

橋梁マネジメント技術について

国土交通省 航空局

令和5年6月

東京国際空港内の道路施設（橋梁等）について、安心・安全、快適な交通機能を継続的に確保する観点から、予防保全型管理を推進し、施設の耐久性を向上させる長寿命化対策を計画的に実施するための「東京国際空港道路施設インフラスマートマネジメント中長期計画」の策定に向け、有識者からなる委員会（東京国際空港橋梁マネジメントに関する技術検討委員会）において検討・審議を行い、その成果として、今般「東京国際空港インフラスマートマネジメントプラン・橋梁編」を含む報告書を取りまとめた。

東京国際空港橋梁マネジメントに関する技術検討委員会の概要

● 委員会構成メンバー（敬称略）

委員長	三木 千壽	（東京都市大学長）
外部委員	佐々木 栄一	（国立大学法人 東京工業大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系 教授）
外部委員	高木 千太郎	（一般財団法人 首都高速道路技術センター 上席研究員）
外部委員	山路 徹	（国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 構造研究領域長）

● 委員会開催日


令和3年度	第1回：令和3年10月5日	第2回：令和3年12月21日	第3回：令和4年3月 1日
令和4年度	第1回：令和4年10月4日	第2回：令和5年 1月19日	第3回：令和5年3月24日
委員会答申	令和5年3月29日		

● 検討対象橋梁

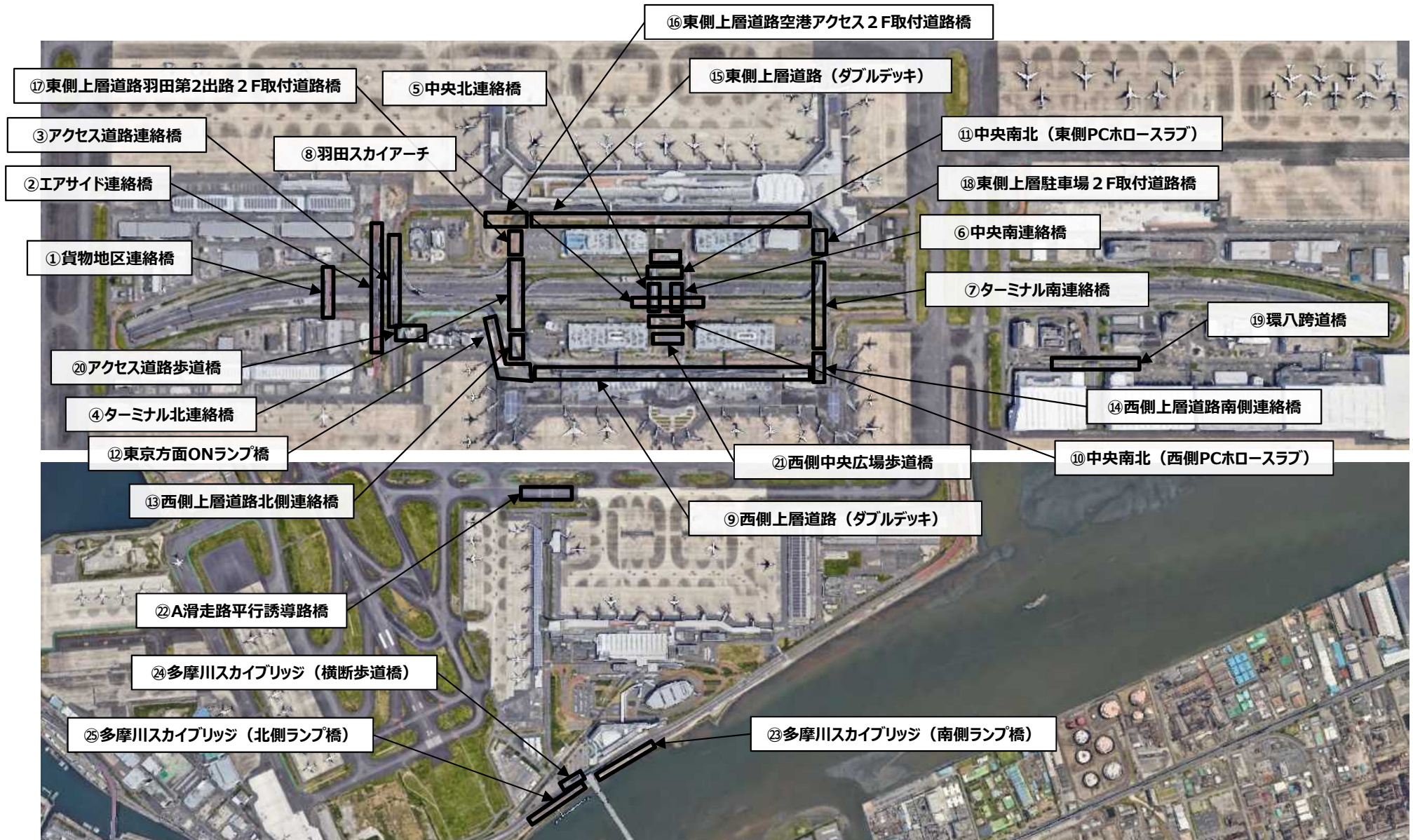
東京国際空港内の道路橋等の25橋

● 検討内容

- 1) 対象橋梁の現状把握及び健全度評価
 - ・過去の定期点検等の結果の整理、健全度の再評価、東京国際空港道路橋点検・診断要領（案）」の策定
- 2) インフラスマートマネジメント手法の検討
 - ・橋梁の点検・診断手法として、3Dデジタル野帳システムの構築・試行
 - ・日常点検を効率的・効果的に行う点検車両の開発・試行
 - ・橋梁を常時監視し大地震発災時の安全性や使用性の判断をリアルタイムで行うシステムの試行・検証
 - ・ウルトラファインバブル水を使った構造物洗浄の試行、「構造物洗浄マニュアル（案）」の策定
- 3) 「東京国際空港インフラスマートマネジメントプラン・橋梁編」の策定
 - ・1) 及び2) を踏まえたトータルライフサイクルコスト検討、全25橋マネジメントプラン策定

 羽田スカイアーチ

羽田空港内の橋梁(東京航空局管理、全25橋)



インフラスマートマネジメント手法の検討

インフラスマートマネジメントシステム

点検業務の
効率化・高精度化

1. 定期点検のデジタル化(3Dデジタル野帳システム、デジタルツイン)

橋梁をVRとして構築し、点検箇所への指示、点検結果のInput、点検結果の集計などを可能とすることにより点検等の効率化・高精度化を目指す。

- ・点検箇所と発生しやすい変状(損傷、劣化)の表示
- ・塗膜割れの検出、腐食、よごれの進行状況
- ・VR橋梁上における点検データの経時変化の蓄積(スマート野帳への記録)、FEMモデルを活用した劣化照査
- ・誤診断(ミスジャッジ)の防止



橋梁の三次元モデル

デジタル野帳への記録イメージ

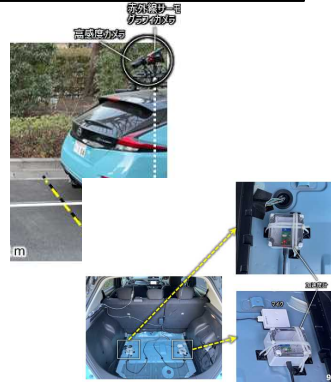
デジタル野帳の画像(開発途中)

2. 巡回点検のスマート化(点検車を使った点検の高精度化)

日常巡回点検のスマート化として、巡回車両に変状を検知する計測機器、システム等を搭載。路面の変状をその位置および健全性判定区分をリアルタイム簡易診断を可能とすることにより点検等の効率化・高精度化を目指す。

計測機器名	検知対象
ドライブレコーダー	標識の劣化
高感度カメラ	照明柱の劣化
加速度センサー	防音壁の劣化
赤外線サーモグラフィカメラ	フィンガージョイント段差/ジョイント間距離
マイク	ひび割れ、轍ぼれ
地中レーダー	IRI
橋梁モニタデータ	地下空洞
	RC床版の異常
	橋梁の構造的ひび割れ、劣化

センサーによる劣化・変状検知のイメージ



センサーの車両搭載状況(開発途中)

構造物(橋梁)洗浄の実用化検討

構造物の長寿命化

ウルトラファインバブル(UFB)水により橋梁表面に付着する飛来塩分等を除去する手法の実用化により橋梁塗装面の長寿命化を目指す。

- ・UFB水生成方式と生成装置の検証
- ・UFB水による構造物洗浄方法の検証(ヤード試験、実橋試験)
- ・洗浄マニュアルの作成



UFB水生成状況



ヤード試験状況



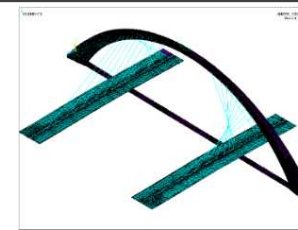
高所作業車による洗浄イメージ

変状センシング・モニタリング検討

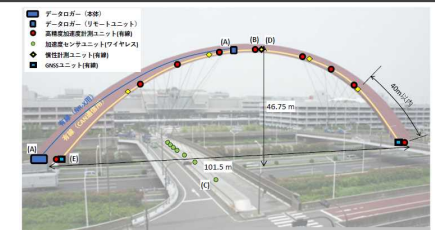
異常の検知・監視

1. 羽田スカイアーチを想定したモニタリングシステムの検討

①イベント時(地震等)の挙動の把握、②通常時挙動(温度変形等)の把握等により、目視では確認が困難な構造物の状態変化を早期に捉え、予防保全措置判断を適切に行うことを目指す。



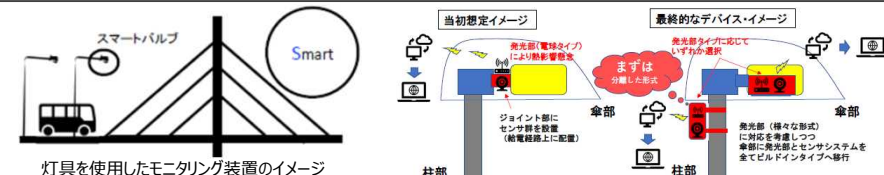
センサー配置検討のための予備解析



センサー設置イメージ

2. スマートバルブによる構造物遠隔監視モニタリング

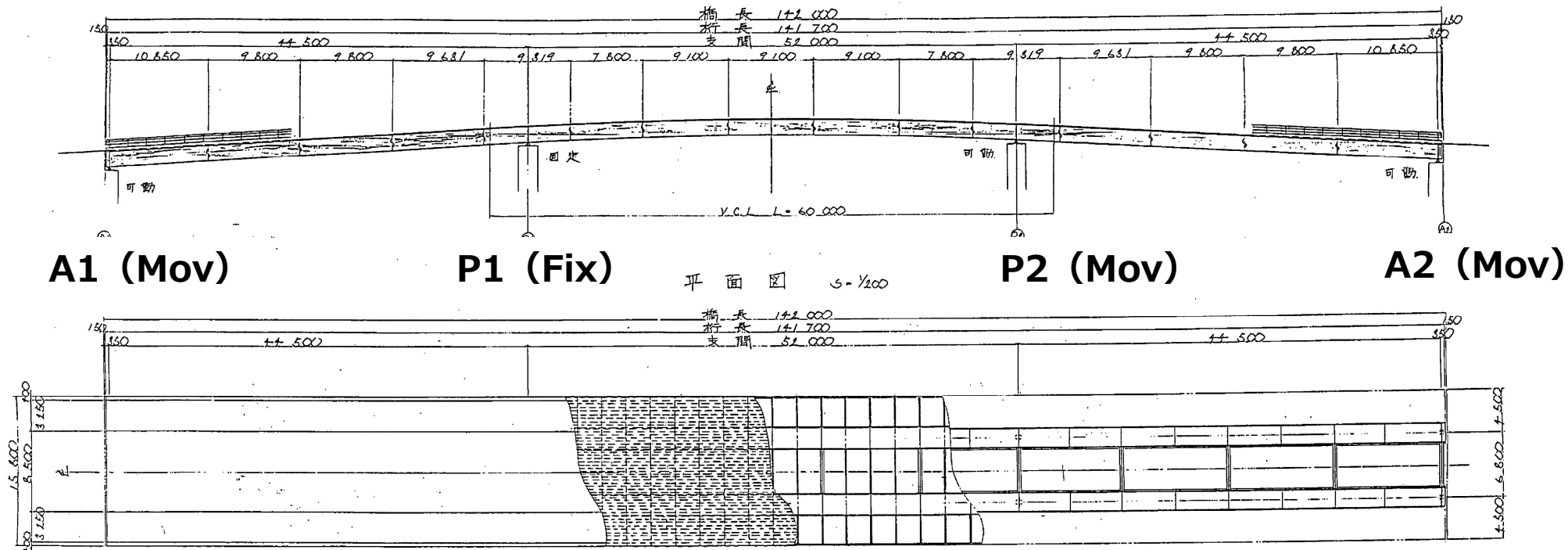
近接施工への対応監視及び自然災害(大規模地震・台風等異常気象)への対応として、動態観測的に沈下や傾斜、関連工事や橋梁等構造物相互の影響などの状態把握と分析を行い、その変化に応じ措置の必要性を検討することにより維持管理業務の省力化を目指す。



灯具を使用したモニタリング装置のイメージ

● システム試行の対象橋梁

環八跨道橋(2主桁・3径間連続鋼床版箱桁)



A1橋台 (始点側)



P1~P2径間 (中央径間)



P2~A2径間 (終点側側径間)

3Dデジタル野帳システム

● システム概要

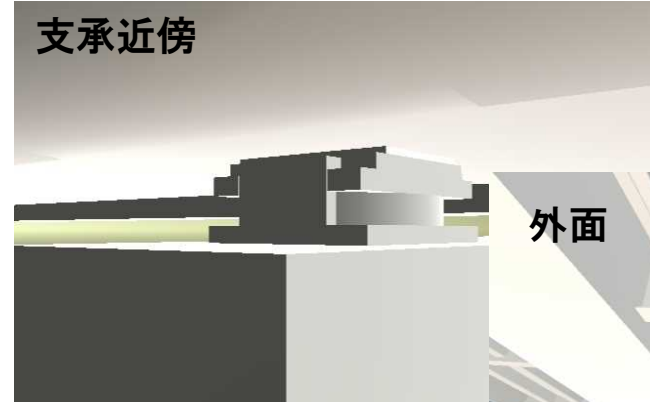
VR空間上の橋梁3Dモデル

- ・ 点検対象となる橋梁をVR空間上に3Dモデルとして構築し、表示。
- ・ 事前に点検個所の確認や点検実施時の点検技術者の目線を確認することができ、点検作業の再現、課題抽出や点検計画の検討が可能。

環八跨道橋モデル全景



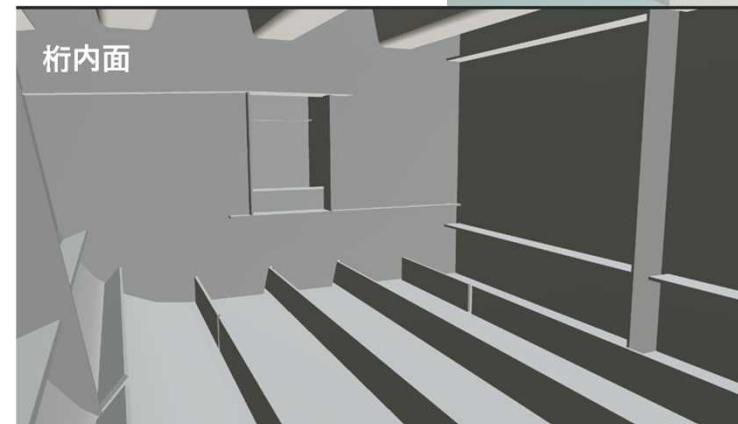
支承近傍



外面



桁内面



環八跨道橋でプロトタイプを作成

3Dデジタル野帳システム

● システム機能

1. 点検履歴の確認機能

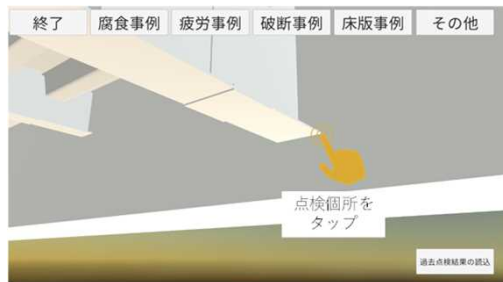


変状発生箇所の点検結果を読み込み

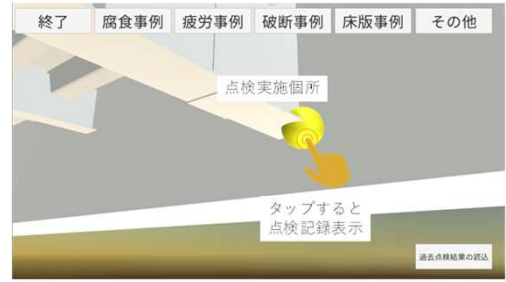


変状箇所の詳細を表示(変状詳細等)

2. 点検結果の記録機能



変状発生確認箇所の指定



変状の記録



変状発生状況の撮影



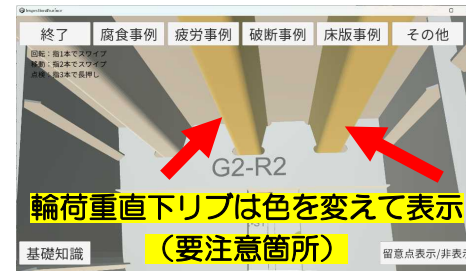
変状発生状況撮影結果の保存

3. 点検記録自動作成機能



現地点検後に行なう内業の省力化のため点検後に取り纏める点検・診断調書を自動作成

4. 変状が懸念される箇所の明示

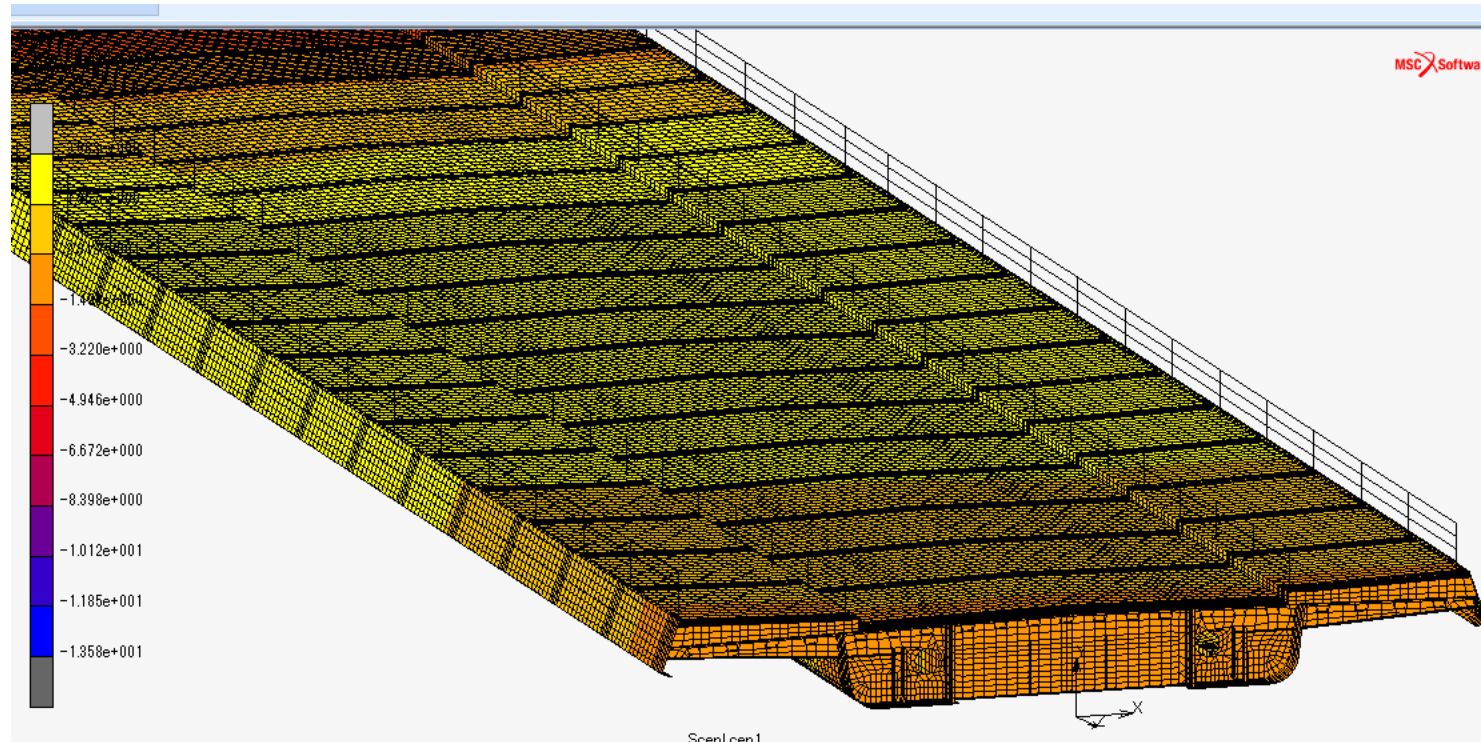


変状が懸念される箇所を明示し、点検員が入念に点検するよう注意を促す



● 3次元FEMモデルとの連携

3Dデジタル野帳による定期点検を実施した結果、損傷またはその予兆を確認した場合、FEMモデルにおいてその影響度合いを確認する等の連携を図るべく、3次元FEMを構築。



環八跨道橋3次元FEMモデル

3Dデジタル野帳システム

● 期待される効果

- ・ 変状箇所等の記録や点検時の撮影画像の取り込み機能を有していることから、点検業務（外業）の効率化・高精度化が見込まれる。
- ・ 点検履歴の確認機能、誤診断防止機能、類似橋梁の変状事例の表示機能、変状が懸念される箇所の明示や説明機能を有していることから、点検業務（外業）の効率化・高精度化が見込まれる。
- ・ 点検後に取り纏める点検・診断調書の自動作成機能を有していることから、点検業務（内業）の効率化・高精度化が見込まれる。

● 今後の課題と改善点

- ・ 今回構築したVR空間は環八跨道橋の上部工のみであるが、その他、定期点検対象となる下部工、支承、橋梁付属物についてもモデル化を進める。
- ・ 点検記録のアウトプットについては、橋梁定期点検要領（国土交通省道路局）の記録様式に則った出力となるよう改善を進める。
- ・ 他の橋梁への展開が容易となるよう、システムの簡略化を進める。

→上記を踏まえ、令和5年度にターミナル北連絡橋において3Dデジタル野帳を構築予定、
順次、対象橋梁の増加を目指す。