

日本電信電話公社九州電氣通信局 正員 ○ 高森 彰文  
" " 牧野 信男  
日本通信建設(株) 庄司 啓夫

## 1. はじめに

鹿児島市の沖積しらすは水を含むと流動性が高く、掘削によって乱された場合、地下水とともに泥ねい化する性質があり、扱い難い土質である。

沖積しらす地盤におけるシールド工事は実例が少ないが、このたび土圧式シールド工法でとう（洞）道工事が施工され、無事貫通したのでシールド推進結果について報告する。

## 2. 地質概要

地層縦断図を図-1、地質調査による物理試験結果を表-1に示す。地質の特徴は調査結果及び立坑の施工結果から次の通りである。

- a) 土の単位体積及び比重が小さく、通常の砂質土に較べて含水比、間隙比が大きい。粒度は比較的良い傾向にある。

b) 透水係数は  $10 \sim 10 \text{ cm/s}$  のオーダーを示す。地下水位は  $G.L - 3 m$  程度で間隙水圧はほぼ静水圧を示す。

- c ) 地山は土質変化が激しく、高含水性で土粒子が多孔質で角ばっている。
  - d ) 水を含まない場合は強度及び自立性が高いが、掘削により乱されると極めて流動性に富み不安定な性状を示す。

### 3. シールド工事

### 3.1 工事概要

シールド工事（推進長：477m，セグメント外径：3,550mmØ）は鹿児島市荒田町先の家屋密集する幅員5.5mの狭い道路（発進～中間立坑）及び幅員2.4mの交通頻繁な市道（中間～到達立坑）で土圧式工法により施工した。

本工法はしらすの泥ねい化し易い性質が工法の特徴を生かせること等から採用したものである。

### 3.2 施工

### (1) シールド推進

本工事はシールド機械のベルクヘッドに土圧計を取り付け、土圧は静止土圧ないし主働土圧以上、排土量は理論ボイド以下を原則としてシールド推進した。推進特性を図-2にあらわすが、中間立坑（リングNo.202）を境として大きな差違が見られる。これは土質の変化並びに土被りの違い等に起因していると考えられる。

ア) 土圧・カッタートルク及び推力

土圧は中間立坑の前後で  $0.3 \text{ kgf/cm}^2$  程度の差が見られたが、これは土被り等によるもので、リングNo. 200付近の土圧の低下は直前の土圧上昇による圧密脱水が図られず、スクリューコンベアゲートからの土砂自然流出結果である。

カッタートルクは中間立坑以降で高い値を示した。これは軽石混り砂層によるトルク上昇である。推力は半径100mは十圧とともに低い値であった。

This figure is a geological cross-section diagram comparing two boreholes, 3051-2m and 3051-3m, located in the same area. The vertical axis represents depth in meters, ranging from 0 at the top to approximately 150 m at the bottom. The horizontal axis represents distance, with labels for 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, and 140 meters.

The diagram illustrates the following features:

- Stratigraphy:** The rock units are labeled as follows:
  - Top unit: 黄土层 (Yellow Soil Layer)
  - Middle unit: 粉砂层 (Silty Sand Layer)
  - Bottom unit: 泥炭层 (Peat Layer)
- Borehole Data:** Specific data points are plotted for both wells, including:
  - Well 3051-2m: Depth 0-20m (N 50), 20-40m (N 40), 40-60m (N 30), 60-80m (N 20), 80-100m (N 10), 100-120m (N 5), 120-140m (N 0), and 140-150m (N 0).
  - Well 3051-3m: Depth 0-20m (N 40), 20-40m (N 30), 40-60m (N 20), 60-80m (N 10), 80-100m (N 5), 100-120m (N 0), 120-140m (N 0), and 140-150m (N 0).
- Geological Features:** A dashed line labeled "断层" (Fault) is shown near the 40m depth mark. A shaded area between depths 100-120m is labeled "冲积带 (冲积物多, 植被茂盛)" (Alluvial Zone (Rich in alluvium, dense vegetation)).
- Scale:** The vertical scale is labeled "1:10000" and the horizontal scale is labeled "1:1000".

表一 地質調查結果

測定器	上部の感度	下部の感度
小値積率法( $\text{cm}^2$ )	1.5	1.72
比重(G)	2.54	2.51
含水比(%)	4.51	4.83
開発度(e)	1.31	1.24
熟成度(%)	8.51	8.72
粒度	粗	1.8
度	細	7.2
分	シルト	6.
も	粘土	7
(% )	上	4
		5

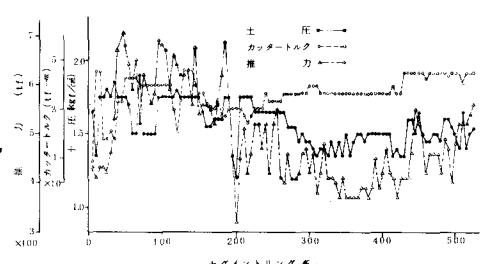


図-2 シールド推進特性

### イ) 排土量とスランプ値

しらす地盤に對処するためシールド発進部等で薬液注入を行つたが、排土率を図-3に示す。排土率は薬液注入区間で100%近く、この他では70~80%に低下した。これはしらす地盤の間隙が大きいこと及び地下水の多によるものと考えられる。排土のスランプ値は5~10cmを目安として推進管理を行つた。

### (2) 裏込注入

裏込材はしらす地盤の湧水及び沈下に對処するため発進部、到達部ではLW-1、この他では急結CB(表-2)を用いた。注入は推進と同時即時行い、注入率は平均21.0%程度であった。

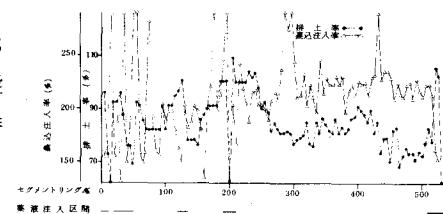


図-3 排土率と裏込注入率

表-2 急結CBの配合  
(1 m<sup>3</sup>当り)

A液 (500L)	B液 (500L)
水ガラス 100L	セメント 210kgf
水 100L	ペントナイト 2.3kgf

$\sigma_3 = 11.5 \text{ kgf/cm}^2$ , ゲルタイム1分3.0秒前後

### 4. 沖積しらす地盤への考察

#### 4.1 シールド推進特性について

ア) 推力：曲線部を除いて中間立坑までに700t近くの大きな値を示した。これはシルト分の少ない土質及びしらす土質の特性で、シルト周辺の摩擦抵抗の大なること等が上げられる。

イ) 排土量：薬液注入区間以外で排土率が小さい理由は体積変化<sup>1)</sup>が大であるしらすの特徴に起因するものと判断される。

#### 4.2 シールド推進管理について

推進管理は適正土圧及び排土管理が重要で、特に土圧は土質により変化するため地表面の沈下状況等も含めて総合的に判断しなければならない。まだ、推進停止～再開までの管理も重要であり、カッター停止を急激に行わず、再起時には噛込防止を図る等、しらす土質に対応した施工法が必要である。

#### 4.3 土圧式シールド工法の適用について

沖積しらす地盤はシールド機の貫入等に対して非常に流動化し易いが、本工事は切羽の崩壊等もなく、地表沈下も僅かでシールド推進に伴う影響もなく、良好な結果で掘進を完了することができ、土圧式シールド工法の適用が妥当であったと言える。

このことは以下の通り考えられる。

a) シールドが前面カッターをスパーク型の開放型機構とし、バルクヘッドに土圧計を設置した土圧式シールド機械によって、しらす特有の流動化現象を押えた工法で施工したこと。

b) 土圧式工法による推進圧でシールド切羽を圧縮するため、切削されたしらすは圧密されて含水比の小さい土に改良され、流動性が小さくなつたこと。

c) 推進によって圧縮されたしらす土の耐力が大きく、シールド推進による影響範囲がシールド周辺に限られ、地表沈下面まで影響を及ぼさなかつたこと。

d) 急結CBによる即時裏込め注入の効果によること。

### 5. あとがき

沖積しらす地盤で市街地におけるシールド工事は困難が予想されたが、しらすの特性を十分把握し、綿密な検討と慎重な施工管理のもとに工事を進めた結果、地表沈下及び周辺構造物への影響も皆無で工事を完成させることができた。

滞水した軟弱しらす層ではシールド工事の施工例も少なく、しらすの特異性に起因して、工法上不明な点が多いが、本報告が今後における工事の参考となれば幸いである。

### 参考文献

1) 山内豊聰：シラスの特性と問題点、土と基礎、Vol. 1. 23, No. 9, 1975, P. 11,