III-123　沖積しらす地盤における薬液注入工事について

日本電信電話公社九州電気通信局　正員　○山川裕志
〃　〃　今村吉一
日本通信建設（株）　今村広幸

1．まえがき

鹿児島市の沖積しらす地盤において，とう道工事（立坑3基：発進・中間・到達立坑，シールド施工長477m・セグメント外径3550mmφ）を土圧式シールド工法で施工した。補助工法に薬液注入を採用したが，初期の注入計画では注入効果が得られず，しらす地盤での薬液注入施工例が少ないこと等から相当な困難を強いられた。以下，その施工内容について報告する。

2．土質概要

土質は鹿児島市周辺のしらす台地から流出したしらすが多年にわたって堆積した沖積しらすで，普通の砂に比較して比重が小さく，含水比，間隙比が大きく掘削等で乱された場合，地下水により泥ねい化する性質がある。

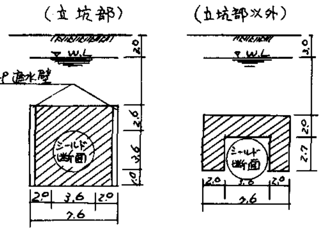
土質調査による土質特性を表－1に示す。

表－1　土質特性

間隙水圧（%）	95 ～100
含水比（%）	45 ～ 60
比　重	2.41 ～ 2.48
単位体積重量（tf/m³）	1.49 ～ 1.66
間隙比	1.19 ～ 1.57
透水係数（cm/s）	10^{-3} ～ 10^{-5} オーダー

3．初期の薬液注入計画

初期の薬液注入計画は，しらす地盤での施工実績が少ないため，発進立坑を利用した注入実験工事[1)]を行い，この実験結果とこれにより施工した立坑背面の止水注入工事等を参考にして，図－1，表－2の通り計画した。



図－1　改良範囲断面図　単位m

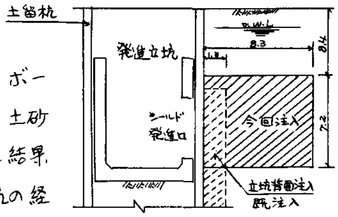
表－2　初期の注入計画表

項目＼場所	発進立坑部	曲線・家屋防護	ビル防護	中間立坑 到達部	中間立坑 発進部	橋梁(荒田橋)防護	到達立坑部
改良長(m)	8.3	22.1	13.0	6.6	8.3	12.0	6.6
注入工法	ロッド	先端ストレーナ	先端ストレーナ	ロッド	ロッド	先端ストレーナ	ロッド
注入材	水ガラス系	水ガラス系	水ガラス系	水ガラス系	水ガラス系	水ガラス系	水ガラス系
注入率(%)	40	46	46	40	40	61	44
CCP遮水壁	両側	なし	なし	両側	両側	なし	両側

なお，工事は発進立坑部からビル防護までを行い，発進立坑部の結果によって中間立坑部以降の施工を行うことにした。

4．発進立坑部の注入状況

計画どおりの注入を実施した後に立坑内からエァーオーガーによるチエックボーリング（ℓ＝3.0m）で効果確認を行ったところ，立坑背面の既注入部分から土砂流出が発生したため，その後2回にわたる補足注入を表－3のとおり実施した結果，予定の注入効果を得た。この結果，中間立坑以降の注入計画はこの発進立坑の経験に基づき変更することにした。



図－2 発進立坑部

発進立坑の薬液注入で明らかになったことは次のとおりである。

(a) シールド発進するためには立坑部の注入期待度は湧水量ほぼ完全に近いところまで止水する必要がある。

(b) そのためには80～90%程度の注入量が必要である。

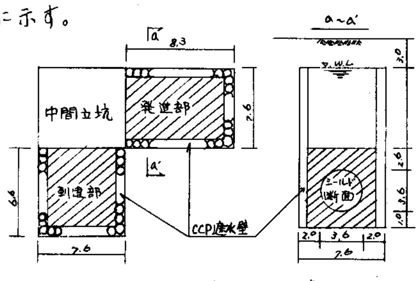
(c) 注入は定量注入だけでは不十分で，圧力管理と併用して注入する必要がある。

表－3　発進立坑部の注入状況

			注入率(%)	総注入率(%)	注入工法及び注入管理方法
立坑背面注入	既注入		48	81	先端ストレーナ 定量注入
	第1回補足注入		33		先端ストレーナ 圧力注入
今回注入	計画注入		40	91	ロッド注入 定量注入
	第2回補足注入 複合注入	懸濁系	17		ロッド 定量、圧力注入併用
		水ガラス系	34		先端ストレーナ 定量、圧力注入併用

5．薬液注入計画の変更

発進立坑部の経験から，中間及び到達立坑部の薬液注入計画を表－４の通り変更し，中間立坑部の改良範囲を図－３に示す。



図－３　中間立坑部の改良範囲図

表－４　注入計画表

項目＼場所	中間立坑．発進・到達部		到達立坑部	
注入工法	複合注入		複合注入	
	先行注入（ロッド）	本注入（先端ストレーナ）	先行注入（ロッド）	本注入（先端ストレーナ）
注入材	懸濁系	水ガラス系	懸濁系	水ガラス系
注入率(%)	40 まで	同左	44 まで	同左
注入圧	4 kgf/cm² まで		4 kgf/cm² まで	

なお，橋梁防護区間については初期の注入計画（表－２）で試験注入を実施した結果，予定の注入効果が得られなかったため，注入管理方法を注入圧3.0 kgf/cm² 又は注入率１００％で再度試験注入を実施した。

この結果予定の効果ありと判断し本注入を行った。

6．注入結果と考察

本工事における薬液注入結果を表－５に示す。

表－５　薬液注入結果

項目＼場所	発進立坑部			曲線・家屋防護	ビル防護	中間立坑到達部		中間立坑発進部		橋梁（荒田橋）防護	到達立坑部		
	計画注入	補足注入		計画注入	計画注入	計画注入		計画注入		計画注入	計画注入		補足注入
注入工法	ロッド	複合注入		先端ストレーナ	先端ストレーナ	複合注入		複合注入		先端ストレーナ	複合注入		先端ストレーナ
		先行注入 ロッド	本注入 先端ストレーナ			先行注入 ロッド	本注入 先端ストレーナ	先行注入 ロッド	本注入 先端ストレーナ		先行注入 ロッド	本注入 先端ストレーナ	
注入材	水ガラス系	懸濁系	水ガラス系	水ガラス系	水ガラス系	懸濁系	水ガラス系	懸濁系	水ガラス系	水ガラス系	懸濁系	水ガラス系	水ガラス系
ゲルタイム	3分	1分30秒	3分	3分	3分	1分30秒	15～20分	1分30秒	15～20分	1～2分	1～2分	10～20分	30秒～1分 6～15分
注入速度(l/分)	20	20	20	20	20	20	10	20	10	20	20	10	20 10
注入率(%)	40	17	34	46	46	24	33	37	33	93	42	38	25
	91			46	46	57		70		93	105		

本工事における結果から沖積しらす地盤に対する薬液注入について，以下の事が判明した。

(a) しらす地盤は多量の注入を行なわなければ，期待する効果が得難い。

(b) 発進立坑の遮水壁（ＣＣＰ）は薬注改良範囲までの高さ（図－１）としたが中間・到達立坑では遮水壁を水位まで上げ前面も囲った結果，注入率を３４～２１％減ずることが出来遮水壁の変更は効果が大であった。

(c) 薬液が逸走し易く計画範囲外へ流出するので何らかの遮水壁で拘束することが有効であるが、アンラップが生じる場合は注入効果が得難い。

(d) しらす地盤でのシールド発進，到達部において注入効果を得るためには，定量注入と圧力管理の併用が有効である。

7．あとがき

本工事における薬液注入工は，過去の例が少ないため当現場で実績を築きながら進んで行く状態であった。

途中における工法検討過程においては，新しい工法等も含めて検討したが施工実績がないため採用決定までに至らず，当現場における実績を優先することになったが一応の成果を得ることが出来た、この工事例が今後の参考になれば幸いである．

参　考　文　献

1）高森彬文・志村博正・山内豊聡：チュウ積シラス地盤における立坑工事のための薬液注入工法，土と基礎，Ｖｏｌ．２６，Ｎｏ，８，１９７８，ＰＰ．２９～３４，