

VI-59

長大トンネルにおける急速施工について

- 北陸新幹線五里ヶ峯トンネル(戸倉工区) -

日本鉄道建設公団	戸倉建設所		市川	益士
備熊谷組		正会員	河合	尚
同上			西村	清亮
同上		正会員	○片桐	朗

1. はじめに

北陸新幹線五里ヶ峯トンネルは、総延長15.2kmで高崎・長野間において最長のトンネルである。当戸倉工区(本坑延長約5.4km)においては、横坑(延長620m)より高崎方へ片押し施工となり、立地条件及び工程上の面から本格的な急速施工の実施が必要となった。以下、長大トンネルのNATM(タイヤ方式)による急速施工の計画から実施について報告する。

2. 地形・地質の概要

当戸倉工区は、長野県北東部の千曲川の流れる狭い低地部の北東の急峻な山麓の尾根直下に位置し、土被り50~600mのトンネル施工基面に現れる地質は、新第3紀中新世中期の別所層に属する黒色頁岩・凝灰岩で構成され、全区間を通じて数箇所の不良地質区間が想定されるが、別所層の基盤における弾性波速度は4.0~5.2km/secと熱水変質による珪化作用を受け、新第3紀層としてはきわめて硬質で良好な岩盤であり、比較的安定した地質が連続すると事前調査の結果報告されていた。

3. 計画進行の決定

本工区は全体工程の関係より、月進150m以上の確保という急速施工が絶対条件となった。従来同規模のトンネル(掘削断面積約70㎡)での月進150m以上の実績はあるが、それは結果的に得られたケースが多く、当初より具体的に目標数値として盛り込まれて計画されたものはない。150m/月以上を計画進行とし実際の施工状況等を考慮すると、施工能力としては日進最大10m程度をねらった施工設備体制、すなわち従来の1.5~2倍程度の設備機械能力設定が必要となる。したがって、前述の地質条件を踏まえて、急速施工を実施する上で有効な大型機械を駆使でき得る、一部破碎帯部でのミニベンチ工法の対処可能な施工体制を具備した全断面掘削工法(タイヤ工法)を採用することとした。

4. 機械設備計画

トンネル施工では、切羽の作業が集中しかつ各々の作業(掘削、ずり処理、支保)が完全分離で行われるため、進行に対しては全作業がクリティカルであり、ロスタイムはすべて累積される。こうした状況の中で施工設備機械に課せられる条件は、

① 各作業に対する設備機械が機能的に十分な能力を持ちかつ発揮できる。

② 個々の設備機械によるトラブル等がサイクルに極力影響しないような機能面での体制がとられていることとなる。これらの条件に対して最近では作業交代のロスタイムを少なくなることをねらった複数作業を同一機械で対応させる多数機能型が普及しはじめているが、本工事では個々の作業の機能を十分生かし、稼働率の向上を重視してあえて作業別の単機能型とした。単機能型では上記の機能上の有利さの他に点検整備時間を他の作業中にとれること、機械トラブルに対しての影響が単一作業のみに留まり、かつ単機能の代替機で済むという稼働率に対しての利点がある。特に過酷な作業を強いられるトンネル工事では機械設備の故障トラブルは避けがたく、現実的な対応思想に基づいたものである。

急速施工を前提として、前記の単機能レベルにて安全性及び作業環境等を考慮して施工用機械設備の絞り込み検討を行った結果、本トンネル断面において使用でき得る可能な限り大型の施工機械設備の採用となっ

た。なお、二次覆工においても急速施工でのトンネル工事に対応できるよう、通常の1.5～2倍の18.0mのロングスパンセントルを採用した。

- 1) 掘削 - 削孔機 : 6ブームガントリージャンボ 150kg級削岩機(HD150)×6台
- 2) ずり処理 - 積み込み機 : 電動式ローディングショベル(3.0m³積) ブロイトX43ED
運搬車 : 大型ダンプトラック (25t積) ボルボA25B 4×4
- 3) 支保 - 吹付コンクリート : 2ブーム吹付システム(マンテスSF-2) (AL-285+AL-306)×2セット
- 4) 二次覆工 - 覆工用型枠 : ロングスパンセントル(L=18.0m) クラック防止ジョイント装置付

5. 施工実績

平成4年10月に本格的な大型急速施工設備を導入して以来、平成6年3月迄に3,064.2mの掘削が完了した。当初実施工においては1日で最大10mの進行を目標としていたが、多量出水・破砕帯等に悩まされ、全断面掘削区間が全体の66%と当初の想定に比べて1進行長の短い地山等級の低い区間が著しく増加し、現在迄のところ約150m/月の実績であり、かろうじて計画進行を確保している状態である。

表-1 地山等級別延長及び施工実績 (H6.3月迄)

地山等級	当初設計	実績	平均日進
IVN	2,784.2m (90.9%)	2,013.6m (65.7%)	9.8m/日
IIIN	0.0m (0.0%)	554.1m (18.1%)	5.9m/日
IIIN	0.0m (0.0%)	496.5m (16.2%)	3.5m/日
IN	280.0m (9.1%)	0.0m (0.0%)	-

※ 平均日進は大型設備導入後の実績

地山等級IVN区間においても、硬質ではあるが非常に節理の発達した黒色頁岩層(一軸圧縮強度1,000kgf/cm²程度)、非常に硬質な塊状凝灰岩類(同2,000kgf/cm²程度)と異なる岩相を呈しており、削孔能率・発破効率等2～5割程度の異なりを示すが、平均すると1進行長2.5mの実施工においてほぼ6時間/サイクル強(掘削:2.50H・ずり処理:2.25H・支保:1.00H・その他:0.25H)の実績となっている。

二次覆工においては掘削作業と併進しつつ、3回/週のコンクリート打設サイクルで、当初の目的を達することができた。また、1打設長が長くなる(18.0m)ため懸念されたクラックに対して、新開発した油圧脱着式強制目地装置をセントル中間部に取り付けて目地を形成させ、そこにクラックを集中させる方式を採用することにより、本体のクラック防止という満足する成果が得られている。

6. おわりに

平成6年3月現在累計で、掘削3,060m・覆工2,260mが完了した。しかし、まだ5kmの内の半分をようやく越えたところであり、これから本格的な長大トンネル施工に入るため、今後より安全で経済的な工法となるよう一層の技術の追求と検討を重ね、長大トンネルにおける急速施工法を確立し、北陸新幹線の1日も早い開通を目指して努力していく所存である。

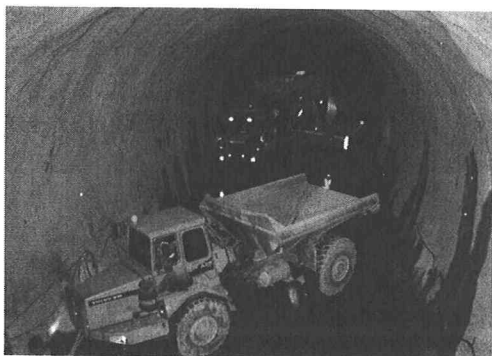


写真-1 坑内で反転中のボルボ

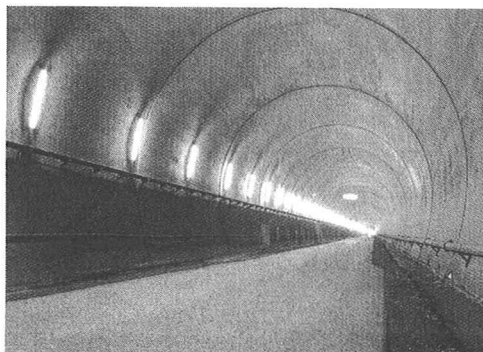


写真-2 中間目地仕上がり状況