

Ⅲ-564

蛇紋岩地山におけるトンネルの計測結果とその評価

日本鉄道建設公団 設計技術室	正 末永 充弘
日本鉄道建設公団 九州新幹線建設局	村山 正己
飛島建設(株)技術研究所	正 近久 博志、正○筒井 雅行
飛島建設(株)九州支店	大和 敏郎

1. はじめに

九州新幹線第2今泉トンネル^{1),2),3)}の蛇紋岩区間において、掘削後のA計測結果を基にした逆解析手法によってトンネル周辺地山のひずみ分布や地山物性値を同定し、二次覆工コンクリートの設計資料とした。また、変位と一次支保部材変状の計測結果から、施工経緯との関係について若干の考察を行ったので以下に述べる。

2. 蛇紋岩区間の施工経緯

第2今泉トンネルは、九州新幹線鹿児島ルート⁴⁾の八代-新水俣間のうち八代寄りに位置する延長約4,700mの新幹線複線型のトンネルである。トンネル施工位置は、「黒瀬川構造帯」と呼ばれる地域で、破碎の著しい中古生層堆積岩、花崗岩類、片麻岩、蛇紋岩等の多種多様の岩盤が帯状に分布している。このうち、9k715mから9k600mの区間では、葉片状~粘土状の極めて脆弱な蛇紋岩に遭遇し、増しボルト、増し吹付けや仮閉合等の対策工を余儀なくされた。図-1の内空変位の経時変化に示すように、変位速度は、吹付けインバート仮閉合により小さくなったものの、掘削後150日で4.7mm/月となっており、長期的な後荷現象が生じている。

そこで、二次覆工コンクリートの設計に必要な地山物性値を得るために、調査ボーリング、PS検層、孔内水平載荷試験および針貫入試験の追加調査と、内空変位と天端沈下の計測結果を基にした逆解析法によってトンネル周辺地山の物性値やひずみ分布を調べた。

3. 計測結果の逆解析

解析条件を表-1に示す。逆解析により同定する物性値は、地山の塑性やクリープ挙動を含めて変形係数として評価した等価弾性係数と地山の初期応力である。

逆解析結果と調査・計測結果を表-2に比較して示す。また、解析結果として得られる地山の主せん断ひずみ分布図を図-2に示す。図中に示した注意レベルは、櫻井⁴⁾による地山の限界ひずみに対応している。

内空変位と天端沈下の計測結果やPS検層で得られるいわゆる緩み深度等が逆解析の結果と良く一致していることが分かる。

4. 考 察

本区間で発生した変位挙動の増大や支保部材の変状等の現象は、変化する地山状況、トンネル支保パターンや施工法と密接に関わって生ずるが、施工経緯と計測結果から得られる所見をまとめると以下ようになる。

- ①掘削時の地山の变位挙動は著しく、吹付けコンクリートによるインバート仮閉合によって初めて変位挙動を抑えることができた。
- ②本区間では、支保のランクを、ローカルパターンを含め I_N から I_S に上げていくことにより、変位挙動をある程度は抑えることができた。このことから、本区間のような膨張性地山では、支保部材の許す限りは積極的に地山を剛に抑え込むことが有効であると考えられる。
- ③しかし、一次支保部材の変状や、中央排水工及びインバート施工時に変位が増大したことから分かるように、側壁部やインバート部には大きな地圧が作用しているものと考えられる。したがって、早期リ

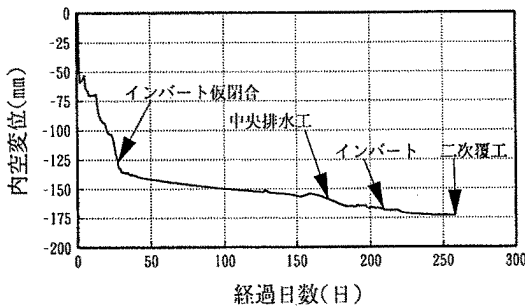
ング閉合後に地山を剛に抑えすぎると、支保部材に過度の応力が集中することになるので覆工の打設時期や補強法等には注意する必要がある。

5. おわりに

蛇紋岩のような膨張性地山では、計測結果の判断やタイミングを誤りやすく、対策が遅れると崩壊などの変状を引き起こす。本工事では、地質調査と計測結果の逆解析手法を用いた計測管理によって、大規模な変状等に遭遇することなく施工を進めている。ここで述べた、計測データと計測管理手法が、今後の蛇紋岩地山における設計・施工の参考になれば幸いである。

【参考文献】

- 1)江藤、村山、橋詰、近久：「中央構造線をNATMで掘る」、トンネルと地下，Vol.24，pp.785-795，1993
- 2)大森、大和、近久、筒井：「切羽観察記録を用いたトンネルの切羽と天端のための管理手法」、JSCE第48回年講Ⅲ-112
- 3)江藤、村山、橋詰、大和：「蛇紋岩地山をNATMで掘る」、トンネルと地下，Vol.25，pp.459-468，1994
- 4)Sakurai, S.: "Displacement Measurements Associated with the Design of Underground Openings, Proc. Int. Symp. Field Measurements in Geomech., Zurich, Vol.2, pp.1163-1178, 1983
- 5)末永、村山、近久、筒井、大和：「蛇紋岩地山におけるSFRCによるトンネル二次覆工コンクリートの設計」、JSCE第50回年講Ⅲ，1995



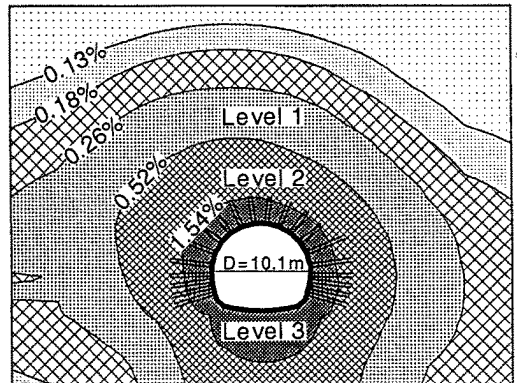
図－1 内空変位の経時変化図

表－1 解析条件

項目	物性値
地山	
単位体積重量	2.3 tonf/cm ³
ポアソン比	0.3
等価弾性係数	*計測結果より同定
初期地圧係数	*計測結果より同定
吹付け	
等価弾性係数	34,000 kgf/cm ²
吹付け厚	12.5 cm
ホールド	
弾性係数	2,100,000 kgf/cm ²
断面積	5.07 cm ²
覆工	
弾性係数	235,000 kgf/cm ²
覆工厚	30.0 cm

表－2 逆解析結果と調査・計測結果

	逆解析結果	調査・計測結果
変形係数	地山の等価弾性係数 $E=2,000 \text{ kgf/cm}^2$	孔内水平載荷試験 深度 変形係数(kgf/cm ²) 1m 1,350, 1,150 4m 2,740, 950 7m 2,150, 1,710
地圧	側圧係数: $K_h=1.0$ せん断係数: $K_t=0.05$	—
計測	内空変位: 165.6 mm 天端沈下: 67.0 mm	内空変位: 166.4 mm 天端沈下: 66.9 mm
歪分布	ひずみ(レベル) 深度 0~0.524%(Ⅰ) 10m~ ~1.541%(Ⅱ) 3.5m~ ~4.535%(Ⅲ) 0m~	P-S検層の速度層境界 深度3.0m~3.5m



図－2 主せん断ひずみ分布図（逆解析）