

III-706

泥土圧シールドにおける沈下抑制のための掘進管理

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

1. はじめに

兵庫県伊丹市において、一級河川である淀川水系藻川を泥土圧シールド工法により横断した。河川構造物に対する影響を少なくするために切羽土圧、裏込め注入等の施工管理を十分に行った。その結果、堤体の変位量を非常に小さくすることができた。以下にその掘進管理の手法と沈下計測について述べる。

2. シールド掘進

地質概要は図-1に示すとおり、河床部が沖積砂礫層(Ag)、その下に伊丹礫層(Ig)となっており、掘進対象層は大阪層群粘土層(Oc)と大阪層群砂礫層(Og)の互層である。Og層のN値は41~60以上を示し透水係数は 10^{-2} cm/sec以上と大きく、当層の上端部での被圧水圧は1 kgf/cm²以上を有し、シールド掘進時には水圧に対する十分な配慮が必要であると考えられた。掘進は土被り13m（河床部）を図-2に示す泥土圧シールド（セグメント外径2,500mm）機によって施工した。藻川の堤体高さは4~6m、横断部の河川幅員は170mである。

3. 予測解析

図-1に示すように護岸基礎杭との離隔が7mでシールド外径の2倍以上あり、計画河床からはシールド外径の約5倍に当たる13mの土被りがあるため、堤体に影響を与えることのない掘進位置と考えられた。しかし、河川堤防は土構造物であることから、掘削による応力解放に伴う

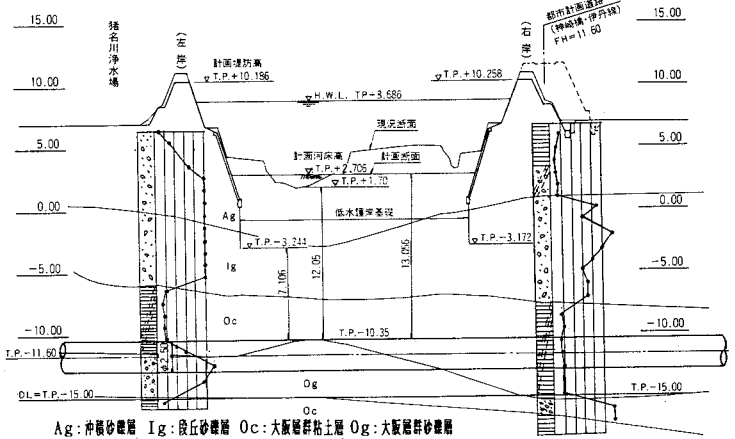


図-1 藻川横断部縦断図

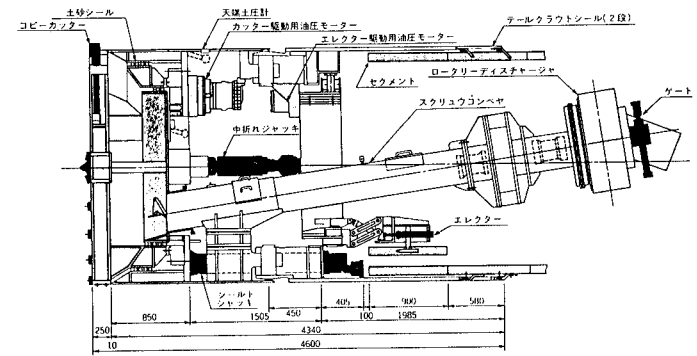


図-2 φ2,630mm泥土圧式シールド機

沈下を予測するため、事前に2次元弾性FEM解析を行った。表-1に解析結果を示す。また地表面や土中の動きを計測し、進行している施工にフィードバックすることにより、地盤沈下を極力抑制する目的で現場計測を行った。計器は兩岸の堤体天端地表面沈下測定として水盛式沈下計14台、基準水槽2台を設置し、堤体及び基礎地盤沈下測定としては層別沈下計を8台設置した。計測は河川区域にシールドが到達する1カ

表-1 解析結果一覧表

場 所	沈 下 量 (mm)		
	シールド天端	シールド直上 地表面	シールド中心 から10m点 地表面
左岸部	14.5	2.1	1.5
右岸部	14.9	1.2	0.6

月前から事前計測を行い、活荷重等による堤体の挙動等を測定し、シールド通過後2カ月事後計測を行った。

4. シールド施工管理

シールド掘進による沈下の主な発生要因は、切羽部とテールボイドでの応力解放であることから¹⁾、掘進時及び停止時には以下に示すような切羽土圧管理と裏込め注入管理を行った。

①切羽土圧管理

チャンパー内に設置した土圧計により、河川区域到達前に掘進中の変動圧を測定したところ、図-3に示すように約2 kgf/cm²であったことから、切羽土圧(Pch)については、(1)式で示す管理指標を採用した。

$$Pch \approx Pch' + \text{変動圧} / 2 \quad (1)$$

但し、Pch'：切羽の安定数 $Ns = 2$ に必要なチャンパー土圧

$$Ns = (\sigma v - Pch) / Su$$

σv ：土被り圧

Su ：切羽地盤の非排水せん断強度

また、掘進停止中（セグメント組立中）にも泥土土入口からチャンパー内に加泥注入を行うことによって、切羽安定に必要なPch'に保持するよう制御を行った。

②裏込め注入管理

セグメント（幅90cm）のグラウトホールは22.5cmの千鳥配置として、テールボイド長が30cmで注入を開始し、注入率140～170%、注入吐出圧は土被り圧 σv より多少高めとし、注入圧が急上昇した状態で打ち切ることとした。

5. 地盤変状測定

以上のような掘進管理を行いシールド掘進を行った結果、表-2に示すとおりクラウン直上部での沈下量は、右岸部では0mm、左岸部では1.8mmとなり、地表面沈下量は右岸部及び左岸部で0mmであった。左岸部のシールドクラウン直上部のシールド進行方向の沈下分布を図-4に示す。シールドクラウン直上部の変位はシールド接近に伴い0.2mm、シールド通過中に0.4mm、テール通過後に1.0mmの沈下が発生し、裏込め注入により0.3mm隆起している。

このように掘進に伴う沈下量を非常に小さく抑制できたことは、掘進時の変動圧の考慮及び停止時の加泥注入による一定圧保持等による切羽土圧管理と、テールボイド長を小さくし、適切な注入圧による同時注入を実施した裏込め注入の管理によるものと考えられる。また、裏込め注入の十分な管理を行うことにより、シールドトンネル周辺地盤にゆるみを発生させることがなかったため、後続沈下もほとんど生じなかった。

6. おわりに

掘進状態に応じた切羽の土圧管理、テールボイド長を短くし適切な注入管理を実施することで、沈下量を非常に小さく抑制することができた。また、計測結果を速やかに施工管理に反映するためには、シールド機の制御と地盤変状に関する自動計測システムも有効な手法であった。

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

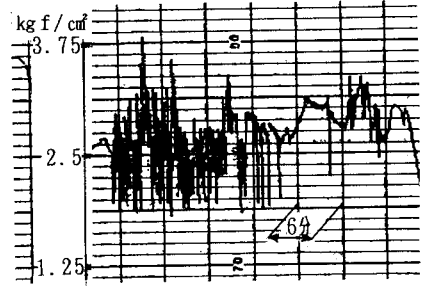


図-3 シールド掘進時（1リング）のチャンパー内土圧

表-2 クラウン直上及び地表面沈下量

	マシン通過後 経過時間	掘進による 累積沈下量(mm)	地表面沈下量 (mm)
左岸部	0日	0.6	0.0
	7日	1.9	0.0
	15日	1.7	0.0
	30日	1.8	0.0
	60日	1.8	0.0
右岸部	0日	0.0	0.0
	7日	0.0	0.0
	15日	-0.1	0.0
	30日	0.0	0.0
	60日	0.0	0.0

+: 沈下 -: 隆起

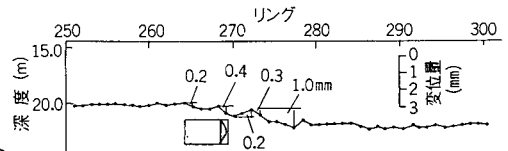


図-4 クラウン直上部の側点における沈下とシールド位置の関係（左岸部）