

円形シールドトンネル覆工の設計方法に関する基礎的研究（その3）

—地盤条件の影響—

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 鈴木 久尚○木谷 努 山本 秀樹
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 フェロー 中村 兵次

1. はじめに

同名報文（その1）で設定した条件に基づいて、得られた計算結果のうち、地盤条件（静止土圧係数、変形係数、ポアソン比、地下水位）の違いが、発生する断面力と変形および周辺地盤の応力状態と地盤反力係数に与える影響を考察する。

2. 解析条件

解析条件を表-1に示す。検討トンネル断面は図-1に示す円形断面とし、覆工ははり材として設定した。解析パラメータは、静止土圧係数、変形係数、ポアソン比、地下水位に着目した。

3. 解析結果および考察

(1) 静止土圧係数の違いが与える影響（図-2 参照）

静止土圧係数が大きくなるにつれてトンネル覆工には地山応力がより等方的な圧力として作用するため、トンネル背面地山の変位、覆工に発生する曲げモーメントは小さくなる。また、静止土圧係数の水平地盤反力係数に与える影響はほとんどない。

したがって、静止土圧係数は、トンネル変形モードおよび覆工の発生断面力に大きく関係することがわかる。

(2) 地山変形係数の違いが与える影響（図-3, 図-6, 7 参照）

地山の変形係数の大きさにかかわらずトンネル覆工に作用する地山応力はほぼ一定となるが、トンネル周辺地盤の変位は変形係数に依存することから変形係数が小さい場合覆工背面地山の変位や覆工に発生する断面力、とくに曲げモーメントが大きくなる。また、水平地盤反力係数はSL付近の覆工に作用する地山応力は前述のように一定であるため、変形係数が大きくなれば覆工の変位量が小さくなり、水平地盤反力係数は大きくなる。このように変形係数は、トンネルに発生する断面力と変形および水平地盤反力係数に大きく関係することがわかる。

(3) ポアソン比の違いが与える影響（図-4 参照）

ポアソン比を大きくすればSL付近では地山応力が若干大きくなり、天端では減少するものの、傾向的にはポアソン比を変化させてもトンネル覆工周辺地山の応力は大きく変化せずほぼ同様な圧力分布となっている。

また、同様にトンネル背面地山の変位および覆工に発生する断面力も大きな変化はみられずポアソン比の影響は小さいが、水平地盤反力係数についてはポアソン比の影響が大きく $15,000\text{kN/m}^3$ から $33,000\text{kN/m}^3$ と大きく変化している。したがって、地山応力が時間に依存するような軟弱粘性土地盤の場合には注意が必要である。

(4) 地下水位の違いが与える影響（図-5 参照）

地下水位が高くなるとトンネル周辺地山の地山の有効応力が減少するため、トンネル背面地盤の変位およびトンネル覆工に作用する断面力は減少する傾向にある。

地下水を変化させても水平地盤反力係数は $20,000\text{kN/m}^3$ とほぼ一定の値を示し、水平地盤反力係数に与える影響はほとんどないことがわかる。

表-1 解析条件

パラメータ	物性値
静止土圧係数	$K_0=0.3, 0.5, 0.8$
変形係数	$E=30,000, 100,000, 300,000\text{N/m}^2$
ポアソン比	$\nu=0.3, 0.4, 0.48$
地下水位	地下水無し、天端、天端+15m

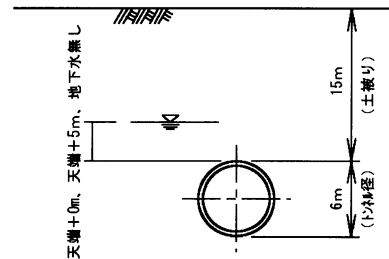


図-1 解析断面

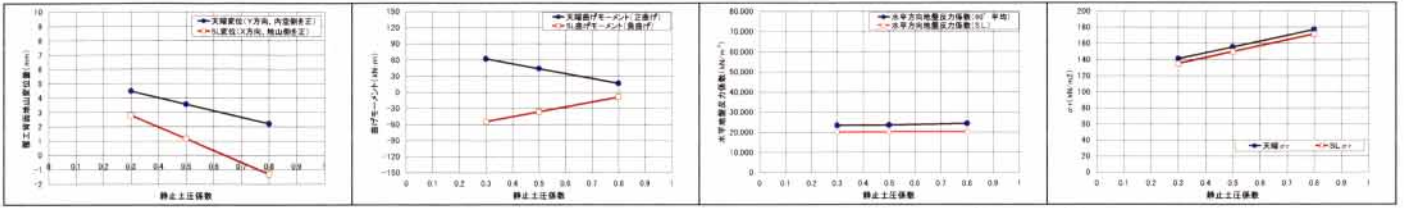


図-2 静止土圧係数の違いがセグメント変位量，曲げモーメント，水平地盤反力係数に与える影響

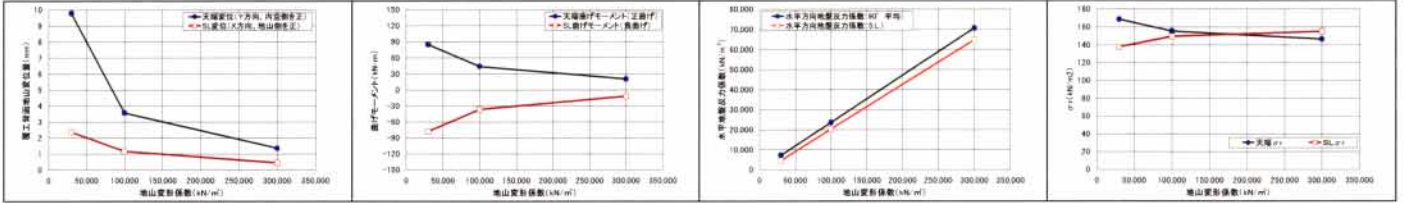


図-3 地山変形係数の違いがセグメント変位量，曲げモーメント，水平地盤反力係数に与える影響

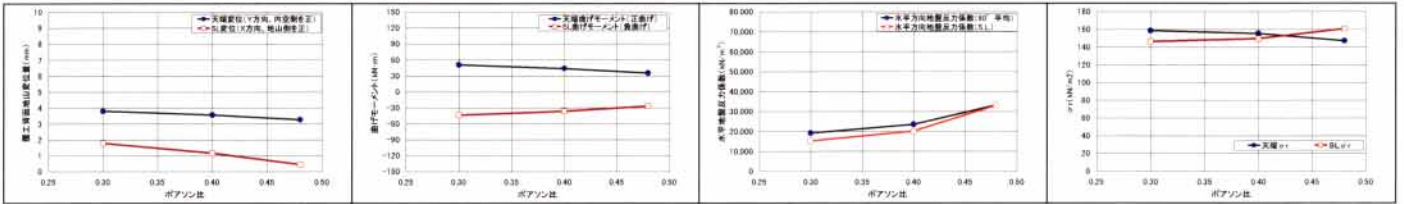


図-4 ポアソン比の違いがセグメント変位量，曲げモーメント，水平地盤反力係数に与える影響

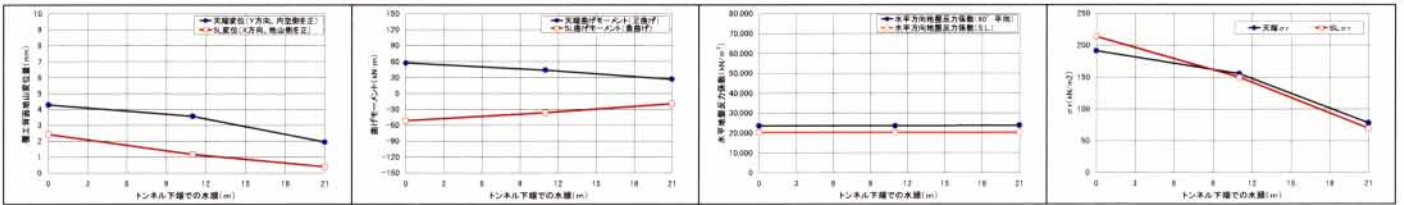


図-5 地下水位の違いがセグメント変位量，曲げモーメント，水平地盤反力係数に与える影響

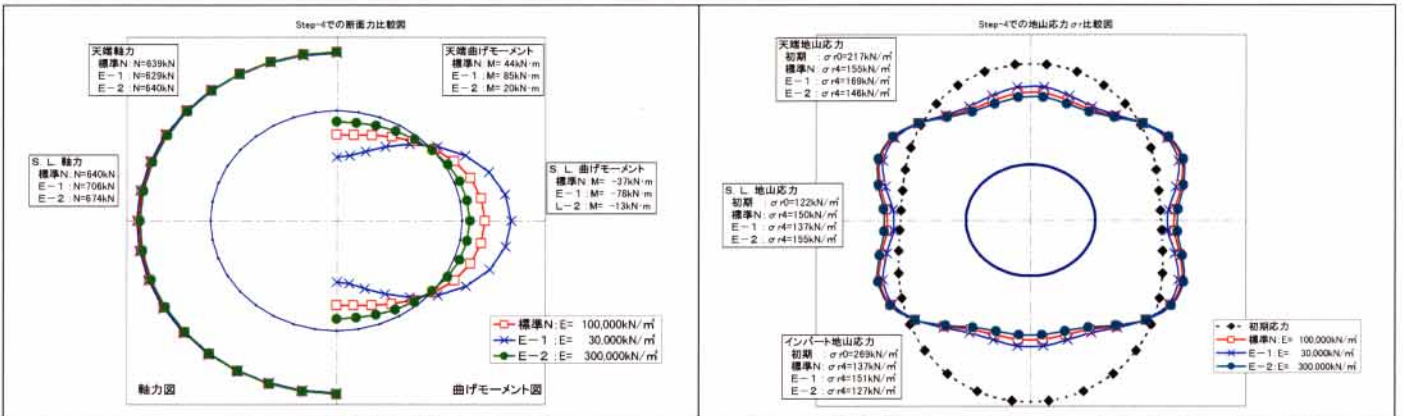


図-6 地山変形係数と発生断面力の関係

図-7 地山変形係数とトンネル周辺地山応力 σ_r の関係

4. まとめ

今回の解析から、いずれのパラメータも変位量やトンネル覆工の発生曲げモーメントに与える影響が大きく、特に地山変形係数の違いによる影響が大きいことが分かった。また、水平地盤反力係数に対しては、静止土圧係数、地下水位による影響はほとんど受けていないものの、地山変形係数とポアソン比による影響は大きく、特に地山変形係数の違いが与える影響が大きいことが分かった。トンネル周辺の地山状態に与える影響については、いずれのパラメータにおいても見られた。静止土圧係数はトンネル変形モードに対する影響が大きく、地山の变形係数は、特にそれが小さい場合にはトンネル変形量と曲げモーメントに大きく影響がある。

したがって、今回のパラメータのうち、特に静止土圧係数と地山の变形係数の設定には、十分な注意が必要であり、シールドトンネル覆工の設計に考慮する必要があると考えられる。