

## 低空頭・狭隘地型掘削機による大深度地下連続壁の施工

首都高速道路(株) 正会員 齊藤亮 正会員 石田高啓 潮晃司

○(株) 間組 正会員 井上隆広\* 岩倉孝幸\*

### 1. はじめに

首都高速道路中央環状品川線は、高速湾岸線から3号渋谷線間を連携する延長約9kmの地下トンネルであり、現在、鋭意建設が進められている。このうち、本工事は大橋ジャンクションへの連結路を開削工法および非開削工法により構築するものである。

開削工事は、幹線道路(国246号、山手通り)を結束する山手通り支線に位置し、作業帯を占用して大規模な地下連続壁を構築する必要がある。しかし、道路幅員が狭いうえに、沿道には商店等が隣接しており、施工にあたっては、「1車線規制のみの狭隘な作業帯で施工が可能であること」、「周辺住民に与える圧迫感が小さいこと」、「硬質地盤でも施工が可能であること」が課題となった。そこで、これらの施工条件を満足する工法として、作業幅6m以内で大深度ソイルセメント地下連続壁を構築できるCSM工法「クアトロサイドカッター機」を開発・導入し、試験施工を経て本工事に採用した。

本稿ではCSM工法「クアトロサイドカッター機」の概要と試験施工について報告する。

### 2. CSM工法「クアトロサイドカッター機」

CSM工法とは、水平多軸型地下連続壁掘削機と同様の水平多軸回転カッター(Cutter)を用いて土(Soil)とセメント系懸濁液を原位置で攪拌混合(Mixing)し、等壁厚のソイルセメント壁体(土留め壁・遮水壁等)を造成する工法である(図-1)。その特長には従来の原位置土攪拌混合工法の特長に加え、以下のような点がある。

- ①高い掘削性能により、岩盤や硬質地盤においても先行削孔等の補助工法が不要もしくは軽減できる。
- ②エアブローを併用した高速回転カッターにより、高い攪拌性能を持つ。
- ③等壁厚のソイルセメント壁が造成されるので、芯材配置を任意に設定でき、設計の自由度が高い。

- ④止水性の高いカッピングジョイントである。
- ⑤カッター内蔵傾斜計によりリアルタイムで掘削精度を確認でき、姿勢制御フラップおよび4カッター個別制御により、方向修正および掘削・攪拌性能が向上する。
- ⑥ホースドラムを利用した吊り下げ方式の採用により大深度(最大65m)施工が可能である。
- ⑦低空頭、狭隘地での施工が可能である(図-2)。また、転倒に対する安定性が高く、周辺に対する圧迫感がない。

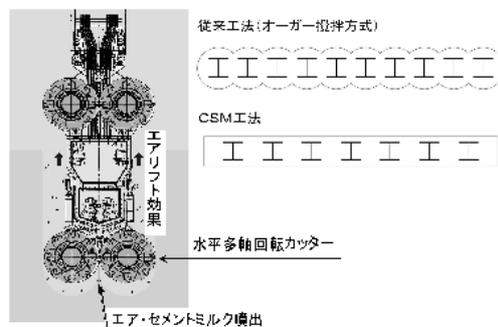


図-1 CSM工法の概要

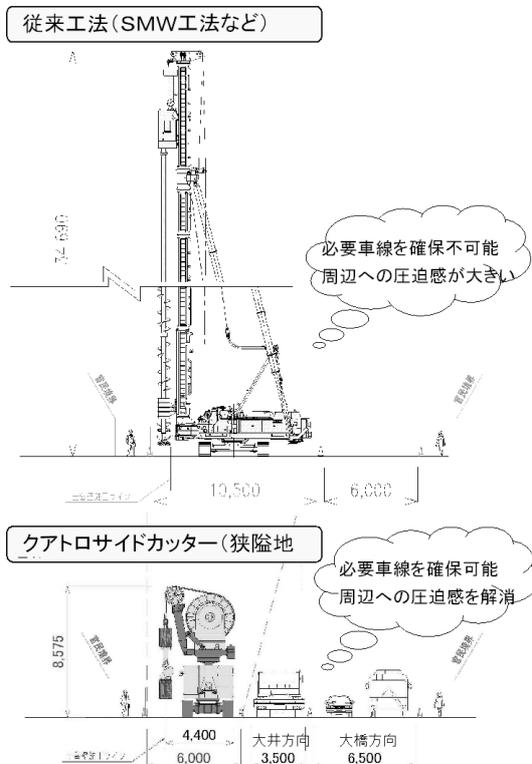


図-2 クアトロサイドカッター機の特長

キーワード：地下連続壁，ソイルセメント，等壁厚，水平多軸回転カッター，大深度，硬質地盤，低空頭，狭隘地

\*連絡先(東京都目黒区大橋1-8-3・TEL03-5489-6366・FAX03-5489-6367)

3. 試験施工

本掘削機は前述した特長を有するが、新しい技術であり、大深度および硬質地盤での施工実績が少ないため、実施工に先立ち、「硬質地盤を含む砂質土および粘性土などにおいて、掘削精度と壁体品質を確認すること」を目的として試験施工を行った(2008年6月)。

図-3にエレメント割付図を、図-4に土質柱状図を示す。施工規模は深度40.0m×壁厚900mm×4ELであり、地盤はローム層、粘土層、細砂層の互層から成る。また、過去の試験施工で造成されたソイルセメント壁(2005年施工、深度40m、 $q_u=1\sim 4\text{N/mm}^2$ 程度)を利用して、実施工の対象である硬質地盤(固結シルト、 $q_u=1\sim 3\text{N/mm}^2$ 程度)を模擬した(エレメント①)。なお、硬質地盤での長時間施工におけるリスク対策として2パス施工とし、エレメント④において片押し施工も実施した。

試験結果は表-1に示すとおり良好であり、実施工への適用性が確認された。

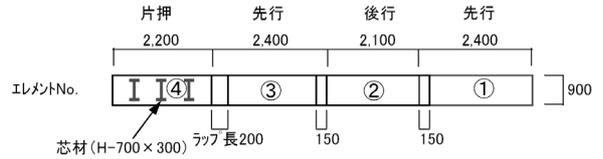


図-3 エレメント割付図

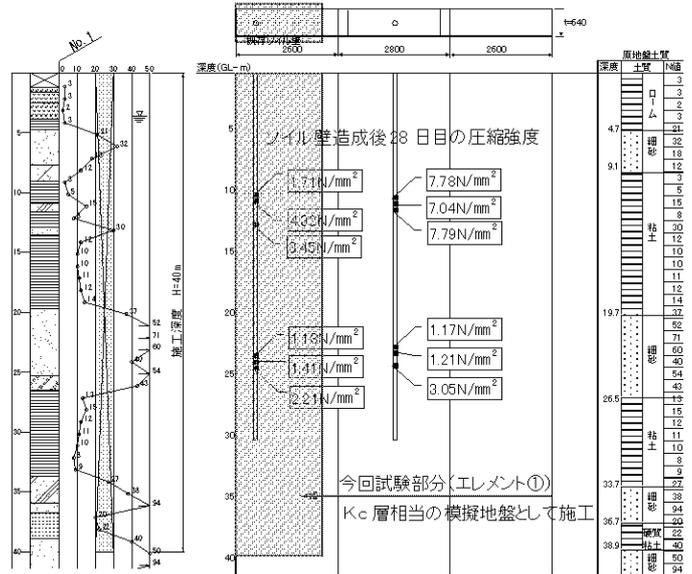


図-4 土質柱状図

4. おわりに

近年、大都市部における地下工事は大深度化が進み、硬い地盤への対応が必要になっている。また、施工条件として、地上交通を阻害せず(占有作業空間の最小化)、周辺住民にも不安感や圧迫感を与えない、よりコンパクトな施工機械へのニーズが高まっている。本掘削機はこのようなニーズに対して適用性が高く、今後の類似工事の施工計画立案に役に立つものと考えている。



写真-1 現場稼働状況

表-1 試験結果の概要

確認項目		試験結果	評価
掘進精度	鉛直精度	X(面内)方向:1/303~1/1400 Y(面外)方向:1/633~1/1214	問題なし (片押しELも遜色なし)
	掘削深度	深度40mを掘削・造成	問題なし
壁体品質	強度	GL-10m 付近: $\sigma_{28} = 3.2 \text{ N/mm}^2$ GL-20m 付近: $\sigma_{28} = 5.3 \text{ N/mm}^2$ GL-35m 付近: $\sigma_{28} = 4.4 \text{ N/mm}^2$	管理値 $\sigma_{28} \geq 0.5 \text{ N/mm}^2$ を満足
	透水性	GL-10m 付近: $k_s = 2.19 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ GL-20m 付近: $k_s = 9.51 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ GL-35m 付近: $k_s = 4.61 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$	管理値 $k_s \leq 1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ を満足
	壁面状況	継手部の連続性を確認	問題なし
掘削工	掘削速度	掘削速度: 先行 EL 平均 5.1m/hr(カッター下降) 後行 EL 平均 3.5m/hr( " ) 造成速度: 全体 EL 平均 18.3m/hr( " )	先行 EL は概ね想定どおりで問題なし。 後行、片押し EL は先行 EL が軟らかいためカッターの姿勢制御に時間を要した。
芯材 建込み工	施工性	建込み時間 : 平均 82 分/本 継手締結時間: 平均 22 分/箇所	問題なし
その他	長時間対応	芯材を円滑に挿入、十分な遅延効果を確認	問題なし
	施工性	衝突、はみ出し等なく、幅 6m の作業帯で施工	問題なし