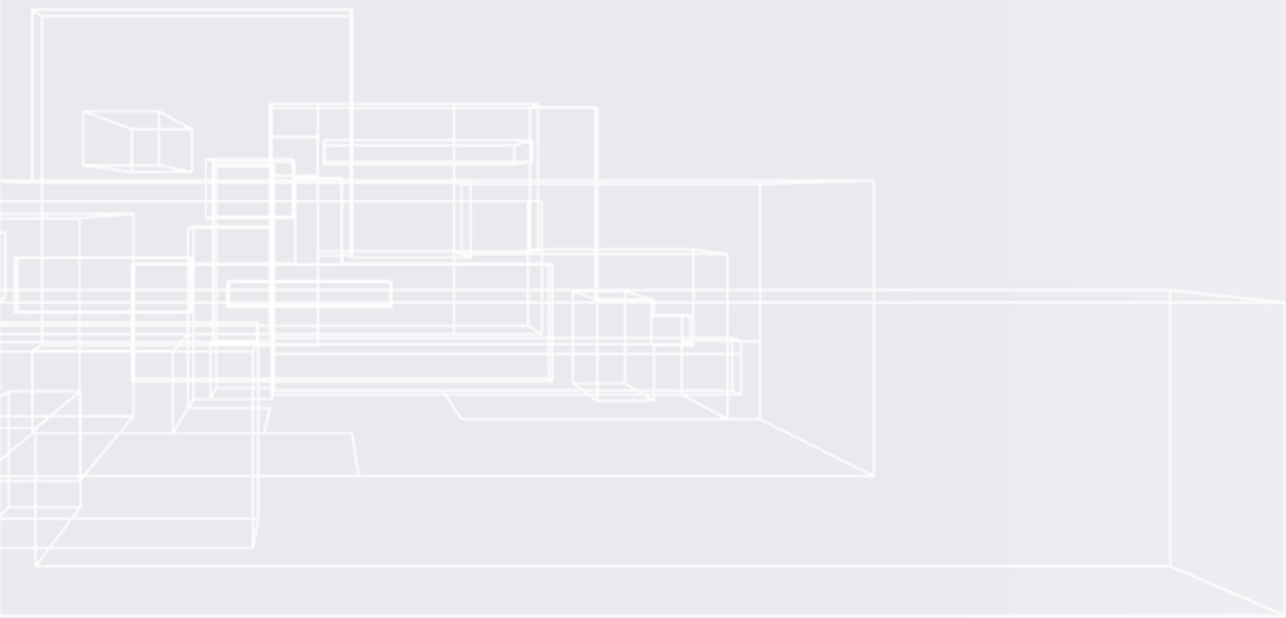


傾倒した締切矢板の本設護岸への活用

(株)建設技術研究所 中部支社 水工室

中嶋亮太 新谷裕美 鋤持将人 中村宏樹 岡田直也

1. 現場状況



設計開始時点の現場状況

工事中断後の仮締切矢板は、波打ちしている状態



2. 課題と対応



課題 1：本現場特有の条件①～⑤への対応が必要

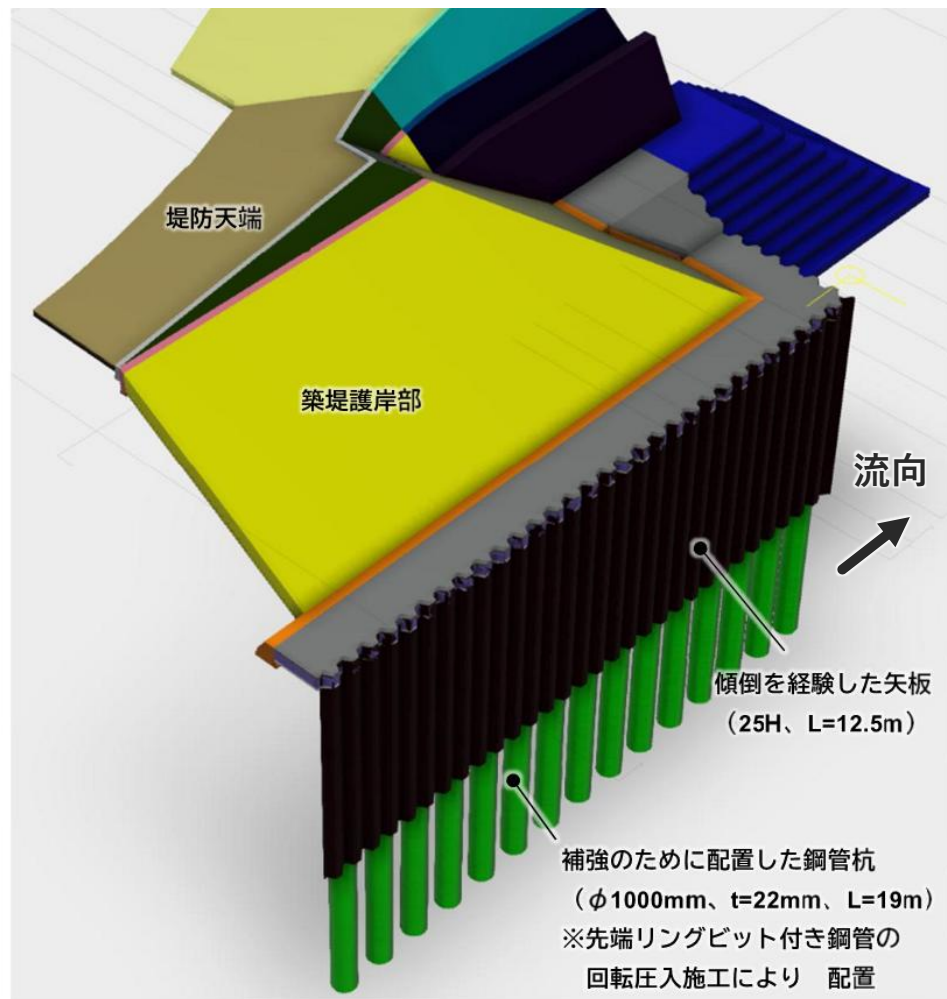
- | | |
|-------------------|-----------------------|
| ①再度の矢板傾倒の防止 | …埋め戻した砕石等を撤去せずに施工すること |
| ②海苔養殖やアサリ生育環境への配慮 | …水質変化や汚濁を極力発生させないこと |
| ③流下能力のネック地点 | …護岸を前出ししないこと |
| ④橋梁や住家が近接 | …低変位、低振動、低騒音で施工すること |
| ⑤迫る工事発注の工程 | …追加の地質調査は実施しないこと（※） |

※追加地質調査が実施できない背景（地質業者さんへのヒアリング）

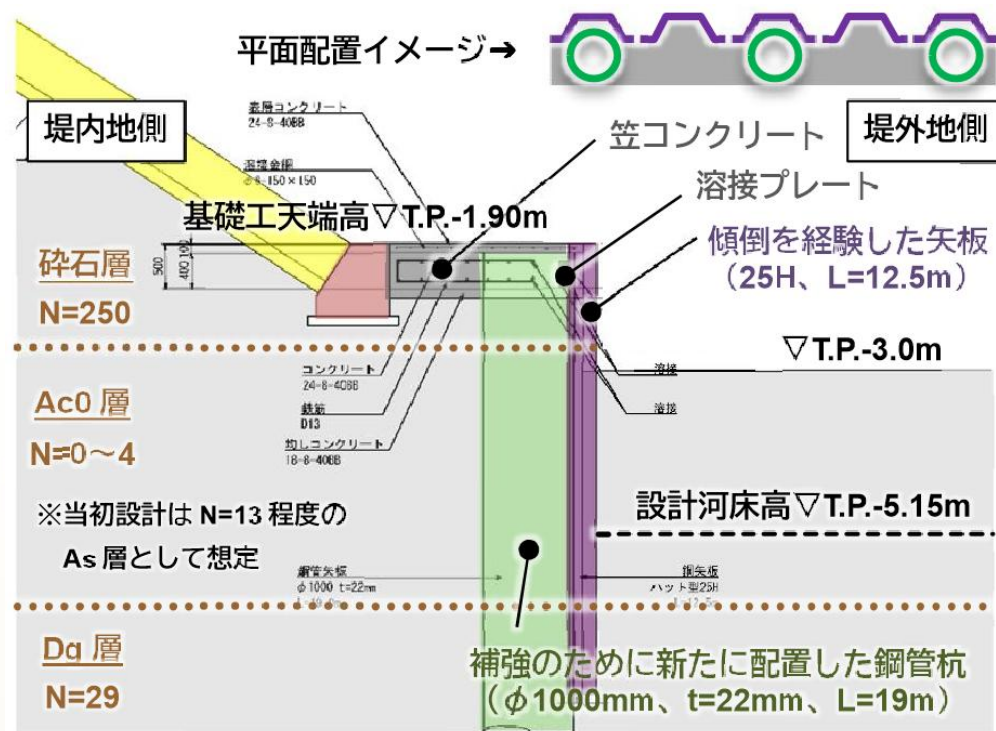
- ・サンプリングが困難である（三軸強度試験ができない）。
- ・代替方法として、SWSやポータブルコーン試験による一軸圧縮強さの把握が考えられる。
- ・しかしAc0層は、地表面から4～5m深い位置にあるため、強固な埋め戻し砕石を掘削しなければならない（ロッドをそのまま貫入できない）。
- ・掘削にはバックホウを用いることになるが、矢板傾倒後に埋め戻した砕石を取り除くことは危険である。
- ・ターゲットのAc0層の層厚は2mであり、バックホウ掘削時に土が混合される可能性がある（すでに混合されている可能性もある（R5工事のほか、近接橋梁工事の影響の可能性））。

工事中断中の特殊な現場条件 (2/2)

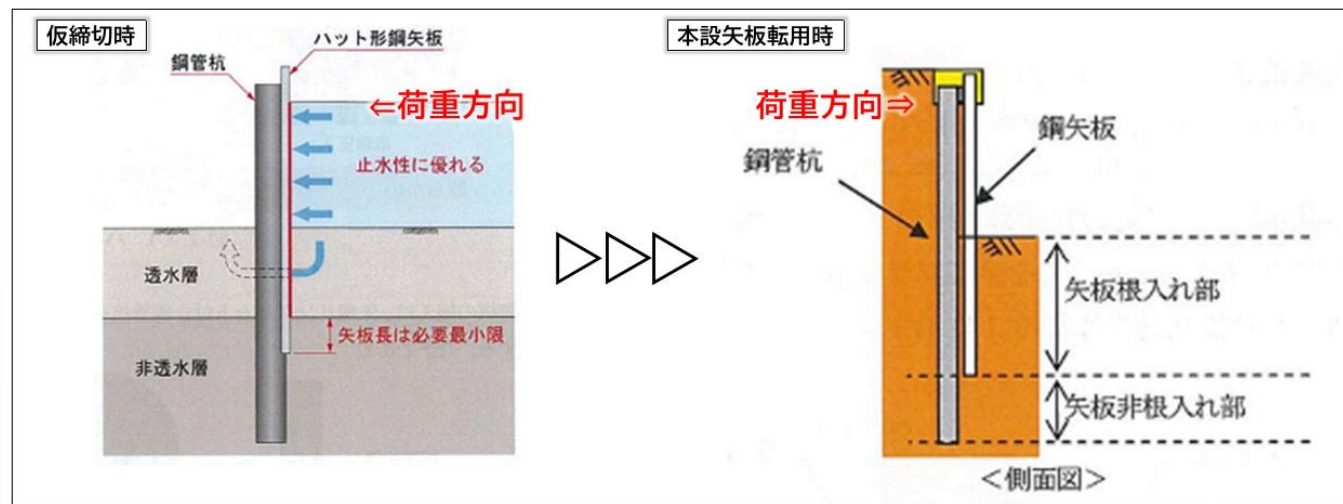
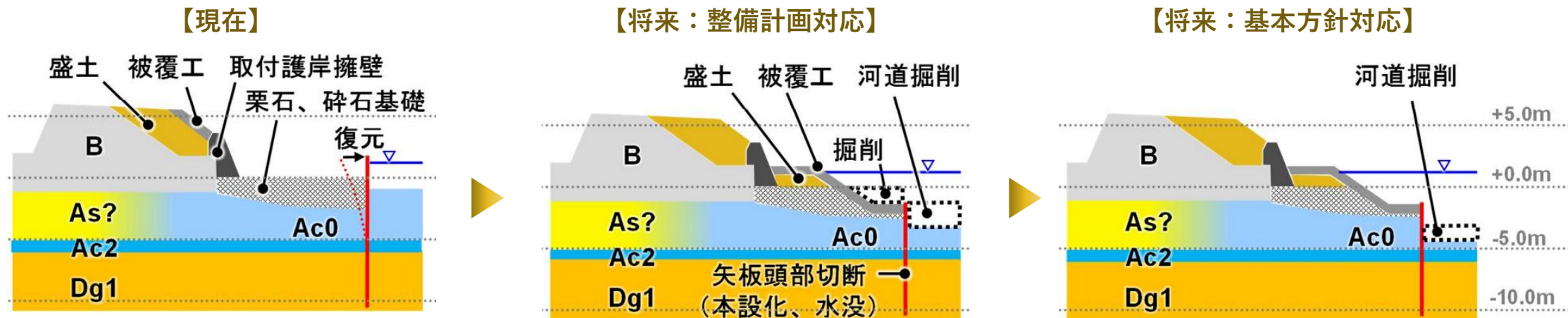
対応策 1：矢板と鋼管による組合せ壁体の構築（コンビジャイロ工法の採用）



- ・ 矢板は塑性化した可能性があり、剛性は期待できない
- ・ 一方、止水機能や侵食防止機能は機能すると考えられる。
⇒ 不足する剛性のみを補うよう、一定の離隔を設けて矢板の背面に鋼管を回転圧入し、新たな壁体を構築



課題 2 : 仮設時と本設時で反転する荷重方向への対応が必要



対応策 2 : 溶接プレートによる矢板と鋼管の頭部連結

D-D 断面

安全な設計を行うため、分布状況が不明確な Ac0 層は H18 調査における柱状図の盛土層下端から存在しているものと仮定する。
また、埋戻し砕石は考慮しない。

常時 : 10kN/m²、地震時 : 5kN/m²

常時 : 5kN/m²、地震時 : 2.5kN/m²

▽H. W. L (朔望平均満潮位) T. P. +0.98m

▽L. W. L (朔望平均干潮位) T. P. -1.38m

▽計画河床高 T. P. -4.15m

▽設計河床高 T. P. -5.15m



溶接プレートの配置

矢板と鋼管を一体挙動させ、双方の荷重方向に対して安定する構造とした

合わせて基礎地盤や河床高も安全側となるように配慮

▽T. P. -1.53m

▽T. P. -19.61m

▽T. P. -20.98m

No. 1
T. P. +0.29m
Dep. -20.15m
経度=141° 28.6200"
緯度=41° 41.9400"

▽T. P. -1.00m

▽T. P. -5.51m

▽T. P. -6.61m

19000

12500

500

Ac2	$\gamma t=18.0 \text{ kN/m}^2$	$N=4$	$C=49 \text{ kN/m}^2$	$\phi=0.0^\circ$
Dg	$\gamma t=20.0 \text{ kN/m}^2$	$N=29$	$C=0 \text{ kN/m}^2$	$\phi=37.0^\circ$
Ds	$\gamma t=19.0 \text{ kN/m}^2$	$N=23$	$C=0 \text{ kN/m}^2$	$\phi=34.0^\circ$
Dc	$\gamma t=18.0 \text{ kN/m}^2$	$N=9$	$C=130 \text{ kN/m}^2$	$\phi=0.0^\circ$

課題3：笠コンクリート施工に対する不確実性への対応が必要



【不確実性1】

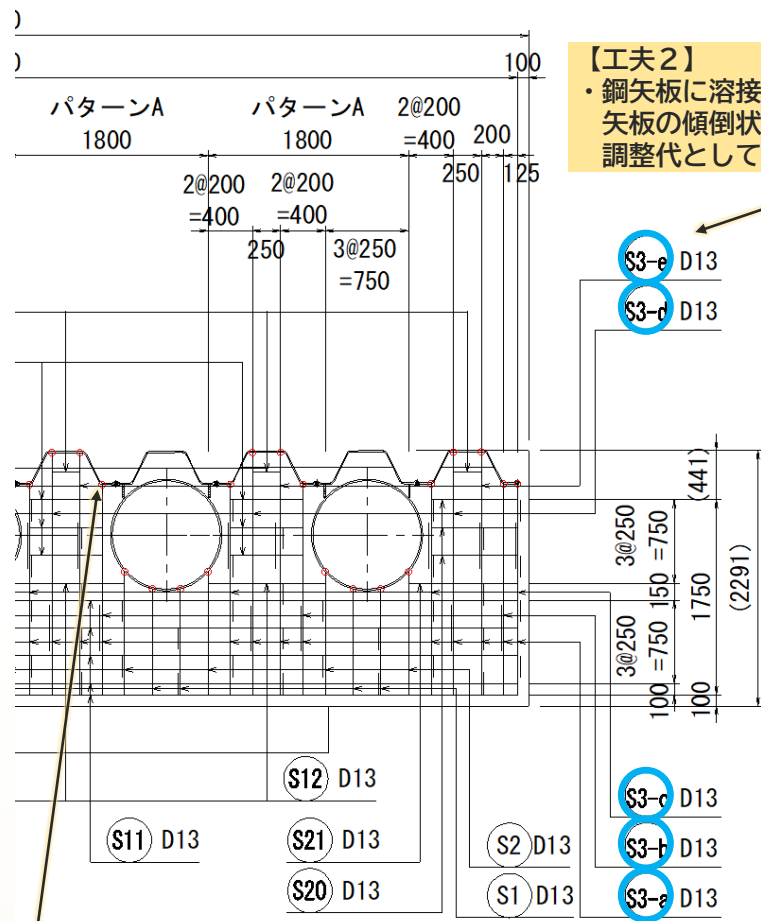
- ・ 矢板が波打っているため、鋼管の施工位置によっては地中で鋼矢板と鋼管が干渉する可能性がある

【不確実性2】

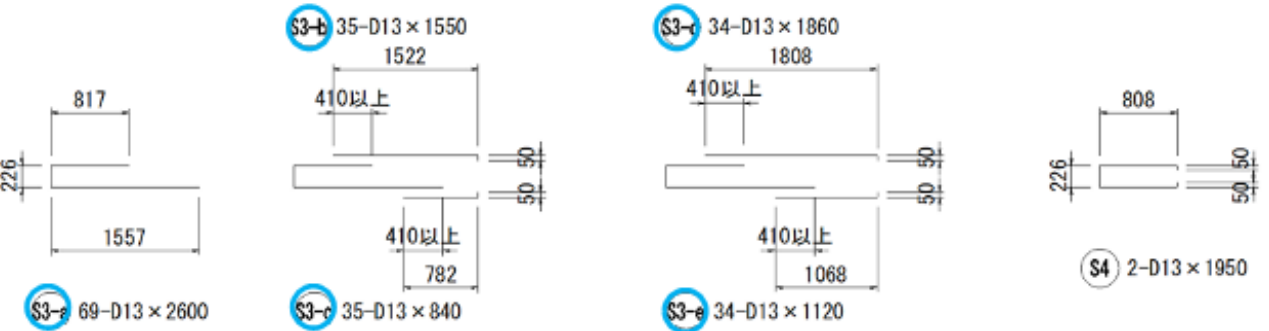
- ・ 既往設計では、仮締切矢板の頭部（ $H=2.75\text{m}$ ）の切断後に、笠コンクリートを汐待施工にて現場打ちする計画であった。
- ・ 一方、切断後の矢板の高さはT.P.-1.00mに対して朔望平均干潮位はT.P.-1.38mであることから、汐待施工が可能な作業時間はわずかであることが考えられる。

施工性の検討 (2/2)

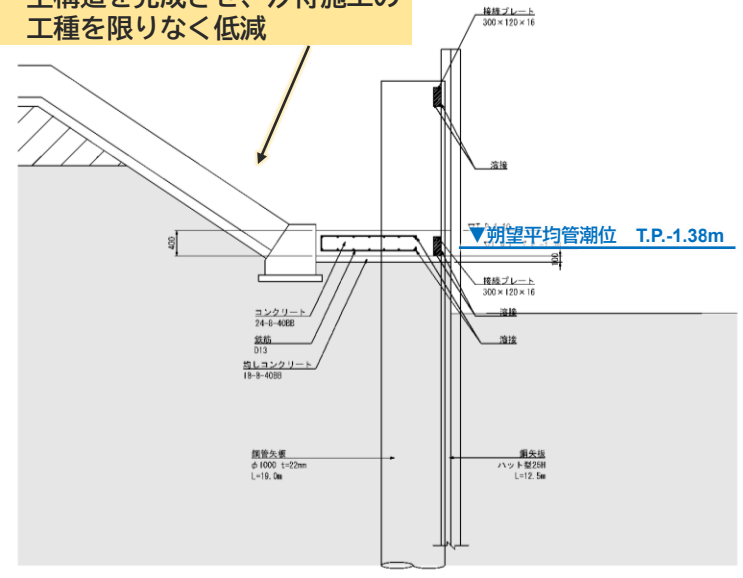
対応策3：残留変位の確認と反映、笠コンクリート構造の工夫



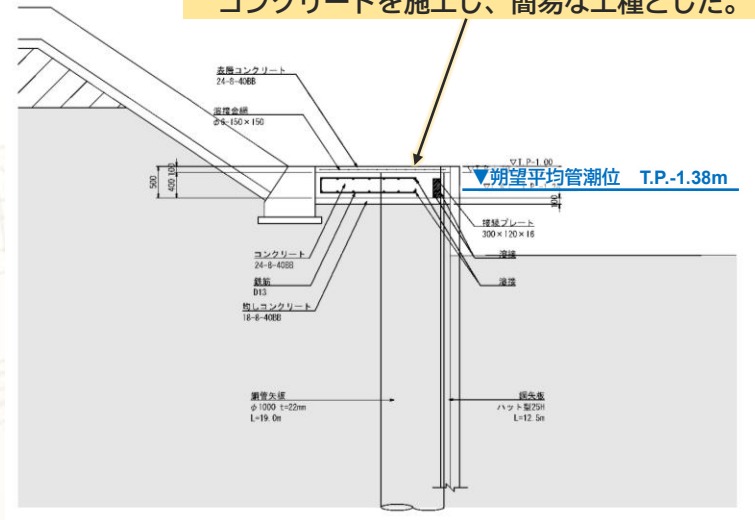
【工夫2】
 ・鋼矢板に溶接する配筋には、
 矢板の傾倒状況に合わせた
 調整代として重ね継手部を設ける



【工夫3】
 ・法覆工施工前に天端保護工の
 主構造を完成させ、汐待施工の
 工種を限りなく低減



【工夫4】
 ・鋼管の切断面を露出させないためt=100mmの
 コンクリートを仕上げとして施工する。
 ・ひび割れ防止対策に、溶接金網を設置して
 コンクリートを施工し、簡易な工種とした。



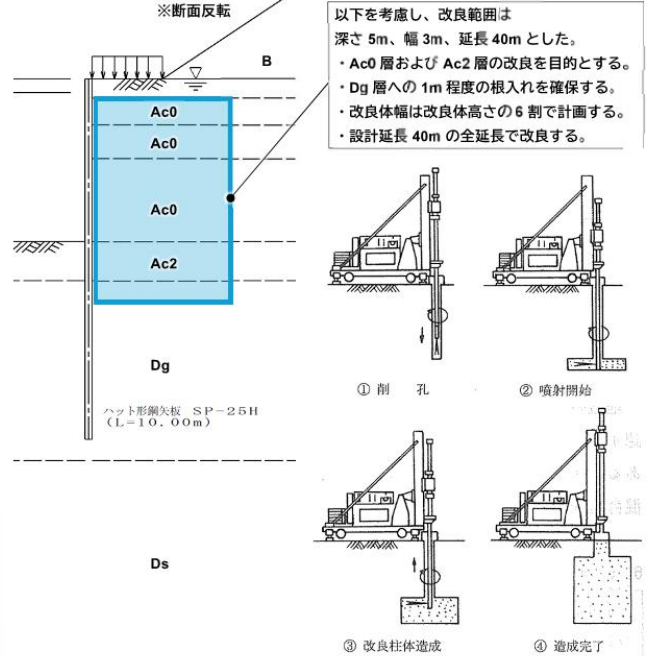
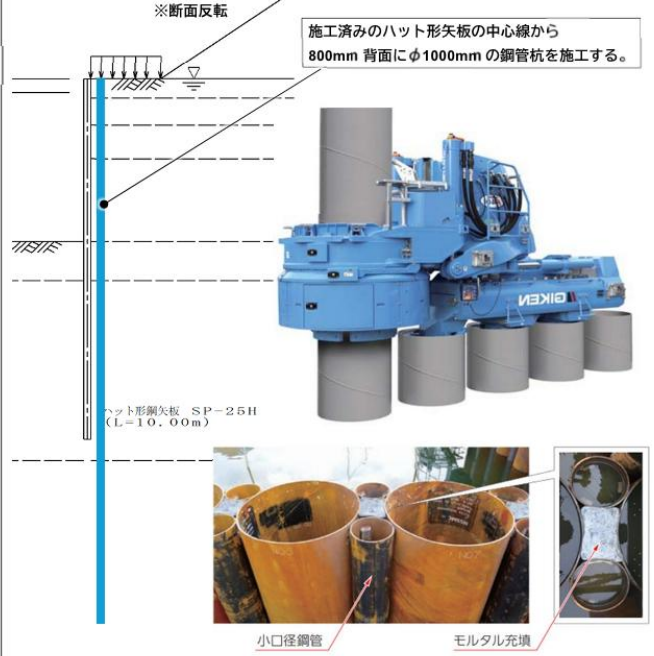
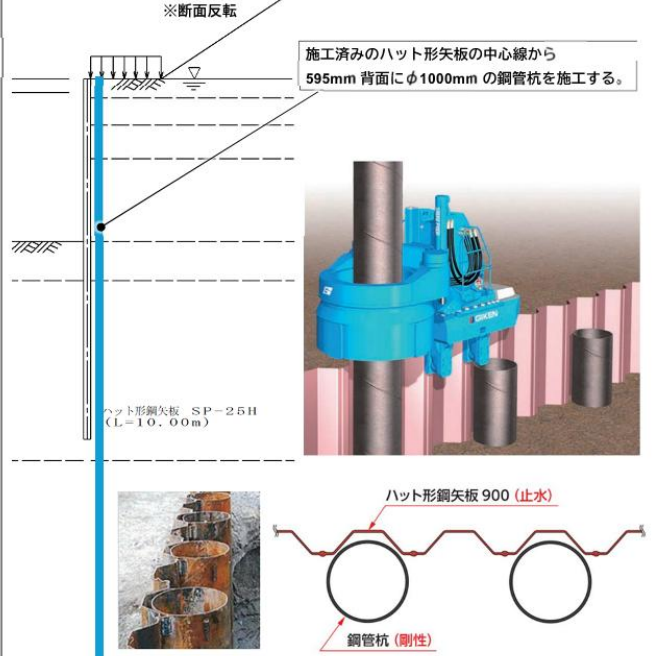
【工夫1】
 ・矢板頭部の残留変位を確認し、図面に反映
 ・上記を基に、鋼管の配置位置や溶接プレートの大きさを決定
 ※施工直前に再確認することを申し送りや図面注記に記載

3. 妥当性確認とまとめ



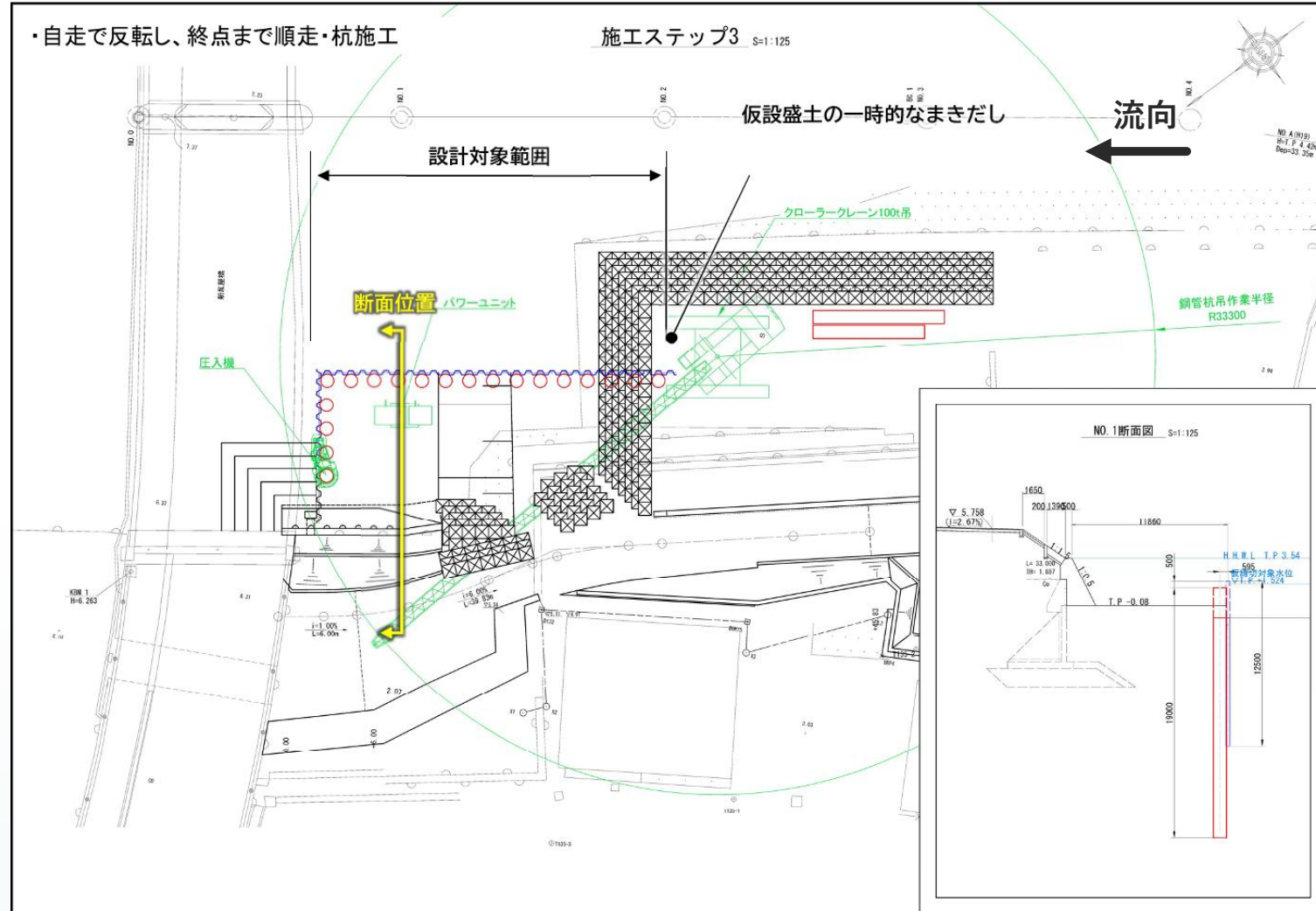
チェック①：コスト

3案比較により、採用工法は最も適用性が高く、安価であることを確認

<p>案1：CJG工法による改良体構築 (高圧噴射攪拌工法、受働土圧増加、主働土圧低減)</p>	<p>案2：ジャイロプレス工法による鋼管壁体構築 (新設構造による機能代替)</p>	<p>案3：コンビジャイロ工法による組み合わせ壁体構築 (既設のハット形を活用した構造体の補強)</p>
 <p>※断面反転</p> <p>以下を考慮し、改良範囲は深さ5m、幅3m、延長40mとした。</p> <ul style="list-style-type: none"> Ac0層およびAc2層の改良を目的とする。 Dg層への1m程度の根入れを確保する。 改良体幅は改良体高さの6割で計画する。 設計延長40mの全延長で改良する。 <p>ハット形鋼矢板 SP-25H (L=10.00m)</p> <p>① 掘孔 ② 噴射開始</p> <p>③ 改良柱体造成 ④ 造成完了</p> <p>図出典：道路土工何軸地盤対策工指針</p>	 <p>※断面反転</p> <p>施工済みのハット形矢板の中心線から800mm背面にφ1000mmの鋼管杭を施工する。</p> <p>ハット形鋼矢板 SP-25H (L=10.00m)</p> <p>小口径鋼管 モルタル充填</p> <p>図出典：技研製作所 HP</p>	 <p>※断面反転</p> <p>施工済みのハット形矢板の中心線から595mm背面にφ1000mmの鋼管杭を施工する。</p> <p>ハット形鋼矢板 SP-25H (L=10.00m)</p> <p>ハット形鋼矢板 900 (止水)</p> <p>鋼管杭 (剛性)</p> <p>図出典：技研製作所 HP</p>
<p>三重管ロッドを貫入後、圧縮空気を添わせ高圧水で切削するとともに改良材スラリーを吐出した回転引き上げし、余分なスライムを排出して改良体を構築する。改良体により仮締切時は受働土圧を増加させ、本設施工時は主働土圧低減を図るものである。</p>	<p>圧入機に回転機能を付加したジャイロパイラーにて、先端リングビット付き鋼管杭を回転圧入する方向である。ジャイロパイラーは施工が完了した鋼管杭を反力に、自走する。杭間には小口径鋼管を2本施工し、その間にモルタル充填を図ることで止水性を確保する。</p>	<p>圧入機に回転機能を付加したジャイロパイラーにて、先端リングビット付き鋼管杭を回転圧入する方向である。ジャイロパイラーは施工が完了したハット形矢板を反力に、自走する。剛性は鋼管杭に、止水性はハット形鋼矢板により確保する。</p>
<p>約1.8億円 (直工)</p>	<p>約1.6億円 (直工)</p>	<p>約0.8億円 (直工)</p>
<p>工事費が高価であり、また周辺の海苔養殖やアサリ生育環境への配慮を考慮すると、他工法が有利である。</p> <p style="text-align: center;">【不採用】</p>	<p>既設構造と分離し、独立した構造となるため、精度管理を重視した施工の場合には本案が優れている。しかし、案3よりも工事費が高価となるため、本案は次案に位置付ける。</p> <p style="text-align: center;">【次案】</p>	<p>ヒアリングでは、本現場の矢板傾倒の程度であれば本工法にて施工は可能であると回答を得ている。最も安価な工事費で壁体構築が可能となるため、本案を採用案とする。</p> <p style="text-align: center;">【採用案】</p>

チェック②：施工実現性

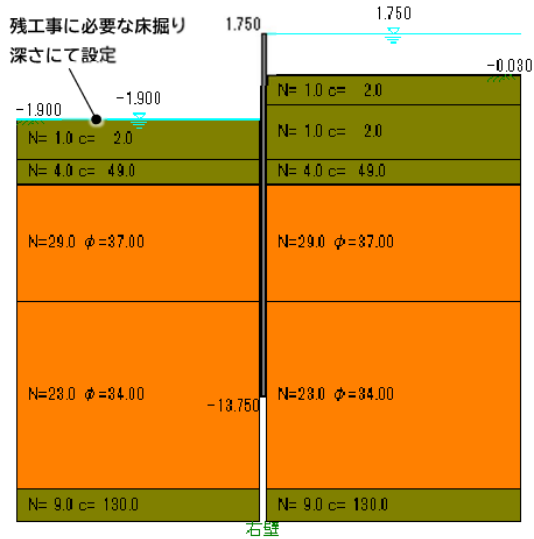
ジャイロパイラーの施工性についてメーカーヒアを実施しながら施工計画



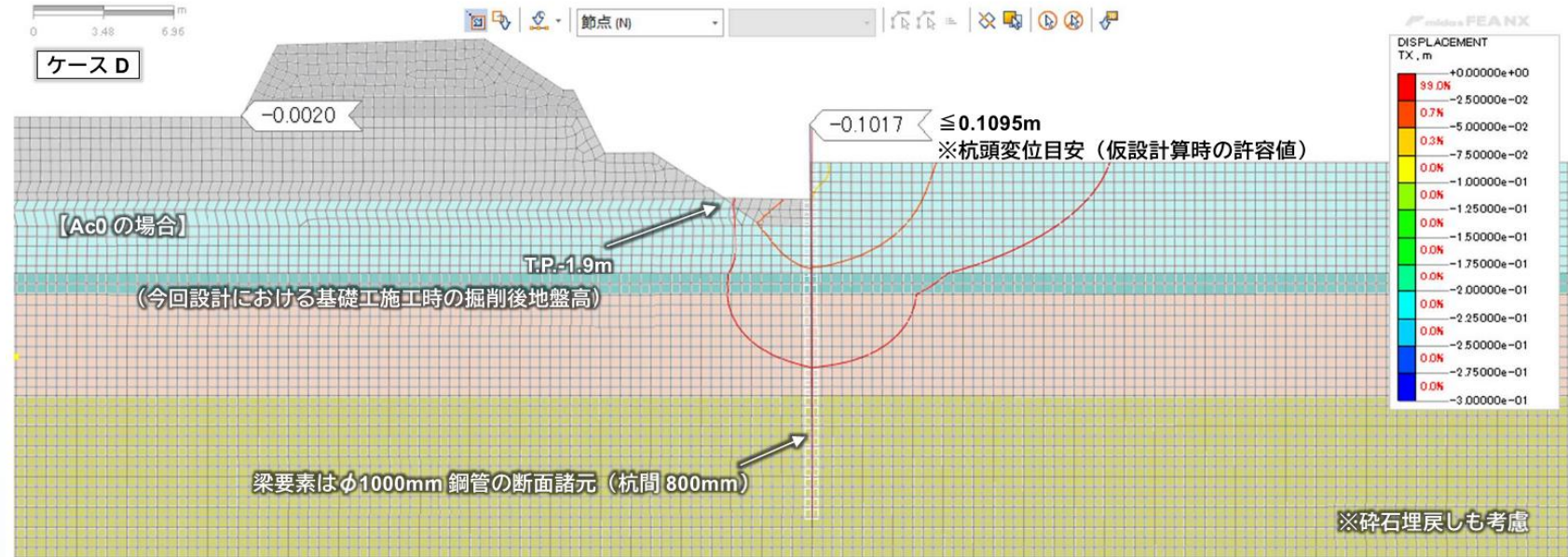
チェック③：変位置

修正後の構造について、施工段階ごとの変位置が許容値以内となることを確認

【仮締切時の計算】



【仮締切時のFEMによる変位置推定】



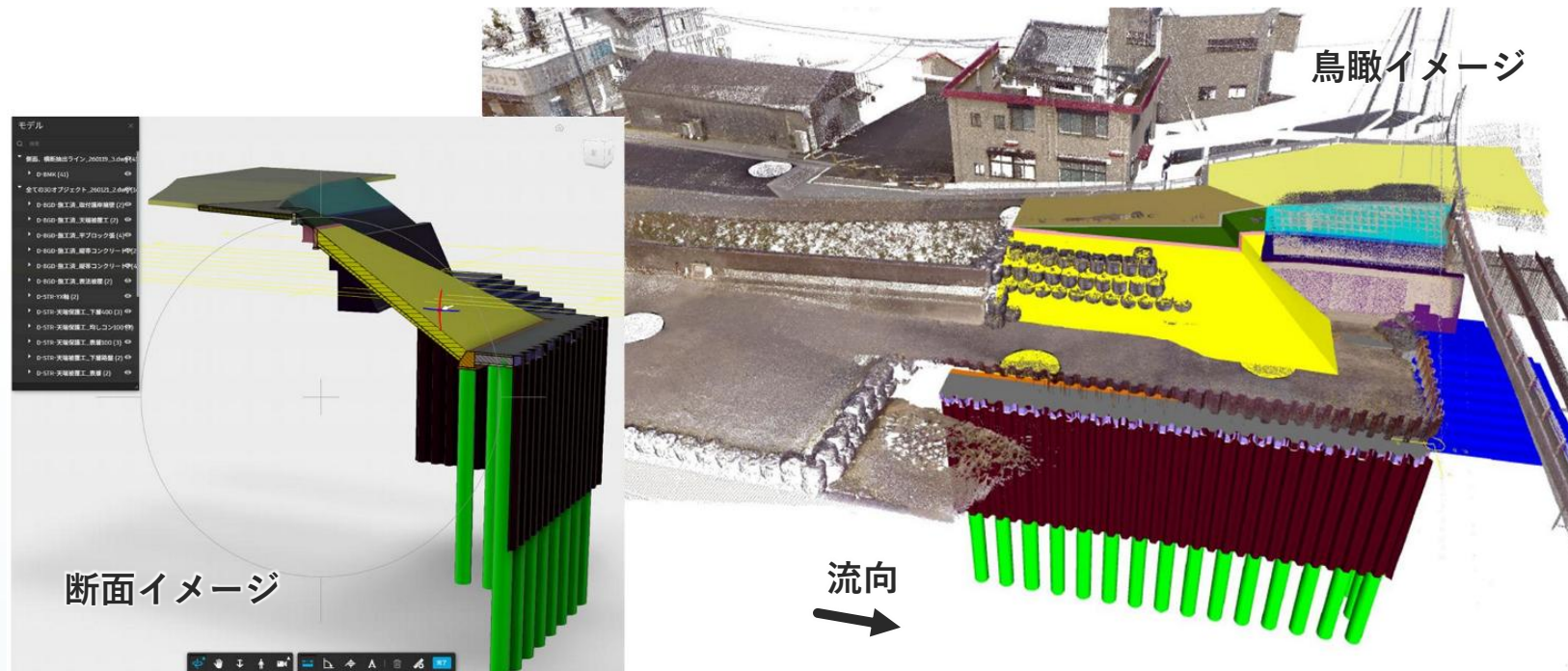
■最大値（曲げ、せん断、変位）一覧
右壁

検討ケース	掘削底面 G.L. (m)	最大値		
		モーメント (kN.m/m)	せん断力 (kN/m)	変位置 (mm)
自立時	-1.900	162.29 GL. -4.551	70.16 GL. -1.900	(○) 9.37 ≤ 109.50 GL. 1.750

注) 下段は、発生位置を標高で示したものである。
注) ○は許容変位以内。×は許容変位オーバー。△は許容変位無しのため判定せず。

まとめ

- ・ **施工済の矢板に期待できる機能に着目し、傾倒を経験した矢板の背面に先端リングビット付き鋼管杭を回転圧入施工し、両部材による組合せ壁体を構築することで、護岸を撤去・再設置する場合に比べて約40%のコスト縮減を図った。**
- ・ 一連の設計は、**矢板傾倒時のメカニズムをFEM解析や再現計算で検証し、BIM/CIMを活用して現場状況や支障移転状況を可視化するなどの対応を図ることにより、円滑に合意形成を図りながら進めた。**
- ・ 本件で得た知見は、所定の剛性が期待できない老朽化した矢板構造物の補強などの場面で活用していきたい。



ご清聴ありがとうございました