

24. 岩盤と粘性土の多層地盤対応型 シールド機

鹿島建設(株)：岡田 貞夫・*中田 久也
武富 宣夫

1. はじめに

本工事は、奈良県の大和川流域の下水道整備事業の一環として計画された工事である。シールド工事延長約1500m、仕上がり内径 ϕ 1350mmの下水道管渠築造工事であるが、延長の約1/3は、一軸圧縮強度170～500kg/cm²の花崗閃緑岩であり、その前後には沖積砂礫層、沖積粘性土層および洪積粘性土層がある。このような多層地質を1台のシールド機で掘削することは、困難が予想されたが、種々の工夫のにより無事工事が完了したのでシールド機を設計する上で留意した点、工事实績を報告する。



2. 概要

奈良県王子滝川幹線第1号工事は、奈良県北西部の北葛城郡王子町から上牧町に至る約1500mの区間に泥土圧シールド工法によって、下水管渠を築造する工事である。

(工事諸元)

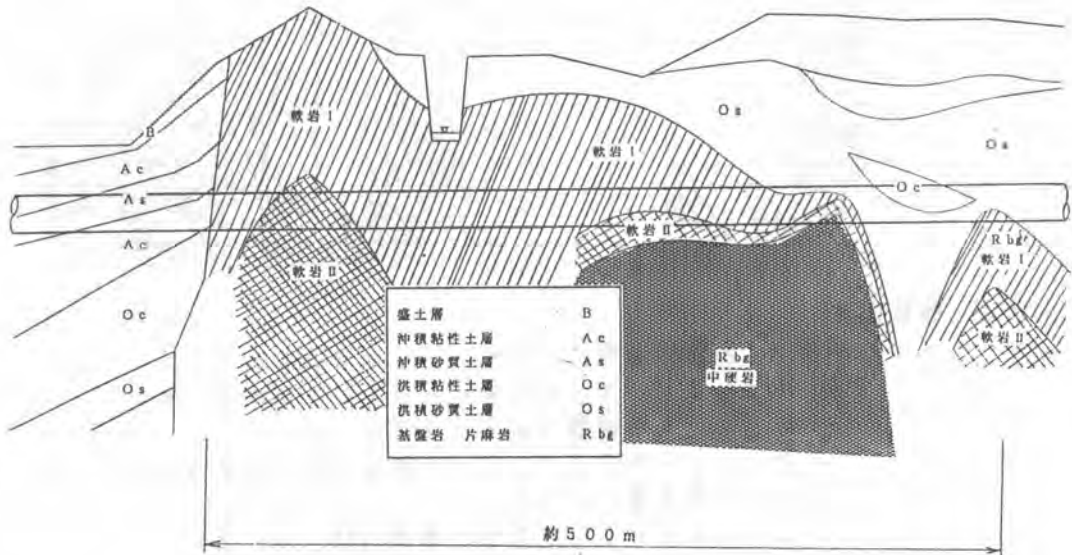
シールド外径 : ϕ 2140mm

セグメント外径 : ϕ 2000mm

仕 上 が り 内 径 : $\phi 1350 \text{ mm}$
 一 次 覆 工 延 長 : 1483 m
 土 質 : 花崗岩、閃綠岩、片麻岩
 (中硬岩～風化岩)
 沖積砂礫、洪積粘土
 岩 の 一 軸 圧 縮 強 度 : $172 \sim 491 \text{ kg/cm}^2$
 N 値 : 粘土部 $10 \sim 45$
 砂礫部 $45 \sim 50$ 以上
 土 被 り : $4.5 \sim 15 \text{ m}$
 地 下 水 位 : $GL - 1.5 \sim 4.25 \text{ m}$
 勾 配 : $2/1000$
 曲 率 半 径 : 岩盤部 100 m R 、 260 m R
 土砂部 60 m R 、 70 m R

3. 地質概要

図-1 岩盤部地質縦断図



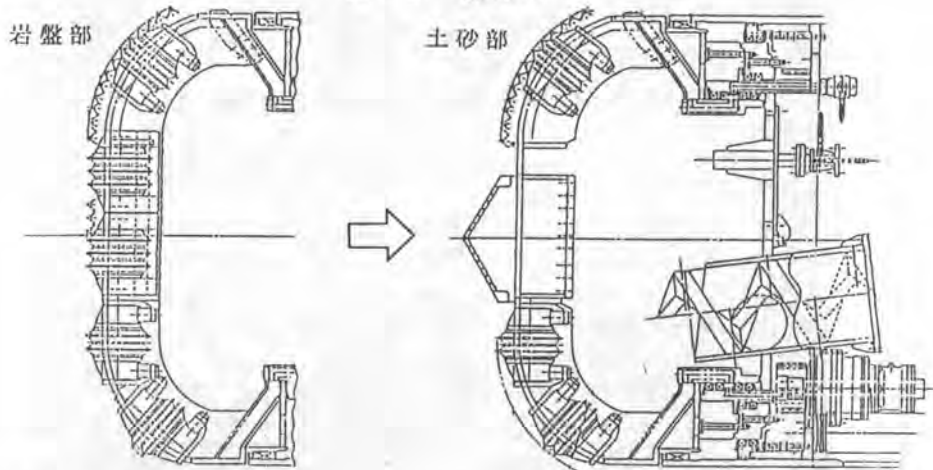
4. 基本計画

(1) シールド掘進機型式

シールド掘進機を設計するにあたって下記の点に留意した。

- a. 中硬岩（圧縮強度 500 kg/cm^2 ）から強風化帯の岩盤部の掘削ができる様、ドーム型カッターヘッド削土密閉式シールド機とし、削土の取り込みを損なわない範囲で、可能な限りディスクカッターを取り付けた。
- b. 岩盤部での曲線施工においては、コピーカッターやオーバカッターによる余掘りが不可能なため、アーティキュレート装置により余掘り量をディスクカッターのオーバカット量以内にとともに、 L/D （マシン長/マシン外径）を小さくし、機械をカーブに沿わせやすくした。
- c. 洪積粘性土掘削区間では、カッターヘッド面板部や開口部に粘性土が付着し閉塞状態となる事態が生じるため、センター部をディスクカッターからアローヘッドに換装し、土砂の掘削性、流動性を高めた。（図-2）

図-2 換装工



(2) 機械性能

- a. 所要推力（岩盤掘削時）： T_h

$$T_h = (N \times P) + (W \times \mu) \quad (\text{t})$$

N ：カッター装備数（22リング）

P ：カッター荷重/リング（実績より12.8t）

W ：本体重量（40t）

μ ：スキンプレートと岩の摩擦抵抗（0.2）

$$T_h = (22 \times 12.8) + (40 \times 0.2) = 290 (\text{t})$$

したがって装備推力は岩盤部での曲線施工時シールドジャッキの片押しなども考慮して400～480tとした。

b. カッタトルク

$$T_c = f \times P \times N \times r \quad (t-m)$$

f : ディスクカッタ転動抵抗係数 (0.15)

r : カッタ軌跡の平均半径 (0.64 m)

$$T_c = 0.15 \times 12.8 \times 22 \times 0.64 = 27.03 \quad (t-m)$$

装備トルクは、粘性土部での付着を考慮し30%程度の余裕を持たせ、35 t-m以上とした。

c. 掘進速度

$$v = P_e \times N \quad (cm/min)$$

P_e : ディスクカッタ切り込み深さ (cm/rev)

TBMの実績より一軸圧縮強度500kg/cm²の岩盤では

$$P_e = 0.3 \quad (cm/rev)$$

N : カッタヘッド回転数 (3.2 rpm)

$$v = 0.38 \times 3.2 = 1.22 \quad (cm/min)$$

5. 工事实績

(1) シールド掘進工

| | 土 圧 | カッタトルク | 推 力 | 備 考 |
|----------|-----------------------|--------|----------------------|-------------|
| 沖積砂礫層 | 0.7kg/cm ² | 17 t-m | 90kg/cm ² | |
| 岩区間(硬質層) | 0 | 25 | 120 | ジャッキ速度1cm以下 |
| 岩区間(風化帯) | 0.5 | 22 | 100 | 湧水多し |
| 洪積粘土層 | 0.3 | 20 | 50 | |

6. あとがき

粘性土と岩盤を比較すると、全く異なった性質を持った地質に一見思えるが、当地質を密閉式シールド機によって掘削を行う場合、切削機構の考え方や排土方法やシールド機に必要な能力等共通する部分が多かった。

特に岩盤掘削の際は岩強度によってディスクカッタの切り込み深さが定まってしまうためカッター回転数を上げることが重要である。また、このことが粘性土の掘削時にも有利に働き、当初予想よりも掘進速度を向上させることができた。