

想定外の玉石層出現への対処実績

西松建設(株) 関東土木支社 正会員 栗田 武弘

1. はじめに

本工事は、海底の安定した地質(固結シルト層)に設置する新設の下水道管(セグメント外径φ3,950mm, 施工延長1,896m)を泥水式シールド工法にて築造するものである。施工前のボーリング調査では均質な固結シルトであり、玉石の存在は確認されていない。本稿では、海底下で出現した想定外の玉石層掘削の実績について報告するものである。

2. 工事概要

南部処理区新磯子幹線下水道整備工事は昭和30年代に整備された既設汚水幹線の老朽化・地震対策として、代替の幹線となる新磯子幹線を泥水式シールド工法により整備するものである。

シールドは全線に渡りN値50以上の固質シルト層内を掘進する。海底部では固結シルト層が深く落ち込み、土丹層上端はTP-35mから37mに位置する。

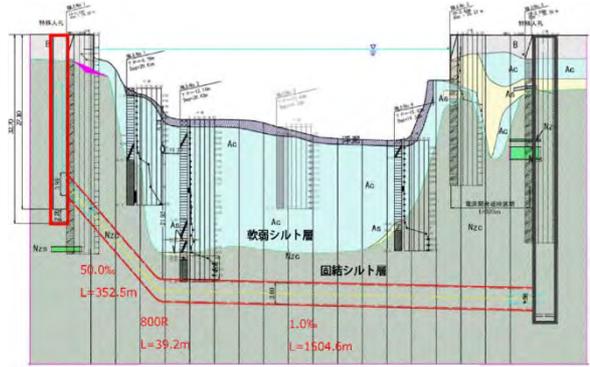


図-2 土質断面図



図-1 現場位置図

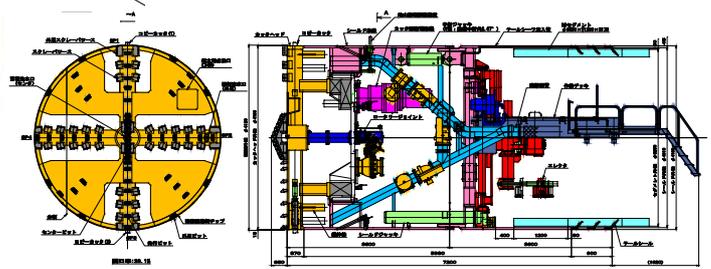


図-3 シールドマシン図

3. 玉石出現とその対策

3.1 概要

シールド路線上に玉石の出現を想定していなかったため、シールドマシンおよび泥水輸送設備については、玉石を対象とした仕様にしていなかった。一般的に礫径50mm程度の小さな礫は、配管、流体ポンプを通過して地上の一次処理まで圧送される。しかし100mm程度の礫になると流体ポンプを閉塞し、150mm程度の礫では配管やボールバルブを閉塞する可能性が高い。当現場においても、写真-1に示す通り、流体ポンプおよび配管で礫の閉塞が発生した。



(ポンプに閉塞した礫 φ100~200mm)



(ポンプ内の閉塞状況)



(配管内の閉塞状況)

写真-1 玉石による閉塞状況

キーワード 泥水式シールド工法 玉石出現 固結シルト掘削 流体ポンプ閉塞

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-1-18 ヒューリック虎ノ門ビル3F 西松建設株式会社 関東土木支社 TEL. 03-3502-7556

表一 玉石による閉塞の概要図

1 回 目	発生日時	平成28年2月19日(昼勤)	T.D.780m 付近より 20m 区間	No.645 リング	礫径 ϕ 100mm
	発生状況	小さな礫が増え始めたが、掘進速度を落とすことなく掘進していたが、流体輸送が不能となった。			
	トラブル内容	P7ポンプのケーシング内に玉石がつまり、流体が通過できない状況となっていた。(閉塞6回)			
	主な原因	発生礫径が ϕ 100mm に対して、P7ポンプの通過可能礫径が ϕ 70mm 程度であった。			
2 回 目	対策	<ul style="list-style-type: none"> ・P7ポンプのフロントカバーを外して閉塞したズリを撤去した。 ・配管内での礫の沈降による閉塞を防止するために、泥水比重を 1.1 から 1.17 に上げた。 			
	発生日時	平成28年3月8日(昼勤)	T.D.940m 付近より 45m 区間	No.769 リング	礫径 ϕ 200mm
	発生状況	排泥管(8inch)での閉塞が頻発し、排泥ポンプを逆送運転しても閉塞を解除できなくなることが頻発した。P7ポンプの閉塞も頻発			
	トラブル内容	1回目とは違い、明らかに礫径が大きく、排泥管(8inch,6inch)での閉塞が頻発した。			
3 回 目	主な原因	シールドマシンおよび泥水輸送設備に礫破碎機能(又は礫取り込み制限)は無く、排泥管径以上の礫を取り込んだ。			
	対策	784リング(閉塞から15リング後)からPDポンプ前に礫取り箱(スリット75mm)を設置して配管に流入する前に礫を取り除いた。 しかし、礫取り箱の清掃頻度が多くなり進行が出ず、破碎設備(ロータリークラッシャ)を追加装備			
	発生日時	平成28年6月4日(昼勤)	T.D.1,320m 付近より 40m 区間	No.1,103 リング	礫径 ϕ 200mm
	発生状況	流体輸送が不能となった。			
3 回 目	トラブル内容	<ul style="list-style-type: none"> ・機内バイパス運転は可能であったことから、機内バイパスより切羽側での閉塞と予想される。 ・チャンパーからクラッシャ入口間の配管が閉塞 ・木片および土丹の塊によるクラッシャ内部閉塞 			
	主な原因	排泥用機内ボールバルブ(8inch)部での閉塞(大型ボールバルブは、構造上、内部に段差ができるため、閉塞しやすい)			
	対策	<ul style="list-style-type: none"> ・排泥用機内ボールバルブを分解し、閉塞した礫を撤去した。 ・クラッシャ閉塞時は、分解し清掃を行った。 ・予備排泥管(10inch)を利用して排泥を行った。(スペースの関係上、機内バイパスは撤去し、蓋をした) 			

3. 2 玉石層掘進に対して課題と対策

(1) 第1回礫層区間

流体輸送ポンプのインペラ数は礫層掘進を想定していなかったため、通過粒径の違う2枚羽根と4枚羽根が混在していた。中継ポンプ以前が2枚羽根であったため、そこまで殆どどの礫が輸送されてしまいその対処に労力を費やした。

(2) 第2回礫層区間

第1回目と違い礫の粒径が大きく各所で閉塞する現象が多発した。その対処に多大な時間を費やすことから、当初礫取り箱を機内排泥管とNo.1 台車間に設けたが、出現する礫が大量なためにPDポンプをクラッシャに変更し20mm/分で掘進を行った。礫層区間は片番4リングで進み、固結シルト層に変化してからはジャッキスピードを30mm/分とし、片番5リングの施工が可能であった。

(3) 第3回礫層区間

これまで出現した玉石よりも大径な物が出現し、バルクヘッドから20cm 入った排泥管内で閉塞を起こした。あらゆる閉塞解除を試みるが玉石は除去できなかった。そこで8inch 排泥管からの取り込みを断念し、10inch 予備排泥管に切り替え排泥を行うこととした。10inch の予備管取入口の位置は、8inch の排泥管の取入口より1,200mm 上方に位置しているため、礫を円滑に取り込めない可能性があった。また、機内スペースの関係上予備排泥管を使用する場合、機内バイパス配管は接続できない。バイパス運転は後続台車内のバイパスバルブのみとした。掘進再開当初は礫溜りを排出する関係でジャッキスピードは10mm/分であったが礫が少なくなるにしたがって進捗が伸びた。

4. おわりに

シールド工事においては想定外の障害物出現はまれに起こる。今回は礫層と固結シルト層をクラッシャで対応し、スプリングライン付近の予備排泥管に切り替え、機内バイパス装置を取り外しながらも流体輸送を到達まで行うことができた。本工事での実績が今後同種トラブルの解決に寄与できれば幸いである。

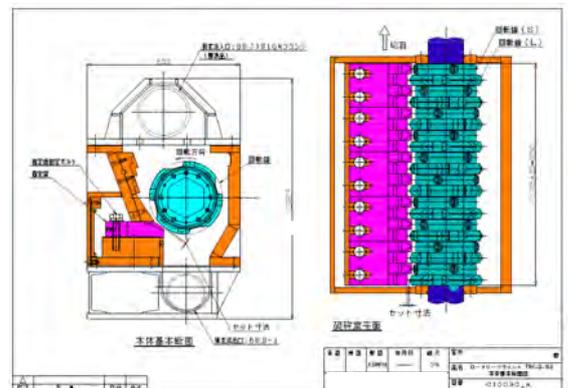


図-4 クラッシャ構造図



写真-2 予備排泥管への変更状況