

低強度地山のⅡ期線非常駐車帯トンネルの力学挙動特性

西日本高速道路(株)関西支社和歌山工事事務所 信永 博文
 西日本高速道路(株)関西支社和歌山工事事務所 正会員 山中 慎也
 清水建設(株)関西支店川辺第一トンネル作業所 正会員○木村 厚之

1. はじめに

TBM 避難坑施工時に、TBM 坑は崩落、リング支保工と厚肉モルタル吹付け、空洞充填工などの補強工で TBM 坑の安定を確保している低強度 DⅡ地山を拡張掘削するⅡ期線トンネル工事である。この DⅡ地山の非常駐車帯区間の施工では、曲面切羽の全断面早期閉合法を採用して、Ⅱ期線トンネルと車道避難連絡坑交差部の力学的安定を確保、施工を確実にしている。ここでの計測データから、全断面早期閉合法による非常駐車帯断面早期閉合パターンの力学挙動特性に関する知見が得られたので報告する。

2. トンネル概要

川辺第一トンネルは、川辺 IC と広川南 IC 間に位置し、湯浅御坊道路 4 車線化事業で最初に施工されるⅡ期線トンネルである¹⁾。掘削断面積は 70~89m²、トンネル延長が 2641m の 2 車線トンネルで、Ⅰ期線を供用しながらこれに併設するφ4.50mTBM 避難坑を爆破方式で拡張掘削して、上り線として建設される。トンネル中心離隔は 30m、TBM 坑断面を除く非常駐車帯掘削断面積は 92.3m²である。

3. 非常駐車帯トンネル構造概要

崩落区間 STA. 228+25~STA. 227+99 は、大規模 DⅡ地山を想定し、非常駐車帯断面の早期閉合パターン DⅡcL を採用する(表-1)。

区間延長 32.2m の内、中央の 8.7m 間は開口し、車用避難連絡坑が接続する。掘削補助工は、掘削素掘り面の自立確保から、岩盤固結の注入式長尺先受け工を併用する。この土被り高は、h=330~350m である。

4. 施工方法と計測工

全断面早期閉合法による TBM 坑拡張掘削である。早期閉合施工単位は Lc=3m、早期閉合距離は Lf=6m である。1 掘進長を 1m とする全断面掘削と 3m 単位の早期閉合は、交互施工である(写真-1)。切羽鏡形状は、鏡掘込み長を一掘進長 L の 2 倍を目標とする Ls=2L の安定形状の曲面切羽を施工目標とする。切羽作業の安全確保から、鏡吹付けを併用する。

計測工は A, B を実施し、トンネル変形挙動特性と力学的安定性を把握、適用性を評価する。計測工 A 断面はトンネル進行方向 10m 間隔に設け、計測工 B 断面は STA. 228+18.1 に設ける。測点配置は図-1 に示す。

キーワード：Ⅱ期線トンネル、低強度地山、曲面切羽、全断面早期閉合法、非常駐車帯

連絡先：〒649-1325 和歌山県日高郡日高川町中津川 1357-2, Tel. 050-5578-4792, ayuki.kimura@shimz.co.jp

表-1 早期閉合パターン諸元

支保パターン		DⅡ cL
区間延長 (m)		32.2
想定地山強度比 Cf (-)		1.0～2.0
一掘進長 (m)		1.00
変形余裕量 (cm)		0
支保 構造	吹付け厚 (cm)	20
	圧縮強度 (28day)	36N/mm ²
	鋼アーチ支保工	HH-154
	ロックボルト工	L=4m, 290kN
早期 閉合 構造	早期閉合部材	上下半と同様
	構造半径比 (r3/r1)	2.00
	早期閉合距離 Lf (m)	6
覆工厚 (cm)	アーチ・側壁	40
	インバート	40

○：吹付けコンクリート応力測定、鋼製支保工応力測定
 △：ロックボルト軸力測定 (0.5, 1.0, 2.0, 3.0m)

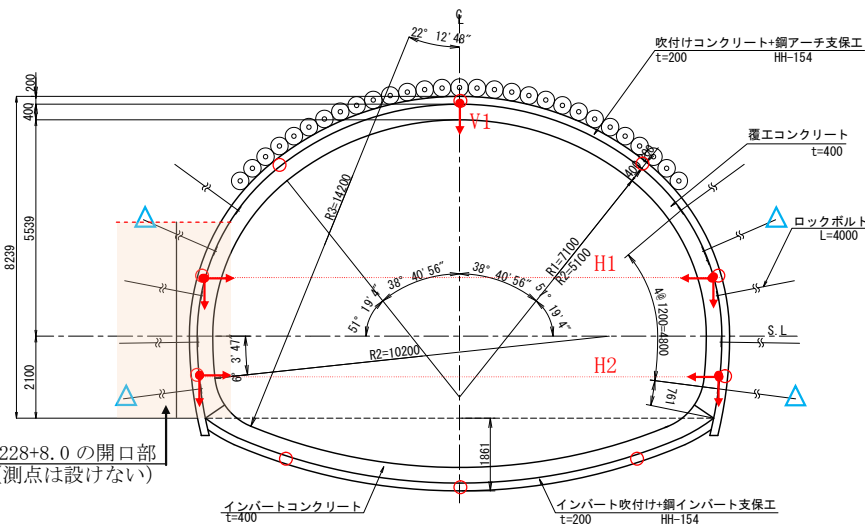


図-1 非常駐車帯断面早期閉合 DⅡcL パターンと計測工 A, B 測点

5. 地山状況

大規模 DII 地山の地質は、脆弱な頁岩が分布する。切羽湧水はない。早期閉合 DII cL パターンの切羽評価点の平均は 21.4 である。この前後地山は 25 以上であり、標準 DI b パターンの施工である。計測工 B 断面近傍の切羽評価点は 22.5 である(図-2)。

6. 非常駐車帯トンネル挙動特性

・標準区間 DI b の天端沈下 V1 は最大-3.5mm の沈下であり、非常駐車帯 DII cL は最大-7.0mm の沈下である。DI b の下半内空変位 H2 は最大-8.5mm の縮小、DII cL は最大-14mm の縮小である(図-3)。

・全断面早期閉合工法の内空変位は、H1 に比べて、H2 の方が大きい。非常駐車帯 DII cL のトンネル変位は DI b より若干大きい、トンネルの安定は確保できている(図-2)。

・早期閉合距離を $L_f=6\text{m}$ とする DII cL パターンの初期変位速度の $dH2/dt$ は-5mm/day、 $dV1/dt$ は-1mm/day となり小さい(図-4)。

7. 吹付けコンクリート応力と作用土圧

多心円リング構造主要支保部材の吹付けコンクリート軸応力は、 $2\sim6\text{N/mm}^2$ の圧縮で、軸方向に連続的に分布する。

早期閉合直前は、天端と肩左を除くと、収束時の 10～20%が発生する(図-5)。

厚肉円筒理論を用いて吹付けコンクリート軸応力から換算する吹付けコンクリート作用土圧は、土被り 10m 相当が推定(図-6)され、地山強度比が 2 を下回る DII 地山と判定される¹⁾。

8. まとめ



写真-1 全断面早期閉合施工状況 (Ls=6m)

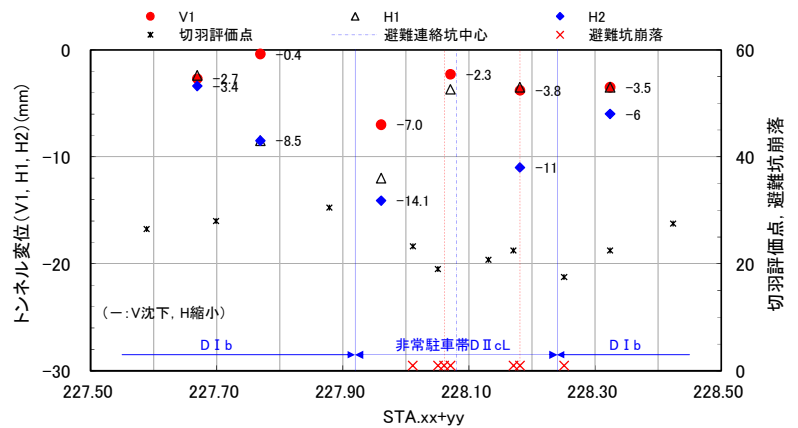


図-2 II 期線トンネル変位と切羽評価点

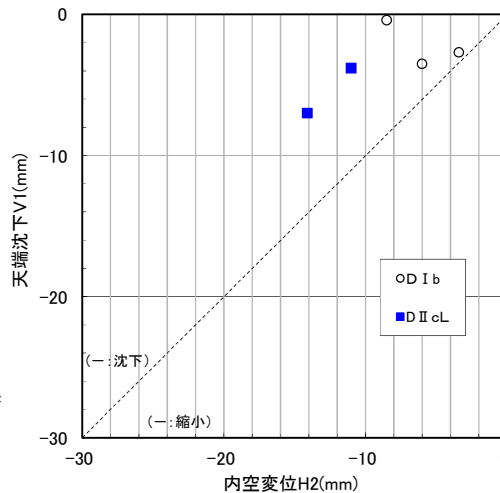


図-3 下半内空変位と天端沈下

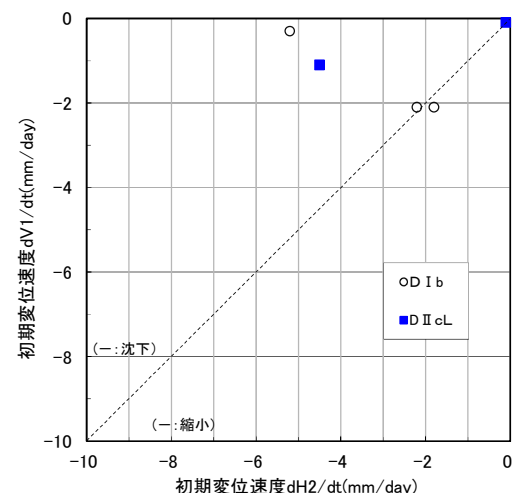


図-4 初期変位速度

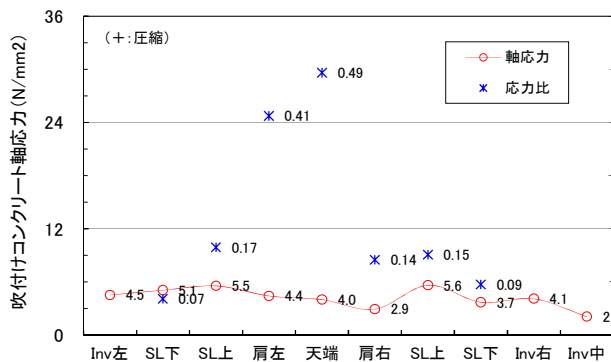


図-5 吹付けコンクリート軸応力分布

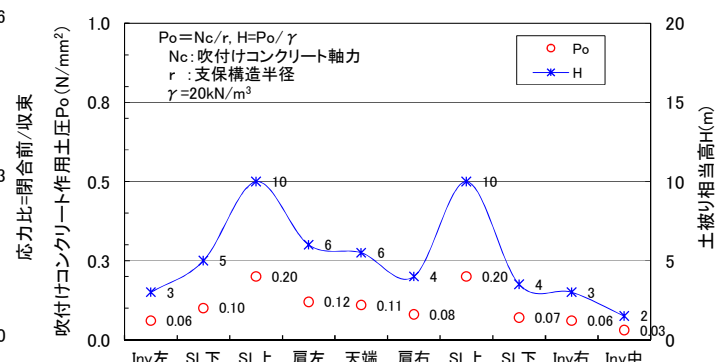


図-6 推定作用土圧

早期閉合 DII cL パターンの全断面早期閉合は、DII 地山非常駐車帯の安定確保に有効であることが示された。

文献 1) 西村和夫, 城間博通, 楠本太: 早期閉合トンネル力学パラメータに関する考察, JSCE, 第 66 回, VI-395, 2011.