

Ⅲ-B103 矩形断面RC平板形セグメントに関する現場計測

○(株)利エタルコンクリート フェロ-会員 高橋 正忠
前田建設工業(株) 正会員 岩坂 照之
銭高組 正会員 中筋 智之
日立造船(株) 今井 憲治

1. はじめに

近年、都市の地下は幅員化が進み、構造物によっては不要な掘削断面を減らす観点から矩形断面シールドトンネルの築造が求められている。角形シールドO.H.M工法は、3本のスポークから成るカッタ装置を回転させながら、カッタ装置全体を所定量だけ偏心してカッタの回転方向と逆方向に3倍の速度で回転させることで角形を掘削する工法であり、今回「京都市交通局、東西線二条城前駅出入口(2)建設工事」に初めて適用した。矩形断面セグメントの施工実績は少ないため、研究会は、シールド機の掘進データと共に、セグメントに作用する土・水圧およびセグメントの挙動を把握するために現場計測を行った。本報告は、矩形セグメントの現場計測結果を報告するものである。

2. セグメントの設計法

シールドトンネルは、周辺地盤が洪積層礫質土であり、交通量の多い堀川通りの直下約6mに築造された。

セグメントの設計条件を表1に示す。

表1 セグメントの設計条件

設計法	修正慣用計算法に準ずる
土圧の扱い	全土被り分
土・水圧の扱い	土圧と水圧を分離
側方土圧係数 λ	0.4
曲げ剛性の有効率 η	0.8
曲げモーメントの割増し率 α	0.2
覆工と地盤との相互作用はね	設置していない

3. 計測項目および計測位置

計測用セグメントは、全93リングの内、直線区間の46リング目に設置した。トンネル横断方向の計測項目はセグメントの設計法を検証する観点から、トンネル縦断方向の計測項目はジャッキ推力の影響が何リング程度後方に及ぶか確認する観点から定めた。計測項目を表2に、トンネル横断方向の計測位置を図1に示す。

表2 セグメントの計測項目一覧

記号	計測項目	計測機器	箇所数
E	土・水圧の合計	土圧計	4
W	間隙水圧	間隙水圧計	1
Sc ₀ , Sc ₁	主鉄筋(D22)のひずみ(外側・内側)	溶接型ゲージ	16×2
C ₁	セグメント内縁コンクリートの横断方向ひずみ	ひずみゲージ	12
π s	セグメント継手(横断方向継手)の目開き量	π 型変位計	1
Bs ₀ , Bs ₁	セグメント継ぎボルト(M27)のひずみ(外側・内側)	溶接型ゲージ	1~4
S ₁₀ , S ₁₁	セグメント継手の目違い量	デプスゲージ	1~4
π r	リング継手(縦断方向継手)の目開き量	π 型変位計	3
B _r	リング継ぎボルト(M27)のひずみ(外側・内側)	ひずみゲージ	4
	リング継手の目違い量	デプスゲージ	1~4
	トンネル内空変位(鉛直・水平方向)	伸縮ボールド	(1~3)×2

ただし、人為計測は、計測セグメントについて行い、スクリューコンクリート後方台車の位置関係で計測箇所数を決めた。

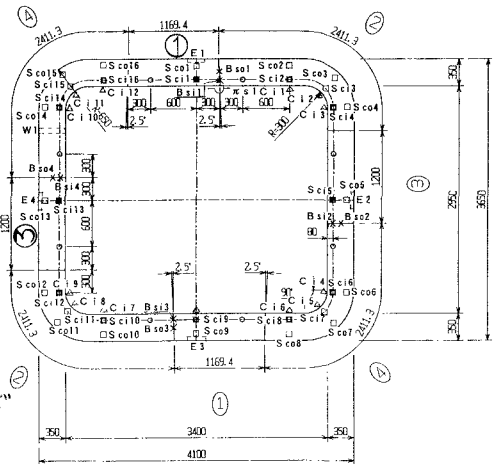


図1 トンネル横断方向の計測項目位置図

キーワード：シールドトンネル、矩形断面RC平板形セグメント、現場計測

連絡先：銭高組 〒163-1011 新宿区西新宿 3-7-1 新宿パ・タワー 11F TEL:03-5323-3861 FAX:03-5323-3860

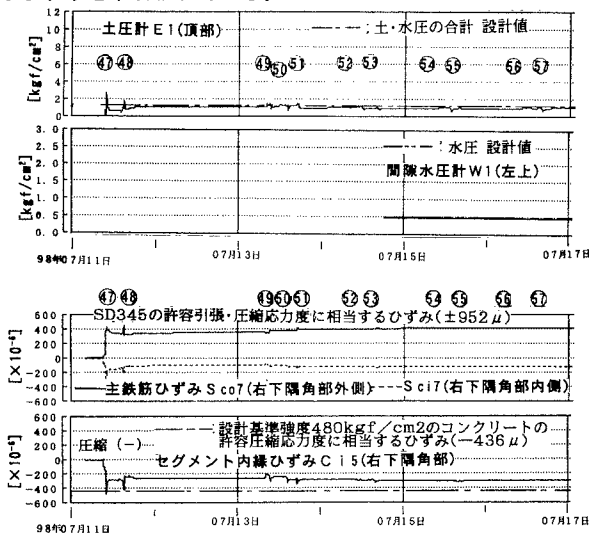
4. 計測結果および考察

代表的な計測項目の経時変化を図2に示す。計測値の初期化はセグメント組立完了時に行った。

土圧計の計測値は、土・水圧の合計とみなすことができ、48リング目掘進時に計測セグメントの左右下方の2、4型セグメントから裏込め材を即時注入すると、土・水圧が作用する状況が分かる。裏込め材は、2液性グラウトであり、注入孔位置での注入圧は、モルタルは2～3 kgf/cm²、急硬剤は4～5 kgf/cm²であった。掘進時に安定した土圧計の計測値は、トンネル頂部では約1.09 kgf/cm²（全土被り6m分の約84%）、トンネル右側壁では約1.38 kgf/cm²（全土被り分の約113%）であった。

間隙水圧は、0.44～0.48 kgf/cm²（静水圧の約91～99%）であった。土圧と水圧を分離して側方土圧係数を算出すると0.67～0.89であり、設計で使用した0.4よりも大きく、これは裏込め注入圧が残留したためと考えられる。

トンネル外側・内側の主鉄筋の曲げ引張ひずみ、セグメント内縁のトンネル横断方向のコンクリートの曲げ圧縮ひずみをみると、トンネル隅角部ではトンネル外側の主鉄筋は曲げ引張ひずみを生じ、トンネル内側の主鉄筋、セグメント内縁コンクリートは圧縮ひずみを生じ、負曲げを受けていることが分かる。トンネル頂部および底部ではトンネル内側の主鉄筋は引張ひずみを生じ、正曲げを受けていることが分かる。掘進時に安定した主鉄筋の曲げ引張ひずみ、セグメント内縁コンクリートの曲げ圧縮ひずみは、位置に関わらず、許容応力度に相当するひずみを下まわっている。



ただし、計測用セグメントは46リング目であり、図中の番号は掘進時のセグメントリング番号である。

図2 各計測項目の経時変化

5. まとめ

- ①土圧の計測値は全土被り分と、間隙水圧は静水圧とほぼ一致している。
- ②裏込め注入後に土・水圧が作用していることが分かり、裏込め材の注入量、注入圧の管理が重要である。
- ③トンネル内側・外側の主鉄筋、トンネル横断方向のセグメント内縁コンクリートの曲げひずみの分布の傾向は、設計値とほぼ一致している。
- ④計測用セグメントがシールド機から14m程度後方に位置すると、掘進時に配力筋、リング継ぎボルトのひずみの経時変化がほとんどなくなる。
- ⑤矩形断面セグメントは、継手に目開き、目違いが発生し易く、配力筋のひずみにばらつきがみられるため、今後、形状保持装置を適用すべきである。

現在、計測結果の設計への応用を検討しています。