

連続する急曲線施工におけるセグメントの施工時荷重対策

安藤ハザマ 正会員 ○石堂 暁, 清水 真人
福岡県那珂県土整備事務所 土井 拓郎
安藤ハザマ・大豊・環境施設特定建設工事共同企業体 嶋田 尚正, 藤野 紘治

1. はじめに

二級河川御笠川水系高尾川において、近年床上浸水被害が頻発している。本工事は、浸水被害の早期軽減のため限られた期間での確実な事業効果発現を目的とした地下河川築造による浸水対策事業である。用地買収の難航などによる遅延リスクを少なくするため、地下河川のルートは、幅が狭く両側に家屋が密集した曲がりくねった河川区域内に収めるルートが選定された。そのため、連続する急曲線（R=16m～60m，27箇所，最小R/D=2.6）を含んだ、難易度の高い工事であった。シールドトンネルの通過地層は、全線にわたって分布する風化花崗岩（N 値 50～300（換算値）、一軸圧縮強度 0.8～3.4N/mm²，岩級区分 DH 級を主体，一部 CL 級）を主体としており，発進立坑から到達立坑まで一様に分布している。本稿では，R/D<3 で非常に厳しい施工条件とされる連続するシールド急曲線施工において，トンネル外径 6,000mm（仕上がり内径φ5,000mm）における，セグメントの施工時荷重対策について報告する。

2. 工事概要

工事名称：高尾川地下河川築造工事
企業者：福岡県那珂県土整備事務所
施工者：安藤ハザマ・大豊・環境施設特定建設工事共同企業体
工事場所：福岡県筑紫野市紫2丁目外
工期：平成28年12月20日 ～ 令和2年7月31日
工事内容：一次覆工：泥土圧シールド工，外径φ6.0m，延長1034.133m 他
二次覆工：仕上がり内径φ5.0m（別途工事）
工事の特徴：①連続する急曲線シールド掘進（R=16m～60m，27箇所，最小R/D=2.6）

- ②河川直下での低土被りによるシールド掘進（H/D=2以下，最小土被り9.27m）
- ③全線にわたって分布する風化花崗岩を掘進する岩盤シールド

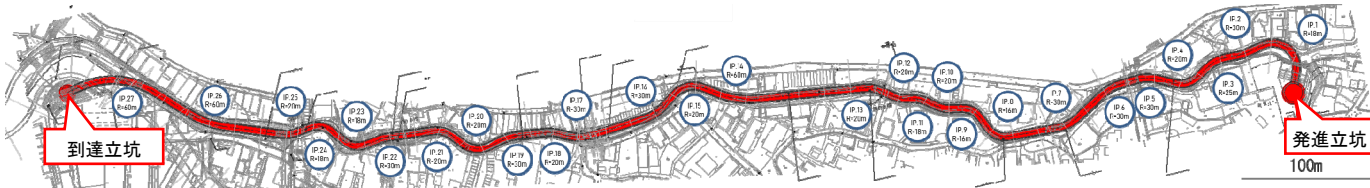


図-1 路線平面図

表-1 急曲線箇所数

曲線半径 R(m)	箇所数	R/D
16	2	2.6
18	4	3.0
20	10	3.3
25	1	4.1
30	7	5.0
60	3	10.0
計	27	-

※トンネル外径 D=6.0mとして算出

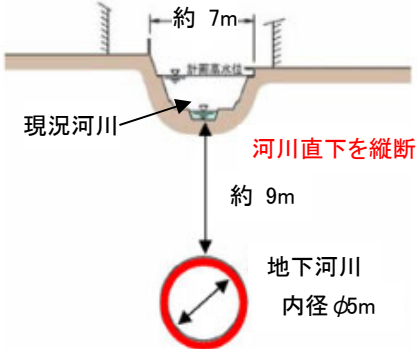


図-2 標準断面図

キーワード 高尾川，急曲線，セグメント，施工時荷重，風化花崗岩

連絡先 〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20 (株)安藤・間 建設本部 土木技術統括部 技術第一部 TEL：03-6234-3671

表-2 セグメントの仕様

セグメント種別	対応する曲線半径	外径 (mm)	縮径量 (mm)	桁高 (mm)	幅 (mm)
RC	直線	6000	0	300	1000
鋼製	R60以上	6000	0	225	500,1000
鋼製	R30	6000	0	225	300
鋼製	R25	5980	10	215	300
鋼製	R20	5980	10	215	300
鋼製	R18	5970	15	210	300
鋼製	R16	5920	40	185	300

3. 急曲線施工時のセグメントへの対策

3. 1 急曲線施工時の課題

本工事のシールド線形は、 $R/D=2.6$ ($R=16m$) をはじめとした非常に厳しい急曲線が連続しており、連続する急曲線施工により線形の逸脱や蛇行修正の度合い・頻度が通常の急曲線施工より増加する。そのため、シールドテールとセグメントの競り、シールドジャッキの片押しや偏心量が増大した状態でのジャッキ推力の作用など、施工時荷重の影響増大が課題であった。なお、シールド機への対策については別稿にて報告する。

3. 2 急曲線施工時の対策

想定される施工時のリスクおよび、実施したセグメントへの急曲線施工時荷重への対策内容を以下①～③に示す。

- ①テールシールからの出水等のトラブル防止や急曲線施工のため、各曲線半径に合わせテールクリアランスの確保が可能であり、かつ可能な限り外径を大きくした縮径セグメントを使用した。表-2 にセグメントの仕様一覧を示す。
- ②表-2、図-3 に示すとおり、各曲線半径に合わせた縮径量を設定しており、ジャッキ偏心量の増大等の影響によるセグメントの破損を防止するため、施工時荷重を考慮したトンネル軸方向・横断方向の構造解析を実施し、鋼製セグメントの縦リブ、リング継手および主桁を補強した。また、この検討にもとづいたジャッキ推力の上限値を設定し、施工管理値に反映した。図-4、5 に急曲線施工時の施工時荷重に対するセグメントの構造安定判定図を示す。
- ③急曲線施工の影響を受けやすい急曲線区間の前後 1 機長分 ($L=8.0m$) は、トラブル発生時に対応しやすい鋼製セグメントを配置することで、急曲線前後での施工時の影響を緩和した。

4. まとめ

上記対策を実施した結果、急曲線部において鋼製セグメントの破損や変形、漏水などは発生せず、線形確保および一次覆工の品質向上に寄与することができた。ただし、縮径に伴うテール内への裏込め材の浸入・固結により、RC セグメントの一部損傷やテールシールの交換が必要となり、今後の急曲線施工の課題である。本事例が今後の類似工事の参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) 田浦康司：高尾川における地下河川の整備について、第 17 回都市水害に関するシンポジウム，2018.11

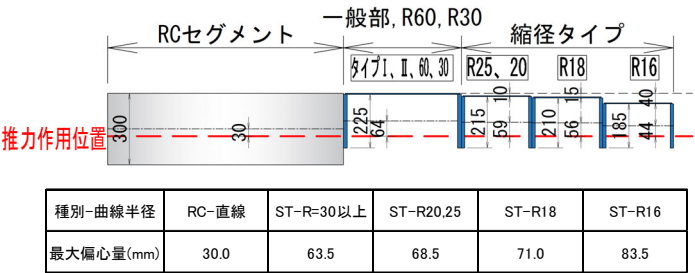


図-3 各セグメントの縮径量および偏心位置関係

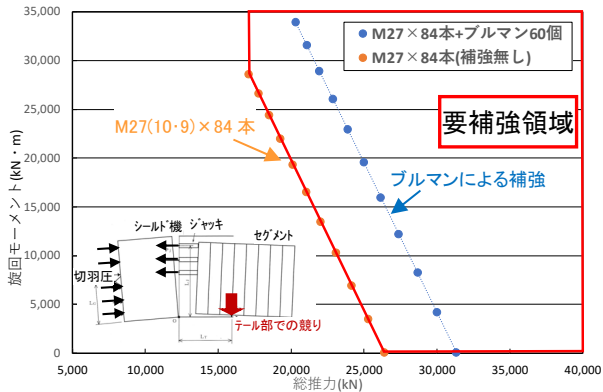


図-4 競り荷重に対する構造安全判定図

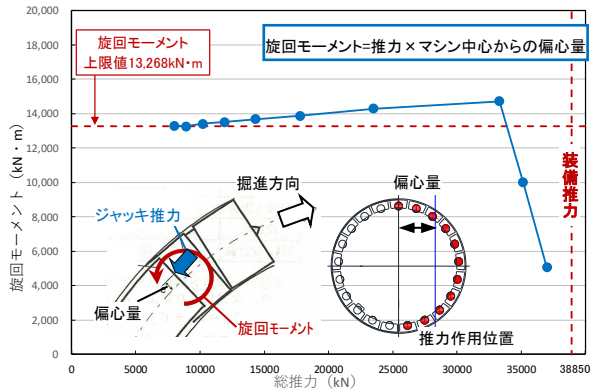


図-5 推力と回転モーメントに対する構造安定判定図

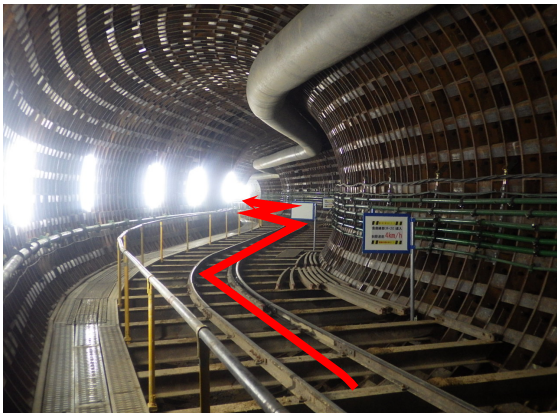


写真-1 連続曲線区間(R=20m→18m→20m→20m)