

セグメント幅の拡大について

東京地下鉄(株) 正会員○吉村 正 沼澤 憲二郎 藤沼 愛
 メトロ開発(株) フェロー会員 藤木 育雄
 日本シビックコンサルタント(株) 正会員 斉藤 正幸

1. はじめに

シールドトンネルで用いられるセグメントの幅は、トンネル延長あたりの継手金具の削減、施工効率の向上、防水上の弱点となりやすい継目延長の削減などの観点から徐々に拡幅する傾向にある。しかし、セグメントを拡幅すると、ジャッキ推力等の面外荷重による影響度が大きくなることや、セグメント端部と中央部における発生応力に差異が生じるということが起こると考えられる。東京メトロ副都心線のシールドトンネル施工においては、国内最大幅となる1600mm幅のセグメントを採用し、幅広セグメントの有効性を実証することを目的にセグメントの挙動計測を行った。本稿では、セグメント内部の応力状態に着目し、現場での挙動計測結果をもとにセグメント幅の拡大について報告する。

2. 計測概要

幅広セグメントの有効性を実証する目的で、新宿工区において挙動計測を行った。新宿工区は単線シールドで通過地盤は洪積砂層が主体である。今回は、覆工内部応力の発生状況に着目し、図-1および図-2に示すように鉄筋計を配置してセグメント幅方向の応力状態の分布を把握できるように配慮して挙動計測を行った。

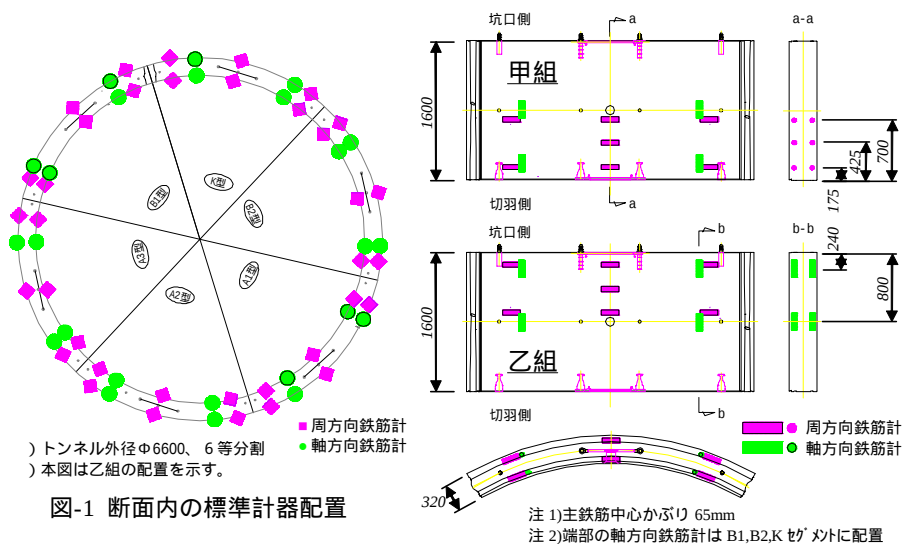


図-1 断面内の標準計器配置

図-2 鉄筋ひずみ計の詳細配置

3. 計測結果

(1) 挙動計測結果

今回は、掘進直後とテールブラシ接触時に着目して検討を行った。図-3および図-5に施工中の着目時点のセグメントの状態を示す。これらの状態では、セグメントはジャッキ推力によるトンネル軸方向の圧縮力とテールブラシの拘束による半径方向の外力を同時に受けている。一般的なセグメントの設計ではジャッキ推力の影響として、ジャッキ推力の偏心量を考慮した照査を行っているが、実際はジャッキ推力の他にテールブラシの拘束力

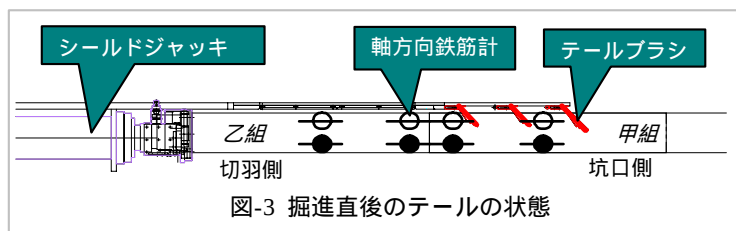


図-3 掘進直後のテールの状態

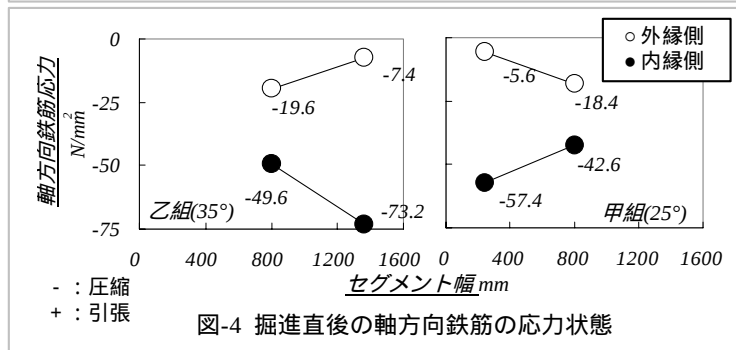


図-4 掘進直後の軸方向鉄筋の応力状態

キーワード：シールドトンネル、幅広セグメント、セグメント挙動計測、テール内形状保持システム

連絡先：〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6

TEL 03-3837-7132

などの面外荷重による影響を受けている。これらの状態のセグメントのトンネル軸方向鉄筋の応力は、図-4 および図-6 に示すように面外荷重の影響を受けて比較的大きな曲げが発生していることがわかる。この状態は、セグメントが地山内に出て裏込め注入を行った段階では大幅に低減され、長期的な影響は少ないと考えられる。またこの影響は、セグメント幅が拡大するほど大きくなると考えられ、ジャッキ推力が偏心した場合にはセグメントは継手部を支点とした片持ち状態となり、端部に大きな断面力が生じると予想される。

一方、セグメントの円周方向の応力状態に着目すると、図-7 および図-8 に示すように軸圧縮力が切羽側と坑口側で異なっていることがわかる。これは、組立後から地山内で安定するまでの間にセグメントが受ける各種の荷重の作用状況によって生じるものと推定される。この軸圧縮力の偏りは、図-7 に示すように、セグメント組立後からテール脱出に至るまでの間の状態であるテールブラシ接触時に最大 3000kN/ring 程度と大きく発生しており、図-8 に示すように、セグメントリングが地山内で安定した状態ではこの偏りが最大 2000kN/ring 程度まで緩和されていることがわかる。

(2) 幅広セグメントの有効性の検証について

副都心線のシールドトンネルでは、1600mm 幅のセグメントを積極的に採用し施工効率の向上を目指した。今回の計測結果から、組立後からテール脱出までの間にセグメント幅方向の応力状態の偏りが発生していることが確認されたが、幅広セグメントの影響に対する対策としてテール内形状保持システムを採用したことによってこの影響を緩和することができたこと、また地山内で安定した状態では施工中に受けるセグメント幅の影響が緩和されることが確認できたことから、1600mm 幅のセグメントの実用性が確認できたと考えられる。

4. おわりに

今回の計測結果より、幅広セグメントの実用性が確認できたが、施工時における面外荷重による影響に注意する必要があることがわかった。この影響に対するセグメントの品質を確保するために、テール内形状保持システムのような形状保持機能を有する装置が有効であると思われる。今後は、セグメント幅の拡大の影響による施工時荷重を考慮したセグメントの設計方法および照査方法を確立したい。

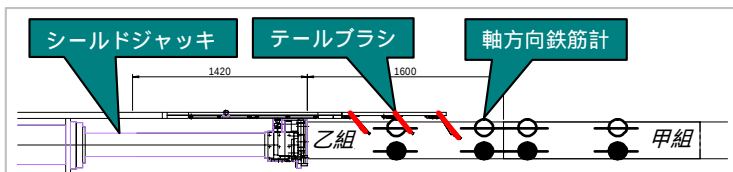


図-5 テールブラシ接触時のセグメントの状態

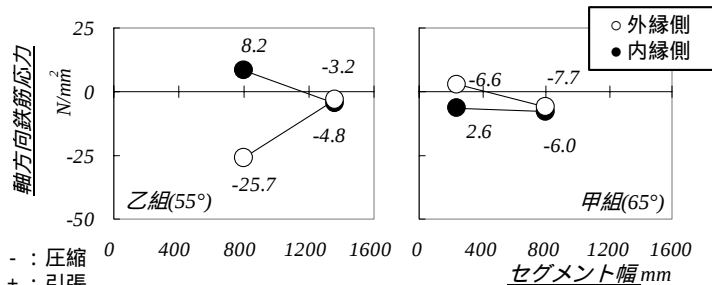


図-6 テールブラシ接触時の軸方向鉄筋の応力状態

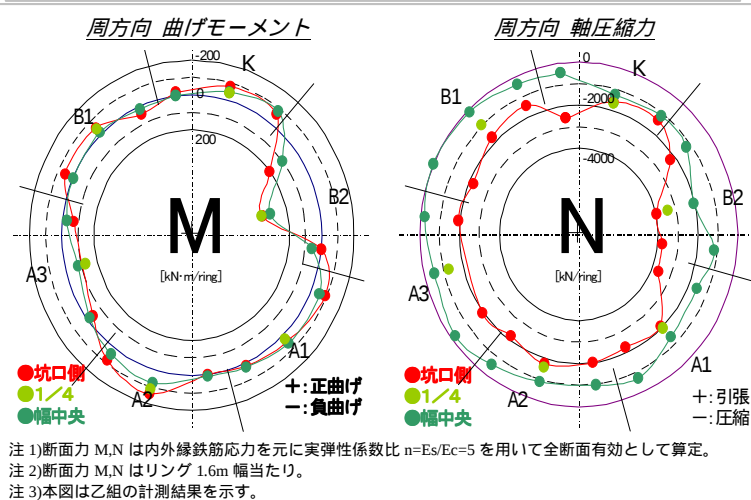


図-7 テールブラシ接触時の周方向断面力

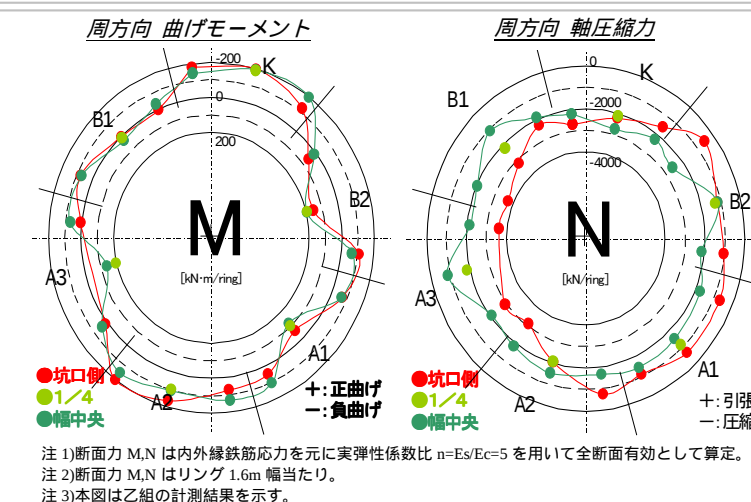


図-8 安定時の周方向断面力