

1. はじめに

① ダム堆積土砂の特徴 (図-1)

ダム貯水池の流況は、一般の河川と比較して複雑で、細粒分が堆積しやすく水深もあるため、貯水池内の底泥処理や活用が難しい。

- 洪水時には、流入土砂の粒度と量が大きく変化する。また洪水調節により貯水位が変化することにより堆砂位置も変化する。
 - ▶ 小洪水時は、流速が遅く、貯水池上流端付近の堆砂が顕著になる。また大きな粒径の土砂は流入しないため、細かい粒径のシルト分の堆積が主体となる。
 - ▶ 大洪水時は、流速が早く、土砂の堆積場所がより下流に移動する。また移動限界粒径が大きくなるため、堆積物には礫や砂など粗粒分が多くなる。
- ダム上流流入部に堆砂デルタが生成されることにより掃流区域が長くなり、堆砂位置が下流に移動する。そのため平面的、縦断的な粒径分布が複雑になる。
- ダム堆積土砂は、粗粒分と細粒分が互層に堆積している場合が多く、かつ塵芥を介在している場合が多い。

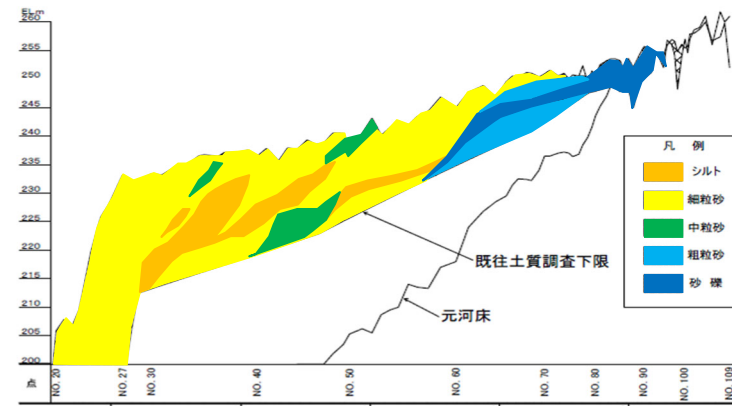


図-1 佐久間ダム貯水池堆積土砂の土層区分

② ダム堆積土砂の有効利用

ダム堆積土砂については、分級処理、脱水処理、安定処理、高度処理と段階別の処理やいろいろな有効利用が考えられており、その用途から建設利用、農業利用、窯業利用、環境利用に区分される (図-2,3)。砂・砂礫は骨材・盛土材・埋戻材あるいは下流還元材に用いられる。

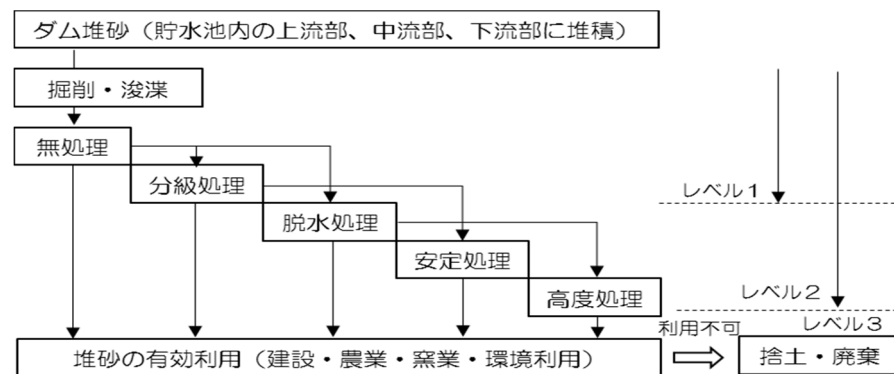


図-2 ダム堆砂利用のための処理フロー (大矢ら、2002)

堆砂性状	下流部			中流部		上流部
	土質区分	粘土・シルト主体	砂主体	礫・砂主体		
建設利用		土壌改良材・客土・肥料他	コンクリート骨材・盛土材	路盤材・埋戻材・緑化基盤材他		
農業利用		陶土・レンガ材・セメント原料他	河川供給材・養浜材	湿地復元材他		
窯業利用						
環境利用						

図-3 ダム堆積土砂の有効利用例

有効利用を促進する上での課題は、以下のとおりである。

- 粘土・シルト主体の材料は大量かつ継続的な有効利用先がなく、結果的にほとんど利活用が進んでいない。細粒分の処理方法や有効利用の工夫が必要である。
- 骨材利用は、経済性の観点からは最も有効な方法であるが、近傍に消費地があること、消費地までの距離が概ね50km以内であること、品質を満足すること、細粒分が少ないことなど制約条件が多い。
- 置土材料として使う場合は、下流環境にネガティブインパクトを与えないことが求められる。濁り防止の観点から、シルト分が概ね5%以下の材料を置土している例が多い。
- 置土材料の平均粒径が大きい場合は、流れにくく処理が進まないことや、過剰な還元により河床上昇が生じ、洪水リスクが高まる可能性があることに留意が必要である。
- 養浜材として利用する場合は、海浜の粒度と同等とする必要がある。また海洋生物への影響を考慮して、細粒分の含有量を規定している事例が多い。
 - ※ 矢作ダムの堆積土砂は、三河湾の底質材としての利用も検討されており、下流海岸でも問題となっている砂浜侵食対策の養浜材としての活用も期待される。

③ 有効利用のための分級技術の開発

上記課題を踏まえ、有効利用を促進するためには、大量かつ安定的に品質のばらつきを制御し、目的別に粒度をコントロールできる分級技術の開発が望まれる。

特に近年、貯水池堆積土砂を下流還元するために置土する方式が採用される傾向にあるが、この場合、河床変動の抑制、河床材料の粗粒化改善、生物環境の維持・保全といった目的に応じた粒度分布を示す土砂を用いることにより、下流河川の環境改善効果が期待される。また、細粒分を除去することにより、置土の固結化防止や、下流還元時の濁りの低減も期待できる。ただし、置土による下流還元は自然営力である洪水流を外力とした行為であり、これに細粒分除去過程を追加することによるコスト増加は、ダム管理者への負担を増やすことになることを考慮すれば、低コストな細粒分除去技術が望まれる。

このような背景の下、一般社団法人ダム水源地土砂対策研究会 (土砂研) では、一般財団法人水源地環境センター (WEC) のご指導を得て、上記のダム堆砂処理の問題を解決するために、次の技術開発を行う。

- 1) 広範囲な分級レンジに適用できる技術の提供
- 2) 多様な細粒分処理技術の提供

2. 技術開発の内容

(1) 広範囲な分級レンジに適用できる技術の提供

土砂研メンバーは、港湾浚渫において浚渫土砂の有効利用方策として確立した分級技術を保有している。本技術開発では、港湾浚渫土砂とダム堆積土砂では粒度や塵芥含有量、また必要とされる分級レンジが異なることに留意しつつ、これまで培った技術を活かし、要求される分級レンジに合わせ、各ダム管理者が予算に応じて選択できる技術メニューを提供することを目指す。

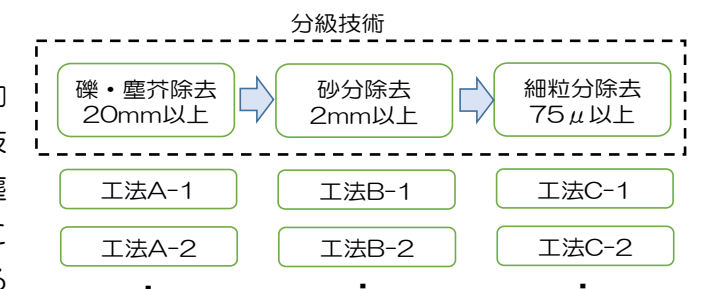


図-4 広範囲な分級レンジに適用できる分級技術提供イメージ

具体的には、管理者が必要とするレンジの分級を達成するために必要な分級の各工程（礫・塵芥除去ー砂分除去ーシルト・粘土などの細粒分除去）において、それぞれのソフト・ハード両面からのダム堆砂用の技術対策メニューを複数用意し、要求性能に応じて一部工程の省略も含め、広範囲な分級レンジに適用できる技術を提供する（図-4）。

(2) 多様な細粒分処理技術の提供

多くのダム管理者が課題としているダム堆積土砂に含まれる細粒分の処理技術について検討を行う。例えば、分級プロセスで発生する余剰水の処理方法の一つとしてダム湖に放流することが考えられる。この余剰水に従来の細粒部除去プロセスで除去困難なシルト等が混入している場合、放流による環境負荷を抑制する目的で凝集剤の使用が考えられる。

また放流にあたっては、時間をかけずに処理したい場合、時間をかけても環境負荷を低減し高い水質を維持したい場合、またコストを優先する場合などが考えられる。また、凝集剤によってフロック化（粗粒化）し沈降・分離された細粒分についても、適切な処理方法や有効利用可能な技術を検討する。

このように、細粒分処理技術について、各ダムの条件に適用可能な複数の余水処理や細粒分処理手法についてその効果・性能を検討し、多様な細粒分処理技術を提供する（図-5）。

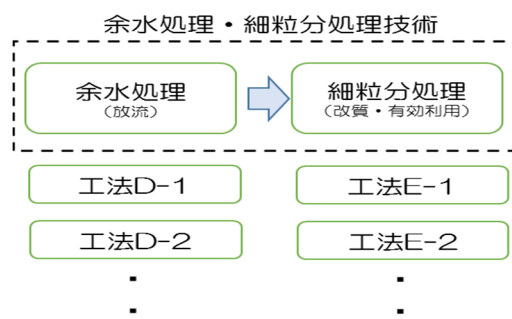


図-5 多様な細粒分処理技術提供イメージ

3. 現地分級実験の実施

土砂研は、以上の技術開発を進める一環として、現地分級実験を実施する。現地分級実験は、WEC（一般財団法人水源地環境センター）と土砂研が共同して進め、最終的に開発した分級システムが全国のダム堆砂対策事業に有効活用されることを目指す。

現地分級実験にあたっては、ダム管理者や関係者に、

- ・広範な粒径を有するダム堆積土砂に対して、目標とするレンジの粒径を除去（抽出）する分級技術を示す
- ・分級プロセスで発生した余水・細粒分の処理について、複数のメニューを試験し、その効果・性能を示す
- ・今後の堆砂対策に役立つ分級・細粒分処理技術のメニューを紹介する

ことを目的とし、公開で実施する（令和2年2月5日、12日および14日）。なお、現地分級実験は、図-6に示すように、堆砂処理として試験的に置土による下流還元を実施している千葉県高滝ダムをモデルサイトとし、高滝ダムの堆積土砂を利用し、ダムサイト内にて行う予定である。図-7に試験実施場所の導流堤上の分級実験プラントのイメージを示す。

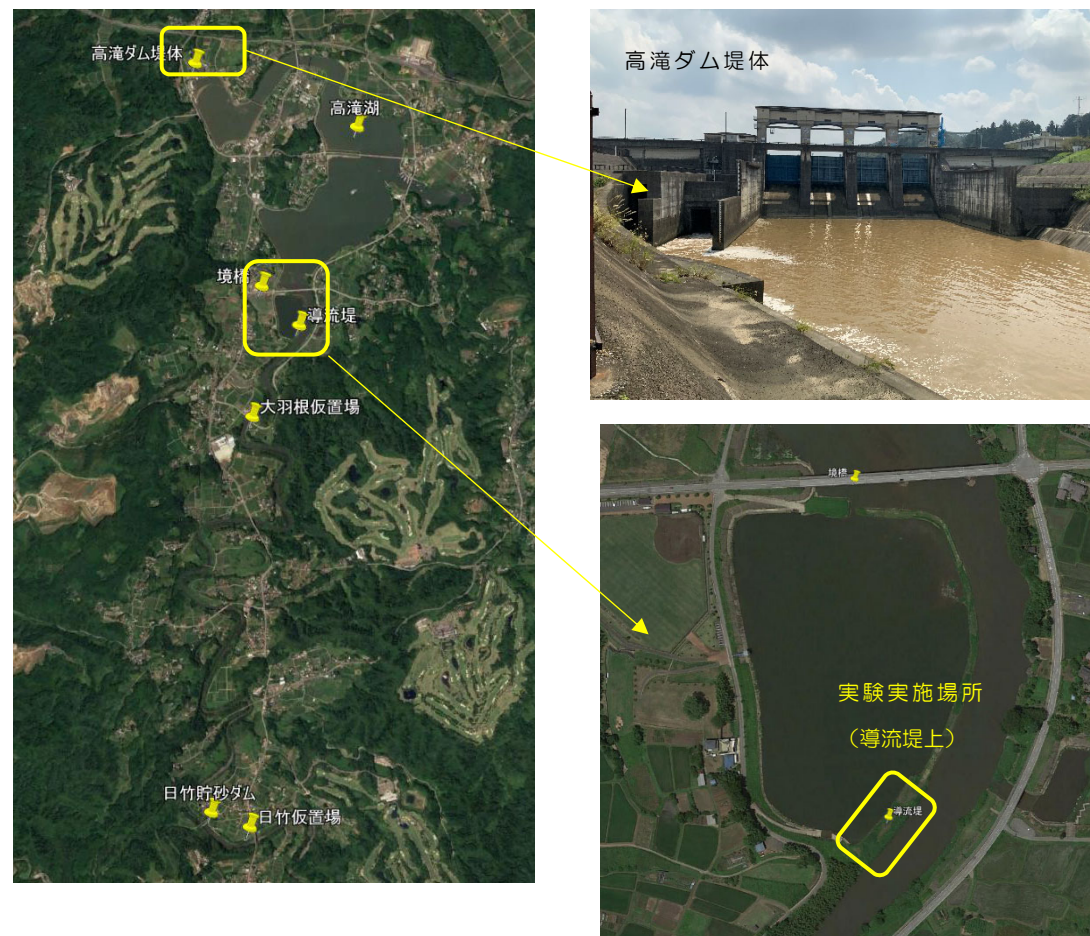


図-6 現地実験実施サイト（千葉県高滝ダム）

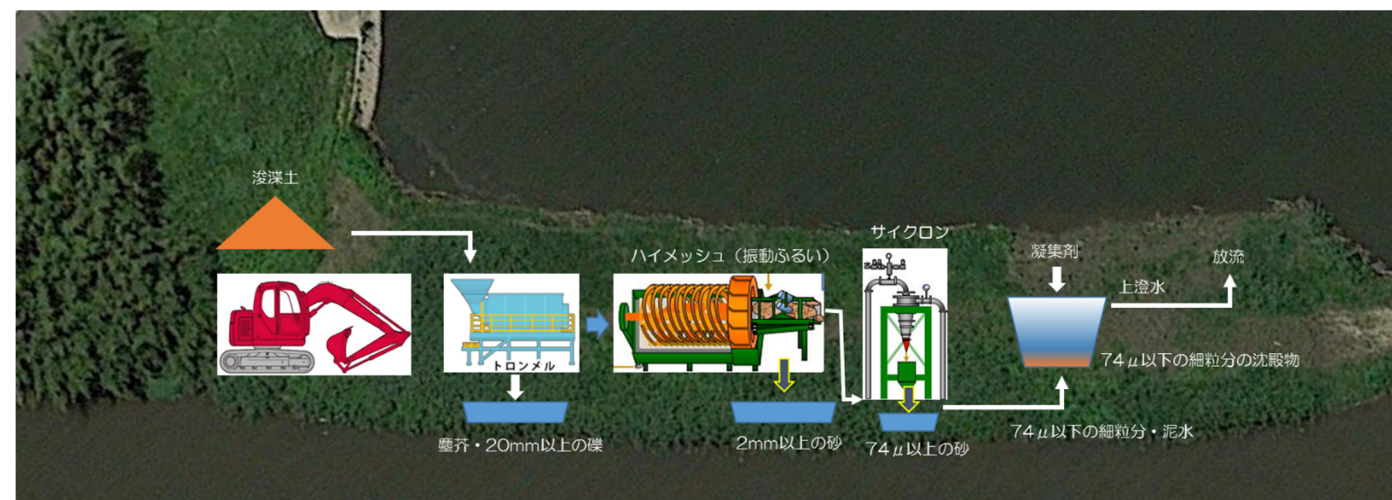


図-7 分級実験プラントのイメージ図

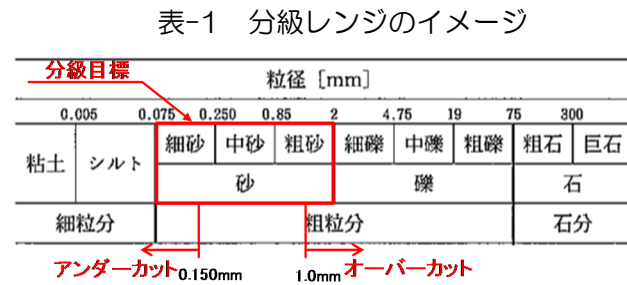
4. 現地分級実験計画

(1) 対象土砂

高滝ダム貯水池内、境橋付近の粗粒分の少ない堆積土砂を使用する。実験においては、粗粒分をブレンドした土砂の2種類の粒度組成の異なる土砂を対象とする。なお、1回の実験で扱う原泥は10m³程度とする。

(2) 目標粒度

- ① 75μm~2mm : 「砂分」の分級
- ② 0.15mm~2mm : 分級によるアンダーカットの確認
- ③ 75μm~1mm : 分級によるオーバーカットの確認



(3) 実験ケース

2種類の粒度組成の異なるダム堆積土砂に対し、分級点を変化させる(3ケース)実験を行う。

(4) 分級前後の試験

分級前後の土砂に対し、以下の試験を行う。

【分級前土砂】

実験開始に当たり、対象土砂の事前試験を実施する。試験項目は、下記を想定する。

粒度組成、含水比、湿潤密度、土粒子密度、液性限界・塑性限界、強熱減量、土壌 pH、放流水の指標として、SS-濁度の相関

【分級後土砂】

分級後の回収土砂(分級レンジ毎)の事後試験を実施する。試験項目は、下記を想定する。

粒度組成、含水比、液性限界・塑性限界、強熱減量、SS-濁度の相関

(5) 造成計画

実験時期は、渇水期(令和2年1~2月)を想定しているが、ダム湖内の過去の水位変動を基に、必要に応じ、原地形の補強等を行う。実験機器類には重量物も含まれるため、事前にポータブルコーン貫入試験等のサウンディング試験により地耐力の確認を行い、必要に応じ対策を実施する。

(6) 濁水等の処理

本実験においては、ダム湖内に堆積した土砂を粒径別に分級することを目的としている。

ダム流域外の物質の混入等は想定していないため、分級後の細粒分を含む濁水は、実験場所近傍に簡易な沈砂池を設置し、沈砂池を経由し、湖内還元を想定する。詳細については、ダム管理者と協議を実施し、必要に応じ、簡易脱水等(袋詰め脱水等)について検討する。

(7) 試験設備配置

実験場所である境橋上流側の導流堤上における実験設備配置を下図に示す。

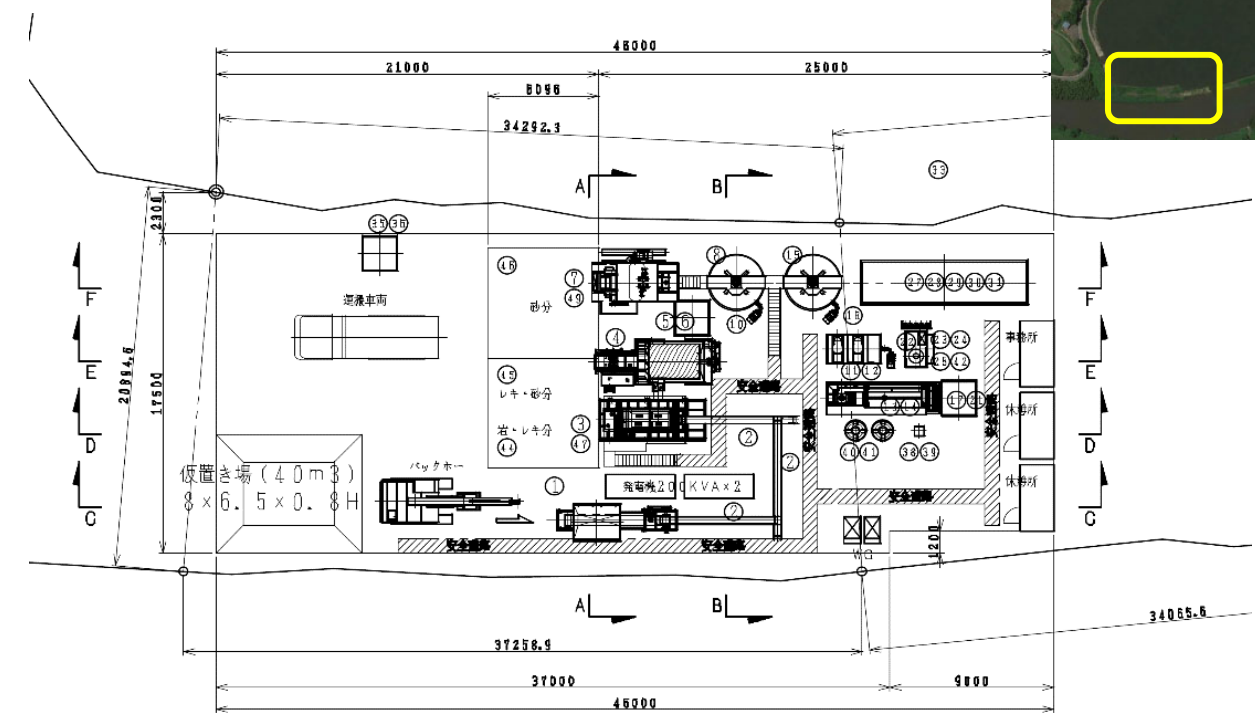


図-8 試験設備配置

(8) 処理フロー

採取試料を、機器投入後加水混合分級処理を行い、各粒径に分級処理を行う。処理フローの概略およびフロー図を以下に示す。

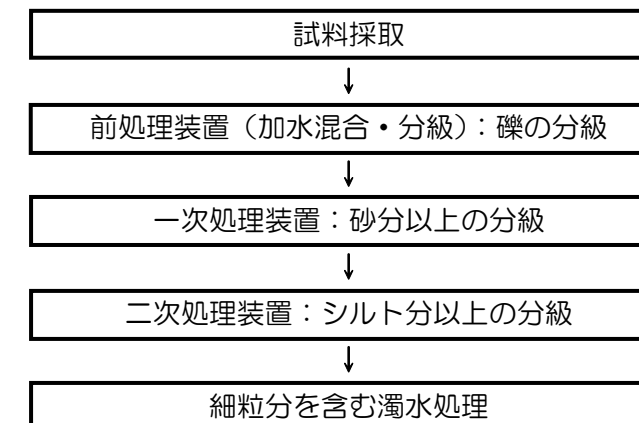


図-9 分級処理フロー

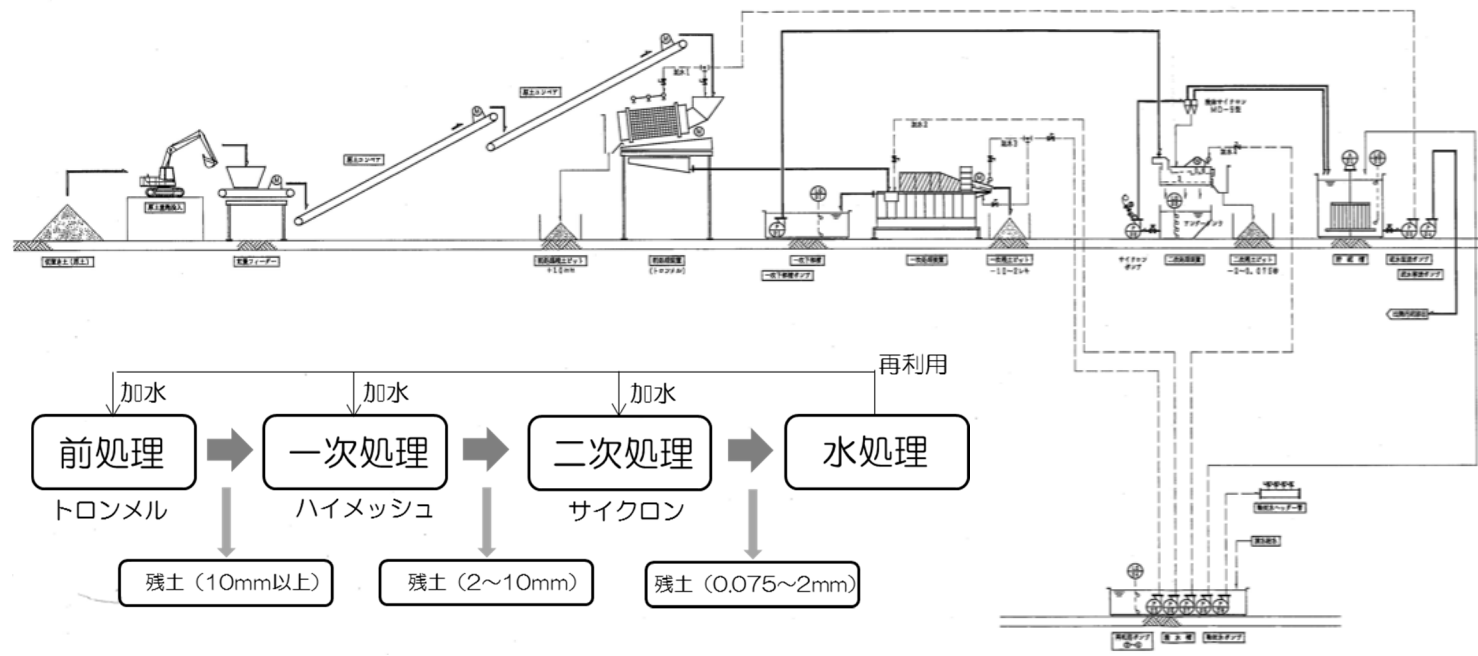


図-10 分級処理フロー図

(9) 実験スケジュール

試験期間は約3ヶ月を想定している。なお、河川区域内での試験になるため、渇水期(12~2月頃)の実施とし、試験期間内に3回の見学会(公開)を行う計画である。実施工程を以下に示す。

表-2 実施工程表

	12月		1月		2月	
実験ヤード占用許可申請	●					
実験ヤード整地	■		■			
実験試料搬入・調整			■			
分級実験						
プラント機材 搬入・組立			■			
プラント試運転・調整				■	2/5	2/12
本実験(見学会)					●	●● 2/14
プラント解体・搬出						■
実験ヤード片付け						■

(10) 見学会スケジュール

見学会当日の流れ

- 12:30 五井駅集合(チャーターバスにて移動)
- 13:30 高滝ダム試験ヤード着
- 13:30-15:00 現場にて実験説明・見学
- 15:00-15:30 別会場に移動(加茂公民館を予定)
- 15:30-16:00 質疑応答等
- 16:00-17:00 五井駅へ移動(駅にて解散)

