

III-267 後続トンネルによる先行トンネルへの受働側の影響

佐藤工業株式会社 正会員 ○矢田 敬
 佐藤工業株式会社 正会員 今野 裕喜
 東洋大学 正会員 小泉 淳

1. はじめに

シールド推進時における周辺地山の挙動はこれまでに多数報告されており、^{1,2)}シールド推進の影響が周辺地山に及ぶことは、ある程度避けがたいものになっている。これらの報告から、シールド推進時の地山の挙動は①主働側の挙動、②受働側の挙動に大別できると考えられる。前者は、切羽の崩壊、過大な取り込み、テールボイドの閉塞等により発生する現象であり、地盤沈下の要因になると考えられる。また、後者は、切羽の押し込み、泥水圧、シールドと地盤との摩擦等により発生する現象であり、地盤隆起の要因になると考えられる。特に、併設トンネルにおいては後続シールドの推進による影響を受けて、トンネル純間隔が1D(Dはトンネル直径)以上離れた先行トンネルが後続シールドと反対側に変位し、継手金具周辺から漏水するという例も経験されており、後者の影響は重要であると考えられる。したがって、本報告では軟弱地盤中の併設トンネルにおいて、トンネル純間隔とトンネルから基盤までの距離を変化させた解析を行ない、後続シールドが地山に及ぼす受働側の効果により先行トンネルの覆工が受ける影響について検討を行なう。

2. 計算条件

(1) 地盤状況：解析に想定する地盤条件を図-1に、物性値を表-1に示す。地盤構成は上部より、沖積世細砂層、沖積世粘土層、洪積世細砂層の3層とする。この内、シールド通過部の沖積世粘土層はN値 0~3 の軟弱層とし、その下部の洪積世細砂層は基盤としてN値50以上の比較的堅硬な地盤とする。

(2) 解析手法：本検討のようにトンネル純間隔 L_1 、基盤までの距離 L_2 を変化させて計算をする解析には、入力データの作成が容易である境界要素法³⁾を用いる。

(3) 計算モデル：地山および覆工は弾性体とし、トンネル外周は24(15度ピッチ)の節点に分割する。また、先行トンネルの覆工はトラス要素の格子組み(ラティス構造)で連続体としてモデル化を行なう。

(4) 荷重条件：後続シールド機周辺の地山に受働的に作用する力として、泥水圧、裏込め注入圧、推進力等があるが、これらの力がどのようなメカニズムで地山に作用しているかについては定量的に把握されていないのが現状である。したがって、本検討では簡略化のために、図-2に示すように後続トンネルが地山に及ぼす受働側の効果を、後続トンネルの壁面に外向きに作用する単位等分布荷重 $P_i(1t/m)$ で表す。

(5) 計算ケース：トンネル純間隔 L_1 、トンネルインバートから基盤までの距離 L_2 (図-1参照)を各々、 $L_1=0.25D, 0.5D, 0.75D, 1.0D, 1.5D, L_2=0.1D, 0.25D, 0.5D, 0.75D, 1.0D$ (Dはトンネル直径)に変化させる。

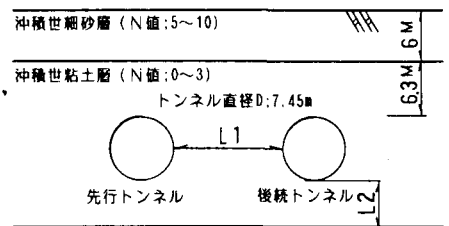


図-1 地盤条件

表-1 物性値

	弾性係数 (Kg/cm^2)	ポアソン比
沖積世細砂層	100	0.35
沖積世粘土層	20	0.45
洪積世細砂層	300	0.35
覆工	3.0×10^5	厚さ: 30 cm

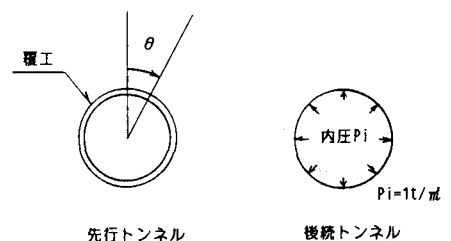


図-2 荷重条件

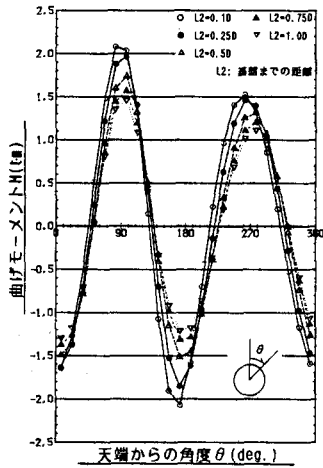


図-3 曲げモーメント ($L1=0.50$)

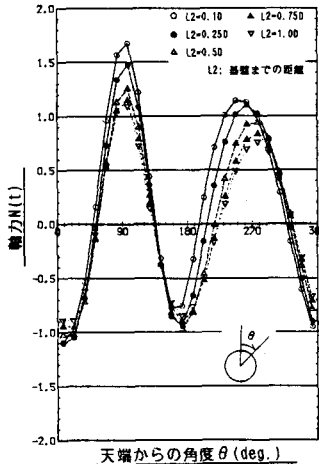


図-4 軸力 ($L1=0.50$)

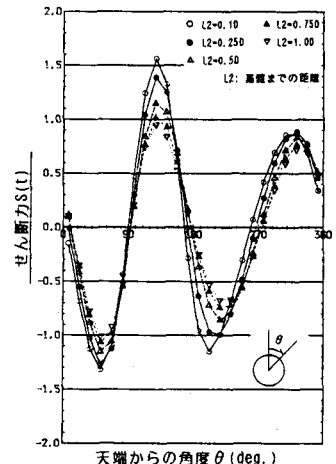


図-5 せん断力 ($L1=0.50$)

3. 計算結果

純間隔 $L1=0.50$ における断面力、覆工内空側縁応力を図-3~6に示す。曲げモーメントの最大値は右側壁部($\theta=90^\circ$)付近で生じており、基盤までの距離 $L2$ が 0.10 では、インバート部($\theta=180^\circ$)付近にも同程度の曲げモーメントが発生している。軸力の最大値も右側壁部($\theta=90^\circ$)付近で生じており、 $L2 \leq 0.250$ で急増しているのに対し、天端、インバート($\theta=0, 180^\circ$)では両側壁部($\theta=90, 270^\circ$)に比べると、あまり変化していない。せん断力の最大値は、基盤までの距離 $L2$ が短くなるに従って、右側壁部($\theta=90^\circ$)からインバート部($\theta=135^\circ$)に移動している。覆工の内空側縁応力の最大値は、曲げモーメント、軸力と同様に右側壁部($\theta=90^\circ$)付近で生じているが、 $L2 \leq 0.250$ ではインバート部($\theta=180^\circ$)付近でも応力が急増しており、側壁部と同程度の値を示している。図-7に基盤までの距離と覆工内空側縁応力の関係を示す。純間隔 $L1$ が小さくなると併設の影響を受け覆工の応力レベルが高くなっている。各ケースにおいて $L2=1.00$ を基準にして 0.10 の増分を算出すると、 $0.250 \leq L1 \leq 1.00$ では $30 \sim 43\%$ 応力が増加しており、 $L1=0.50$ での増分が最大になっている。これに対して、 $L1=1.50$ では 6% と小さくなっている。

4. まとめ

後続トンネルによる先行トンネルへの受働側の影響は次のようであると考えられる。①基盤までの距離が小さくなるに従って、先行トンネルの後続トンネル側の側壁およびインバートに応力が集中する。②トンネル純間隔が小さい程、基盤までの距離による応力集中の影響は大きく、 $L2=1.00$ を基準にした 0.10 の応力増分は $30 \sim 40\%$ である。

参考文献1)山田等、『沖積地盤におけるシールド掘進に伴う地盤変状とその予測解析について』土木学会論文集, VOL373, 1986.9 2)Clough, G.

W.et al., 'Evaluation of Soil Response to EPB Shield Tunneling', J. OF GEOTECH. ENG., ASCE, 1985.2

3)篠川等、『トンネル交差部付近のピラーの安定性評価について』, 第19回岩盤力学シンポジウム, 1987

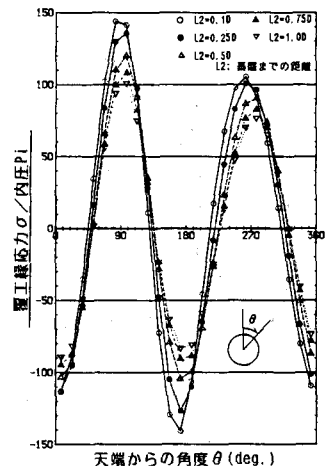


図-6 覆工縁応力 ($L1=0.50$)

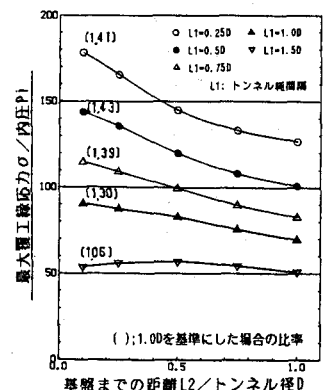


図-7 最大覆工縁応力