

東京都下水道局

會田好雄 ○正会員 佐藤紀司

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、立坑と横坑を連続して1台のシールド機で施工するものである。本工法は、立坑工事用地の規模の縮小、施工工期の短縮が可能で、さらに横坑シールドの発進防護工が不要となるメリットがある。東京都下水道局では大深度立坑の合理的な構築技術の開発を目的として「足立区花畑七、八丁目付近枝線工事」に本工法を採用し、その際、設計・施工上の未解明な技術課題に関する現場計測を実施した。ここでは、軟弱地盤での仮設を含めた立坑掘進時の「推進反力伝達機構」、ならびに施工中の「立坑挙動」に関する現場計測結果について報告する。

## 2. 工事概要

立坑は泥水式シールド工法で掘削され、外径5.7m、深さ38mの円筒形で、RCセグメント構造である。図-1に立坑シールドの地盤条件ならびに立坑構造概要を示す。掘削地盤は、GL-10~40m付近にN値0~2程度の非常に軟弱な沖積シルト層が堆積している。軟弱地盤であるため、施工時の推進反力は、ガイドウォール、セグメント、およびベント杭の重量で支持する機構を採用している。

## 3. 立坑挙動計測概要

## 1) 立坑掘進時の推進反力伝達機構

立坑掘進時の推進反力伝達としては、縦シールド機のジャッキ推力が立坑セグメントを介して上方に伝達される。立坑セグメントの周面摩擦力は、本工事現場の地盤が軟弱な沖積シルト層であるため、設計上は考慮していない。施工時の計測としては、軸方向荷重の伝達源となるジャッキ推力の荷重と立坑セグメント上端部の第1セグメントリングの軸方向歪量の計測を行った。図-2にジャッキ推力と第1リングで計測した軸力の掘進過程変化を示す。同図によれば、ジャッキ推力とセグメント軸力の計測値が概ね一致していることから、セグメントの周面摩擦力が殆ど期待できなかったことが確認される。

図-3に掘進時の仮設ベント杭先端の接地圧の推移を示す。ベント杭の接地圧は、掘進当初(初期掘進GL-4.0m~14.7m)一定の勾配で減少する傾向を示している。これは、縦シールド機の掘進が進むに連れて浮力が増大し、それに見合った設定泥水圧およびジャッキ推力の設定を行い、上向きの力が増加しているためで

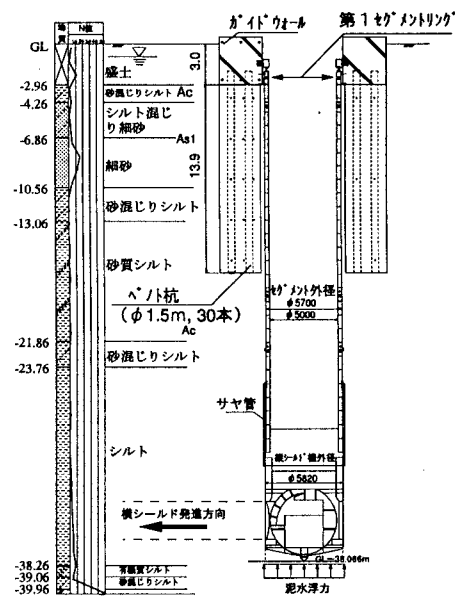


図-1 地盤条件と施工状況

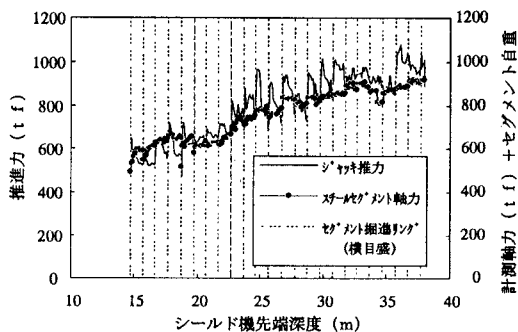


図-2 立坑セグメントの軸力と推進力の掘進過程変化図

ある。また、GL-24.0m～28.0m付近の掘進では、接地圧が一時的に増加し、次に急激に減少する現象を示している。これは、縦シールド機のテール部がベノト杭先端付近を通過している時の現象であり、裏込め注入圧の影響とテールボイド発生による地山の乱れが表れていると考えられる。

## 2) 立坑掘進時のベノト杭の挙動

図-4に、ベノト杭に設置した鋼材歪計の歪みから算出した曲げモーメント挙動を示す。計測は、ベノト杭の深度方向に4段、計8箇所(杭の内側、外側)で行った。計測値は、縦シールド機先端が深度13m付近から変動し、25m付近に至るまで曲げモーメントが増加する傾向を示している。縦シールド機先端深度13m付近とは、裏込め注入を開始した深度で、縦シールド機先端深度25m付近は、ベノト杭先端付近を裏込め注入している深度であり、ベノト杭に裏込め注入圧の影響が表れていることを示している。また、深度の浅いベノト杭のつけ根付近の値の方が、深い位置の計測値より大きいことから、ベノト杭は、ガイドウォールとの接続部を固定支点にした曲げ挙動を示している。このことは、傾斜計で計測したベノト杭の変位(図示は省く)からも同様の傾向が確認されている。

## 3) 横坑掘進開始時の立坑挙動

横シールド発進反力が立坑に与える影響を計測することを目的として、立坑3カ所(3、17、21リング)にボルト軸力計(セグメントリング間ボルト)を設置した。図-5にボルト軸力計の経時変化図を示す。同図から、横シールド発進後5リング程度まで、2tf程度の軸力の増加が見られるが、5リング目以降は軸力の値に変化が見られない。これにより、横坑掘進時の影響は横シールド発進後5リング目程度までと評価できる。また、立坑の挙動としては、当初予想していたとおり、横シールド発進の反対方向に変形するモードを示した。

## 4. あとがき

設計時に想定された技術的課題に対する計測を行い、当現場のような地盤が軟弱な場合には、立坑セグメントの周面摩擦力を考慮しない設計が妥当であることが判明した。また、立坑掘進時の仮設の挙動、横シールド発進時の立坑の挙動について計測を行い、設計時に想定していた掘進時の影響が表れていることが判明した。これらの影響は、何れも微小であり、本工事は安全な施工を行うことができたが、今後、これらの挙動に関する詳細な解析検討を行い、本工法の他地盤への適用性などの検討を続ける予定である。

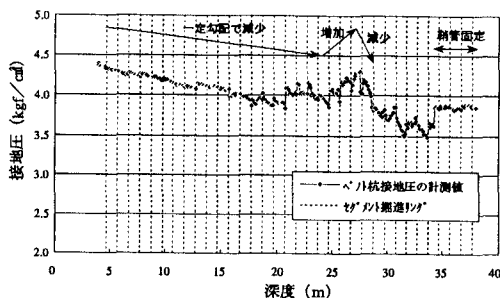


図-3 ベノト杭の接地圧の掘進過程変化図

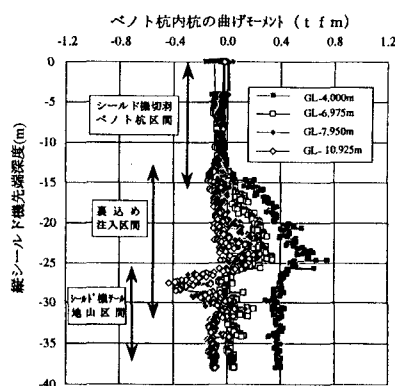


図-4 ベノト杭に発生した曲げモーメントの深度方向分布図

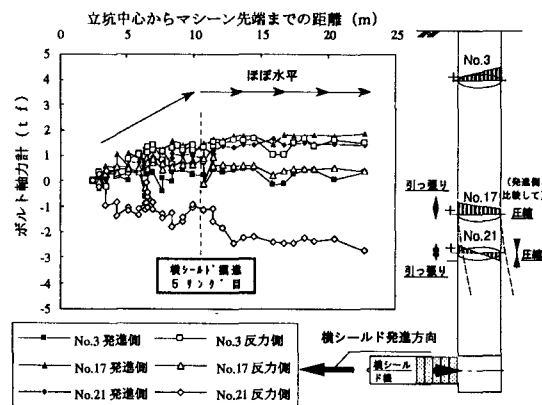


図-5 横シールド機発進時の立坑セグメントへの影響図