

Ⅲ-B193

洪積砂質地盤中のシールドトンネルのセグメント計測 (3)

－ 長期荷重安定時のセグメント挙動 －

佐藤工業㈱ 正会員 木村 定雄

建設省 関東地方建設局 相武国道事務所 正会員 大日方 尚巳

佐藤・東急・大日本特定建設工事JV 正会員 斎木 公嗣良

佐藤・東急・大日本特定建設工事JV

田中 一成

1. はじめに

近年、シールドトンネルの施工において、セグメント挙動の計測が盛んに行われつつある。その背景の一つには、シールドトンネルに作用する土圧、水圧および施工時荷重などをより正確に把握することで覆工設計の合理化を図ることが念頭にあるものと考えられる¹⁾。最近の計測事例によると、自立性の高い地盤中に構築されるシールドトンネルのセグメントに作用する土圧は、その設計時に想定した土圧よりも相当に小さいと言う報告がある。しかし一方で、自立性の高い地盤中のセグメントの計測事例が少ないことから、今後さらに計測データを蓄積することでセグメント挙動の実態を明らかにしてゆくことが肝要であると思われる。

本報告は洪積砂質地盤中に構築されたシールドトンネルの長期的なセグメントの計測結果²⁾を基に、各種の断面力算定法による解析を行い、セグメントの挙動を評価するための荷重－構造系について検討するとともに、シールドテール内において、セグメントの自重により発生する応力についても検討を加えたものである。

2. 長期荷重安定時の計測結果

長期的な計測結果の一例(半径方向の土水圧)を図1に示す。セグメントリングに作用する土水圧および鉄筋応力は、計測開始(計測用セグメント組立直後)から概ね50日頃から安定していた。この計測結果を踏まえ、各種の計測は90日後に終了した。長期的な荷重に対する検討は、90日後の土水圧、鉄筋応力(内外主筋)の計測値を用いてセグメントリングの横断面内の挙動を評価し、各種の断面力算定結果と比較して行った。なお、各種の計測値の初期値は計測セグメントを組み立てた直後の値とし、鉄筋応力の計測値はコンクリートの乾燥収縮の影響を考慮して修正した²⁾。

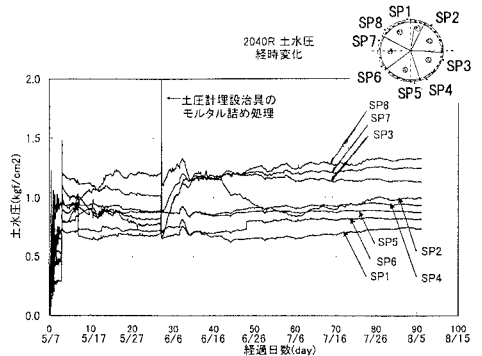


図1 土水圧の経時的変化

3. 解析手法

解析は土水圧などの荷重をパラメータとしてセグメントリングの断面力を算定したものである。断面力の算定にあたっては、慣用計算法およびはり－ばねモデル計算法(部分地盤ばねモデル)の両者を用いた。図2は土水圧などを算出するにあたっての地盤条件を示したものである。また解析に用いたパラメータおよびセグメントリングの構造の諸元を表1および表2に示す。

4. 計測結果と解析結果の比較

(1) 土水圧：セグメントリングに作用する土水圧の計測値と解析値の例を図3 a)～3c)に示す。本解析の結果では側方土圧係数の変化の影響が小さかったこ

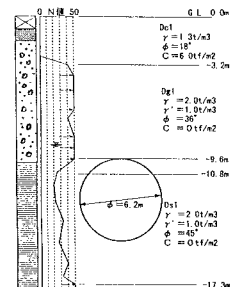


図2 地盤条件

キーワード： シールドトンネル、セグメント、現場計測、覆工設計、土圧

連絡先： 〒103-8639 東京都 中央区 日本橋 本町 4-12-20 tel:03-3661-4794 fax:03-3668-9484

表1 解析に用いたパラメータ

断面力算定法	慣用計算法, はり-ばねモデル計算法
鉛直土圧・水圧	全土被り土圧, Terzaghiの緩み土圧, 水圧のみ
水平土圧・水圧	$\lambda = 0.35, 0.45, 0.55$
(側方土圧係数: λ)	
地盤反力	$k = 5.0, 8.1 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
(地盤反力係数: k)	

表2 セグメントリング構造の諸元

セグメントリング外径	6200 mm
セグメントの厚さ	275 mm
セグメントの幅	1000 mm
セグメントの分割数(組み方)	6 分割
セグメント継手の回転ばね定数	906 tfm/rad
リング継手のせん断ばね定数	$1.0 \times 10^{15} \text{ tf/m}$

とから, $\lambda=0.45$ の場合のみの結果を示した. また解析値は地盤反力も土水圧に加えて示した. これらの結果から, 土水圧は全土被り土圧よりも小さく, 緩み土圧と水圧の中間的な値である. また慣用計算法よりもはり-ばねモデル計算法による解析値の方が計測値を表現しているようである.

(2) 曲げモーメント: セグメントリングに生じる曲げモーメントを図4a)~4b)に示す. 計測値はセグメント継手の位置を考慮して千鳥組された2リングの等価な位置における鉄筋応力の値を平均して求めたものである. 曲げモーメントの計測値は相当に小さく, 緩み土圧および水圧のみの場合の解析値と近い値となっている.

(3) 軸力: セグメントリングに生じる軸力を図5a)~5b)に示す. 軸力の計測値は小さい値の部位があるものの, 概ね緩み土圧や水圧のみの場合の解析値と同程度と考えられる.

(4) セグメントの自重: シールドテール内においてセグメントの自重により生じる断面力の結果を図6a)~6b)に示す. 曲げモーメントの計測値はトンネル全周にわたってほぼ均一に小さな値となる傾向にある. またトンネル全周にわたって生じる曲げモーメントの傾向は, はり-ばねモデルによる解析で概ね表現できるようである. なお, 計測値の初期値は計測用セグメントを組み立てる前の静置状態における鉄筋応力計の値とした.

5. おわりに

今回の計測結果を踏まえて総合的に判断すると, セグメントリングに作用する土水圧は裏込注入等の影響も受けトンネル全周にわたってほぼ均一となると考えられる. このため, セグメントに生じる断面力は曲げモーメントに比べて軸力が卓越する傾向がある. またこの傾向は地盤と覆工の相互作用を考慮したはり-ばねモデルで概ね表現できるものと考えられる.

今後は今回と同種の地盤の計測データを蓄積し, さらにそれらの考え方を追求してゆくことが望まれる.

【参考文献】1) 例えば, 真下, 石村, 酒寄: 粘性土地盤中のシールドトンネルの作用土圧に関する研究, トンネル工学研究論文・報告集, vol.6, p.p.333-338, 1996.11.

2) 平山, 草薙, 堀谷: 洪積砂質地盤中のシールドトンネルのセグメント計測(1), 土木学会第53回年次学術講演会, Ⅲ部門, 1998.10.

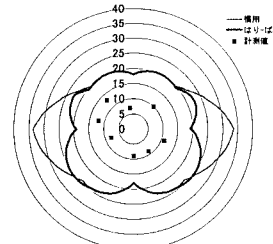


図3 a) 土水圧(全土被り土圧, $\lambda=0.45$, $k=5.0$)

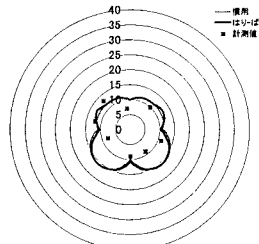


図3 b) 土水圧(緩み土圧, $\lambda=0.45$, $k=5.0$)

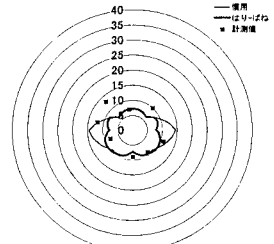


図3 c) 土水圧(水圧のみ, $k=5.0$)

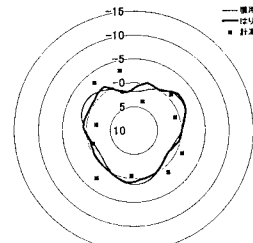


図4 a) 曲げモーメント(緩み土圧, $\lambda=0.45$, $k=5.0$)

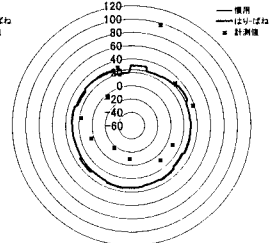


図5 a) 軸力(緩み土圧, $\lambda=0.45$, $k=5.0$)

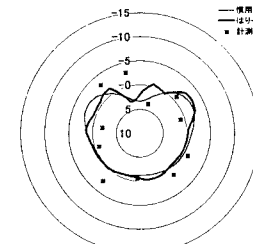


図4 b) 曲げモーメント(水圧のみ, $k=5.0$)

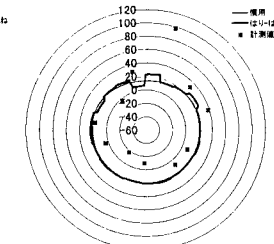


図5 b) 軸力(水圧のみ, $k=5.0$)

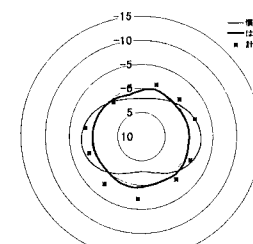


図6 a) 曲げモーメント(自重作用時)

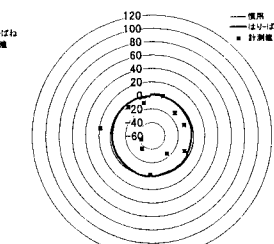


図6 b) 軸力(自重作用時)