

洪積地盤における大断面泥土圧シールドの荷重評価について

首都高速道路株式会社

正会員

○石原 陽介

大林・大豊・東急 JV

正会員

松原 健太

大林・大豊・東急 JV

正会員

伊藤 信次

株式会社大林組

正会員

守屋 洋一

株式会社大林組

正会員

藤井 亜紀

1．はじめに

首都高速中央環状新宿線のうち豊島区千早一丁目～新宿区上落合二丁目に至る SJ51 工区～SJ53 工区（外・内回り）トンネル区間は，世界最大級である外径φ12.02m の泥土圧シールド工法で施工された最小離隔 3m の併設シールドトンネルである．このうち，先行する外回りシールドトンネル工事では，洪積地盤に位置するトンネルに作用する荷重モデルについて再検討し，今後計画，施工される大口径シールド覆工の合理的な設計を遂行するため，現地でのセグメント計測を行った．本稿では，外回りシールドトンネル工事で行った計測のうち，主に土圧計と鉄筋計に着目し，大断面泥土圧シールドに作用する荷重について報告する．

2．計測位置および計測項目

計測断面図を図-1 に示す．計測位置は土被り約 16.5m で，シールド掘削対象地盤は細砂主体の N 値 12～50 以上の中位～非常に密な江戸川層砂質土層（Eds 層）であり，トンネル下部には N 値 11～50 以上の固結した江戸川層粘性土層（Edc 層）が介在する．

セグメントは RC セグメントであり，外径φ11.8m，幅 1.5m，桁高 450mm の 9 等分割セグメントである．計測項目を表-1 に示す．土圧計，鉄筋計の初期値は，セグメント組立直後とした．

3．計測結果

3.1 施工時荷重

土圧計，水圧計の経時変化をそれぞれ図-2，図-3 に示す．また，施工時および長期安定時における土圧計計測値の円周方向分布と鉄筋計計測値から求めた断面力分布を図-4 に示す．

セグメント組立後は，テールシール通過および裏込注入の影響を受けて土圧計計測値と軸圧縮力が増加しており，土圧計計測値は裏込注入時に最大値となっている．計測セグメントの裏込注入後も後続リングの裏込注入の影響を受け，掘進時に土圧計計測値が増加しているが，裏込注入材の固化に伴いテールシール通過 1 日後以降の圧力変化量は 0.02MPa 程度と非常に小さくなっている．

3.2 長期安定時の荷重

(1)鉛直荷重

シールド機通過時の層別沈下計の変化量を図-5 に示す．シールド通過による地盤変状は，セグメント天端から 10m 未満の範囲で生じており，その値は 1mm 程度と微小であった．一方，組立後 135 日の長期安定時の荷重は，トンネル天端の土圧計計測値が 0.170MPa，トンネル天端の水圧計計測値が 0.110MPa であった．これに対し，設計では全土被り土圧とし，計測断面におけるトンネル天端の設計鉛直荷重は 0.245MPa，またトンネル天端の設計水圧は 0.084MPa である．計測結果から求められる鉛直土圧（土圧計 - 水圧計）は 0.060MPa で，これを土被りに換算する

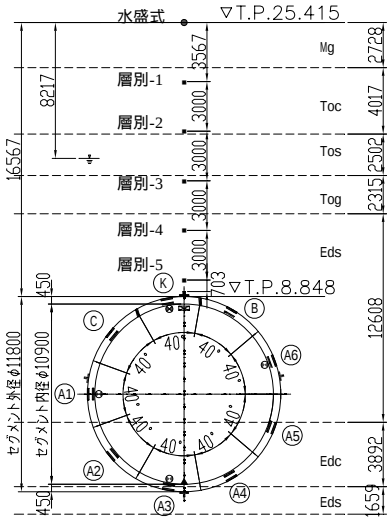


図 - 1 計測断面図

表 - 1 計測項目

計測項目	計器名称	記号	数量
セグメント応力	鉄筋計	—	9箇所 (36台)
セグメント断面変形	レーザー距離計	▲	1
	レーザー距離計反射板	■	1
土圧計	バット式土圧計	▼	4
水圧計	間隙水圧計	⊙	4
地盤の層別沈下	層別沈下計	■	6

キーワード 大断面，泥土圧シールド，併設，セグメント計測，施工時荷重，土水圧

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 （株）大林組 土木技術本部 技術第五部 TEL 03-5769-1318

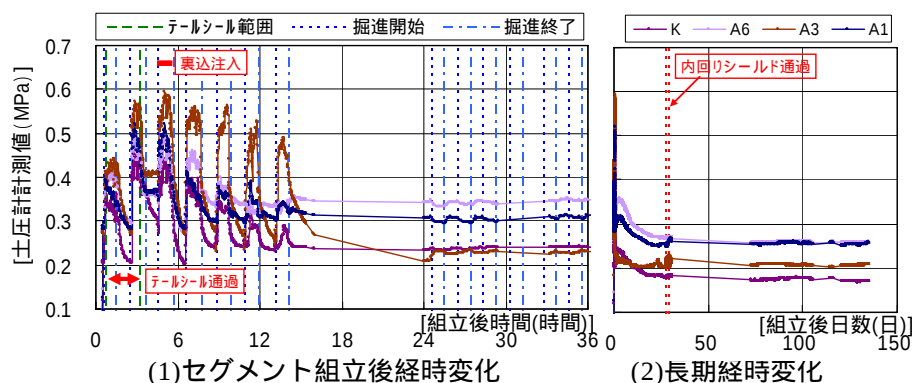


図 - 2 土圧計計測結果

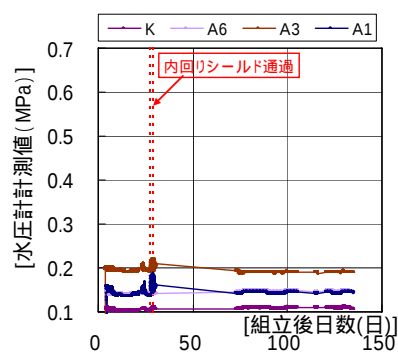


図 - 3 水圧計計測結果

と 6.8m となり，テルツァギーの緩み土圧から求められる換算緩み高さ 8.9m よりも若干小さい値となった．

(2) 水平荷重

長期安定時の側部土圧計計測値は左右平均で 0.258MPa であった．これは頂部の土水圧計計測値から側方土圧係数の設計値 $\lambda=0.4$ を用いて算出される水平荷重

0.213MPa に比べて 0.045MPa 大きい値となっている．鉛直方向の内空変位が初期値から 1～2mm 低下していることから，水平変位を 1mm として地盤反力係数の設計値 $k=40,000\text{kN/m}^2$ を用いて地盤反力を求めると 0.040MPa となり，ほぼ同程度の荷重となることから，この差分はセグメントの変形による地盤反力によるものと考えられる．

(3) 発生断面力

頂部の土水圧計計測値を鉛直荷重とし，側方土圧係数 $\lambda=0.4$ ，地盤反力係数 $k=40000\text{kN/m}^2$ としてセグメントに作用する荷重を設定し，はり-ばねモデルでセグメントに発生する曲げモーメントを算出した．この曲げモーメントと鉄筋計計測値から算出される曲げモーメントを比較し図-6 に示す．モードは概ね同等であると考えられるが，正曲げ最大値では，計算値 144kN・m に対して計測値は 223kN・m と 1.5 倍程度大きくなり，負曲げ最大値では計算値 163kN・m に対して計測値 125kN・m と小さい値になった．

4. おわりに

洪積地盤における大断面泥土圧シールドにおいて計測を行った結果，鉛直荷重はテルツァギーのゆるみ土圧よりも小さい土圧となり，鉛直荷重に対する水平荷重の割合は側方土圧係数の設計値 $\lambda=0.4$ から求められるものと同程度であることが確認できた．一方で，鉄筋計計測値から求められる発生曲げモーメントは，セグメントに作用する荷重から算出される曲げモーメントに対して，モードは同等であるが，断面力の大きさは異なることが確認された．今後は，この差異についても解明するとともに，本工事は併設トンネルであることから，併設による影響についても検討を進めていきたい．

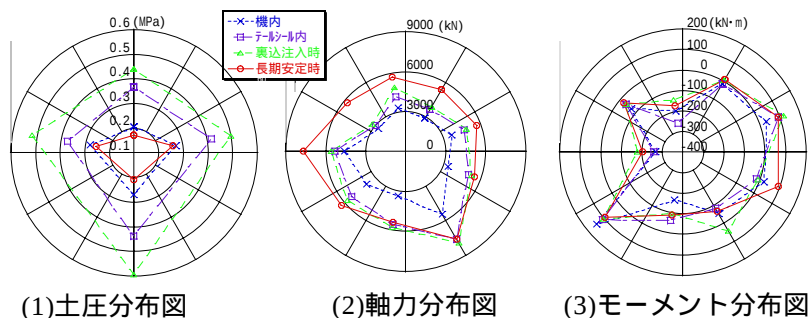


図 - 4 土圧計計測結果

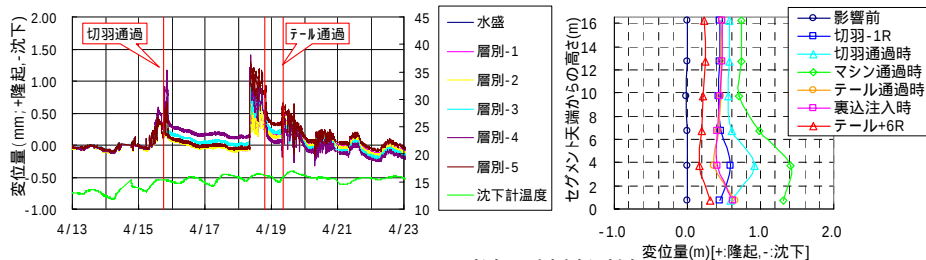
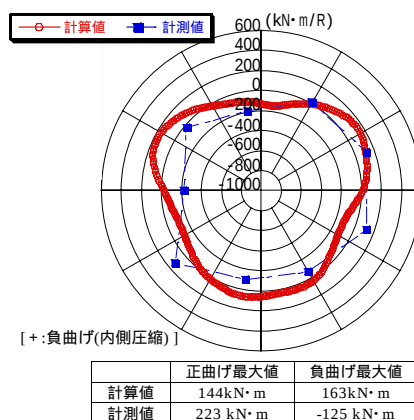


図 - 5 層別沈下計測結果

図 - 6 曲げモーメント図
(組立 135 日後)