

III-29

泥土圧シールドの掘進条件とそれに伴う地盤変形

大阪市建設局
大成建設・奥村組JV
(財)大阪土質試験所

正会員 ○増田吉弘 松田清隆
前田宜信 柴田宗明
正会員 橋本 正 水原勝由

1. はじめに

大阪市内で幹線共同溝を建設するために、直径7450mmのシールドトンネルの掘削を行なった。地盤は、沖積粘土層と砂層の互層であることから泥土圧式シールドを採用したが、市街地であるため近接構造物や地下埋設物が多数存在しており、地盤沈下を極力少なくすることが大きな問題となった。そこで、地盤沈下を自動計測によって施工管理をするとともに、シールド掘進条件による地盤変形の関係をトライアル掘進を行なうことによって地盤変形の要因分析および影響範囲の推定を行ない、トライアル掘進以降の施工を実施した。

本編では、トライアル掘進を行なった時の切羽土圧(チャンパー内土圧)、裏込注入を主に着目して、これらの施工条件の違いおよび変動によって生じた地盤変形について考察した結果を報告する。

2. 概要

(1) 地質概要

シールド施工場所は、大阪平野のほぼ中央部を南北にのびる上町台地の東に広がる河内湿地内、寝屋川湿地部に位置し、地層は沖積層・上部洪積層・大層群の3層に大別される。

トライアル掘進位置において、土被りは11mであり、掘削断面の土層の大半がN値50以上の沖積の砂層、シルト層の互層で、下部2~3mがN値10程度の洪積粘土層中を掘削する。

(2) 計測概要

計測点は、図-1に示すようにトライアル掘進縦断方向のシールド直上に7測点、横断方向に4測点の地中沈下計を設置した。直上部の沈下計は、シールド通過時に切羽部とテール部の地盤変形挙動が同時に把握できるように配置している。

3. 現場計測結果

(1) シールド直上部の沈下

シールドセンター縦断方向に1~3mピッチで計7本の沈下計測孔を設置し、主として切羽土圧および裏込注入圧を変化させた時の地盤沈下を計測した。計測結果の一例として、図-2にはSA-1、SA-4およびSA-7断面通過時のシールドセンター部の地表面およびシールド直上1m地点の沈下経リング変化を示す。各測定断面通過時に設定した管理切羽土圧および管理裏込め注入圧は表-1に示すとおりである。地表面沈下は各断面とも大きな違いは見られない。一方、シールド直上1m地点ではシールド施工条件による沈下発生状況の相違がみられる。

1) 切羽土圧が小さいほど、切羽通過時の先行沈下が大きく発生する。各断面の切羽土圧(チャンパー内土圧)と沈下量の関係から、先行沈下量が零となる切羽土圧は、1.7~1.8 kgf/cm²となり、これは土質調査等から評価されたシールド中心深さでの水平静止土圧値とほぼ一致している。

2) テール通過時の沈下量は、注入圧および注入量に依存しており、注入量が小さいほどテール通過後1~2リング間での沈下が大きい。

3) テール通過後の後続沈下は、各断面とも少ない。

(2) シールド通過時の沈下コンター

シールド縦断方向7測点、また横断方向3測点での地表面および地中沈下計測から、切羽通過時およびテール通過時の沈下コンター図を図-3に示す。なお、横断方向については測点が片方3点しかないが、左右対称と考え沈下コンターを

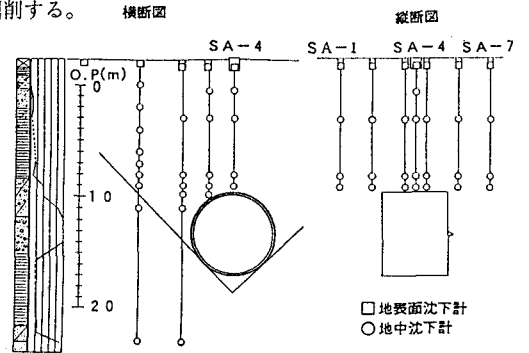


図-1 沈下計設置位置図

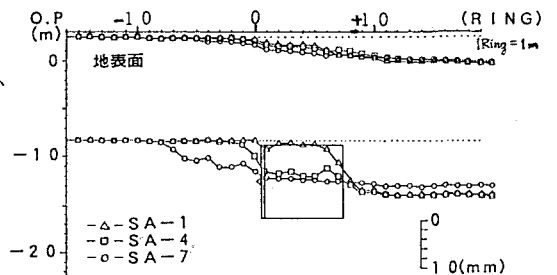


図-2 シールド直上部の沈下経リング図

表-1 計測断面通過時の施工条件と直上1m地点の沈下量

計測断面	管理条件		直上1mの沈下	
	切羽土圧 kgf/cm ²	裏込注入圧 kgf/cm ²	切羽通過時 mm	テール通過時 mm
SA-1	1.5~1.7	3.0/150%	1	9
SA-4	1.3~1.5	3.4/160%	2	8
SA-7	0.9~1.1	3.6/180%	4	7

描いた。沈下コンターからは次のようなことが言える。

- 1) 切羽部では、切羽部(クラウン部)近傍から沈下が生じている。
- 2) マシン通過中の沈下は相対的に小さい。
- 3) テール通過時には、テール部上端を極とした明らかな沈下発生領域が見られる。テール部の沈下コンターは、切羽部通過時のコンターとよく類似しており、テール後方の沈下コンターが平行でかつほぼ等間隔であることから直上部は、通過後比較的早い次期から安定していることが推察される。
- 4) シールド横断方向の影響範囲は比較的狭く、地表面で中心よりほぼ1Dである。
- 5) シールド中心より離れるほどコンターは直立する傾向を示し、深さ方向の沈下の差は小さい。

(3) 切羽土圧の変化による周辺地盤の変形
土圧系シールドでは、掘進中あるいは停止中の切羽土圧(チャンパー土圧)を一定に保つことは不可能に近く、ある範囲内で変動する。この変動量が大い場合には、シールド停止中においてもシールド周辺では地盤変形が生じる。図-4はシールド停止中に生じた切羽土圧(チャンパー土圧)の比較的急激な減少($\Delta P = 0.7 \text{ kgf/cm}^2$)に伴う地盤変形状況を示す。縦断方向の沈下発生は、切羽上方2m間で1~2mmの沈下見られるが、切羽前方あるいは後方にはほとんど影響を与えていない。

(4) 裏込注入圧の変化による影響
裏込め注入も切羽土圧と同様施工中変動し、この変動に伴って地盤変形が生じる。図-5は管理裏込注入圧により最大 1.9 kgf/cm^2 上昇したときの地盤変形状況を示す。裏込注入圧の影響範囲は縦断横断ともに $0.5D$ の範囲にある。また、裏込注入による隆起は、クラウン部近傍のみで生じ、地表面では生じていない。

4. あとがき

- 1) 沈下は総じて小さい量であったが、切羽土圧や裏込注入条件による沈下発生状況の違いを把握することができた。その後の掘進はこれらの情報をもとに最適な条件をみだし、地盤変形が少なく安全確実に施工が実施された。
- 2) 本報告では紙面の都合上3ケースの施工条件の計測結果しか示さなかったが、他の条件下でも同様に沈下は総じて小さく、直上部で7~10mmの範囲に収まった。切羽およびテール部以外の沈下発生の要因として、マシンの姿勢(ピッチング)も考えられるが今後の課題としたい。
- 3) 縦断方向に多数の地中沈下を同時に計測することにより、従来必ずしもクリアできなかった掘進中の切羽土圧や裏込注入時の変動による地盤変形の発生状況や影響範囲があきらかになった。
- 4) 地盤変形の一要因にシールド施工時の切羽土圧(チャンパー内土圧)の変動および裏込注入圧の変動があり、その影響範囲も推定することができた。しかも、この要因で生じた変形は累積するものと考えられる。従って、地盤変形解析を行なう場合これらの施工要因を加味した解析が必要である。

参考文献

- 1) 桑田・浜本・亀村・高島・橋本(1991):泥土圧シールドトンネルの3次元地盤変形解析に関する一考察, 土木学会第46回年次学術講演会

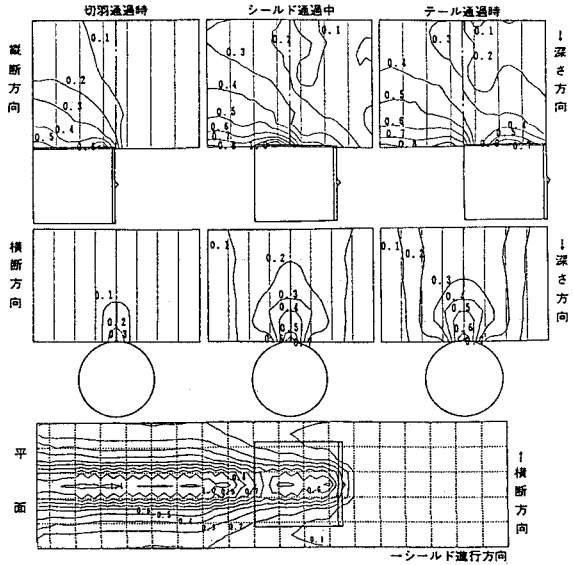


図-3 シールド通過時の沈下コンター

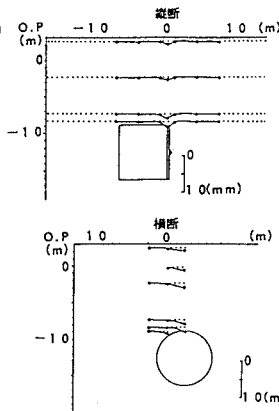


図-4 切羽土圧の変動による沈下

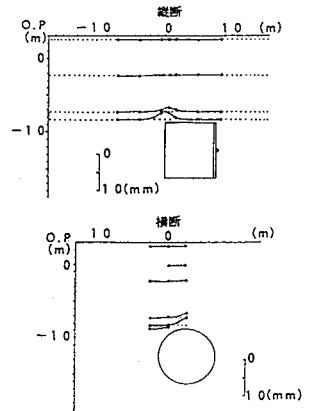


図-5 裏込注入圧の変動による隆起