

洪積砂質地盤中のシールドトンネルのセグメント計測(2)

—施工荷重作用時のセグメント挙動—

佐藤・東急・大日本特定建設工事JV 正会員
 建設省 関東地方建設局 相武国道事務所
 佐藤工業㈱ 正会員
 佐藤・東急・大日本特定建設工事JV

西本 浩二
 田村 一雄
 木村 定雄
 中井 定寿

1.はじめに

自立性の高い地盤において、シールドトンネルに作用する土圧は小さく、全周にわたってほぼ均一に作用することから、セグメントリングには軸圧縮応力が卓越して生ずる傾向にある¹⁾。このような土圧がセグメントリングに作用する場合、セグメントの厚さや鉄筋量を低減するなど、セグメント設計の合理化を図ることが可能になるものと考えられる。

一方、セグメントが受ける重要な荷重として、シールド掘進時のジャッキ推力、裏込注入圧力等の施工荷重がある。これらの荷重の影響は、これまで詳細に計測され、分析された例はほとんどない。

本報告は、洪積砂質地盤に施工したシールドトンネルのセグメント計測結果とシールドの掘進データ等とを関連づけて施工荷重がセグメントに及ぼす影響を検討した結果について述べたものである。

2.セグメント計測の位置

本計測ではシールドトンネル線形が直線部分の箇所に土圧計、トンネル周方向および軸方向の鉄筋応力計を設置し、セグメントリングに作用する施工荷重の影響を確認した。なお、施工荷重の影響を把握するために、各種の計測値は計測用セグメントリングが組み立てられた直後の値を初期値として求めた。

3.施工荷重作用時のセグメント挙動

(1)シールドテール脱出時の施工荷重の影響

組み立てられた後のセグメントリングの半径方向に作用する荷重は、シールドマシンのテール部分を通過する時に作用する荷重がその主体をなし、それは次の三つに大別されるものと考えた。
 ①テールブラシがセグメントに接触して発生する応力、②テールグリスの注入圧力、③裏込注入圧力である。本工事では、テールグリスの吐出圧力は3.0~4.0kgf/cm²、裏込注入の吐出圧力は1.5~4.0kgf/cm²であった。

図1は計測用セグメントリングとシールドマシンのスキンプレートおよびテールブラシの位置関係を示したものである。2041Rを175mm掘進した時に2040Rのセグメント先端部(坑口側)

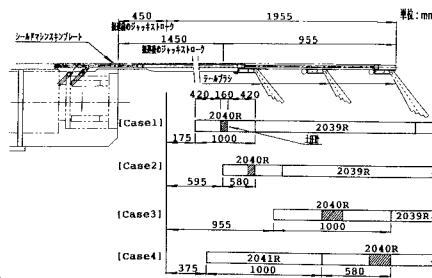


図1 セグメントとテールブラシの位置詳細

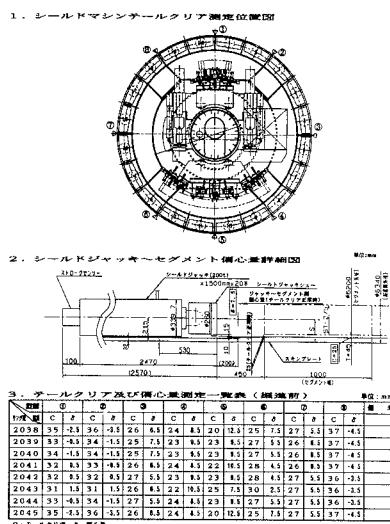


図2 ジャッキの偏心量とテールクリアランス

キーワード：シールドトンネル、セグメント、現場計測、覆工計算、土圧

連絡先：〒103 東京都中央区日本橋本町4-12-20 tel:03-3661-4794 fax:03-3668-9484

[Case1] が、また595mm掘進した時に2040Rの土圧計がテールブラシと接触 [Case2] し、2041Rを955mm掘進した時に2040Rのセグメント先端部 [Case3] が、また2042Rを325mm掘進した時に2040Rの土圧計が地山に出る [Case4]。図2は計測用セグメントリングの前後において測定したセグメントとジャッキの偏心量およびテールクリアランスを示したものである。テールクリアランスは全周にわたって20~37mm程度であり、荷重要因の一つであるセグメントリングとスキンプレートとの接触は無かつたものと考えられる。図3は土水圧の経時的な変化を示したものである。最大値は0.8kgf/cm²であり、テールグリス圧や裏込注入の吐出圧力以下の値であった。図4は周方向鉄筋応力の経時的な変化を示したものであり、最大引張応力が200kgf/cm²、また最大圧縮応力が500kgf/cm²であった。

(2) 推進時のジャッキ推力の影響

シールド掘進中、トンネル軸方向に作用する荷重としてジャッキ推力がある。図5はシールド掘進時および停止時の軸方向鉄筋応力を示したものである。ジャッキ推力の影響によりトンネル軸方向の鉄筋応力は、最大圧縮応力で500kgf/cm²、最大引張応力で150kgf/cm²程度生じていた。

(3) ジャッキ推力の長期的影響

図6にトンネル軸方向応力の経時的な変化の一例を示す。今回の計測では、計測用セグメントリングから20R(20m)進行してシールド掘進による影響が見られなくなった。地山の摩擦抵抗力が5.22tf/m²、総推力が1,300tfとして、影響区間を算出した結果は25mであり、今回のような地盤条件、施工条件の基では、この摩擦抵抗力により、ジャッキ推力の影響を推定することが可能であると考えられる。

4. おわりに

本工事では、最大推力200tf×20本=4,000tfのジャッキを装備していた。計測用セグメントリングから20リング程度の施工区間は、総推力900~1,300tfであり、最大推力の30%程度であった。その際、鉄筋応力は最大で500kgf/cm²であった。この値は鉄筋(SD295)の許容応力度1,800kgf/cm²の約30%にあたる。これらの施工荷重により、コンクリートのひび割れ等が発生しなかった実状を合わせ考えると、本工事の直線区間においては、施工荷重による影響が小さかったものと推察される。また、計測箇所は直線区間であるため、テールクリアランスが十分確保できる掘進であった。今後は偏心力が発生しやすい曲線区間等において、セグメントの計測を実施することによりさらに詳細な施工荷重の影響の検討を加える必要があるものと考えられる。

【参考文献】 1) 木村、渡邊、金子、小泉：シールドトンネルの合理的な設計法に関する研究、

土木学会第52回年次学術講演会、III-B107,1997,9

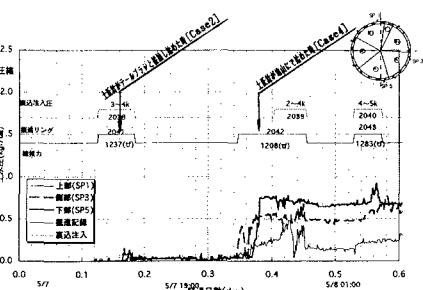


図3 2040R土水圧経時変化(0~0.6日)

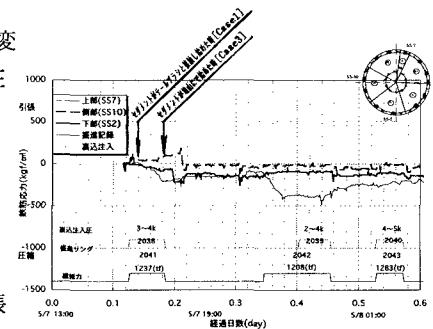


図4 2040R周方向鉄筋応力経時変化(0~0.6日)

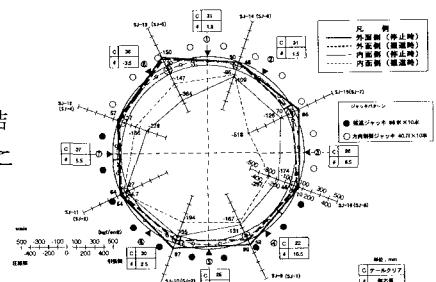


図5 シールド掘進時、停止時軸方向鉄筋応力の変化

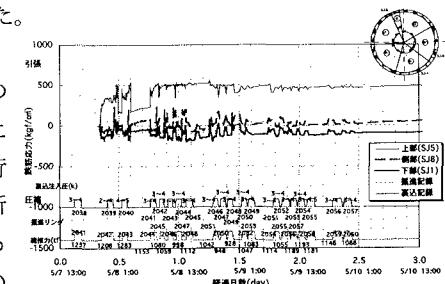


図6 2041R軸方向鉄筋応力経時変化(0~3日)