

地下鉄 13 号線（高田 B 線）泥土圧シールド（ポンプ圧送）における掘削土の改質

東京地下鉄(株) 早稲田工事事務所 正会員 辻 雅行
 東京地下鉄(株) 早稲田工事事務所 正会員 村松 泰
 奥村・竹中土木・りんかい日産 JV 古市 忠史

1. はじめに

地下鉄 13 号線建設工事では、泥土圧シールド工法によって掘削される土砂を、社会的な環境負荷低減要請に対応して、シールド掘進システムの中に掘削土改質設備を組み込み、掘削発生土の 100% リサイクル化を図る工事が進められている。

本稿では、泥土圧シールドによる掘削土をポンプ圧送によって搬送せざるを得ない施工条件下にあった、高田 B 線工区における掘削土の改質について報告する。当工区は、雑司が谷駅（仮称）終端立坑から西早稲田駅（仮称）始端立坑間 1,245m の延長をもつ単線シールド区間の内、B 線（明治通り外回り側）を泥土圧シールド工法で施工するものである。掘進による掘削土は、ポンプ圧送方式により輸送し、地上部の土砂改質ヤードで中性系の改質を行い、第三種処理土（コーン指数 400kN/m²）相当以上を確保し、埋立て用土砂として再利用を図った。

2. 改質方法の検討

（1）土質条件 図-1 に土質条件を示す。当工区におけるシールド掘進対象土は、上総層粘性土層 Kac1 が主体的であり、中間部に上総層砂質土層が介在し、到達直近では、上総層砂質土層が主体的となる。上総層粘性土層 Kac1 の自然含水比は 56%、湿潤密度は 1.6t/m³、上総層砂質土層 Kas1 の自然含水比は 40%、湿潤密度は 1.9t/m³、細粒分 40% であった。

（2）掘削土の搬送

掘進システムの中で掘削土を中性改質する場合、高含水比の掘削土の改質はコスト的にも技術的にも困難であり、掘削土の搬送方法はベルトコンベアが有利である。しかしながら、当工区においては、作業基地の制約により土砂搬出経路が 4 箇所の方角転換を必要とする複雑な経路となり、ベルトコンベアで搬送することは極めて困難であるため、ポンプ圧送による土砂搬出方法を選択した。

（3）施工サイクル

工程を確保する施工サイクルは、片番 3 リングであり、改質ヤードでは、掘削土をストックする土砂ホッパー（容量：100m³）と改質土をストックする土砂ピット（容量：100m³）を設けることから、改質土の現場内養生時間は、120 分となった。

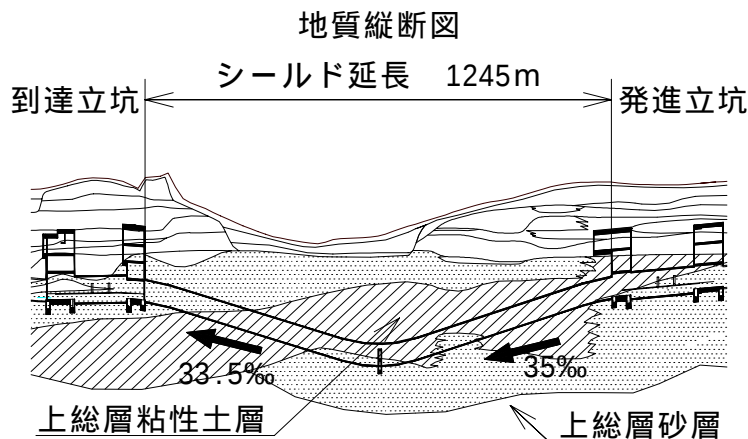
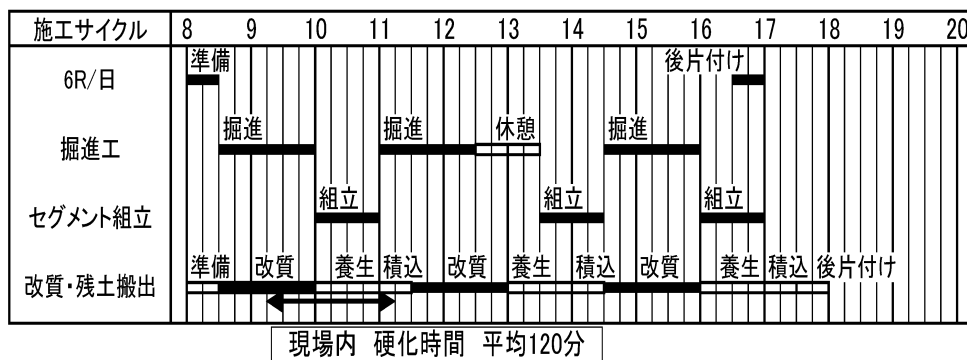


図-1 土質条件



キーワード：泥土圧シールド、掘削土改質、中性、ポンプ圧送

連絡先：〒169-0075 東京都新宿区高田馬場 1-1-5 東京地下鉄株式会社 建設部 早稲田工事事務所

（４）改質条件 改質土に要求される品質は、コーン指数 400KN/m² 以上、懸濁液の Ph5.8～8.6、建設発生土受入れ基準 化学性状 44項目が規定値以下であることなどである。

（５）添加材の選定 掘進対象地盤として主体的な上総層粘性土層 Kac1 は、シールド機のカッターで切削、攪拌すると非常に強い粘性を示すことが事前の室内試験で確認された。このためチャンバー内の付着防止、土砂圧送時の配管抵抗の軽減を目的とした、分散材系添加材（無公害、中性系）を採用した。上総層の砂質土は、砂と添加材が分離しないように増粘材として、セルローズ系添加材（無公害、中性系）を選定した。

事前の土質試験により、到達部では、細粒分 40% が確認されていることから、当工事では細粒分 40% を添加材から増粘材への切り替え時期と設定した。

（６）改質材の選定 改質材は、石膏系中性改質材 ペーパースラッジ改質材 中性無機系改質材の中から、室内試験を繰り返した。その結果、当工区に最適な改質材として、中性無機系改質材 ST-エコロを選定し、ポンプ圧送された高含水比の掘削模擬試料土に対して現場で想定される養生時間 120 分でコーン指数 400KN/m² 以上を確保できる配合を求めた。

ST-エコロは、肥料として使用されている過磷酸石灰を主成分とする 1 液 1 粉体の中性無機改質剤である。PH は 7.6～8.3、室内試験の結果、83.5% という高含水比の粘性土でも、粉体 K C 剤 45kg/m³、溶液 A 剤 500/m³ の添加量で改質が可能であることがわかった。また、砂層では、59.6% の含水比でも、粉体 K C 剤 54kg/m³、溶液 A 剤 600/m³ の添加量で改質が可能であることがわかった。

3.改質設備

改質設備に要求される改質能力は、与えられたスペースの中で、掘進を停滞させることなく（掘進サイクルの中で）、排出される掘削土砂を改質し、要求品質を確保することである。

時間あたりの必要改質土量約 70m³ に対して装備能力は 80m³ 以上と設定し設備を選定した。図-2 に改質設備のフローを示す。改質設備は、掘削した土砂を一時ストックする土砂ホッパー、改質機へ土量を制御しながら搬送するスクリーンコンベア、2 軸パドルミキサーの改質機、ST エコロの A 液、KC 材をストックするサイロ、改質機へ改質材を供給するポンプ、コンベアからなる。

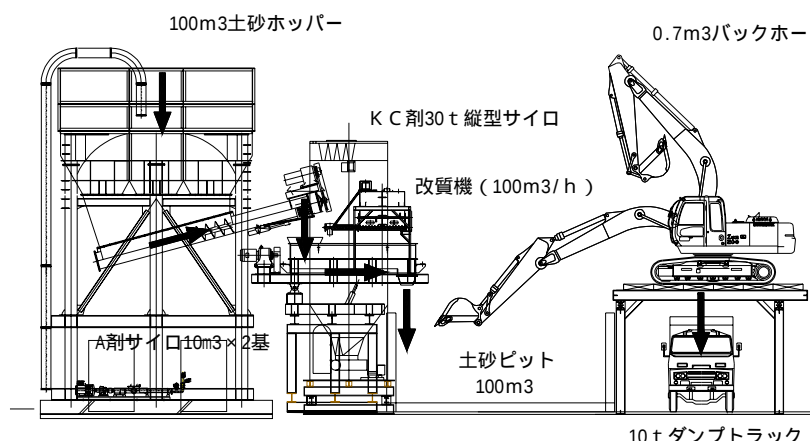


図-2 改質設備フロー図

4.改質結果

施工においては、ポンプ圧送によって排土される土砂の含水比が様でなく、また地山の有する粘着力も影響して、ホッパーから改質機に供給される改質対象土の流量が変化するため、改質システムの「土砂流量～改質材添加量」の関係が様ではないことから、現場試験、システム設定周波数調整を繰り返さざるを得なかった。また、改質工程上のトラブルとしては、改質プラントの粉体輸送ラインの閉塞、ホッパーからのスクリーンコンベア引き出し部分での閉塞の解消に工夫を要した。

5.おわりに

シールド工事における掘削土を現場内で改質し、盛土等に有効利用する今回の試みは、今後の主流になると思われる。特に、狭隘なスペース的な制約の中で施工することの多い、ポンプ圧送方式の泥土圧シールドでの掘削土の改質は、排出される掘削土の含水比が高いために、掘進システムの中で改質することが極めて困難とみなされていたが、その改質方法の一つの事例を今回提供できたと考えている。最後に工事を施工するに当りご協力いただいた皆様方に対して深く感謝の意を表すとともに、本報告が同種工事の一助になれば幸いである。