

日本電信電話公社 九州電気通信局 正員 有吉 利幸

同

小笠原 長二

同

宮本 仁

1. まえがき

北九州市小倉北区内の国道3号線沿いにおいて貴船橋を挟み約500mの洞道築造にあたって公社では初めて山岳トンネル工法を採用した。工事箇所は、市街地しかも橋梁直下を掘進するため、安全性・経済性等を十分考慮し、掘削と同時にコンクリート打設が可能なベルノルド工法を用い、ロードヘッダーによる機械掘削を行った。なお安全を最大の課題とし先進ボーリング・各種計測を行い、これまで無事に工事を進めることができた。この一連の工事のもその大部分が完了することとなったので、ここに山岳トンネルの施工状況について報告する。

2. 地質概要

工事区間地層の概要を図1に示す。基盤層は、中世白亜紀の南門層群であり、その上部を新生代古第三紀の大辻層群に属する出山層が被り、さらに沖積土層・盛土が被る地層構成の地域である。古第三紀層を構成する岩層は、礫岩・砂岩・頁岩で、上部の礫岩は全体的に風化している。砂岩・頁岩は、一般にコア状態が良好であるが、礫岩は固結度が低く、未風化部分でも軟質岩である。透水係数は、 10^{-5} cm/sec のオーダーを示す。岩石強度は、 $40 \sim 300$ kg/cm²程度で、岩石密度は、 $2.0 \sim 2.6$ 程度である。

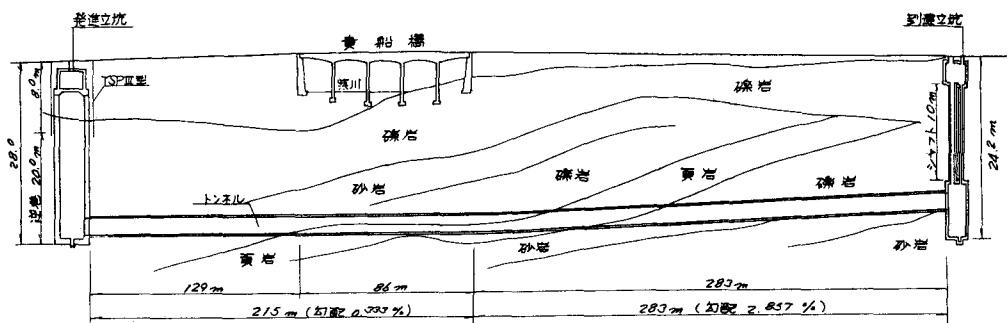


図-1 地質概要図

3. 施工方法

洞道は、図-2のとおり5心円からなる馬てい形とし、大辻層群出山層の礫岩・砂岩・頁岩を掘削するもので、施工は次のとおり行った。

(1) 掘削は、ロードヘッダー(MRH-S45型)による全断面掘削方法とし、岩石強度 200 kg/cm²程度以上ではSLBによる低爆速火薬を併用した。

(2) 支保工は、H₁₅₀×150のZピースによる鋼アーチとし、建込み間隔を1.18mとした。

(3) 一次覆工として地表沈下などの防止を図るため、ベルノルドシートを用いたH鋼巻込み工法(図-3)による15cmの覆工厚で、スランプ値5cm程度の硬ねりコンクリートを、スピロクリートで打設した。

(4) ニ次覆工は、スライディングホームによる鋼製セントルを使用し、覆工厚25cmで、コンクリートをプレスクリートで打設した。

4. 施工状況

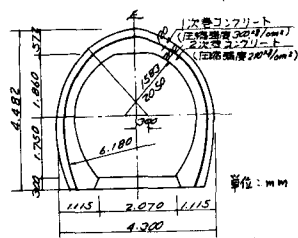


図-2 洞道断面図

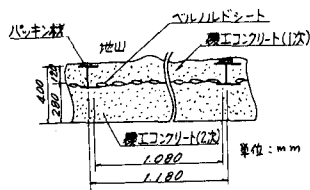


図-3 覆工断面図

(1) 掘削

ロードヘッダーの掘削能力は、岩石強度 200 kg/cm^2 程度が限界であり、これ以上になると、極めて能率が落ちると同時に、ビットやシャープの摩耗消費が大きくなった。

(2) 土砂崩壊

坑口より約7m付近の天盤部をロードヘッダーで掘削中、左天盤部の亀裂水が、50ℓ/分から急激に増加し、150ℓ/分の湧水と共に約 4 m^3 の土砂が坑内に流出した。この付近は、亀裂が多く、部分的に未固結層が露出していたため、この箇所では支保工の建込み間隔を1mにし、木矢板による縫地施工を行った。崩壊部分に対しては、直ちに一次覆工を行い、覆工コンクリートの硬化を待つて背面空洞部にコンクリートを充填した。

(3) 支保工の建込み

掘削後支保工を地山に密着させるジャッキアップ工法を採用し、支保工にジャッキ受台を設計したが、地山が良好で地耐力も十分に判断されたので、ジャッキ受台に枕木を挿入する程度とした。

(4) ベルノルドシートの組み立て

設計ではシートの重ね部分は1山で、連結ピンによって接続するようにしていたが、コンクリートの打設によってシートがはらむ現象が起った。このため、シートの重ね合せを3山とし、シート取付は鉄線でバインドし、コンクリート打設によるシート連結部の崩きを防止すると共に、シートの内側にパイプ等の受け梁をあて、コンクリートの硬化を待つて取除いた。また天端のシートは、現場加工で重ね合せを調整し取付けた。

(5) 一次覆工のコンクリート打設

掘削・一次覆工の作業サイクルは、地山のゆるみを防止するため、早期覆工を行うこととし、支保工1間ごとに覆工まで行うこととしたが、掘削が進むに従って地山の安定しているところがあり、十分安全と判断される箇所では3～6間合のコンクリートを一度に打設した。

地山湧水は、掘削と共に2ℓ/分程度若干見られたが、水によるコンクリート品質低下を防止するため、防水シートを掘削側壁に取付け、支保工脚部は導水マットを設置して地山湧水を抜いた後、コンクリートを打設した。さらに、硬ねりコンクリートを打設したにもかかわらずベルノルドシートからの落ちこぼれが見られるため、シートの目にプラスティックテープを挿入し、コンクリートのロスを防止した。

(6) 湧水の処理

一次覆工後の坑内湧水は、トンネル貫通後約1200ℓ/分に達した。湧水の多くは、支保工脚部からインバートに流出しているが、天盤からの湧水も多かった。このため二次覆工打設前に湧水の多い箇所は、急結セメントで押え、インバートへ水抜きを行った。またインバートは、中央部に暗きよを掘って坑口まで排水しながらコンクリート打設した。なお二次覆工後も600ℓ/分の湧水があるので、セメントグラウトによる止水工を実施中であるが、5月現在150ℓ/分程度に減少した。

(7) 貴船橋の沈下測定

橋は、長さ86m・5径間の門型ラーメン橋で、その沈下の測定を行うための水管式相対沈下計と傾斜計による自動測定管理を行った。この結果、各橋脚部の沈下測定値は、測定誤差(±1mm)の範囲にあり、沈下は見られなかった。傾斜についても、測定誤差(±1分の)の範囲にあり、トンネル工事による橋への影響はなかった。また掘削全正間に見えて道路の沈下・変状は見られず掘削後直ちに覆工が実施できるベルノルド工法のを採用した成果であると考えられる。

5. おわりに

本工事は、これまで述べた掘削・覆工並びに一次・二次覆工時の坑内湧水対策の他、坑内水の汚濁管理等種々の問題点にそう遇したが、幸いにして順調に施工できた。最後に本報告が、今後の市街地における山岳トンネルの参考となれば幸いである。