

Ⅲ－B80

トンネル上部の盛土による影響解析

鉄道総合技術研究所 正会員○小島 芳之 正会員 朝倉 俊弘*)
金沢工業大学 学生員 島田 敦 正会員 土屋 敬**)

1. はじめに

近年、都市および都市近郊における土地の高度利用化に伴い、既設トンネル上部の盛土や切り取り、トンネルの交差や併設といった近接施工が急増しており、的確な影響評価が望まれている。鉄道総研では、既往の実績に基づき「既設トンネル近接施工対策マニュアル」（1995年1月）を作成し、影響評価の実務に供してきたが、既設トンネルの挙動を的確に予測し得る手法は、必ずしも確立されていないのが現状である。

このような状況に鑑み、筆者らは、近接施工による既設トンネルへの影響評価法の確立を目的として、現地計測データの分析、模型実験、FEMによる解析的な検討などを行っている。本稿では、上部盛土の範囲や初期土被りの影響に着目し、2次元FEMによる検討を行った結果について報告する。

2. 解析概要

解析は、破壊接近度法による2次元非線形弾性FEM (NATMFEM¹⁾) によった。

解析モデルは、図1のとおりである。

トンネルは、インバートを有する全断面覆工の新幹線断面とし、線形弾性のビーム要素でモデル化した。地山は軟岩相当の地山 ($D_0=2000\text{kgf/cm}^2$) とし、非線形特性に土屋¹⁾の地山等級R3を用いた(表1)。

解析は、以下の各パラメータを組み合わせで行った(図2参照)。

- ・盛土幅： $B/2=4.5\text{m}$ ($B=1D$ (D : トンネル幅)) $\sim 36\text{m}$ ($B=8D$)
- ・盛土高： $h=5\text{m}$ 、 $10\text{m}\sim 30\text{m}$ (5 m 毎)
- ・初期土被り： $H=5\text{m}$ 、 $10\text{m}\sim 50\text{m}$ (10m 毎)

3. 解析結果

ここでは、盛土幅 $B=1D$ および $8D$ の場合について示す。なお、今回の解析では、破壊接近度が0.3を下回ることとはなく、線形領域で挙動した。なお、以下は、盛土による増分応力・変位により整理している。

(1) 地盤の応力と変形

図3および図4は、初期土被り $H=50\text{m}$ で、盛土幅 $B=1D$ および $8D$ 、盛土高 $h=10\text{m}$ でのトンネル天端直上部の地盤応力・変位・歪みの深さ方向分布を示したものである。

図3より、盛土幅が狭い場合は、応力・変位とも、深さ方向へ急激に減少することが分かる。これに対し

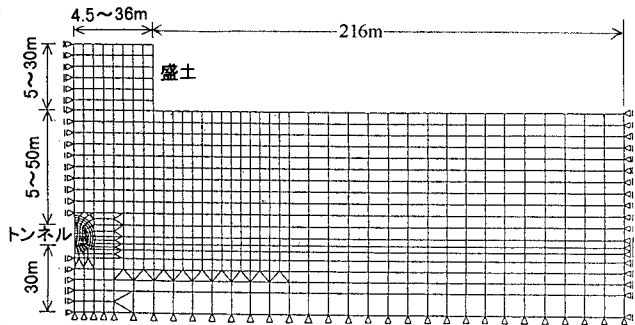


図1 解析モデル

表1 入力物性値

種別	物性値
覆工	$t=70\text{cm}$ 、 $E=2.1\times 10^5\text{kgf/cm}^2$
盛土	$\gamma=1.8\text{tf/m}^3$ 、 $D_0=200\text{kgf/cm}^2$ 、
地盤 (R3)	$\gamma=2.1\text{tf/m}^3$ 、 $D_0=2000\text{kgf/cm}^2$ 、 $c=3.0\text{kgf/cm}^2$ $\phi=35^\circ$ 、 $\nu_0=0.30$ 、 $R_{EL}=0.3$ 、 $n=4$

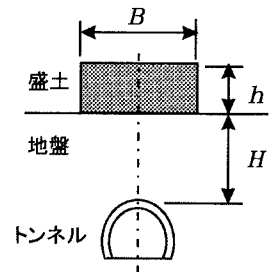


図2 解析パラメータ

*) 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL: 042-573-7266 FAX: 042-573-7248

**) 〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇ヶ丘 7-1 TEL: 076-294-6712 FAX: 076-294-6713

て、図4より、盛土幅がある程度広い場合は、深さ方向への減少程度が小さい。なお、水平方向応力 σ_x に比較し、鉛直方向応力 σ_y の減少の割合はかなり小さい。即ち、側圧比(σ_x/σ_y)は、深さ5m付近において0.6程度であるが、深さとともに急激に減少し、深さ30m付近では0.1程度となる。また、この側圧比の減少に伴い、歪みは20~30m付近において最大となる。

(2) 覆工の応力

図5および図6は、盛土幅 $B=1D$ および $8D$ 、盛土高 $h=10m$ における覆工の断面力と応力について、初期土被り別に整理したものである。なお、ここでは、最大引張応力が生じるアーチ天端内面に着目して示した。

図5および図6より、以下のことが分かる。

- ① 盛土幅が狭い $B=1D$ の場合は、土被りの増加とともに覆工に生じる断面力が急激に減少する。そのため、引張応力は深さ方向に単調に減少する挙動を示す。
- ② 盛土幅が比較的広い $B=8D$ の場合は、深さ方向に向かって軸力が低下するが、曲げモーメントは30m付近で最大を示す。そのため、引張応力が最大となる土被りは、30m付近である。これは、図4にも示したように、土被りが30m程度より浅い場合は、盛土により生じる側圧が比較的大きいので、曲げが相対的に小さくなるためである。

5. まとめ

以上の解析により、比較的広い盛土を行う場合の覆工への影響は、ある土被りで最大となることが確認された。

今後、このような現象も含め、上部地山の载荷あるいは除荷によるトンネルへの影響について、事例分析や模型実験により明らかにし、適切な影響予測手法を確立したいと考えている。

文 献

1) 土屋敬：ロックボルト・吹付けコンクリートトンネル工法の設計に関する研究、鉄道技術研究報告、No.1342、1987.2

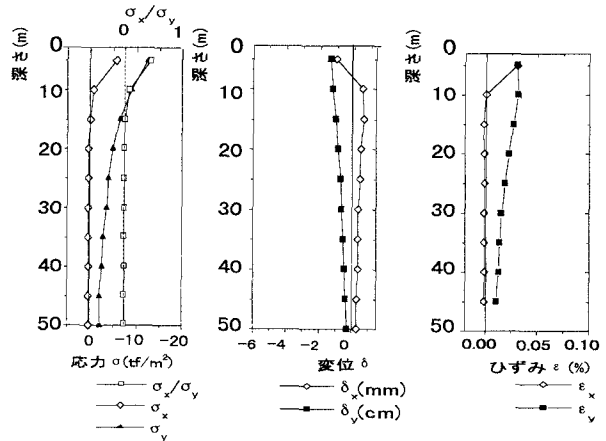


図3 地盤の応力・変位・歪み(トンネル軸線上、盛土幅1D)

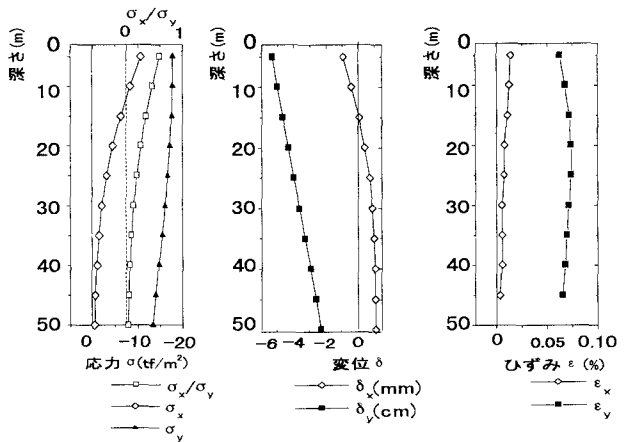


図4 地盤の応力・変位・歪み(トンネル軸線上、盛土幅8D)

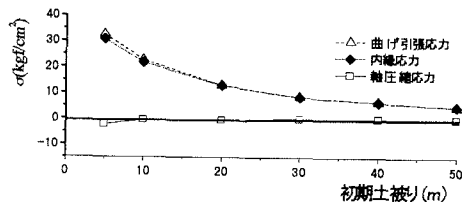


図5 覆工の断面力と応力(アーチ天端内面、盛土幅1D)

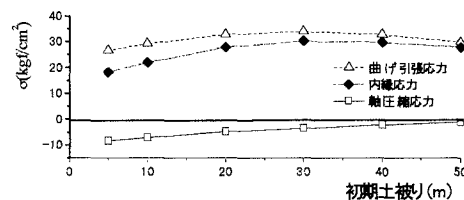


図6 覆工の断面力と応力(アーチ天端内面、盛土幅8D)