

日本鉄道建設公団 盛岡支社 正会員・村田一夫

" " 谷 建史
現東京支社 " 石垣政広

1. まえがき

津軽海峡線は、青森県の津軽線中小国駅を起点とし、青函トンネルを経て北海道の江差線木古内駅を結ぶ延長87.8kmの路線である。この内、本州方の青函トンネル取付部工事は19.2kmと

なっている。本発表では未固結なオホ紀洪積層のNATM施工における補助工法の優位性について考察を行なう。

2. 地質と施工

補助工法を採用したトンネルのうち、大川平トンネルの開工区は砂質シルト～粘土質シルトで細粒分が多く、部分的に砂礫層をレンズ状に伴う。北工区は砂礫～砂を主体とし、所々に粘性土の薄層を伴う。オ1分利トンネルは砂礫、砂、粘土の互層よりなる。オ2分利トンネルは粘性土中に砂礫層・砂層が水平に分布しており、トンネル断面の下半部と天端が粘性土でSL付近に砂礫・粘性土が分布する。支保パターンは図-2に示すP-A及びP-Bパターンを標準とした。P-Aパターンは、土被りの浅い所、P-Bパターンは土被りの深い所で採用した。P-Bパターンは覆工厚が30cm、鋼製支保工を125Hとし上半のみとしている点がP-Aと異なっている。掘削方法はリングカットショートベンチ工法で、ずり出しはタイヤ方式とした。施工順序は、1. リング部掘削→2. 支保工建込み→3. 金網施工→4. 1次吹付(5cm)→5. ロックボルト打設→6. 2次吹付(10cm)を標準とした。NATM施工のトンネルは大川平区を除いて比較的湧水量は少ないが、未固結の水平堆積砂礫層や礫を含む箇所では取捨ちが多く、鉄矢木を全般的に用いた。土被りが小さい箇所では表面沈下が大きくなり、トンネルが不安定化した部分では表-1に示す補助工法を採用した。

3. 各種補助工法の比較

ニでは表面沈下並びに内空変位の計測結果に基づいて ①. ミニベンチ工法におけるミニパイプ及び上半径インバート、②. 斜めロックボルト、③. ミニパイプアーチ、の補助工法の優位性について考察する。

① ミニベンチ工法におけるミニパイプ及び上半径インバート

大川平開工トンネルにおいて土被りが6m以下の区間に入ると地表面沈下量が大きく、また沈下速度も速く、トンネルの安定性が危ぶまれる状態となった。このため掘削工法を上半人カリングカット掘りによるミニベンチ工法に切り換え、補助工法としてミニパイプ(1.2m、21本)、鉄矢木(1.5m、19枚)を併用し、更に上半盤を吹

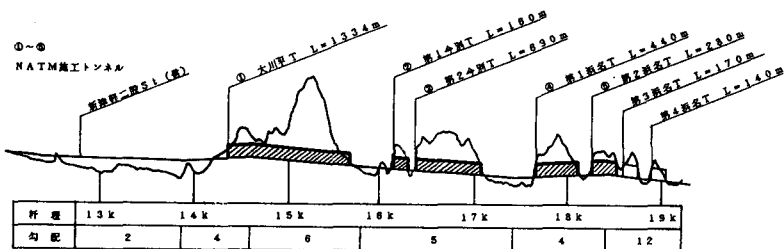


図-1 NATM施工区間図

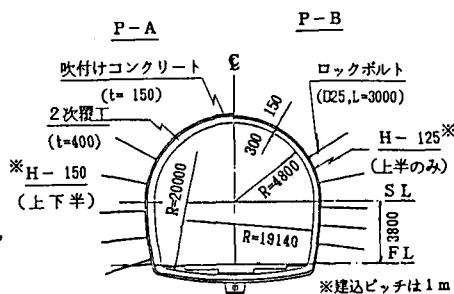


図-2 標準設計パターン

表-1 補助工法採用表

補助工法	トンネル名 (南)	大川平T (北)			
		第1 今別T	第2 今別T	第1 浜名T	第2 浜名T
(イ) ミニパイプ 上半径インバート吹付	○				
(ロ) 斜めロック ボルト	○	○			
(ハ) ミニパイプ アーチ					○
(ニ) ウェルポイント 及び水抜きボーリング		○			
(ホ) 鉄矢木	○	○	○	○	○

未固結の水平堆積砂礫層や礫を含む箇所では取捨ちが多く、鉄矢木を全般的に用いた。土被りが小さい箇所では表面沈下が大きくなり、トンネルが不安定化した部分では表-1に示す補助工法を採用した。

3. 各種補助工法の比較

ニでは表面沈下並びに内空変位の計測結果に基づいて ①. ミニベンチ工法におけるミニパイプ及び上半径インバート、②. 斜めロックボルト、③. ミニパイプアーチ、の補助工法の優位性について考察する。

① ミニベンチ工法におけるミニパイプ及び上半径インバート

大川平開工トンネルにおいて土被りが6m以下の区間に入ると地表面沈下量が大きく、また沈下速度も速く、トンネルの安定性が危ぶまれる状態となった。このため掘削工法を上半人カリングカット掘りによるミニベンチ工法に切り換え、補助工法としてミニパイプ(1.2m、21本)、鉄矢木(1.5m、19枚)を併用し、更に上半盤を吹

付コンクリートによ 仮閉合し早期にインバートコンクリート
を打設した。その結果、図-3に示すように不安定であった地
表面沈下量は止まり、管理範囲内に収束し競争に根拠すること
が出来た。図-4、図-5は、地表面沈下と土被りとの関係が
整理したものである。この図より明らかなように、先行沈下、
並びに最終沈下と低く押えることが出来た。

② 斜めロックボルト

大川平トンネルの両坑口から30m区間は土被りが小さいため
に斜めロックボルトを施工した。またオノノ別トンネルの97m
(全長127m)区間は砂と粘土の互層で湧水があり崩壊が著しい
上に表面沈下が大きいため本工法を採用した。図-4から明ら
かなように土被りがトンネル直径以下で地表面の先行沈下δs
の抑制効果は大きい、図-5に示すように最終沈下量δsに關
しては、他のミニパイプルーフ等には比べると抑制効果が小さく
比較的大きな地表面沈下量となっている。

③ ミニパイプルーフ

ミニパイプルーフは土被りの小さい区間で変位が大きい場合
に採用した工法である。大川平(南)トンネルでは前述したよ
うにミニベンチ工法の補助工法として採用し、大変効果が大き
いことが分った。オノノ別トンネルでは下し付近と天端付近の
粘性土に挿入された砂へ砂層で湧水があり、切羽の自立性が
悪い上に土被りが4~8mと小さい事から採用した。ミニパイ
プ工法は図-4にみるように土被りがトンネル直径より小さい
箇所では先行沈下抑制に効果があるのは斜めロックボルトと同様
であり、かつ図-5に示すように最終の地表面沈下に対しても
抑制効果が大きい結果となっている。

4. 補助工法の効果

斜めロックボルトとミニパイプを比較した場合、両者とも先
行沈下に対しては効果があるが、最終沈下に対してはミニパイ
プの抑制効果が際立っている。これは、斜めロックボルトに対
してミニパイプの剛性が強いこと、ゆるみ土圧を鋼支保に伝達
しやすい構造となっていることに起因するものと考えられる。すな
わち、グラウンドアーチが形成されない土被りの浅いトンネル(
図-6で%が1~2以下)においては、なるべく、剛な支保構
造が望ましいことを示している。

5. おまけ

土被りが小さく、しかもオノノという新しい地質時代の未固結な砂質粘土山においても、地山に見合った補助工
法を採用することによりNATMで十分に対応できることが示された。今後、補助工法の効果を更に詳細に研究
し、現場の状況に適合した合理的なNATM施工へと発展させることが所要と考えている。本報告が未固結な土
砂山における今後のNATM施工の一助になれば幸いである。

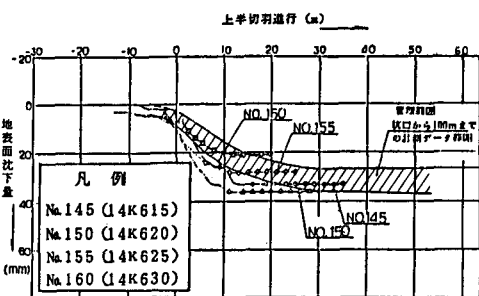


図-3 掘削方法変更後の地表面沈下
(大川平(南)トンネル)

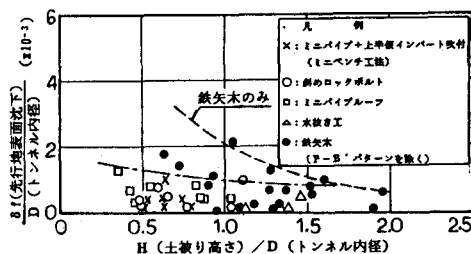


図-4 切羽到達時の地表面沈下と土被りの関係

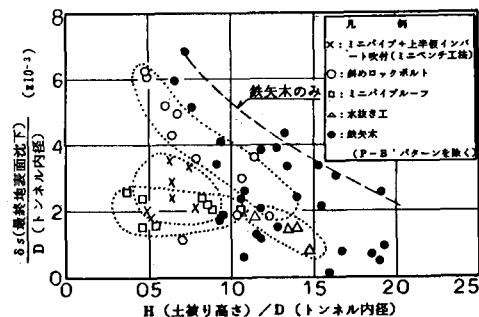


図-5 最終地表面沈下と土被りの関係

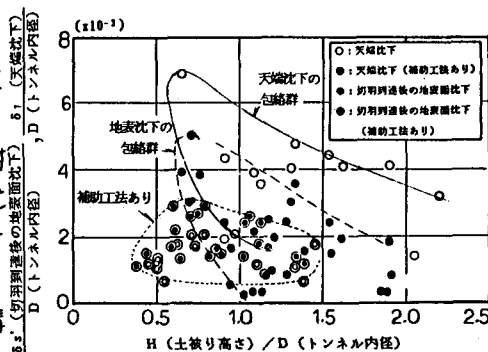


図-6 天端沈下及び切羽到達後の地表面沈下と
土被りの関係