

ソイルセパレータ・マルチ工法

— 浚渫土砂や津波堆積物の分別・分級・有効利用と処分量の減容化 —

東亜建設工業株式会社 技術開発センター 御手洗 義夫

近年、浚渫土砂の処分地はその容量が逼迫しており、新規に建設することも難しい状況にあり、浚渫土砂の有効利用や減容化が求められている。そこで、砂質系の浚渫土砂から良質の砂礫やシルトを取り出して有効利用し、処分量を減容化することを目的として「ソイルセパレータ・マルチ工法」を開発した。さらに本工法に改良を加え、東日本大震災で大量発生した津波堆積物の処理に適用を拡大し、ごみやがれき類をほぼ完全に分別・除去することで処分量の減容化を図るとともに、高品質で多用途な土質材料を復興資材として有効利用するシステムを確立した。

1. はじめに

航路や泊地の維持や増深などで大量に発生する浚渫土砂の土質は多様であるが、シルト以下の細粒分を殆ど含まない良質な砂質土は非常に少ない。概ね15%以上の細粒分を含んだ砂質土は、少量の加水をするとゲル状になり、粘性土ほどではないものの水はけが悪く、浚渫直後にそのままではハンドリングが困難なものが多い。したがって、一般的にはセメントなどで固化処理するか無処理の状態、埋立処分されている。また一方で近年、処分地の容量は逼迫しており、浚渫土砂の有効利用や減容化が求められている。このような背景から、砂質土が主体の浚渫土砂から、粒径ごとに良質な土砂を分級、有効利用し、処分量を減容化する目的で開発したのが本工法である。

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、津波により海から運ばれた土砂がごみやがれきと混在し、沿岸部に大量に堆積した。それらは“津波堆積物”と呼ばれ、その発生量は岩手、宮城、福島で約1,040万トンとされている。そこで、本工法に改良を加え、数ミリ以下の大きさのごみやがれきをほぼ完全に除去可能として、良質な土質材料を抽出し、高品質な復興資材を供給できるシステムを確立した。本文は、本工法の説明を行うとともに、浚渫土砂および津波堆積物の処理の実績を示したものである。

2. 本工法の概要

2-1 本技術を構成する主要技術

本工法は、砂質系の浚渫土砂に加水して、礫分、砂分、シルト分、粘土分を粒径ごとに分級し、泥水処理までを連続的に行うもので、次に示す3つの主要技術で構成される。

1) 湿式分級処理技術

“湿式分級”とは、土砂に加水、攪拌して分級する技術であり、主にサンドポンプ、遠心分離装置、振動フルイから構成される。加水をすることで、ごみや障害物、砂礫、シルトに付着した細粒分を洗浄、分離できる点に特徴がある。

2) 泥水の凝集沈殿処理技術

シルト以上の粒子を分級、抽出した後の泥水は、凝集沈殿処理を行う。本技術は、泥水中の細かい土粒子を凝集沈殿剤でフロック化し、沈降させて固液分離するもので、薬剤添加・攪拌装置、および沈殿槽(脱水ボックス)から構成される。

3) 脱水処理技術

脱水処理は、凝集沈殿処理したフロックからさらに水分を抜く技術であり、天日乾燥、自重または載荷盛り土などによる圧密、または機械による高圧圧密の方法などがある。

2-2 処理の流れ

本工法では、図-1に示すように、大きく分けて5段階の処理が連続的に行われる。

① 1次・2次処理(大きな障害物の除去)

ここでは、大きな障害物(大きな礫、ごみ・がれき)をスケルトン式バックホウや振動フルイなどの比較的大きいフルイで除去する。通常は、加水用のピットを作成して行う。

② 3次・4次処理(礫分、砂分、シルト分の分級)

次に、土砂の加水・解泥・攪拌装置(槽)から、ポンプ送泥し、遠心分離装置と振動フルイにて分級を行う(写真-1)。各段階の遠心分離装置、振動フルイの分級点(分級する土粒子径)の設定は、対象土砂の粒度構成や分級後の要求品質に応じて変更可能なものとしている点に特徴がある。

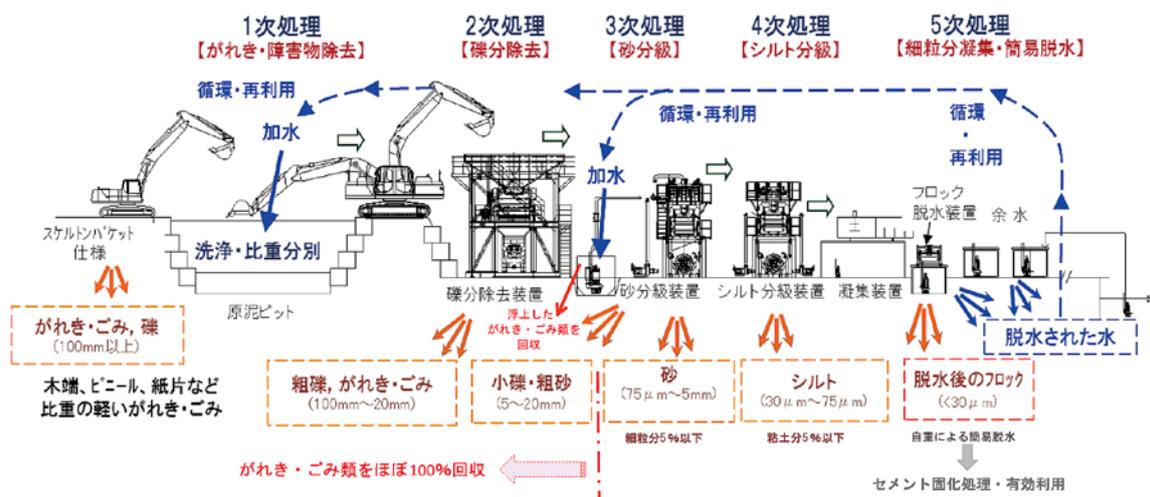


図-1 ソイルセパレータ・マルチ工法による処理フローの例

③ 5次処理(泥水処理)

次に、粘土分を含んだ泥水は、凝集沈殿処理、固液分離および脱水処理を行う。

脱水処理は、脱水ボックス(写真-2)で連続的に固液分離した後に、コストや用途、処分方法に応じた方法(天日乾燥、自重や盛土による圧密、機械による高レベル脱水など)を選択して行う。本工法では、脱水処理で発生した余水は、加水用の水として循環・再利用するため、加水量および余水処理量が低減されている点に特徴がある。

2-3 処理能力と土砂の適用範囲

処理能力は、処理前の土砂ベースで $60 \sim 80 \text{ m}^3/\text{hr}$ ・ユニットである。このほかに、主なパーツ(サンドポンプ、振動フルイ、遠心分離装置など)のほとんどを市販品、リース品を組み合わせた処理能力 $20 \sim 30 \text{ m}^3/\text{hr}$ の小型ユニットも準備可能である。

処理前の土砂の細粒分含有率が高い場合は、加水量が増えること、凝集沈殿処理や脱水処理に時間を要することから能力が低下し、処理コストも上昇する。したがって、処理前の土砂の適用範囲は目安として、シルト以下の細粒分含有率が40%程度までと設定している。また、粘土塊や粘性が高く、加水によって解泥しにくい土砂も能力低下(コスト高)となるため、程度によっては適用範囲外となる。

2-4 津波堆積物処理における改良点

本工法は当初、砂質系の浚渫土砂を対象としたものであるが、東日本大震災後に、“津波堆積物”に適用性の拡大(マルチ化)を行った。

津波堆積物には多種多様なごみやがれきが含まれているため、図-1の3次処理で加水・攪拌する際に、数ミリ以下までの細かいごみやがれきを分別する工程を付加した。細かいごみやがれきの多くは木片、繊維、プラス

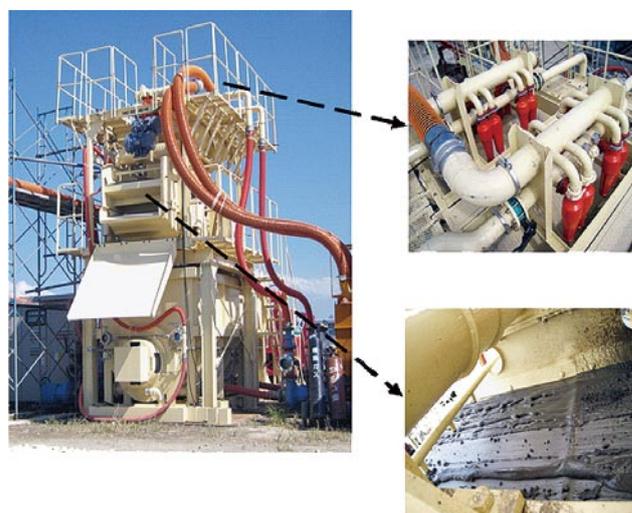


写真-1 シルト分級装置
(右上：遠心分離装置、右下：振動フルイ)



写真-2 脱水ボックス

チック、ビニール類など比較的比重の軽いものであり、加水・攪拌時に泥水(比重は1.2~1.4程度)との比重分別が可能であり、それらを丁寧に回収することで、砂礫やシルトから細かいごみやがれきのほとんどを分別することが可能になった(写真-3、写真-4)。

また、本工法は元来、浚渫土砂の処分量の減容化を目的としたものであり、泥水処理後の凝集沈殿物は効率よく脱水・減容化する方法が採られる。それに対して被災地では、復興資材として大量の土砂を必要とし



写真-3 貯泥槽でのごみの比重分別除去



写真-4 回収された細かいごみ・がれき類

ていることから、凝集沈殿物の処理を簡易脱水として体積減少をできる限り抑え、有効利用可能な土砂量を確保する方法を採用することとした。

3. 実施例

3-1 浚渫土砂の処理事例¹⁾

ここで示す事例は、平成23年に大分県中津港にて、約1,200 m³の浚渫土砂を本工法(能力:60~80m³/hr級)を用いて分級処理を行ったものである。浚渫土砂は2種類を対象とした(土砂①:細粒分約35%、礫分約40%:細粒分が少なく礫分が多いタイプ、土砂②:細粒分約60%、礫分約5%:細粒分が多く礫分が少ないタイプ)。

なお、本現場では泥水の凝集沈殿物は、埋立地の面積や利用状況から、最も低コストな方法として、埋立地内に薄く撒いて天日乾燥させる方法とした。

図-2は、処理前後の土砂の粒径加積曲線の一例である。対象土砂は細粒分60%の粘性土(土砂②)であるが、処理後の分級砂の細粒分は約8%と非常に高品質なものが得られている。またこの現場では、シルト分級装置での分級点を30μmと設定した(泥水から30μm以上の細粒分を回収)。図-2では、泥水中の30μm以上の土粒子の含有率は約3%であり、目標通りにシルト分が回収されていることが確認できる。

3-2 津波堆積物の処理事例^{2,3)}

ここで示す事例は、平成24年に宮城県気仙沼市にて、

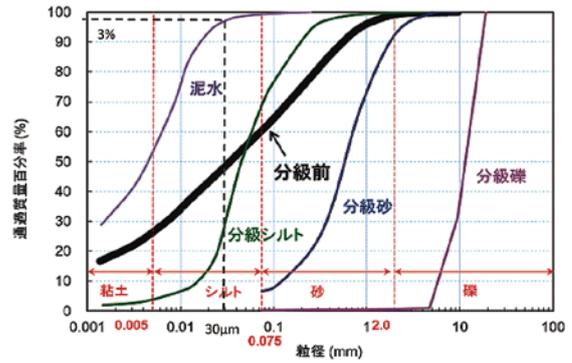


図-2 処理前後の土砂の粒径加積曲線の一例



写真-5 処理前の津波堆積物

350m³の津波堆積物を対象として現場実証実験を行ったものである。津波堆積物は、宮城県が仮置き・管理していたものを借用したもので、がれき・ごみの体積含有率が約10%、土砂部分の細粒分含有率が約10%のものであった。写真-5に示すように、津波堆積物にはごみやがれきが混入し、このままの状態では、一般的な土木材料に使用可能とはいえないことがわかる。設備は、処理能力20m³/h級の小型ユニットを用いた。

なお、当現場では民間用地を借用したことから、環境影響上の配慮から泥水を用地内に浸透させないことが要求され一次処理の加水用ピットを設置できなかったため、3次処理からの加水処理となった。また泥水の凝集沈殿物は、袋詰めとして自重による簡易脱水を採用し、体積減少を抑える方法とした。

図-3に分級処理前後での各試料の粒径加積曲線の一例を示す。処理後の各試料は粒径加積曲線の傾きが大きく、よく分級されているのが図から分かる。

3次処理後の小礫・砂(粒径5~20mm程度;写真-6)は、シルト以下の細粒分が5%程度であり、無筋コンクリート用骨材などとしても十分に使用できる高品質で多用途なものといえる。また、4次処理後の細砂混じりシルトも粘土分が5%程度と粘性が低く、再利用が容易な状態のものである。5次処理後の簡易脱水フロックは、袋詰め簡易脱水を0.5日から1.0日程度としたところ、含水比が150%で、セメントを100

～150kg/m³程度添加することで、翌日には搬出可能で盛り土材料などとして有効利用可能であることを室内配合試験で確認した。

表-1に処理前後の土砂量の収支を示す。350m³の津波堆積土砂を処理した結果、廃棄処分となる量は、1次および2次処理後のもので約80m³と処理前の約4分の1以下に減容化された。それに対して、3次から5次処理後の試料は約350m³と、処理前とほぼ同量の有効利用できる復興資材として得られる結果となった。5次処理において、泥水の凝集沈殿物を簡易脱水として体積減少を極力抑え、有効利用できる土砂量をより多く確保できる方法を採用した効果が表れているといえる。

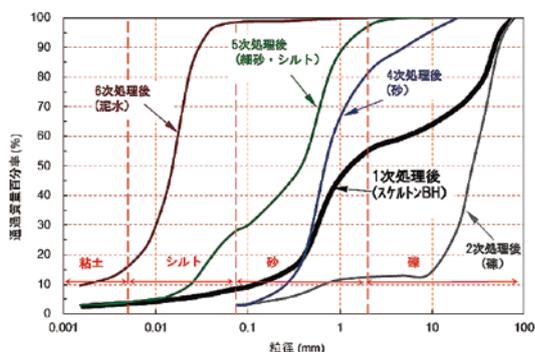


図-3 処理前後の土砂の粒径加積曲線の一例 (2)



写真-6 津波堆積物から分級した砂

表-1 処理前後の土量収支 (津波堆積物)

処理前:津波堆積物		350 (m ³)			
処理後		(m ³)	小計	区分	
1次	がれき・ごみ	30	80	廃棄処分	
2次	礫・がれき・ごみ	50			
3次	小礫・砂	200	350	有効利用	
4次	細砂・シルト	50			
5次	脱水フロック	100			

4. おわりに

既に述べたように、浚渫土砂の処分地容量は逼迫し

ている現状を鑑みると、今後、本技術がより活用されることが望まれる。また、今回の震災復興においては、津波堆積物の処理は重要な課題の一つである。その有効利用に関しては、環境省は平成24年5月の通知で「処理後の土砂の品質によっては用途が限定され、さらには管理・記録が必要など、震災前と同等の厳正な処理が求められている。」としている。このような状況において、処理した津波堆積土砂が確実に活用されるには、処理・供給側と使用側の両者における品質、量、時期のマッチングが重要なポイントである。そのために処理と供給を行う側では、高品質のものをストックしておくことが重要といえる。本技術は、津波堆積物から高品質で多用途な土砂が得られる方法であり、津波堆積物の処理を進める有効な方法の一つといえる。本技術が、被災地の早期復旧・復興の一助になれば幸いである。

また本技術は、浚渫土砂や津波堆積物の他には、昨今の豪雨被害で発生する土砂や、ダム湖本体やダム湖から放流した土砂の堆積の問題などへの適用も今後拡張できる可能性がある。今後は本技術の更なる性能向上とコストダウンに努め、社会資本の維持管理や環境整備、災害復旧などで貢献できるよう努力を続けていく所存である。

謝辞: 本文における津波堆積物処理の事例は、国土交通省の「平成23年度建設技術研究開発助成制度(震災対応型技術開発公募)」の研究課題に採択され、実施したものです。また本技術は、第15回国土技術開発賞(最優秀賞)を頂くことができました。関係者の皆様、ご協力頂いた皆様には、心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 居場博之・西田浩太・池田秀作・三宅良二・國武洋臣・竹口はや人: 土砂分級システム「改良型ソイルセパレータ工法」の開発と浚渫土砂への適用結果, 第67回土木学会年次学術講演会, pp.691～692,2012.
- 2) 御手洗義夫: 津波堆積物からのがれき分別と土砂分級による良質な建設材料の有効利用, 先端建設技術センター刊 建設リサイクル, 2012.秋号, Vol.61, pp.7-11,2012.
- 3) 居場博之, 御手洗義夫: ソイルセパレータ・マルチ工法を用いた津波堆積物の有効利用技術, 地盤工学会誌, Vol.61, No.7, Ser.No.666, pp.32-33,2013.