

泥水式シールド一次処理微細砂回収による土砂減容化技術

清水建設(株) 正会員 ○阿曾 利光

清水建設(株) 正会員 浜口 幸一

1. はじめに

シールド工法による道路トンネルの施工では、都市の輻輳した地下における大深度・大断面トンネルの建設や建設費削減の観点から、長距離施工および高速施工が求められている。高速施工を可能とする技術は、各工種で要素技術が挙げられるが、特に、道路トンネルのような大断面シールド工事では、搬出する土量が膨大となり高速施工を行う上で大きな課題となっている。

シールド工事は大半が都市域で行われているため、現場の搬出入の車両は、環境保全や交通阻害の観点から台数や搬出入時間を制限されることが多い。

掘削残土を搬出する1日当りのダンプの台数が制限される場合、搬出できる土量により1日当りの掘進量も制限される。大断面シールド工事では搬出土量の減容化が高速施工の重要なポイントの一つとなる。現場内再利用などの改善策も多く実施されているが、ここでは、泥水式シールドの一次処理土の含水比を低減して搬出土量を減容化する技術（ハイパー・スクリーン・システム）について紹介する。

2. 一次処理土含水比の現状と開発

泥水式シールドの掘削した土砂は坑内を流体輸送し、地上の泥水処理プラントで処理する。処理土の礫・砂分は一次処理設備で、シルト・粘土分は二次処理設備で脱水分離する。汚泥として扱われる二次処理土は、再利用の観点から含水比を低減する高压の脱水装置などが開発され、改善されている。しかし一次処理土は、一般残土として扱われることもあり、篩いだけの処理が一般的で処理土の含水比は高く、搬出土量は掘削土量に対し増加する。特に微細砂を多く含む地盤では、処理土の含水比が高いためダンプによる搬送に支障を生じる場合が多い。改質のための固化材添加は搬出土量の増加を益々増長させている。

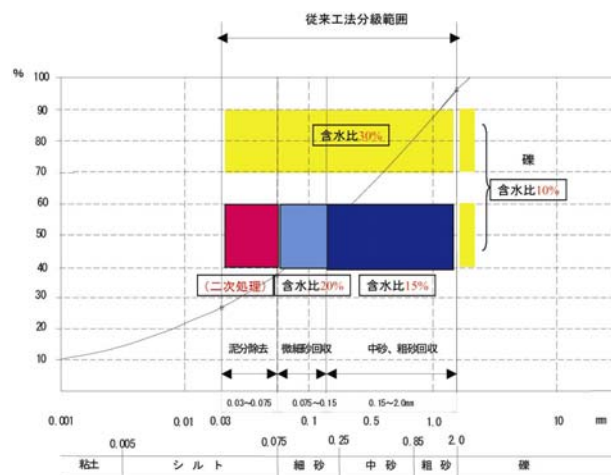


図1 分級処理と含水比の関連図

本技術の開発は、一次処理土の含水比の低減をねらいとした。土粒子径が大きく、表面積比が小さいほど含水比は小さくなるが、粒径別分級を行わない現状の設備は、微細砂等の微粒分に影響されて全体的に含水比が高くなっている。一次処理土の含水比は概ね30%と言われているが、粒径別に処理した場合、含水比は礫が10%、中砂・粗砂が15%、微細砂が20%とのデータがあり、含水比の低減には一次処理での分級が重要であることが判る。分級処理と含水比の関連を図1に示す。

3. 一次処理分級システム

従来の一次処理設備は、粘土・シルト分と砂・礫分を分離するサイクロンと、砂・礫と水を分離する振動篩いからなる。サイクロンは、一般的に同一機種を使用し、粒径毎の分級を行わずに篩い分けをする。

開発した技術の特徴は、粒径に応じたサイクロンを多段に配置し、分級した土砂をその粒径に適した処理機によって水と土砂とを分離するシステムである。

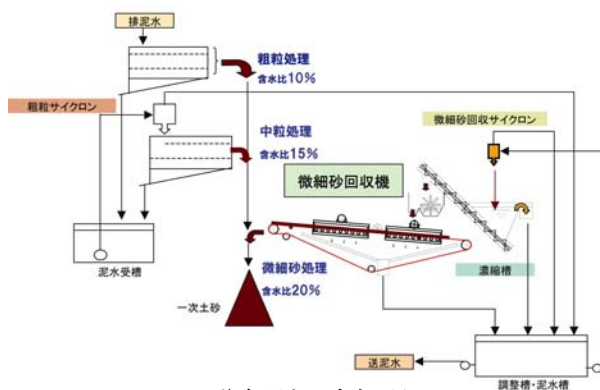


図2 分級別一次処理フロー

キーワード: 残土減容化、一次処理、含水比、粒径別分級、微細砂回収、ハイパー・スクリーン・システム

連絡先: 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 清水建設(株) 土木技術本部技術開発部 TEL 03-5441-0518

開発した一次処理システム概念図を図2に示す。粗砂が分離できる大型サイクロンと微細砂が分離できる小型サイクロンおよび各々のサイクロンで処理される粒径に応じた振動篩い装置と新しく開発した微細砂回収装置を配置し、これらに加え従来でも行われている前処理機を含め、3段階に分けて処理する。

4. 微細砂脱水回収装置の開発

従来の振動篩い装置では、振動篩網（篩い目寸法 0.8mm）上で粗粒分と粘性分が振動により濃縮結合し、造粒した状態で篩いに留まり分別されるため、含水比の高い処理となっている。逆に前処理で分級された微細砂は、粘成分による増粒が行われなため篩い装置を通り抜け、回収が困難であった。

開発した微細砂脱水回収装置はベルトフィルター、起振装置、真空吸引装置からなる。濾布を使用したベルトフィルターでシルト・粘土を脱水し、さらに高周波バイブレータの振動による水の分離と濾布背面からの真空脱水により微細砂を脱水回収する。濾布は材質、組織、繊維径、強度、通気度等を検討して選定した。同装置は実証実験を繰り返し行い、各装備の適正仕様と構造を決定した。微細砂回収装置の写真を図3に、実証実験プラントの写真を図4に示す。



図3 微細砂回収装置



図4 実証実験プラント

5. 微細砂回収装置の実証試験結果

実験により回収した微細砂の含水比は 16%であった。この値は極めて低く、良好な結果を得ることができた。図5に回収装置を通過した試料と捕集した試料の粒度試験結果を示す。開発した装置は微細砂を確実に回収したことが判る。図6にこの装置により脱水された微細砂の状況を示す。

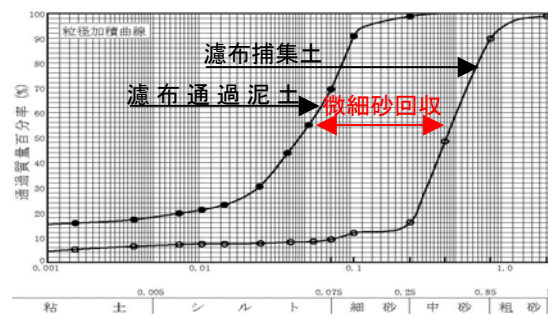


図5 粒度試験結果

6. 微細砂回収の効果

従来の泥水式シールドは微細砂の回収が困難なため以下の問題点があった。

- 処理できない微細砂は調整槽を経て、送泥水として循環使用される。微細砂を多く含む送泥水は掘削切羽での確実な泥膜保持が困難となる
- 送泥水への微細砂の混入は、流体輸送ポンプの負荷を大きくする。特に長距離の流体輸送では負荷増加が顕著となる
- 調整槽内に堆積した微細砂をフィルタープレスで処理する場合、微細砂が多いとエアブローして脱水圧力が保持できず、処理する微細砂に粘土分を添加する必要がある。特に粘性分の少ない地山の掘削では、作泥と微細砂処理のための両作業で粘土を購入するため、コストアップとなった。



図6 微細砂脱水状況

当装置の使用によりこれらの課題を解決でき、残土の減容化との相乗効果が期待できる。さらに利点として残土を再利用する場合、当システムは粒径別に残土を処理するため、再利用土の品質管理が確実に行なえる。

7. おわりに

本システムの使用により、現在計画されている超大断面、長距離シールド道路トンネル工事の条件で試算すると、搬出残土量は 10%程度の減容化となる。さらに、二次処理設備において最近使われている超高压フィルタープレスを併用すると、30%近い減容化が図れることが判った。

開発した本システムは、大断面シールドの高速施工を可能にし、微細砂分の多い地山での泥水式シールド工事の課題を一挙に解決できる技術である。今後は本技術の普及のため、提案活動を進める所存である。