全断面工法爆破掘削のⅡ期線トンネルへの適用性

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)技術本部技術環境部　正会員　小林　康範
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

球面切羽による全断面工法の合理性が報告され，一部の二車線道路トンネルに採用された事例がある．Ⅱ期線トンネル工事の川辺第一トンネルは，Ⅰ期線工事で，トンネルの安定性が判明しているので，全断面工法爆破掘削のⅡ期線工事への適用性を試験施工で確認することにした．本報告では，Ⅰ期線を供用しながら併設するφ4.5mTBM 避難坑の拡幅掘削において試験施工を実施し，トンネル挙動特性と力学的安定性を補助ベンチ付き全断面工法との比較を行ったので報告する．

２．トンネル概要

地質は，砂岩，砂岩頁岩互層，珪質頁岩，チャート層からなる(図-1)．避難坑から排出される湧水は，10～15m^3/h 程度である．標準支保パターンを基本とし，全断面工法爆破掘削のCⅡ-b(f)は，上半と下半に鋼アーチ支保工を設ける(図-2)．グランドアーチ形成に有利な球面切羽は，球中心をトンネル中心 SL 平面に設け，鏡掘込み長 Ls を 1 掘進長 L の 2 倍とする Ls=2L+0.3m で，進行方向に球形状を目標として掘り込む(図-3)．

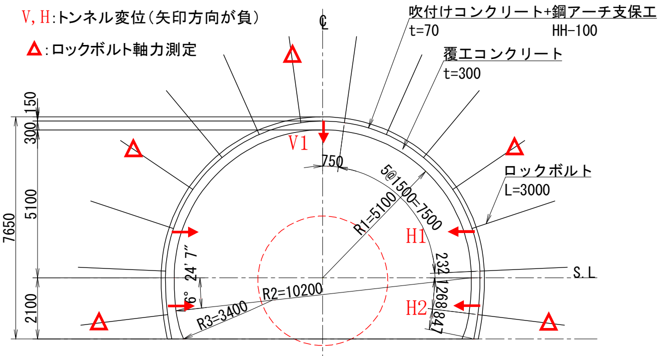

図-2　支保パターン CⅡ-b(f)

３．計測工概要

計測工 A は 27 断面を設け，トンネル変位を 12～24 時間毎に自動測定する．計測工 B は，掘削工法別に 4 断面を設け，ロックボルト軸力を 1 時間毎に自動測定し，グランドアーチ形成を確認する(図-2，図-4)．

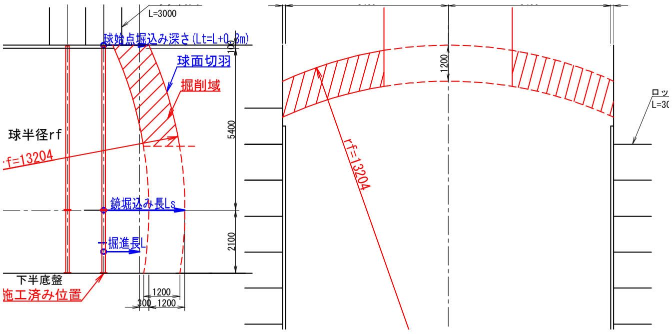

図-3　球面切羽形状(Ls=2L)

４．試験施工結果

試験施工は，施工当初の STA.240+35～STA.236+24 の延長 411m 間で行った．TBM 避難坑支保パターンは，薄肉モルタル吹付けのCⅠ-T であった．本坑支保パターンは，切羽評価点法で選定し，補助ベンチ付き全断面工法のCⅡ-a(b)，CⅡ-b(b)，DⅠ-b(b)，全断面工法のCⅡ-b(f)，DⅠ-b(f)の 5 パターンで施工した(図-4)．

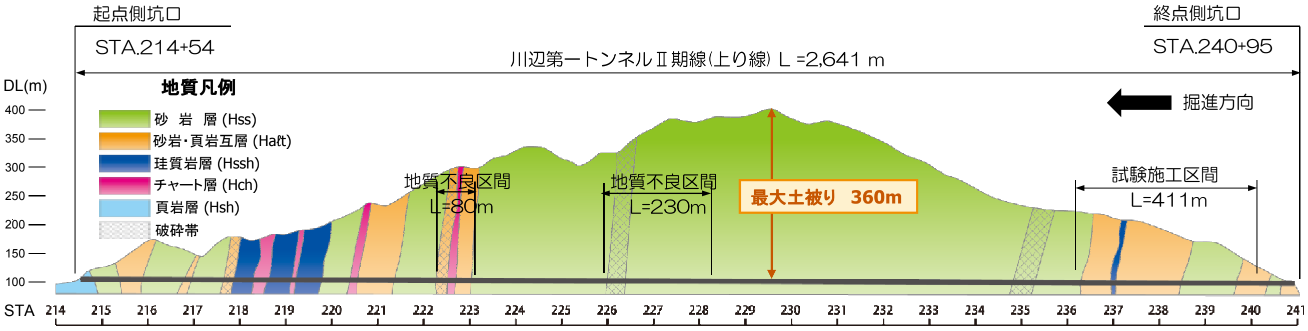

図-1　地質縦断図（上り線）

キーワード：全断面工法，球面切羽，TBM 避難坑，変形挙動，グランドアーチ
連絡先：〒640-8323 和歌山市太田 3-10-6，Tel.073-474-7832，E-mail:s.yamanaka.aa@w-nexco.co.jp

(1) 地山状況

試験施工区間の切羽評価点は，15 以上，55 以下であり，CⅡとDⅠ地山である．CⅡ-b(f)の切羽評価点は，CⅡ-a(b)，CⅡ-b(b)より低めに評価されている(図-5，写真-1)．DⅠ-b は，同等である．

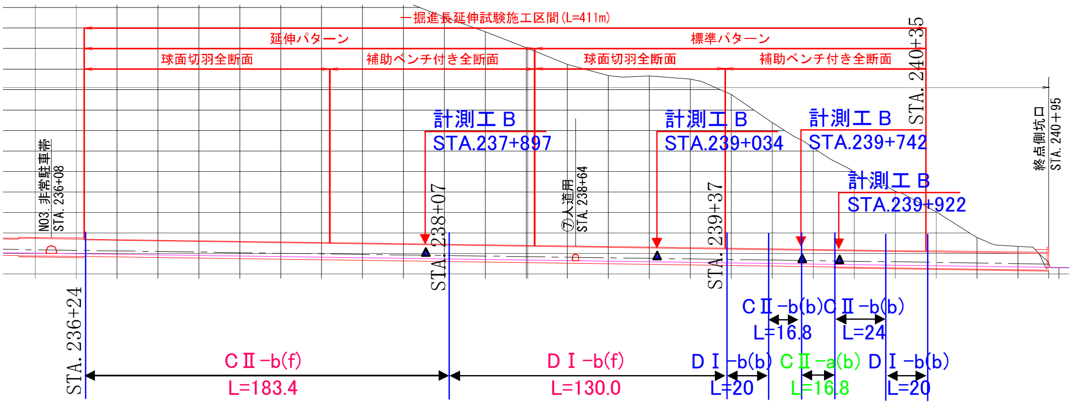

図-4 実施支保パターンと延長(試験施工区間)

(2) トンネル変形挙動

トンネル変位は，掘削工法の違いによる有意な差はなく-7mm 以下であり，安定確保上の大きな課題はない(図-6)．天端沈下は，全断面工法の方が大きい．地山等級CⅡよりDⅠの方が大きい．

写真-1 球面切羽前景 CⅡ-b(f)

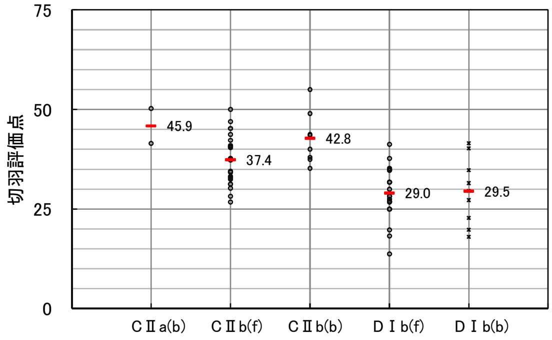

図-5 支保パターン別切羽評価点

上半内空変位 H1 は，全断面工法の方が小さく，球面切羽の全断面工法は，内空変位の抑制に有効である．

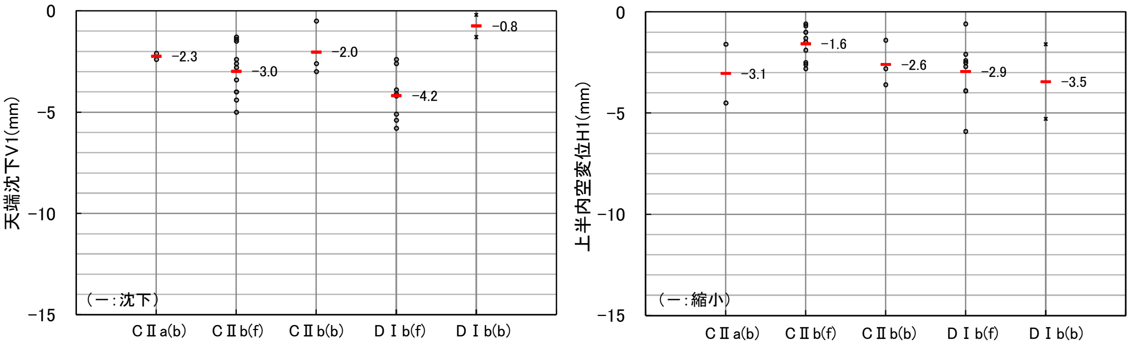

図-6 トンネル変位

(3)トンネルの安定性

CⅡ-b(b)の補助ベンチ付き全断面工法の上半，深度 1.5m 付近に，グランドアーチ形成が予想される．これを除くと，グランドアーチ形成の有無は不明である(図-7)．CⅡ-b(f)の球面切羽による全断面工法では，切羽通過以前にグランドアーチは概ね形成されているものと予想され，球面切羽の全断面工法はグランドアーチ形成に有利であり，トンネルの安定性は高まる．

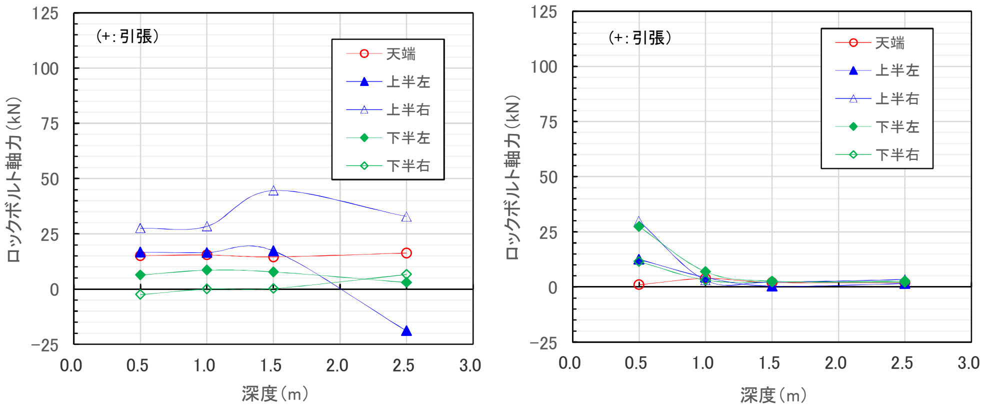

図-7 ロックボルト軸力分布（左：CⅡ-b(b)，右：CⅡ-b(f)）

5．まとめ

標準支保パターンによるCⅡ，DⅠ地山の球面切羽による全断面工法爆破掘削のトンネル挙動の検証を行った結果，切羽作業の安全性と施工性は向上し，グランドアーチ形成に有効であることが示された．今後は，この方法を継続，データを蓄積するとともに，一掘進長延伸パターンの適用を検討し，別の機会に報告する．