

狭隘部における鋼製地中連続壁の施工

—なにわ筋線西本町駅部土木工事—

Steel Diaphragm Wall Construction in Narrow Spaces

米澤伸祐*1 中川達也*2 友近宏治*3

概 要

なにわ筋線は、2023年春に開業した大阪駅（うめきた地下駅）と関西本線のJR難波駅および南海本線の新今宮駅を連絡する新たな鉄道路線（なにわ筋線）の建設事業である。（仮称）西本町駅部は開削工法にて築造され、本工事に採用された鋼製地中連続壁は2期（東西）に分けて施工される。本報では、1期工事（東側）である民地境界との狭隘な場所で施工した鋼製地中連続壁工事について報告する。

key words : 民地境界、既存構造物、鋼製地中連続壁、嵌合継手

1. はじめに

なにわ筋線は、2023年春に開業した大阪駅（うめきた地下駅）と関西本線のJR難波駅および南海本線の新今宮駅を連絡する新たな鉄道路線である。大阪都心部を南北に縦貫する都市鉄道として整備し、鉄道ネットワークの強化、大阪の国際競争力強化、ひいては関西の活性化に資する、新たな鉄道建設事業である（図-1、2）。

（仮称）西本町駅部は、工事延長L=340m、幅：21.0m～27.0m、掘削深GL-24.0m～31.0mを開削工法にて築造する工事である。当該工区は、JR線と南海線の分岐駅となっており、関西空港に向け線路が2線（上下線）から4線に分岐されるため、構造物が幅広く設計され地下鉄用地に余裕がない。また、地盤には江戸時代旧家屋基礎が多く埋められているなど厳しい施工条件である。本報は、このような条件下における鋼製地中連続壁の施工報告である。



図-1 なにわ筋線計画路線図¹⁾

※中之島、西本町、南海新難波の駅名は仮称

2. 工事概要

工事名：なにわ筋線西本町駅部土木工事

発注者：関西高速鉄道株式会社

工事場所：大阪市西区西本町

工期：2020年12月17日～2028年3月15日

工事延長：340m

工事数量：ソイルセメント壁工 26,000m²

鋼製地中連続壁 1,700m²

路面覆工 8,800m²

地盤改良工 1,150本 掘削工 200,000m³

土留支保工 15,000t

躯体コンクリート 49,000m³

道路仮復旧工 13,000m²

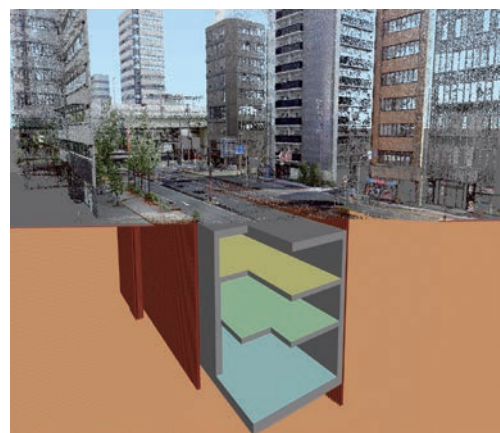


図-2 地下構造物の3Dモデル

*1 Shinsuke YONEZAWA

大阪支社土木統轄部土木部

*2 Tatsuya NAKAGAWA

大阪支社土木統轄部土木部 作業所長

*3 Koji TOMOCHIKA

土木事業本部土木本部技術部

3. 鋼製地中連続壁の施工

3.1 工法概要

鋼製地中連続壁工法は、水平多軸回転カッターを用いて矩形のソイルセメント壁を造成し、その中に鋼製連続壁部材 (NS-BOX) (写真-1) を建込み、土留め壁兼本体構造物とする工法である (図-3)。

土留め壁を本体構造物とできるため、本工事のように主に都市部での施工など狭隘な箇所での施工される。



写真-1 鋼製連続壁部材 (NS-BOX)

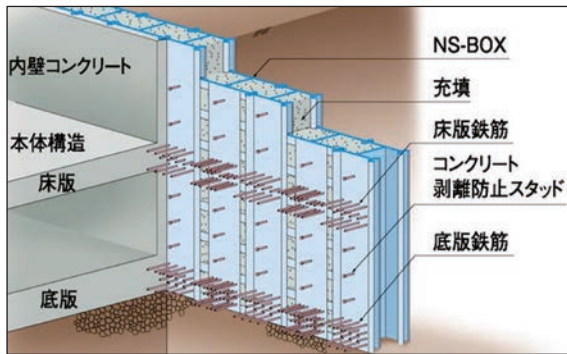


図-3 鋼製地中連壁構造

3.2 施工条件

(1) 土質条件

府道 41 号大阪伊丹線 (なにわ筋) は、戦後復興土地区画整理事業によって新設されたものであり、御堂筋をモデルに建設されたことは史実のとおりである。道路建設の際には一部、旧道を使用したとみられるが、昭和初期の現場付近の状況 (写真-2) から推測するに路線上の家屋

等も相当数撤去 (もしくは空襲で焼失) したとみられ、既存の調査結果によると人工地盤 (盛土) 内には花崗岩の玉石等、家屋跡の名残が残されている。

今回の掘削においても、アスファルト舗装の下 1.0m~2.0m にはレンガや瓦等の瓦礫類が多く出現した。また、沖積層は主に 2 万年前以降に堆積した地層が分布しており、Ma13 層と呼ばれる軟弱な、いわゆる海成粘土層 (淡水から汽水を含む) を主体とする平均N値 3 程度の粘性土層が厚く堆積している。また、Ma13 層の上位には、緩い砂質土が分布している (図-4)。



写真-2 昭和初期の現場付近の状況

(2) 既設構造物との近接状況

鋼製地中連続壁と東側民地境界との離隔は 160mm (1 期工事)、西側地下埋設物との離隔は 200mm (2 期工事) と極めて近接しており、高い施工精度が求められる (図-5)。

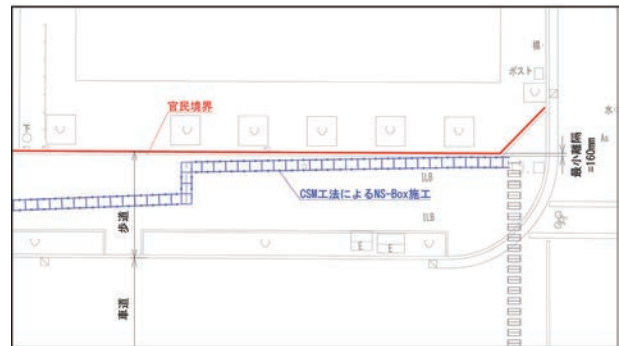


図-5 施工箇所平面図

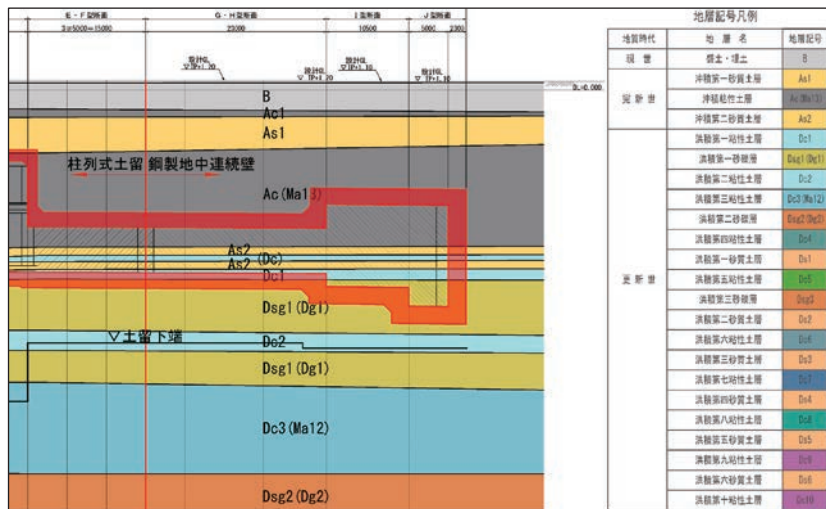


図-4 鋼製地中連続壁施工箇所付近の土質柱状図

3.3 CSM 工法

鋼製地中連続壁工法のソイルセメント壁体は、CSM 工法にて造成した。CSM 工法は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、矩形のソイルセメント壁体を造成する工法である。柱列式で使用する従来施工法にあるオーガ攪拌方式やカッターチェーン攪拌方式と異なり、掘削と攪拌混合との機能を兼ね備えた水平多軸回転カッターにより掘削効率と攪拌性能に優れ、粘性土から硬質地盤まで補助工法なしで施工可能な工法である (写真-3、4、図-6)。



写真-4 CSM 工法の施工状況



写真-3 施工機械 (クアトロカッター)

4. 施工において特に配慮した課題

4.1 ガイドウォール (溝壁防護工)

施工にあたり、ガイドウォール (溝壁防護工) を設置した (写真-5)。前述のとおり家屋敷地は戦後、道路構築時には全て撤去せずに埋め戻されていたため、防護矢板打設にあたり障害物 (旧家屋の石垣) の撤去が必要であった (写真-6)。

ガイドウォールは、軽量鋼矢板 (LSP-3 型 L=3m) (写真-7) を圧入し、建込精度確保のため、鉄筋コンクリートにて構築、軽量鋼矢板背面は地盤改良にて沈下防止対策を行った。(図-7)

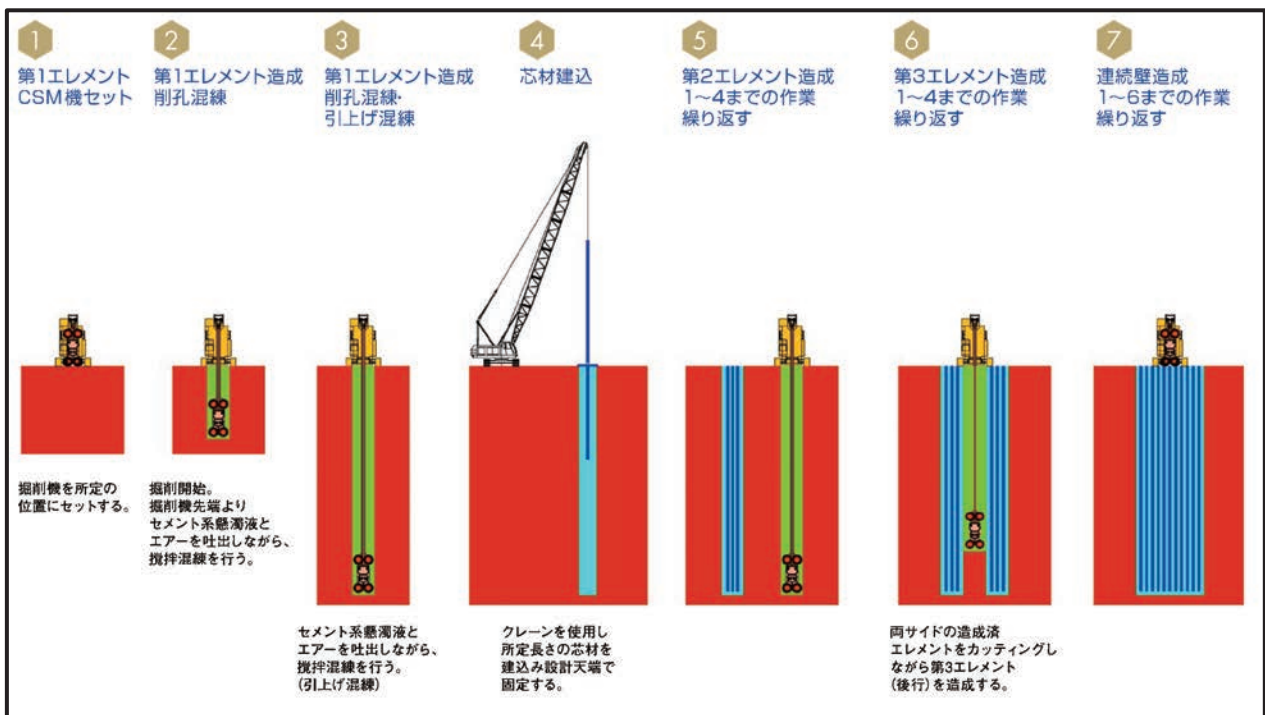


図-6 CSM 工法の施工順序



写真-5 ガイドウォールの施工状況



写真-6 撤去された玉石



写真-7 軽量鋼矢板の施工状況

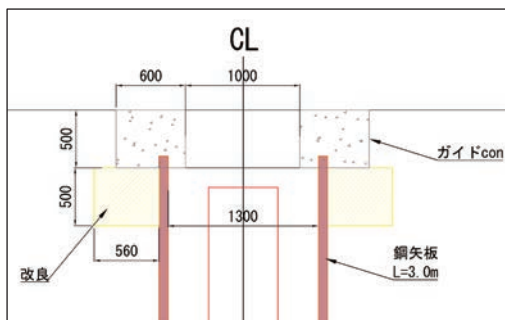


図-7 ガイドウォール構造図

4.2 土留め壁構造の変化部の遮水性

土留め壁構造の変化部は、柱列式土留め壁 (SMW 工法) と鋼製地中連続壁 (CSM 工法) である。土留め壁隅角部は、直線区間と比較し、掘削時に出水の可能性が高いため、遮水性確保が重要である。このため、CSM 工法の掘削時のカッター偏心を生じにくくする目的で、当初は先行して SMW 工法を無芯で施工し、あと施工で CSM 工法で掘削、建込を行う計画であった (図-8)。

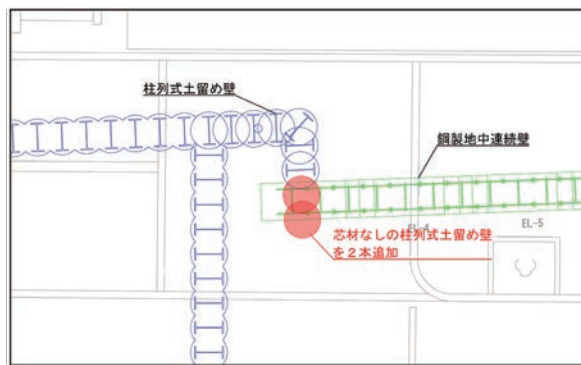


図-8 当初計画の施工方法

しかし、SMW 工法と CSM 工法を比較したとき、掘削時の鉛直精度が高いと見込める CSM 工法の範囲を多くすることが遮水性の確保に有利であることから、遮水性と NS-BOX の建込精度を向上させるため、施工順序、工法を変更した。隅角部の柱列式土留め壁を鋼製地中連続壁に変更し、異なる土留めの接続部分は直線での接続に変更した。変更した構造変化部の施工手順を図-9 に示す。

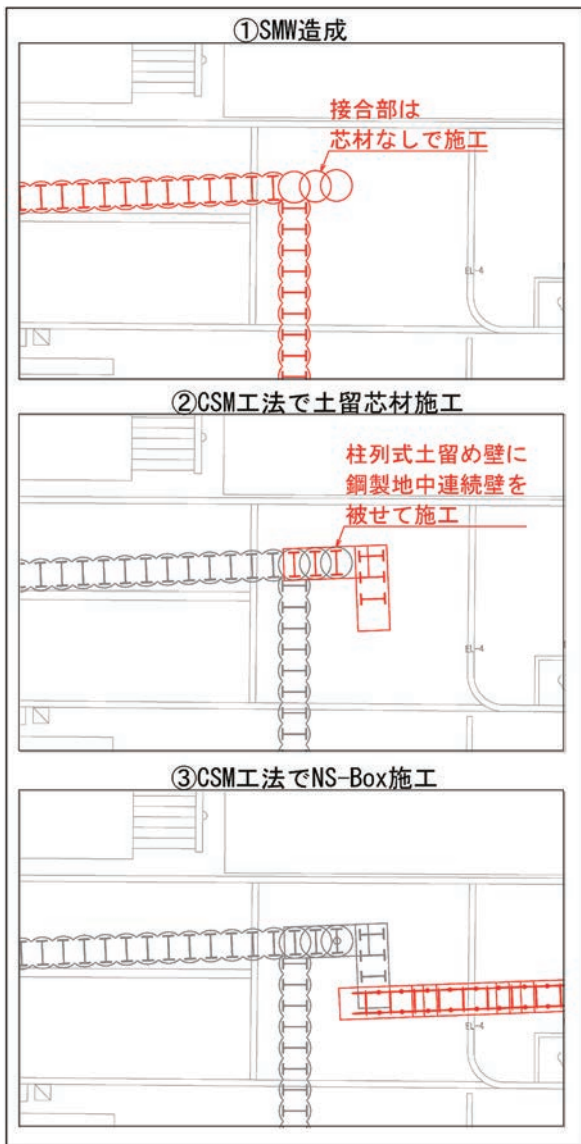


図-9 構造変化部の施工手順

なお、構造変化部の施工箇所は、店舗の入り口に当たり、夜間施工することが条件であったが、工法の変更により、夜間規制作業内で終了できなくなった。そのため店舗の休日を利用し、昼間施工を行うことで対応した（写真-8）。



写真-8 店舗入り口での施工状況

4.3 芯材の建込み精度

鋼製地中連続壁の芯材（NS-BOX）の建込精度は、目標値を 1/300 以内で管理した。管理方法は傾斜計測による計測管理とし、挿入式傾斜計（DC-300I-50）を用いて深度 1m ごとにリアルタイムで計測した（写真-9、図-10）。



写真-9 建込み精度確認状況

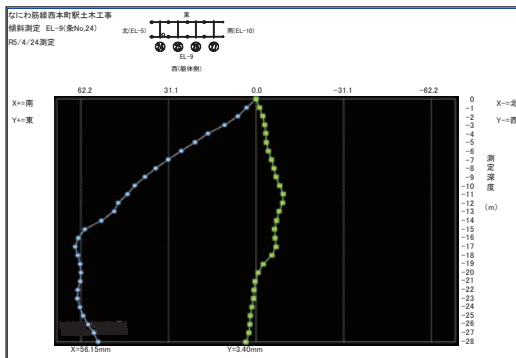


図-10 建込み精度の確認画面

4.4 嵌合継手の保護

NS-BOX 嵌合継手部を損傷させず施工するために、下記の対策を実施した。

①カッティングティースの変更

嵌合継手部に配列されているカッティングティースを丸型に変更し、嵌合継手部との離隔を 150mm 確保した（図-11、写真-10、11）。

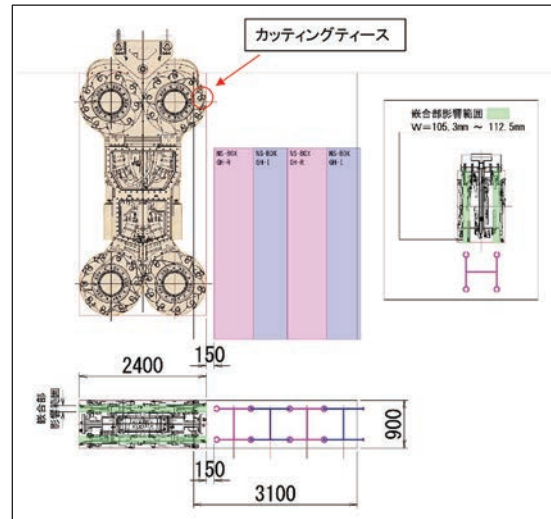


図-11 カッティングティースの配置

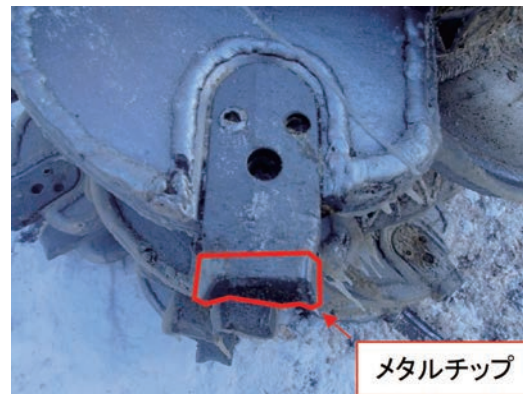


写真-10 通常のカッティングティース



写真-11 合継手部に配置したカッターの歯

②掘削エレメント割付の変更

施工エレメントを変更（施工サイクルを変更）し、嵌合継手部を考慮したエレメント割付に変更した。

一般的な割付は、1 エレメント（掘削幅 2400mm）に NS-BOX3 本を建込む。その場合、エレメントの両端の嵌合部は必ず GH-I または GH-R の 2 種類になり、先行エレメント端部は、GH-I と GH-R が交互に出現する。この時、先行エレメント端部が GH-I 嵌合部となる場合は、後行エレメント掘削時のカッタービット接触による破損を防止するためジャッキを併用した嵌合継手防護材で保護するが、過去に引抜き不能となる事例があった。そこで、1 エレメントの掘削幅を 2400mm から 3100mm に変更することによ

り、GH-R が接合部になるように掘削エレメントの割付を変更した。このことにより、嵌合継手防護材の引抜き不能となるリスクを軽減した（図-12、写真-12）。

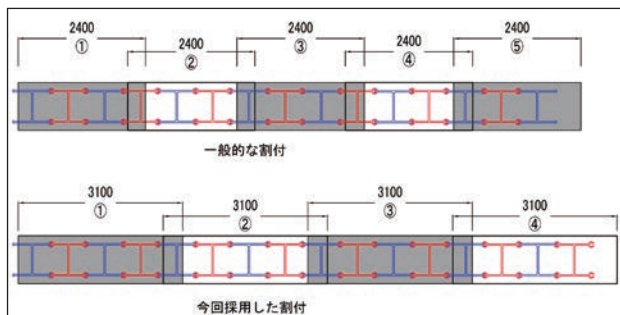


図-12 一般的な割付と採用したエレメント割付の比較



写真-12 鋼製連壁部材の建込み状況

4.5 シールド到達部材の施工

なにわ筋線終点側に到達するシールドは、単線シールドφ7.25mが2本、複線シールドφ11.22mが1本である。そのため、シールドの到達箇所にはシールドの直接到達が可能なFFU部材を採用した（写真-13）。



写真-13 FFU部材の建込状況

5. おわりに

本工事の鋼製地中連続壁は、2期（東西）に分けての施工である。本報では、1期工事（東側）である民地境界との狭隘な場所での鋼製地中連続壁、FFU部材（シールドの直接発進到達部材）の建込工事について報告した。2期工事（西側）では、1期工事の実績を踏まえ更にスムーズな施工を行いたい。現在、工事全体の進捗率は20%程度であり、2024年以降にピークを迎える。現場DXも併用シラブルをなくす予知・予測により工事を進捗させたい。

【謝辞】

鋼製地中連続壁の施工あたり、ご指導いただきました関西高速鉄道株式会社、ご協力いただきましたテクノス株式会社の関係者各位に対し、ここに深く感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 関西高速鉄道 HP : <http://www.kr-railway.co.jp>
- 2) 鋼製地中連続壁協会：鋼製地中連続壁工法-II 設計施工指針（案）2019年4月版