

近畿大学 正会員 篠原 紀
 近畿大学 学生員 ○桐村 昭充
 近畿大学 学生員 稲垣 裕亮

1.はじめに

一般に建設工事に伴い発生する排水は工事場所、濃度、地質、水質、天候のさまざまな要因により異なるが、そのまま河川・湖沼等に放流すると主にセメントを含むため強アルカリとなり、栄養塩の多くが結合し植物に摂取され難くなる。また、この排水は高濃度のため懸濁物質によって遮光、河床への沈積を発生させ、藻類の生育障害、河床の上昇、水棲生物の窒息死を招く。よって、国で定められた基準値を満たすという自然環境への配慮が建設技術者として必要となる。

そこで、本研究ではトンネル工事におけるシールド工法に着目し、その排水を対象にモデル排水を作成し実験を行い、どのようにすれば国の定める排水基準値を達成することができるかを見いだしたいと考えた。また、排水基準値は公害対策基本法に基づいて pH 値 6.5～8.5、濁度 30 度以下と想定し、凝集剤の最適添加量を求めることと共に、処理工程の選定（凝集剤使用の有無、中和剤による pH 調整の方法）とフロック形成時間短縮、排水処理低コスト化を目指し実験を行い検討した。

2.実験条件

実験条件を表-1 に示す。シールド工事排水を仮定するため、工事一般に使用される普通ポルトランドセメントと擁壁の安定剤として用いられるベントナイト、粘土成分であるカオリンのこの3主成分を用い、砂礫層で注入材として使用されるベントナイト・セメントの割合を 1:3 と置き、これを軸に混合モデル排水を作成した。

自然沈降実験では凝集剤を使わず pH 処理のみで濁度を基準値内にするにはどれだけの静置が必要となるかを検討し、また時間内に基準値以下におさまらなかったものは凝集沈殿実験によって凝集剤を使いフロック形成後沈降させる。この時の凝集剤の低コスト化を見込んだ最適添加量と pH 値が凝集剤に及ぼす影響を調べる。

（凝集沈殿実験においてはベントナイト濃度 2500(mg/ℓ)の条件では実験を行っていない。これは自然沈降実験結果より、pH 処理のみで放流できると判断したからである。）

3.実験方法

Ⅰ 自然沈降実験：本学水道水 18ℓを用意し、濁質成分であるベントナイト、セメント、カオリンを投入し 1 時間攪拌後、任意の時間に上澄み溶液を採水して濁度を測定する。

Ⅱ 凝集沈殿実験：自然沈降実験結果より、1 時間攪拌後 20 分静置時で残留濁度が高いものを選出しその条件のもと凝集沈殿実験を行う。20 分静置後の濁度および水温を測定し、ジャーテスト終了後濁度および水温を測定する。pH 調整を行った後ジャーテストする場合と pH 調整を行わずにジャーテストする場合の 2 通りの実験を行う。

表-1 実験条件

ベントナイト濃度 (mg/ℓ)	セメント濃度 (mg/ℓ)	カオリン濃度 (mg/ℓ)
500 [1]	500 [1]	500 [1]
		1500 [3]
		2500 [5]
	1500 [3]	500 [1]
		1500 [3]
		2500 [5]
	2500 [5]	500 [1]
		1500 [3]
		2500 [5]

※ [] 内はベントナイト濃度に対する倍率であり、ベントナイト濃度が 1500 (mg/ℓ) の場合と 2500 (mg/ℓ) の場合も行った。

Osamu SHINOHARA, Akimitu KIRIMURA, Yūsuke INAGAKI

4.結果と考察

自然沈降実験においてはベントナイト濃度が高濃度になるものほど沈降時間が短いという結果（OHP で示す）を基に凝集沈殿実験を行った。図-1 より pH 調整した場合凝集剤添加量が 10ml のとき濁度が最も低くなった。ベントナイトの基準濃度を 500mg/l から 1500mg/l に変えて実験を行った場合も pH 調整した場合では凝集剤添加量の多いものが低濁度となった。これは pH を中性にすることでアルミニウムを析出させ、膨潤なフロックを形成するからといえる。また、図-2 より pH 調整なしでは、①②③においては凝集剤添加量による変化が大きく他のものに比べて高濁度となった。これはセメント濃度が低く、ベントナイトとの凝集効果が弱いためフロックが沈降にいたらず浮遊しているためと考えられる。セメントの割合が高い④～⑨は凝集剤添加量に関わらず低濁度になることがわかった。また、ベントナイトの基準濃度を 1500mg/l に変えて実験を行った場合は、凝集剤添加量に関わらず濁度はすべて 10.0 以下となった。つまり、ベントナイト、カオリンに含まれるアルミニウム塩が凝集力を持つためか、あるいはセメント自身の界面沈降が起因していると考えられる。pH 調整なしの場合凝集剤添加量による変化は少ないが凝集剤添加量が多すぎると逆に濁度が高くなった。これはプラスの電荷を持つ凝集剤が水中で多くなり電荷の逆転が起こり互いに反発し沈降しなくなったためと考えられる。

6.まとめ

自然沈降実験ではベントナイトの基準濃度を 500mg/l とした場合静置時間は長く必要であり、1500mg/l、2500mg/l の場合は比較的短かくてよいという結果から本条件ではベントナイト濃度が低い方が沈降しにくい凝集剤を使用する必要がある。高濃度になると短時間での沈降がみられるため pH 処理のみでよい。凝集沈殿実験の結果から凝集剤の最適添加量は、pH 処理した場合は 5ml、pH 処理しない場合は 1ml であるから、凝集剤添加後 pH 処理の方が効率的である。

〔参考文献〕

小林 勲, 今野 昭三, 岩崎 光美 共著:「建設工事における濁水・泥水の処理工法」(鹿島出版会)

図 1, 2 における原水濃度(mg/l)【ベントナイト・セメント・カオリン】

- ①500・500・500 ④500・1500・500 ⑦500・2500・500
②500・500・1500 ⑤500・1500・1500 ⑧500・2500・1500
③500・500・2500 ⑥500・1500・2500 ⑨500・2500・2500

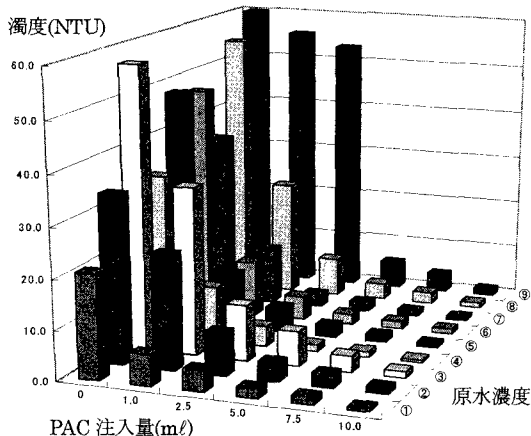


図-1 凝集剤添加量による濁度の変化 (pH8 に調整)

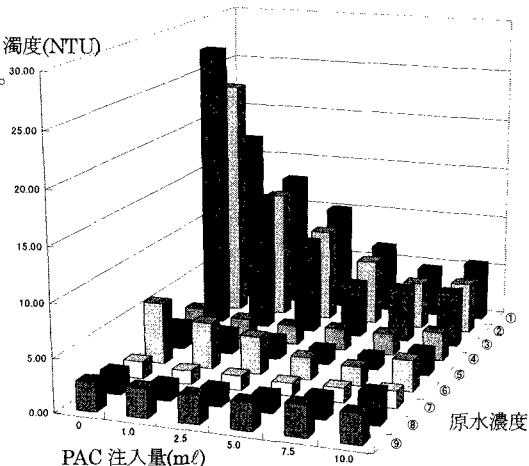


図-2 凝集剤添加量による濁度の変化 (pH 調整なし)