

地盤改良を実施した超近接シールドのセグメント挙動計測

鉄道建設・運輸施設整備支援機構 小野 顕司 正会員 江島 武
 大成・東急・アイサワ特定建設工事共同企業体 正会員 西田 義則
 日本シビックコンサルタント（株） 正会員 勝尾 伸一 正会員 木下 潤一郎

1. はじめに

つくばエクスプレスは、東京都の秋葉原を基点とし、埼玉県および千葉県を経て茨城県のつくば市に至る延長約 58km の都市高速鉄道新線である。このうち終点のつくば駅に至る約 900m は、単線並列シールドトンネル区間であり、1 台のシールド機で下り線を先行し、つくば駅（回転立坑）で回転させ再発進して上り線を掘進する。回転立坑では、先行トンネルと後行トンネルの離隔が 0.294m と超近接施工となることから、併設トンネル対策として地盤改良を施すとともに回転立坑から約 15m 区間はダクトイルセグメントによる補強対策を行っている。以上の特殊な条件下での工事となることから、先行トンネルへの影響監視、対策工の効果把握を目的に現場計測を行った。

本報告は、未改良区間および改良区間でのセグメント計測結果をもとに、地盤改良の効果の評価したものである。

2. 工事概要および計測概要

(1) 工事概要

つくばトンネルは、延長 1804m（上り 906m，下り 898m），シールド外径 7,450mm，仕上がり 7,300mm の単線並列トンネルを泥土圧式シールド工法により構築するものである。計測断面である回転立坑付近での土被りは約 12m となっており、通過土層は、図 - 1 に示すように一部で N 値 15 程度の洪積粘性土層（Dc3U）が介在するものの、ほとんどが N 値 30 以上の洪積砂質土層（Ds2L，Ds3）である。

(2) 計測位置

本トンネルでは、最小離隔が 0.294m の超近接施工となるため、回転立坑から 10m の区間で地盤改良を実施した。この地盤改良による効果を確認するために、図 - 2 に示す先行トンネル（ダクトイルセグメント）のうち、未改良区間の A 断面（離隔 1.4m）と改良区間の B 断面（離隔 0.3m）の 2 断面に対し現場計測を実施した。A 断面にはひずみ計および土圧計，B 断面にはひずみ計をそれぞれ 45° 間隔の 8 箇所を設置した。

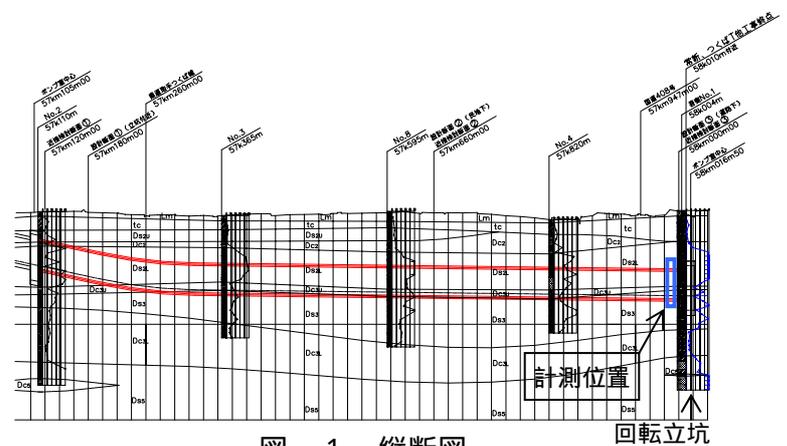


図 - 1 縦断図

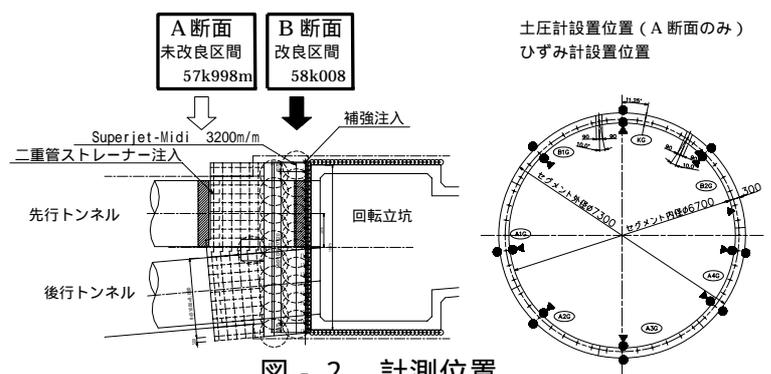


図 - 2 計測位置

3. 計測結果および考察

1) 未改良区間(A断面)

図 - 3 に切羽到達直前からテール通過直後までの有効土圧計経時変化を示す。計測点“3”

に着目すると、切羽到達直前から土圧の変動が始まり一時的な土圧の上昇は0.03MPaから0.09MPaと約0.06MPaの増加が見られた。また、図-4に示す単設安定期からの有効土圧増分値分布より、後行トンネル直近の増分値に着目すると、切羽到達時にはマシン切羽圧に起因する土圧の増加、テール通過後にはテールボイド発生による土圧の減少が確認された。その後、併設安定期では土圧の増加が計測されている。

次に、図-5に示す曲げモーメント分布より、後行トンネル直近の右側スプリングライン付近では、切羽到達時に負曲げが減少する傾向が確認された。この位置では土圧も増加していることから、切羽圧の影響によるものと考えられる。これに対し、テール通過後には、負曲げが増加する傾向が認められるが、この時点では土圧が減少していることから判断するとテールボイドの発生による影響と考えられる。その後も負曲げは増加し、単設安定期で $36\text{kN}\cdot\text{m}$ であった負の曲げモーメントは、併設安定期では $61\text{kN}\cdot\text{m}$ まで増加する結果となった。このような傾向は、既往の計測事例¹⁾においても確認されていることから、併設施工の特徴と考えられる。ただし、原設計では $123\text{kN}\cdot\text{m}$ であるのに対し、実測値は $61\text{kN}\cdot\text{m}$ であったことから、離隔 $0.2D$ 以下でも、先行トンネルへの影響は少ないものと推察できる。また、併設安定期での負曲げモーメントの増加にともない、土圧が増加していることから地山の反力により断面力が安定したものと考えられる。なお、軸力については、顕著な変動は確認されなかった。

以上のことから、未改良区間では切羽圧、裏込注入圧およびテールボイドの発生などにより先行トンネルに影響を及ぼすことが確認された。

(2)改良区間(B断面)

図-6に示す曲げモーメント分布より、改良区間では離隔 0.294m の超近接施工にもかかわらず、切羽土圧および裏込注入圧が作用しても断面力の挙動は認められなかった。このことから、地盤改良がその効果を十分に発揮していると判断できる。

4.まとめ

当該工事のような超近接施工では、地盤改良を施し、かつ慎重な掘進管理および計測管理を慎重に行うことにより、先行トンネルへの影響は最小限に抑えることが可能である。これらの計測結果を踏まえ、合理的な地盤改良範囲の設計に反映することを今後の課題としたい。

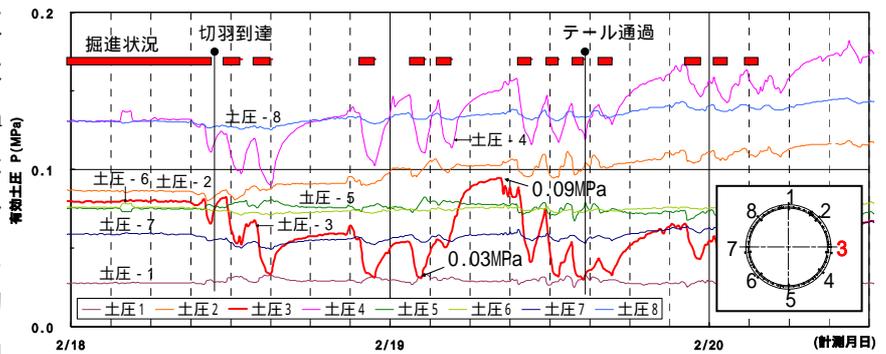


図-3 有効土圧の経時変化 (A断面)

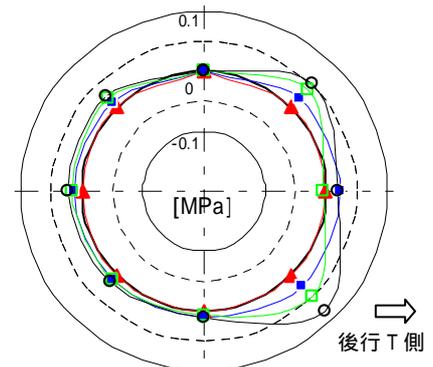


図-4 有効土圧増分値分布

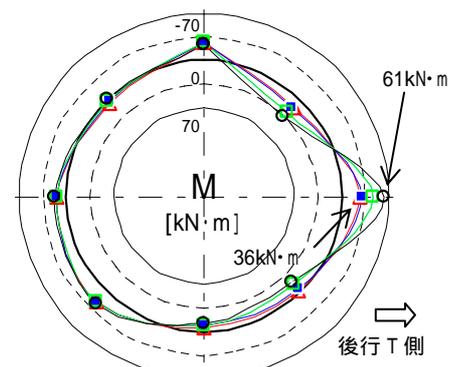


図-5 未改良区間(A断面)の曲げモーメント分布

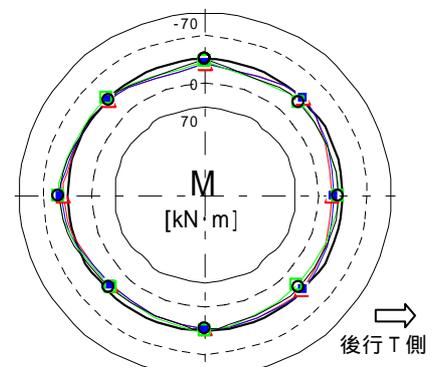


図-6 改良区間(B断面)の曲げモーメント分布

単設安定期	併設テール通過
併設切羽到達	併設安定期

参考文献 1) 高橋, 松岡他:「超近接併設シールド施工によるセグメントの影響について」, 土と基礎, 50-7, 2002.7