

海峡部における橋梁工事 (藺牟田瀬戸架橋)

北薩地域振興局 建設部 甕島支所
工務一係 川原正吾

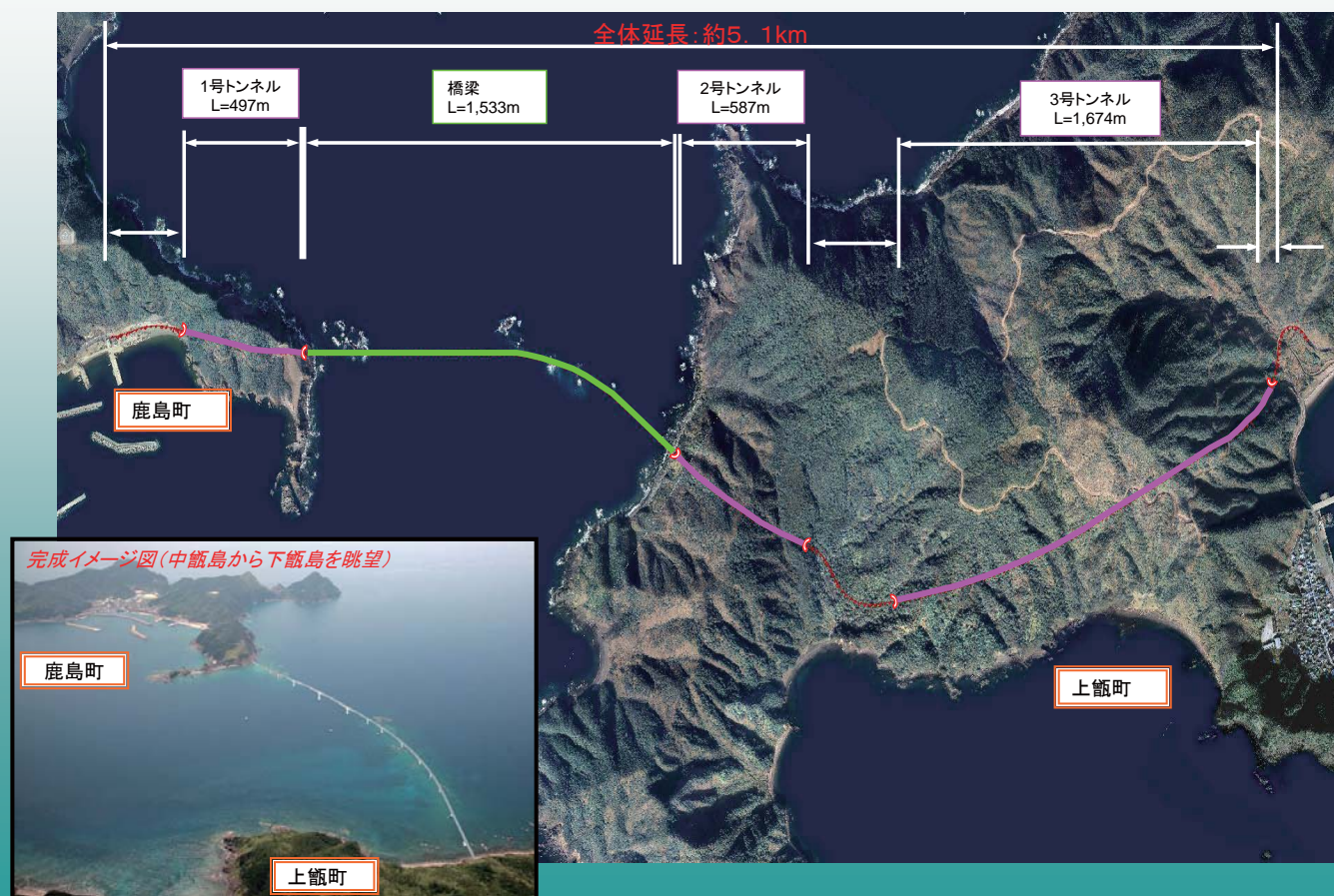
1. 事業概要
2. これまでの工事における工夫
3. 新工法・特殊資材の採用

1. 事業概要

工事箇所



藺牟田瀬戸架橋



進捗状況

- ・1号トンネル・・・H22. 3完成(舗装, 照明以外)
- ・2号トンネル・・・未着手
- ・3号トンネル・・・H23. 10貫通
H24. 7完成予定(舗装, 照明以外)
- ・橋梁部 ・・・第1橋梁に着手
(仮栈橋)全体314mのうち263m施工済み
(下部工)P1, P2橋脚及びA1橋台に着手
(上部工)未着手

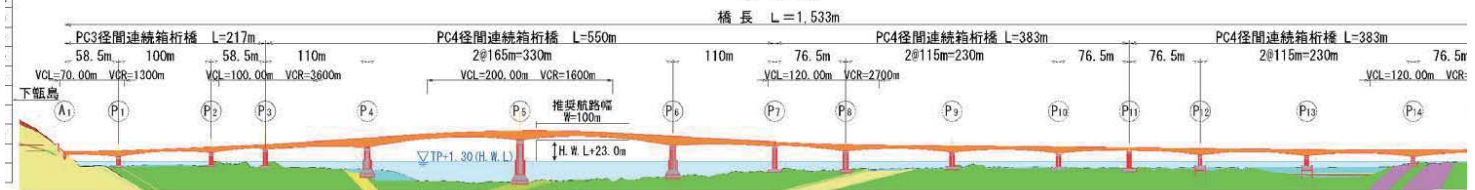
橋梁の概要1

【海底面底質区分】

	底質・土質名
	岩盤
	玉石混じり礫質土
	砂質土



側面図



	頁岩
	砂岩頁岩互層
	砂岩
	礫岩

橋梁の概要2

蘭牟田瀬戸架橋の施工方法

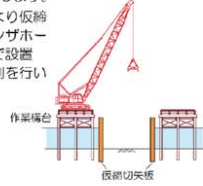
【下部工の施工方法】

下部工は、両岸部の水深の浅い箇所は仮橋構上からの施工とし、海峡中央部の水深の深い箇所（H=20m程度）は、あらかじめ製作した躯体（ケーソン型橋脚）を架橋位置まで海上輸送し、起重機船で吊り下ろす形式を採用しています。

【水深の浅い場所の下部工施工方法】

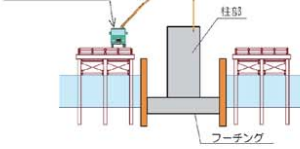
①締切施工・掘削

クローラクレーンによる片押し施工で作業構台（仮橋）を設置します。この作業構台より仮輪切り矢板をダウンサホールハンマー工法で設置し、締切り内掘削を行います。



②基礎・橋脚構築

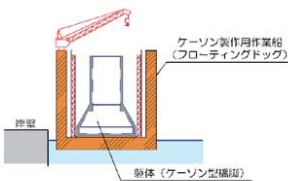
コンクリートポンプ車により、フォーミング及び柱部にコンクリートを打設します。



【水深が深い場所の下部工施工方法】

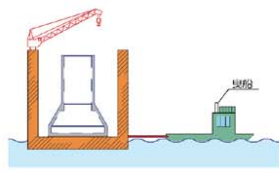
①製作

岸壁に接岸、係留したケーソン製作作業船（フローティングドック）で設置基礎の躯体（ケーソン型橋脚）の外殻部を製作します。



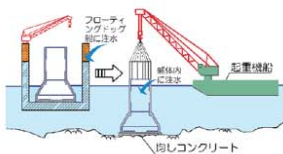
②運搬

フローティングドックに橋脚躯体を乗せたまま曳船で掘削現場まで運搬後、アンカーを打ち、係留します。



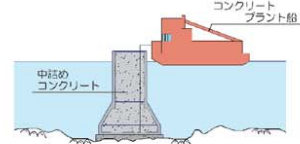
③据付

フローティングドック船に注水し、沈下させた後、起重機船にて引出し、橋脚躯体に注水して所定の位置に据付けます。



④中詰め充填

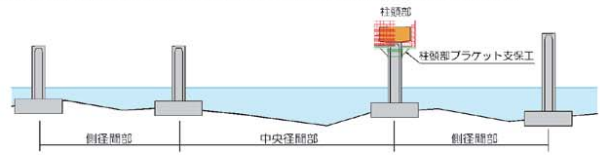
コンクリートプラント船にて、中詰めコンクリートを充填します。



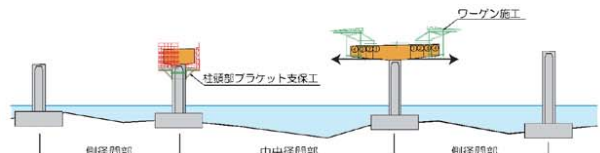
【上部工の施工方法】

上部工の架設方法は一般的な張出し工法とし、第2橋は工期縮減が可能な大型ワーゲン（移動作業車）を採用しています。

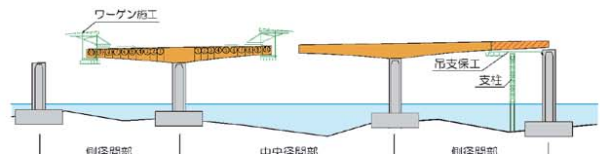
①中央径間部の天端にプラケット支保工を設置し、PC箱桁の柱頭部を施工します。



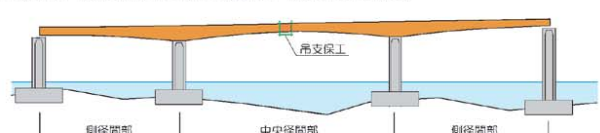
②柱頭部よりワーゲンにて、やじろべえのように橋脚の両側に順次バランスをとりながら橋桁を張出し施工（1回あたり2～4m程度のブロック）していきます。



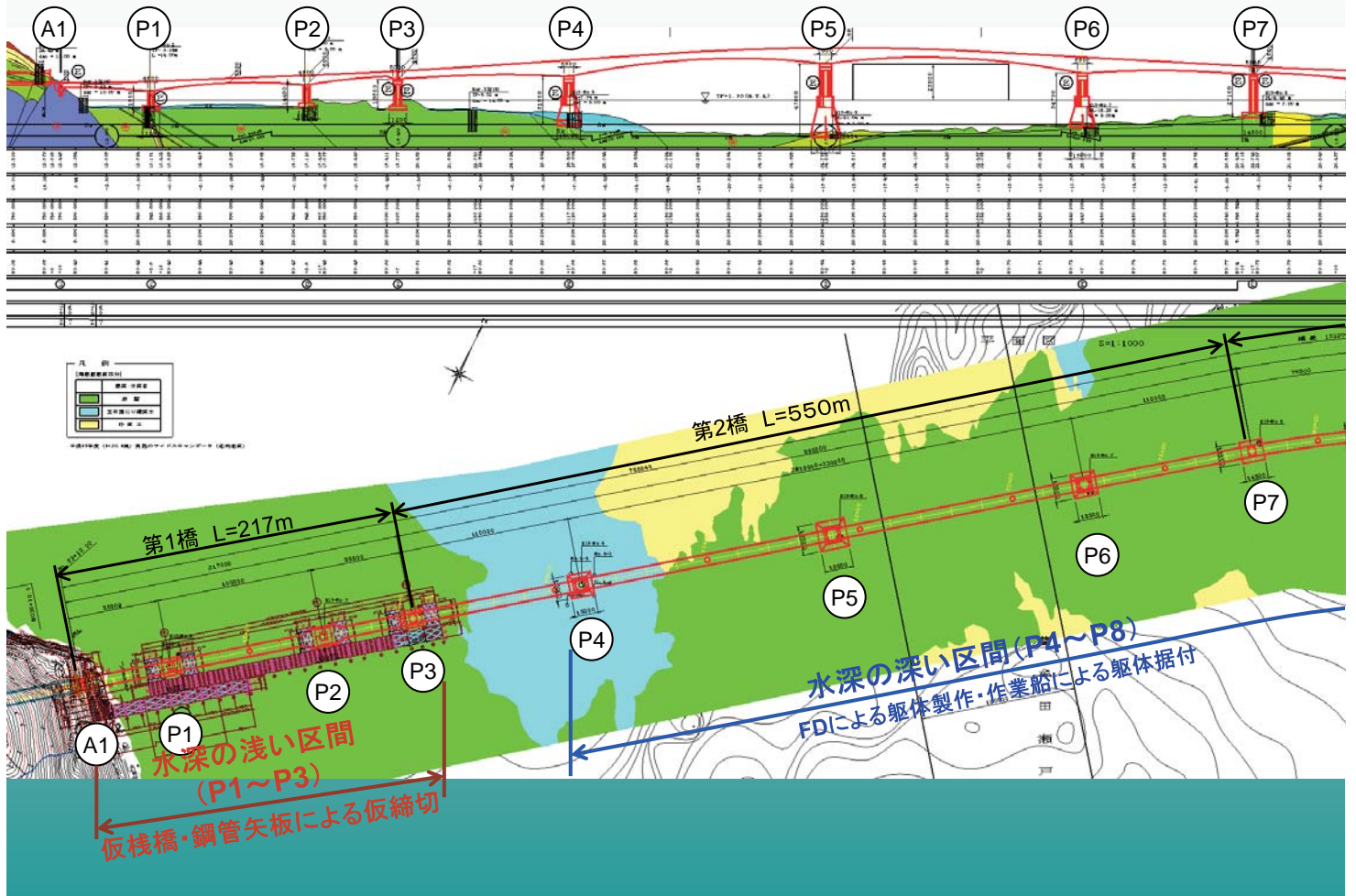
③側径間の部分は、支柱を設置した上で支保工（吊支保工）施工を行います。また、反対側の橋桁も同様の方法で施工します。



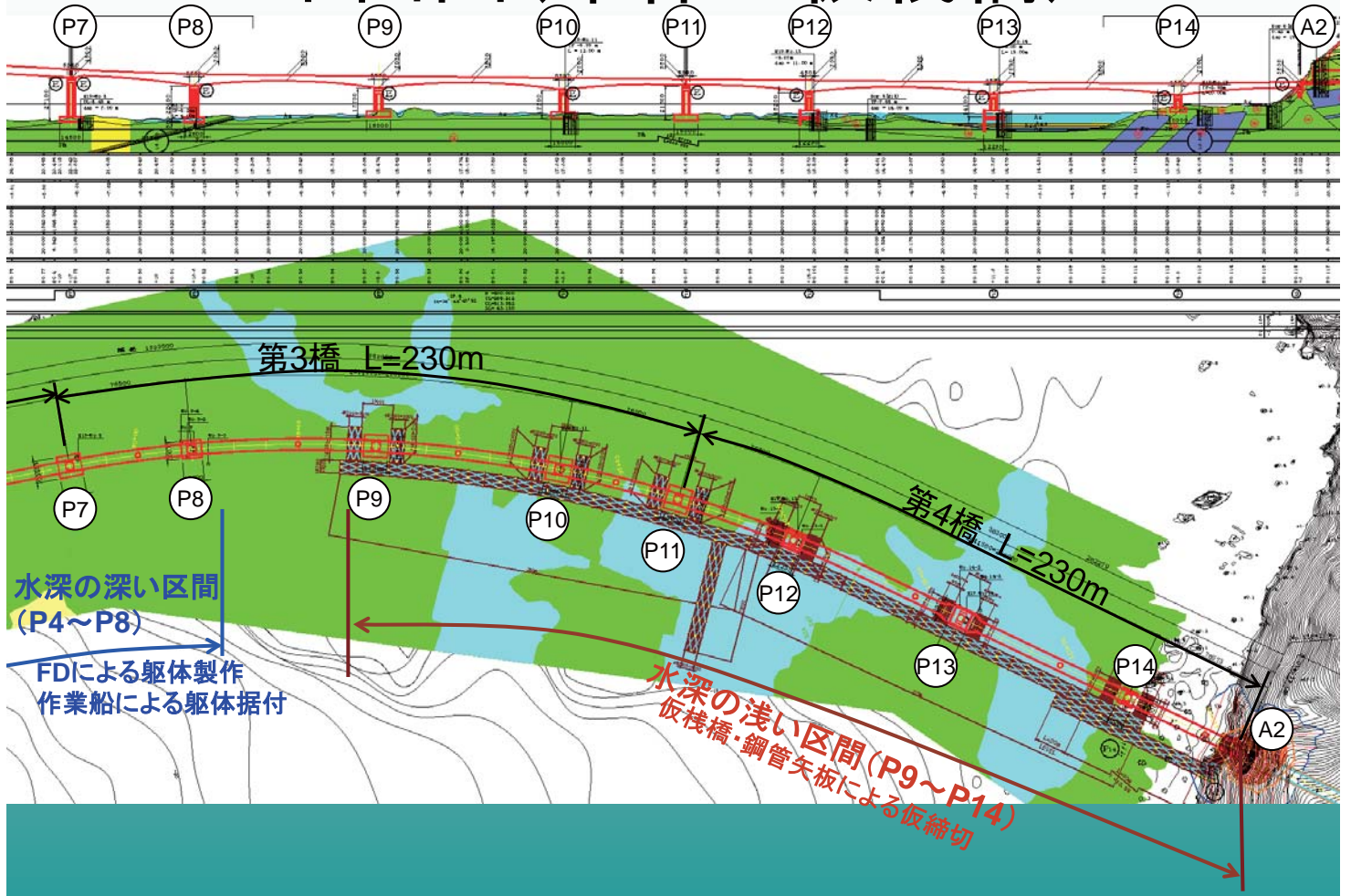
④最後に、中央径間部に吊支保工を設置して中央部を閉合します。



平面図(本体+仮栈橋)



平面図(本体+仮栈橋)



2. これまでの工事における工夫

現況写真(H23.9.30)



仮棧橋の施工における支持層の把握

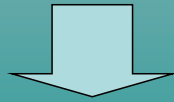
(当初設計)

橋梁下部工のボーリング結果より、厚さ約1mの堆積層の下に支持層が出現すると想定。

(当初想定と現場状況の差異)

ダウンザホールハンマで掘削するが、なかなか支持層が出現しない(P1~P2 仮棧橋)

→ ボーリング調査により厚さ約10mの堆積層を確認
鋼管を継ぎ足して施工



約1月の遅れが生じた(1列で)

支持層の窪み (杭打込み時に確認)

■ 岩盤
■ 玉石混じり礫質土



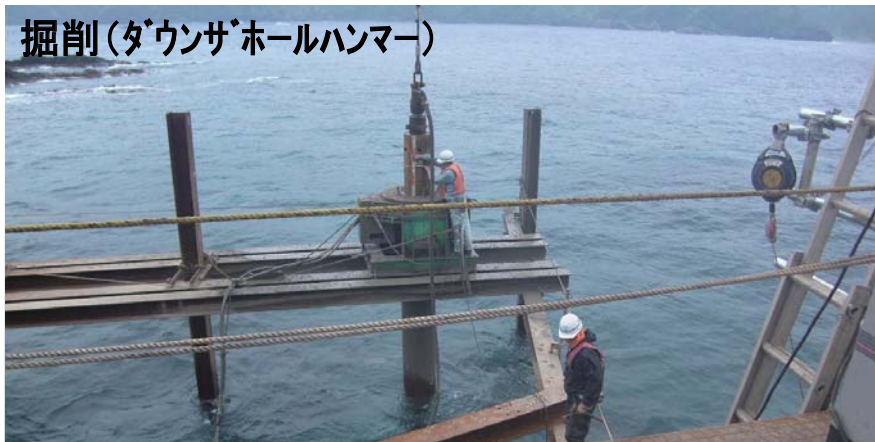
鋼管継足し



ケーシング挿入



掘削(ダウンザホールハンマー)



工事名 東海道路整備(交付金)工事(東田原戸築橋1区)
仮橋・仮棧橋橋脚設置工
杭基礎形式 C-12
削孔長換算
削孔始 7.40
削孔終 17.50
10.10

鋼管建て込み

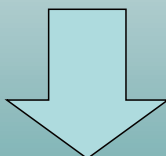


<問題点>

仮栈橋の進捗毎に支持地盤の確認を行うと、工程の大幅な遅れが懸念される。(資材調達に要する期間が長い)

<対応方針>

工程の遅れが生じないように、事前に調査を行い支持地盤を把握する。



海底弾性波探査の実施

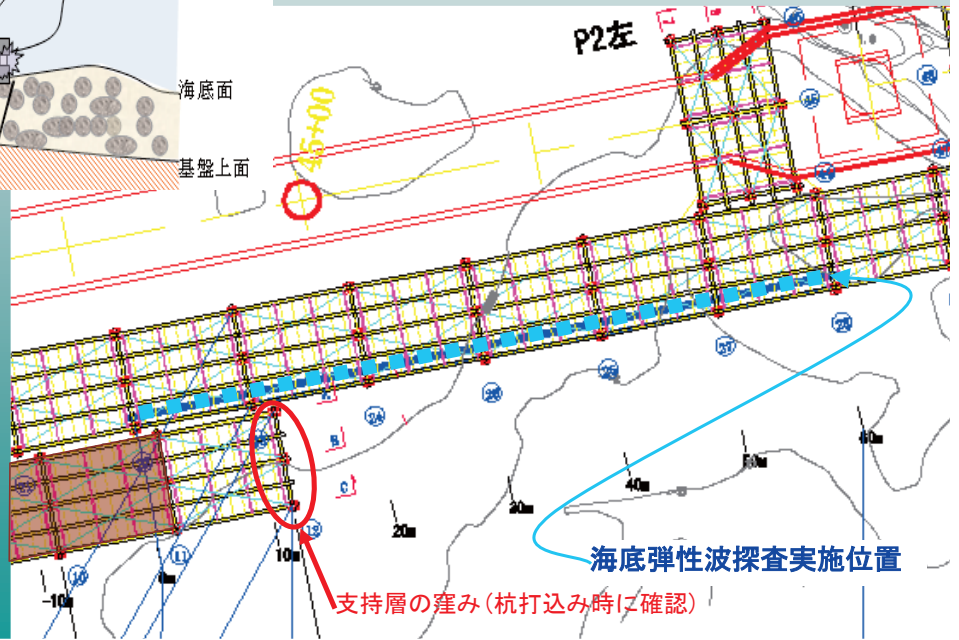
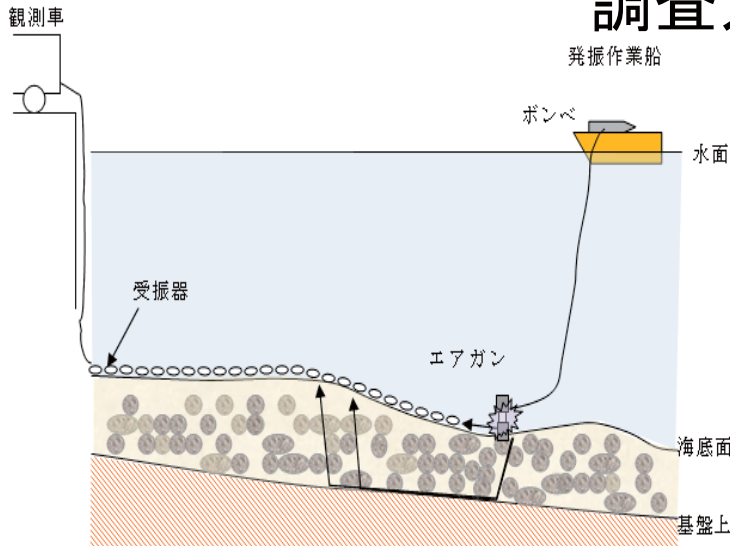
- 短期間で調査できる。
- 広範囲において、支持層を線で確認できる。

ボーリング調査で支持地盤を把握するには、多数の調査箇所を要し、多大な時間と費用がかかるので現実的でない

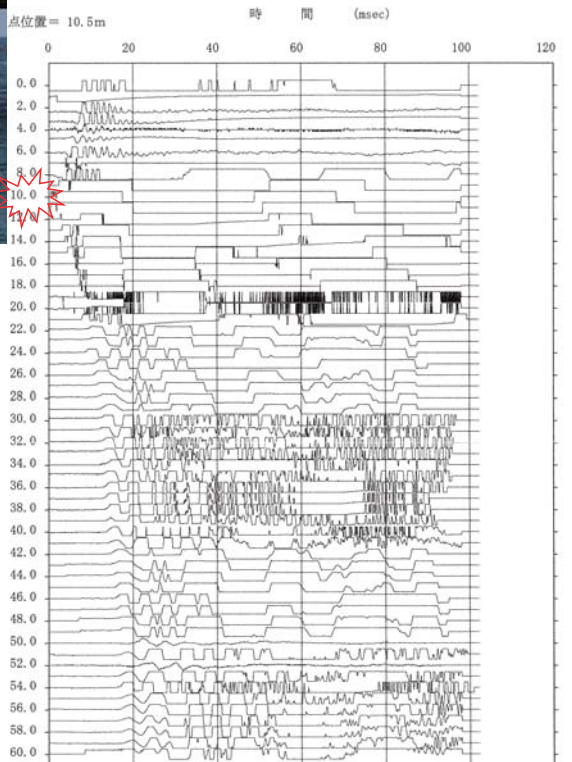
<物理探査の比較>

物理探査方法	概要	対象地盤に対する問題点	適用の可否
①音波探査	・ 船に送信・受信機を載せ曳航し、発振を海面で行う。海底で生じる反射波を捕らえることで、地質構造を把握する。	・ 地表面の砂礫及び玉石層の硬度が高いため、反射波が地中まで到達しない可能性が高く、岩盤深度の把握が困難である。	不可 (困難)
②電気探査	・ 海底地盤に電極を配置し地中の電気抵抗を測定し、地下構造を把握する。	・ 水深が浅いため、計測後の解析誤差が大きく、岩盤深度の把握が困難である。	不可 (困難)
③屈折法探査	・ 海底地盤に等間隔の音波発信源を配置し、弾性波速度を計測することで、地質構造を把握する。	・ ①、②より探査精度が落ちるものの、表層地盤の影響や水深に影響を受けにくい手法である。	可

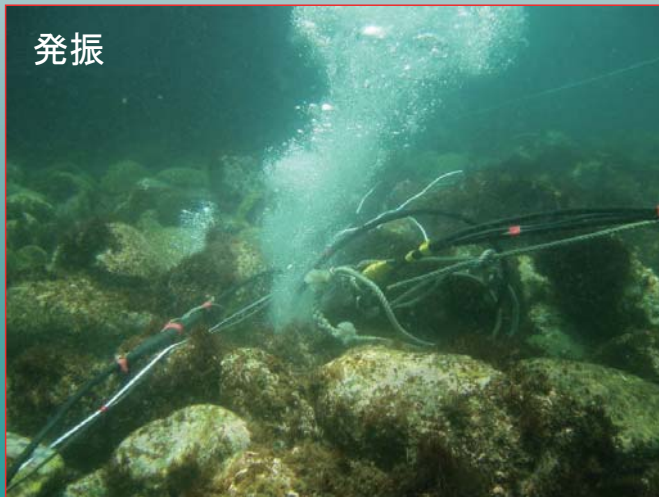
調査方法



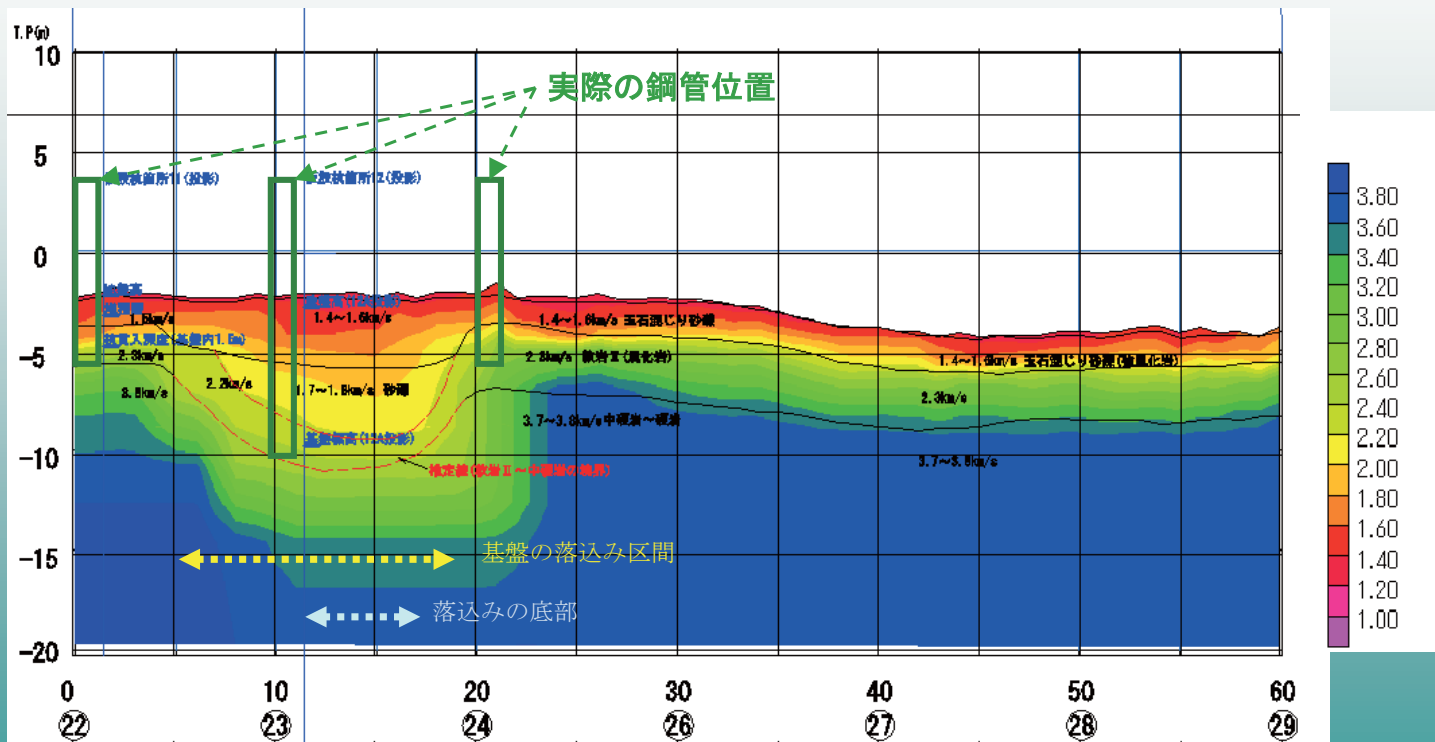
探査状況



発振

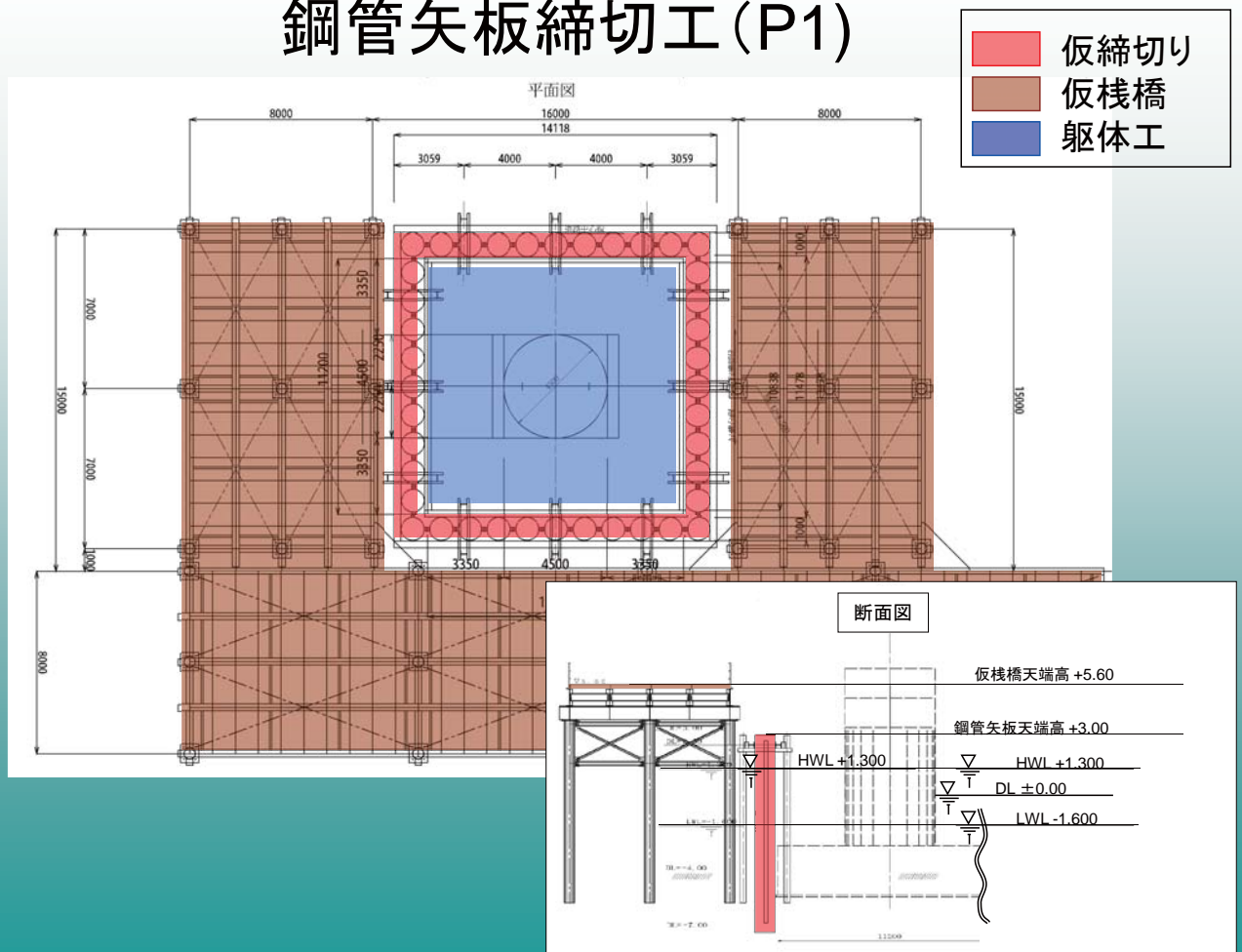


調査結果



3. 新工法・特殊資材の採用

鋼管矢板締切工 (P1)



鋼管矢板締切りにおける条件

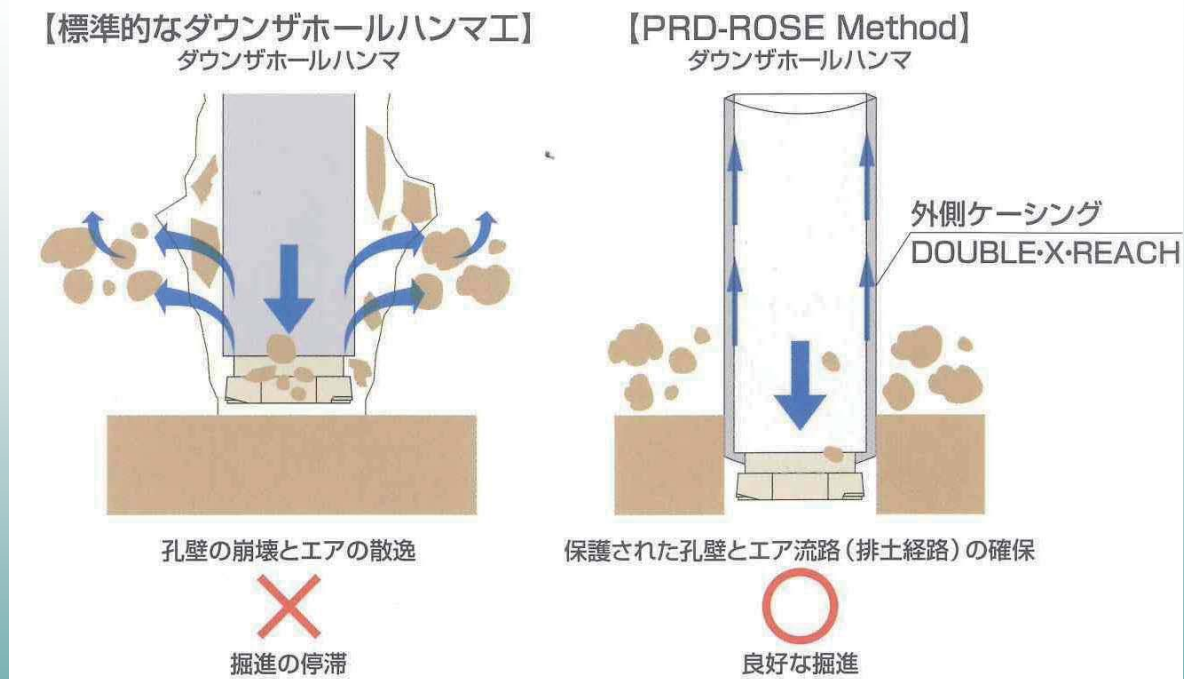
- 海象条件（波浪・潮流）が厳しい。
- 地質は玉石・岩盤である。
- 継手を有する構造なので高い精度を求められる



早く、正確に岩盤を掘削し、鋼管矢板を打ち込む必要がある。



大口径高速岩盤掘削システム (PRD-ROSE Method series) の採用



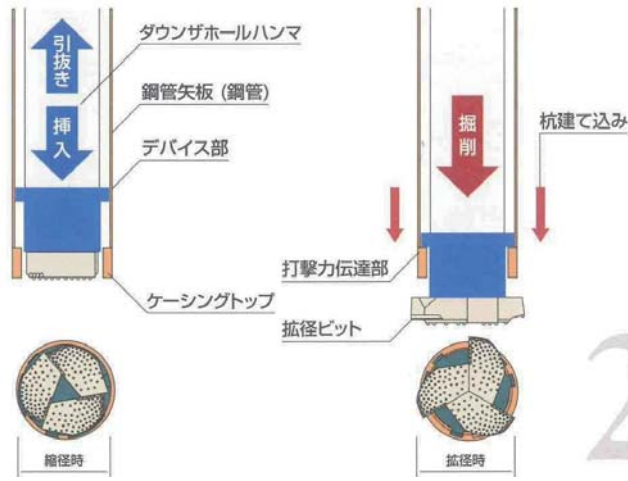
ハンマーの駆動用として供給されたエア（圧搾空気）を使って、掘削屑（スライム）を吹上げる。



ケーシング上端より孔外へ排出する。

【ハンマ挿入・引抜き時—縮径状態】

【掘削・杭建て込み時—拡径状態】



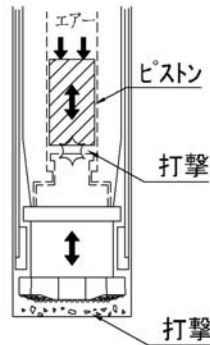
打撃力

ハンマーの駆動源となるエア（圧搾空気）をコンプレッサーより供給する

ハンマー内のピストンが駆動

ピストンの打撃力をビット先端に伝達する
(1分間に700~1400回打撃)

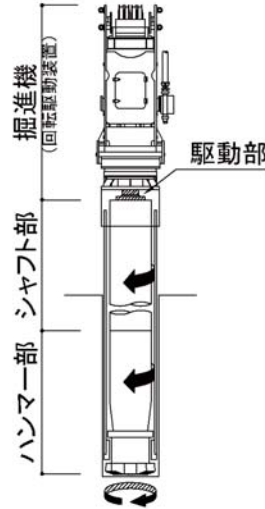
※連続的な打撃破砕により、掘削対象を粉砕する



回転力

掘進機の駆動によりシャフト部に回転力を供給する

ハンマー部(ビット先端)に回転力が伝達
(1分間に20~30回転)



鋼管矢板先端補強材(ケーシングトップ)



継手部先端補強材(カティングツース)

掘削状況



拡径ビット



高機能PC鋼材の採用

藺牟田瀬戸架橋は、厳しい環境下(海上)に架設される橋梁であり、高い耐久性を要求される。



- 工場の行き届いた品質管理下で防食加工されることから、輸送、保管、架設に至る期間の防食が確保できる。
- 内部充填型エポキシ樹脂被覆PC鋼より線を使用することにより、万が一グラウト充填状況が不十分となった場合においても、構造物の耐久性への影響を著しく減ずることができる。
- プレグラウトPC鋼より線を使用することにより、グラウト作業が不要となるため、施工の省力化が図られ、工期短縮が見込める。

防食鋼材

ECFストランド

(内部充填型エポキシ樹脂被覆PC鋼より線)

ECFストランドの外觀



標準型
(フロガード)



PE被覆型

付着型
(フロボンド)

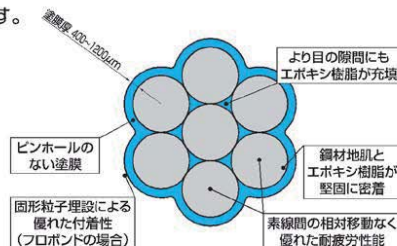


橋梁の桁内に外ケーブルとして配置されたECFストランド

ECFストランドはPC鋼より線に高品質エポキシ粉体塗装を施した防食鋼材で、ケーブルの耐久性を高めるために開発されたものです。塩害対策橋など特に高耐食性を要求される場合やノングラウトの外ケーブル、グラウンドアンカー等にご採用いただいております。我が国の防食鋼材で最も信頼されるものとして高い評価をいただいております。

また、エポキシ樹脂被膜の保護により通常のPC鋼より線に比べ、耐フレティング疲労特性等が一段と向上することから、エクストラードス橋の斜材にも一般的にご採用頂いております。

なお、当社ECFストランドは、土木学会規準JSCE-E141-2010、構造物施工管理要領(2010年7月)にそれぞれ適合しており、安心してお使いいただける製品です。



防食鋼材

プレグラウトPC鋼材

プレグラウトPC鋼材の外観



プレグラウトPC鋼材はあらかじめ工場で鋼材に後硬化型の樹脂が塗布し、さらにポリエチレンシースによる被覆を施しているため、現場でのグラウト作業が不要となる鋼材です。このため、省力化、PCケーブルと構造物の信頼性向上、工期短縮などの様々なメリットがあり、床版横締め鋼材などに一般的にご採用頂いています。

また、硬化速度に及ぼす温度の影響が比較的小さい「湿気硬化型樹脂」を用いたものは、打設後のコンクリート温度が高いマスコン部材や、1本のケーブル内に温度履歴の大きな差が生じるような場合、例えば橋梁の主方向PC鋼材などにも適用が可能です。さらに、季節や部位による温度変化に対しても1種類の樹脂タイプで対応できるため、樹脂選定や鋼材配置間違いの懸念がありません。

鋼材の配置状況



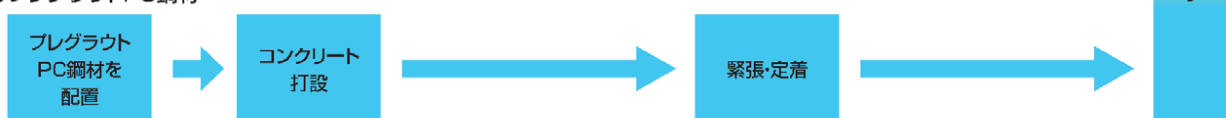
プレグラウトPC鋼材

従来工法との工程比較

●従来工法



●プレグラウトPC鋼材



アスファルトマット及びハイドロクリートの採用

アスファルトマット

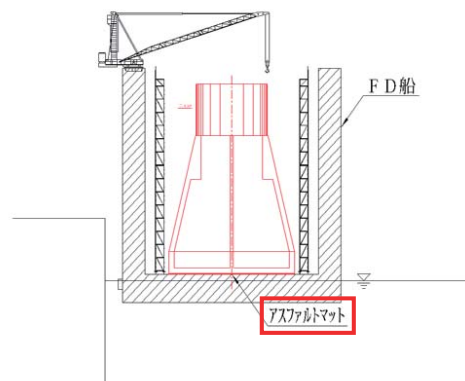
→不陸整正のため
(ケーソン底盤部と均しコンクリートの接触部)

ハイドロクリート

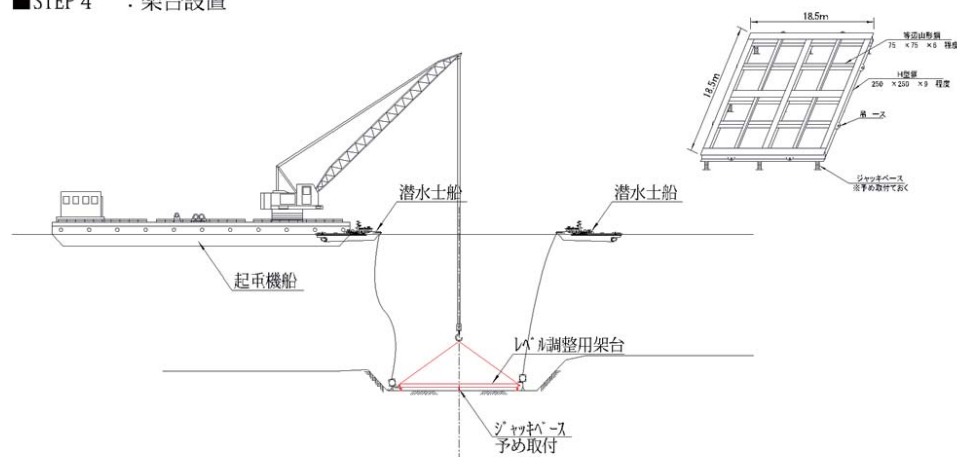
→現場作業の省力化
(常に潮流の影響を受ける海中での均しコンクリート・埋戻しコンクリート)

【製作—運搬—据付—充填】

■STEP 1 : コンクリート殻製作

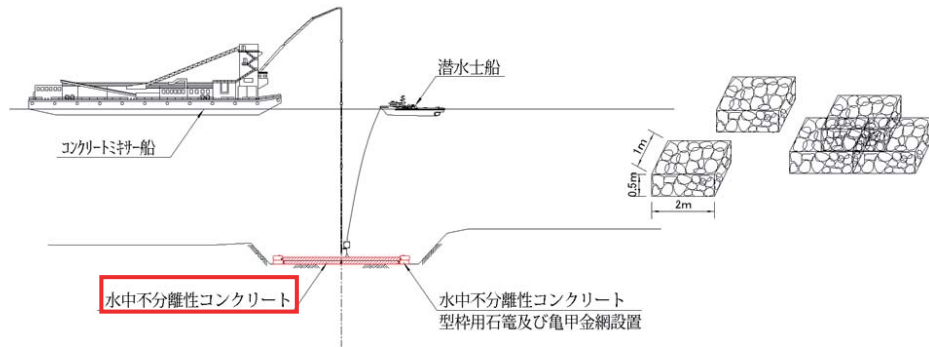


■STEP 4 : 架台設置



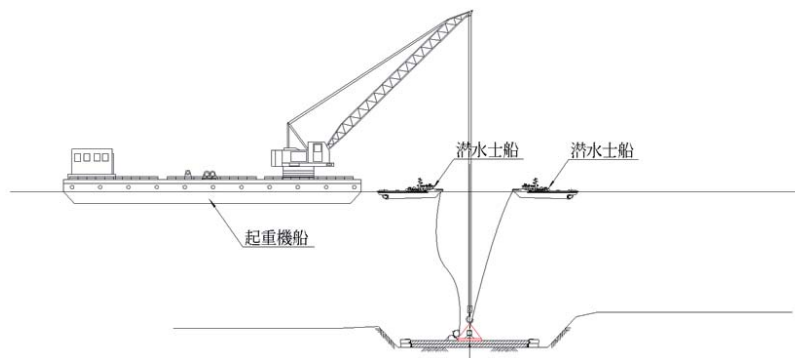
底面均しの精度を向上させるために予めジャッキベースを取り付けた架台を起重機船で据付ける。

■STEP 5 : 均しコンクリート打設 (水中不分離)

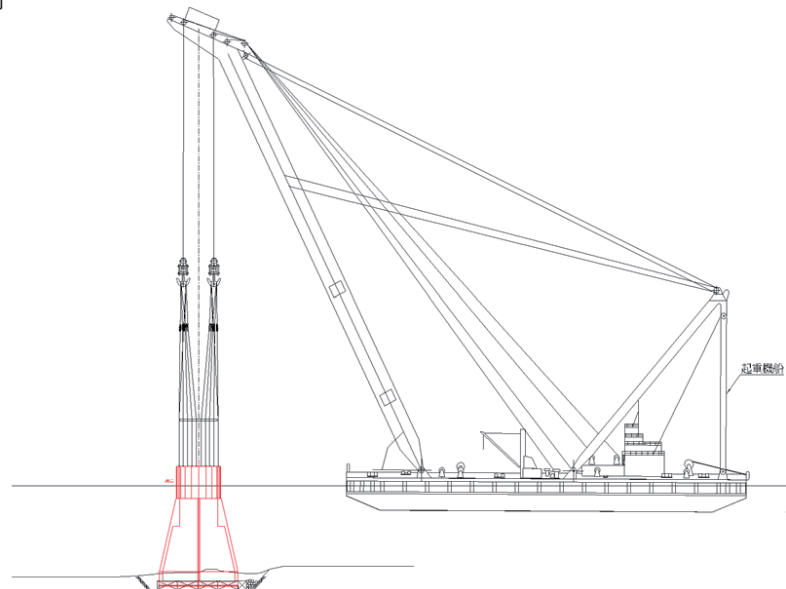


コンクリートミキサー船にて均しコンクリート (水中不分離コンクリート) を打設する。流出を防止するために、蛇籠にラスを敷設したもの等を側面に設置する。

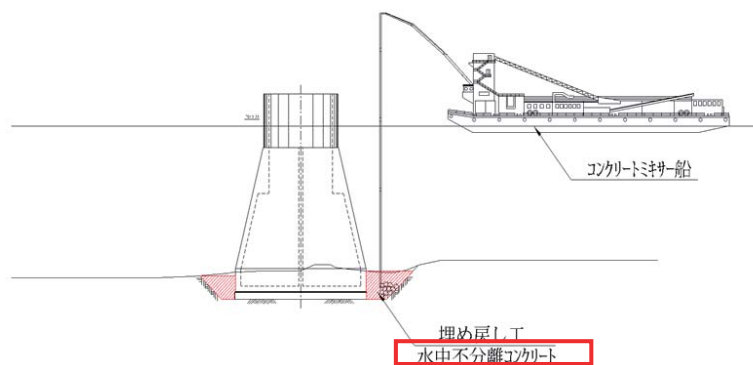
■STEP 7 : 定規材 (H鋼) による均しコンクリート天端仕上げ



■STEP 10 : 据付



■STEP 11 : 埋め戻しコンクリート打設



摩擦増大用アスファルトマット (KAM) → 不陸整正用として使用

ケーソン、L型ブロックなどの重力式構造物の摩擦増大用として高波浪、地震に耐えて半世紀これからも支え続けます。

特徴

- ①摩擦係数が大きいので、断面縮小し工費節減できる。
混成堤では、捨石同士の摩擦係数0.8が使用可能。
- ②長期耐久性が確認されている。
- ③粘弾性体である。
- ④比重が2.2以上
マウンド敷設の際に、施工時の安定性に優れている。
- ⑤捨石マウンド反力の集中荷重分散効果が大きい。

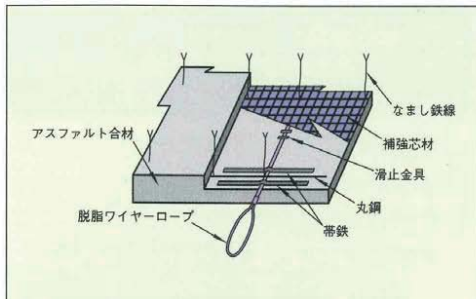


潜水土による耐久性試験用マットの採取状況

30～40年前に設置した防波堤ケーソンの底部からマットを採取し、試験の結果、性状は安定し、摩擦係数も変化していない事を確認。



構造



管理基準値

		摩擦増大用アスファルトマット	
構造	厚さ	8 cm ~ → 6cm	
	補強材	ガラスクロス NK #70	
および 試験 基準 値	温度20℃	比重	2.2 以上
	変位速度20mm/min	曲げ強度	2.0N/mm ² 以上
		" たわみ量	3mm 以上
	温度20℃	圧縮強度	2.0N/mm ² 以上



フローティングドック上のKAMの敷設状況

臨海土木工事 ハイドロクリート

(水中不分離性コンクリート)

ハイドロクリートは水中でも材料分離が少なく、大規模工事から補修工事までさまざまなニーズに対応できる水中コンクリートです。

特徴

- ①水中での高品質コンクリートの確保
- ②水質汚濁の防止
- ③優れたセルフベリング性
- ④フリーディングの防止
- ⑤水中施工性の向上
- ⑥長期耐久性

適用工事

- ①水中における鉄筋コンクリート工事
- ②薄くて広い面積の水中コンクリート工事
- ③補修、補強、緊急補修などの工事
- ④斜面の水中張石固結工事
- ⑤狭い間隙などへの充填工事
- ⑥周囲の汚濁防止に主眼をおいた工事



優れた流動性（スランプフロー試験）



水中における濁り発生テスト



鯛が遊泳する中でハイドロクリート打設中