

凝集効果が長期間持続する凝集剤による 濁水処理方法の紹介

徐放性凝集剤「J フロック」

山 崎 啓 三・黒 岩 正 夫・三 浦 俊 彦

土工事では工事濁水の流出による周辺環境への影響を低減するため、沈砂池による土粒子除去が行われることが多い。従来の沈砂池は、十分な沈降時間を確保できないため、主に濁水中の砂分除去を目的としている。しかし、近年では沈砂池であっても、放流先の河川等に貴重種が生育する等の理由から、更なる濁度低減を求められる場合がある。そこで、筆者らは、固形凝集剤の表面を特殊樹脂で被覆することで凝集成分が一定期間ゆっくりと溶解する特長を持つ徐放性凝集剤「J フロック」（以下「本凝集剤」という）を開発した。本稿では、開発した本凝集剤の特徴と適用事例を報告する。

キーワード：土工、濁水処理、沈砂池、凝集剤、SS（浮遊物質量）

1. はじめに

造成や山岳トンネル等の開削工事では、工事濁水の流出による周辺環境への影響を低減するため、沈砂池を設置し、自然沈降により土粒子除去が行われることが多い。沈砂池は、設置スペースの問題から容積が制限され十分な沈降時間を確保できないため、主に濁水に含まれる砂分の除去を対象としており、濁水処理プラントのように、シルトや粘土等の細粒分を除去して、排水中の濁度や浮遊物質量（SS）を一定の管理値まで低減する能力はない。しかし近年では、沈砂池であっても、放流先の河川に貴重種が育成する等の理由から、水域環境への影響が危惧される場合には、濁度や浮遊物質量の更なる低減を求められる場合がある。

沈砂池からの排水に含まれる濁度や浮遊物質量を低く抑えるためには、沈砂池の面積を大きくして、濁水の滞留時間を長くすることで、土粒子の沈降を促す方法が有効である。しかし、沈砂池の面積を大きくすることは、設置費用の増加につながる。また、現場によっては用地に余裕がなく、十分な大きさの沈砂池を設置できない場合がある。このような場合は、矢作川環境技術研究会が提案する竹粗朶等の接触ろ材を沈砂池に設置して、土粒子除去能力を向上させる方法が実施されている¹⁾。竹粗朶等の接触ろ材による方法は、沈砂池内の整流効果と接触ろ材による土粒子の付着・沈殿効果を利用するものであり、多くの沈砂池で効果が確認されている。筆者らは、その濁水低減効果をさらに

高める方法として、固形凝集剤の表面を特殊樹脂で被覆することで凝集成分が一定期間ゆっくりと溶解する特長を持つ本凝集剤を開発し、接触ろ材と併用した場合の効果について検討した。

本稿では、開発した本凝集剤の概要と性能を把握することを目的に実施した室内試験、および、適用した現場での濁度低減効果を報告する。

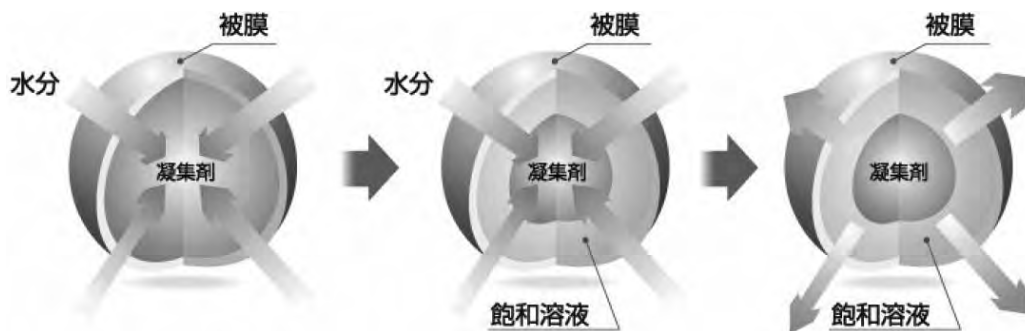
2. 本凝集剤

(1) 本凝集剤の概要

今回開発した本凝集剤（写真—1）は、凝集剤であるアルミニウム塩を特殊樹脂で被覆した材料である。従来技術である緩効性肥料の原理を応用しており、一定期間、ほぼ一定濃度でアルミニウム塩を濁水中へ溶解できる。本凝集剤には5日と20日タイプの2種類



写真—1 本凝集剤



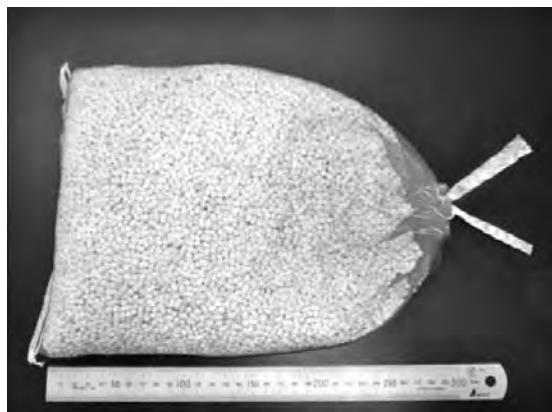
図一 本凝集剤の溶解原理

があり、5日または20日間一定濃度のアルミニウム塩を溶解するように調整された材料である。

本凝集剤の溶解原理を図一1に示す。

(2) 本凝集剤の特徴

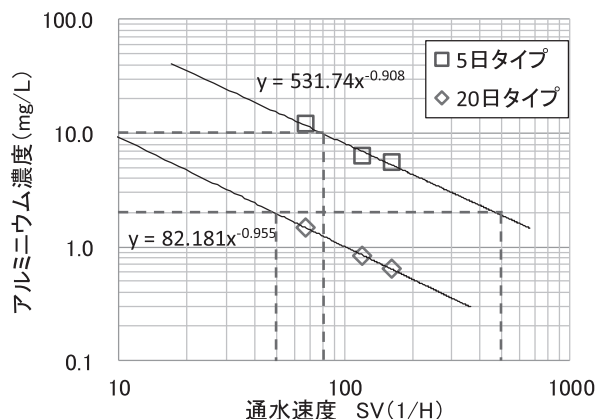
本凝集剤から溶解したアルミニウムイオンは、濁水中の微細な土粒子表面の負電荷を中和して、粒子間の反発力を弱めて微粒子同士を合一しやすくし、粒子径を大きくして沈降を促進する。一般に使用されている液体や粉体の凝集剤は、水中ですばやく拡散するが、凝集効果を持続させるためには定量的に薬剤を供給する装置が必要であり、また、過剰添加になるとpHが低下したり、凝集成分であるアルミニウム等の水酸化物が生成して白濁を起こす可能性がある。しかし、本凝集剤は設定した溶解日数に合わせてゆっくりと溶解するため、長期間、一定の効果を持続することが可能であり、アルミニウムイオンの過剰添加を防止できる。本凝集剤は、ネット袋に2kgずつ小分けされているため（写真一2）、人力で容易に設置が可能であり、薬剤供給装置等の機械設備や電源が不要である。また、溶解期間が比較的に長いので、薬剤補給作業やメンテナンス作業を削減することが可能であり、簡易な管理状態での使用が可能である。



写真一2 本凝集剤（梱包後）

3. 本凝集剤の溶解試験結果

本凝集剤を沈砂池のような流水下に設置した場合の溶解特性を把握するため、カラム通水試験を実施した。カラム試験では、溶解期間の異なる2種類の本凝集剤を直径10cmの円筒カラムに充填し、カラムの下部から水道水を上向きに通水した。通水量は実際の沈砂池の条件を想定し、220～530 ml/min（SV67～162）の3段階に設定し、通水期間はそれぞれの本凝集剤の設定溶解期間（5日、20日）とした。通水速度を示すSV値は1時間通過する水量を本凝集剤の充填体積で除した値である。通水中は1時間および1日単位の間隔で通水後の溶液を採取してアルミニウム濃度を測定した。図一2に通水速度と通水液中に溶解したアルミニウム濃度の平均値との関係を示す。溶解したアルミニウム濃度は5日タイプが1週間、20日タイプが約1か月間、ほぼ一定の濃度で推移した。通水速度が高いほどアルミニウム濃度は低減したが、これは本凝集剤の溶解量が接触時間に比例するためと考えられる。一般に、凝集沈殿に必要なアルミニウム濃度は2～10 mg/L程度とされている。凝集に必要なアルミニウム濃度を確保するためには、図一2からSVは5日タイプで80～500、20日タイプで10～50となる。沈砂池への本凝集剤の設置量は、凝集に必要



図一2 通水速度とアルミニウム濃度の関係

なアルミニウム量に対するSV値と沈砂池への流入量の関係から算出する。ただし、凝集に必要なアルミニウム量は、現地の土質により異なるため、現地で採取した濁水を用いた凝集沈殿試験より求める必要がある。

4. 本凝集剤の適用事例

(1) 概要

造成工事の掘削作業時に発生した濁水を対象に、仮設沈砂池に本凝集剤を設置した場合の濁度低減効果を確認した。仮設沈砂池の構造を図一3に示す。沈砂池の大きさは、長さ11m×幅5m×水深2mで、約3.3m間隔で竹粗朶(写真一3)が2列配置されており、掘削作業中の仮設沈砂池への濁水流入量は、平均40m³/hであった。竹粗朶は竹の枝を集めて束にしたもので、土粒子の付着・沈殿およびろ過効果により濁度を低減する効果を持つ。本凝集剤は5日タイプを使用し、竹粗朶の設置架台を利用して仮設沈砂池内に設置した。仮設沈砂池の流入部および放流部には水質計を設置して、本凝集剤による濁度低減効果を確認した。現場での濁水の発生は、掘削作業を実施する昼間のみであるため、本凝集剤は昼間のみ仮設沈砂池内に



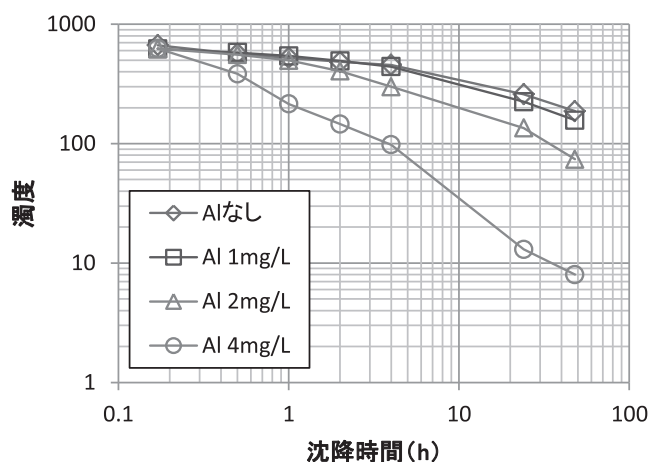
写真一3 竹粗朶（沈砂池内設置状況）

設置し、濁水の流入が停止する夜間は過剰な溶解を防止するため、仮設沈砂池内から引き上げた。

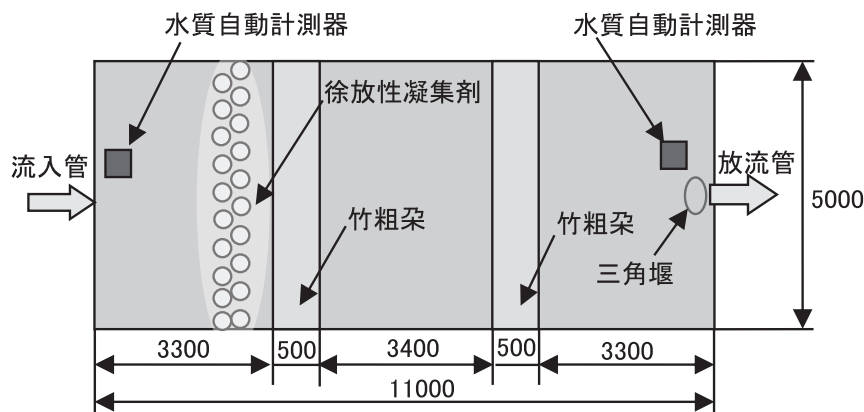
(2) 本凝集剤による凝集沈殿試験

本凝集剤の設置量を算出するため、造成現場内で発生した濁水を用いて凝集沈殿試験を実施して、処理に必要なアルミニウム添加量を検討した。濁水試料を1Lビーカーに入れた後、アルミニウム濃度が1, 2, 4mg/Lとなるように本凝集剤を添加し、攪拌混合した。10～2880分（48時間）静置した後に水面から10cmの箇所からピペットで50mL程度採水し、濁度およびpHを測定した。図一4に沈降時間と濁度の関係を、図一5にアルミニウム添加量と48時間静置後に採取した試料水のpHとの関係を示す。

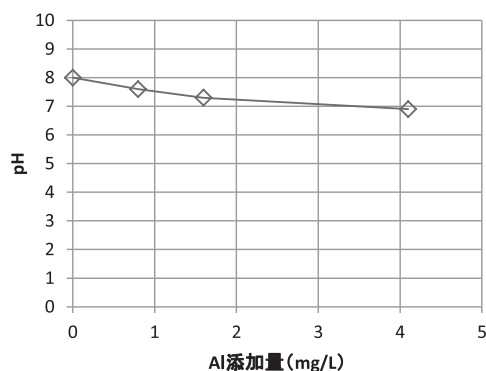
本凝集剤を添加したケースは、凝集剤を添加しないケースに比べて濁度の減少が大きくなった。アルミニウム濃度が高くなるほど、濁度が低下する傾向が見られ、アルミニウムイオンの添加により凝集沈殿が促進されることが確認できた。処理水のpHはアルミニウム添加量の増加とともに低下し、アルミニウム濃度4mg/L時のpHは6.9まで低下した。本凝集剤から



図一4 沈降時間と濁度の関係



図一3 仮設沈砂池の構造図

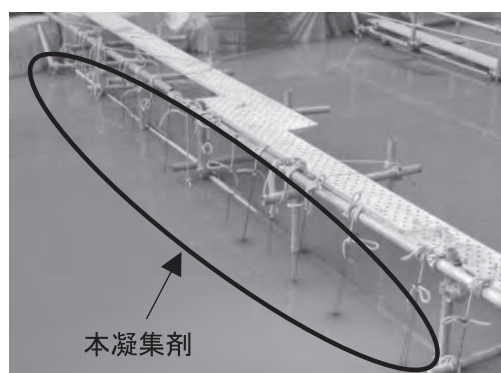


図一5 Al添加量とpHの関係

溶解するアルミニウム濃度が高くなるほど濁度低減効果は大きくなるが、処理後のpHが低下しすぎないように考慮して本凝集剤の設置量を決定する必要がある。

(3) 本凝集剤設置量の算出方法

仮設沈砂池における濁水の滞留時間は、濁水流入量と沈砂池の容量の関係から2～3時間であった。図一4の凝集沈殿試験の結果では、アルミニウム濃度4 mg/Lの添加によって、沈降時間2時間経過時の濁度は初期の1/3程度に減少している。また、処理後のpHは6.9と中性域であることから、最適なアルミニウム添加量は4 mg/Lとして設置量を算出した。アルミニウム添加量4 mg/Lを溶解させるために必要な通水速度は、図一2に示す通水速度とアルミニウム濃度の関係から $SV = 220$ となる。濁水流入量 $40 \text{ m}^3/\text{h}$ に対する本凝集剤の設置体積は 0.18 m^3 、本凝集剤の比重は約1.0であることから、設置重量は180 kgとなる。沈砂池への設置の際は、2 kgごとに梱包された本凝集剤を5袋ずつ網袋に入れて設置した(写真一4, 5)。なお、沈砂池の濁水流入量は、掘削する場所の湧水量や降雨の状況により変化する。想定される濁水流入量に対する本凝集剤の設置重量を表一1に示す。仮設沈砂池への濁水流入量が大きく変化した場合



写真一4 本凝集剤設置状況



写真一5 本凝集剤(網袋に梱包後)

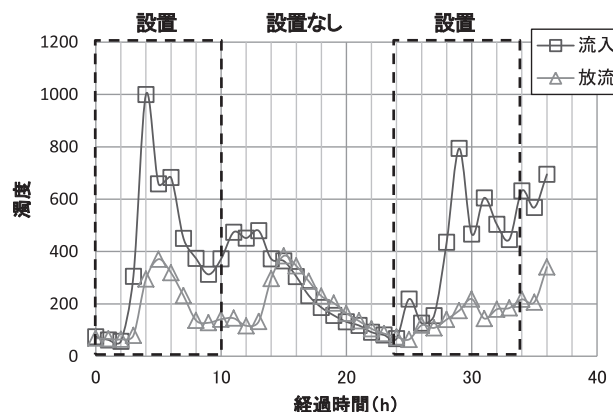
表一1 濁水流入量と本凝集剤の設置重量

本凝集剤 5日タイプ	濁水流入量 (m^3/h)				
	10	20	30	40	50
設置重量 (kg)	45	90	135	180	225

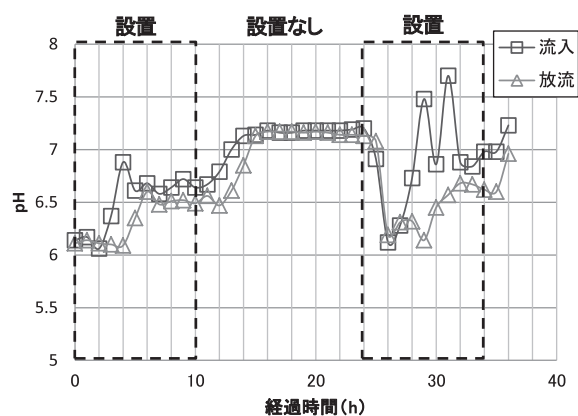
は、表一1に示すように沈砂池に設置する本凝集剤の設置量を調整した。

(4) 本凝集剤による濁度低減効果

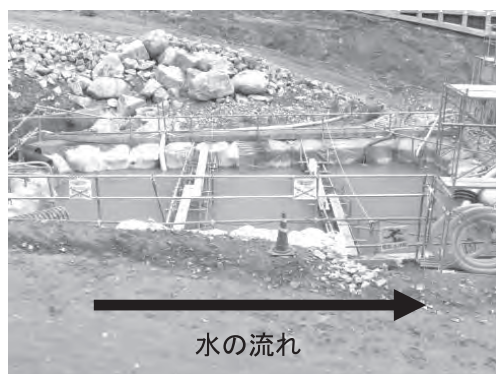
仮設沈砂池の流入側および放流側に設置した水質計の濁度測定結果の抜粋を図一6に、pH測定結果を図一7に、本凝集剤設置後の仮設沈砂池状況を写真一6に、流入側および放流側で採取した試料水を写真一7に示す。放流側の濁度は、本凝集剤を設置してから2時間ほどで効果が見られ、流入側の濁度の1/4～1/2まで低減した。放流側のpHは、本凝集剤の設置後に流入側のpHに比べて低下したが、本凝集剤を仮設沈砂池内に設置した時間帯においても $\text{pH}6.0$ 以上で推移した。処理水のpHは図一5の凝集沈殿試験結果で示したようにアルミニウムイオンの溶解により低下するが、適切な設置量とすることで、放流水のpH低下を抑制した形で凝集沈殿による濁度低減効果が得られることが確認できた。



図一6 濁度の測定結果



図—7 pHの測定結果



写真—6 仮設沈砂池の状況



写真—7 採取した試料水

5. おわりに

本稿では、固形凝集剤の表面を特殊樹脂で被覆することで、凝集成分が一定期間、ゆっくりと溶解する特長を持つ本徐放性凝集剤（Jフロック）の概要とその導入効果について紹介した。本徐放性凝集剤（Jフロック）は、取扱いや管理が容易であり、竹粗朶などの接触ろ材と組み合わせて利用することで濁度低減効果を促進できる薬剤である。これらの特徴を生かし、今後、施工現場での使用方法の改善等について検討を進めていく予定である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 矢作川環境技術研究会，建設工事における汚濁防止対策の手引き（第3版），2008年6月

【筆者紹介】



山崎 啓三（やまさき けいぞう）
 ㈱大林組
 エンジニアリング本部環境技術第二部
 副課長



黒岩 正夫（くろいわ まさお）
 ㈱大林組
 エンジニアリング本部環境技術第二部
 部長



三浦 俊彦（みうら としひこ）
 ㈱大林組
 技術研究所環境技術研究部
 課長