

寝屋川南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

大阪府土木部河川室 小島 清伍
 大阪府寝屋川水系改修工営所 大江 徹
 地域 地盤 環境 研究所 国際会員 橋本 正
 地域 地盤 環境 研究所 正会員 水原 勝由

1. はじめに

寝屋川地下河川は、寝屋川流域の総合治水対策として洪水放流を目的としたシールドトンネル（地下河川トンネル）を建設するものである。現在、大阪府が施工した区間は、北部1区間と南部の久宝寺緑地公園内立坑より発進した西行（加美調節池一次覆工+二次覆工）および北行（久宝寺調節池一次覆工のみ）ルートで2区間トンネルが完成している(図-1参照)。加美調節池より西側については、大阪市施工による平野川調節池1～3期があり、この区間についても、一次覆工+二次覆工が完成している。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。そのため、将来、内水圧作用時においても構造上の安全性を確保する必要があり、従来の覆工設計手法のみならず、シールド掘進時～トンネル供用までの長期に渡る地盤変形挙動と覆工土圧・水圧を把握する必要性があった。本報告は、南部地下河川2ルートで実施した地盤変形計測結果を基に、シールド施工時の地盤変形の挙動について報告¹⁾²⁾するものである。

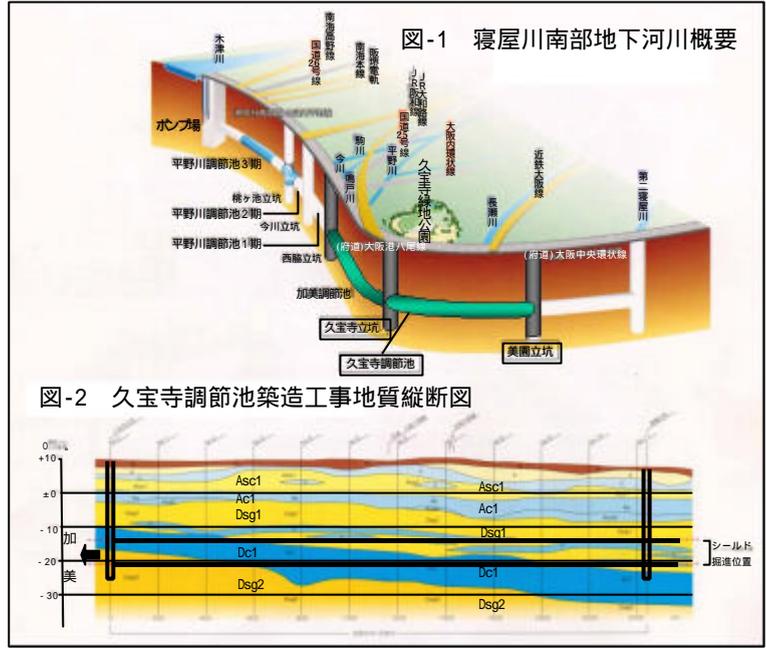


表-1 地盤変形計測断面の施工状況と地盤特性

加美調節池 平成6年3月10日～平成12年12月20日		久宝寺調節池 平成8年12月4日～平成12年12月20日	
主断面	副断面	トライアル断面3	
施工延長 : 2838.6m 掘削工法 : 泥水加圧式シールド工法 マシン外径 : 8310mm セグメント : RCセグメント セグメント外径 : 8150mm セグメント幅 : 1200mm セグメント高さ : 375mm	施工延長 : 2225.7m 掘削工法 : 泥水加圧式シールド工法 マシン外径 : 7560mm セグメント : NMセグメント セグメント外径 : 7400mm セグメント幅 : 1200mm セグメント高さ : 250mm	全土被圧 : 380.04kN/m ² (推定値) シールド中央水圧 : 98kN/m ² (実測値)	
平均切羽圧 : 196kN/m ² 線形勾配 : ± 0.0‰	平均切羽圧 : 196kN/m ² 線形勾配 : ± 0.0‰	平均切羽圧 : 254kN/m ² 線形勾配 : 上り0.66‰	
同時注入(グライトホルより注入) 平均注入圧 : 490kN/m ² 最大注入圧 : 588kN/m ² 裏込め注入率 : 127%	同時注入(グライトホルより注入) 平均注入圧 : 490kN/m ² 最大注入圧 : 588kN/m ² 裏込め注入率 : 134%	自動同時裏込め注入(マシン装備) 平均注入圧 : 441kN/m ² 最大注入圧 : 490kN/m ² 裏込め注入率 : 132%	
トンネル土被り : 22.208m 土被り比 H/D : 2.72 施工時地下水位 : G.L.-3.0m トンネル掘削地盤 : 上半がMa12層	トンネル土被り : 22.218m 土被り比 H/D : 2.73 施工時地下水位 : G.L.-3.0m トンネル掘削地盤 : 上半がMa12層	トンネル土被り : 22.28m 土被り比 H/D : 3.01 施工時地下水位 : G.L.-1.8m トンネル掘削地盤 : 上半がMa12層	
【 洪積粘土層Dc 】 ・ 層厚が7m程度で平均N値5程度の均質な粘土 ・ 含水比は、約52～56% ・ 貝殻片や有機物を含む(メタンガスが1.5%程度検出) ・ 三軸UU試験での粘着力Cは、100kN/m ² 程度 ・ コンシステンシー特性 w _p =27～28%, I _p =49～51% w _L =78～79, I _L =0.49～0.55		【 洪積粘土層Dc 】 ・ 層厚が7m程度で平均N値19と硬い ・ 含水比は、約20～60% ・ 薄いレンズ状の砂を挟み層下程砂を含む ・ 三軸UU試験での粘着力Cは、120kN/m ² 程度 ・ コンシステンシー特性 w _p =21～28%, I _p =25～56% w _L =46～84, I _L =0.6～0.74	
【 洪積砂礫層Dsg 】 ・ N値20～30程度で細砂が主体で粘土若干混入 ・ 透水係数は10 ⁻³ 程度		【 洪積砂礫層Dsga 】 ・ N値60以上で非常に密に締った砂礫 ・ 透水係数は10 ⁻³ 程度	

Ground movement due to shield excavation for underground river at South-Osaka plain.
 S.Kojima & T.Ohe (Osaka Prefectural Government) T.Hashimoto & K.Mizuhara (Geo-Research Institute)

3. シールド施工時の地盤鉛直変位

加美(主断面)および久宝寺(T-3 断面)におけるトンネル直上地表面と直上 1m地盤の経リング変化を図-3 と図-4 に示す。図中の横軸はセグメント組立リングを示し、縦軸が沈下量を示す。また計測断面のマシン模式図は、切羽およびテール通過施工リングを示したものである。

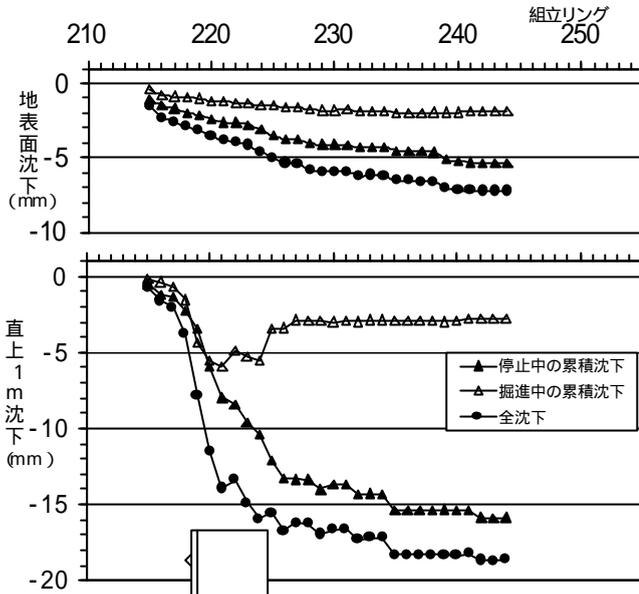


図-3 加美調節池のトンネル直上沈下

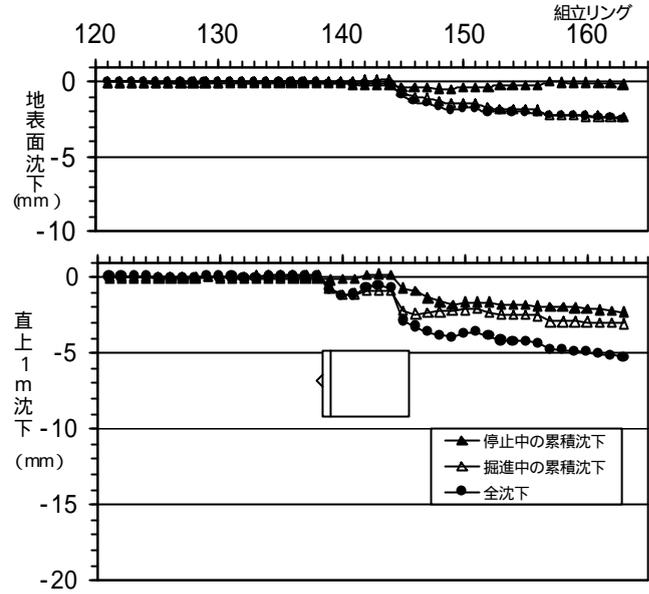


図-4 久宝寺調節池のトンネル直上沈下

計測断面通過までの先行沈下は、加美が直上 1m で約 4mm、地表面で約 3mm 発生しているのに対して久宝寺では殆ど生じていない。切羽通過後は加美、久宝寺ともに切羽通過から数リング間またはテール通過時までに沈下量が増加する傾向が見られ、特に掘進停止中に増加する量が多い。マシン通過中の加美と久宝寺の沈下量の差は、切羽圧と掘進停止時間の差によるものと推察される。切羽通過からテール通過までに要した時間は、加美が 96 時間(片晩施工の日進 3 リング)、久宝寺が 25 時間(両晩施工の日進 7 リング)と加美の 4分の1程度と少ない。1 リングの掘進時間が共に 40 分程度であり、加美の停止時間が久宝寺と比べ長くなっていることは明らかである。テール通過前後で生じた沈下量は、加美と久宝寺ともに 1 ~ 2 mm 程度と小さい。地表面沈下は、トンネル直上 1m の沈下増加および時間経過とともに増加している。双方断面の後続沈下は、地表面および直上 1m ともに 100 日程度の間で見られ、最終沈下量は加美の直上 1m が 22mm 程度、地表面で 15mm 程度、久宝寺の直上 1m が 10mm 程度、地表面で 5 mm 程度であった。

4. シールド通過時の地盤水平変位 久宝寺計測断面(T-3 断面)のシールド施工時におけるトンネル側部地盤の水平変位量を図-5 に示す。トンネル側部の水平変位は、切羽通過後からトンネル側方への押し広げが見られ、テール接近に伴ってその量が増加する傾向であった。水平変位量は、特にトンネル肩部の変位量が多い。テール通過以降では、反対にトンネル方向へ変位が戻る傾向を示し、その挙動は、テール通過 1 D 後までの間で見られた。1 D 以後の水平変位は殆ど見られなかった。

5. まとめ シールド施工時の地盤変形計測から次の結果が得られた。

切羽前方での先行沈下は少なく、切羽コントロールを慎重に行う事で、殆ど沈下を生じさせないことができた。
 マシン通過中の沈下量は全沈下に占める割合が多い。通過中の沈下抑制としては、短期間に通過することが有効であると考えられる。
 トンネル側部の水平変位は、マシン通過中の直上地盤の沈下増加に相反して側方への押し広げが見られ、テール通過時にトンネル方向に変形が戻る挙動が見られた。

テール通過時の沈下量は少なく、この時のセグメント背面土圧計測による裏込め注入圧は、鉛直土圧相当圧がセグメント全周にほぼ均等圧として作用していた。
 地表面沈下は、トンネル掘削が土被り 2.6D 以上の洪積層であってもトンネル近傍地盤の沈下量に比例して発生する。

参考文献

- 1)小島他：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，第 37 回地盤工学研究発表会(投稿中)，2002.
- 2)小島他：洪積地盤における地下河川トンネルの施工条件と地盤変形の関係，第 37 回地盤工学研究発表会(投稿中)，2002.

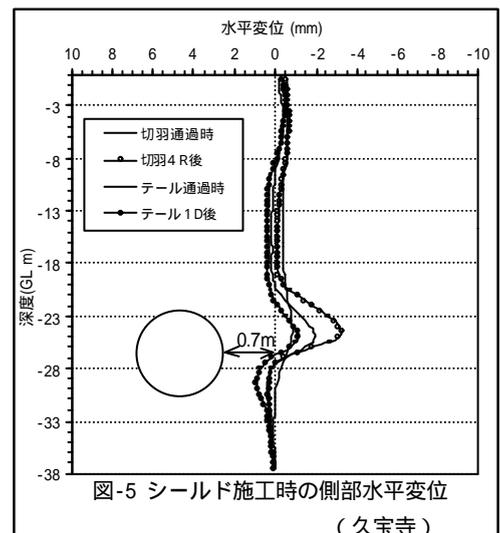


図-5 シールド施工時の側部水平変位 (久宝寺)