

土被りの浅い未固結地山における切羽安定対策
—東北新幹線第1高岩トンネル—

日本鉄道建設公団 盛岡支社 八戸鉄道建設所 正会員 ○内田 雅洋
日本鉄道建設公団 盛岡支社 八戸鉄道建設所 梅木 信夫
清水建設(株) 東北支店 正会員 新居 直人

1. はじめに

建設中である東北新幹線（盛岡・八戸間）の北端に位置する第1高岩トンネル（ $L=690\text{m}$ ）は、土被りが浅く、かつ地質が未固結な地山（洪積層）であるため、地表面沈下の抑制と切羽の安定対策として、プレライニング工法の一つであるPASS工法（Pre-Arch Shell Support Method）を採用した。その際、掘削効率を上げる事を目標に、従来の都市部で用いた方式に改良を加えた。今回はその概要及び計測結果等を報告する。

2. 地形・地質

第1高岩トンネル周辺の地形は標高 50～70m の緩やかな台地で、地表は主に林地及び果樹園となっている。トンネル土被りは1D～2D（D:トンネル外径 $\approx 10.5\text{m}$ ）程度である。

図-1に地質縦断図を示す。ほぼ全区間にわたって強度の低い洪積層が分布している。坑口付近では、砂質土とシルト質粘土からなる八戸火山灰層（ha:層厚2～9m、N値 3～12）の下に、砂質土層（Ds:層厚4m程度、N値 11～33）と礫質土層（Dg:層厚2～6m、N値 25～50）とからなる洪積谷底堆積物が出現する。

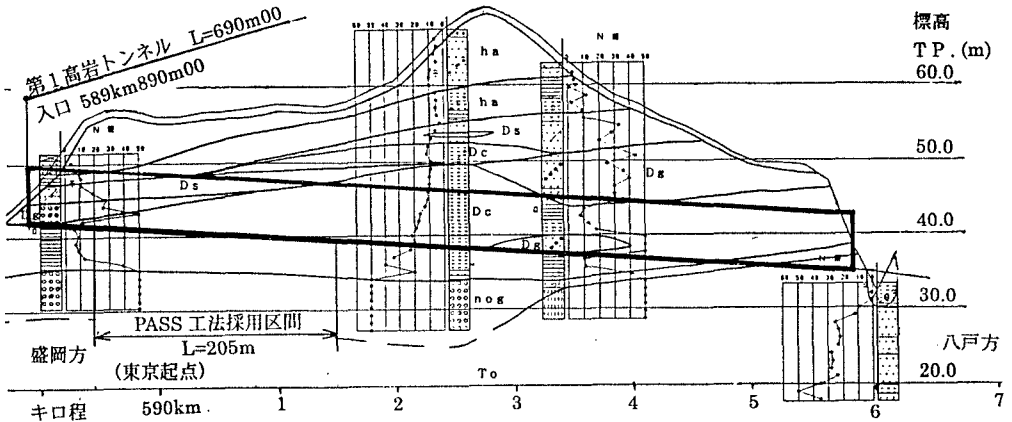


図-1 第1高岩トンネル地質縦断図

3. PASS 工法

(1) 工法の特長

プレライニング工法は、トンネル掘削に先立ち切羽前方地山内にあらかじめアーチシェル状のモルタル製薄肉覆工（プレライニング）を構築する先受け工法の一つであり、その切羽安定機能により安全で効率的掘削を可能にし、併せて沈下を抑制する効果がある¹⁾。

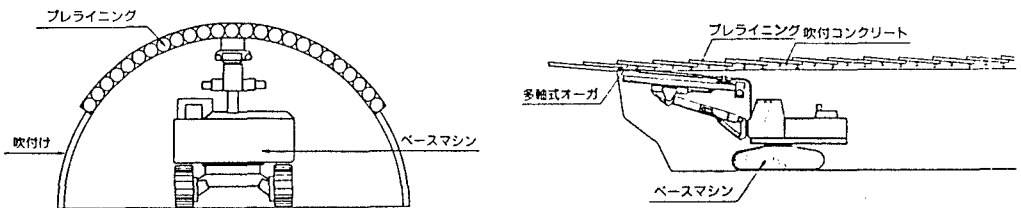


図-2 PASS 工法概念図

(2) 施工手順

PASS 工法はプレライニングの構築とトンネル掘削を交互に行いながら施工を進める。プレライニング構築手順としては、まず専用の5連オーガ式削孔機により、厚さ 17cm、幅 81cm のスリット状掘削を行う。オーガの引き抜きに合わせてモルタルをスリット内に充填し、1枚のモルタル壁を作る。この壁をトンネルアーチに沿ってラップさせながら16枚作ると上半 120° の範囲にプレライニングが完成する(図-2)。一連の作業は自動制御システムにより行われる。

(3) 施工性の向上

今回、プレライニングの長尺化(表-1)により進行の増大を図った。この場合、モルタルの施工完了後、数時間で掘削を行うことになる。従ってモルタルの早期強度を確保する必要があり、パッチャープラントで混練りするときに急硬材を添加攪拌する急硬モルタルを用いた。その配合は表-2の通りである。プレライニングの目標圧縮強度としては、トンネル掘削時にプレライニングが地山荷重に耐えられるように、5時間経過後 3N/mm² と設定した。これはオーストリアの吹付けコンクリートの若材齢での強度基準²⁾によった。また、モルタルポンプ内での硬化、閉塞を避けるために遅延剤を添加した。その添加率は、60～120 分のハンドリングタイムが確保できるように室内試験及び実機試験により定めた。

表-1 プレライニングの長尺化

作業内容	従来	今回
プレライニング削孔長	4m	4m
モルタル充填長	2.5m	3.5m
掘削長	2m	3m

表-2 急硬モルタルの基本配合

基準強度 (N/mm ²)	フロー値 (mm)	セメントの種類	W/B (%)	S/B	急硬材/B (%)	遅延剤/B (%)
5時間で3	230±20	普通ポルトランドセメント	40.0	2	15	1.6

ただし、W:水、S:砂、B:結合材(セメント+急硬材)

4. 計測結果

トンネルの壁面や地山の挙動を把握するために行った天端沈下測定、内空変位測定の内、現在のところ変位が最大となっている結果を図-3に示す。測定位置の土被りは 1D 程度である。下半収束時の天端沈下は 21.0mm、上半水平測線における内空変位は -14.4mm(収縮)となっている。上半掘削の先行変位を 50%と仮定して、計測による地山の変位量から地山のひずみを求めると、天端沈下は 0.67%、内空変位は 0.14%となる。この結果は未固結地山における破壊ひずみ(1～2%)と比較して小さな値となっており、安定領域内で安全に施工を行うことができた。

5. おわりに

PASS 工法の採用により未固結地山において切羽の安定性を維持しつつ、安全に施工することができた。また、プレライニングの長尺化を図ることによって、PASS 工法の施工性を向上することができた。今後はより効率的な工法への改善と安全性の検証を図ることが目標となる。最後に、工事を進めるに当たってご指導をいただいた関係各位に心から感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 米山秀樹・生山法裕・香川和夫・笹尾春夫(1996):プレライニング工法の先受け効果に関する模型実験、第 31 回地盤工学研究発表会講演集、pp.2235-2236
- 2) Austrian Concrete Society(1990): Guideline on Shotcrete

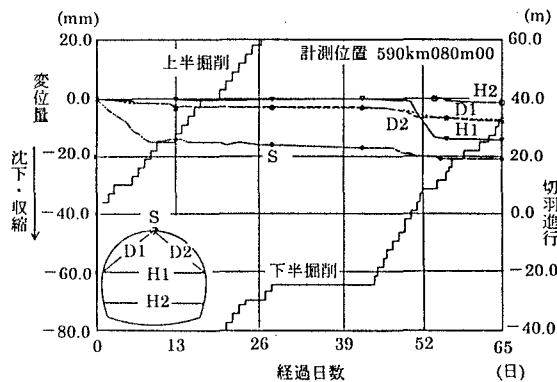


図-3 天端沈下・内空変位の経時変化図