

小土被り低強度地山のトンネル施工法

国土交通省近畿地方整備局串本国道維持管理出張所 非会員 笹嶋 和彦
 清水建設株式会社関西支店土木部 正会員 木村 厚之
 清水建設株式会社関西支店二色トンネル作業所 正会員○谷村 浩輔

1. はじめに

すさみ串本道路（仮称）二色トンネルは、トンネル延長の約40%は地山強度比が0.4~1.6の低強度塑性地山と予想され、延長の約60%は小土被りである。このような地質不良地山を標準支保パターンの標準的な施工法によるトンネル施工では、過大变位の発生が予想された。このため、全断面早期閉合工法の考え方を採用し、切羽前方穿孔調査と切羽観察で地山性状を把握、評価して、全断面早期閉合の必要性を判定した。

2. トンネル概要

二色トンネルは、和歌山県串本町に位置し、トンネル延長365mで監査廊と中央分離帯付きの対面通行道路トンネルである。掘削断面積は109m²、内空幅が13.90mの大断面トンネルである(図-1)。地質は、新生代第三紀中新世の泥岩、泥岩優勢互層が分布する(図-2)。小土被り低強度部は、地山強度比が0.4~1.6のDII地山と推定される。

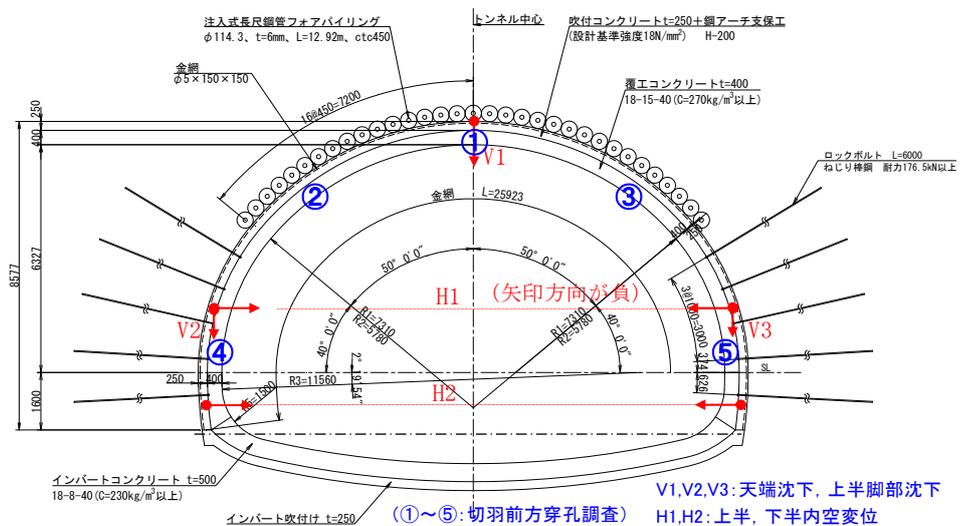


図-1 早期閉合パターンDIIIcと計測点配置概要

3. トンネル構造

坑口部と小土被り部のトンネル支保パターン諸元を表-1に示す。DIIIaは標準的な坑口パターンである。DIIIa1は長尺先受け工を補助工法とする。低強度塑性DII地山では、多心円リング構造の早期閉合パターンDIIIcを採用してトンネルの安定を確保する(図-1)。DIIIcパターンは、土被りが概ね1.5D(Dは掘削幅)以下の土圧作用が推定されるので、吹付けコンクリートによるインバート吹付け閉合とし、アーチ部吹付けコンクリートと

表-1 トンネル支保パターン諸元

支保パターン	DIIIa(DIIIa1)	DIIIc
地山等級区分	D I, D II	D II
一掘進長 (m)	1.00	1.00
変形余裕量 (cm)	0	0
吹付け厚 (cm)	25	25
鋼アーチ支保工サイズ	H-200	H-200
ロックボルト, 周方向間隔	L=6m, 1.0m	L=6m, 1.0m
補助工法	(AGF)	AGF
インバート吹付け		25cm

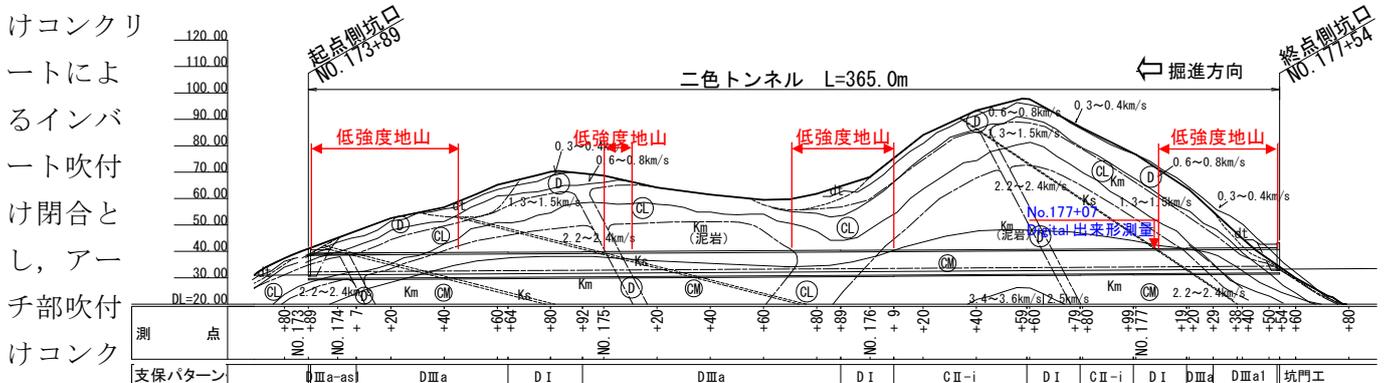


図-2 地質縦断面図

同様仕様のものをインバートコンクリートの地山側に設ける多心円リング構造とする。

キーワード：低強度地山, 小土被り, 初期変位速度, 上半先進ベンチカット工法, 全断面早期閉合工法

連絡先：〒541-8520 大阪府大阪市中央区本町3-5-7 御堂筋本町ビル, TEL06-6263-2800, tanumura.k@shimz.co.jp

4. トンネル施工方法

大背先行掘削の上半ベンチ長を 1D 以内とする上半先進ショートベンチカット工法の上下半交互併進爆破掘削である。切羽評価点が 2.6 を上回る DII 地山が継続する場合は、早期下半掘削でトンネル最終形状を形成、トンネルの安定性を確保する。地山強度比が 1 を下回るまたは初期変位速度が -10mm/day を超える低強度塑性地山が出現した場合は、早期閉合パターン DIIIc の全断面早期閉合工法を採用する。

5. 施工結果

終点側坑口から掘削を開始した。坑口 DIIIa1 と DIIIa 区間は 29m である。最初の 4m 間の切羽評価点は 2.6 を上回り、地山等級は DII である(図-3)。この以奥では、地山等級は DI である。

計測工 A による変位測定は、トンネル進行方向 5~10m 間隔、6~24 時間毎に自動測定する。切羽前方地山は、切羽進行 4m 毎、断面当たり 5 本の切羽前方穿孔調査を実施し、機械データから穿孔エネルギー E_d (N/mm^2) を算定、地山強度 q_u と地山強度比 cf を推定する(図-1)。

過大变位発生が懸念された坑口部と以奥の施工済み 48m 間の地山性状は、早期閉合を必要とする低強度塑性地山の出現はなかった。この区間のトンネル挙動は、以下に示すとおりである。

(1) SL 付近の穿孔エネルギー E_d は 100N/mm^2 を超える(図-3)。DII 区間泥岩の点載荷試験値の一軸圧縮強度は $q_u=15.7\text{N/mm}^2$ と評価され、最大土被り高は $h=4.4\text{m}$ 、地山強度比は $cf=16$ である。

(2) 初期変位速度は、早期閉合の判定値とする -10mm/day 以下の最大 -6.6mm/day となり、過大变位の発生もなく、早期の下半掘削を併用する DIIIa1 パターンによりトンネルは安定する(写真-1、図-5)。

(3) DIIIa1 と DIIIa の天端沈下は、最大 -10mm の沈下である。内空変位は、上半で最大 -4mm の縮小であり、天端沈下が卓越する(図-4)。内空変位 H は、上半 H1 が卓越する(図-4)。

(4) DIIIa1 で施工した地山等級 DII の天端沈下は、地山等級 DI のものより大きい(図-4)。

(5) 地山等級 DI の DIIIa1 パターンの変位は、標準 DI パターンより支保性能は大きい、大きく変位した(図-4)。

6. まとめ この施工方法と計測管理を継続し、以奥の小土被り低強度地山に適用、有効性を確認する予定である。



写真-1 切羽全景 (No. 177+38.0, DIIIa1)

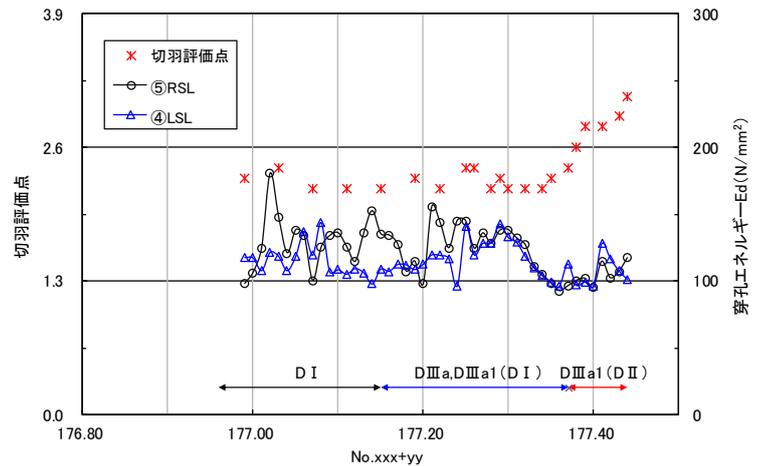


図-3 切羽評価点と穿孔エネルギー (坑口 45m 間)

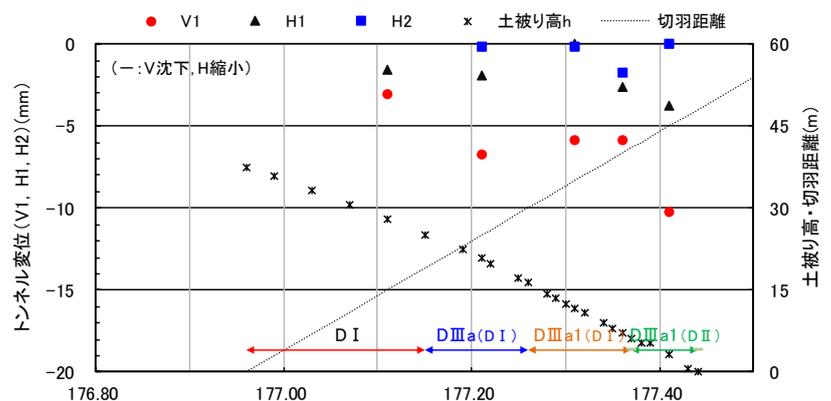


図-4 実施パターンとトンネル変位

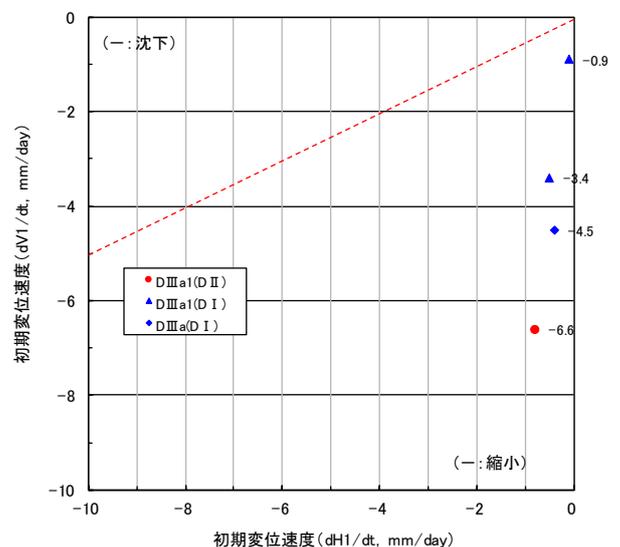


図-5 初期変位速度