

Ⅲ-B21 上部掘削による既設トンネルへの影響に関する一考察

JR 東日本 正員 吉川正治 正員 森島啓行 正員 板川博則
町田政則 下西正彦

1. はじめに

近年、既設トンネルの近傍で行われるトンネル新設や直上での宅地造成工事などが増えている。これら近接工事による既設トンネルへの影響について JR 東日本では「既設トンネル近接施工対策マニュアル」¹⁾ に基づいて影響評価を行っている。しかし、工事の位置・施工過程・地盤条件の複雑さなどから必ずしも定量的な評価となっていない。そこで、有限要素法などの数値解析による事前評価が合理的な手法として用いられている。

本研究は、昭和 47 年に建設されて以来トンネル上部地山において大規模な採石を目的とした開削工事が行われ、当初約 150m の土被りが現在約 100m になり、今後もさらに掘削が行われる予定となっていることから鉄道トンネルへの影響について、現状の把握と掘削の進行による影響の定量的な把握を行うため、有限要素法により解析を行い、結果について検討した。

トンネルは、全長 1710m の複線トンネルで、側壁とアーチが無筋コンクリート、一部がインバート有りの構造となっている。変状については、スプリングラインからアーチ部にかけて幅 2 mm ～ 3 mm 程度のひび割れがトンネル断面方向に延長約 160m の範囲で発生しているが、その進行は認められない。また、側壁や路盤については健全な状態である。周辺地山については、安山岩、凝灰岩や凝灰角礫岩が交互に堆積している地質となっている。

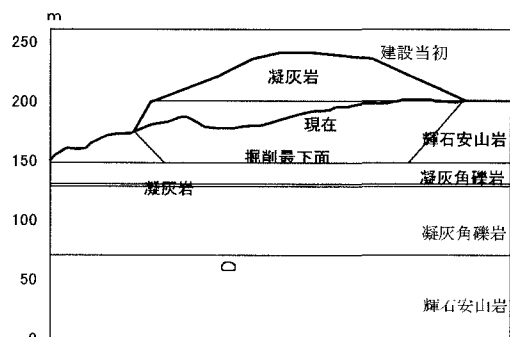


図-1 解析断面

標高 (m)	地質名	単位体積重量 (tf/cm ³)	変形係数 (MPa)	ポアソン比	記事
0.0 ~ 70.0	輝石安山岩	2.8	5,000	0.30	中硬岩
70.0 ~ 127.5	凝灰角礫岩	2.1	100	0.43	軟岩
127.5 ~ 130.0	凝灰岩	1.7	80	0.44	軟岩
130.0 ~ 147.5	凝灰角礫岩	2.1	100	0.43	軟岩
147.5 ~ 200.0	輝石安山岩	2.6	3,000	0.30	中硬岩
200.0 ~	凝灰岩	1.8	100	0.43	軟岩

表-1 地山の入力物性値

2. 解析方法

2 次元弾塑性有限要素法により解析を行った。

図-1 に既設トンネルと掘削範囲について、表-1 に地山の入力物性値、図-2 にトンネル断面図および図-3 に解析モデルを示す。

解析断面は、現在の地表面から今後、掘削深度が最大となる断面を選定した。

地山の物性値については、建設当時および昭和 55 年の地質調査報告書^{2), 3)} により類推した。また、地山の变形係数については除荷側を考慮して 1.5 倍程度の値を用いた。

有限要素法解析に際しては、以下の条件により行った。

1. 建設当初の地山には、初期応力として、鉛直方向応力 $\sigma_y = -$

γh 、水平方向応力 $\sigma_x = \sigma_z = k\sigma_y$ を作用しているものとする。ここで、 γ は地山の単位体積重量、 h は G.L.、 k は側圧係数である。

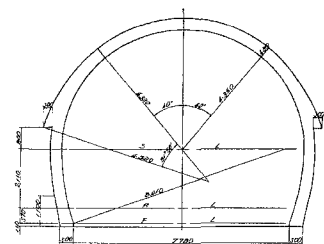


図-2 トンネル断面図

キーワード：トンネル、掘削、有限要素法

(連絡先)：〒220-0023 横浜市区平沼 1-19-8 TEL.045-461-6678 FAX.045-461-6677

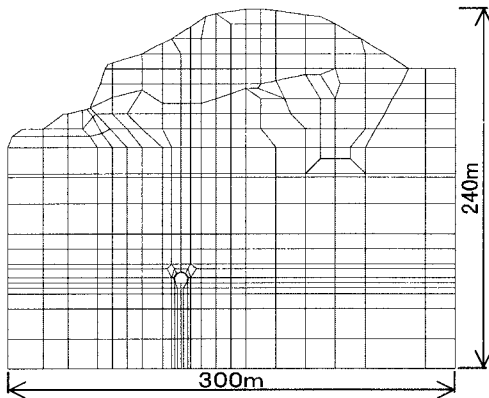


図-3 解析モデル

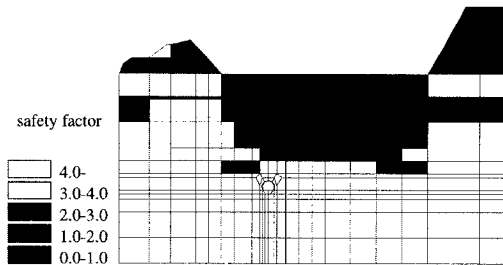


図-4 最大掘削時の地山の安全率分布

2. 現在の地表面に作用する応力を掘削によって解放される応力とする．この応力に相当する掘削面での節点外力（掘削相当外力）を作用させる．（STEP1）
3. 2と同様に 1次掘削（土被り約 106m），2次掘削（土被り約 96m），3次掘削（土被り約 83m）について掘削相当外力を作用させる．（STEP 2～STEP4）

3. 解析結果

図-4 は，最大掘削時（STEP 4）に地山に発生するひずみエネルギーによる安全率分布を示す．ここで図の黒色の部分は，塑性した要素を示している．掘削解放面付近の要素に塑性領域が広がっているが，トンネル周辺の地山については，塑性化していない結果となった．

図-5 にトンネル天端と路盤の鉛直変位の解析結果を示す．天端変位は掘削が進むに従い上方に移動し，路盤鉛直変位については，現在の地表面までの掘削（STEP2）までは沈下しているが，その後掘削が進むに従い隆起する結果となった．

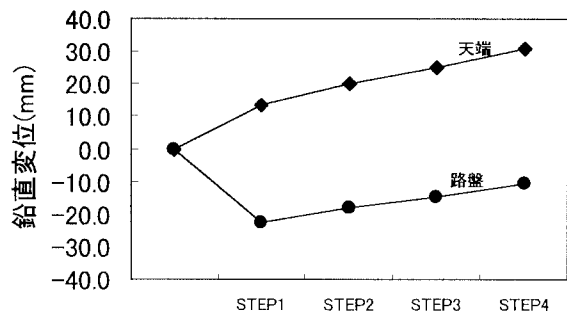


図-5 天端および路盤の鉛直変位

4. まとめ

上部掘削によるトンネルへの影響を 2 次元有限要素法により求めた．その結果，土被り約 80m までの掘削がトンネル影響への限度であると考えられる．有限要素法を用いることにより，定量的な評価をすることができた．しかし，地質調査のサンプリング位置が少なく地質分布が不確かなこと・今後の掘削範囲が断定できないことなどから結果に対して信頼性が少ない．そのため，今後は，トンネル変位の実測値との比較により詳細に検討したいと考えている．

参考文献

- 1) 鉄道総研：既設トンネル近接施工対策マニュアル，1995.1
- 2) 日本国有鉄道：東海道本線根府川真鶴間新赤沢ずい道付近地質調査報告書，1969.7
- 3) 日本国有鉄道：トンネル耐震基礎調査報告書真鶴トンネル，1980.3