

R C セグメントを使用した小口径・長距離泥水式シールドの砂礫地盤施工報告

戸田建設(株) 正会員 ○篠原賢至、天竺晃、松原剛

1. はじめに

本工事は、工業用水の耐震化および現在の管のメンテナンスを進めるためのバイパス管布設工事である。

表 - 1 工事概要

表 - 1 の工事概要に示すとおり、本工事は掘削外径 ϕ 1930mm、掘進延長 2823m の小口径・長距離泥水式シールド工事である。小口径シールドではあるが、地下水中の塩分によるセグメントの腐食を防止し耐久性を向上させるため R C セグメントが採用され、その結果、切羽におけるセグメントの荷下ろし・組立が課題となった。さらに、シールド掘進地盤には、粘土層と粗石混じり砂礫層の出現が予測され、これへの対応が課題となった。本報告書では、このような厳しい条件下において施工したシールド工事について報告する。

工 事 名 称	配水管布設工事 ϕ 900 (バイパス・高石市～泉大津市)
路 線 延 長	L=2837m
掘 進 延 長	L=2823m
掘 削 外 径	ϕ 1930mm
セグメント種別	R C セグメント
セグメント外径	ϕ 1800mm
セグメント内径	ϕ 1550mm
曲 線 区 間	R=350m 2箇所 R=500m 8箇所
勾 配	2‰(下り)
土 被 り	24.3m～32.7m

2. 技術的課題

本工事での技術的課題は、以下の2点である。

1) 切羽での R C セグメントの荷降ろし・組立

外径 ϕ 1800mm の R C 標準セグメントは5分割である。5分割では1ピースあたりの弧長が長くなる。内径 ϕ 1550mm の狭い坑内では、切羽での荷降ろしの際に油圧ホース、後続台車との接触により、セグメントに欠けが生じたり、設備に損傷を与える可能性が高くなる。

2) シールド機面板形状および砂礫層への対応

シールド掘進地盤は、洪積粘土層、洪積砂層および洪積砂礫層と多種の層が出現する地盤である。洪積粘土層はN値が15以上の固結粘土である。また、洪積砂礫層の最大粒径は70mmであり、粒径210mmの粗石の発生が予測された。



写真 - 1 R C セグメント

3. 対 策

1) 切羽での R C セグメントの荷降ろし・組立

作業性を確保するために、1 リング6分割とし、かつセグメント内面の弧長を全て同じ長さとした(等6分割セグメント)(写真 - 1)。

2) シールド機面板形状および砂礫層への対応

泥水式シールド機の面板開口率は一般的に10～30%である¹⁾が、粘性土区間での面板閉塞および掘削土砂の取込み不良による進捗の低下を防止するために、面板開口率をできるだけ大きくすることが必要であると考え、35%とした(写真 - 2)。

砂礫層区間では、粒径210mmの粗石に対する対応能力が必要であり、以下の対策を講じた。

キーワード：泥水式シールド、小口径、長距離掘進、R C セグメント、粗石

連絡先 (550-0005 大阪市西区西本町1-13-47 新信濃橋ビル Tel:06-6531-6840 Fax:06-6531-6686)

）シールド機からコーンクラッシャーまでの排泥管径を、設置可能最大径であるφ200mm とした。なお、排泥管径を大きくしたことにより生じる泥水流速の低下は、循環ポンプ（P0 ポンプ）の設置により対応した。

）面板スリットからの取込み可能礫径は、排泥管径の1 / 3 程度（約φ70mm）とすることが一般的である²⁾。しかし、面板開口率の減少により粘土地盤での取込み不良が発生しないこと、および排泥管内で礫が閉塞しないことを考慮して、取込み可能礫径をφ110mm までとした。

）取込んだ礫を流体輸送可能な礫径に砕くために、後続台車に横型コーンクラッシャーを装備した。仕様を表 - 2 に示す。最大破碎可能礫径はφ120mm であり、取込み可能礫径を満足する。取込まれた礫は、φ22mm 以下の礫径まで破碎され流体輸送される。

）粒径 200mm 以上の粗石の発生に対応するため、ローラーカッター（2 枚刃、チップインサート）を2 基装備した。

4．結 果 及 び 考 察

1）等6 分割セグメントの使用について

等6 分割セグメントの使用は、切羽でのセグメントの取扱いを容易とし、作業性の向上につながった。このことは、セグメント取扱いに起因する油圧ホースおよび後続設備等の損傷が生じなかったことから、有効であったと判断できる。

反面、1 ピース増加したことにより、セグメントの荷降ろし時間および組立に要する時間の増加につながった。1 リングあたり約5 分増加したと考えられ、方番約5 0 分、つまり1 リングの進捗の遅れとなった。

2）面板形状および砂礫層への対応について

面板開口率を3 5 %としたことにより、粘性土区間の掘進においても砂礫層と同等の進捗を得られた。また、取込み可能礫径の制限、φ200mm 排泥管の使用およびクラッシャーの装備については、排泥管の閉塞が生じなかったことから有効であったと判断できる。一方、ローラーカッターの装備については、外周部に装備したローラーカッターが偏摩耗を生じていた（到達時に確認）。このことから、ローラーカッターとしての機能を果たしていなかった可能性が高い。

5．おわりに

小口径かつ長距離のシールド工事では、事前に様々な対策を検討し掘進に臨むことが重要不可欠である。一度、設備の故障、配管の閉塞等が生じた場合には、長期間停止を余儀なくされることが多い。小口径であるがために、思うように修理、改造ができないためである。

本工事では、事前に様々な検討を実施し施工を行った。この内、セグメント形状、礫対応については対策の有効性を確認できた。

今後、公共投資の減少が継続される時代において、小口径、長距離のシールド工事が大きな割合を占める時代が来ると考えられる。作業員の労働環境条件は悪化の一方であるが、必要不可欠な工事を行うことも我々の使命である。

本工事で実施した結果が、今後のシールド工事に有効に利用されることを期待する。

参考文献：1)シールド工事の施工に関する Q & A：日本トンネル技術協会「トンネルと地下」,pp143～146,2008.2

2) シールド工事の施工に関する Q & A：日本トンネル技術協会「トンネルと地下」,pp449～452,2008.6

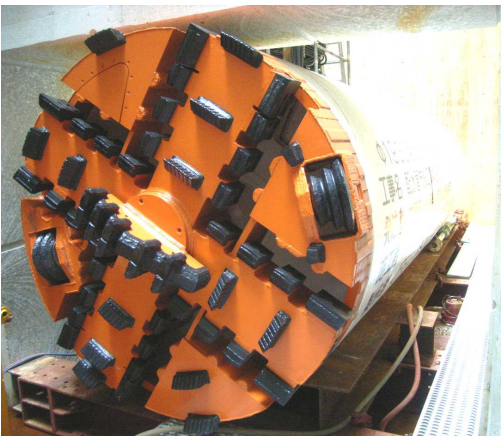


写真 - 2 シールド機面板

表 - 2 コーンクラッシャー仕様

型 式	横型コーンクラッシャー
寸 法	(H)805mm×(W)620mm×(L)2515mm
本 体 質 量	2200kg
最 大 破 碎 礫 径	φ120mm（球円状）
破 碎 処 理 後 粒 径	φ22mm～φ13mm（球円状）