

32. 建設工事における無薬注濁水処理及び 固化改質システムの開発

九州電力(株)：*鶴田 正治，河原田寿紀
(株)ディーアイテクノ：藤嶋 大地

1. はじめに

近年、環境問題の一貫として、河川の汚染防止に関わる環境基準の強化、建設現場から発生する汚泥を有効利用するための資源のリサイクルなど建設分野でも盛んに検討・取組が実施されている。

無薬注濁水処理及び固化改質システムは、特にトンネル工事、ダム工事等から発生する濁水を固液分離する行程において、従来の凝集剤、高分子フロック形成剤等の化学薬品を使用した凝集沈殿法に替え、化学薬品を一切使用しない固液分離を行い、濾過水は放流または再利用、一方、スラッジは、遅延反応性石灰系固化改質材を用いて短時間で改質して有価物として再生利用するものである。

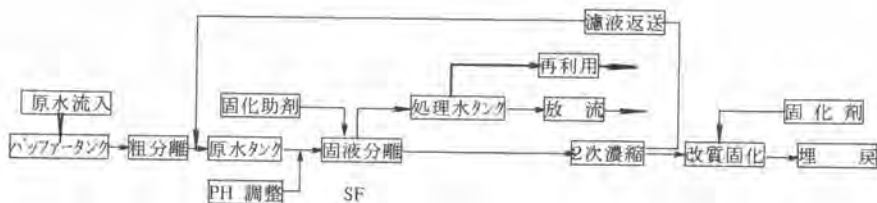
本システムにおいては、濾過水には未反応の化学薬品が含まれることなく、また濾過媒体を通過させるため、流入諸条件に左右されることなく、常に安定した放流基準以下の濾過水を得ることができる。スラッジも短時間で再生土としての物性を満足した改良土となるため、環境面の保全に対し貢献できるものである。また、トータルコストにおいて低減効果創出も期待できる。

本開発は、地盤を高压水で掘削するウォータージェット工法からの派生として平成6年から部分要素開発を行い、平成10年には、ダム建設用の濁水処理に適用するものとしてシステム化を図ってきた。ここでは、本システムの概要と平成11年より宮崎県小丸川発電所建設工事に適用した際の実証試験結果について報告する。

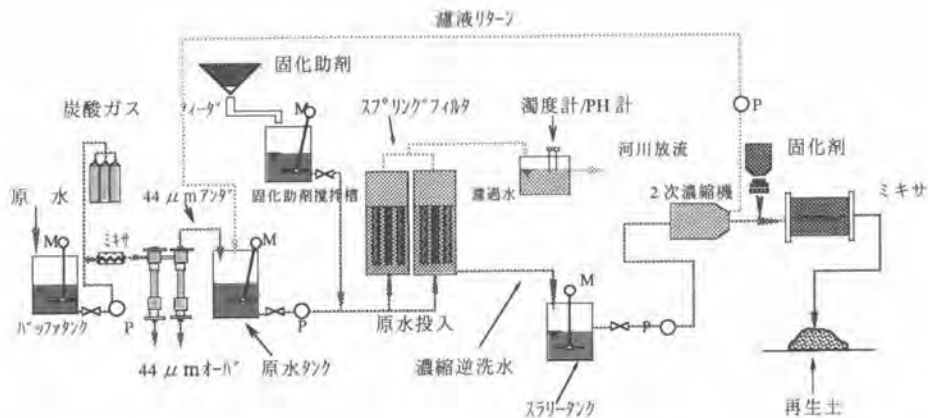
2. 工法の概要

無薬注濁水処理・固化改質システムは、大きく3つのセグメントに分割することができる。

1. 濁水のSS(浮遊物質)を分離する固液分離行程、 2. 補集したケーキを逆洗により排出・濃縮する行程、 3. 濃縮スラッジを固化改質する行程であり、総て連続稼働するものである。下記図一1及び図一2には、無薬注濁水処理・固化改質システムのフロー図及び概略図を示した。



図一1 無薬注濁水処理・固化改質システムフロー図

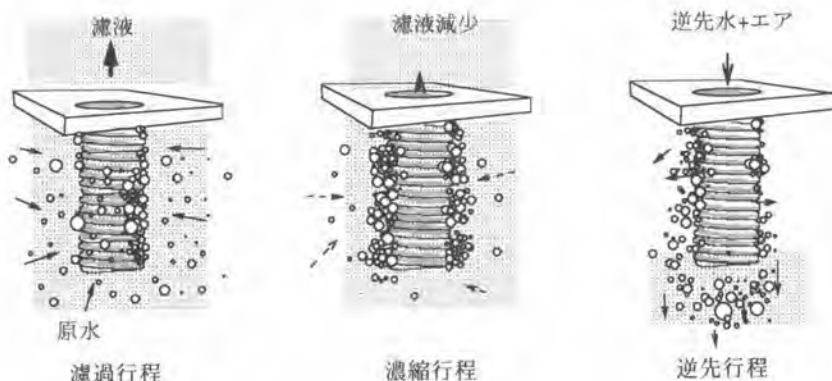


図一 二 無薬注濁水処理・固液改質システムフロー概略図

(1) 無薬注濁水処理・固液改質システム装置の概要

① 固液分離装置 (スプリングフィルタ)

固液分離装置は、濾過室の中に所望の濾過面積を有し、数マイクロメータ級の間隙を持たせたステンレス製スプリングフィルター (SF) を設置し、原水をスプリングの外側から通過させ、スプリングを通過した濾液を放流或いは再利用すると同時に、フィルター外周に付着したスラッジは、定期的な逆洗と共に剥離回収、次いで再濃縮し、固液改質プラントへと導入する。スプリングの表面には、二次濃縮時及び固液改質処理に必要な固液改質剤 (珪藻土) を薄くコーティングする事により、より精密な分離を実現できる。処理量は、少量から 100 m³/hr 処理以上の大型装置迄のシステム化が可能である。



② 固液改質処理プラント

②-1 遅延反応性石灰系固液改質剤

一般に石灰 CaO は、水分と水和反応して発熱し、Ca(OH)₂ となる。このとき比表面積が増大するとともに有害物質の吸着が起こり、さらに空气中、土壌中の炭酸ガスと炭酸化反応を起こし、CaCO₃

膜で有害物質を2重に封じ込めるものである。

通常 CaO 単身では、汚泥中も水分と即時に反応して発熱するため、大きなままこ状となり、十分な混練効果を得ることが難しく、又、水に濡れると再泥化する欠点があった。ここで用いた固化改質剤は、製造過程で天然脂肪酸を添加することで、水和反応を遅らせ、除々に混練効果を高める効果及び撥水性を待たせ、再泥化しない特徴を具備させている。

②-2 固化改質ミキサ及びプラント

本ミキサは無重力型ミキサであり、濃縮汚泥と少量の固化剤を高効率にしかも精密に混合する装置である。羽根の形状は、鍬型となっており、浮遊拡散効果により土砂を3次元的に運動攪拌するものであり、短時間に均一混合することができる。

(2) 工法の特徴

①濾過安定性。

流入濁度、PH等の諸条件に左右されることなく放流濁度が安定している(1~6PPM) 濾過が越流による放流でなく、全量、濾過媒体を通過させるため、フロックが流出する事がなく河川汚染の心配から解放される。

②化学薬品を使わない為、環境面に優しい。

PAC(ポリ塩化アルミニウム)などの凝集沈殿剤、高分子フロック形成剤を使用しないため、例えば、アルミオンの流出、未反応高分子材料の流出等の心配がないことから、排出排水に対する安全性が高く、また、改質土にも何ら化学薬品が混入することがないため、より自然に近い再生土としての利用が可能となる。

③有害物質の封じ込め・再泥化防止。

改質土には、建設省で定めたりサイクル指針の諸物性値を全て満足する。

④薬品代、管理費の削減によるトータルコストメリット。

3. 実証試験

(1) 実験概要

平成11年8月から平成12年6月の期間、九州電力小丸川発電所建設に伴うトンネル掘削工事から発生する濁水処理に対し検証を実施した。50 m³/hrの処理能力を有し、凝集剤を用いる従来型プラントと今回開発した無薬注濁水処理型のスプリングフィルタを用いて比較検証し、その性能・安全性・稼働安定性・作業性について検討を加えた。次いで、固液分離した脱水ケーキ・濃縮スラッジは、固化改質剤並びに固化改質プラントを用い、再生利用の可能性について同様に検証した。

(2) 検証項目

[濁水処理検査項目]

濁水処理については、特に濁度の経時変化と放流水濁度との関係並びに流入水の性質毎の圧力と透過水量の関係測定し、処理能力について検証を行った。

- ① 原水 PH 値、放流水 PH 値 (経時変化測定)
- ② 原水濁度、濾液濁度、放流水濁度 (経時変化測定)
- ③ 濾過圧力に対する透過流量
- ④ 1次濃縮スラリーSS、2次濃縮スラリー水分率
- ⑤ 放流水水質検査
- ⑥ 機械油混入による検証実験

[改質固化検証項目]

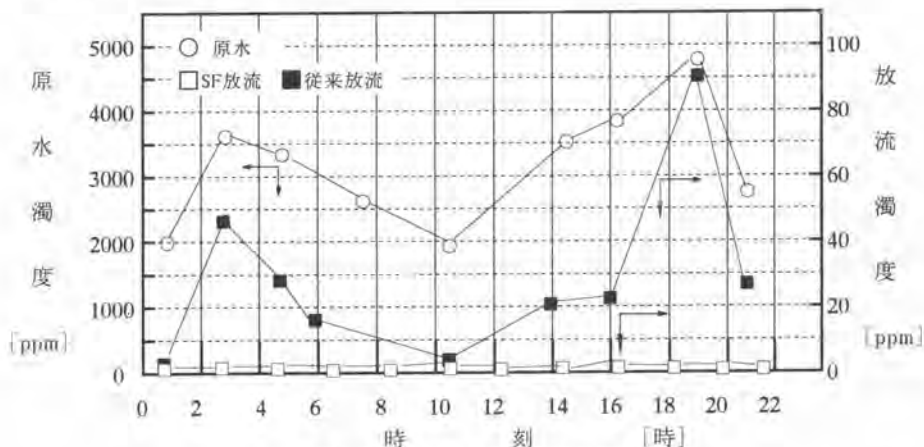
改質固化検証においては、遅延性石灰系固化剤を用いた検証を実施した。

- ① 固化剤添加量と改質土水分率の関係
- ② 溶出試験 (有害物質封込め作用検証)
- ③ コーン強度並びに CBR 試験
- ④ 改質土の撥水性及び再泥化実験 (目視による)

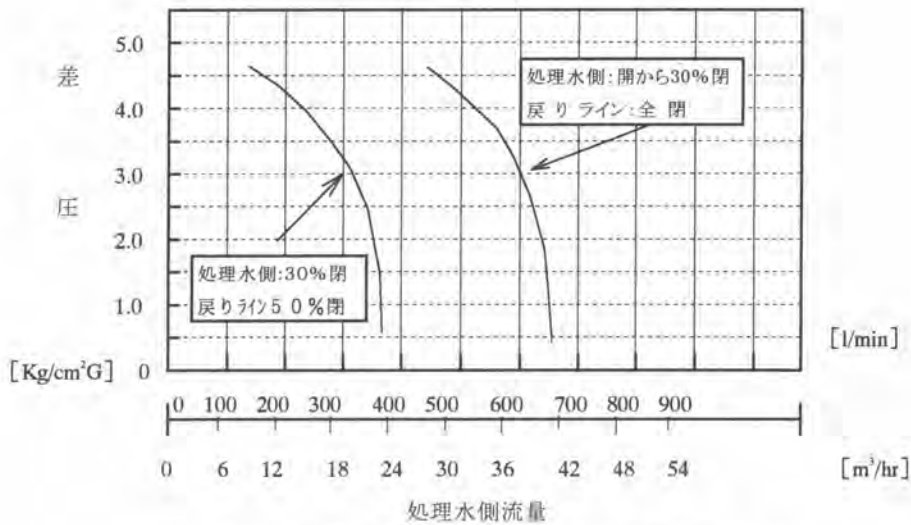
4. 検証結果

(1) 濁水処理 (無薬注濁水処理)

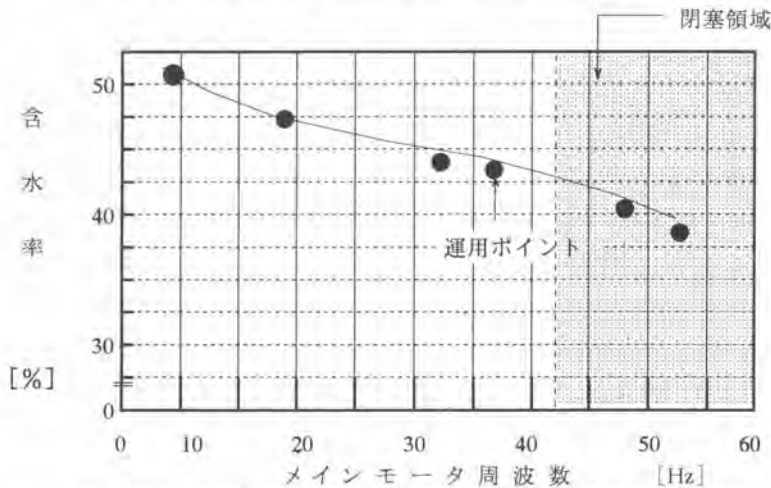
図3には、流入濁度と放流濁度との関係を示した。スプリングフィルタは流入濁度に関係なく1~3ppmを示すのに対し、従来型では、流入条件で、90PPMを越える場合もあり、非常に不安定であった。特にセメント混入時は、不安定になる傾向を示した。図4には、原水濾過差圧と透過流量との関係を示した。目詰まりの挙動は4Kg/cm²以下では見られず、ルーチンでは、3.5Kg/cm²での運用とした。次に、図5は、デカンタによる2次濃縮の挙動を示したものである。脱水率の向上に伴うデカンタの閉塞現象、次行程の固化効率の問題から、ここでは運用水分率44%とした。放流水の検査項目は、両装置とも基準値を満足し得るものであった。また、掘削時の機械油混入を考慮し、SFでの除去性能について実験した。混入量0.1%に対しては対処可能であることが分かった。SFでは、固化助剤(珪藻土)を濾剤として流用しており、オイル除去、SSの低減に大きな役割を果たしていることが確認できた。



図一3 原水・放流濁度経日変化



図一4 SFにおける濾過器1次側圧力と処理水側流量との関係



注): デカンタの脱水率はメインモータの入力周波数を変化させて調節した。

図一5 デカンタの回転数による2次濃縮含水率の挙動

(2) 固化改質処理

固化改質は、遅延反応性石灰系固化剤、無重力ミキサの相乗効果にて、短時間で顆粒状の改質土を生成することが可能であった。表1及び2には、それぞれ溶出試験結果、改質土の諸物性値を示し、図7には再泥化の状況を示した。その結果、現在建設省が規定する項目は、総て満足しており、一方、PHに関しては、エージングを少なくとも2週間以上実施することにより、中性域迄の低下を図ることができた。図6には、44%スラッジに対する固化剤添加量と、改質土水分率との関係を示した。その結果、添加量の増加により水分率が低下するが、作業上の経験値から、ある程度水分を有した固化改質材17%添加量が最適であると判断し運用基準とした。

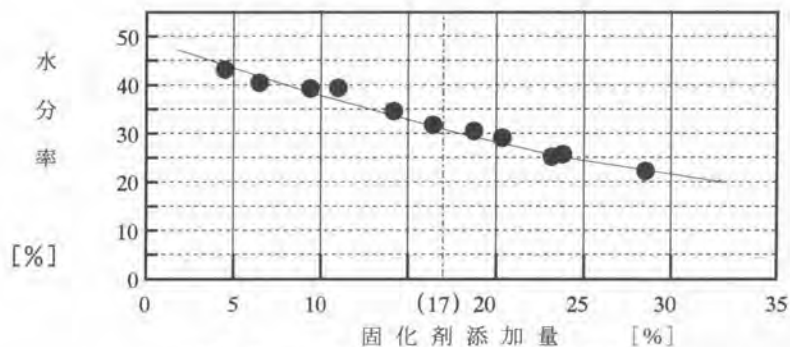


図-6 固化剤添加量と改質土水分率の関係

表-1 溶出試験結果

検査項目	基準値 [mg/kg]	改質後
アルキル水銀	検出されない事	定量限界値 (0.0005mg/kg未満)
総水銀	0.025以下	定量限界値 (0.0005mg/kg未満)
カドミウム	0.1以下	定量限界値 (0.03mg/kg未満)
鉛	1以下	定量限界値 (0.03mg/kg未満)
有機りん	1以下	定量限界値 (0.1mg/kg未満)
六価クロム	0.5以下	定量限界値 (0.1mg/kg未満)
ヒ素	0.15以下	定量限界値 (0.01mg/kg未満)
シアン	1以下	定量限界値 (0.1mg/kg未満)
P C B	0.003以下	定量限界値 (0.0005mg/kg未満)
トリカドミウム	0.3以下	定量限界値 (0.001mg/kg未満)

表-2 改質土の諸物性値

検査項目	単位	縮め固めた土
試験方法		
膨張比 γ_e	%	0.373
貫入試験後含水比 W2	%	39.4
平均 CBR	%	82.1
粒子の密度 ρ_d	g/cm ³	2.328
コーン 指数	貫入値 5.0cm	2774
	貫入値 7.5cm	4131
	貫入値 10.0cm	5444



図-7 再泥化の状況

5. 無薬注濁水処理・固化改質システムの用途

- ①トンネル・ダム工事等により発生する濁水処理 ②骨材プラントからの濁水処理
 ③建設、土木工事からの濁水処理 ④採石所における排水処理 ⑤その他無機スラッジの処理

6. おわりに

無薬注濁水処理・固化改質システムは、薬品の使用が皆無であると同時に、放流濁度は、放流基準の12%以下を実現し、従来型に比べ極めて安定した濾過性能を示した。固化改質の物性値については、建設省指針を満足するものであり、有価物としての利用が期待できるものである。このように、将来に向けての厳しい環境保全に対し、大きく貢献できるものと考えられる。コスト面でもトータルコストで従来型と同等以下に抑えられた。最後に検証実施に当たり、ご協力頂いた東芝プラント建設機殿及び間組・鉄建建設・不動建設JV殿に感謝の意を表します。

〈参考文献〉 建設省建設汚泥リサイクル指針 ダム建設工事における濁水処理（日本ダム協会）