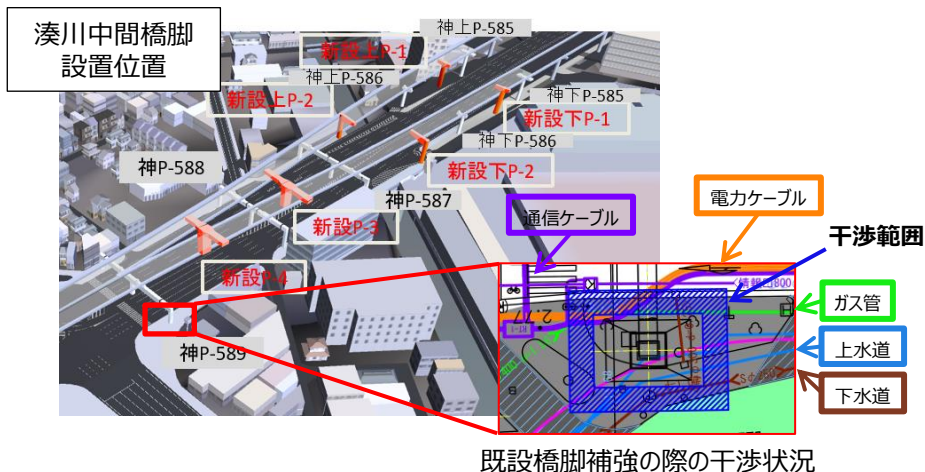


阪神高速道路の更新計画について

阪神高速道路株式会社

- 2015年度（平成27年度）以降、更新事業の推進にあたり、社会的影響を可能な限り軽減するための取組みや、施工期間の短縮を目的とした技術開発を鋭意実施。

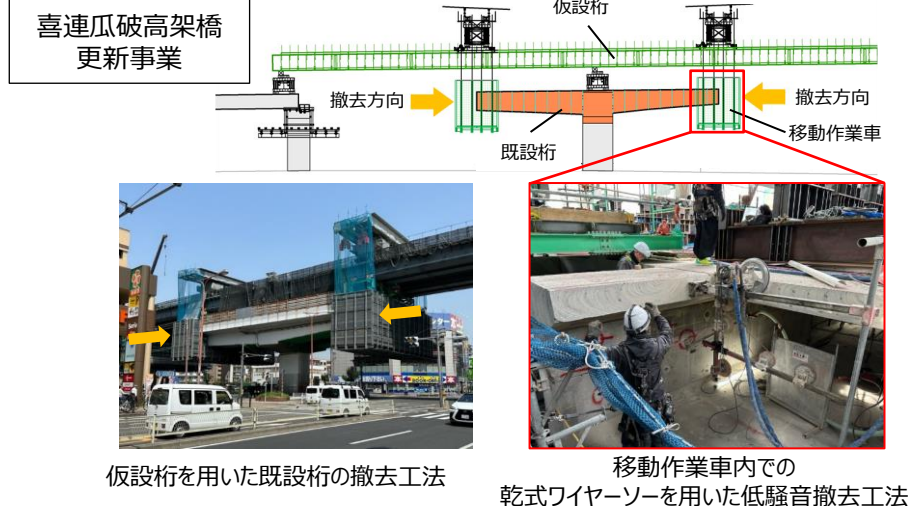
○ 社会的影響軽減の事例



既設橋脚の補強を行うには、移設を必要とする上下水道やガス管等の地下埋設物が大量に存在。

中間橋脚設置に工法を変更することで、地下埋設物移設に要する街路規制が大幅に減少し、規制期間の短縮を実現。

○ 技術開発の事例



- ・重交通交差点上にかかる既設桁の撤去工事において、一般道を止めることなく、交通影響を最小限にする施工方法の検討が必要。
- ・周辺には多数施設や住宅が近接しており、騒音抑制等の周辺環境への配慮が必要。

- ・現場直下の一般道の交通を妨げない大半の工程を空中で完結させる既設桁の解体撤去工法を適用。
- ・夜間でも沿道に影響を及ぼさない乾式ワイヤーソーを用いた撤去工法等の低騒音工法を適用。

○ 現在実施している更新事業の推進にあたり明らかとなった課題

- ・立地条件等の制約から、う回路設置等が困難な都市内の高速道路ネットワークにおいて、工事に伴う通行止めや長期の車線規制による社会的影響は大きい
- ・更新事業を円滑に進めるべく、関係機関との合意形成、ご利用のお客さまや沿道にお住まいの方の更新事業への理解醸成が必要不可欠

阪神高速道路の更新計画について

- 阪神高速道路の供用延長258.1kmのうち、90.5kmで更新事業を実施中。
- 2014年度（平成26年度）から開始した法定点検において、新技術も活用しつつ、より詳細な点検を行ったことにより、新たに更新が必要な箇所22.4kmが判明し、抜本的な対策として2,169億円の新たな更新事業が必要。

新たに更新が必要なトンネル（新神戸トンネル）

- 損傷状況：トンネルのPC舗装において、舗装版のひび割れに起因するPC鋼材の破断が発生
- 対策概要：高強度・高耐久なコンクリート系舗装に取替、防災設備等の更新、覆工コンクリート補修



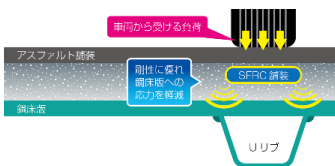
新たに更新が必要な橋梁の例（阿波座JCT付近）

- 損傷状況：鋼製高欄の内部の損傷
- 対策概要：軽量で耐久性・排水性を有する新しい鋼製高欄に取替



新たに更新が必要な橋梁の例（5号湾岸線深江浜付近）

- 損傷状況：Uリブを有する鋼床版にデッキプレート進展き裂が発生
- 対策概要：SFRC※舗装（鋼床版の剛性向上） ※鋼繊維補強コンクリート



| 区分 | | 路線 | 延長 | 事業費 (税込) | 事業 年度 |
|-------|------|-------------------|--------|-------------|----------|
| 大規模修繕 | トンネル | 32号新神戸トンネル | 7.8km | 689億円 | R6~18 |
| | 橋梁 | 3号神戸線、5号湾岸線 ほか | 14.6km | 1,480億円 | R6~15 |
| 合計 | | | 22.4km | 2,169億円 | - |

新神戸トンネルの損傷状況

- 六甲山を貫通する約8kmの山岳トンネルで、神戸市の南北地区を接続する第3種第2級の道路。
- 新神戸トンネルは、供用から50年近くが経過し、老朽化による構造物や設備の損傷が顕在化。
- 2016年度に実施した点検等により、PC鋼材の破断、舗装のひび割れ、湧水、地下水による路盤流出等を確認。



路面のひび割れ



舗装面のはつり調査
(PC鋼材の目視確認)



PC鋼材の破断

新神戸トンネルの概要

供用年：1976年（北行）、1988年（南行）

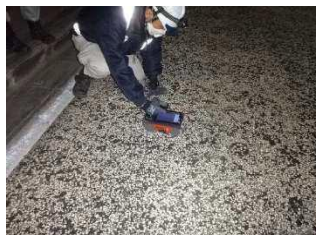
2012年に神戸市道路公社より移管

延長：7,767m（北行）、8,060m（南行）

幅員構成：300+3,250+3,250+300

平均交通量：約23,000台/日（R1.11）

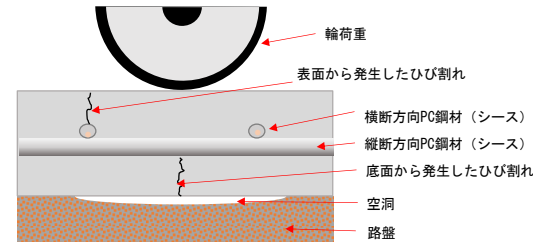
トンネル等級：A A



レーダー探査の様子



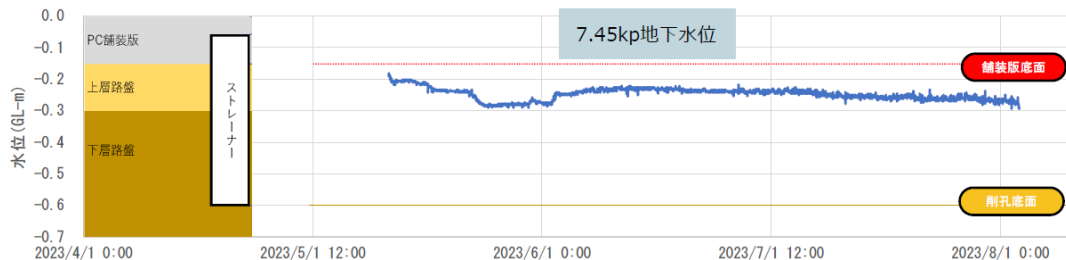
トンネル内湧水



舗装を支える路盤の空洞発生



劣化した消火用配管の損傷状況

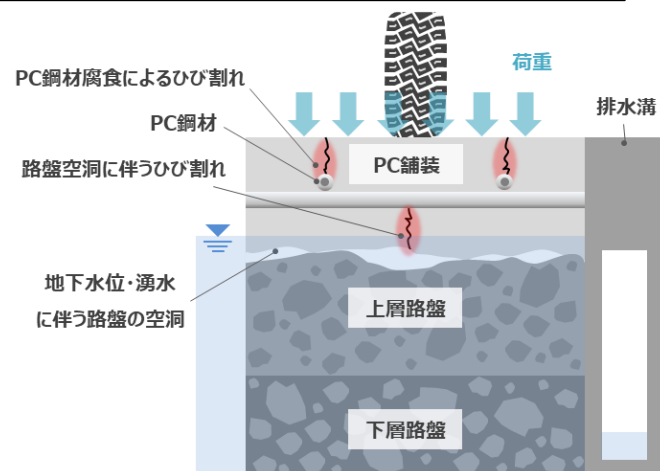


地下水調査結果

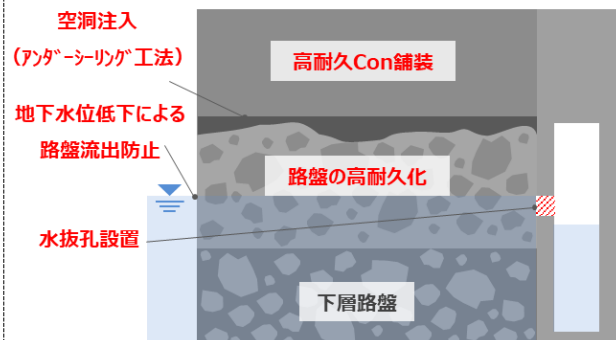
- 建設当時は耐久性に優れると考えられたPC舗装も、当時の技術的知見の不足や長年の過酷な使用環境の影響で道路の供用に悪影響を及ぼしかねない致命的な損傷が発生するリスクが発覚。
- 路面陥没等の恐れがある舗装を、高強度・高耐久なコンクリート系舗装で更新、路盤の高耐久化を実施。
- 老朽化した覆工コンクリートの修繕や換気・照明施設・防災設備等を更新。
- 最新の知見により抜本的な更新・修繕を実施するとともに、引き続き適切な維持管理を実施することで、トンネル全体の長期的な健全性及び防災上の安全性を確保。

○ 構造物や防災設備の健全性の確保と耐久性の向上（例）

| 確認されている損傷 | 損傷発生要因 | 劣化因子 | 対策内容 |
|--------------------|----------------------|---------------------|--|
| 路面のひび割れ | ・PC鋼材の腐食 ・グラウト未充填 | 地下水位・湧水 (シース内滞水) | ・舗装打替え (CRCP) ・オーバーレイ (SFRC) ・湧水排水 (水抜孔設置) |
| | 路盤の空洞 | 地下水位・湧水 (路盤流出) | ・空洞注入 (アンダーシーリング工法) ・湧水排水 (水抜孔設置) |
| PC鋼材の破断 (PC舗装部) | ・PC鋼材の腐食 ・グラウト未充填 | 地下水位・湧水 (シース内滞水) | ・舗装打替え (CRCP) ・オーバーレイ (SFRC) ・湧水排水 (水抜孔設置) |



高耐久化



【劣化した舗装・路盤の高耐久化イメージ】

【補強・補修方針】

- ・**連続鉄筋コンクリート舗装 (CRCP)** による舗装打替えを基本とする
- ・損傷状況等によっては、SFRCによる**オーバーレイ工法**を実施
- ・打替え箇所以外で空洞が認められる場合、**アンダーシーリング工法**を実施

【維持管理性の向上】

- ・湧水対策としての水抜孔には交換可能フィルターを設置し、目詰まりによる路盤内滞水を防止
- ・中央排水管においても、通水機能を確保すべく、管内のモニタリング、石灰等の除去が可能な小型遠隔装置を開発中

【その他の対策】



【PC舗装と路盤間の空洞】

アスファルト系材料を用いることでセメント成分の排水管への流れ込み（排水機能の低下リスク）を防止

アンダーシーリング工法によりアスファルト系材料を注入し空隙を充填することで舗装版の沈下を抑制



【排水管内の遊離石灰堆積状況】



【老朽化した覆工コンクリートの補修】



【トンネル内照明・換気設備の更新】

鋼製高欄の損傷状況



16号大阪港線阿波座付近の概要

供用年：1981 (S56) 年

○ 鋼製高欄の採用理由

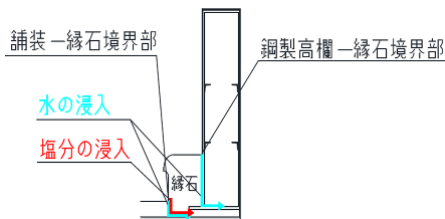
- 長スパンとなる箇所、上部工の重量低減等を目的に採用。



- 大規模交差点等の長スパンとなる箇所の一部では、上部工の重量低減等を目的に鋼製高欄を採用。
- 2019年の補強工事中に高欄上の照明柱転倒事故が発生。
- 転倒事象を受けた緊急点検の結果、高欄内の水分の滞留による腐食を確認。
- 当初、鋼製高欄は密閉構造とすることで水の内部浸入を想定していなかったが、鋼製高欄の多くで腐食・減肉・破損等の水分に起因する損傷が内部で発生していることを確認。

○ 転倒事象を受けた緊急点検

縁石との境界部等の隙間から水が浸入し、一度入った水が抜けないことで、劣化することが判明。



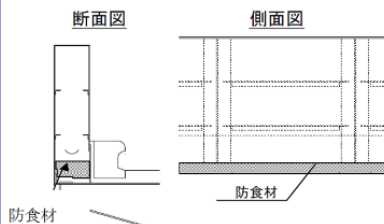
劣化因子の鋼製高欄への侵入イメージ



高欄内の滞水
(3号神戸線 府県境付近)



高欄内部の著しい断面欠損・発錆
(11号池田線 梅田付近)



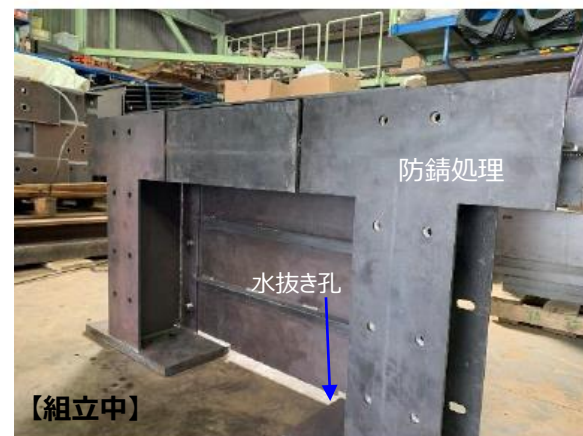
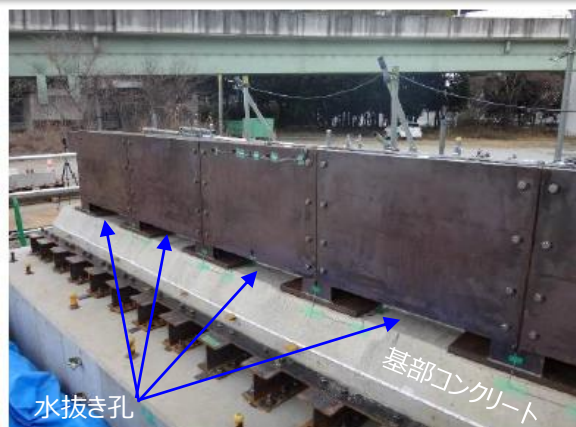
防食材の適用箇所(鋼製高欄の内部)における再腐食
(13号東大阪線 森之宮付近)



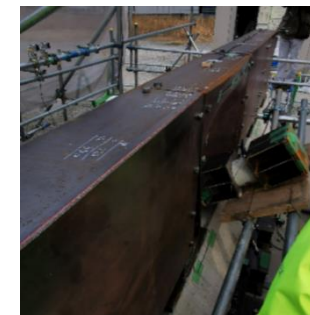
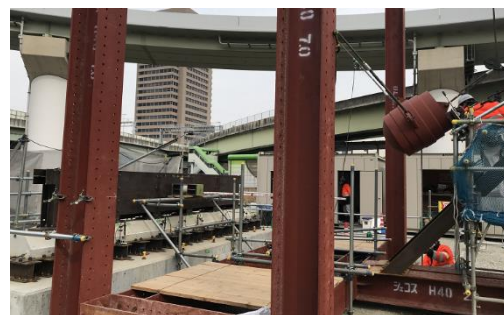
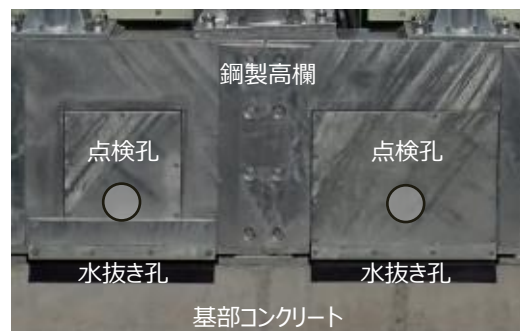
投棄防止柵支柱のアンカー部の減肉
(16号大阪港線 阿波座付近)

- 鋼製高欄は、密閉構造としても水分を完全に遮断することができず、一度浸入した水が抜けないことで劣化・損傷の発生要因となることが判明。
- 水分が完全に遮断できないことを前提として、水抜き孔、防錆処理等を施した新たな鋼製高欄への取替等を実施することで耐食性が向上し、橋全体の長期健全性を確保。

○ 構造物の健全性の確保と耐久性・維持管理性の向上（例）



軽量で耐食性を有する新たな鋼製高欄への取替



衝突実験による性能確認

(鋼製高欄の破損・転倒が無く、車両用防護柵としての要求性能を満たすことを確認)

- メリット：① 密閉構造ではなく、排水性が良い
 ② メッキ仕上げで耐久性向上
 ③ 点検孔から内部点検が可能



5号湾岸線深江浜付近の概要

供用年：1994（平成6）年

床版の形式：Uリブ鋼床版

鋼床版の採用理由：上部工重量低減のため

○ 鋼床版の採用理由

- 長スパンとなる箇所で、重量低減を目的に採用
 「2012年より前の基準」：デッキプレート最小板厚12mm
 「2012年以降の基準」：最小板厚16mm



海上部の鋼床版 (湾岸線)

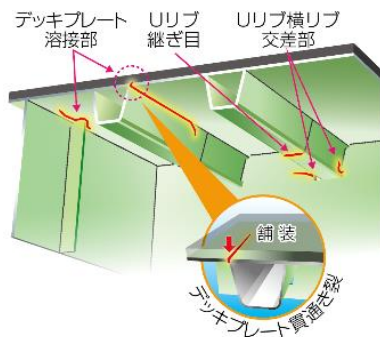


Uリブ (1970年代後半～2007年)

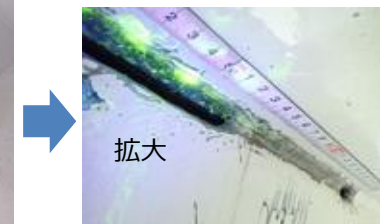
※ リブ高が低く、塗装面積が少ない上、閉断面のため剛性が高い等のメリット有り

- 現在実施している大規模更新・大規模修繕の事業区間外において、Uリブを有する鋼床版でデッキプレートに進展する疲労き裂を新たに発見。
- デッキプレート進展き裂は、デッキプレートを貫通するき裂に発展し、将来の路面陥没につながるリスクが存在。

○ 鋼床版疲労き裂の発生タイプ



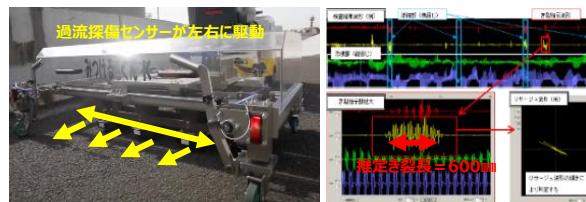
○ 新たに発見したデッキプレート進展き裂



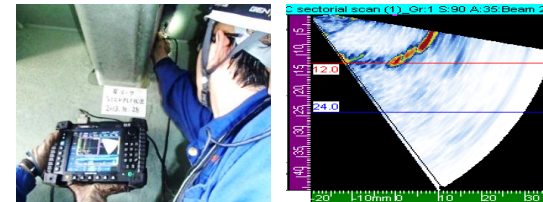
5号湾岸線 深江浜付近
(2020年5月撮影)

○ デッキプレート進展き裂の点検

【上面】



【下面】



- 2016年以降、舗装の上からデッキプレート進展き裂を非破壊で特定できる鋼床版検査装置（渦電流の変化からき裂を検知）を適用。
- リブ溶接部直上のデッキプレート進展き裂は目視確認できないため、リブ溶接部に変状がある場合は、非破壊検査（超音波探査）で確認。

鋼床版の対策内容

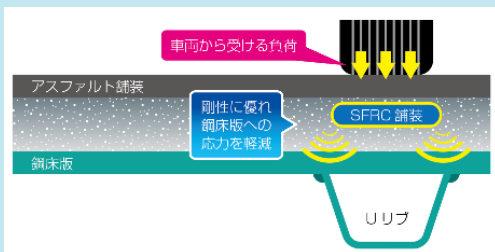
- 疲労き裂対策としては、鋼床版の剛性を向上させる抜本的な対策が必要。
- 当て板等の恒久対策に併せて、鋼繊維補強コンクリート（SFRC）舗装等により、鋼床版の剛性を向上させることにより、疲労き裂の進行を抑制し、鋼床版の長期健全性を確保。
- 高速道路上の交通制約により、SFRC施工が困難な箇所においても、下面からの補強が可能な工法の開発により、現場条件や施工条件等に応じた柔軟かつ迅速な補修・補強が可能。

○ 構造物の健全性の確保と耐久性の向上（例）

【鋼床版疲労対策の考え方】

鋼床版の対策

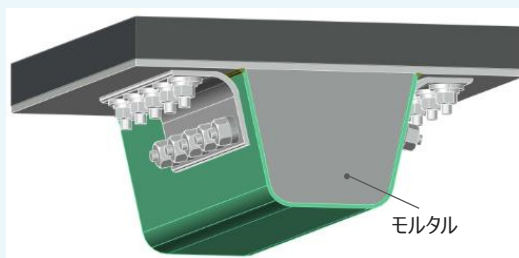
恒久対策（当て板等） + **鋼繊維補強コンクリート（SFRC）** 舗装により剛性の向上を図る



社会的影響を軽減するための新たな取組み

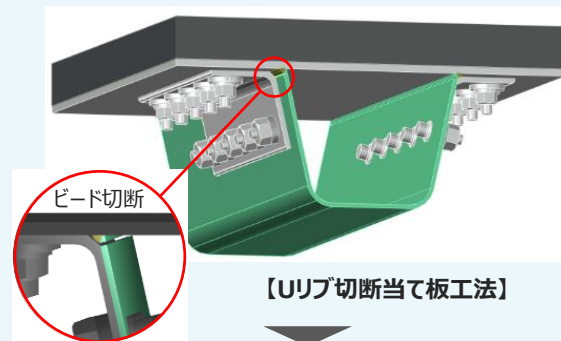
SFRC舗装対策を基本とするが、交通規制により、渋滞を誘発するボトルネック箇所や合流・分岐部等の交通規制が困難な箇所における施工については、SFRCに替わる新たな下面からの補強工法を適用すべく技術開発を実施

新技術の開発・実装



【モルタル充填当て板工法】

Uリブ内に軽量コンクリートを充填することで、変形を抑制し、疲労損傷を抑制



【Uリブ切断当て板工法】

疲労き裂の発生源となるビードの切断を行い、応力集中を解消

現場条件や施工条件等によって、適用可能な工法を選択し、柔軟かつ迅速な補修・補強を実施

- 将来の損傷を減らすためにも、今後は更新事業の実施にあたり、構造物単位で必要な対策をパッケージ化した合理的な補修・修繕の実施や、予防保全の推進、維持管理性の向上を図ることが一層不可欠。
- より確実に効率的な定期点検等の実施や都市部ならではの施工条件に対応するため、技術開発や最新機材の導入を推進。
- 引き続き法定点検や新技術の活用等により、更新の必要性が明らかになった際は、更新事業の追加を検討。

構造物単位でのパッケージ化修繕による合理化

耐久性の高い塗装への更新 (既存塗膜等の除去)

SFRC・上面増厚

高性能床版防水等

伸縮継手の取替

門型標識の更新

腐食・断面欠損部への鋼板補強・ボルト取替

新たな鋼製高欄への取替

狭隘部の構造改良

塗装・表面保護の更新

恒久足場等の設置

支承の取替

ひび割れ注入 (断面修復)

点検孔扉の取替

遮音壁・透光板の取替

照明柱 (標識柱) の取替

新技術活用等によるコスト削減、点検の強化



ドクターパート2.0(夜間のカラー画像撮影可能な路上点検車)



山間部・海上部におけるUAV点検の試行

社会的影響軽減のための取り組みの推進

交通影響が小さくなる夜間の車線規制工事 (騒音が少ない工種・工法に限定)

乾式ワイヤーソー(水平切断機械)を用いた伸縮継手撤去工法

ひび割れ測定装置

電磁波送受信装置

床版かぶり厚の推定が可能なレーダー探査車