

シールド掘進に伴う近接構造物への影響に関する現場計測

大阪市交通局
 大阪市交通事業振興公社 正会員 ○柳川 知道 正会員 橋本 昭雄
 地域地盤環境研究所 正会員 長屋 淳一 正会員 早川 清
 前田建設工業(株) 稼農 泰嘉 上田健二郎

1. はじめに

都市部における地下鉄トンネルでは道路幅員や地下埋設物等の制約条件から、離隔1 m程度の近接施工を強いられることが多くなっている。このような近接施工においては、シールド掘進に伴う既設構造物への影響を評価し、構造物の安全性を確認するうえで、シールド掘進時の施工条件と周辺地盤の変形および近接構造物への作用荷重との関連を把握する必要がある。本論文では、大阪市営地下鉄8号線での2本のシールドトンネルが上下に近接して掘進する区間(離隔1.1m)において、後行シールド掘進に伴う先行セグメントへの作用土圧および応力の計測を行い、シールド掘進条件と近接構造物への影響評価を行った。

2. 工事概要

計測現場は、大阪市営地下鉄8号線瑞光～豊里区間における泥水式シールドで、セグメントは外径 ϕ 5300mm、幅900mmのダクタイルセグメントである。図-1に計測断面と計測器設置位置図を示す。計測断面では先行シールドに対して後行シールドが斜め上方を離隔1.1mで掘進する。土質条件は、先行シールドの上半は沖積粘土層(Amc)と沖積砂層(Ams)、下半は主に砂礫層(Tg)である。後行シールドは上半が沖積砂礫層(Amg)、下半は沖積粘土層(Amc)であり、先行シールドと後行シールドの間には沖積粘土層を介在する。計測機器は、後行シールド掘進に伴う先行セグメントへの影響を調べるために先行セグメントにパッド式土圧計を上下左右の4点(上部は後行シールドに最近接する部分)に設置した。また、セグメント主桁の内側、外側にひずみ計を設置し、先行セグメントに作用する応力を計測し、軸力、曲げモーメントを算定した。

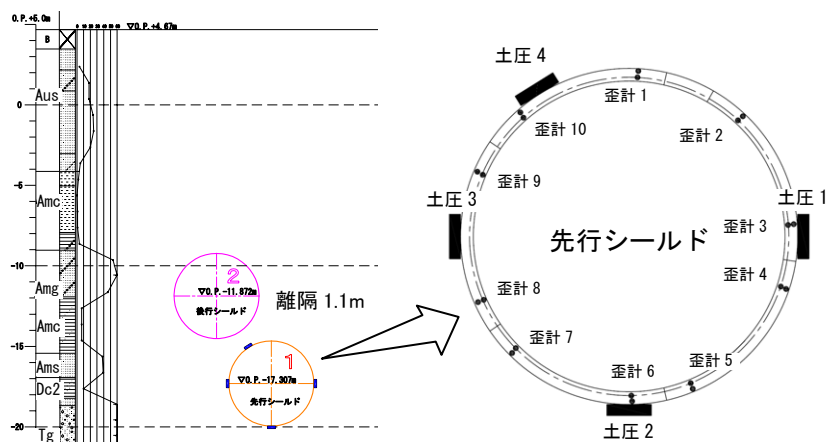


図-1 計測断面および計測器設置位置図

後行シールドは上半が沖積砂礫層(Amg)、下半は沖積粘土層(Amc)であり、先行シールドと後行シールドの間には沖積粘土層を介在する。計測機器は、後行シールド掘進に伴う先行セグメントへの影響を調べるために先行セグメントにパッド式土圧計を上下左右の4点(上部は後行シールドに最近接する部分)に設置した。また、セグメント主桁の内側、外側にひずみ計を設置し、先行セグメントに作用する応力を計測し、軸力、曲げモーメントを算定した。

3. 現場計測結果

図-2に後行シールド通過時におけるマシンの掘進状況と先行セグメントの作用土圧と応力の経時変化を示す。また、図-3に先行セグメントの土圧および軸力、曲げモーメントの分布図(後行シールド通過前を初期値とした増分値)を示す。図-2より、先行セグメントの作用土圧は、後行シールドの近接側において後行シールド掘進中に土圧が上昇、掘進停止時に土圧の低下を繰返しながら、土圧増加が累積し、最大 140kN/m^2 の増加が見られるが、テール部分に近づくにつれて土圧は減少し、テール通過時には、元の土圧まで減少していることがわかる。また、セグメント作用応力も後行シールド掘進時に土圧変化と同様な反応がみられ、図-3に示す曲げモーメント分布は、後行シールド通過中において後行シールド側より押し付けられるようなモードを示している。但し、テール通過後は、作用土圧と同様に後行シールド通過前の曲げモーメントまで減少している。なお、後行シールド掘進に伴う応力増分の最大値は 22.9kN/mm^2 であり、発生応力の最大値は 44.1N/mm^2 で、許容応力度(曲げ圧縮 216N/mm^2)の20%程度である。

キーワード シールドトンネル, 現場計測, 近接施工, 施工時荷重,

連絡先 〒550-0025 大阪市西区九条南2-34-3 (財)大阪市交通事業振興公社 TEL.06-6581-9579

4. 施工時荷重の要因

今回の計測結果では、後行シールド通過時に後行シールドの下側にある先行セグメントを押付けるような施工時荷重が作用していることが分かった。シールド通過時においてシールド下部地盤に押し付け力を与える要因としては①シールドマシンの自重、②裏込注入圧、③シールドマシンの姿勢の影響が考えられる。シールドマシンの自重は、この現場で使用したシールドマシンの重量とマシンに作用する浮力を差し引いて考えると

下部地盤の押し付け圧力は 7.5kN/m^2 程度であり、影響は小さく、裏込注入圧（同時裏込注入管の吐出口付近で計測）は、後行シールドの土被り圧相当（ 240kN/m^2 ）であり、シールド下部地盤に押し付け力が作用するような注入圧ではないと

考えられる。また、マシンの姿勢の影響について、シールド掘進線形が -10.0% （切羽およびテール位置におけるマシン先端中央部の深度測量結果より算出）に対してピッチングの平均値は -7.5% であり、シールドマシンは掘進線形に対して上向き状態でシールド掘進を行っている。この場合、図-4に示すように掘進に伴ってシールド下部

地盤に押し付け力が作用することとなり、今回の計測結果でみられたシールド下部地盤の押し付け荷重の要因としてはマシンの姿勢制御が大きく影響していると考えられる。通常、シールド掘進に伴う周辺地盤変形や近接構造物への影響検討を行う場合に荷重条件と想定する解放応力を与えて解析を行うが、その場合、シールド下部においても解放応力により下部地盤は隆起し、シールド下部にある構造物の作用土圧は減少することとなる。しかし、今回の計測結果のように施工時荷重によりシールド下部に押し付け荷重が生じるような場合もあり、近接構造物への影響を検討する場合には、マシン通過中の施工時荷重による影響も考える必要がある。

5. まとめ

今回の計測では、構造物の上方をシールドマシンが通過することにより下方の構造物に押し付け荷重が観測された。シールド掘進に伴う近接構造物への影響を検討・解析する際には、従来の開放応力による考え方だけでなく裏込注入圧やマシン重量、マシン姿勢等、施工時荷重を考慮する必要があるといえる。今回のケースでは裏込注入圧が適切に管理・施工されたため、マシンの姿勢による影響が計測結果に大きく現れたと考えられる。

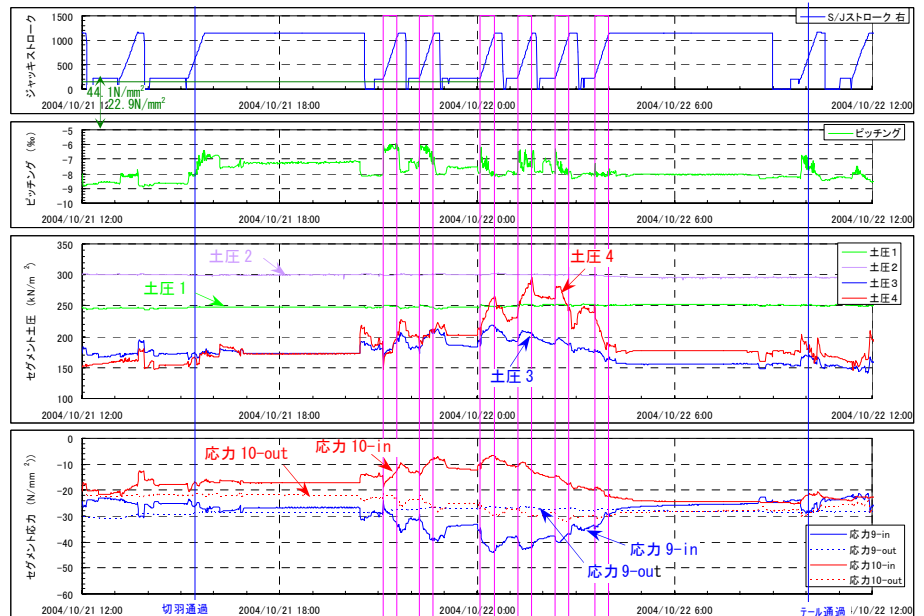


図-2 後行シールド通過時における先行セグメントの土圧と応力の経時変化

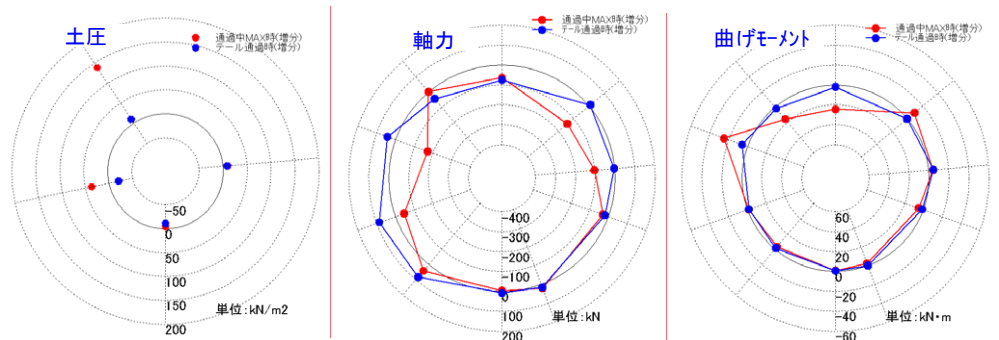


図-3 先行セグメントの土圧および軸力、曲げモーメントの分布図

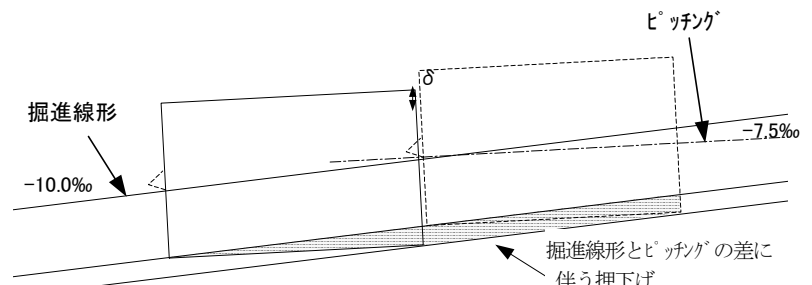


図-4 掘進線形とピッチングの差による押し付け荷重