

硬質粘性土における泥土圧シールドの施工実績

相模原市 都市建設局 佐屋 裕之 辻 圭宏
西松建設(株) 関東土木支社 正会員 ○金子 博己

1. はじめに

本工事は、仕上り内径φ2,600mmのシールドトンネル(延長952m)を泥土圧式シールドで施工するものである。ここでは、硬質粘性土における切羽添加材の検討および施工結果を報告する。

2. 工事概要

公共下水道境川第25-Ⅰ雨水幹線整備工事(1工区)は、相模原市南区で発生する浸水被害の解消を目的とする雨水管トンネルである(図-1)。

掘削断面は武蔵野ローム層、立川ローム層といった2種類の関東ローム層が厚く堆積する土層構成となっている。N値は4~27であり下層にあたる立川ローム層は高い値を示す(図-2、図-3)。



図-1 工事場所位置図

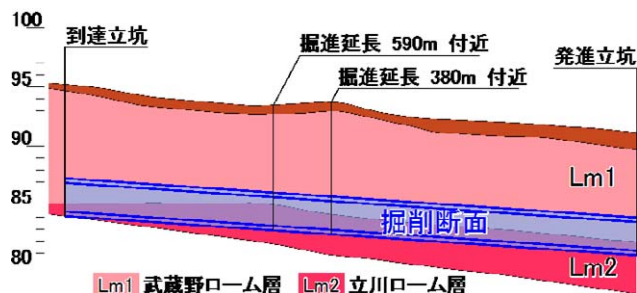


図-2 土質想定図

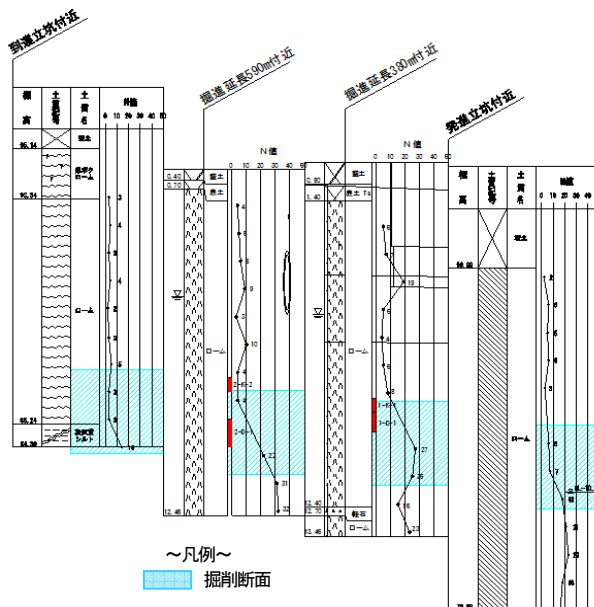


図-3 ボーリング柱状図

3. 切羽の安定と排泥機構

泥土圧式シールドにおける安定した掘進では、掘削土砂をシールドカッター等により攪拌・混練し、チャンバー内に適度な塑性流動性を持った土砂を充満させることが重要となる。塑性流動化した土砂をチャンバー内に充満させることによって、切羽地山の応力解放による地盤変状を抑えると同時に、スクリーコンベヤからのスムーズな排土を行うことができ安定したシールド掘進を可能とする。

4. 課題と対策

一般的に、礫分がほとんどなく、かつ細粒分(粘土・シルト分)が30%以上含まれるような地盤では、掘削土砂を攪拌・混練することで適度な塑性流動性を得られることが多い。細粒分の含有率が30%以下になる地盤では、塑性流動性を得ることが困難となってくる。

本工事の掘削断面は関東ローム層となっている。掘削対象地盤が粘性土の場合、シールド機カッターあるいはチャンバーに注水を行い、粘性土の塑性流動化を促すのが一般的であるが、粘性土の性状によっては水との混練性が悪く、カッタースポーク、チャンバー内およびスクリーコンベヤ内での付着による閉塞を引起すことが予想される。このため、粘性土との混練性を向上させると同時に、付着防止に効果のある切羽添加材(分散剤)について検討を行った。

1. キーワード 硬質粘性土 塑性流動化 切羽の安定 添加材

2. 連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門1丁目20番10号 西松建設株式会社関東土木支社 TEL03-3502-7556

5. 切羽添加材試験および試験結果

(1) 試験方法

試料土に水のみ、および分散型フロータックエイド 4.0kg/m^3 を添加、混練した後、性状を確認する。

(2) 試験基準値および評価方法

① 土砂の状態の目視観察、手触りの確認

周辺機器に抵抗・付着しにくい(写真-1)。

② 添加材混練直後のミニスランプ値の測定

ノンタックホースによる排土であることを考慮し、目標値を $2\sim 8\text{cm}$ とする(写真-2)。

③ ベーンせん断試験器による、土砂のせん断強度の測定※

ノンタックホースによる排土であることを考慮し、せん断強度 $1.0\sim 2.0\text{kPa}$ を目標値とする。

※) ベーンせん断試験：粘性土のせん断強度を計測する際に用いられる。ベーン(羽根)の最大回転モーメントより混練土砂のせん断強度を計測する(写真-3)。

(3) 試験結果

試験結果を、表-1、表-2に示す。



写真-1 手触りによる評価方法

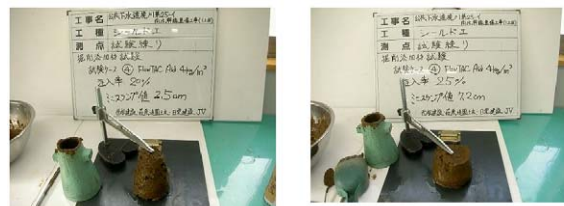


写真-2 ミニスランプによる評価方法



写真-3 ベーンせん断試験による評価方法

表-1 水を添加する場合

加泥材配合	水			
	0% (原泥の確認)	20%	30%	40%
ミニスランプ値	0.0cm	—cm	—cm	4.0cm
ベーンせん断値	>6.82kPa	5.80kPa	2.90kPa	1.21kPa
評 価	握りしめると固く、塑性流動化していない。 チャンバ内閉塞が懸念される。	握りしめると固い。塑性流動化不足である。	20%に比べ、柔らかくはなっているものの、握りしめると固い。塑性流動化不足である。	握りしめると柔らかく、塑性流動化しているが、しばらく静置していると水と土砂の分離が見られた。
	×	×	△	○

表-2 フロータックエイドを添加する場合

加泥材配合	フロータックエイド 4.0kg/m^3		
	5%	10%	20%
ミニスランプ値	—cm	2.0cm	—cm
ベーンせん断値	5.63kPa	1.21kPa	—kPa
評 価	握りしめると固い。塑性流動化不足である。	握りしめると柔らかく、塑性流動化している。静置しても分離は見られない。	目視でも非常に柔らかく、明らかに過剰添加である。掘削時の噴発が懸念される。
	×	◎	×

(4) 考察

水のみを添加した場合、注入率30%で良好な結果が得られた。しかし、しばらく静置していると水と土砂の分離傾向が認められた。試験結果より、本工事では、切羽添加剤をフロータックエイド 4.0kg/m^3 、計画注入率10～15%とした。

6. 施工実績

一度チャンバー内で付着による閉塞が起きてしまうと、閉塞を解除することが難しいと考えたため、計画注入率よりも高い値から掘進を開始した。掘進を進めながら徐々に注入率を下げ適性な注入率になるよう調整を行った。その際付着による閉塞が起きている場合にはカッターモータのトルクが上昇することが考えられたため、カッター電流の値および排土状況を確認した。徐々に添加材の注入率を下げるにしたがいカッター電流が上昇していることが確認された(図-4)。これは、添加剤が土砂を塑性流動化を促し、スムーズな排土に効果を発揮しているためであると考えられる。施工実績よりこの掘削断面に対しての適性な添加材注入率は、19%前後であると考えた。

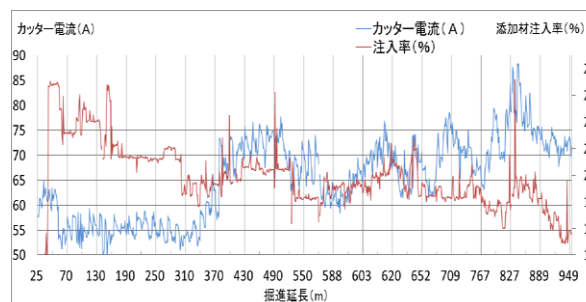


図-4 添加材注入率とカッター電流の関係性

7. おわりに

泥土圧シールドにおいて重要な、チャンバー内掘削土砂の塑性流動性を評価する手法は確立されていない。本工事では、ミニスランプ試験やベーンせん断試験による塑性流動性の評価を試み、ある程度の相関を得たが、手触りによる感覚で評価しているのが実態である。掘削断面より採取した土を用いてこれらの試験を実施することで、現場に適した添加材の種類と注入率を設定し、円滑に掘進をすることができた。今後、塑性流動性の評価方法を確立するためには、掘削断面より採取した土で掘削前に試験を行うこと、掘進途中で実際の排土を用いて試験を繰り返すこと、および新しい試験を検討する必要があると考える。