

Ⅲ-565

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

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、計測結果を基にした逆解析法を用いて地山物性値を同定し、閉合後の予測変位量から覆工に作用する荷重を想定して、二次覆工コンクリートの設計を行った。また、二次覆工後の計測結果から、発生応力度と周辺岩盤の変位挙動について若干の考察を行ったので以下に述べる。

2. SFRCによる二次覆工コンクリートの設計

本トンネルの粘土状蛇紋岩の変状区間における二次覆工の設計フローを図-1に示す。

設計法は、基本的理念として限界状態設計法を採用し、部材試験から構造材料特性を評価しており、SFRCのもと引張抵抗力および変形性能を評価できるものである^{5),6)}。

調査・計測結果とそれを基にした逆解析手法による地山物性値の同定については、文献4)を参照されたい。

覆工に作用する荷重は、吹付けによる仮閉合後の変位の進行を図-2中の●に示すように指数関数： $c = a \{1 - \exp(-\beta t)\}$ で近似し、 $t = \infty$ における変位量から、変位の増分を全掘削解放力に対する比率として想定した。

逆解析の結果から一次支保を除去し、二次覆工（巻厚30cm）を取り入れて使用、終局の各限界状態に対応する掘削力を作用させて二次覆工に発生する断面力を算定した。この結果、二次覆工をSFRC構造とし、設計基準強度 $f'_{ck} = 270 \text{ kgf/cm}^2$ 、SF混入率0.75%によることとした。

3. 覆工後の地中変位と発生応力

解析結果と計測結果を比較する。

計測結果の内、側壁に設置した地中変位計測から得られる区間ひずみの分布図を図-3に、二次覆工の縁応力を表-1に示す。二次覆工後の地中変位は、最大で1.3mmと掘削後の変位に比べて微小であるが、坑壁から3~4mの区間で最大区間ひずみを示しており、それより坑壁寄りの地山は圧縮されている。なお、この区間の地山のひずみ増分は逆解析結果のひずみに対して9.3%となっている。一方、二次覆工に発生する応力は、設計時の値に比較して小さく、引張側、圧縮側とも許容応力度に対して30%程度の値となっている。

二次覆工後の計測結果をまとめると以下ようになる。

- ①二次覆工後の周辺地山は、逆解析の結果で得られた地山の限界ひずみで注意レベルⅡとⅢの境界付近で若干の挙動があるが、二次覆工施工後2週間程度で収束している。
- ②二次覆工に発生する応力度は、増分荷重に対して一次支保部材を考慮に入れなかった設計時の値に比べて30%程度である。
- ③一次支保の段階で長期的な微小変形が続いていた状態から、二次覆工により支保の剛性が高まり、この変形を抑え込んだことにより、地山の応力状態が、不安定ながらも平衡状態に至っているものと考えられる。

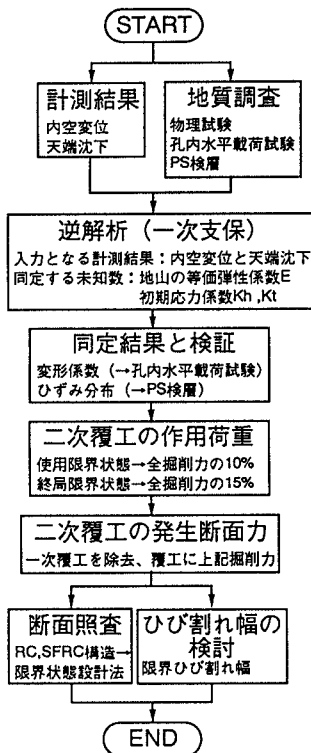
4. おわりに

本工事では、二次覆工の施工から6ヶ月経過した現在、ひび割れ等生じることなく順調に施工を進めている。

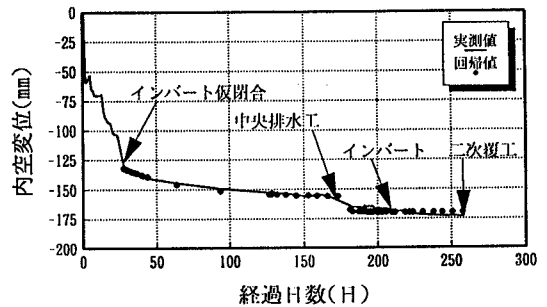
ここで述べた、計測結果を基にした二次覆工コンクリートの設計手法が、今後の蛇紋岩地山における設計・施工の参考になれば幸いである。

【参考文献】

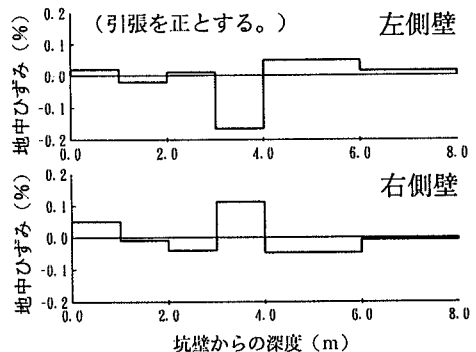
- 1) 江藤、村山、橋詰、近久：「中央構造線をNATMで掘る」、トンネルと地下, Vol.24, pp.785-795, 1993
- 2) 大森、大和、近久、筒井：「切羽観察記録を用いたトンネルの切羽と天端のための管理手法」、JSCE第48回年講Ⅲ-112
- 3) 江藤、村山、橋詰、大和：「蛇紋岩地山をNATMで掘る」、トンネルと地下, Vol.25, pp.459-468, 1994
- 4) 筒井、近久、末永、村山、大和：「蛇紋岩地山におけるトンネルの計測結果とその評価」、JSCE第50回年講Ⅲ, 1995
- 5) 日本鉄道建設公団：「併進工法設計施工指針（案）都市トンネル編」、平成4年4月
- 6) 木村、笹尾、石田、末永、小泉：「鋼繊維補強コンクリートトンネル覆工体の設計法試案」、土木学会トンネル工学研究発表会論文・報告集, Vol.3, pp.33-40, 1993



図－1 二次覆工の設計フロー図



図－2 内空変位の経時変化と回帰値



図－3 覆工後の地中ひずみ分布図(9k693m)

表－1 二次覆工の縁応力度と発生断面力 (9k693m)

断面位置	縁応力 kgf/cm^2		軸力 tonf	曲げモーメント $\text{tonf}\cdot\text{m}$
	内 側	外 側		
天 端	12.9	4.4	25.9	-0.63
側壁(左)	14.6	3.2	26.8	-0.85
側壁(右)	6.8	12.2	28.5	0.41
インバート	3.6	21.4	37.5	1.34

(圧縮を正とする。)