

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

シールドトンネル, 洪積地盤, 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 国際会員
地域地盤環境研究所 正会員

小島清伍
大江 徹
橋本 正
長屋淳一

1. はじめに

近年, 地下構造物が輻輳する都市部でのシールド工事においては他の構造物に近接した施工が余儀なくされており, 洪積地盤においても近接施工時の影響を検討するために, その地盤変形メカニズムを把握することが必要とされる。本論文では大阪府の地下河川トンネルにおいて得られた地盤変形挙動の現場計測データを基に切羽泥水圧および裏込注入圧などの施工条件と地盤変形の関連について検討を行った。

2. 検討現場

今回検討を行ったのは, 大阪府地下河川トンネルの加美シールドと久宝寺シールドにおける現場計測データ¹⁾で, シールド径は, 加美シールドが 8310mm, 久宝寺シールドが 7560mm の泥水式シールドである。計測断面は, 加美シールドは2断面(主・副断面), 久宝寺シールドは3断面(T1, T2, T3 断面)設け, 層別沈下計および傾斜計によりシールド周辺地盤の鉛直・水平変位の計測を行った。計測断面における土被りは, 両シールドとも 22.3~22.5m であり, シールド上半が洪積粘土(Ma12), 下半が洪積砂層を掘進し, 両シールドの計測断面は, ほぼ同じ土被りで同様な地盤を掘進する。

3. シールド上部の鉛直変位と切羽泥水圧

図-1 にシールド通過に伴うシールド直上(離隔1m)における鉛直変位を示す。図-1より加美シールドの主・副断面では, 切羽到達時に3~6mm程度の沈下が生じ, 切羽通過後においても沈下が増加し, テール通過時には13~16mmの沈下が発生している。また, マシン通過時の沈下はマシン前半部における沈下が大きく, テール通過時における変位はほとんど生じていない。一方, 久宝寺シールドでは沈下量が比較的小さく, テール通過時において6mm以内の沈下量である。これらの沈下量の差は, 切羽泥水圧による影響が大きいと考えられる。沈下量の大きい加美シールドでは, 主・副断面とも切羽泥水圧は

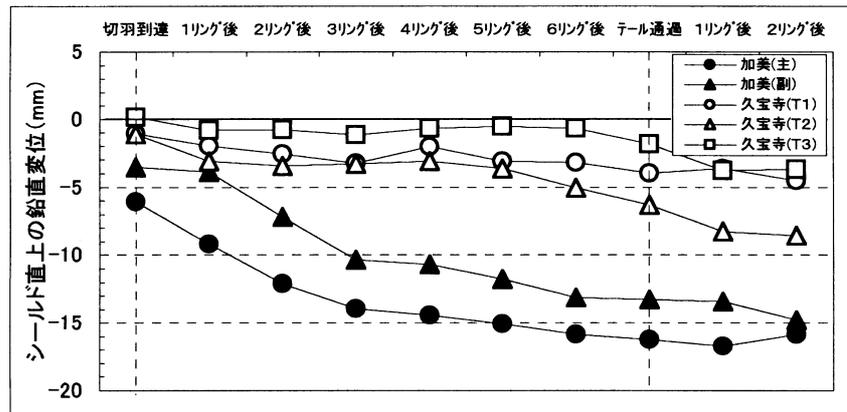


図-1 シールド通過に伴うシールド直上(離隔1m)における鉛直変位

196kN/m²で施工されているのに対して, 久宝寺シールドでは, T1断面が294kN/m², T2が255kN/m², T3断面は掘進中が255kN/m², 停止中が294kN/m²で施工されている。これらの切羽泥水圧と直上沈下の関係を図-2に示す。図-2に示す白抜きは切羽到達時, 塗り潰しは切羽到達3リング後の値を示している。これより切羽泥水圧とシールド直上の鉛直変位は切羽到達時のみでなく, マシン通過中においても切羽泥水圧が小さい程, シールド直上の沈下量も増加しており, 切羽通過後においてもシールドマシン背面の余掘り部分に回り込んだ泥水圧の大きさが地盤変形に影響していると考えられる。

4. シールドマシン通過時における地盤変形の分析

図-3~図-4に加美シールドの主断面と久宝寺シールドのT3断面におけるテール通過1リング後の変位分布を示す。これらより両シールドともシールド上部は沈下傾向にあるのに対してシールド側部では2~3mm程度であるが, 地盤側へ押し広げ

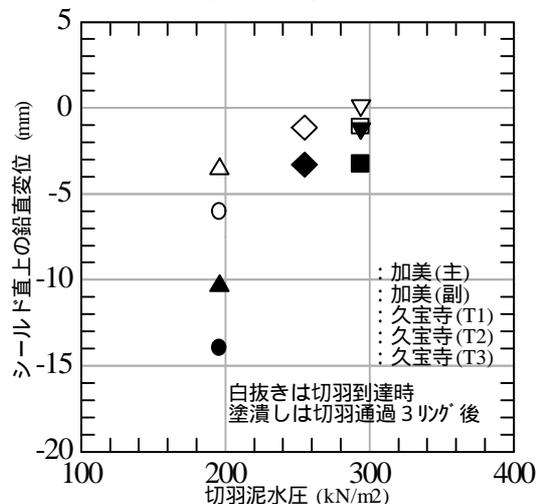


図-2 切羽泥水圧と鉛直変位の関係

Relationship between construction condition of shield tunnel and ground deformation in diluvial deposit.
S.Kojima, T.Ohe (Osaka Prefectural Government), T.Hashimoto, J.Nagaya (Geo-Research Institute)

る変位を示しており、シールドマシン通過時におけるシールド上部と側部の応力解放率が異なる傾向にある。図-5，図-6 に両計測断面における泥水圧および裏込注入圧と地山応力分布を示す。泥水圧は、切羽泥水圧の計測データに泥水の比重 $\gamma = 13\text{kN/m}^3$ として深度方向への増加を考慮した分布であり、裏込注入圧はセグメントに設置したパッド式土圧計²⁾により計測したテール通過時における計測値を示している。また、地山応力は、側方土圧係数 $K=0.7$ と仮定した場合の分布である。シールドマシン通過時にシールド側から地山へ作用する圧力としてはシールドマシン背面の余掘り部分に回り込んだ泥水圧や裏込注入圧が考えられ、これらの圧力分布は図-5，図-6 に示すような液圧分布状態となる。これに対して初期地山応力は側方応力が鉛直応力に比べて小さく、異方性を持つ応力状態にあり、泥水圧や裏込注入圧との差圧はシールド側部に比べて上部の応力解放が大きくなると考えられ、シールド掘進に伴う地盤変形の予測解析を行う場合、初期地山応力とマシン背面の泥水圧や裏込注入圧の差圧分布を考慮した荷重条件を設定する必要があると思われる。

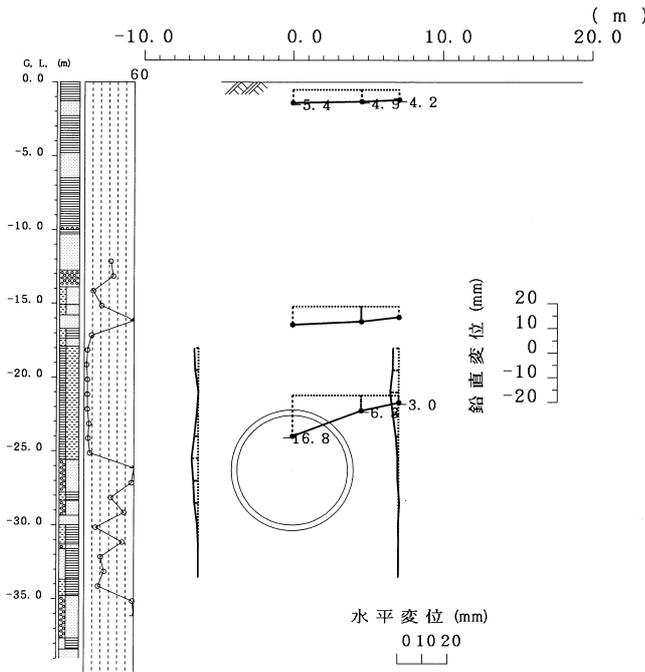


図-3 テール通過1リング後の変位分布(加美主断面)

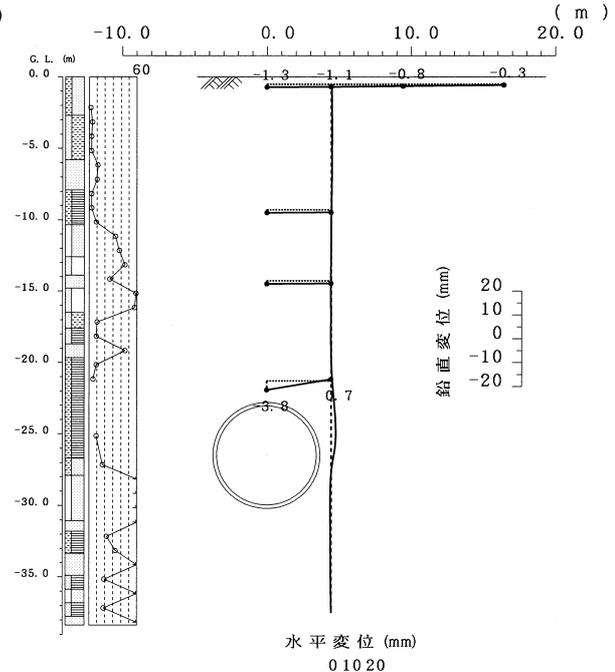


図-4 テール通過1リング後の変位分布(久宝寺 T3 断面)

5. おわりに

洪積地盤におけるシールドトンネル掘進に伴う周辺地盤の変形計測結果と切羽泥水圧および裏込注入圧などの施工条件の分析により以下のような知見を得た。

シールド上部の鉛直変位は、切羽通過後のマシン前半部においても切羽泥水圧により制御され、余掘り部分に回り込んだ泥水圧と地山応力の差圧による変形が生じる。シールド通過時における周辺地盤の変形分布は異方性を持つ地

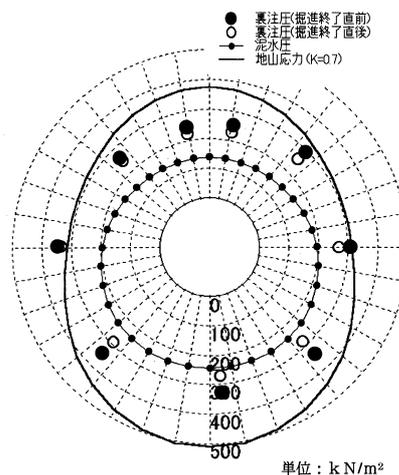


図-5 裏込注入圧分布(加美主断面)

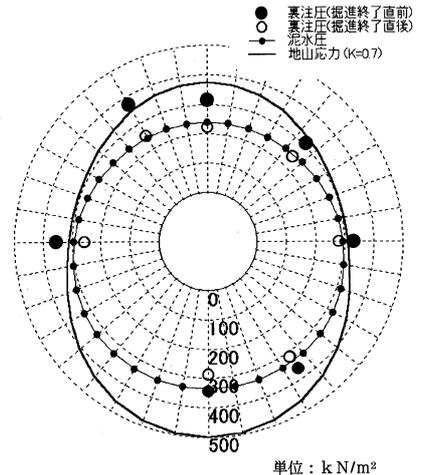


図-6 裏込注入圧分布(久宝寺 T3 断面)

山応力に対して余掘り部分に回り込んだ泥水圧および裏込注入圧が液圧分布状態で作用するため、シールド上部と側部では異なる応力解放率となり、変形予測解析においてはこれらの差圧分布を考慮した荷重条件を設定する必要がある。

参考文献

- 1) 小島清伍, 大江 徹, 橋本 正, 水原勝由(2002): 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, 第 37 回地盤工学研究発表会, 投稿中
- 2) 橋本 正, 矢部興一, 山根昭彦, 伊藤博昭(1993): パッド式シールドトンネルセグメント用土圧計の開発, 第 28 回土質工学研究発表会, pp.1364 ~ 1365.