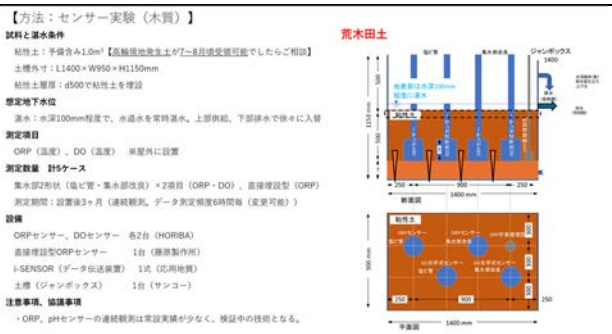
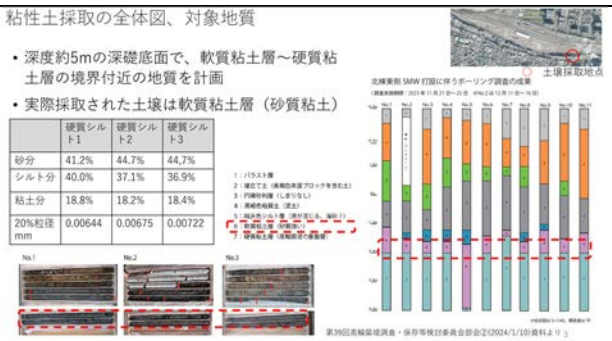
３．高輪築堤跡整備基本計画策定委員会 ワーキンググループにおける検討結果の概要

（１）高輪築堤跡のモニタリングに関するワーキンググループの記録

１）第１回高輪築堤跡のモニタリングに関するワーキンググループ開催概要

<table>
<tr><th colspan="2">会議概要</th><th>主な意見</th></tr>
<tr><td colspan="3">2024（令和 6）年 6 月 20 日　10：30～　Web 会議</td></tr>
<tr><td>出席者</td><td>委員会委員　：髙妻洋成 委員
オブザーバー：JR 東日本コンサルタンツ株式会社
事務局　：東日本旅客鉄道株式会社
サポート　：パシフィックコンサルタンツ株式会社
応用地質株式会社</td><td rowspan="2">・土質センサーの位置は効果的に土に届くことが重要である
・木質部の調査については pH も計測する
・事例から、維持の機器設置は新規でも現状変更は許可される
・土質数値は斜面で計測したく機器交換を考えて石で隠す
・データロガーは見た目で困っており配慮する必要がある
・データ計測は１日１回は少なく安定まで 2～4 回は必要である
・観測井戸は地下水枯渇現象の対策検討のため必要である
・観測井戸は地下水上流側で築堤水域に近いほうがよい
・3 街区の方は位置関係から既存の井戸 G と H でよい
・水質は必要に応じ築堤水域や観測井戸から検査できるので常時観測する必要はない
・還元性に関する実験、木質部土槽実験は計画の通りでよい</td></tr>
<tr><td>議題</td><td>・WG 概要・スケジュール
・保存活用計画・モニタリング基本計画の内容
・地下水位変化状況と観測井戸位置
・現地土壌等の還元性・センサー適用性に係る実験計画
・実験に用いる現地土の採取計画</td></tr>
<tr><td>使用資料</td><td>次第
資料 1：WG の建付けと検討課題
資料 2：設計期間を含むとりまとめ目標時期
資料 3：これまでの検討内容
資料 4：地下水位の状況
資料 5：遺構公開後の継続観測井戸位置
資料 6：遺構の保存性能に係る現地土壌等の還元性に関する実験計画について
資料 7：木質部の保存状況モニタリングセンサー適用性に係る土層実験計画について
資料 8：実験に用いる現地土の採取計画と埋土材について</td><td> 
資料抜粋：木質部土層実験内容</td></tr>
</table>

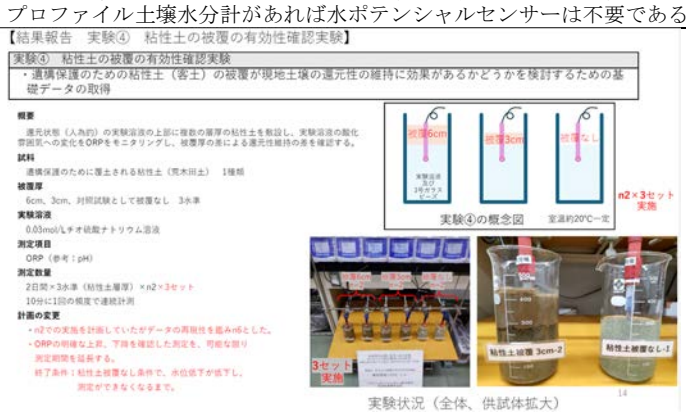
２）第２回高輪築堤跡のモニタリングに関するワーキンググループ開催概要

<table>
<tr><th colspan="2">会議概要</th><th>主な意見</th></tr>
<tr><td colspan="3">2024（令和 6）年 9 月 5 日　14：30～　応用地質株式会社コアラボ会議室</td></tr>
<tr><td>出席者</td><td>委員会委員　：髙妻洋成 委員
事務局　：東日本旅客鉄道株式会社
サポート　：パシフィックコンサルタンツ株式会社
応用地質株式会社</td><td rowspan="2">・検討課題は了解した
・群杭レベルまで水位上昇がセンサーで確認できれば十分還元性が保たれていると言える
・群杭の下方に溶存酸素が下りていないか監視することが木質モニタリングの目的である
・実験の水位低下計測だけでは還元状態を証明できない
・埋土が現地土より水を吸い上げる力が強ければ理論上水位低下しても土壌水分は低下せず保存状態に問題ない
・これを別途室内実験に追加して立証できればモニタリング計間隔を伸ばせる
・還元状態の回復度合いを見る新たな実験⑤を検討する
・現地土・地下水採取及び現状の実験状況は了解した
・論文発表を検討する</td></tr>
<tr><td>議題</td><td>・WG 概要（検討課題確認）
・モニタリング基本計画更新版
・地下水位変化状況と現地の土壌状況の確認
・土壌・地下水採取報告
・実験経過の確認</td></tr>
<tr><td>使用資料</td><td>次第
資料 1：WG の検討課題と進行状況
資料 2：第 1 回 WG 開催記録
資料 3：とりまとめスケジュール
資料 4：これまでの検討内容
資料 5：地下水位変化の最新状況
資料 6：遺構公開後の継続観測井戸位置
資料 7：実験に用いる現地土の採取について
資料 8：遺構の保存性能に係る現地土壌等の還元性に関する実験経過について
資料 9：実験及び覆土に用いる荒木田土の選定について
資料 10：木質部の保存状況モニタリングセンサー適用性に係る土層実験実施方針について</td><td> 
資料抜粋：採取する現地土</td></tr>
</table>

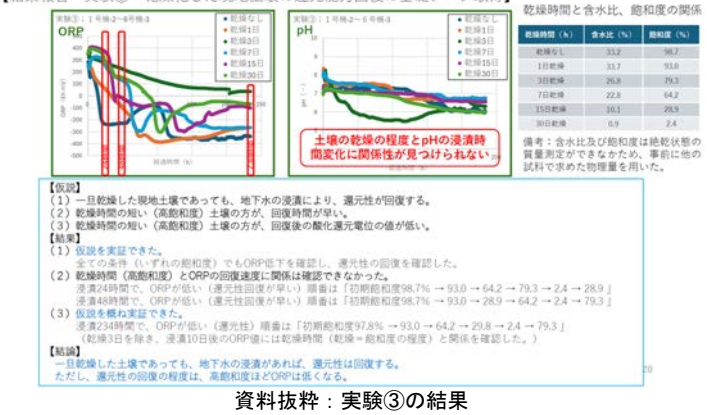
3）第 3 回高輪築堤跡のモニタリングに関するワーキンググループ開催概要

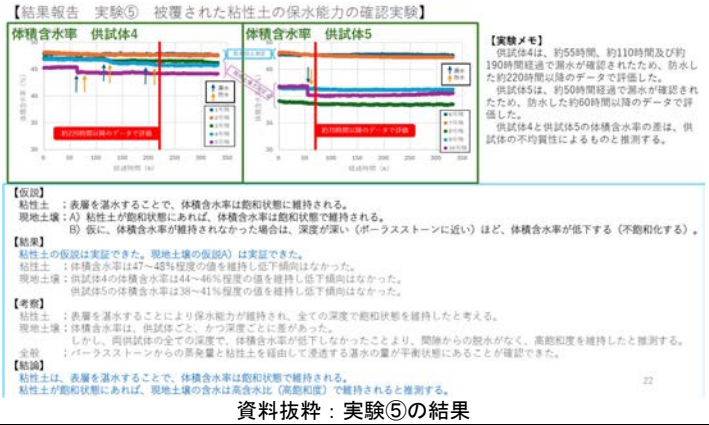
会議概要		主な意見
2024（令和 6）年 10 月 4 日　13：30～　応用地質株式会社つくばオフィス小会議室		
出席者	委員会委員　：髙妻洋成 委員 事務局　：東日本旅客鉄道株式会社 サポート　：パシフィックコンサルタンツ株式会社 応用地質株式会社	・ロガーボックスの規模と位置、電源等は実施設計と調整する ・今後は地下水位を泉岳寺再開発でも同様のデータが取れるよう調整する ・ORP センサーは故障等を考慮して 2 本とする ・土壌水分計は石垣の裏込めの隙間にある土に刺す形とする ・クラウドのデータ管理は効率的だが、現地にデータを取りに行く行為がメンテナンスや目視確認を継続させることに繋がるため、メンテナンス計画を検討する際に考慮する ・ロガーは維持管理をしやすい場所への設置を検討する
議題	・WG 概要（検討課題確認） ・モニタリング基本計画の更新 ・地下水位変化状況と現地の土壌状況の確認 ・土壌・地下水採取報告 ・実験経過の確認	
使用資料	次第 資料 1：第 2 回 WG 開催記録 資料 2：とりまとめスケジュール 資料 3：モニタリング基本計画更新版（設置箇所） 資料 4：地下水位変化の最新状況 資料 5：遺構の保存性能に係る現地土壌等の還元性に関する実験経過について 資料 6：木質部の保存状況モニタリングセンサー適用性に係る土層実験実施経過について	 資料抜粋：モニタリング機器設置箇所案

4）第 4 回高輪築堤跡のモニタリングに関するワーキンググループ開催概要

会議概要		主な意見
2024 年 11 月 20 日　10：20～　Tokyo Yard Building 4F 会議室		
出席者	委員会委員　：髙妻洋成 委員 事務局　：東日本旅客鉄道株式会社 サポート　：パシフィックコンサルタンツ株式会社 応用地質株式会社	・井戸 H1a、H1b は作り替える ・実験②で水位を低下させると ORP が上昇する（pH は正常値） ・実験④で荒木田土の被覆による酸化抑制効果を確認した（厚みの差は影響が小さい） ・被覆がないと酸素の影響で pH が変化するため荒木田土の被覆効果があると判断できる ・水位計測結果より形状を問わず水の侵入が確認されたので現地に設置する集水部は塩ビ管でよい ・粘性土の被覆で木材が還元環境に保たれるという判断は違い、木材の酸化が進むので周囲土が微生物活動によりアルカリ化する傾向があるので、木材から離れるほど還元状態になるという傾向に注意すること ・雨量計は JR の既設データを活用する ・データ収集はクラウドを活用し別途現場観察を管理プログラム化する ・プロファイル土壌水分計があれば水ポテンシャルセンサーは不要である
議題	・WG 概要（検討課題確認） ・モニタリング基本計画更新版 ・地下水位変化状況の確認 ・実験経過の確認 ・モニタリング機器設置箇所	
使用資料	次第 資料 1：第 3 回 WG 開催記録 資料 2：とりまとめスケジュール 資料 3：地下水位に関する関連報告 資料 4：遺構の保存性能に係る現地土壌等の還元性に関する実験経過について 資料 5：木質部の保存状況モニタリングセンサー適用性に係る土層実験実施経過について 資料 6：今後の降水量観測について 資料 7：モニタリング基本計画更新版（設置箇所）	 資料抜粋：実験④の実施状況

5）第 5 回高輪築堤跡のモニタリングに関するワーキンググループ開催概要

<table>
<tr><th colspan="2">会議概要</th><th>主な意見</th></tr>
<tr><td colspan="3">2025 年 1 月 30 日　13：30～　Tokyo Yard Building 4F 会議室</td></tr>
<tr><td>出席者</td><td>委員会委員　：髙妻洋成 委員
事務局　：東日本旅客鉄道株式会社
サポート　：パシフィックコンサルタンツ株式会社
応用地質株式会社</td><td rowspan="2">・計測数値は危険値ではないが、地下水の蒸散機能を遺構が担うので硫酸ナトリウム等が析出し塩類風化が進むため、水で洗い流す仕組みが必要である
・水質データの継続調査は、後年にスプリンクラー設備の必要性が問われた際の根拠として示せる
・現場透水試験は 1 井戸 1 回とする
・実験③⑤の結果を一般的な傾向とするのは注意が必要である
・乾燥期間が長いと還元状態への回復程度も低くなることが確認された
・効果が確認できた荒木田土の施工方法が今後の課題である
・水で練られた状態の粘土を施工が望ましい
・手作業で粘性土を練り込み施工した事例（東名遺跡）がある
・硫酸イオンと ORP が計測できるとよいがモニタリング指標は Do でよい
・木質部モニタリングセンサー土層実験は今後継続観察する
・公園部は資料位置へのセンサー・ロガー配置とする
・第 7 橋梁部は、土質部センサー・ロガーが電池駆動のため資料位置とし、木質部は張出階段下へのセンサー配置、取水口付近へのロガー配置とする
・センサーデータをモニタ等で来訪者に可視化できるように展示を検討する
・今回結果で実施設計を進める</td></tr>
<tr><td>議題</td><td>・WG 概要（検討課題確認）
・モニタリング基本計画更新版
・地下水位変化状況の確認
・実験経過の確認
・モニタリング機器設置計画</td></tr>
<tr><td>使用資料</td><td>次第
資料 1：第 4 回 WG 開催記録
資料 2：とりまとめスケジュール
資料 3：地下水位に関する関連報告
資料 4：遺構の保存性能に係る現地土壌等の還元性に関する実験経過について
資料 5：木質部の保存状況の土層実験経過とモニタリングセンサー適用性について
資料 6：モニタリング基本計画更新版（設置箇所・機器比較）
資料 7：設置位置の検討及び史跡部模型への反映について</td><td>【結果報告　実験③　乾燥化した現地土壌の還元能力回復の基礎データ取得】
 

資料抜粋：実験③の結果
 

資料抜粋：実験⑤の結果</td></tr>
</table>

（２）高輪築堤跡のモニタリングに関するワーキンググループで取りまとめたモニタリング計画（案）

１）モニタリングの目的

高輪築堤の本質的価値を構成する要素である遺構（木質・石質・土質要素）を将来にわたり確実に保存管理していくために、整備前、整備時及び整備後の保存環境を把握し、遺構の保存に適した環境を維持していくためのモニタリングを継続的に実施する。

２）保存対象遺構と必要な措置

保存環境の改善の対象となる本質的価値を構成する要素は、材質により、群杭等の「木質要素」、石垣等の「石質要素」、盛土等の「土質要素」に分類され、それぞれ必要な保存環境が異なるため、各要素の材質に合わせた措置が必要である。

・木質要素：木質の腐朽・紫外線による劣化を防ぐための措置

・石質要素：塩類析出や乾湿繰返しによる劣化を防ぐための措置

・土質要素：土の流出や乾燥、湿潤、乾湿繰返しによる劣化を防ぐための措置

３）モニタリングの段階の設定

高輪築堤の本質的価値を構成する要素の保存状況を把握するためのモニタリングについては、以下のような段階が考えられる。

① 整備前：周辺工事中の保存環境の把握・露出後のモニタリングのための事前実験

土中で安定して保存されている状態での保存環境を把握する。

周辺工事による変化や影響を把握する。

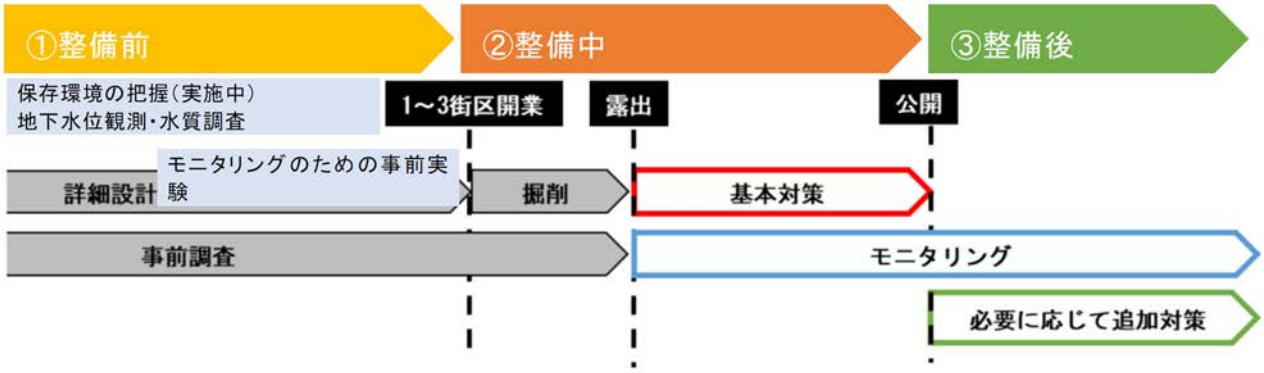
② 整備時：露出後の保存環境の把握

露出による変化や対策の実施による変化を把握する。

③ 整備後：保存整備後の保存環境の把握

対策の効果の検証や追加対策の必要性を検討するための基礎資料とする。

このうち①については、現在、継続的な地下水位観測と定期的な水質調査を実施している。



図資-3-1：モニタリングの段階（保存活用計画 図 8-2-2 に加筆）

4）木質部のモニタリング計画

4-1）モニタリング項目

木質部の遺構の要素としては、築堤の基礎となる群杭等が該当する。木質要素の腐朽や紫外線による劣化に影響を与える可能性がある、酸素、紫外線の状況を把握することが求められる。このため、各目的に合わせて以下のモニタリング項目を決定した。

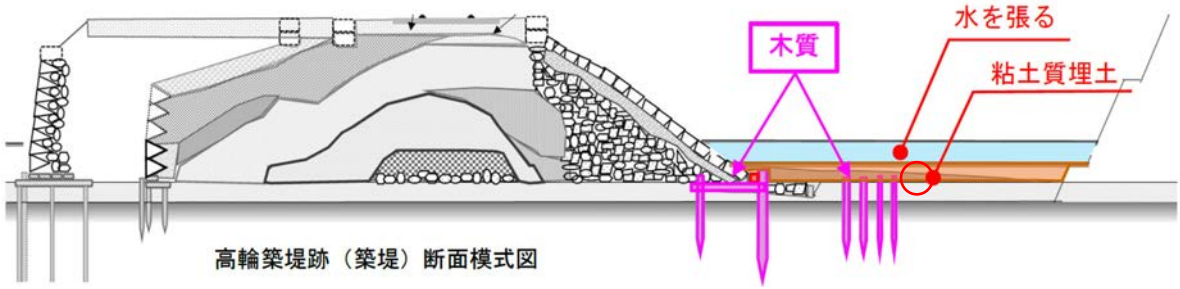
ア 酸素の遮断　：粘土質埋土の間隙水中の溶存酸素と酸化還元電位

イ 紫外線の遮断：粘土質埋土上部の水の水温、粘土質埋土中の温度

表資-3-1：木質部のモニタリング項目

項目		監視基準	理由
当初項目	水温	基準は設けない	粘土質埋土あるいはそれを被覆する覆土上に張った水の現況温度を把握することが目的のため
	酸化還元電位	＋200 mV 程度を超えないこと	先行事例における採用基準
	溶存酸素	2 mg/L を超えないこと	先行事例における採用基準
オプション	粘土質埋土内の温度	安定していること	先行事例における採用基準
	pH	6～8 程度を逸脱しないこと	先行事例における採用基準
	電気伝導率	安定していること	酸化が進行すると、硫化鉱物の分解により値が上昇するため

※なお、pH、電気伝導率は検討対象外としたが、酸化還元電位センサーを差し替えることで測定は可能である。



図資-3-2：保存活用計画における木質部の断面模式図と整備方法

4-2）モニタリング機器の選定

木質部のモニタリング（直接的には粘土質埋土の間隙水のモニタリング）に当たり、間隙水の測定部分を酸素に触れさせず還元性を保つ必要がある。従来型であればセンサーを土壌中に直接埋設してきたが、長期の観測を踏まえるとセンサー故障時の交換が難しくなる。ここでは、粘土質埋土中に集水部を設け、集水部内に密閉してセンサーを設置する内管を加えることで、地表からセンサーを交換可能な手法とする。

センサー実機と模擬粘性土を用いた土槽実験を行い、粘性土中の還元性を保ちながら測定が行えるか適用性を確認し、施工性も踏まえて最適の機器選定を行った。

		間隙水の水温、溶存酸素、酸化還元電位	データロガー（クラウド）
商品名 （メーカー）		MNAD センサー（応用地質） センサーロッド 	i-SENSOR2 M4（応用地質、MODEL 4880）
特徴		・ 酸化還元電位（ORP）測定：間隙水内にセンサーロッドに設置し、白金電極と比較電極を接続し両者の電位差から測定する。DO センサーにて同時測定する水温で温度補正を行う。 ・ 溶存酸素（DO）測定：間隙水内設置の光学式センサーにより、励起光に対して酸素濃度から生じる発光時間から測定する※1。水温測定機能もある。	・ センサー、データ収録、通信機能を一体化。ケーブルおよび電源装置など大掛かりにならず、コンパクトなシステム構築が可能 ・ 測定・データ送信間隔、緊急通報の基準（しきい値）の設定機能を標準装備。基準値超過時に、自動的に測定、データ送信間隔を変更、緊急時の対応も可能。 ・ センサタイプは伸縮計、傾斜計、変位計、水位計、雨量計、間隙水圧計、電導率計、pH 計などで防災、環境モニタリングニーズ対応。 ・ インターネットデータ管理サービス（i-SENSOR Web）で、Web 上で i-SENSOR のデータを共有化。データ閲覧・ダウンロード、e-mail 警報通知サービスなどによる情報共有化、緊急時の対応可能
仕様	測定項目	ORP（酸化還元電位）、DO（溶存酸素）、温度、 （オプション）pH、電気伝導率	―
	精度・分解能 ※センサー単体は メーカー品	・ORP センサー（東亜ディーケーケー 6407L） センサー：内部液飽和 KCl ゲル、内極 Ag-AgCl 換算式 Eh＝計器指示値+223.87-1.011×温度℃ 分解能：1mV ・DO センサー（HORIBA DO-2000） DO 測定範囲、分解能：0～20mg/L、0.01mg/L 水温測定機能、測定範囲　0～50℃ ・塩ビ管（いどや） PVC50、（有孔管：横スリット幅 0.5mm、開孔率 12%）	・データロガー（i-SENSOR2 M4 MODEL4880） 接続チャンネル：4 チャンネル 測定間隔：5 分～12 時間 データ保存：約 33,000（項目数により変動データを保存） 入力電圧　DC+9V ～ DC+15V ・パケット通信 LTE CAT.1 インターネット閲覧（デジタル値表 、グラフ表示） ・しきい値設定 ・アラートメール送信先設定 ・センサーデータの電子化 ファイル出力（TSV）
	動作環境	（ORP センサー）-5～50℃　（DO センサー）0～50℃	温度 -20～50℃（結露なきこと）
	プローブ長	（DO センサー）φ43×230mm	―
	ケーブル長	10m（18m まで延長可）	―
	寸法	水面下集水部φ50×H1000mm（うちスクリーン 200mm）	i-SENSOR2 M4　　φ85×H400mm、2 kg以下（バッテリー除く） DO 変換機ボックス　400×500×200mm
	最大消費電力	30W（DO センサー20W、その他最大 10W）	

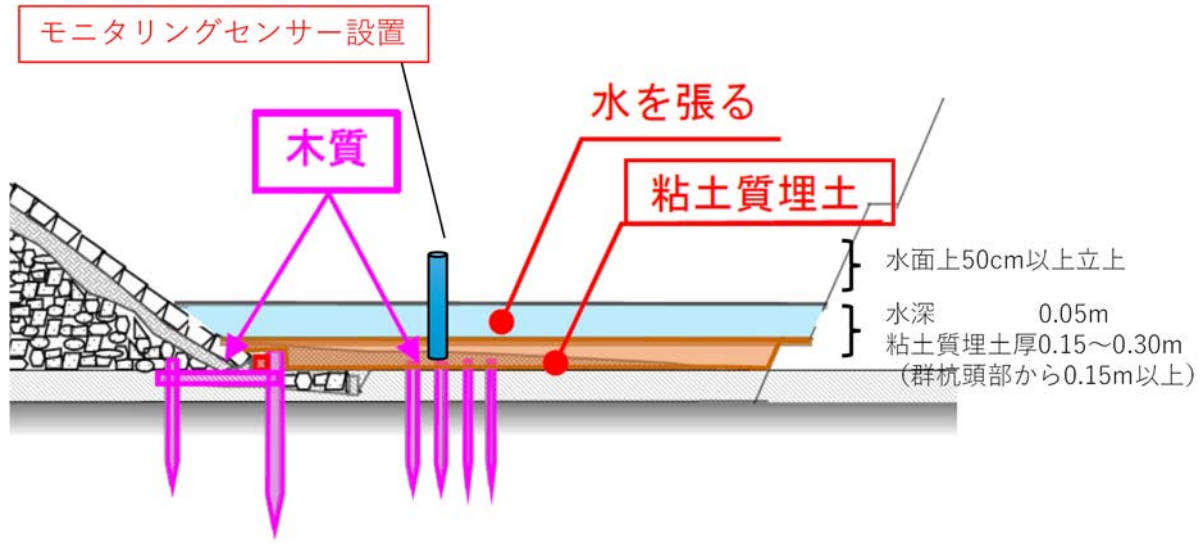
4-3）モニタリング（測定）の考え方

埋土内に間隙水を集水するスリットを配した PVC50（内径 50mm）の塩ビ管を設置し、塩ビ管内にセンサーロッド・ORP センサー、もしくは DO センサー（水温測定機能付き）を差し込むことで、間隙水のモニタリングを行う。測定値はデータロガー（クラウド）に蓄積し、インターネットデータ管理サービスにて共有化することで、管理者での継続的なモニタリングデータの確認を行う。

表資-3-3：木質部モニタリングの考え方

モニタリング項目	測定の考え方	土槽実験結果
酸化還元電位（ORP）	間隙水内のセンサーロッドに設置したセンサー内で、白金電極と比較電極を接続し両者の電位差から測定する。	測定地点間でばらつきがあるものの、還元性もしくは還元性寄りの測定値を示す。
溶存酸素（DO）	間隙水内設置の光学式センサーにより、励起光に対して酸素濃度から生じる発光時間から測定する。	貧酸素の測定値を示す。
水温	DO センサーにて同時測定する。	気温に応じた測定値を示す

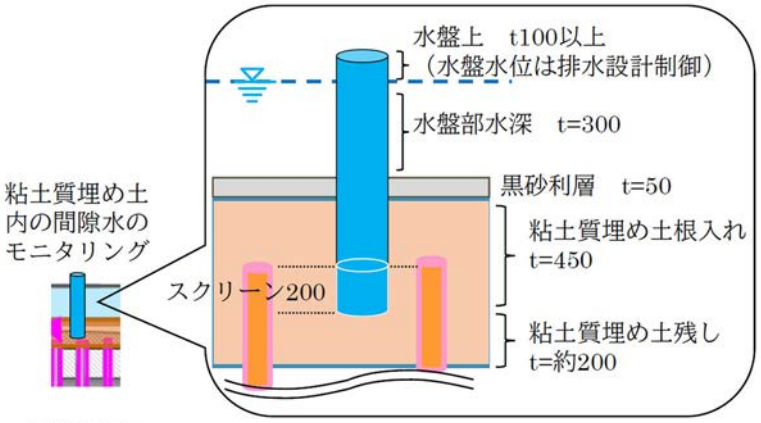
※粘土質埋土は透水係数が低く間隙水の移動が遅いため、地下水観測塩ビ管内への流入や水質変化も時間を要することに留意する。



図資-3-3：木質部モニタリングの概要

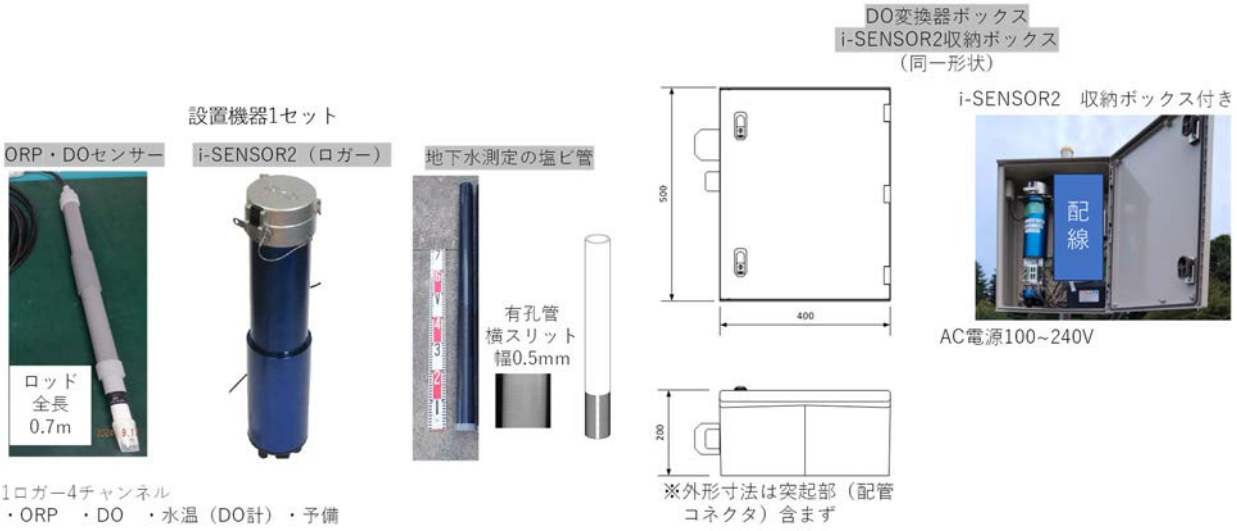
木質部モニタリングで設置する塩ビ管は、間隙水のスクリーン区間を粘土質埋土内に設ける。塩ビ管全長は 0.9m で、水盤水位上の立ち上げは 0.1m 以上とする（水盤水位は排水設計で一定に制御される）。粘土質埋土内の塩ビ管の根入れは 0.45m 程度とし、群杭頭部の一番高いところとスクリーン上端を同一高さとする。

塩ビ管全長　L=900、PVC50（内径50）
スクリーン　粘性土内t=200部分
根入れ　　t=450程度（群杭頭部とスクリーン上端を同一高さ）



水盤部水深　t=300
黒砂利層　t=50
土木シート　t=0とする
粘土質埋土　t=約650
※群杭頭部は一番高いところで粘性土上端から250mm程度（確認中）

図資-3-4：木質部モニタリングセンサー設置のための塩ビ管の設置図

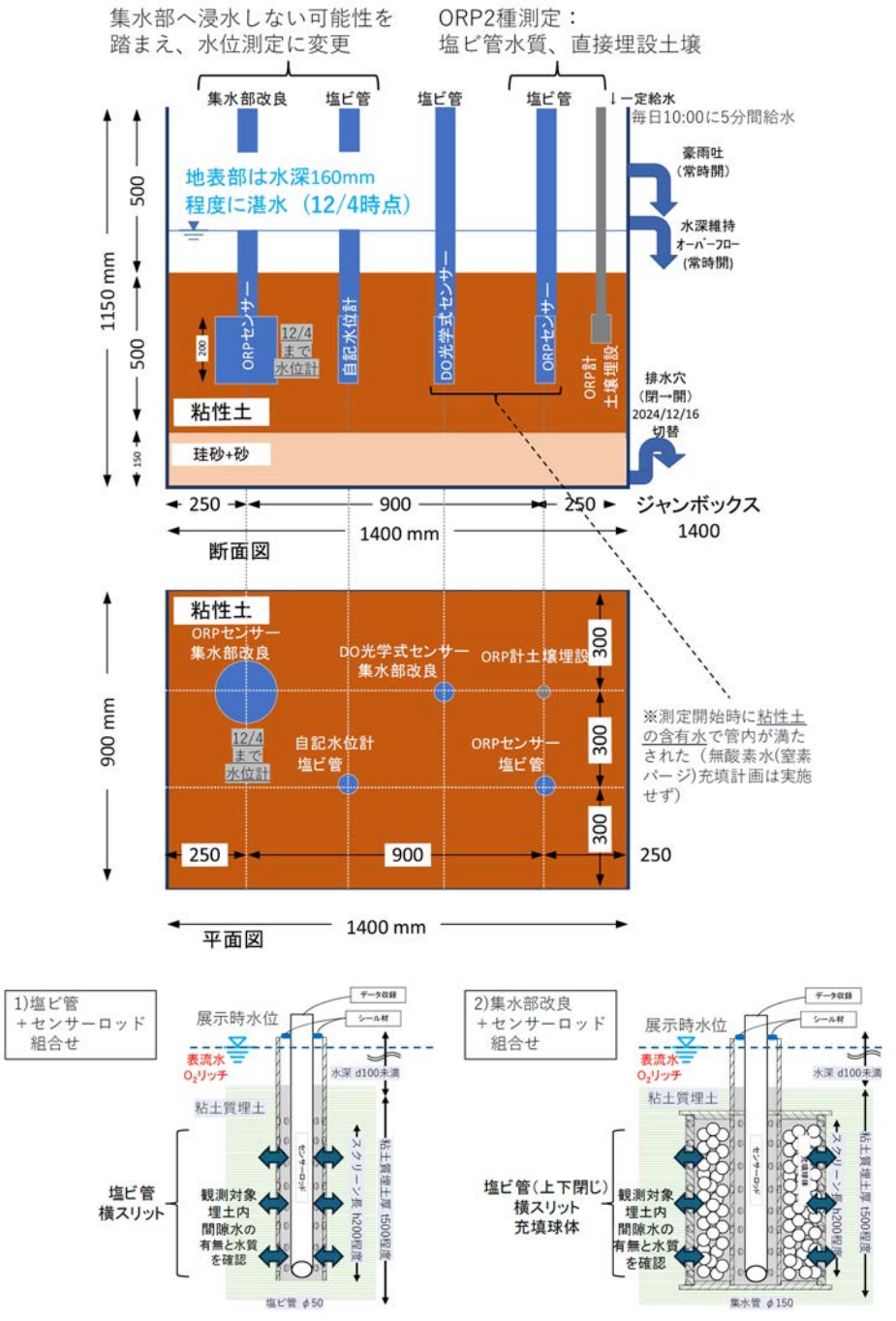


図資-3-5：木質部モニタリングセンサー設置機器図一覧

※参考：木質部モニタリングの検証実験

①センサー適用性検討実験

当該地に存在する遺構は現在まで比較的良好な保存状態を維持されており、露出展示後においても、木質部周辺の粘土質埋土が保存に適する状態となることを、間隙水のモニタリングで確認する計画となっている。しかし土壌粒子間に存在する間隙水を、直接モニタリングする方法は確立されていない。また、ORP、DO を測定する方法についても、連続的な測定に適したセンサーを選定する必要がある。そこで土槽実験を行い、埋土内間隙水測定方法とセンサー適用性を確認した。なお、本実験の検討及び報告は高輪築堤跡のモニタリングに関するワーキンググループで実施しているものである。



図資-3-6：センサー適用性検討のための土層実験及び塩ビ管構造比較検討概念図

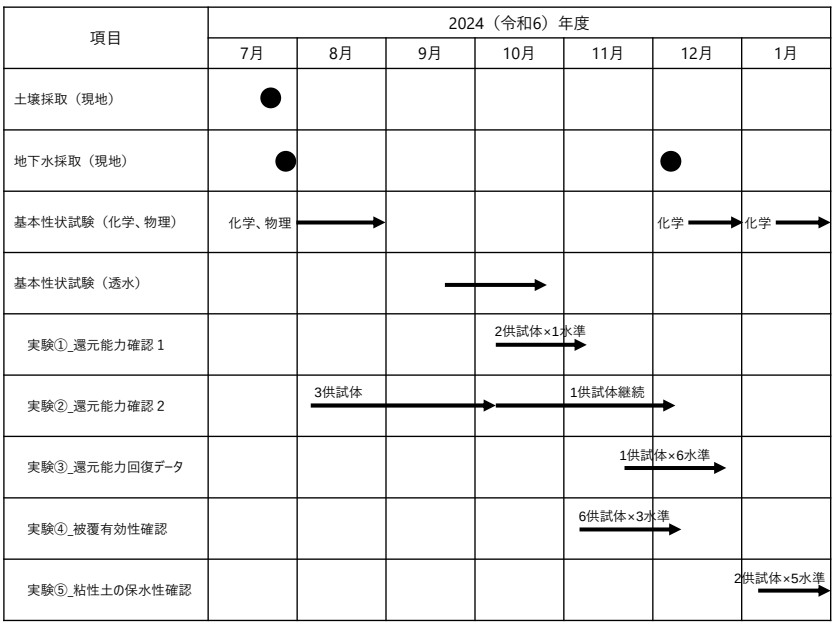
表資-3-4：木質部センサー適用性検討実験結果概要

種類	実験対象	結果及び対策の有効性
実験材料	荒木田土 ・採取元が明確で品質管理された土工材料 ・実験及び実施において多量の供給が可能	粘性土層設置の目的である酸素の透過を防ぐ機能において最も重要な均質な施工を実現するためには「練土」の採用が必要
塩ビ管構造	塩ビ管構造：一般に使われる塩ビ管で横スリットスクリーン。PVC50mm。 集水部改良構造：上位下位を閉じ、地表水が流入しにくい構造。横スリットスクリーン。φ200mm	水位安定までの時間：設置当初の水位はいずれも低く、水位上昇には速度差があったが、塩ビ管及び集水部改良の構造共に、いずれの水位も地表水と同水位まで上昇して安定（約 40 日後）。 ⇒水位測定結果が同程度、設置コストを踏ま塩ビ管（PVC50）構造を採用
酸化還元電位センサー（ORP）	塩ビ管内にセンサーを設置し酸化還元電位（ORP）を測定し、測定値をデータロガー（クラウド）に蓄積。週 1 回～月 1 回程度水質計測定を行い、センサー測定値と比較。	センサーから連続的に測定値が得られ、水質計の測定でも同様の測定値が得られたことから、センサーの測定の適用性を確認。ORP は Eh-100～200mV であり、還元性の目安とされる Eh200mV を下回った。 ⇒ORP センサーの適用可能
溶存酸素センサー（DO）	塩ビ管内にセンサーを設置し溶存酸素（DO）を測定。測定値はデータロガー（クラウド）に蓄積。週 1 回～月 1 回程度水質計による測定を行い、センサー測定値と比較。	センサーから連続的に測定値が得られ、水質計の測定でも同様の測定値が得られたことから、センサーの測定の適用性を確認。ほぼ 0mg/L であり、遺構保存の監視基準の目安とされる 2mg/L を下回った。 ⇒DO センサーの適用可能
水温計	塩ビ管内に DO センサーに付属する水温計を設置し、水温を測定した。測定値はデータロガー（クラウド）に蓄積した。	センサーから連続的に測定値が得られ、センサーの測定の適用性が確認できた。 ⇒水温計の適用可能

②地下水位低下に対する木質部の還元性保持に係る実験

当該地に存在する遺構は現在まで比較的良好な保存状態を維持されてきた。これは、遺構が還元環境下におかれることで、風化を免れてきたことがその理由と考えられる。しかし、現地土壌の還元に係る能力の程度や、粘性土の還元性維持能力など、今後の遺構の維持のための基礎データが乏しい。そこで、有識者（ワーキング）の知見を基に計画・設計を進めてきた内容、及びモニタリングの考え方を整理するため、今後の遺構維持に資するための基礎データを室内実験を用いて取得した。なお、本実験の検討及び報告は高輪築堤跡のモニタリングに関するワーキンググループで実施しているものである。

表資-3-5：地下水位低下に対する木質部の還元性保持に係る実験工程



表資-3-6：実験に用いた現地土壌の基本性状試験結果

試料番号			硬質シルト1	硬質シルト2	硬質シルト3	硬質シルト6	硬質シルト7	硬質シルト8	大林工区硬質シルト	荒木田土	荒木田土（練り土）
一般	湿潤密度 ρ_t	(Mg/cm^3)	1.967	1.845	1.932	1.924	1.918	1.881	1.742	-	1.789
	乾燥密度 ρ_d	(Mg/cm^3)	1.534	1.352	1.506	1.477	1.451	1.405	1.202	-	1.267
	飽和密度 ρ_{sat}	(Mg/cm^3)	1.967	1.853	1.948	-	-	-	1.762	-	1.806
	土粒子密度 ρ_s	(Mg/cm^3)	2.706	2.712	2.700	-	-	-	2.734	2.738	2.751
	自然含水比 w_n	(%)	28.2	36.5	28.3	30.3	32.2	33.9	44.9	16.6	41.2
	間隙比 e		0.764	1.006	0.793	-	-	-	1.275	-	1.171
	飽和度 S_r	(%)	99.9	98.4	96.4	-	-	-	96.3	-	96.8
粒度	石分（75mm以上）	(%)	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.0	0.0	0.0
	礫分（75mm～2mm）	(%)	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.0	0.1	0.7
	砂分（2mm～75μm）	(%)	41.2	44.7	44.7	-	-	-	1.2	21.0	21.4
	シルト分（75μm～5μm）	(%)	40.0	37.1	36.9	-	-	-	28.6	38.6	30.2
	粘土分（5μm未満）	(%)	18.8	18.2	18.4	-	-	-	70.2	40.3	47.7
	最大粒径	(mm)	0.850	2	0.850	-	-	-	0.850	4.75	4.75
	均等係数 U_c		-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20%粒径 D_{20}	(mm)	0.00644	0.00675	0.00722	-	-	-	-	-	-
	細粒分含有率 F_C	(%)	58.8	55.3	55.3	-	-	-	98.8	78.9	77.9
コンシステンシー特性	液性限界 w_L	(%)	31.1	34.1	31.1	-	-	-	70.5	44.8	43.2
	塑性限界 w_p	(%)	20.5	22.6	20.4	-	-	-	28.0	23.1	25.5
	塑性指数 I_p		10.6	11.5	10.7	-	-	-	42.5	21.7	17.7
分類	地盤材料の分類名		砂質粘土（低液性限界）	砂質粘土（低液性限界）	砂質粘土（低液性限界）	- -	- -	- -	粘土（高液性限界）	砂質粘土（低液性限界）	砂質粘土（低液性限界）
	分類記号		(CLS)	(CLS)	(CLS)	-	-	-	(CH)	(CLS)	(CLS)
透水	試験方法		-	-	-	変水位	変水位	変水位	変水位	-	変水位
	透水係数 $k15$	(m/s)	-	-	-	8.53E-08	1.04E-07	2.05E-07	1.24E-09	-	6.72E-10

試料番号		硬質シルト1回目（2024/8/6着工）	硬質シルト2回目（2024/12/19着工）	硬質シルト3回目（2025/1/14着工）	荒木田土（練り土）
酸化還元電位	(Eh mV)	127	127	131	131
土懸濁液のpH	(-)	8.9	9.3	9.3	7
含水比	(%)	31.8	48.1	32.8	41.8
土壌抵抗率（自然含水比状態）	(Ω・cm)	3300	3120	2980	726
土壌抵抗率（水飽和状態）	(Ω・cm)	3300	3080	2940	683
塩化物含有量	(mg/kg)	9	12	9	56
硫酸塩含有量	(mg/kg)	79	240	74	7
硫化物定性	(-)	痕跡	検出	検出	なし

表資-3-7：地下水位低下に対する木質部の還元性保持に係る５つの実験の結果概要

実験	実験内容	結果及び対策の有効性
① 現地土壌の還元能力確認実験その１	・水位低下による、現地土壌の還元能力の低下を評価するための基礎データの取得	水位低下と同時に、空気が侵入し還元環境が損なわれることを実験的に確認した。 ⇒湛水は有効
② 現地土壌の還元能力確認実験その２	・現地土壌の土被り厚による、還元性の維持能力を評価するための基礎データの取得	5cm の現地土壌層厚があれば還元性維持に効果があることを実験的に確認した。 ⇒埋設状態であることが有効
③ 乾燥化した現地土壌の還元能力回復実験	・一旦乾燥した現地土壌について、再度、地下水位が回復することで、還元性能が回復するかを検討するための基礎データの取得	一旦乾燥した土壌であっても、地下水の供給により、還元環境の回復を確認した。 ⇒乾燥状態の現地土壌への水の供給は有効
④ 粘性土の被覆の有効性確認実験	・遺構保護のための粘性土（客土）の被覆が現地土壌の還元性の維持に効果があるかどうかを検討するための基礎データの取得	3cm の粘性土（客土）で還元性維持を維持できることを実験的に確認した。 ⇒粘性土の被覆は有効
⑤ 被覆された粘性土の保水能力、現地土の不飽和過程の確認実験	・遺構保護のための対策を再現した状態で、粘性土の保水能力を確認 ・粘性土を被覆された現地土壌の不飽和化過程の確認	地下水の供給がなかったとしても、表層を湛水することで、粘性土の飽和状態と、現地土壌が乾燥化しないことを確認した。 ⇒粘性土の被覆と湛水は有効

4-4）設置時・計測時の留意点

①粘土質埋土の材料

粘土質埋土は、土俵等の土工材料として使われている荒木田土が候補となる。乾燥土（粒径小・大）・練り土の 3 種類のうち、均質な施工が可能である練り土が適当と考える。

②電源、クラウドへのデータ送信

センサーの電源は、AC（100～240V）を DO 変換機ボックスに引き込む設計とし、消費電力が大きい光学式 DO センサーおよび変換器の消費電力を賄う（インバータを使用することでバッテリー運用は可能だが、バッテリー交換頻度を考えると難しいと判断する）。測定値をデータロガー（クラウド）に蓄積してインターネットデータ管理サービスにて共有化するために、データロガーは携帯電波網に接続可能な設置位置にする。

③ORP センサー測定値の見通し

ORP センサー測定値は、土槽実験で設置した地下水測定塩ビ管 4 本で異なり、土槽内でばらつきが示唆された。全般的な特徴として 300mV 以下を示し、地表水の ORP270～315mV よりも常に低くなっていることから還元性と言えると考える。センサーの特徴として、設置後の測定値の安定には、日単位の時間を要する。設置直後の測定値を確認する際は、水質計での測定値と照合することが望ましい。センサー測定値の結果表記時は、下記の式で標準水素電極値（Eh）への換算が必要であり、センサーの読み値よりも概ね 220mV 程度高くなる。

$$Eh[mV] = 指示値[mV] + 224.36 - 0.7198 * 温度[℃]$$

④DO センサー測定値の見通し

DO センサーの測定値は比較的安定している。土槽実験で設置した地下水測定塩ビ管 4 本による違いも ORP に比べて小さいが、比較的狭い土槽内でも 0～3mg/L 程度の差が生じている。

4-5）木質部の計測期間・頻度と維持管理基準

木質部の維持管理基準は下記のとおりとする。土槽実験では 1.0m3 程度の土槽に層厚 0.5m 程度で設置した粘性土（荒木田土）内の間隙水の値を測定しており、土量規模や外周が壁で囲われている点など、実際の遺構公開時と異なる点もあるが、透水性が低い土木材料の覆土や、地表水で空気を遮断する点などは近似した条件となっている。

ORP のセンサー測定値は、土槽実験では上下変動があり設置した 2 本の値も異なっていることから、土槽実験で確認された高めの管理基準値とした。DO のセンサー測定値は、比較的安定しており、確認された測定値のうち高めの管理基準値とした。なおいずれも、遺構露出の初期（整備中）の計測にて実測定値と、値の安定性を確認し、遺構露出展示後の維持管理基準と比較する必要がある。

表資-3-8:木質部の維持管理基準を含む全体的な考え方（案）

	遺構露出以前	遺構露出時～整備中	露出展示後
設置機器	計測機器・システム検討 （2024 年度に検討済）	計測機器購入	（計測機器、システムの見直し）
設置地点	設置候補地点選定 （2024 年度に検討済）	設置地点現物確認	（設置地点の見直し、追加）
観測	測定方法 （2024 年度に検討済）	センサー設置 露出後の実測定値の観測・データ収集	展示後の ORP、DO の観測・データ収集
維持管理基準	初期値以下で低下もしくは横ばい傾向（事前実験 ORP300mV 以下、DO2mg/L 以下が目安）	事前実験の維持管理基準との比較	維持管理基準の運用確認

計測頻度はモニタリング開始時には 24 回/日（1 時間毎）とし、計測値が安定後に 4 回/日（6 時間毎）、更に 1 回/日に減じることが考えられる

表資-3-9:木質部の計測頻度（案）

時期 / 項目	埋土被覆～酸化還元電位等安定まで	酸化還元電位等安定～２年程度	左記以降
粘土質埋土内（想定）	酸化環境から還元環境に進行中	おおむね還元環境となる	還元環境で安定する
計測頻度	24 回/日 （1 時間毎）	4 回/日 （6 時間毎）	1 回/日

５）土質部のモニタリング計画

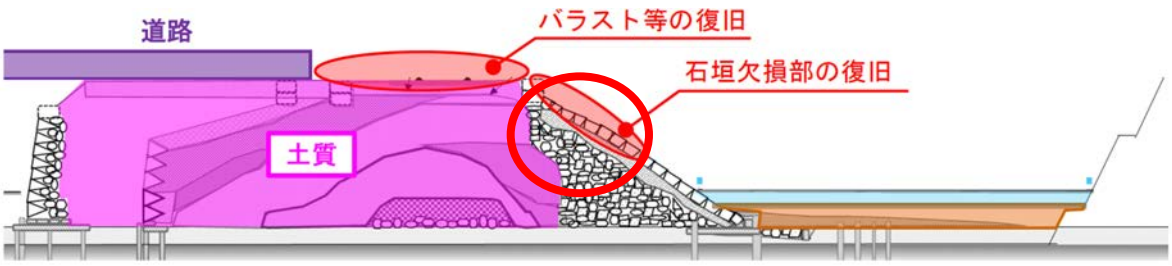
5-1）モニタリング項目

土質部の要素としては築堤の盛土や路盤上面に該当する。遺構の変状に影響を与える可能性がある土の流出や乾燥、湿潤、乾湿繰返しによる土質の劣化状況を把握するためには、盛土部分の水分量が維持されているかを監視することが求められる。このため、各目的に合わせて以下のモニタリング項目を決定した。

ア　土中水分量の把握：盛土部分の土壌水分

イ　土中水分の変化把握：盛土部分の水ポテンシャル（水の流れ）

ウ　調査地周辺の微気象：近隣地の温湿度・雨量



高輪築堤跡（築堤）断面模式図

図資-3-7：保存活用計画における木質部の断面模式図と整備方法

5-2）モニタリング機器の選定

現地条件や制約等を踏まえて土質部のモニタリング方法を検討すると、築堤の遺構を掘削して内部に設置することは史跡保護の観点から困難であり、長期的に観測することを考えるとセンサー故障時の確認や交換も難しい。そのため、築堤の地表面から設置することを基本条件とした。

測定項目については、土壌水分、水ポテンシャル、雨量の 3 項目とし、センサー及びデータロガーは市販のものを使用する方針でモニタリング機器の検討を進めた。複数の深度の土中水分量を計測できる機器（プロファイル土壌水分計）があることがわかったため、「イ：土中水分の変化を把握」する方法として水ポテンシャルセンサーではなく、プロファイル土壌水分計を採用することとした。

また、センサーで得られた測定値を収録するデータロガーについても、センサー一体型、データ回収型、クラウド送信可能型等を比較検討した結果、データ回収が不要で、クラウド上で閲覧可能なクラウド送信可能型を採用することとした。

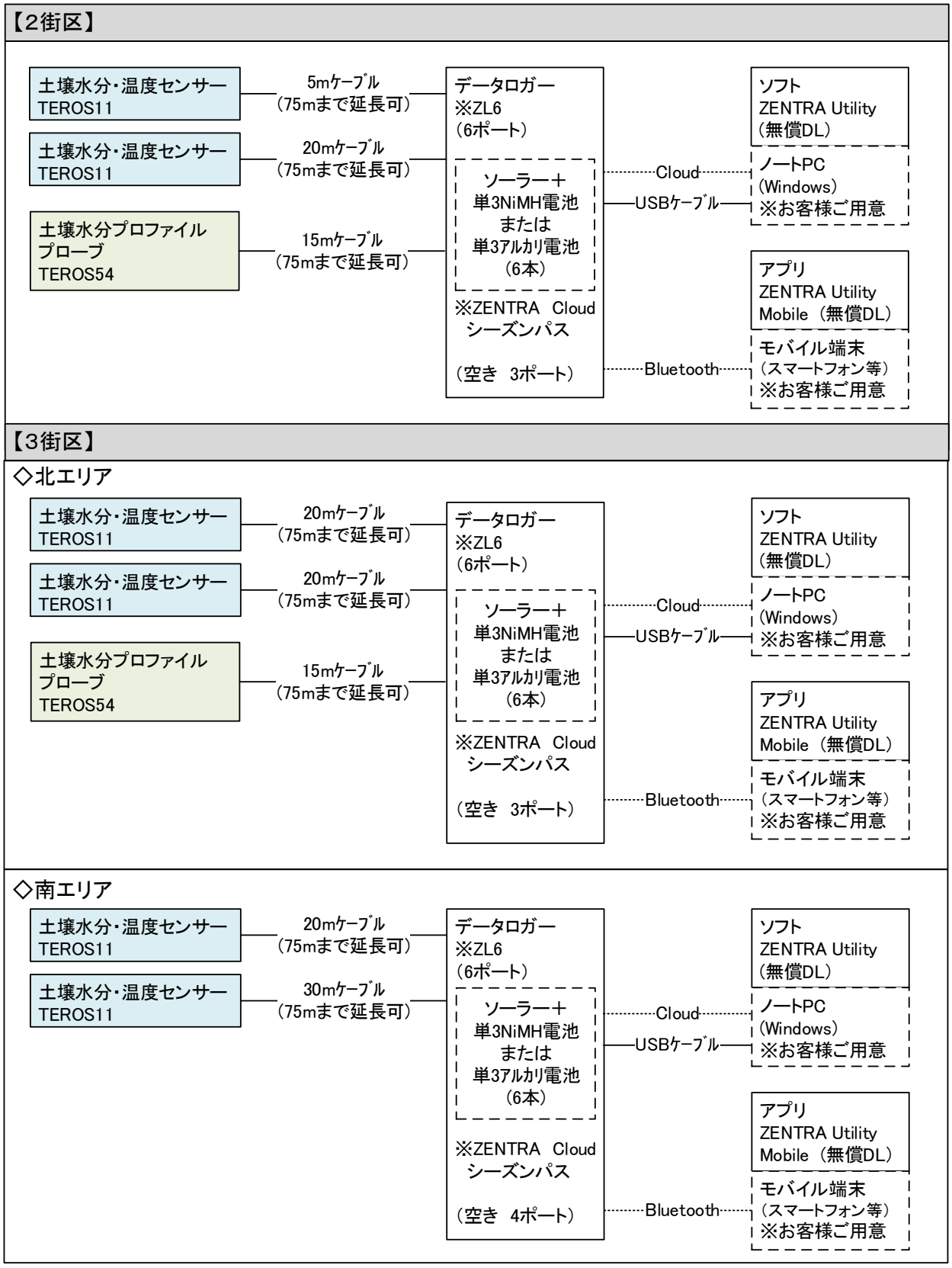
雨量については、近傍に既設の観測地点があるため、そのデータを使用することとし、モニタリングにおいて新たな機器は設置しないこととした。

表資-3-10：土質部モニタリング機器一覧

		土壌水分計	プロファイル土壌水分計	データロガー（クラウド）
商品名 （メーカー）		TEROS11（METER 社） 	TEROS-54（METER 社） 	ZL6（METER 社）
特徴		・誘電率から土壌水分を測定する誘電率土壌水分センサー ・塩分や温度の栄養を最小限に抑えられるのであらゆる土壌タイプに適用可能 ・データロガーに接続してデータを収録 ・広い範囲の測定が可能 ・耐久性と耐水性に優れており、固い土壌にも容易に挿入できる丈夫なステンレス製プローブ	・体積含水率と温度を測定（センサーは 15、30、45、60cm の深さに配置） ・2cm の穴を開けて、頑丈なセンサーを土壌に打ち込むだけ。大型の掘削装置やパイロットチューブのコスト、手間、時間を省くことが可能 ・センサーと土壌の接触がよく、より正確な測定が可能 ・取り外しは専用ツール（別売り）で簡単に行える	・最大 6 つのセンサーを接続可能 ・専用アプリを使用して設定可能 ・きわめて堅牢で耐久性のある構造 ・ソーラー充電パネル搭載で電源管理が長期間不要（単ニッケル・水素充電池付属） ・40,000～80,000 データを保存
仕様	測定項目	体積含水率、温度、電気伝導率（オプション）	体積含水率、温度	－
	精度・分解能	・土壌水分センサー 測定範囲：風乾～飽和 精度：±3%VWC（10dS/m 以下の砂質土壌） 分解能：0.1%VWC ・温度センサー 測定範囲：-40～60℃ 精度：±1℃　分解能：0.1℃ ・電気伝導率センサー 測定範囲：0～10dS/m 精度：±5%（0～10dS/m） 分解能：0.001dS/m	・体積含水率 測定範囲：0.00～0.70m3/m3 分解能：0.001 m^3/m^3 精度：溶液 EC < 8 dS/m の典型的な鉱物性土壌 で±0.05m^3/m^3 ・温度 計測範囲：-20～60℃ 精度：±0.35℃(-20～0℃)、±0.25℃(0～60℃) 分解能：0.03℃	・データロガー 接続ポート：6 ポート 測定間隔：5 分～12 時間 データ保存：8 MB メモリ （40,000～80,000 データを保存） メモリタイプ：不揮発性メモリ （電源が失われてもデータは損失しない） 電源：ソーラー＋単 3 NiMH 電池（充電）、または 単 3 アルカリ電池（比重電）6 本 ※オプションでクラウドに送信・データ閲覧可能
	動作環境	-40～60℃	-20～60℃	温度 -40～60℃、湿度 0～100%
	プローブ長	5.5 cm		
	ケーブル長	5m（最大 75m まで延長可）	5m（最大 75m まで延長可）	
	寸法	9.4×2.4×7.5cm	長さ 75.0 cm、直径(シャフト)6.0 cm、幅(ヘッド)11.0 cm	14.9×25×6.3cm

（画像出典：メータージャパン株式会社 環境・気象・植物計測機器カタログ）

5-3）モニタリング（測定）の考え方



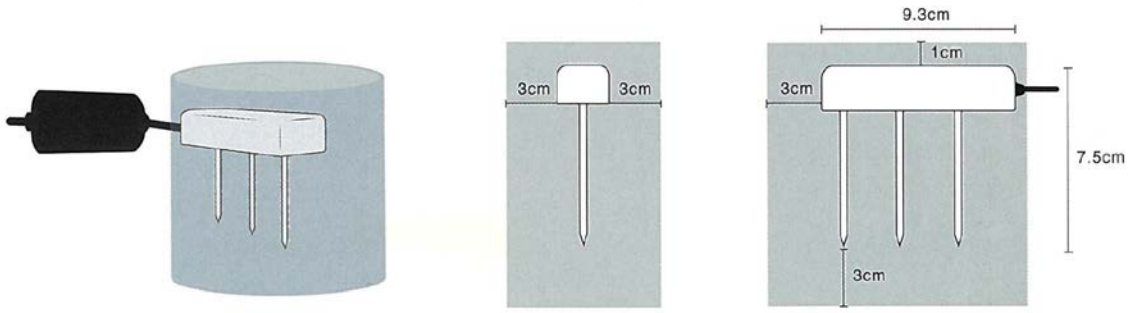
図資-3-8：土質部モニタリングの考え方（ブロック構成図）

5-4）設置時・計測時の留意点

①土壌水分計

土壌水分計の測定影響範囲は機種によって異なる。センサー部（白い長方形の部分）の上部１㎝の範囲も測定値に影響する。そのため、センサー部（白い長方形の部分）も土中に埋設することが好ましい。

設置に際しては、プローブ部分（金属の針状部分）を差し込むだけでなく、センサー部分を埋設するための掘削を行うことを関係者（港区、文化庁等）に事前に承諾を得る必要がある（現状変更申請が必要)。また、センサー異常時の点検や交換のことを考えると、センサー設置箇所には築石を復旧せず、ハンドホールなどを用いてふたを開ければメンテナンスができるような仕様にしておく必要がある。

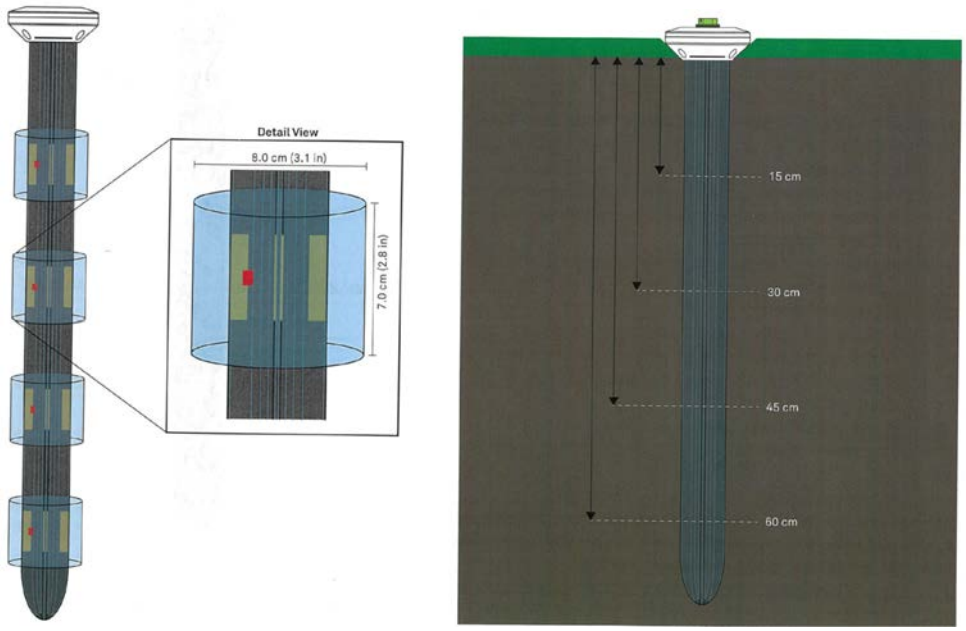


図資-3-9：TEROS11 土壌水分センサーの測定影響範囲（灰色部分）
（出典：メータージャパン株式会社　環境・気象・植物計測機器カタログ）

図資-3-10：土壌水分計の設置例（写真提供：羽咋市教育委員会）

②プロファイル土壌水分計

TEROS54 の測定影響範囲は図のとおりである。設置に際しては、センサー部はもちろんのこと、頭部（白い円盤部分）を土壌中に約 5mm 程度埋設する必要がある。そのため、土壌水分センサー同様、掘削を伴うことを関係者（港区、文化庁等）に事前に承諾を得る（現状変更申請）必要がある。また設置に関しても、土壌水分センサー同様、センサー異常時の点検や交換を考えると、センサー設置箇所はメンテナンスができるような仕様とする必要がある。



図資-3-11：TEROS54 土壌水分センサーの測定影響範囲（水色部分）と設置状況

5-5）土質部の計測期間・頻度と維持管理基準

木土質部の維持管理基準については、堤体盛土の土壌水分量（含水率）が不明である。そのため、まずは遺構露出後速やかに、土壌の含水率がどのように変化するかを把握するためのセンサーを設置し、乾湿の変化をモニタリングすることが必要である。

その上で、適切な維持管理方法や管理基準（散水の必要性、どの程度の土壌水分量になったら散水するか等）を決定していく。現時点で想定する維持管理基準を以下の表にまとめた。

表資-3-11：土質部の維持管理基準案

	遺構露出以前	遺構露出時～整備中	露出展示後
設置機器	・計測機器・システム検討	・計測機器購入	（見直し）
設置地点	・設置候補地点選定	・設置地点決定	（見直し・追加）
観測	・観測頻度検討 ・維持管理方法・基準ついての事例収集と確立（2025 年度実施予定）	・センサー設置 ・露出後の土壌水分変化の観測・データ収集 ・管理基準の検討・試行	・展示後の土壌水分変化の観測・データ収集 ・維持管理基準の決定・運用
観測頻度		・24 回/日	・2～4 回/日

６）モニタリング機器設置計画

6-1）木質部モニタリング機器の設置計画

酸化還元電位、溶存酸素、水温センサーの設置位置は、群杭が並ぶ築堤底部の水盤上を選定した。センサーの数量は２街区・３街区で各１箇所とした。最終的な設置位置は、遺構露出後に現地状況を確認して決定する。なお水盤上に塩ビ管が突出するが、配線は水中を経由し極力目立たない位置とする。メンテナンス時に塩ビ管設置地点まで水盤上に立ち入る。

データロガーの設置位置は、各センサーからの距離（ケーブル長）をできるだけ短くし、加えて景観に配慮してできるだけ目立たない位置とした。３街区は水盤上にグレーチング式管理通路が位置することから、モニタリングセンサーを通路の直下に埋設し、通路上に設ける点検口を設ける。データロガーは近隣の排水ピットスペースに設置する。

6-2）土質部モニタリング機器の設置計画

土壌水分センサーの設置位置は、既往資料を参考に、石垣残存箇所と積直し予定箇所の境界付近で、できるだけ裏込め（栗石）がない場所を選定した。センサーの数量は２街区で２箇所、３街区では橋梁を挟んで両側の築堤にそれぞれ２箇所、計４箇所とした。なお最終的な設置位置は、遺構露出後に現地状況を確認して決定する。プロファイル土壌水分計の設置位置は、築堤の中央付近の天端に各地区１箇所とした。

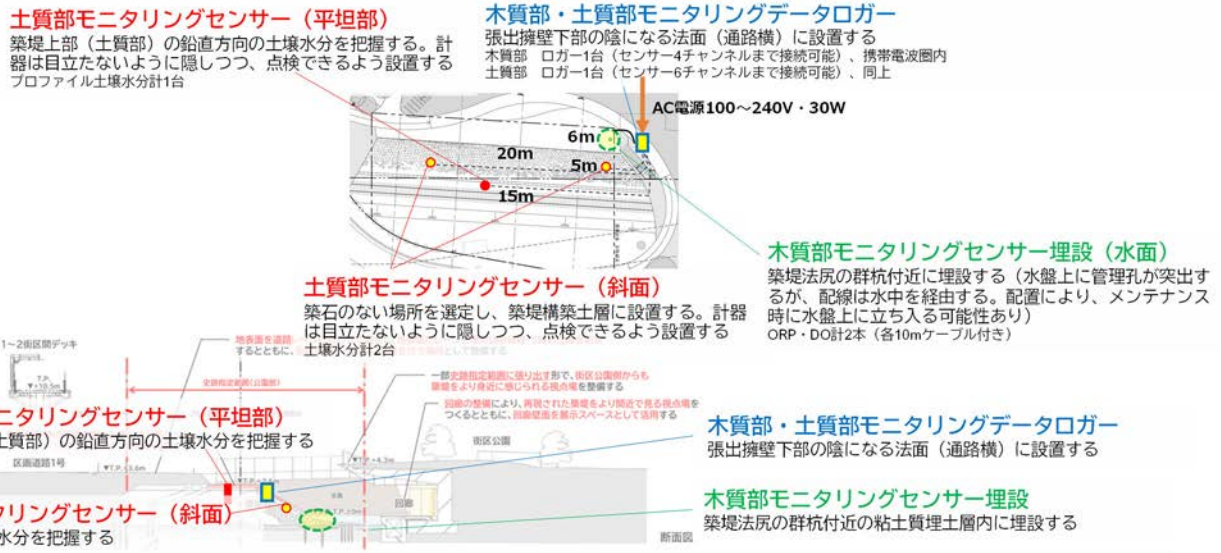
データロガーの設置位置は、各センサーからの距離（ケーブル長）をできるだけ短くするようセンサー設置箇所の中央付近とし、景観に配慮してできるだけ目立たない位置とした。

モニタリング機器設置箇所

２街区 モニタリング

機器構成案
◇2街区木質部
・ORP 1
・DO 1
・水温 1
・予備

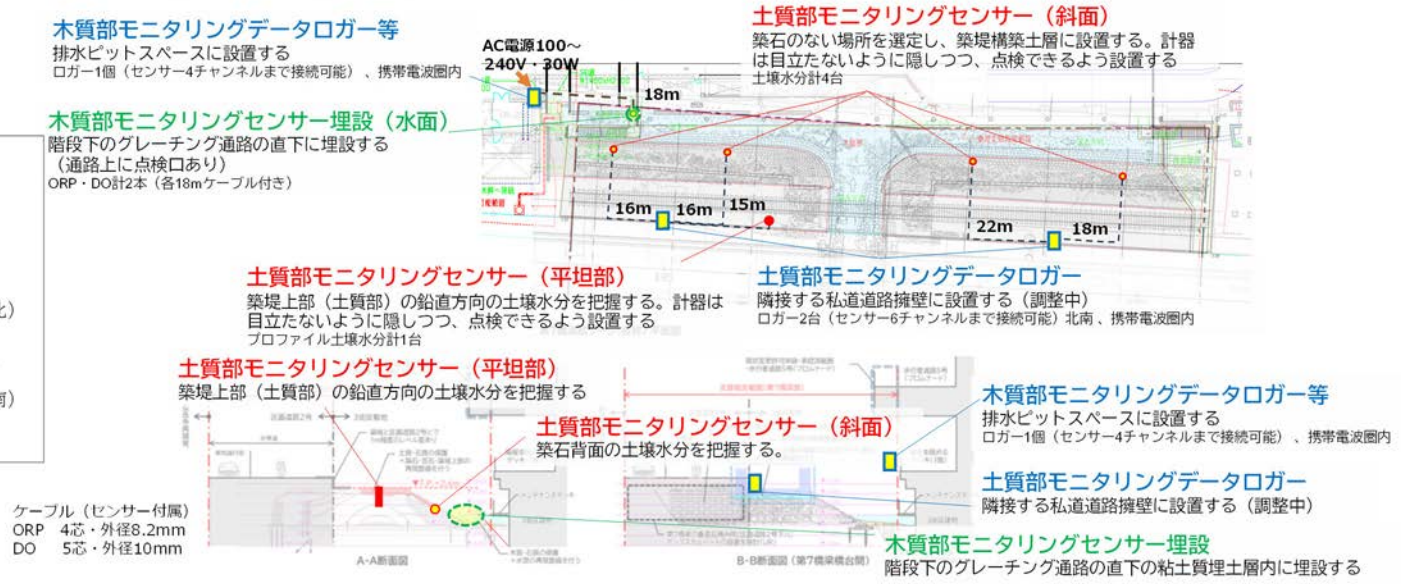
◇2街区土質部
・土壌水分 2
・プロファイル 1
・予備 3



３街区 モニタリング

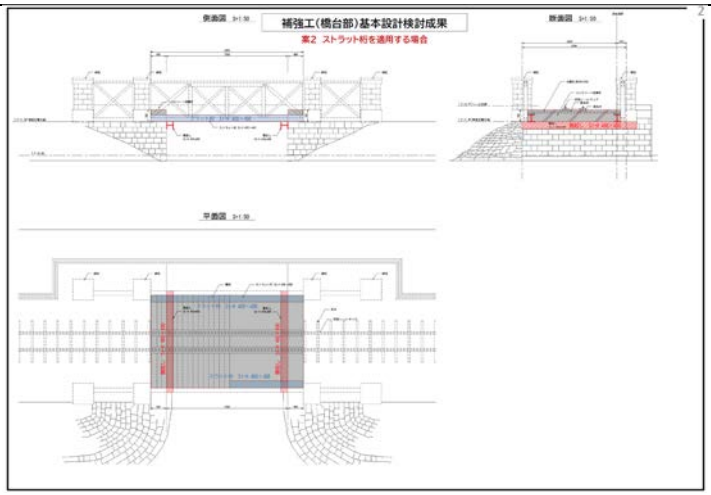
機器構成案
◇3街区木質部
・ORP 1
・DO 1
・水温 1
・予備

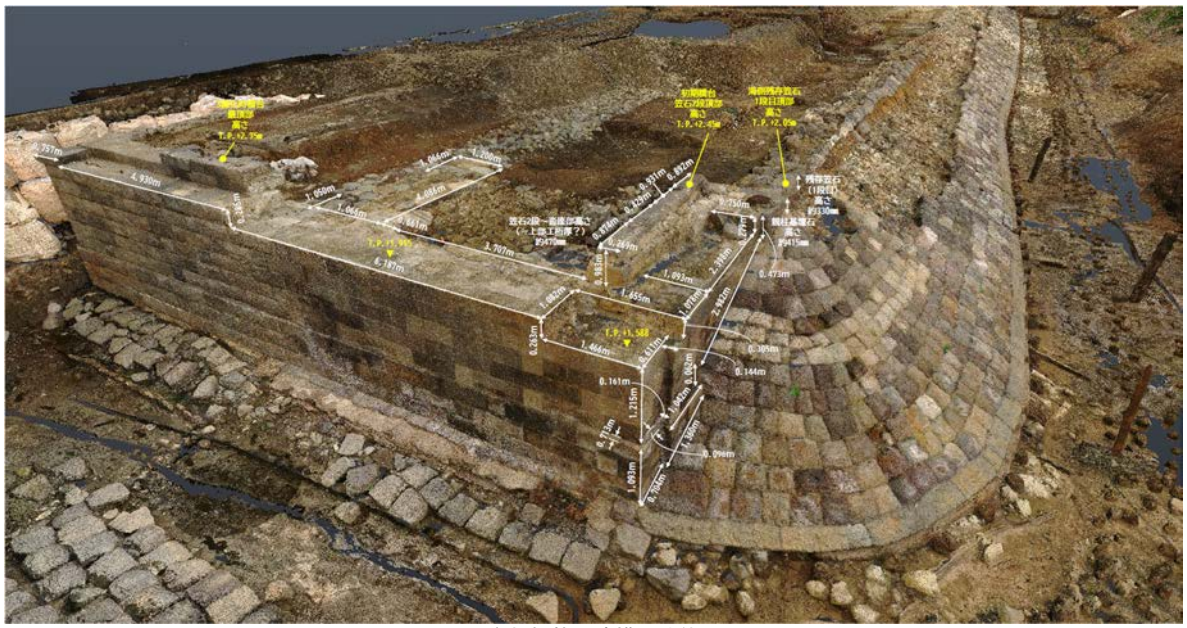
◇3街区土質部（北）
・土壌水分 2
・プロファイル 1
・予備 3
◇3街区土質部（南）
・土壌水分 2
・予備4



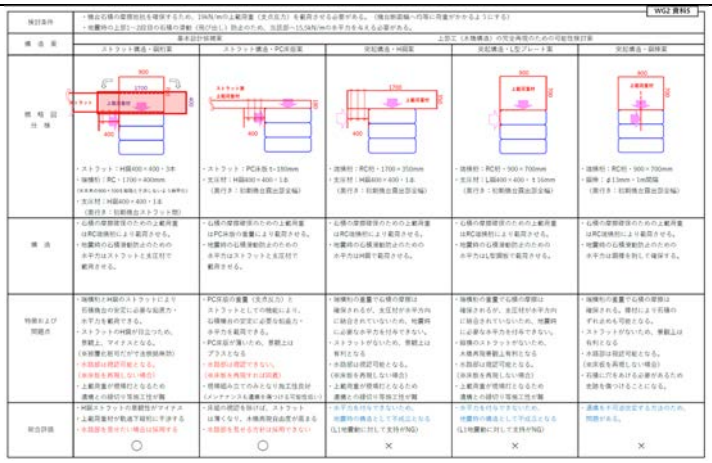
（3）第７橋梁再現検討ワーキンググループの記録

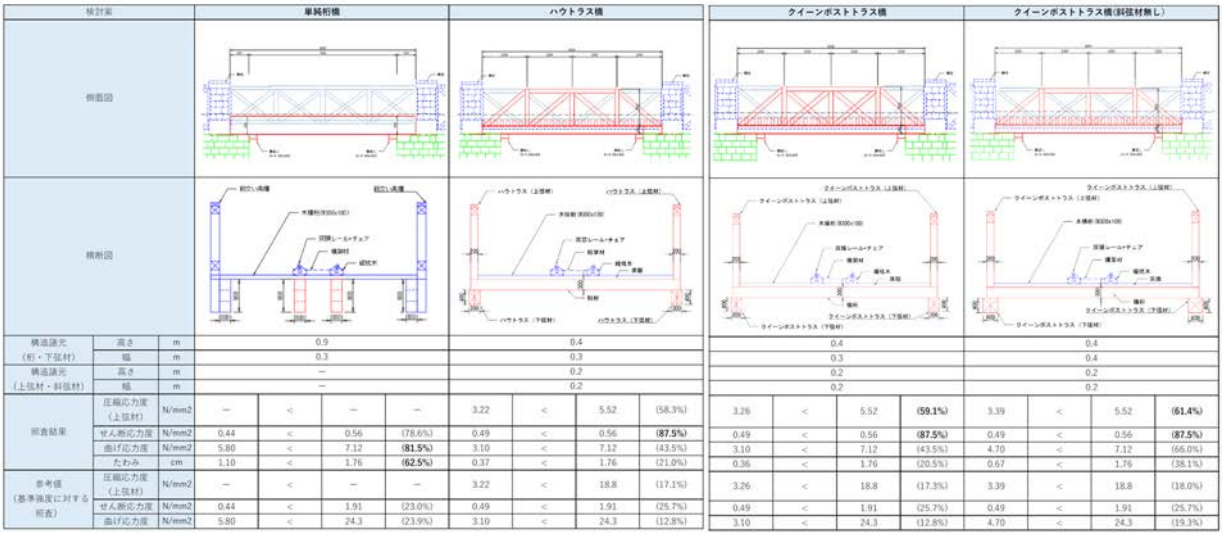
１）第１回第７橋梁再現検討ワーキンググループ開催概要

<table>
<tr><th colspan="2">会議概要</th><th>主な意見</th></tr>
<tr><td colspan="3">2024（令和 6）年 6 月 3 日　9：30～　JR 東日本本社 18 階会議室</td></tr>
<tr><td>出席者</td><td>委員会委員　：小野田滋 委員、古関潤一 委員
オブザーバー：東京都教育庁
港区教育委員会
（独）都市再生機構
事務局　：東日本旅客鉄道株式会社
サポート　：パシフィックコンサルタンツ
株式会社</td><td rowspan="2">・概要、スケジュールは了解した
・区画道路 2 号のボックスカルバートは正面から見たときにボックスが突出しないようにすること
・収集資料は現時点として一様に十分である
・橋台の「捨木及コンクリート」は敷板上にコンクリートを載せて石を積むブラッキング基礎の類と思われる
・基礎にコンクリートが用いられている可能性が高いが補強工に影響があるものではない
・上部工は単桁構造と構桁構造が考えられるので記録の検証と構造計算確認を実施する
・ストラットは有無ではなく小型化を図る検討を行う
・文化庁への説明は根拠とした文献と技術検証の結果の最適案という順序で提示する</td></tr>
<tr><td>議題</td><td>・橋台補強工の方針確定
・木橋部の構造形式の確定</td></tr>
<tr><td>使用資料</td><td>次第
資料 1：WG の建付けと検討課題
資料 2：設計期間を含むとりまとめ目標時期
資料 3：これまでの検討内容
資料 4：上部工（木橋部）基本設計図
資料 5：補強工（橋台部）基本設計検討成果
資料 6-1～6-7：収集済み歴史資料
（浮世絵・錦絵、古写真、図面、記録、建設関連、現代研究）
資料 7：点群測量データによる遺構の現状</td><td> 

資料抜粋：補強工（橋台部）基本設計</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
資料抜粋：遺構の状態</td></tr>
</table>

2）第 2 回第 7 橋梁再現検討ワーキンググループ開催概要

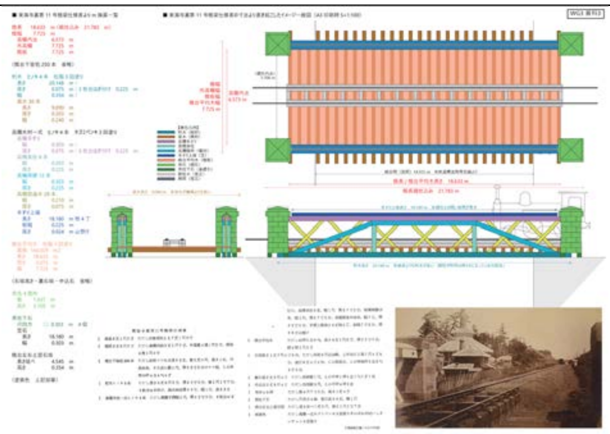
<table>
<tr><th colspan="2">会議概要</th><th>主な意見</th></tr>
<tr><td colspan="3">2024（令和 6）年 6 月 3 日　9：30～　JR 東日本本社 18 階会議室</td></tr>
<tr><td>出席者</td><td>委員会委員　：小野田滋 委員、古関潤一 委員
オブザーバー：文化庁
東京都教育庁
港区教育委員会
（独）都市再生機構
事務局　：東日本旅客鉄道株式会社
サポート　：パシフィックコンサルタンツ株式会社</td><td rowspan="2">・補強腹起材は H300mm の石 2 段を抑えるので H400mm が妥当である
・補強腹起材は数石の飛び出し程度なら修復可能範囲とし景観を優先する
・補強腹起し材は目立たないようＬ型アングルを検討する
・橋台石の補修部はずれ止めを含めて詳細設計で検討する
・区画道路 2 号との間はストラットを設けずボックスカルバートで腹起材を支える形とする
・橋台石積の摩擦抵抗を確保するための 19kN/m の上載荷重は上部工の荷重も考慮する
・短期間の工事で 5 年で架け替えられた事実から単桁が妥当である
・久保田論文より第 11 号橋梁仕様のヒノキを優先判断すべき
・レール天端高さは発掘調査からも確認すべき
・単桁構造ならストラットに被せる構造として木橋のみ交換できるようになり、よい
・橋梁上から水域を見通すことについてはオリジナルを改変してまで実現する必要はない
・親柱についてはモーザーの工事中の古写真を分析する
・文献調査及び解析結果から単桁が敵せて洲であると判断する
・区画道路 2 号から橋梁の見え方は視点場の設定・空間を空ける意味・防犯対策等を検討する</td></tr>
<tr><td>議題</td><td>・スケジュール
・保存活用計画・整備基本計画検討の経過
・歴史資料の共有
・現状変更申請に向けた検討ポイント
・検討課題と検討の進め方</td></tr>
<tr><td>使用資料</td><td>次第
資料 1：第 1 回 WG 開催記録
資料 2：文化庁調整を踏まえたスケジュール
資料 3：参考歴史資料の追加（久保田論文）
資料 4：区画道路 2 号の歩行者専用道化の検討に伴う基本構造の検証
資料 5：第 7 橋梁再現の設計自由度を考慮した補強構造案の検討
資料 6：形状を踏まえた候補 2 案の比較検討
資料 7：木橋構造検討前提条件
資料 8：木橋構造検討解析結果
資料 9：構造形式選定に至るシナリオの検討</td><td> 
資料抜粋：補強工（橋台部）の補強構造案の比較検討</td></tr>
</table>

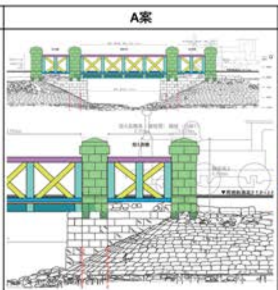
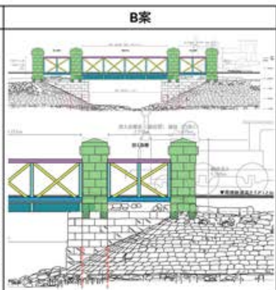
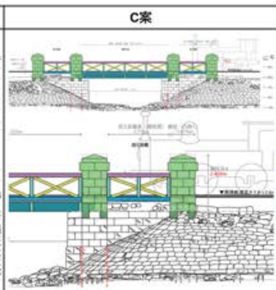
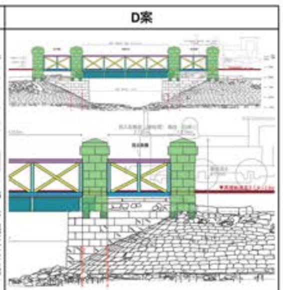


検討案			単純桁橋				ハウトラス橋				クイーンポストトラス橋				クイーンポストトラス橋(斜弦材無し)			
構造諸元（桁・下弦材）	高さ	m	0.9				0.4				0.4				0.4			
	幅	m	0.3				0.3				0.3				0.4			
構造諸元（上弦材・斜弦材）	高さ	m	–				0.2				0.2				0.2			
	幅	m	–				0.2				0.2				0.2			
照査結果	圧縮応力度（上弦材）	N/mm2	–	<	–	–	3.22	<	5.52	(58.3%)	3.26	<	5.52	(59.1%)	3.39	<	5.52	(61.4%)
	せん断応力度	N/mm2	0.44	<	0.56	(78.6%)	0.49	<	0.56	(87.5%)	0.49	<	0.56	(87.5%)	0.49	<	0.56	(87.5%)
	曲げ応力度	N/mm2	5.80	<	7.12	(81.5%)	3.10	<	7.12	(43.5%)	3.10	<	7.12	(43.5%)	4.70	<	7.12	(66.0%)
	たわみ	cm	1.10	<	1.76	(62.5%)	0.37	<	1.76	(21.0%)	0.36	<	1.76	(20.5%)	0.67	<	1.76	(38.1%)
参考値（基準強度に対する照査）	圧縮応力度（上弦材）	N/mm2	–	<	–	–	3.22	<	18.8	(17.1%)	3.26	<	18.8	(17.3%)	3.39	<	18.8	(18.0%)
	せん断応力度	N/mm2	0.44	<	1.91	(23.0%)	0.49	<	1.91	(25.7%)	0.49	<	1.91	(25.7%)	0.49	<	1.91	(25.7%)
	曲げ応力度	N/mm2	5.80	<	24.3	(23.9%)	3.10	<	24.3	(12.8%)	3.10	<	24.3	(12.8%)	4.70	<	24.3	(19.3%)

資料抜粋：木橋構造検討解析結果（桁・トラス）

３）第３回第７橋梁再現検討ワーキンググループ開催概要

<table>
<tr><th colspan="2">会議概要</th><th>主な意見</th></tr>
<tr><td colspan="3">2024（令和６）年 10 月 10 日　10：00～　JR 東日本本社 19 階会議室</td></tr>
<tr><td>出席者</td><td>委員会委員　：小野田滋 委員、古関潤一 委員
オブザーバー：港区教育委員会
（独）都市再生機構
事務局　：東日本旅客鉄道株式会社
サポート　：パシフィックコンサルタンツ株式会社</td><td rowspan="2">・一般的に三代広重は現実を丁寧に描いていると評価され詳細度からも信頼性は高い
・パラペット部の処理は第 11 号橋梁の古写真を参照する
・工学的検証→発掘調査結果→絵図再現という優先付けとする
・D 案（H=600mm）をベースとして改めて構造解析を行い、B 案（H=391mm）に近づけられる桁高さを追求する
・橋台部については発掘調査の見解を港区で整理する
・親柱の再現は文化庁に遺構の扱い方を確認してから決める
・親柱を当時と同じ構造で整備するのは安全上危険である
・第 7 橋梁と区画道路 2 号の間の区間はボックスカルバートへの腹起し材の取り付けを行うことでストラットを廃する
・安全を考え当該部分には腹起しを設置するという考え方で進める</td></tr>
<tr><td>議題</td><td>・木橋部の概略一般図の選定
・橋台修復・親柱整備の課題共有</td></tr>
<tr><td>使用資料</td><td>次第
資料１：第２回 WG 開催記録
資料２：文化庁調整を踏まえたスケジュール
資料３：木橋候補案作成の流れと前提条件
資料４：木橋候補４案一般図と比較検討
資料５：絵図・古写真の解析
資料６：橋台部の発掘状況の整理
資料７：橋台部における木橋・親柱の設置課題</td><td> 
資料抜粋：第 11 号橋梁仕様史料より書き起こした再現図</td></tr>
</table>

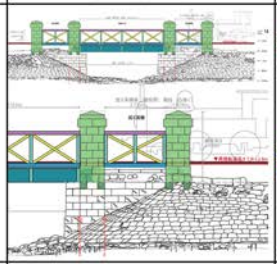
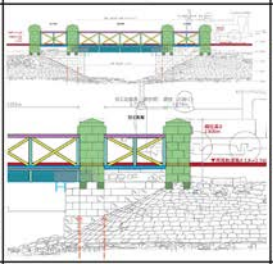
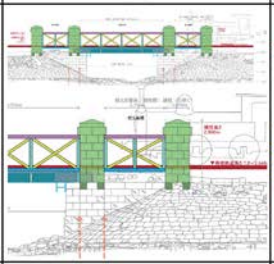
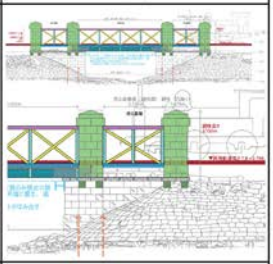
	A案	B案	C案	D案
				
再現形状の考え方（説明根拠の有無と物理法則推定）	根拠として当時の別橋梁の仕様書の部材寸法を採用し、絵図に残る姿の形状に当てはめて構築した	凡その形状は当時の別橋梁の仕様書記載寸法を根拠としつ、当時の同じ桁構造の橋梁図面の部材寸法を採用し、絵図に残る姿の形状に当てはめて構築した	当時の同じ桁構造の橋梁図面の部材寸法と形状寸法を採用し、高欄高さに応じて親柱の高さを設定して構築した	凡その形状は当時の別橋梁の仕様書記載寸法を根拠とし、当時の同じ桁構造の橋梁図面の部材寸法を採用しつつ、主桁高さを径間に応じた構造解析結果を用いて再設定し構築した
形状規模根拠	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）	第21号橋梁図面　図測値	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）
部材寸法根拠	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）	第21号橋梁図面　図測値	第21号橋梁図面　図測値	第21号橋梁図面　図測値 ※主桁のみ「構造解析結果の値」
※　主桁材・高さ	ヒノキ・H=351mm（採用値）	ヒノキ・H=391mm（採用値）	ヒノキ・H=391mm（採用値）	ヒノキ・H=600mm（設定値）
橋台基面/天端高さ	T.P.+1.9m（発掘時測量値）	T.P.+1.9m（発掘時測量値）	T.P.+1.9m（発掘時測量値）	T.P.+1.9m（発掘時測量値）
親柱の高さ	3150mm（史料採用値）	3150mm（史料採用値）	2450mm（高欄高さに合わせて下げ）	3150mm（史料採用値）
床板より高欄高さ	1899mm（計測値）	1795mm（計測値）	1173mm（計測値）	1578mm（計測値）
根拠設定の矛盾点（追求ポイント）	・引用した仕様書はトラス構造で部材異なる	・引用した図面の径間が第7橋梁より短い	・引用した図面の径間が第7橋梁より短い ・引用した図面には石造親柱がない構造	・築堤一般部の笠石高さと線路面高さが合わなくなる
再現景観の課題（根拠とデザイン）	・高欄を構成する各部材が太い（絵図に近い	・高欄を構成する各部材が絵図比でやや細い	・絵図比で列車に対して高欄高さが低い ・絵図比で高欄の1パネルが長方形すぎる	・絵図に対して桁高が大きく異なる
再現後の懸念事項	・桁高さが薄すぎる印象を専門家に持たれる	・桁高さが薄すぎる印象を専門家に持たれる	・桁高さが薄すぎる印象を専門家に持たれる	・絵図に対して違和感を持たれる可能性 ・一般部の再現が古写真と異なる可能性
（仮）総評	△（根拠が乏しい）※絵図追及に振切れば○	○（根拠が明確）	▲（絵図と最も違い）※親柱の安定は○	◎（最も多方面に齟齬が少ない）

資料抜粋：絵図資料・橋長と構造形式の照合より採用した構造形式「単純桁橋」の根拠別再現図４案の比較検討

４）第４回第７橋梁再現検討ワーキンググループ開催概要

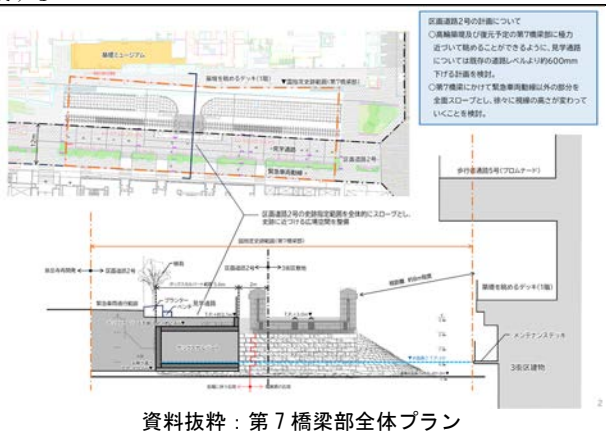
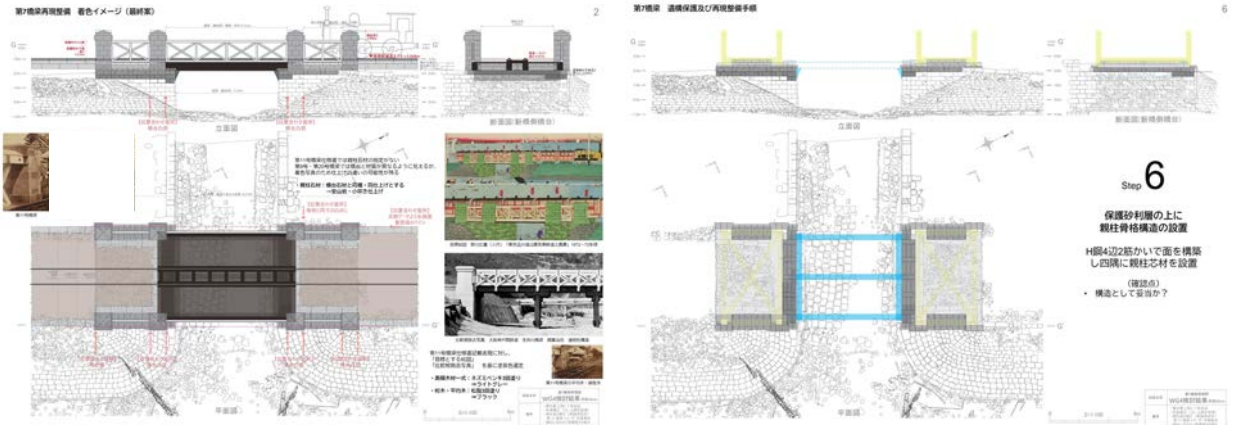
<table>
<tr><th colspan="2">会議概要</th><th>主な意見</th></tr>
<tr><td colspan="3">2024（令和６）年 11 月 26 日　14：00～　JR 東日本本社 19 階会議室</td></tr>
<tr><td>出席者</td><td>委員会委員　：小野田滋 委員、古関潤一 委員
オブザーバー：文化庁
港区教育委員会
（独）都市再生機構
事務局　：東日本旅客鉄道株式会社
サポート　：パシフィックコンサルタンツ
株式会社</td><td rowspan="2">・桁高さは縦枕木と合成して計算すると小さくできるかもしれないが縦枕木の具体が判明していない中では行う必要はない
・再現案は新 D 案を新 F 案に近づける考え方で桁高を 500mm とする
・港区報告を正としレール天端高さ T.P.+3.0m として桁のおさまりと親柱の整備を考える
・木桁の状態の再現なので計算して高さを設定したという整理する
・レール天端高さの上昇により一般部の再現高さと不整合が起きるが実施設計で調整する
・橋台に 1 段追加することを踏まえて 3 段分の飛び出しを防ぐ補強工の形状を検討する
・飾り石は当初の橋台のデザインを踏襲したものと考えられるので再現においても設置する（ただし桁材は載せない）
・レール高さが T.P.+3.0m となったことで橋台面上の残存遺構を保護しつつ再現ができる
・再現部においてエイジング加工等は必要なく、遺構と区別がつけられるようにする
・親柱は再現度合を高めるとともに極力軽量構造で設計する
・遺構修復の際に上部の再現部が取り外せるような構造を検討する
・見え方については 3 次元モデルを作成して確認する</td></tr>
<tr><td>議題</td><td>・木橋部の概略一般図の選定
・橋台修復・親柱整備の考え方の修正</td></tr>
<tr><td>使用資料</td><td>次第
資料 1：第 3 回 WG 開催記録
資料 2：文化庁調整を踏まえたスケジュール
資料 3：主桁高さを小さくするための構造再解析
資料 4：木橋の新候補 3 案と比較検討
資料 5：関連する絵図・古写真
資料 6：橋台発掘調査の報告
資料 7：遺構をそのまま保存する形での
橋台修復・親柱整備の考え方</td><td>・橋台の拡幅に当たっては、西側の石積みを下駄の歯状に撤去し、新しい石積みをかませている。(写真12)
拡幅後の西側橋台上部には、笠石(縁石)が確認できる。(写真13)
・拡幅部の上端には、線路2線分のアンカーがあり、この高さで橋桁がかかっていたと考えられる。(写真14)

資料抜粋：橋台発掘調査の報告（港区提供）</td></tr>
</table>

	前回候補案　D案	新D案	新E案	新F案
				
再現形状の考え方（説明根拠の有無と物理法則推定）	凡その形状は当時の別橋梁の仕様書記載寸法を根拠とし、当時の同じ桁構造の橋梁図面の部材寸法を採用しつつ、主桁高さを径間に応じた構造解析結果を用いて再設定し構築した	部材寸法は第21橋梁図面、親柱は古写真解析による推定値を根拠とし、構造解析結果による基準強度・たわみ量照査より妥当と判断できる桁高として構築した	同左 構造解析結果による妥当な桁高500mmの構成を主桁400mm+縦枕木100mmとし、見かけの主桁高さを低く構築した	同左 橋台部の最上段に飾り石を0.5段分追加してその上に新E案を構築した（高欄パネルが扁平化するため親柱高に第11橋梁寸法を採用）
外形規模根拠	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）
部材寸法根拠	第21号橋梁図面　図測値	第21号橋梁図面　図測値	第21号橋梁図面　図測値	第21号橋梁図面　図測値
主桁寸法根拠	許容応力度法・構造解析結果	許容応力度法・構造解析結果（強度限界）	許容応力度法・構造解析結果（強度限界）	許容応力度法・構造解析結果（強度限界）
主桁材・高さ	ヒノキ・H=600mm（設定値）	ヒノキ・H=500mm（解析設定値）	ヒノキ・H=400mm（解析設定値）	ヒノキ・H=400mm（解析設定値）
橋台基面/天端高さ	T.P.+1.9m（残存遺構測量値平均）	T.P.+1.9m（残存遺構測量値平均）	T.P.+1.9m（残存遺構測量値平均）	T.P.+2.05m（遺構天端に飾り石150mm設置）
親柱の高さ	3150mm（第11号橋梁史料採用値）	2800mm（ミヒャエルモーザー古写真解析）	2800mm（ミヒャエルモーザー古写真解析）	3150mm（第11号橋梁史料採用値）
床板より高欄高さ	1578mm（計測値）	1533mm（計測値）パネルがやや横長	1633mm（計測値）絵図形状に近づく	1828mm（計測値）絵図・古写真に最も近い
根拠設定の矛盾点（追求ポイント）	・築堤一般部の笠石高さと線路面高さが合わなくなる	・線路高さがT.P.+2.75mとなり築堤一般部の笠石高さからの推定値T.P.+2.6mと乖離	・線路高さがT.P.+2.65mとなり築堤一般部の笠石高さからの推定値T.P.+2.6mと近似	・線路高さがT.P.+2.8mとなり築堤一般部の笠石高さからの推定値T.P.+2.6mと乖離
再現景観の課題（根拠とデザイン）	・絵図に対して桁高が大きく異なる	・旧D案より絵図のバランスに近づく	・新D案より絵図のバランスに近づく	・新E案より最も絵図のバランスに近づく ・親柱が大型となり不安定さが強い
再現後の懸念事項	・絵図に対して違和感を持たれる可能性 ・一般部の再現が古写真と異なる可能性	・絵図に対して違和感を持たれる可能性 ・一般部の再現笠石に新石を用いる必要	・絵図に対して違和感を持たれる可能性 ・桁高さが薄い印象を専門家に持たれる	・高欄の高さから絵図との違和感は最も弱い ・桁高さが薄い印象を専門家に持たれる ・一般部の再現笠石に新石を用いる必要
備考	結論：桁高が目標に対し高い⇒低くする検証		・主桁+縦枕木を剛結せず換算してよいか？	※ストラットが主桁から下部に少しはみ出す

資料抜粋：絵図資料・橋長と構造形式の照合より採用した構造形式「単純桁橋」の根拠別再現図４案の比較検討

５）第５回第７橋梁再現検討ワーキンググループ開催概要

<table>
<tr><th colspan="2">会議概要</th><th>主な意見</th></tr>
<tr><td colspan="3">2025（令和７）年２月５日　13：30～　Tokyo Yard Building ２階会議室</td></tr>
<tr><td>出席者</td><td>委員会委員　：小野田滋 委員、古関潤一 委員
オブザーバー：文化庁
東京都教育庁
港区教育委員会
（独）都市再生機構
事務局　：東日本旅客鉄道株式会社
サポート　：パシフィックコンサルタンツ株式会社</td><td rowspan="2">・区画道路２号から第７橋梁までの距離が近いので侵入防止や落書き、転落防止の柵を検討する
・遺構背後への植栽の設置はよい
・腹起しが視点場から見えてしまうことに対して色などで工夫する
・バラストは保存してある遺物の粒径に近づけて川砂利で整備する
・機関車を載せる等の検討に対して第７橋梁には載せない
・床板など水たまりに寄る腐食を考慮した設計とする
・橋梁上部に人を入れない場合は明示しておく必要がある
・メンテナンスでは人が歩くため主桁はストラットを主として木部材で化粧をする構造とする
・橋台の石積復元は高妻委員にも判断を仰ぐ
・現状変更に向けて仮設工が遺構に影響がないようにする
・遺構範囲と修復範囲の違いは、保存活用計画時に議論した通り見た目上はわからないが刻印等で再現が分かるようにし、その範囲は解説板等でわかるようにする
・整備基本計画への掲載内容は提示案でよい
・現代で耐震性を考慮した整備計画案となったため、その基準を明記することを検討する
・本日までの議論を基に整備基本計画及び文化庁内規委員会に諮る資料を作成する</td></tr>
<tr><td>議題</td><td>・計画一般図最終版の確定
・遺構を保護するための整備手順の確認
・整備基本計画書に記載する内容の選定
・今後の実施設計検討事項の確認</td></tr>
<tr><td>使用資料</td><td>次第
資料１：第４回 WG 開催記録
資料２：文化庁調整を踏まえたスケジュール
資料３：木橋最終計画一般図
資料４：橋台遺構を保護しながら遺構上部で再現する整備手順イメージ
資料５：区画道路２号を含む第７橋梁部全体プラン
資料６：整備基本計画の記載内容と確認点</td><td> 
資料抜粋：第７橋梁部全体プラン</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
資料抜粋：木橋最終計画一般図と橋台遺構を保護しながら再現する整備手順イメージ</td></tr>
</table>

（４）第７橋梁再現検討ワーキンググループで取りまとめた第７橋梁整備計画（案）

１）再現の目標とする姿

第７橋梁は、発掘された橋台を遺構として露出保存する。遺構である橋台が地震により損壊等の被害を受けることを防ぐため、補強を行う。この補強部材を、露出展示を行う遺構全体に対して極力目立たないものとし、補強と一体化する形で開業当初の第７橋梁の姿を再現する。

図資-3-13:第7橋梁発掘写真（港区提供）

第７橋梁については、これまでの文献収集調査の結果、当時の絵図、古写真、図面等の史料が現時点で残されていない。したがって、再現に当たっては、発掘調査の結果や同時代に構築された橋梁の古写真・図面等を踏まえ、高輪築堤の開業当初の姿を代表する橋梁（木橋）であり第７橋梁と同じ橋長であったこと※1 が分かっている、第８橋梁の絵姿のような整備を目指す。

具体的に再現で目指す姿は、幕末～明治初期にかけて残されている名所・風景絵図の作者の内、最も実物に近しい画風と評価されている歌川広重（三代）の絵図とする。

図資-3-14:歌川広重（三代）「東京品川海辺蒸気車鉄道之真景」1872～1873 年頃　※2

２）再現の根拠等

第７橋梁の再現に用いる根拠については、主に以下の歴史資料を用いる。

①橋梁・親柱に係る外形寸法

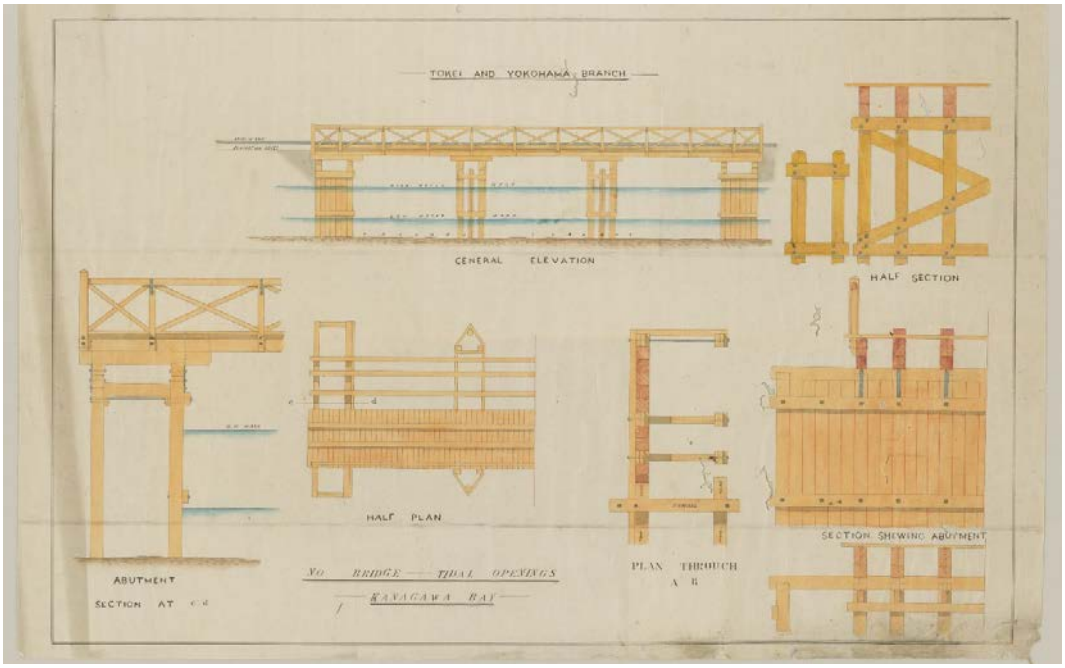
- 新橋横浜間鉄道　第 11 号橋梁　品川硝子製作所　古写真※3
- 新橋横浜間鉄道　第 11 号橋梁　東海寺裏第 11 号橋梁仕様書（畑値時文書より）※4

図資-3-15:開業当初の第 11 号橋梁（東海寺橋）と工部省品川硝子製作所

（平凡社刊「大日本全国名所一覧:イタリア公使秘蔵の明治写真帖」より引用）

②橋梁構造、部材寸法

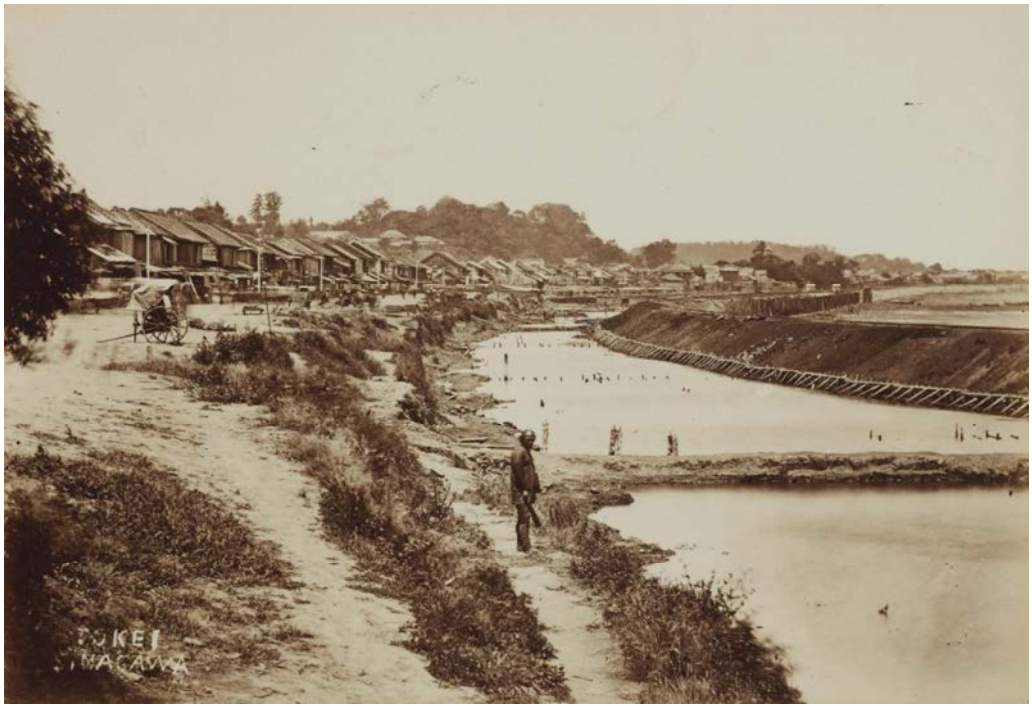
- 新橋横浜間鉄道　第 21 号橋梁（推定）　復元図面※5
- 新橋横浜間鉄道　双頭軌条取付断面図　復元図面※6



図資-3-16:第 21 号橋梁と思われる木造連続桁橋図面（画像出典:土木学会附属土木図書館）

③比較参考事例

- 新橋横浜間鉄道　工事中の第７橋梁親柱が映る古写真※7
- 新橋横浜間鉄道　第９号橋梁　八ッ山橋　古写真をベースとした模型※8
- 大阪神戸間鉄道　生田川橋梁　精緻な古写真※9
- 大阪神戸間鉄道　都賀川橋梁　再現図面※10

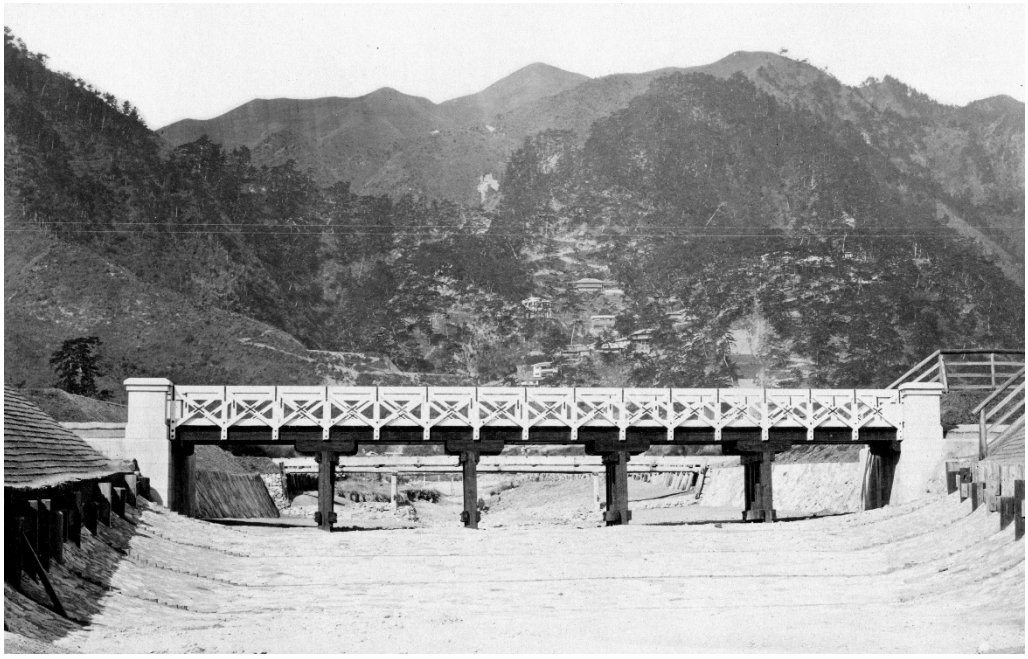


図資-3-17:ミヒャエル・モーザー撮影の工事中の高輪築堤と第七橋梁親柱

（日本大学芸術学部蔵）

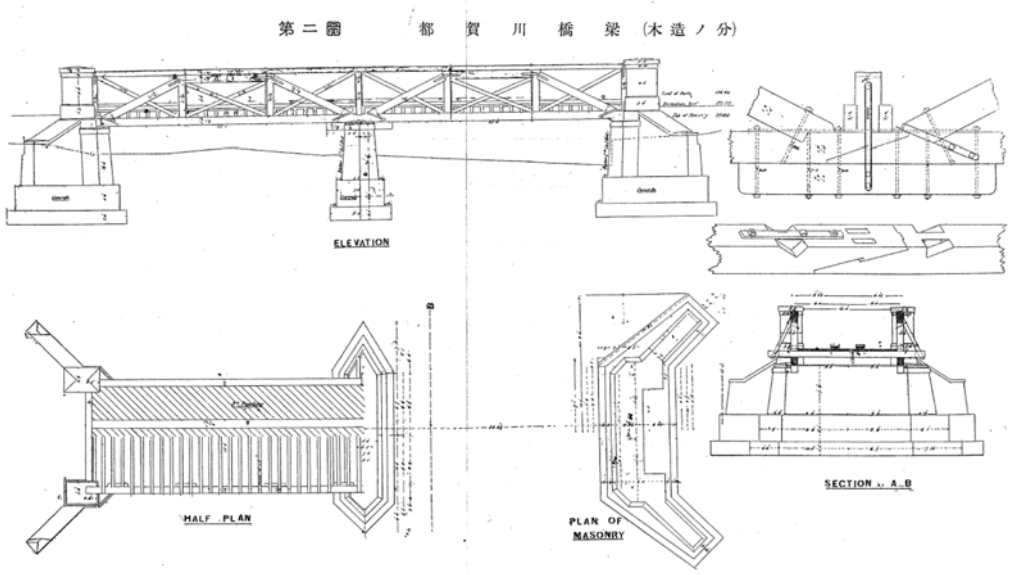
図資-3-18:古写真をベースに精緻に再現された開業当初の第９号橋梁（八ッ山橋）の模型

（品川区立品川歴史館所蔵）



図資-3-19:大阪神戸間鉄道　生田川橋梁

（提供：小野田 滋氏）

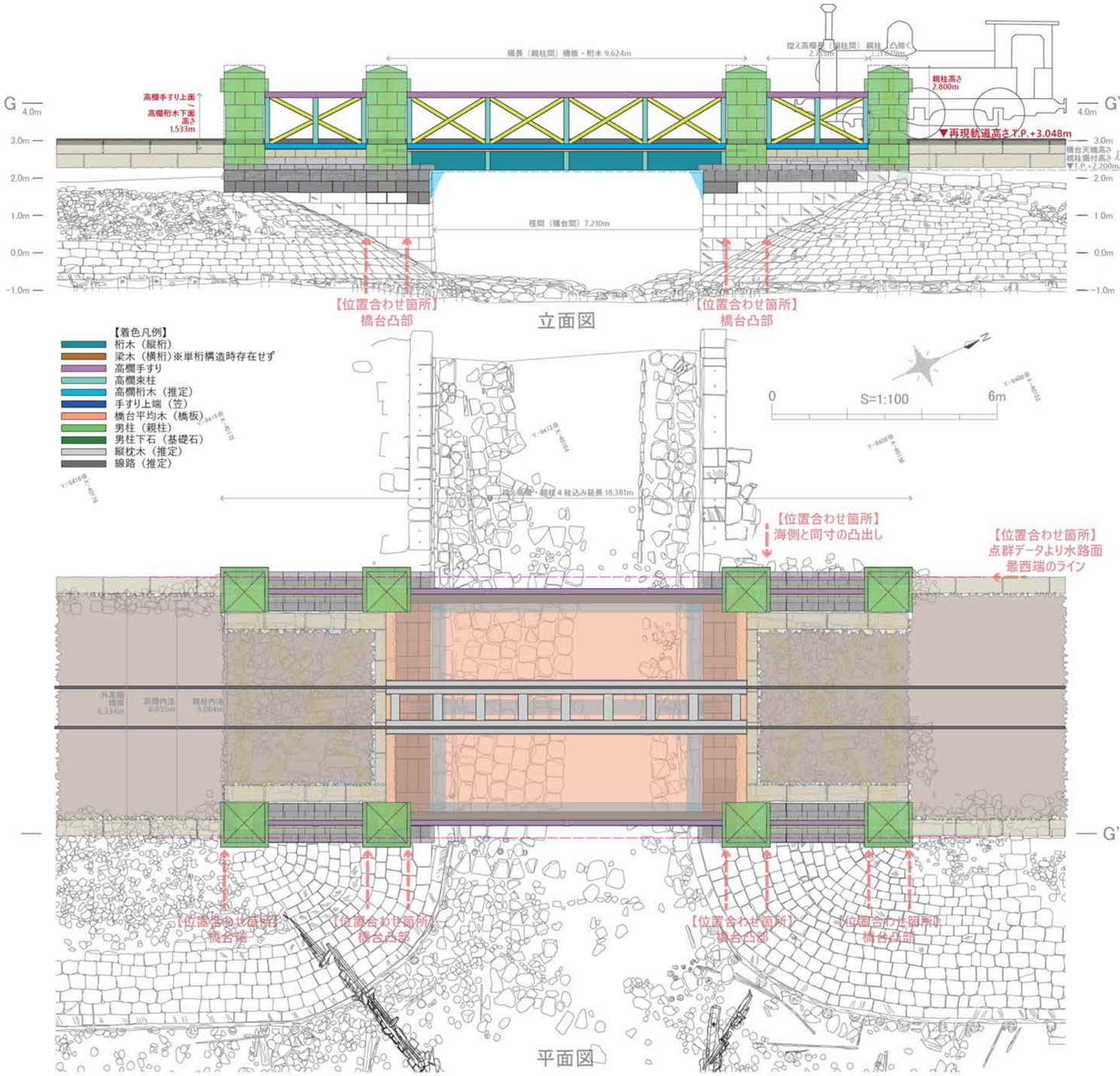


図資-3-20:大阪神戸間鉄道　都賀川橋梁　図面再現（画像出典:土木学会附属土木図書館）

３）整備計画案

整備計画一般図（外形・仕様説明）と諸元

- 橋長：約 8.5m（橋台間（径間）：約 7.2m）※親柱の配置を発掘遺構より設定
- 幅員：約 6.3m（親柱内寸：約 5.1m）※親柱の配置を発掘遺構より設定
- 構造：単純木桁橋（ヒノキ、ネズミペンキ又は松脂 3 回塗り）※絵図・文献より設定
- 親柱高さ：約 2.8m（高欄高さ約 1.5m）※古写真・文献より設定
- 主桁高さ：約 0.5m　※許容応力度法による強度限界の解析結果に基づく
- その他要素は発掘調査結果に基づいた上で、絵図、図面・古写真より推定



■第 7 橋梁　仕様整理

(1) 概要

橋長	9.624m（主桁・橋板）		根拠：発掘結果計測値
	8.513m（男柱縦断間）		根拠：発掘結果計測値
	控え高欄・親柱込	18.381m	根拠：発掘結果計測値
	橋板	9.624m	根拠：発掘結果計測値
橋幅	6.718m（高欄外寸法）		根拠：発掘結果計測値
	高欄内法	6.035m	根拠：発掘結果計測値
	外高欄	6.334m	根拠：発掘結果計測値
	橋板	6.334m	根拠：発掘結果計測値
	親柱内法	5.106m	根拠：発掘結果計測値
径間	7.210m（橋台間）		根拠：発掘結果計測値

(2) 主要構造部材仕様

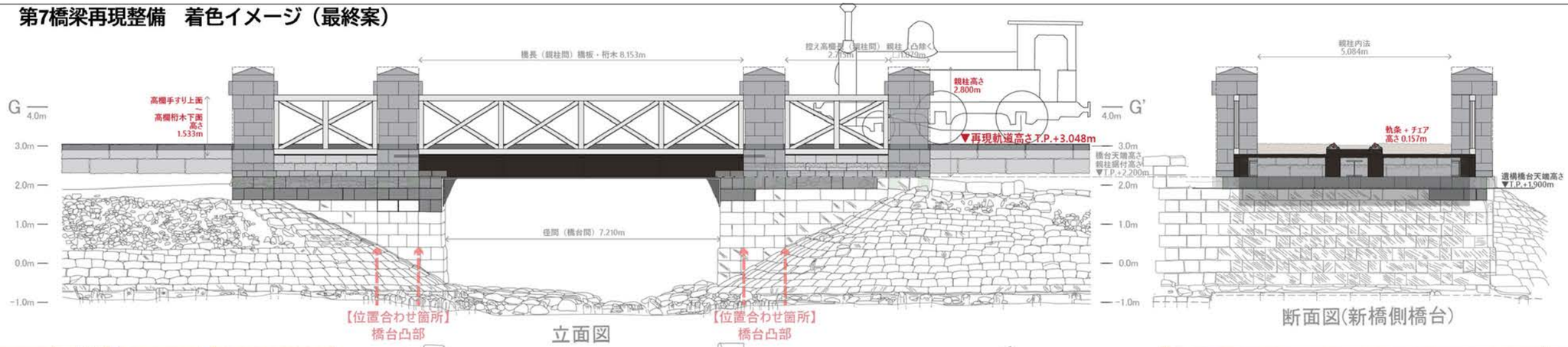
◆桁木　ヒノキ 松脂 3 回塗		根拠：第 11 号橋梁仕様書
長さ（笠石間）	9.624m	根拠：発掘結果計測値
幅	0.400m	根拠：構造解析結果より設定
※高欄下桁木	0.235m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
高さ	0.500m	根拠：構造解析結果より設定
◆橋台平均木（橋板）　松脂 3 回塗		
長さ	9.624m	根拠：発掘結果計測値
幅	6.334m	根拠：発掘結果計測値
高さ	0.068m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値

(3) その他部材仕様

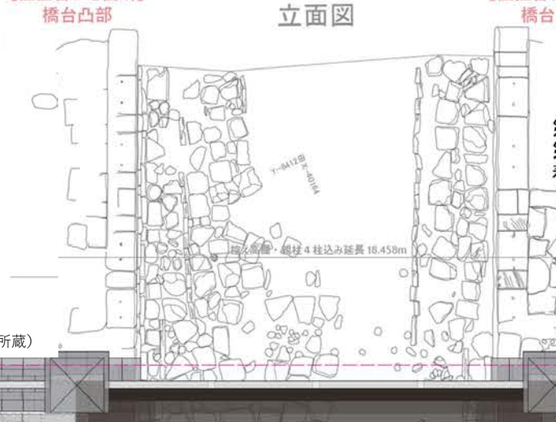
◆本体高欄木材一式　ヒノキ ネズミペンキ 3 回塗		根拠：第 11 号橋梁仕様書
◇高欄手すり		
長さ	8.513m	根拠：発掘結果計測値
高さ	0.153m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
幅	0.149m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
◇高欄束柱		
高さ（桁木下端まで）	1.947m	根拠：親柱設定高さより
幅	0.130m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
厚さ	0.149m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
◇高欄筋違木		
長さ	2.344m	根拠：親柱設定高さより
幅	0.103m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
厚さ	0.047m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
◇高欄桁木　※錦絵実現のためオリジナル設定部材		
長さ	8.513m	根拠：発掘結果計測値
幅	0.149m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
厚さ	0.150m	根拠：オリジナル設定値
◆控え高欄木材一式　ヒノキ ネズミペンキ 3 回塗		根拠：第 11 号橋梁仕様書
◇高欄手すり		
長さ	2.715m	根拠：発掘結果計測値
高さ	0.153m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
幅	0.149m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
◇高欄束柱		
高さ（高欄桁木上端まで）	1.229m	根拠：親柱設定高さより
幅	0.130m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
厚さ	0.149m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
◇高欄筋違木		
長さ	2.768m	根拠：親柱設定高さより
幅	0.103m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
厚さ	0.047m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
◇高欄桁木　※錦絵実現のためのオリジナル設定部材		
長さ	2.715m	根拠：発掘調査計測値
幅	0.149m	根拠：第 21 号橋梁図採寸値
高さ	0.150m	根拠：オリジナル設定値
◆親柱（男柱）		根拠：第 11 号橋梁仕様書
敷（4 辺）	1.079m	根拠：発掘調査計測値
片側柱間	2.715m	根拠：発掘調査計測値
高さ	2.800m	根拠：第 11 号橋梁・古写真推定
下石尺四方口	0.303m	根拠：第 11 号橋梁仕様書
◆縦枕木		
高さ	0.121m	根拠：国鉄百年史
幅	0.349m	根拠：国鉄百年史
◆レール・チェア		
高さ	0.157m	根拠：国鉄百年史

図資-3-21：整備計画一般図・仕様

第7橋梁再現整備　着色イメージ（最終案）

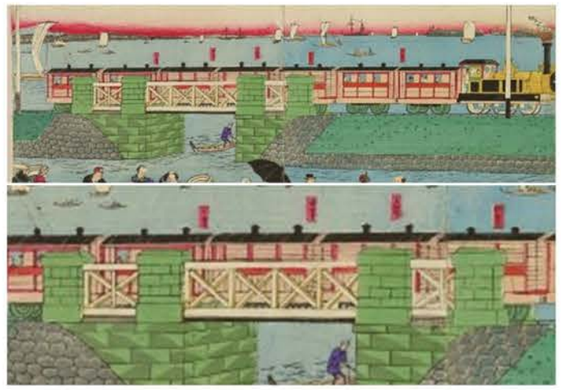


第9号橋梁（模型：品川区立品川歴史館所蔵）



第11号橋梁仕様書では親柱石材の指定がない
第9号・第20号橋梁では橋台と材質が異なるように見えるが、
着色写真のため仕上げの違いの可能性が残る

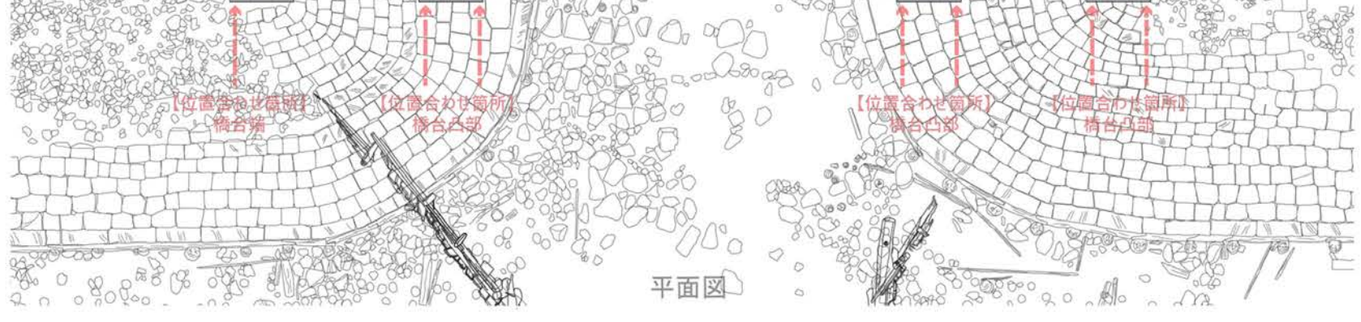
・親柱石材：橋台石材と同種・同仕上げとする
→安山岩・小叩き仕上げ



目標絵図　歌川広重（三代）「東京品川海辺蒸気車鉄道之真景」1872～73年頃

比較根拠古写真　大阪神戸間鉄道　生田川橋梁　開業当初　連続桁構造

第11号橋梁の平均木・縦枕木



第11号橋梁仕様書記載表現に対し、
「目標とする絵図」
「比較根拠古写真」　を基に塗装色選定

・高欄木材一式：ネズミペンキ3回塗り
⇒ライトグレー
・桁木・平均木：松脂3回塗り
⇒ブラック

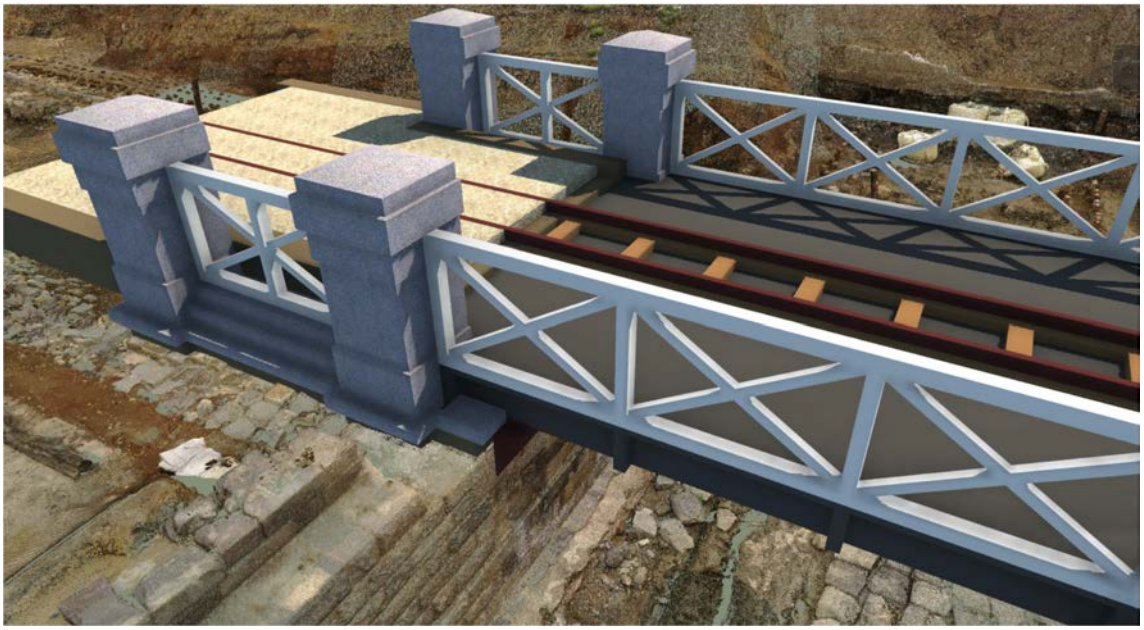
0　S=1:100　6m

図面名称	第7橋梁再現図 WG4検討結果 桁高50cm
備考	・橋台最上段に1段追加 ・桁高補正（フレーム解析結果） ・親柱高さ補正（根拠再設定） 第11橋梁⇒モーザー写真解析 ・親柱に合わせて高欄高さを補正

図資-3-22：整備計画一般図着色イメージと参考一覧

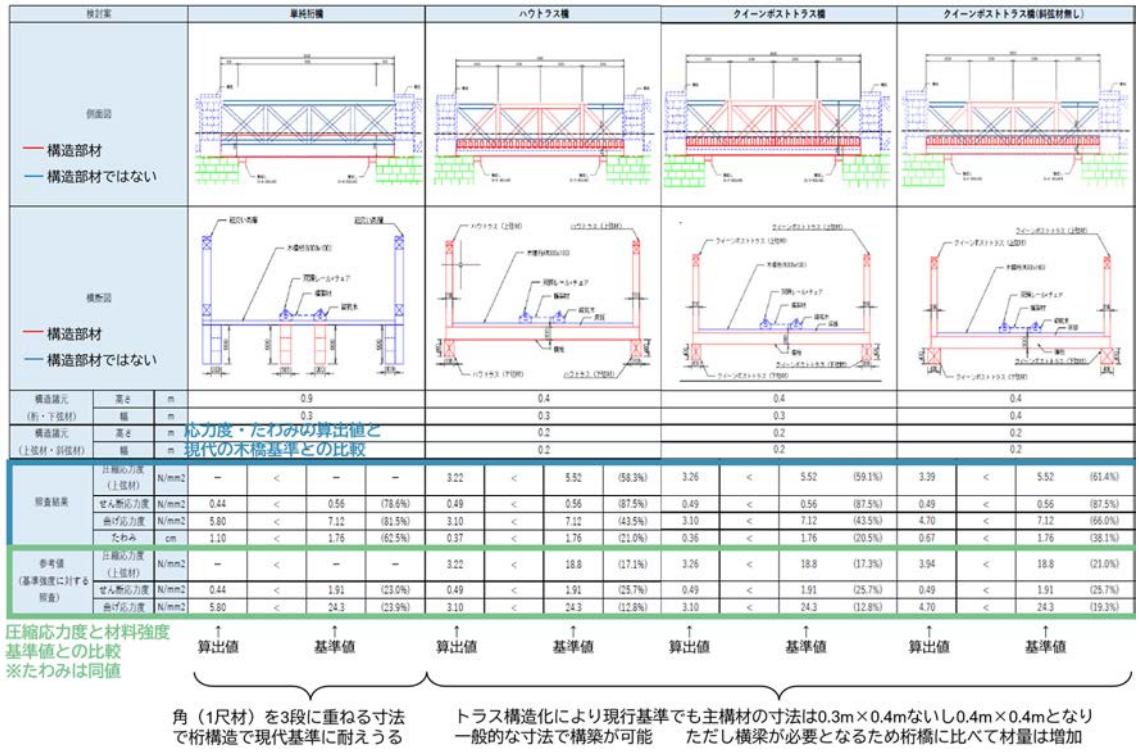
図資-3-23：3街区デッキ上から全体を見下ろしたイメージ（※正確に位置を合わせたものではありません）

図資-3-24：3街区メンテナンスデッキから水路部を見上げたイメージ（※正確に位置を合わせたものではありません）

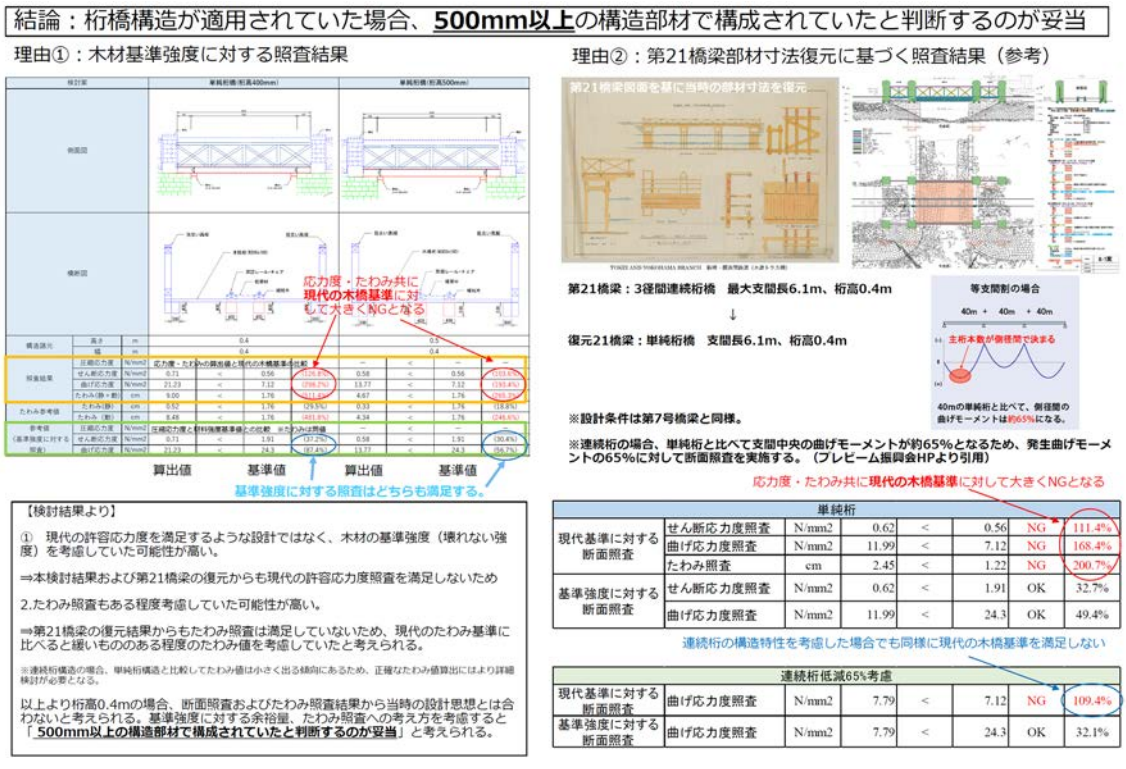


図資-3-25：区画道路2号の歩道部からのぞきこむイメージ（※正確に位置を合わせたものではありません）

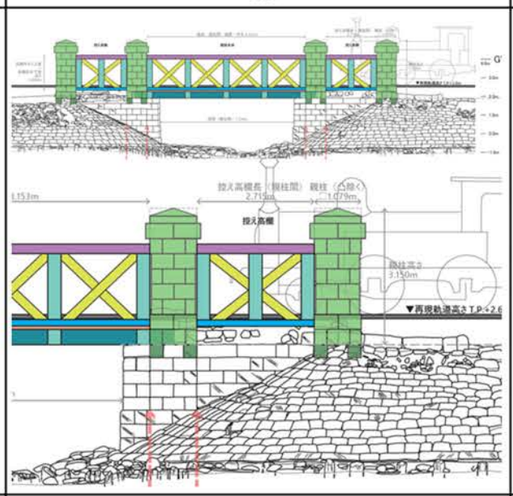
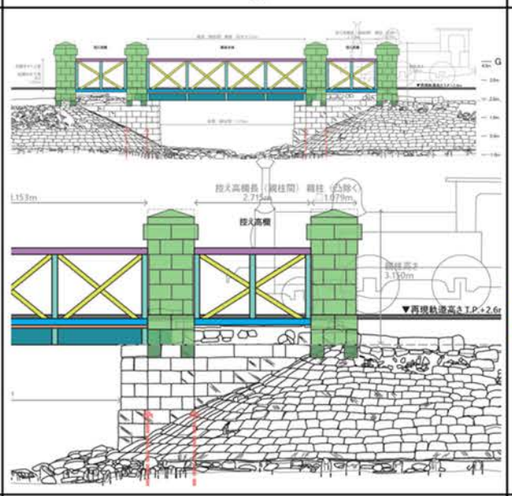
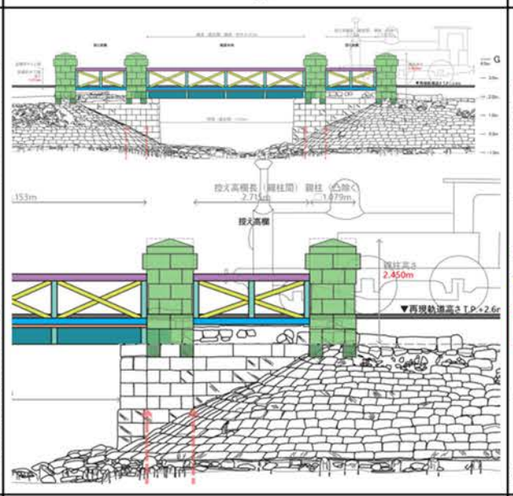
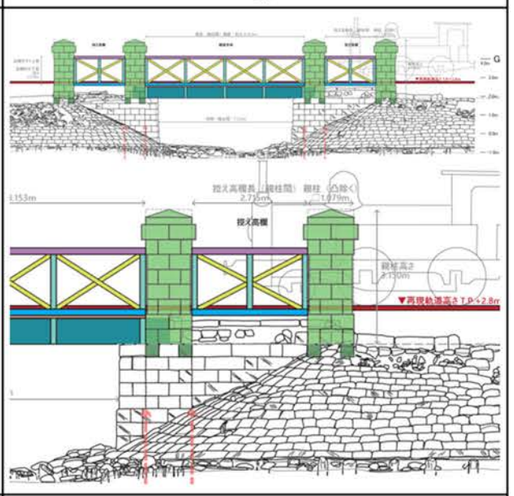
参考資料：許容応力度法による強度限界の解析結果



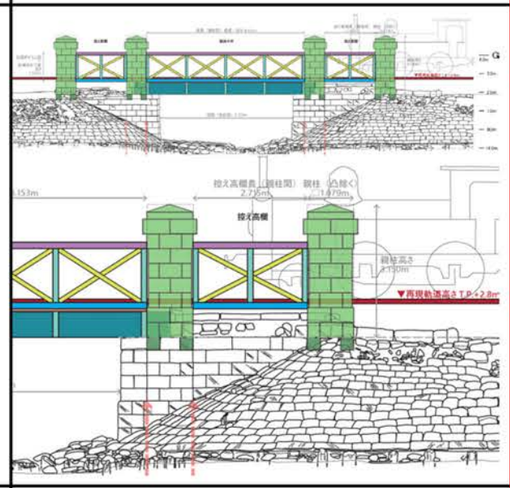
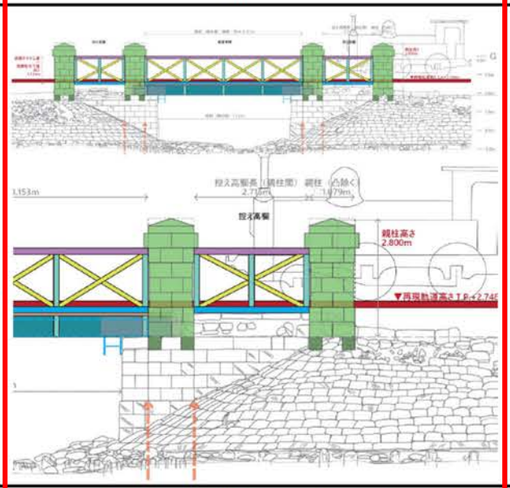
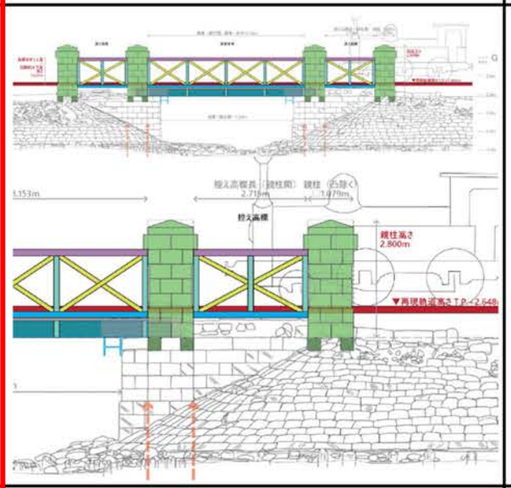
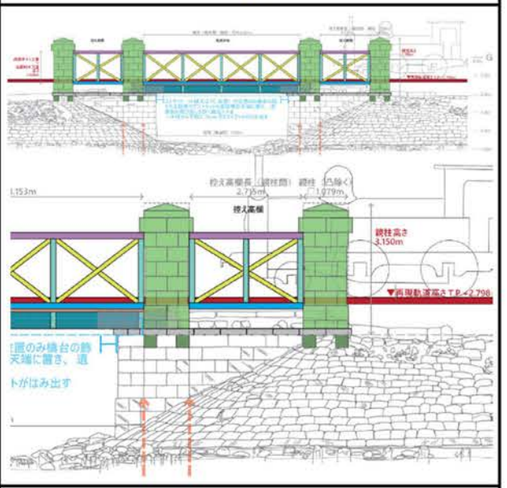
図資-3-26：推定した構造形式別の現代木橋基準値比較及び基準強度限界の解析結果



図資-3-27：桁構造の場合の強度限界の解析結果と第 21 号橋梁部材寸法の照査による妥当性判断

	A案	B案	C案	D案
				
再現形状の考え方（説明根拠の有無と物理法則推定）	根拠として当時の別橋梁の仕様書の部材寸法を採用し、絵図に残る姿の形状に当てはめて構築した	凡その形状は当時の別橋梁の仕様書記載寸法を根拠としつ、当時の同じ桁構造の橋梁図面の部材寸法を採用し、絵図に残る姿の形状に当てはめて構築した	当時の同じ桁構造の橋梁図面の部材寸法と形状寸法を採用し、高欄高さに応じて親柱の高さを設定して構築した	凡その形状は当時の別橋梁の仕様書記載寸法を根拠とし、当時の同じ桁構造の橋梁図面の部材寸法を採用しつつ、主桁高さを径間に応じた構造解析結果を用いて再設定し構築した
形状規模根拠	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）	第21号橋梁図面　図測値	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）
部材寸法根拠	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）	第21号橋梁図面　図測値	第21号橋梁図面　図測値	第21号橋梁図面　図測値 ※主桁のみ「構造解析結果の値」
※　主桁材・高さ	ヒノキ・H=351mm（採用値）	ヒノキ・H=391mm（採用値）	ヒノキ・H=391mm（採用値）	ヒノキ・H=600mm（設定値）
橋台基面/天端高さ	T.P.+1.9m（発掘時測量値）	T.P.+1.9m（発掘時測量値）	T.P.+1.9m（発掘時測量値）	T.P.+1.9m（発掘時測量値）
親柱の高さ	3150mm（史料採用値）	3150mm（史料採用値）	2450mm（高欄高さに合わせて下げ）	3150mm（史料採用値）
床板より高欄高さ	1899mm（計測値）	1795mm（計測値）	1173mm（計測値）	1578mm（計測値）
根拠設定の矛盾点（追求ポイント）	・引用した仕様書はトラス構造で部材異なる	・引用した図面の径間が第7橋梁より短い	・引用した図面の径間が第7橋梁より短い ・引用した図面には石造親柱がない構造	・築堤一般部の笠石高さと線路面高さが合わなくなる
再現景観の課題（根拠とデザイン）	・高欄を構成する各部材が太い（絵図に近い	・高欄を構成する各部材が絵図比でやや細い	・絵図比で列車に対して高欄高さが低い ・絵図比で高欄の1パネルが長方形すぎる	・絵図に対して桁高が大きく異なる
再現後の懸念事項	・桁高さが薄すぎる印象を専門家に持たれる	・桁高さが薄すぎる印象を専門家に持たれる	・桁高さが薄すぎる印象を専門家に持たれる	・絵図に対して違和感を持たれる可能性 ・一般部の再現が古写真と異なる可能性
（仮）総評	△（根拠が乏しい）※絵図追及に振切れば○	○（根拠が明確）	▲（絵図と最も違い）※親柱の安定は○	◎（最も多方面に齟齬が少ない）

図資-3-28：第 11 号橋梁仕様書・第 21 号橋梁推定図面の根拠寸法を組み合わせて構築した 4 案比較

	前回候補案　D案	新D案	新E案	新F案
				
再現形状の考え方（説明根拠の有無と物理法則推定）	凡その形状は当時の別橋梁の仕様書記載寸法を根拠とし、当時の同じ桁構造の橋梁図面の部材寸法を採用しつつ、主桁高さを径間に応じた構造解析結果を用いて再設定し構築した	部材寸法は第21橋梁図面、親柱は古写真解析による推定値を根拠とし、構造解析結果による基準強度・たわみ量照査より妥当と判断できる桁高として構築した	同左 構造解析結果による妥当な桁高500mmの構成を主桁400mm+縦枕木100mmとし、見かけの主桁高さを低く構築した	同左 橋台部の最上段に飾り石を0.5段分追加してその上に新E案を構築した（高欄パネルが扁平化するため親柱高に第11橋梁寸法を採用）
外形規模根拠	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）	第11号橋梁史料　仕様書記載値（m換算）
部材寸法根拠	第21号橋梁図面　図測値	第21号橋梁図面　図測値	第21号橋梁図面　図測値	第21号橋梁図面　図測値
主桁寸法根拠	許容応力度法・構造解析結果	許容応力度法・構造解析結果（強度限界）	許容応力度法・構造解析結果（強度限界）	許容応力度法・構造解析結果（強度限界）
主桁材・高さ	ヒノキ・H=600mm（設定値）	ヒノキ・H=**500mm**（解析設定値）	ヒノキ・H=**400mm**（解析設定値）	ヒノキ・H=**400mm**（解析設定値）
橋台基面/天端高さ	T.P.+1.9m（残存遺構測量値平均）	T.P.+1.9m（残存遺構測量値平均）	T.P.+1.9m（残存遺構測量値平均）	T.P.+2.05m（遺構天端に飾り石150mm設置）
親柱の高さ	3150mm（第11号橋梁史料採用値）	2800mm（ミヒャエルモーザー古写真解析）	2800mm（ミヒャエルモーザー古写真解析）	3150mm（第11号橋梁史料採用値）
床板より高欄高さ	1578mm（計測値）	1533mm（計測値）パネルがやや横長	1633mm（計測値）絵図形状に近づく	1828mm（計測値）絵図・古写真に最も近い
根拠設定の矛盾点（追求ポイント）	・築堤一般部の笠石高さと線路面高さが合わなくなる	・線路高さがT.P.+2.75mとなり築堤一般部の笠石高さからの推定値T.P.+2.6mと乖離	・線路高さがT.P.+2.65mとなり築堤一般部の笠石高さからの推定値T.P.+2.6mと近似	・線路高さがT.P.+2.8mとなり築堤一般部の笠石高さからの推定値T.P.+2.6mと乖離
再現景観の課題（根拠とデザイン）	・絵図に対して桁高が大きく異なる	・旧D案より絵図のバランスに近づく	・新D案より絵図のバランスに近づく	・新E案より最も絵図のバランスに近づく ・親柱が大型となり不安定さが強い
再現後の懸念事項	・絵図に対して違和感を持たれる可能性 ・一般部の再現が古写真と異なる可能性	・絵図に対して違和感を持たれる可能性 ・一般部の再現笠石に新石を用いる必要	・絵図に対して違和感を持たれる可能性 ・桁高さが薄い印象を専門家に持たれる	・高欄の高さから絵図との違和感は最も弱い ・桁高さが薄い印象を専門家に持たれる ・一般部の再現笠石に新石を用いる必要
備考	結論：桁高が目標に対し高い⇒低くする検証		・主桁+縦枕木を剛結せず換算してよいか？	※ストラットが主桁から下部に少しはみ出す

図資-3-29：D 案を基に構造解析結果を踏まえた桁高さの設定値の違いによる 3 案比較

４）整備の考え方

整備に当たっては露出する橋台遺構の保全を第一とし、保護、補修等を可能とする再現整備とするため、以下の手順で整備を行う。

- 遺構の再発掘・調査
- 橋台欠損部の補修
- 橋台の一部再現（1 段追加等）
- 橋台補強工の設置
- 遺構保護のための緩衝層の設置
- モニュメントとしての親柱安定構造躯体の据付と親柱の再現（※建築基準法準拠）
  ※補修時に取り外し可能な据付方法
- モニュメントとしての木橋部の再現と補強工との一体化　（※建築基準法準拠）
  ※補修時に取り外し可能な据付方法
- バラスト・線路の再現　※補修時に取り外し可能な据付方法

５）整備に向けた検討課題

整備に向けた検討課題として、以下の項目を中心に引き続き検討を進める。

- 極力目立たなくする補強工の詳細形状　（※道路土工基準準拠）
- 遺構と整備工作物との接触面の処理
- 遺構へ影響を与えない軽量な親柱躯体構造
- 木橋部の材料の入手性とその補正方法
- 木橋部の表面加工（ペンキ又は木目等）
- 木橋部の継ぎ手、仕口、補強金物

※1：出典　「鐵道線路各種建造物明細録第一編」（鉄道庁、1892（明治 25）年）　国立国会図書館蔵
※2：出典　「東京品川海辺蒸気車鉄道之真景」（歌川広重（三代）1872（明治 5）年）　港区立郷土歴史館蔵
※3：出典　「大日本全国名所一覧　イタリア公使秘蔵の明治写真帖」（マリサ・ディ・ルッソ、石黒敬章著、2001 年）平凡社
※4：出典　「日本国有鉄道百年史．第 2 巻」（日本国有鉄道、1970（昭和 45）年）　国立国会図書館蔵
※5：出典　「TOKEI AND YOKOHAMA BRANCH　新橋横浜間鉄道（平沼川）木造トラス橋」（作者不明、明治期）九鬼家図所蔵 近代鉄道関係資料調査報告書より　2013 年、土木学会附属土木図書館所蔵
※6：出典　「日本国有鉄道百年史．第 2 巻」（日本国有鉄道、1970（昭和 45）年）　国立国会図書館蔵
※7：出典　ミヒャエルモーザー撮影による高輪築堤工事中写真　日本大学芸術学部蔵
※8：出典　品川区立品川歴史館所蔵 常設展示模型「日本初の鉄道と品川停車場を見てみよう！」
※9：出典　「生田川橋梁」　小野田 滋氏提供
※10：出典　「本邦鐵道橋梁の沿革に就いて」（久保田敬一、1934（昭和 2）年）　土木学会附属土木図書館所蔵