

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５）

－裏込め注入圧の影響－

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 鈴木 久尚○柏村 孝彰
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

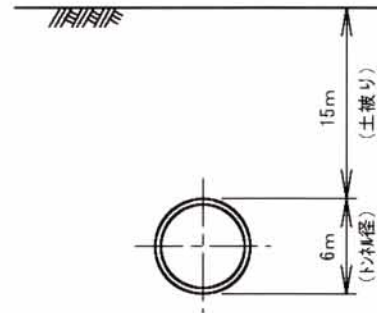
同名報文（その１）で設定した条件に基づいて、得られた計算結果のうち、裏込め注入圧の違いが発生する断面力と変形および周辺地盤の応力状態と地盤反力係数に与える影響を考察する。

２．解析条件

解析条件は表－１に示すように解析パラメータとして、裏込め注入圧に着目し、注入圧として50,100,150 および 250kN/m²の４ケースとした。なお、裏込め材の密度は $\rho=1.2\text{g/cm}^3$ とした。検討トンネル断面は図－１に示す外径 6m の円形断面とし、裏込め材は棒部としてモデル化した。

表－１ 解析条件

パラメータ	物性値
裏込め注入圧	$p_d=50、100、150、250\text{kN/m}^2$



図－１ 解析断面

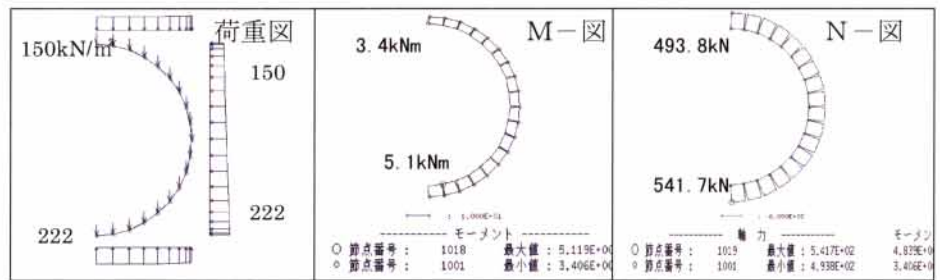
２．テールボイド中における裏込め注入圧作用時の覆工の応力状態

図－２に基本ケース〔N〕におけるテールボイド中で裏込め注入圧が作用した場合の線材－ばねモデルによる覆工に発生する断面力を示す。トンネル断面が円形であるため、裏込め注入圧作用時にはトンネル天端で3.4kNm、インバート部で5.1kNm と大きな曲げモーメントも発生することなく、軸力が卓越した断面力となっている。

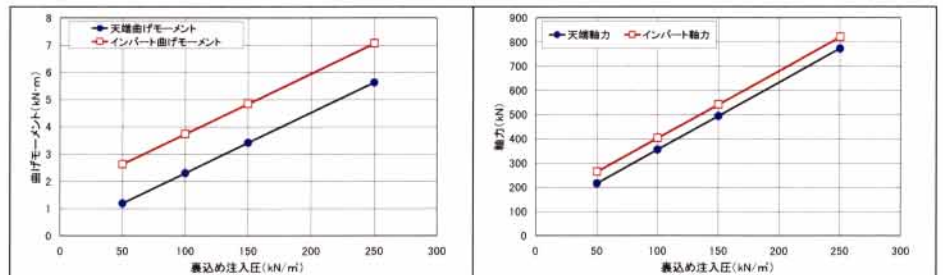
図－３は、裏込め注入圧を変化した場合の覆工の断面力に与える影響を示したものである。

裏込め注入圧を増加させていくと曲げモーメントも大きくなるが、その値は、1～7kNm と小さく覆工の曲げモーメントに与える影響は小さい。これに対して、覆工に発生する軸力は裏込め注入圧の影響を受け、裏込め注入圧力と発生軸力はほぼ線形関係にある。

このようにテールボイド中の覆工には裏込め注入圧により曲げモーメントを発生することなく軸力の卓越した断面力発生状態となる。



図－２ 線材－ばねモデルによるテールボイド中の覆工断面力（標準N，裏込め注入圧 150kN/m²）



図－３ テールボイド中の裏込め注入圧が覆工断面力へ与える影響

シールドトンネル，FEM 解析，裏込め注入圧，施工時荷重

東京都新宿区西新宿 2-7-1

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

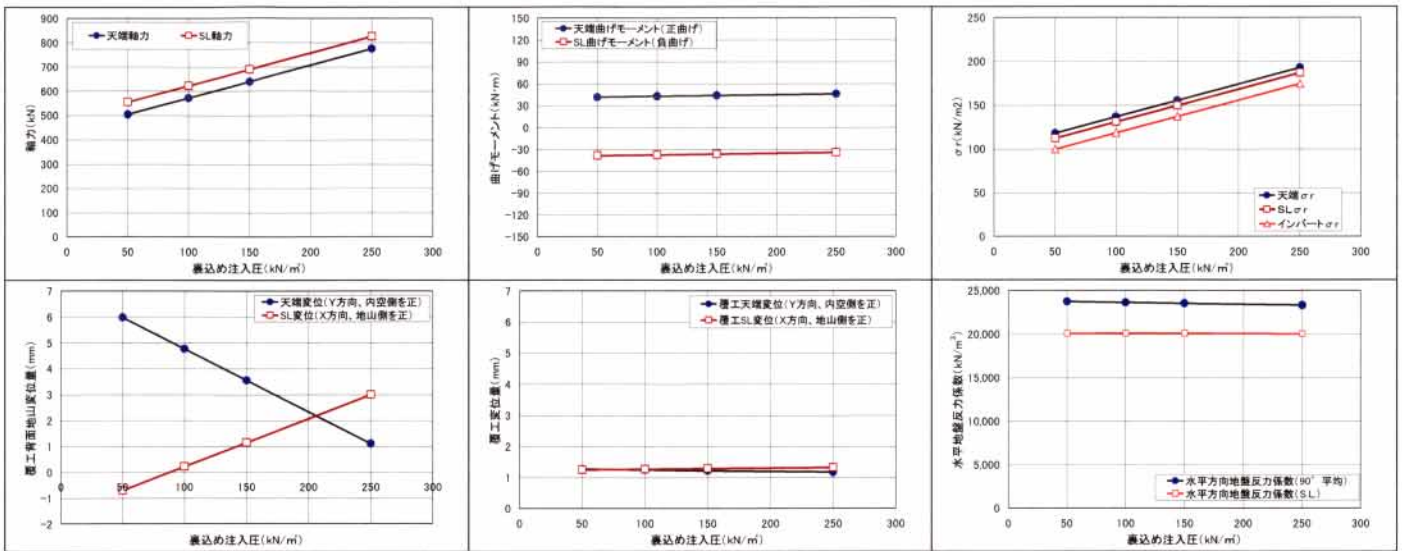


図-4 裏込め注入圧の違いが覆工の断面力、背面地山の変位、水平地盤反力係数、トンネル周辺地山応力に与える影響

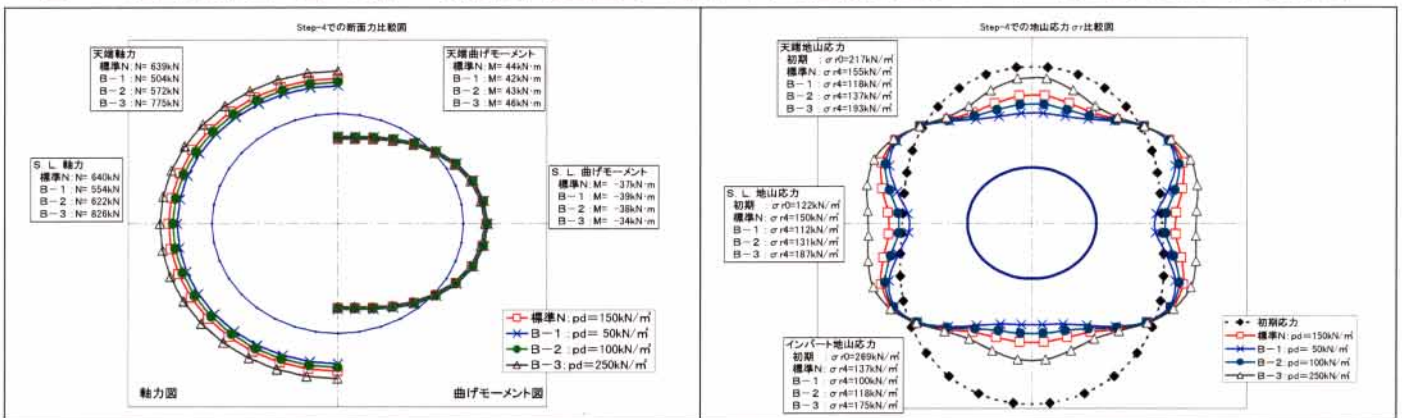


図-5 裏込め注入圧と発生断面力の関係

図-6 裏込め注入圧とトンネル周辺地山応力 σ_r の関係

3. 解析結果および考察

裏込め注入圧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-4、図-5および図-6に示す。

- ①裏込め注入圧の違いによる覆工の発生断面力に対して、裏込め注入圧を増加させても曲げモーメントはほぼ一定となり裏込め注入圧の影響は受けないが、軸力は裏込め注入圧の影響を受けて増加する傾向となる。
- ②裏込め背面の地山の変位は、裏込め注入圧によりトンネル内空側への変形を抑制し、裏込め注入圧が大きくなるとトンネル天端およびインバート部の変位は小さくなるものの、S.L (スプリング) 付近は小さい裏込め注入圧と比べて地山側へ変位する。
- ③覆工の変位は、裏込め注入圧の大きさにかかわらずほぼ同様な変形形態および変位となり、裏込め注入圧の影響は小さい。
- ④S.L 付近の水平方向応力度成分の増分を水平方向変位量の増分で除して求めた水平地盤反力係数は、裏込め注入圧の影響を受けず、裏込め注入圧を増加させてもほぼ一定の値を示し 20,000~24,000kN/m³となる。
- ⑤トンネル覆工背面側の地山応力に与える影響として、裏込め注入圧を変化させるとトンネル天端、S.L 付近およびインバート部とも地山応力が変化し、裏込め注入圧と地山応力はほぼ線形関係にある。

3. まとめ

今回の解析から、裏込め注入圧の違いがトンネル覆工の断面力、とくに発生軸力、周辺地山における応力状態に与える影響が大きく、水平地盤反力係数および覆工の発生曲げモーメントに与える影響にはほとんどないことがわかった。したがって、シールドトンネル覆工の設計には設計荷重として裏込め注入圧（施工時荷重）を考慮する必要があると考えられる。