

バウアー工法研究会 技術セミナー

土留め・仮締め切り工法の特徴と課題

－ C S M工法の概要と施工事例－

平成29年11月29日

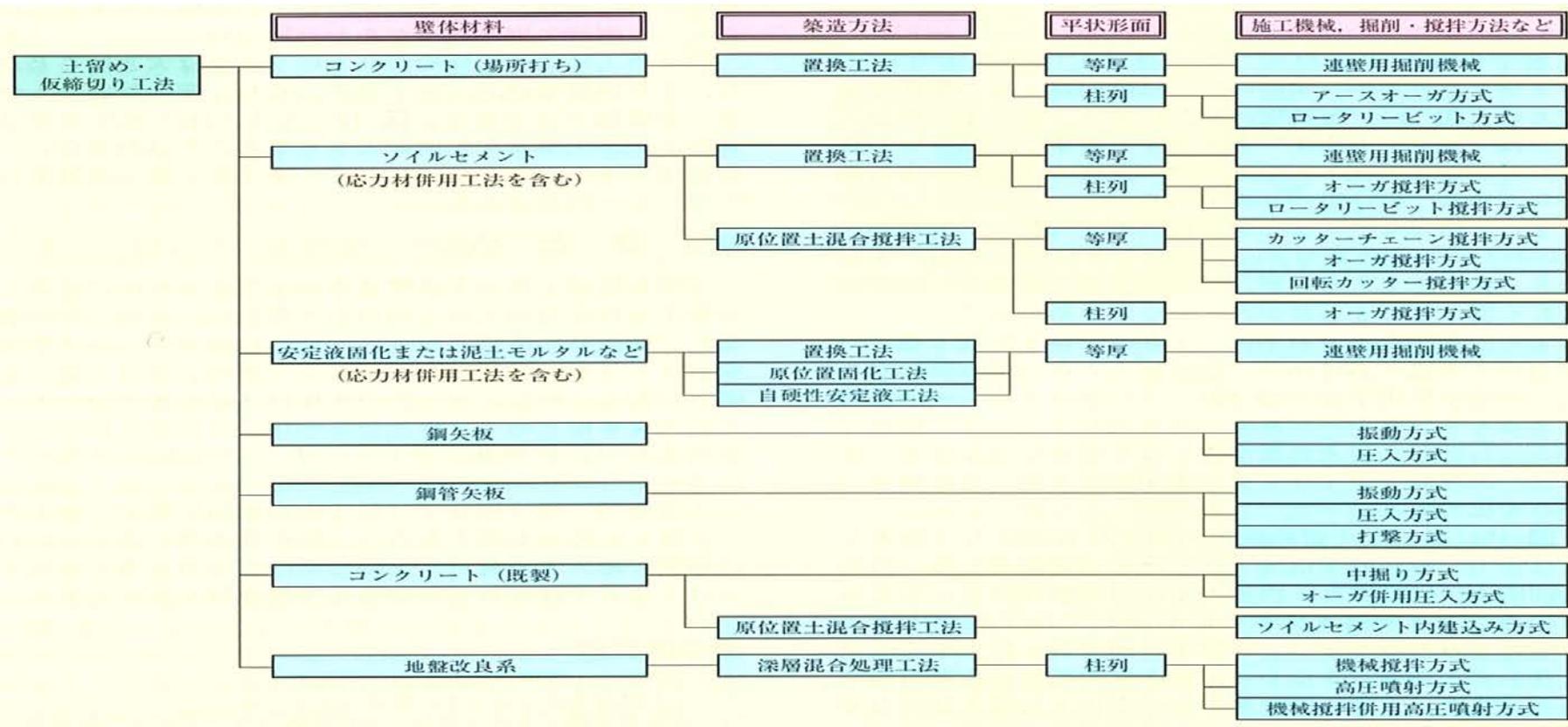
CSM委員会 佐久間誠也

この記号は？

BHP, CRM, FUSS, TSW, TRD, CSM,
SMW, ECW, GSS, RSW, ONS, TSP,
GST, TSS, PTC, MTI, SG-H, PIP-W,

【土留め・締切り工法一覧】

BHP工法／CRM工法／FUSS工法／TSW工法／TRD工法／CSM工法／SMW工法
／ECW工法／GSS工法／RSW工法／ONS工法／TSP工法／GST工法（旧SC
システム）／TSS工法／PTC工法／MTI工法／SG-H工法／PIP-W工法／
BH-W工法／ECO-MW工法／UD-HOMET工法／RC地中連続壁工法／鋼製地中
連続壁工法-I & II／SC合成地中連続壁工法／パノソル工法／バイブロ
ハンマ工法（鋼矢板&鋼管矢板）／JV工法（鋼矢板&鋼管矢板）／鋼
矢板圧入工法／ゼロクリアランス工法／連結鋼管矢板工法（バイブロハ
ンマ&WJ併用）／PTCバイブロフォンサMTI工法／TN工法／PC-壁体工法
／H型PC杭工法／コンクリート矢板圧入工法／アーバンリング&ライナ
ー工法／ケコム工法／ライナープレート工法／PCウォール工法 等々



壁体材料， 施工方法等による土留め・仮締め切り工法の分類

土留め・締切り工法の概要

分類	ソイルセメント系 (原位置土混合攪拌)	プレキャスト系	場所打ち系	鋼材系
主な 施工法	<ul style="list-style-type: none"> ・ SMW工法 ・ TRD工法 ・ CSM工法 	<ul style="list-style-type: none"> ・ PC-壁体工法 ・ H型PC杭工法 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄筋コンクリート 地中連続壁工法 ・ 鋼製地中連続壁 工法-I 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鋼矢板工法 ・ 鋼管矢板工法
概要図	<p>芯材 ソイルセメント柱列壁 ・ SMW</p> <p>芯材 ソイルセメント等厚壁 ・ TRD ・ CSM</p>	<p>PC-壁体</p> <p>H型PC杭</p>	<p>RC連壁</p> <p>鋼製連壁-I</p>	<p>鋼矢板</p> <p>鋼管矢板</p>

ソイルセメント系（原位置土混合攪拌）

【SMW工法】 40年以上の実績を持つ

多軸オーガによる掘削・攪拌機で原位置土をスラリー状のソイルセメントに改良し、応力材としてH型鋼を挿入して柱列状の土留め壁を構築する。大口径のオーガもありφ900mmまでの柱列壁に対応できる。応力材のH型鋼を利用した本体利用が可能である。



SMW工法施工機械



TRD工法施工機械

ソイルセメント系（原位置土混合攪拌）

【TRD工法】 開発後20年以上経過

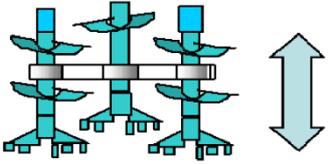
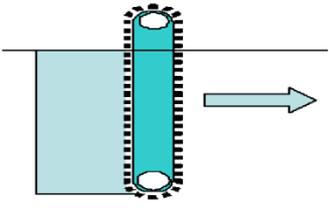
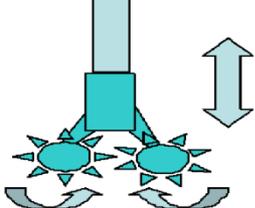
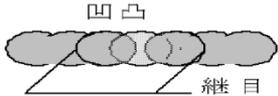
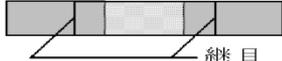
チェーンソー形の掘削・攪拌機で原位置土をスラリー状のソイルセメントに改良し、応力材としてH型鋼を挿入し土留め壁を構築する。等厚壁なので本体利用を目的としたNS-BOXを挿入し、ソイルセメント鋼製地中連続壁を構築することもできる。

ソイルセメント系(原位置土混合攪拌)

【CSM工法】 2004年に日本へ導入

水平多軸回転カッターによる掘削・攪拌機で原位置土をスラリー状のソイルセメントに改良し、応力材としてH型鋼を挿入し土留め壁を構築する(等壁厚)。TRDと同様にNS-BOXを挿入したソイルセメント鋼製地中連続壁を構築することもできる。

原位置土混合攪拌ソイルセメント工法の特徴

工法 項目	SMW工法	TRD工法	CSM工法
掘削機構 (イメージ)			
掘削機械の種類	多軸オーガ	カッターチェーン	水平多軸回転カッター
攪拌方向	水平	鉛直	鉛直
攪拌範囲	局部的 (上下動あり)	地表から壁底	局部的 (上下動+エアブローあり)
連続性	パネルの継ぎ合せ	連続造成	パネルの継ぎ合せ
壁の形状		等厚  ※TRD工法の継目は連続造成端部のみ	等厚 

CSM機一覽表

種 類	ケリーバー方式		吊り下げ方式	
	2カッター		クアトロカッター (4カッター)	タンデムカッター (2カッター)
機械姿写真				
開発年:日本導入年度	2004年	2004年	2006年(サイドカッター:2007年)	2013年
国内保有台数	1台	2台	3台(サイドカッター仕様:3台)	2台
カッター	型式	BCM3型	BCM5型	BCM5型
	トルク	0-30kN・m	0-45kN・m	0-45kN・m
ベース マシン	機械高	~35m程度	~35m程度	約6.5m(サイドカッター:約8.6m)
	機械長	10m程度	10m程度	8.0m程度
掘削深度(実績最大深度)	~35m(20m)	~35m(31m)	~65m(60m)	~65m(60m)
掘削壁厚	500~700mm	500~900mm	500~1,200mm	640~1,200mm
掘削幅	2,200 mm	2,400mm	2,400mm	2,800mm
施工実績(試験施工含む)	7件	10件	37件	8件

2016年3月現在 バウアー工法研究会CSM委員会調べ

その他のソイルセメント系 (原位置土混合攪拌)工法

- その他, 類似工法にはECW工法(廃泥量低減工法), AWARD-Ccw (廃泥量低減工法), AWARD-Trend (廃泥量低減工法), TMW工法(等壁厚), PTR工法(等壁厚), RMW工法(等壁厚), GSS工法(セメントスラリー再利用), ハイドゲン工法(セメントスラリー再利用), RSW工法, UD-HOMET工法(三点式、吊下げ式), ONS工法(特殊鋼管矢板)などがある。

各種工法の課題

分類	ソイルセメント系 (原位置土混合攪拌)	プレキャスト系	場所打ち系	鋼材系
主な 施工法	<ul style="list-style-type: none">・ SMW工法・ TRD工法・ CSM工法	<ul style="list-style-type: none">・ PC-壁体工法・ H型PC杭工法	<ul style="list-style-type: none">・ 鉄筋コンクリート 地中連続壁工法・ 鋼製地中連続壁 工法-I	<ul style="list-style-type: none">・ 鋼矢板工法・ 鋼管矢板工法
課題	<ul style="list-style-type: none">・ 廃泥量の低減・ 機械トルクなどの 性能アップ・ 硬質地盤への対応・ 新しい機械の開発	<ul style="list-style-type: none">・ 硬質地盤への対応 (特に礫, 玉石など)・ 新しい施工方法との 組み合わせ	<ul style="list-style-type: none">・ 施工機械の海外への流出・ 技術の伝承・ 廃泥, 廃液処理・ 安定液の管理・ 溝壁の安定確保・ コストダウンの追求・ 工程短縮の追求	<ul style="list-style-type: none">・ 止水性の確保・ コストダウンの追求・ 工程短縮の追求

課題への展望

・技術開発の継続

厳しい条件下における、品質確保、コストダウンおよび工程短縮を追求するか特殊条件化における施工に特化する技術開発。

技術開発には、既存技術の改良・工夫・海外からの新規技術の導入も含む。

(キーワード) 大深度, 大壁厚, 薄壁化, 柔軟化, 耐震, 環境リスク低減, 高止水性, 透水性, 低空頭, 狭隘作業, 高強度, 低強度, 省力化, 機械化, 自動化, 小型化, 維持更新, 安全, 安心etc...

・工事量の確保(海外展開含む)

・環境への配慮

CSM工法によるソイルセメント壁土留め工
およびソイルセメント鋼製地中連続壁の施工

大橋ジャンクション工事の例

首都高速道路ネットワーク図

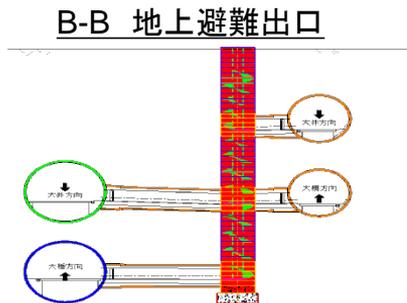
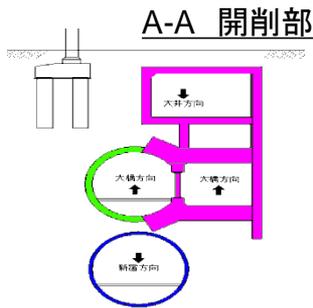
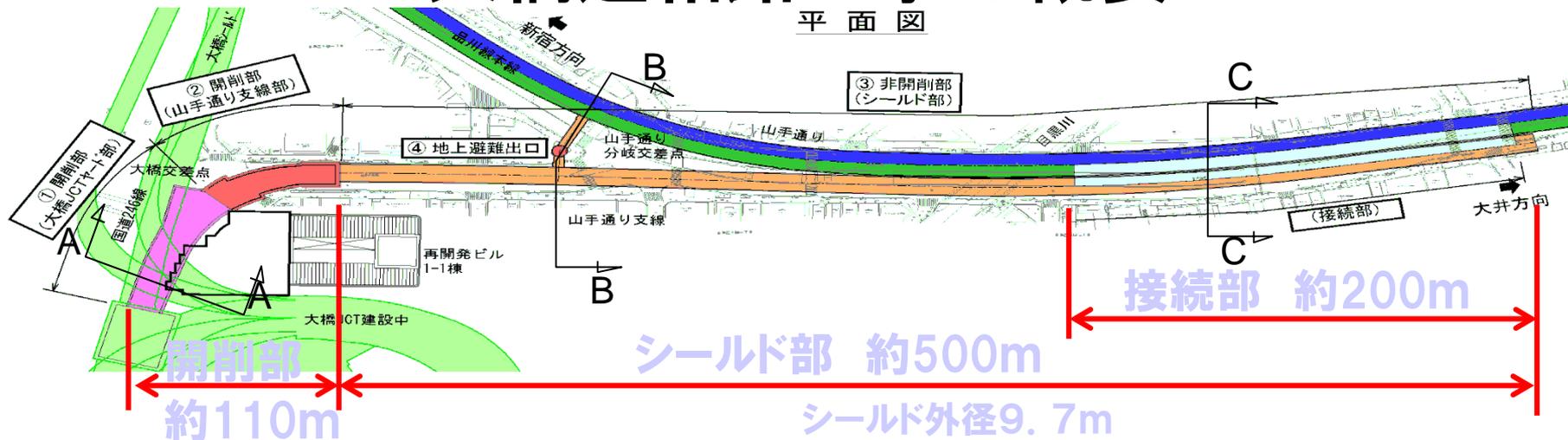


首都高速道路 ・延長:約 300キロメートル

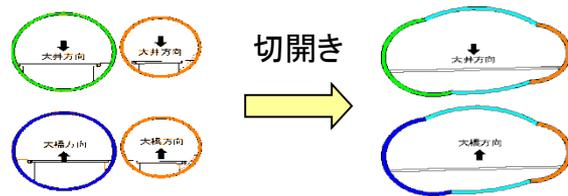
・利用台数:1日に約 115万台(200万人)

大橋連結路工事の概要

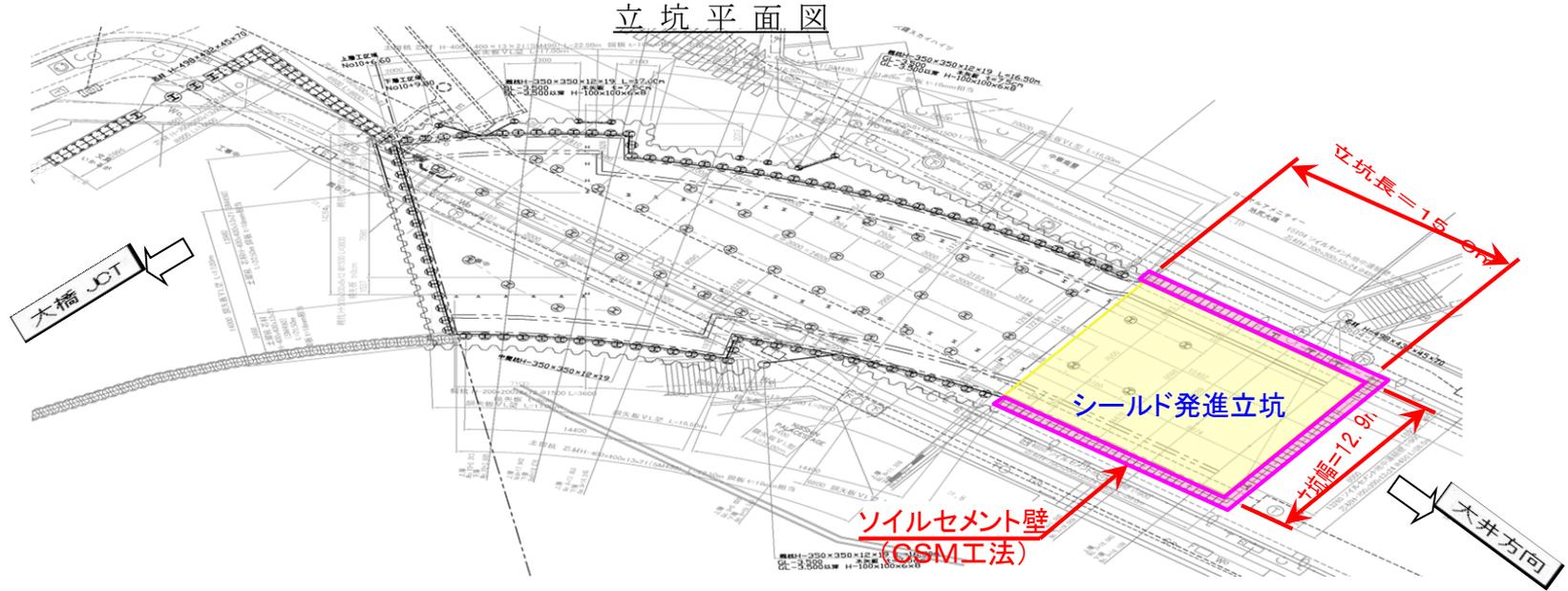
平面図



C-C シールド・切開き (非開削部)



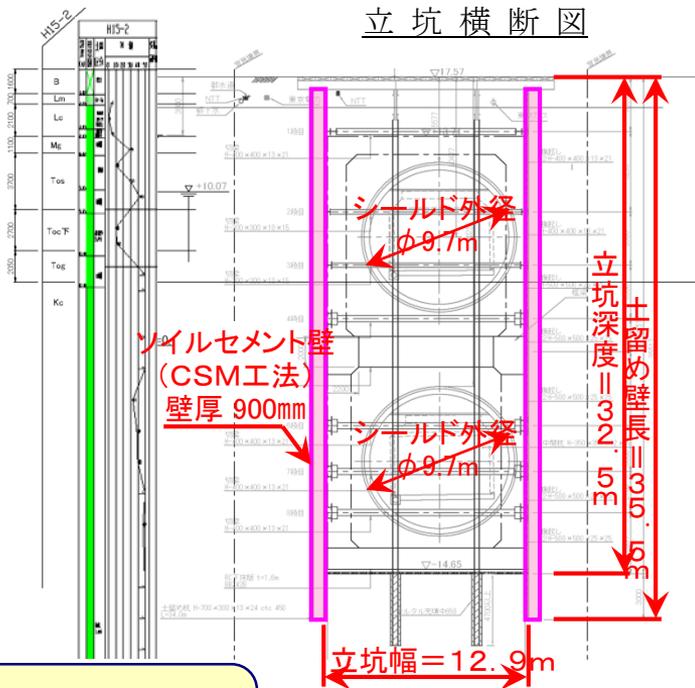
CSM工法による土留め工の施工概要



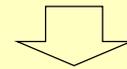
CSM土留め工施工対象 平面図

C S M施工対象 断面図

立坑横断図



◆上下2段の
大断面シールド発進立坑



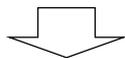
強度・剛性の高い土留め壁

◆硬質地盤(固結シルト層)
への対応

施工環境への対応

幹線道路(国246号、山手通り)を結束する重要支線

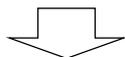
店舗、マンション等が隣接



円滑な交通の確保

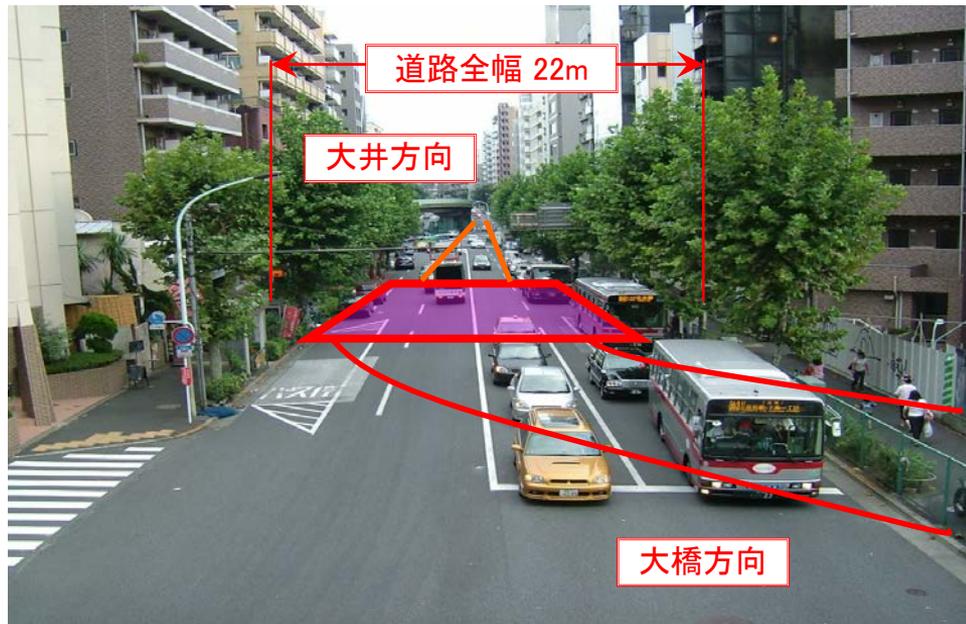
(大井方向1車線、大橋方向2車線確保)

営業環境、住環境への影響低減



作業帯幅・延長の縮減

夜間路上作業の低減

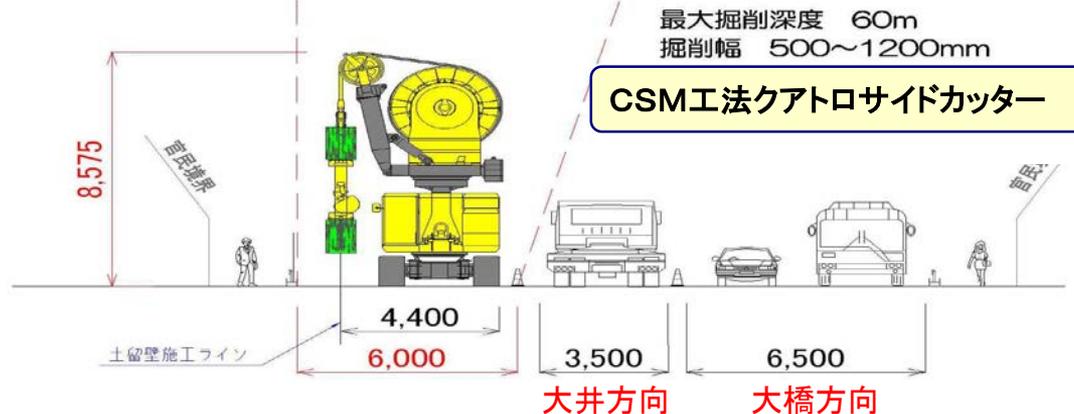


狭隘な作業帯（幅6m）への対応

フロントカッター（低空頭型）



サイドカッター（狭隘空間型）



○ 機械高さが6.5mと低く、沿道影響を解消

× 必要車線数を確保できず、夜間規制作業が必要



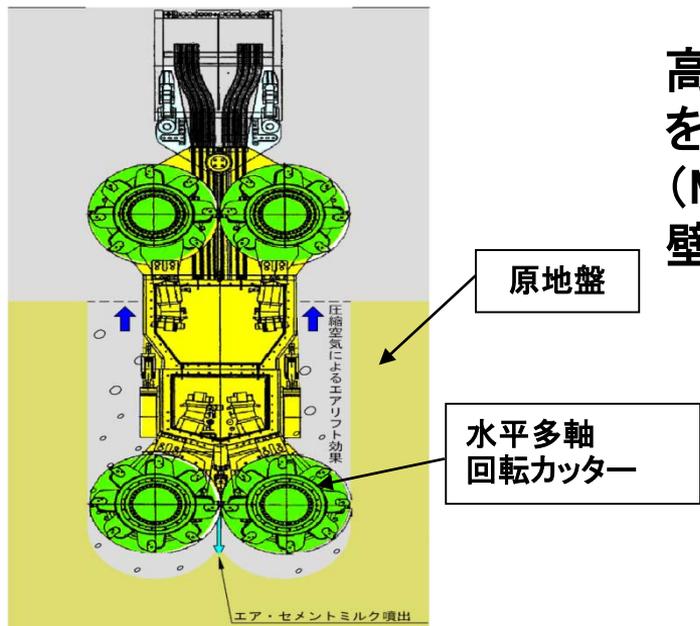
○ 機械高さが8.6mと低く、沿道影響を解消

○ 必要車線数を確保でき、昼間の常設作業帯内で施工可能



パーツの組替えでモデルチェンジ可能
⇒ 様々な施工条件に対応

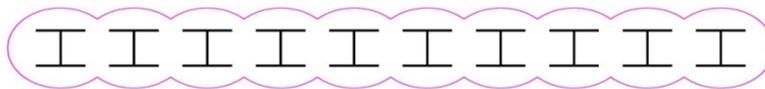
CSM工法の概要



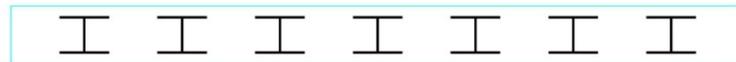
■CSM工法概念図

高い掘削性能を有する**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 (Mixing)** し、**等壁厚のソイルセメント壁体** (土留壁、遮水壁、地盤改良体等) を造成する工法

従来工法 (オーガー攪拌方式)



CSM工法

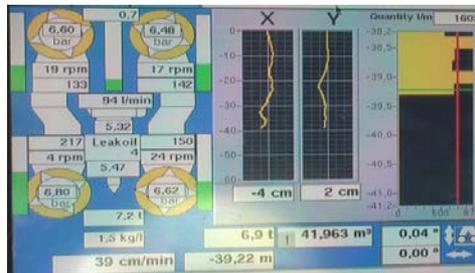


クアトロサイドカッター—各種機能



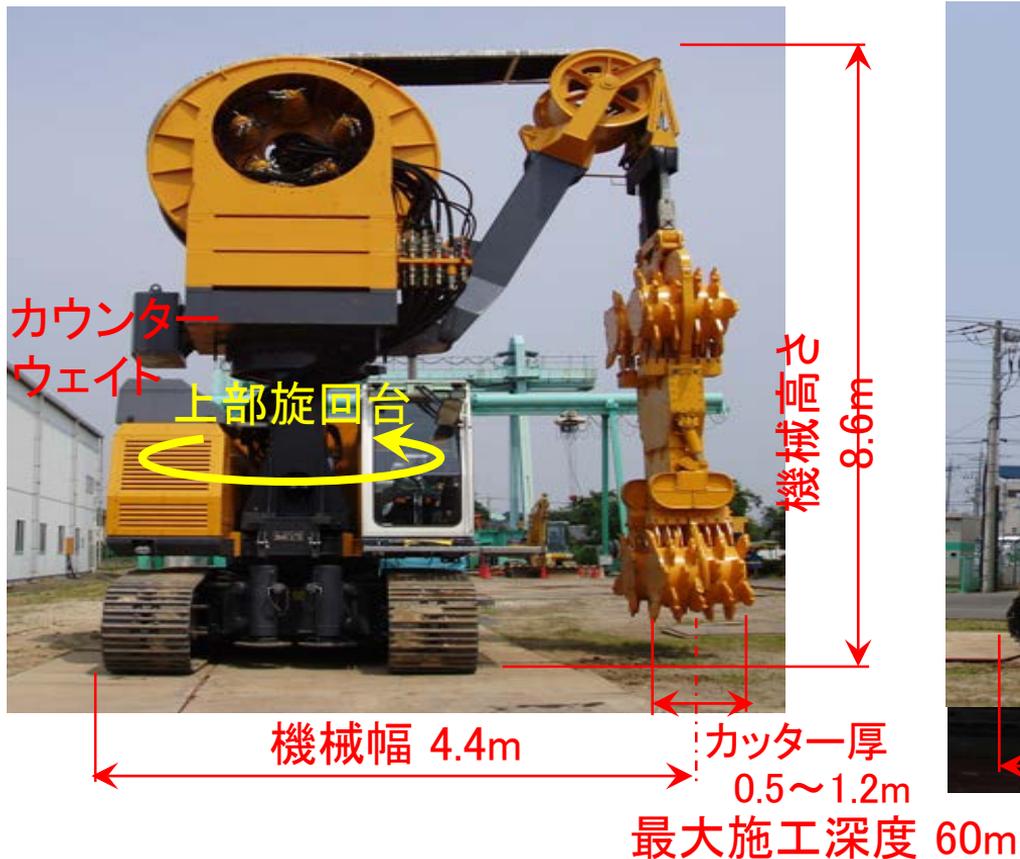
掘削・固化液／エア—吐出孔

水平多軸回転カッター



リアルタイム管理

クアトロサイドカッター機の仕様



施工手順（掘削・造成）

長時間施工

（大深度・硬質地盤・多数の
芯材継手・狭隘作業）

⇒

2サイクル施工

（施工途中のセメント固化による
トラブル回避）

■ 注入液計画配合表（対象体積1m3当り）

種別	セメント (kg)	ペントナイト (kg)	水 (kg)	遅延剤 (kg)	分散剤 (kg)	W/C (%)	練上り量 (ℓ)
掘削液	0	15	400	-	-	4 (B/W)	406
固化液	200	5	200	8.0	1.0	100	275
合計	200	20	600	8.0	1.0	300	681

実施工の状況

施工規模

深度: 38m

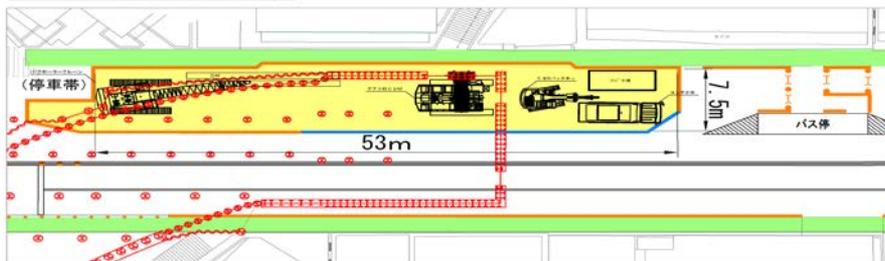
壁厚: 900mm

EL : 21EL

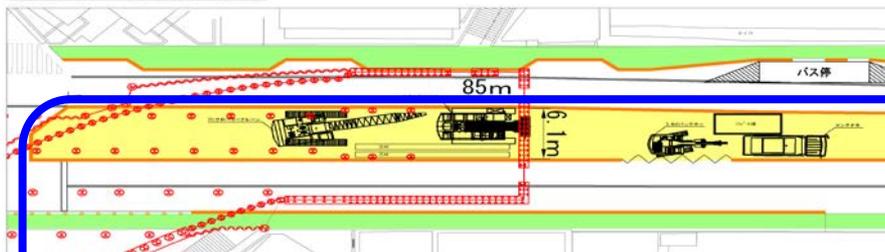


中央作業帯

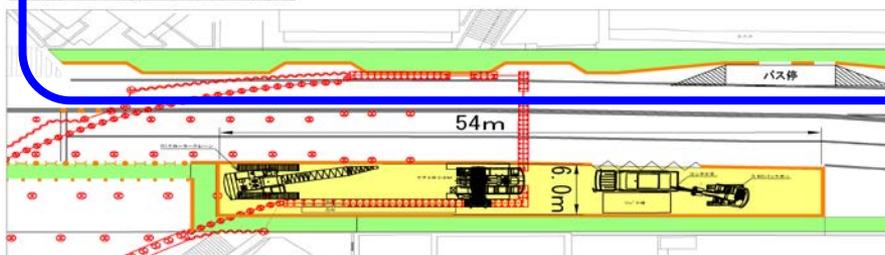
STEP-1 内回り作業帯



STEP-2 中央作業帯

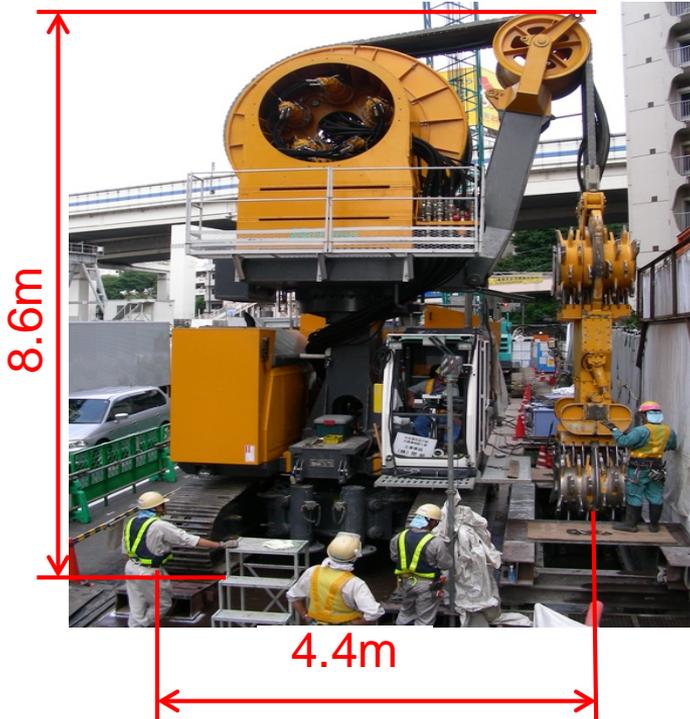


STEP-3 外回り作業帯





CSM機



円滑な交通の確保
作業帯幅・延長の縮減
夜間路上作業の低減

内回り作業帯

平成20年6月～平成20年12月



中央作業帯



平成20年12月～平成21年3月

外回り作業帯

平成21年3月～平成21年9月



中央作業帯

中央環状線 山手トンネル
渋谷線～新宿線
平成22年3月開通
東京SMOOTH
首都圏高速道路局

平成21年9月～平成25年6月



CSM工法によるソイルセメント鋼製連壁施工概要

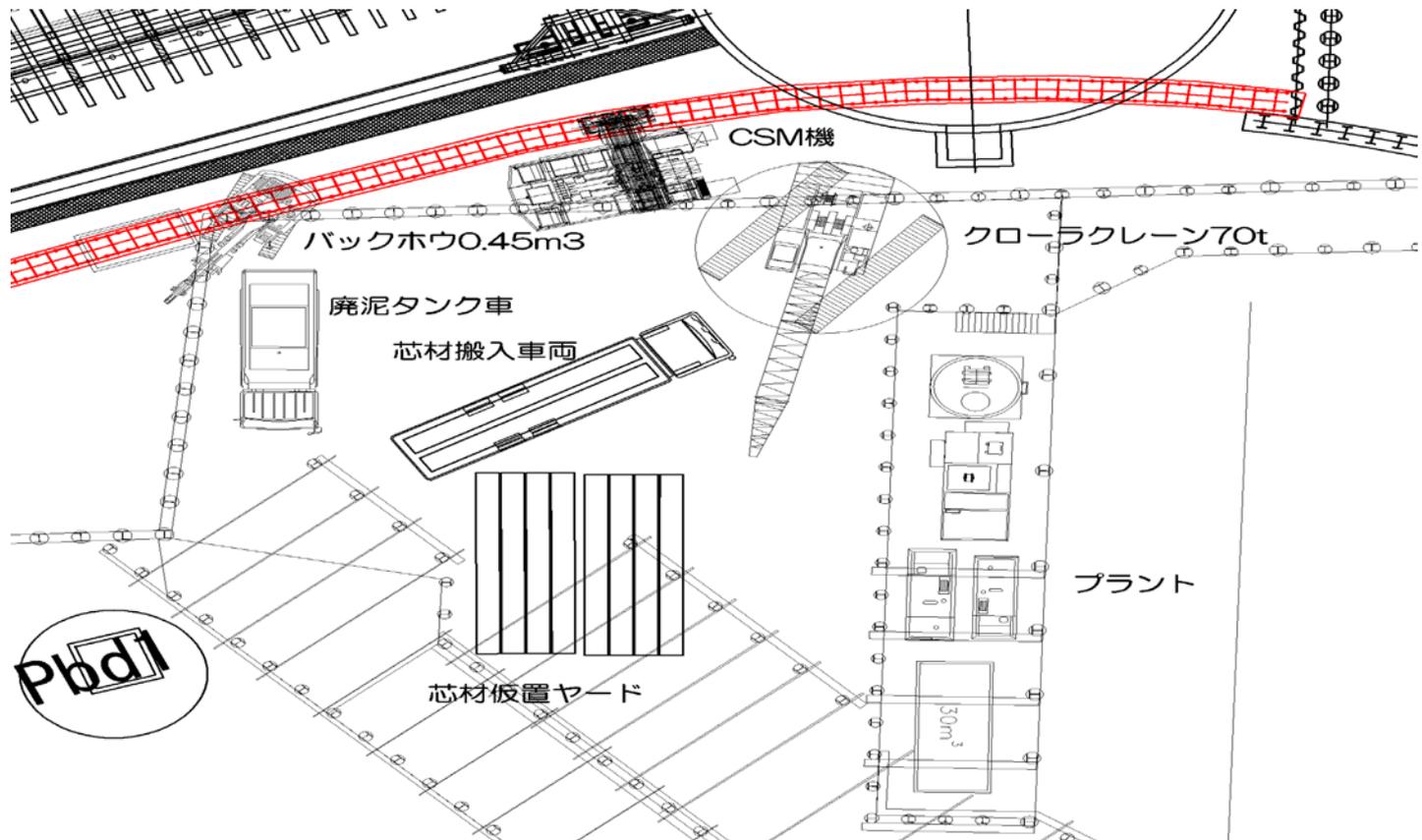
工事名 : SJ14工区(1)EF連結路土留壁・トンネル上床版工事

工事場所 : 東京都目黒区

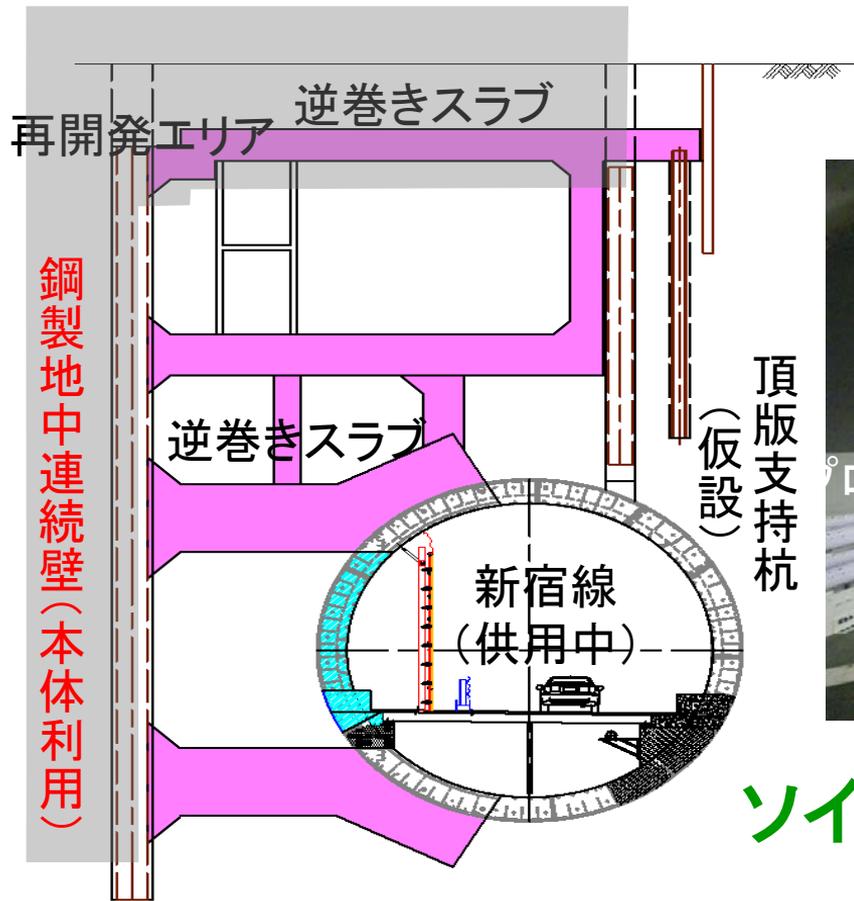
発注者 : 首都高速道路株式会社

施工概要 : 連壁平面延長58.9m, 連壁壁厚1.2m,
連壁深さ 30.0~33.0m, 連壁面積 1876m²,
充填材 ソイルセメント, NS-BOX仕様 GH900

用途分類 : 本体利用単独壁, 採用理由 薄壁化・省スペース



ソイルセメント鋼製連壁工施工機械配置 平面図



ソイルセメント鋼製連壁適用箇所

ソイルセメント鋼製連壁施工状況





CSM工法で施工したソイルセメント壁(心材入り)



CSM工法で施工したソイルセメント鋼製連壁壁面



CSM工法で施工したソイルセメント鋼製連壁壁面 (新網島)

ご静聴ありがとうございました。



CSM工法

-Cutter Soil Mixing Method-

QuattroCutter

BAUER

MG 24

バウアー工法研究会

CSM委員会

