

寝屋川北部地下河川のシールド掘進に伴う地盤変形挙動

シールドトンネル, 洪積層, 地盤変形

大阪府土木部
大阪府寝屋川水系改修工営所
地域 地盤 環境 研究所
地域 地盤 環境 研究所

小島清伍
大江 徹
橋本 正
豊田孝宏

国際会員
正会員

1. はじめに 大阪府北部地下河川は、寝屋川流域の総合地下水対策の一環として、洪水貯留を目的とした地下調整池である。現在、鶴見緑地公園内鶴見立坑～第二京阪道路予定地間が完成している(図-1参照)。このトンネルは、従来のトンネルとは異なり、満管状態の被圧運用を前提とした内水圧対応型である。また、掘削深度は深く、主たる掘進土層は硬質な大阪層群粘土層・砂層であった。このため、内水圧が作用した段階における構造上の安全性を確認する必要があった。よって、シールド掘進時からトンネル供用までの長期に亘る地盤変形挙動と覆工土圧・水圧との関連について検討をおこなった。ここでは、シールド掘進に伴う地盤変形挙動について報告する。

2. 工事概要 シールドマシンは泥土加圧式シールドであり、裏込め注入は同時裏込め注入方式(マシンの左右肩部からの注入)を採用している。セグメントは、外径φ8240mm、幅1200mm、高さ370mmのNMセグメント¹⁾である。各計測断面における土質柱状図および計器設置位置を図-2に示す。土層構成は、上部～GL-20m付近まで沖積層であり、それ以下は洪積層となっている。トンネル土被り深度は、発進立坑に近い計測断面AでGL-37.635m、到達側に近い計測断面BでGL-35.217mである。主たるシールド掘削土層は、計測断面Aで洪積粘土層Dc3であり、計測断面Bで洪積砂礫層Dsg2である。それぞれの掘進土層の特徴としては、Dc3については、層厚が約10mで平均N値=7、粘着力c=180kN/m²程度の硬質粘土であること、Dsg2については、N値60以上の非常に密詰めな状態にあり、φ=4～40mmの亜角礫主体、高透水性の硬質砂礫層であることが挙げられる。

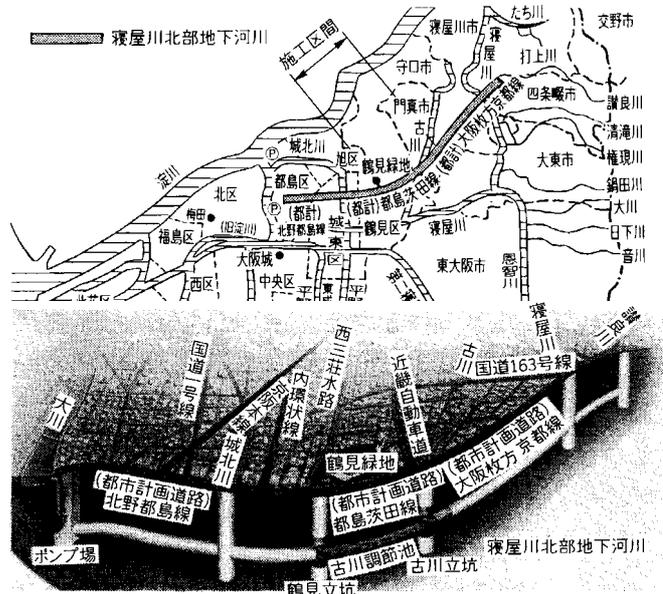


図-1 寝屋川北部地下河川施工区間の概要図

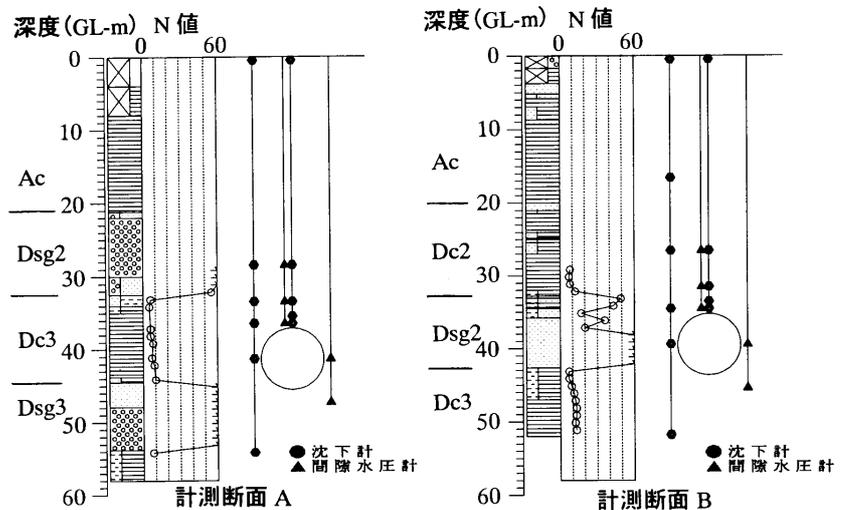


図-2 各計測断面における土質柱状図および計器設置位置

3. 計測断面Aにおける現場計測結果 トンネル直上地盤における鉛直変位量の短期挙動と長期挙動を図-3に示す。切羽接近および切羽通過時における変形は、切羽土圧がシールドセンタ-での水圧とうまくバランスしていたことから、ほとんど発生しなかった。また、マシン通過中もシールド直上地盤の鉛直変形量は小さく、最大1mm程度であった。

一方、テ-ル通過時においては、大きな地盤変形は見られないものの、緩やかに沈下が増加する傾向にあった。これは、マシンのピッチングが線形勾配に対して若干上向き姿勢であったことから、マシン通過中にシールド天端付近において通常よりも大きい余掘りの発生が主要因として考えられる。裏込め注入圧は、(水圧+100kPa)程度であり、覆工土圧計測結果によると、裏込め注入材はテ-ルボイド全周に充填されており、裏込め注入圧相当荷重が覆工に作用していると想定された。しかし、間隙水圧の計測結果によると、裏込め注入に伴う間隙水圧の増加は見られず、自然水圧(シ

Ground movement due to shield excavation of underground river at North-Osaka area

S. Kojima & T. Ohe (Osaka Prefectural Government), T. Hashimoto & T. Konda (Geo-research Institute)

- ルド直上 0.75m で 263kPa) よりも低い状態(シ - ルド直上 0.75m で約 150kPa) にあった。よって、テ - ルクリアランスの充填はできているものの、地山を若干押し広げるような充填ではなく、トンネル周辺地盤においては若干応力解放した状態にあったことが考えられる。この影響が後続沈下にもおよんでおり、クラウン部直上地盤のシ - ルド通過時の沈下量は 3.3mm であったのに対して、最終沈下量は 9.8mm まで大きくなった。

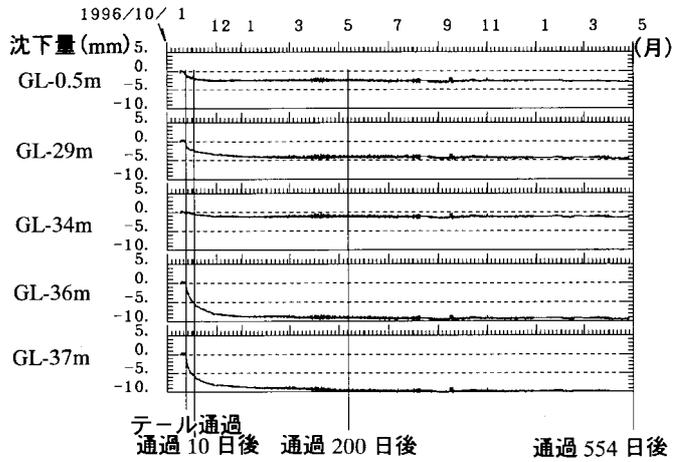
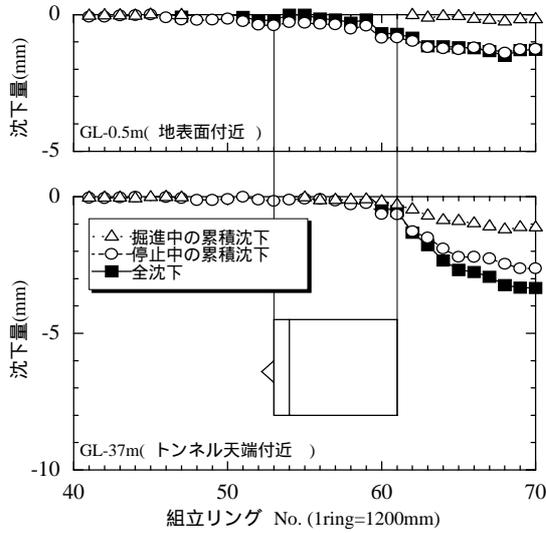


図-3 トンネル直上鉛直変位の短期・長期挙動(計測断面 A)

4. 計測断面 B における現場計測結果 トンネル直上地盤における鉛直変位量の短期挙動と長期挙動を図-4 に示す。切羽接近に伴って、切羽 1 リング前よりシ - ルド直上 0.75m の位置で 1.5mm の先行沈下が発生している。また、切羽通過直後には 2.0mm の沈下がトンネル直上において局所的に発生した。これは、掘進停止中において、セグメント組み立て時のジャッキ引き抜きによる影響や、掘削土砂圧送管を延長する際に発生した切羽土圧の低下が主要因として考えられる。そこで、マシン通過中においては、セグメント組み立て時の切羽土圧が静水圧以下にならないよう、切羽保持機能を作動させて厳しい切羽土圧の管理を、また、マシンの姿勢制御についても厳しい制御を実施した。その結果、シ - ルド直上 0.75m 位置での沈下量については、5.3mm と小さく抑えることができた。

テ - ル通過時においては、テ - ル通過から数リング間で若干の沈下傾向(1mm 以下)が見られるが、大きな沈下挙動ではなかった。テ - ル通過時の裏込め注入圧は約 650kPa 前後であって、土被り圧より若干高めに設定された。なお、後続沈下はほとんど発生しておらず、最終沈下量は、シ - ルド直上 0.75m の位置で 8.3mm であった。

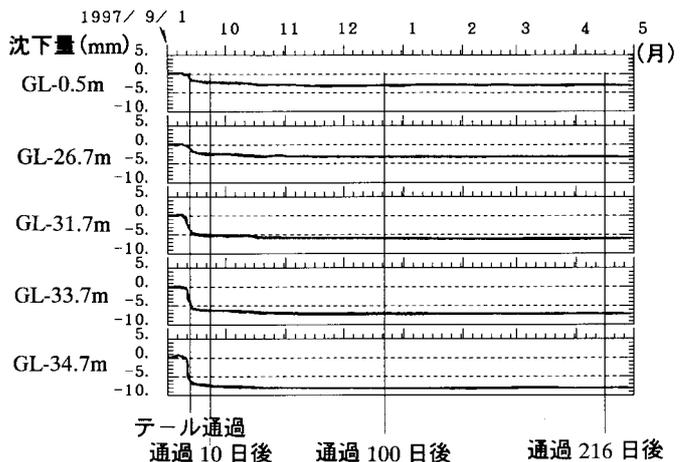
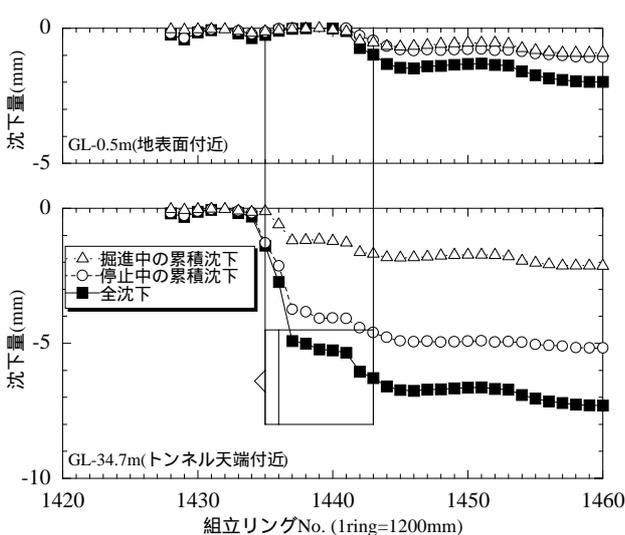


図-4 トンネル直上鉛直変位の短期・長期挙動(計測断面 B)

5. おわりに 洪積粘土層・砂礫層におけるシ - ルド掘進に伴う鉛直変位挙動を分析した結果、以下の知見が得られた。
- (1) 洪積粘土層掘進時には、先行沈下およびマシン通過中の沈下量はほとんど発生していないが、テ - ル通過に地山を若干押し広げるような裏込め注入施工ではなかったため、後続沈下が全体沈下量の大部分を占める結果になった。
 - (2) 洪積砂礫層掘進時には、特に掘進停止中の切羽土圧の低下に伴って先行沈下やマシン通過中の沈下が発生しており、全体沈下量の大部分を占める結果になった。

参考文献 1) 大山剛毅, 石村勝宏, 中村稔: ポルトレス合成セグメントによる地下河川の施工 寝屋川北部地下河川古川調節池, トンネルと地下, vol.29, No.1, pp.33-41, 1998.