

III-63

阪神間での水道用シールドトンネル築造にともなう地盤変形

阪神水道企業団 正会員 三島和男
 正会員 村上恵一
 (財)大阪土質試験所 正会員 橋本 正

1. はじめに

大阪市東淀川区から西宮市甲山町に至る約21kmにシールド工法によって水道管路の布設を行った。管路は主に大阪層群の砂層(0s)、粘土層(0c)、砂礫層(0g)に布設されたが、一部は天満礫層(Tg)、伊丹礫層(lg)等の段丘層及び沖積層(Ac, As)にも布設した。セグメント外径は4,550mmから2,350mmであり、泥土圧式工法で8.9km、泥水式工法で4.1km、開放式工法で4.3kmを施工し、土圧式密閉復動弁型セミシールド工法(外径1,800mm～1,630mm)により3.3km施工した。

シールド掘進開始から掘進完了後3か月の間、約20m間隔で地表面沈下測定を行った。ほとんどの地点において沈下量は5mm以下であり、沈下量が5mmを超えた地点においても最大10mm程度で、近接構造物に影響を与えなかった。これは、シールド掘進時に地盤挙動を測定することで、沈下発生の機構を明らかにし、その結果を工法の選定、施工管理に十分に反映したことによるものである。

2. 地表面沈下量

ほとんどの計測地点では、地表面沈下量は5mm以下であったが、沈下量が5mmを超えた計測地点も存在した。沈下量が大きかった(>5mm)計測地点を図-1に、沈下量及び要因を表-1に示す。沈下量が大きかった地点は、①掘削地盤が沖積層等の軟弱な地盤 ②土被りが小さい ③掘進停止中の切羽管理が不十分、掘進速度の低下、切羽からの異常出水等トラブルの発生 等の要因が見られる。これらの結果により地表面沈下量が大きくなる要因としては、①掘削地盤が軟弱 ②土被りが小さい ③施工上のトラブル があげられる。施工上のトラブルに起因しない場合の地表面沈下量は10mm以内に収まっており、沈下量を小さく制御するためには、まず施工上のトラブルを防止することが必要である。

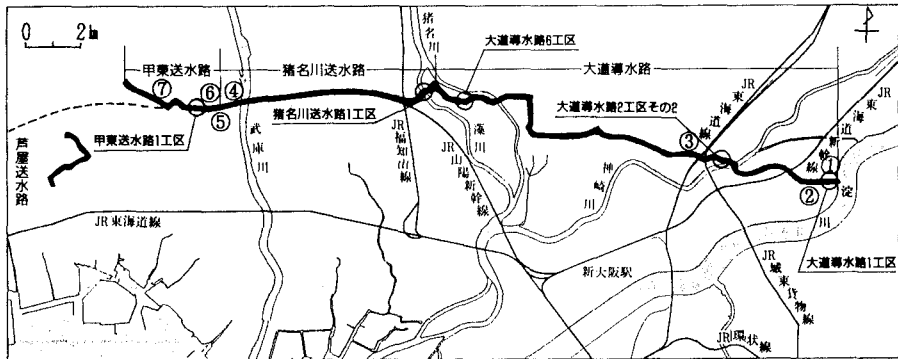


図-1 地盤変形測定位置図 ①～⑦は沈下量>5mmの地点
 ○は地盤変状測定箇所

3. 地盤変状測定

図-1に示す5箇所においてシールド掘進中の沈下発生機構を把握するために地盤変状測定を行った。表-2に測定結果を示す。泥土圧式工法で施工した大導水路1工区では、地表面沈下が7mm、シールドクラウン直上部での沈下量が15mmであったが、それ以外の4箇所では地表面沈下量は5mm以下であった。また、セミシールド工法で施工した甲東送水路1工区のシールドクラウン直上の沈下量は9.0mmであったが、他の3箇所は2.0mm以下であった。この地盤変状測定の結果からも地表面沈下量が大きな地点は、①掘削地盤が

軟弱 ②土被りが小さい 等の要因がある。また、クラウン直上の沈下量大きい場合には地表面沈下量も大きくなることも確認されている。

表-1 地表面沈下量 (> 5 mm)

No.	区 間	土 被 (m)	土 質 (N値)	シールド 工 法	地表面 沈下量 (mm)	要 因
①	大道導水路 1 工区 0～200m間	16.4～17.0	Ac(5)	泥土圧	5～11	切羽土圧管理が不十分。 特に掘進停止中に土圧抵抗下がる。 Dcの強度低い。
②	大道導水路 1 工区 650～800m間	17.7～18.0	Ac(5)	泥土圧	2～8	Dcの強度低い。
③	大道導水路 3 工区 370m付近	14.9	Oc(30), Os(50<)	泥 水	5	掘進困難(粘土の付着) 停止期間大
④	猪名川送水路 3 工区その 3 400～520m間	5.3～11.6	Og	泥土圧	6～9	玉石まじり砂礫層, 薄い粘土層を 挟む
⑤	猪名川送水路 3 工区	2.0～ 7.0	As(10) Og	土圧式密閉 復動弁式*	3～8	土被浅い, 緩い砂礫層 玉石出現閉塞
⑥	甲東送水路 1 工区 160m付近	3.8	Ag	土圧式密閉 復動弁式*	6	軟粗砂層, 地下水高い, 土被浅い
⑦	甲東送水路 2 工区その 2 430m付近	5.8～10.5	As, Ug, Us	圧気手掘	10	軟弱, 土被小さい

* セミシールド工法

表-2 地盤変状測定結果

シールドの進行方向
の地盤変形を測定した
大道導水路 1 工区の測
定結果¹⁾によると、ク
ラウン直上の沈下は、
切羽の応力解放により
シールドマシン直前か
ら水平に呼び込まれる
ことで5mmの沈下量が
発生している。マシン

測 定 場 所	項 目 シールド工法 外 径 (mm)	土 被 (m)	土 質 (N値)	最終沈下量(mm)	
				地表面	クラウン直上
大道導水路 1 工区	泥土圧 φ 2,860	17	沖積粘土層 (5～7)	7.0	15.0
大道導水路 2 工区その 2	泥 水 φ 2,870	17	大阪層群砂層 (15～20)	1.0	2.0
大道導水路 6 工区	圧気半機械掘 φ 2,850	16	大阪層群粘土層 (4～6)	1.0	2.0
猪名川送水路 1 工区	泥土圧 φ 2,630	19	大阪層群粘土層 (7～9)	0～0.2	0～1.5
甲東送水路 1 工区	土圧式密閉 復動弁式* φ 1,630	4.8	沖積砂質粘土層 (11)	2～3	9.0

* セミシールド工法

通過中にはほとんど変化は生じないが、テールが接近するにつれ再び沈下が発生し、通過時には10mmの沈下量となった。沈下はその後も続き約30m離れて収束している。地表面沈下はテール通過後、約1か月後に収束した。以上の結果から周辺地盤の変形の発生原因は、①切羽の応力解放 ②テールボイドでの応力解放によるものであり、地表面沈下はトンネル周辺で発生した二つの地盤変形が地表面まで伝達され、合成されたものであると考えられる。そのため、①切羽での応力解放 については切羽の安定を図る工法を選定するとともにシールド掘進時においては、土性の変化に対して適切な土圧管理を行うことで切羽での応力解放を極力小さくする。②テールボイドでの応力解放 についてはボイド長を短くするため、裏込注入を即時に行う等の施工管理を徹底した。

4. おわりに

シールド掘進にともなう地表面沈下量は、①掘進地盤が軟弱な場合 ②土被りが小さい場合 ③施工上のトラブル 等を要因とする。沈下量を小さくするためには沈下発生の機構から、①切羽部での応力解放 ②テールボイドでの応力解放 を極力小さくすることが必要となり、切羽の安定を図ることができる工法を選定するとともに、切羽安定、ボイド長を短くする施工管理を徹底することが有効であったと考える。

参考文献

- 1) 水野正信ほか(1983): 泥土圧シールドトンネルにおける周辺地盤の変形測定結果、第18回土質工学研究発表会