

## IV-8. 小断面トンネルにおける WL 工法の施工事例について

有限会社草薙土工 ○梶屋 洋平

### 1. はじめに

近年、鉄道トンネルや道路トンネルなどの主に山岳部におけるトンネルの掘削方法には、NATM 工法が採用されている。その調査手法として、掘削方向の地質・地下水・断層等の情報を短時間の掘削で把握できる、パーカッションワイヤラインサンプリング工法（以下 WL 工法）が用いられている。

本施工箇所は、通常の道路トンネルより狭小な、幅 3.0m 高さ 3.3m の小断面（図-1）であり、トンネルの掘削作業やズリ搬出方法もレール方式であった。

今回は、小断面での坑内施工にあたり、資機材の搬入・搬出時や掘削時に工夫した事例について紹介する。

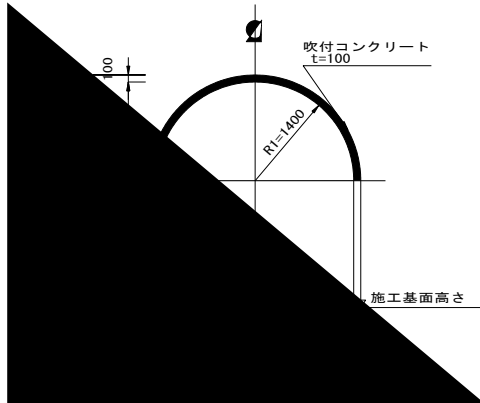


図-1 トンネル断面図

### 2. 概要

今回の調査は、山岳部において図-2のような地質が地表踏査により推定されており、地質状況を正確に把握するために、地表部から1回と坑内で11回の計12回の WL 工法による先進ボーリング作業を実施した。作業は100mを目標に先進ボーリングを行い、続いて100mのトンネル掘削を交互に実施するものであった。

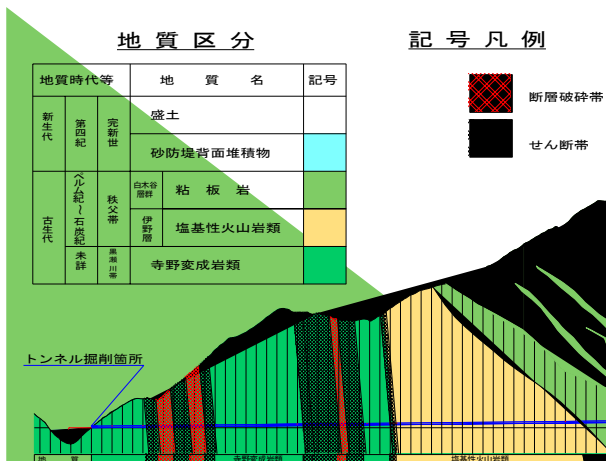


図-2 地質推定縦断面図

### 3. 資機材の搬入・搬出時の対策

施工にあたり、通常の大断面トンネルであれば削孔機械をクローラー型とし、自走にて坑内に搬入し作業に取組めるが、図-1に示すとおり小断面であるため、掘削機はスキッド型（定置式）を使用しての作業となり、下記の2点に対する問題を検討する必要があった。

- ① 坑内への資機材の搬入・搬出が、片道で最大1000mを超えるため時間を要する。
- ② 必要資機材を展開すると17.5㎡以上の機材ヤードを必要とし、総重量が10tを超える資機材を坑内へ搬入する必要がある。（表-1）

2点の問題を同時に解消するため、レールを利用する資機材運搬用の平台車（長さ5.0m×幅1.7m）を3台制作し、連結した平台車に掘削資機材をセットした状態で一度に搬入することにより、運搬時間を大幅に短縮した。そして坑内では、資機材（重量物）の移動が困難なため、平台車に載せた状態で掘削作業を行った。（写真-1, 2, 3）

表-1 資機材一覧表

名称	機材寸法（長さ×幅）	機材重量	摘要
パーカッションドリル	2.7m × 1.6m = 4.3㎡	2,900kg	75kw級
パーカッション用油圧ユニット	1.8m × 1.3m = 2.3㎡	2,200kg	
送水ポンプ	2.6m × 0.7m = 1.8㎡	6,80kg	最大吐出量 330L/min
水槽	1.2m × 1.2m = 1.4㎡	20kg	1.0m³用
φ89mm インナーロッド	1.6m × 1.5m = 2.4㎡	2,200kg	1.5m × 70本
φ135mm アウターロッド	1.6m × 0.5m = 0.8㎡	320kg	1.5m × 7本
トランス（変圧器）	1.0m × 1.0m = 1.0㎡	1,200kg	
ウインチ	1.0m × 0.5m = 0.5㎡	40kg	
他 削孔ツールズ	3.0m × 1.0m = 3.0㎡	500kg	
合計	17.5㎡	10,060kg	



写真-1 平台車連結状況



写真-2 坑内状況

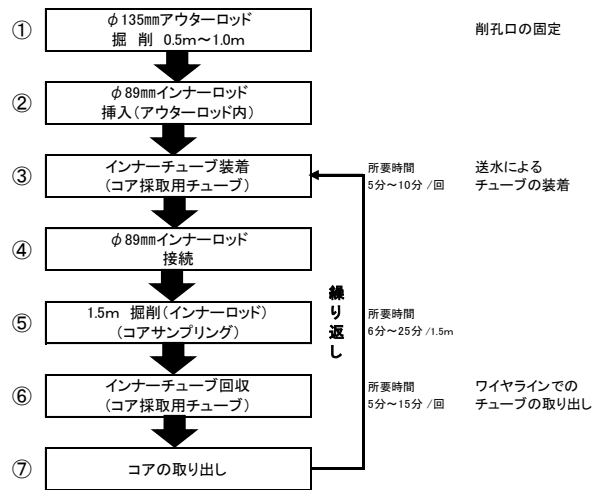


図-3 WL 工法 施工フロー



写真-3 掘削状況

表-2 平均掘進長・岩質等一覧表

	平均掘進長 (m/h)	アウターロッド挿入長 (φ135mm) (m)	岩質
1回目(地表)	2.0	40.0	砂岩 緑色片岩
2回目(坑内)	2.9	18.0	砂岩 緑色片岩
3回目(坑内)	3.0	1.0	変輝緑岩
4回目(坑内)	1.9	50.0	蛇紋岩 砂岩・凝灰岩
5回目(坑内)	1.7	42.0	蛇紋岩 泥岩
6回目(坑内)	2.0	22.5	蛇紋岩 緑色・砂質片岩
7回目(坑内)	2.6	3.0	緑色・石英片岩 輝緑凝灰
8回目(坑内)	3.2	57.0	蛇紋岩・泥岩 輝緑凝灰・砂岩
9回目(坑内)	3.2	3.0	輝緑凝灰 砂質泥岩
10回目(坑内)	4.0	3.0	凝灰岩
11回目(坑内)	3.0	6.0	輝緑凝灰 凝灰岩
12回目(坑内)	3.9	6.5	輝緑凝灰 凝灰岩

#### 4. 掘削時の対策

図-3の施工フローのとおり WL 工法による作業を進めていくと、図-3の工程⑥のインナーチューブ回収時に、ワイヤーやチューブのインナーロッド内での引っ掛かり等のトラブルが多く発生し、掘削の回復に時間を要した。その結果、表-2のとおり2回目～7回目までは、平均掘進長が1.7m～3.0m/hと安定せず、スムーズに作業は進捗しなかった。

そのため、トラブルの回避か、インナーチューブ回収の回数を減らすための対策が必要と考えた。検討した結果、1施工サイクル1.5mの掘削を3.0mにすることで、インナーチューブの回収作業を半減でき、作業時間の短縮および回収トラブルを縮減できることがわかった。

そこで、8回目の掘削時に3.0mのインナーチューブを制作し使用した結果、平均掘進長が3.2m/hと向上した。最終的に、8回目以降における5回の掘削では、平均掘進長が3.0m～4.0m/hと大幅に向上し、作業効率を改善することができた。

#### 5. まとめ

トンネル掘削時の先進ボーリングは、切羽作業に影響を与えないよう、資機材の搬入・撤去と100mの掘削を、24時間作業により2日～3日で完了させる時間的制約がある。

地質情報を短時間で把握することができる先進ボーリングの重要度と必要性から、今後施工の機会も増えると思われる。今回の貴重な経験から、資機材の仮設方法や掘進技術、またコアの品質に関して、様々な創意工夫を行い作業効率の改善と更なる技術の向上に取り組んでいきたいと考える。