

33. 沈降掻揚濃縮装置を用いた濁水処理

鴻池組 三浦重義・吉田清司

1. まえがき

建設工事に伴って発生する汚濁水を分類してみると、表1のとおりで、土粒子固形分の多い濁水と、高濃度の泥水とに大別できるが、これらの汚濁水は環境保全、水質汚濁防止の立場からそのまま放流することは好ましくなく、適切な排水処理を行う必要がある。

一般に建設工事における汚濁水の水質汚染源として挙げられるものには、土砂分懸濁物質（SS）およびセメントまたは地盤安定注入薬剤にもとづく水素イオン濃度（pH）ならびに使用機械類からもれた鉱油（n-ヘキサン）などがあり、その他に重金属のような問題となる物質は有害ヘドロの処理工事を除いた一般建設工事で発生することは、ほとんどないと思なされている。

また処理設備としては、多くの製造工場や事業場などにみられるような耐用年数の長い完全な固定処理プラントを設置する必要はなく、工事期間が短期であり装置の運転管理に習熟した作業者の確保を期待しにくい建設工事の特殊性に対応して、運搬移動据付が簡単で駆動部分が少く運転操作も容易な、しかも発生する多様な汚濁負荷変動にも追従性に富み、コンパクトでユニット化されたものが望ましい。

ここでは建設工事汚濁水の清澄化を主体に開発した沈降掻揚濃縮装置による濁水の処理について述べる。

2. 濁水の処理方法

現在一般的に行われている処理方式の一例を図-1に示した。大きく分けて、前処理、微粒子分離、後処理となり、このうち沈砂池による重力のもとでの自然沈殿、または機械分級装置を用いた分離操作で、粗大粒子を予め除去しておく前処理をうまく行うことによつて、その後の微粒子分離の負荷を大きく軽減することができる。また後処理では、分離清澄水がアルカリ

表-1 建設工事で発生する汚濁水の分類

濁水の発生する工事	ダム工事 トンネル工事 道路工事 地下鉄開削工事 土地造成 など
泥水の発生する工事	地下連続壁 場所打ぐい 泥水加圧シールド など

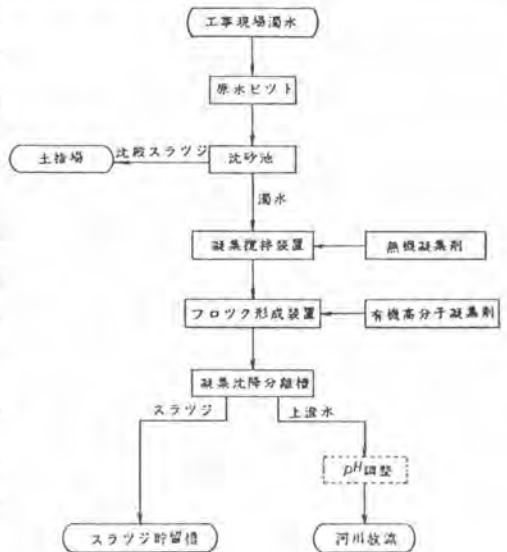


図-1 濁水処理フロー

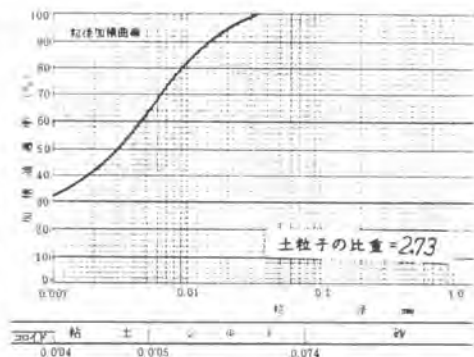


図-2 試料濁水の粒径

性的場合にPH調整を行い、また低濃度濁水の沈降スラツジ量はそれ程多くないからそのままスラツジ貯留槽内に堆積させておくが状況によっては機械脱水することを、必要とする場合もある。

3. 沈降播揚濃縮装置

微粒子分離の処理過程では、濁水に無機凝集剤および有機高分子凝集剤を最適濃度添加して凝集反応とフロツク形成を行わせ、分離槽内で上澄水とスラツジとに沈降分離する。ここに対象とする濁水はその時間当り発生量は多くても懸濁物は微粒子であり、さらにSSはそれ程高くはないからSSを河川放流が可能な数十PPm程度にまで低下させる凝集フロツク形成機構に重点をおき、しかも上澄水の分離能力が大きく、運転操作が簡便でコンパクトな凝集沈降分離槽が要求される。

試料とした濁水の粒径分布は図-2に示した。また一般に発生濁水のSSは数千PPmのものが多いので、1000PPmに稀釈して試料とした。

まずPACを(AI₂O₃として)5, 10PPm添加したときの形成フロツクの平均的な沈降速度を示すと、図-3のとおりであるが、これにアクリルアミド高分子凝集剤を1PPm追加して再び攪拌し、フロツクをさらに成長させてやると著しく沈降速度が増大した。

しかしSSが1000~3000PPm程度の低濃度濁水では、形成フロツク個々の沈降速度差によつて、大きなフロツクの小フロツクへの追突が起りつつ、いわゆる凝集性自由沈降の状態では沈降が進行し、上部清澄層と下部フロツク集合層との間に明瞭な界面を示して沈降する界面沈降の状態は示さない。そして大部分のフロツクが槽底に沈積し終つた後にも、上部の分離層中には大粒フロツクにまで成長しなかつた微小フロツクが残留したままであり、これらの微小フロツクが緩い速度で沈降を続ける状態が観察される。

凝集沈降分離槽のうち、上昇流式フロツクブランケット型グラリアイヤーでは、これらの微小フロツクはブランケット層中のフロツク群表面に接触合体して除去され、上昇した分離水は清澄なものとなるが、横流式長方形沈降槽では処理量を大きくするため水平流速を早くすると、微小

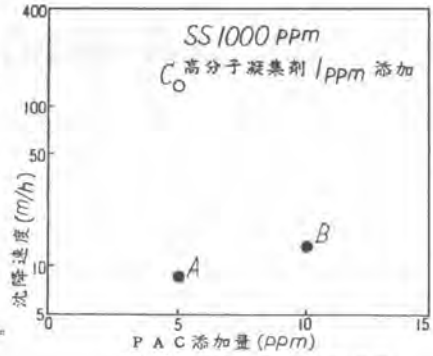


図-3 フロツクの沈降速度

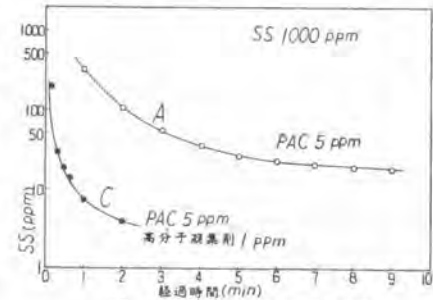


図-4 上澄水SSと経過時間の関係

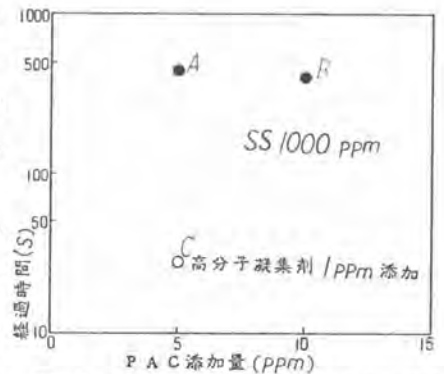


図-5 凝集剤添加量とSS2000PPmに至る経過時間との関係

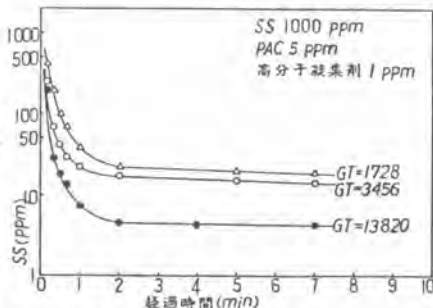


図-6 上澄水SSと時間の関係

フロツクはキヤリーオーバーして、分離水のSSが高く
なり、清澄化効率の悪いものとなる。

そこでこの上部に残留する微小フロツクに着目し、フ
ロツク成長反応終了直後からの時間と水面下20cm部分
のSSとの関係を測定してみると図-4となり、これか
ら水面下20cmの部分のSSが20PPmにまで清澄化する
に要した時間を求めた結果、図-5が得られた。

つまり低濃度濁水に凝集剤を添加して沈降分離清澄化
させる処理方式では、大部分のSSを沈降速度の大きい
フロツクに成長させても、上部に微小フロツクが取り残
されて浮遊している限り、処理効果は悪く、横流式沈降
槽の効率は低下することとなる。

従つて微細な粒子が相互に衝突合して凝集しフロツク
を形成してゆく過程で、すでに成長した大きなフロツク
に微小フロツクを合体させるための衝突機会を多く与
えてやるのが好ましく、このためには濁水に凝集剤を
添加して十分よく攪拌混合し、さらに高分子凝集剤の特
徴である架橋吸着性のよいことと、フロツク強度が大き
く成長しやすい性質を積極的に生かすことに配慮する必
要がある。とくに有機親水性SSにくらべて、無機性土
粒子SSでは適切なイオン性の高分子凝集剤を選択して
組み合わせ使用すれば、微小フロツクの取り残しを少なく
して緻密で大型のフロツクにまで成長させることができる。

しかし高分子凝集剤によるフロツク強度の大きいこと
にも限界があり、過攪拌を与えるとフロツクの破壊にもと
づく上澄水の濁りが再び現われるようになってくる。

図-6には攪拌強度指標としてのGT値と水面下20
cm部分のSSの時間的变化を示したが、これよりSSが
20PPmになるまでの沈降速度を求め、図-7のE曲線

が得られた。すなわち沈降速度を28 m/h程度とするための攪拌条件はそれほど
狭いものではないことがわかつたから、沈降速度としてこの値を用い、200 ml/l
の濁水処理用横流式沈降槽の大きさを求めてみた。

いま、E：SSの沈殿除去率、V：粒子の沈降速度、Q：流量、A：沈降槽の水平
面積、Q/A：表面負荷率、とすれば、槽内の水平流速が一樣で、渦乱や偏流が
起つていない理想的長方形沈降槽では(1)式の関係となる。

$$E = \frac{V}{Q/A} \quad (1)$$

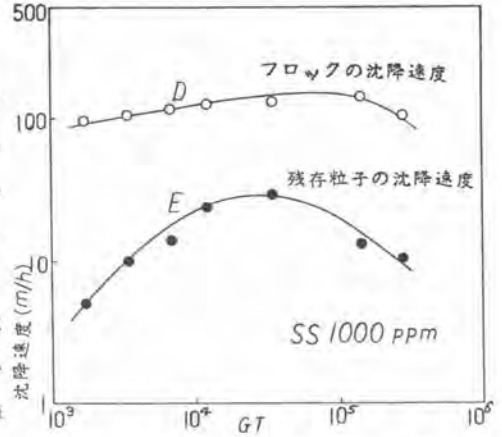


図-7 GTと沈降速度との関係

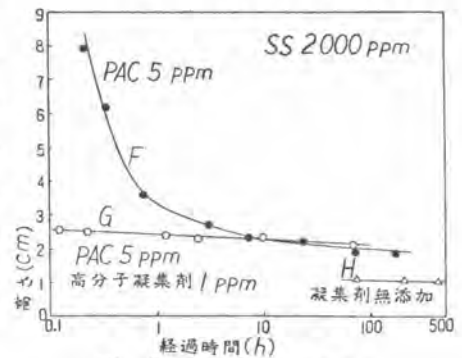


図-8 沈降スラッジの高さ

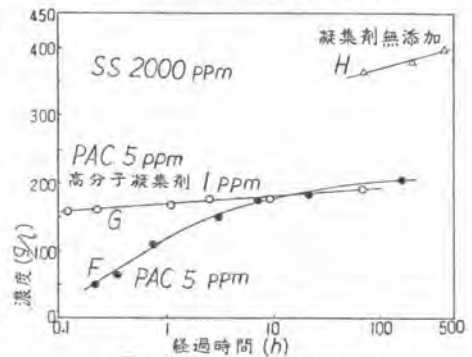


図-9 沈降スラッジの濃度

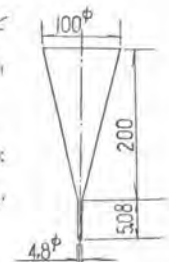


図-10 ファンネル形沈降槽

V として $V \approx 28 \text{ m/h}$ ならば $E=1$ であるから、 A は 71 m^2 となる。しかし実際の槽内滞留時間は公称の $40 \sim 60 \%$ 程度とみて、槽の所要水平面積をこの2倍とし、槽の幅に対する長さの割合を3倍にとるとすれば、有効沈降部分の長さとして 65 m 、幅は 22 m と算出された。

以上は低濃度濁水の処理として清澄水分離を主体としたものであるが、つぎに槽底に沈降したスラッジについて測定してみたところ、図-8および9の結果が得られた。PACだけを用いたものではスラッジの沈降濃縮が起つているが、高分子凝集剤を併用し十分な攪拌のもとに緻密なフロツクに成長させた場合は、沈降直後からスラッジ濃度の高いものとなっており、圧縮沈降現象はほとんど認められていない。従つて沈降スラッジの濃縮はあまり重要でないことがわかった。

しかしながら高分子凝集剤併用によるスラッジの流動性を図-10の粘度計で測定した結果、図-11に示したように著しく流動性が悪く、上部清澄水の水圧を利用したバルブ開閉による抜き出しでは取出し困難なことが知られ、フライトコンベヤーによる掻揚方式とした。またフロツク強度が大きく水切れのよいことから、水面上に出たフロツクの掻揚速度を緩くして、できるだけ濃縮するよう考慮した。濁水処理量として $200 \text{ m}^3/\text{h}$ の沈降掻揚濃縮装置の概略を図-12に示した。

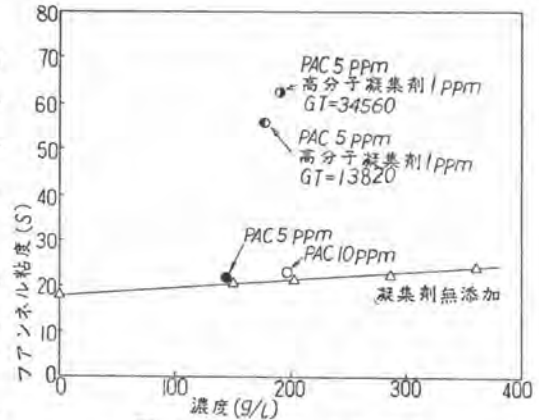


図-11 沈降スラッジの流動性

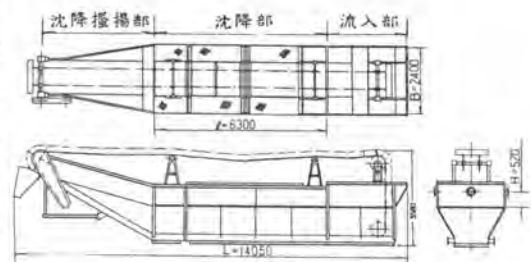


図-12 沈降掻揚濃縮装置

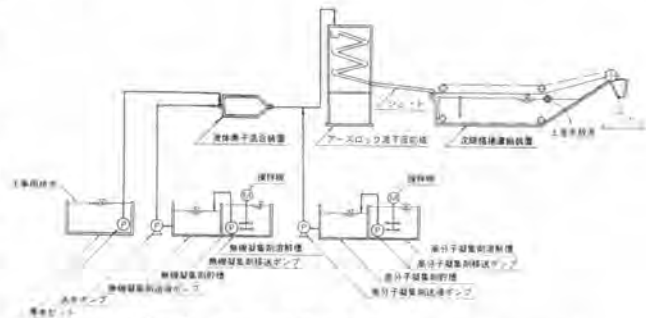


図-13 沈降掻揚濃縮装置を用いた濁水処理フロー

4 濁水処理フロー

コンパクトな横流式長方形沈降槽による土粒子濁水処理では、高分子凝集剤併用によつて、できるだけ微小フロツクの取り残しを少なくして、密実で大きなフロツクにまで成長させるために攪拌条件が重要であることを述べたが、この条件を満足させるためには、流体素子混合装置による無機凝集剤の混合と、流下反応塔により高分子凝集剤を混合しフロツク形成と成長を行わせる組み合わせ方式が有効であつた。

図-13には地下鉄開削工事で発生した濁水の処理用に開発使用したフロツク形成装置、ならびに沈降掻揚濃縮装置など一連の濁水処理方式のフローを示した。