

硬質地盤の立坑土留壁（ソイルセメント連壁）構築に CCC 工法を採用

東急建設株式会社 正会員 ○中島 敏勝

東急建設株式会社 正会員 前田 欣昌

1. はじめに

地中連続壁工は、土留め壁、構造物の基礎、止水壁の用途で、コンクリートや安定液、ソイルセメントを主要材料として、地中に連続した壁を構築する工法の総称で、主要材料により R C 連壁工・鋼製連壁工法、安定液固化連壁工法、ソイルセメント連壁工法と工法が細分化されている。ソイルセメント連壁工法は、セメントミルクを吐出し削孔土砂と原位置で混合攪拌して地中壁を造成する工法で、柱列式の SMW 工法が施工実績も多く一般的である。本工事では、ソイルセメント連壁の構築に一般的な SMW 工法から変更して、等厚式の C C C 工法という新工法を採用した。

本論文は、立坑土留壁（ソイルセメント連壁）構築に C C C 工法を採用した事例を紹介するものである。

工事概要を表 1 に示す。

表 1 工事概要

工 事 件 名	豊川用水二期西部幹線併設水路駒場池工区工事
発 注 者	独立行政法人 水資源機構
工 期	2017年3月8日～2021年2月14日(予定)
場 所	愛知県豊川市御油町笹原地内
主要工事数量	トンネル (NATM工法 (発破1370.9m、機械143.8m) 1 式 管水路工 (内挿管φ1100 t=6 L=1513.7m) 1 式 指定仮設工 (発進立坑 (B12.55*W12.55*H13.457)・ 防音対策・濁水処理他) 1 式 機能回復工 1 式、無指定仮設工 1 式、 下流工事用進入路工 1 式

2. C C C 工法採用の背景

本工事は、新設の豊川用水併設水路を丘陵地の中硬岩層に設ける為、N A T M 工法によりトンネルを掘り、その中に鋼管を設置するものである。新設水路ルートと既設水路が平面交差する関係から、地中よりのトンネル掘進開始が必要である為、ソイルセメント連壁（壁体長 17.5m）を有する発進立坑を構築した。

当初、ソイルセメント連壁を一般的な SMW 工法により構築する予定であったが、ボーリングデータを確認した結果、SMW 工法単独では施工不可な N 値 50 以上の砂礫、岩盤層 ($N_{max}=300$, $q_{umax}=60.6 \text{ N/mm}^2$ の C M 級岩盤) が存在したため、補助工法（先行削孔 ($\phi 1500\text{mm}$ 全周旋回工法、削孔穴の充填は流動化処理土) を併用して施工を行うこととしたが、補助工法併用 SMW 工法でも、以下に示す更なる課題が明らかになった。

1) 施工期間（先行削孔、置換え、SMW 工法での施工）、先行削孔機の市場希薄

⇒施工期間が約 6 ヶ月は必要、先行削孔機の機械待ちにより次工程の労務の確保に影響（工程遅延）

2) 流動化処理土の強度設定が非常に難しい

⇒土留の受働側として必要な強度を確保する必要があるが、貧配合にしても先行削孔に時間を要する（3 ヶ月程度の養生期間となってしまう）ため強度設定が難しい

以上より、他のやり方（工法）を調査し、当初設計（先行削孔＋オーガー方式の SMW 工法）と連壁を施工する際に使用されるカッター方式の C S M 工法、および C C C 工法の 3 工法で比較検討を行った結果、1 度で施工でき工期短縮が期待できる C C C 工法を採用することとした。

3. C C C 工法の概要と特徴

C C C 工法は、チェーンコンベアカッター (Chain Conveyor Cutter) 工法の略称で、三点式杭打機に強力チェーンにより連結されたビットプレート（岩盤用コンカルビットを装着）を回転掘削しながら地盤と固化材を攪拌混合し改良体を造成する原位置混合攪拌工法であり、以下の特徴がある。（図 1 参照）

1. 上下掘削攪拌の為、従来のオーガー方式とは異なりコンベア効果による深度方向に均質な壁ができる。
2. SMW 工法では補助工法を必要とする N 値 100 程度の地盤や風化岩及び転石が点在する地盤でも掘削可能。
3. 剛性の大きいカッターフレームと施工管理モニタのリアルタイムな傾斜監視により高い掘削精度。
4. 電動機のインバーター制御でチェーン速度が可変でき、地盤状況に応じた掘削が可能。

キーワード C C C 工法, SMW 工法, 硬質地盤, 連続地中壁, 新工法, 工期短縮

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設（株）土木技術設計部 TEL：03-5466-5272

- 5. C C C工法の掘削機は汎用3点式杭打機に装着でき、専用のベースマシンを必要としない。
- 6. コンベア機能により土壌の改質や汚染土壌などの入替えが可能。

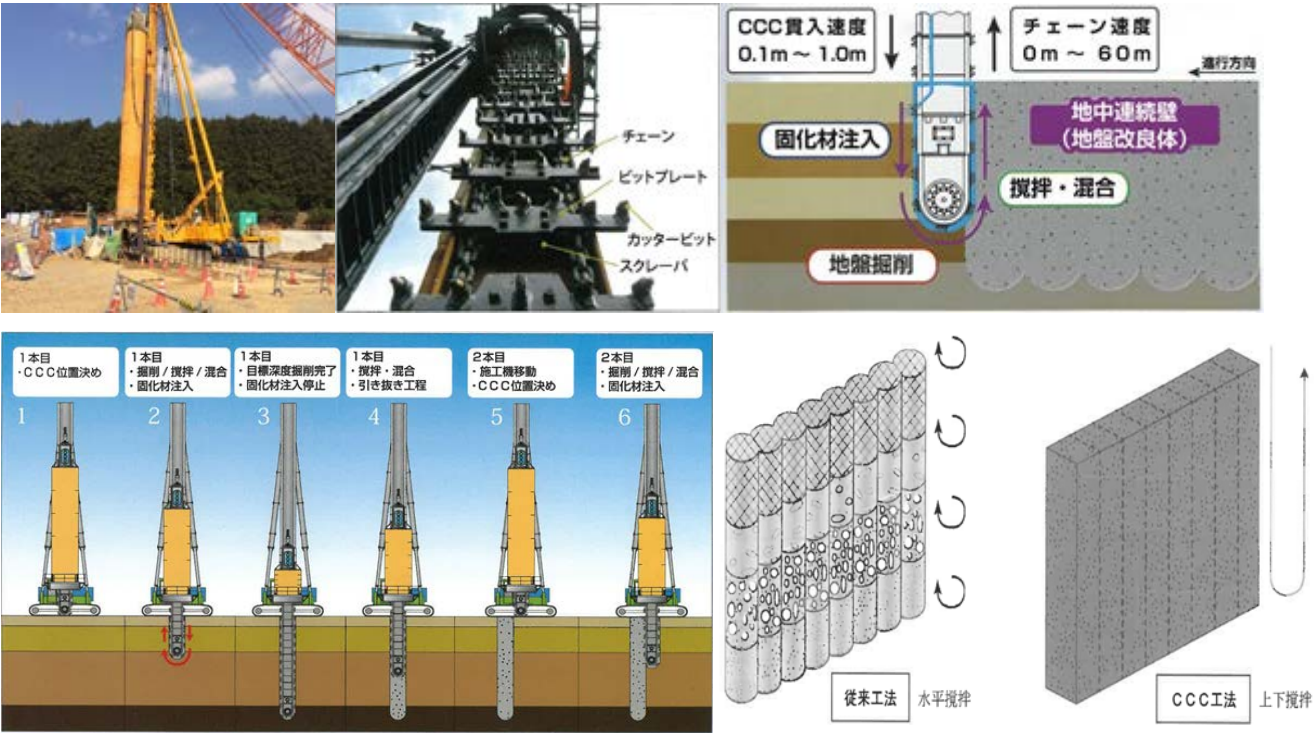


図1 CCC 施工機械及び工法概要および上下攪拌模式図及び改良体模式図

4. C C C工法での施工結果

本工事でC C C工法を採用し施工した結果、および従来工法との比較を表2に示す

表2 施工結果

項目	結果
工期短縮	従来工法（先行削孔＋流動化処理土による充填）での想定施工日数 1 5 5 日 C C C工法採用時の想定施工日数 8 4 日 実質施工日数 6 8 日 従来工法と比較した短縮日数 8 7 日
硬質地盤（C M級岩盤）への対応	掘進不能に陥ることなく所定深度まで掘進，固化液の高濃度化による芯材挿入不能もなく，スムーズに施工できた．
従来工法との比較	傾斜計での常時監視のため芯材の傾斜が少ない（従来 1/200、CCC 工法 1/250） 柱列式ではなく等厚式のため芯材挿入間隔を任意に設定可能（当工事は設計通り）

5. まとめ

立坑土留壁（ソイルセメント連壁）の構築に，C C C工法を採用して施工した．当初は最大一軸圧縮強度60N/mm2 という硬質地盤（C M級岩盤（片麻岩））を掘削できるか懸念されたが，他工事での実績に倣ったビットの配列の適用及び掘削時の固化液の工夫により，掘進不能に陥ることなく，当初の採用理由である1度でのソイルセメント連壁の構築をすることができ，工期短縮，工事遅延回避をすることができた．

C C C工法は施工事例が未だ十数件と実績の少ない新工法であるが，ソイルセメント連壁の構築にあたり補助工法（先行削孔）を必要とするような施工条件では非常に有用な新工法であると考えられる．

最後に，ソイルセメント連壁構築にC C C工法を適用するにあたり，採用検討から施工に携わったすべての関係者の方に謝意を表します．

参考文献

- ・ C C C工法協会：C C C工法リーフレット ・ C C C工法協会：C C C工法技術資料 平成29年7月版
- ・ C C C工法協会；C C C工法標準積算資料 平成27年10月版
- ・ 報文「地盤掘削改良装置チェーンコンベアカッターの開発と適用に関する研究」 2016年7月