



[日本鉄鋼連盟] 第VI期「鋼構造研究・教育助成事業」(2025~2029)

各種暴露試験を基にした 重防食被覆の耐久性評価手法の確立に向けて

港湾空港技術研究所
山路 徹

検討の背景：重防食被覆の耐久性評価



PE（ポリエチレン）

- ・波崎観測栈橋で40年経過。高い防食性能を保持
- ・劣化予測手法など、詳細な耐久性の評価手法は未確立

UE（ウレタンエラストマー）

- ・波崎観測栈橋での調査結果無し（駿河湾では実施中）
- ・港空研海水シャワー暴露場で17年経過。
- ・劣化予測手法など、詳細な耐久性の評価手法は未確立



暴露試験を中心に、重防食被覆（特にウレタンエラストマー被覆）の耐久性評価手法を確立

現状で想定している
主な評価手法

- 1) 体積抵抗率による性能の変化の評価（予測手法の確立）
- 2) 表層付近の劣化の評価



波崎観測栈橋

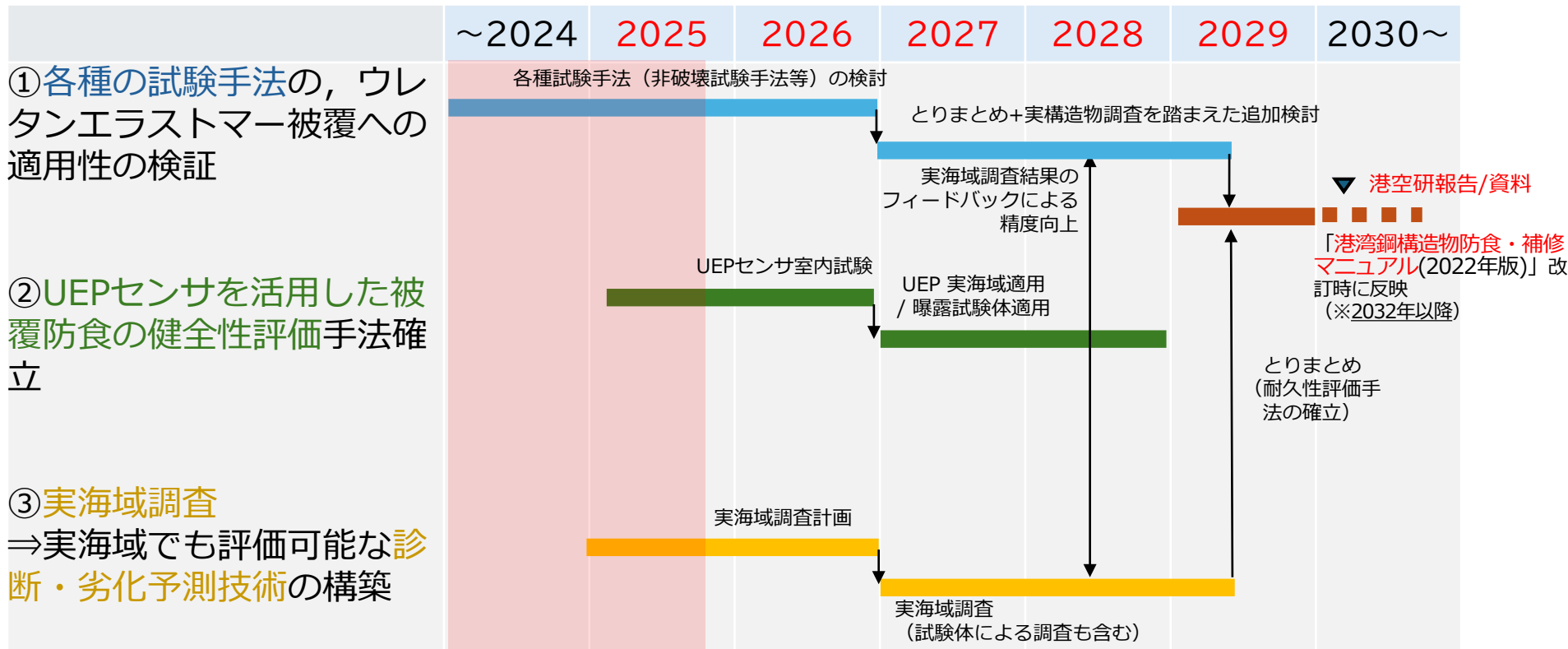


PE（40年）

ロードマップ



*[日本鉄鋼連盟] 第VI期「鋼構造研究・教育助成事業」(2025~2029)

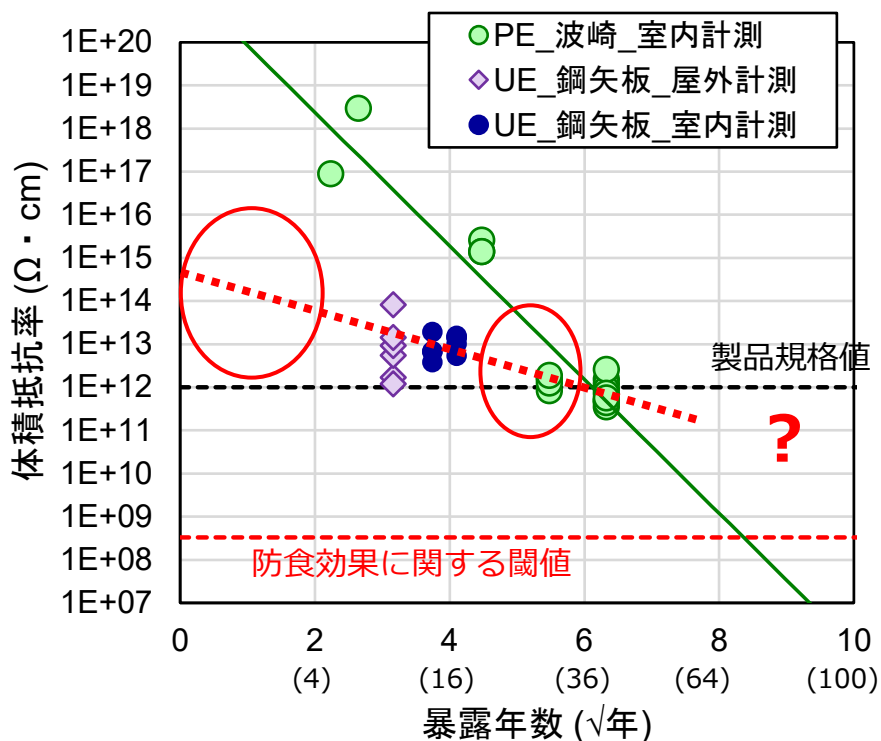




現状で想定している主な評価手法

1) 体積抵抗率*の経時変化

*絶縁抵抗から算定



体積抵抗率の変化を把握

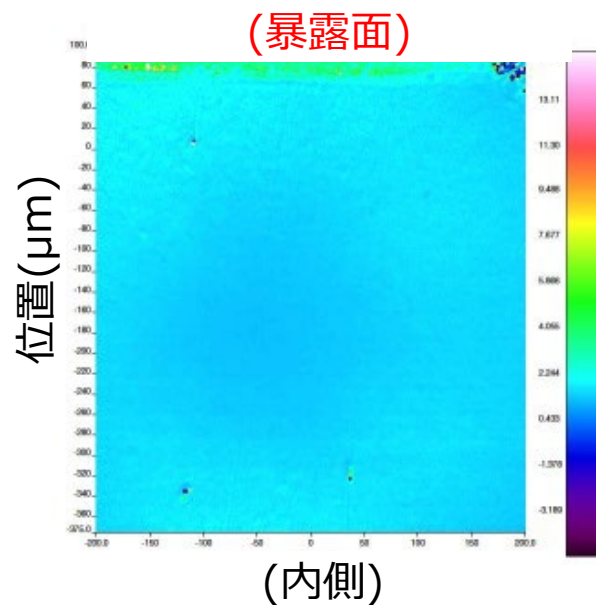
→性能の変化を予測可能？

2) 表層付近の劣化

波崎・PE (ポリエチレン)
30年後のFT-IR*分析結果

*フーリエ変換
赤外分光法

$(CH_2 \ 1450cm^{-1}) / (C=O \ 1740cm^{-1})$



暴露面付近においても
劣化は進行していない

(CH₂/C=O 比がほとんど変化していない)

→性能変化 (劣化) の範囲を評価可能？

実施予定の調査



- (1) 試験体による調査-1 (港空研での暴露試験)
 - ・ハット型鋼矢板試験体 (2008～：2025で17年経過)

- (2) 試験体による調査-2 (新規作製)
 - ・初期値～**若材齢**の評価

- (3) (長期経過した)実構造物での調査
 - ・過去の調査結果あり
 - ・**初期値あり**

③実海域調査

※「駿河湾・暴露試験体」に関して、土木研究所との合同調査も検討中。

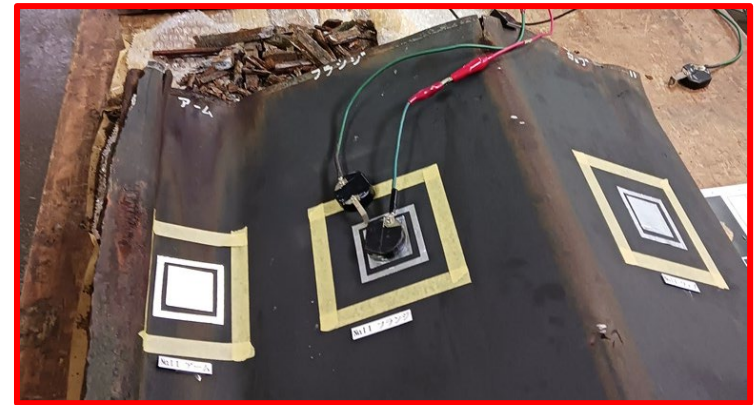
(1) 試験体による調査-1 (港空研での暴露試験)



ハット型鋼矢板試験体 (2008~)



港空研・海水シャワー場



(試験片*の室内計測時)

*鋼矢板の一部を切り出した試験片
(2025から再暴露中)

- 「鋼矢板」と「試験片」の両者において、「**体積抵抗率**」の経時変化を測定中
- ✓「体積抵抗率」の計測精度, 影響要因等を整理
 - 実構造物での測定手法**を検討 (適用限界の把握も含めて)
- ✓**劣化予測手法**の検討

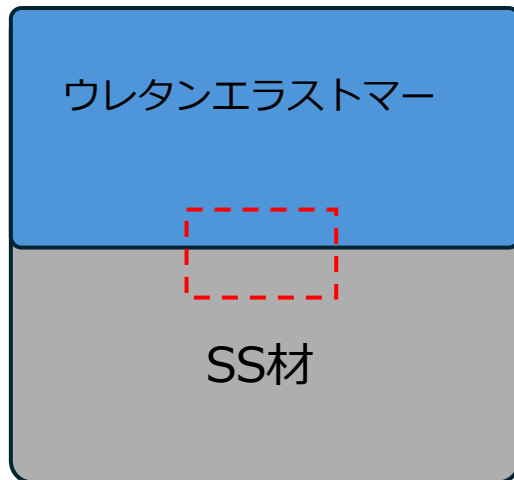
(2) 試験体による調査-2 (新規作製)



1) 小型試験体 (東京理科大・橋本先生)

「室内試験」により、端部の劣化の進展状況などを検証

②UEPセンサを活用した被覆防食の健全性評価手法確立

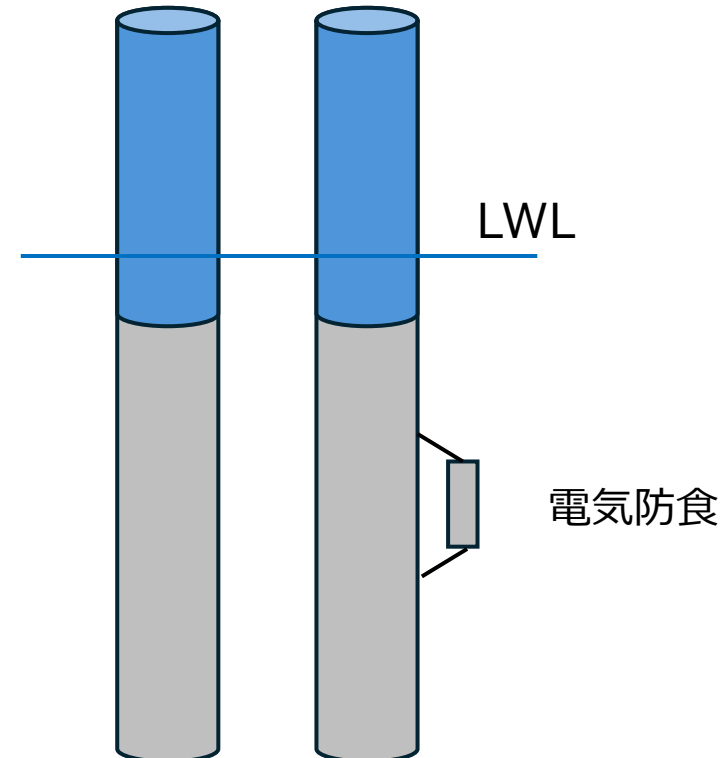


※電気防食：無・有

2) 鋼管試験体 (港空研：小池，山路)

- ・初期値を計測
- ・実海域に暴露し、性能の経時変化を測定

③実海域調査

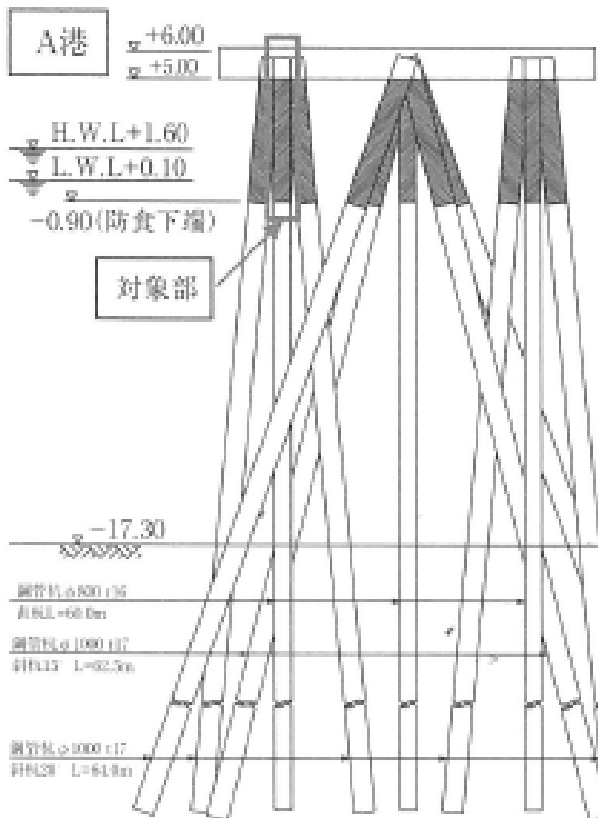


(3) (長期経過した)実構造物調査 (候補1：A施設・オイルタンカーバース)

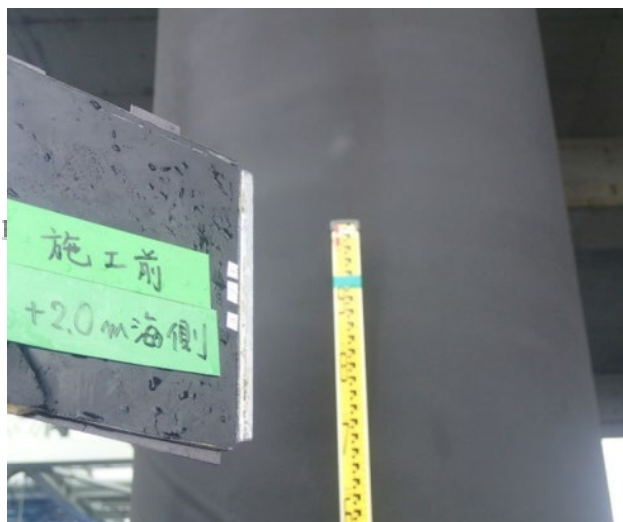


ウレタンエラストマー被覆

- ・1994に施工
- ・2014.2に調査 (約20年後)



2027で33年経過



2014：顕著な損傷は認められなかった



被覆下に腐食は認められなかった

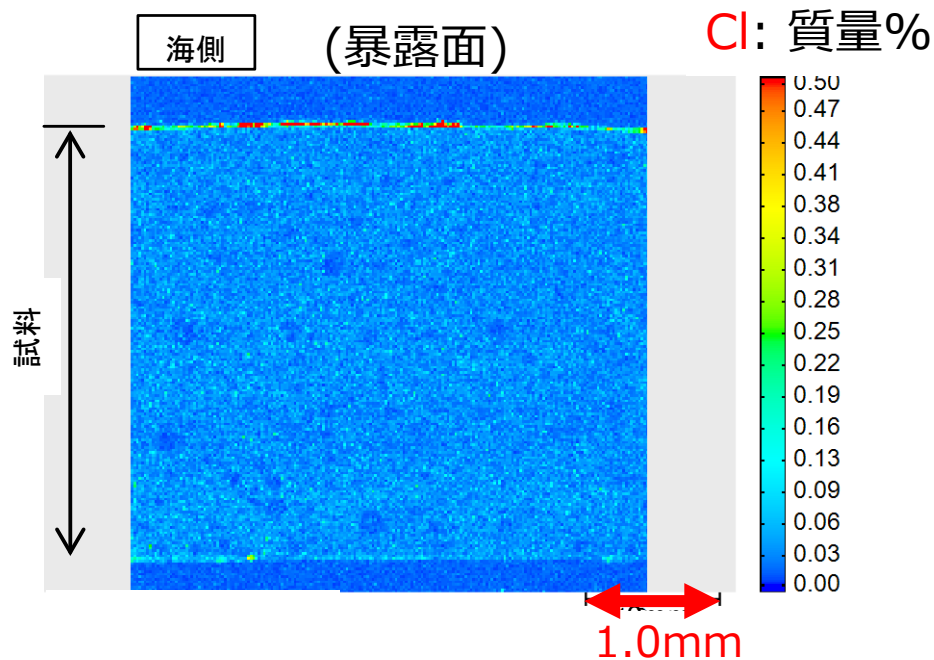
※体積抵抗率：未測定

(3) (長期経過した)実構造物調査 (候補1 : A栈橋)



被覆材内のCl浸透深さ

-0.5m (海側) : 海中部



- 内部へのCl浸透は見られない.
- +0.8 (干満帯) , +2.0m (飛沫帯) でも同様

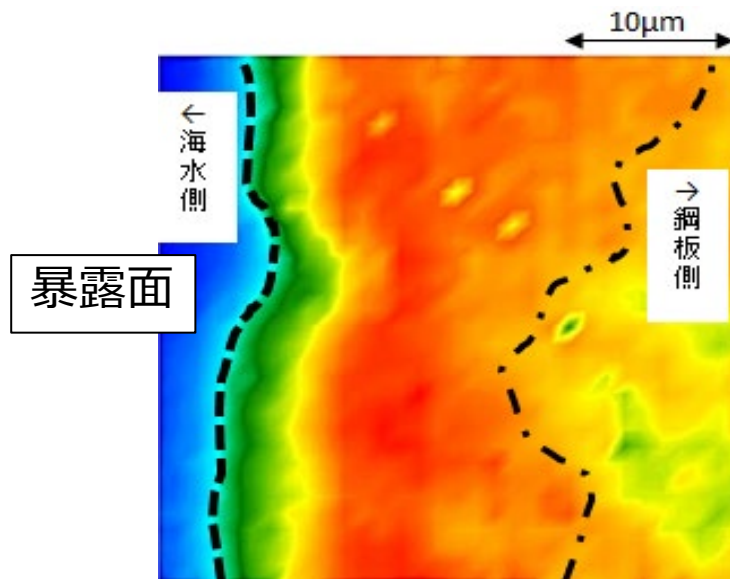
(3) (長期経過した)実構造物調査 (候補1：A栈橋)



FT-IR分析

波数 1712cm^{-1} でのIRイメージ

*主成分であるポリブタジエンの劣化により生じるカルボニル基 $\text{C}=\text{O}$ に由来



+2.0m (陸側) 試料

鋼板側

・劣化部 (赤色部) *はごく表層 (表層から $20\mu\text{m}$ 程度) 付近のみ.

* $\text{C}=\text{O}$ 基が多い部分 (赤色部) は、ポリブタジエンが消失と推定される.

(3) (長期経過した)実構造物調査 (候補2：B栈橋)



- ・鋼管杭式栈橋
- ・2001年供用開始 (2027で26年経過)



※ウレタンエラストマーに関する初期値あり

- ・比重, 硬さ, 引張強さ, 伸び, 吸水率, 体積抵抗率

性能評価および劣化予測手法の確立

～'体積抵抗率'を指標とした場合～

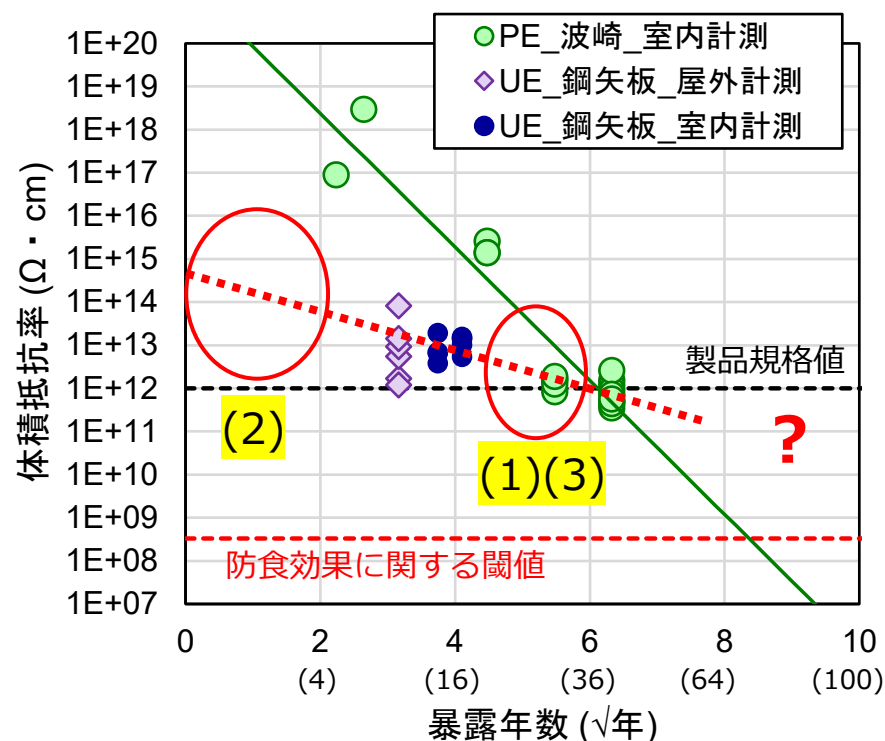


(1) 試験体による調査-1 (港空研での暴露試験)
 ・ハット型鋼矢板試験体

(2) 試験体による調査-2 (新規作製)
 ・初期値～**若材齢**の評価

(3) (長期経過した)実構造物での調査
 ・過去の調査結果あり
 ・**初期値あり**

※「駿河湾・暴露試験体」の結果も合わせて評価の予定.



'体積抵抗率'を指標とした、現状の性能評価および劣化予測の確立へ

参考： 第3期SIPでの取り組み ～ 栈橋への'InfraWalk'の試行～

*東京大学・全先生が開発

The image shows a software interface for 'InfraWalk' on the left and a 360-degree camera view of a bridge's underside on the right. The interface includes a map of the bridge structure with various colored markers, a control panel with buttons for '全て表示' (Show All), '上部構造' (Upper Structure), '下部構造' (Lower Structure), '上下閾値' (Upper/Lower Threshold) set to 0.5, '適用' (Apply), and '地図変更' (Change Map). There are also dropdown menus for '状態・損傷選択' (Status/Damage Selection) and '資料' (Data), and buttons for 'データ出力' (Data Output) and '資料アップロード' (Data Upload). The 360-degree view shows the bridge's upper structure (labeled '上部工 (はり)' in a yellow box) and its lower structure (labeled '下部工 (鋼管杭+被覆防食)' in a yellow box). The lower structure consists of numerous steel pipe piles (鋼管杭) with protective coatings (被覆防食) supporting the bridge deck over water.

「道路橋」を対象として開発されたシステムを「栈橋」へ試行中