

# 土被の浅いシールド工法における地盤改良工

花房 健\*  
Takeshi Hanabusa

宇喜田町東幹線工事は、江戸川区の汚水及び雨水を収容する下水道幹線を開放型手掘圧気シールド工法により施工する工事である。本工事の土被は4.0m~4.5mと非常に浅く(1.1D~1.3D)、土質が軟弱であり、二重管瞬結注入工法による地盤改良工を施工した。

## 1. 工事概要

工事名 宇喜田町東幹線工事  
 企業先 東京都下水道局  
 工期 自昭和57年9月  
 至昭和59年3月  
 施工場所 東京都江戸川区北葛西西5丁目  
 施工内容 円形管仕上がり内径φ2,600mm, 延長831m, シールド機外径φ3,456mm, 重量35tf, 一次覆工セグメント鋼製(S-47 K<sub>1</sub>) 外径φ3,350mm

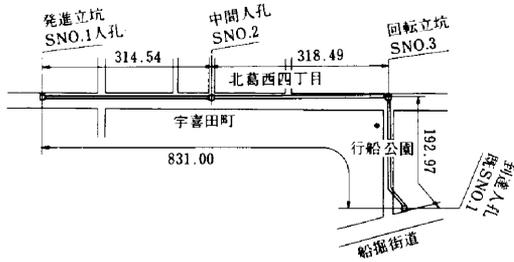


Fig.1 平面図

## 2. 地質

施工場所は荒川左岸の河口部に形成された三角州低地に位置し、地層構成は0~-10mが沖積層の上部有楽町層、-10~-30mは下部有楽町層である。地質調査結果から0~-10m迄の詳細をTable 1に示す。当工事のシールドが掘進する層は第3層である。

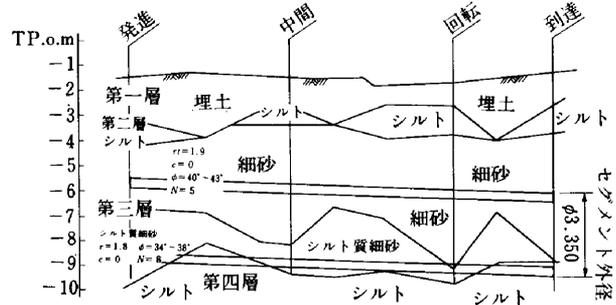


Fig.2 地質縦断面図

Table1 地質

区分	種別	深さ	備考
第1層	埋土	TP -1.5~-4.5	粘性土主体とする俗に云う建設残土、がら、ゴミ等による埋立地盤。
第2層	粘性土	-3.0~-4.5	シルト主体暗灰色粘性土
第3層	砂質土	-3.5~-10.5	細砂を主体とする(上部有楽町層)
第4層	粘性土	-10以下	シルトを主体とする(下部有楽町層)

## 3. 地盤改良工

当工事の掘進対象地盤は軟弱で、土被も浅いので、当初から補助工法として、圧気工法に加えて地盤改良工(一般薬液注入工)が設計された。施工前に試験注入を行った結果、二重管瞬結注入工法の注入率45%の場合だけが、シールド掘進のときの切羽自立に必要な粘着力  $C \geq 4 \text{ tf/m}^2$  を示した。当初設計の一般注入工法はもちろんのこと、二重管瞬結工法でも45%以下の注入率では満足な結果は得られなかった。注入率が高めであるが、試験注入では改良範囲が小範囲であり、実際の注入では試験注入の結果以上の効果が期待できるものと推測し、Table 2に示したように注入率40%を上限として初期掘進53.6m区間において注入法、注入域、注入率、使用材料等種々変えて注入を実施した。本掘進については、初期掘進時の状況を見て、最も適した注入工法を決定することとした。

注入にあたっては、路面へのリーク現象を少なくするため、注入速度を12l/minとしたが、通常は20l/minでおこなわれることが多い。二重管瞬結工法での注入圧が2~10kgf/cm<sup>2</sup>の範囲を示したことは、ゲル化が急激であるため、先行注入域を割ってカリフラワー状に注入固結域が拡大して改良範囲内に薬液が注入されたことを示すものと想定される。

初期掘進区間53.6mの薬液注入を完了して、初期掘進を開始したが、掘進中に12回の出水及び土砂流出を繰り返す、その都度補足注入を実施して掘進を完了した。この出水は、単管方式施工域での出水が10回、二重管方式施工域では、中抜域で2回であった。このことは、削孔

\*関東(支)宇喜田(出)副所長

深さが比較的浅い所での単管ロッド方式では、Table 2 にみるように、注入圧力が1~3 kgf/cm<sup>2</sup>の低圧で注入したものが主であり注入材の大半は、改良域である透水係数10<sup>-3</sup>cm/secの細砂層には入らずに、注入抵抗の小さいルーズな埋土部に流亡消費されていると想定される。

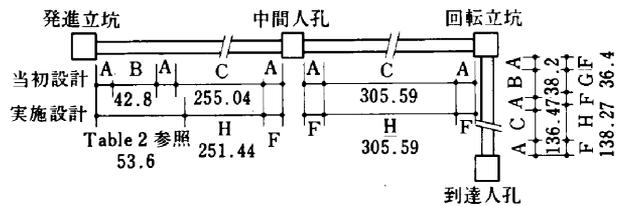
Table2 初期掘進区間注入法一覧表

No	施工位置 m	改良断面	注入 工法	注入材	注入率 %	ゲルタ イムsec	注入速度 ℓ/min	注入圧力 kgf/cm <sup>2</sup>	備考
I	0~3.6 L=3.6		二重管 瞬結式	溶液	40	10~15	12	2~10	
II	3.6~10.0 L=6.4								
III <sub>1</sub>	10~26.8 L=16.8								
III <sub>2</sub>	26.8~33.6 L=6.8								
III <sub>3</sub>	33.6~38.6 L=5.0								
III <sub>4</sub>	38.6~43.6 L=5.0		単管ロ ッド式	溶液	30	60~90	1.5~3	懸濁 1~3 溶液 1.5~3 懸濁 1~3 溶液 2.5~5	懸濁注入 後溶液注 入をする。
IV	43.6~50 L=6.4								
V	50~53.6 L=3.6								
			二重管 瞬結式	溶液	40	10~15		2~10	

従って、当工区には、ゲルタイムの短い注入方式である二重管瞬決方式が適する注入法と判断して、本掘進部の薬液注入は、二重管瞬結方式で計画、実施した。

当初設計の注入法と実施注入法の比較を Fig. 4 に示す。

なお、実施注入法の改良範囲の算定は「薬液注入工の設計と施工」柴崎、下田、野上共著（山海堂）により、モールの方式で算定した。



タイプ	当初設計			実施設計		
	A	B	C	F	G	H
断面						
注入範囲 m <sup>2</sup>	33.02	23.64	18.84	33.018	25.559	16.181
注入率 %	30(懸濁3割、溶液7割)					
注入量 m <sup>3</sup> /m	9.906	7.092	5.656	13.207	10.384	6.472
備考	1. a=1,200, b=3,456, c=1,800, d=500 2. タイプA及びタイプFの各配での掘進長は33.6mである。					

Fig.4 注入工法一覧

#### 4. あとがき

薬液注入工法は、土層構成が複雑な軟弱地盤ほど信頼性が乏しいといわれているが、適切な注入範囲と注入方式及び注入率を選定し、施工管理を十分に確保できるならば信頼に足る工法である。

当工事は特殊な工事例であるが、今後この実績を何等かの形で参考にさせていただければ幸いである。

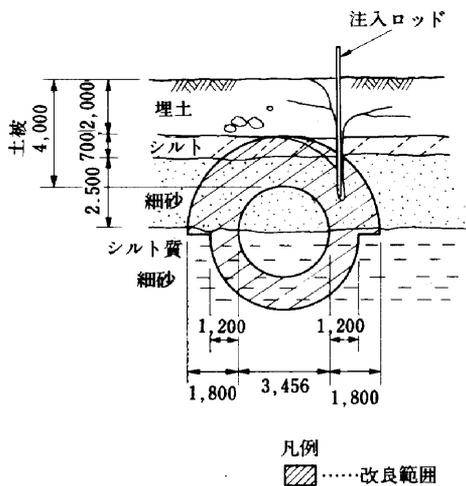


Fig.3 単管方式による流亡現象想定図