

大断面トンネルにおける PC 鋼棒による変状対策実績

日本道路公団静岡建設局掛川工事事務所	正会員	八木 弘
日本道路公団静岡建設局掛川工事事務所	正会員	橋本 昌朗
鹿島建設横浜支店	非会員	吉田 安利
鹿島建設横浜支店	正会員	○ 畝田 篤志

1. はじめに

第二東名金谷トンネルは、静岡県掛川市大字倉真～榛原郡金谷町に位置する、上り線延長4,527m、下り線延長4,667mの第二東名で最も長い双設トンネルである。掘削断面積約190m²、掘削幅約18mと扁平断面となっており、掘削工法はTBM導坑先進拡幅掘削工法を採用している。TBMによる導坑掘削を行った後、東西の両坑口から下り線を先行して上半先進による拡幅掘削を行った。

金谷トンネル西工事におけるの下り線施工延長は2,540mあり、上半掘削に36ヶ月を要した。そのうち変状対策を行った脆弱地山区間は約920mであるが、各種の変状対策を実施したことにより、上半掘削の通過に約16ヶ月を要した。ここでは、脆弱地山区間の内PC鋼棒(耐力748kN)採用に至ったはじめの約200mの区間における変状対策実績およびPC鋼棒の変位抑制効果について報告する。



図-1 金谷トンネル位置図

2. 地質概要

金谷トンネルの地質は、図-2に示すようにトンネル中

金谷トンネル(下り線) L=4,667m

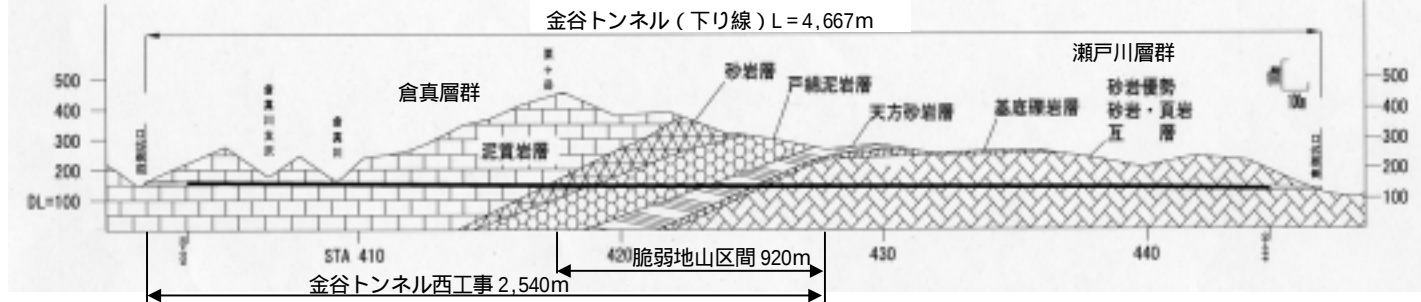


図-2 金谷トンネル地質縦断図

央部を境に新第三紀中新世の倉真層群と古第三紀漸新世の瀬戸川層群に分けられる。

西側の倉真層群は松葉層、戸綿泥岩層、天方砂岩層に大別される。松葉層は第三紀泥岩としては比較的硬質な泥質岩層と硬質ではあるが、亀裂の多い砂岩層から構成されている。一方戸綿泥岩層や天方砂岩層は松葉層に比べて脆弱で、特に戸綿泥岩層は地山強度が著しく劣ることや、スレ-キングしやすい特徴を有している。戸綿泥岩層から天方砂岩層にかけての区間は、下り線TBM掘削実績では導坑変状、TBMの機体拘束、天端崩落などが発生しており、特に戸綿泥岩層の区間は土被りが約250mと大きく、岩の性状から掘削後に地山変形が生じやすい区間となっている。

東側の瀬戸川層群は強い褶曲作用による鏡肌を持つ頁岩と砂岩の互層となっており、亀裂が発達した剥落の多い不良地山区間となっている。

3. 脆弱地山区間変状対策実績

TBM施工データより本区間は相対的に地山の性状が悪い事が分かっていた為、事前に地質調査・FEM解析を用いた支保検討を実施して施工に挑んだ。しかし想定以上に地山の性状が悪く、変位増大に伴い吹付けコンクリートクラックやロックボルト座金の変形など支保変状が生じた為、追加対策工やパターン変更を余儀無くされた。図-3にD、D(S)、D各区間の代表的な支保パターンと

追加対策工を示し、以下に、それぞれの地山区分におけ

キーワード：NATM，TBM 先進工法，PC 鋼棒，変状対策，第二東名高速道路

連絡先：静岡県掛川市倉真 3531-1 TEL 0537-29-1191 FAX 0537-20-1601

る支保構造や、変状対策、変位状況などについて述べる。

(1) D 区間

本区間は地山強度比が2.0～4.0程度の値を推移している事からD 標準支保パターンを適用したが、上半掘削において内空変位が最大80mm程度に達した。脚部ロックボルトのプレートの変状や、天端部吹付けコンクリートのクラックなどの変状が発生した事から、上半脚部へロックボルトの補強対策を行った。

(2) D (S)区間

本区間は地山強度比が2.0以下となる範囲が多く、さらに地山性状が悪くなる事から、支保工・吹付けコンクリートをランクアップし、さらに天端崩落防止を目的としたAGFを採用した。しかし、上半掘削時発生変位量は最大120mm程度に達し支保変状が生じた。対策としてまず通常の高耐力ボルトによる増ボルト等の対策を実施したが十分な効果が見られなかった。そこでB計測結果からもロックボルト耐力が不足している事が確認された為、より耐力の高いPC鋼棒12m(748kN)を増打ちした。その結果打設以降の変位速度が急激に減少し、十分な変位抑制効果が確認された。(図-4参照)

(3) D 区間

本区間は地山強度比が2.0以下を推移しており、最も地山性状が悪い区間である。そこで前区間での対策を参考に、PC鋼棒6mをパターンボルトとして打設する支保パターンを採用した。その結果発生変位量は図-3に示すとおり急激に減少し、上半掘削時に60mm程度に抑える事が出来た。

4. PC鋼棒の効果検証

図-4にD (s)区間におけるPC鋼棒による変状対策の施工位置と最終変形量の関係を示す。これより、切羽近傍

による変状対策ほど、その内空変位抑制効果が高いことが分かる。また、脚部沈下についても変状対策施工前後における変位勾配の変化が内空変位の变位勾配と同様の傾向を示している事から、PC鋼棒による地山拘束を行う事により、内空変位を抑制する事で地山の塑性化を防ぎ、脚部沈下の防止にも繋がっているものと考えられる。

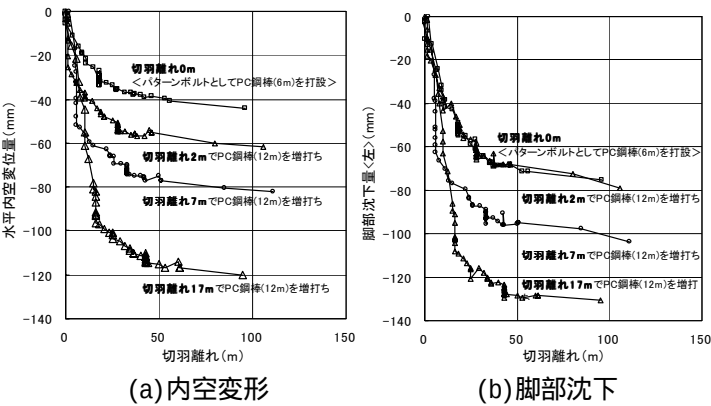


図-4 PC鋼棒打設位置別の内空変形及び脚部沈下

5. まとめ

第二東名トンネルのように大断面トンネルの場合、掘削初期における変位速度も大きく塑性範囲も急激に拡大する事から、切羽の観察や計測結果を迅速に整理・検証し、地山の力学特性に応じた適切な対応が重要となる。

本トンネルの場合、地山の持っている支保能力を効果的に活用する為には、掘削後早い時点で適切な支保工の施工によって地山の塑性範囲を最小限に留め、地山を三軸状態に拘束することが重要である事が分かった。特に大断面トンネルにおいては、上半脚部の地山補強がトンネル全体の安定にとって重要な要素であり、地山を三軸状態に保つ事のできる高い拘束力を有するPC鋼棒は適用性の高い支保部材であるといえる。

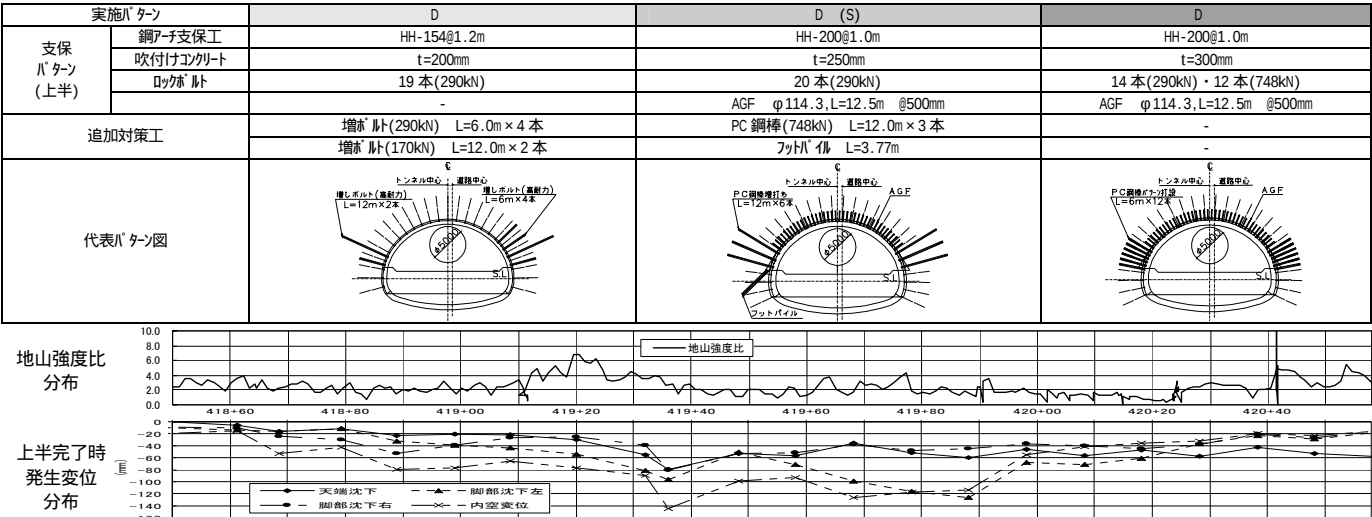


図-3 上半掘削時の施工実績