

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2）

ー覆工剛性とリング間ばねの影響ー

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 鈴木 久尚○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、覆工剛性、リング間ばね定数の違いが、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、覆工はセグメント種類の違いを想定した曲げ剛性を持つはり材として設定した。解析パラメータは、覆工剛性、リング間ばね定数とした。

3. 解析結果および考察

(1) 覆工剛性（セグメント剛性）後外が与える影響

覆工剛性を变化させた場合の覆工に発生する断面力、変形、水平地盤反力係数、およびトンネル周辺地山に与える影響を図-2、図-3および図-4に示す。

- ① トンネル周辺地山の法線方向地山応力 σ_r は、初期応力状態に比べて、トンネル施工により鉛直方向は減少し、水平方向は増加する傾向を示す。また、覆工剛性を増加させることにより、トンネル天端および下端での地山応力は増加し、S.L.付近での地山応力は減少する傾向を示す。
- ② 覆工剛性が大きくなると覆工の変形量は小さくなるが、覆工背面地山の変形量は覆工設置前の変位の影響があるため、その傾向は小さくなる。
- ③ 覆工剛性が大きくなるに従い、曲げモーメントは大きくなる傾向を示す。軸力については天端にて減少し、S.L.付近にて増加する傾向を示すが、覆工剛性の違いによる差は曲げモーメントほど顕著ではない。
- ④ 側壁部 90° 範囲での水平方向地盤反力係数の平均値は、セグメント剛性の違いによる影響ほとんど見られないが、S.L.部では覆工剛性が大きくなるに従い直線的に減少する傾向を示し、セグメント剛性が 1,000,000kN/m² の場合にはほとんど地盤反力が発生していない。（水平方向地盤反力係数 $K_s = \Delta \sigma_x / \Delta \delta_x$ ）

表-1 解析条件

パラメータ	物性値
覆工剛性	$EI = 100,000, 1,000,000, 10,000 \text{ N/m}^2$
リング間ばね	$K_s = 100,000, 10,000, 1000,000 \text{ kN/m}^2$

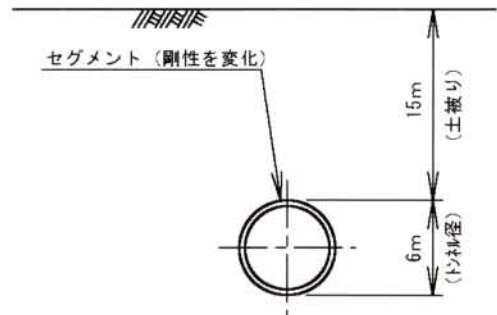


図-1 解析断面

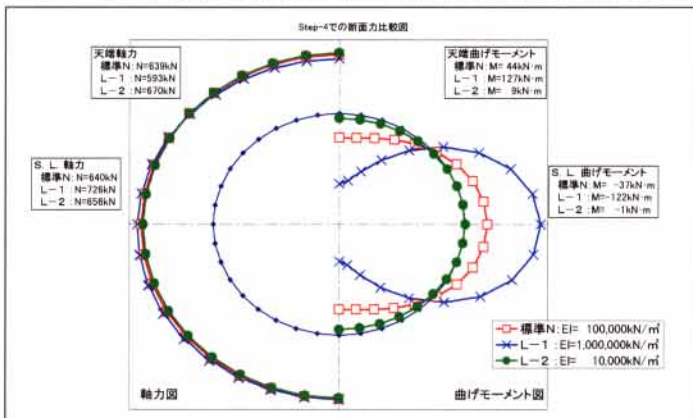


図-2 覆工剛性と発生断面力の関係

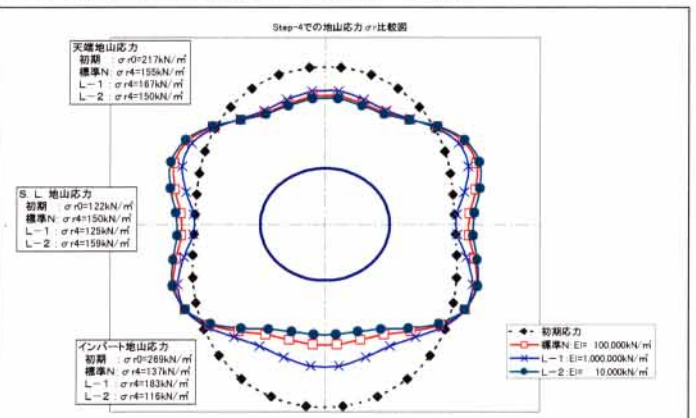
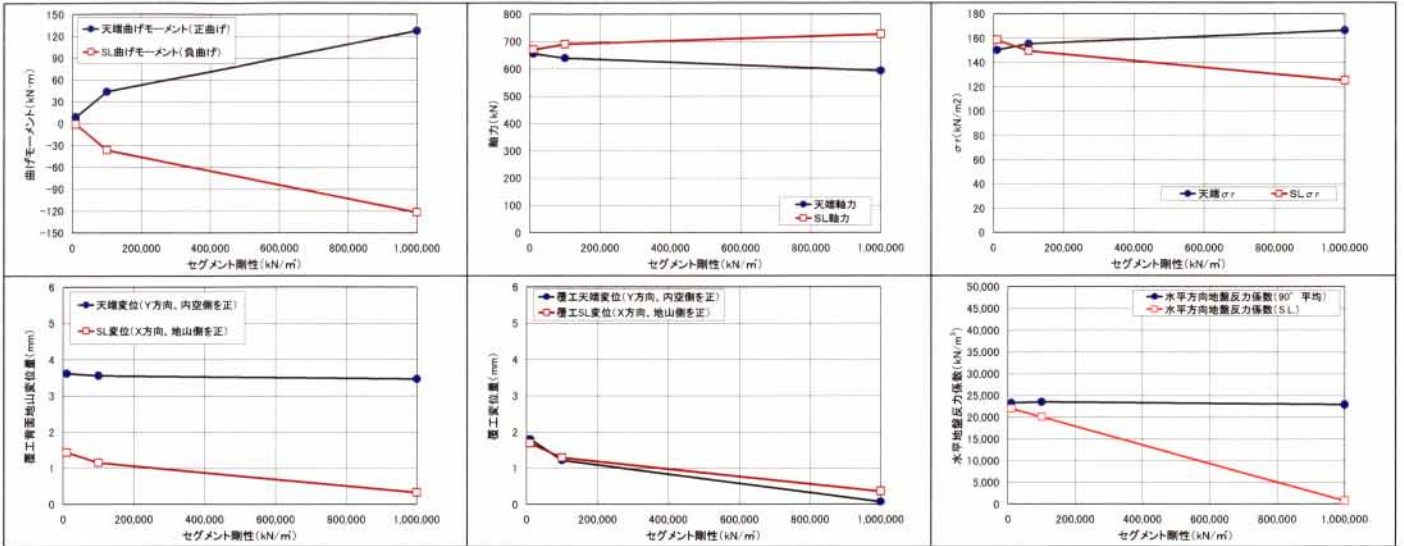


図-3 覆工剛性とトンネル周辺地山応力 σ_r の関係

シールドトンネル、FEM 解析、セグメント剛性、リング間ばね定数

東京都新宿区西新宿 2-7-1

TEL 03-3344-1903 FAX 03-3344-1906

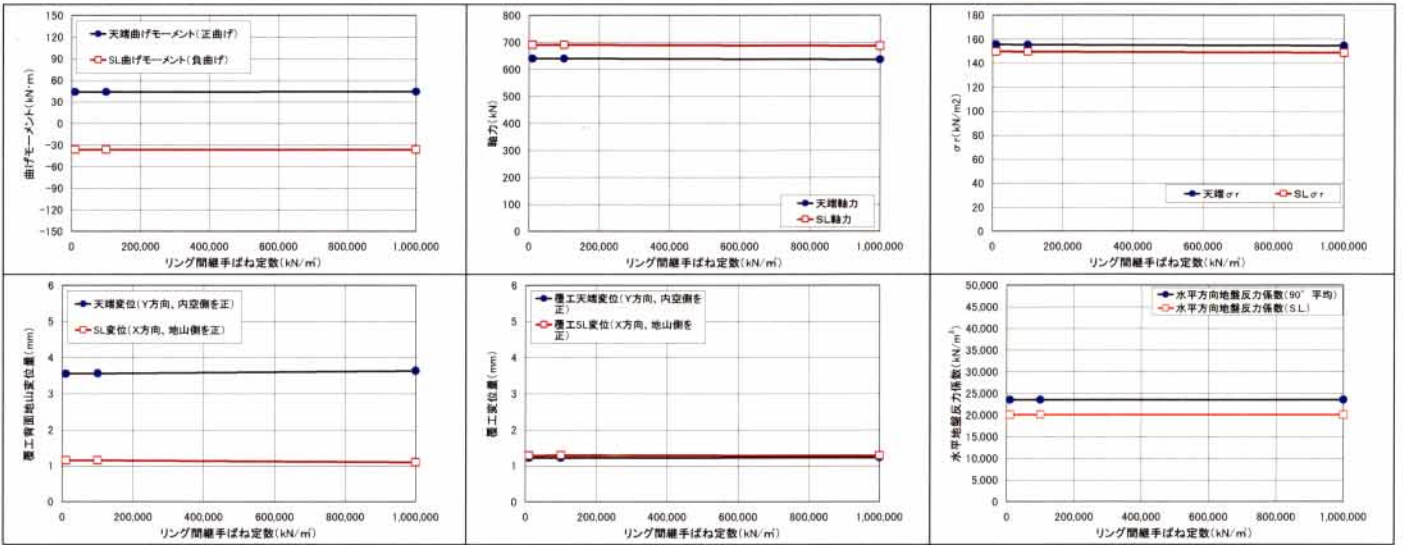


図－４ セグメント剛性の違いが変位置、断面力、水平地盤反力係数、トンネル周辺地山応力 σ_r に与える影響

(2) リング間ばね定数の違いが与える影響

リング間ばね定数を変化させた場合の覆工に発生する断面力，変形，水平地盤反力係数，およびトンネル周辺地山に与える影響を図－５に示す。

覆工に発生する断面力，変形，水平地盤反力，およびトンネル周辺地山応力のいずれも，リング間ばね定数の大きさに係わらず，ほぼ一定の値を示す結果となっており，リング間ばね定数の影響は小さい。



図－５ リング間継手ばね定数の違いが変位置、断面力、水平地盤反力係数、トンネル周辺地山応力 σ_r に与える影響

4. まとめ

今回の解析から，覆工剛性の違いがトンネル覆工の断面力，とくに発生曲げモーメント，トンネル S.L. 部での水平地盤反力係数に与える影響が大きく，発生軸力やトンネル周辺地山における応力状態についても覆工剛性の違いによる影響を受けることが分かった。また，トンネル側部 90° 範囲における水平地盤反力係数の平均値に対しては，覆工剛性の違いによる影響はほとんど発生していないことがわかった。なお，リング間ばね定数の違いによる影響は，ほとんど影響を与えないことが分かった。

したがって，シールドトンネル覆工の設計には覆工剛性を考慮する必要があると考えられる。