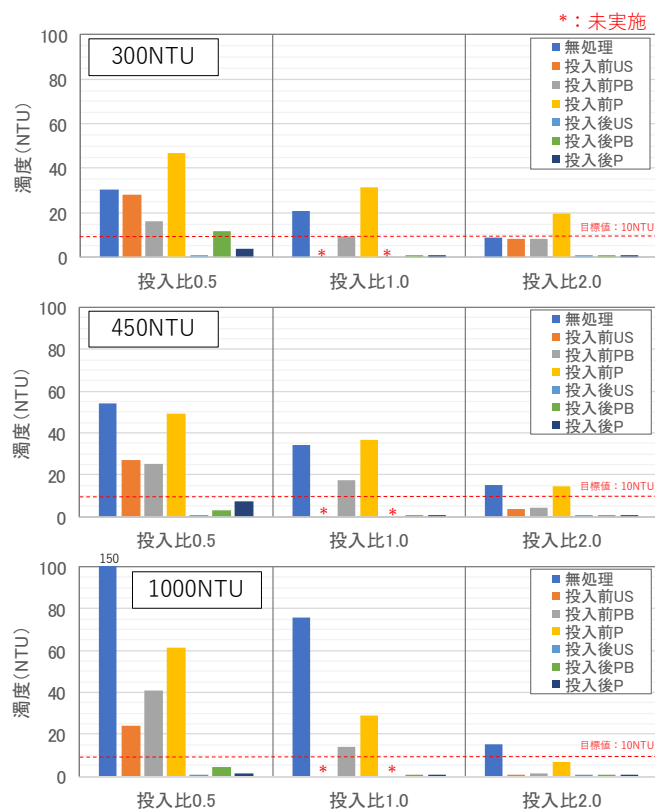


図-1 24時間経過後の濁度

処理で全て 10NTU 以下となり、初期濁度が高いほど濁度は低下している。また投入前分散でPとPB処理を比較すると濁度に差があり、マイクロバブル効果があるといえるが、投入後分散では差がなく、分散後の急速攪拌の影響が考えられる。初期濁度 1000NTU、投入比 2.0 における濁度の経時変化を図-2に示す。各ケースとも 200min 程度までの濁度低下が大きい、1440min(24 時間)経過後は緩やかな低下となる。また PB 処理は US 処理に比べて、マイクロバブルの影響で初期低下はやや緩慢であるが、24 時間以降ではほぼ同等の濁度まで低下している。

3. ゼータ電位

アロフェンは正のゼータ電位を持ち、分散処理を行うとゼータ電位値が高くなることが報告されている⁴⁾。各処理方法でのゼータ電位値を計測し、分散効果の検証を行った。試験ケース及び測定結果を表-1に示す。ゼータ電位を比べると、無処理に比べて各処理ケースでアロフェンは電位が上昇する結果になった。PB 及び P 処理は、US 処理よりも電位は低いものの、表面電位の増加が確認できたことから、表面活性効果のあることがゼータ電位からも得られた。

参考文献

- 1) 宮川仁ら: 吸引工法(潜行吸引式排砂管)の現場適用に向けた塵芥等の前処理手法に関する一検討, 土木学会第72回年次学術講演会, VI, 2017
- 2) 本山建士ら: 天然凝集材を用いた効率的な貯水池濁水処理手法の検討, 土木学会第70回年次学術講演会, II, 2015
- 3) 海野仁ら: 火山灰土凝集剤の凝集・分散特性と貯水池濁水処理への適用, 土木学会論文集B1(水工学) Vol.70、No.4、I_1573-I_1578, 2014.
- 4) 宮川仁ら: 天然凝集材の現場適用可能な分散処理装置による濁質処理効果の検討, 土木学会第71回年次学術講演会, II, 2016

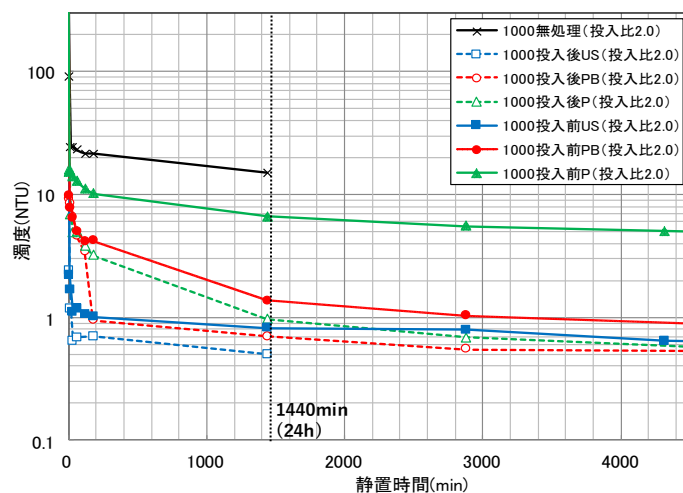


図-2 濁度の経時変化(1000NTU, 投入比 2.0)

表-1 ゼータ電位測定結果

対象	濁度 (NTU)	ゼータ電位値 (mV)			
		無処理	US処理	PB処理	P処理
模擬濁水	500	-25.4	-23.9	-25.6	-25.6
アロフェン水	300	7.2	21.2	15.0	13.7
	1000	10.8	21.4	12.1	13.5

4. まとめ

得られた知見は以下の通りである。

- ① すべての処理方法で、投入前分散より投入後分散の方が効果は高い。
- ② すべての処理方法で、投入前分散では、アロフェン投入比が小さいと濁度改善は難しい。
- ③ PB 処理は、濁水の濁度が高いほど、投入比が大きいほど、US 処理と同程度の効果がある。
- ④ PB 処理は、投入比 2.0 であれば、投入前分散で 24h 後の濁度を 10NTU 以下に改善できる。

5. 今後の課題

アロフェンによる濁水処理では、分散処理の総量を少なくできる投入前分散が実用的である。本検討結果から、マイクロバブル装置の適用可能性が示された。今後は実機レベルでの検証が必要となるとともに、アロフェン投入量の低減や分散後の急速攪拌方法などの検討が必要である。

謝辞: 検討に当たっては、(株)アクティオのご協力をいただいた。ここに謝意を表す。