

# 大深度ソイルセメント壁の 削孔精度管理

木村 博規\*  
Hiroki Kimura

## 1. はじめに

近年、地下掘削工事において掘削深度の増大に伴い、盤ぶくれ防止等の目的から、地下水の揚水を実施することが多かった。しかし、揚水工法は周辺地盤の地盤沈下等の影響が懸念される。本地下鉄工事においては、被圧水対策として大深度ソイルセメント壁による遮水壁を施工し、掘削背面の揚水を不要とした。

削孔深さが43mと深い施工条件の中で確実な遮水性を確保するために、削孔精度をリアルタイムに管理できるシステムを搭載した削孔機を採用して施工を行った。

## 2. 工事概要

工事名 高速電気軌道第8号線  
地下線路および鳴野野停留場工事 (9 工区)  
発注者 大阪市交通局  
工事内容 開削規模 2 径間 3 層 RC 構造  
長さ 110m×幅 17m×深さ 22m  
掘削土量 約 43,000m<sup>3</sup>  
土留面積 約 10,600m<sup>2</sup>  
シールド 泥土圧式 (外径φ5,330mm)  
780m×往復 (U ターン方式)  
工期 平成 12 年 9 月 12 日～平成 16 年 12 月 28 日

## 3. 削孔精度管理システムの導入

### (1) 当工事のソイルセメント壁の課題

停留場部の掘削深さは約 22.0～24.5m と深く、GL-20m 以深には N 値 60 以上の硬質で、被圧水位が高い洪積砂層および洪積砂れき層が厚く堆積している。そこで、ソイルセメント壁を GL-42m 付近の洪積粘土層まで貫入して遮水壁とするため、施工エレメントごとの連続性を確保することが求められた。また、ソイルセメント壁の先端部付近に NTT 洞道φ2,850mm が縦断的に隣接しており (最接近部約 600mm)、削孔先端位置の確実な把握が要求された (図-1 参照)。

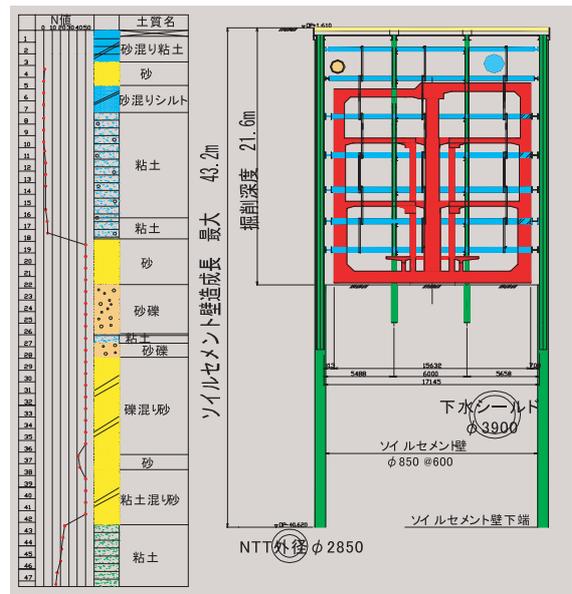


図-1 標準断面図

### (2) 2 種類のシステム導入

本工事では施工数量、予定工程の関係から 2 台の削孔機による施工とした。削孔精度管理システムの採用にあたっては、下記の 2 種類のシステムを選択して精度比較を行うこととした。以下に各システムの特徴を記す。

#### ① SC システム (Survey and Control Boring System)

- ・ 施工業者：タナカ重機建設株
- ・ 削孔中の孔の傾斜変位を錐軸に内蔵されたストローク式検出器によりリアルタイムに計測し、その結果を基に傾斜および変位を算出する。
- ・ 変位量が設定値以上になると、最下端連結バンド部の錐軸内に内蔵された電動ジャッキが自動的に作動し、自動方向制御を行う (図-2 参照)。
- ・ 削孔データはモニタ画面に表示される (図-3 参照)。

#### ② DAM システム (Drilling Accuracy Monitoring System)

- ・ 施工業者：成幸工業株
- ・ 左右の錐先端部に内蔵された傾斜計により、削孔の進捗に伴う深度と傾斜角度から錐先端位置を算出する。
- ・ 錐継ぎ部のデータ伝送に非接触コネクタ方式を採用し、錐継ぎ作業や伝送方法が簡単である。
- ・ 削孔機から無線で送られるデータはモニタ画面に表示される。

### (3) システムの比較

両システムともに錐軸内の傾斜計のデータを演算して錐先端位置を算出しており、データ表示も有効であった。

しかし、データの伝送システムが異なり、ケーブル接続による SC システムは DAM システムに比べて、錐継ぎに時間を要したと絶縁上の伝送不具合が生じることがあった。

最も大きな違いは、SC システムには孔曲がりを自動的に修正しようと制御機能を有する点である。特に硬質地盤、大深度削孔においては効果的で、有効な機能であると考えられる。その点においては、DAM システムは出来

\*関西 (支) 城東 (出)

形管理システムといえる。

#### 4. 計測結果と出来形記録

##### (1) 削孔出来形記録

各エレメント毎に計測した変位置から算出した深度方向の出来形を図-4に示す。

両システムともに規格値(1/200)は満足しているが、軟弱層と硬質層の境界部(GL-20m付近)から孔曲がりが大きくなる傾向が記録された。SCシステムにおいては、GL-25m以深で変位を修正した形跡が確認できる。

##### (2) 削孔精度と変位置

両システムによる計測結果を表-1に示す。最終深度における削孔精度は1/200~1/2,000であり、平均値では1/500以上という高精度な出来形結果であった。また、両システムに削孔精度上の顕著な差異は見られなかった。

SCシステムの方向制御の効果については、夜間道路上での施工条件の中、削孔時間の制約から完全な方向修正に到らなかったものと考えられる。

一方、エレメント相互のラップ幅についても検証したが、最終深度における最少ラップ幅が確保されていることが確認された。

##### (3) 出来形確認

掘削に伴い、任意の施工エレメントの壁面出来形を測定し、計測データとの比較を行った。掘削の途中で、ソイルモルタルを撤去する前に三軸の相対位置関係を記録し、削孔時の記録と照合してみた。

その結果、三軸の相対関係については削孔データとほぼ同じであったが、変位置については5cm程度の誤差が確認された。これは、計測システム自身の誤差と、削孔中に三軸の錐は多少の軸ぶれすること、ソイルモルタル自身が錐径よりも大きく造成されるためと考えられる。

#### 5. 遮水性確認

本掘削に先立ち、土留壁内外の地下水位観測井を用いた揚水試験を実施し、掘削構内外の被圧水頭変位置と揚水量からソイルセメント壁の遮水性を検証した。

一般的にソイルセメント壁は $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-6}$  (cm/sec)の透水性があるといわれ、試験の結果は $1.0 \times 10^{-5}$  (cm/sec)と判定された。また、構内被圧水位を約20m低下させても構外被圧水位はわずかな変動しか観測されず、遮水壁として十分評価できる結果であった。

#### 6. おわりに

本工事のソイルセメント壁工は削孔精度管理を行うことにより、所定の精度を確保し、目的である遮水性能を十分に確保することができた。

今後、都市部における大深度地下工事の増加が予想さ

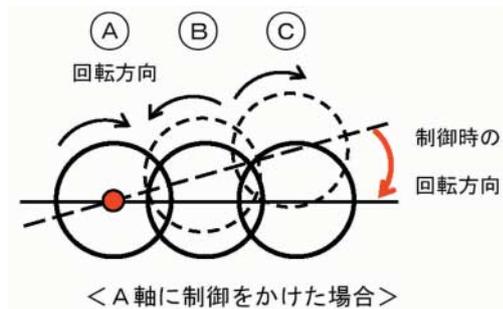


図-2 自動制御概念図 (SCシステム)

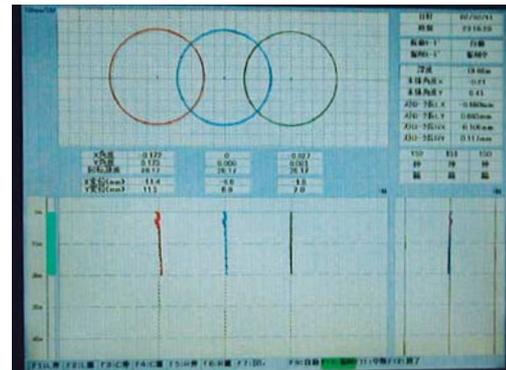


図-3 モニタ画面 (SCシステム)

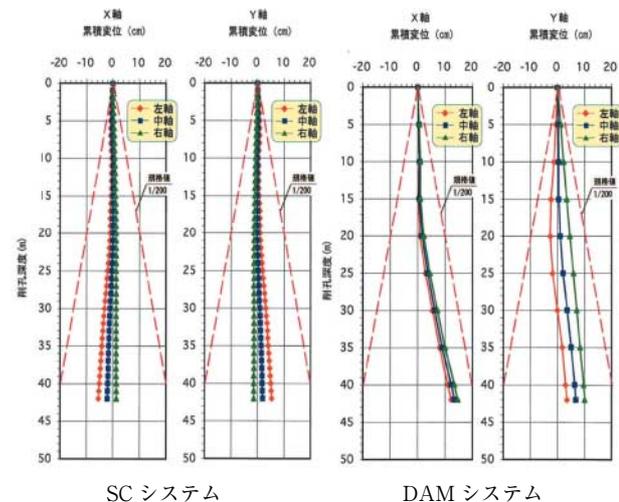


図-4 削孔出来形記録

表-1 削孔精度と変位置

	SCシステム		DAMシステム		備考
	X軸	Y軸	X軸	Y軸	
計測エレメント数	93		126		
変位置平均 mm	5.51	5.72	8.14	3.67	絶対値
削孔精度	1/780	1/752	1/528	1/1172	
標準偏差	3.62	3.86	4.97	3.12	

れる中、この度導入した削孔精度管理システムによるソイルセメント壁の需要増加が期待される。

そこで、SCシステムをGST工法(Geo-drilling-Survey-control-Technology)と改め、新技術として(社)日本建設機械化協会の技術審査証明を取得すべく、数社による連絡協議会に当社も参画しているところである。