

遮水機能の解除工事における 鋼矢板引抜きに関する実施報告書

- 一 北海岸における遮水機能の設置状況の整理から
鋼矢板引抜きに関する工法等の検討及び実施まで 一

【案】

令和 4 年 10 月

香川県

目 次

I	まえがき	.....	1
II	北海岸における遮水鋼矢板の設置状況		
1	遮水鋼矢板及び廃棄物等の掘削時に新たに設置した新設鋼矢板の設置状況	.....	2
III	遮水機能の解除に係る工法等の検討		
1	遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの設置と検討状況	.....	3
2	遮水機能解除工法の検討結果	.....	4
3	遮水機能の解除工事に係るガイドライン及びマニュアルの策定	.....	5
IV	遮水機能の解除の実施		
1	鋼矢板の引抜き時の作業とその確認状況	.....	9
2	鋼矢板引抜き時の測定結果と考察	.....	9
3	まとめ	.....	13
	(参考資料)		
	別紙 1 暫定的な環境保全措置における遮水機能の検討結果		
	別紙 2 第 1 回遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの報告と今後の予定 (●第 10 回Ⅱ/3)		
	別紙 3 遮水機能の解除に係る工法等の検討WGにおける検討結果に関する報告 (●第 11 回Ⅱ/2)		
	別紙 4 「遮水機能の解除工事に係るガイドライン (令和 3 年 8 月 19 日策定)」		
	別紙 5 「遮水機能の解除工事マニュアル (令和 3 年 8 月 19 日策定)」		
	別紙 6 遮水機能の解除に係る状況写真		
	別紙 7 鋼矢板引抜き時の測定記録表		
	別紙 8 遮水機能の解除工事における鋼矢板引抜きに関する最終報告		

I まえがき

豊島廃棄物等の処理にあたり、当該期間における周辺海域への汚染の拡大を防止するため、暫定的な環境保全措置として、北海岸海岸線に沿って約 370m に渡り、透水性の低い岩盤付近までの深さ(最深部では TP-12m)まで遮水のための鋼矢板を設置した。この措置により設置した鋼矢板は、豊島処分地内の地下水が排水基準を達成した後に遮水機能を解除するものとされた。

遮水機能の解除方法については、豊島事業関連施設の撤去等検討会(以下、「撤去検討会」という。)の下に「遮水機能の解除に係る工法等の検討ワーキンググループ」(以下、「遮水機能解除工法検討WG」という。)を令和3年4月に設置し、工法の絞り込みや施工時の留意事項、実施手順等を検討し、令和3年7月に撤去検討会に答申した。これを受けて撤去検討会では、遮水機能の解除方法を決定し、そのための「遮水機能の解除工事に係るガイドライン」及び「遮水機能の解除工事マニュアル」を作成した。これらを豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会(R3.8.19:第12回)で審議・承認いただき、これに基づいて令和3年11月から令和4年4月にかけて遮水機能の解除関連工事を実施した。

そのうち、遮水壁鋼矢板の引抜きについては、令和4年2月から3月にかけての約1カ月間にわたり実施した。

この報告書は、止水材が塗布され、打設後約20年が経過しているなどの特殊な条件の鋼矢板に関し、その引抜き工事の実施例はほとんどなく、工法の詳細や実施条件等の条件が不足している条件下で行った引抜き工事について、その計画策定や実施結果等について取りまとめたものである。

II 北海岸における遮水鋼矢板の設置状況

1 遮水鋼矢板及び廃棄物等の掘削時に新たに設置した新設鋼矢板の設置状況

遮水機能の工法等については、第1次及び第2次技術検討検討会（H9～H11開催）で比較検討を行い、施工性と耐久性に優れる鋼矢板工法を選定した（別紙1）。

遮水壁鋼矢板は暫定的な環境保全措置工事により、平成13年3月～5月にかけてパイプロハンマ工法により打設しており、遮水機能の解除工事を予定する令和3年度までには約20年が経過していた。また、廃棄物等掘削時の遮水壁倒壊防止のため、遮水壁の西側及び東側の両端部には、平成27年12月～平成28年2月にかけて遮水壁の海側に新設鋼矢板を打設した。

なお、遮水壁及び新設鋼矢板ともに止水機能を高めるため、継手部分に止水材（ポリウレタン樹脂系^{※2}）が塗布されている（表II-1）。

表II-1 鋼矢板の打設状況の概要

対象 ^{※1}	打設工法	鋼矢板の規格	総枚数	最短長さ	最長長さ	止水材 ^{※2} の塗布	打設期間	経過年数
遮水壁鋼矢板	パイプロハンマ工法	IV型	861枚	2.5m	18.0m	有	平成13年3月～5月	約20年
新設鋼矢板	ダウンザホールハンマ工法 ^{※3} とクラッシュパイラ工法 ^{※4} の併用	III型 IV型 V型	226枚	9.0m	14.0m	有	平成27年12月～平成28年2月	約5年

※1 平面図、展開図は、別紙2の別添図面のとおり。

※2 ・遮水壁鋼矢板：ケミガードU-1（三洋化成工業株）、本設用、主成分 特殊ポリウレタン、標準使用量 200g（両爪/m）、水膨張 約5倍

・新設鋼矢板：パイルロックNS-v（日本化学塗料株）、本設用、主成分 特殊ポリウレタン、標準使用量 200g（両爪/m）、水膨張 約6倍

使用した止水材は本設用とされており、経年変化状況を把握した資料は無い（メーカー聞き取り）。

※3 ダウンザホールハンマの打撃により岩及び土砂の地盤を掘削した後に、鋼矢板等を立て込む工法

※4 鋼矢板先端に取り付けたオーガドリルにより、硬質地盤を先行掘削し、鋼矢板等を圧入する工法

Ⅲ 遮水機能の解除に係る工法等の検討

1 遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの設置と検討状況

1. 1 遮水機能解除工法検討WGの設置の経緯

遮水機能の解除方法に関する検討は、第9回フォローアップ委員会(R2.8.28開催)において複数案を設定して検討を進めることが審議・了承された。

また、第11回フォローアップ委員会(R3.3.25Web開催)では、引抜き・削孔併用案により遮水機能を解除し、具体的な実施方法については、撤去検討会の下に遮水機能解除工法検討WGを設置して検討を行うこととされた。

1. 2 遮水機能解除工法検討WGの構成

遮水機能解除工法検討WGは、解除工法の観点から撤去検討会委員1名、解除前後の地下水流動の観点から地下水検討会委員1名の計2名が選任された(表Ⅲ-1)。

表Ⅲ-1 遮水機能解除工法検討WGの委員

委員	氏名	所属及び職名	備考
座長	松島 学	香川大学名誉教授	FU委員会委員 撤去検討会副座長
委員	平田 健正	和歌山大学名誉教授	地下水検討会委員

1. 3 遮水機能解除工法検討WGの開催状況

遮水機能解除工法検討WGでは、令和3年4月から6月にかけて、委員による現地視察を1回、Web会議を2回開催した(表Ⅲ-2)。

現地視察の結果については、「第1回遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの報告と今後の予定」(㊦第10回Ⅱ/3) **別紙2**としてとりまとめた。また、Web会議の審議結果については、「遮水機能の解除に係る工法等の検討WGにおける検討結果に関する報告」(㊦第11回Ⅱ/2) **別紙3**としてとりまとめ、撤去検討会に答申した。

表Ⅲ-2 遮水機能解除工法検討WGの実施概要

	第1回	第2回	第3回
実施日	R3.4.27	R3.5.27	R3.6.26
場所	豊島処分地	Web会議	Web会議
出席委員	松島座長 平田委員	松島座長 平田委員	松島座長 平田委員
審議内容	<ul style="list-style-type: none"> 現地視察 鋼矢板の状態確認 鋼矢板端部(境界部)の状況確認 	<ul style="list-style-type: none"> 遮水機能の解除に係る現場条件の整理結果の報告 引抜き工法の整理結果及び施工手順の検討内容の審議 	<ul style="list-style-type: none"> バイブロハンマ工法(電動式・油圧式)の整理結果の報告 引抜き時の留意事項の報告 引抜き不可の判断の手順に関する検討の審議 削孔工法の確認 撤去検討会への答申(案)の審議

2 遮水機能解除工法の検討結果

遮水機能解除工法検討WGでは、引抜き工法の選定を行い、その留意事項と引抜き不可の判断の手順について検討を行った（別紙2、別紙3）。

以下にその概要を示す。

2.1 引抜き工法（検討対象）の選定

本件処分地での遮水壁鋼矢板の引抜きにあたっては、土木工事仮設設計ガイドブック（I）（H23.3）（(財)日本建設情報総合センター編 P199）の引抜き施工法選定フローに掲げられた鋼矢板の引抜きの3つの工法、(a)電動式バイブロハンマ、(b)油圧式バイブロハンマ、(c)油圧圧入引抜き工を検討対象とし、工法の選定においては、止水材が塗布されていることや打設後約20年が経過していることなどの特殊な要因に配慮することとした。

各工法の概要を表Ⅲ-3に示す。

表Ⅲ-3 引抜き工法の概要

工 法		概 要
動的 工法	バイブロハンマ工法	鋼矢板を通じて鋼矢板に接する地盤に振動を加え、地盤に流動化現象等を起こさせて鋼矢板の引抜きを容易にする工法
	(a)電動式バイブロハンマ	電動モータで2軸偏心の振り子を回転させ振動を発生させて鋼矢板の引抜きを行う工法
	(b)油圧式バイブロハンマ	油圧モータにより起振機の起動・停止を行い、シリンダーの往復運動等により振動を発生させて鋼矢板の引抜きを行う工法
静的 工法	(c)油圧圧入引抜き工 (サイレントパイラー)	既設鋼矢板上に圧入引抜き機を設置後、クランプ部で既設鋼矢板を挟み込み固定し、既設鋼矢板を反力として油圧シリンダーの伸縮により鋼矢板を引抜く工法

2.2 引抜き工法に関する比較検討

引抜き工法ごとに、「地下水浄化の効果」、「作業性」、「作業の安全性」、「周辺環境への影響」、「現場条件への対応」、「工期」並びに「経費」等を整理し、比較検討を行った。

その結果、「引抜き工法としては、止水材が塗布されていることや打設後約20年が経過していることなどにより想定より高い負荷が架かる可能性があり、これらにより抵抗が増大した場合の対応として、想定する2倍程度の起振力での施工が可能である。」「2枚同時に引きあがった場合でも対応が可能なことや事前押し込みが可能なことなど、現場対応が容易に行える特長があるバイブロハンマ工法の2案のうち、電動式に比べて余裕のある油圧式の方がより引き抜ける可能性が高い。」と整理した（表Ⅲ-4）。

また、補助工法としては、打込み時に周辺地盤の摩擦力を低減する補助工法であるアースオーガ工法やウォータージェット工法の適用性について、整理を行った。さらには、継手の縁切り方法として考えられる事前押し込み（打撃やバイブ

ロハンマによる押し込み)も合わせて整理を行った。

その他、施工時の工夫として、鋼矢板周辺を掘削して周辺地盤の摩擦力を低減するとともに、掘削部の鋼矢板の継手部を切断することにより継手抵抗についても低減する方法を検討した(表Ⅲ-5)。

これら検討結果の詳細は、「遮水機能の解除に係る工法等の検討WGにおける検討結果に関する報告」(㊦第11回Ⅱ/2)別紙3を参照されたい。また、引抜き工法の検討結果の詳細は、別紙3の「比較表(矢板引抜き工法)」(表5)、補助工法等の整理結果の詳細は、「比較表(補助工法)」(表6)を参照されたい。

3 遮水機能の解除工事に係るガイドライン及びマニュアルの策定


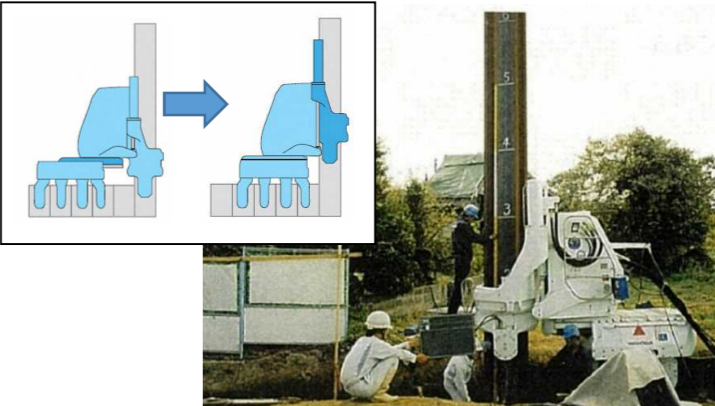
遮水機能解除工法検討WGからの答申を受け、遮水機能の解除工事の実施方法を決定するため、撤去検討会では、遮水機能の解除工事に係るマニュアル及びガイドラインを審議・作成した。また、フォローアップ委員会では、撤去検討会での審議結果を踏まえて、マニュアル及びガイドラインに追加・修正を加えた(表Ⅲ-6)。

審議の結果、決定した全体施工フローを図Ⅲ-5～8に示す。なお、「遮水機能の解除工事に係るガイドライン」の詳細は別紙4、「遮水機能の解除工事マニュアル」の詳細は別紙5を参照されたい。

表Ⅲ-6 豊島廃棄物等処理事業フォローアップ委員会等の実施概要

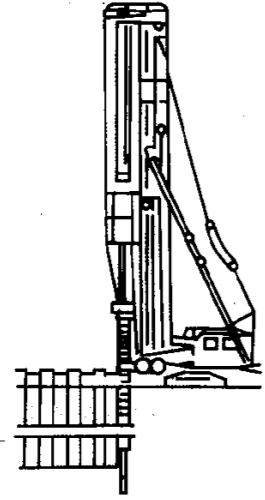
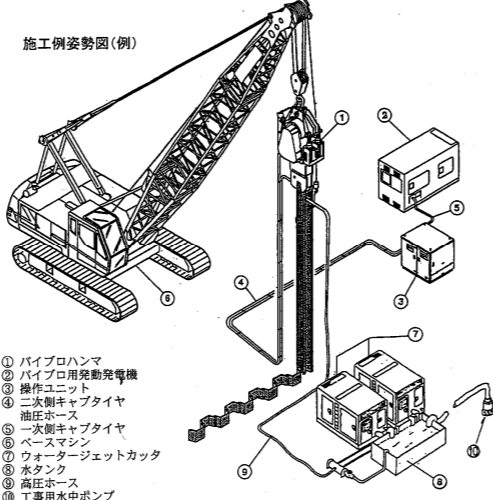
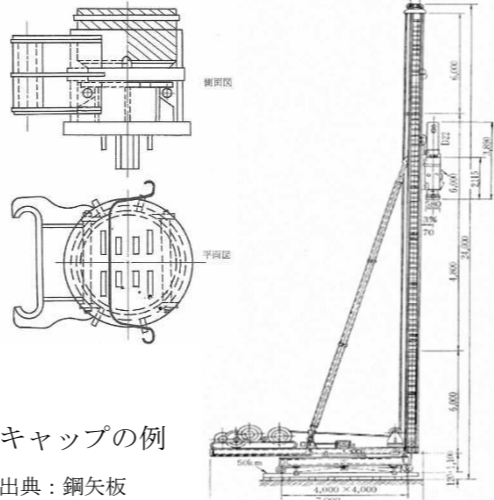
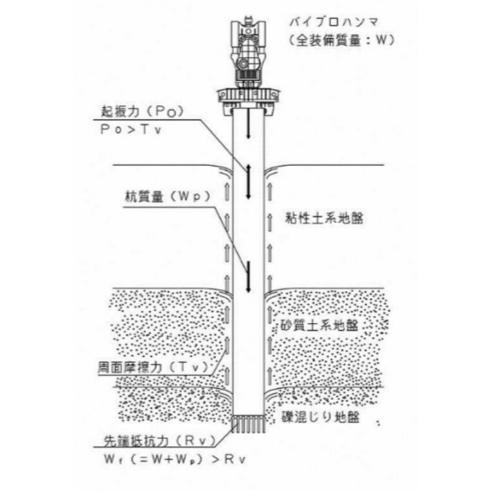
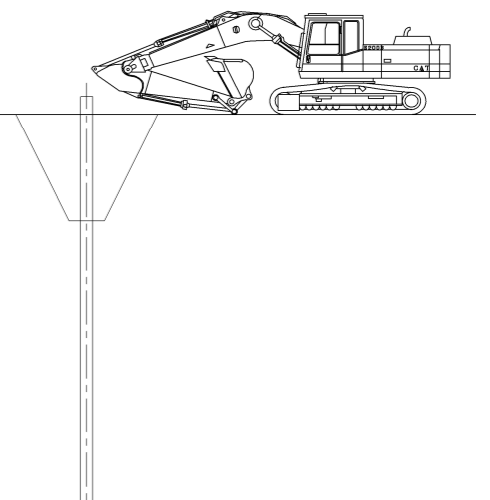
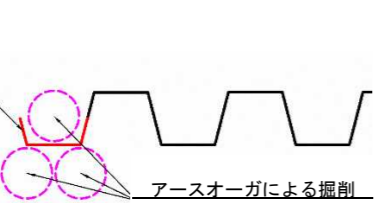
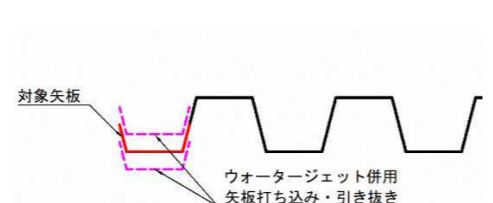
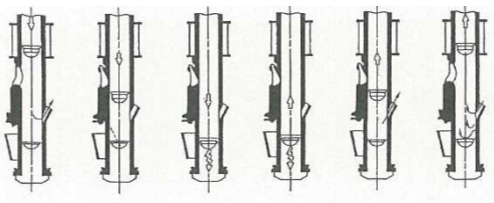
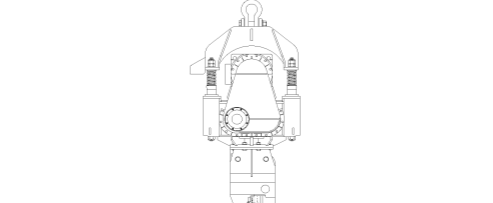
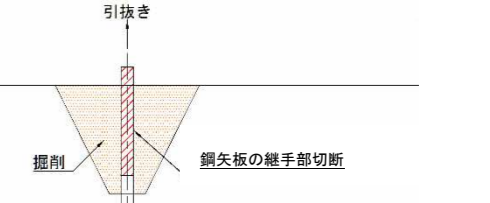
	第11回豊島事業関連施設の 撤去等検討会	第12回豊島廃棄物等処理事業 フォローアップ委員会
実施日	R3.7.15	R3.8.19
場 所	Web会議	Web会議
出 席 委 員	永田座長、松島副座長、 鈴木委員、高月委員、須那委員	永田委員長、河原副委員長、 鈴木委員、高月委員、中杉委員、 松島委員、門谷委員
審 議 内 容	・引抜き工法の整理結果及び施工手順 の検討内容の報告・審議 ・遮水機能の解除工事に係るマニ ュアル及びガイドラインの作成	・遮水機能の解除工事に係るマニ ュアル及びガイドラインの報告・審議

表Ⅲ-4 比較表（矢板引抜き工法）

	動的方法										静的方法					
	(a) 電動式バイプロハンマ					(b) 油圧式バイプロハンマ					(c) 油圧圧入引抜機（サイレントパイラー）					
工事概要図																
	出典：基礎機械レンタルカタログ(AKTIO), 土木施工の実際と解説					出典：最新型振動パイルハンマ紹介(調和工業資料)					出典：土木施工の実際と解説					
工法イメージ	鋼矢板を通じて鋼矢板に接する地盤に振動を加え、地盤に流動化現象等を起こさせて鋼矢板の引抜きを容易にする工法である。										チャックの上下動を繰り返して引抜く工法であり、無振動・無騒音・無削孔(プレボーリング不要)工法である。上図に示す鋼矢板を掴んだチャックの上下のストローク幅は85cmである。					
工法概要・特徴	環境（振動）対策が必要ない場合に適用できる工法 電動式起振機振動数：600cpm(10Hz)～1,200cpm(20Hz)					環境（振動）対策が必要な場合に適用できる工法 油圧式起振機振動数：2,000cpm(33Hz)～2,400cpm(40Hz)					既設鋼矢板上に圧入引抜機を設置後、クランプ部で既設鋼矢板を挟み込み固定し、既設鋼矢板を反力として油圧シリンダーの伸縮により鋼矢板を引抜く工法である。					
選定条件	F = 40～230kN、P ₁₁ = 469～888kN					F = 40～230kN、P ₁₁ = 469～888kN					F = 300～850kN、P ₁₁ = 1,315～2,485kN					
選定した資機材	適用範囲 引抜長：25m以下 バイプロハンマ規格：60kW（起振力 461～480kN(47～49t)） 振幅 ^{*7} ：6mm程度 振動加速度 ^{*7} ：80m/sec ² 、8.0 G					適用範囲 引抜長：25m以下 バイプロハンマ規格：235kW（起振力 473kN(48t)） 振幅 ^{*1} ：2mm程度 振動加速度 ^{*7} ：30～270m/sec ² 、12.3 G					適用範囲 引抜長：25m以下 油圧圧入引抜機引抜力 1100kN(110t) ※最大規格値					
	クローラクレーン：排ガス対策型（第1次） 油圧駆動式ウインチ・ラチスジブ型、50～55t 吊					ラフテレーンクレーン：排ガス対策型（第1次） 油圧伸縮ジブ型、25t 吊					ラフテレーンクレーン：排ガス対策型（第1次） 油圧伸縮ジブ型、25t 吊					
地下水浄化の効果	全て引抜けた場合、大きな差は無い。															
作業性	電動出力を定格の2.5～3倍程度大きくすることで、瞬発力を必要とする矢板の引抜きや、長尺矢板の引抜き作業への適用性は高い。ただし、長時間の連続運転や電圧不足等によりコイル温度の上昇やコイルの断線等により電動機の焼損リスクがある。					油圧力を一定の大きさに制限して使用するため、長時間使用できる。ただし、給油する作動油の油温が上がると漏れ量が多くなり引抜き能力が減退する。					無振動・無騒音、更に大型の施工機械が不要であり、狭い作業スペースでの施工が可能である。					
作業の安全性	本施工場所での現場制約はなく、どの工法を用いても安全に作業することが出来る。															
評価	○															
周辺環境への影響（振動・騒音）	高い ← 振動・騒音レベル → 低い															
	電動式可変モーメント型					油圧式可変モーメント										
	低周波型		180～480kW		高周波型		45～120kW		高周波型		328kW		超高周波型		190～235kW	
周波数 ≤ 20Hz				20Hz < 周波数				20Hz ≤ 周波数 < 60Hz				60Hz ≤ 周波数				
評価	△															
現場条件への対応	継手部の固着や歪みにより抵抗が増大した場合でも、想定する2倍程度の起振力で施工できる（2×F < P ₁₁ ）。2枚同時に引きあがった場合でも、アタッチメントを取り換えることにより、引抜きを実施することが可能である。事前押込みも現場対応は可能である。振動が大きく、法面近接部では低出力での運転が必要となる。					継手部の固着や歪みにより抵抗が増大した場合でも、想定する2倍程度の起振力で施工できる（2×F < P ₁₁ ）。2枚同時に引きあがった場合でも、アタッチメントを取り換えることにより、引抜きを実施することが可能である。事前押込みも現場対応は可能である。振動が電気式に比べ小さく、法面近接部での安全面で勝る。					継手部の固着や歪みにより抵抗が増大した場合、バイプロハンマ工法に比べ、引抜力に十分な余裕がない。2枚同時に引抜くなどの対応はできない。振動はほとんどなく、法面近接部での安全面に優れている。					
評価	○															
工期 ^{※8}	引抜長	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下
	日施工量	58枚/日	50枚/日	43枚/日	38枚/日	33枚/日	58枚/日	50枚/日	43枚/日	38枚/日	33枚/日	48枚/日	40枚/日	34枚/日	30枚/日	25枚/日
評価	◎															
経済性（手間のみ円/枚） ^{※9}	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	
	4,400	5,200	6,000	6,800	7,800	5,400	6,300	7,300	8,200	9,400	6,600	7,900	9,200	10,500	12,500	
評価	◎															
適用性	遮水壁付近の地質は主に砂地盤であり、振動により土との摩擦を軽減できる。チャック部の耐力に余裕があり、抵抗が増大した場合でも想定する2倍程度の起振力で施工できるなど、現場での対応面に優れている。油圧式に比べて、振動加速度が小さく摩擦力の低減率に余裕がない。振動が大きく、法面近接部では低出力での運転が必要となる。日施工量は油圧式と変わらないが、施工費が多少安い。					遮水壁付近の地質は主に砂地盤であり、振動により土との摩擦を軽減できる。チャック部の耐力に余裕があり、抵抗が増大した場合でも想定する2倍程度の起振力で施工できるなど、現場での対応面に優れている。電動式に比べて、摩擦力の低減率に余裕があることから、引き抜ける可能性が高い。また、法面近接部での安全性に優れ連続運転が可能。日施工量は電動式と変わらないが、施工費が多少高い。					チャック部の耐力に余裕がなく、また、施工機械の最大引抜力にも余裕がないため、抵抗の増大に対する対応面で劣る。振動はほとんどなく、法面近接部での安全面に優れている。バイプロハンマ工法に比べて、日施工量、施工費ともに劣る。					
本事業での評価	○															

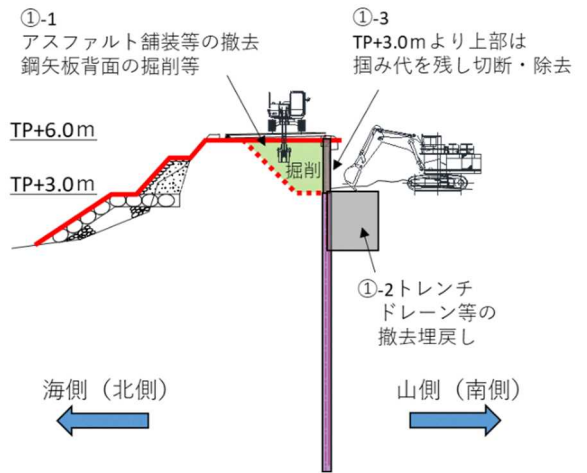
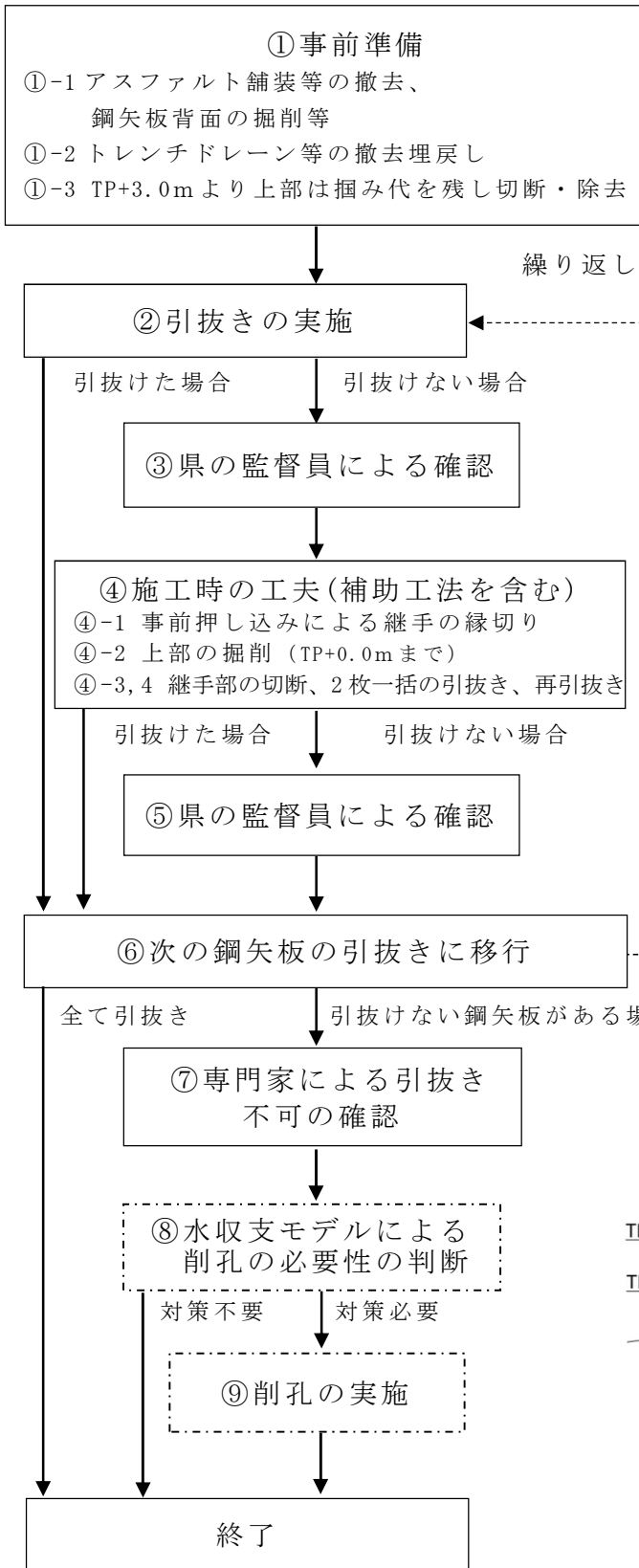
※7 鋼矢板Ⅳ型L=18mの場合、 ※8 「土木工事標準積算基準書（共通編）」、 ※9 「令和2年度版 国土交通省土木工事積算基準による積上積算方式および施工パッケージ型積算方式 土木工事積算標準単価（一般財団法人 建設物価調査会）」

表Ⅲ-5 比較表（補助工法）

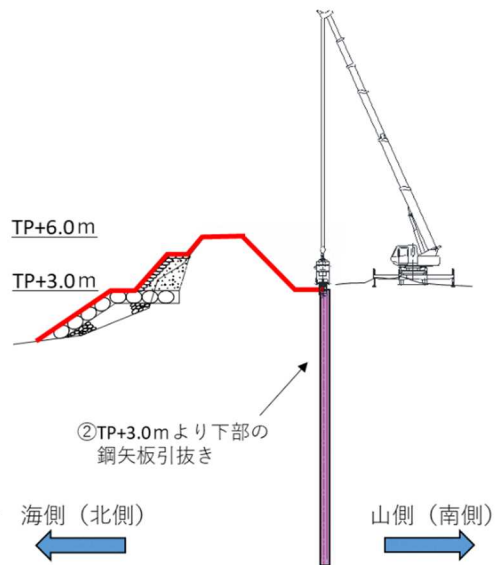
	周辺地盤の摩擦の低減		事前押込み		施工時の工夫
	アースオーガ	ウォータージェット	打撃	パイプロハンマ	鋼矢板周辺掘削および継手部切断
工事概要図	 <p>出典：鋼矢板 設計から施工まで</p>	 <p>出典：鋼矢板 設計から施工まで</p>	 <p>出典：鋼矢板</p> <p>出典：杭打ち工法(コンクリートジャーナル)</p>	 <p>出典：パイプロハンマ工法技術研究会 WEB</p>	
工法イメージ					
工法概要・特徴	<p>矢板周辺の地盤をアースオーガで緩め、周面摩擦を低減する方法。オーガの配置は、矢板内側1本～周辺3本程度が考えられる。</p>	<p>鋼矢板先端部から土中にウォータージェットを噴射することで、矢板先端及び周面の地盤抵抗を一時的に低減させる工法。既存矢板にホースが設置されていないため、別途矢板を用いて既存矢板の前後でジェットを用いた打設引拔を行う。</p>	<p>引抜きに際して鋼矢板にハンマーの打撃を加え、衝撃により周面摩擦および継ぎ手抵抗の縁切りを図る方法。クレーン引抜き等、押込みができない工法の補助工法として用いられる。</p>	<p>引抜きに際して、パイプロにて押し込むことにより、周面摩擦および継ぎ手の抵抗の縁切りを図る方法。</p>	<p>鋼矢板周辺を掘削して周面摩擦を低減するとともに、鋼矢板の継手部を切断することで継ぎ手の抵抗の低減を図る方法。</p>
施工性	13枚/日～4.3枚/日 (1孔/枚～3孔/枚)	6.6枚/日～3.3枚/日 (片側～両面)	22枚/日 ^{※10}	54枚/日 ^{※10}	5.6枚/日 ^{※11}
経済性 (手間のみ)	30千円/枚～90千円/枚 (1孔/枚～3孔/枚)	53千円/枚～106千円/枚 (片側～両面)	7千円/枚 ^{※10}	5千円/枚 ^{※10}	12千円/枚 ^{※11}
適用性	<p>引抜きできない原因が継手抵抗の場合は効果が低い。 ただし、施工性及び経済性においては同様の補助工法であるウォータージェットに対して優れる。</p>	<p>引抜きできない原因が継手抵抗の場合は効果が低い。 同様の補助工法であるアースオーガに対して施工性及び経済性で劣る。</p>	<p>確実性は不明。また衝撃により鋼矢板が歪む等、引抜けなくなる恐れもある。 基本的には押込みができない工法における補助工法であり、押込み可能なパイプロハンマを使用する当地での必要性は低い。</p>	<p>打撃と同様に確実性は不明。 ただし、引抜きで使用する施工機械を用いて実施可能である点に優位性がある。</p>	<p>掘削及び切断した範囲の抵抗力は軽減できる。 周辺土工事で使用する施工機械を用いて実施可能である点に優位性がある。</p>
本事業での評価 (パイプロハンマによる施工の場合)	<p>遮水壁付近の地質は主に砂質土であり、N値も50未満であることから、パイプロハンマ工法のみで十分であり、併用するメリットは低い。</p>		<p>確実性が不明であり、また、衝撃により鋼矢板が歪むなどのおそれがあるため採用できないものとする。</p>	<p>確実性は不明であるが、パイプロハンマ工法では現場対応は可能である。</p>	<p>確実性は不明であるが、土工事が主体であり現場対応は可能である。</p>

※10：L=2m以下の打込みと同等作業と考えた場合
 ※11：周辺掘削および鋼矢板切断の場合

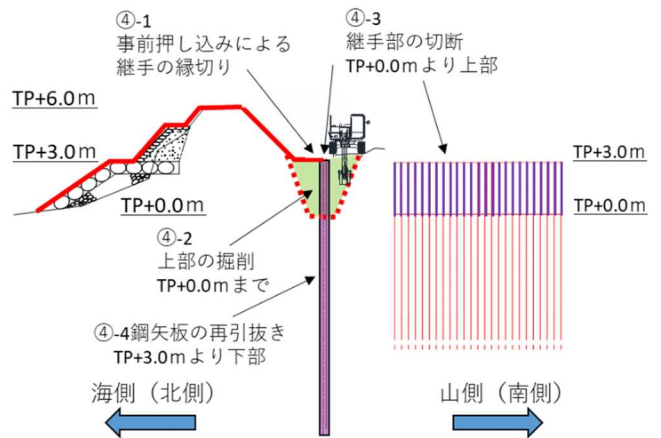
【全体施工フロー】（マニュアルから抜粋）



図Ⅲ-6 事前準備のイメージ



図Ⅲ-7 引抜き時のイメージ



図Ⅲ-5 引抜き・削孔併用における施工フロー 図Ⅲ-8 施工時の工夫（補助工法を含む）のイメージ

IV 遮水機能の解除の実施

1 鋼矢板の引抜き時の作業とその確認状況

引抜きにあたっては、「遮水機能の解除工事マニュアル」に記載のとおり、実績引抜力を測定・記録し、以降の引抜力を推定しながら施工した。

引抜き初期（遮水壁鋼矢板西側端部の約 5m 区間）では、継手抵抗力に比べて周辺摩擦力が小さく、継手の縁切りができずに 5, 6 枚程度が一度にとも上がりしたため、鋼矢板を切断除去しながら引き抜きを行った。また、そこから先の約 11m 区間についても、ほとんどの鋼矢板で複数枚のとも上がりが確認されたことから、引抜力の測定及び推定が上手くできず、松島遮水機能解除工法検討WG座長と協議しながら、鋼矢板のチャック部が破断しない力で、引抜きと押し込みを繰り返しながら、引抜き作業を行った。なお、その後については、とも上がりが少なくなったことから、実績引抜力から推定引抜力を求めて鋼矢板が破断しないことを推定するなど、安全面に留意しながら現場管理を行った。

遮水機能の解除工事の状況写真は別紙 6、鋼矢板引抜き時の測定記録は別紙 7、引抜き初期の考察の詳細は別紙 8 を参照されたい。

2 鋼矢板引抜き時の測定結果と考察

バイブロハンマによる引抜き時の実績引抜力と推定引抜力の関係について、次のとおり考察した。なお、考察の詳細は、別紙 8 を参照されたい。

- ・遮水壁鋼矢板におけるバイブロハンマによる低減後の周辺摩擦力は、一般値（砂層 5%、粘性土 13% 程度に低減）よりわずかに大きく、実績としては、砂層を 10%、粘土層を 20% に低減した場合に近い値となった（別紙 8 図 4）。
- ・ほとんどの鋼矢板でとも上がりが確認された。これは、継ぎ手の抵抗力（止水材の効果や砂噛みなど）が大きかったことや、バイブロハンマの振動により隣の鋼矢板の周辺摩擦力も低減されたため、引抜き時に継手部分が離れず、発生したものと推察される。
- ・継手部分が離れず、複数枚が一度に引き上がることにより、クレーンや鋼矢板のチャック部に高負荷が掛かることを避けるため、押し込みによる継手の縁切りやバイブロハンマによる振動を十分かけたうえで継ぎ手の抵抗力を下げるよう、現場で対策を行った。なお、継手の抵抗力の低下には、振幅を大きくするより、周波数を上げる方が効果的であった。また、引抜き時における止水材の状態を確認したところ、振動による摩擦により液状化又は気化しており、その結果、継手の抵抗力が低減されたものと推察される（別紙 6 写真 31）。
- ・新設鋼矢板の実績引抜力は一般値より小さく、遮水壁鋼矢板に比べて容易に引抜けた。これは、経過年数が短いことに加え、土砂や岩盤層を掘削した後に立て込んだことから、鋼矢板周辺の土砂が砂礫質となり、周辺摩擦力が低かったものと推察される（別紙 8 図 5）。

また、遮水機能の解除にあたっては、鋼矢板長が短い西側端部の引抜きに最も苦慮したことや止水材の影響を整理する観点から、土質データに基づく推定値（計算値）との関係や単位長さあたりの実績引抜力と鋼矢板長との関係を整理し、次のとおり、本解除工事における知見を整理した。

2. 1 バイブロハンマによる推定値（計算値）と実績引抜力との関係

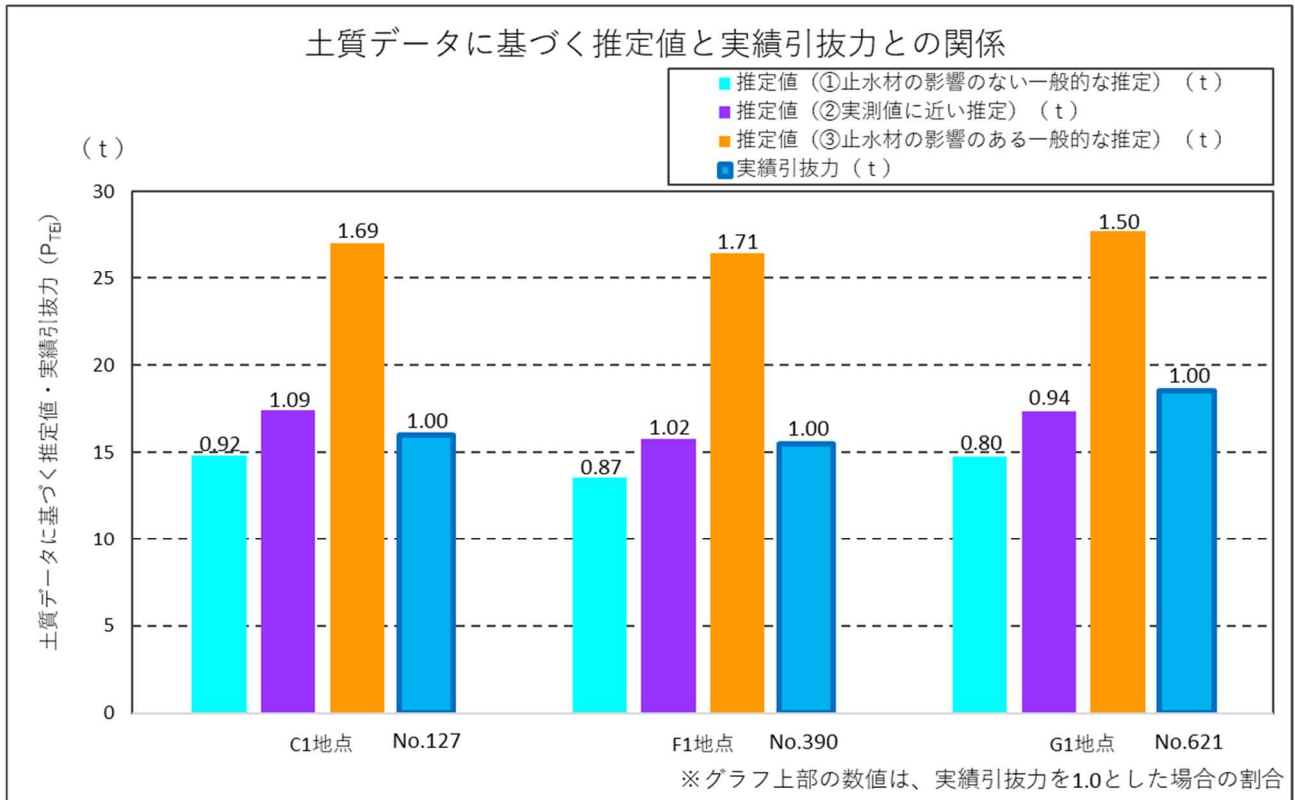
土質データに基づく推定値（計算値）との関係を整理するため、取得データ数の多い 18m 区間の実績引抜力との比較を行った。ボーリング結果により地質の状態が分かる 3 本（C1, F1, G1 付近）の 3 地点において、推定引抜力を表 IV-1 の 3 ケースで算出した。バイブロハンマによる推定値（計算値）と実績引抜力との関係を図 IV-1 に示す。

箇所による違いはあるものの主に砂地盤であることから、ボーリング結果のある 3 本の推定値は概ね同様の算出結果であった。実績引抜力と比較したところ、実績引抜力は、周面摩擦力を砂層 10%、粘土層 20% に低減した設定で推定した値に近い値となった。継手抵抗力及び周面摩擦力の低減効果を一般的な値として算出した結果より大きな引抜力が必要となった要因としては、止水材の影響、もしくは経年変化による影響があったものと推察される（図 IV-1）。

表 IV-1 バイブロハンマによる推定値（計算値）の比較 3 ケース

ケース	継手抵抗力の推定	周面摩擦力の推定	
		砂層	粘土層
① 止水材の影響のない一般的な推定	周面摩擦力の 10% （一般的な値）	約 5% に低減 （一般的な値）	約 10% に低減 （一般的な値）
② 実測値に近い推定	周面摩擦力の 10% （一般的な値）	10% に低減	20% に低減
③ 止水材の影響のある一般的な推定	止水材を考慮	約 5% に低減 （一般的な値）	約 10% に低減 （一般的な値）

※バイブロハンマの効果により、継手抵抗力と周面摩擦力を低減した場合



図IV-1 土質データに基づく推定値と実績引抜き力との関係（遮水壁鋼矢板）

2. 2 遮水壁鋼矢板における単位長さあたりの実績引抜き力と鋼矢板長の関係

バイブロハンマの低減効果に影響する可能性がある地下水位との関係を整理するため、上述の結果から、土質を均一層と仮定したうえで、遮水鋼矢板における単位長さあたりの実績引抜き力を求め、表IV-2の推定引抜き力2ケースと比較した。バイブロハンマによる単位長さあたりの実績引抜き力と推定引抜き力との関係を図IV-1に示す。

遮水壁鋼矢板における単位長さあたりの実績引抜き力は、鋼矢板長が短くなるほど大きくなる傾向がみられた。この原因を地下水位より上部で単位長さあたりの抵抗力が上昇している可能性があるかと推定した。

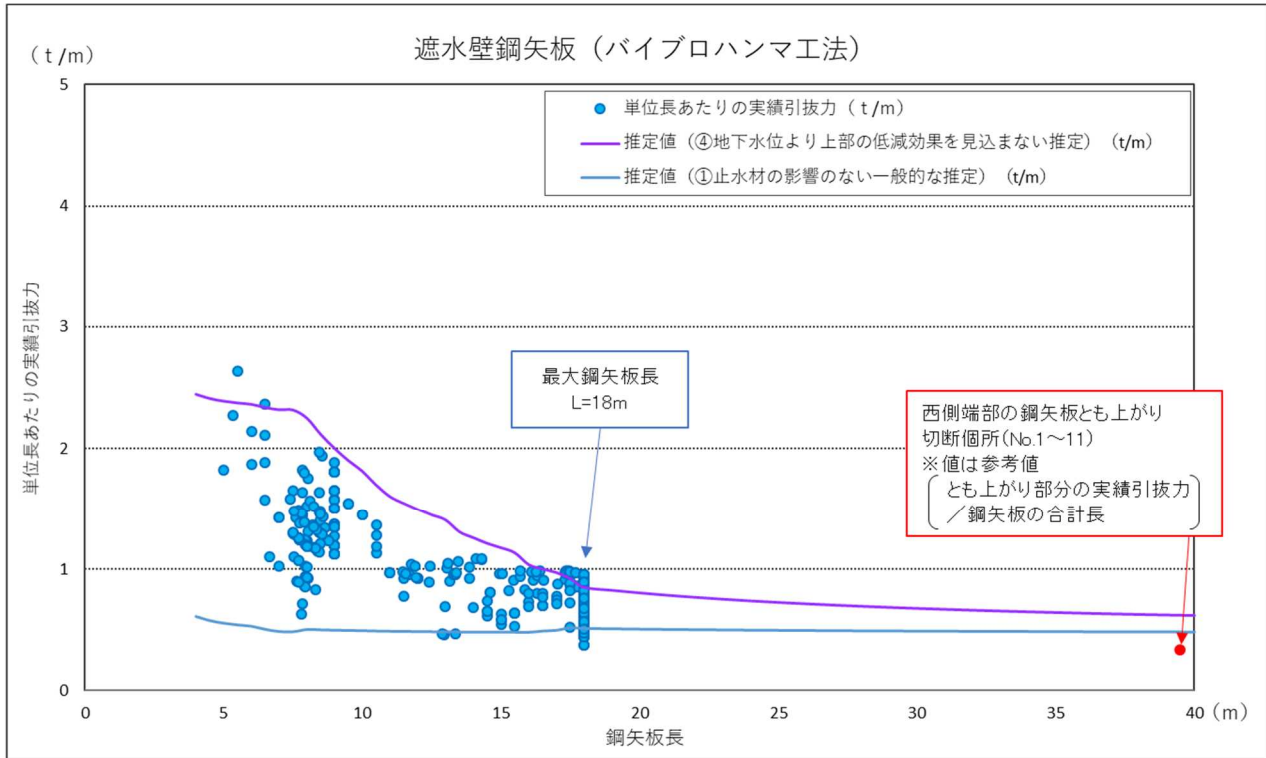
地下水位より上部で抵抗力が上昇する理由としては、地下水位以上では液状化が起きにくいなどによりバイブロハンマによる周辺摩擦力の低下効果が得られにくいと考えた。そこで、各鋼矢板長における単位長さあたりの実績引抜き力の最大値の傾向に合うよう、地下水位 (TP+0.7m) より上部についてバイブロハンマによる低減効果を引き下げたところ、周辺摩擦力の低減効果を見込まない場合と概ね一致した。

なお、西側端部の引抜き初期に複数枚がとも上がりした箇所 (No. 1~11) では、継手抵抗力及び周面摩擦力の低減効果を一般的な値とした場合より小さい値となった。これは、鋼矢板長が短い区間でとも上がりしており、とも上がりした鋼矢板間の継手抵抗力が加わらず、単位長さあたりの実績引抜き力が小さくなったものと推察される (図IV-2)。

表IV-2 地下水との関係を整理するための推定引抜力の比較2ケース

ケース	継手抵抗力の推定	周面摩擦力の推定	
		砂層	粘土層
①止水材の影響のない一般的な推定	周面摩擦力の10% (一般的な値)	約5%に低減 (一般的な値)	約10%に低減 (一般的な値)
④地下水位より上部の低減効果を見込まない推定	周面摩擦力の10% (一般的な値)	地下水位 (TP+0.7m) より上部は低減効果なし	

※パイプロハンマの効果により、継手抵抗力と周面摩擦力を低減した場合



図IV-2 バイプロハンマによる単位長さあたりの実績引抜力と推定引抜力（遮水壁鋼矢板）

これらのことから、長期間使用された鋼矢板の引き抜きに際しては短いものほど、短期間使用された鋼矢板の場合と比べて単位長さあたりの引抜力の上昇幅が大きく、撤去工事に際しては留意が必要なことが判明した。なお、単位長さあたりの実績引抜力の上昇の程度は、鋼矢板の設置年数や設置環境、止水材の種類等により変化すると考えられるため、事前に調査したうえで計画することで適切な機器能力の選定が可能となると考える。

3 まとめ

豊島処分地における遮水機能の解除工事については、止水材が塗布され、打設後約 20 年が経過しているなどの特殊な条件の鋼矢板に関し、その引抜き工事の実施例がほとんどないなかで、現場条件等を整理し、工法の選定を行った。また、引抜き工事の実施にあたっては、実績引抜力を計測するなどデータの取得に努めるとともに、その結果から考察を行った。

以上の結果から、設置後約 20 年が経過し、止水材を塗布した鋼矢板であっても、腐食が進行していなければ、引抜くことが可能であることが明らかとなった。

ただし、本件のように止水材が塗布され、打設後約 20 年が経過しているなどの特殊な条件の鋼矢板について、特に、鋼矢板長が短く、地下水位以下の埋設部分が少ないなど、相対的に大気に触れる面積が大きい箇所については、経年変化や継ぎ手の抵抗力（止水材の癒着や鋼矢板継手部の錆の発生、砂噛みなど）が大きいことが想定されるため、機材の選定にあたっては、計算値より大きな機材を選定することが望ましいと考える。

また、遮水機能解除工法検討WGにおいて比較対象としたバイブロハンマ工法、油圧圧入引抜工法ともに鋼矢板を引き抜くことが可能であったが、鋼矢板の地中部に突起物が溶接されていたため油圧圧入引抜機による引抜きが困難であったことや、引抜力の余裕しろから、遮水機能解除工法検討WGで選定したバイブロハンマ工法の方が本件処分地の引抜きに適していたことが確認できた。

今回の結果は、止水材が塗布され、打設後約 20 年が経過しているなどの特殊な条件の鋼矢板の引抜き時に関する貴重な資料である。学会発表や関係団体へのデータ提供等を通じて、広報・周知に努めることとする。

遮水機能の解除工事における 鋼矢板引抜きに関する実施報告書 参考資料

- 別紙 1 暫定的な環境保全措置における遮水機能の検討結果
- 別紙 2 第 1 回遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの報告と今後の予定 (機第 10 回Ⅱ/3)
- 別紙 3 遮水機能の解除に係る工法等の検討WGにおける検討結果に関する報告 (機第 11 回Ⅱ/2)
- 別紙 4 「遮水機能の解除工事に係るガイドライン (令和 3 年 8 月 19 日策定)」
- 別紙 5 「遮水機能の解除工事マニュアル (令和 3 年 8 月 19 日策定)」
- 別紙 6 遮水機能の解除に係る状況写真
- 別紙 7 鋼矢板引抜き時の測定記録表
- 別紙 8 遮水機能の解除工事における鋼矢板引抜きに関する最終報告

暫定的な環境保全措置における
遮水機能の検討結果

暫定的な環境保全措置における遮水機能の検討結果

遮水機能の工法等については、第1次及び第2次技術検討検討会（H9～H11開催）で比較検討を行い、施工性と耐久性に優れる鋼矢板工法を選定した。また、鋼矢板工法では、止水性強化手法として、長期間にわたる止水が容易であり施工性にも優れる合成樹脂塗布を採用した。鉛直遮水壁（鋼矢板の打設及び端部のコンクリート擁壁等）は、最大深さ約18m、延長360m程度を設置するものとした。

工法等の選定フローを図1、第1次技術検討委員会における比較結果を表1、第2次技術検討委員会における比較結果を表2、3に示す。

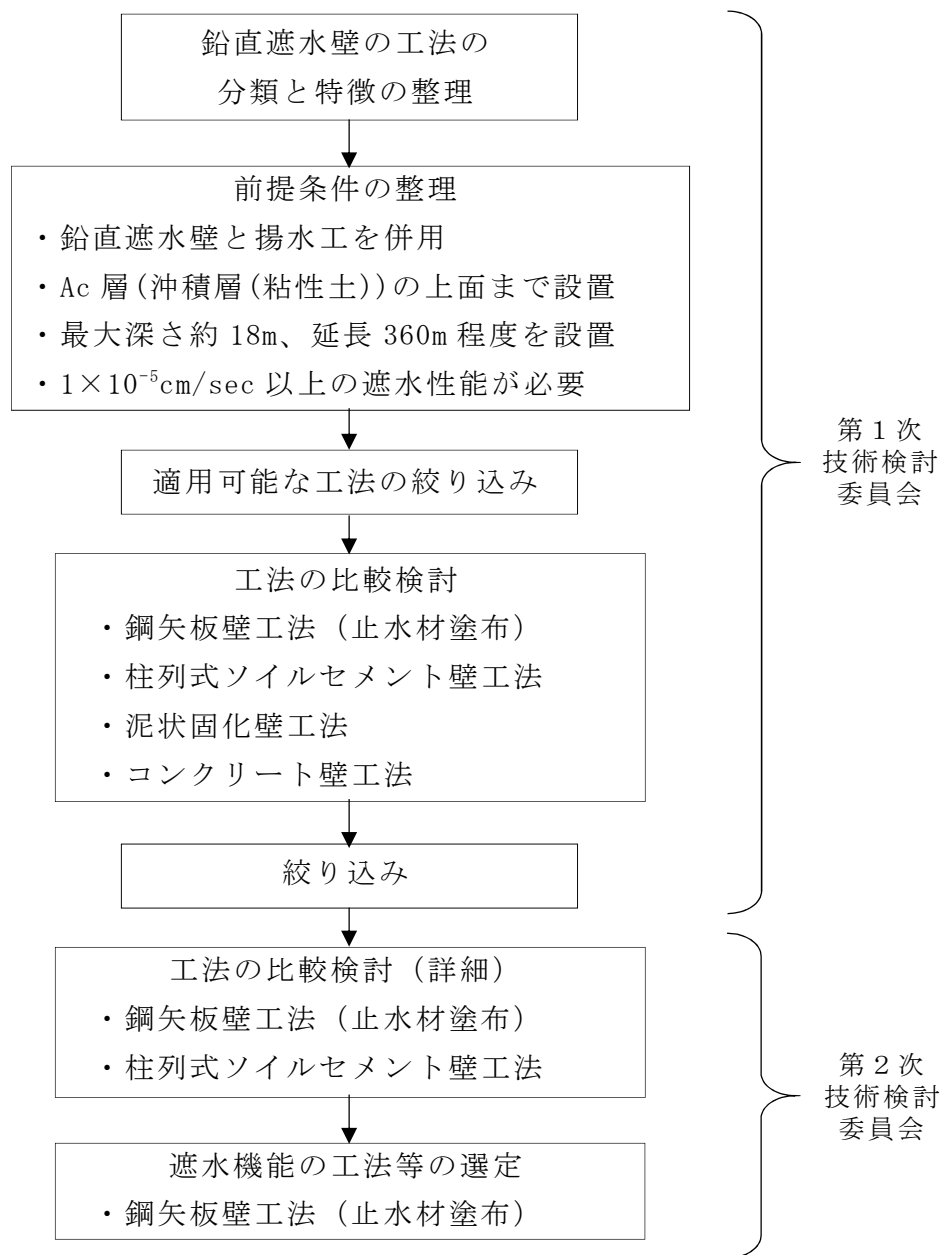


図1 遮水機能の工法等の選定フロー


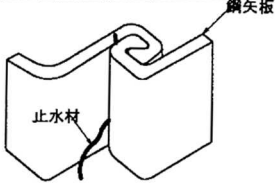
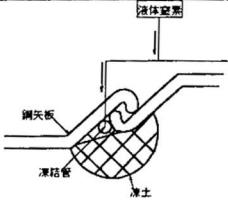
工法	第1案 鋼矢板	第2案 柱列式ソイルセメント壁	第3案 泥水固化壁	第4案 コンクリート連続壁
概要				
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> ・継手止水材を塗布したSP-IV鋼矢板を打設し、土留壁を兼ねた遮水壁を構築する。 ・最も一般的な工法であり、施工実績も多い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・土とセメント系懸濁液を原位置で混合・攪拌し、地中にソイルセメント壁を構築する。 ・抗土圧機能を持たせるため、芯材として H 鋼 (H-250) を挿入する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自硬性安定液を使用して溝渠を掘削し、安定液を硬化させて連続した止水壁を構築する。 ・抗土圧機能を持たせるため、芯材として H 鋼 (H-250) を挿入する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削機を用いて地中に連続した溝を掘り、この溝に地上で組んだ鉄筋籠を挿入しコンクリートを打設して連続した地下壁を構築する。
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・最も一般的な工法であるため、施工者が限定されない。 ・工期が最も短い。 ・継手止水壁を用いることにより、一般的な鋼矢板に比べて遮水性能が向上する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・H型鋼で応力を負担させるため、低強度の壁体で土留が可能となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削機の位置管理装置等により高い施工精度が確保できる。 ・H型鋼で応力を負担させるため、低強度の壁体で土留が可能となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・均質で高強度のコンクリート壁体が構築できることから、信頼性に優れる。 ・掘削機の位置管理装置等により高い施工精度が確保できる。
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・長尺(L=18m)であるため、現場での溶接が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削残土 (スライム) の処理が必要となる。残土は産業廃棄物として処理する。 ・地盤の性状に応じたセメント添加量を設定する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工機械が大規模となり、海側に仮設足場が必要となる。 ・掘削残土の処理が必要となる。残土は産業廃棄物として処理する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工機械が大規模となり、海側に仮設足場が必要となる。 ・鉄筋組立・加工が必要なため、別途施工ヤードを確保する必要がある。 ・掘削泥水及び掘削残土の処理が必要となる。泥水及び残土は産業廃棄物として処理する。
概算工費 (直工費、運搬費除く)	21,000 円/m ²	23,000 円/m ²	38,000 円/m ²	40,700 円/m ²
概算工事工程 (運搬除く、機械1セット)	80 日	130 日	180 日	160 日
総合評価	○	○	△	△

表 1 工法の比較結果 (第 1 次技術検討委員会資料の抜粋)

表2 工法の比較結果(詳細) (1) (第2次技術検討委員会資料の抜粋)

工法名	鋼矢板工法(止水材塗布)	柱列式ソイルセメント壁																																																																								
工法概要図																																																																										
遮水性	<ul style="list-style-type: none"> ● 矢板自身は、工場製品であり安定した品質を有する。止水壁の品質は継手部の止水性に左右される。 ● 継手止水材自体の透水係数は $k=1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ (メーカー実験値)。 ● 止水材を塗布した鋼矢板の遮水性試験では、右表に示すように、水圧 3.0kgf/cm^2 程度までは漏水が認められていない。 ● 本件処分地においては、処分地側の水位が地表付近まで上昇した場合でも、止水壁に作用する水圧(水頭差)は 0.6kgf/cm^2 程度と考えられる。 <table border="1" data-bbox="689 598 1093 794"> <caption>止水性強化矢板の遮水性実験値(メーカー実験)</caption> <thead> <tr> <th>遮水性</th> <th>試験内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>室内実験</td> <td>$1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 止水材塗布</td> </tr> <tr> <td>室内実験</td> <td>最大水圧 6.0kgf/cm^2 で漏水無し 標準量を矢板に塗布した状態</td> </tr> <tr> <td>室内実験</td> <td>最大水圧 4.4kgf/cm^2 で漏水無し 止水材を70%程度人為的に剥離させた状態</td> </tr> <tr> <td>室内試験</td> <td>最大水圧 3.0kgf/cm^2 で漏水無し 止水材が80%程度剥離した状態と同程度塗布量、人工海水で養生</td> </tr> <tr> <td>現場実験</td> <td>最大水圧 4.0kgf/cm^2 で漏水無し 塗布した鋼矢板を打設、養生後、引き抜いた矢板を切断し室内試験</td> </tr> </tbody> </table>	遮水性	試験内容	室内実験	$1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 止水材塗布	室内実験	最大水圧 6.0kgf/cm^2 で漏水無し 標準量を矢板に塗布した状態	室内実験	最大水圧 4.4kgf/cm^2 で漏水無し 止水材を70%程度人為的に剥離させた状態	室内試験	最大水圧 3.0kgf/cm^2 で漏水無し 止水材が80%程度剥離した状態と同程度塗布量、人工海水で養生	現場実験	最大水圧 4.0kgf/cm^2 で漏水無し 塗布した鋼矢板を打設、養生後、引き抜いた矢板を切断し室内試験	<ul style="list-style-type: none"> ● 目標透水係数は $k=1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ とされている。 ● 文献などによると、目標透水係数を概ね満足しているが、地盤により透水性のばらつきが認められる。 ● 本件処分地に分布する埋土層のように、不規則に礫の混入などが認められる不均質な地盤では、品質を確保するために細かな施工管理が必要である。 <table border="1" data-bbox="1556 598 1982 869"> <caption>透水係数 k (cm/sec)</caption> <thead> <tr> <th>透水係数 k (cm/sec)</th> <th>1.00E-08</th> <th>1.00E-07</th> <th>1.00E-06</th> <th>1.00E-05</th> <th>1.00E-04</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	透水係数 k (cm/sec)	1.00E-08	1.00E-07	1.00E-06	1.00E-05	1.00E-04	0						2			X	X		4	X	X	X	X	X	6	X	X	X	X	X	8	X	X	X	X	X	10	X	X	X	X	X	12						14						16					
遮水性	試験内容																																																																									
室内実験	$1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 止水材塗布																																																																									
室内実験	最大水圧 6.0kgf/cm^2 で漏水無し 標準量を矢板に塗布した状態																																																																									
室内実験	最大水圧 4.4kgf/cm^2 で漏水無し 止水材を70%程度人為的に剥離させた状態																																																																									
室内試験	最大水圧 3.0kgf/cm^2 で漏水無し 止水材が80%程度剥離した状態と同程度塗布量、人工海水で養生																																																																									
現場実験	最大水圧 4.0kgf/cm^2 で漏水無し 塗布した鋼矢板を打設、養生後、引き抜いた矢板を切断し室内試験																																																																									
透水係数 k (cm/sec)	1.00E-08	1.00E-07	1.00E-06	1.00E-05	1.00E-04																																																																					
0																																																																										
2			X	X																																																																						
4	X	X	X	X	X																																																																					
6	X	X	X	X	X																																																																					
8	X	X	X	X	X																																																																					
10	X	X	X	X	X																																																																					
12																																																																										
14																																																																										
16																																																																										
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> ● 港湾における一般的な腐食速度は $0.02 \sim 0.3 \text{mm/年}$ 程度。 ● 港湾鋼矢板構造物の腐食調査結果によれば、集中腐食速度で $0.5 \sim 1.0 \text{mm/年}$ 程度が報告されている。 ● 仮に集中腐食現象を考慮しても、鋼矢板の厚さ(IV型 16.1mm) から処分期間程度の耐久性は有していると考えられる。 <table border="1" data-bbox="667 904 1081 1077"> <caption>鋼材の腐食速度(港湾の施設上の基準・同解説)</caption> <thead> <tr> <th>鋼材の腐食速度</th> <th>腐食速度(mm/年)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H.W.L.以下</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>H.W.L.~L.W.L.-1.0m</td> <td>0.1~0.3</td> </tr> <tr> <td>L.W.L.-1.0m~海底部まで</td> <td>0.1~0.2</td> </tr> <tr> <td>海底泥層中</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>陸上大気中</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>土中(残留水位上)</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>土中(残留水位下)</td> <td>0.02</td> </tr> </tbody> </table>	鋼材の腐食速度	腐食速度(mm/年)	H.W.L.以下	0.3	H.W.L.~L.W.L.-1.0m	0.1~0.3	L.W.L.-1.0m~海底部まで	0.1~0.2	海底泥層中	0.03	陸上大気中	0.1	土中(残留水位上)	0.03	土中(残留水位下)	0.02	<ul style="list-style-type: none"> ● 土壌性状が変化した場合には、ソイルセメント壁にクラックが生じる可能性がある。 ● 土留め機能を維持させるため、H型鋼などによる補強材を必要とする。 ● トレンチの掘削時においては、H型鋼を露出させて使用するため、一部に断面の欠損が生じる。 																																																								
鋼材の腐食速度	腐食速度(mm/年)																																																																									
H.W.L.以下	0.3																																																																									
H.W.L.~L.W.L.-1.0m	0.1~0.3																																																																									
L.W.L.-1.0m~海底部まで	0.1~0.2																																																																									
海底泥層中	0.03																																																																									
陸上大気中	0.1																																																																									
土中(残留水位上)	0.03																																																																									
土中(残留水位下)	0.02																																																																									
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ● 現状の平場で施工ヤードの確保は可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 現状の平場で施工ヤードの確保は可能であるが、構設工段と掘削工段が重複するため、機械の取替が必要となる。また、C掘削機近およびH掘削機近では、施工ヤードを確保するための造成を必要とする。 ● 2000m^3 程度の掘削残土(スライム)の処理が必要となる。 ● 施工中は $50 \text{m}^3/\text{日}$ 以上の水が必要となる。掘削機の洗浄に使用した水は、排水処理が必要となる。 																																																																								
土留め機能の併用の問題	<ul style="list-style-type: none"> ● 土留め機能の併用については問題がない。 ● 鋼材は弾性材料であるため、弾性的な変位でありクラック等により遮水性が低下する可能性は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 仮設土留め壁として一般的に用いられているため、土留め機能の併用については問題が少くない。 ● ただし、ソイルセメントは塑性材料であるため、掘削時の変位によりクラックが入る可能性があり、この場合には遮水性が低下する。 																																																																								
対策後の対処方法	<ul style="list-style-type: none"> ● 完全な撤去については、困難となる可能性が大きい。 ● 止水壁の一部(頂部)を切除することは可能。 ● 跡地利用を考えた地下水処理を考える必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 撤去は困難である。 ● 止水壁の一部(頂部)を掘削することは可能。 ● 跡地利用を考えた地下水処理を考える必要がある。 																																																																								
総合判定	◎	○																																																																								

表3 工法の比較結果（詳細）（2）（第2次技術検討委員会資料の抜粋）

工 法	合成樹脂塗布	紐状止水材	凍 結
対策例			
概 要	合成樹脂を主成分とし、膨潤材等を混合した溶液。矢板打設前に継ぎ手部に塗布し、打設後に水に触れることにより膨潤する。	水膨張性ゴムからなる紐状の止水材。鋼矢板の打設後に漏水個所に差し込む。	矢板継手に沿って配置した通水管に液体窒素を通水して継手部周辺に凍土を形成させる。実績は少ない。
本件処分地での適用性	塗布ヤードが必要となるが、現状の土堰堤天端で十分確保できる。	基本的には、掘削露出部分のみの応急的な対策であり、本件処分地には適用できない。	あくまで仮設的なものであり、本件処分地のように長期間に渡る止水性が求められる現場での適用は困難である。
評 価	◎	△	△

第 1 回遮水機能の解除に係る工法等
の検討WGの報告と今後の予定
(第 10 回撤去検討会資料Ⅱ / 3)

第 1 回遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの報告と今後の予定

1. 経緯

遮水機能の解除方法に関する検討は、第 9 回フォローアップ委員会 (R2. 8. 28 開催) において複数案を設定して検討を進めることが審議・了承された。

複数案の検討にあたっては、第 11 回から第 13 回の地下水検討会にかけて審議し構築した水収支モデルを用いて地下水位の上昇量等の推定を行うこととし、第 14 回地下水検討会 (R2. 10. 25 開催) で報告し、審議・了承されたことから、その結果を踏まえた遮水機能の解除方法について、廃棄物対策豊島住民会議と協議を進めることとした。

第 11 回フォローアップ委員会 (R3. 3. 25Web 開催) では、廃棄物対策豊島住民会議からの意見や要望等を踏まえたうえで、引抜き・削孔併用案を提案し、審議を受けた。その結果、引抜き・削孔併用案により遮水機能を解除し、具体的な実施方法については、遮水機能の解除に係る工法等の検討ワーキンググループ (以下、「遮水機能解除工法検討WG」とする。) を設置して検討を行うこととされた。

ここでは、現地視察を中心に行った第 1 回遮水機能解除工法検討WGの検討状況について報告する。

2. 第 1 回遮水機能解除工法検討WGの検討状況

第 1 回遮水機能解除工法検討WGの審議にあたり、遮水機能の解除に関する課題や配慮事項を確認するため、事務局並びに豊島住民会議も同行して、遮水壁及びその近傍の現地視察を行った。

現地視察の実施概要を表 1 に、視察ルートを図 1 に示す。

表 1 第 1 回遮水機能解除工法検討WGでの現地視察の実施概要

実施日	R3. 4. 27
場 所	豊島処分地 (遮水壁上部及び側面部)
調査実施者	松島座長、平田委員
調査立会	豊島住民会議
視察資料	別紙参照



図1 現地視察ルート

現地視察では、表2のとおり意見等があった。

現地視察の状況を写真1～6に示す。

表2 現地視察での意見等

	意見・質問・要望等	対応状況
松島 座長	<ul style="list-style-type: none"> • 全体的に笠コンクリート及び遮水壁の変状はほぼ無い。 • 県が行っている鋼矢板の肉厚測定は地上部であるため、朔望平均満潮位と朔望平均干潮位の間位置まで掘削し、3か所程度追加の肉厚測定を行うこと。 • 笠コンクリートに1箇所、引張りひび割れがある（写真5, 6）（FG測線の間付付近）ので、目地間の距離とひび割れ幅を確認しておくこと。また、ここについては最後に引き抜くなど施工順序を検討すること。 • 遮水壁東端部には貯留トレンチ、西端部の近傍には民有地があることから、隣接地等に配慮した施工方法を検討すること。 	<ul style="list-style-type: none"> • 腐食状況及びひび割れ幅等を確認し、第2回WGで報告する。 • その他指摘事項を踏まえ、第2回WGで検討結果を報告する。
平田 委員	<ul style="list-style-type: none"> • 西側端部は斜面に近いので、施工性だけでなく、工事中の崩落など、工事作業員の安全性にも配慮した工法を考えること。 	
豊島住 民会議	<ul style="list-style-type: none"> • 大きな変状は無いようで、安心した。出来るだけ早く、引抜き工事に取り掛かれるよう、進めていただきたい。 	



写真1 遮水壁側面部



写真2 遮水壁上部



写真3 遮水壁西端部



写真4 遮水壁東端部



写真5 笠コンのひび割れ状況（全景）
（FG 測線の間付近）



写真6 笠コンのひび割れ状況（近景）
（FG 測線の間付近）

3. 今後の予定

第2回WGは5月27日に開催予定であり、これを含め2回程度の審議を経てWG案を決定し、撤去検討会に答申する予定としている。

第1回 遮水機能の解除に係る工法等の検討WG（現地視察）

日時 令和3年4月27日（火）14時00分～

I. 現地視察資料

1. 遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの位置付け

2. 遮水機能の解除に関する課題・配慮事項の確認

3. 図面等

(1) 平面図

(2) 北海岸遮水壁展開図

(3) 標準横断面図

(4) 横断面図

4. その他の説明資料

(1) ボーリング柱状図

(2) 遮水壁の打設状況等

(3) 遮水壁の肉厚測定結果

(4) 地下水位データ

遮水機能の解除に係る工法等の検討 WG の位置付け

1. 経緯

遮水機能の解除方法に関する検討は、第 9 回フォローアップ委員会 (R2. 8. 28 開催) において複数案を設定して検討を進めることが審議・了承された。引き続き、第 14 回地下水検討会 (R2. 10. 25 開催) で、第 11 回から第 13 回にかけて審議し構築した水収支モデルを用いて地下水位の上昇量等を推定し、検討を行った。

第 11 回フォローアップ委員会 (R3. 3. 25 開催) では、廃棄物対策豊島住民会議からの意見や要望等を踏まえ、引抜き・削孔併用案について審議を受けた。その結果、引抜き・削孔併用案 (図 1、2) により遮水機能を解除し、具体的な実施方法については、ワーキンググループ (以下、「WG」とする。) を設置して検討を行うことが審議・了承された。

2. WG の審議事項等

(1) WG の審議事項

WG は、遮水機能の解除に関し、地下水浄化の効果や作業性、作業の安全性、周辺環境への影響、工期並びに経費等を勘案して望ましい複数案の工法を選定し、撤去検討会へ答申するとしている。

なお、「遮水機能の解除方法に関する検討」(第 11 回フォローアップ委員会 (R3. 3. 25 開催) 資料 11・II / 7) で次の検討事項を示している。

検討事項 (引抜き・削孔併用案の課題)

- ・途中で引き抜くことができないと判断し、削孔に移行する際の判断基準 (データ収集に基づく推計の実施等)
- ・止水材の付着力や砂が噛む、鋼矢板の歪みなどにより接手部分の抵抗力が大きく引き抜けない場合の対応
- ・腐食等により引抜き時に鋼矢板が破断した場合の対応
- ・引抜きを終了し、削孔に移行する時点で遮水機能の解除部分が確定するため、改めて、水収支モデルで地下水位の上昇量などを整理

審議予定については、現地視察 1 回、WG 案の審議を 2 回程度としている。

(2) 撤去検討会での審議事項

複数案の WG 案を審議し、一つの案を選定する。それを基本計画書にまとめて審議し、実施計画書の作成・審議に繋げる。

(3) フォローアップ委員会での審議事項

撤去検討会の審議結果を報告・審議する。

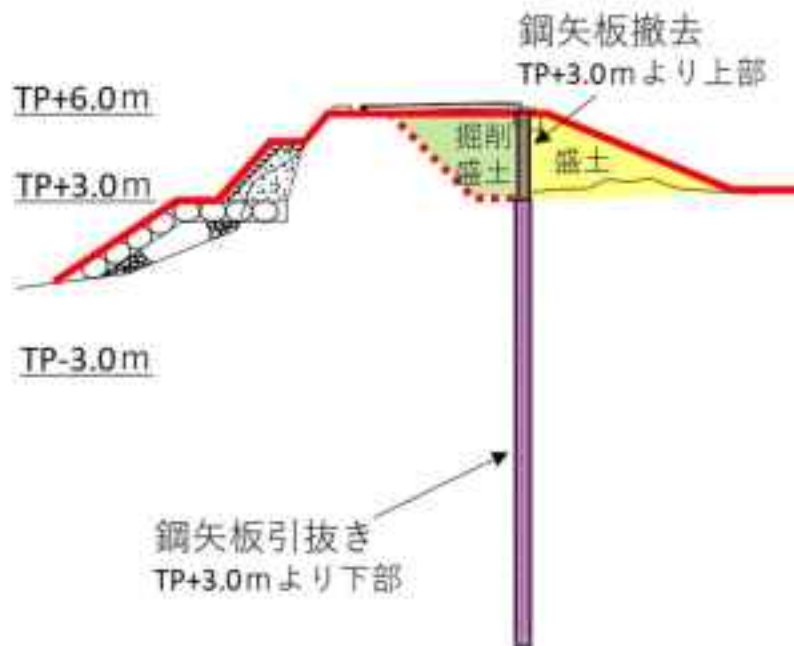


図1 引抜き案のイメージ図

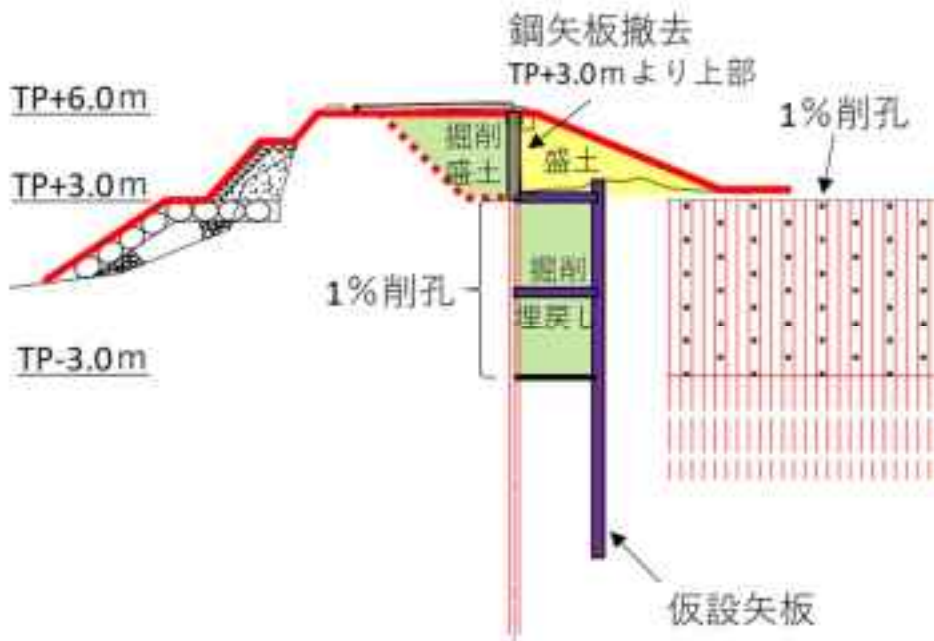


図2 削孔案のイメージ図

遮水機能の解除に関する課題・配慮事項の確認

1. 現状の推定が困難な事項

- ・ 接手抵抗力
(止水材、砂噛み等)
- ・ 地中の鋼矢板の腐食状況
(鋼矢板を打設後に 20 年の年月が経過、地中における干満の影響)

2. 条件整理

(1) 鋼矢板強度の制約条件

$$P_{1i} = \min (P_{k1}, P_{k2})$$

鋼矢板を引き抜く場合、 P_{1i} 以下の荷重で引き抜ける必要がある。[$P_T < P_{1i}$]

- ① 引抜チャックでの鋼矢板の強度 P_{k1}
- ② 腐食した矢板断面の引張強度 P_{k2}

(2) 周辺環境の条件

- ① 地下水位が高く、主に砂地盤である。
- ② 鋼矢板の長さは、最長の箇所では 18m、打設深さは 15m 程度ある。
- ③ 鋼矢板を打設後、20 年の年月が経過している。
- ④ 遮水壁端部には、新設の鋼矢板を海側に打設しており、二重になっている。
- ⑤ 遮水壁東端部には貯留トレンチ、西端部の近傍には民有地があり、施工時に配慮が必要である。

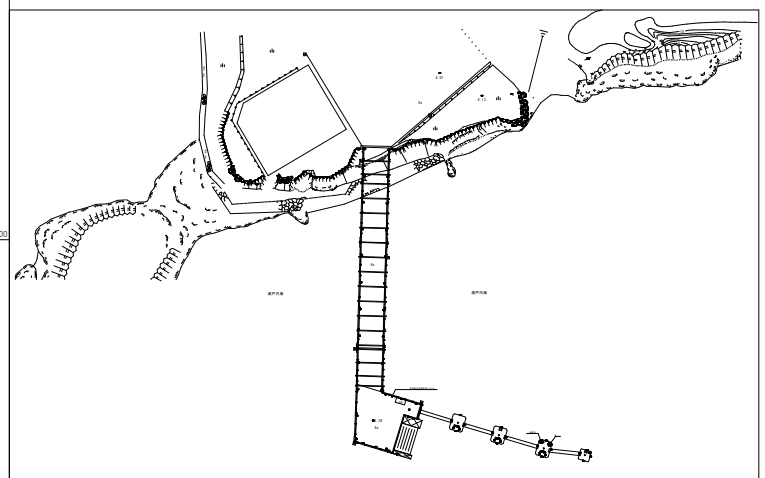
3. 具体的な解除工法の整理と評価

次回の WG までに上記 1, 2 について不明点を想定するなど条件整理を行い、複数案の解除工法について、比較した表を作成し、評価する。

平面图

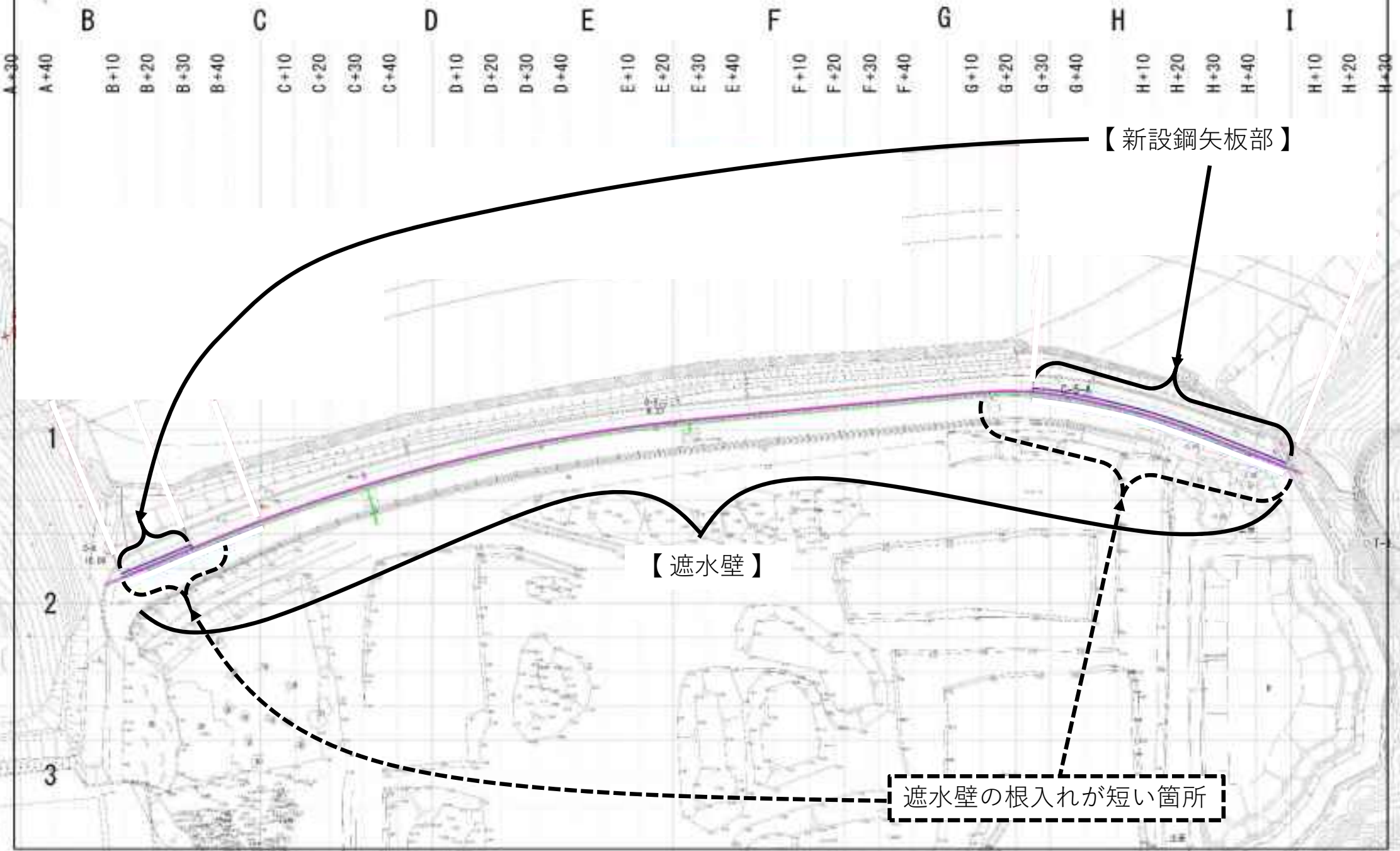
遮水壁

洞戸内海



年度	
経河川名等	
工事名	
座標系	世界測地系 IV 系
図面名	平面図
縮尺	1:2000 図番番号
測量年月日	
会社名	
事業者名	

北海岸遮水壁
廃棄物掘削計画平面図
(S=1/1000 A3)



【新設鋼矢板部】

【遮水壁】

遮水壁の根入れが短い箇所

北海岸遮水壁展開図
廃棄物掘削計画

旧設鋼矢板部
+新設鋼矢板立脚部
22.1m

旧設鋼矢板立脚部
229.6m

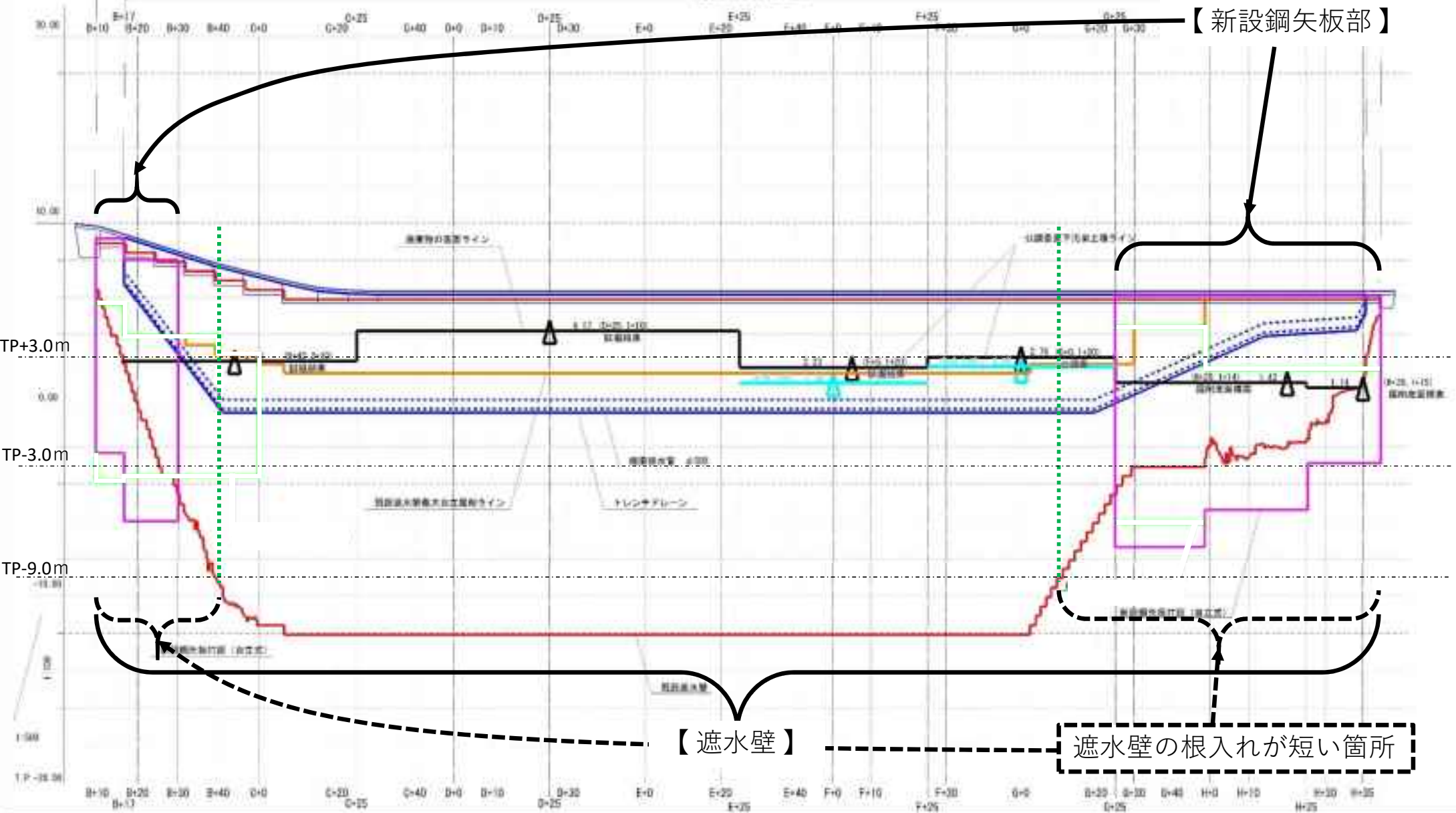
旧設鋼矢板部
+新設鋼矢板立脚部
21.3m

西

東

鋼板打設 施工標準 昭14昭5-24-003

トレンチドレーン 1:100.00



【新設鋼矢板部】

【遮水壁】

遮水壁の根入れが短い箇所

1:500
TP-30.00

標準横断面図

T.P. +10.00

0.00

-10.00

T.P. +1.053 (土庄東港のH.W.L)

T.P. -0.894 (土庄東港のL.W.L)

T.P. 3.00

T.P. 5.00

▽FH=T.P. +6.30m



雨水排除施設工
外周排水路 OF-350
塊石 (K-120A)

遮水壁

トレンチドレーン

G
2.0%

1170

T.P. +0.00

18.0m

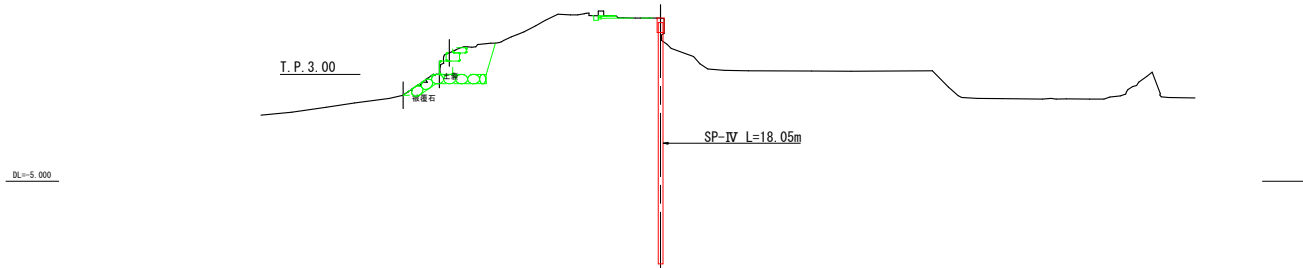
鋼矢板SP-IV L=18m

事業名	
工事名	
位置	
図面名	
縮尺	1:50
図面番号	
設計者	

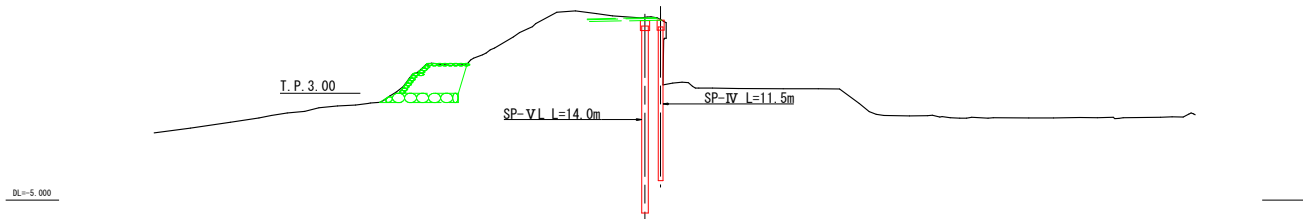
横断面図

S=1:200

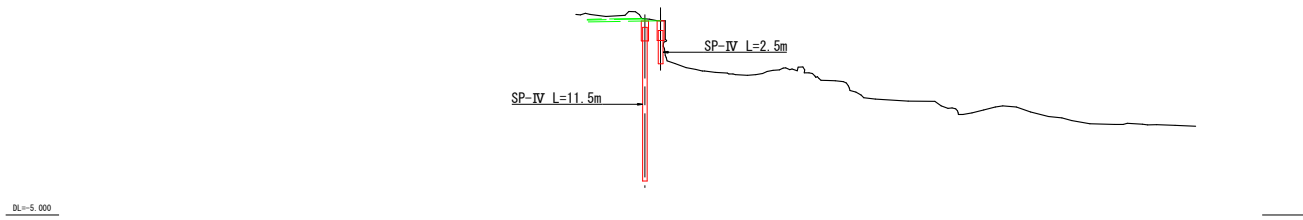
NO. 2
GH=7.221



NO. 1
GH=8.511



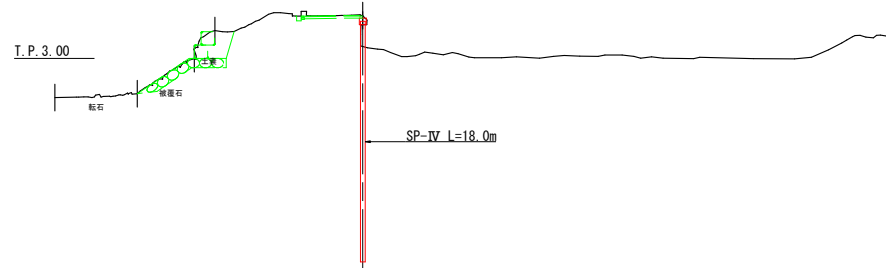
NO. 0
GH=9.537



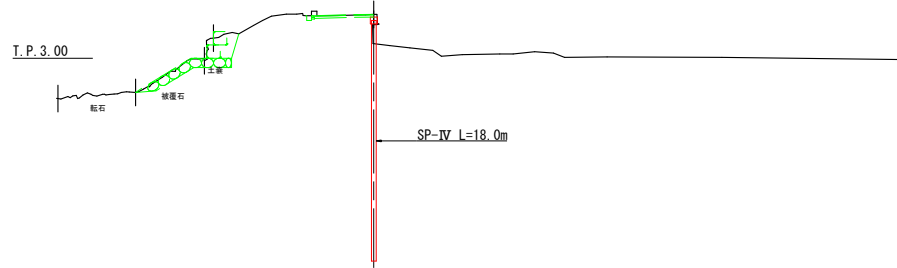
横断面図

S=1:200

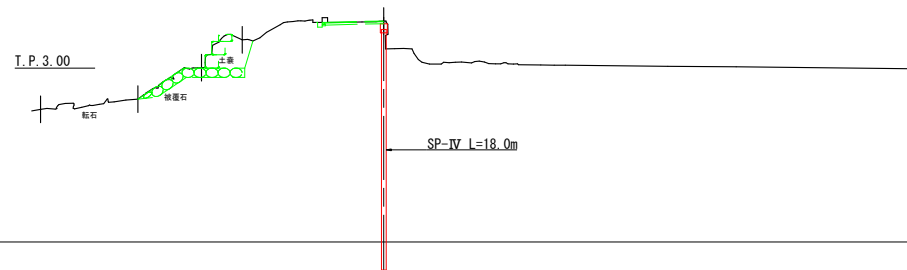
NO. 5
GH=6.201



NO. 4
GH=6.275



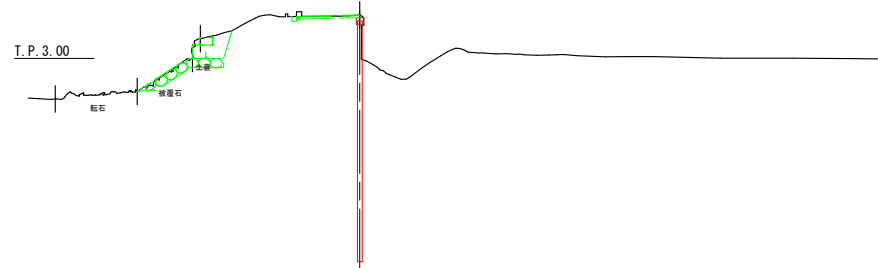
NO. 3
GH=6.517



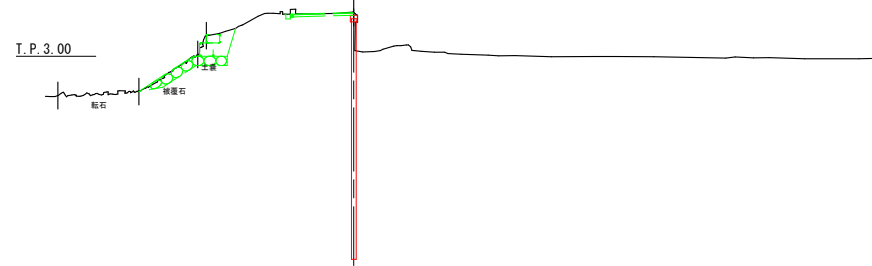
横断面図

S=1:200

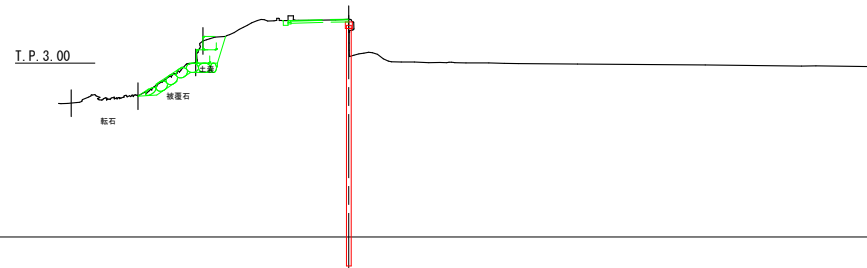
NO. 8
GH=6.249



NO. 7
GH=6.266



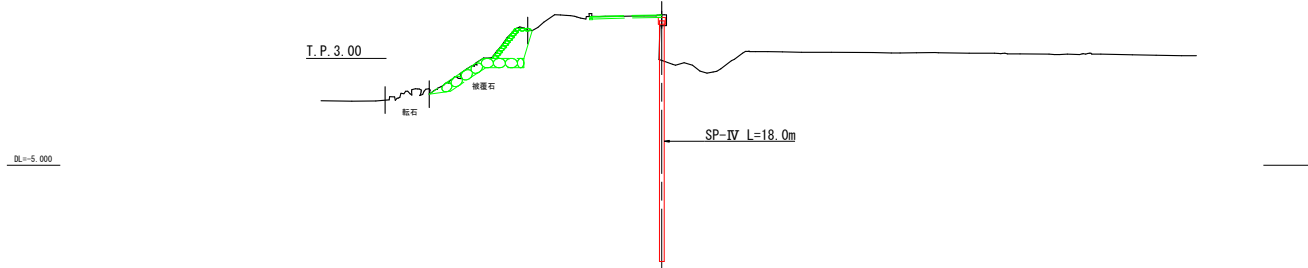
NO. 6
GH=6.283



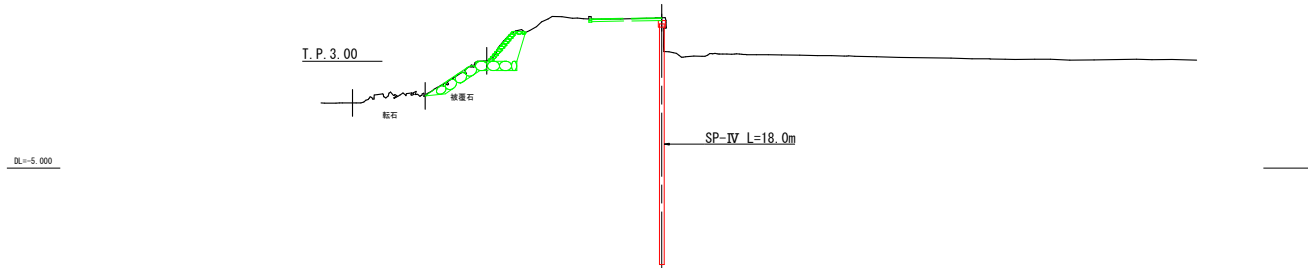
横断面図

S=1:200

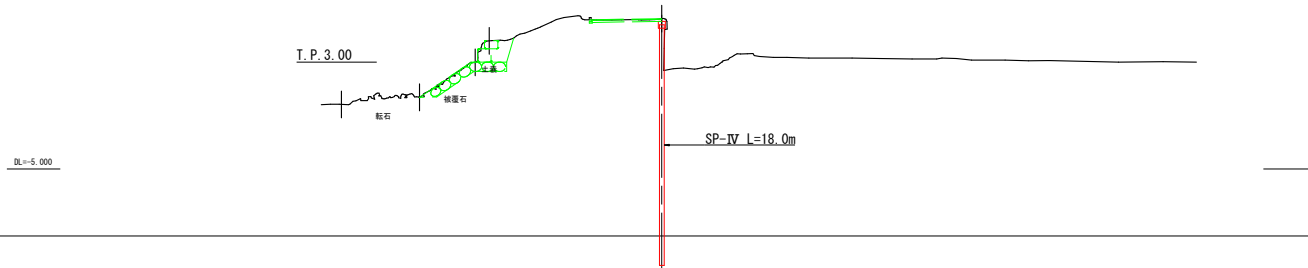
NO. 11
GH=6.257



NO. 10
GH=6.249



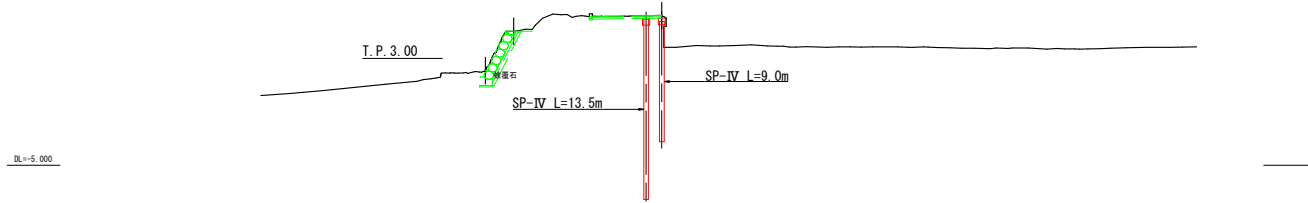
NO. 9
GH=6.241



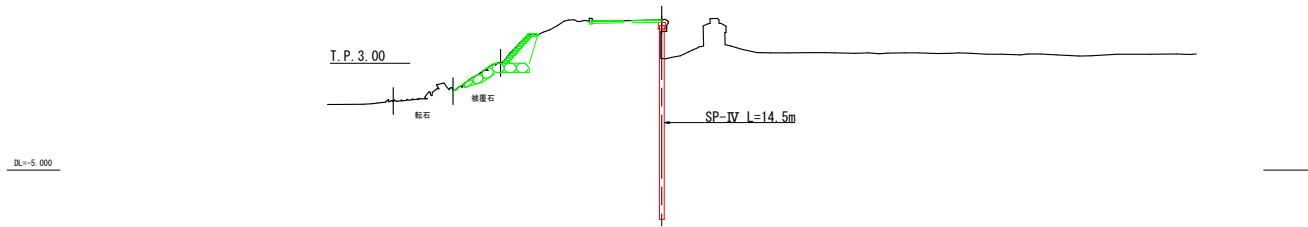
横断面図

S=1:200

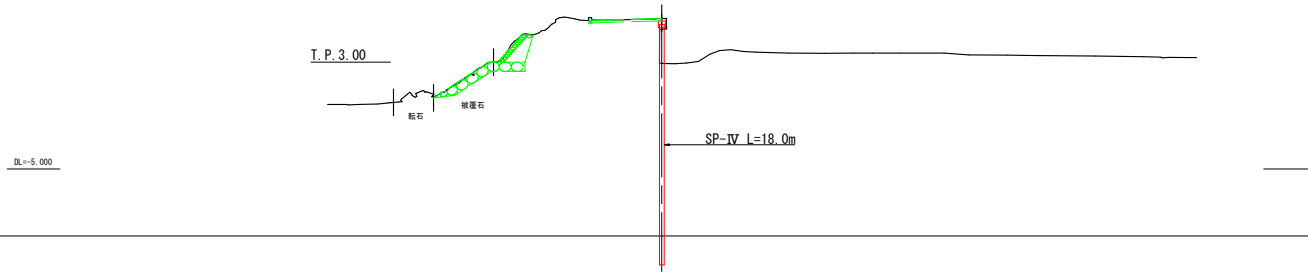
NO. 14
GH=6.182



NO. 13
GH=6.257

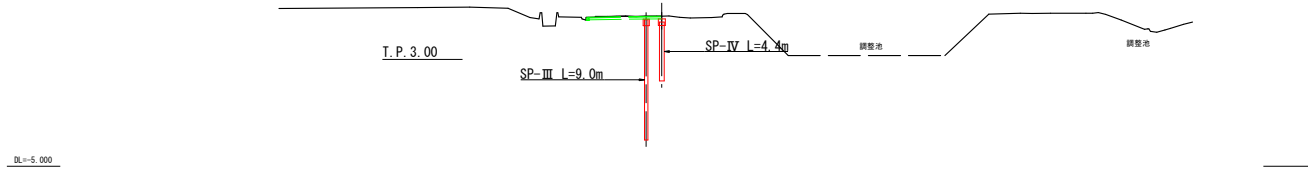


NO. 12
GH=6.273

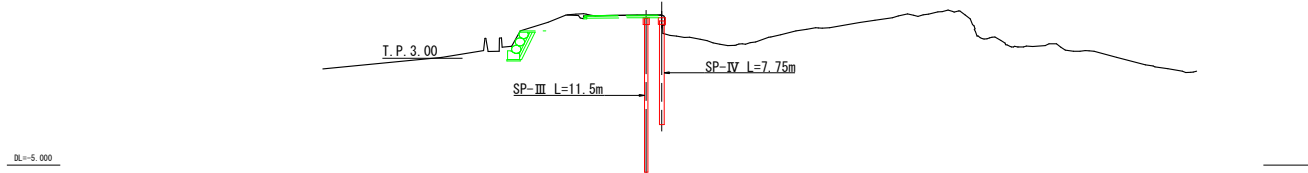


横断面図
S=1:200

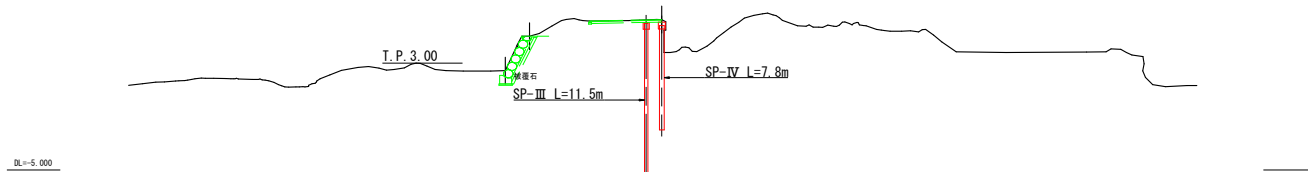
NO. 17
GH=6.237



NO. 16
GH=6.236



NO. 15
GH=6.256

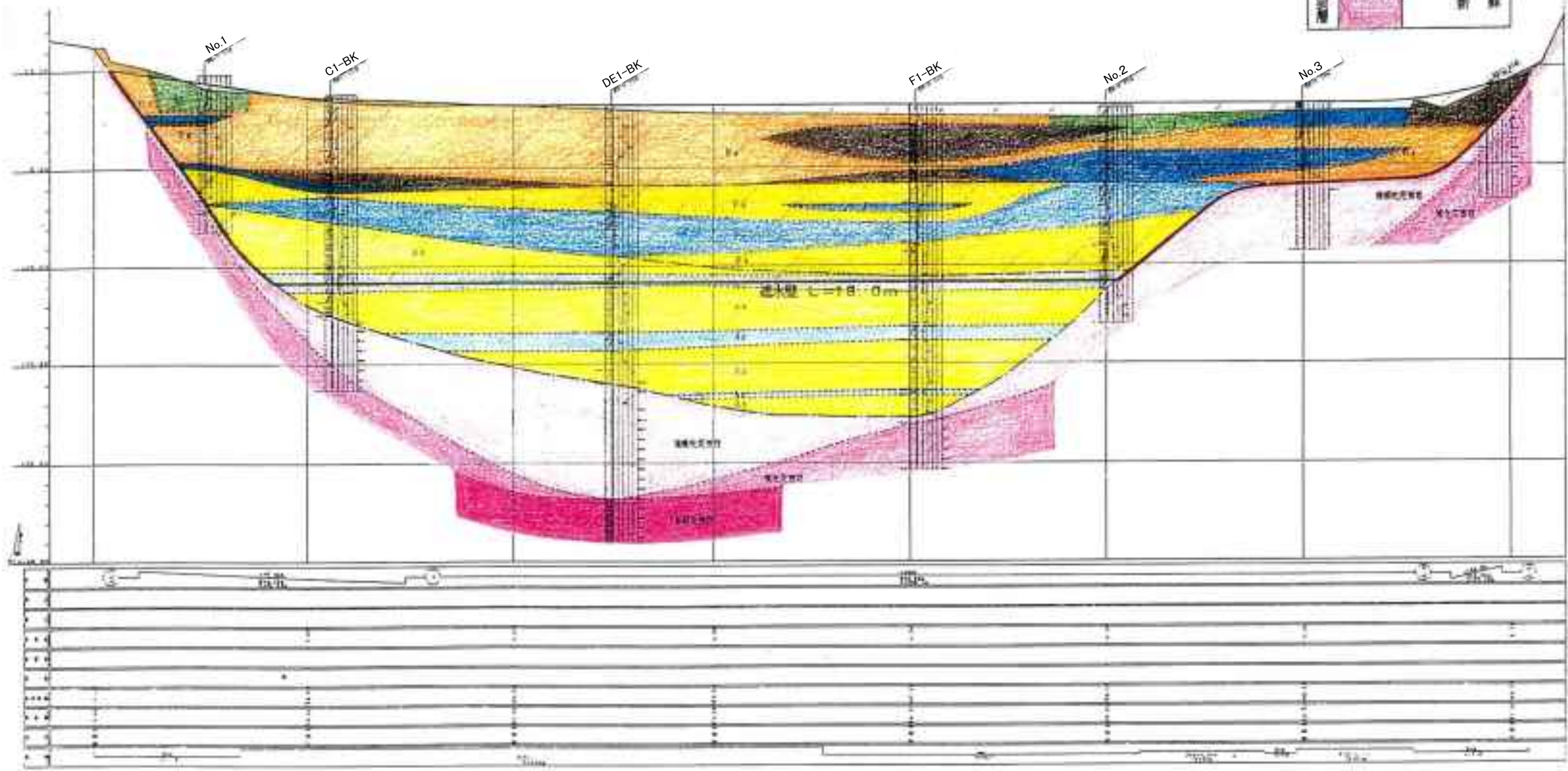


地層構成表

記号	主な構成物
①	クレークマシ
②	細さい
③	堆え殻
④	粘性土
⑤	砂質土
⑥	砂
⑦	砂
⑧	砂
⑨	砂質土
⑩	砂
⑪	砂質土
⑫	砂
⑬	砂質土
⑭	粘性土
⑮	強風化新鮮

図-2.5 地質断面図(北海岸の遮水壁)

縮尺：H≒1/1540, V≒1/615



調査地点: 香川県小豆郡土庄町家瀬

孔口標高: TP +9.45 m

調査年月日: 平成 10 年 10 月 20 日 ~ 平成 10 年 10 月 22 日

孔内水位: GL -6.90 m

層 深 度 m	層 厚 m	層 状 況	色 調	地 質 名	観 察 記 事	深 度 m	標準貫入試験					試料採取			水試						
							100mm 行撃回数	300mm 行撃回数	N	10	20	30	40	50	試料番号	採取深度	採取方法	試験番号	試験深度		
1		X		地盤	地盤表層のシルト質粘土層に砂質土層が混入する可能性がある。硬質、硬砂が混入する。不均質である。高気圧である。	0.00															
2																					
3																					
4																					
5																					
6		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	6.00															
7		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	7.00															
8		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	8.00															
9		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	9.00															
10		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	10.00															
11		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	11.00															
12		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	12.00															
13		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	13.00															
14		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	14.00															
15		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	15.00															
16		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	16.00															
17		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	17.00															
18		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	18.00															
19		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	19.00															
20		シルト		シルト	シルト質粘土層である。	20.00															

(注) 1. 試料採取方法の記号

- ◎ シンクホールサンプラーによる試料
- ⊙ アクションサンプラーによる試料
- ⊖ 無人試料採取による試料
- ⊙ マンドサンプラーによる試料
- コア試料

2. 試料採取深度と試料名

3.20	3.20-3.70 (試料採取深度)
3.50	
3.70	45/50 (試料採取比: 50mm: 無人試料, 45cm: 試料採取)

3. 測定値の記号

- ⊙ 地力向可測試料
- ⊙ 試料試料
- ⊙ 試料試料

調査地点: 香川県小豆郡土庄町家瀬

孔口標高: TP +5.45 m

調査年月日: 平成10年10月25日～平成10年10月29日

孔内水位: GL -3.34 m

標高 m	層厚 m	柱状 図	地質 名	観察 記事	標準貫入試験					試験管 番号	試験 管 番号	試験 管 番号	試験 管 番号	試験 管 番号
					深 度 m	行 数 回	1000g の 打撃数	N 値						
5.45	0.20		表土	砂、砂質土である。										
5.25	0.20		表土	粘土質シルト質砂を主 とする。	1.15	3	1	1						
5.05	0.20		表土	シルト、中砂を主とする。 不均質である。硬質である。 粘性がある。	1.00	3	1	1						
4.85	0.20		表土	砂質シルト質砂である。	1.15	3	1	1						
4.65	0.20		表土	粘土質シルト質砂を主 とする。	1.15	3	1	1						
4.45	0.20		表土	不均質である。硬質がある。 1000g以下高圧、2回、シルト を主とする。不均質である。	1.20	3	1	1						
4.25	0.20		表土	不均質である。硬質がある。 1000g以下高圧をブロックに 主とする。	1.20	3	1	1						
4.05	0.20		表土	硬質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
3.85	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
3.65	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
3.45	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
3.25	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
3.05	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
2.85	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
2.65	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
2.45	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
2.25	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
2.05	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
1.85	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
1.65	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
1.45	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
1.25	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
1.05	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
0.85	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
0.65	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
0.45	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
0.25	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						
0.05	0.20		表土	不均質である。 粘性がある。 不均質である。	1.15	3	1	1						

- (注) 1. 地質調査方法の記号
- ◎ シンクローラサンプリャーによる試料
 - ⊙ フロントサンプリャーによる試料
 - 掘入記録による試料
 - ◇ サンドサンプリャーによる試料
 - コア試料
2. 地質調査結果の記号
- ① 3.20
 - ② 4.50
 - ③ 7.50
 - ④ 3.70
3. 地質調査結果の記号
- ⊙ 掘削方法
 - ⊙ 試料採取
 - ⊙ 試料採取
3. 20-3.70mの地質調査結果 (m)
- ① 3.20 ② 4.50 ③ 7.50 ④ 3.70 (注) 掘削機 (30cm: 掘入機, 45cm: 掘削機)

調査地点: 香川県小豆郡土庄町東瀬

孔口標高: TP +8.36 m

調査年月日: 平成10年10月30日~平成10年10月25日

孔内水位: GL -3.40 m

標高 m	層厚 m	柱状 図	色 調	地質 名	観 察 記 事	標準貫入試験					試料採取			圧縮試験	
						深 度 m	打撃 回 数 / 30cm	標準 貫入 値 N	試料 番号	採取 深度 m	採取 方法	試験 名	試験 深度 m		
8.36	0.30			表層土	シルト質砂	硬質を混入する。平均値である。 下部はシルトの混入が多い。	0	0	0						
8.06	1.00			表層土	高粘性	シルト質粘土を混入する。 上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
7.06	1.00			表層土	砂	平均値である。平均値である。 上部はシルトの混入が多い。	1	2	1						
6.06	1.00			表層土	砂	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
5.06	1.00			表層土	シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	1	1						
4.06	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
3.06	1.00			表層土	砂	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
2.06	1.00			表層土	砂	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
1.06	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
0.06	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
0.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-1.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-2.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-3.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-4.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-5.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-6.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-7.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-8.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-9.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-10.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-11.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-12.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-13.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-14.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-15.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-16.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-17.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-18.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-19.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						
-20.00	1.00			表層土	砂質シルト	上部はシルトの混入が多い。下部は 粘土質を混入する。平均値である。	1	3	1						

(注) 1. 地質図記号の記号

- シンクローメーターによる試験
- デニソンシンクローメーターによる試験
- 貫入試験による試験
- サンドランプラーによる試験
- コア試験

2. 地質図記号の記号

- 地質図記号
- 地質図記号
- 地質図記号

3. 30-3.70は標準貫入値 (N)
4.5/50 4.5/50は標準貫入値 (N) (50cm: 貫入深さ, 45cm: 標準貫入)

豊島処分地における遮水壁の打設状況等



バイブロハンマによる打設状況【H12暫定的な環境保全措置工事（第1工区）】



バイブロハンマによる打設状況【H12暫定的な環境保全措置工事（第1工区）】



鋼矢板への止水材塗布状況【H12暫定的な環境保全措置工事（第1工区）】



鋼矢板への止水材塗布状況【H12暫定的な環境保全措置工事（第1工区）】

豊島処分地における遮水壁の打設状況等



ダウンザホールハンマによる先行掘削状況【H27北海岸トレンチドレーン撤去及び仮設矢板設置工事（第1工区）】



クラッシュバイラーによる圧入状況【H27北海岸トレンチドレーン撤去及び仮設矢板設置工事（第1工区）】



鋼矢板への止水材塗布状況【H27北海岸トレンチドレーン撤去及び仮設矢板設置工事（第1工区）】



鋼板への止水材塗布状況【H27北海岸トレンチドレーン撤去及び仮設矢板設置工事（第1工区）】

鋼矢板の肉厚測定結果

遮水壁（鋼矢板）については、R2.3 に肉厚測定を実施している。表面に錆は見られるものの測定の結果、著しく腐食している箇所はなく全体的に健全であると考えられる。

調査位置を図 1、測定結果を表 1 に示す。



図 1 測定箇所図

表 1 肉厚測定結果表

地点 No.	深度 (m)	凹 凸	測定点	探触 子点	元厚 T1mm	測定値 T2mm				現有肉厚 T2 mm	肉厚減少量 (T1-T2)mm	腐食速度 mm/yr
						1回目	2回目	3回目	平均			
No.6		凸		1	15.5	14.80	14.80	14.80	14.80	14.93	0.57	0.03
				2		14.90	14.80	14.80	14.83			
				3		15.00	15.10	15.00	15.03			
				4		15.20	15.10	15.20	15.17			
				5		14.80	14.90	14.80	14.83			
				平均		平均値 (T2mm)			14.93			
				中間			凸		1			
2	14.90	15.00	15.00		14.97							
3	15.00	15.00	15.00		15.00							
4	15.00	14.90	14.90		14.93							
5	14.90	15.00	14.90		14.93							
平均	平均値 (T2mm)				14.97							
No.42		凸			1				15.5	14.80	14.80	14.80		14.80	15.03	0.47	0.03
				2	15.10	15.10	15.10	15.10				
				3	15.20	15.10	15.10	15.13				
				4	15.10	15.10	15.10	15.10				
				5	15.00	15.00	15.10	15.03				
				平均	平均値 (T2mm)			15.03				



写真1 肉厚測定箇所-研磨前 (No. 6)



写真2 肉厚測定箇所-研磨後 (No. 6)



写真3 肉厚測定箇所-研磨前 (中間)



写真4 肉厚測定箇所-研磨後 (中間)



写真5 肉厚測定箇所-研磨前 (No. 42)



写真6 肉厚測定箇所-研磨後 (No. 42)

処分地の水収支モデルの構築の状況（その2）

1. 概要

処分地の水収支モデルの構築については、第9回豊島処分地地下水・雨水等対策検討会において、地下水浄化対策を実施している地点別及び処分地全体の水収支や地下水の流向及び流量を把握することで、揚水の優先順位を決める際のデータとするなど、より一層迅速かつ効果的な地下水浄化対策を実施するとともに、併せて遮水機能の解除に関するデータも収集することを目的とし、水収支モデルを構築してシミュレーション解析を行うことで審議・了承を得ている。

第11回豊島処分地地下水・雨水等対策検討会「処分地の水収支モデルの構築の状況」（⊕第11回Ⅱ／4）の審議結果を踏まえ、解析手法や解析条件等を整理した上で、水収支モデルによる現況の再現を行ったのでその結果について報告する。

2. 処分地のデータの整理

①使用データ

以下の資料を収集した。

表2-1 収集資料一覧表
（水第11回Ⅱ／4 表2-1の再掲 一部追加）

概要	資料名
事業全体	豊島廃棄物等対策調査「暫定的な環境保全措置に関する事項」報告書（1998年） （香川県豊島廃棄物等処理技術検討委員会）
	豊島廃棄物等技術委員会報告書第Ⅰ編（施設整備編）（豊島廃棄物等処理技術委員会）（2003年）
地表面情報	H27年度レーザー測量業務
	H28年度豊島処分地内整地測量設計業務委託
地質情報、 井戸情報	豊島産業廃棄物水質汚濁被害等に係る実態調査（1994年）
	豊島廃棄物等処理事業 豊島処分地地下水揚水井戸掘削等工事（2013年、2019年）
	豊島廃棄物等処理事業 地下水概況及び詳細調査業務委託（2015年～2017年）
	豊島廃棄物等処理事業 地下水詳細調査業務委託（その2）（2017年）、＃（その4）（2017年）
	豊島廃棄物等処理施設撤去等事業 地下水集水井掘削等工事（2018年）
地下水汚染 情報	地下水汚染領域の把握のための調査結果（2018年～2019年）
	D測線西側における地下水調査結果（2014年～2019年）
	観測孔の水質調査結果（2019年）
地下水位	観測井戸における調査結果（2015年4月12日～2016年3月26日の内の24回）【追加】
	観測井戸における一斉調査結果（2019年4月19日、5月9日、6月28日、7月8日）
	豊島廃棄物等処理施設撤去等事業情報 自動測定情報 地下水位：時間単位（2019年）、日単位（2009年～2019年） 処分地内自記計：時間単位（2019年6月19日～7月8日）
気象	高松（気象庁）：時間単位、日単位（2010年～2019年）
雨量	豊島（香川県）：時間単位（2010年～2019年）
潮位	土庄東港（小豆島）：時間単位（2010年～2019年）

②整理結果

整理したデータを水収支モデルの構築に用いた。整理結果の一部として、地下水位観測井の位置図※を図 2-1、図 2-2 に、その観測データ※を図 2-3 に、地下水位の変動状況及び分布※を図 2-4～7 に示す。

※水収支モデルの検証時期とした 2015 年及び 2019 年について表記

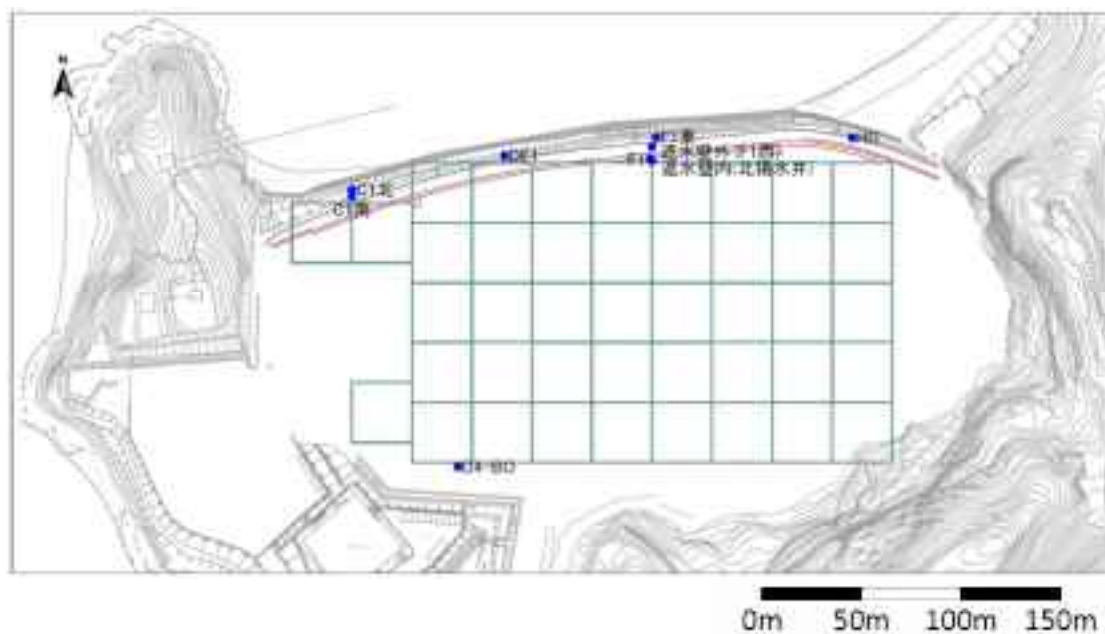
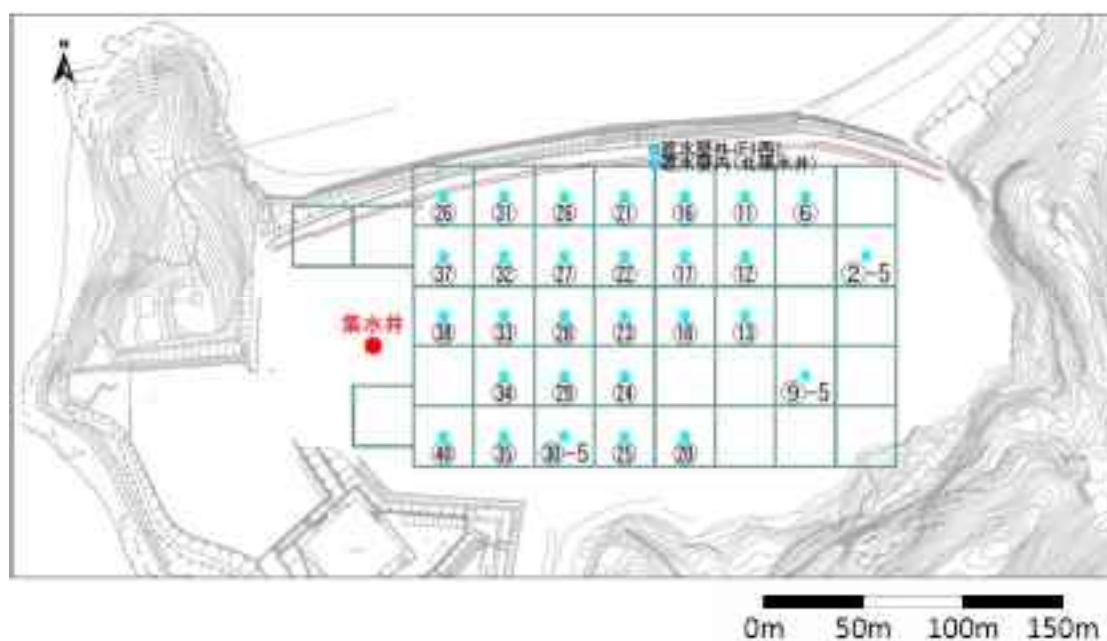


図 2-1 観測施設位置 (2015 年)



※煩雑を避けるため区画内に複数の観測井がある場合は区画中心のもののみ表記した。

図 2-2 観測施設位置 (2019 年)

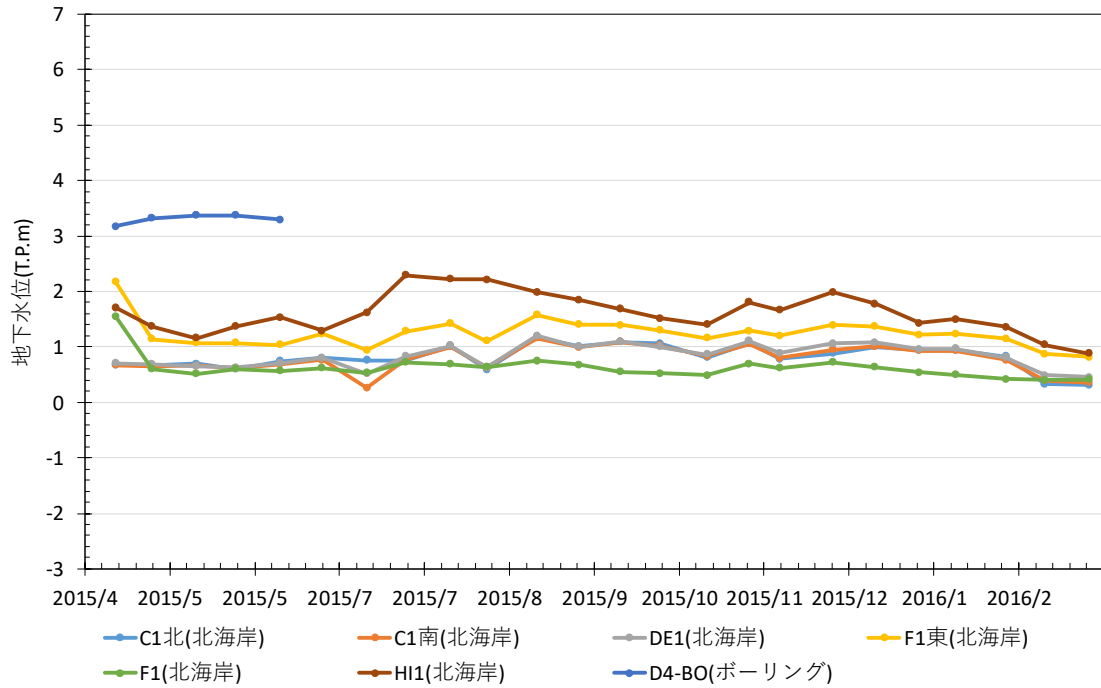


図 2-3 地下水位の変化 (2015年)

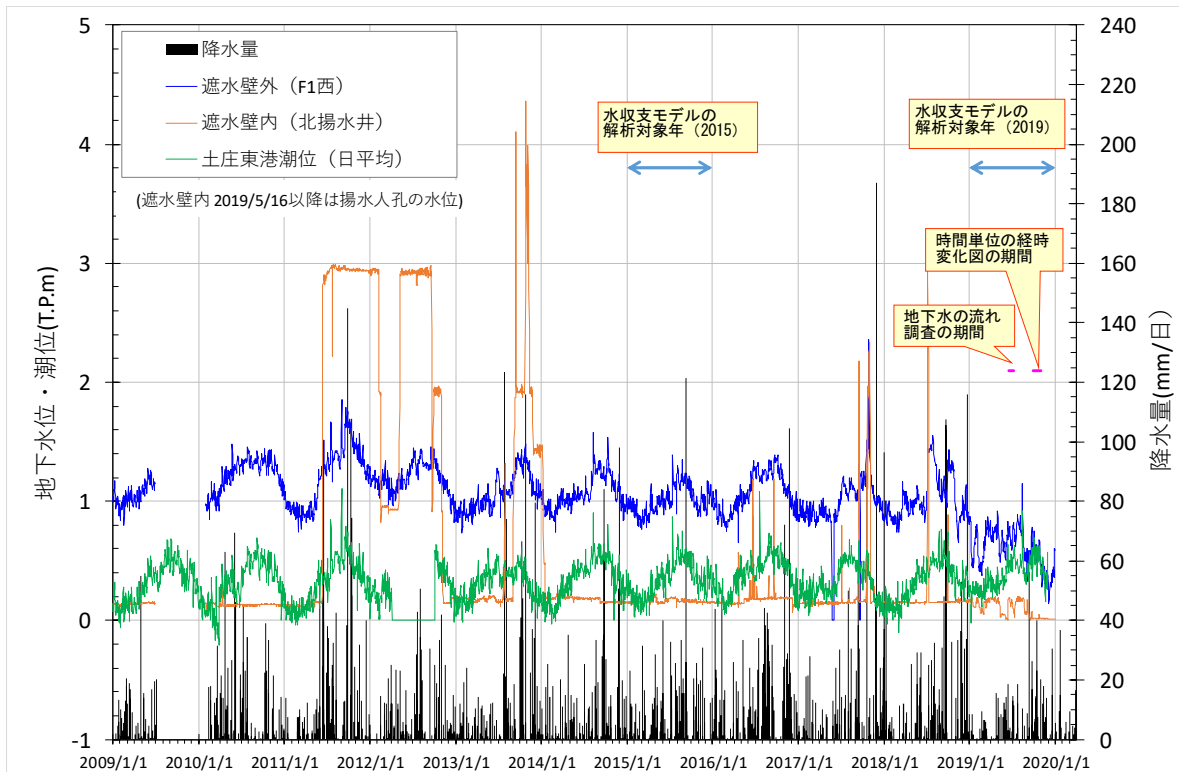


図 2-4 地下水位及び潮位の経時変化図 (日平均)

(水第11回II/4 図2-1の再掲)

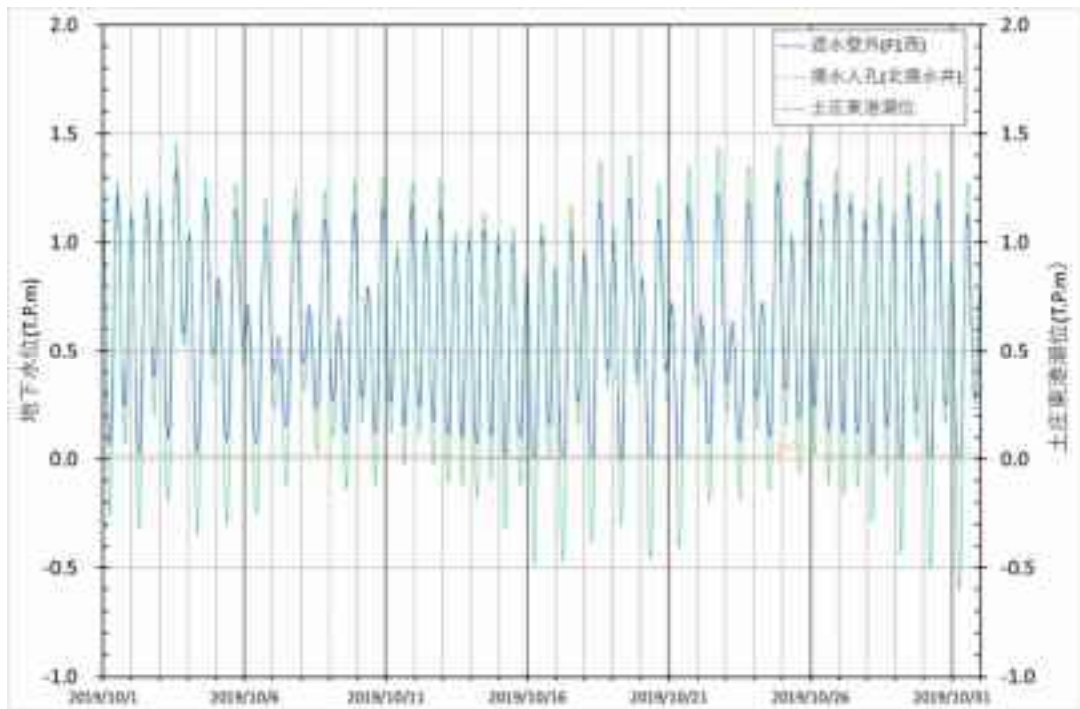


図 2-5 地下水位及び潮位の経時変化図（時間単位）
 （水第 11 回 II / 4 図 2-2 の再掲）

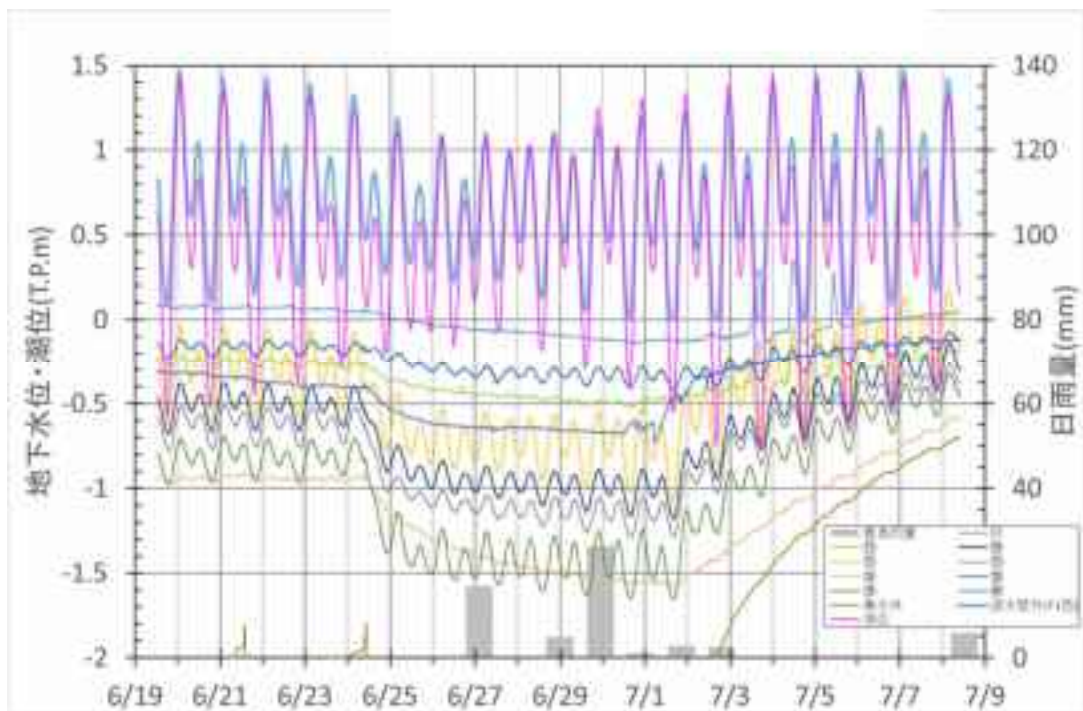


図 2-6 地下水の流れ調査（2019 年 6 月 19 日～7 月 8 日）時の
 地下水位及び潮位の経時変化図（時間単位）
 （令和元年 8 月 3 日検討会資料にデータを追加）
 （水第 11 回 II / 4 図 2-3 の再掲）

遮水機能の解除に係る工法等の検討
WGにおける検討結果に関する報告
(第 11 回撤去検討会資料Ⅱ / 2)

遮水機能の解除に係る工法等の検討WGにおける検討結果に関する報告

1. 概要

第 11 回フォローアップ委員会(R3. 3. 25Web 開催)において設置することとされた、遮水機能の解除に係る工法等の検討ワーキンググループ（以下、「遮水機能解除工法検討WG」とする。）の実施状況及び審議結果（答申）について報告する。

2. 遮水機能解除工法検討WGの実施状況

令和 3 年 4 月から 6 月にかけて、委員による現地視察を 1 回、Web 会議を 2 回開催した。（表 1）

表 1 遮水機能解除工法検討WGの実施概要

	第 1 回	第 2 回	第 3 回
実施日	R3. 4. 27	R3. 5. 27	R3. 6. 26
場 所	豊島処分地	Web 会議	Web 会議
出 席 委 員	松島座長 平田委員	松島座長 平田委員	松島座長 平田委員
審 議 内 容	<ul style="list-style-type: none"> ・現地視察 （鋼矢板の状態確認 鋼矢板端部（境界 部）の状況確認） 	<ul style="list-style-type: none"> ・遮水機能の解除に係る 現場条件の整理結果の 報告 ・引抜き工法の整理結果 及び施工手順の検討内 容の審議 	<ul style="list-style-type: none"> ・パイプロハンマ工法（電動式・ 油圧式）の整理結果の報告 ・引抜き時の留意事項の報告 ・引抜き不可の判断の手順に関 する検討の審議 ・削孔工法の確認 ・撤去等検討会への答申（案） の審議

3. 遮水機能の解除に係る工法等の検討結果

遮水機能解除工法検討WGの審議結果に基づく撤去検討会への答申は、以下のとおりである。

- ・ II / 2 （ 1 ） 遮水壁及び新設鋼矢板の引抜き工法の整理
- ・ II / 2 （ 2 ） 鋼矢板の引抜き・削孔併用における施工手順の検討

遮水壁及び新設鋼矢板の引抜き工法の整理

1. 現場条件の整理

（1）遮水壁等の設置状況

遮水壁鋼矢板は暫定的な環境保全措置工事により、平成13年3月～5月にかけてパイプロハンマ工法により打設しており、約20年が経過している。また、廃棄物等掘削時の遮水壁倒壊防止のため、遮水壁端部には、平成27年12月～平成28年2月にかけて遮水壁の海側に打設した新設鋼矢板がある。なお、遮水壁及び新設鋼矢板ともに止水機能を高めるため、継手部分に止水材が塗布されている。（表1）

表1 遮水壁等の打設状況の概要

対象 ^{※1}	打設工法	鋼矢板の規格	総枚数	最短長さ	最長長さ	止水材 ^{※2} の塗布	打設期間	経過年数
遮水壁鋼矢板	パイプロハンマ工法	Ⅳ型	861枚	2.5m	18.0m	有	平成13年3月～5月	約20年
新設鋼矢板	ダウンザホールハンマ工法 ^{※3} とクラッシュパイラー工法 ^{※4} の併用	Ⅲ型 Ⅳ型 Ⅴ型	226枚	9.0m	14.0m	有	平成27年12月～平成28年2月	約5年

※1 平面図、展開図は、[別紙1](#)のとおり。

※2 ・遮水壁鋼矢板：ケミガードU-1（三洋化成工業株）、本設用、主成分 特殊ポリウレタン、標準使用量200g（両爪/m）、水膨張 約5倍

・新設鋼矢板：パイルロック NS-v（日本化学塗料株）、本設用、主成分 特殊ポリウレタン、標準使用量200g（両爪/m）、水膨張 約6倍

使用した止水材は本設用とされており、経年変化状況を把握した資料は無い（メーカー聞き取り）。

※3 ダウンザホールハンマの打撃により岩及び土砂の地盤を掘削した後に、鋼矢板等を立て込む工法

※4 鋼矢板先端に取り付けたオーガドリルにより、硬質地盤を先行掘削し、鋼矢板等を圧入する工法

（2）地質条件

遮水壁付近の地質は、G測線（ボーリング No.2）付近に粘性土が多くみられるものの、主に砂地盤である。[別紙2](#)

（3）遮水壁の腐食状況と腐食速度の推定

遮水壁の腐食状況としては、全体的に表面に錆は見られるもののスポット的な著しい腐食は確認されず、腐食が進んでいる箇所でも0.03（mm/年）（片側）程度の腐食速度であった（[別紙3](#)）。そこで、遮水機能の解除工法の検討にあたっては、遮水壁等の腐食速度を鋼材の腐食速度の標準値^{※5}と同値に設定した（表2）。

※5 「港湾の施設の技術上の基準・同解説（上巻）」平成11年4月P322

表2 矢板腐食速度の設定

検討ケース	経過年数	腐食環境	腐食速度(片側)	腐食厚さ
遮水壁	約20年	地上部	0.03mm/年	片側0.60mm（両側1.2mm）
		H.W.L.～L.W.L.付近	0.03mm/年	片側0.60mm（両側1.2mm）
		土中（L.W.L.以下）	0.02mm/年	片側0.40mm（両側0.8mm）
新設鋼矢板	約5年	地上部	0.03mm/年	片側0.15mm（両側0.3mm）
		H.W.L.～L.W.L.付近	0.03mm/年	片側0.15mm（両側0.3mm）
		土中（L.W.L.以下）	0.02mm/年	片側0.10mm（両側0.2mm）

(4) 遮水壁の歪み等

第1回WG現地調査で頭部コンクリートを全面にわたり調査し、1個所の頭部コンクリートに引張りひ割れが発生していたことから、現地視察後にひび割れ幅を確認し、はらみ出しの推定を行った。目地間の延長はL=9.55m、ひび割れ幅は約0.4cmであり(写真1, 2)、はらみ出しは最大でも4~6cmと推定された。

遮水機能の解除にあたり、大きな影響はないと考えるが、鋼矢板の歪みにより継手抵抗が大きくなることが想定されるため、当該箇所は引抜きを最後に実施するなど、配慮が必要と考える。



写真1 全景 (FG 測線中間付近)



写真2 ひび割れ幅の状況

(5) その他の現場条件と留意事項

遮水壁の処分地側は、廃棄物等を除去したことにより、地盤高はおよそTP+3.0m程度となっており、遮水壁の天端高約TP+6.0mと比べ、3m程度の段差が生じている。

また、端部については、遮水壁東端部に新貯留トレンチがあり、遮水壁付近を掘削する必要がある場合、新貯留トレンチの取壊しが必要となること、西端部の近傍には民有地があり、斜面も近く工事中の崩落・落石の防止など工事作業員の安全確保が必要なことなど、施工時に配慮が必要である。現地の状況を写真3, 4に示す。



写真3 西側端部の状況



写真4 東側端部の状況

2. 遮水壁鋼矢板の引抜き工法の整理

2. 1 引抜き工法の検討

(1) 引抜き工法の選定

本件処分地での遮水壁鋼矢板の引抜きにあたっては、土木工事仮設設計ガイドブック（I）（H23.3）（（財）日本建設情報総合センター編 P199）の引抜き施工法選定フローに掲げられた鋼矢板の引抜きの3つの工法、（a）電動式バイプロハンマ、（b）油圧式バイプロハンマ、（c）油圧圧入引抜工を検討対象とし、工法の選定においては、止水材が塗布されていることや、打設後約20年が経過していることなどの特殊な要因に配慮することとした。

各工法の概要を表3に示す。

表3 引抜き工法の概要

工 法		概 要
動的 工法	バイプロハンマ工法	鋼矢板を通じて鋼矢板に接する地盤に振動を加え、地盤に流動化現象等を起こさせて鋼矢板の引抜きを容易にする工法
	(a) 電動式バイプロハンマ	電動モータで2軸偏心の振り子を回転させ振動を発生させて鋼矢板の引抜きを行う工法
	(b) 油圧式バイプロハンマ	油圧モータにより起振機の起動・停止を行い、シリンダーの往復運動等により振動を発生させて鋼矢板の引抜きを行う工法
静的 工法	(c) 油圧圧入引抜工 (サイレントパイラー)	既設鋼矢板上に圧入引抜機を設置後、クランプ部で既設鋼矢板を挟み込み固定し、既設鋼矢板を反力として油圧シリンダーの伸縮により鋼矢板を引抜く工法

(2) 使用資機材の設定

比較検討にあたっては、各工法における使用資機材の規模を設定する必要がある。このため、引抜き抵抗力(F)と鋼矢板強度の制約条件(P_{li})を求め(別紙4)、適用範囲がF以上、 P_{li} 未満となる機材のうち、最大の引抜き力を有する機材を選定した。

引抜き抵抗力(F)と鋼矢板強度の制約条件(P_{li})の定義を以下に示し、選定した機材を表4に掲げる。

i) 引抜き抵抗力 (F)

$$F = F_e + F_s + W_p$$

ここで F : 引抜き抵抗力 (kN)

F_e : 鋼矢板と土の摩擦力 (kN)

F_s : 鋼矢板の継手摩擦抵抗力 (kN)

W_p : 鋼矢板の重量 (kN)

ii) 鋼矢板強度の制約条件 (P_{li})

$$P_{li} = \min (P_{k1}, P_{k2})$$

鋼矢板の引抜き力 P_T は、 P_{li} 以下であること : $[P_T < P_{li}]$

ここで P_{k1} : 引抜チャックでの鋼矢板の強度

P_{k2} : 腐食した矢板断面の引張強度

表 4 各工法における選定条件と選定機材

引抜き工法	選定条件	選定機材
(a) 電動式バイブロハンマ	F = 40～230kN P _{1i} = 469～888kN	出力：60kW 起振力：461～480kN (振動周波数：17～21Hz)
(b) 油圧式バイブロハンマ	F = 40～230kN P _{1i} = 469～888kN	出力：235kW 起振力：473kN (振動周波数：20～60Hz)
(c) 油圧圧入引抜工 (サイレントパイラー)	F = 300～850kN P _{1i} = 1,315～2,485kN	出力：147 kW 引抜き力：1100kN (最大規格値)

(3) 引抜き工法に関する比較検討の結果

引抜き工法ごとに、「地下水浄化の効果」、「作業性」、「作業の安全性」、「周辺環境への影響」、「現場条件への対応」、「工期」並びに「経費」等を整理し、比較検討を行った。結果を表 5 (巻末 A3 表) に示す。

本処分地での作業スペースは広く、想定される振動・騒音であれば周辺環境への特別な配慮は必要でないことから、「作業の安全性」、「周辺環境への影響」については、3 案に優劣は無い。「工期」は、(a) と (b) は変わらないが、(c) は 2 割程度長くなり、「経費」は、(a) が最も安価であり、(b)、(c) の順で高くなる。「作業性」としては、(a) は長時間の連続運転時に電動機の焼損リスクがあるため配慮が必要である。

「現場条件への対応」としては、止水材が塗布されていることや、打設後約 20 年が経過していることなど、想定より高い負荷がかかる可能性がある。これらにより抵抗が増大した場合の対応として、(a) と (b) では想定する 2 倍程度の起振力での施工が可能であるほか、2 枚同時に引きあがった場合でも対応が可能なことや後段の「2. 2 補助工法及び施工時の工夫等の整理」に示す事前押し込みが可能なことなど、現場対応が容易に行える特長がある。一方、(c) では引抜き力に十分な余裕がなく、2 枚同時引抜きなどの現場対応も行えない。

「作業時の安全性」では、西側端部の斜面からの落石防止等対策として、これに隣接する一定区間の施工時には振動を低減しておくことが望ましいため、(b) 又は (c) では低振動工法を採用できること、もしくは (a) では出力を落とした対応が行えることが必要である。

これらの結果から、より引き抜ける可能性が高いと考えられるバイブロハンマ工法の 2 案 ((a) 電動式・(b) 油圧式) に絞り込み、詳細な比較検討を行った。

比較検討は、周波数や選定機材の違いにより行い、(a) (b) とともに、振幅と振動加速度の最低必要量を満たしていること、周辺摩擦力の低減率に大きな違いは無いことを確認した^{別紙 5}。ただし、(a) 電動式については、振動加速度の低下に応じて摩擦力が上昇しやすいため、電動式に比べて余裕のある (b) 油圧式の方がより引き抜ける可能性が高いと考える。なお、止水材を塗布した鋼矢板の継手抵抗力の低減効果について、メーカーにヒアリングを行ったが、振幅量と振動加速度の違いに対する知見はないとの回答であり、その点については工法の優劣をつけることはできなかった。

以上より、引抜き工法としては、より引き抜ける可能性が高く、また、引抜き時の作業の安全面や連続運転が可能なる面からも、(b) 油圧式バイブロハンマの方が、止水材が塗布されていることや、打設後約 20 年が経過していることなど、本件処分地の特殊な要因から採用が望ましいものとする。

2. 2 補助工法及び施工時の工夫等の整理

補助工法として、打込み時に周辺地盤の摩擦力を低減する補助工法であるアースオーガ工法やウォータージェット工法の適用性について、整理を行った。また、継手の縁切り方法として考えられる事前押し込み（打撃やバイブロハンマによる押し込み）も合わせて整理を行った。

補助工法等の比較検討結果を表6（巻末A3裏）に示す。

アースオーガ工法やウォータージェット工法は、引抜き時の鋼矢板と土の摩擦力を低減することができるが、遮水壁付近の地質は主に砂質土であり、N値も50未満であることから、バイブロハンマ工法のみで十分であり、併用するメリットは低い。

継手の縁切り方法として考えられる事前押し込みのうち、打撃は確実性が不明であり、また、衝撃により鋼矢板が歪むなどのおそれがあるため不適と考える。一方、バイブロハンマによる押し込みについては、同工法を引抜きで採用した場合には対応が可能である。

また、施工時の工夫として、鋼矢板周辺を掘削して周辺地盤の摩擦力を低減するとともに、掘削部の鋼矢板の継手部を切断することにより継手抵抗についても低減する方法が考えられる。本方法についても、処分地内で行う掘削・整地作業等で使用する施工機械を主体としていることから、現場状況に応じて対応が可能なものと考えられる。

なお、継手の縁切り方法としては、他に全周回転障害物撤去工法^{※6}が考えられるが、これでは隣接する矢板に歪みが生じるおそれがあり、そのため一度実施後には残り全てを同工法で行う必要が生じることや、施工性が劣り工事が長期化すること、経済性が明らかに劣ることからも、本工事には不適の工法と判断する。

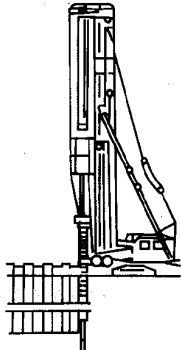
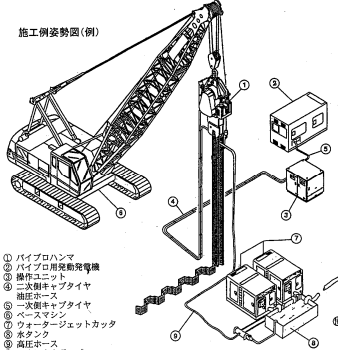
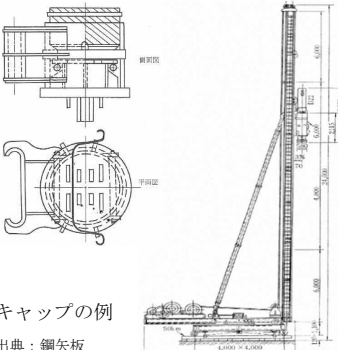
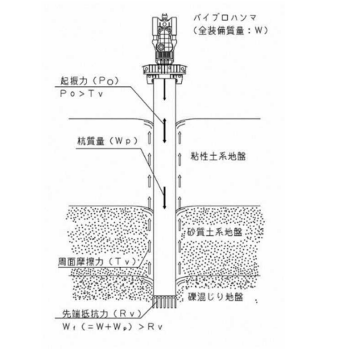
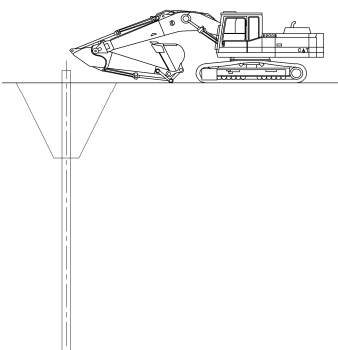
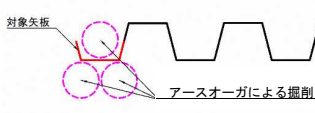
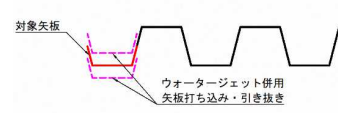
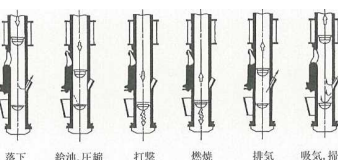
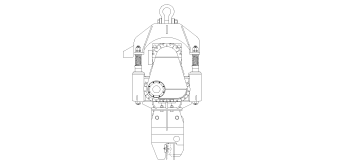
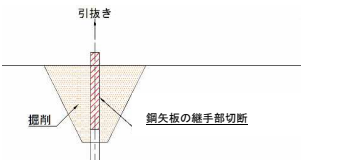
※6 先端にビットを取り付けたケーシング管を全周回転することで、転石層、砂礫層、地中障害物（鋼矢板等）などを切断・掘削し、取り除く工法

表5 比較表 (矢板引抜き工法)

	動的方法					静的方法										
	(a) 電動式バイプロハンマ					(b) 油圧式バイプロハンマ					(c) 油圧圧入引抜機 (サイレントパイラー)					
工事概要図																
出典	基礎機械レンタルカタログ(AKTIO), 土木施工の実際と解説					最新型振動バイロハンマ紹介(調和工業資料)					土木施工の実際と解説					
工法イメージ	鋼矢板を通じて鋼矢板に接する地盤に振動を加え、地盤に流動化現象等を起こさせて鋼矢板の引抜きを容易にする工法である。					環境(振動)対策が必要な場合に適用できる工法 油圧式起振機振動数: 2,000cpm(33Hz)~2,400cpm(40Hz)					チャックの上下動を繰り返して引抜く工法であり、無振動・無騒音・無削孔(プレボーリング不要)工法である。上図に示す鋼矢板を挿込んだチャックの上下のストローク幅は85cmである。					
工法概要・特徴	環境(振動)対策が必要ない場合に適用できる工法 電動式起振機振動数: 600cpm(10Hz)~1,200cpm(20Hz)					環境(振動)対策が必要な場合に適用できる工法 油圧式起振機振動数: 2,000cpm(33Hz)~2,400cpm(40Hz)					既設鋼矢板上に圧入引抜機を設置後、クランプ部で既設鋼矢板を挟み込み固定し、既設鋼矢板を反力として油圧シリンダーの伸縮により鋼矢板を引抜く工法である。					
駆動源として電気を利用する方式であり、電動モータで2軸偏心の振り子を回転させ振動を発生させて鋼矢板の引抜きを行う工法である。						油圧力を駆動源とする方式で、油圧モータにより起振機の起動・停止を行い、シリンダーの往復運動等により振動を発生させて鋼矢板の引抜きを行う工法である。										
選定条件	F = 40~230kN、P _{li} = 469~888kN					F = 40~230kN、P _{li} = 469~888kN					F = 300~850kN、P _{li} = 1,315~2,485kN					
選定した資機材	適用範囲 引抜長: 25m以下 バイプロハンマ規格: 60kW(起振力 461~480kN(47~49t)) 振幅*1: 6mm程度 振動加速度*1: 80m/sec ² 、8.0 G クローラクレーン: 排ガス対策型(第1次) 油圧駆動式ウインチ・ラチスジブ型、50~55t 吊					適用範囲 引抜長: 25m以下 バイプロハンマ規格: 235kW(起振力 473kN(48t)) 振幅*1: 2mm程度 振動加速度*1: 30~270m/sec ² 、12.3 G ラフテレーンクレーン: 排ガス対策型(第1次) 油圧伸縮ジブ型、25t 吊					適用範囲 引抜長: 25m以下 油圧圧入引抜機引抜き力 1100kN(110t) ※最大規格値 ラフテレーンクレーン: 排ガス対策型(第1次) 油圧伸縮ジブ型、25t 吊					
地下水浄化の効果	全て引抜けた場合、大きな差は無い。															
作業性	電動出力を定格の2.5~3倍程度大きくすることで、瞬発力を必要とする矢板の引抜きや、長尺矢板の引抜き作業への適用性は高い。ただし、長時間の連続運転や電圧不足等によりコイル温度の上昇やコイルの断線等により電動機の焼損リスクがある。					油圧力を一定の大きさに制限して使用するため、長時間使用できる。ただし、給油する作動油の油温が上がると漏れ量が多くなり引抜き能力が減退する。					無振動・無騒音、更に大型の施工機械が不要であり、狭い作業スペースでの施工が可能である。					
作業の安全性	本施工場所での現場制約はなく、どの工法を用いても安全に作業することが出来る。															
評価	○															
周辺環境への影響(振動・騒音)	高い					低い					ほとんど影響しない。					
評価	△					○					◎					
現場条件への対応	継手部の固着や歪みにより抵抗が増大した場合でも、想定する2倍程度の起振力で施工できる(2×F < P _{li})。2枚同時に引きあがった場合でも、アタッチメントを取り換えることにより、引抜きを実施することが可能である。事前押込みも現場対応は可能である。振動が大きく、法面近接部では低出力での運転が必要となる。					継手部の固着や歪みにより抵抗が増大した場合でも、想定する2倍程度の起振力で施工できる(2×F < P _{li})。2枚同時に引きあがった場合でも、アタッチメントを取り換えることにより、引抜きを実施することが可能である。事前押込みも現場対応は可能である。振動が電気式に比べ小さく、法面近接部での安全面で勝る。					継手部の固着や歪みにより抵抗が増大した場合、バイプロハンマ工法に比べ、引抜きに十分な余裕がない。2枚同時に引抜くなどの対応はできない。振動はほとんどなく、法面近接部での安全面に優れている。					
評価	○					◎					△					
工期	引抜長	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下
日施工量	58枚/日	50枚/日	43枚/日	38枚/日	33枚/日	58枚/日	50枚/日	43枚/日	38枚/日	33枚/日	48枚/日	40枚/日	34枚/日	30枚/日	25枚/日	
※2	評価	◎					◎					△				
経済性(手間のみ円/枚)	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	9m以下	12m以下	15m以下	19m以下	23m以下	
4,400	5,200	6,000	6,800	7,800	5,400	6,300	7,300	8,200	9,400	6,600	7,900	9,200	10,500	12,500		
※3	評価	◎					○					△				
適用性	遮水壁付近の地質は主に砂地盤であり、振動により土との摩擦を軽減できる。チャック部の耐力に余裕があり、抵抗が増大した場合でも想定する2倍程度の起振力で施工できるなど、現場での対応面に優れている。油圧式に比べて、振動加速度が小さく摩擦力の低減率に余裕がない。振動が大きく、法面近接部では低出力での運転が必要となる。日施工量は油圧式と変わらないが、施工費が多少安い。					遮水壁付近の地質は主に砂地盤であり、振動により土との摩擦を軽減できる。チャック部の耐力に余裕があり、抵抗が増大した場合でも想定する2倍程度の起振力で施工できるなど、現場での対応面に優れている。電動式に比べて、摩擦力の低減率に余裕があることから、引き抜ける可能性が高い。また、法面近接部での安全性に優れ連続運転が可能。日施工量は電動式と変わらないが、施工費が多少高い。					チャック部の耐力に余裕がなく、また、施工機械の最大引抜き力にも余裕がないため、抵抗の増大に対する対応面に劣る。振動はほとんどなく、法面近接部での安全面に優れている。バイプロハンマ工法に比べて、日施工量、施工費ともに劣る。					
本事業での評価	○					◎					△					

※1 鋼矢板IV型L=18mの場合、 ※2 「土木工事標準積算基準書(共通編)」、 ※3 「令和2年度版 国土交通省土木工事積算基準による積上積算方式および施工パッケージ型積算方式 土木工事積算標準単価(一般財団法人 建設物価調査会)」

表6 比較表（補助工法）

	周辺地盤の摩擦の低減		事前押込み		施工時の工夫
	アースオーガ	ウォータージェット	打撃	パイプロハンマ	鋼矢板周辺掘削および継手部切断
工事概要図	 <p>出典：鋼矢板 設計から施工まで</p>	 <p>① パイプロハンマ ② パイプロ振動発電機 ③ 操作ユニット ④ 二次キャップタイヤ ⑤ 高圧ホース ⑥ 一次キャップタイヤ ⑦ ベースマン ⑧ ウォータージェットカット ⑨ ホータンク ⑩ 高圧ホース ⑪ 工事中水ポンプ</p> <p>出典：鋼矢板 設計から施工まで</p>	 <p>キャップの例 出典：鋼矢板</p> <p>出典：杭打ち工法(コンクリートジャーナル)</p>	 <p>パイプロハンマ (全機質量：W)</p> <p>地面力 (P₀) P₀ > T_v</p> <p>粘着土系地盤 砂質土系地盤 硬固し地盤</p> <p>周囲摩擦力 (T_v) 先種抵抗力 (R_v) W_r (= W+W_s) > R_v</p> <p>出典：パイプロハンマ工法技術研究会 WEB</p>	
工法イメージ	 <p>対象矢板 アースオーガによる掘削</p>	 <p>対象矢板 ウォータージェット併用 矢板打ち込み・引き抜き</p>	 <p>落下 給油, 圧縮 打撃 燃焼 排気 吸気, 掃気</p> <p>ハンマー機構</p>		 <p>引抜き 掘削 鋼矢板の継手部切断</p>
工法概要・特徴	<p>矢板周辺の地盤をアースオーガで緩め、周面摩擦を低減する方法。オーガの配置は、矢板内側1本～周辺3本程度が考えられる。</p>	<p>鋼矢板先端部から土中にウォータージェットを噴射することで、矢板先端及び周面の地盤抵抗を一時的に低減させる工法。既存矢板にホースが設置されていないため、別途矢板を用いて既存矢板の前後でジェットを用いた打設引抜きを行う。</p>	<p>引抜きに際して鋼矢板にハンマーの打撃を加え、衝撃により周面摩擦および継ぎ手抵抗の縁切りを図る方法。クレーン引抜き等、押込みができない工法の補助工法として用いられる。</p>	<p>引抜きに際して、パイプロにて押し込むことにより、周面摩擦および継ぎ手の抵抗の縁切りを図る方法。</p>	<p>鋼矢板周辺を掘削して周辺摩擦を低減するとともに、鋼矢板の継手部を切断することで継ぎ手の抵抗の低減を図る方法。</p>
施工性	13枚/日～4.3枚/日 (1孔/枚～3孔/枚)	6.6枚/日～3.3枚/日 (片側～両面)	22枚/日 ^{※1}	54枚/日 ^{※1}	5.6枚/日 ^{※2}
経済性 (手間のみ)	30千円/枚～90千円/枚 (1孔/枚～3孔/枚)	53千円/枚～106千円/枚 (片側～両面)	7千円/枚 ^{※1}	5千円/枚 ^{※1}	12千円/枚 ^{※2}
適用性	<p>引抜きできない原因が継手抵抗の場合は効果が低い。 ただし、施工性及び経済性においては同様の補助工法であるウォータージェットに対して優れる。</p>	<p>引抜きできない原因が継手抵抗の場合は効果が低い。 同様の補助工法であるアースオーガに対して施工性及び経済性が劣る。</p>	<p>確実性は不明。また衝撃により鋼矢板が歪む等、引抜けなくなる恐れもある。 基本的には押込みができない工法における補助工法であり、押込み可能なパイプロハンマを使用する当地での必要性は低い。</p>	<p>打撃と同様に確実性は不明。 ただし、引抜きで使用する施工機械を用いて実施可能である点に優位性がある。</p>	<p>掘削及び切断した範囲の抵抗力は軽減できる。 周辺土工事で使用する施工機械を用いて実施可能である点に優位性がある。</p>
本事業での評価 (パイプロハンマによる施工の場合)	<p>遮水壁付近の地質は主に砂質土であり、N値も50未満であることから、パイプロハンマ工法のみで十分であり、併用するメリットは低い。</p>		<p>確実性が不明であり、また、衝撃により鋼矢板が歪むなどのおそれがあるため採用できないものとする。</p>	<p>確実性は不明であるが、パイプロハンマ工法では現場対応は可能である。</p>	<p>確実性は不明であるが、土工事が主体であり現場対応は可能である。</p>

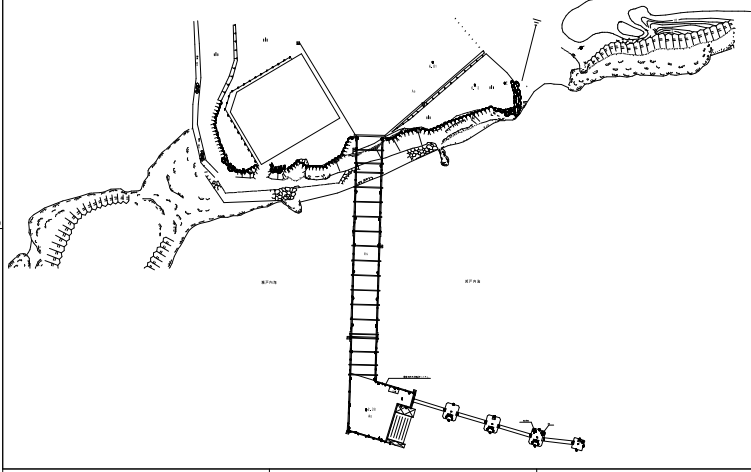
※1：L=2m以下の打込みと同等作業と考えた場合

※2：周辺掘削および鋼矢板切断の場合

平面図

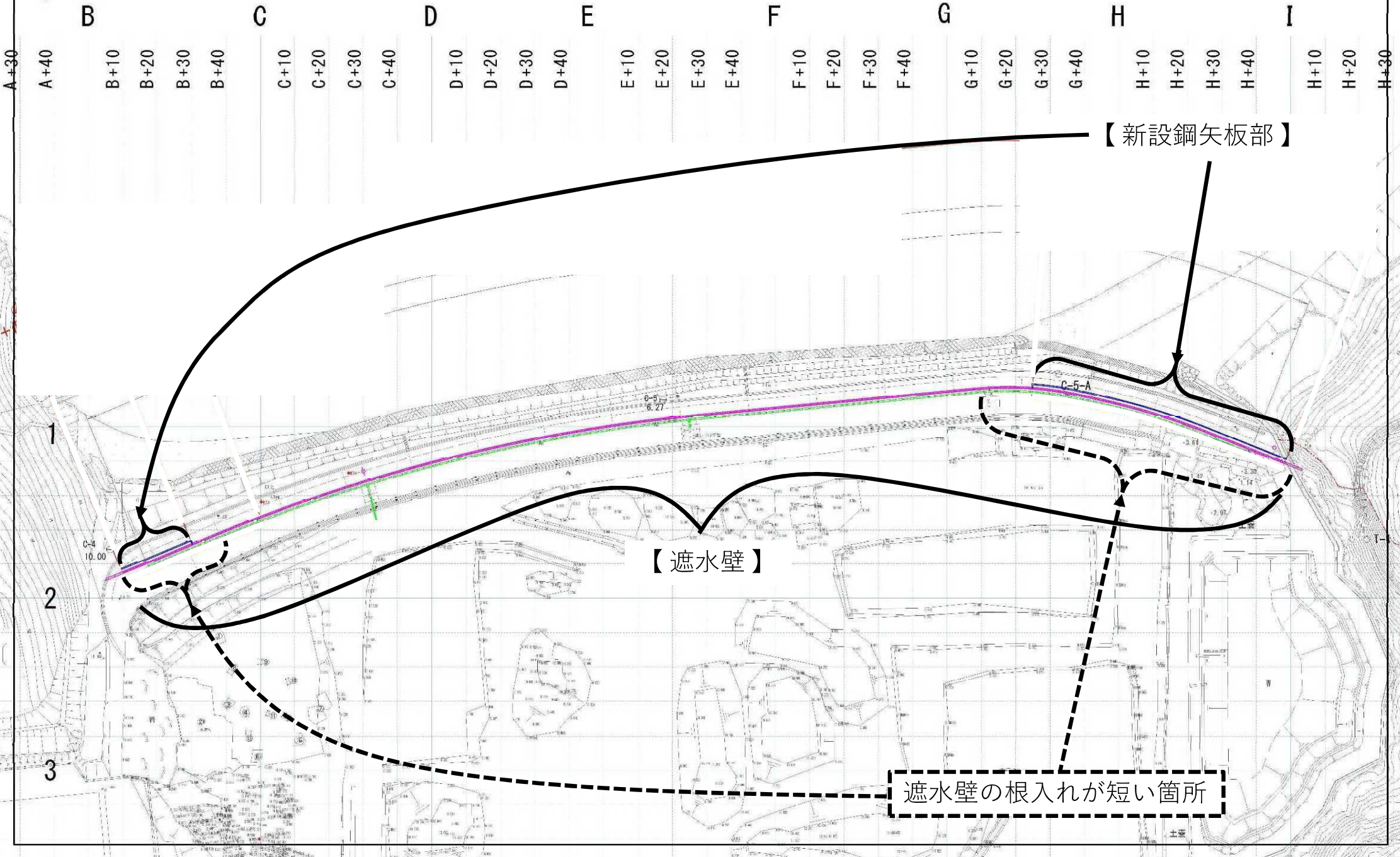
遮水壁

測戸内海



年度	
河川名等	
工事名	
座標系	世界測地系 IV 系
図面名	平面図
縮尺	1:2000 図番
測製年月日	
会社名	
事業名	

北海岸遮水壁
廃棄物掘削計画平面図
(S=1/1000 A3)



【新設鋼矢板部】

【遮水壁】

遮水壁の根入れが短い箇所

A+30

A+40

B+10

B+20

B+30

B+40

C

C+10

C+20

C+30

C+40

D

D+10

D+20

D+30

D+40

E

E+10

E+20

E+30

E+40

F

F+10

F+20

F+30

F+40

G

G+10

G+20

G+30

G+40

H

H+10

H+20

H+30

H+40

I

H+10

H+20

H+30

1

2

3

C-4
10.00

C-5
6.27

C-5-A

-3.61

1.14

-2.97

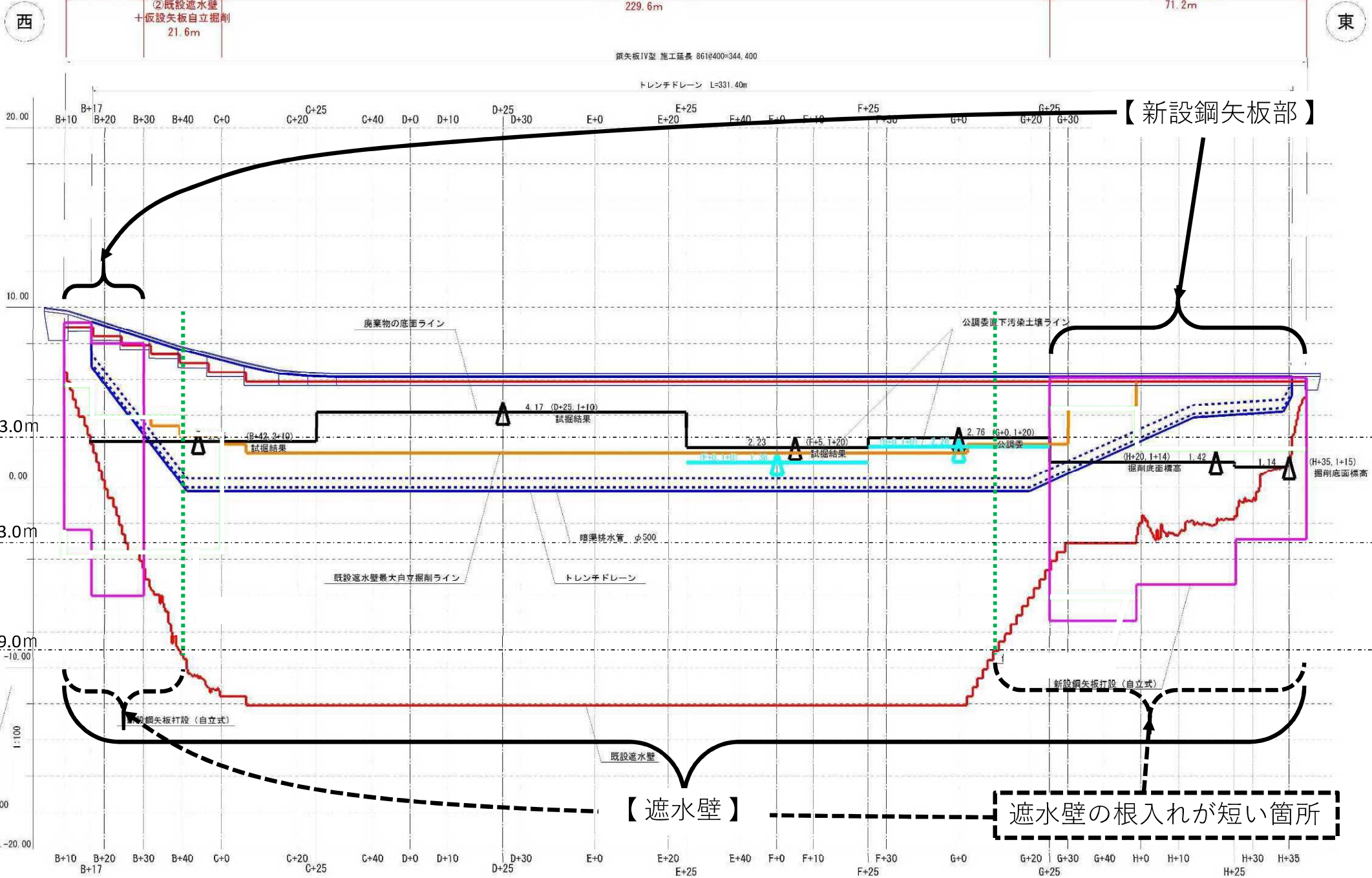
土壌

北海岸遮水壁展開図 廃棄物掘削計画

④新設鋼矢板
+仮設矢板自立掘削
22.1m

①既設遮水壁自立掘削
229.6m

④新設鋼矢板
+仮設矢板自立掘削
71.2m



【新設鋼矢板部】

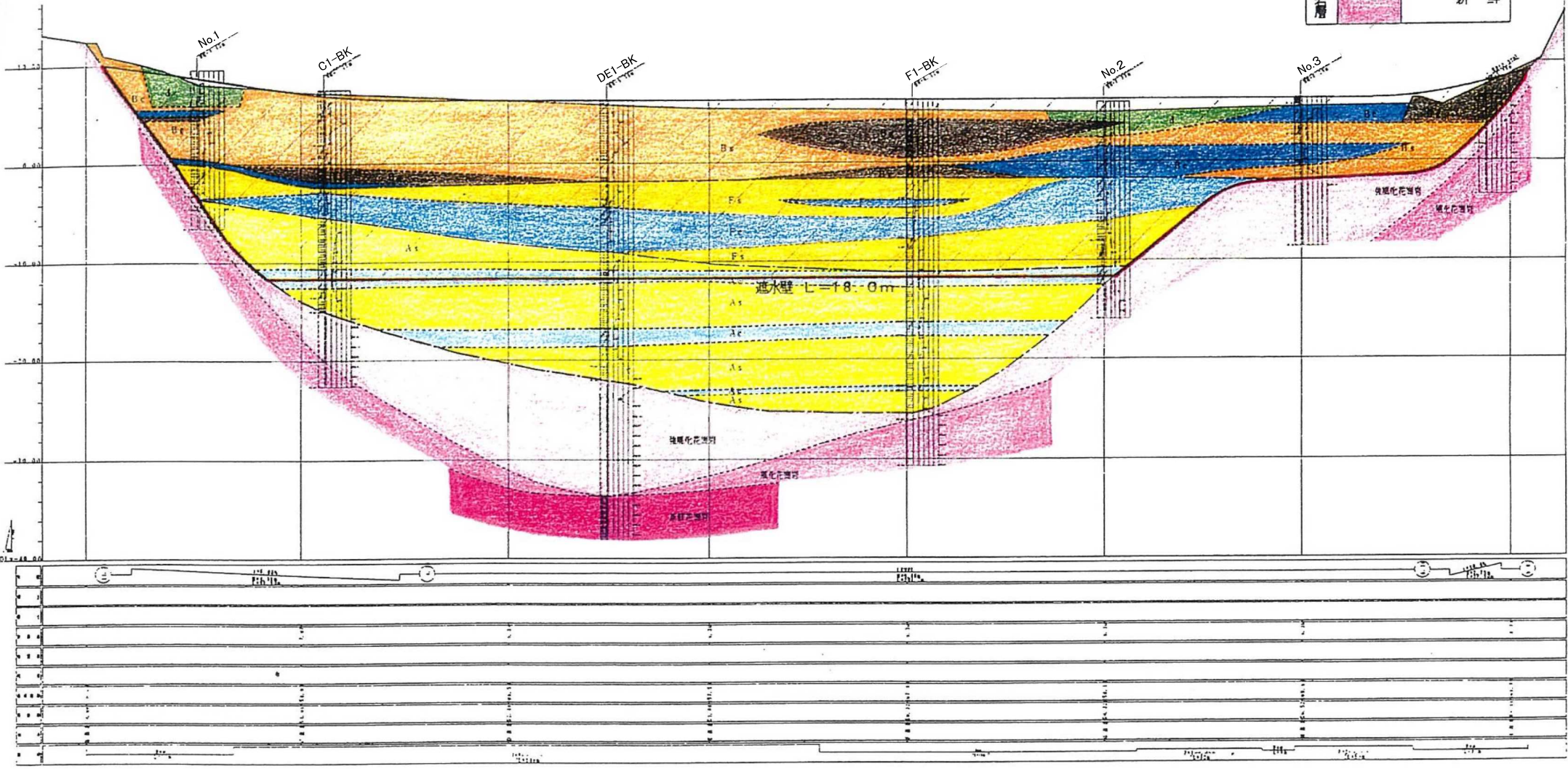
【遮水壁】

遮水壁の根入れが短い箇所

図-2.5 地質断面図(北海岸の遮水壁)

縮尺：H≒1/1540, V≒1/615

記号	主な構成物
d	シュレック・ナスト
s	珪さい
a	燃え殻
Bc	粘性土
Bs	砂質土
Bs	砂 礫
Fc	粘性土
Fs	砂質土
Fg	砂 礫
As	砂質土
Ac	粘性土
Gr	強風化 新鮮



鋼矢板の肉厚測定結果

遮水壁（鋼矢板）暴露部の肉厚測定結果（R2.3 実施）

表面に錆は見られるものの、著しく腐食している箇所はなく全体的に健全であると考えられる。調査位置を図 1、測定結果を表 1 に示す。



図 1 測定箇所図

表 1 肉厚測定結果表

地点 No.	深度 (m)	凹 凸	測定点	探触 子点	元厚 T1mm	測定値 T2mm				現有肉厚 T2 mm	肉厚減少量 (T1-T2)mm	腐食速度 (両面) mm/yr
						1回目	2回目	3回目	平均			
No.6		凸		1	15.5	14.80	14.80	14.80	14.80	14.93	0.57	0.03
				2		14.90	14.80	14.80	14.83			
				3		15.00	15.10	15.00	15.03			
				4		15.20	15.10	15.20	15.17			
				5		14.80	14.90	14.80	14.83			
				平均		平均値 (T2mm)			14.93			
				中間			凸		1			
2	14.90	15.00	15.00	14.97								
3	15.00	15.00	15.00	15.00								
4	15.00	14.90	14.90	14.93								
5	14.90	15.00	14.90	14.93								
平均	平均値 (T2mm)			14.97								
No.42		凸		1	15.5				14.80	14.80	14.80	14.80		15.03	0.47	0.03
				2		15.10	15.10	15.10	15.10			
				3		15.20	15.10	15.10	15.13			
				4		15.10	15.10	15.10	15.10			
				5		15.00	15.00	15.10	15.03			
				平均		平均値 (T2mm)			15.03			



写真 1 肉厚測定箇所-研磨前 (No. 6)



写真 2 肉厚測定箇所-研磨後 (No. 6)



写真 3 肉厚測定箇所-研磨前 (中間)



写真 4 肉厚測定箇所-研磨後 (中間)



写真 5 肉厚測定箇所-研磨前 (No. 42)



写真 6 肉厚測定箇所-研磨後 (No. 42)

遮水壁（鋼矢板）地中部の肉厚測定結果（R3.5実施）

令和3年5月12日にH.W.L.（朔望平均満潮位）とL.W.L.（朔望平均干潮位）の中間位置（TP+0.75m付近）で3箇所、追加調査を行った。なお、調査位置は遮水壁の歪みが懸念される箇所（FG測線の中間付近）を含め、遮水壁の長さが18mある区間から等分になるよう設定し、調査深度は遮水壁外（F1西）の水位変動がTP+0.0m～+1.5m程度であることから、その中間値とした。

追加調査の結果、調査地点では、表面に錆は見られるものの、スポット的な著しい腐食も確認されず、全体的に健全であると考えられる。

調査位置を図2、測定結果を表2、現地の状況を写真7～12に示す。



図2 測定箇所図

表2 肉厚測定結果表

地点 No.	深度 (m)	凹 凸	測定点	探傷 子点	元厚 T1mm	測定値 T2mm				現有肉厚 T2mm	肉厚減少量 (T1-T2)mm	腐食速度 (両面) mm/y
						1回目	2回目	3回目	平均			
D測 付近	TP +0.75 付近	凸		1	15.5	15.30	15.20	15.30	15.27	15.15	0.35	0.02
				2		14.90	15.00	15.00	14.97			
				3		15.30	15.20	15.30	15.27			
				4		15.10	15.10	15.20	15.13			
				5		15.10	15.10	15.10	15.10			
				平均		測定値(T2mm)							15.15
E測 付近	TP +0.75 付近	凸		1	15.5	14.20	14.20	14.20	14.20	14.40	1.10	0.06
				2		14.50	14.50	14.50	14.50			
				3		14.30	14.30	14.30	14.30			
				4		14.40	14.40	14.40	14.40			
				5		14.60	14.60	14.60	14.60			
				平均		測定値(T2mm)							14.40
FG測 付近	TP +0.75 付近	凸		1	15.5	14.80	14.80	14.80	14.80	14.88	0.62	0.03
				2		14.80	14.80	14.80	14.80			
				3		14.80	14.90	14.80	14.83			
				4		15.10	15.10	15.10	15.10			
				5		14.90	14.80	14.90	14.87			
				平均		測定値(T2mm)							14.88



写真7 肉厚測定箇所-掘削状況 (D 測線付近)



写真8 肉厚測定箇所-研磨後 (D 測線付近)



写真9 肉厚測定箇所-掘削状況 (E 測線付近)



写真10 肉厚測定箇所-研磨後 (E 測線付近)



写真11 肉厚測定箇所-掘削状況 (FG 中間付近)



写真12 肉厚測定箇所-研磨後 (FG 中間付近)

i) 引抜き抵抗力 (F) の算出

$$F \text{ (kN)} = F_e + F_s + W_p$$

表 1 引抜き抵抗力の算出根拠

引抜き工法	Fe : 鋼矢板と土の 摩擦力 (kN)	Fs : 鋼矢板の継手摩擦抵抗力 (kN) (①~②の間にあるものと仮定)		Wp : 鋼矢板 の重量 (kN)
		①一般値	②止水材考慮	
(a) 電動式・普通型 バイプロハンマ	動周面摩擦抵抗力 Tvで推定する*1。	次の経験式で推定す る*1。 Sv = T/10	継手間抵抗力を算出する一 般的な手法は無く、メーカ ーヒアリング結果より、次 の式で推定する。 Fs = c × w (片側) ここで	m 当り重量 に鋼矢板の 長さを乗じ る*1。
(b) 油圧式・可変超 高周波型バイプロ ハンマ				
(c) 油圧圧入引抜き工 (サイレントパイラー)	静的な周面摩擦力 Tで推定する*1。	バイプロハンマ工法 のようなマニュアル 等による目安は無い。	c : 止水材の付着力 (kN/m2) =5.2kg/cm2 (=510kN/m2) w : 止水材の付着幅 (m) ※片側2cmと想定	

※ 1 出典 : 「バイプロハンマ設計施工便覧, 平成 27 年 10 月, バイプロハンマ工法技術研究会」

試算結果

「2. 遮水機能の解除に係る現場条件の整理」で整理した事項のほか、上記、推定値等を基にした試算結果を図 1, 2、表 2, 3 に示す。

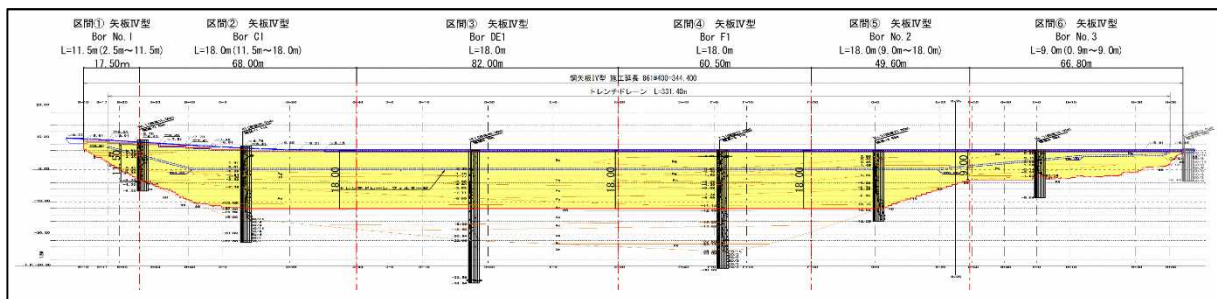


図 1 検討位置 (遮水壁)

表 2 引抜き抵抗力試算結果一覧 (遮水壁)

引抜き工法	検討区間	地盤モデル	矢板仕様	引抜き抵抗力 (kN)					
				周面摩擦力	継手抵抗力 (片側)		鋼矢板の重量	合計	
					一般値	止水材考慮		継手抵抗 一般値	継手抵抗 止水材考慮
バイプロ ハンマ工法	①	No. 1	SP-IV, L=11.5m	16.1	24.2	117.3	8.6	48.8	141.9
	②	C1	SP-IV, L=18.05m	25.1	36.1	184.1	13.5	74.7	222.7
	③	DE1	SP-IV, L=18m	13.3	17.0	183.6	13.4	43.8	210.3
	④	F1	SP-IV, L=18m	20.5	29.6	183.6	13.4	63.5	217.5
	⑤	No. 2	SP-IV, L=18m	29.6	31.2	183.6	13.4	74.2	226.6
	⑥	No. 3	SP-IV, L=9m	32.2	33.6	91.8	6.7	72.4	130.7

引抜き工法	検討区間	地盤モデル	矢板仕様	引抜き抵抗力 (kN)					
				周面摩擦力	継手抵抗 (片側)		鋼矢板の重量	合計	
					一般値	止水材考慮		継手抵抗 一般値	継手抵抗 止水材考慮
油圧圧入工法	①	No. 1	SP-IV, L=11.5m	242.0	-	117.3	8.6	-	367.9
	②	C1	SP-IV, L=18.05m	361.0	-	184.1	13.5	-	558.5
	③	DE1	SP-IV, L=18m	170.4	-	183.6	13.4	-	367.4
	④	F1	SP-IV, L=18m	295.7	-	183.6	13.4	-	492.8
	⑤	No. 2	SP-IV, L=18m	311.7	-	183.6	13.4	-	508.7
	⑥	No. 3	SP-IV, L=9m	335.6	-	91.8	6.7	-	434.1

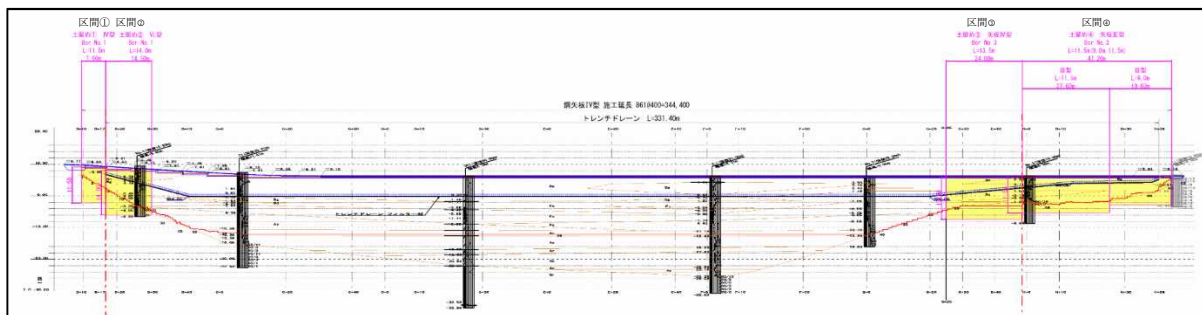


図2 検討位置(新設鋼矢板)

表3 引抜き抵抗力試算結果一覧(新設鋼矢板)

引抜き工法	検討区間	地盤モデル	矢板仕様	引抜き抵抗力(kN)					
				周面摩擦力	継手抵抗力(片側)		鋼矢板の重量	合計	
					一般値	止水材考慮		継手抵抗一般値	継手抵抗止水材考慮
バイブロハンマ工法	①	No. 1	SP-IV, L=11.5m	11.5	16.8	117.3	8.6	36.9	137.4
	②	No. 1	SP-VL, L=14.0m	28.7	48.5	142.8	14.4	91.6	185.9
	③	No. 3	SP-IV, L=13.5m	51.7	69.5	137.7	10.1	131.3	199.5
	④	No. 3	SP-III, L=11.5m	43.5	53.4	117.3	6.8	103.6	167.5

引抜き工法	検討区間	地盤モデル	矢板仕様	引抜き抵抗力(kN)					
				周面摩擦力	継手抵抗力(片側)		鋼矢板の重量	合計	
					一般値	止水材考慮		継手抵抗一般値	継手抵抗止水材考慮
油圧圧入工法	①	No. 1	SP-IV, L=11.5m	167.7	-	117.3	8.6	-	293.6
	②	No. 1	SP-VL, L=14.0m	484.8	-	142.8	14.4	-	642.0
	③	No. 3	SP-IV, L=13.5m	694.9	-	137.7	10.1	-	842.6
	④	No. 3	SP-III, L=11.5m	533.9	-	117.3	6.8	-	657.9

ii) 鋼矢板強度の制約条件 (P_{li})

$$P_{li} = \min(P_{k1}, P_{k2})$$

表4 鋼矢板強度の制約条件の算出根拠

引抜き工法	P _{k1} : 引抜チャックでの鋼矢板の強度	P _{k2} : 腐食した鋼矢板断面の引張強度
(a) 電動式・普通型 バイブロハンマ	許容せん断応力度未満で引き抜けること。 $\tau_0 \geq \tau_v$ τ_0 : 許容せん断応力度	腐食による鋼矢板の断面性能低減率を使用。 許容引張強度未満で引き抜けること。 $P_{k2} = \sigma_0 \times A'$
(b) 油圧式・可変超 高周波型バイブロ ハンマ	((a), (b)は振動を継続して受けるため疲労を 考慮して常時(鋼矢板SY295: $180\text{N/mm}^2 / \sqrt{3}$ = 104N/mm^2), (c)は短期(鋼矢板SY295: $270\text{N/mm}^2 / \sqrt{3} = 155\text{N/mm}^2$)を用いる。)	σ_0 : 鋼矢板SY295の許容引張応力度(N/mm ²) ((a), (b)常時 180N/mm^2 , (c)短期 270N/mm^2) A' : 腐食後の鋼矢板断面積(mm ²) $A' = A \times \eta$
(c) 油圧圧入引抜工 (サイレントパイラー)	τ_v : せん断応力度(N/mm ²)	A : 鋼矢板断面積(mm ²) η : 腐食による低減率

試算結果

上記、算出根拠を基にした試算結果を表5に示す。

表5 鋼矢板強度から制約される引き抜き力

鋼矢板 規格	(a), (b) バイブロハンマ工法						(c) 油圧圧入引抜工					
	遮水壁鋼矢板			新設鋼矢板			遮水壁鋼矢板			新設鋼矢板		
	P _{k1}	P _{k2}	P _{li}	P _{k1}	P _{k2}	P _{li}	P _{k1}	P _{k2}	P _{li}	P _{k1}	P _{k2}	P _{li}
III型	-	-	-	469	1,348	469	-	-	-	1,315	2,022	1,315
IV型	529	1,606	529	562	1,711	562	1,481	2,409	1,481	1,574	2,566	1,574
V _L 型	-	-	-	888	2,386	888	-	-	-	2,485	3,577	2,485

i) バイブロハンマの仕様例

表 1 (a) 電動式バイブロハンマの仕様例

	出力 (kW)	偏心 モーメント (kg・m)	周波数 (Hz)	起振力 (kN)	空転運 転時の振 幅 (mm)	寸法			本体 質量 (kg)	振動部 質量 (kg)	備考
						全高 (m)	全幅 (m)	全奥行 (m)			
A社	60	0~36	18.3	0~477.6	0~7.0	3.52	1.71	1.18	6,300	5,145	標準チャック
B社	60	30~43	18.3	377~465	7.0~10.0	3.50	1.48	1.08	5,020	4,300	〃
C社	60	0~36	18.3	0~475.5	0~7.6	3.31	1.65	1.27	5,670	4,740	〃

出典：バイブロハンマ設計施工便覧

表 2 (b) 油圧式バイブロハンマの仕様例

出力 (kW)	偏心 モーメント (kg・m)	周波数 (Hz)	起振力 (kN)	寸法			本体 質量 (kg)	備考
				全高 (m)	全幅 (m)	全奥行 (m)		
235	0~7.5	20~60	0~474	3.48	1.10	0.72	6,500	環境対策型

出典：バイブロハンマ設計施工便覧（偏心モーメントは、カタログ値）

表 3 バイブロハンマの質量等

種別	出力 (kW)	起振力 (kN)	起振機質量 (kg)	ハンガー質量 (kg)	カウンター ウエイト質量 (kg)	チャック質量 (kg)	材料質量* (kg)
電動式	60	478	3,840	930	-	900	1369.8
油圧式	235	474	1,830	2,540	1,400	730	

出典：C社カタログ値、※ 鋼矢板IV型 L=18m の場合 18(m)×76.1(kg/m)=1369.8kg

ii) 振幅の算出

$$\text{振幅 } A_v = (K / W_{v0}) \times 10^3$$

K：偏心モーメント(kg・m)

W_{v0}：バイブロハンマの振動質量と材料質量の和(kg)

電動式バイブロハンマ：選定機材(出力60kW)、鋼矢板IV型 L=18m の振幅

$$A_v = (36 / (3840 + 900 + 76.1 \times 18)) \times 10^3 = 5.9 \text{ mm}$$

油圧式バイブロハンマ：選定機材(出力235kW)、鋼矢板IV型 L=18m の振幅

$$A_v = (7.5 / (1830 + 730 + 76.1 \times 18)) \times 10^3 = 1.9 \text{ mm}$$

iii) 振動加速度(ηv)の算出

$$\text{振動加速度 } \eta v = A_v \cdot \omega^2 \times 10^{-3}$$

ηv：振動加速度(m/sec²)A_v：振幅(mm)ω：角速度(sec⁻¹) (ω=2πf、f：周波数)

電動式バイブロハンマ：振幅5.9mm、18.3Hzで振動させた場合の振動加速度

$$\eta v = 5.9 \times (2 \times 3.14 \times 18.3)^2 \times 10^{-3} = 78 \text{ m/sec}^2$$

油圧式バイブロハンマ：振幅1.9mm、20~60Hzで振動させた場合の振動加速度

$$\eta v = 1.9 \times (2 \times 3.14 \times 20 \sim 60)^2 \times 10^{-3} = 30 \sim 270 \text{ m/sec}^2$$

iv) 振動加速度 (ηG) (周面摩擦の低減率に使用するもの) の算出

ここでの振動加速度 ηGは、前項の加速度とは異なり、次式で算出される。

$$\eta G = (P_0 / W_{vf}) \times 10^3$$

ηG : バイブロハンマ運転時の振動加速度の重力加速度比(G)

P₀ : 起振力(kN)

W_{vf} : バイブロハンマの振動質量と材料質量の和(kg)を力(N)に換算した値

$$(W_{vf} = W_{vo} \cdot g)$$

g : 重力加速度 9.81(m/sec²)

電動式バイブロハンマ : 選定機材(出力 60kW)、鋼矢板IV型 L=18m の振幅

$$\eta G = (478 / ((3840 + 900 + 76.1 \times 18) \times 9.81)) \times 10^3 = 8.0 \text{ G}$$

油圧式バイブロハンマ : 選定機材(出力 235kW)、鋼矢板IV型 L=18m の振幅

$$\eta G = (474 / ((1830 + 730 + 76.1 \times 18) \times 9.81)) \times 10^3 = 12.3 \text{ G}$$

v) 対象土質による必要振幅及び振動加速度等

- ・ 経験的に最低必要な振幅と振動加速度の算出

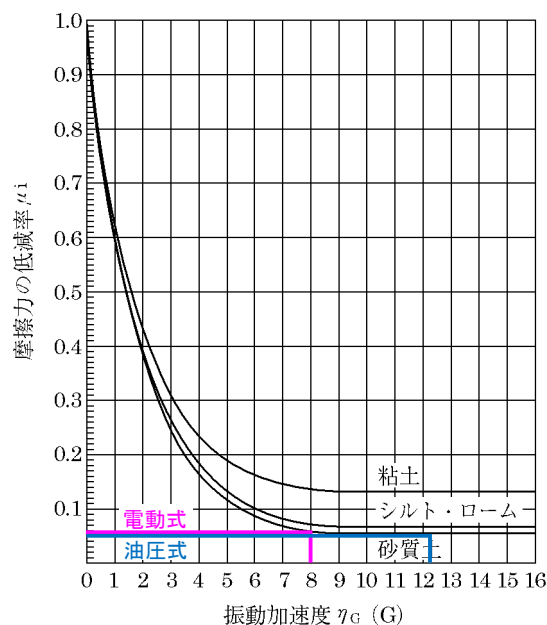
表 4 振幅と振動加速度の試算結果

	(a) 電動式バイブロハンマ		(b) 油圧式バイブロハンマ	
	試算結果※1	目安値※2	試算結果※1	目安値※2
振幅 (mm)	5.9	> 3~4	1.9	> 0.8~1.0
振動加速度 (m/sec ²)	78	> 30~40	30~270	> 40~50
振動加速度 (G)	8.0	-	12.3	-

※1 鋼矢板IV型 L=18m の場合

※2 出典 : バイブロハンマ設計施工便覧

- ・ 振動加速度と摩擦力の低減率との関係



出典 : バイブロハンマ設計施工便覧

図 1 振動加速度と摩擦力の低減率との関係

鋼矢板の引抜き・削孔併用における施工手順の検討

1. 概要

引抜き・削孔併用による遮水機能の解除においては、以下の手順で実施する。

- ① 先ず、引抜きを東西端部の鋼矢板から開始する（図1、2）。
- ② 引抜くことができないと判断した鋼矢板について、取り敢えずそのまま残し、次の鋼矢板の引抜きを行う。
- ③ 全鋼矢板について引抜きを試みた後、水収支モデルによるシミュレーション計算等を行って引抜き不可の鋼矢板について遮水機能解除上必要と認める場合には、削孔を行う。

以上の概要手順に基づく施工手順（案）を作成したので、結果を報告する。

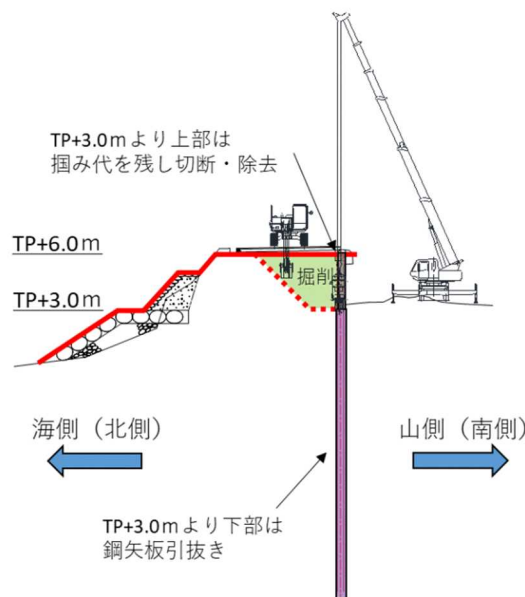


図1 引抜き時のイメージ

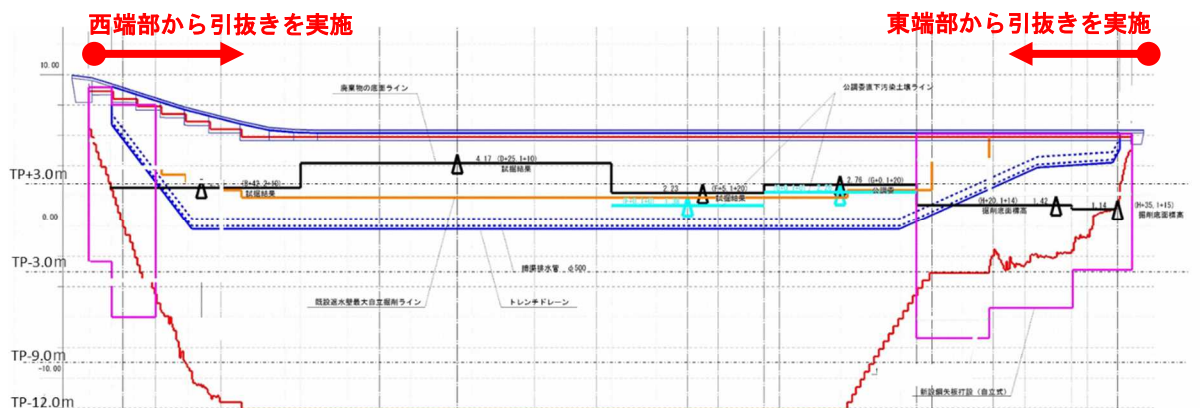


図2 東西両端部からの引抜きの実施イメージ

2. 引抜き・削孔併用における施工手順（案）

2.1 施工手順の概要

引抜き・削孔併用における施工フローを図3に、引抜き実施時の対応を図4、5に、項目ごとの内容を後段に示す。

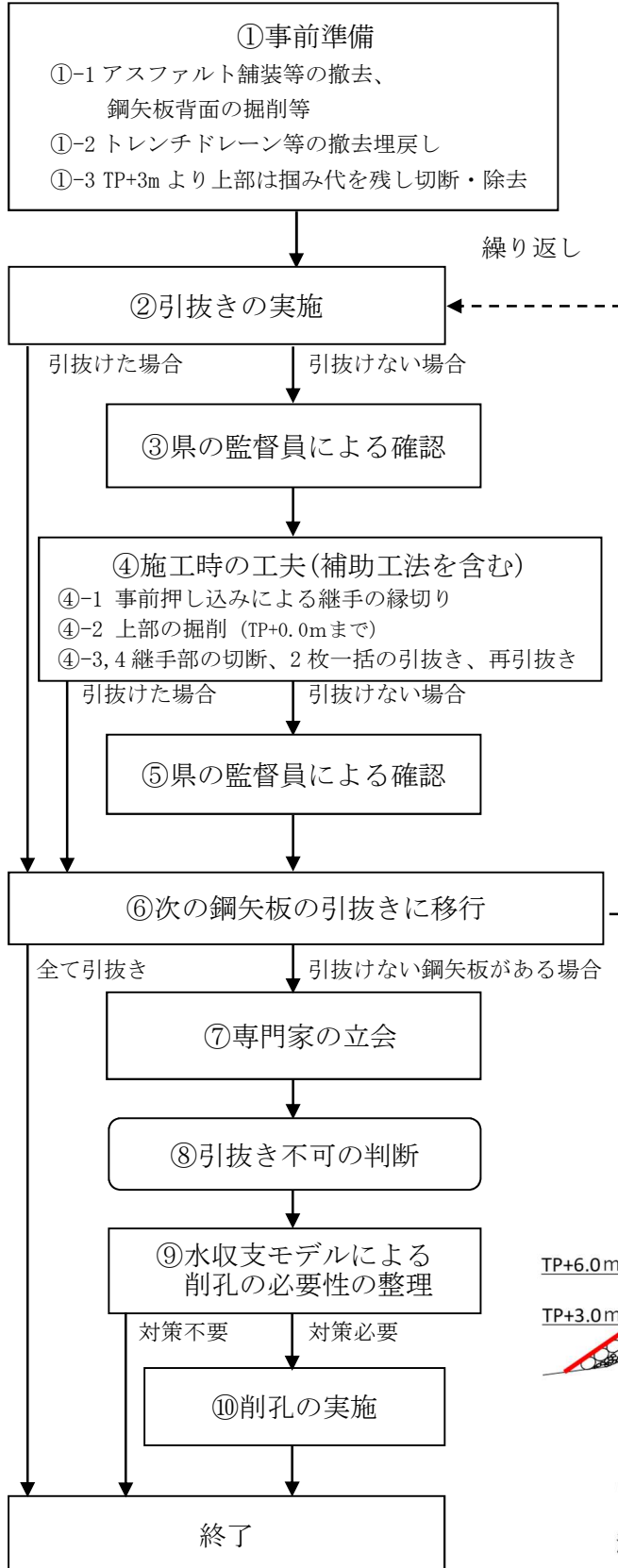


図3 引抜き・削孔併用における施工フロー

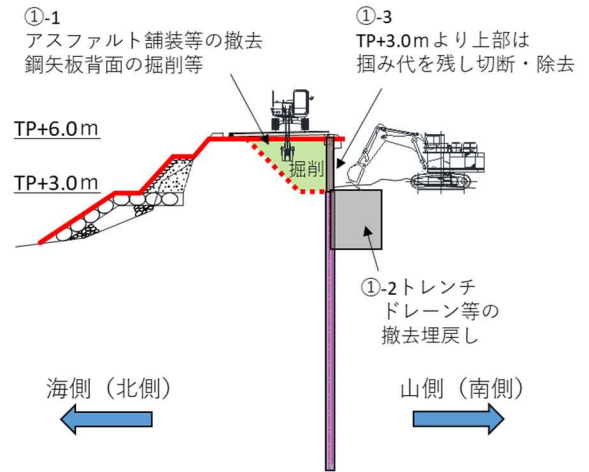


図4 事前準備のイメージ

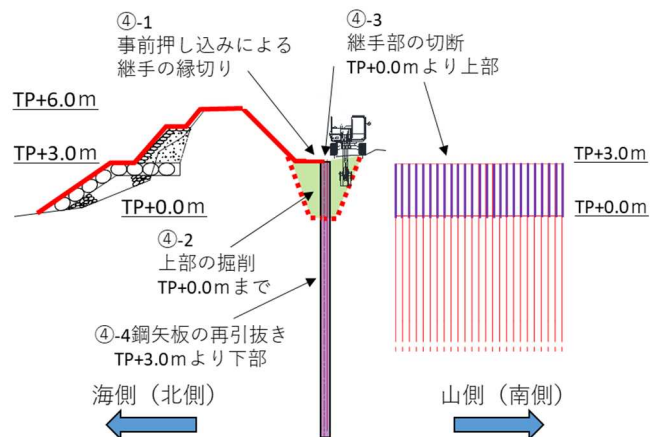


図5 施工時の工夫のイメージ

2.2 項目ごとの内容

①事前準備

施工基面を処分地側と同じ TP+3.0m程度に揃えるため、北海岸土堰堤上部のアスファルト舗装等を撤去し、遮水壁背面を掘削する(①-1)。また、引抜き工事の実施に支障となる北揚水井やトレンチドレーン等を事前に撤去する(①-2)。

その上で、引抜きに必要なチャック長(掴み代)を残して、遮水壁等を切断する(①-3)。

なお、遮水壁東端部には貯留トレンチ、西端部の近傍には民有地があることから、必要に応じて処分地側を盛土・整形するなど施工性及び安全性に配慮して、施工基面を遮水壁北側の高さに揃えるなどの事前準備を行う。

②引抜きの実施

油圧式バイプロハンマを用いて、東西端部から引抜きを実施する。

なお、鋼矢板の引抜きにあたり、作業の安全性の確保や鋼矢板への悪影響(過度な力を加えることによる歪みや亀裂・破断等)の防止のため、次の留意事項に従い引抜きを実施するものとする。

鋼矢板引抜き時の留意事項

- (1) 引抜き部の鋼矢板耐力以下の引抜き力とすること。
- (2) 鋼矢板引抜き時には実績引抜き力を測定・記録(別紙)し、以降の引抜き力を推定すること。また、鋼矢板に必要な以上の引抜き力がかからないように施工すること。

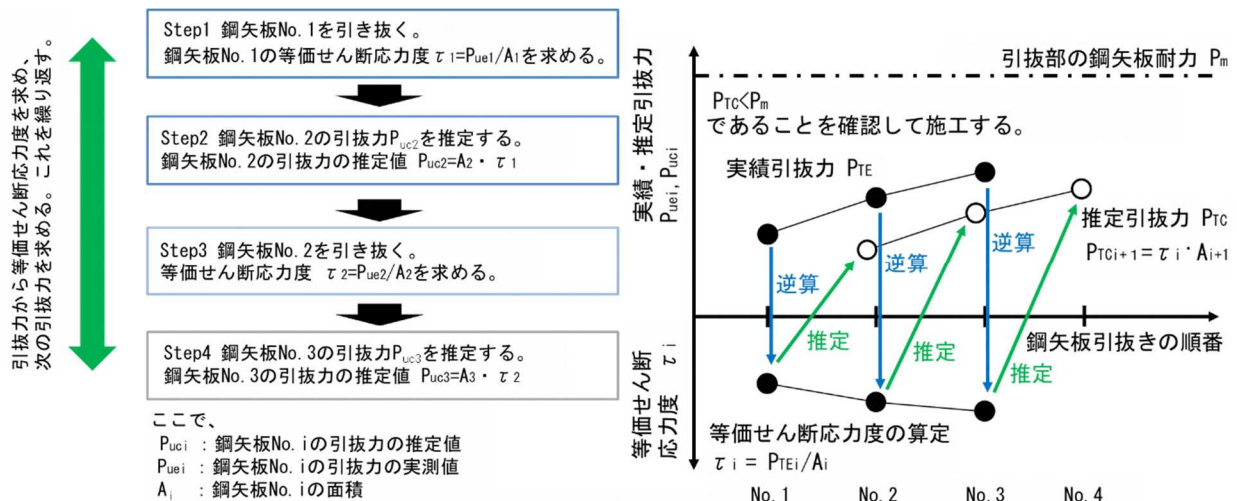


図6 引抜き力の推定方法(イメージ)

③県の監督員による確認

鋼矢板が引抜けない場合、県の監督員は引抜き記録を確認のうえ、鋼矢板が破断しない範囲での最大引抜き力^{※1}を加えても鋼矢板が引き上がらないことを原則、目視観察^{※2}で確認し、施工時の工夫(補助工法を含む)に移る判断を行う。

※1 施工機械の最大出力未満とする。

※2 現地臨場または遠隔臨場を想定する。

④施工時の工夫（補助工法を含む）

引抜きが困難な場合の対策として、事前押し込みによる継手の縁切り（④-1）を実施のうえ、バックホウにより容易に掘削可能な範囲（施工基面から概ね3m程度）まで掘削を行い、鋼矢板の露出部の継手部を切断したうえで、再度、引抜きを実施する。

具体的には、端部から引抜きを実施する場合、引抜き済み側から掘削を行い、TP+0.0m付近まで掘削する（④-2）。その上で、露出した隣接する鋼矢板との継手部を切断し（④-3）、再度、引抜きを実施する（④-4）。

これにより、引抜き抵抗を2割程度^{※3}、低減することが可能となる。

また、継手部の抵抗が大きく、2枚同時に引き上がる場合は、アタッチメントを取替えて2枚同時引抜きを行う。

※3 鋼矢板18m区間の場合、④-3で切断した残りの引抜き長15m分（TP+3m～TP-12m）の引抜き抵抗力が、3m分の掘削除去（周面摩擦力の減）と継手部の切断（継手間抵抗力の減）により、12m分（TP+0m～TP-12m）まで低減できる。 $12/15=80\%$

⑤県の監督員による確認

施工時の工夫を行ったうえでも引抜けない場合、県の監督員は引抜き記録を確認のうえ、鋼矢板が破断しない範囲での最大引抜力を加え、10分継続しても鋼矢板が引き上がらないことを原則、目視観察で確認し、次の鋼矢板の引抜きに移行する判断を行う。

⑥次の鋼矢板の引抜きに移行

端部から引抜きを実施し、引抜きの成否に係わらず、全ての鋼矢板の引抜きを実施する。

⑦専門家の立会

引抜けない鋼矢板がある場合、専門家が引抜き不可の状況確認を行う。なお、状況確認にあたっては、豊島住民会議の同行のうえで実施するものとする。

⑧引抜き不可の判断

専門家は、承認された工法及び選定機材により、施工フローに従い施工時の工夫（補助工法を含む）を行ったうえで、鋼矢板が破断しない範囲での最大引抜力を加え、10分継続しても鋼矢板が引き上がらないことを引抜き記録により確認のうえ、目視観察で鋼矢板が引き上がらないことを確認し、引抜き不可の判断を行う。

引抜き不可の判断を行った鋼矢板は、存置する。

⑨水収支モデルによる削孔の必要性の整理

全ての鋼矢板の引抜き実施後に引抜き不可の鋼矢板が生じた場合は、水収支モデルを用いて地下水位の上昇や、地下水浄化の観点から確認を行う。

その結果、引抜けなかった鋼矢板が地下水位の上昇や地下水浄化の観点から処分地内に大きな影響を及ぼすものではない場合は削孔を行わないものとする。

また、豪雨時に遮水壁がない状態と比較して、処分地内の撤去事業に関する作業に対し、大きな支障が生じない範囲であることを確認する。

⑩削孔の実施

削孔方法としては、TP0.0m～-3.0m 付近に透水性の高い層が確認されていることを考慮し、TP-3.0m より上部を削孔する。工法としては、①仮設矢板による人力削孔、②ボーリングマシンによる機械削孔の2案があり、端部の遮水壁が浅い箇所については安全性を担保するため、ボーリングマシンによる機械削孔により、遮水機能を解除する必要がある。

人力削孔のイメージを図7に、ボーリングマシンによる削孔のイメージを図8に示す。

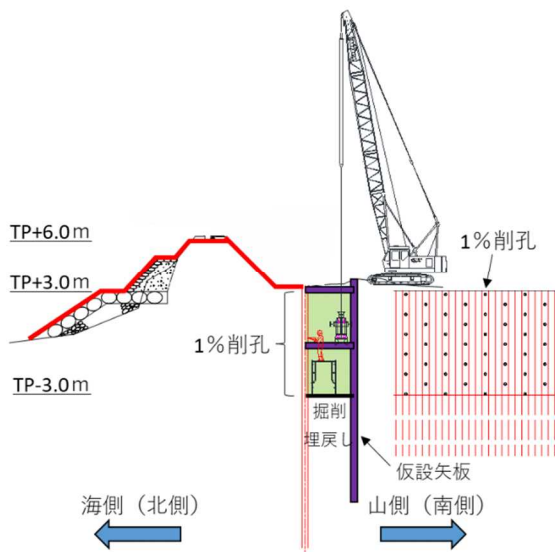


図7 削孔案のイメージ図(人力削孔)

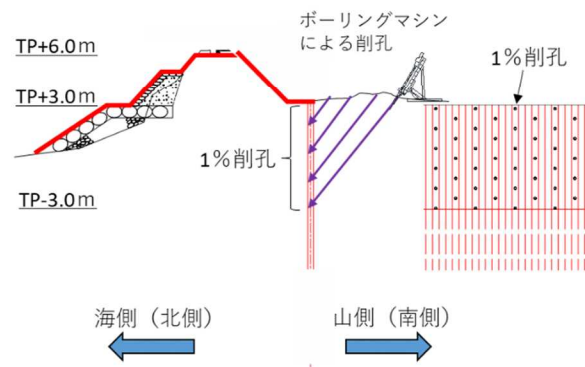


図8 削孔案のイメージ図(ボーリング削孔)

鋼矢板引抜き記録の様式例^{※1}

工事名称： _____

引抜日：令和 年 月 日

施工方法： ●●工法 (●●式) _____

工事場所：豊島処分地 _____

記録者： _____

鋼矢板番号		打込み機械	型式	
鋼矢板規格	IV型 (有効幅 400 mm)		出力	(kW)
鋼矢板長	(m)	パイプロハンマの場合	偏心モーメント	(N・m)
打込み長	(m)		振動周波数	(Hz)
推定引抜力 (P_{TCi})	(kN)	引抜部の鋼矢板耐力 (P_{mi})		(kN)
実績引抜力 (P_{TEi})	(kN)	等価せん断応力度 ($\tau_i = P_{TEi}/A_i$)		(kN/m ²)

深度 (m)	時刻 (h:m:s)	引抜き累計時間 (m:s)	単位当たり時間 (m:s)	引抜き速度 (cm/s)	電流 (A)	電圧 (V)	出力 (kW)	備考
起動 ^{※2}								
1.0								
2.0								
3.0								
4.0								
...								

※1 パイプロハンマ設計施工便覧 (パイプロハンマ工法技術研究会) 鋼管杭の打込み全長の記録の様式例を準用した。

※2 深度別の記録については、起動時の記録は全枚数、それ以降については10枚につき1枚記録することとする。また、引抜き抵抗力は初期状態 (静摩擦時) が最も大きいため、起動時 (鋼矢板の動き出しの値) を実績引抜力の算出に用いる。電流や電圧等を変化させた場合は、行を分けて記載する。

遮水機能の解除工事に係る
ガイドライン
(令和3年8月19日策定)

遮水機能の解除工事に係るガイドライン

第1 ガイドラインの位置付け

1. 遮水機能の解除工事に係るガイドラインは、遮水機能の解除に係る工法及び実施手順についての技術的指針を取りまとめたものである。
2. 本ガイドラインをもとに「遮水機能の解除工事マニュアル」が整備され、遮水機能の解除工事が行われるものとする。

[解説]

本ガイドラインは、遮水機能の解除工事にあたり、豊島廃棄物等処理施設撤去等事業における特殊な作業環境に留意し、採用する解除工法により適切に施工が行われるよう、解除工法及び実施手順の技術的指針を取りまとめたものである。

第2 ガイドラインの概要

1. 遮水機能の解除は「引抜き・削孔併用工法」により行うものとする。
2. 「引抜き・削孔併用工法」での実施にあたり、講ずべき基本的な実施手順を示すものとする。

[解説]

遮水機能の解除工法としては、先ず、遮水壁鋼矢板及び新設鋼矢板の引抜きを行い、引抜くことができないと判断した鋼矢板について、水位上昇や地下水浄化の観点から撤去検討会が必要と判断した場合に削孔を行うことを基本とする。

引抜き・削孔併用工法の具体的な実施手順の概要については、第5に示す。

第3 第Ⅱ期工事等との関係

1. 遮水機能の解除工事は、「今後の豊島廃棄物等処理関連施設の撤去等に関する基本方針」（第8回撤去検討会 R2.11.3 策定）並びに同基本計画（第9回撤去検討会 R3.3.25 策定）に準拠して実施する。
2. また、本工事は第Ⅱ期工事に該当しないが、第Ⅱ期工事に関して定められた各種ガイドライン・マニュアル等に準拠して実施する。

[解説]

遮水機能の解除工事は、当然のことながら「今後の豊島廃棄物等処理関連施設の撤去等に関する基本方針」（第8回撤去検討会 R2.11.3 策定）並びに同基本計画（第9回撤去検討会 R3.3.25 策定）に従って実施する。

また、本工事は第Ⅱ期工事に該当しないが、第Ⅱ期工事に関して定められた各種ガイドライン・マニュアル等に準拠して実施する。特に以下のガイドライン・マニュアルは重要である。

- ① Ⅲ.1 第Ⅱ期工事等における作業従事者の安全確保ガイドライン（第10回撤去検討会 R3.5.21 改訂）
- ② Ⅲ.2 第Ⅱ期工事等における設備等の解体・分別及び施設撤去廃棄物等の分別の確認と払出し・処理委託ガイドライン（第9回撤去検討会 R3.3.25 策定）

- ③ Ⅲ. 3 第Ⅱ期工事等における解体撤去時における環境保全対策ガイドライン(第9回撤去検討会 R3. 3. 25 策定)
- ④ Ⅲ. 4 第Ⅱ期工事等における施設の撤去等に係る環境計測ガイドライン(第9回撤去検討会 R3. 3. 25 策定)
- ⑤ Ⅲ. 1-1 第Ⅱ期工事等における作業従事者の安全確保マニュアル(第10回撤去検討会 R3. 5. 21 改訂)
- ⑥ Ⅲ. 2-1 第Ⅱ期工事等における設備等の解体・分別マニュアル(第9回撤去検討会 R3. 3. 25 策定)
- ⑦ Ⅲ. 2-2 第Ⅱ期工事等における施設撤去廃棄物等の分別の確認と払出し・処理委託マニュアル(第9回撤去検討会 R3. 3. 25 策定)
- ⑧ Ⅲ. 3-1 第Ⅱ期工事等における解体撤去時における環境保全対策マニュアル(第10回撤去検討会 R3. 5. 21 改訂)
- ⑨ Ⅲ. 4-1 第Ⅱ期工事等における施設の撤去等に係る環境計測マニュアル(第10回撤去検討会 R3. 5. 21 改訂)
- ⑩ 第Ⅱ期工事等における情報の収集、整理及び公開マニュアル(第9回撤去検討会 R3. 3. 25 策定)
- ⑪ 豊島の島内道路を活用した廃棄物等の輸送・運搬に関するマニュアル(第9回撤去検討会 R3. 3. 25 策定)
- ⑫ 豊島廃棄物等処理施設撤去等事業における新型コロナウイルス感染症の拡大防止ならびに感染者発生時の対応(第11回フォローアップ委員会 R3. 3. 25 改訂)
- ⑬ 豊島廃棄物等処理施設撤去等事業における一般的な工事の実施にあたっての手続き(第11回フォローアップ委員会 R3. 3. 25 改訂)

第4 引抜き・削孔併用の各工法

1. 遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの検討結果に基づき、鋼矢板の引抜きは、油圧式バイプロハンマ工法により行うものとする。
2. 引抜き不可の鋼矢板が生じた場合には、水収支モデルでのシミュレーション計算を行い、水位上昇や地下水浄化の観点から削孔の必要性を検討する。
3. 鋼矢板の削孔を行う場合には、TP-3.0mより上部を鋼矢板面積に対して1%の割合で行うものとする。

[解説]

鋼矢板の引抜き工法としては、一般的な工法として、電動式及び油圧式バイプロハンマと油圧圧入引抜き工がある。

本件処分地の特殊な要因として、止水材が塗布されていることや、打設後約20年が経過していることなどを考慮し、引抜きの可能性がより高く、また引抜き時の作業の安全面や連続運転が可能な点から、遮水機能の解除に係る工法等の検討WGの検討結果に基づき油圧式バイプロハンマを採用する。

引抜き不可の鋼矢板が生じた場合には、水収支モデル*でのシミュレーション計算を行い、水位上昇や地下水浄化を検討する。これに基づき撤去検討会において削孔が必要と判断されたときには、当該鋼矢板に対してTP0.0m～-3.0mに透水性の高

い層が確認されていることを考慮し、TP-3.0m より上部に鋼矢板面積比 1 % の割合で削孔を行うものとする。具体的な削孔工法はマニュアルに定める。

※ 「処分地の水収支モデルの構築の状況（その 1～3）」（水第 11 回Ⅱ／4、水第 12 回Ⅱ／5、水第 13 回Ⅱ／5）で構築した水収支モデルを指す。

第 5 基本的な実施手順

1. 「引抜き・削孔併用工法」による遮水機能の解除工事は、以下の手順で実施するものとする。

- ① 先ず、引抜きを東西両端部の鋼矢板から開始する。
- ② 引抜くことができない鋼矢板については、施工時の工夫(補助工法を含む)を行い、再度、引抜きを行う。
- ③ ②を行っただうえで引抜くことができないと判断した鋼矢板について、取り敢えずそのまま残し、次の鋼矢板の引抜きを行う。
- ④ 全鋼矢板について引抜きを試みた後、引抜き不可の判断をした鋼矢板が存在する状態で水収支モデルによるシミュレーション計算により、地下水の水位上昇及び地下水の浄化を勘案したうえで必要と認める場合には、当該鋼矢板に対して削孔を行う。

[解説]

継手部分の抵抗力が片側のみとなるよう、東西両端部（遮水壁鋼矢板及び新設鋼矢板の根入れが短い箇所）から順に引抜く。なお、引抜くことができない鋼矢板については、施工時の工夫(補助工法を含む)を行い、再度、引抜きを行う。これによっても引抜き不可の鋼矢板はそのまま残し、全ての鋼矢板の引抜きを実施する。引抜き不可の鋼矢板の確認は、撤去検討会委員の専門家が行う。県は、可能な限り多くの鋼矢板が引抜きできるように努める。

引抜き不可の鋼矢板が生じた場合は、水収支モデルを用いて地下水位の上昇や、地下水浄化の視点ならびに豪雨時等に遮水壁がない状態と比較して、処分地内の撤去事業に関する作業に対し、大きな支障が生じないことを確認・検討し、撤去検討会で削孔実施の判断を行う。以上の工程の詳細は「遮水機能の解除工事マニュアル」に記載してある。

豊島の遮水壁のように、止水材が塗布され、打設後約 20 年が経過しているなどの特殊な条件の鋼矢板に関し、その引抜き工事の実施例はほとんどなく、工法の詳細や実施条件等の情報が不足している。したがって今回のデータは保存・解析し、公開するとともに、初期の引抜き不可の鋼矢板の発生時には撤去検討会委員の専門家の立会を実施することやそれが多数に上る場合には撤去検討会で対応を協議するなどきめ細やかな対応を取るものとする。

以上の詳細は、「遮水機能の解除工事マニュアル」に記述する。

第 6 工事完了の判断

以上の工程が実施され、県が本工事の終了と判断した場合、撤去検討会委員あるいは技術アドバイザーによる現地での視察・確認を受け、承認されたことをもって完了とする。その際、豊島住民会議も同行する。

[解 説]

第5の基本的な実施手順に従い、鋼矢板の引抜きや必要な削孔を行ったうえで本工事を終了する。県は本工事の終了後、速やかに撤去検討会座長に連絡を行い、撤去検討会委員あるいは技術アドバイザーによる現地での視察・確認を受け、承認されたことをもって完了とする。なお、その際の現地での視察・確認にあたっては、豊島住民会議にも事前に連絡し、同行のうえで行うものとする。

以上の詳細は、「遮水機能の解除工事マニュアル」に記述する。

遮水機能の解除工事マニュアル
(令和3年8月19日策定)

遮水機能の解除工事マニュアル

第1 マニュアルの主旨

1. 遮水機能の解除工事マニュアルは、遮水機能の解除工事に係る施工手順並びにそれに関する留意事項等について定めたものである。
2. 本マニュアルに定める施工手順は、必要に応じて適宜見直すものとする。

[解説]

本マニュアルは、遮水機能の解除工事にあたり、引抜き・削孔併用工法における行うべき手順や留意事項などを定めたものである。

なお、本マニュアルを適用するにあたって、あるいは適用後において追加・修正が必要と判断される箇所が生じた場合には見直しを行うものとする。

第2 マニュアルの概要

1. 本マニュアルにおいては「引抜き・削孔併用工法」の具体的な工程や、工程ごとの留意事項を定めている。
2. 具体的には、できるだけ多くの鋼矢板を引抜くための施工時の工夫（補助工法を含む）や専門家の関与、削孔の必要性の整理や工法について定めている。

[解説]

遮水機能の解除工事は、先ず、東西両端部の鋼矢板から引抜きを行う。なお、引抜きできず、施工時の工夫（補助工法を含む）を行ったうえでも引抜けない鋼矢板が生じた場合には、専門家の立会をもって引抜き不可の判断を行う。

そのうえで、引抜き不可の鋼矢板が生じた場合は、水収支モデル^{※1}によるシミュレーション等を行い、水位の上昇や地下水の浄化の観点から必要と認める場合には、削孔を行う。この判断は撤去検討会が行う。

※1 「処分地の水収支モデルの構築の状況（その1～3）」（水第11回Ⅱ／4、水第12回Ⅱ／5、水第13回Ⅱ／5）で構築した水収支モデルを指す。

第3 遮水機能の解除工事に係る施工手順

遮水機能の解除工事に係る施工手順は以下による。

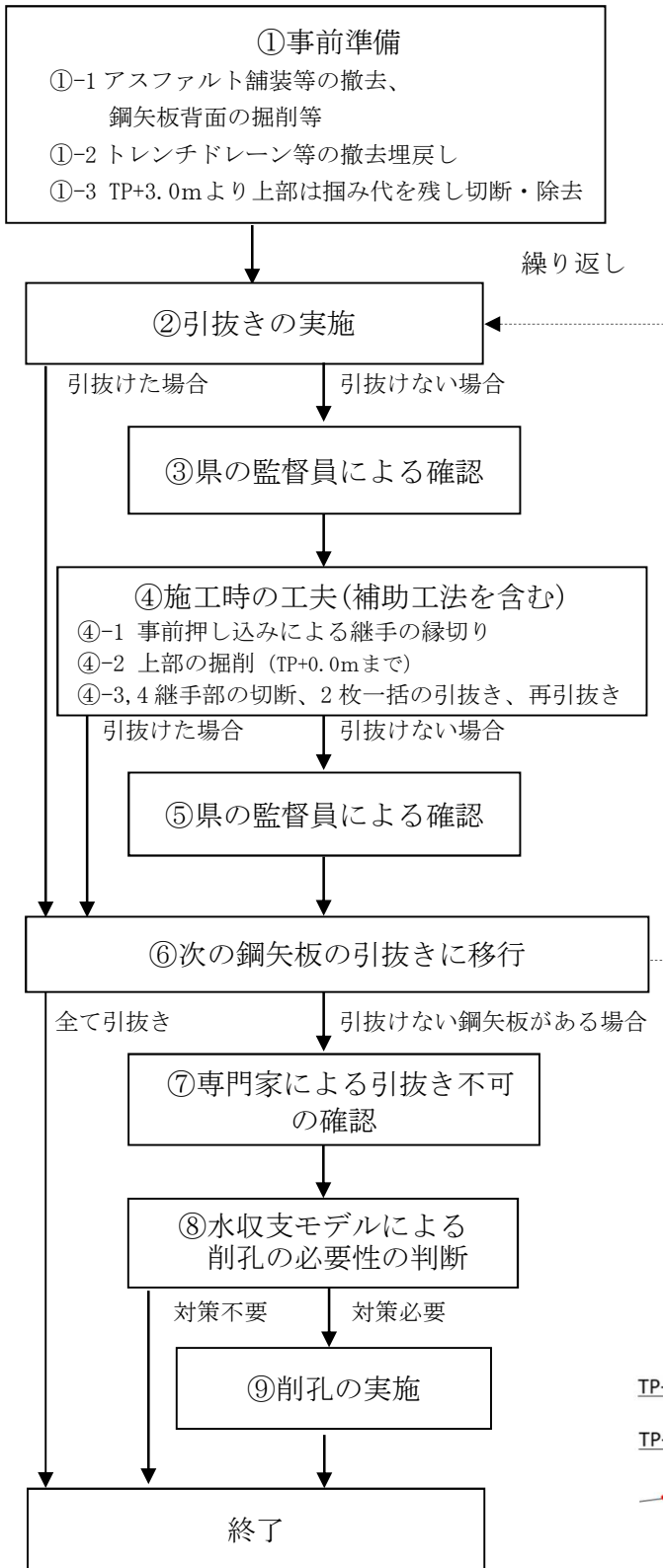


図1 引抜き・削孔併用における施工フロー

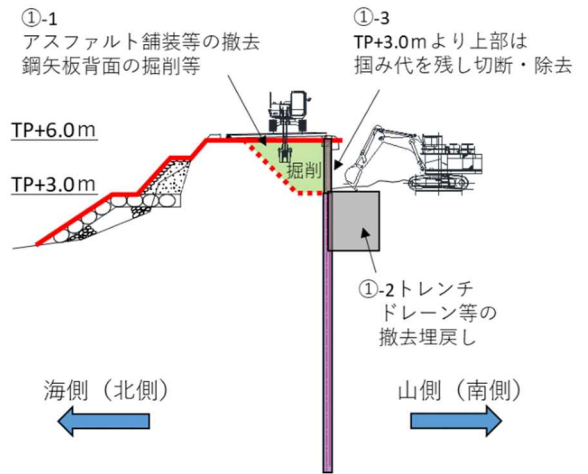


図2 事前準備のイメージ

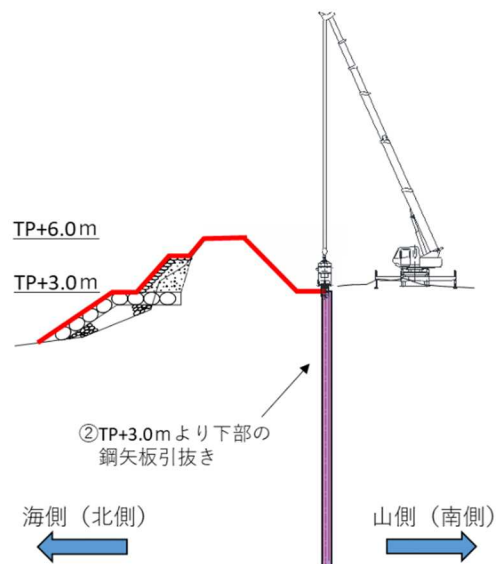


図3 引抜き時のイメージ

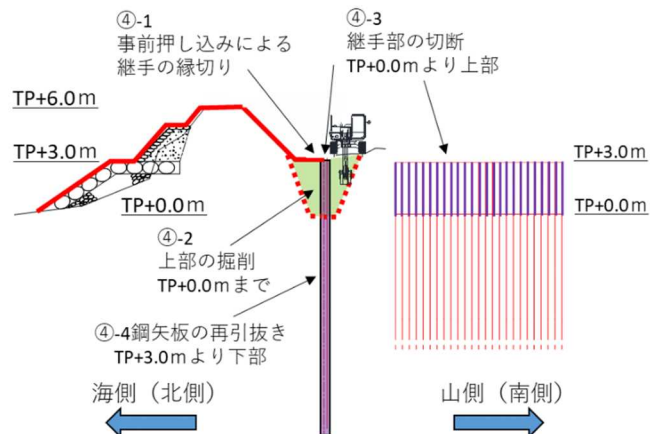


図4 施工時の工夫(補助工法を含む)のイメージ

[解説]

① 事前準備

事前準備のイメージを図2に示す。施工基面を処分地側と同じTP+3.0m程度に揃えるため、北海岸土堰堤上部のアスファルト舗装等を撤去し、遮水壁背面を掘削する(①-1)。また、引抜き工事の実施に支障となる北揚水井やトレンチドレーン等を事前に撤去する(①-2)。

その上で、引抜きに必要なチャック長(掴み代)を残して、遮水壁等を切断する(①-3)。

なお、遮水壁東端部には貯留トレンチ、西端部の近傍には民有地があることから、必要に応じて処分地側を盛土・整形するなど施工性及び安全性に配慮して、施工基面を遮水壁北側の高さに揃えるなどの事前準備を行う。

② 引抜きの実施

油圧式パイプロハンマを用いて、東西両端部から引抜きを実施する。鋼矢板引抜き時のイメージを図3に示す。

なお、鋼矢板の引抜きにあたり、作業の安全性の確保や鋼矢板への悪影響(過度な力を加えることによる歪みや亀裂・破断等)の防止のため、次の留意事項に従い引抜きを実施するものとする。

鋼矢板引抜き時の留意事項(図5参照)

- (1) 引抜き部の鋼矢板耐力以下の引抜き力とすること。
- (2) 鋼矢板引抜き時には実績引抜き力を測定・記録(別紙)し、以降の引抜き力を推定すること。また、鋼矢板に必要な以上の引抜き力がかからないように施工すること。

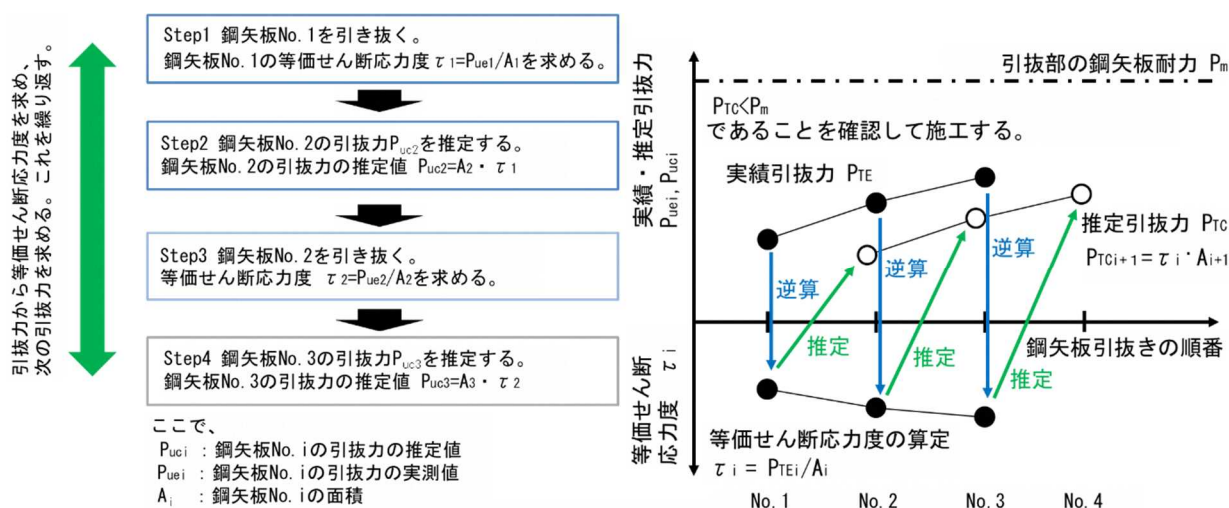


図5 引抜き力の推定方法

③ 県の監督員による確認

鋼矢板が引抜けられない場合、県の監督員は引抜き記録を確認のうえ、鋼矢板が破断しない範囲での最大引抜き力^{※2}を加えても鋼矢板が引き上がらないことを原則、目視観察^{※3}で確認し、施工時の工夫(補助工法を含む)に移る判断を行う。

- ※2 施工機械の最大出力未満とする。
- ※3 現地臨場または遠隔臨場に対応する。

④ 施工時の工夫（補助工法を含む）

引抜きが困難な場合の対策として、事前押し込みによる継手の縁切り(④-1)やバックホウにより容易に掘削可能な範囲（施工基面から概ね3m程度）の掘削（④-2）、鋼矢板の露出部の継手部の切断（④-3）を、状況に応じ個別あるいはすべて実施した上で、再度、引抜き（④-4）を実施する。

具体的には、掘削は引抜き済み側から行き、TP+0.0m付近まで掘削する(④-2)。切断は掘削により露出した隣接する鋼矢板との継手部を切断する(④-3)。

また、継手部の抵抗が大きく、2枚同時に引き上がる場合は、アタッチメントを取替えて2枚同時引抜きを行う。施工時の工夫（補助工法を含む）のイメージを図4に示す。

⑤ 県の監督員による確認

施工時の工夫を行ったうえでも引抜けられない場合、県の監督員は引抜き記録を確認のうえ、再度、鋼矢板が破断しない範囲での最大引抜力を加える。この状態で10分継続しても鋼矢板が引き上がらないことを原則、目視観察で確認した場合、引抜き不可と判断する。この状況は映像で記録を残す。

以上の対応によっても引抜き不可となった鋼矢板はそのまま残し、次の鋼矢板の引抜きに移行する。

⑥ 次の鋼矢板の引抜きに移行

引抜き不可の場合、隣接する鋼矢板の引抜きに移行するが、この際には両端部が継手で接合されているが、そのまま対応する。

当該鋼矢板が引抜けた場合、再度、手前の引抜き不可の鋼矢板の引抜きを試みる。これによっても引抜き不可の鋼矢板は存置する。再引き抜き等の状況は映像で記録する。

東西両端部から引抜きを実施し、全ての鋼矢板に対して以上の対応を実施する。

⑦ 専門家による引抜き不可の確認

上記の対応後に引抜き不可の鋼矢板が生じた場合、専門家はその状況を映像及び数値データ等により確認する。加えて、必要なら現地に出向いて引抜き不可の再確認を行う。なお、上述した映像及び数値データ等は豊島住民会議とも共有し、また専門家の現地確認は豊島住民会議の同行のうえで実施する。

豊島の遮水壁のような止水材が塗布され、かつ約20年を経過した鋼矢板の引抜きについては、これまでの実施例がほとんどなく、適用工法の詳細や数値条件等の資料が見当たらない。したがって、今回の引抜き工事は試験的要素が強く、得られた映像や数値データ等を解析し、公開するとともに、実施あたっては以下のようなきめ細かな対応を実施する。

- (1) 最初に上記③の事態が生じた場合、遮水機能の解除に係る工法等の検討WG（以下、WGという）の委員に連絡し、WG座長立会のうえでその確認を行う。
- (2) その後、WG座長の立会の基で④から⑦の対応を実施する。その際、同座長から指導・助

言を受ける。

- (3) 以上の全ての対応は豊島住民会議の同席の基で行う。
- (4) 2回目以降に上述の事態が発生した場合には、それへの対処の前にWG委員並びに豊島住民会議に連絡する。対処にあたっては、初回のWG座長の指導を活かすとともに、要請があればWG委員の立会並びに豊島住民会議の同席に対応する。
- (5) 存置された鋼矢板が5枚に達した場合、撤去検討会座長に報告するとともに、撤去検討会の招集・開催を含め今後の対応を協議する。

⑧ 水収支モデルによる削孔の必要性の判断

全ての鋼矢板の引抜き実施後に引抜き不可の鋼矢板が生じた場合は、水収支モデルを用いて地下水位の上昇や、地下水浄化の観点からの確認を行う。また、豪雨時に遮水壁がない状態と比較して、処分地内の撤去事業に関する作業に対し、大きな支障が生じない範囲であることを確認する。

その結果、引抜けなかった鋼矢板が地下水位の上昇や地下水浄化の観点から処分地内に大きな影響を及ぼすものではない場合は削孔を行わないものとする。具体的には水収支モデルによるシミュレーション計算において、遮水壁がない場合と比較したときの遮水壁付近の水位上昇の最大差が20 cm未満となることを目安とする。これ未満となる場合には、削孔を行わないものとする。

⑨ 削孔の実施

存置された鋼矢板の削孔方法としては、TP0.0m～-3.0m 付近に透水性の高い層が確認されていることを考慮し、TP-3.0mより上部を削孔する。工法としては、①仮設矢板による人力削孔、②ボーリングマシンによる機械削孔の2案とし、東西両端部の遮水壁が浅い箇所など仮設鋼矢板による土留めの安全性が担保できない場合はボーリングマシンによる機械削孔により、遮水機能の解除工事を行う。

人力削孔のイメージを図6に、ボーリングマシンによる削孔のイメージを図7に示す。

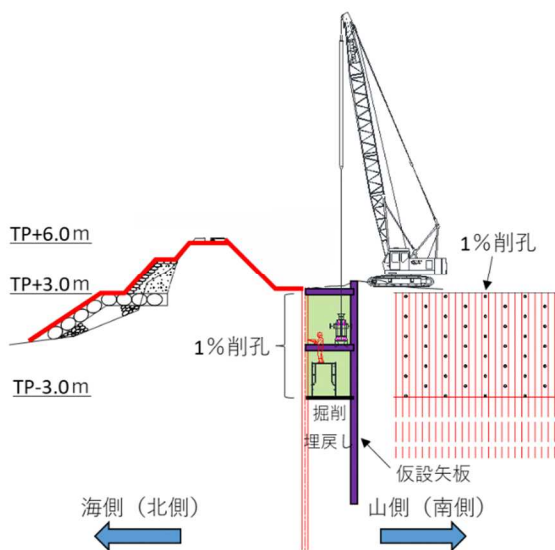


図6 削孔案のイメージ図（人力削孔）

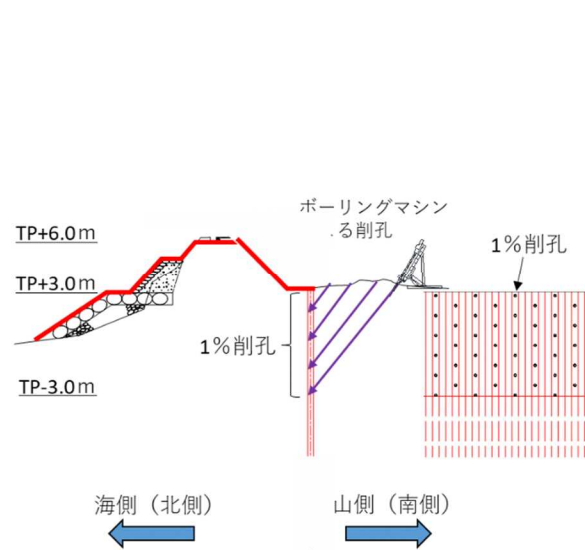


図7 削孔案のイメージ図（ボーリング削孔）

第4 引抜き工法で使用する機材の選定等

1. 鋼矢板の引抜きに使用する油圧式バイブロハンマは、想定される引抜き抵抗力以上の起振力を有する機材とする。
2. 施工にあたっては、鋼矢板強度の制約条件未満の起振力で引抜くものとする。
3. 重機等には排ガス規制対応型で低騒音型・低振動型のものを使用することを原則とする。

[解説]

本処分地の鋼矢板引抜き時に想定される引抜き抵抗力は $F=40\sim 230\text{kN}$ であり、鋼矢板強度の制約条件は $P_{li}=469\sim 888\text{kN}$ である。

引抜きにあたっては、作業の安全性に配慮し、上記の鋼矢板強度の制約条件未満の引抜き力で引抜くものとする。

油圧式バイブロハンマをはじめ本工事で使用する重機等は、排ガス規制対応型で低騒音型・低振動型のものとする。なお、特に西端部は斜面に近く、施工時の安全面に配慮が必要なことから、低振動型を使用するとともに、斜面の状況を監視するなどの対応を行うものとする。

第5 解体・分別の方法

1. 撤去する設備等の解体・分別は、Ⅲ. 2-1 第Ⅱ期工事等における設備等の解体・分別マニュアルに示す「設備等の分別の判断基準」に従い、それぞれの対象ごとに秤量し、記録を残す。
2. 分別にあたって対象物に土等が付着している場合には、それを清浄して対応する。

[解説]

設備等の解体・分別にあたっては、Ⅲ. 2-1 第Ⅱ期工事等における設備等の解体・分別マニュアルに基づくものとし、払い出し前に分別の種別ごとに秤量し、記録を残すものとする。

また、分別にあたって対象物に土等が付着している場合には、それを清浄して対応するものとする。

第6 工事完了の判断

1. 第3の施工手順に従い、鋼矢板の引抜きや必要な削孔を行ったうえで本工事を終了する。
2. 県は本工事後、速やかに撤去検討会座長に連絡を行い、撤去検討会委員あるいは技術アドバイザーによる現地での視察・確認を受け、承認されたことをもって完了とする。なお、その際の現地での視察・確認は、豊島住民会議の同行の基で行う。

[解説]

県は本工事後、速やかに撤去検討会座長に連絡を行い、その指示のもとで撤去検討会委員あるいは技術アドバイザーによる現地での視察・確認を受ける。これにより承認されたことをもって本工事後の完了とする。なお、その際の現地での視察・確認にあたっては、豊島住民会議にも事前に連絡し、同行の基で行う。

鋼矢板引抜き記録の様式例^{※1}

工事名称： _____

引抜日： 令和 年 月 日

施工方法： ●●工法 (●●式) _____

工事場所： 豊島処分地 _____

記録者： _____

鋼矢板番号		打込み機械	型式	
鋼矢板規格	IV型 (有効幅 400 mm)		出力	(kW)
鋼矢板長	(m)	パイプロハンマの場合	偏心モーメント	(N・m)
打込み長	(m)		振動周波数	(Hz)
推定引抜力 (P_{TCi})	(kN)	引抜部の鋼矢板耐力 (P_{mi})		(kN)
実績引抜力 (P_{TEi})	(kN)	等価せん断応力度 ($\tau_i = P_{TEi}/A_i$)		(kN/m ²)

深度 (m)	時刻 (h:m:s)	引抜き累計時間 (m:s)	単位当たり時間 (m:s)	引抜き速度 (cm/s)	電流 (A)	電圧 (V)	出力 (kW)	備考
起動 ^{※2}								
1.0								
2.0								
3.0								
4.0								
...								

※1 パイプロハンマ設計施工便覧 (パイプロハンマ工法技術研究会) 鋼管杭の打込み全長の記録の様式例を準用した。

※2 深度別の記録については、起動時の記録は全枚数、それ以降については10枚につき1枚記録することとする。また、引抜き抵抗力は初期状態 (静摩擦時) が最も大きいため、起動時 (鋼矢板の動き出しの値) を実績引抜力の算出に用いる。電流や電圧等を変化させた場合は、行を分けて記載する。

遮水機能の解除に係る状況写真

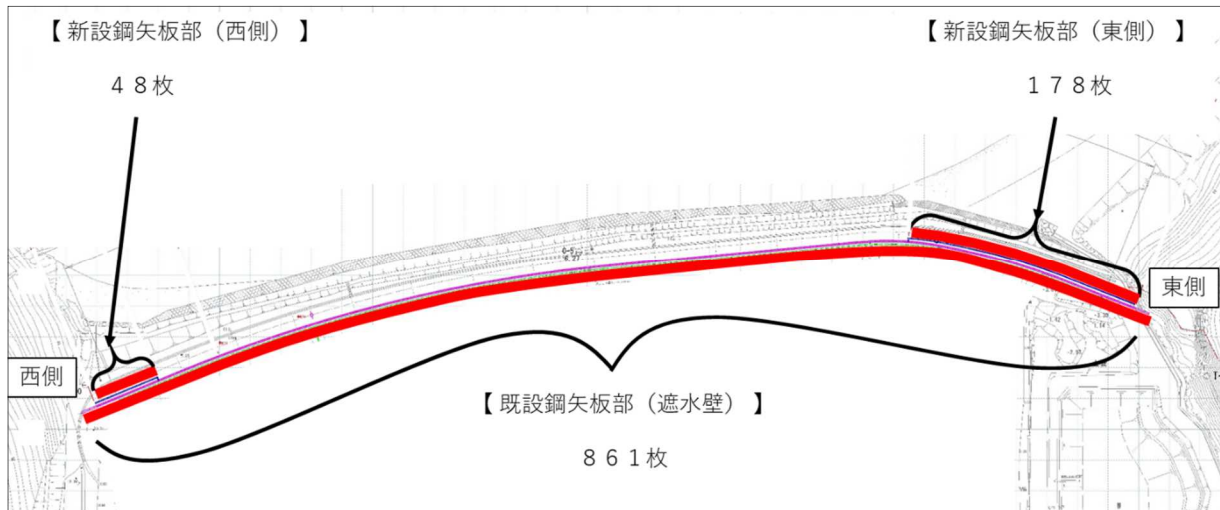


図1 遮水壁鋼矢板の位置図



写真1 引抜き前の処分地内の状況 (令和3年11月29日)



写真2 引抜き後の処分地内の状況 (令和4年3月17日)

引抜き前の状況



写真3 遮水壁上部（中央から西向き）



写真4 遮水壁上部（中央から東向き）



写真5 遮水壁処分地側（中央から西向き）



写真6 遮水壁処分地側（中央から東向き）



写真7 トレンチドレーン（試掘時の状況）



写真8 北揚水井

第1回遮水機能の解除に係る工法等の検討WG（現地視察）の状況



写真9 遮水壁側面部



写真10 遮水壁上部



写真11 遮水壁西端部



写真12 遮水壁東端部



写真13 笠コンのひび割れ状況（全景）
（FG 測線の間中間付近）

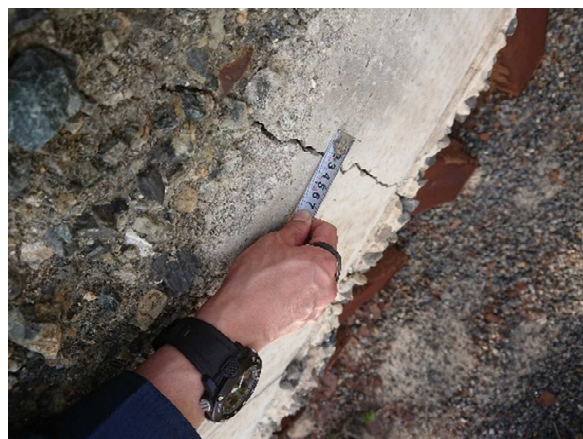


写真14 笠コンのひび割れ状況（近景）
（FG 測線の間中間付近）

遮水機能の解除工事の状況



写真 15 A s 舗装等撤去後（中央から西向き）

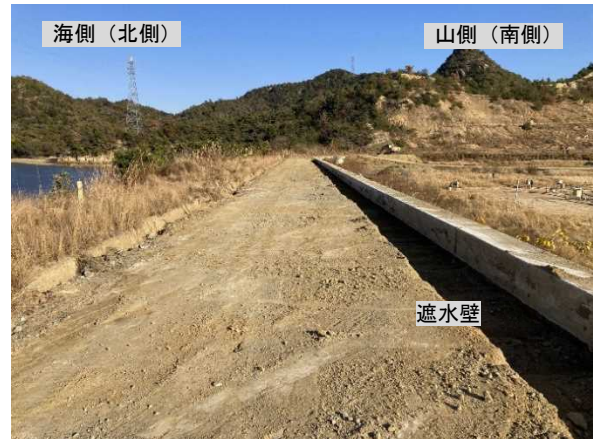


写真 16 A s 舗装等撤去後（中央から東向き）



写真 17 A s 舗装等の撤去後の状況（詳細）

※赤文字は撤去済、黒文字は未撤去の構造物

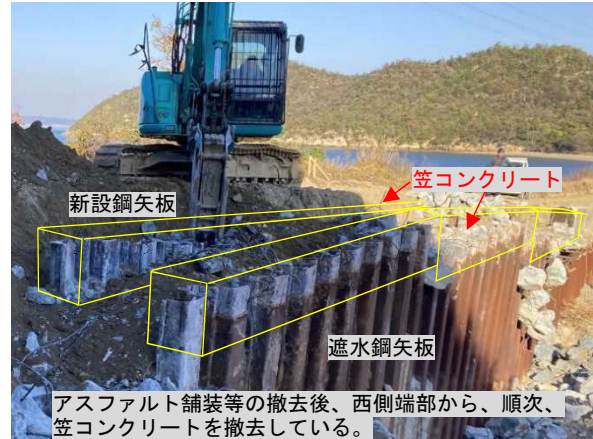


写真 18 笠コンクリートの撤去状況



写真 19 背面土砂掘削後（中央から西向き）



写真 20 背面土砂掘削後（中央から東向き）

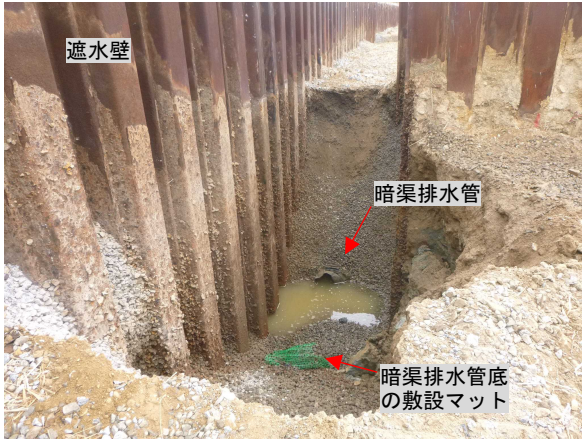


写真 21 トレンチドレーンの撤去状況



写真 22 トレンチドレーンの搬出状況



写真 23 鋼矢板の引抜き開始（西側端部から）



写真 24 西側端部の引抜き後の状況



写真 25 バイブロハンマによる引抜き状況 1



写真 26 バイブロハンマによる引抜き状況 2



写真 27 バイブロハンマによる引抜き状況 3



写真 28 油圧圧入引抜機による引抜き状況



写真 29 引抜き後の確認状況 1 (バイブロハンマ)



写真 30 引抜き後の確認状況 2 (バイブロハンマ)



写真 31 引抜き時の止水材の気化状況



写真 32 鋼矢板側面に溶接された鋼製の留め具

松島先生による現場立会

- ・引抜き開始時（令和4年2月1日）



写真 33 松島委員立会状況（引抜き跡の確認）



写真 34 松島委員立会状況（鋼矢板の状況）

- ・最大長 18m区間の引抜き時（令和4年2月9日）



写真 35 松島委員立会状況（接手部の確認）



写真 36 松島委員立会状況（引抜き跡）

- ・はらみ出しを確認した箇所（最後に引き抜く箇所）等の確認（令和4年2月28日）



写真 37 松島委員立会状況（引抜き状況の確認）



写真 38 松島委員立会状況（引抜き後の状況）

引抜き後の状況

- ・ 引抜き完了時（令和4年3月1日）



写真 39 北海岸土堰堤の全景（東端から西向き）

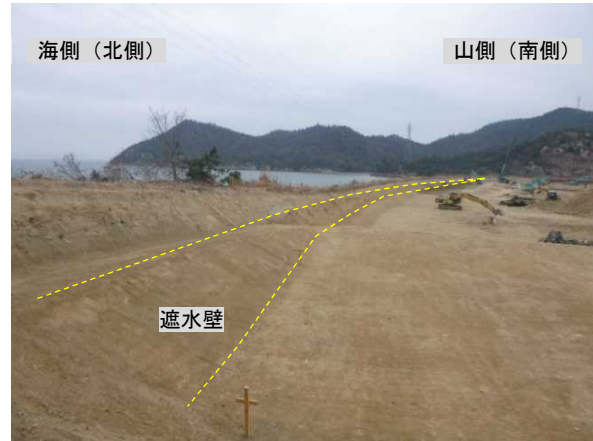


写真 40 北海岸土堰堤の全景（西端から東向き）

- ・ 引抜き完了後（令和4年6月30日）

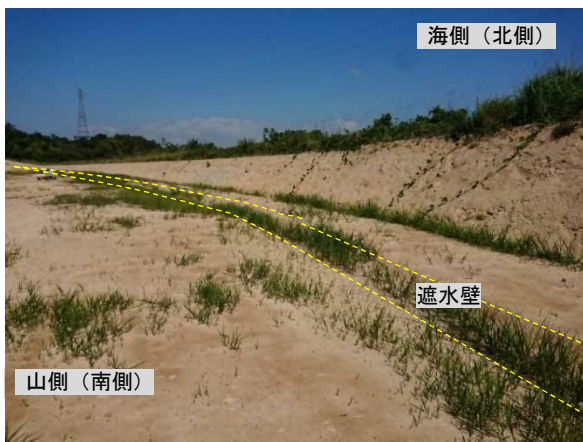


写真 41 北海岸土堰堤の全景（中央から西向き）



写真 42 北海岸土堰堤の全景（中央から東向き）

鋼矢板引抜き時の測定記録表

遮水壁鋼矢板

区間	No.	鋼矢板種別	鋼矢板長(m)	天端高(T.P. m)	下端高(T.P. m)	処分地側地盤高(平均)(T.P. m)	切断撤去長(m)	掘みしろ長(m)	引抜長(m)	実績引抜力P _{TE}		推定引抜力P _{TG}		備考	制約条件P _{li} (kN)	引抜機
										引抜き重量 現場読み値(t)	P _{TOH1} =τ _i ・A _{i+1} τ _i =P _{TEi} /A _i (t)	P _{TEi-1} /A _{i-1} ・A _i				
1	1	SP-4	2.50	8.91	6.41	6.60	1.30	1.01	0.19	13.0	-		基準値、とも上がり後切断除去	562.0	油圧式235kw	
	2	SP-4	2.50	8.91	6.41	6.60	1.30	1.01	0.19	13.0	13.0		"	562.0	油圧式235kw	
2	3	SP-4	3.00	8.91	5.91	6.60	1.30	1.01	0.69	13.0	47.2		"	562.0	油圧式235kw	
	4	SP-4	3.00	8.91	5.91	6.60	1.30	1.01	0.69	13.0	13.0		"	562.0	油圧式235kw	
3	5	SP-4	3.50	8.91	5.41	6.60	1.30	1.01	1.19	13.0	22.4		とも上がり後切断除去	562.0	油圧式235kw	
	6	SP-4	3.50	8.91	5.41	6.60	1.30	1.01	1.19	13.0	13.0		"	562.0	油圧式235kw	
4	7	SP-4	4.00	8.91	4.91	6.60	1.30	1.01	1.69	13.0	18.5		"	562.0	油圧式235kw	
	8	SP-4	4.00	8.91	4.91	6.60	1.30	1.01	1.69	13.0	13.0		"	562.0	油圧式235kw	
5	9	SP-4	4.50	8.91	4.41	6.60	1.30	1.01	2.19	13.0	16.8		"	562.0	油圧式235kw	
	10	SP-4	4.50	8.91	4.41	6.60	1.30	1.01	2.19	13.0	13.0		"	562.0	油圧式235kw	
6-1	11	SP-4	4.50	8.91	4.41	6.60	1.30	1.01	2.19	13.0	13.0		"	562.0	油圧式235kw	
6-2	12	SP-4	4.65	8.91	4.26	6.60	1.30	1.01	2.34	12.9	13.9		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
6-3	13	SP-4	4.70	8.91	4.21	6.60	1.30	1.01	2.39	12.5	13.2		"	562.0	油圧式235kw	
6-4	14	SP-4	5.00	8.91	3.91	6.60	1.30	1.01	2.69	10.0	14.1		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
7-1	15	SP-4	5.35	8.91	3.56	6.60	1.30	1.01	3.04	12.0	11.3		"	562.0	油圧式235kw	
7-2	16	SP-4	5.50	8.91	3.41	6.60	1.30	1.01	3.19	13.5	12.6		"	562.0	油圧式235kw	
8	17	SP-4	6.00	8.91	2.91	6.60	1.30	1.01	3.69	12.0	15.6		"	562.0	油圧式235kw	
	18	SP-4	6.00	8.91	2.91	6.60	1.30	1.01	3.69	13.0	12.0		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
9	19	SP-4	6.50	8.91	2.41	6.60	1.30	1.01	4.19	13.0	14.8		"	562.0	油圧式235kw	
	20	SP-4	6.50	8.91	2.41	6.60	1.30	1.01	4.19	15.0	13.0		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
10	21	SP-4	6.50	8.41	1.91	6.60	1.30	0.51	4.69	15.0	16.8		"	562.0	油圧式235kw	
	22	SP-4	6.50	8.41	1.91	6.60	1.30	0.51	4.69	12.5	15.0		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
11	23	SP-4	7.00	8.41	1.41	6.60	1.30	0.51	5.19	12.5	13.8		"	562.0	油圧式235kw	
	24	SP-4	7.00	8.41	1.41	6.60	1.30	0.51	5.19	12.5	12.5		"	562.0	油圧式235kw	
12	25	SP-4	7.50	8.41	0.91	6.60	1.30	0.51	5.69	12.5	13.7		"	562.0	油圧式235kw	
	26	SP-4	7.50	8.41	0.91	6.60	1.30	0.51	5.69	14.5	12.5		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
13	27	SP-4	8.00	8.41	0.41	6.60	1.30	0.51	6.19	14.5	15.8		"	562.0	油圧式235kw	
	28	SP-4	8.00	8.41	0.41	6.60	1.30	0.51	6.19	14.5	14.5		"	562.0	油圧式235kw	
14	29	SP-4	8.50	8.41	-0.09	6.60	1.30	0.51	6.69	14.5	15.7		"	562.0	油圧式235kw	
	30	SP-4	8.50	8.41	-0.09	6.60	1.30	0.51	6.69	15.0	14.5		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
15	31	SP-4	9.00	8.41	-0.59	6.60	1.30	0.51	7.19	15.0	16.1		"	562.0	油圧式235kw	
	32	SP-4	9.00	8.41	-0.59	6.60	1.30	0.51	7.19	15.0	15.0		"	562.0	油圧式235kw	
	33	SP-4	9.00	8.41	-0.59	6.60	1.30	0.51	7.19	16.5	15.0		"	562.0	油圧式235kw	
	34	SP-4	9.00	8.41	-0.59	6.60	1.30	0.51	7.19	17.0	16.5		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
16	35	SP-4	9.50	8.41	-1.09	6.60	1.30	0.51	7.69	17.0	18.2		"	562.0	油圧式235kw	
	36	SP-4	9.50	8.41	-1.09	6.60	1.30	0.51	7.69	17.0	17.0		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
17	37	SP-4	10.00	8.41	-1.59	6.60	1.30	0.51	8.19	17.0	18.1		"	562.0	油圧式235kw	
	38	SP-4	10.00	8.41	-1.59	6.60	1.30	0.51	8.19	17.0	17.0		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
18	39	SP-4	10.50	8.41	-2.09	6.60	1.30	0.51	8.69	17.0	18.0		"	562.0	油圧式235kw	
	40	SP-4	10.50	8.41	-2.09	6.60	1.30	0.51	8.69	16.2	17.0		"	562.0	油圧式235kw	
19	41	SP-4	10.50	7.91	-2.59	6.60	0.80	0.51	9.19	15.5	17.1		"	562.0	油圧式235kw	
	42	SP-4	10.50	7.91	-2.59	6.60	0.80	0.51	9.19	16.0	15.5		"	562.0	油圧式235kw	
20	43	SP-4	11.00	7.91	-3.09	6.60	0.80	0.51	9.69	14.5	16.9		"	562.0	油圧式235kw	
	44	SP-4	11.00	7.91	-3.09	6.60	0.80	0.51	9.69	14.5	14.5		"	562.0	油圧式235kw	
21	45	SP-4	11.50	7.91	-3.59	6.60	0.80	0.51	10.19	14.5	15.2		"	562.0	油圧式235kw	
	46	SP-4	11.50	7.91	-3.59	6.60	0.80	0.51	10.19	13.0	14.5		"	562.0	油圧式235kw	
22	47	SP-4	12.00	7.91	-4.09	6.60	0.80	0.51	10.69	15.0	13.6		"	562.0	油圧式235kw	
	48	SP-4	12.00	7.91	-4.09	6.60	0.80	0.51	10.69	15.0	15.0		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
23-1	49	SP-4	11.70	7.91	-3.79	6.60	0.80	0.51	10.39	15.0	14.6		"	562.0	油圧式235kw	
23-2	50	SP-4	11.45	7.91	-3.54	6.60	0.80	0.51	10.14	15.0	14.6		"	562.0	油圧式235kw	
24-1	51	SP-4	11.55	7.91	-3.64	6.60	0.80	0.51	10.24	15.0	15.1		"	562.0	油圧式235kw	
24-2	52	SP-4	11.75	7.91	-3.84	6.60	0.80	0.51	10.44	16.0	15.3		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
25-1	53	SP-4	11.90	7.91	-3.99	6.60	0.80	0.51	10.59	16.0	16.2		"	562.0	油圧式235kw	
25-2	54	SP-4	11.95	7.91	-4.04	6.60	0.80	0.51	10.64	15.0	16.1		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
26-1	55	SP-4	12.40	7.91	-4.49	6.60	0.80	0.51	11.09	15.0	15.6		"	562.0	油圧式235kw	
26-2	56	SP-4	12.45	7.91	-4.54	6.60	0.80	0.51	11.14	16.5	15.1		"	562.0	油圧式235kw	
27-1	57	SP-4	12.95	7.91	-5.04	6.60	0.80	0.51	11.64	10.5	17.2		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
27-2	58	SP-4	12.90	7.91	-4.99	6.60	0.80	0.51	11.59	10.5	10.5		"	562.0	油圧式235kw	
28-1	59	SP-4	13.05	7.91	-5.14	6.60	0.80	0.51	11.74	17.0	10.6		"	562.0	油圧式235kw	
28-2	60	SP-4	13.45	7.91	-5.54	6.60	0.80	0.51	12.14	18.0	17.6		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
29-1	61	SP-4	13.10	7.41	-5.69	6.60	0.30	0.51	12.29	18.0	18.2		"	562.0	油圧式235kw	
29-2	62	SP-4	13.15	7.41	-5.74	6.60	0.30	0.51	12.34	16.2	18.1		"	562.0	油圧式235kw	
29-3	63	SP-4	13.35	7.41	-5.94	6.60	0.30	0.51	12.54	11.0	16.5		"	562.0	油圧式235kw	
29-4	64	SP-4	13.00	7.41	-5.59	6.60	0.30	0.51	12.19	13.5	10.7		"	562.0	油圧式235kw	
30-1	65	SP-4	13.30	7.41	-5.89	6.60	0.30	0.51	12.49	17.0	13.8		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
30-2	66	SP-4	13.35	7.41	-5.94	6.50	0.40	0.51	12.44	17.0	16.9		"	562.0	油圧式235kw	
31-1	67	SP-4	13.85	7.41	-6.44	6.40	0.50	0.51	12.84	17.0	17.5		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
31-2	68	SP-4	13.40	7.41	-5.99	6.30	0.60	0.51	12.29	17.0	16.3		"	562.0	油圧式235kw	
32-1	69	SP-4	13.85	7.41	-6.44	6.20	0.70	0.51	12.64	18.0	17.5		"	562.0	油圧式235kw	
32-2	70	SP-4	14.10	7.41	-6.69	6.10	0.80	0.51	12.79	19.0	18.2		"	562.0	油圧式235kw	
32-3	71	SP-4	14.30	7.41	-6.89	6.00	0.90	0.51	12.89	19.0	19.1		とも上がり	562.0	油圧式235kw	
32-4	72	SP-4	14.30	7.41	-6.89	5.90	1.00	0.51	12.79	19.0	18.9		"	562.0	油圧式235kw	
33-1	73	SP-4	14.95	7.41	-7.54	5.80	1.10	0.51	13.34	18.0	19.8		"	562.0	油圧式235kw	
33-2	74	SP-4	15.05	7.41	-7.64	5.70	1.20	0.51	13.34	18.0	18.0		"	562.0	油圧式235kw	
34-1	75	SP-4	15.45	7.41	-8.04	5.60	1.30	0.51	13.64	17.5	18.4		"	562.0	油圧式235kw	
34-2	76	SP-4	16.15	7.41	-8.74	5.50	1.40	0.51	14.24	18.0	18.3		"	562.0	油圧式235kw	
34-3	77	SP-4	15.70	7.41	-8.29	5.40	1.40	0.61	13.69	18.0	17.3		"	562.0	油圧式235kw	
34-4	78	SP-4	15.70	7.41	-8.29	5.30	1.40	0.71	13.59	18.5	17.9		"	562.0	油圧式235kw	

35-1	79	SP-4	16.30	7.41	-8.89	5.20	1.40	0.81	14.09	18.5	19.2		562.0	油圧式235kw
35-2	80	SP-4	16.40	7.41	-8.99	5.10	1.40	0.91	14.09	19.0	18.5		562.0	油圧式235kw
36-1	81	SP-4	16.10	6.91	-9.19	5.00	1.40	0.51	14.19	19.0	19.1	とも上がり	562.0	油圧式235kw
36-2	82	SP-4	16.25	6.91	-9.34	4.90	1.40	0.61	14.24	19.0	19.1	"	562.0	油圧式235kw
36-3	83	SP-4	16.30	6.91	-9.39	4.80	1.40	0.71	14.19	16.5	18.9		562.0	油圧式235kw
36-4	84	SP-4	16.50	6.91	-9.59	4.70	1.40	0.81	14.29	16.5	16.6		562.0	油圧式235kw
36-5	85	SP-4	16.55	6.91	-9.64	4.60	1.40	0.91	14.24	18.0	16.4		562.0	油圧式235kw
36-6	86	SP-4	17.05	6.91	-10.14	4.50	1.40	1.01	14.64	18.0	18.5		562.0	油圧式235kw
36-7	87	SP-4	17.30	6.91	-10.39	4.40	1.40	1.11	14.79	18.7	18.2		562.0	油圧式235kw
36-8	88	SP-4	17.30	6.91	-10.39	4.30	1.40	1.21	14.69	19.5	18.6	とも上がり	562.0	油圧式235kw
36-9	89	SP-4	17.35	6.91	-10.44	4.20	1.40	1.31	14.64	19.5	19.4	"	562.0	油圧式235kw
36-10	90	SP-4	17.45	6.91	-10.54	4.10	1.40	1.41	14.64	19.5	19.5		562.0	油圧式235kw
36-11	91	SP-4	17.35	6.91	-10.44	4.00	1.40	1.51	14.44	19.0	19.2		562.0	油圧式235kw
36-12	92	SP-4	17.50	6.91	-10.59	3.90	1.40	1.61	14.49	19.0	19.1		562.0	油圧式235kw
36-13	93	SP-4	17.45	6.91	-10.54	3.80	1.40	1.71	14.34	19.0	18.8		562.0	油圧式235kw
36-14	94	SP-4	17.60	6.91	-10.69	3.70	1.40	1.81	14.39	19.0	19.1		562.0	油圧式235kw
36-15	95	SP-4	17.50	6.91	-10.59	3.60	1.40	1.91	14.19	19.0	18.7		562.0	油圧式235kw
36-16	96	SP-4	17.70	6.91	-10.79	3.50	1.40	2.01	14.29	19.0	19.1		562.0	油圧式235kw
36-17	97	SP-4	18.00	6.91	-11.09	3.50	1.40	2.01	14.59	19.0	19.4		562.0	油圧式235kw
36-18	98	SP-4	17.70	6.91	-10.79	3.50	1.40	2.01	14.29	19.0	18.6		562.0	油圧式235kw
36-19	99	SP-4	18.00	6.91	-11.09	3.50	1.40	2.01	14.59	19.0	19.4	とも上がり	562.0	油圧式235kw
36-20	100	SP-4	18.00	6.91	-11.09	3.50	1.40	2.01	14.59	19.0	19.0	"	562.0	油圧式235kw
37-1	101	SP-4	17.55	6.41	-11.14	3.50	1.40	1.51	14.64	18.0	19.1		562.0	油圧式235kw
37-2	102	SP-4	17.80	6.41	-11.39	3.50	1.40	1.51	14.89	18.0	18.3		562.0	油圧式235kw
37-3	103	SP-4	17.60	6.41	-11.19	3.50	1.40	1.51	14.69	17.6	17.8		562.0	油圧式235kw
37-4	104	SP-4	17.60	6.41	-11.19	3.50	1.40	1.51	14.69	17.6	17.6		562.0	油圧式235kw
37-5	105	SP-4	17.65	6.41	-11.24	3.50	1.40	1.51	14.74	17.7	17.7		562.0	油圧式235kw
37-6	106	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.1		562.0	油圧式235kw
37-7	107	SP-4	17.60	6.41	-11.19	3.50	1.40	1.51	14.69	17.6	17.5		562.0	油圧式235kw
37-8	108	SP-4	17.75	6.41	-11.34	3.50	1.40	1.51	14.84	17.8	17.8		562.0	油圧式235kw
37-9	109	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
37-10	110	SP-4	17.50	6.41	-11.09	3.50	1.40	1.51	14.59	17.8	17.4		562.0	油圧式235kw
37-11	111	SP-4	14.60	6.41	-8.19	3.50	1.40	1.51	11.69	14.6	14.2		562.0	油圧式235kw
37-12	112	SP-4	14.60	6.41	-8.19	3.50	1.40	1.51	11.69	14.6	14.6		562.0	油圧式235kw
37-13	113	SP-4	15.30	6.41	-8.89	3.50	1.40	1.51	12.39	15.3	15.5		562.0	油圧式235kw
37-14	114	SP-4	15.85	6.41	-9.44	3.50	1.40	1.51	12.94	15.9	16.0		562.0	油圧式235kw
37-15	115	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.5		562.0	油圧式235kw
	116	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
	117	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
	118	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
	119	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
	120	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
	121	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
	122	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
	123	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
	124	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
	125	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
	126	SP-4	18.00	6.41	-11.59	3.50	1.40	1.51	15.09	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
38	127	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	16.0	18.6		562.0	油圧式235kw
-2	128	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	15.0	16.0		562.0	油圧式235kw
-3	129	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	17.0	15.0		562.0	油圧式235kw
-4	130	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	17.0	17.0		562.0	油圧式235kw
-5	131	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	17.0	17.0		562.0	油圧式235kw
-6	132	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	17.0	17.0		562.0	油圧式235kw
-7	133	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	17.0	17.0		562.0	油圧式235kw
-8	134	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	19.0	17.0		562.0	油圧式235kw
-9	135	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	19.0	19.0		562.0	油圧式235kw
-10	136	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	18.0	19.0		562.0	油圧式235kw
-11	137	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	18.0	18.0		562.0	油圧式235kw
-12	138	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	18.5	18.0		562.0	油圧式235kw
-13	139	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	16.5	18.5		562.0	油圧式700kw
-14	140	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	13.0	16.5		562.0	油圧式700kw
-15	141	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	12.0	13.0		562.0	油圧式700kw
-16	142	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	12.0	12.0		562.0	油圧式700kw
-17	143	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	12.0	12.0		562.0	油圧式700kw
-18	144	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	13.5	12.0		562.0	油圧式700kw
-19	145	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	12.4	13.5		562.0	油圧式700kw
-20	146	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	13.0	12.4		562.0	油圧式700kw
-21	147	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	12.0	13.0		562.0	油圧式700kw
-22	148	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	12.5	12.0		562.0	油圧式700kw
-23	149	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	13.0	12.5		562.0	油圧式700kw
-24	150	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	15.0	13.0		562.0	油圧式700kw
-25	151	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	15.0	15.0		562.0	油圧式700kw
-26	152	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	13.4	15.0		562.0	油圧式700kw
-27	153	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	13.4	13.4		562.0	油圧式700kw
-28	154	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	13.6	13.4		562.0	油圧式700kw
-29	155	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	13.5	13.6		562.0	油圧式700kw
-30	156	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	13.6	13.5		562.0	油圧式700kw
-31	157	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	13.8	13.6		562.0	油圧式700kw
-32	158	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	14.0	13.8		562.0	油圧式700kw
-33	159	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	14.0	14.0		562.0	油圧式700kw
-34	160	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	13.2	14.0		562.0	油圧式700kw
-35	161	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	14.0	13.2		562.0	油圧式700kw
-36	162	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	14.0	14.0		562.0	油圧式700kw
-37	163	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	14.2	14.0		562.0	油圧式700kw
-38	164	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	14.0	14.2		562.0	油圧式700kw
-39	165	SP-4	18.00	5.91	-12.09	3.50	1.40	1.01	15.59	14.0	14.0		562.0	油圧式700kw

	688	SP-4	10.00	5.91	-4.09	3.50	1.40	1.01	7.59	90.0	90.0		1574.0	油压压入引拔機
55	689	SP-4	9.50	5.91	-3.59	3.50	1.40	1.01	7.09	90.0	84.1		1574.0	油压压入引拔機
	690	SP-4	9.50	5.91	-3.59	3.50	1.40	1.01	7.09	90.0	90.0		1574.0	油压压入引拔機
	691	SP-4	9.50	5.91	-3.59	3.50	1.40	1.01	7.09	90.0	90.0		1574.0	油压压入引拔機
	692	SP-4	9.50	5.91	-3.59	3.50	1.40	1.01	7.09	90.0	90.0		1574.0	油压压入引拔機
	693	SP-4	9.50	5.91	-3.59	3.50	1.40	1.01	7.09	90.0	90.0		1574.0	油压压入引拔機
	694	SP-4	9.50	5.91	-3.59	3.50	1.40	1.01	7.09	90.0	90.0		1574.0	油压压入引拔機
56	695	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	90.0	83.7		1574.0	油压压入引拔機
-2	696	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	90.0	90.0		1574.0	油压压入引拔機
-3	697	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.0	-	基準値	562.0	油压式700kw
-4	698	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.0	15.0		562.0	油压式700kw
-5	699	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	14.0	15.0		562.0	油压式700kw
-6	700	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	13.5	14.0		562.0	油压式700kw
-7	701	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	13.0	13.5		562.0	油压式700kw
-8	702	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	13.0	13.0		562.0	油压式700kw
-9	703	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	14.0	13.0		562.0	油压式700kw
-10	704	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.5	14.0		562.0	油压式700kw
-11	705	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	16.0	15.5		562.0	油压式700kw
-12	706	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	17.0	16.0		562.0	油压式700kw
-13	707	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.0	17.0		562.0	油压式700kw
-14	708	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	13.0	15.0		562.0	油压式700kw
-15	709	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	13.0	13.0		562.0	油压式700kw
-16	710	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.0	13.0		562.0	油压式700kw
-17	711	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.0	15.0		562.0	油压式700kw
-18	712	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	13.0	15.0		562.0	油压式700kw
-19	713	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	13.0	13.0		562.0	油压式700kw
-20	714	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	16.0	13.0		562.0	油压式700kw
-21	715	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.0	16.0		562.0	油压式700kw
-22	716	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	16.0	15.0		562.0	油压式700kw
-23	717	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	17.0	16.0		562.0	油压式700kw
-24	718	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	17.5	17.0		562.0	油压式700kw
-25	719	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	12.5	17.5		562.0	油压式700kw
-26	720	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	13.0	12.5		562.0	油压式700kw
-27	721	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	13.0	13.0		562.0	油压式700kw
-28	722	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	14.0	13.0		562.0	油压式700kw
-29	723	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	14.0	14.0		562.0	油压式700kw
-30	724	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	14.0	14.0		562.0	油压式700kw
-31	725	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	14.0	14.0		562.0	油压式700kw
-32	726	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	14.0	14.0		562.0	油压式700kw
-33	727	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.0	14.0		562.0	油压式700kw
-34	728	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.0	15.0		562.0	油压式700kw
-35	729	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	14.0	15.0		562.0	油压式700kw
-36	730	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	13.0	14.0		562.0	油压式700kw
-37	731	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	12.5	13.0		562.0	油压式700kw
-38	732	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	12.5	12.5		562.0	油压式700kw
-39	733	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	12.5	12.5		562.0	油压式700kw
-40	734	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	12.5	12.5		562.0	油压式700kw
-41	735	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	12.5	12.5		562.0	油压式700kw
-42	736	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.0	12.5		562.0	油压式700kw
-43	737	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.0	15.0		562.0	油压式700kw
-44	738	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.0	15.0		562.0	油压式700kw
-45	739	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	15.0	15.0		562.0	油压式700kw
-46	740	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	17.0	15.0		562.0	油压式700kw
-47	741	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	17.0	17.0		562.0	油压式700kw
-48	742	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	17.0	17.0		562.0	油压式700kw
-49	743	SP-4	9.00	5.91	-3.09	3.50	1.40	1.01	6.59	17.0	17.0		562.0	油压式700kw
56-50	744	SP-4	8.55	5.91	-2.64	3.50	1.40	1.01	6.14	17.0	15.8		562.0	油压式700kw
56-51	745	SP-4	8.05	5.91	-2.14	3.50	1.40	1.01	5.64	15.0	15.6		562.0	油压式700kw
56-52	746	SP-4	7.85	5.91	-1.94	3.50	1.40	1.01	5.44	15.0	14.5		562.0	油压式700kw
56-53	747	SP-4	7.85	5.91	-1.94	3.50	1.40	1.01	5.44	13.0	15.0		562.0	油压式700kw
56-54	748	SP-4	7.40	5.91	-1.49	3.50	1.40	1.01	4.99	13.0	11.9		562.0	油压式700kw
56-55	749	SP-4	7.70	5.91	-1.79	3.50	1.40	1.01	5.29	13.0	13.8		562.0	油压式700kw
56-56	750	SP-4	7.60	5.91	-1.69	3.50	1.40	1.01	5.19	12.5	12.8		562.0	油压式700kw
56-57	751	SP-4	7.75	5.91	-1.84	3.50	1.40	1.01	5.34	12.5	12.9		562.0	油压式700kw
56-58	752	SP-4	8.05	5.91	-2.14	3.50	1.40	1.01	5.64	12.5	13.2		562.0	油压式700kw
56-59	753	SP-4	8.10	5.91	-2.19	3.50	1.40	1.01	5.69	14.0	12.6		562.0	油压式700kw
56-60	754	SP-4	8.25	5.91	-2.34	3.50	1.40	1.01	5.84	14.0	14.4		562.0	油压式700kw
56-61	755	SP-4	8.45	5.91	-2.54	3.50	1.40	1.01	6.04	14.0	14.5		562.0	油压式700kw
56-62	756	SP-4	8.75	5.91	-2.84	3.50	1.40	1.01	6.34	13.0	14.7		562.0	油压式700kw
56-63	757	SP-4	8.80	5.91	-2.89	3.50	1.40	1.01	6.39	13.0	13.1		562.0	油压式700kw
56-64	758	SP-4	8.20	5.91	-2.29	3.50	1.40	1.01	5.79	13.0	11.8		562.0	油压式700kw
56-65	759	SP-4	8.50	5.91	-2.59	3.50	1.40	1.01	6.09	12.5	13.7		562.0	油压式700kw
56-66	760	SP-4	8.45	5.91	-2.54	3.50	1.40	1.01	6.04	17.0	12.4		562.0	油压式700kw
56-67	761	SP-4	7.90	5.91	-1.99	3.50	1.40	1.01	5.49	15.0	15.5		562.0	油压式700kw
56-68	762	SP-4	8.25	5.91	-2.34	3.50	1.40	1.01	5.84	12.0	16.0		562.0	油压式700kw
56-69	763	SP-4	8.35	5.91	-2.44	3.50	1.40	1.01	5.94	12.0	12.2		562.0	油压式700kw
56-70	764	SP-4	8.45	5.91	-2.54	3.50	1.40	1.01	6.04	13.0	12.2		562.0	油压式700kw
56-71	765	SP-4	8.65	5.91	-2.74	3.50	1.40	1.01	6.24	13.5	13.4		562.0	油压式700kw
56-72	766	SP-4	8.40	5.91	-2.49	3.50	1.40	1.01	5.99	12.0	13.0		562.0	油压式700kw
56-73	767	SP-4	8.45	5.91	-2.54	3.50	1.40	1.01	6.04	15.0	12.1		562.0	油压式700kw
56-74	768	SP-4	8.45	5.91	-2.54	3.50	1.40	1.01	6.04	12.0	15.0		562.0	油压式700kw
56-75	769	SP-4	8.45	5.91	-2.54	3.50	1.40	1.01	6.04	13.0	12.0		562.0	油压式700kw
56-76	770	SP-4	8.55	5.91	-2.64	3.50	1.40	1.01	6.14	13.0	13.2		562.0	油压式700kw
56-77	771	SP-4	8.55	5.91	-2.64	3.50	1.40	1.01	6.14	13.0	13.0		562.0	油压式700kw
56-78	772	SP-4	8.60	5.91	-2.69	3.50	1.40	1.01	6.19	14.0	13.1		562.0	油压式700kw
56-79	773	SP-4	8.50	5.91	-2.59	3.50	1.40	1.01	6.09	14.0	13.8		562.0	油压式700kw
56-80	774	SP-4	8.35	5.91	-2.44	3.50	1.40	1.01	5.94	13.0	13.7		562.0	油压式700kw

56-81	775	SP-4	8.25	5.91	-2.34	3.50	1.40	1.01	5.84	13.0	12.8	562.0	油压式700kw	
56-82	776	SP-4	8.30	5.91	-2.39	3.50	1.40	1.01	5.89	12.0	13.1	562.0	油压式700kw	
56-83	777	SP-4	8.30	5.91	-2.39	3.50	1.40	1.01	5.89	10.0	12.0	562.0	油压式700kw	
56-84	778	SP-4	7.85	5.91	-1.94	3.50	1.40	1.01	5.44	9.0	9.2	562.0	油压式700kw	
56-85	779	SP-4	7.80	5.91	-1.89	3.50	1.40	1.01	5.39	8.5	8.9	562.0	油压式700kw	
56-86	780	SP-4	7.85	5.91	-1.94	3.50	1.40	1.01	5.44	13.0	8.6	562.0	油压式700kw	
56-87	781	SP-4	7.80	5.91	-1.89	3.50	1.40	1.01	5.39	13.0	12.9	562.0	油压式700kw	
56-88	782	SP-4	7.75	5.91	-1.84	3.50	1.40	1.01	5.34	13.0	12.9	562.0	油压式700kw	
56-89	783	SP-4	7.80	5.91	-1.89	3.50	1.40	1.01	5.39	13.0	13.1	562.0	油压式700kw	
56-90	784	SP-4	8.00	5.91	-2.09	3.50	1.40	1.01	5.59	12.0	13.5	562.0	油压式700kw	
56-91	785	SP-4	7.95	5.91	-2.04	3.50	1.40	1.01	5.54	12.0	11.9	562.0	油压式700kw	
56-92	786	SP-4	7.85	5.91	-1.94	3.50	1.40	1.01	5.44	14.0	11.8	562.0	油压式700kw	
56-93	787	SP-4	7.95	5.91	-2.04	3.50	1.40	1.01	5.54	12.0	14.3	562.0	油压式700kw	
56-94	788	SP-4	7.95	5.91	-2.04	5.10		0.81	7.14	12.0	15.5	562.0	油压式700kw	
56-95	789	SP-4	8.00	5.91	-2.09	5.10		0.81	7.19	12.0	12.1	562.0	油压式700kw	
56-96	790	SP-4	7.90	5.91	-1.99	5.10		0.81	7.09	13.0	11.8	562.0	油压式700kw	
56-97	791	SP-4	7.90	5.91	-1.99	5.10		0.81	7.09	10.0	13.0	562.0	油压式700kw	
56-98	792	SP-4	7.95	5.91	-2.04	5.10		0.81	7.14	10.5	10.1	562.0	油压式700kw	
56-99	793	SP-4	7.95	5.91	-2.04	5.10		0.81	7.14	11.0	10.5	562.0	油压式700kw	
56-100	794	SP-4	8.00	5.91	-2.09	5.10		0.81	7.19	11.0	11.1	562.0	油压式700kw	
56-101	795	SP-4	8.00	5.91	-2.09	5.10		0.81	7.19	12.0	11.0	562.0	油压式700kw	
56-102	796	SP-4	8.05	5.91	-2.14	5.10		0.81	7.24	10.5	12.1	562.0	油压式700kw	
56-103	797	SP-4	8.00	5.91	-2.09	5.10		0.81	7.19	10.5	10.4	562.0	油压式700kw	
56-104	798	SP-4	8.00	5.91	-2.09	5.10		0.81	7.19	10.5	10.5	562.0	油压式700kw	
56-105	799	SP-4	7.95	5.91	-2.04	5.10		0.81	7.14	10.0	10.4	562.0	油压式700kw	
56-106	800	SP-4	7.65	5.91	-1.74	5.10		0.81	6.84	10.0	9.6	562.0	油压式700kw	
56-107	801	SP-4	7.75	5.91	-1.84	5.10		0.81	6.94	12.0	10.1	562.0	油压式700kw	
56-108	802	SP-4	7.70	5.91	-1.79	5.10		0.81	6.89	10.0	11.9	562.0	油压式700kw	
56-109	803	SP-4	7.70	5.91	-1.79	5.10		0.81	6.89	12.0	10.0	562.0	油压式700kw	
56-110	804	SP-4	7.75	5.91	-1.84	5.10		0.81	6.94	12.0	12.1	562.0	油压式700kw	
56-111	805	SP-4	7.70	5.91	-1.79	5.10		0.81	6.89	11.0	11.9	562.0	油压式700kw	
56-112	806	SP-4	7.55	5.91	-1.64	5.10		0.81	6.74	11.0	10.8	562.0	油压式700kw	
56-113	807	SP-4	7.55	5.91	-1.64	5.10		0.81	6.74	12.0	11.0	562.0	油压式700kw	
56-114	808	SP-4	7.70	5.91	-1.79	5.10		0.81	6.89	12.0	12.3	562.0	油压式700kw	
56-115	809	SP-4	7.70	5.91	-1.79	5.10		0.81	6.89	11.0	12.0	562.0	油压式700kw	
56-116	810	SP-4	7.70	5.91	-1.79	5.10		0.81	6.89	12.0	11.0	562.0	油压式700kw	
56-117	811	SP-4	7.70	5.91	-1.79	5.10		0.81	6.89	12.0	12.0	562.0	油压式700kw	
56-118	812	SP-4	7.50	5.91	-1.59	5.10		0.81	6.69	12.0	11.7	562.0	油压式700kw	
56-119	813	SP-4	7.55	5.91	-1.64	5.10		0.81	6.74	13.0	12.1	562.0	油压式700kw	
56-120	814	SP-4	7.00	5.91	-1.09	5.10		0.81	6.19	10.0	11.9	562.0	油压式700kw	
56-121	815	SP-4	6.65	5.91	-0.74	5.10		0.81	5.84	10.0	9.4	562.0	油压式700kw	
56-122	816	SP-4	6.65	5.91	-0.74	5.10		0.81	5.84	60.0	-	基準値	1574.0	油压压入引拔機
56-123	817	SP-4	6.65	5.91	-0.74	5.10		0.81	5.84	60.0	60.0		1574.0	油压压入引拔機
56-124	818	SP-4	6.65	5.91	-0.74	5.10		0.81	5.84	60.0	60.0		1574.0	油压压入引拔機
56-125	819	SP-4	6.65	5.91	-0.74	5.10		0.81	5.84	60.0	60.0		1574.0	油压压入引拔機
56-126	820	SP-4	6.65	5.91	-0.74	5.10		0.81	5.84	60.0	60.0		1574.0	油压压入引拔機
56-127	821	SP-4	6.65	5.91	-0.74	5.10		0.81	5.84	60.0	60.0		1574.0	油压压入引拔機
56-128	822	SP-4	6.65	5.91	-0.74	5.10		0.81	5.84	60.0	60.0		1574.0	油压压入引拔機
56-129	823	SP-4	6.70	5.91	-0.79	5.10		0.81	5.89	60.0	60.5		1574.0	油压压入引拔機
56-130	824	SP-4	6.70	5.91	-0.79	5.10		0.81	5.89	60.0	60.0		1574.0	油压压入引拔機
56-131	825	SP-4	6.50	5.91	-0.59	5.10		0.81	5.69	60.0	58.0		1574.0	油压压入引拔機
56-132	826	SP-4	6.65	5.91	-0.74	5.10		0.81	5.84	60.0	61.6		1574.0	油压压入引拔機
56-133	827	SP-4	6.15	5.91	-0.24	5.10		0.81	5.34	60.0	54.9		1574.0	油压压入引拔機
56-134	828	SP-4	6.15	5.91	-0.24	5.10		0.81	5.34	60.0	60.0		1574.0	油压压入引拔機
56-135	829	SP-4	5.90	5.91	0.01	5.10		0.81	5.09	50.0	57.2		1574.0	油压压入引拔機
57-1	830	SP-4	5.20	5.91	0.71	5.10		0.81	4.39	40.0	43.1		1574.0	油压压入引拔機
57-2	831	SP-4	5.20	5.91	0.71	5.10		0.81	4.39	40.0	40.0		1574.0	油压压入引拔機
58-1	832	SP-4	5.15	5.91	0.76	5.10		0.81	4.34	40.0	39.5		1574.0	油压压入引拔機
58-2	833	SP-4	5.10	5.91	0.81	5.10		0.81	4.29	40.0	39.5		1574.0	油压压入引拔機
58-3	834	SP-4	5.05	5.91	0.86	5.10		0.81	4.24	40.0	39.5		1574.0	油压压入引拔機
58-4	835	SP-4	5.00	5.91	0.91	5.10		0.81	4.19	30.0	39.5		1574.0	油压压入引拔機
58-5	836	SP-4	5.00	5.91	0.91	5.10		0.81	4.19	10.0	30.0		1574.0	油压压入引拔機
58-6	837	SP-4	5.00	5.91	0.91	5.10		0.81	4.19	10.0	10.0		1574.0	油压压入引拔機
59-1	838	SP-4	4.95	5.91	0.96	5.10		0.81	4.14	10.0	9.9		1574.0	油压压入引拔機
59-2	839	SP-4	4.90	5.91	1.01	5.10		0.81	4.09	10.0	9.9		1574.0	油压压入引拔機
59-3	840	SP-4	4.90	5.91	1.01	5.10		0.81	4.09	10.0	10.0		1574.0	油压压入引拔機
59-4	841	SP-4	4.90	5.91	1.01	5.10		0.81	4.09	5.0	10.0		1574.0	油压压入引拔機
60-1	842	SP-4	4.85	5.91	1.06	5.10		0.81	4.04	5.0	4.9		1574.0	油压压入引拔機
60-2	843	SP-4	4.90	5.91	1.01	5.10		0.81	4.09	5.0	5.1		1574.0	油压压入引拔機
60-3	844	SP-4	4.85	5.91	1.06	5.10		0.81	4.04	5.0	4.9		1574.0	油压压入引拔機
60-4	845	SP-4	4.80	5.91	1.11	5.10		0.81	3.99	5.0	4.9		1574.0	油压压入引拔機
61-1	846	SP-4	4.80	5.91	1.11	5.10		0.81	3.99	5.0	5.0		1574.0	油压压入引拔機
61-2	847	SP-4	4.70	5.91	1.21	5.10		0.81	3.89	5.0	4.9		1574.0	油压压入引拔機
61-3	848	SP-4	4.75	5.91	1.16	5.10		0.81	3.94	5.0	5.1		1574.0	油压压入引拔機
62-1	849	SP-4	4.45	5.91	1.46	5.10		0.81	3.64	5.0	4.6		1574.0	油压压入引拔機
62-2	850	SP-4	4.40	5.91	1.51	5.10		0.81	3.59	5.0	4.9		1574.0	油压压入引拔機
62-3	851	SP-4	4.10	5.91	1.81	5.10		0.81	3.29	5.0	4.6		1574.0	油压压入引拔機
63-1	852	SP-4	3.05	5.91	2.86	5.10		0.81	2.24	5.0	3.4		1574.0	油压压入引拔機
63-2	853	SP-4	2.90	5.91	3.01	5.10		0.81	2.09	5.0	4.7		1574.0	油压压入引拔機
63-3	854	SP-4	2.50	5.91	3.41	5.10		0.81	1.69	5.0	4.0		1574.0	油压压入引拔機
63-4	855	SP-4	2.15	5.91	3.76	5.10		0.81	1.34	5.0	4.0		1574.0	油压压入引拔機
64-1	856	SP-4	1.70	5.91	4.21	5.10		0.81	0.89	5.0	3.3		1574.0	油压压入引拔機
64-2	857	SP-4	1.40	5.91	4.51	5.10		0.81	0.59	5.0	3.3		1574.0	油压压入引拔機
64-3	858	SP-4	1.25	5.91	4.66	5.10		0.81	0.44	5.0	3.7		1574.0	油压压入引拔機
65-1	859	SP-4	1.00	5.91	4.91	5.10		0.81	0.19	5.0	2.2		1574.0	油压压入引拔機
65-2	860	SP-4	0.95	5.91	4.96	5.10		0.81	0.14	5.0	3.7		1574.0	油压压入引拔機
65-3	861	SP-4	0.95	5.91	4.96	5.10		0.81	0.14	5.0	5.0		1574.0	油压压入引拔機

新設鋼矢板

区間	No.	鋼矢板種別	鋼矢板長(m)	天端高(T.P. m)	下端高(T.P. m)	処分地側地盤高(平均)(T.P. m)	切断撤去長(m)	掘みしろ長(m)	引拔長(m)	実績引拔力 P_{TE}	推定引拔力 P_{TC}	備考	制約条件 P_{li} (kN)	引拔機
										引抜き重量現場読み値(t)	$P_{TCi+1} = \tau_i \cdot A_{i+1}$ $\tau_i = P_{TE} / A_i$ (t)				$P_{TCi} / A_{i-1} \cdot A_i$
西側														
1-1	1	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	7.2	-	基準値	562.0	油圧式235kw
	2	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	9.0	7.2		562.0	油圧式235kw
	3	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	9.0	9.0	563.0	油圧式235kw	
	4	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	9.0	9.0	564.0	油圧式235kw	
1-2	5	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	7.0	9.0	565.0	油圧式235kw	
	6	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	11.0	7.0	566.0	油圧式235kw	
1-3	7	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	13.0	11.0	567.0	油圧式235kw	
	8	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	13.0	13.0	568.0	油圧式235kw	
1-4	9	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	12.5	13.0	569.0	油圧式235kw	
	10	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	12.0	12.5	570.0	油圧式235kw	
	11	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	12.0	12.0	571.0	油圧式235kw	
	12	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	11.0	12.0	572.0	油圧式235kw	
	13	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	11.0	11.0	573.0	油圧式235kw	
	14	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	11.0	11.0	574.0	油圧式235kw	
	15	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	10.0	11.0	575.0	油圧式235kw	
	16	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	10.0	10.0	576.0	油圧式235kw	
	17	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	11.0	10.0	577.0	油圧式235kw	
	18	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	10.0	11.0	578.0	油圧式235kw	
	19	SP-4	11.50	9.16	-2.34	6.60	1.30	1.26	8.94	11.0	10.0	579.0	油圧式235kw	
	2-1	20	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	15.0	15.5	888.0	油圧式235kw
	21	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	15.0	15.0	888.0	油圧式235kw	
	22	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	16.0	15.0	888.0	油圧式235kw	
	23	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	16.5	16.0	888.0	油圧式235kw	
	24	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	15.0	16.5	888.0	油圧式235kw	
	25	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	14.0	15.0	888.0	油圧式235kw	
	26	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	12.0	14.0	888.0	油圧式235kw	
	27	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	13.0	12.0	888.0	油圧式235kw	
	28	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	13.0	13.0	888.0	油圧式235kw	
	29	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	12.5	13.0	888.0	油圧式235kw	
	30	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	12.5	12.5	888.0	油圧式235kw	
	31	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	15.5	12.5	888.0	油圧式235kw	
	32	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	15.5	15.5	888.0	油圧式235kw	
	33	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	15.0	15.5	888.0	油圧式235kw	
	34	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	15.5	15.0	888.0	油圧式235kw	
	35	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	14.0	15.5	888.0	油圧式235kw	
	36	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	12.5	14.0	888.0	油圧式235kw	
	37	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	12.5	12.5	888.0	油圧式235kw	
	38	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	15.5	12.5	888.0	油圧式235kw	
	39	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	15.5	15.5	888.0	油圧式235kw	
	40	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	15.5	15.5	888.0	油圧式235kw	
	41	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	16.0	15.5	888.0	油圧式235kw	
	42	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	16.0	16.0	888.0	油圧式235kw	
	43	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	15.0	16.0	888.0	油圧式235kw	
	44	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	14.8	15.0	888.0	油圧式235kw	
	45	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	15.2	14.8	888.0	油圧式235kw	
	2-2	46	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	16.0	15.2	888.0	油圧式235kw
2-3	47	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	16.0	16.0	888.0	油圧式235kw	
	48	SP-5L	14.00	8.01	-5.99	6.60	1.30	0.11	12.59	14.0	16.0	888.0	油圧式235kw	
東側														
3	49	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	15.0	-	基準値	1574.0	油圧式700kw
	50	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	15.0	15.0		1574.0	油圧式700kw
	51	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	15.0	15.0	1574.0	油圧式700kw	
	52	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	-	基準値	1574.0	油圧圧入引抜機
53	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0		油圧圧入引抜機	
	54	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	55	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	56	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	57	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	58	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	59	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	60	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	61	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	62	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	63	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	64	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	65	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	66	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	67	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	68	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	69	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	70	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	71	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	72	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	73	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	74	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	75	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	76	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	77	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	
	78	SP-4L	13.50	6.11	-7.39	4.00	1.40	0.71	11.39	90.0	90.0	1574.0	油圧圧入引抜機	

遮水機能の解除工事における
鋼矢板引抜きに関する最終報告

遮水機能の解除工事における鋼矢板引抜きに関する最終報告

1 概要

遮水機能の解除関連工事については、「遮水機能の解除工事に係るガイドライン」及び「遮水機能の解除工事マニュアル」(R3.8.19:第12回フォローアップ委員会作成)に基づき、令和3年11月から令和4年4月にかけて工事を実施した。

そのうち、遮水壁鋼矢板の引抜きについては、令和4年2月から3月にかけての約1カ月間にわたり実施しており、引抜き時には実績引抜力を測定・記録したうえ、以降の引抜力を推定しながら、鋼矢板に必要以上の引抜力が生じないように施工した。ここでは、鋼矢板引抜き時の確認状況と測定記録から考察を行った「遮水機能の解除における鋼矢板引抜きに関する中間報告」(第16回II/7)に追加で考察を加え、とりまとめた結果について報告する。

2 鋼矢板の現場条件 (「遮水壁及び新設鋼矢板の引抜き工法の整理」(第11回II/2(1)からの抜粋)

(1) 鋼矢板の設置状況

遮水壁鋼矢板は暫定的な環境保全措置工事により、平成13年3月～5月にかけてバイブロハンマ工法により打設しており、約20年が経過している。また、廃棄物等掘削時の遮水壁倒壊防止のため、遮水壁端部には、平成27年12月～平成28年2月にかけて遮水壁の海側に打設した新設鋼矢板がある。なお、遮水壁及び新設鋼矢板ともに止水機能を高めるため、継手部分に止水材が塗布されている(表1)。

表1 鋼矢板の打設状況の概要

対象※1	打設工法	鋼矢板の規格	総枚数	最短長さ	最長長さ	止水材※2の塗布	打設期間	経過年数
遮水壁鋼矢板	バイブロハンマ工法	IV型	861枚	2.5m	18.0m	有	平成13年3月～5月	約20年
新設鋼矢板	ダウンザホールハンマ工法※3とクラッシュパイラー工法※4の併用	III型 IV型 V型	226枚	9.0m	14.0m	有	平成27年12月～平成28年2月	約5年

※1 平面図、展開図は、別紙1のとおり。

※2 ・遮水壁鋼矢板：ケミガードU-1(三洋化成工業株)、本設用、主成分 特殊ポリウレタン、標準使用量200g(両爪/m)、水膨張 約5倍

・新設鋼矢板：パイルロックNS-v(日本化学塗料株)、本設用、主成分 特殊ポリウレタン、標準使用量200g(両爪/m)、水膨張 約6倍

使用した止水材は本設用とされており、経年変化状況を把握した資料は無い(メーカー聞き取り)。

※3 ダウンザホールハンマの打撃により岩及び土砂の地盤を掘削した後に、鋼矢板等を立て込む工法

※4 鋼矢板先端に取り付けたオーガドリルにより、硬質地盤を先行掘削し、鋼矢板等を圧入する工法

(2) 地質条件

遮水壁鋼矢板付近の地質は、別紙2に示すとおり、G測線(ボーリングNo.2)付近に粘性土が多くみられるものの、主に砂地盤である。

(3) 腐食状況

鋼矢板の腐食状況は、別紙3に示すとおり、全体的に表面に錆は見られるもののスポット的な著しい腐食は確認されず、腐食が進んでいる箇所でも0.03(mm/年)(片側)程度の腐食速度であった。

3 鋼矢板引抜き時の確認状況（現場管理）

(1) 引抜力の測定・記録方法

引抜きにあたっては、「遮水機能の解除工事マニュアル」に記載のとおり、次の留意事項に基づき、実績引抜力を測定・記録し、以降の引抜力を推定しながら施工した。

なお、管理上、先ず引抜きを開始するとして西端部から、遮水鋼矢板、新設鋼矢板それぞれに No. 1, 2, 3, …と連番を振った。

鋼矢板引抜き時の留意事項（図1参照）

- ① 引抜部の鋼矢板耐力以下の引抜力とすること。
- ② 鋼矢板引抜き時には実績引抜力を測定・記録し、以降の引抜力を推定すること。また、鋼矢板に必要な以上の引抜力がかからないように施工すること。

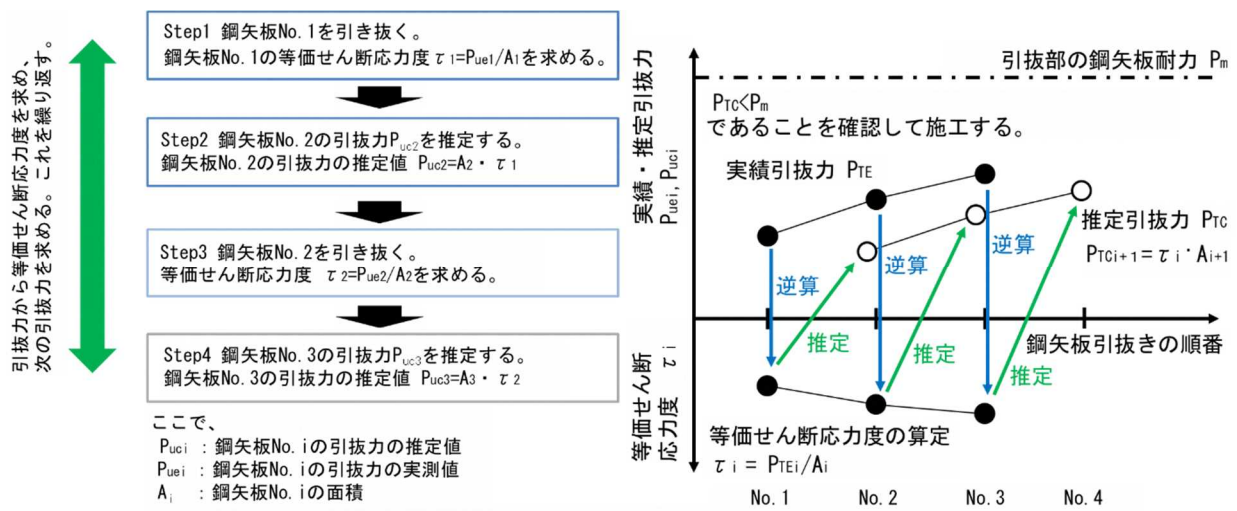


図1 引抜力の推定方法

(2) 引抜力の推定結果

i) 遮水壁袖部の引抜き初期における推定結果

遮水壁鋼矢板西側端部の鋼矢板が短い区間（No. 1～11、約5m区間）では、継手抵抗に比べて周辺摩擦力が小さく、継手の縁切りができずに5,6枚程度が一度にとも上がりしたため、鋼矢板を切断除去しながら引き抜きを行った。また、その後のNo. 12～40付近（約11m区間）についても、ほとんどの鋼矢板で複数枚のとも上がりが確認されたことから、引抜力の測定及び推定が上手くできず、松島先生と協議しながら、鋼矢板のチャック部が破断しない力で、引抜きと押し込みを繰り返しながら、引抜き作業を行った。その結果、それらの区間については実績引抜力が大きく測定された（図2：左端、紫線引き出し部）。

ii) 遮水壁袖部（No. 41以降～）における推定結果

No. 41以降については、とも上がりが少なくなったことから、実績引抜力から推定引抜力を求めて鋼矢板が破断しないことを推定するなど、安全面に留意しながら現場管理を行った。

測定した実績引抜力は、継手抵抗をバイプロハンマ設計施工便覧（バイプロハンマ工法技術研究会）で示された算出方法に基づく値（以下、「一般値」という。）（図2：水色点線）から、止水材を考慮した値（図2：橙色点線）の中間程度が計測され、概ね想定どおりの結果となった。

この結果から推測すると、遮水壁の最大長であるL=18m区間でもバイプロハンマによる引抜きが可能であると確認できたため、引き続き引抜力を推定しながら、作業を継続した。

遮水壁袖部の引抜き初期における実績引抜き力と推定引抜き力の関係を図2に示す。

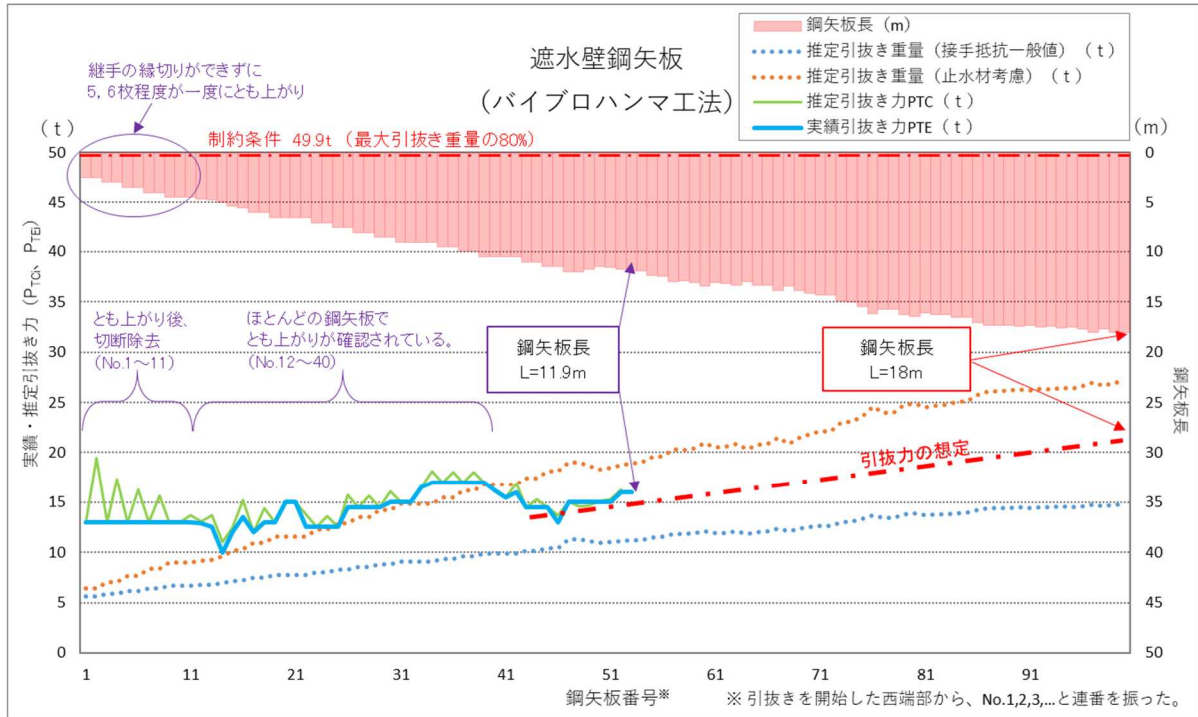


図2 遮水壁袖部の引抜き初期における実績引抜き力と推定引抜き力の関係

iii) 遮水壁の最大長（18m）区間での引抜き初期における推定結果

遮水壁の最大長（18m）となる No. 97 以降の区間について、実績引抜き力を確認した結果、引抜き初期の推定より小さい値となり、一般値におけるバイブロハンマによる低減効果を約 1/2 倍（砂層 10%及び粘土層 20%に低減：図3：紫色点線）にした場合とよく似た値を示した。この結果から、以降もバイブロハンマによる引抜きが可能と推定できた。

最大長（18m）区間の引抜き初期における実績引抜き力と推定引抜き力の関係を図3に示す。

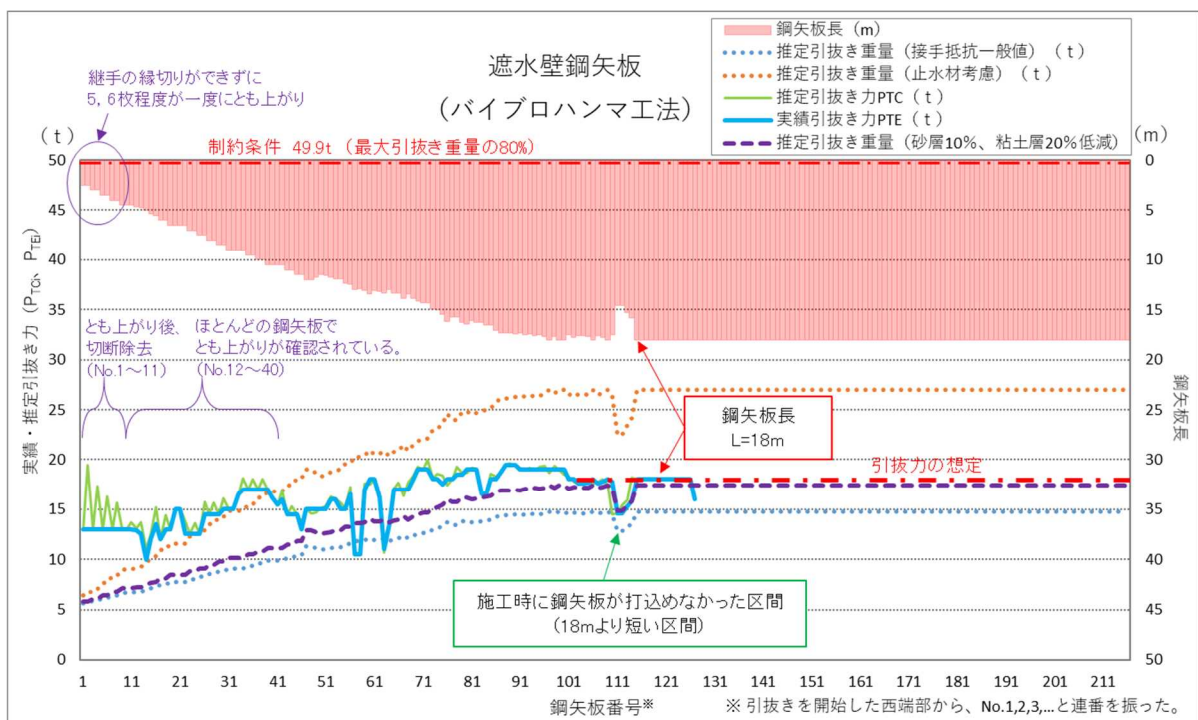


図3 遮水壁の最大長（18m）区間での引抜き初期における実績引抜き力と推定引抜き力の関係

4 鋼矢板引抜き時の測定結果と考察

引抜きの可能性について想定しながら現場管理を行う中で、バイブロハンマによる鋼矢板引抜きの見通しがたったことから、「遮水機能の解除に係る工法等の検討ワーキンググループ」において比較対象とした油圧圧入引抜き工法（サイレントパイラー）についても試験的に適用し、データを取得して測定結果と考察に加えた。

バイブロハンマによる引抜き時の実績引抜力と推定引抜力の関係を図4、5、油圧圧入引抜き機による引抜き時の実績引抜力と推定引抜力の関係を図6、7、施工時の状況を写真1～6に示す。

それぞれの引抜き時の考察は、次のとおりである。

i) バイブロハンマによる鋼矢板引抜き

- ・遮水壁鋼矢板におけるバイブロハンマによる低減後の周辺摩擦力は、一般値（砂層5%、粘性土13%程度に低減）よりわずかに大きく、実績としては、砂層を10%、粘土層を20%に低減した場合に近い値となった。（図4）
- ・ほとんどの鋼矢板でとも上がりが確認された。これは、継ぎ手の抵抗力（止水材の効果や砂噛みなど）が大きかったことや、バイブロハンマの振動により隣の鋼矢板の周辺摩擦力も低減されたため、引抜き時に継手部分が離れず、発生したものと推察される。
- ・継手部分が離れず、複数枚が一度に引き上がることにより、クレーンや鋼矢板のチャック部に高負荷がかかることを避けるため、押し込みによる継手の縁切りやバイブロハンマによる振動を十分かけたうえで継ぎ手の抵抗力を下げるよう、現場で対策を行った。なお、継手の抵抗力の低下には、振幅を大きくするより、周波数を上げる方が効果的であった。また、引抜き時における止水材の状態を確認したところ、振動による摩擦により液状化又は気化しており、その結果、継手の抵抗力が低減されたものと推察される（写真5）。
- ・新設鋼矢板の実績引抜力は一般値より小さく、遮水壁鋼矢板に比べて容易に引抜けた。これは、経過年数が短いことに加え、土砂や岩盤層を掘削した後に立て込んだことから、鋼矢板周辺の土砂が砂礫質となり、周辺摩擦力が低かったものと推察される（図5）。

ii) 油圧圧入引抜き機による鋼矢板引抜き

- ・遮水壁鋼矢板では、大部分で一般値や止水材を考慮した計算値より大きな引抜力が必要となった。この結果から、油圧圧入引抜き機では、継ぎ手の抵抗力（止水材の効果や砂噛みなど）大きかったものと推察される（図6）。
 - ・鋼矢板側面に溶接された金具により、油圧圧入引抜き機内に鋼矢板を通せず、引抜きが困難となり、バイブロハンマによる引抜きを行う必要が生じた箇所があった。（写真6）
- 以上から、止水材を塗布した遮水壁鋼矢板の引抜きにおいては、バイブロハンマによる引抜きが適していたものといえる。
- ・新設鋼矢板では、実績引抜力は一般値より小さく、遮水壁鋼矢板に比べて容易に引抜けた。計算値と実績引抜力の関係もバイブロハンマと類似しており、違いは確認できなかった（図7）。

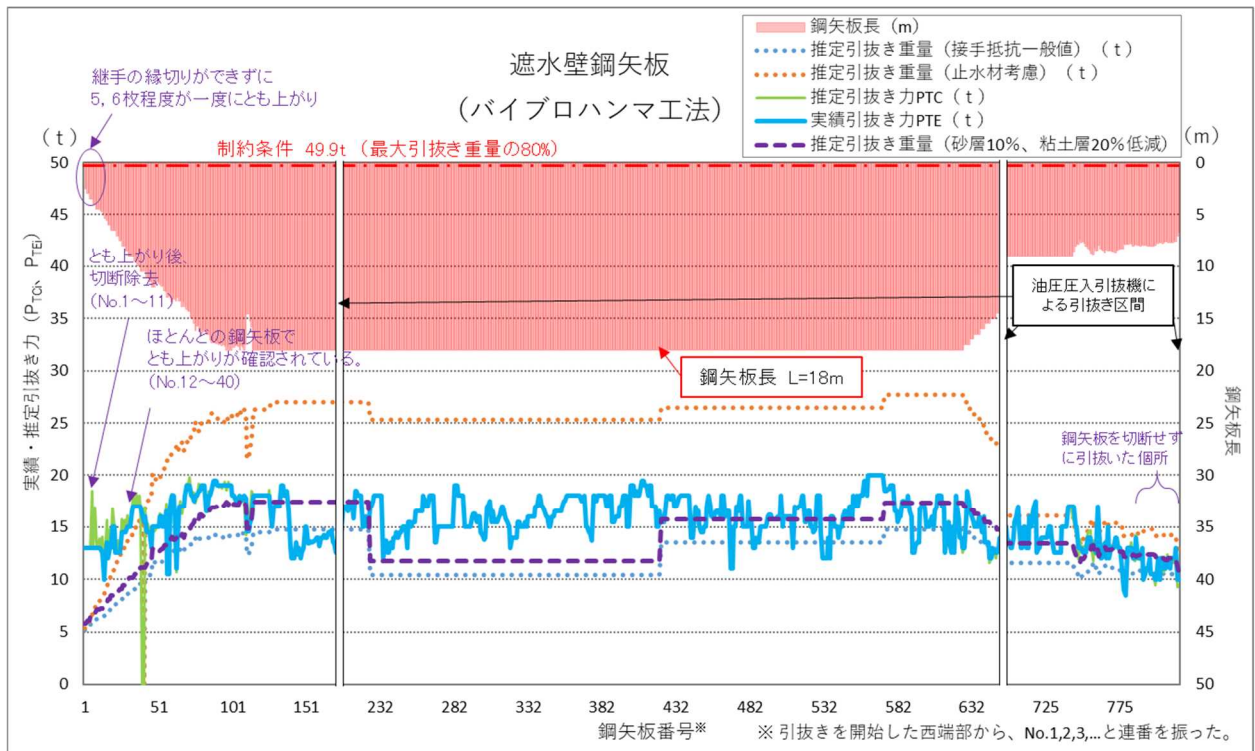


図4 バイブロハンマによる引抜き時の実績引抜き力と推定引抜き力の関係 (遮水壁鋼矢板)

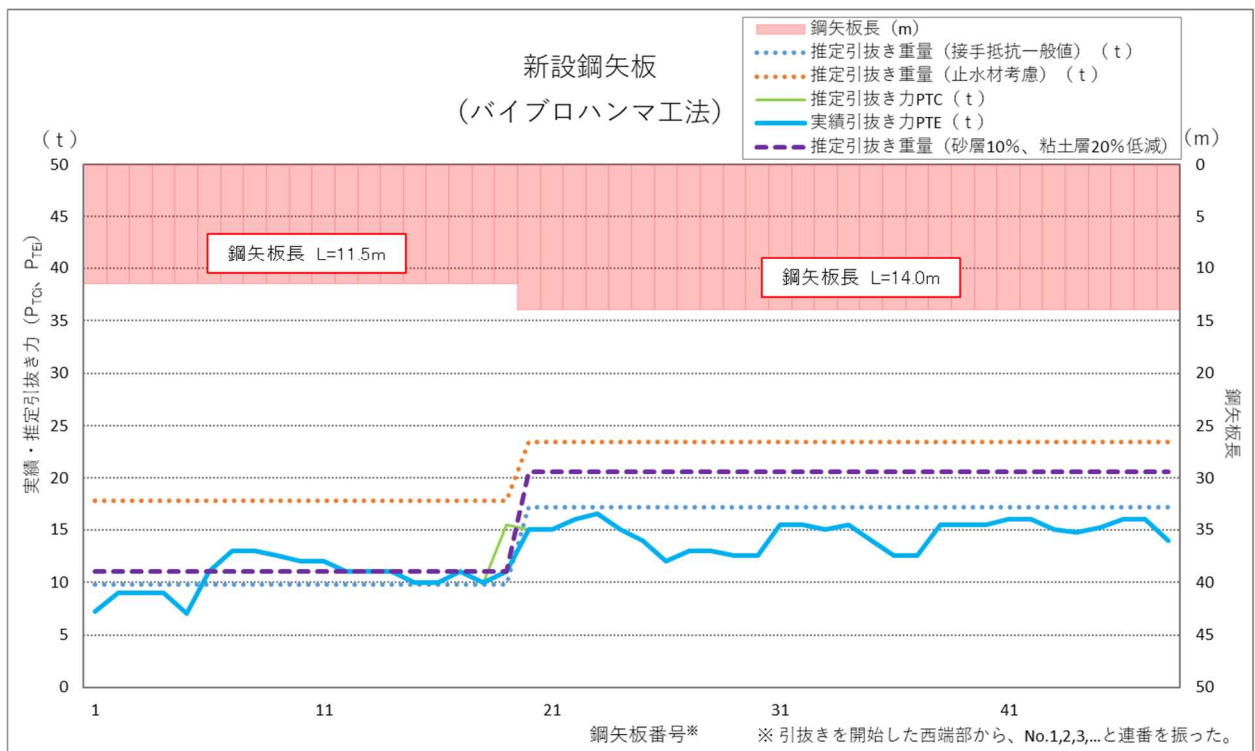


図5 バイブロハンマによる引抜き時の実績引抜き力と推定引抜き力の関係 (新設鋼矢板)

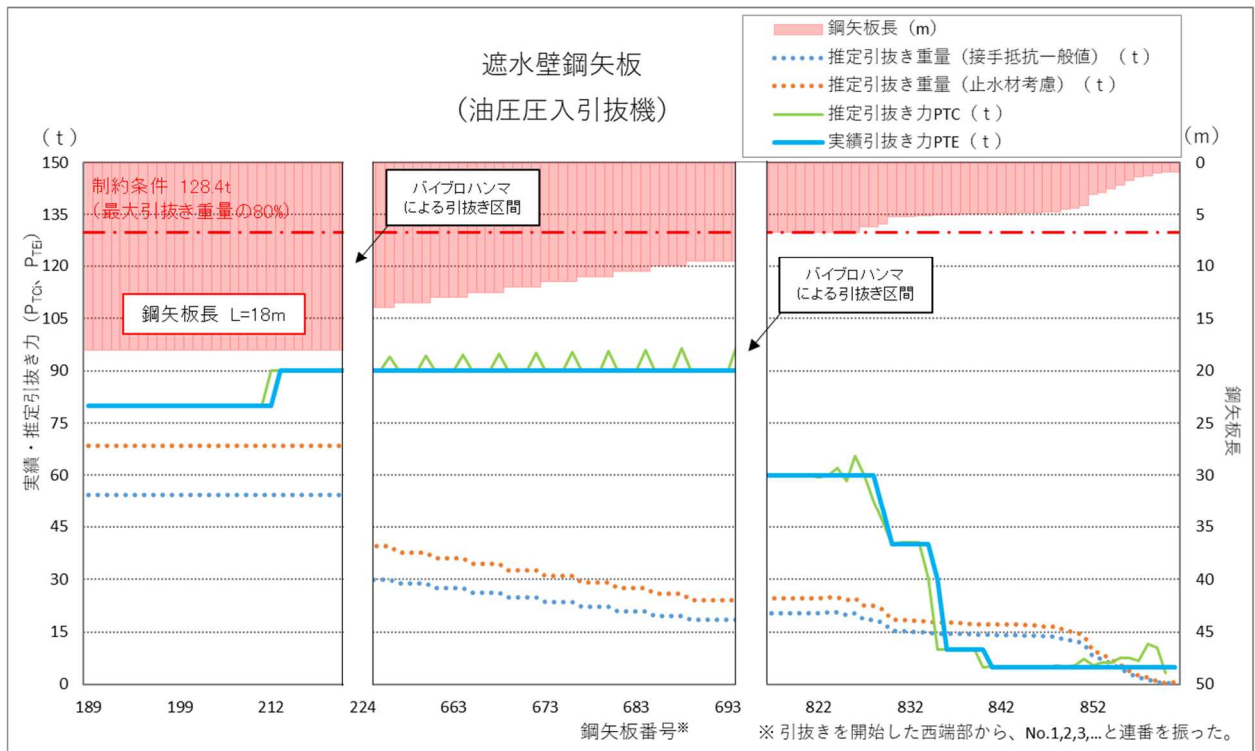


図6 油圧圧入引抜機による引抜き時の実績引抜き力と推定引抜き力の関係 (遮水壁鋼矢板)

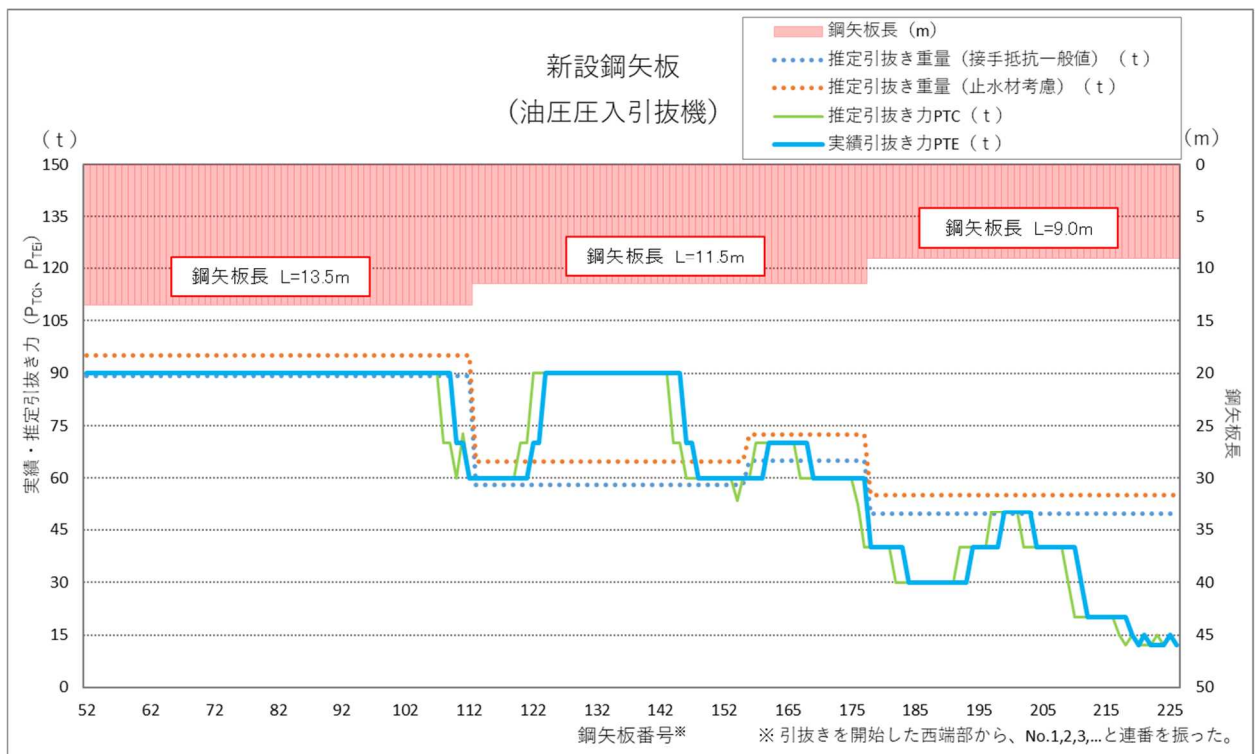


図7 油圧圧入引抜機による引抜き時の実績引抜き力と推定引抜き力の関係 (新設鋼矢板)



写真1 バイブロハンマによる引抜き状況



写真2 油圧圧入引抜機による引抜き状況



写真3 引抜き後の確認状況1 (バイブロハンマ)



写真4 引抜き後の確認状況2 (バイブロハンマ)



写真5 引抜き時の止水材の気化状況



写真6 鋼矢板側面に溶接された鋼製の留め具

また、遮水機能の解除にあたっては、鋼矢板長が短い西側端部の引抜きに最も苦慮したことや止水材の影響を整理する観点から、土質データに基づく推定値（計算値）との関係や単位長さあたりの実績引抜力と鋼矢板長との関係を整理し、次のとおり、本解除工事における知見を整理した。

4. 1 バイブロハンマによる推定値（計算値）と実績引抜力との関係

土質データに基づく推定値（計算値）との関係を整理するため、取得データ数の多い 18m 区間の実績引抜力との比較を行った。ボーリング結果により地質の状態が分かる 3 本 (C1, F1, G1 付近) の 3 地点において、推定引抜力を表 2 の 3 ケースで算出した。バイブロハンマによる推定値（計算値）と実績引抜力との関係を図 8 に示す。

箇所による違いはあるものの主に砂地盤であることから、ボーリング結果のある 3 本の推定値は概ね同様の算出結果であった。実績引抜力と比較したところ、実績引抜力は、周面摩擦力を砂層 10%、粘土層 20% に低減した設定で推定した値に近い値となった。継手抵抗力及び周面摩擦力の低減効果を一般的な値として算出した結果より大きな引抜力が必要となった要因

としては、止水材の影響、もしくは経年変化による影響があったものと推察される（図8）。

表2 バイブロハンマによる推定値（計算値）の比較3ケース

ケース	継手抵抗力の推定	周面摩擦力の推定	
		砂層	粘土層
①止水材の影響のない一般的な推定	周面摩擦力の10% （一般的な値）	約5%に低減 （一般的な値）	約10%に低減 （一般的な値）
②実測値に近い推定	周面摩擦力の10% （一般的な値）	10%に低減	20%に低減
③止水材の影響のある一般的な推定	止水材を考慮	約5%に低減 （一般的な値）	約10%に低減 （一般的な値）

※バイブロハンマの効果により、継手抵抗力と周面摩擦力を低減した場合

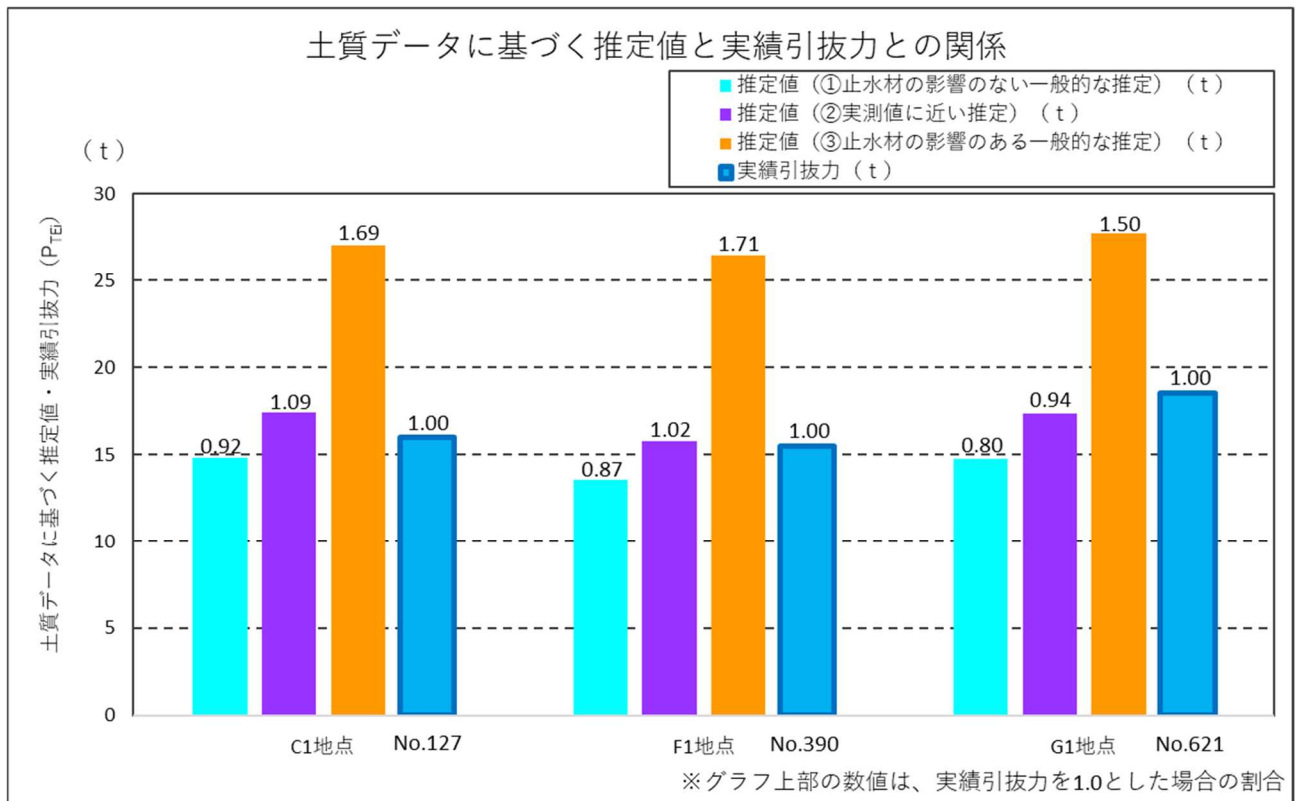


図8 土質データに基づく推定値と実績引抜き力との関係（遮水壁鋼矢板）

4. 2 遮水壁鋼矢板における単位長さあたりの実績引抜き力と鋼矢板長の関係

バイブロハンマの低減効果に影響する可能性がある地下水位との関係を整理するため、上述の結果から、土質を均一層と仮定したうえで、遮水鋼矢板における単位長さあたりの実績引抜き力を求め、表3の推定引抜き力2ケースと比較した。バイブロハンマによる単位長さあたりの実績引抜き力と推定引抜き力との関係を図9に示す。

遮水壁鋼矢板における単位長さあたりの実績引抜き力は、鋼矢板長が短くなるほど大きくなる傾向がみられた。この原因を地下水位より上部で単位長さあたりの抵抗力が上昇している可能性があるかと推定した。

地下水位より上部で抵抗力が上昇する理由としては、地下水位以上では液状化が起きにくいなどによりバイブロハンマによる周辺摩擦力の低下効果が得られにくいと考えた。そこで、各鋼矢板長における単位長さあたりの実績引抜き力の最大値の傾向に合うよう、地下水位 (TP+0.7

m) より上部についてパイプロハンマによる低減効果を引き下げたところ、周辺摩擦力の低減効果を見込まない場合と概ね一致した。

なお、西側端部の引抜き初期に複数枚がとも上がりした箇所 (No.1~11) では、継手抵抗力及び周面摩擦力の低減効果を一般的な値とした場合より小さい値となった。これは、鋼矢板長が短い区間でとも上がりしており、とも上がりした鋼矢板間の継手抵抗力が加わらず、単位長さあたりの実績引抜力が小さくなったものと推察される (図9)。

表3 地下水との関係を整理するための推定引抜力の比較2ケース

ケース	継手抵抗力の推定	周面摩擦力の推定	
		砂層	粘土層
①止水材の影響のない一般的な推定	周面摩擦力の10% (一般的な値)	約5%に低減 (一般的な値)	約10%に低減 (一般的な値)
④地下水位より上部の低減効果を見込まない推定	周面摩擦力の10% (一般的な値)	地下水位 (TP+0.7m) より上部は低減効果なし	

※パイプロハンマの効果により、継手抵抗力と周面摩擦力を低減した場合

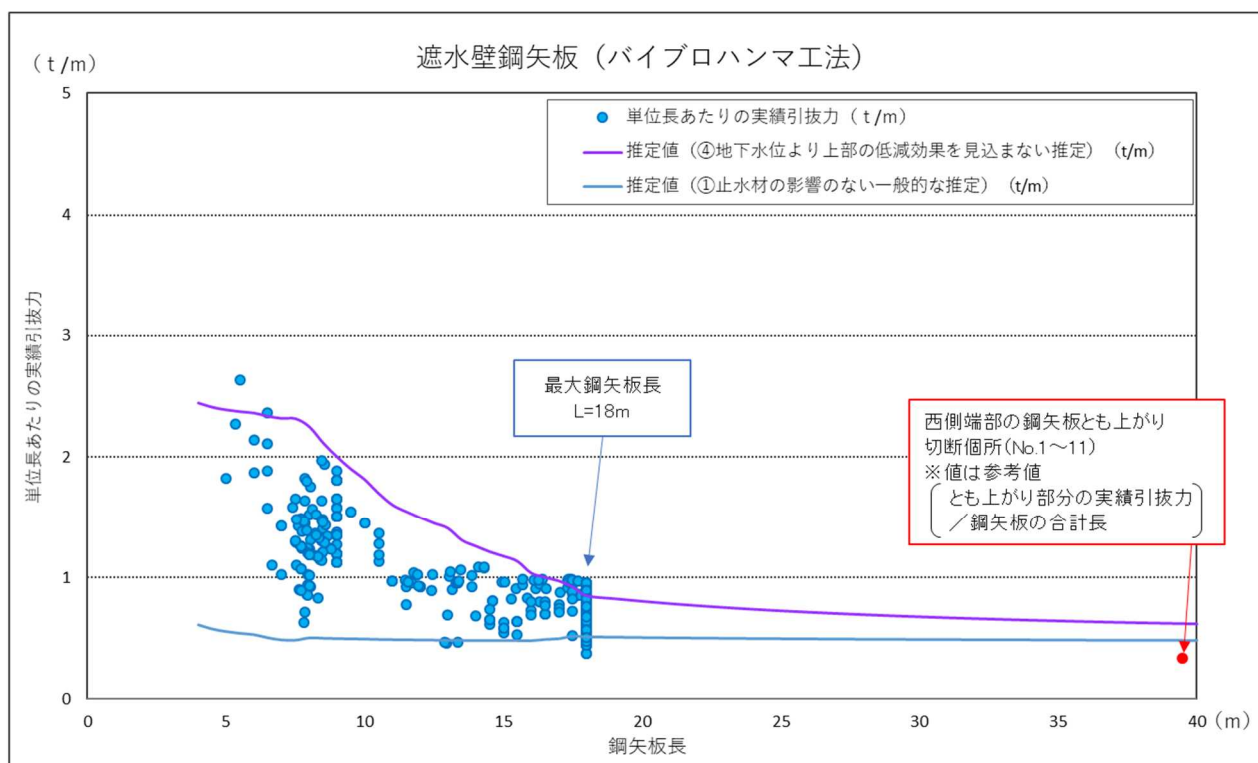


図9 パイプロハンマによる単位長さあたりの実績引抜力と推定引抜力 (遮水壁鋼矢板)

これらのことから、長期間使用された鋼矢板の引き抜きに際しては短いものほど、短期間使用された鋼矢板の場合と比べて単位長さあたりの引抜力の上昇幅が大きく、撤去工事に際しては留意が必要ながことが判明した。なお、単位長さあたりの実績引抜力の上昇の程度は、鋼矢板の設置年数や設置環境、止水材の種類等により変化すると考えられるため、事前に調査したうえで計画することで適切な機器能力の選定が可能となると考える。

5 まとめ

以上の結果から、設置後約 20 年が経過し、止水材を塗布した鋼矢板であっても、腐食が進行していなければ、引抜くことが可能であることが明らかとなった。

ただし、本件のように止水材が塗布され、打設後約 20 年が経過しているなどの特殊な条件の鋼矢板について、特に、鋼矢板長が短く、地下水位以下の埋設部分が少ないなど、相対的に大気に触れる面積が大きい箇所については、経年変化や継ぎ手の抵抗力（止水材の癒着や鋼矢板継手部の錆の発生、砂噛みなど）が大きいことが想定されるため、機材の選定にあたっては、計算値より大きな機材を選定することが望ましいと考える。

また、遮水機能解除工法検討WGにおいて比較対象としたバイブロハンマ工法、油圧圧入引抜工法ともに鋼矢板を引き抜くことが可能であったが、鋼矢板の地中部に突起物が溶接されていたため油圧圧入引抜機による引抜きが困難であったことや、引抜力の余裕しろから、遮水機能解除工法検討WGで選定したバイブロハンマ工法の方が本件処分地の引抜きに適していたことが確認できた。

※本報告書中の別紙は割愛した。