

大深度かつ長距離推進工法の設計段階における リスク予測と回避策

横浜市 ○五十嵐 瞭介

1. はじめに

近年、下水道の整備計画水準を超える局地的な集中豪雨の頻度が高まっており、市民生活や都市機能に影響する浸水被害が発生している。

横浜市では、浸水対策の考え方の一つとして、浸水被害を受けた地区を重点的に整備することとしており、目標整備水準に対する浸水被害の解消に向け、計画的かつ着実に雨水管整備を進めているところである。

横浜市における目標整備水準は、地盤高の高い自然排水区域において、5年に一度の降雨（1時間あたり約50mm降雨）を目標整備水準としており、本稿で紹介する瀬谷区瀬谷地区についても自然排水区域に位置している。本稿では、浸水被害軽減を目的とした雨水管整備工事（瀬谷支線）の事例紹介として、設計段階におけるリスク予測と回避策について述べる。

2. 整備計画

（1）事業目的

今回整備対象となる瀬谷区瀬谷地区は、本市郊外部に位置し、大和市との市境の境川に接した住居地域である。先に述べたように、当該地区は自然排水区域に位置しているものの、降雨時に境川の水位上昇の影響を受けやすいため、過去には平成26年6月、平成26年10月、平成30年3月の大雨時に、計100戸以上の浸水被害が発生している。

（2）工事概要

本工事の設計条件を右に示す。

整備計画では、平面線形について、取込み対象流域の中央に位置する主要地方道横浜・厚木線（以下、厚木街道）を選定した（図-1）。厚木街道は、横浜市と大和市を結ぶ交通の要衝であり、さらに瀬谷支線が瀬谷飯田雨水幹線に接続する瀬谷四丁目交差点は、厚木街道と環状4号線が交差するため、交通影響に十分配慮して計画する必要があった。

また、縦断線形については、上流の雨水管の取込み深度、管路通過時に交差する既設の瀬谷飯田污水幹線との離隔を考慮し、高土被り（土被り14.7～26.6m）となる縦断線形を選定した。

工法選定にあたっては、事前の土質来歴調査結果より粒径500mmを超える玉石の介在を確認しており、かつ、延長543.9m等の施工条件を満たす推進工法およびシールド工法に絞って比較検討した結果、発進・到達立坑用地の省スペース化と経済性に優れている「泥水式推進工法」を選定した。

表-1 設計条件一覧

取込み対象流域: 28.15ha	土質条件: 玉石混り砂礫層（最大礫径550mm）
呼び径: 2000mm	土質強度: N値50以上
勾配: 1.0‰	一軸圧縮強度: 192.3～242.2MN/m ²
施工延長: 543.9m	最大曲線半径: R=250m (2箇所)
土被り: 14.7～26.6m	



図-1 平面線形

3. 想定されたリスクと回避策

(1) 磯・玉石のくい込みによる推進管破損

磯・玉石等が推進管と地山の間に食い込みながら前方に押された場合、「くさび作用」によって推進管に集中荷重がかかり、最悪の場合、推進管が破損し、管内に地下水が浸入するおそれがある。

回避策として、推進管のグラウト注入孔のくぼみが、特に磯の引掛けを起こしやすいため、当該部に蓋を装着し、グラウト注入孔を防護することで、くい込みリスクを低減する対策を講じた。

(2) 長距離施工による掘進機面板やビット損耗

磯・玉石地盤では掘進機のビットが損耗し、管の軸方向耐荷力を超過するまで推進抵抗力が増大した場合、推進管が破損するおそれがある。

回避策として、本工事のような長距離施工の場合、ビットの耐久性だけでは対処できないことから、ビット交換により損耗リスクに対処した。大深度（大土被り）かつ交通量の多い施工条件下では、ビット交換用の立坑築造は現実的ではないため、掘進機内部からビット交換が可能な推進工法を選定した。

(3) 大深度（高水圧）によるバッキング

初期掘進時は、掘進機前面作用力が「地下水圧・土圧> 推進管の周面摩擦力」となるため、地中の掘進機と推進管が立坑側に押し戻され、発進立坑の止水ゴムを反転させる等、バッキング現象の発生が想定される。

回避策として、バッキングの発生が想定される推進管の範囲を、計算により決定し、当該範囲については、立坑の推進架台から反力を取れるよう、推進管にブラケットを取付け、バッキング防止の措置を講じた。

(4) 非開削工事による路面下空洞化

昨今、シールド工事に起因する陥没事故が頻発しており、社会的にもその関心が高まっている。本市でも、令和2年6月に新横浜駅付近の市道環状2号線が陥没したことを受け、非開削工事について、より一層の路面下空洞化への配慮が強く要求されている。

回避策として、万一、推進工事後に空洞が発見された場合を考慮し、推進工事との因果関係を明確にするため、事前に地表面下1.5mまでの空洞調査（一次調査）を探査車にて実施した。結果として、空洞・陥没は発見されなかった。また、施工後においても継続的な経過観察が重要であるため、掘進前後で路面計測を実施し、空洞が生じていないことを確認した。

4. 想定外のトラブル事例と善後策

(1) 掘進速度の低下

発進後約15mまで順調に掘進を進めていたが、その後カッタトルクが上昇し、掘進速度が低下した。これは、排土の土砂状況および掘進状況から、従来想定していた玉石砂礫層と異なり、玉石・磯の減少および粘性土の増加により、切羽切削能力が低下し、面板開口部での取込み不良が発生したことが要因と考えられた。本工事で到達までに2回（200、400m地点）のビット交換を計画していた。1回目のビット交換地点（200m）でビット交換のために機内マンホールを開けた際、チャンバ内および面板開口部が粘土で閉塞していることが確認され、ローラビットのチップは健全であったものの、ローラビット母材が激しく摩耗していた（写真-1）。

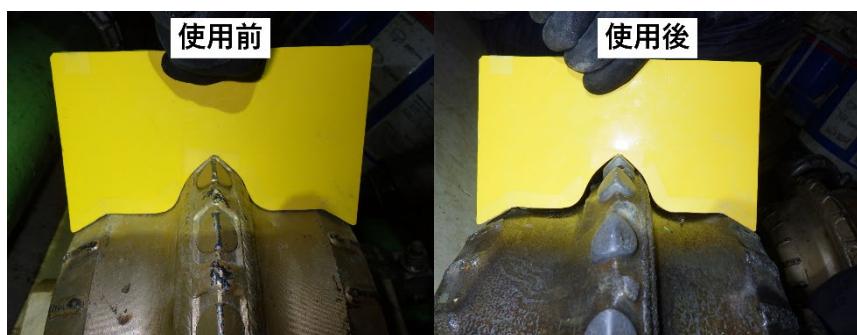


写真-1 ローラビットの摩耗状況

(2) 善後策

掘進速度の低下対策として以下の2つの善後策を講じることで掘進速度を回復することができた。

1) 超高圧噴射設備の設置

- ・チャンバ内に超高压噴射設備を設置することで、粘性土の面板背部に付着した土砂の除去および付着防止を行い、掘削土を良好に取込むことを目的とした(図-2)。
- ・面板開口部が確保できるため、送泥水が切羽で還流し掘削能力が改善される。

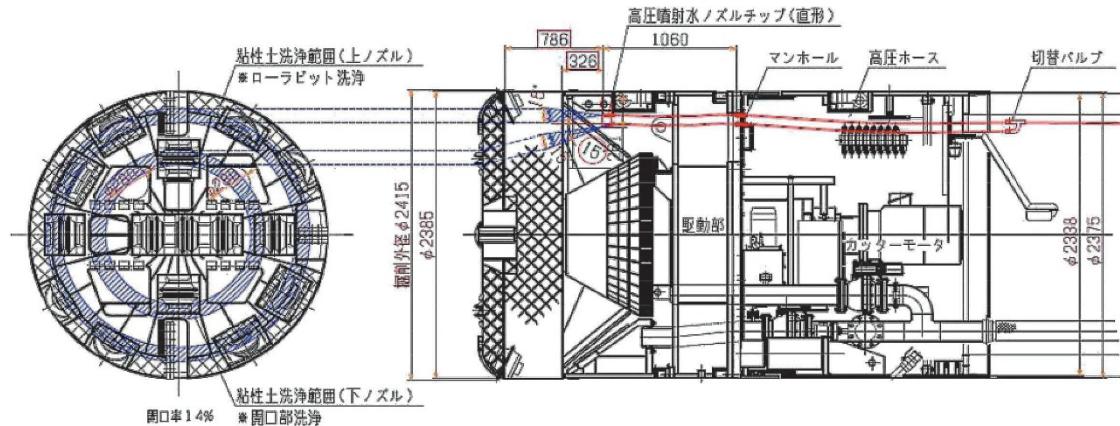


図-2 チャンバ内超高压噴射設備

2) 追加ポンプの設置

- ・追加ポンプを設置しチャンバ内の還流流量を増加させることで、面板開口部から取込まれた粘性土がチャンバ内で滞留・付着することなく、地上の泥水プラントへ排泥できる(写真-2)。

5. おわりに

推進工事は、都市インフラの発展に不可欠な技術であり、の需要は今後も高まる予測される。しかし、工事が進行する中で様々なリスクが存在し、事前の対策だけでなく、想定外の事態にも迅速に対応するための準備が重要である。

地盤調査や機械メンテナンスといった基本的なリスク管理

はもちろんのこと、想定外のトラブルに対しても柔軟な対応力を持つことが求められる。今後、推進工事技術のさらなる発展とともに、リスク予測技術の精度も向上し、安全で効率的な工事が実現されることが期待される。



写真-2 追加ポンプの設置

問合せ先：横浜市下水道河川局管路整備課 五十嵐 照介

〒231-0005 横浜市中区本町6丁目50番地10

TEL: 045-671-3980 E-mail: ry00-ikarashi@city.yokohama.lg.jp