

III-93

既設トンネルに対する上部盛土・切土の影響解析

金沢工業大学 正会員 土屋 敬
 鉄道総合技術研究所 正会員 朝倉 俊弘
 金沢工業大学 正会員 亀田 徹也^{*}
 金沢工業大学 正会員 尾崎 良明^{**}

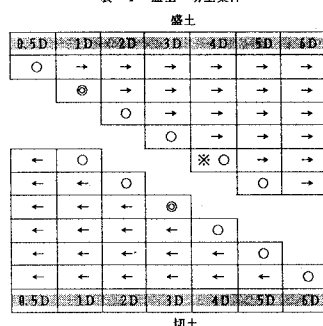
1. まえがき

半無限の水平盛土・切土によりトンネルがどのように影響を受けるかを非線形FEM解析により検討し、無制限領域、要注意領域、制限領域を定めるための資料とする。

2. 解析手法とモデル

本研究は、二次元非線形解析プログラム（NATMFEM）を用いて解析を行った。本解析を行う上でのトンネル断面は、複線断面（新幹線A型・直線用）、覆工厚60cm、単線断面・在来線・単線1号型、覆工厚45cmの2種類とした。解析領域モデルは、“トンネル掘削による地表沈下解析における領域の影響”¹⁾を参考に領域を幅7D、深さ3Dに決定した。盛土・切土解析を表-1に示す条件で行う。すなわち、盛土は初期土被り高0.5D～5Dを最終土被り高6Dまで行い、切土は初期土被り高1D～6Dを最終土被り高0.5Dまで行う。計算に用いる地山物性値は、表-3の土屋の分類²⁾によるものであり基本物性値は軟岩を使用している。◎印は他の地山種別、すなわち土砂1、土砂2、中硬岩、硬岩について解析を行った。また、※印は本解析の一例を示したものであるが初期土被り高4D（現G.Lがトンネル天端から40m）の地山を4D→5D→6Dまで盛土してゆくことを示したものである。トンネル上部の盛土及び切土は、水平に施工されるものとして解析を行っている。解析ステップとケース数は、表-2に示す通りである。なお、覆工はラティス要素とする。

表-1 盛土・切土条件



・◎ 初期土被り高を示す。
 ・地山物性値は基本物性値を使用。

表-2 解析ステップとケース数

解析	解析STEP	内 容	解析ケース数
掘削	0	初期応力状態	30ケース
掘削	1	トンネル掘削	
本解析	0	掘削後応力状態	40ケース
	1	覆工打設	
	2	盛土or切土	

3. 解析結果

解析結果は、変位量（天端、側壁、脚部側壁、路盤中央）、覆工応力（内側：トンネル側，外側：地山側）を出力した。

本解析で得られた主な結果は以下の通りである。

- 1) 覆工応力は、盛土高または切土高にほぼ比例に増加している。しかし盛土における最大応力、切土における最小応力はやや非線形な傾向が出ている。（図-1，図-2）
- 2) 変位量は、盛土高又は切土高にほぼ比例して増大する。路盤と天端の相対変位量は側壁水平変位量と比べると複線では1.5倍、単線では1.0倍と大きい。（図-3，図-4，図-5）
- 3) 複線断面と単線断面を比較すると、断面形状の差により同一条件での変形量は3～4倍近く複線断面の方が大きい。（図-4，図-6）
- 4) 解析値は、盛土・切土にかかわらず弾性係数に依存し特に $D_0=1 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ オーダー以下になると敏感に反応する。軟岩，土砂地山の解析は入力物性値を十分吟味する必要がある。（図-7，図-8）

* 現 大成建設㈱

** 中央復建コンサルタンツ㈱

表-3 地山物性値

地山	種類	初期土被り高D ₀	弾性係数E	ポアソン比ν	地山強度R _{cl}	地山強度R _{cl} (kgf/cm ²)	引張強度σ _t (kgf/cm ²)
土砂1	1	1.0	200	0.2	30	0.35	1.0
土砂2	1.5	500	0.2	35	0.35	1.0	2
軟岩	2.0	1,000	1.5	30	0.30	0.3	4
中硬岩	2.3	10,000	10.6	45	0.30	0.3	4
硬岩	2.8	100,000	60.0	55	0.25	0.2	8
礫土	1.6	200	0.2	30	0.35	1.0	2

基本物性値 注1. 引張強度 $\sigma_t = c / (5 \times \tan \phi)$
 地山強度係数 $D_r = D_0 / 50$

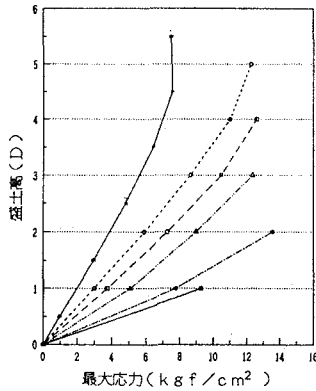


図-1 単線・盛土（軟岩）最大応力

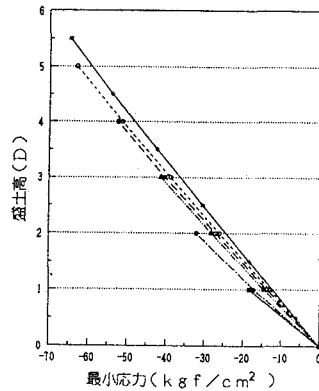


図-2 単線・盛土（軟岩）最小応力

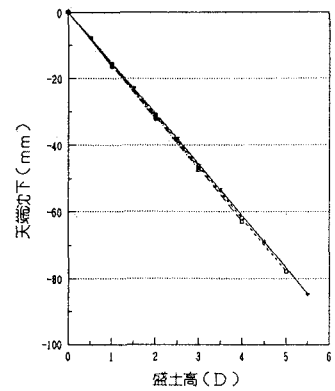


図-3 単線・盛土（軟岩）天端変位

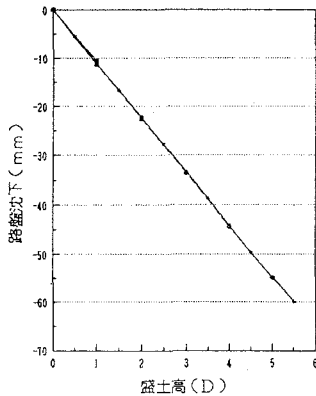


図-4 単線・盛土（軟岩）路盤変位

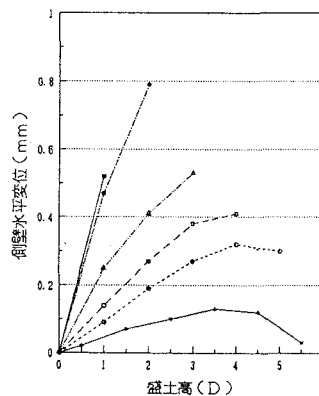


図-5 単線・盛土（軟岩）側壁水平変位

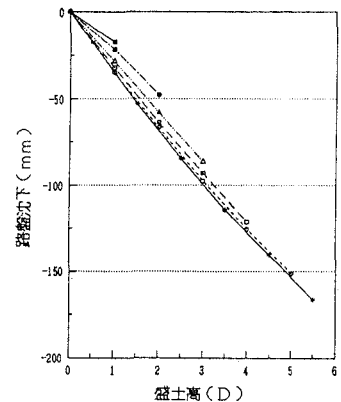
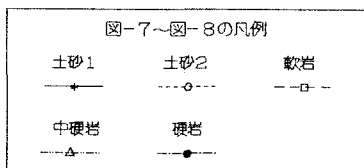
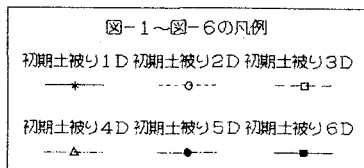


図-6 複線・盛土（軟岩）路盤変位



(応力)

・+：引張応力，-：圧縮応力

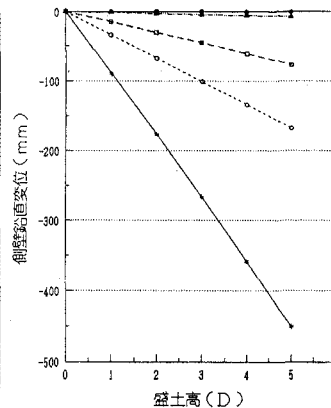


図-7 単線・盛土（物性値）側壁鉛直変位

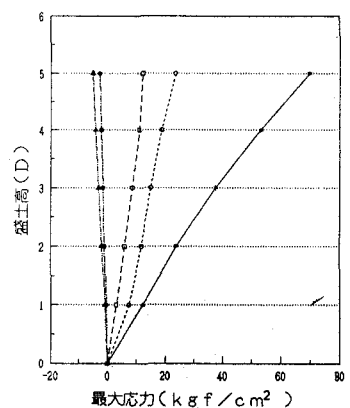


図-8 単線・盛土（物性値）最大応力

《参考文献》

- 1) 関森，宮崎，土屋，小野田：“トンネル掘削による地表沈下解析における領域の影響”，第48回土木学会講演概要集，第3部，1993.
- 2) 土屋 敬：“ロックボルト・吹き付けコンクリートトンネル工法の設計に関する研究”，1986.5.