

# VI-15

## 東北新幹線、岩手トンネルにおける土被りの深い軟岩地山の施工について

○日本鉄道建設公団 盛岡支社

正会員 奥村皓一

同上

大柳寿正

大成建設株式会社 岩手T共同企業体 正会員 怡土一美

### 1. はじめに

東北新幹線岩手トンネルは、延長25.8kmの長大山岳トンネルである。女鹿工区、東京起点549km820m～550km610m間790m間の地質は膨張性を有する新第三紀四ツ役層凝灰岩、凝灰角礫岩により構成されている。一軸圧縮強度は20～70kgf/cm<sup>2</sup>程度と軟質であり土被りが140m～225mと深く、地山強度比が0.4～1.6程度の極めて小さい値となっている。このため機械掘削の施工にあたり、土被りの増大地山強度の低下に伴い、吹付けコンクリートのクラック発生、切羽崩壊、崩落、内空変位量の増大が生じ、各種の計測、解析を行って支保パターンの変更、補助工法の採用等の各種対策工を実施した。今回、その段階を追った区間別の施工経過について報告する。

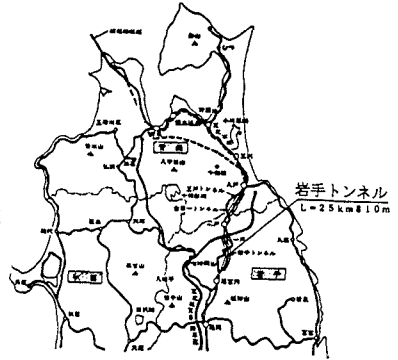


図-1 位置図

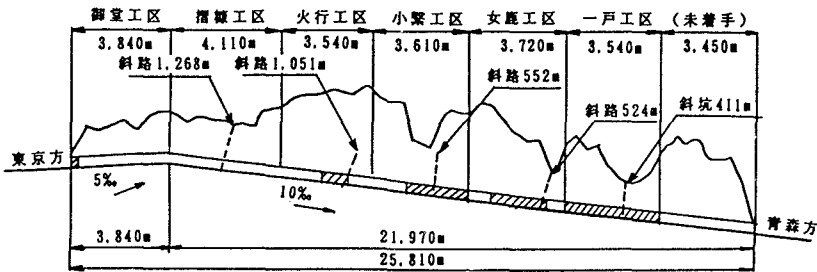


図-2 トンネル縦断略図

### 2. 天端部ロックボルト密度の向上（延長477m）

最初に吹付けコンクリート天端部に幅数ミリのクラックがトンネル軸方向に数mから数10mm発生する現象が多発した。土被りは140m、地山強度比は1.3程度である。吹付けコンクリートに応力計を入れて計測した結果、天端付近に急激な圧縮が発生していると判断できた。この後、岩盤の挙動を地山内変位計により連続計測したところ、側壁部は押し出し変位を続けるが、天端部の変位は掘き直後は突き上げ変位を示したのち、掘き直終了後には押し出し変位に転ずることが判明した。この岩盤挙動をFEMによるシミュレーション解析を行った結果、当工区では卓越した側方圧により天端近傍に応力が集中していることが判明した。このことから支保パターンにおいてより天端部のロックボルト密度を上げて天端近傍の内圧効果により岩盤剛性を高めたところ、クラックの発生が見られなくなった。

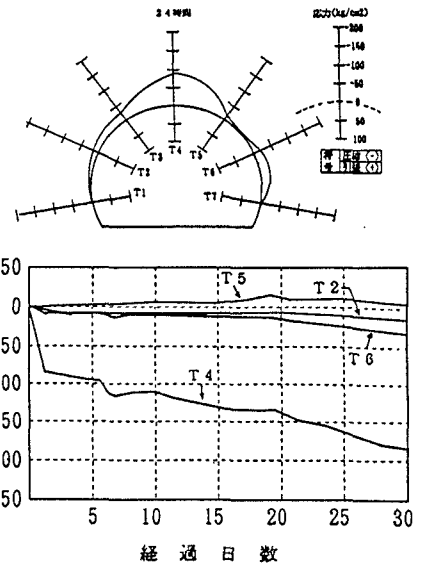


図-3 吹付け応力測定

### 3. 吹付コンクリートのタフネス化（延長109m）

土被りが190mと増加するにつれて、再び吹付けコンクリートにクラックが頻発し、時間経過とともにひび割れ巾が広がり、鋼製支保工の一部には座屈した区間も発生した。検討の結果、ビニロンファイバーによる繊維補強吹付けコンクリートを採用することによりじん性を高め、クラックを抑制することとした。

その結果、内空変位量はそれまでの50mm～130mm

よりさらに大きい値となったものの、クラックの発生率は施工延長との比率で29.6%から0.2%へと大幅に減ずることができた。

表-1 VF配合表

| MS | C   | S/A | 急結材 | 流動化剤 | VF   |
|----|-----|-----|-----|------|------|
| mm | kg  | %   | %   | l    | kg   |
| 10 | 360 | 60  | 5～6 | 3    | 9.75 |

### 4. 長尺鏡ボルトによる切羽補強対策（延長72m）

土被りがさらに200mから220mと増大するにつれて岩盤の変形はさらに進み、切羽の崩壊、崩落現象が頻繁に発生するようになった。このため、それまでの鏡ボルト4mに変えて長尺鏡ボルト14mをラップ長4m、本数は概ね1mピッチの配置として計33本を施工したところ、ごく小規模の崩落にとどめることができた。

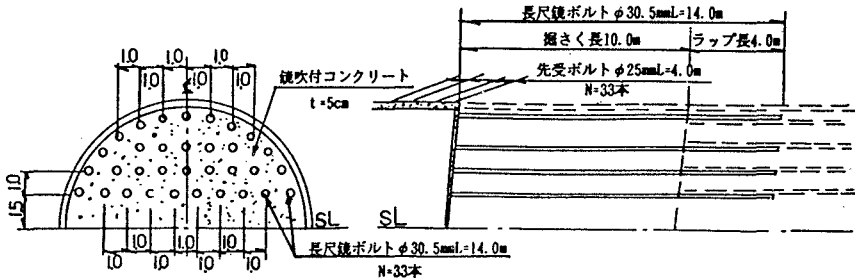


図-4 長尺鏡ボルト施工図

### 5. 吹付けコンクリートの高強度化（延長108m）

この区間に至っては地山強度比が0.4と一段と低下していることから、内空変位量はさらに増大する傾向を見せ、最終変位量で170mm～300mm、24時間後の初期変位においても50mm～90mmに達するに至った。また下半、インバートの早期閉合を実施しても変位が収束しない状態となった。変位を抑制するために、上半の吹付けコンクリートにシリカフュームを混入して圧縮強度の向上を図った。この結果、弱材齢においても28日強度においても1.5倍程度の強度増加がみられた。内空変位の計測結果からインバートコンクリート打設後の変位の収束はスムーズであった。この区間の変更支保パターンを図に示す。

以上述べた支保の変更と補助工法の採用にあたっては、B計測と水平ボーリングを実施し施工に反映させた。

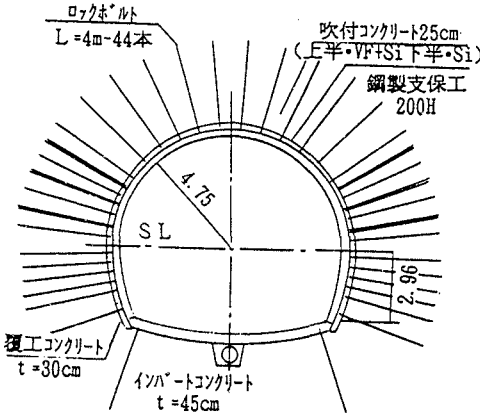


図-5 変更支保パターン図

### 6. おわりに

本工区のような膨張性を有する軟岩地山における土被りの増大は、地山強度比が低下して、押し出し性地圧が次第に高まり、支保パターンの変更、補助工法の採用を次々と選択し、実施する必要があった。今回のトンネル施工において、吹付けコンクリート応力測定、ロックボルト軸力測定、変位計による測定、岩石試験、水平ボーリング、その他各種解析等の情報化施工を積極的に取り入れた結果、内空変位量は変形余裕量の範囲に収まり、縫い返し等を必要とせず工事のコストダウンを図ることができた。