

トンネルの変形に及ぼす覆工厚と地盤剛性の相関

金沢工業大学 ○稲葉 潤也 土屋 敬
鉄道総合技術研究所 小島 芳之
日本交通技術 島田 敦

1. はじめに

本研究では、既設トンネル上部に盛土を施行する問題に関連して、覆工厚さが地盤剛性との相関においてトンネルの変形にどのように関与しているのかを調べ、覆工厚を合理的に変化させることを目的としている。

2. 解析概要

解析は2次元非線形FEMにより行った。解析モデルは図1、2に示す。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。これを図3に示す。地山物性は土屋の地山等級による軟岩相当の地山R3を基本とし、この地山の変形係数のみを5、20、50、100、200、1000、5000、10000MN/m²と変化させ、比較検討に用いた。

表1 入力物性値

種別	物性値
覆工	$t=30,50,70\text{cm}$ 、 $E=2.1 \times 10^4 \text{MN/m}^2$
盛土	$\gamma=18\text{kN/m}^3$ 、 $D_0=20\text{MN/m}^2$ 、 $\nu_0=0.3$
地盤	$\gamma=21\text{kN/m}^3$ 、 $D_0=(5)、(20)、(50)、(100)、200、(1000)、$
(R3)	$(5000)、(10000)\text{MN/m}^2$ $c=0.3\text{MN/m}^2$ 、 $\nu_0=0.3$ 、 $R_{EL}=0.3$ 、 $n=4$

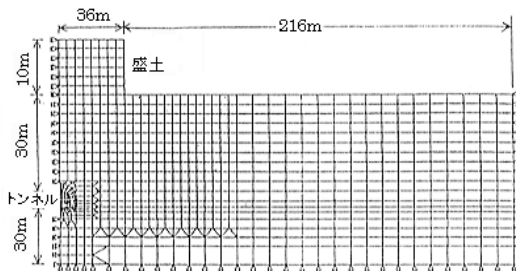


図1 解析モデル

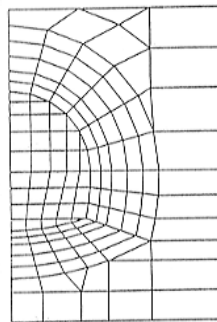


図2 解析モデル拡大図
(トンネル部)

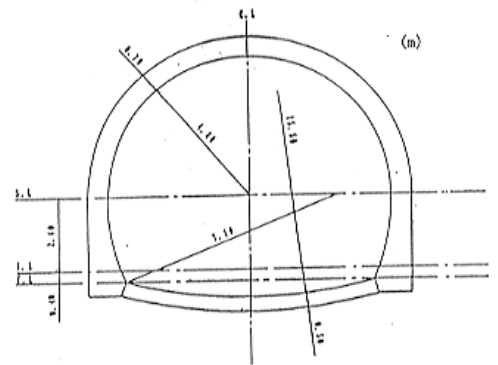


図3 トンネル断面

キーワード：既設トンネル、盛土、FEM

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

3. 解析結果

ここでは本解析のメインテーマであるパラメータ解析を行った結果についての報告を行うこととする。

下記の図4は盛土高10mの時にトンネル覆工の天端に発生する変形係数と内縁応力の関係を表したグラフである。また図5は変形係数とトンネルの鉛直方向内空変位の関係を表したグラフである。このふたつのグラフより曲げ応力に関して、覆工厚が薄くなるほど地山剛性の影響を受けやすいことがわかる。この結果より、地山剛性が低いほど覆工剛性の高さが有効に機能して曲げ応力、内空変位を低く抑えることができるが逆に固い地山では覆工厚を大きくして覆工剛性を増してもそれほど大きな効果が得られないことがわかる。

図4で地山剛性が 50MN/m^2 を越えたあたりから覆工厚70cmの覆工天端に発生する内縁応力が覆工厚30cmのそれを上回っている。この原因として考えられるのは地山の变形による覆工曲げ曲率と覆工内面と中立軸間距離との相関性であると考えられる。軟らかい地山では覆工の厚い方が地山の变形を抑えて覆工の曲げ曲率を小さくできるが、硬い地山では覆工の变形が地山の变形に追従するために覆工厚の違いによって曲げ曲率の変化がない。そのため中立軸と覆工内面との距離が大きくなっている厚い覆工の方が大きい応力を示しているものと考えられる。

4. まとめ

既設トンネル上部に高さ10m、幅36mの盛土を施し、地盤の変形係数を5～10000 MN/m^2 の間で7段階に変化させ、トンネル変形への影響を検討した。その結果地山変形係数 50MN/m^2 を境にそれ以下では覆工厚が有効に働き、それ以上では覆工厚の効果が見られないことが分かった。

参考文献

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

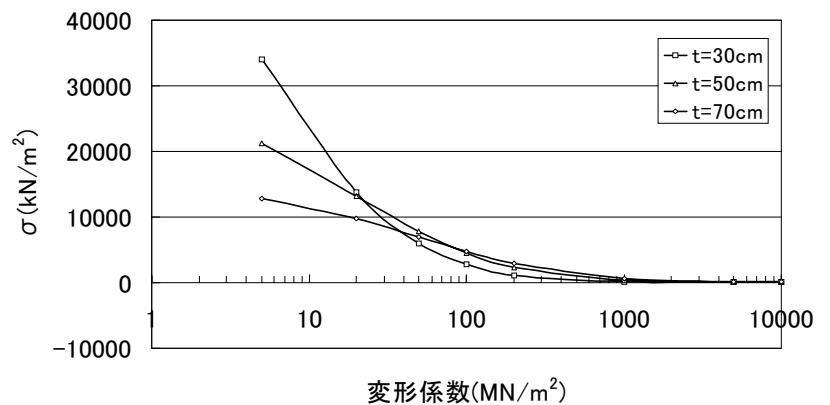


図4 覆工厚の違いによる天端内縁応力

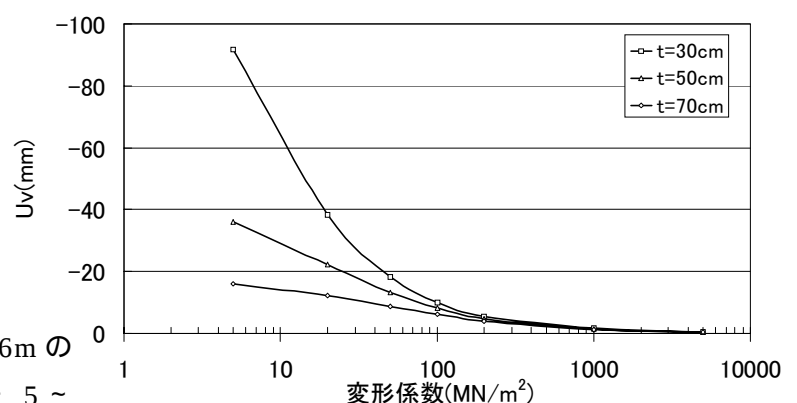


図5 覆工厚の違いによるトンネル内空変位