

(1) 委員会での審議事項及びスケジュール

委員会での審議事項及びスケジュール

○ 今後の予定

- 定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見を踏まえ、高速道路の機能を将来にわたり維持、継続するためには、更新事業の拡充が不可欠である。
- 今後、新たな知見による劣化メカニズムに基づく具体対策・対象範囲等の審議を重点的に重ね、一定の整理を目指す。

第6回 委員会(本日)

【第7回以降の主な検討事項】

- 新たな知見による劣化メカニズムに基づく具体対策の検討
- 対策対象範囲の検討
- 対策の優先順位と対策時期の検討
- 対策の実施に伴う課題の整理
- 現在の更新事業における優先順位の明確化

中間取りまとめ

委員会での審議事項及びスケジュール

○ 委員会の検討範囲の概念と審議予定項目

◎ 本委員会での検討範囲 〔技術的な検討項目〕

【大規模更新】

◇補修を実施しても、長期的には機能が保てない本体構造物を再施工することにより、本体構造物の機能維持と性能強化を図るもの。

- ・橋梁上部工(床版・桁)の架替え
- ・舗装の高耐久化
- ・切土のり面の抜本的地すべり対策
- ・盛土材の置換え、補強

【大規模修繕】

◇本体構造物を補修・補強することにより性能・機能を回復するとともに、予防保全の観点も考慮し、新たな変状の発生を抑制し、本体構造物の長寿命化を図るもの。

- ・橋梁の高性能床版防水や表面被覆、桁補強、**PC鋼材の腐食対策**
- ・盛土の排水性能強化等安全性確保対策
- ・切土のり面のグラウンドアンカー再施工
- ・トンネル内路面隆起対策
- ・トンネル覆工の補強

※赤字は今回審議予定
具体的な対策内容については次回以降審議予定

◎ 検討範囲外

【通常修繕】

◇修繕サイクルが概成しているもの

- ・舗装(表層修繕)
- ・施設設備の取替 ・ 橋梁の塗替え塗装

◇部分補修

- ・橋梁下部構造、付属物(支承、排水管等)の部分補修
- ・擁壁、カルバート(掘割構造)の部分補修
- ・トンネル付属物(床版、内装板等)の部分補修
- ・トンネル覆工背面空洞対策

◇第三者等被害防止のための対応策

- ・コンクリートはく落対策

【機能強化】

◇基準の変遷に伴う地震災害対策

- ・橋梁耐震補強(落橋防止システム含む)、津波対策

◇施設設備、安全施設の機能強化、更新

- ・防災等級の適合化、防災機能強化
- ・防護柵の機能強化・更新

【サービスレベルの向上】

◇道路機能の高度化(ITS等)

制 償還期間、財源に関する内容

度 ネットワーク整備に関する内容

(2) 更新事業の実施状況

更新事業の実施状況

○ 更新事業の現状について

- H27(2015)年以降、高速道路の大規模更新・修繕事業に着手。
- 詳細調査の結果から対策が必要な箇所を優先度に合わせ随時追加してきているところ。
- 更新事業に着手後、定期点検・詳細調査の結果等から得られた新たな知見を踏まえ、更なる事業追加の必要性が判明。

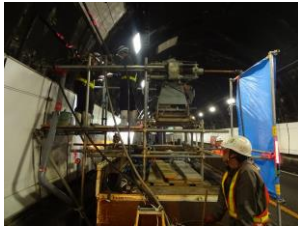
<更新事業の実施状況(E1東名高速道路)>



<詳細調査の実施状況>

コア採取

調査ボーリング



<新たに対策が必要な箇所の顕在化>



中空床版等の路面陥没等



舗装路盤部の疲労破壊



火山堆積物地質における路面陥没

繰返し必要となる更新事業の検討

新たな知見と課題を踏まえた対応

- ・点検の結果、補修しても十分に性能が回復していないことが判明
- ・このため、大規模更新・修繕の繰返し実施が必要
- ・大規模更新・修繕後の予防保全が重要

大規模更新・修繕事業(見直し)

- ・詳細調査の結果、対策が必要となる箇所を追加

大規模更新・修繕事業

- ・建設時に施工を急ぐなど無理をした箇所
- ・古い基準で設計された箇所など

事業

点検

高速道路会社の
内部基準に基づく点検

H26

H27

R2

▲現在

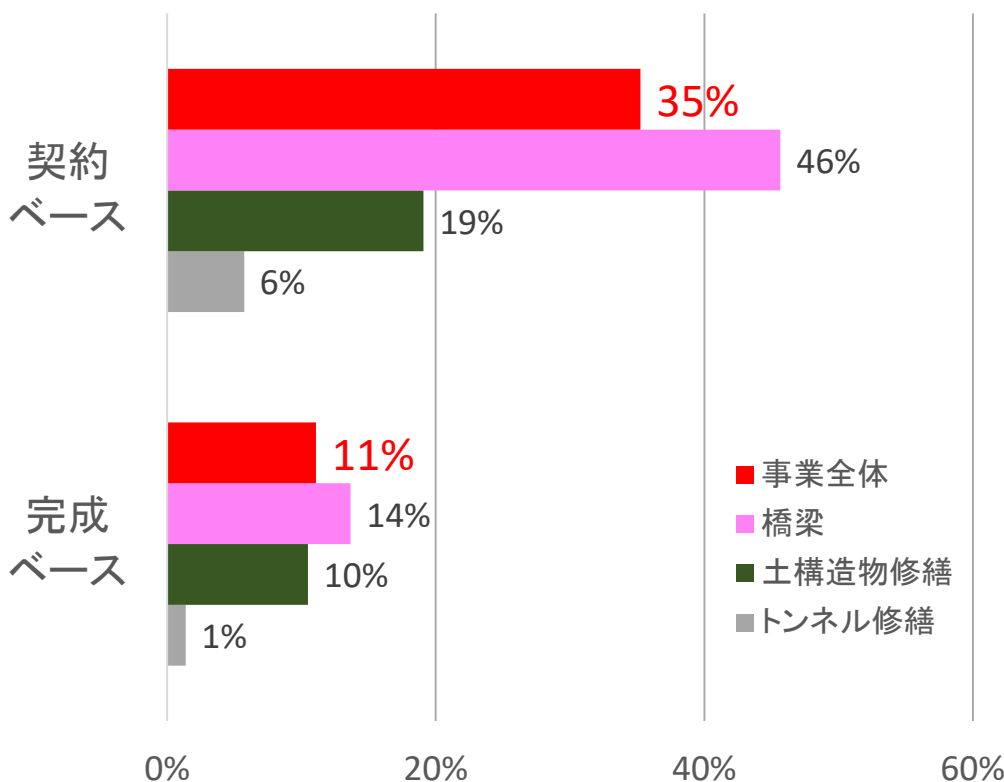
省令に基づく5年に1度の点検

更新事業の実施状況

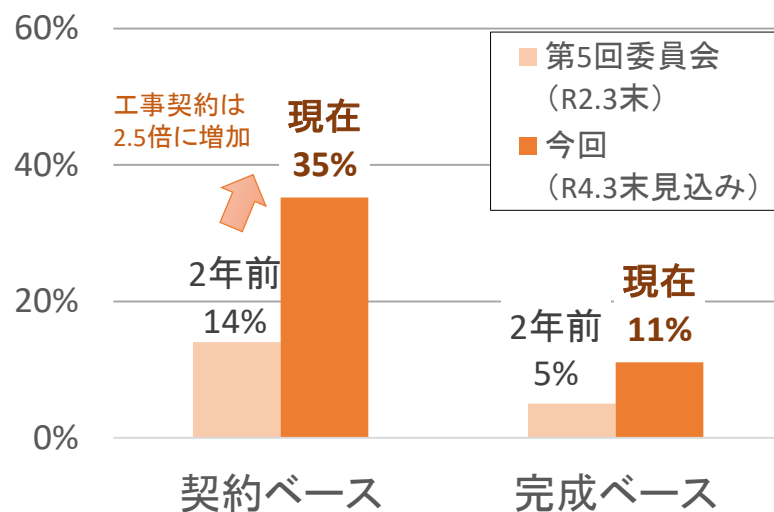
○ 事業の進捗状況

- 事業実施許可(H27年3月)から7年が経過し、契約ベース:35%の進捗、完成ベース:11%の進捗。
- 工事契約は2年前から2.5倍に増えており、事業が着実に進捗している状況。
- 厳しい事業環境のなか、工事契約及び現場施工を引き続き進めていく必要がある。

■ 更新事業の進捗状況(R4.3末見込み)



■ 2年前(第5回委員会)からの進捗状況



■ 更新事業の事業許可状況(R3.3末時点)

区分	総資産延長 (上下別)	事業許可数量 (上下別)	工事予算※
橋梁修繕	3,277km	799km	27,586億円
土構造物修繕	-	26,556箇所	4,913億円
トンネル修繕	1,855km	141km	7,042億円
合計	-	-	39,541億円

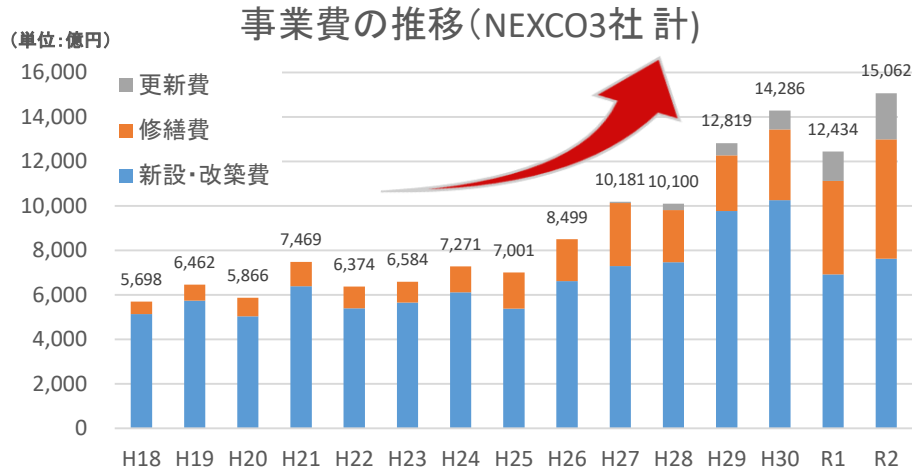
※税込 一般管理費・金利を除く

更新事業の実施状況

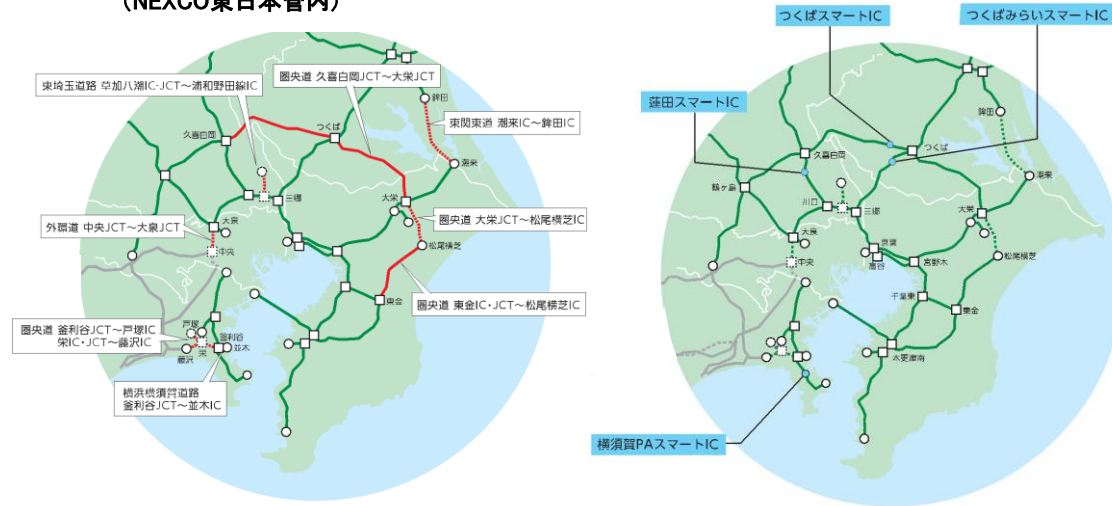
○ 多岐にわたる事業の対応

○「高速道路における安全・安心実施計画」の推進、高速道路ネットワークの整備及び計画的な4車線化の推進、地域活性化IC・スマートICの整備やその他の機能強化に関する事業など、多岐にわたる事業推進を更新事業と並行して実施しており、近年の事業量は増加傾向。

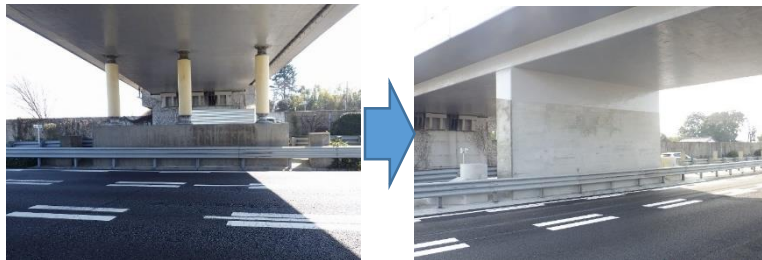
■事業費の推移 (単位:億円 消費税等・一般管理費・金利を含む)



■首都圏での高速道路ネットワーク及びスマートICの整備箇所 (NEXCO東日本管内)



■高速道路における安全・安心実施計画の事例



橋梁の耐震補強の推進
(ロッキング橋脚の耐震補強)



暫定2車線区間の安全対策の推進
(ワイヤロープの設置)

■渋滞対策の推進



付加車線の設置
(E14京葉道路(上り)武石IC→船橋IC)

(3) 第5回委員会(R2.1.28)のフォローアップ

第5回委員会(R2.1.28)のフォローアップ

○ 第5回委員会の検討結果概要

○ 詳細調査により得られた知見

- 詳細調査の結果、大規模更新・修繕に位置付けられた橋梁・トンネル以外においても、同等の事象が発生している状況を確認

○ 大規模更新・修繕の実施に伴う課題

- 厳しい事業環境(多岐にわたる事業への対応、入札不調の顕在化、渋滞抑制対策等の社会的影響への配慮)のなか、安全を優先させ、構造物の状態に応じた優先順位の明確化、部分的な補修などの対応を継続し、事業期間や事業の平準化についても検討
- 事業の担い手確保に向けた取組みとして、受注者の工夫、提案に対するインセンティブの必要性検討

○ 今後の検討課題

- 近年激甚化する自然災害を踏まえた対応
- 工事従事者の安全確保
- ライフサイクルコストや環境への配慮
- 維持管理しやすい道路構造
- 新たな技術基準への対応
- 今後の点検等の状況を踏まえた新たな知見に基づく対策

第5回委員会(R2.1.28)のフォローアップ

○『詳細調査により得られた知見』に対する対応状況

- 橋梁の詳細調査では、塩化物イオン濃度、鉄筋腐食、ひび割れ、ASR反応の状況などについて確認。
- トンネルの詳細調査では、地山の岩種、内空断面の状況などについて確認。
- 通常の修繕では劣化の進行を防ぐのは困難であり、順次更新事業に追加。

塩化物イオン濃度を確認

累計10t換算軸数3,000万軸未満でも
ひび割れ等を確認

盤ぶくれ(路面隆起)が発生し
地山がトンネル変状に影響が
ある岩種であることを確認

詳細調査

➢ ドリル法



➢ 床版全面に遊離石灰
及びひび割れ

劣化状況



床版取替を追加済

➢ 電磁波調査



➢ 床版上面の劣化



今後、事業化について検討

➢ 超音波探傷検査



➢ 鋼床版に疲労亀裂



➢ 調査ボーリング



➢ 盤ぶくれ(路面隆起)



インバート設置を追加済

第5回委員会(R2.1.28)のフォローアップ

○『詳細調査により得られた知見』に対する対応状況

- 更新事業の事業計画(優先順位)等を検討するために詳細調査を実施。
- 詳細調査の結果、当初想定していた限定的な要因に該当しない箇所においても、建設当時の設計基準等により、対策が必要となる箇所が存在することが判明し、更新事業に追加。

対策が必要と判明した事例

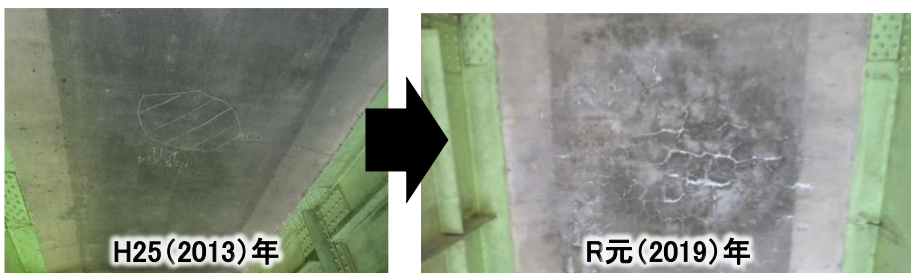
■ 塩害対策

- 『S55(1980)年以前の古い基準で施工した、鉄筋かぶりの薄い上部工』において、凍結防止剤の散布量は更新事業の基準に満たない※ものの、有害な塩化物イオン量を確認。
- クラック等によりコンクリート内部に凍結防止剤による塩化物イオンが浸透し、鉄筋の錆びが進行することにより床版が劣化。
- 既に劣化が進行した床版については、通常の修繕での修復は困難であり、床版取替え(更新)が必要。

【損傷状況例】

きぬがわばし
E4東北自動車道 鬼怒川橋(栃木県) S48(1973)年開通

※H26(2014)年度時点の累計凍結防止剤散布量:約864t/km



床版下面に部分的な遊離石灰

床版全面に遊離石灰及びひび割れ

■ トンネル区間の盤ぶくれ対策

- インバートが設置されていないトンネルにおいて、新たに盤ぶくれ(路面隆起)を確認。
- 岩の風化及び湧水の影響が要因。
- 新たな変状の発生を抑制するため、更新事業でインバート設置が必要。

【損傷状況例】

つちぶち
E46秋田自動車道 土淵トンネル(秋田県) H7(1995)年開通



暫定2車線区間(優先整備区間)の長期通行止めを避けるため、4車線化を先行した後に施工予定。

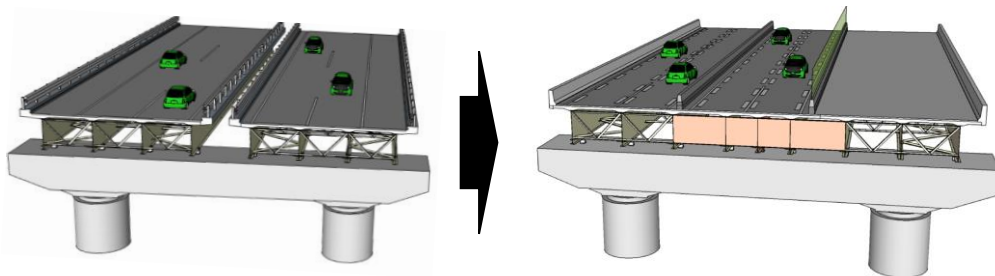
第5回委員会(R2.1.28)のフォローアップ

○『社会的影響への配慮』に対する対応状況

- 一時的な路肩の活用および中央分離帯の連結により、片側2車線を確保することで工事渋滞を解消。
- 環状道路ネットワークの開通により迂回路への誘導を強化し、社会的影響を軽減。

■ 一時的な路肩の活用

- E20中央自動車道 多摩川橋(東京都)では、中央分離帯を連結して上下線一体橋梁にすることで、更新工事の施工中も片側2車線を確保。これにより渋滞を最大約25kmから渋滞ゼロに削減。



通常時の交通運用

更新工事中の交通運用

■ 環状道路ネットワークの活用

- E23東名阪自動車道 弥富高架橋(愛知県)では、R3年5月に開通した環状道路ネットワーク(C2名二環)を活用することで、渋滞を最大約10kmから約3kmへ削減。

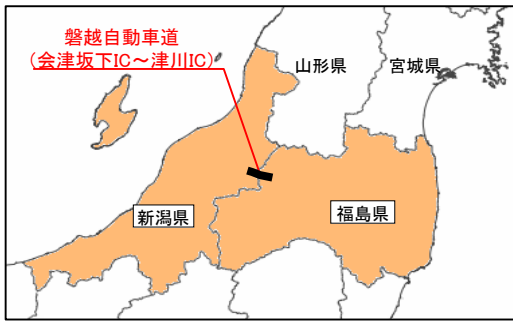


第5回委員会(R2.1.28)のフォローアップ

○『社会的影響への配慮』に対する対応状況

○ 暫定2車線区間で更新工事を実施するためには、長期間の通行止めが必要となるが、通行止めの社会的影響を回避するため、一部区間において4車線化の先行実施に着手。

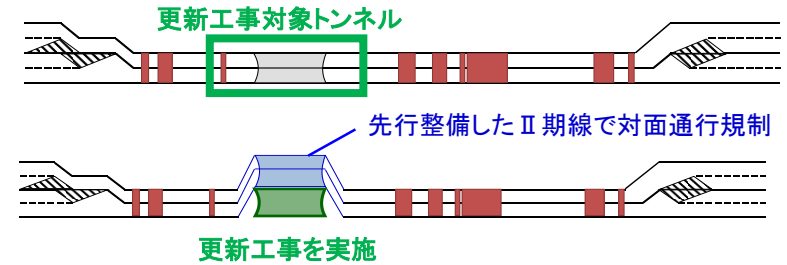
E49磐越自動車道 会津坂下IC～津川IC(福島県・新潟県)



E49磐越自動車道(会津坂下～津川)
 延長 : 33.8km
 H30交通量 : 6,300～6,700台/日

- 【凡例】
- 事業化箇所
 - 付加車線(設置済)
 - トンネル 更新工事箇所

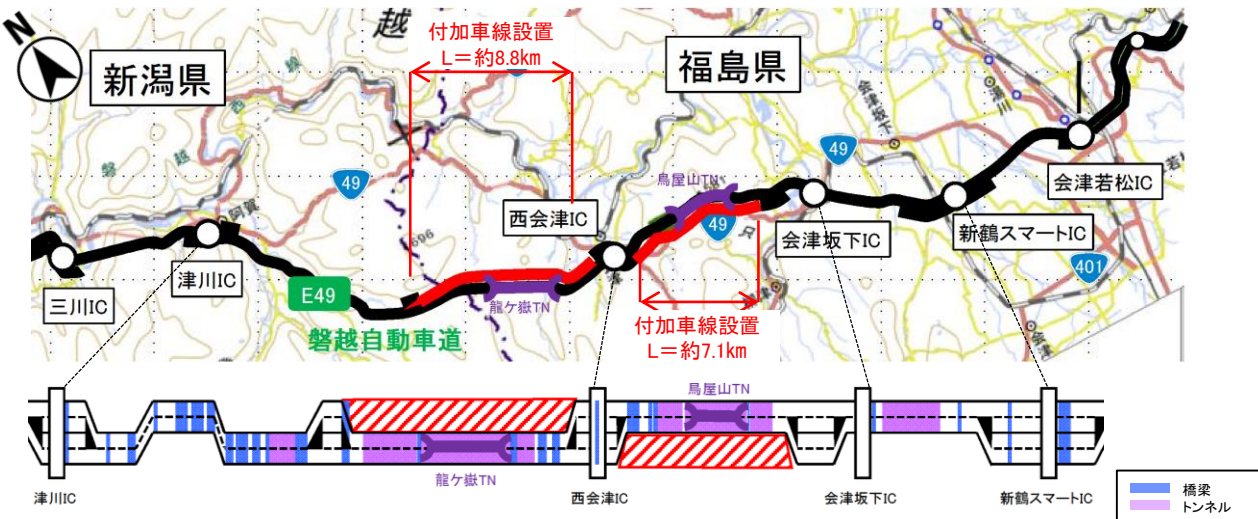
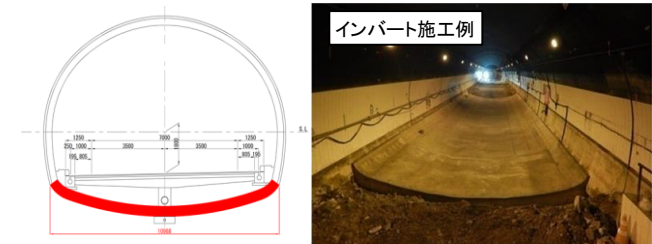
■ 施工ステップイメージ



《トンネル変状状況》



《対策工(イメージ)》
 盤膨れ対策としてのインバート新設



➤ 昼夜連続通行止めで施工した場合の通行止め日数 龍ヶ嶽TN:約660日、鳥屋山TN:約460日
 ⇒ 計1,120日の通行止めが4車線化により不要となる

第5回委員会(R2.1.28)のフォローアップ

○『社会的影響への配慮』に対する対応状況

- テレビCMにおいて舗装下にある傷んだ床版を取替えるシーンを放送し、更新工事の効果(ビフォー&アフター)を発信。
- 高速道路及び一般道の走行速度をETC車載器の電波を利用しリアルタイムに把握して、通過必要時間比較情報をスマホアプリ用WEBページやLED情報板で提供。また、登録頂いたお客さまに対しては、渋滞が発生した際にアプリにてプッシュ型で通知し情報を提供。

■ テレビCMによる工事効果の発信



傷んだ床版の取替え前



新しい床版に取替える



施工前後の取替え効果をアピール

■ スマホアプリ等を用いた情報提供

LINEによる情報提供

LINEによる情報提供

所要時間比較

工事の内容

全国の高速道路交通情報サイト

ドラとら

NEXCO東日本(新潟)

Twitter



LED情報板の活用状況

■ その他の情報提供



屋外広告



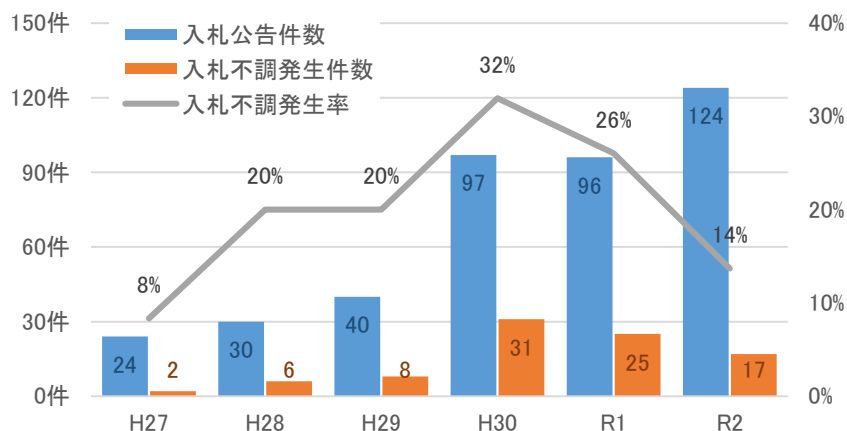
電車内広告

第5回委員会(R2.1.28)のフォローアップ

○『入札不調の顕在化』に対する対応状況

○近年、技術者等の担い手不足や働き方改革等の建設業界を取り巻く環境が厳しい事業環境のなか、円滑な事業進捗を図るために、業界団体との意見交換を積極的に実施し、業界団体の意見を取り入れた入札契約制度の見直し、現場管理業務の省力化など、発注者として適切な対応に取り組み、生産性向上を図りながら、事業促進につながる対策を継続・拡充して実施。

■ 更新事業に係る入札不調状況の推移



■ 主な入札契約制度の見直し

- 更新事業に係る安定的な受注環境整備が困難との課題に対し、中長期見通し公表制度について導入。**(新規)**
- 総合評価落札方式に受注者の新技術を活用した技術提案・見積価格を反映可能な高度技術型提案型を導入。
- 近接する区間の異工種工事(橋梁、トンネル)を一括発注可能な制度を導入。
- 導入済の要件緩和対策に加え、技術者の担い手不足、中長期的な育成・確保の課題に対し、「若手・女性技術者」や「地域企業」の評価方法を新たに導入。**(新規)**
- 入札前価格交渉の運用見直しによる省力化・手続き期間の短縮。**(新規)**

■ 業界団体の意見を踏まえた改善対応

- R6(2024)年4月から労働時間の上限規制が適用されることを踏まえ、発注者指定型の週休2日制(4週8休)の適用工事を拡大させ、全面的導入を開始。
- 受注者の希望による建設キャリアアップシステム(CCUS)の活用と、発注者側が負担する現場利用料金などの取扱いを定め設計図書に明記。
- PCグラウト再注工法の基準作成にあたり、PC建協との実務者検討会を通じて施工の課題や調査方法等を意見交換。
- 高性能グースアスファルト(BLG)の活用にあたり、使用するグースフィニッシャー、クッカー車は、全国的に保有台数が少ないため、集中工事など大規模な工事との重複をできる限り避けた計画となるような取組みを開始。



■ 受発注者双方の現場管理の省力化

- ウェアラブルカメラ等を活用した遠隔立会により、現場までの移動時間の短縮等業務時間の効率化が図られるとともに、若手育成に活用するなど、生産性向上とともに高度な管理を実現。



第5回委員会(R2.1.28)のフォローアップ

○『事業の担い手確保』に対する対応状況

- 更新工事の現場を大学や報道関係者向けに公開し、技術的な取り組みや魅力を発信。
- 学生や若手社員向けに、わかりやすく、親しみやすい更新事業の紹介動画を配信。
- 快適トイレや工事用エレベーターの導入等により、老若男女だれでも働きやすい建設現場環境を整備。

■ 更新工事の現場公開



名古屋大学の学生向けに床版取替の現場を公開。
(E1東名高速道路での更新工事、名古屋IC～春日井IC間、R2(2020)年度)



報道関係者向けに床版取替
(ロードジッパーによる規制設置)の現場を公開。
(E8北陸自動車道での更新工事、中之島見附IC～三条燕IC間、R3(2021)年度)

■ 親しみやすい紹介動画



若手社員を主人公として、更新工事の現場を
学び、技術者として成長する物語

■ 快適トイレの導入

工事現場で男女とも働きやすい環境とするために、現場付近に快適トイレを設置。(洋式便座、水洗機能等)



■ 工事用エレベーターの導入

高橋脚の場合は、階段に加えて工事用エレベーターを設置。

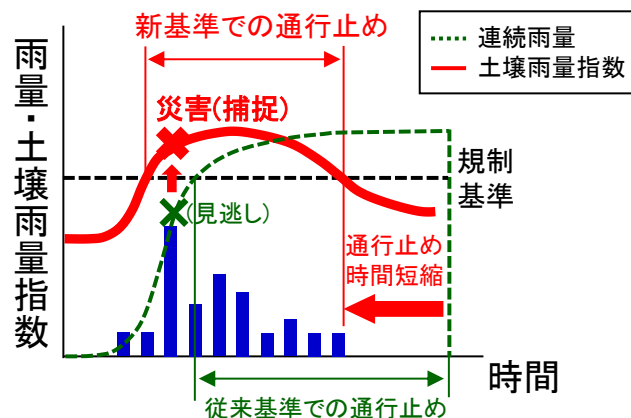


第5回委員会(R2.1.28)のフォローアップ

○『激甚化する自然災害』に対する対応状況

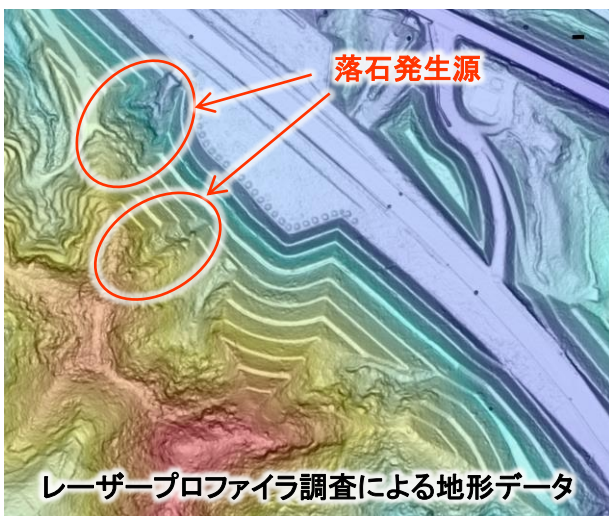
- 高速道路が災害時において最大限機能するよう、通行止め基準を、従来の降雨経験に基づく基準から、科学的データに基づく土壌雨量指数等を考慮した基準に移行し、災害発生を的確に捕捉するとともに、通行止め開始及び解除のタイミングの適正化を図り、通行止め時間最小化の実現を目指し試行中。
- 近年高度化された調査手法により、高速道路沿線も含めて危険箇所を把握し、対策の実施に繋げる。
- 災害発生時に備え、緊急車両路の優先確保、対面通行の活用による早期解放に向けた対策を実施していく。

■ 土壌雨量指数を考慮した通行止め基準の検討



- 土壌雨量指数とは、降った雨による土砂災害危険度の高まりを把握するための指標であり、降った雨が土壌中に水分量としてどれだけ溜まっているかを、タンクモデルを用いて数値化したもの。

■ 高速道路沿線の危険箇所の把握



- 調査手法の高度化により、微細な地形が読み取れることで、落石発生源や崩壊跡地等が把握可能となった。
- 今後は高速道路に影響を及ぼす可能性のある危険箇所に対し、対策内容を検討。

■ 緊急車両路の優先確保等に向けた対応



- 中央分離帯に開口部を整備し、対面通行の活用による早期通行止めの解除を目的とした取り組み事例

第5回委員会(R2.1.28)のフォローアップ

○『工事従事者の安全確保』に対する対応状況

- 交通規制の設置作業の機械化により作業員の事故リスクを軽減。
- 通行車両の誤進入防止対策として、大型移動式防護車両や鋼製防護柵等のハード対策を導入。

■ 定置式の自動規制装置による規制テープ一部の設置

- 同一箇所では頻りに車線規制を行う箇所について、車線規制の起点となる矢印板の設置・撤去を機械化し、作業員の事故リスクを軽減。



※写真は試験運転時によるもの

■ 大型移動式防護車両による作業スペースの防護

- 車線規制を行う箇所において、大型移動式防護車両の保護ビームを伸ばすことで、作業員の安全を確保。



■ 鋼製防護柵の設置

- 車線規制によるトンネルインバート設置工事において、ラバーコーン(パイロン)に代わり鋼製防護柵を設置し、高速道路内にいる作業員の安全を確保。



- 人力移動可能なキャスター付き鋼製防護柵を用いて、移動作業を省力化。



第5回委員会(R2.1.28)のフォローアップ

○『ライフサイクルコストや環境への配慮』に対する対応状況

- プレキャストPC床版等に高炉スラグ微粉末を採用することで、コンクリート製造により排出されるCO₂を削減。
- 耐久性を向上させる材料・工法を用いることで、補修サイクルの長期化を図り、LCCを低減。

■ 高炉スラグ微粉末の採用

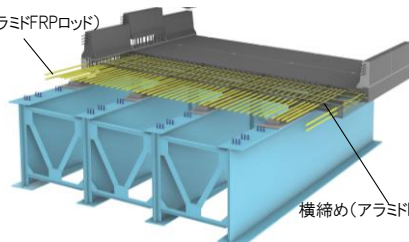
- セメントは石灰石を高温で焼成して製造するため、日本の温室効果ガスの総排出量の約4%に相当するCO₂をセメント産業で排出している。
- 早月川橋(E8北陸自動車道、富山県)で使ったプレキャストPC床版と現場打ちコンクリートでは、早強セメントの50%を高炉スラグ微粉末に置換えることで、コンクリート製造により排出されるCO₂を47%削減。



■ 新材料を使用した床版の高耐久化

- コンクリートや鉄筋・PC鋼材の代替に新材料を採用することで、床版の耐久性向上を図り、補修サイクルの長期化することでLCCの低減やCO₂削減を図るもの。

縦締め(アラミドFRPロッド)



横締め(アラミドFRPロッド)



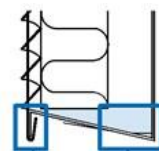
例: 非鉄材料を使用した超高耐久床版

■ 排水性遮音板の開発



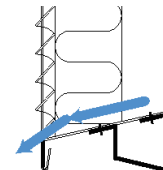
一般の遮音板

排水箇所が少なく、底部に水が溜まり腐食しやすい



排水性遮音板

底部の水を排水する構造で腐食の課題を改善



- 一般の遮音板は、底部に水が溜まりやすく腐食しやすい構造であったが、排水性を高める構造に改善することで腐食耐久性を向上。
- 耐久性向上によりライフサイクル(取替頻度)が向上し、グラスウール等の廃材の廃棄頻度が削減され、環境負荷を軽減。

■ 気候変動適応事業へのグリーンボンド発行 (NEXCO中日本)

- 更新工事(床版取替、高性能床版防水、のり面補強)など「気候変動への適応事業」に充当する資金の調達として、グリーンボンド(気候変動適応債)を発行。発行に当たっては、グリーンボンド・フレームワークを定め、日本格付研究所(JCR)から最高位「Green1」を取得。
- これらの事業は、SDGsの17の目標の中のひとつである「気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策」に貢献するとJCRから評価を得た。

(4) 定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

○ 総括

長期保全メニュー	定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見	劣化写真
中空床版等の路面陥没等への対応	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 橋梁舗装補修の影響により、床版上面にひび割れが発生。交通荷重の影響により、ひび割れから床版の陥没に進展。また、ひび割れから水が床版内に浸透し、滞水することで床版下面まで損傷。 	
PC鋼材の腐食及びグラウト充填不足への対応	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 海岸からの水分・飛来塩分がコンクリート内に浸透しており、特にグラウトの充填不足の範囲ではグラウトによる防食効果が無いため、桁やPC鋼材が著しく劣化。 ➤ 防水塗装、電気防食などの補修を繰り返しているが、架橋から約50年が経過し、これまでの補修方法では劣化が抑制できず、剥離、PC鋼材の著しい腐食が発生。 	
舗装路盤部の疲労破壊への対応	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 交通荷重の繰り返しの影響により、上層路盤下面からひび割れが発生し表層まで貫通。 ➤ 舗装表面からの水が下層路盤まで浸透した結果、下層路盤の強度が低下し、舗装構成全体にたわみを伴う変形が発生。路盤の変形が戻らないため、表層・基層を補修しても短期間で新たなひび割れが発生。 	
地すべり対策をしても変状が収まらない切土のり面への対応	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 大規模な断層や地山の亀裂に雨水が浸透することにより、切土のり面のすべり面の風化が進行し、地山の地すべりが長期的に進行。 ➤ これまでグラウンドアンカー等による補強を繰り返しているが、のり面全体の変状が止まらない状況。 	
火山堆積物地質における路面陥没への対応	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 盛土に浸透した降雨等により、空隙を有する火山堆積地層である原地盤へ、盛土内の細粒分が流出し、路面陥没や沈下が繰り返し発生。 ➤ 空洞の充填、遮水シート等の設置、排水溝の漏水防止対策などの補強、補修を繰り返しているが、建設から約35年が経過し、これまでの補修方法では発生を抑止することが困難。 	

定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

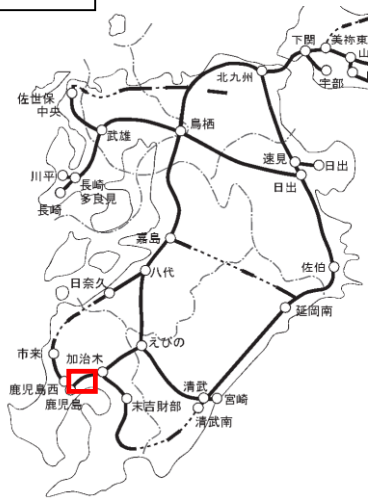
○ 中空床版等の路面陥没等への対応

- 橋梁舗装補修の影響により、床版上面にひび割れが発生。
- 交通荷重の影響により、ひび割れから床版の陥没に進展。また、ひび割れから水が床版内に浸透し、滞水することで床版下面まで損傷。

E3九州自動車道 ^{いしき}伊敷橋(鹿児島県)

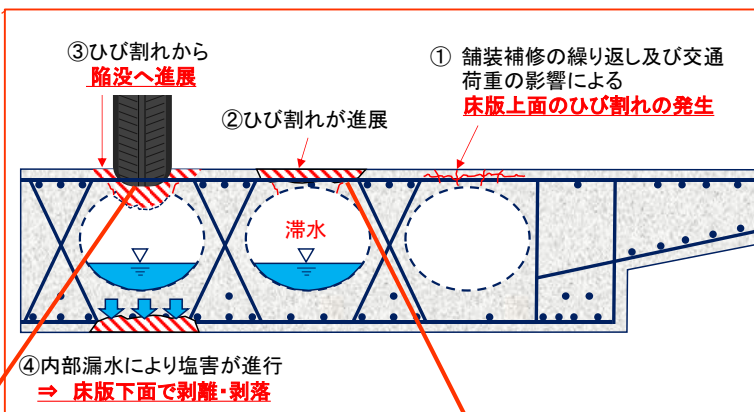
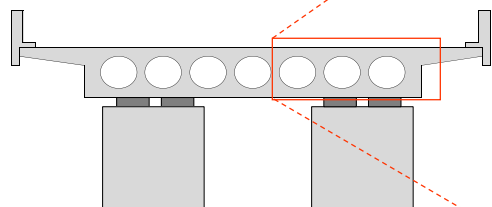
^{さつまよしだ}薩摩吉田IC～^{かごしまきた}鹿児島北IC間上り線、橋長330m、S63(1988)年開通、33年経過

位置図



損傷状況

<中空床版橋 横断図>



これまでの点検・補修状況

- 床版上面コンクリートの部分的な補修等を繰り返し実施
- H22(2010)年 床版上面部分補修
 - H31(2019)年 床版上面からの中空部への漏水により塩害が進行し、床版下面コンクリートの剥離が発生



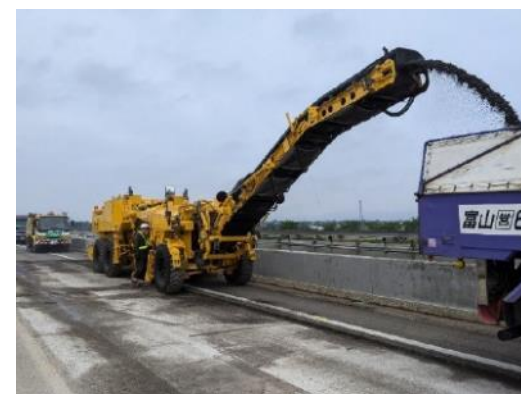
定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

○ 中空床版等の路面陥没等への対応

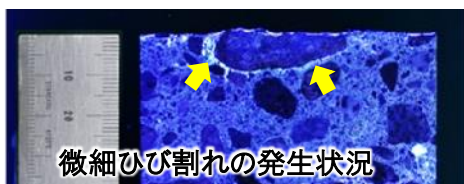
- 橋面舗装の切削時に発生する衝撃により床版表面に微細ひび割れが発生することを確認。さらに交通荷重の繰り返しの影響により床版が脆弱化、場合によっては局部的な路面陥没が発生。

■劣化メカニズムの推定(RC中空床版、RC床版)

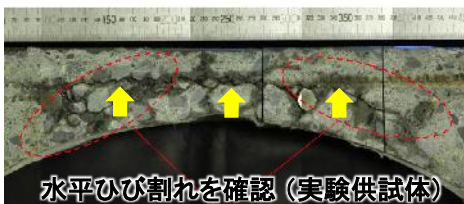
- 舗装切削の衝撃により床版表面に微細ひび割れが発生。
- さらに、水が浸透することで床版が脆弱化し、舗装路面の損傷が発生。場合によっては、局部的な路面陥没が発生。
- また、中空床版では路面のひび割れからの漏水により、中空部に凍結防止剤等を含む水が滞水し、経年により床版下面鉄筋まで塩化物イオンが到達。鉄筋腐食によりコンクリートの剥離・剥落が発生。
- 既に発生している床版の劣化程度、施工性、工事に伴う社会的影響等を踏まえた修繕・更新計画を立案することが重要。



舗装切削状況



微細ひび割れの発生状況



水平ひび割れを確認(実験供試体)



舗装路面のひび割れの発生状況



路面の陥没事象



床版下面の剥離

定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

○ PC鋼材の腐食及びグラウト充填不足への対応

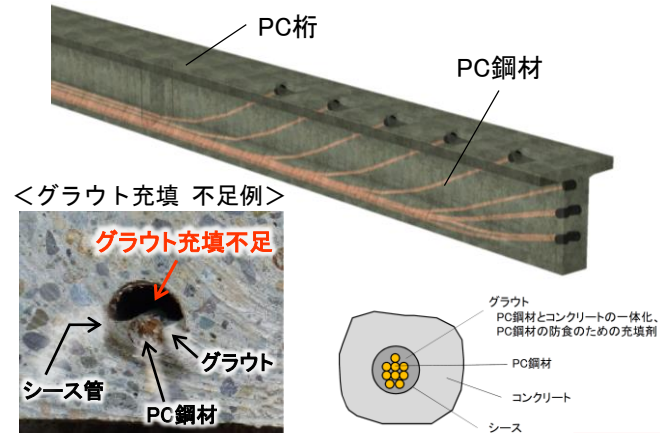
- 海岸からの水分・飛来塩分がコンクリート内に浸透しており、特にグラウトの充填不足の範囲ではグラウトによる防食効果が無いため、桁やPC鋼材が著しく劣化。
- 防水塗装、電気防食などの補修を繰返し実施しているが、架橋から約50年が経過し、これまでの補修方法では劣化が抑制できず、剥離、PC鋼材の著しい腐食が発生。

E84西湘バイパス ^{そうろうばし} 滄浪橋(神奈川県)

^{こうづ} 国府津IC ~ ^{たちばな} 橋IC間下り線、橋長5,685m、S46(1971)年開通、50年経過



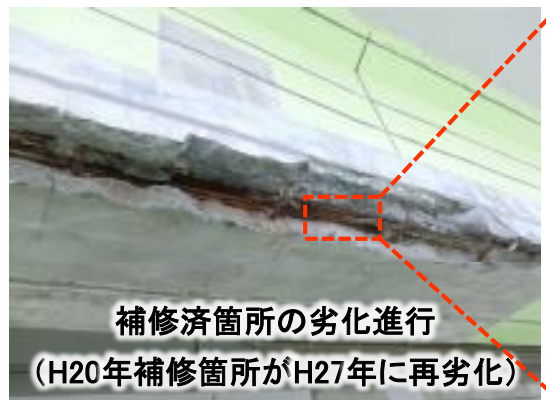
損傷状況



これまでの点検・補修状況

防水塗装や電気防食などの補修を繰返し実施

- H3(1991)年 部分的補修※(1回目)、防水塗装
 - H20(2008)年 部分的補修(2回目)、電気防食
 - H27(2015)年 近接目視において補修箇所^の再劣化を確認、部分的補修(3回目)
- ※ コンクリートが剥離した箇所を補修するもの



定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

○ PC鋼材の腐食及びグラウト充填不足への対応

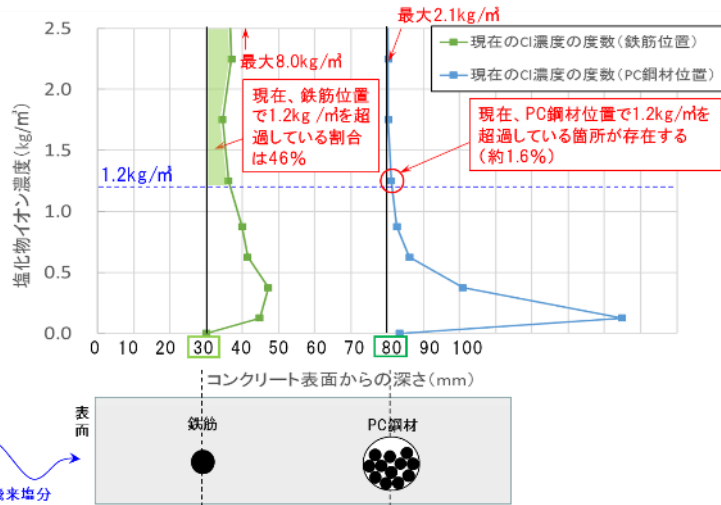
○ 最新の調査結果を踏まえた、PC桁への塩化物イオンの侵入状況

- 過酷な塩害環境下のコンクリート構造物では、供用開始から現時点までの経過年数に応じて、多量の塩化物イオンが構造物内部に侵入している場合がある。

○ 最新の調査結果を踏まえた、PC鋼材の腐食及びグラウト充填不足の状況

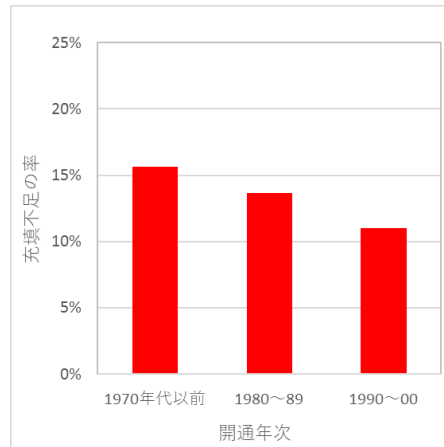
- 非破壊調査技術の発展によりグラウト充填不足箇所の検出が可能となった。
- グラウト充填調査の結果、基準の改定によってグラウト充填不足の発生リスクは改善しているものの、古い基準(H11(1999)年以前)のPC桁には一定の割合でグラウト充填不足が見られることが判明。
- グラウトが充填されたPC桁ではPC鋼材の腐食がほとんど進行していないが、グラウト充填不足箇所周辺ではグラウトによる防食効果が低下するため、環境条件によってはPC鋼材が著しく腐食する場合がある。

■ 深さ方向の塩化物イオン濃度の分布



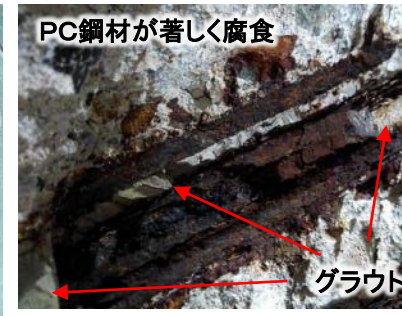
高速道路における鉄筋及びPC鋼材位置における塩化物イオン濃度の分布(373データ)

■ グラウト充填調査



➤ 開通年が古いほど充填不足の割合は高くなる。

高速道路における開通年代別のグラウト充填不足率(調査箇所数:6623箇所)



定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

○ PC鋼材の腐食及びグラウト充填不足への対応

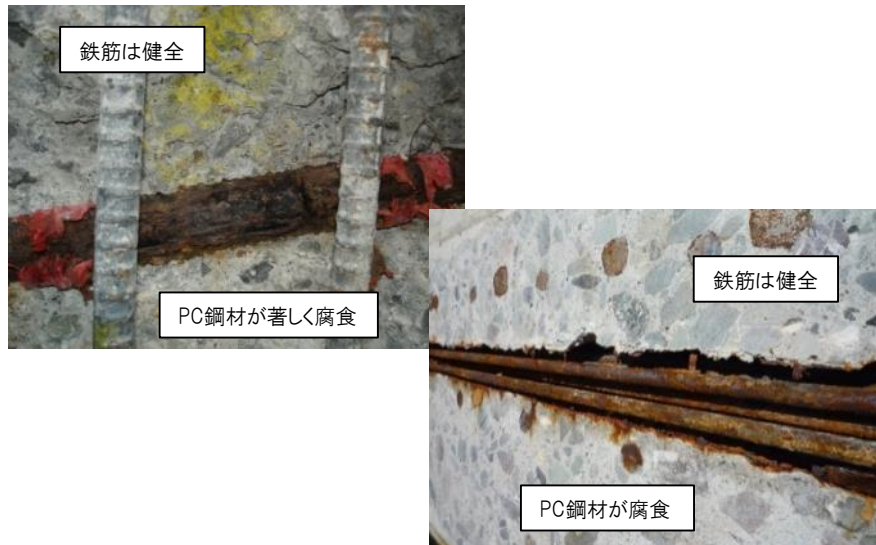
○ PC構造物特有の課題及びグラウト充填不足への対応の必要性

- グラウト充填不足箇所周辺では、外観変状が認められない状況でPC鋼材の腐食が進行する場合がある。
- PC鋼材は緊張されているため、腐食率が15～25%程度を超えると破断する。
- 点検・診断の確実性を確保するためにはグラウトが充填されていることが前提となる。

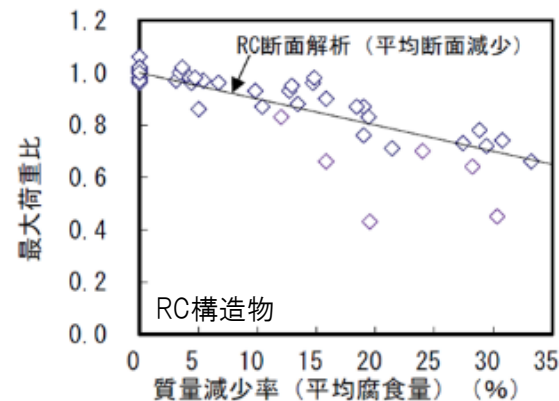
○ PC桁に既に侵入している劣化因子を踏まえた修繕・更新計画のあり方

- 既に侵入している塩化物イオン量や劣化の程度に応じて計画立案することが重要。
- 既往の補修補強技術の適用限界を踏まえて工法選定することが重要。
- LCCを踏まえた修繕・更新計画を立案することが重要。
- 膨大な数の対象構造物の安全性を確保するためには、PC鋼材破断の危険性を踏まえた優先順位を設定し、早期に対策を実施することが重要。
- 修繕・更新の実施にあたっては最新の知見及び施工技術を反映させることが重要。

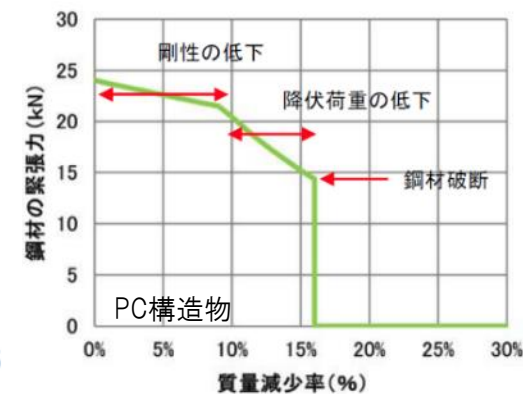
■ シース内でのPC鋼材の著しい腐食



■ 鉄筋とPC鋼材の腐食による耐荷力の低下



山本ら：腐食ひび割れ幅を利用した鉄筋腐食RC部材の詳細調査要否の判定手法に関する検討、コンクリート構造物の補修補強アップグレード論文報告集 第18巻 2018.10



陸ら：腐食したPCより線の機械的性質とプレテンションPC梁の残存耐力の評価、第21回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム、プレストレストコンクリート工学会、2012.10

定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

○ 舗装路盤部の疲労破壊への対応

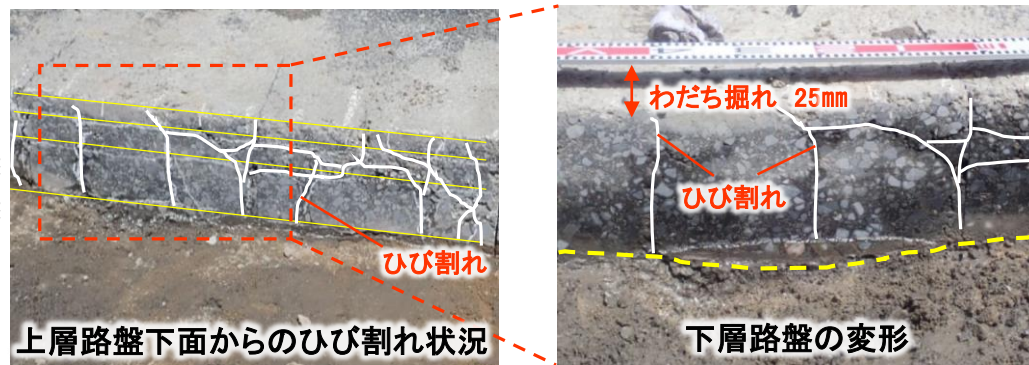
- 交通荷重の繰返しにより、上層路盤下面からひび割れが発生し表層まで貫通。
- 舗装表面からの水が下層路盤まで浸透した結果、下層路盤の強度が低下し、舗装構成全体にたわみを伴う変形が発生。路盤の変形が戻らないため、表層・基層を補修しても短期間で新たなひび割れが発生。

E17関越自動車道 ^{つちたる}土樽地区(新潟県)

^{みなかみ} ^{ゆざわ}
【水上IC～湯沢IC間下り線、S60(1985)年開通、36年経過】



損傷状況



これまでの点検・補修状況

表層・基層の補修を繰返し実施

- H23(2011)年 表層・基層を全面補修。
- 以後、1年毎に繰返しの部分補修を実施。
- R3(2021)年 詳細調査にて初めて路盤の状態を開削して確認したところ、上層路盤のひび割れ及び下層路盤が変形していることが判明。

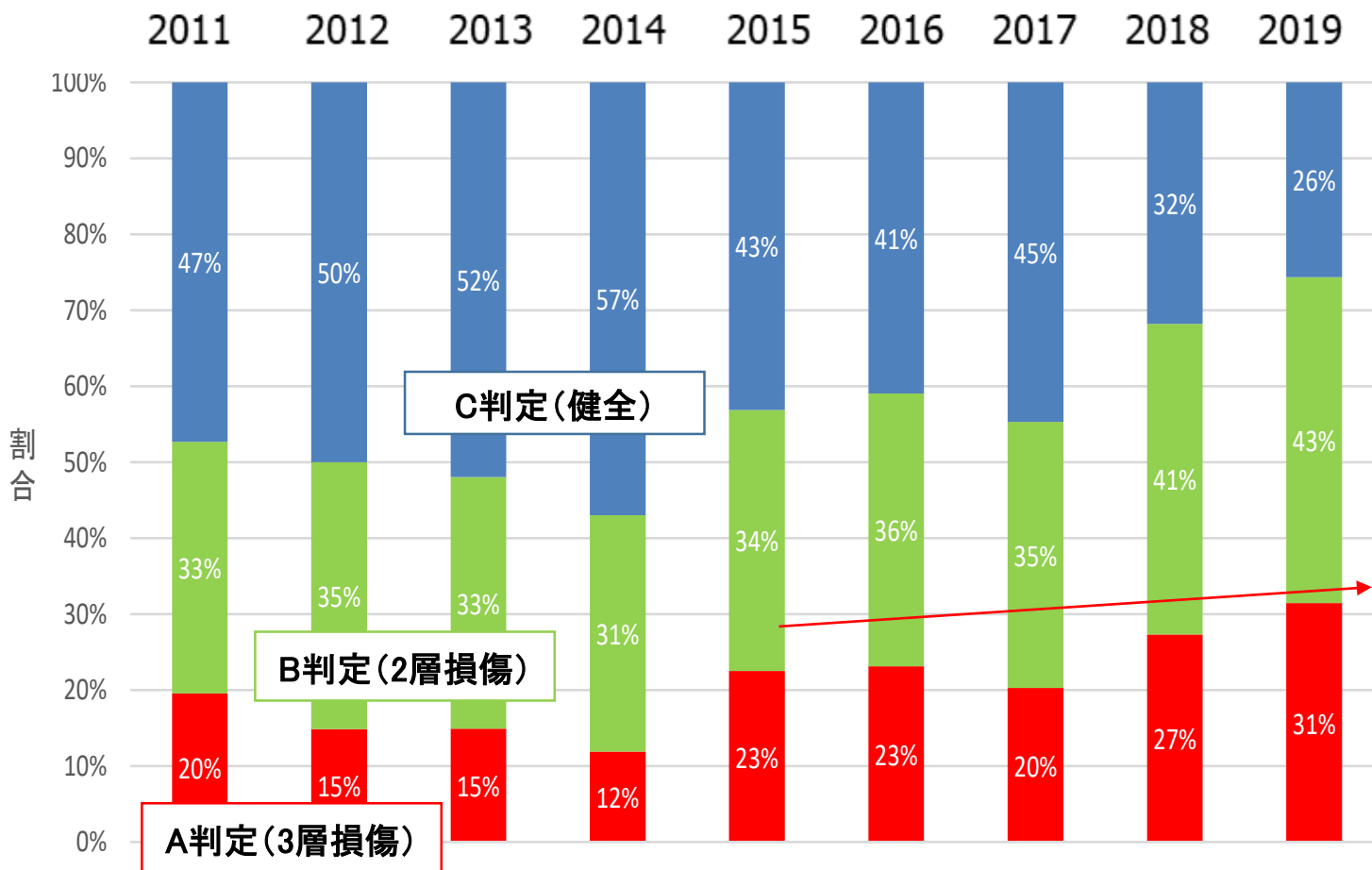


定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

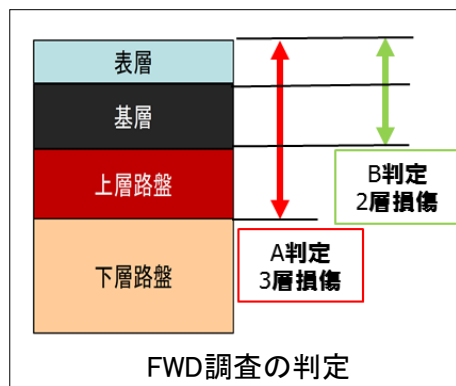
○ 舗装路盤部の疲労破壊への対応

○ FWDにより年度別の損傷区分割合を算出したところ、近年は舗装構成の表層・基層・上層路盤が損傷した状態であるA判定(3層損傷)の増加傾向が見られた。

■ FWDを用いた深層部の損傷の年度別評価



※2011～2019年度：路線数59 箇所数24,808 データ数 58,808



■ FWD調査概要

路面に錘を落としたときに舗装表面に生じるたわみ量を、複数点で同時に測定し、舗装各層の強度や路床の支持力を推定し、舗装の健全度を判定するもの。



FWD調査状況

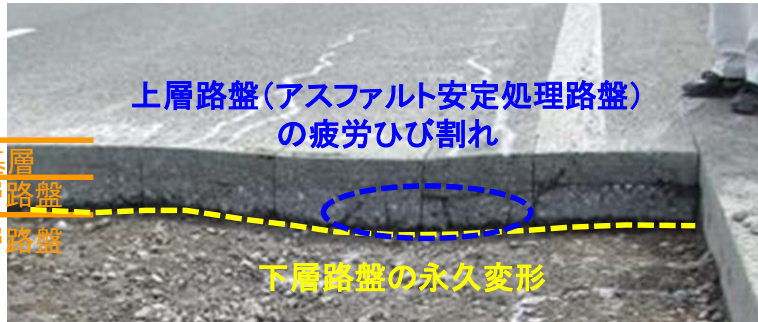
定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

○ 舗装路盤部の疲労破壊への対応

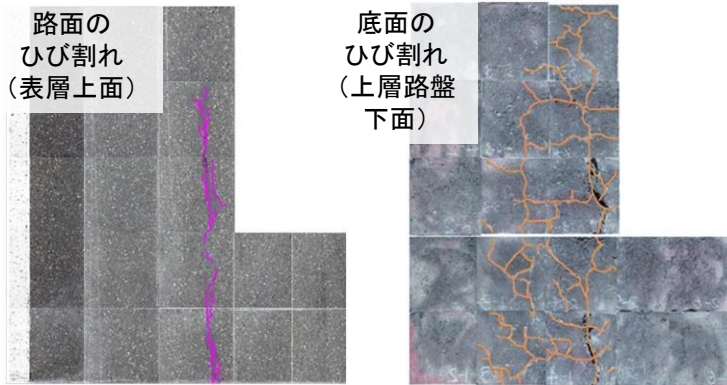
- これまでは、舗装の損傷進行状況に応じて表層・基層の補修を実施。
- 近年、舗装深層部の損傷の顕在化を踏まえ舗装の開削調査に着手。調査の結果、深層部の損傷は交通荷重・アスコン層※厚・路床及び路盤の耐力不足・水の侵入など、複合した要因により路盤部の損傷が進行し、上層路盤下面からの疲労ひび割れが発生し、下層路盤の湿潤化により、永久変形が発生するといったメカニズムが分かってきており、これまで構築した既設舗装が構造的な寿命を迎え始めている事が新たに判明。
(※表層、基層及びアスファルト安定処理路盤による上層路盤の3層をいう。コンクリート舗装及び、路盤にコンクリートを用いたコンポジット舗装については含まず。)

■ 開削調査により判明した深層部の損傷

➢ 上層路盤や下層路盤の損傷を確認(顕在化)



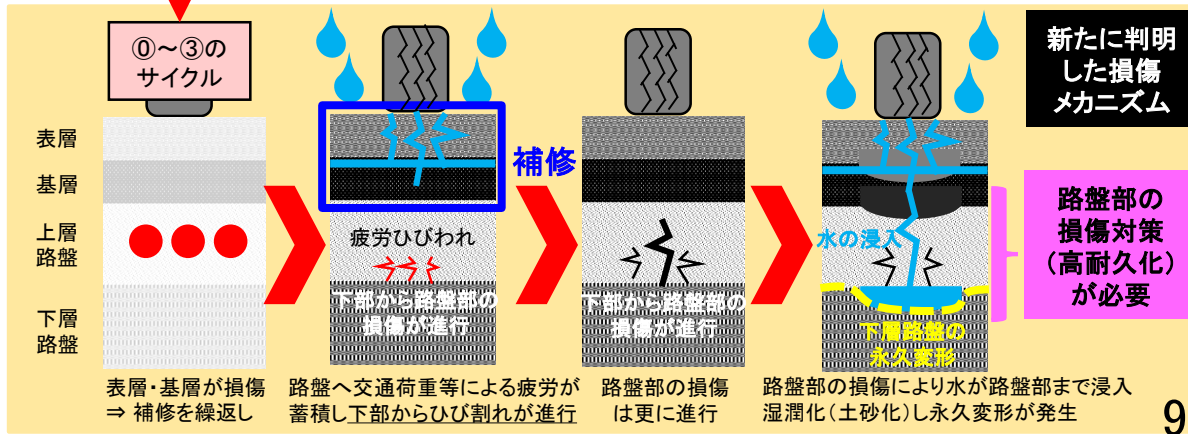
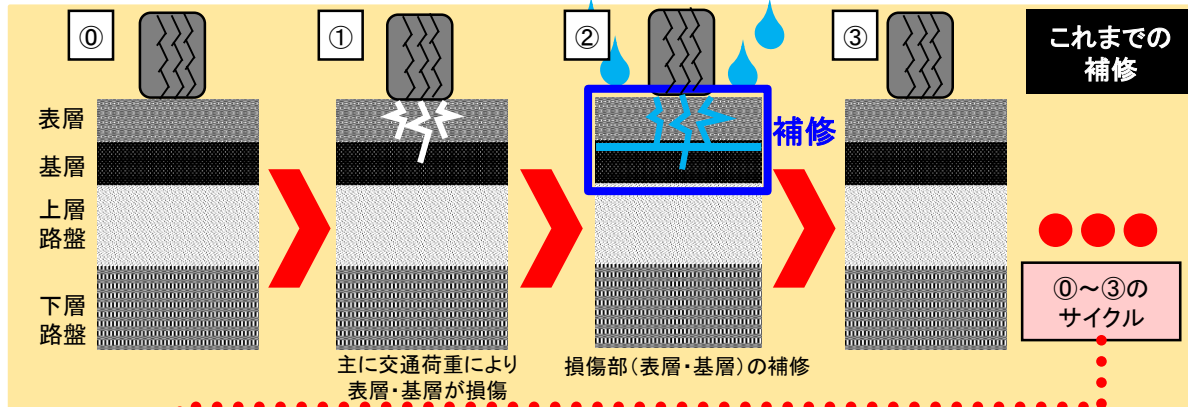
表層
上層路盤
下層路盤



⇒ 上層路盤部の損傷が表層の損傷進行に影響

※舗装の開削調査はH24(2012)～R3(2021)年に全国20IC区間で実施

■ 損傷補修と新たに判明した損傷メカニズム



定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

○ 舗装路盤部の疲労破壊への対応

- これまでの舗装補修サイクルの実績を見ても、路盤の損傷対策(高耐久化)をおこなわない場合、経過年数が長くなるほど、補修までのスパンが短くなり舗装構造全体の性能が回復しないことが分かってきた
- 路盤部の改良も含めた補修(高耐久化)を行うことにより、以後の舗装補修スパンが長くなりLCCの低減や工事規制による社会的影響の軽減が可能

■ 基層部(表層及び基層)の補修サイクル

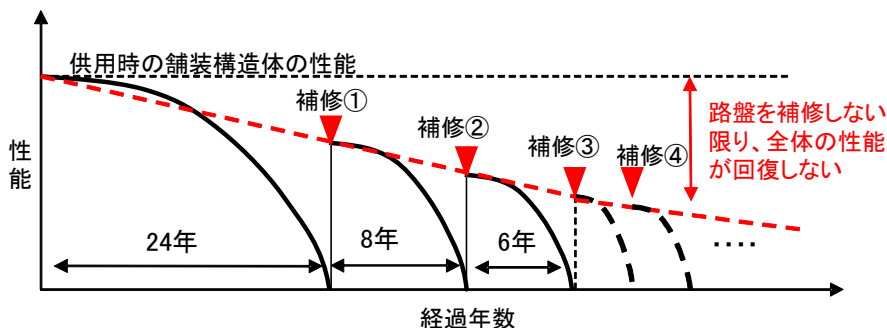
- 補修スパンは経過年数と補修回数を経るほどに短くなる

区分	供用から初回	初回から2回	2回から3回
補修間隔	24年	8年	6年

※NEXCO3会社が管理する高速道路のR1(2019)年までの補修履歴より集計(NEXCO総研調べ)



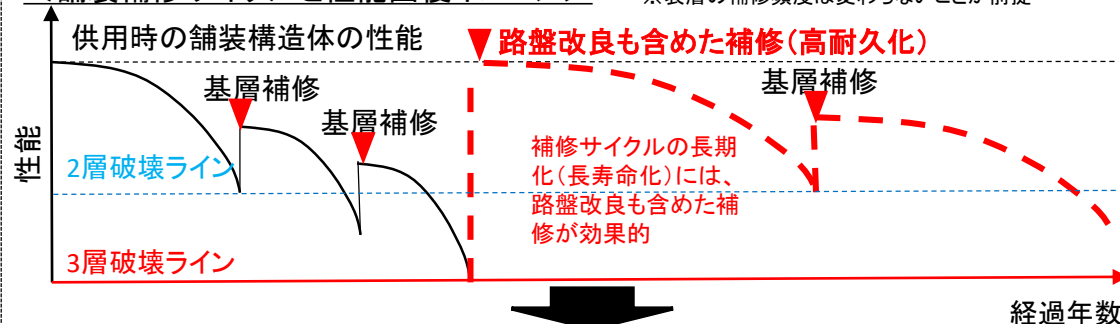
■ これまで(基層部までの補修)の舗装補修サイクルと性能回復イメージ



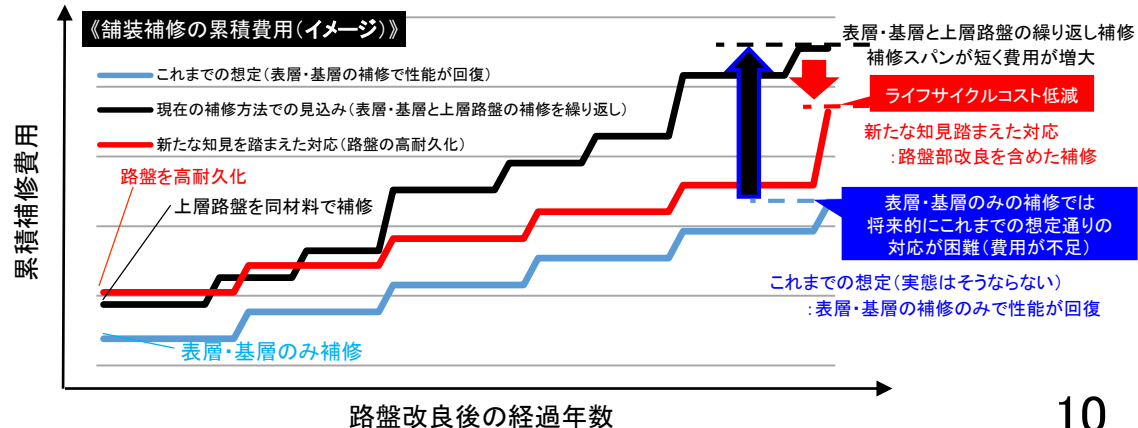
■ 路盤部改良も含めた舗装補修への転換

- 路盤部改良も含めた舗装補修により舗装構成全体の性能が回復。
- 補修サイクルも健全化され、ライフサイクルコストも低減。

＜舗装補修サイクルと性能回復イメージ＞ ※表層の補修頻度は変わらないことが前提



＜路盤改良も含めた補修による、ライフサイクルコストの低減イメージ＞



定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

○ 地すべり対策をしても変状が収まらない切土のり面への対応

○ 大規模な断層や地山の亀裂に雨水が浸透することにより、切土のり面のすべり面の風化が進行し、地山の地すべりが長期的に進行。

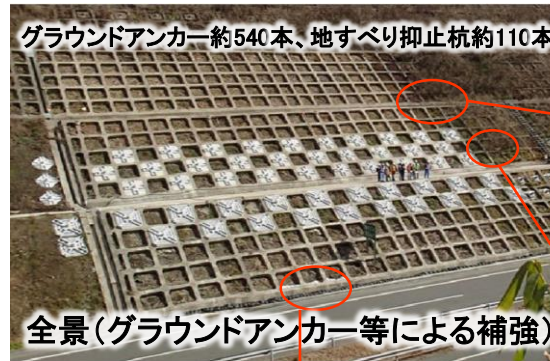
○ これまでグラウンドアンカー等による補強を繰り返しているが、のり面全体の変状が止まらない状況。

E2山陽自動車道 ^{きづ}木津地区(兵庫県)

^{みき}【三木JCT～^{こうべにし}神戸西IC間上下線、対策区間224m、H10(1998)年開通、23年経過】



損傷状況



これまでの点検・補修状況

グラウンドアンカーなどの補強対策を変状発生都度実施

- H13(2001)年 グラウンドアンカー工・受圧板工
- H23(2011)年 切土補強土工, 受圧板工
- H26(2014)年 グラウンドアンカー工・受圧板工
- H26年以降も継続して変状の状況を観測中

※ 建設当初から23年間経過しても、変状が収まらない状況
H27(2015)年7月、H30(2018)年7月豪雨時に大きな変位を確認

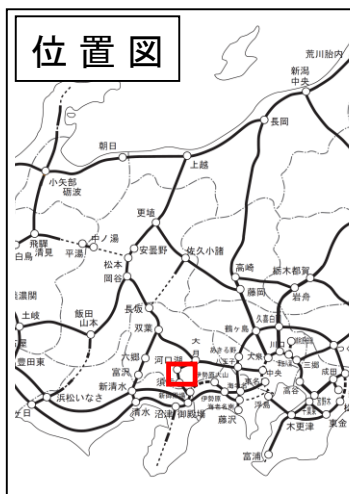
定期点検や更新事業の実施等により得られた新たな知見

○ 火山堆積物地質における路面陥没への対応

- 盛土に浸透した降雨等により、空隙を有する火山堆積地層である原地盤へ、盛土内の細粒分が流出し、路面陥没や沈下が繰り返し発生。
- 空洞の充填、遮水シート等の設置、排水溝の漏水防止対策などの補強、補修を繰り返し実施しているが、建設から約35年が経過し、これまでの補修方法では発生を抑止することが困難。

E68東富士五湖道路 富士東部地区(山梨県)

【^{ふじよしだ}富士吉田IC～^{すばしり}須走IC間上下線、対策区間9.5km、S61(1986)年開通、35年経過】



損傷状況



これまでの点検・補修状況



空洞の充填等の部分的補修等を繰り返し実施

- H28(2014)年から電磁波レーダー調査を定期的を実施。空洞を確認するたびに充填を実施。(R3年までの6年間に19回の空洞充填)
- R元(2019)年 遮水シートの設置、排水溝の漏水防止対策。
- R3(2021)年 地中内の空洞の大きさが短期間に拡大していたことから、調査及び空洞充填工を年1回から年4回に増やして対応