

泥岩と未固結堆積物からなる小土被り低強度地山の早期閉合トンネル挙動

札幌市	建設局	土木部	工事課	工藤	健
清水建設株式会社	北海道支店	土木部	正会員	土谷	勝也
清水建設株式会社	北海道支店	土木部	正会員	新宅	正道
清水建設株式会社	北海道支店	土木技術部	正会員	○石黒	聡
清水建設株式会社	土木技術本部	地下空間統括部	正会員	楠本	太

1. はじめに

盤溪北ノ沢トンネルは、札幌市の道路ネットワークを形成する幹線道路の道道西野真駒内清田線に新設する二車線道路トンネルである（図-1）。

周辺の地質は、北ノ沢側に新第三紀の安山岩が分布しており、緻密かつ硬質な岩質を主体とするが、盤溪側は新第三紀の泥岩を基盤岩とし、それを覆うように第四紀の崖錐堆積物、扇状地堆積物といった未固結堆積物（N値 5～20 程度の礫混じり粘性土状）が分布している。これら未固結堆積物が、到達盤溪側小土被り区間（2D以下、D：掘削幅 12.7m）のトンネル断面内に出現し、掘削面の崩落や過大な天端沈下、脚部沈下を発生させたことから安定確保方法として早期閉合を実施した。本稿は、補助ベンチ付き全断面早期閉合工法によるトンネルの力学的安定性について報告する。

2. トンネル構造

到達盤溪側小土被り区間に採用したトンネル支保構造は、事前の先進ボーリング調査のコア判定から標準パターン（坑口（断）（DⅢ相当））である（表-1）。

トンネル断面内に出現した風化泥岩や未固結堆積物は、掘削にともない天端部の抜け落ちや、切羽面の崩落を引き起こしたことから長尺鋼管先受工（AGF）や長尺鏡ボルト（HITM）を併用し、天端部と切羽面の安定性確保を図った。さらに、盤溪側坑口に近づくことと事前調査で想定していたよりも軟質な強風化泥岩、未固結堆積物が出現し、内空変位に比べ、天端・脚部沈下が卓越する変形が起こった。そこで、早期閉合工法を採用し、周辺地山の自立性を高め、支保構造作用土圧を保持することにより、トンネルの力学的安定を確保することにした（図-2）。

3. 施工方法 と計測工

2 t ブレーカーによる補助ベンチ付き全断面掘削の早期閉合を実施した。

キーワード 低強度地山、早期閉合、小土被り、未固結堆積物、トンネル挙動

連絡先 〒060-8617 札幌市中央区北 1 条西 2 丁目 1 札幌時計台ビル 清水建設(株)北海道支店 TEL(011)214-3531



図-1 盤溪北ノ沢トンネル位置図

表-1 小土被り区間トンネル支保パターン諸元

支保パターン		坑口(断)-i	坑口(断)
土被り高 h (m)		7m 以下	25m 以下
一掘進長 (m)		1.00	1.00
変形余裕量 (cm)		0	0
支保構造	吹付け厚 (cm)	25	
	圧縮強度 (28day)	18N/mm ²	
	鋼アーチ支保工	H-200	
	ロックボルト工	L=4m, 176.5kN 以上 (8 本)	
補助工法	長尺鏡ボルト (HITM)	10 シット@17.5 本	
	長尺鋼管先受 (AGF)	14 シット@29.5 本	
早期閉合構造	早期閉合部材	上下半同等	-
	構造半径比 (r5/r1)	3.00	-
	早期閉合距離 Lf (m)	6	-
覆工厚 (cm)		35	

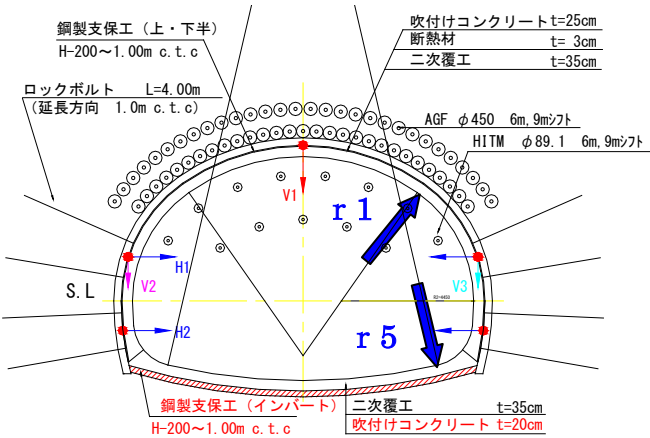


図-2 早期閉合構造（坑口（断）-i）概要

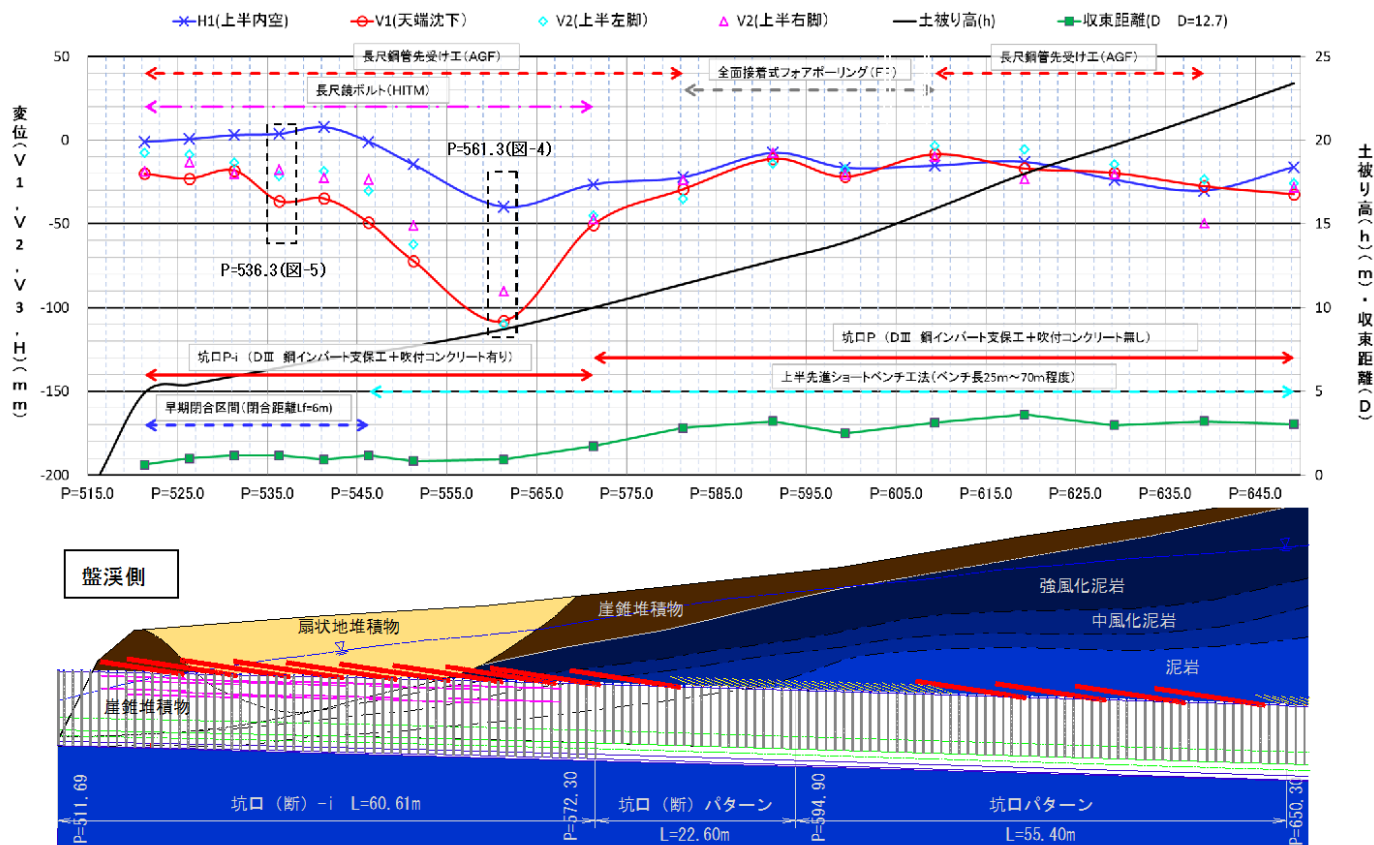


図-3 トンネル変位と安定化実施位置

ベンチ長を 4m とし、一掘進長は 1m、早期閉合単位 $L_c=2$ m、早期閉合距離は $L_f=6$ m である。上半 2m 掘進後、下半 2m、インバート部 2m の交互施工とした。計測工 A は、トンネル進行方向 5m 間隔に設けた。

4. 計測結果と考察

各測点の天端沈下 V1 と上半脚部沈下 V2, V3, 上半内空変位 H1 を鋼インバート支保工+インバート吹付けの有無および早期閉合位置との関係で図-3 に示す。

早期閉合前の坑口(断)-i (P=561.3) の沈下・内空変位経時変化を図-4 に示す。過大沈下発生後、早期閉合工法で力学的安定を確保した坑口(断)-i (P=536.3) の沈下・内空変位経時変化は、図-5 に示す。これらから以下の知見を得た。

(1) 上半先進工法において、過大沈下が発生した P=561.3 において、直ちにインバート閉合を実施したところ変位は収束し、安定化した(図-4)。

(2) 早期閉合工法を実施した坑口(断)-i (P=546.3) 以降は、最大沈下 50 mm 以内で収束し、上半先進工法の 1/2~1/3 程度に大きく抑制された(収束距離: 1D)(図-5)。

(3) 早期閉合の実施は、収束距離を 3D から 1D に短縮でき、トンネルの安定性確保に有効に機能した(図-3)。

5. まとめ

トンネル安定化方法として、補助ベンチ付き全断面工法による早期閉合の有効性が確認できた。

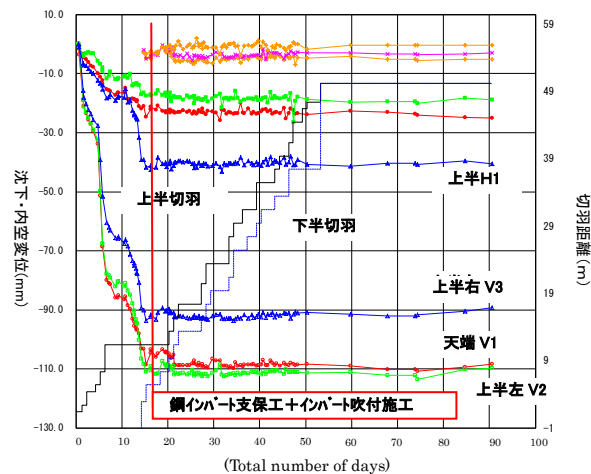


図-4 沈下・内空変位経時変化 (P=561.3)

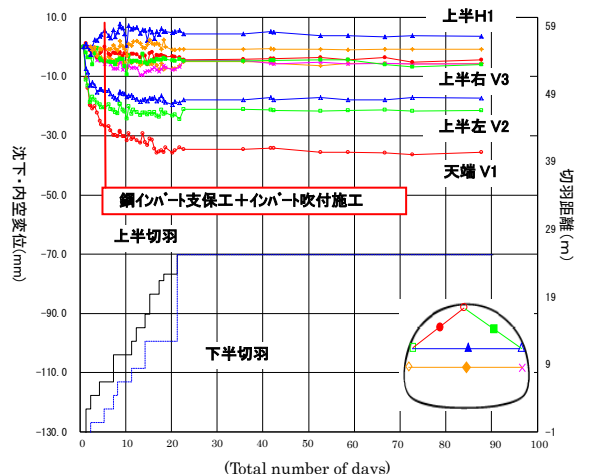


図-5 沈下・内空変位経時変化 (P=536.3)