

第16期 建設技術展示館
第8回 出展技術発表会

オープンシールド工法

「狭い場所でも水路の構築が可能な技術」



オープンシールド協会事務局

植村技研工業株式会社 NOS事業部

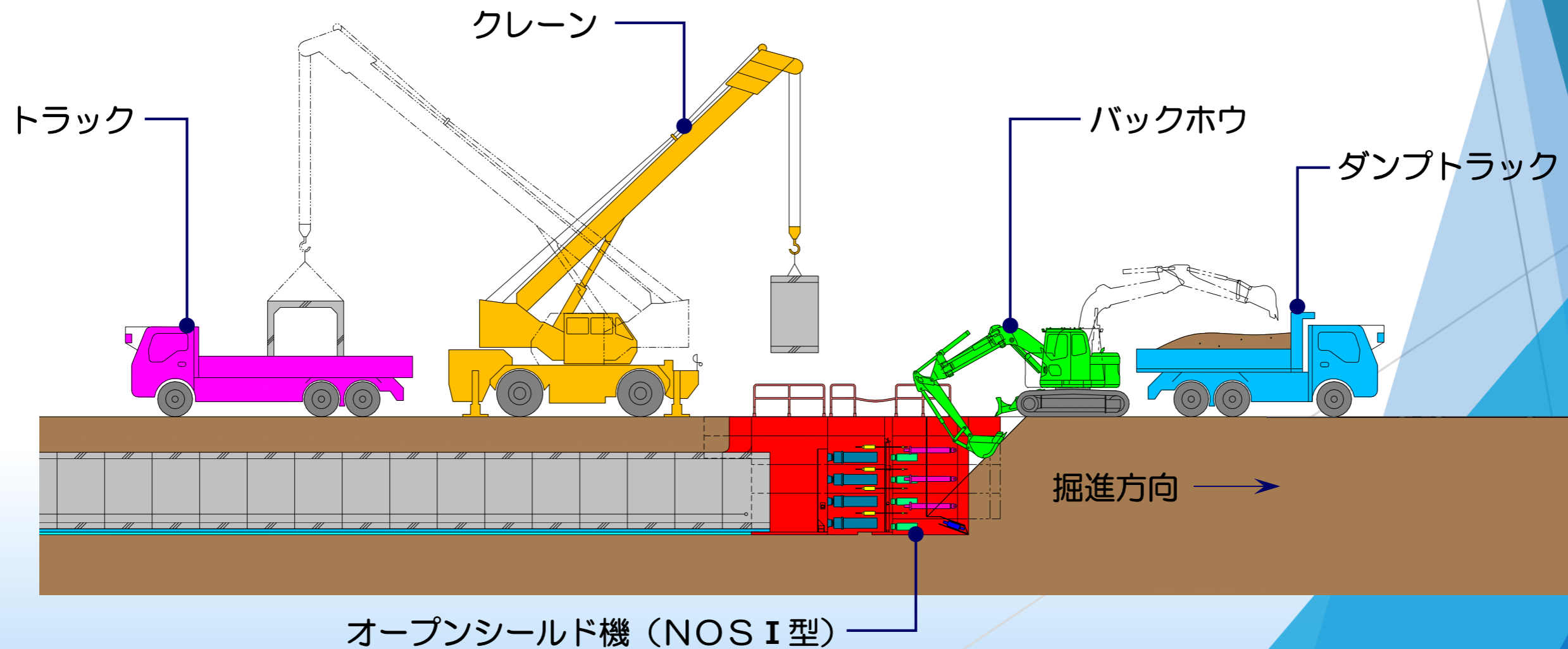
伊藤 元晶



令和6年7月4日

オープンシールド工法とは

地上より直接掘削を行う開削型の
シールド工法・推進工法



オープンシールド工法概要

オープンシールド工法はプレキャスト製品のボックスカルバート、U型開渠を地中に埋設する工法で、シールド工法や推進工法の手法を取り入れた「開削工法」代わる施工方法です。

特に**狭隘箇所**，**近接施工**，**硬質～軟弱地盤**，**地下水のある地盤**などの厳しい現場条件を得意としております。

実績件数：1239件（～2023（令和5）年度）

施工延長：約162 km



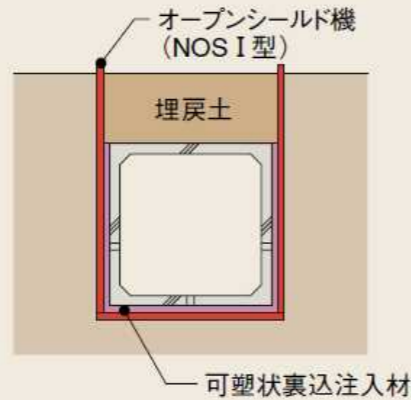
オープンシールド工法各タイプ適用範囲

各タイプ

適用範囲

裏込注入タイプ (NOS I型)

88%

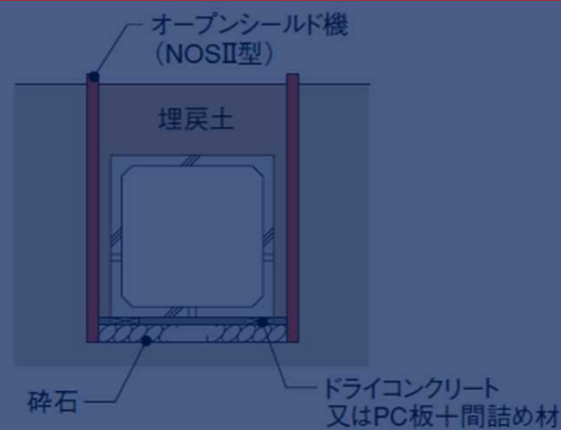


曲線	周辺・地盤への影響	水路改修への対応	土質・地下水			
			粘性土	砂質土	礫質土	地下水
○	○	○	○	○	○	○

※補助工法が必要な場合もあります。

裏込注入なしタイプ (NOS II型)

4%

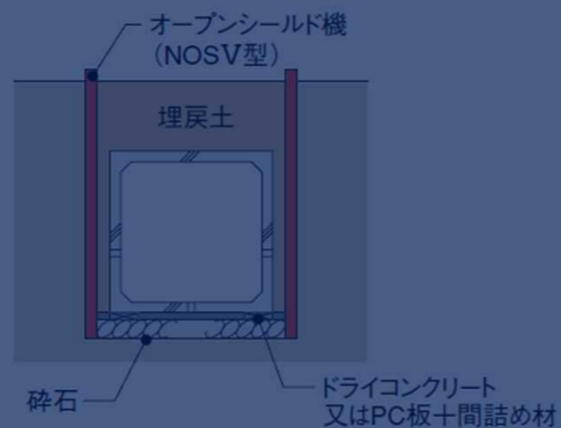


曲線	周辺・地盤への影響	水路改修への対応	土質・地下水			
			粘性土	砂質土	礫質土	地下水
※○	△	○	○	△	○	※△

※補助工法が必要な場合もあります。

自走タイプ (NOS V型)

2%



曲線	周辺・地盤への影響	水路改修への対応	土質・地下水			
			粘性土	砂質土	礫質土	地下水
△	△	△	○	△	△	※△

※補助工法が必要な場合もあります。

推進タイプ (NOS III型)

6%

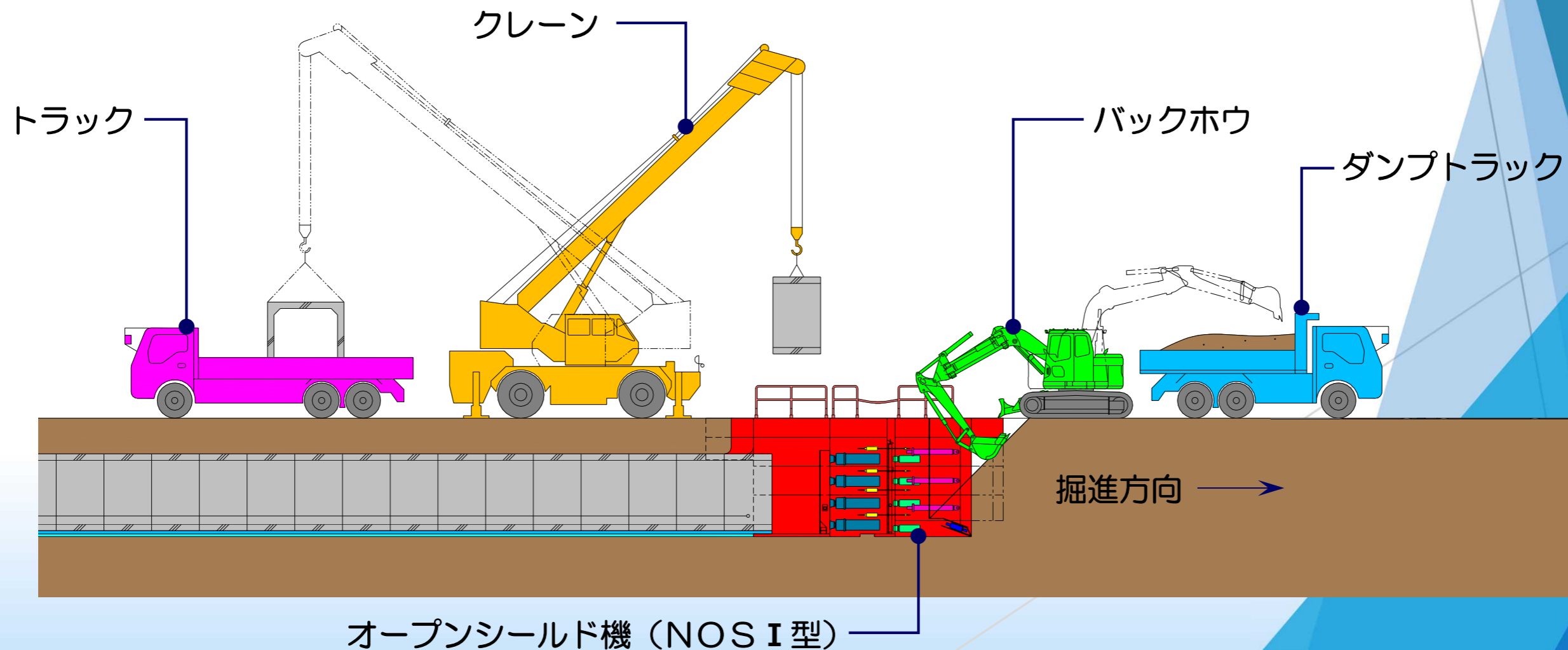


曲線	周辺・地盤への影響	水路改修への対応	土質・地下水			
			粘性土	砂質土	礫質土	地下水
×	○	○	○	○	○	※○

※補助工法が必要な場合もあります。

裏込注入タイプ（NOS I型）：施工概要

上部が開放されたオープンシールド機を1函体の土留めとして使用します。土圧バランスの取れた切羽内部の地山を地上よりバックホウにて芯抜き掘削・排土しながら、敷設函体を反力に油圧ジャッキの伸長によりシールド機を掘進します。同時にテールボイドは可塑状の裏込注入材を充填します。函体上部は即時埋戻しを行います。



裏込注入タイプ（NOS I型）：オープンシールド機



側部・底部が囲われた
空間に函体を敷設



スライド式土留で
地山崩壊を防止



防護された切羽内部を掘削



前胴・後胴に別れている
二分割構造

裏込注入タイプ（NOS I型）：裏込注入

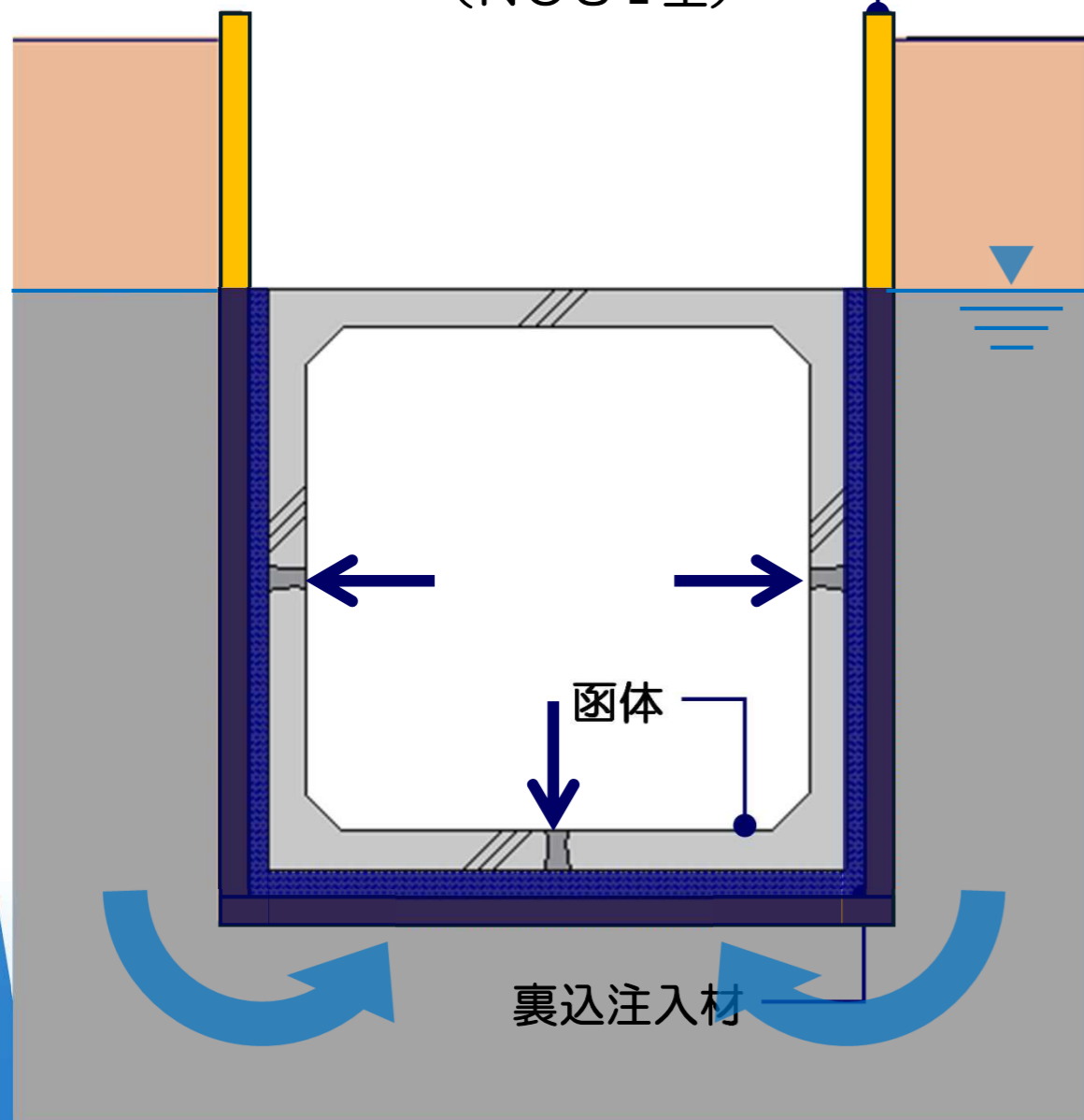
重要ポイント

- 3面土留め構造
- 裏込注入材充填

据付函体と地山の空隙部に、可塑状の裏込注入材を充填しながら掘進します。

断面図

オープンシールド機
(NOS I型)



<裏込注入材>



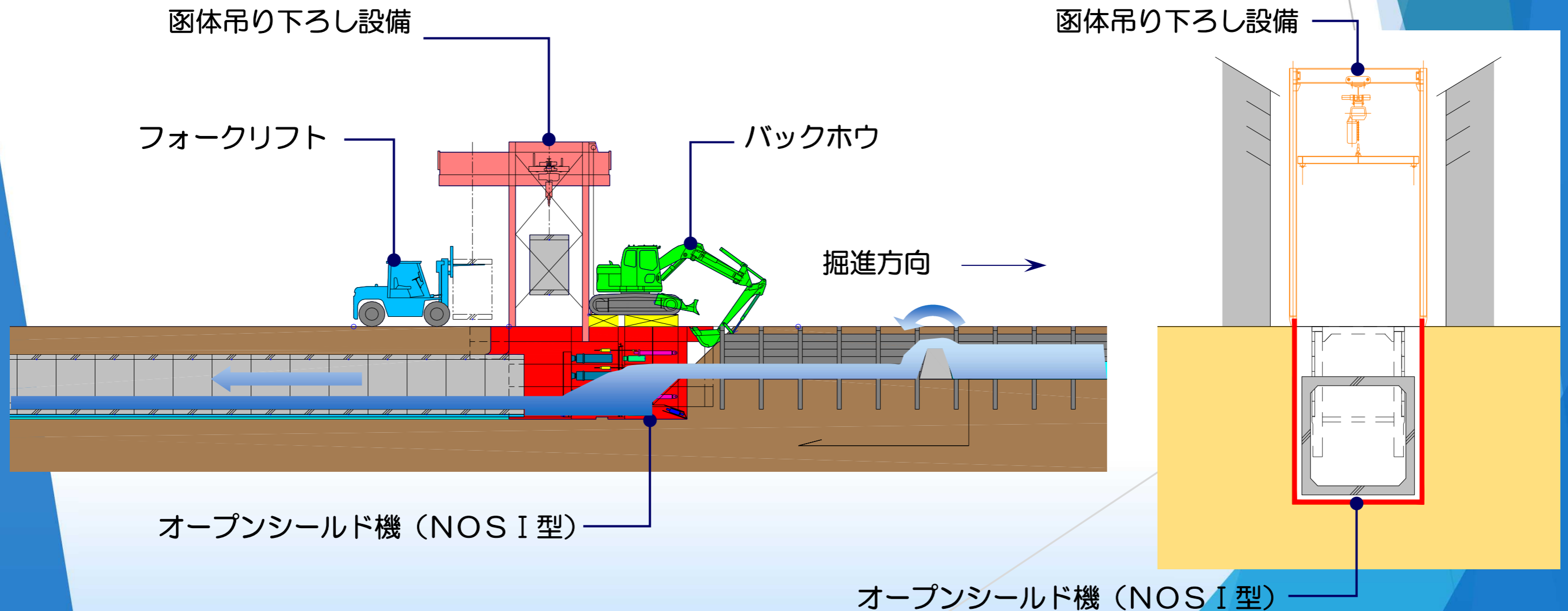
A液：セメントミルク
B液：急硬剤

6～12秒でゲル化
(可塑状態)

硬化裏込注入材

裏込注入タイプ（NOS I型）：既設水路改修

- シールド機上にバックホウを配置する事ができます。
- シールド機上に函体吊り下し設備を設置する事ができます。
- 降雨による増水時、シールド機内を通水させる事ができます。



裏込注入タイプ（NOS I型）：施工サイクル（既設水路改修）

オープンシールド工法 裏込注入タイプ(NOS I型)

既設水路改修の場合

オープンシールド協会

家屋近接狭隘箇所での水路改修

施工前



施工場所 : 埼玉県さいたま市

施工タイプ : 裏込注入タイプ (NOS I 型)

敷設函体 : U-1.4×1.3他

施工延長 : L ≒ 160m

家屋近接狭隘箇所での水路改修

施工中



家屋近接狭隘箇所での水路改修

残土運搬状況



開渠運搬状況



家屋近接狭隘箇所での水路改修

施工前

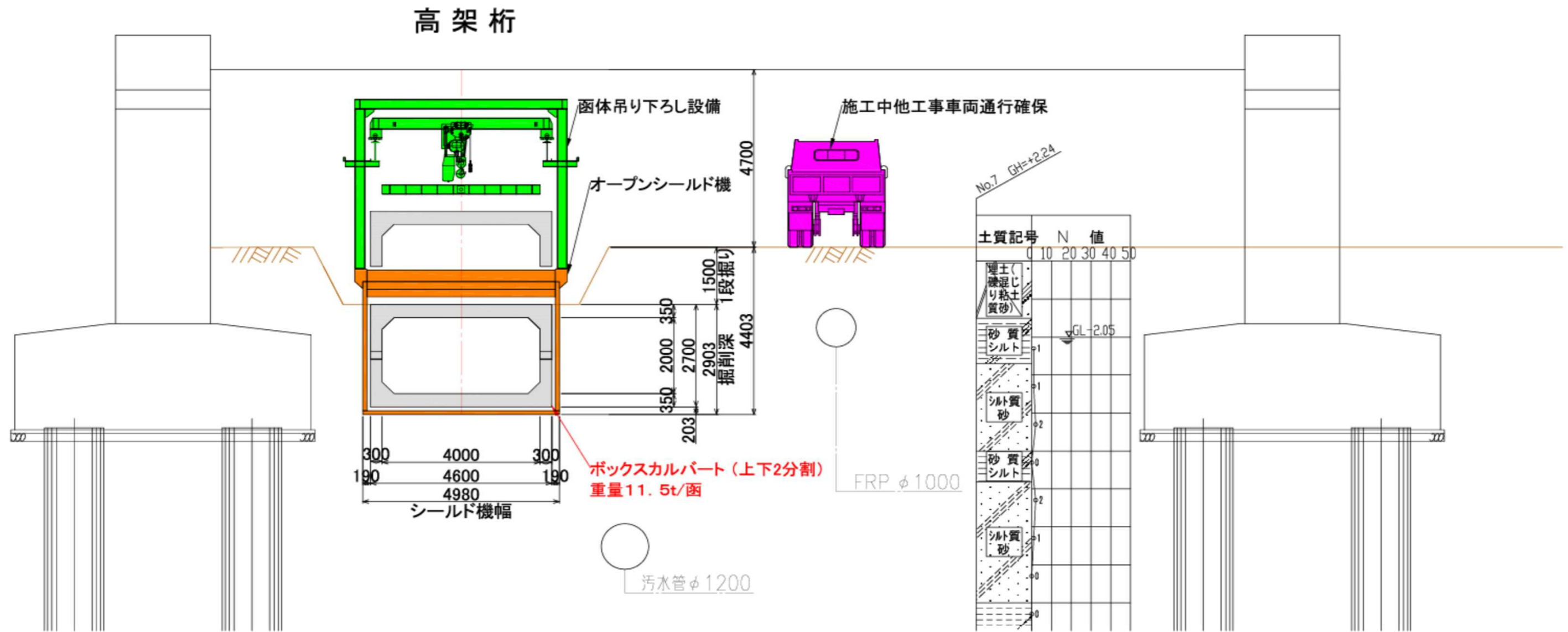


施工後



JR高架下の通過施工

断面図



施工場所 : 長崎県長崎市

施工タイプ : 裏込注入タイプ (NOS I 型)

敷設函体 : \square -4.0 \times 2.0

施工延長 : L \div 90m

JR高架下の通過施工

施工中



JR高架下の通過施工

施工前



施工後



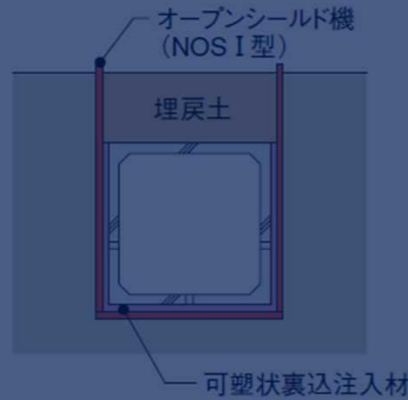
オープンシールド工法各タイプ適用範囲

各タイプ

適用範囲

裏込注入タイプ (NOS I型)

88%

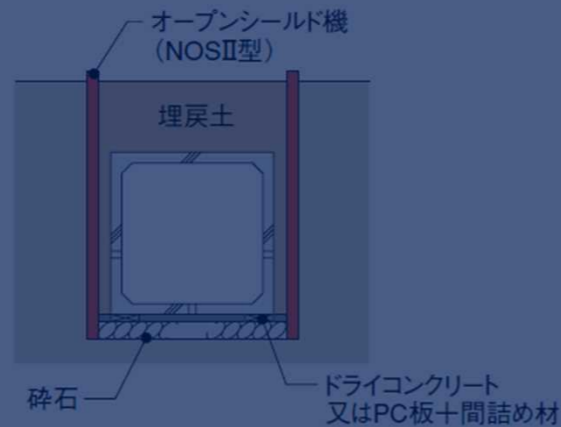


曲線	周辺・地盤への影響	水路改修への対応	土質・地下水			
			粘性土	砂質土	礫質土	地下水
○	○	○	○	○	○	○

※補助工法が必要な場合もあります。

裏込注入なしタイプ (NOS II型)

4%

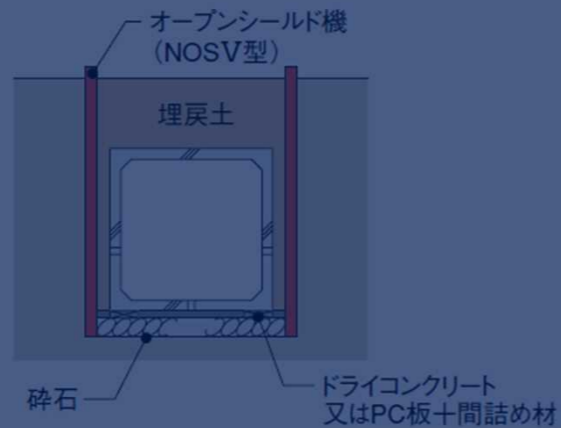


曲線	周辺・地盤への影響	水路改修への対応	土質・地下水			
			粘性土	砂質土	礫質土	地下水
※○	△	○	○	△	○	※△

※補助工法が必要な場合もあります。

自走タイプ (NOS V型)

2%



曲線	周辺・地盤への影響	水路改修への対応	土質・地下水			
			粘性土	砂質土	礫質土	地下水
△	△	△	○	△	△	※△

※補助工法が必要な場合もあります。

推進タイプ (NOS III型)

6%



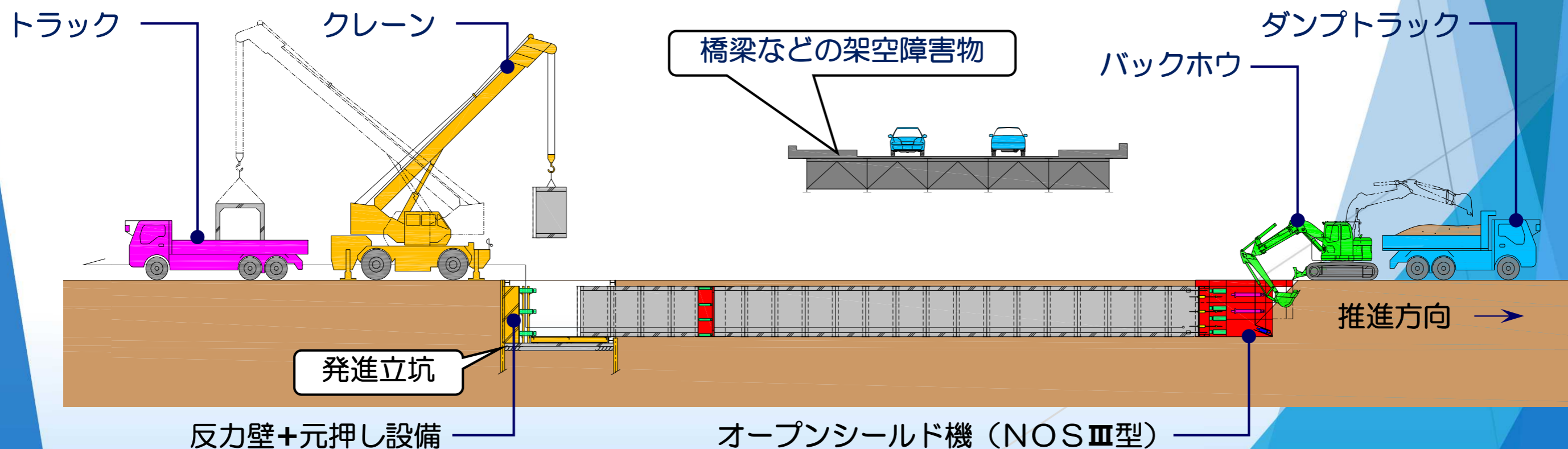
曲線	周辺・地盤への影響	水路改修への対応	土質・地下水			
			粘性土	砂質土	礫質土	地下水
×	○	○	○	○	○	※○

※補助工法が必要な場合もあります。

推進タイプ（NOSⅢ型）： 施工概要

上部が開放されたオープンシールド機を推進函体の先導体として使用します。発進部に函体を据付け、土圧バランスの取れた切羽内部の地山を地上よりバックホウで掘削・排土しながら、発進部に設置した反力壁に反力をとり、油圧ジャッキの伸長により函体を推進させます。

函体上部は即時埋戻しを行います。



既設橋梁下横断・用水路改築施工



施工場所 : 愛知県春日井市

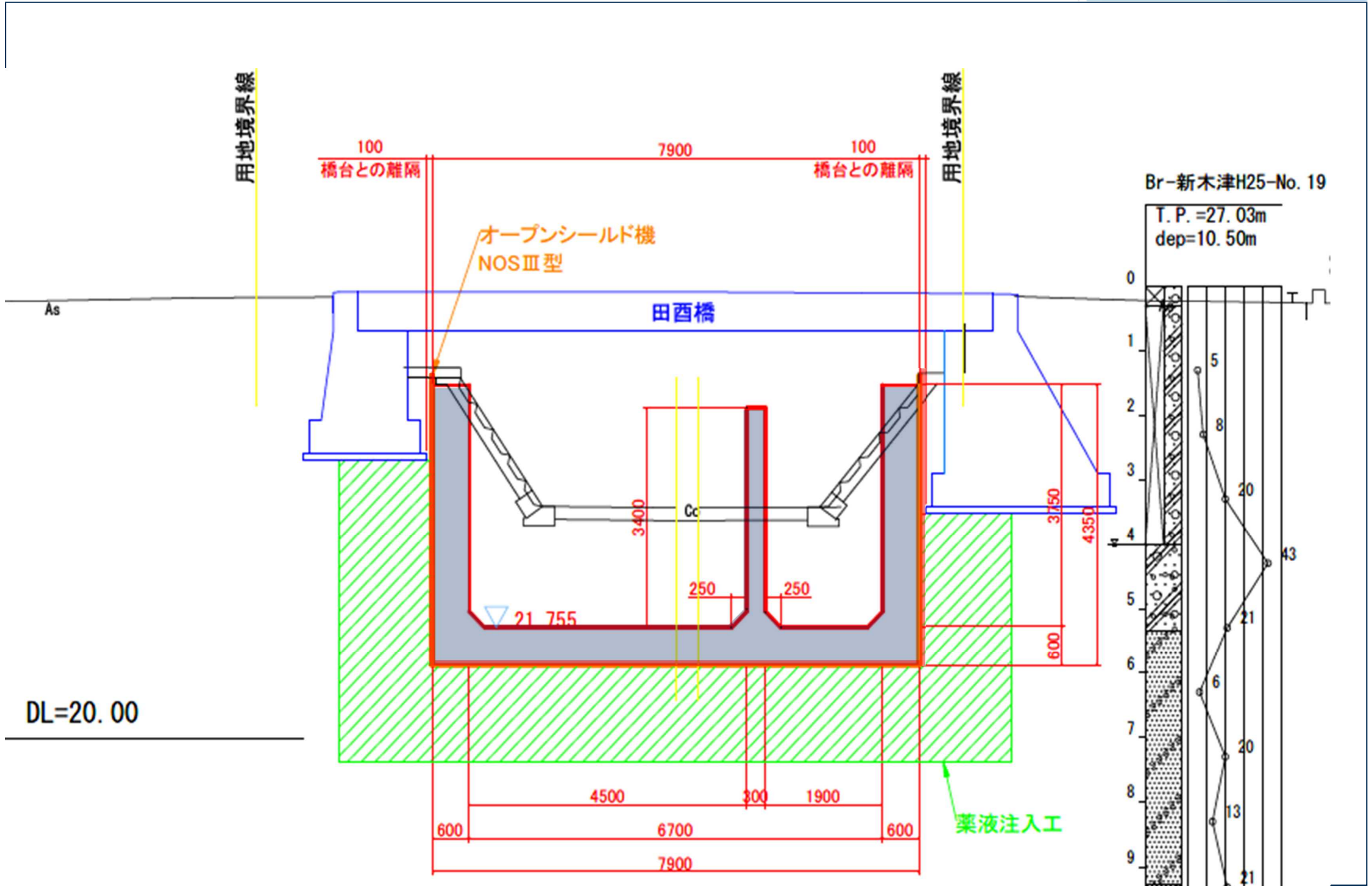
施工タイプ : 推進タイプ (NOSⅢ型)

敷設函体 : UU-(4.5+1.9)×3.75

施工延長 : L ≒ 20m

既設橋梁下横断・用水路改築施工

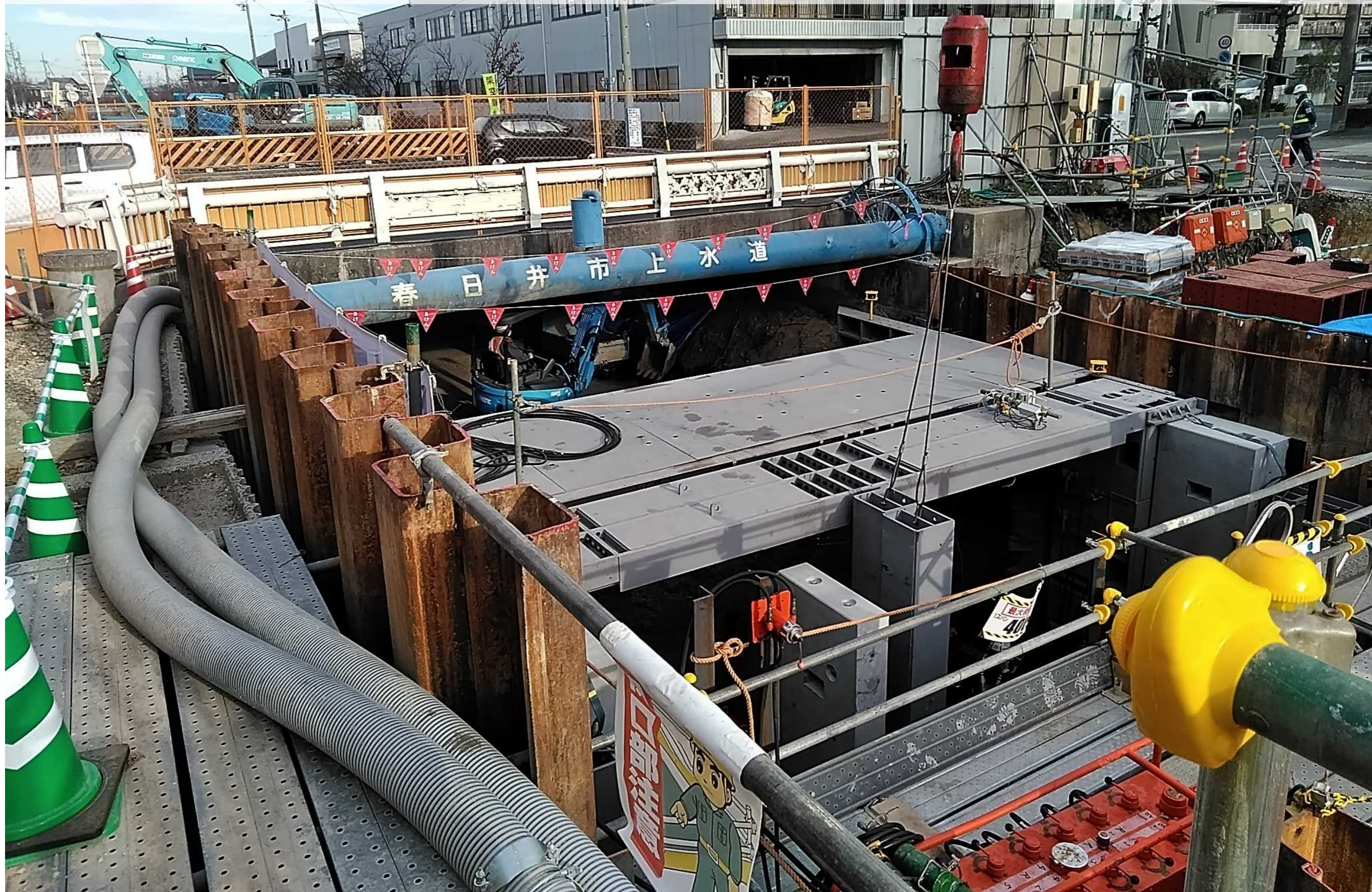
断面図



DL=20.00

既設橋梁下横断・用水路改築施工

施工中



既設橋梁下横断・用水路改築施工



最近の取組①

オープンシールド工法用自動測量システム

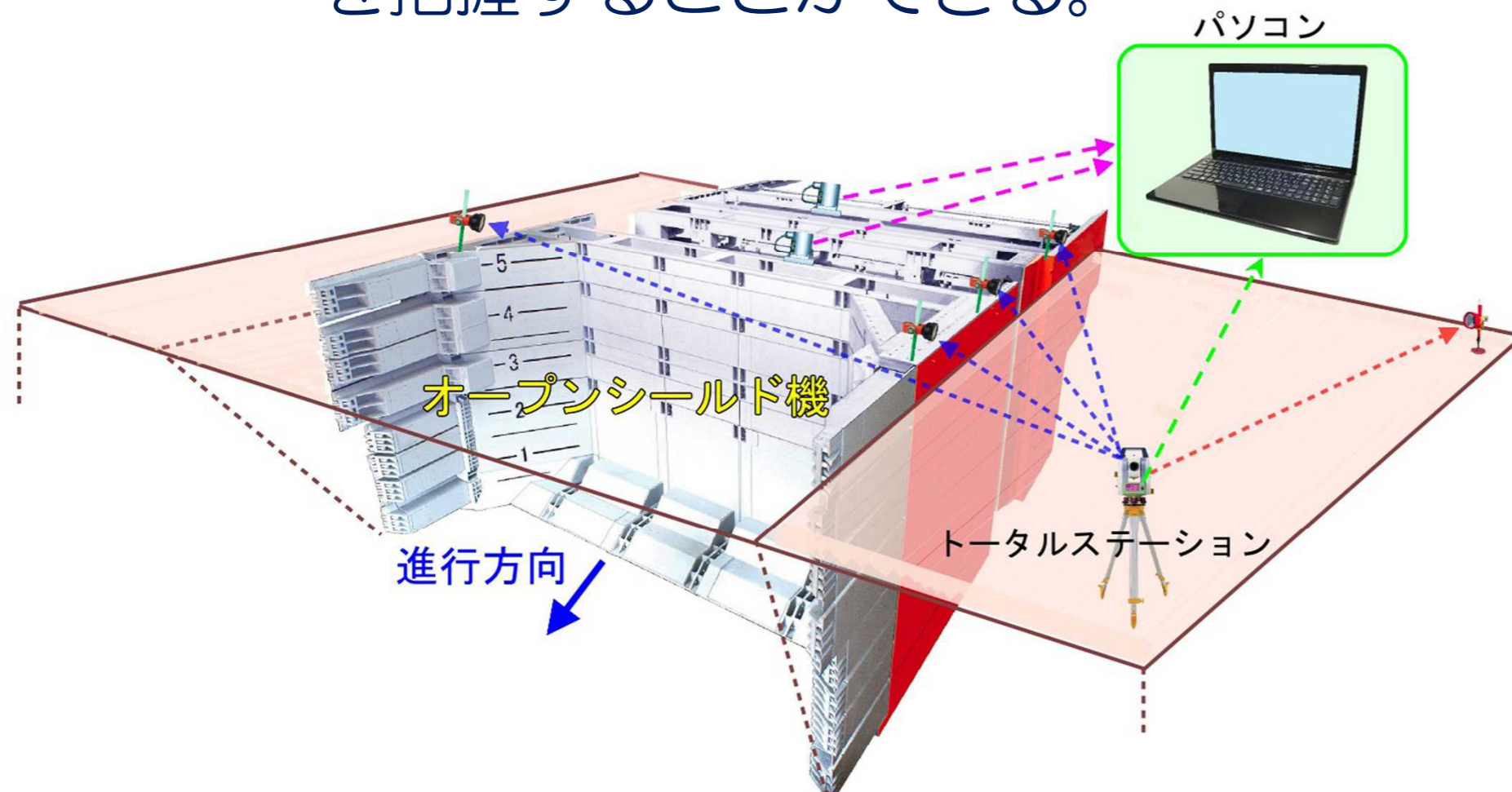
オープンシールド工法用自動測量システム

「オープンシールド工法用の自動測量システム」
NETIS登録番号 KT-230172-A



オープンシールド工法用の自動測量システム概要

自動追尾型トータルステーションを用いてオープンシールド機の挙動を自動で測定し、3Dデータを取得することにより、リアルタイムで掘進中のオープンシールド機の挙動を把握することができる。



効果

- 測量時間短縮
- 作業人数の削減
- 作業の安全性向上
- 管理不足によるトラブルの減少
- 熟練者以外での施工

オープンシールド工法用自動測量システム

オープンシールド工法用自動測量システム稼働状況



掘削用
バックホウ

オープン
シールド機

掘削箇所

トータル
ステーション

オープンシールド工法用自動測量システム

オープンシールド工法用自動測量システム操作状況

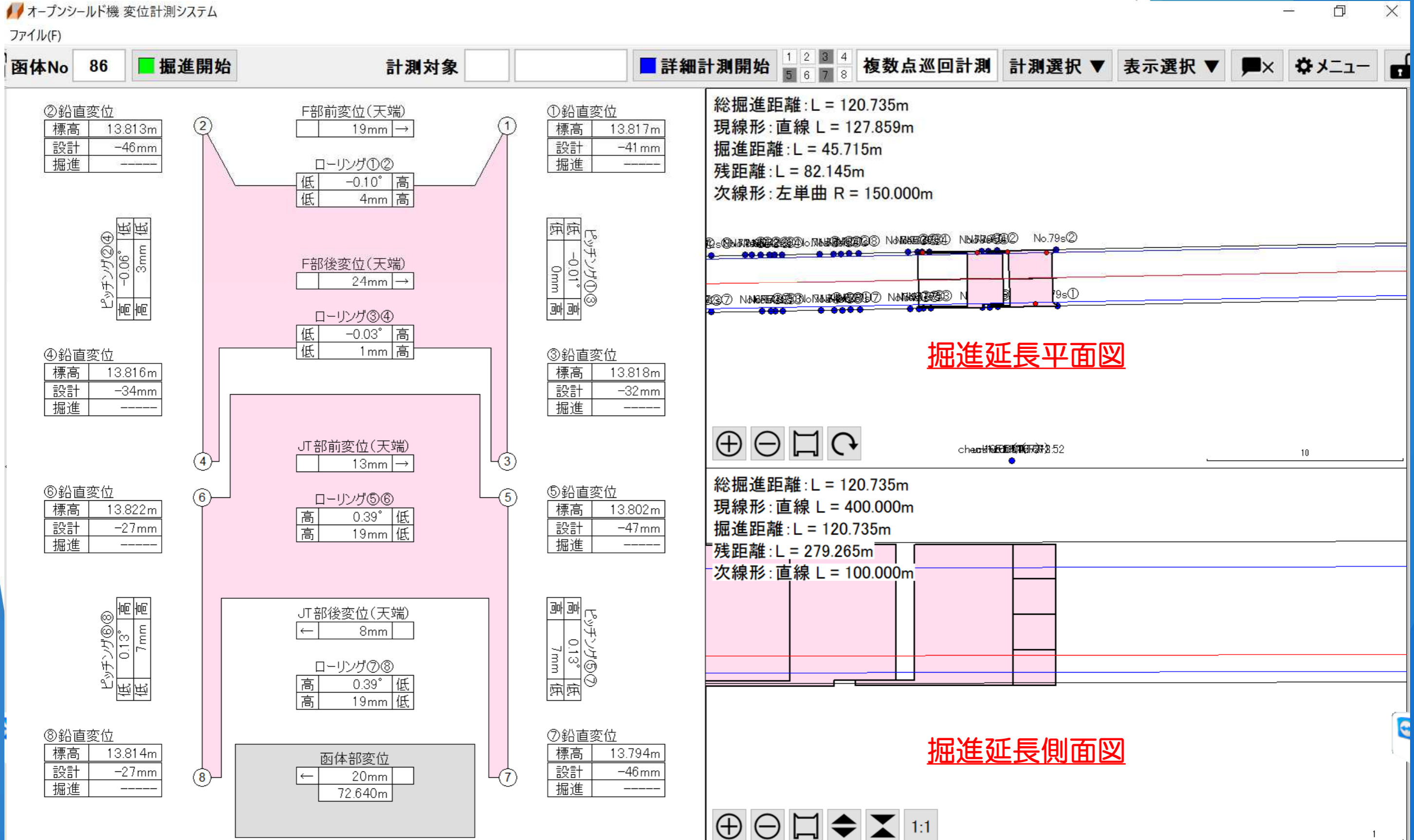


計測作業時トータルステーション周りでの操作は必要無し

シールド機内に配置したタブレットで計測操作

オープンシールド工法用自動測量システム

オープンシールド工法用自動測量システムアウトプット画面



オープンシールド機平面図

最近の取組②

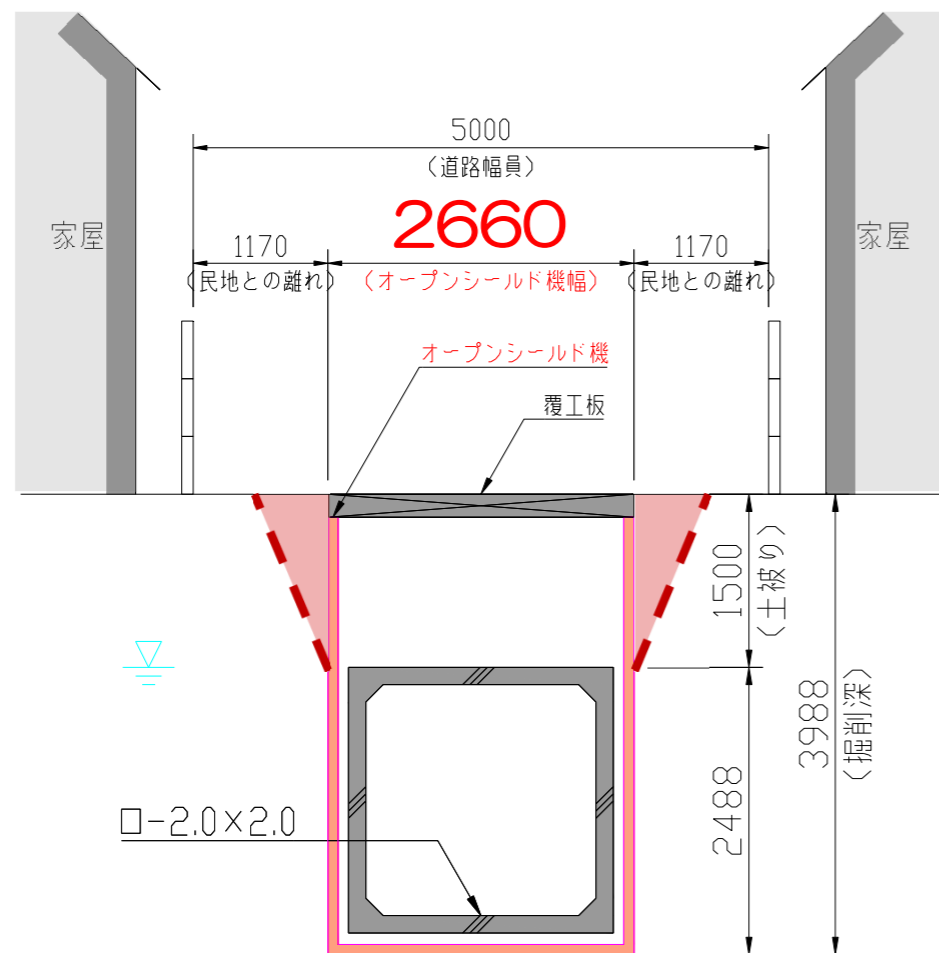
新たな視点からの施工計画検討

AR技術の活用

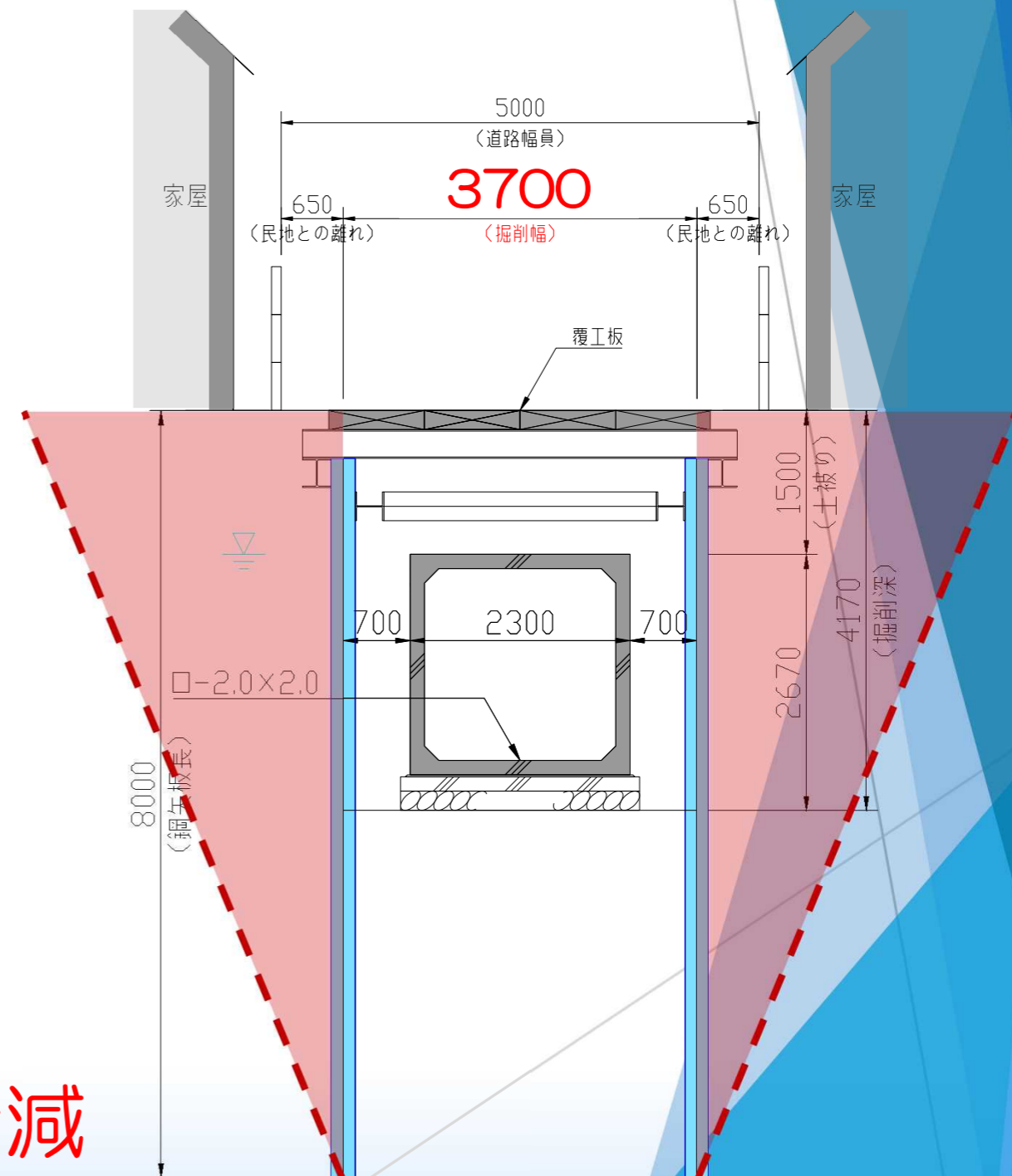
新たな視点からの施工計画検討

一般的な施工方法の検討

オープンシールド工法 裏込注入タイプ (NOS I型)



開削工法 (鋼矢板土留)

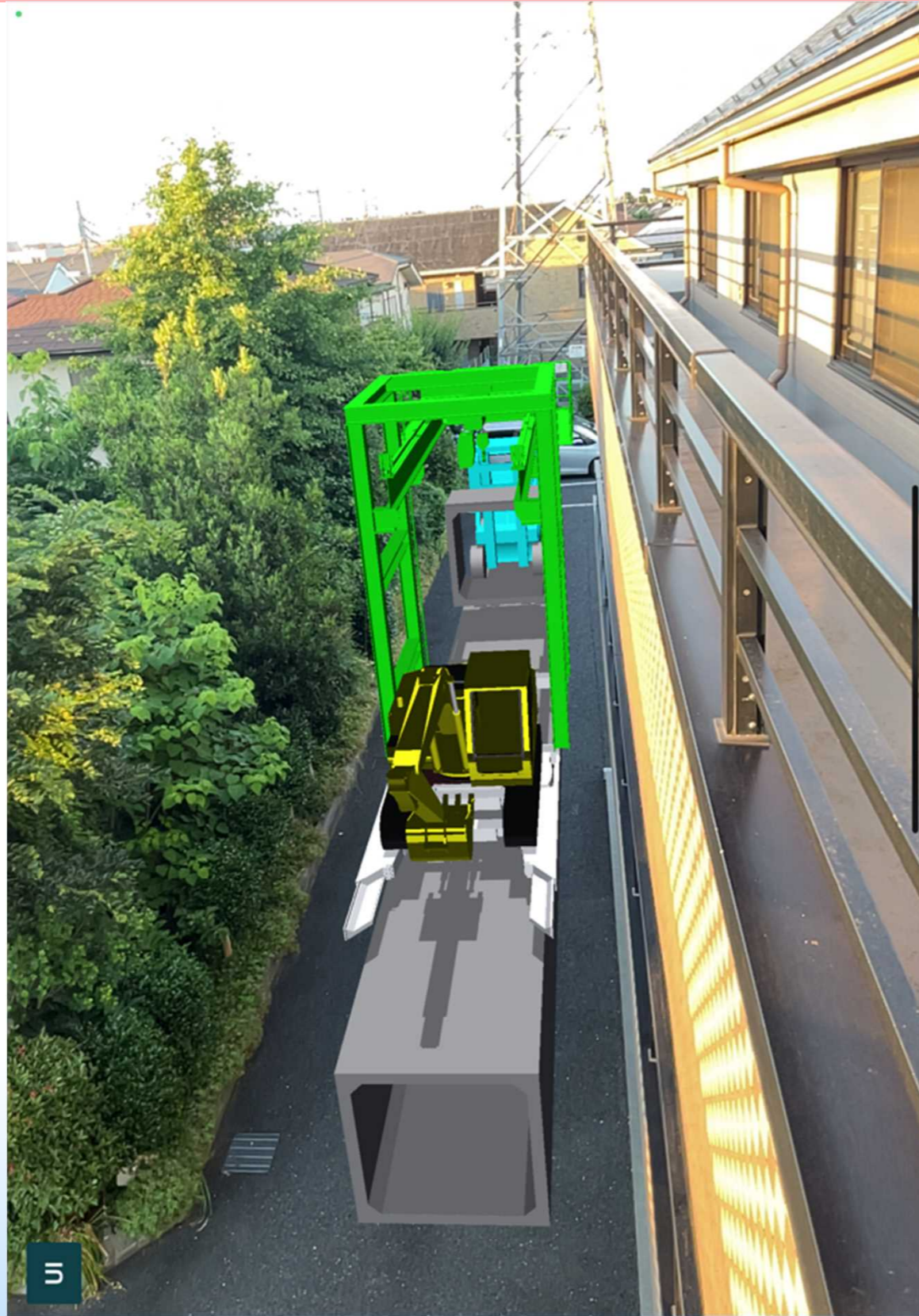


1. 施工幅が小さい
2. 周辺影響が小さい
3. 急速施工による工期短縮 **40%低減**
4. 厳しい施工条件下における経済性
(概算工事費 NOS 45万円/m, 開削 55万円/m)

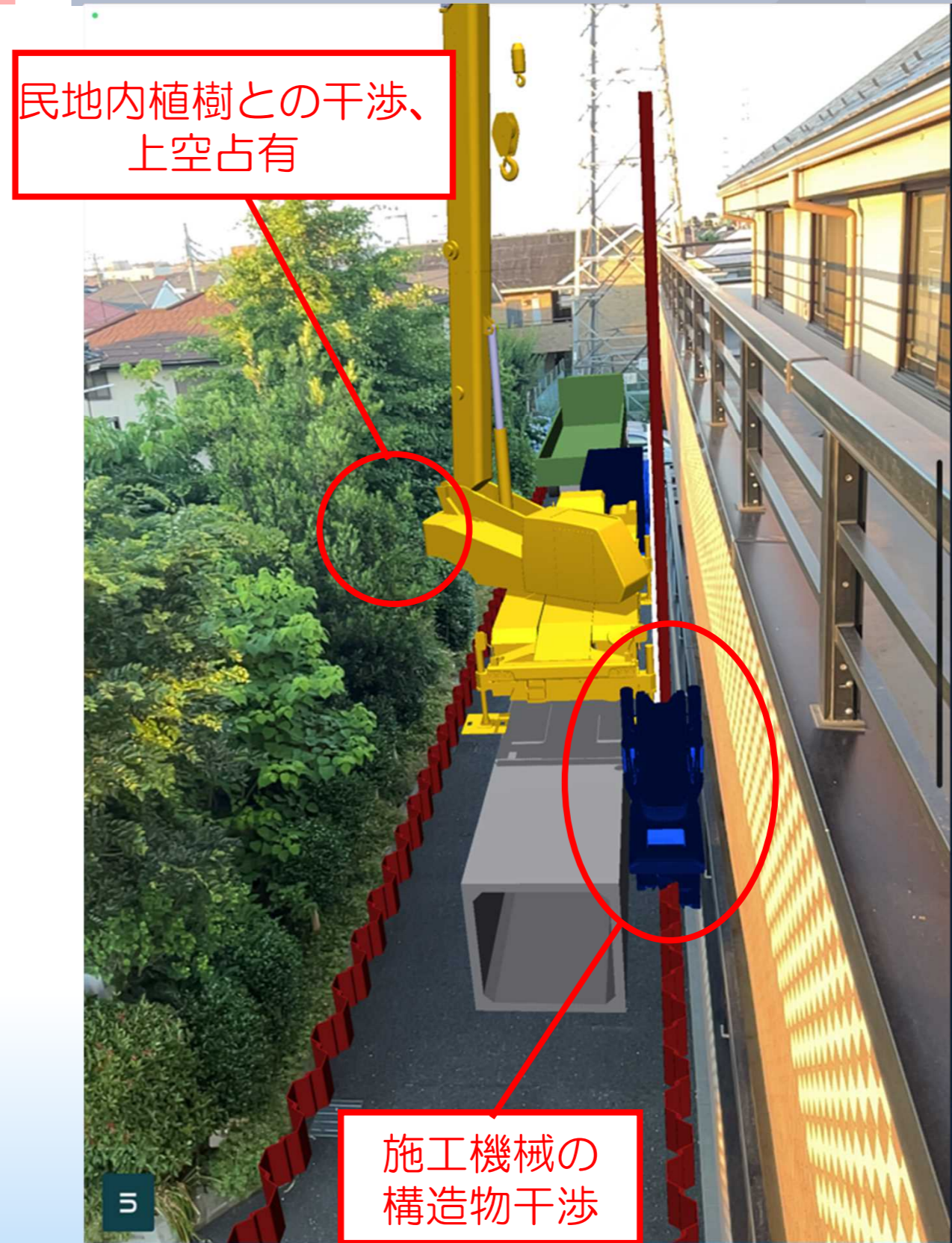
新たな視点からの施工計画検討

AR技術を用いた実際の施工イメージによる検討

オープンシールド工法
裏込注入タイプ (NOS I型)



開削工法
(鋼矢板土留)



最近の取組③

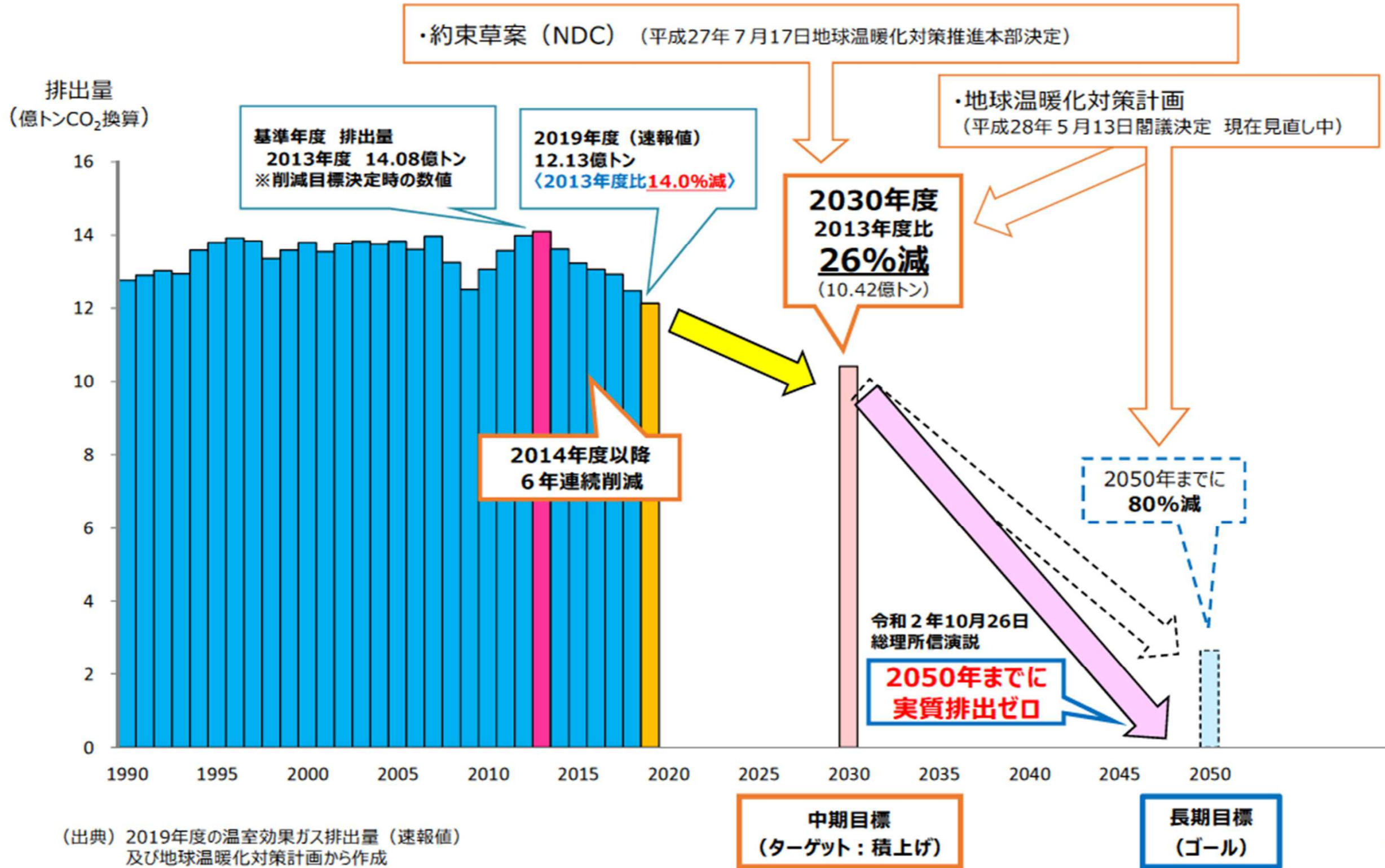
施工計画における環境負荷程度の把握

工事における二酸化炭素排出量の算出

施工計画における環境負荷程度の把握

日本国内における温室効果ガス排出の現状

我が国の温室効果ガス削減の中期目標と長期目標



施工計画における環境負荷程度の把握

温室効果ガス排出量算出の検討範囲

サプライチェーン排出量とは？



- 事業者自らの排出だけでなく、事業活動に関係するあらゆる排出を合計した排出量を指す。つまり、原材料調達・製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する温室効果ガス排出量のこと
- サプライチェーン排出量 = **Scope1排出量** + **Scope2排出量** + **Scope3排出量**
- GHGプロトコルのScope3基準では、Scope3を**15のカテゴリに分類**



○の数字はScope 3 のカテゴリ

Scope1 : 事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)

Scope2 : 他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出

Scope3 : Scope1、Scope2以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)

施工計画における環境負荷程度の把握

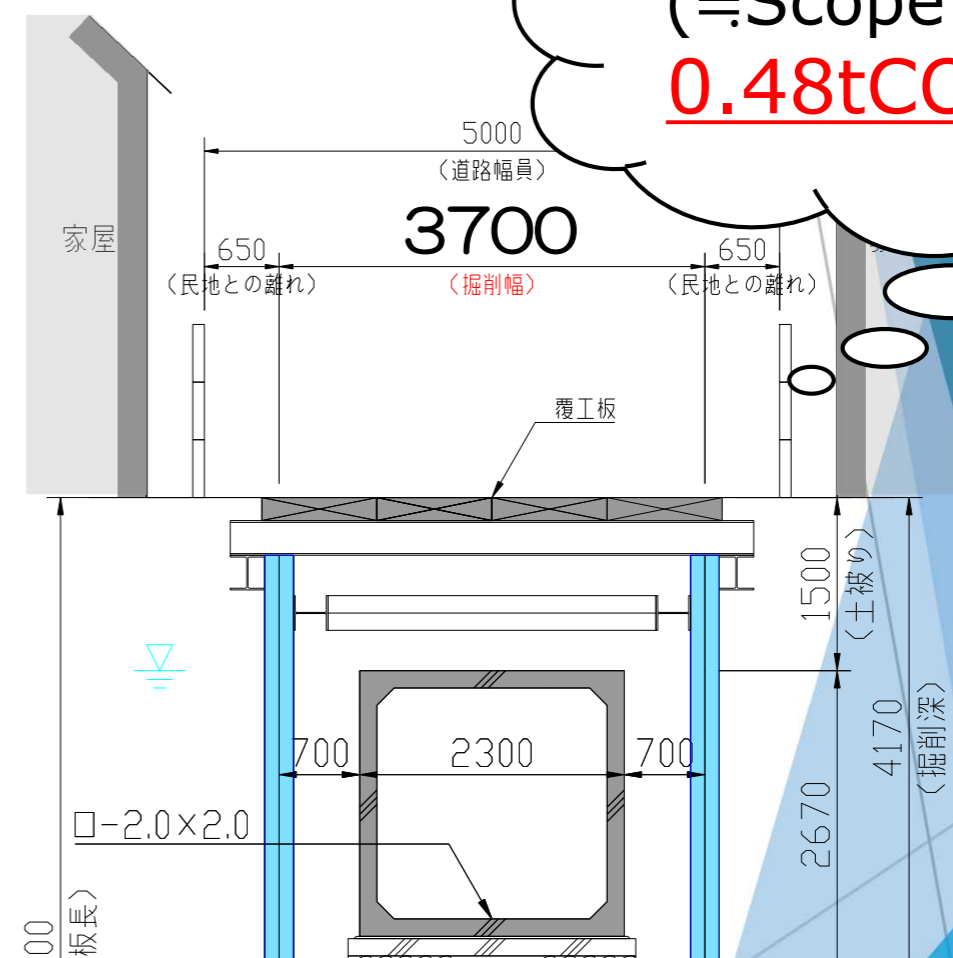
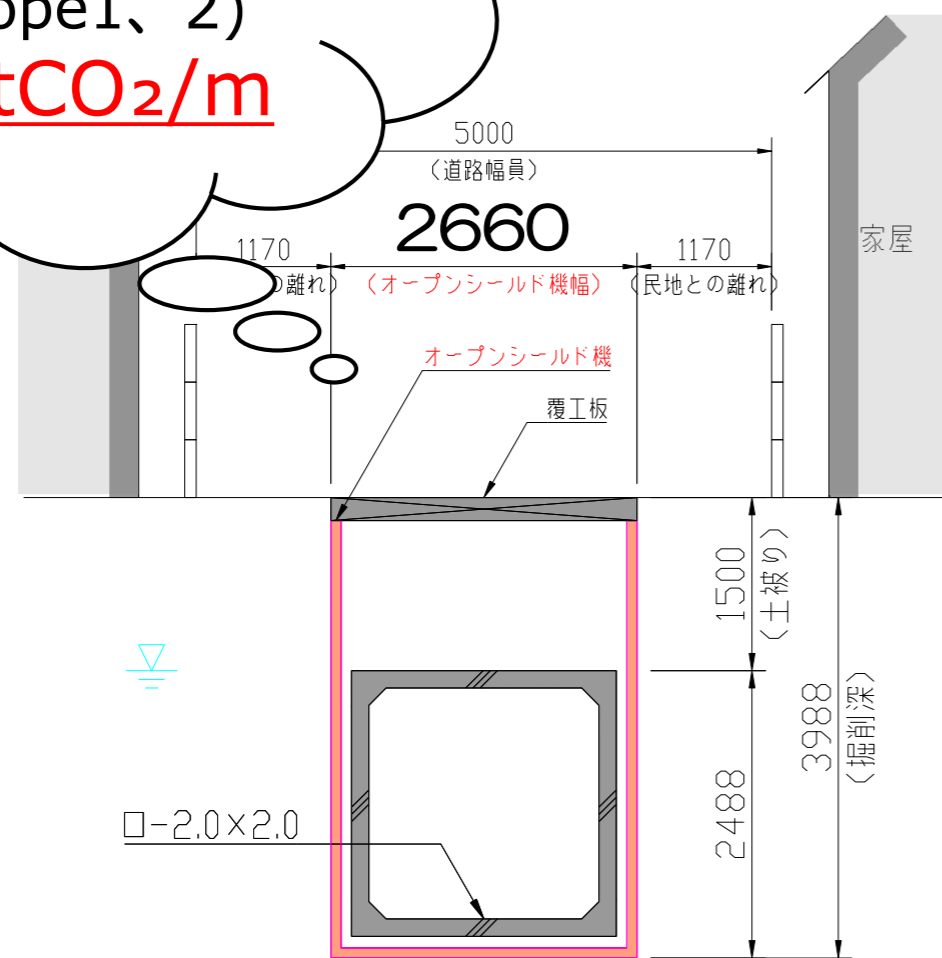
CO₂排出量の比較 (Scope 1、2相当)

オープンシールド工法
裏込注入タイプ (NOS I型)

開削工法
(鋼矢板土留)

CO₂排出量
(≒Scope 1、2)
0.21tCO₂/m

CO₂排出量
(≒Scope 1、2)
0.48tCO₂/m



CO₂排出量を≒56%削減

※上記参考条件における計画排出量

施工計画における環境負荷程度の把握

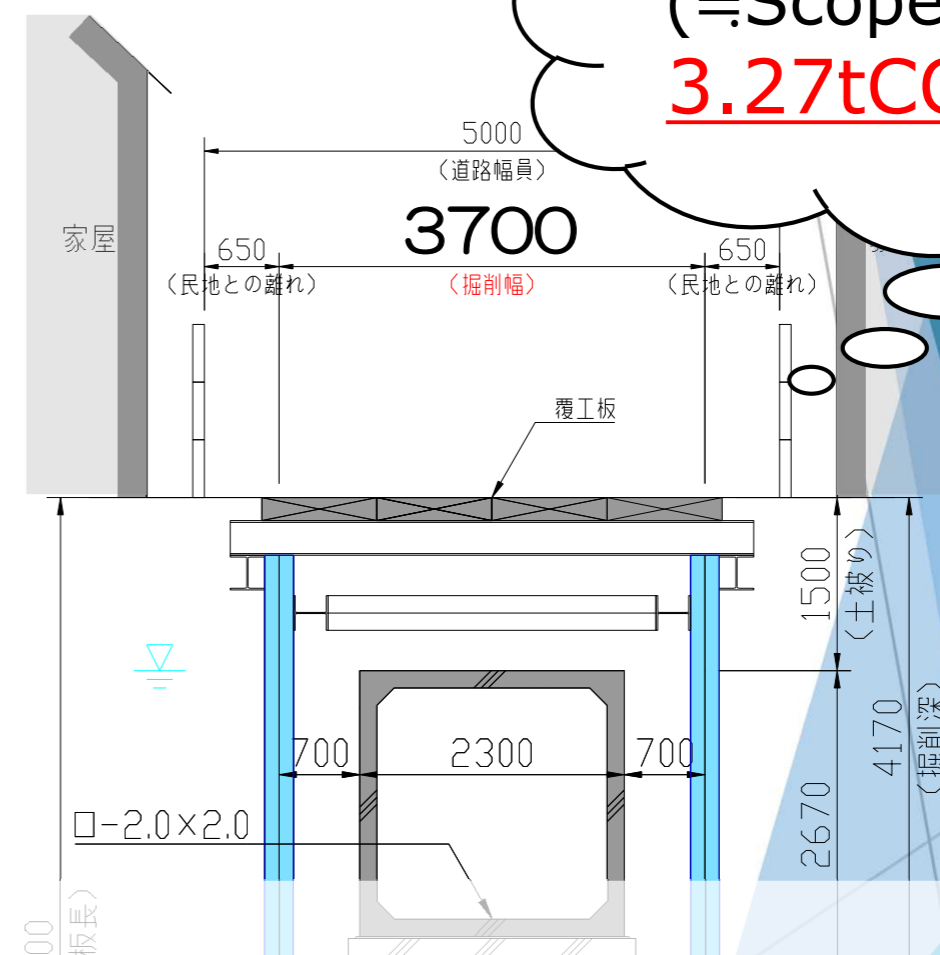
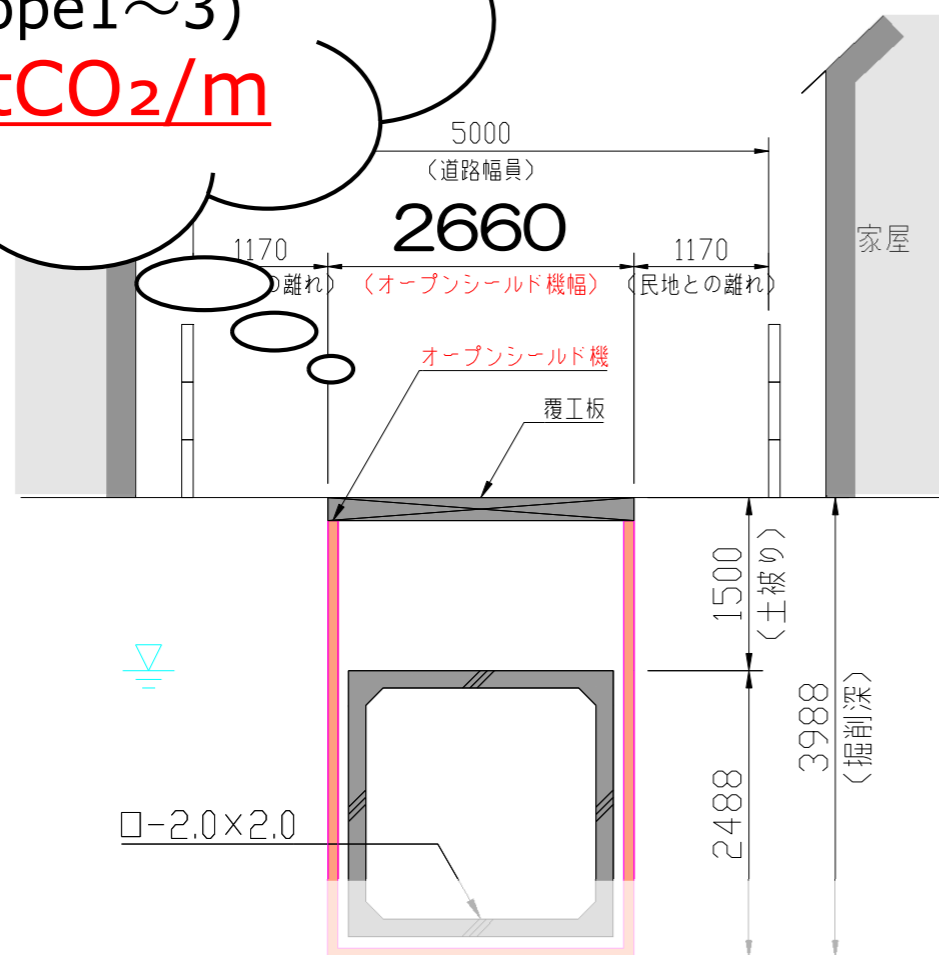
CO₂排出量の比較 (Scope 1~3)

オープンシールド工法
裏込注入タイプ (NOS I型)

開削工法
(鋼矢板土留)

CO₂排出量
(≒Scope 1~3)
1.48tCO₂/m

CO₂排出量
(≒Scope 1~3)
3.27tCO₂/m



**CO₂排出量を≒55%削減
(≒180tCO₂/100m施工削減)**

※上記参考条件における計画排出量、材料LCIはIDEAを参考

施工計画における環境負荷程度の把握

CO₂排出量算出表 (Scope 1、2相当)

オープンシールド工法 裏込注入タイプ (NOS I型)

オープンシールド工法 (NOS I型 : 裏込注入タイプ) 工事における想定二酸化炭素排出量

(計画工事内 Scope-1、2相当)

函種	仕様	□-(B)2.0×(H)2.0	1m当たり(tCO ₂ /m)
敷設延長 (m)		500.0	
平均土被り(m)		1.50	
土質(床付け地盤面)	地下水はG.L.= -1.50 m以下とする	粘性土	
1 オープンシールド掘進工		87.3	0.17
掘進費(作業工)	掘削・積込、函体敷設、裏込注入工、埋戻し工	9.5	0.02
裏込注入資機材費	≒ 800 m ³	3.0	0.01
機械賃料等	重機関係	54.2	0.11
オープンシールド機費	油圧機器含む	1.8	0.004
運送費	オープンシールド機、油圧機器(往復)	1.8	0.004
残土運搬処理費	≒ 5,310 m ³ (地山)	12.0	0.02
埋戻し材料費	≒ 2,000 m ³	5.0	0.01
2 オープンシールド仮設備工	—	—	—
3 目地・モルタル工	—	0.02	0.0004
函体費	オープンシールド工法用(縦締め材費含む)	—	—
4 (コンクリート2次製品材料費)	函体長 L=1.5m	17.1	0.03
5 特許実施料	—	—	—
6 立坑築造撤去工	発進部 到達部	— —	— —
7 付帯工	舗装切断、撤去、仮復旧、移設関係等	別途	別途
8 空伏工	立坑内函体据付工	—	—
9 地盤改良工	発進坑口 到達坑口	— —	— —
10 裏込注入廃材処理工	裏込注入材料の残材、清掃水の処分、pH処	0.2	0.0004
11 交通誘導警備員	—	—	—
12 家屋防護及び補償費	—	別途	別途
CO ₂ 排出量 計(tCO ₂)		104.6	0.21

開削工法 (鋼矢板土留)

開削工法(鋼矢板土留め) 工事における想定二酸化炭素排出量

(計画工事内 Scope-1、2相当)

函種	仕様	□-(B)2.0×(H)2.0	1m当たり(tCO ₂ /m)
敷設延長 (m)		500.0	
平均土被り(m)		1.50	
土質(床付け地盤面)	地下水はG.L.= -1.50 m以下とする	粘性土	
1 作業土工		60.8	0.12
掘削(床掘)	≒ 7,980 m ³	18.8	0.04
基面整正	≒ 1,780 m ²	—	—
埋戻し工	≒ 4,900 m ³	11.7	0.02
埋戻し材料費	≒ 4,900 m ³	12.2	0.02
残土運搬処理	≒ 7,980 m ³ (地山)	18.1	0.04
2 鋼矢板土留		123.4	0.25
鋼矢板打込、矢板引抜	□-(B)2m以下 縦無	106.5	0.21
掘削機据付解体工	≒ 4	1.8	0.004
引抜機据付解体工	≒ 4	1.0	0.002
鋼矢板材料、矢板準備費	≒ 1000 m ² 型	1.0	0.002
鋼矢板購入費	≒ 1000 m ² 型	1.0	0.002
鋼矢板据付工	≒ 1000 m ² 型	11.1	0.02
鋼矢板引抜工	≒ 1000 m ² 型	1.0	0.002
3 覆工板設置・撤去工	覆工板・受桁 設置面積700m ² を超える場合	31.7	0.06
覆工板受桁設置・撤去工	覆工板・受桁 設置面積700m ² を超える場合	7.7	0.02
覆工板受桁設置・撤去工	覆工板・受桁 設置面積700m ² を超える場合	14.3	0.03
覆工板賃料、覆工板整備費	—	1.0	0.002
鋼材賃料、鋼材整備費	—	1.0	0.002
覆工板開閉工	—	7.7	0.02
4 ボックスカルパート据付工	基礎工含む	9.1	0.02
函体費	—	—	—
5 (コンクリート2次製品材料費)	函体長 L = 2.0m	13.6	0.03
6 付帯工	舗装切断、撤去、仮復旧、移設関係等	別途	別途
7 交通誘導警備員	—	—	—
8 家屋防護及び補償費	—	別途	別途
CO ₂ 排出量 計(tCO ₂)		238.6	0.48

工法選定による
CO₂排出量削減検討を!

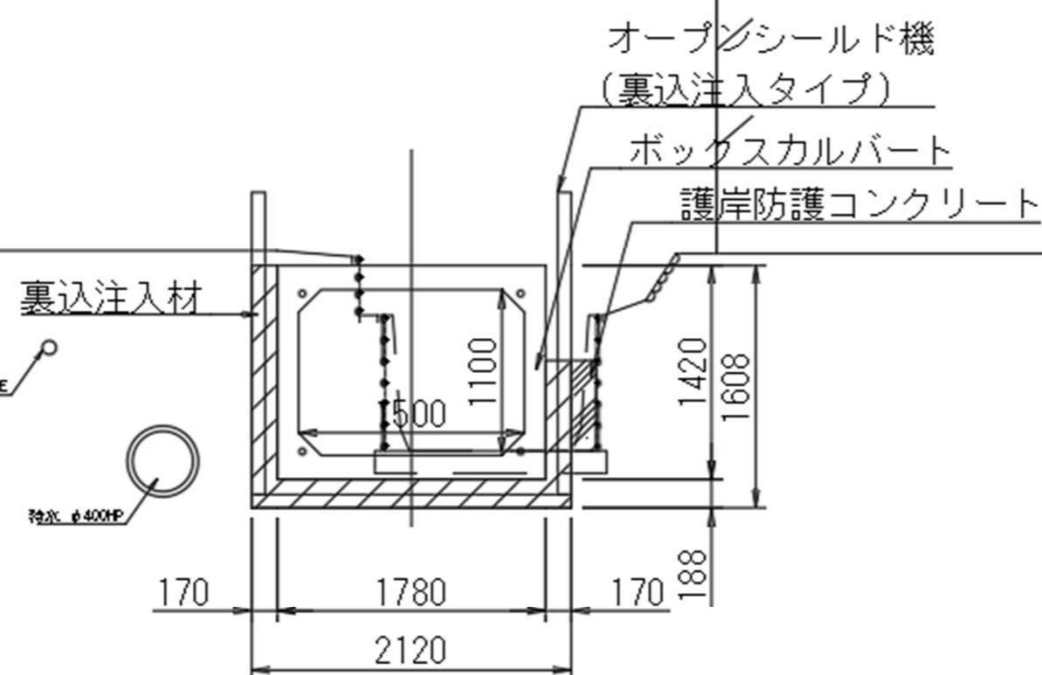
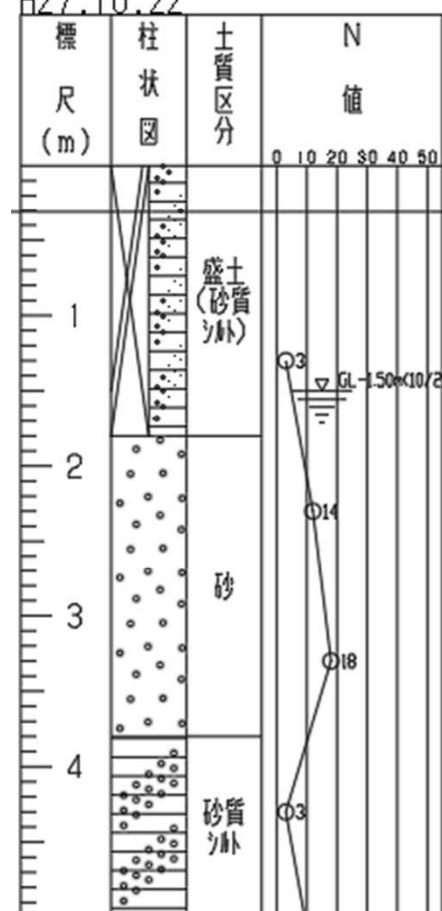
追加施工事例

家屋が近接した狭い箇所での水路改修

施工前



BorNO.2
 孔口標高=6.71m
 H27.10.22



- 施工場所 : 愛知県一宮市
- 施工タイプ : 裏込注入タイプ (NOS I 型)
- 敷設函体 : □-1.1×1.5
- 施工延長 : L ≒ 270m

家屋が近接した狭い箇所での水路改修

施工中



家屋が近接した狭い箇所での水路改修

施工前



施工後

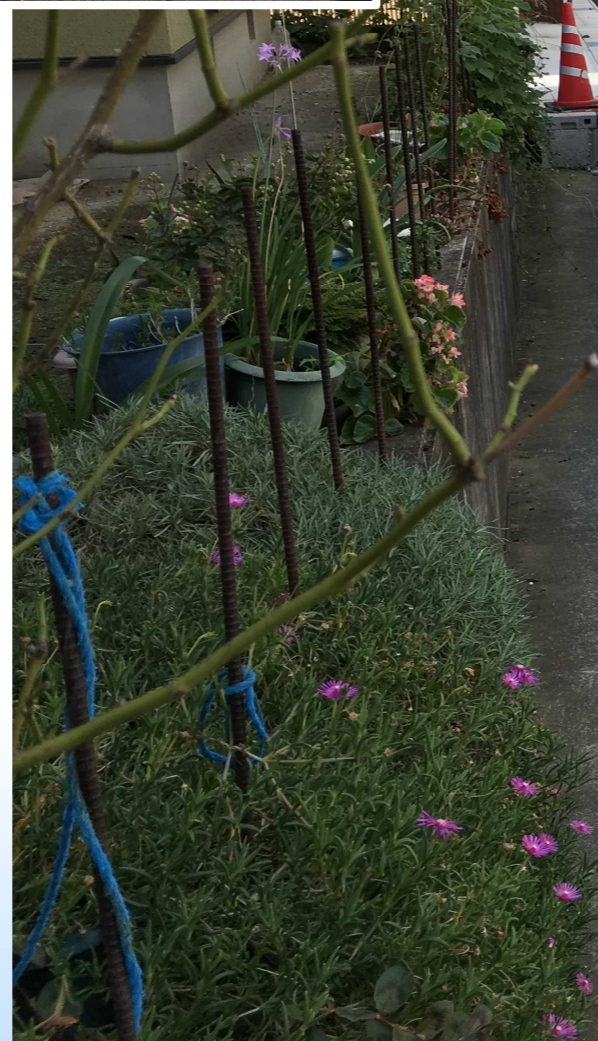


家屋が近接した狭い箇所での水路改修

残置状況（シールド機後方より）

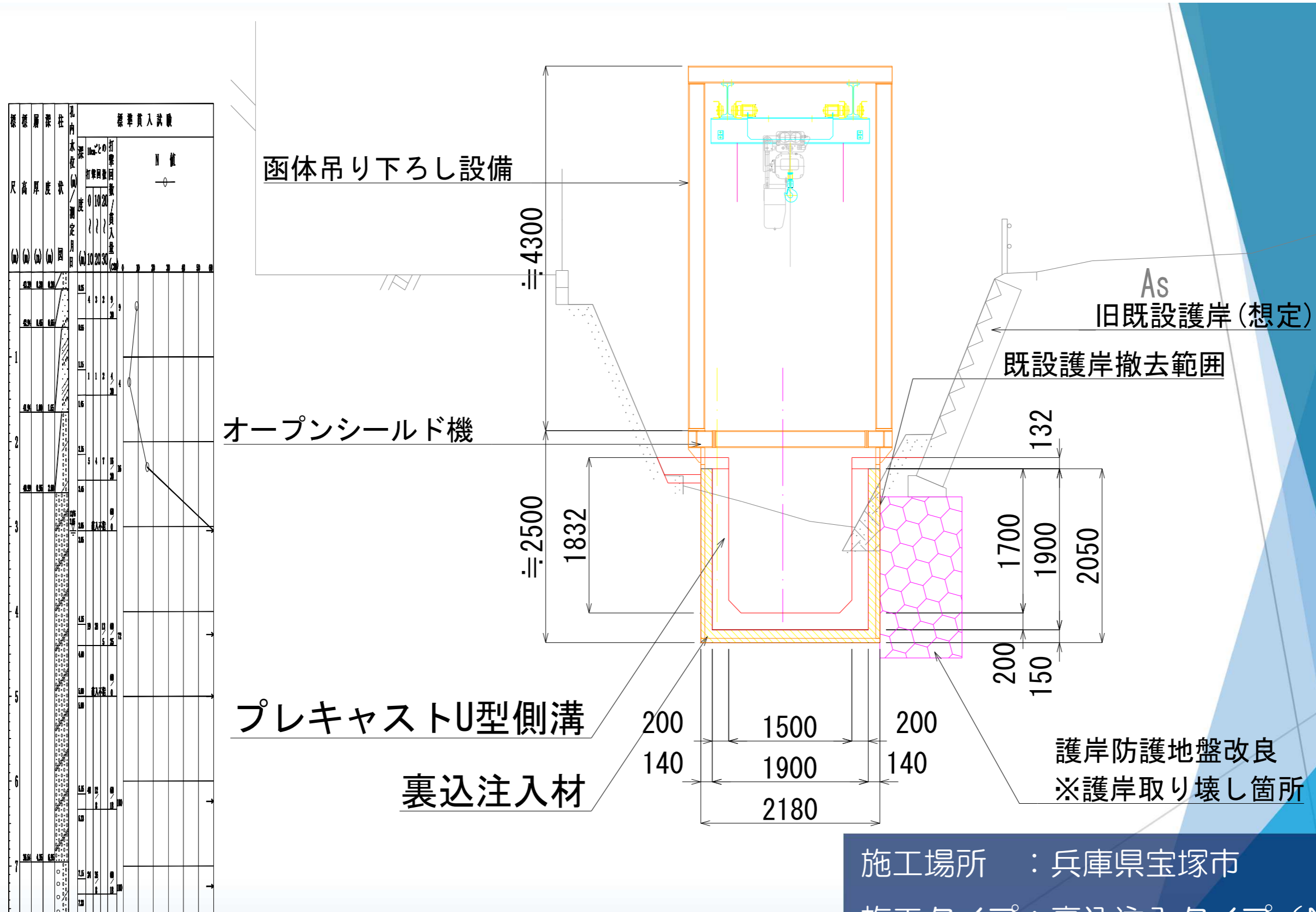


残置状況（シールド機前方より）



狭隘な住宅地内での河川改修

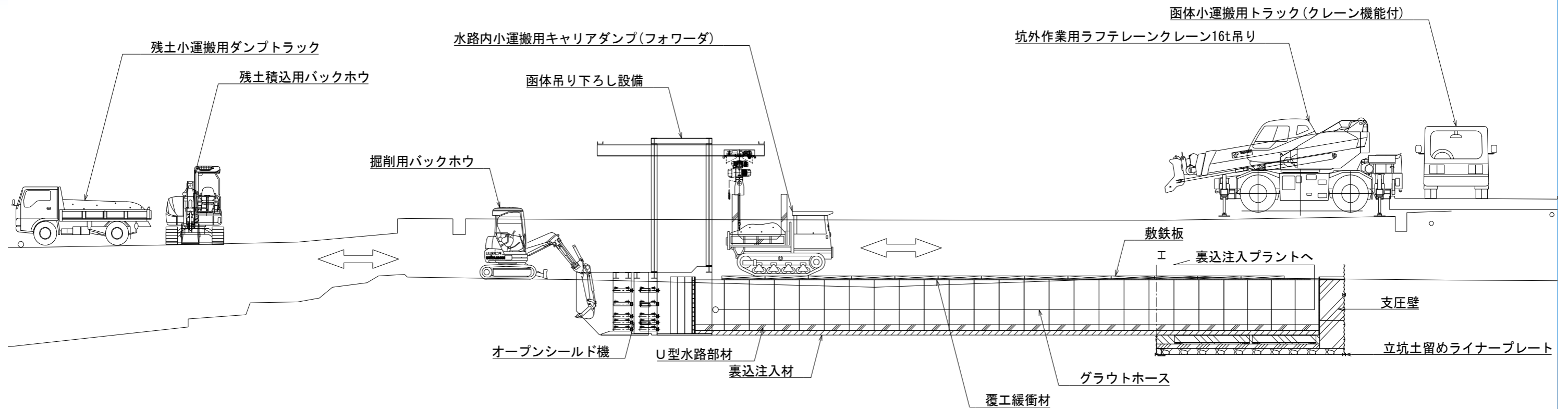
施工断面図



施工場所 : 兵庫県宝塚市
 施工タイプ : 裏込注入タイプ (NOS I 型)
 敷設函体 : U-1.5×1.7
 施工延長 : L ≒ 32m

狭隘な住宅地内での河川改修

施工状況図



掘削状況



函体据付状況



狭隘な住宅地内での河川改修

施工前



施工後

