

Ⅲ－B196

洪積地盤での縦シールド掘進時における立坑セグメントの周面摩擦力について

東京都下水道局 横山 博一、伊東 三夫
日本工営(株) 正会員 ○田中 弘、池谷 正

1. はじめに

縦横連続シールド工法は、横坑を掘削する横シールド機を止水された球体回転部に内蔵し、この球体を包含する縦シールド機を立坑構築工事に適用することにより、立坑と横坑を1台のシールド機で連続施工するものである。本工法はこれまでに、「足立区花畑七、八丁目付近枝線工事」と「荒川幹線工事」の2現場での施工実績を有しているが、何れも軟弱な沖積層での施工であった。本工法の第3現場となった「第二・十二社幹線工事」においては、本工法では初めてとなる洪積砂礫層での掘進であり、洪積地盤での本工法の技術的課題について検討し、今後の設計・施工に反映させる技術資料を整備するため現場計測を実施した。本文では、「第二・十二社幹線工事」における縦シールド掘進時の立坑セグメント周面摩擦力の計測結果について報告する。

2. 工事概要

図－1に縦シールド工の施工状況と地盤条件を示す。立坑は泥水式シールド工法にて施工され、外径 7.2m、深さ 46.6m の円筒形で、RC セグメントと中段部からの別途シールド発進部分が一部コンクリート中詰め式スチールセグメント構造である。施工時の推進反力を支持するために、ガイドウォール（重量 7531kN）とグラウンドアンカー8本（設計アンカー力 857kN/本）を施工している。

掘進地盤は、表層のローム層以深に東京層砂質土が層位しており、GL-22.8～27.9m には、最大粒径 300mm の東京礫層が介在している。

3. 計測概要

縦シールド機は、推進ジャッキ反力が確保されることによって掘削が可能となる。したがって、立坑各部材の設計は、これを前提として行われる。そこで、「縦シールド機の推進反力機構」を調査し、明らかにしておくことが設計法の合理化のために必要である。このため、砂礫地盤を掘進する本工事においては、周面摩擦力の大きさと分布を調査することを目的として、立坑セグメントの3カ所に計測セグメント（スチールセグメント）を配置し、縦シールド掘進中に作用する軸力を計測した。また、ガイドウォール天端の変位挙動についても計測を実施した。

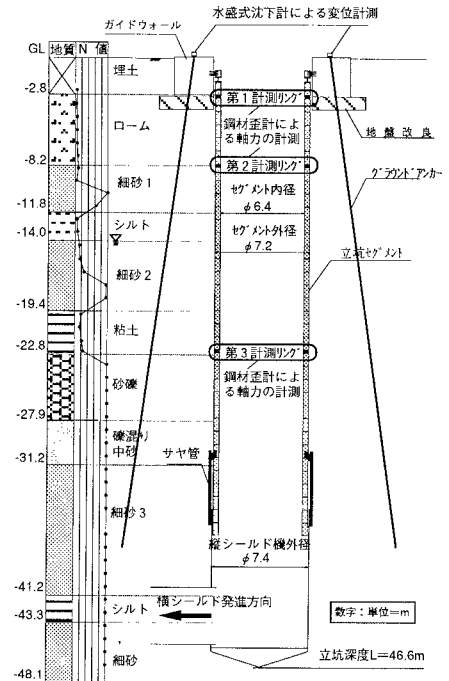
4. 計測結果

図－2に縦シールド掘進中の推進力と第1計測リングの計測軸力の深度方向変化を示す。同図では、推進力とその伝達成分としての計測軸力とを比較できるように、推進力から計測セグメント以深で組み立てられたセグメント自重を引いた値をプロットしている。同図から、マシーンテール位置深度が深くなるにつれて立坑セグメント周面摩擦力が増大する傾向を示し、その傾向は特に砂礫層（GL-22.8m）以深で顕著である。図－3に推

キーワード：縦横連続シールド工法、洪積層、周面摩擦力、推力伝達分布

連絡先：〒163-8001 東京都新宿区西新宿 2-8-1 東京都下水道局管路建設部

〒102-8539 東京都千代田区麹町 5-4、日本工営(株)地盤構造部 Tel:03-3238-8355、Fax:03-3238-8379



図－1 縦シールド工と地盤条件

進力と第1計測リング計測軸力の相関を示す。同図には、軟弱な沖積シルト層（N 値 0～1）で施工した「足立区花畑七、八丁目付近枝線工事」の施工データとも比較のためプロットしている。軟弱地盤（花畑）では周面摩擦力が発揮されていなかったのに対し、洪積地盤（第二・十二社）では周面摩擦力が発揮され、推進力が増加しても計測軸力値は頭打ちとなっていることが分かる。

5. 数値解析検討

解析モデルは周面摩擦力に着目し、立坑セグメントの周囲地盤条件を考慮した梁ばねモデルとした。解析は縦シールドテールが礫混り中砂層下端（GL-30m）に位置する施工状況を再現し、入力する推進力は施工実績より 33342kN を使用した。また、上端部条件は本工事縦シールド掘進中にガイドウォールの隆起現象が若干見られたため、図-4に示すガイドウォール天端の変位計測結果と第1計測リング軸力の関係からばね定数を求め、上端部にばねのあるケースならびに比較のため固定ケースの2ケースを実施した。立坑セグメントと地山間のばね定数値は、ケーソン基礎の設計時に考慮する基礎側面の鉛直方向せん断地盤反力係数²⁾より設定した。

解析結果を図-5に示す。同図には現場計測結果（現場計測結果からは、残留歪みが認められたため、変化量で整理した計測結果より推力伝達力のみを抽出して現場計測軸力として評価している）を併記している。同図から、上端の変位を考慮したケース（上端部にばねあり）は、現場計測結果をうまく説明できており、セグメント周面摩擦力を考慮した解析モデルの妥当性が検証できた。

6. あとがき

洪積地盤における縦シールド工において、立坑セグメントの周面摩擦力が計測された。周面摩擦力の発生は縦横連続シールド工法にとって、上方向に伝達される荷重を低減させ、縦掘進時の反力となる仮設材規模の縮小（＝コストダウン）に繋がることから、重要なメリットとなり得る。今後の検討課題として、今回の計測結果、解析結果を反映させた設計手法の確立を進めてゆく所存である。

なお、計測データの整理に際しては適切な助言を頂いた（社）日本トンネル技術協会「縦横連続シールド特別委員会」の方々に深く感謝いたします。

- 参考文献： 1) 前田ら：縦横連続シールド工法による立坑掘進時の荷重伝達機構、第50回土木学会年講概要集、1995年9月
2) 道路橋示方書・同解説 下部構造物編

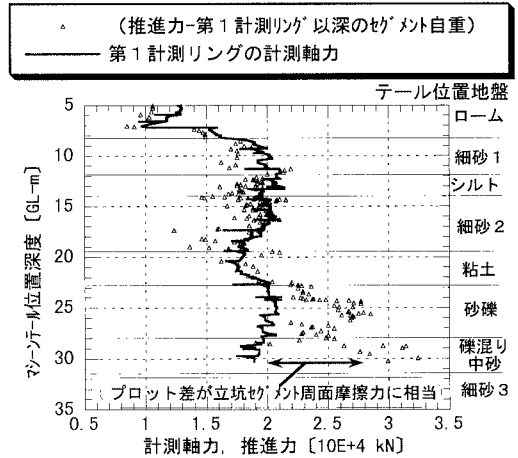


図-2 計測軸力と推進力の深度方向分布図

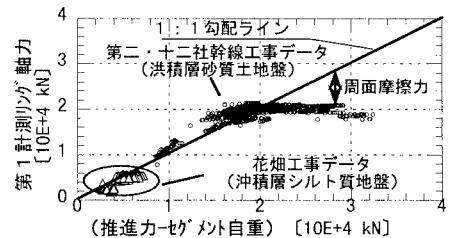


図-3（推進力-セグメント自重）と計測軸力の関係

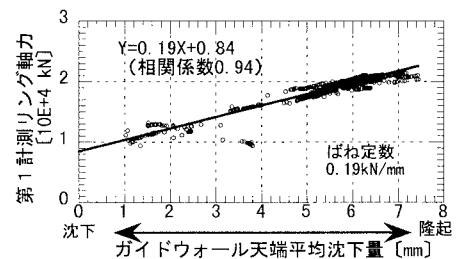


図-4 ガイドウォール沈下量と第1計測リング軸力の関係

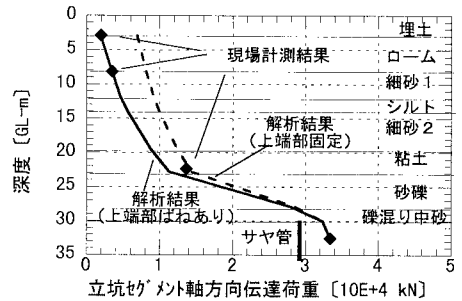


図-5 梁ばね解析結果と現場計測結果の比較（推進力33342kNのケース）