

NEXCO中日本における橋梁の維持管理 ー コンクリート橋の現状と技術的取組みー

中日本高速道路株式会社

金沢支社 高速道路事業部 構造技術課

山口 岳思



1. NEXCO中日本の概要
2. 主な劣化と技術規準の変遷
3. リニューアル工事の背景
4. リニューアル工事のための技術開発
5. 今後の維持管理(補修補強)のあり方

1. NEXCO中日本の概要

2. 主な劣化と技術規準の変遷

3. リニューアル工事の背景

4. リニューアル工事のための技術開発

5. 今後の維持管理(補修補強)のあり方



項目	
営業延長	2,208 Km
利用台数	208 万台/日
通行料金収入	7,054 億円
建設延長	65 Km
休憩施設	206 箇所
従業員数	2,200 名

西日本	中日本	東日本
3,625 km	2,208 km	3,943 km
306 万台/日	208 万台/日	302 万台/日

※東京外かく環状道路 大泉JCT～中央JCT間は、国土交通省及び東日本高速道路株式会社から委託を受けて事業を実施

[Safety 安全]

経営方針1 安全性向上に向けた不断の取組みの深化

[Social 社会]

経営方針2 安全・安心で利便性・快適性の高い高速道路空間の提供

経営方針3 お客さまや地域、社会の課題に応える新たな価値創造

[Environment 環境]

経営方針4 脱炭素化をはじめとする環境保全への貢献

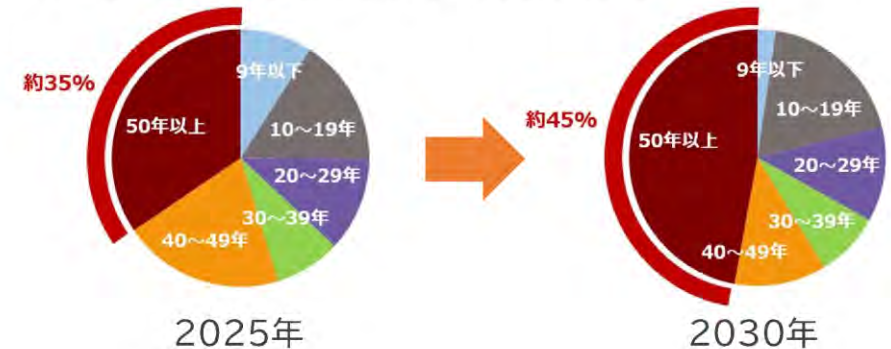
[Governance ガバナンス]

経営方針5 エンゲージメントの向上

経営方針6 持続的成長を支える経営基盤の強化

加速するインフラ老朽化に対する着実なメンテナンス

2030年度には、開通後30年以上経過した道路が約6割を、50年以上経過した道路が約4割を超過します。



激甚化・頻発化する自然災害への対応

大規模地震発生時に上下線いずれかの通行を確保できるよう、発生確率が高い地域における橋梁の耐震補強を推進します。

取組み例 (コンクリート巻き立て)



取組み例 (炭素繊維巻き立て)



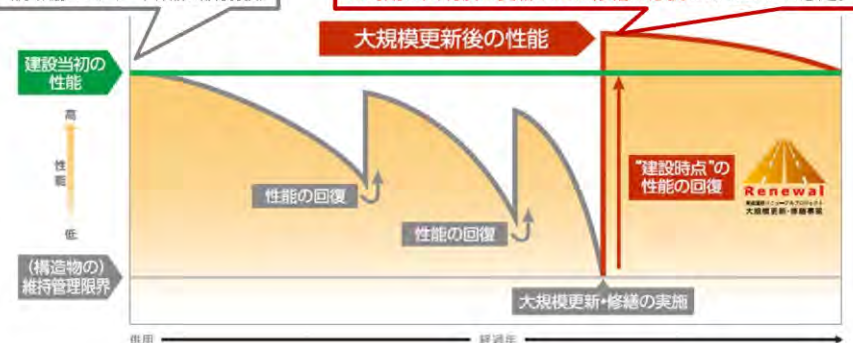
道路構造物の計画的な保全やリニューアルプロジェクトを着実に推進し、高速道路ネットワークを健全な状態で維持します。

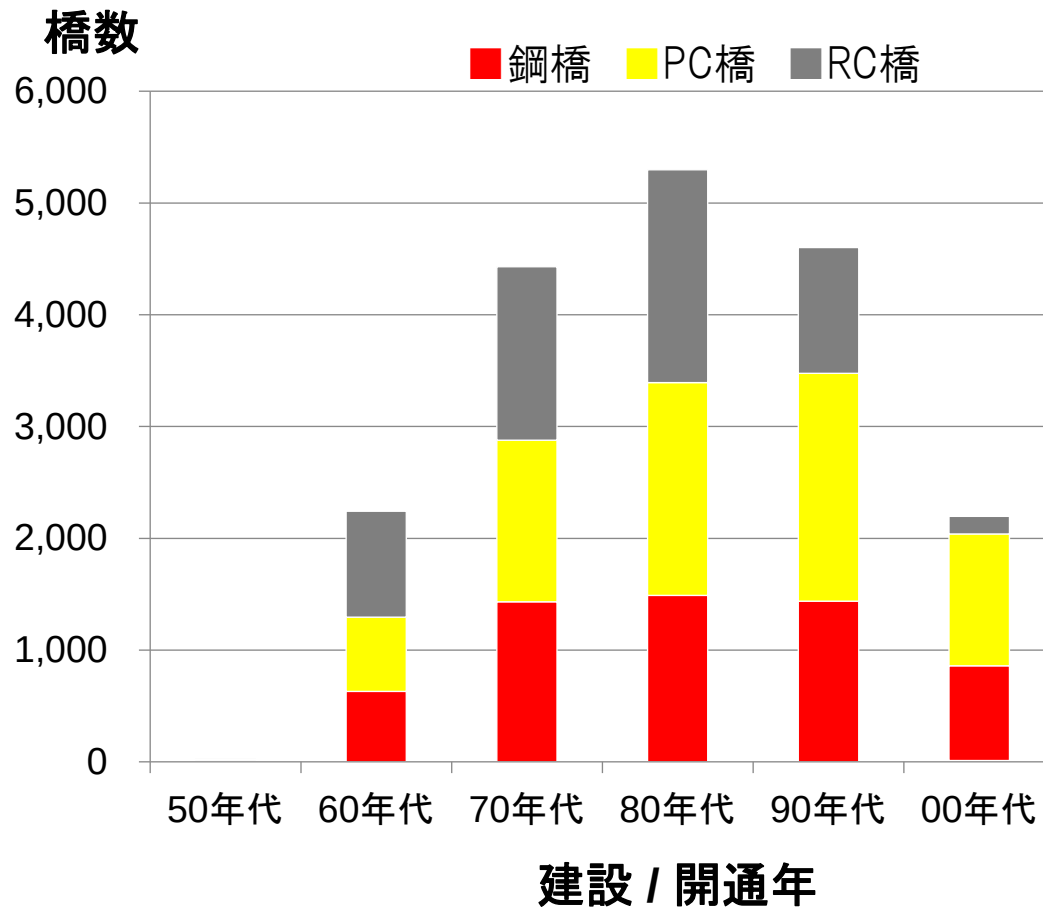
これまでの考え方

部分的な補修を繰り返すことによる性能の回復を想定。
(例:鉄筋コンクリート床版の部分打換)

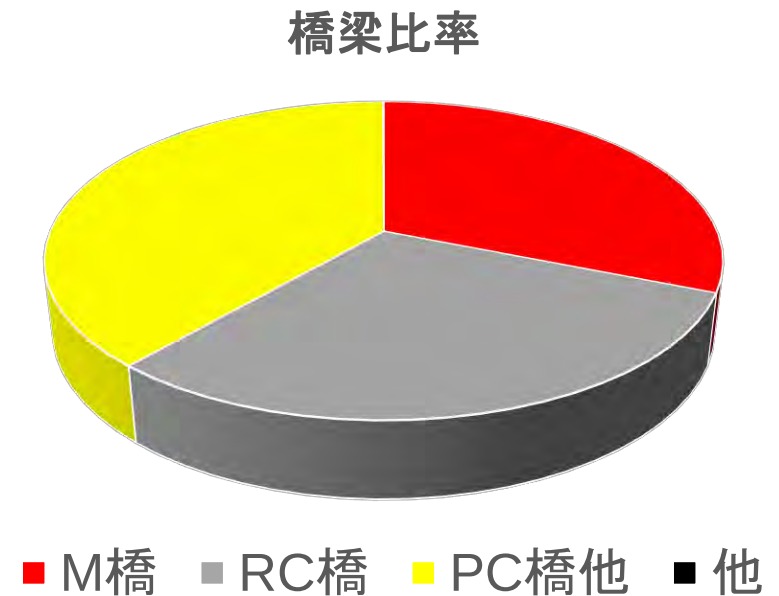
リニューアルプロジェクトの考え方

厳しい使用環境等により性能が建設時点まで回復しない事例や劣化速度が早くなる事例が顕在化してきているため、適切な時期に大規模な更新または修繕が必要となることを想定。





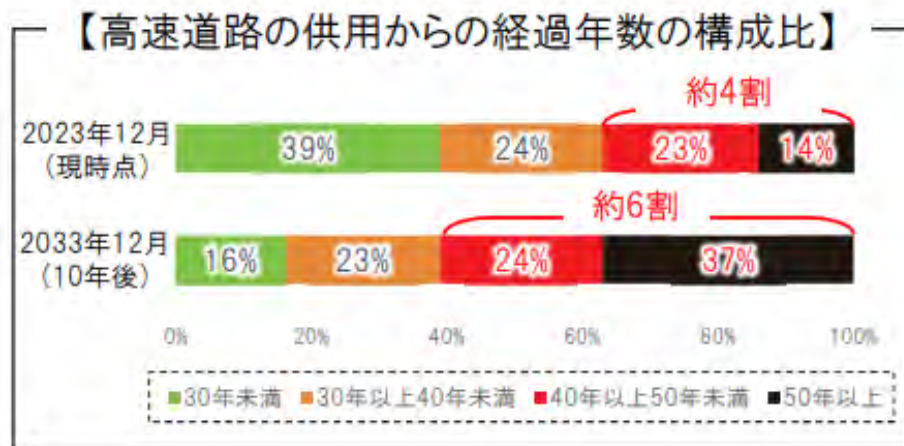
全	18,793橋
鋼橋	5,844橋 (31.1%)
RC橋	5,696橋 (30.3%)
PC橋	7,241橋 (38.5%)
他	12橋 (0.1%)



(NEXCO-BMSデータ2010から算出)

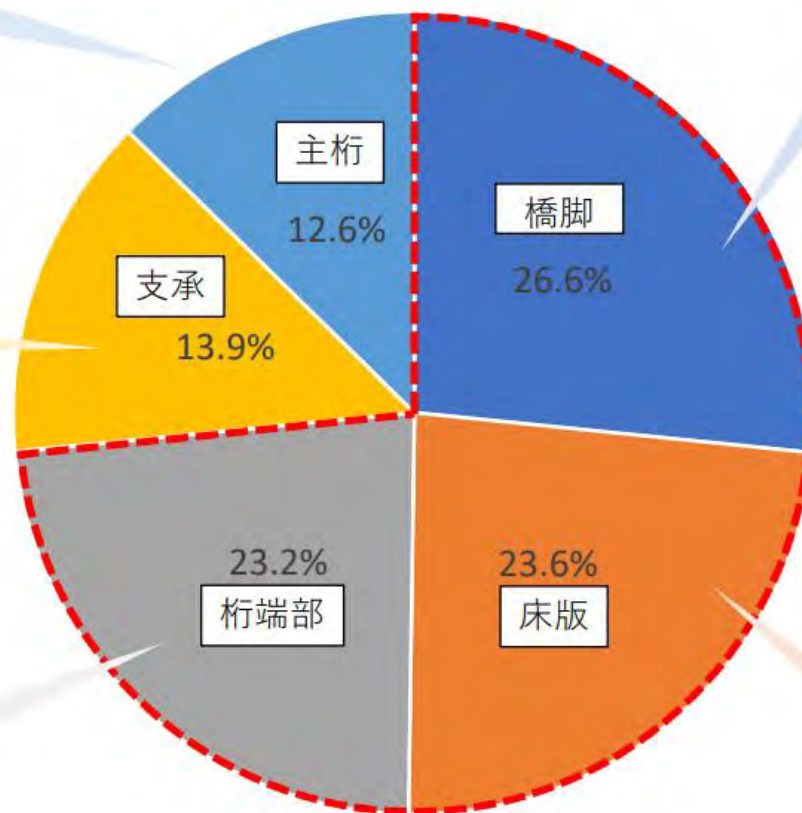
1. NEXCO中日本の概要
- 2. 主な劣化と技術規準の変遷**
3. リニューアル工事の背景
4. リニューアル工事のための技術開発
5. 今後の維持管理(補修補強)のあり方

- ・高速道路は2023年時点で、
約4割が供用後40年以上経過
- ・10年後(2033年)は、その延長が約6割
- ・現時点で、名神は63年、東名は57年が経過
- ・10年後には関越道や北陸道など他の路線も
供用後50年以上に到達する



- 点検2巡目の健全度Ⅲの部材のうち、橋脚・床版・桁端部で約7割を占めている。
- 橋脚・床版・桁端部とも、浸水・漏水＋凍結防止剤が変状の原因と推察される。

N 3 会社の点検 2 巡目の健全度Ⅲ部材割合



【西】近畿自動車道 鶴野高架橋
主桁疲労亀裂変状



【中】東名高速道路 相模川橋
支承劣化状況



【西】中国自動車道 錦川橋
桁端部コンクリート変状



【東】関越自動車道 沼尾川橋
橋脚の劣化状況



【中】中央自動車道 松ヶ平橋
床版の劣化状況



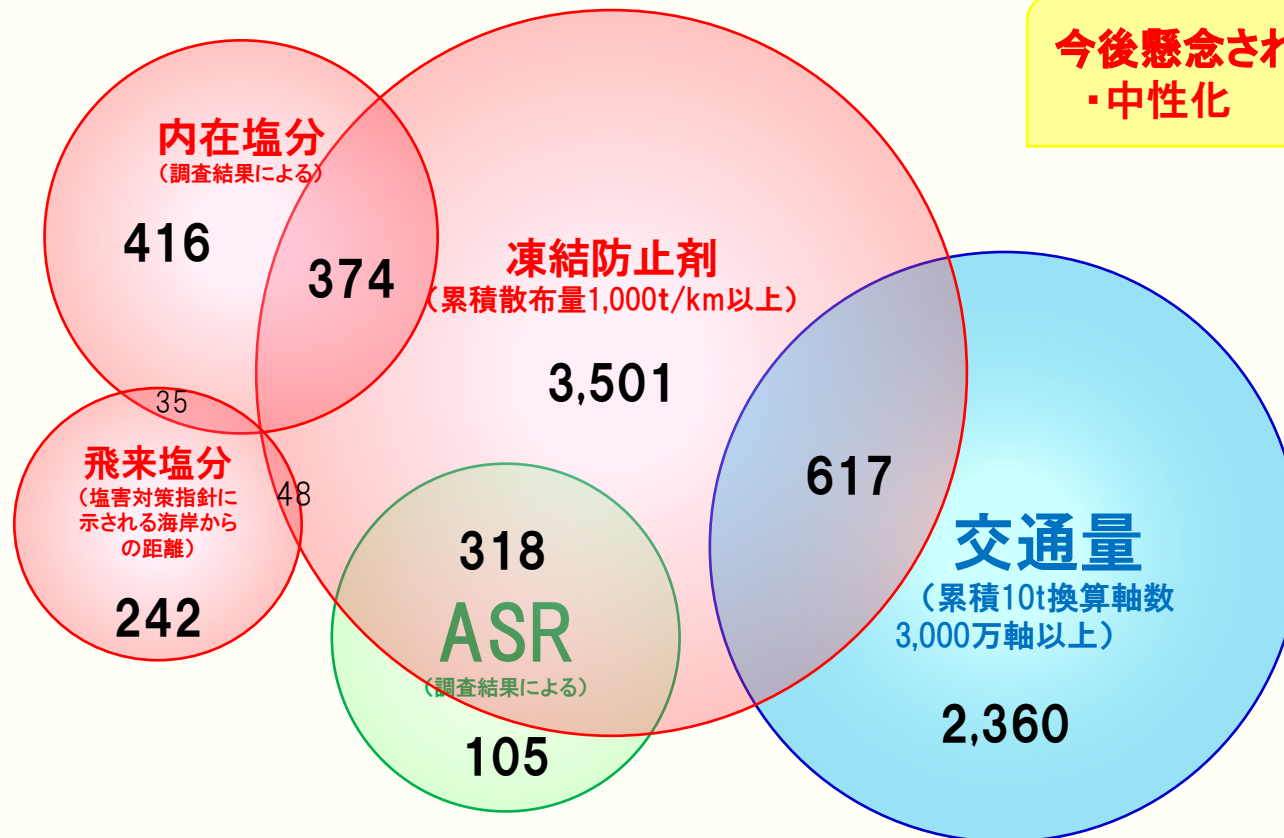
全橋梁数 : 18,306橋
下記劣化要因に該当せず: 10,230橋(55.9%)
下記劣化要因に該当する: **8,076橋(44.1%)**

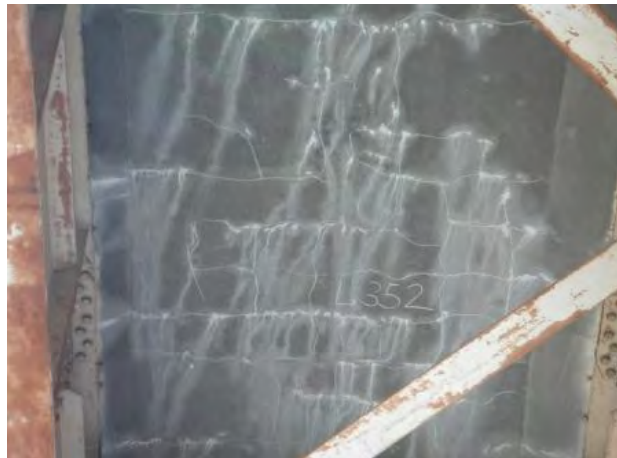
初期欠陥

- ・PCグラウト不充填
- ・かぶり不足
- ・豆板等

今後懸念される劣化

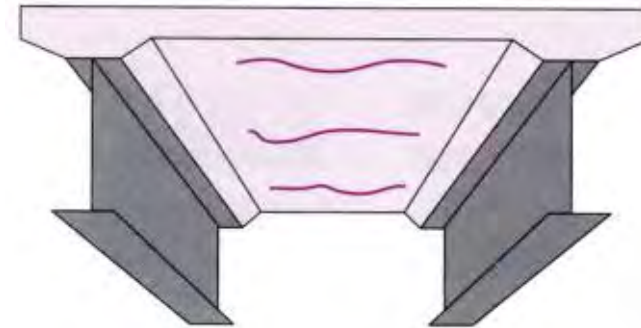
- ・中性化



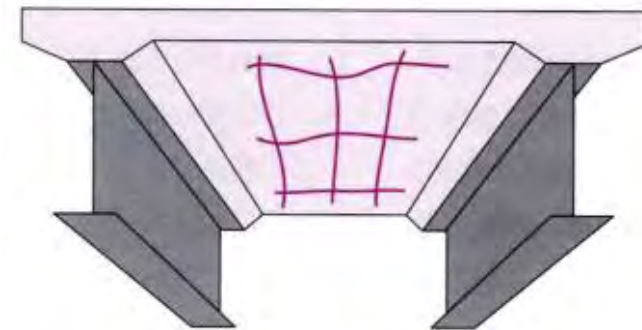


鋼橋のRC床版の劣化

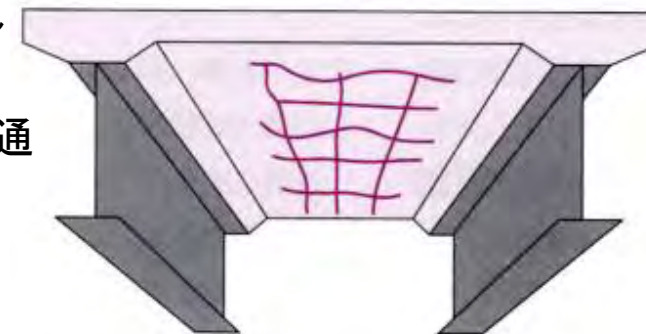
I) 乾燥収縮による
橋軸直角方向の
ひびわれ(初期)

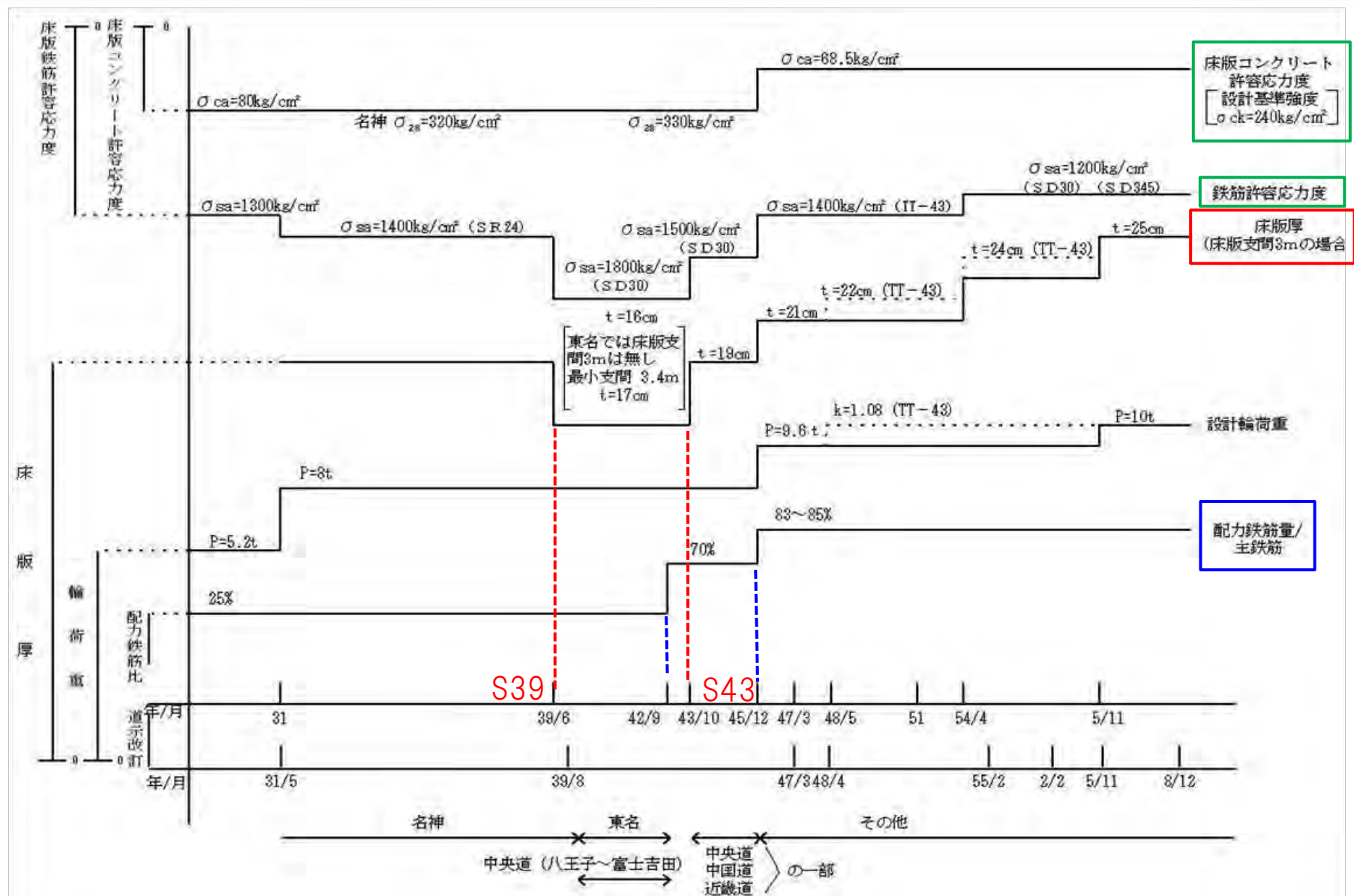


II) 輪荷重により
二方向(縦横)の
ひびわれが発生



III) 二方向ひびわれ
が増加して、
一部上面まで貫通





■凍結防止剤の影響が大きい路線

長野道 鎖川橋：凍結防止剤散布量1000t/km程度

《床版上面》



土砂化、鉄筋腐食による断面減少が発生

《床版下面》



エフロレッセンスを伴うひび割

■撤去床版の水平ひび割れ



《床版切断面》



土砂化が著しい箇所では鉄筋腐食、水平ひび割れに加えて、上面から下面に繋がるひび割れが進展（鉄筋位置の塩化物イオン濃度 7.06kg/m^3 ）

NEXCOにおけるコンクリート強度の変遷

	コンクリート橋					鋼橋			下部構造
	プレテン桁	桁高制限のあるPCa桁	ポステンPCa桁	場所打ち桁PCa桁間詰合成桁一次床版	合成桁二次床版	非合成桁の床版	単純合成桁、切断合成桁の床版	連続合成桁の床版	下部構造地覆高欄
設計要領 1964年	450kg/cm ²	———	400kg/cm ²	350kg/cm ²	———	RC構造:240kg/cm ² PC構造(場所打ち):350kg/cm ²			
図集Ⅲ 1967年	500kg/cm ²	450kg/cm ²	同上	同上	240kg/cm ²	———	———	———	———
設計要領 1970年	同上	同上	張出架設追加	同上	同上	240kg/cm ²	300kg/cm ²	375kg/cm ²	240kg/cm ²
設計要領 1980年	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	———	同上
設計要領 1990年	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	———	同上
設計要領 1998年	50N/mm ² (JIS)	———	40N/mm ² 移動支保工追加	36N/mm ²	30N/mm ²	RC床版:30N/mm ² PC床版:36N/mm ²		———	30N/mm ²
現在	同上	———	波形ウェブ橋PC床版追加	同上	同上	RC床版:30N/mm ² 、 PC床版:36N/mm ²			同上 (膨張材)

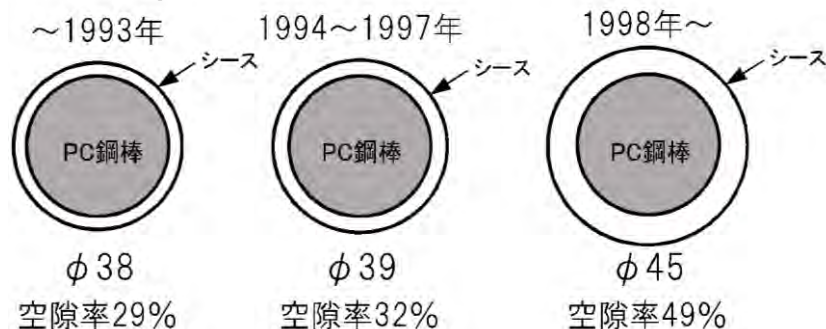
《PCグラウト充填不足状況》



■シーすの空隙量

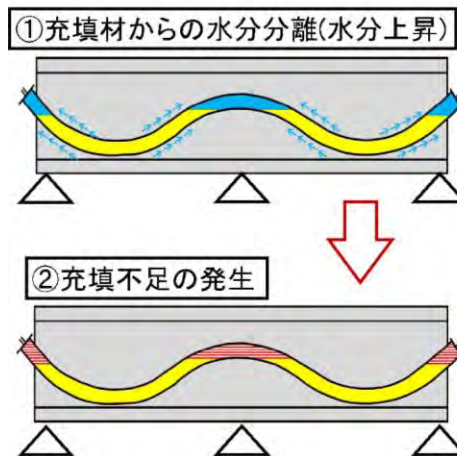
シーすとPC鋼材の隙間（空隙率）が小さくグラウトが入りづらい

[PC鋼棒φ32の例]



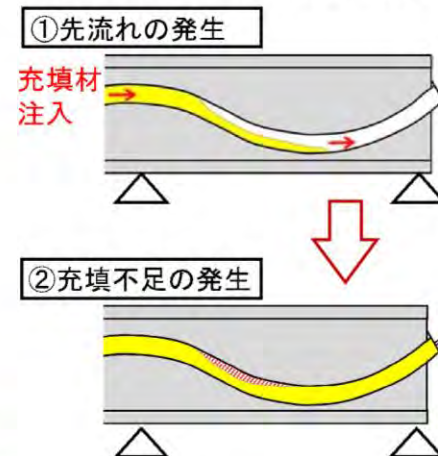
■主なグラウト充填不足の発生メカニズム

【水分分離による事象】



水分分離(水分上昇)⇒蒸発による空洞の発生

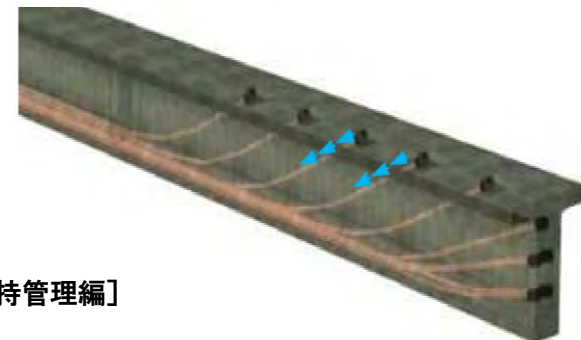
【先流れ発生による事象】



先流れによる空洞の発生

■上縁定着

上縁定着部から凍結防止剤を含む雨水等が浸入



出典: 2018年版コンクリート標準示方書[維持管理編]
土木学会

⇒1999年以降、PCグラウト材料、施工方法等の施工基準が整備されリスクが低減

出典: 高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会(第7回2022.10、第9回2024.1)資料 一部加筆

1. NEXCO中日本の概要
2. 主な劣化と技術規準の変遷
- 3. リニューアル工事の背景**
4. リニューアル工事のための技術開発
5. 今後の維持管理(補修補強)のあり方

大規模修繕・更新事業の現状

2014年 定期点検の義務化・2019年から2巡目

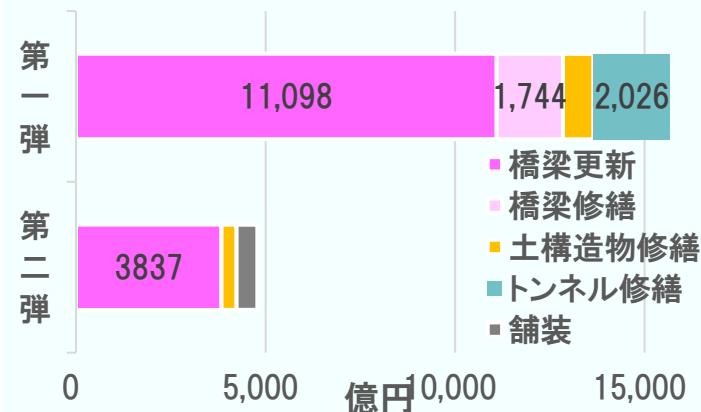
2015年 大規模修繕・更新事業が事業化(1.5兆円／中日本)

⇒鋼橋のRC床版取替工事を大規模に実施中

2024年 大規模更新事業の第二弾が事業化(0.5兆円／中日本)

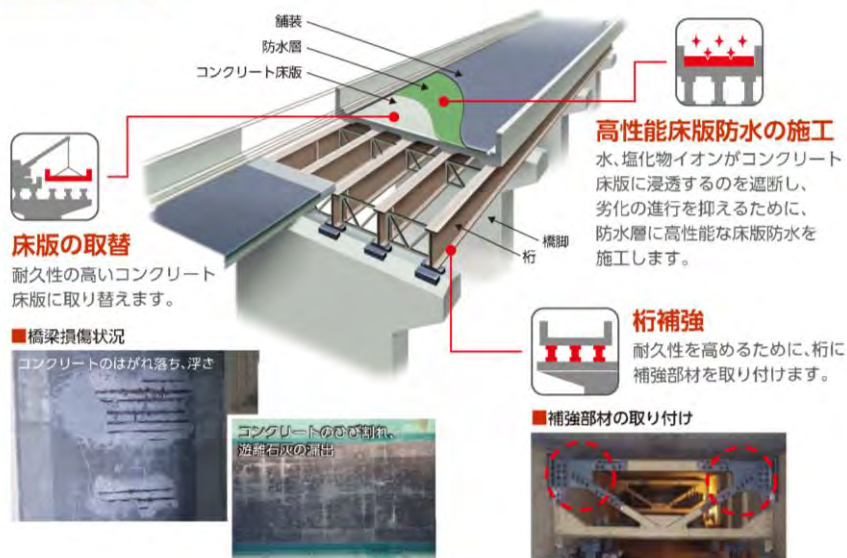
⇒PC橋グラウト再注入等の大規模修繕も事業化

⇒橋梁に加え、舗装(深層改良)も事業化



【第一弾(先行更新)】

橋梁更新



【第二弾(後行更新)】

橋梁(床版)

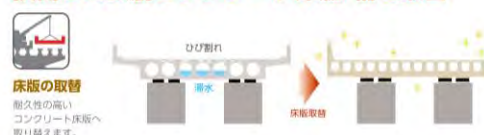
鉄筋コンクリート床版における路面陥没など

舗装修繕や交通荷重の繰り返しにより、床版上面にひび割れが発生します。さらに、ひび割れに水などが浸入することで劣化が進行し、陥没や床版下面まで損傷が広がります。



対策例

損傷した鉄筋コンクリート床版・桁を取替



橋梁(桁)

PC(プレストレストコンクリート)橋におけるPC鋼材の腐食

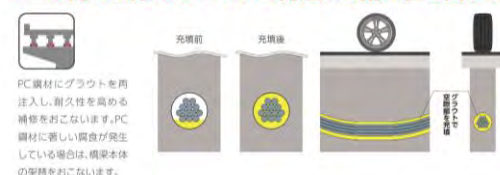
PC橋は、桁内にシースを配置し、シース内に緊張材(PC鋼材)を通す構造です。海岸からの水分や塩素イオン、凍結防止剤などの影響で、シースに塩化物イオンが浸透した場合にPC鋼材が腐食します。

プレストレストコンクリートの構造



対策例

シース内の空隙に、グラウトを再注入し耐久性を高める



- ✓ 約1割が健全性Ⅲであり、**橋梁の割合が大きい**
- ✓ 供用後30年以上経過した橋梁に健全性Ⅲが多い
- ✓ **橋梁は健全性が悪化している割合が大きい(1巡目：Ⅰ or Ⅱ → 2巡目：Ⅲ)**

■ 1巡目(H26～H30)の健全性診断結果一覧

施設種別	施設数	単位	判定区分			施設毎健全性Ⅲ割合
			Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	
橋梁	22,073	橋	1,380	18,278	2,415	11%
トンネル	1,743	Tube	31	1,023	689	40%
シェッド・大型カルバート	4,197	基	452	3,462	283	7%
門型標識	4,499	基	3,095	1,289	115	3%
横断歩道橋	28	橋	6	22	0	0%
計	32,540	施設	4,964	24,074	3,502	11%

■ 2巡目(R1～R5)の健全性診断結果一覧

施設種別	施設数	単位	判定区分			施設毎健全性Ⅲ割合
			Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	
橋梁	23,271	橋	5,139	15,597	2,535	11%
トンネル	1,939	Tube	102	1,416	421	22%
シェッド・大型カルバート	4,568	基	2,807	1,679	82	2%
門型標識	4,883	基	2,829	1,901	153	3%
横断歩道橋	26	橋	4	22	0	0%
計	34,687	施設	10,881	20,615	3,191	9%

予防保全の必要性

点検結果の分析を踏まえた維持修繕計画の必要性

■ 橋梁の判定の変遷

2巡目 1巡目	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	合計
Ⅰ	995	376	9	1,380
Ⅱ	3,357	13,492	1,429	18,278
Ⅲ	116	1,214	1,085	2,415
合計	4,468	15,082	2,523	22,073

➤ Ⅲへの悪化率：1,438/2,523 = **57%**

※2巡目点検が初回の構造物は、1巡目点検の結果がないため、左表のこうが数量が多くなっている。

■橋梁の判定の変遷

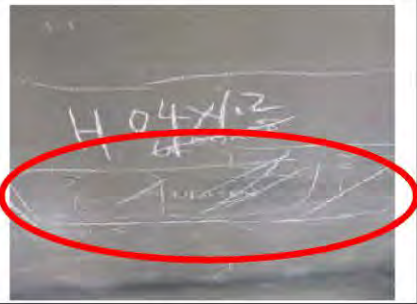
1997以前に建設		2巡目			合計	Ⅱへの悪化率	Ⅲへの悪化率
		I	Ⅱ	Ⅲ			
1巡目	I	1,170	419	17	1,606	26%	7%
	Ⅱ	1,993	7,758	892	10,643		
	Ⅲ	67	540	502	1,109		
合計		3,230	8,717	1,411	13,358		

24% 65% 11%

1998以後に建設		2巡目			合計	Ⅱへの悪化率	Ⅲへの悪化率
		I	Ⅱ	Ⅲ			
1巡目	I	614	191	4	809	24%	1%
	Ⅱ	274	1,520	30	1,824		
	Ⅲ	7	15	4	26		
合計		895	1,726	38	2,659		

34% 65% 1%



		健全性Ⅰ	劣化進行 → 健全性Ⅱ	劣化進行 → 健全性Ⅲ
桁端部				
		軽微な表面腐食がみられる。	腐食の進行に伴い、層状はく離により減厚がみられる。	腐食が進行し、孔食と減厚が生じて耐力が低下している。
床版				
		局所的なエフロレッセンスがみられる。	軽微な浮きがみられる。	広範囲で鉄筋が露出し、腐食が進行している。

【原因の推察】⇒「水」+「凍結防止剤(塩)」が主な劣化要因

床版



損傷状況

橋脚

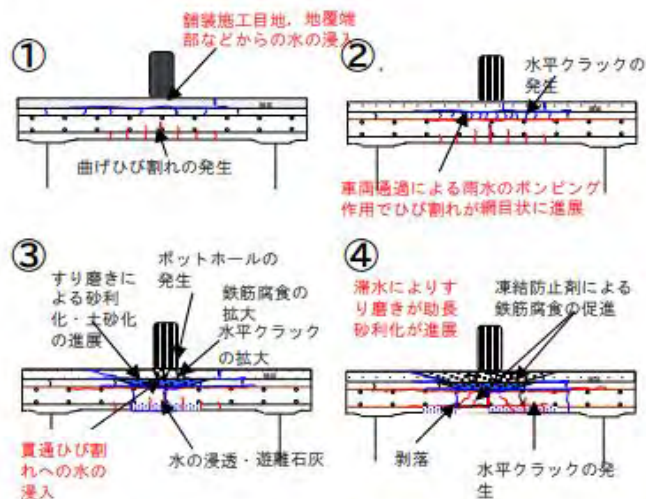


損傷状況

桁端部(上部工・橋脚)



損傷状況

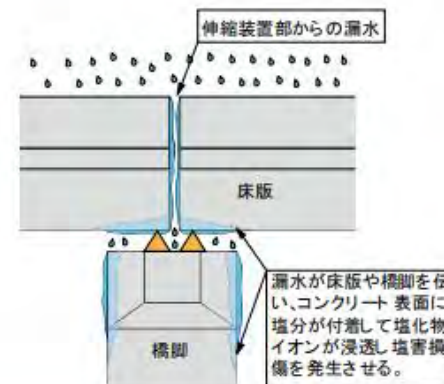


凍害による破損

腐食による漏水



漏水部の鉄筋腐食



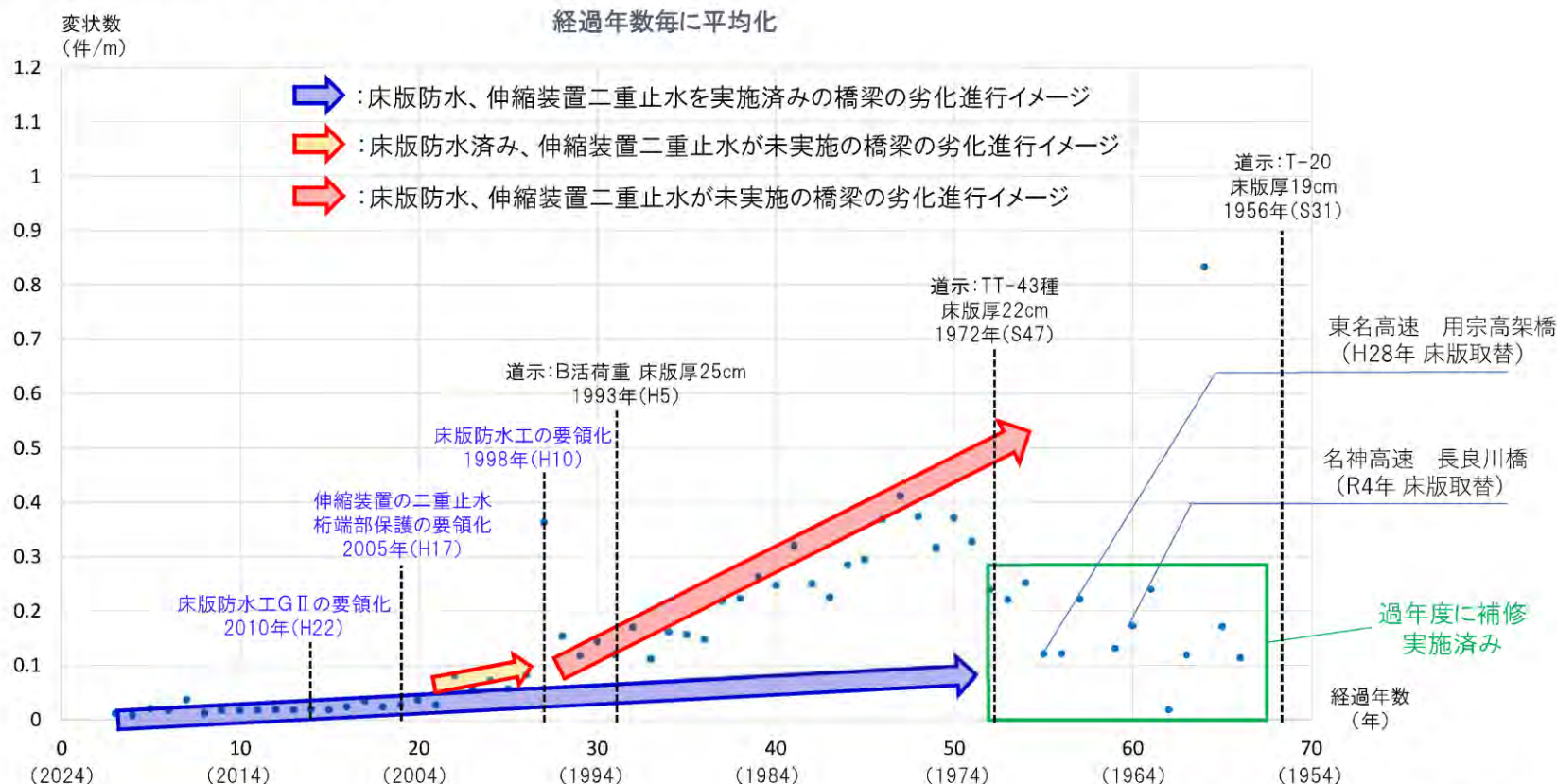
【有効な対策案】⇒ 劣化要因となる「水+塩」の遮断(止水・被覆)

床版防水工

高耐久な排水管に取替

伸縮装置の二重止水化
桁端部被覆

【橋梁の経過年数と変状数の関係】



※ 経過年数は2024年を0年として算出

経過年数30年以上の橋梁は、

- ・建設段階で床版防水工や桁端部止水工が施されていない橋梁が多く、劣化の進行が顕著

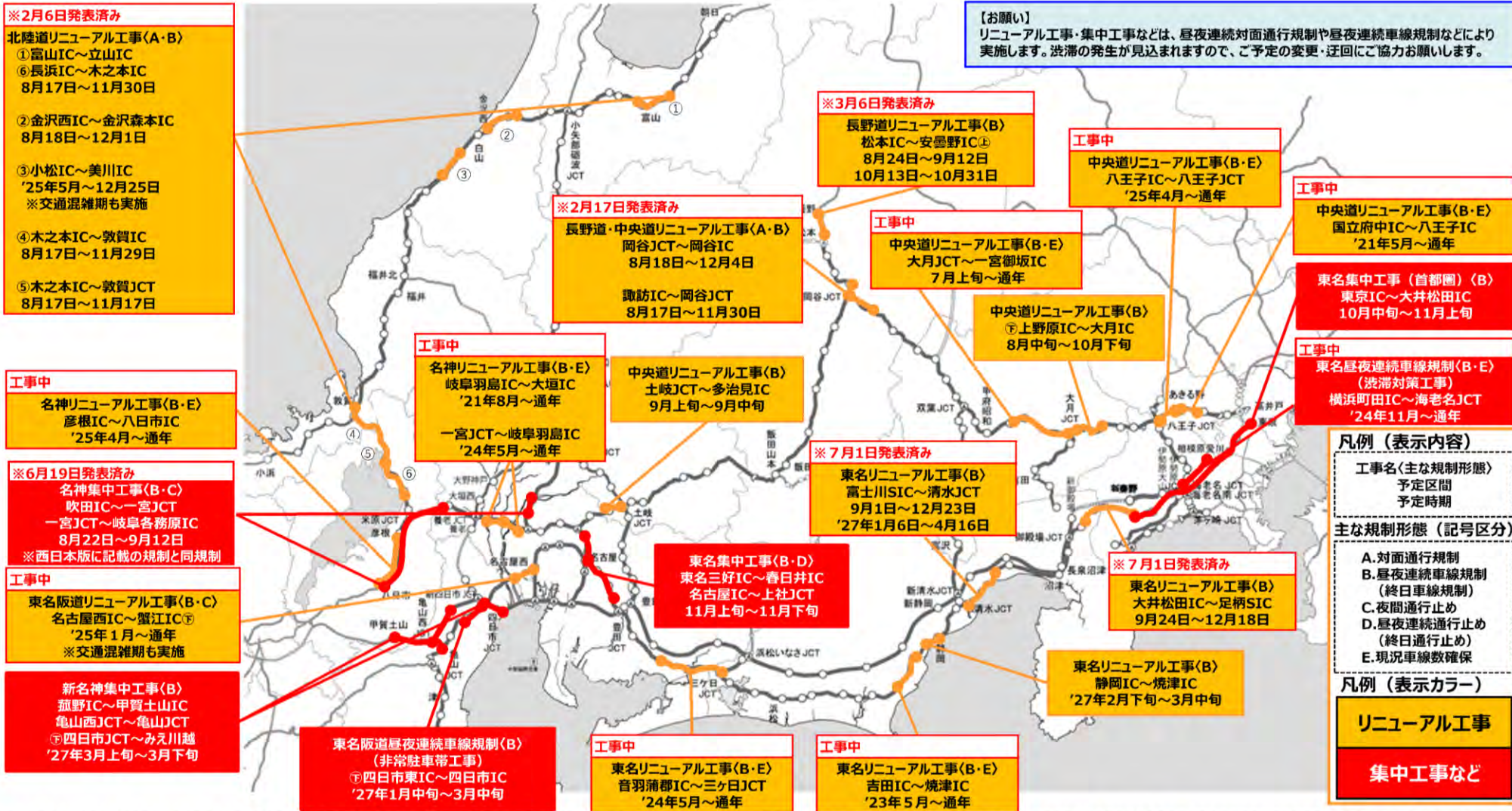
➡ **予防保全として、床版防水工、伸縮装置部の二重止水工、桁端部防水工を実施することにより、劣化の進行を抑えることが可能**

出典:高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会(第11回2026.4)資料

1. NEXCO中日本の概要
2. 主な劣化と技術規準の変遷
3. リニューアル工事の背景
- 4. リニューアル工事のための技術開発**
5. 今後の維持管理(補修補強)のあり方

社会的影響の大きい工事規制予定

P 17



リニューアル工事：高速道路リニューアルプロジェクトの一環として実施する「床版取替」など、長期間（半月程度以上）にわたり休日を含み対面通行規制・車線規制・通行止めなどのもと実施する工事
集中工事など：点検や舗装補修・ガードレールの取り換えなど、複数の工事や作業を数週間にわたり昼夜連続規制などのもと集中的に実施する工事

※1 今回公表した計画以外に災害発生時や緊急補修時に長期間の工事規制を実施する場合があります。

※2 今回公表した計画のうち、「※交通混雑期も工事規制を実施します。」の記載があるものを除き、交通混雑期（GW、お盆、年末年始）は工事規制を実施しません。出典：NEXCO中日本ホームページ

①車線確保しての施工事例(名神 長良川橋)

P 18

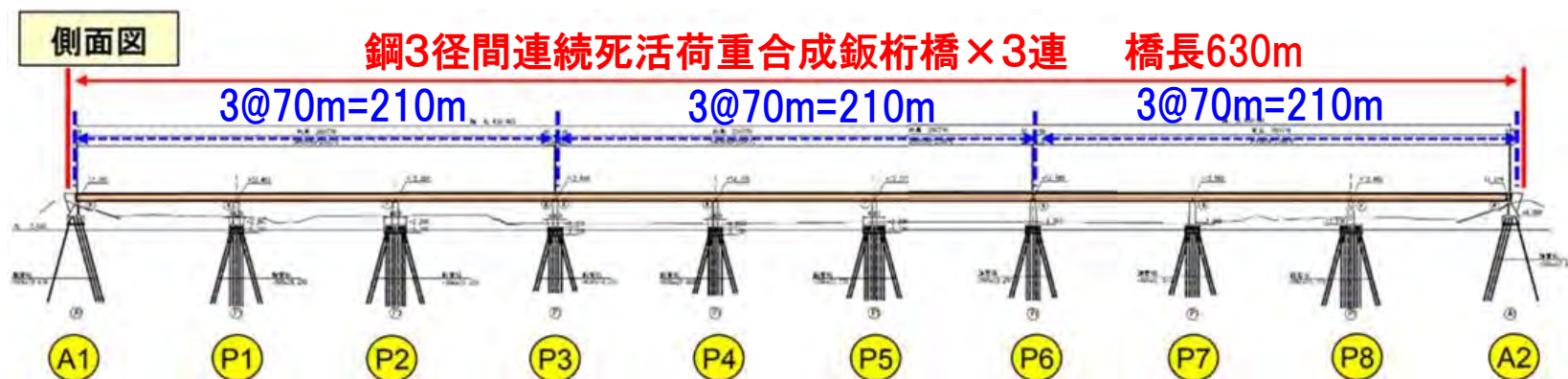


名神高速道路(一宮～岐阜羽島)

平均断面交通量:53,000台/日
大型車混入率 :22%
供用 :1964年9月
(供用後60年)

①車線確保しての施工事例(名神 長良川橋)

P 19



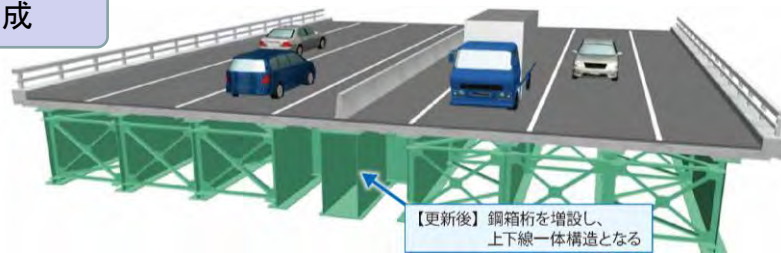
施工ステップ

中央に鋼箱桁を1本追加し、上下線2車線ずつを確保
完成時は上下線一体構造とする

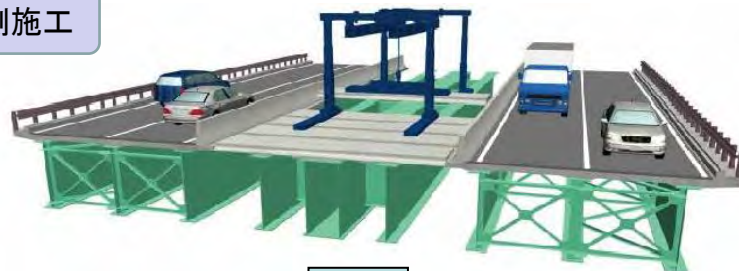
取替前



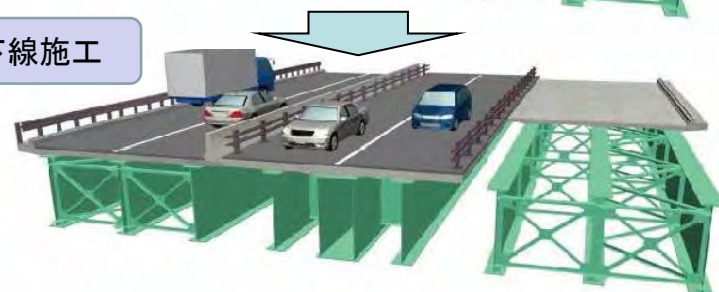
完成



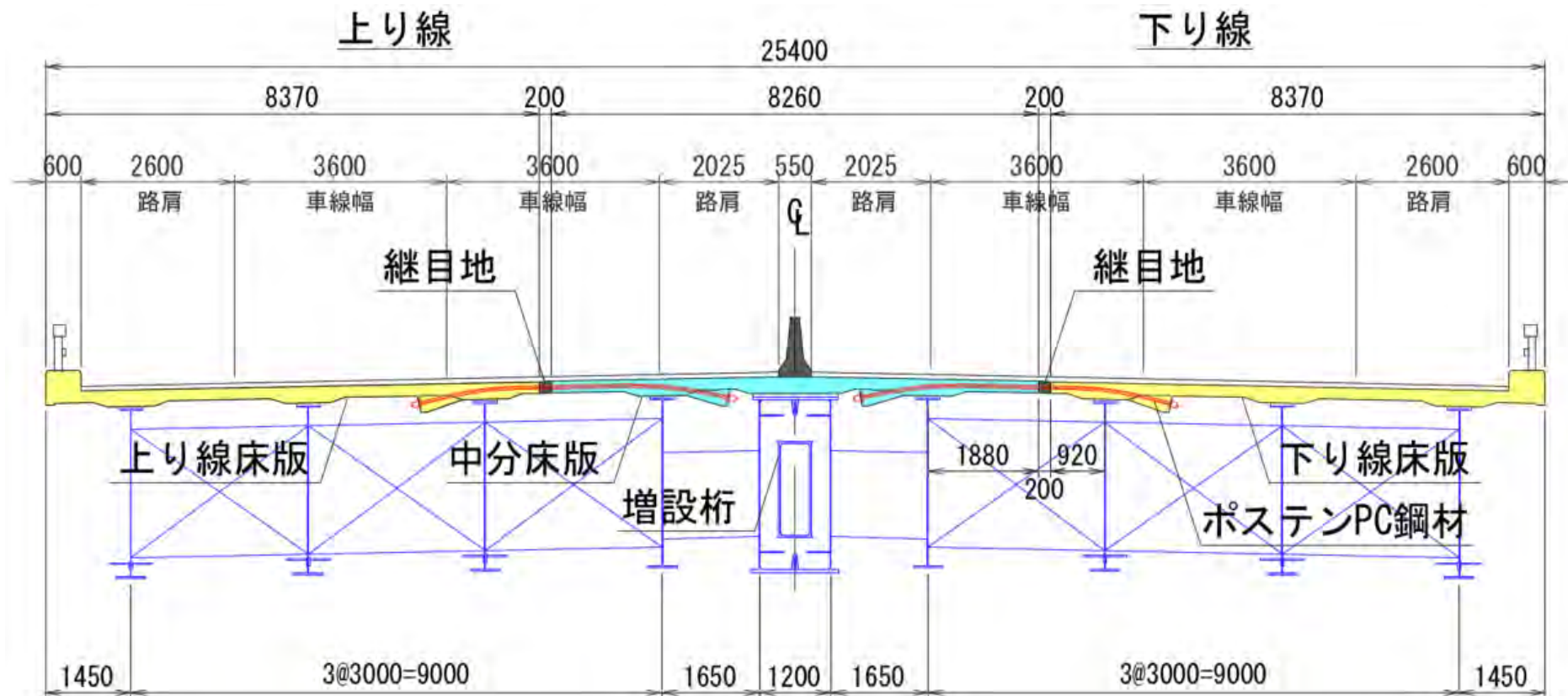
中分側施工



上・下線施工



■長良川橋の縦目地の接合



- ・縦目地にはモルタル目地を設け、床版下面で定着(PC鋼材(1S28.6×2本/m)を配置)
- ・施工途中の3分割された床版各々で、2車線供用可能な幅員を確保する必要があるため、縦目地位置にも正曲げが作用

②環境に配慮した桁の架け替え(北陸道 手取川橋)

P 21



橋 梁 名：手取川橋
架 橋 位 置：北陸自動車道
小松IC～美川IC区間(157.6～158.2KP)
構造形式/橋長：PC8径間連続有ヒンジラーメン箱桁 546.5m
供 用 開 始：1972年(昭和47年) 10月
骨 材 の 産 地：手取川
環 境 の 条 件：海岸まで約0～30m



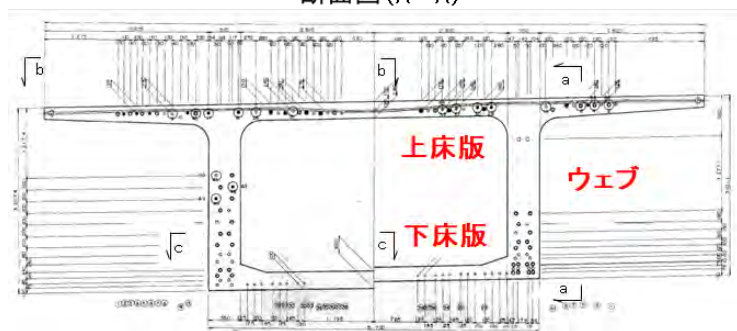
○小松IC-金沢西ICは北陸道の中で**最初に開通**した区間であり、かつ**最も海に近い環境**にある **供用後50年**

○50年間**塩害を受けた**手取川橋上部工の**架け替え**を行う
(架け替えを検討した内容は後述)

手取川橋の概要



断面図 (A-A)



■ 第2次塩害補修

全面的な断面修復を実施(1994年～1997年)



WJはつりで生じた不陸



亜硝酸リチウム入り断面修復材
の注入

(防錆雰囲気形成のモル比0.8以下)

■ 再劣化(現在)



桁にはく離が発生



桁内部の金属アンカーの
腐食が発生

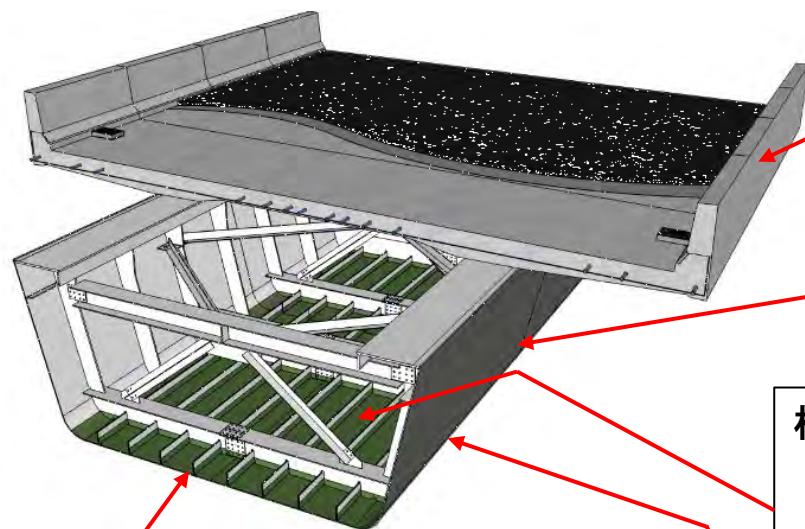
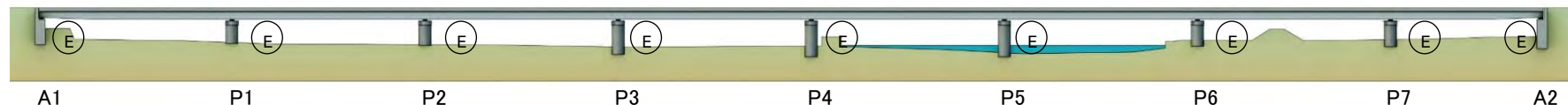
■ 塩害補修経緯

1972年供用 → 供用後10年で損傷発生
1983年～ → 第1次塩害補修工事
1994年～ → 第2次塩害補修工事

構造概要

主桁形式: 鋼8径間連続合成開断面箱桁

- ・ジョイント数最小化(桁端漏水対策) ・外面ブラケットレス構造(塩害対策・疲労対策)
- ・上部工重量: PC橋の約6割



床版形式: 壁高欄一体型プレキャストPC床版
(塗装鉄筋・塗装被覆PC鋼材・石灰石骨材)
・塩害及びASR対策

継手(桁外面): 全断面溶接
・ボルトレス構造(塩害対策)

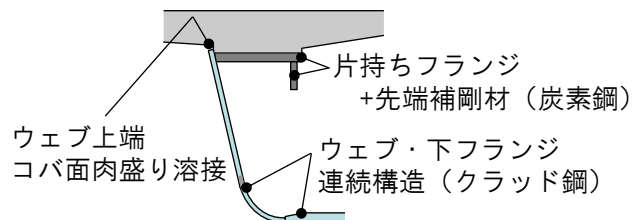
桁内面:

一般部: D-4系1層(120 μ m)増塗、
底面部+立上部100mm
: 超長期防食・エポキシ被覆(2500 μ m)

・結露対策・滞水対策

開断面箱桁(舟形構造)

・遮蔽性 ・経済性 ・耐久性 ・桁内床版点検可能



桁外面: 耐海水性ステンレス被覆JSL310Mo

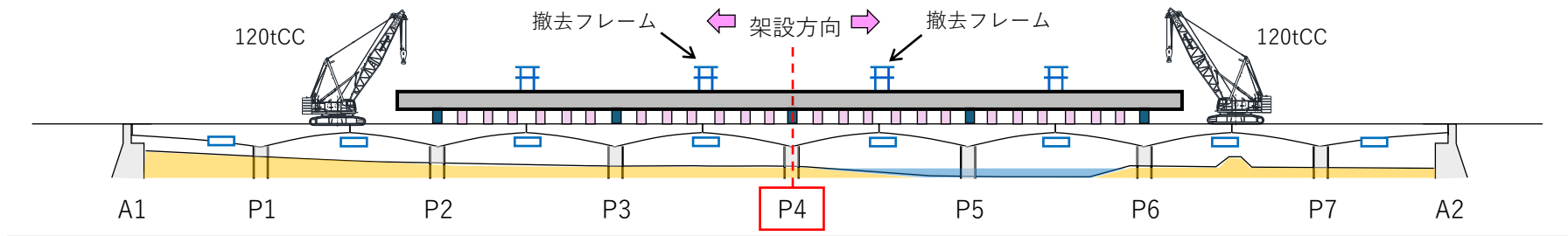
・塩害対策・飛砂摩耗対策
・防護機能・紫外線対策



架替方法

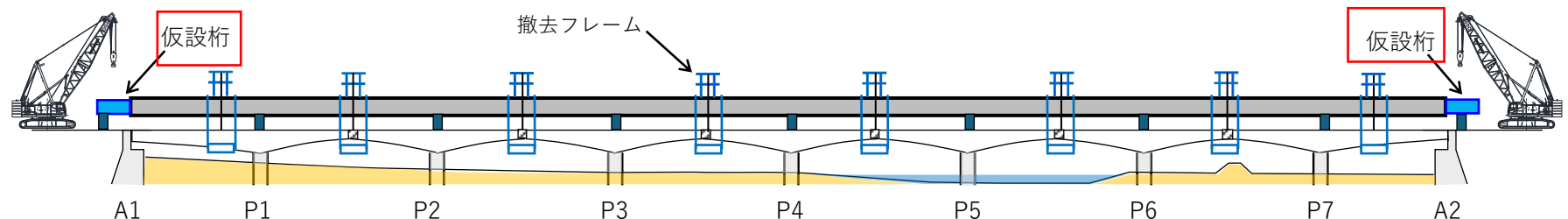
- 120tクローラークレーンを2台使用して、既設橋面上にP4を起点として両側の橋台へ架け逃げる。
- 架設と同時に1径間に1機の撤去フレームを設置する。

STEP1-1. 新設桁架設, 撤去フレーム設置

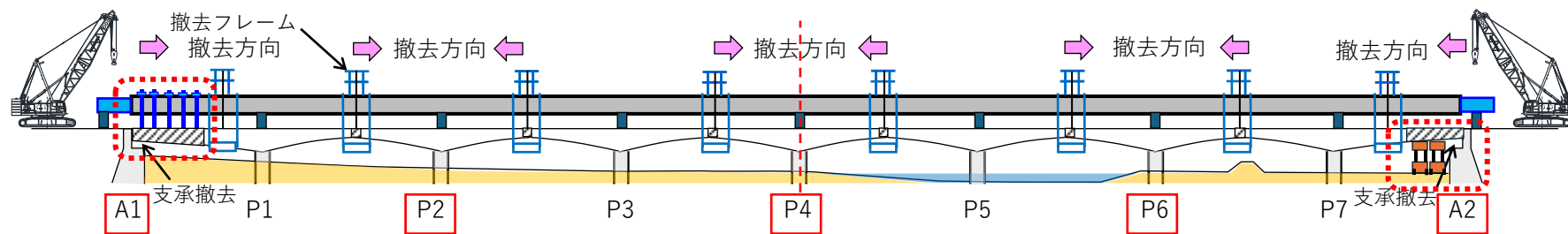


- 架設・現場溶接完了後、ベントを解放して支点支持へ移行する。
- 桁端部には仮設桁を接合し、土工部にて支持する。

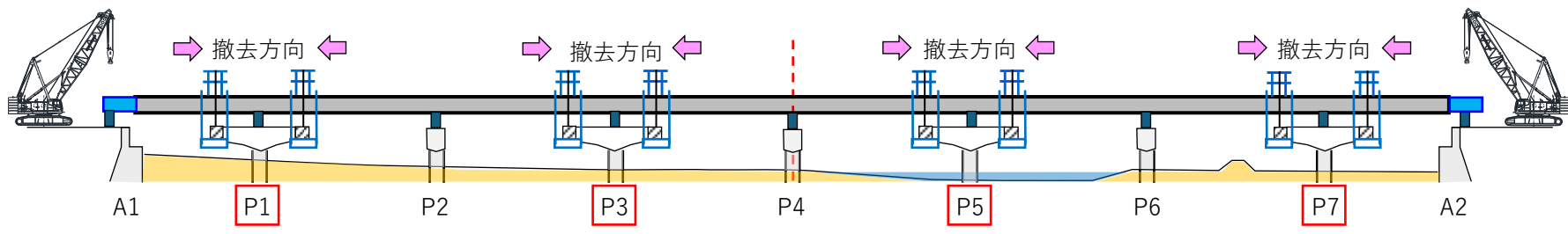
STEP1-2. ベント解体 (支点支持)



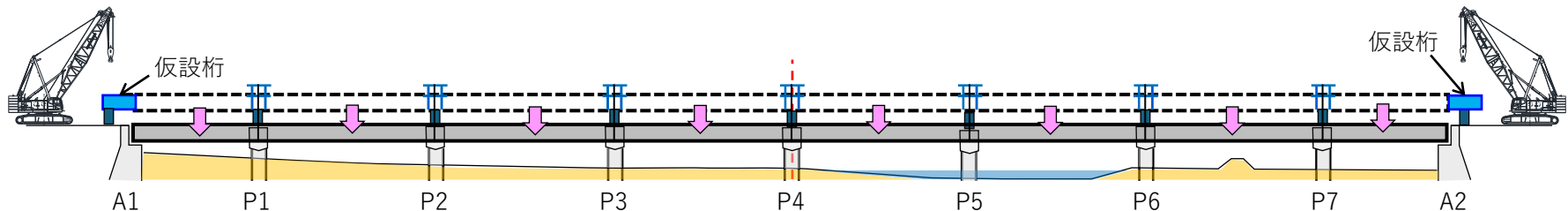
● 側径間支持、偶数脚の撤去(1期施工)



● 奇数脚の撤去(2期施工)



● 既設PC桁柱頭部の撤去、ジャッキダウン

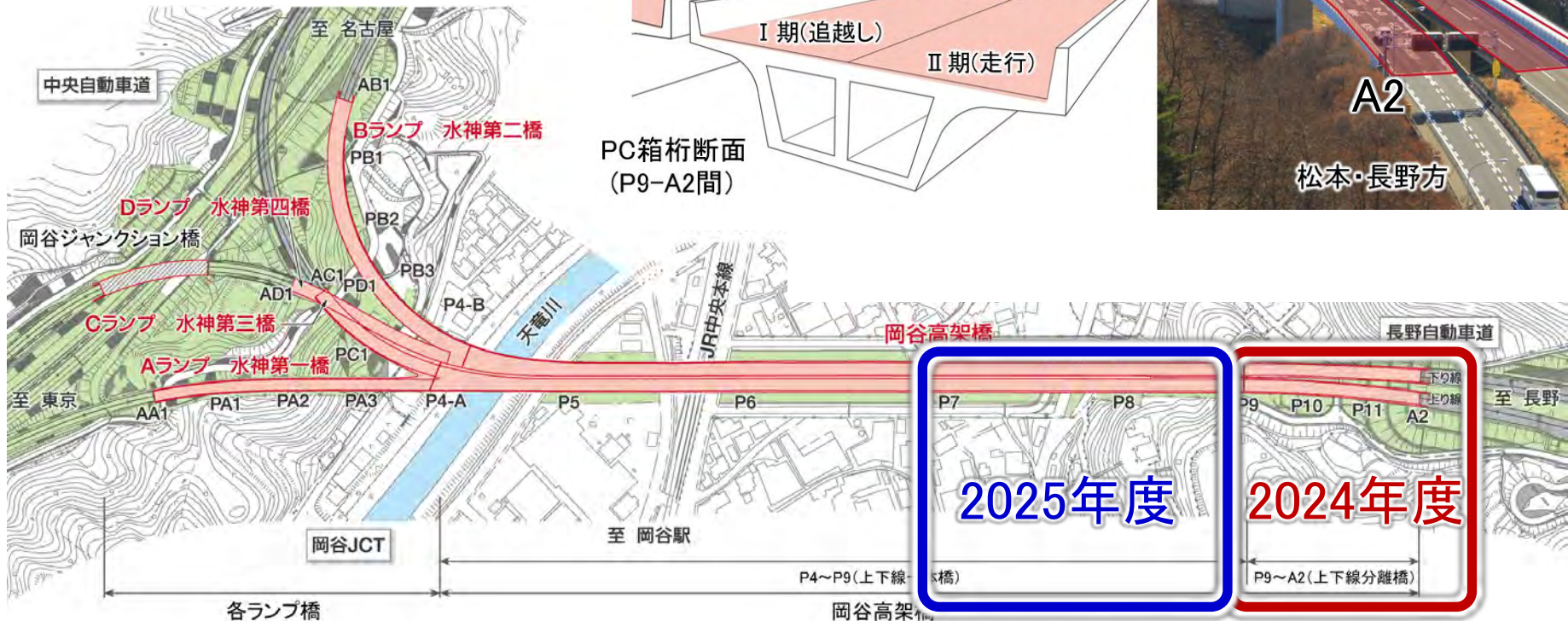
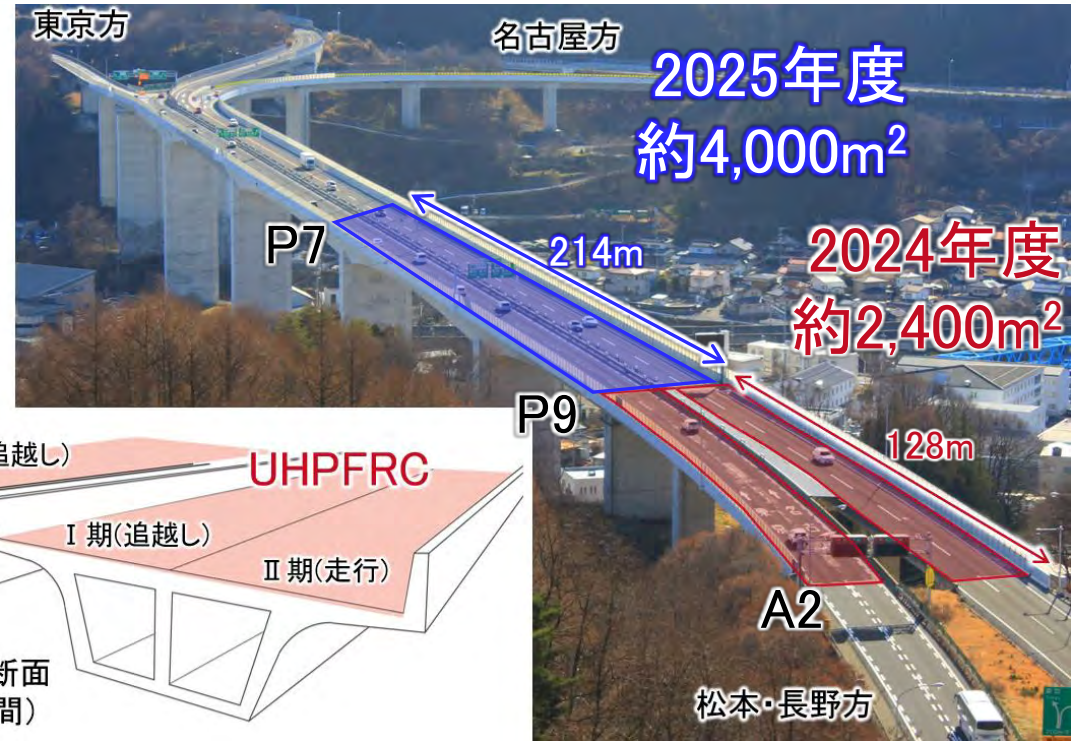


③UHPFRCによるPC箱桁橋の補修(長野道 岡谷高架橋) P 26

床版打替え数量

面積: 約 20,000m²

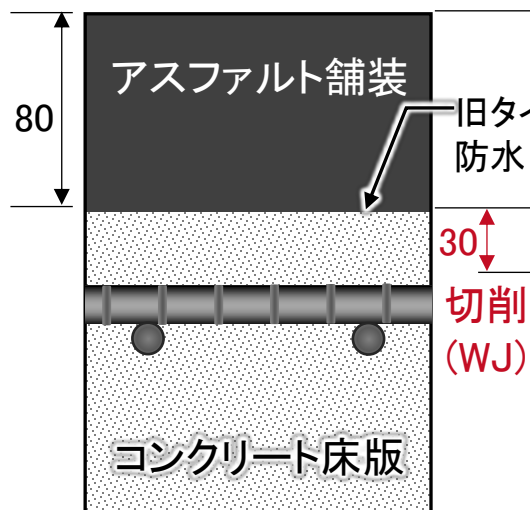
総延長: 約 2,000m



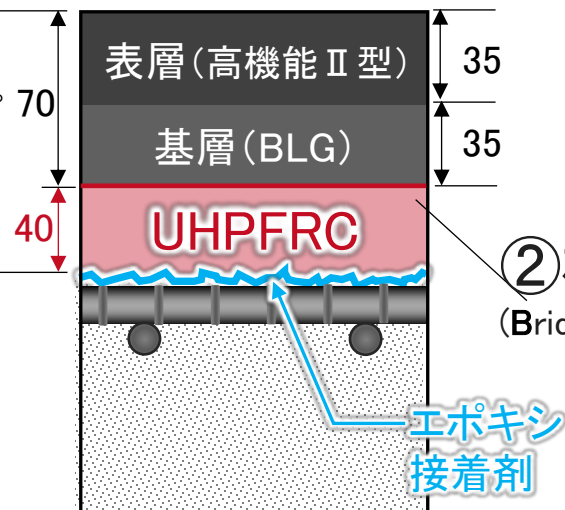
③UHPFRCによるPC箱桁橋の補修(長野道 岡谷高架橋) P 27

岡谷高架橋での仕様(マルチレイヤープロテクション:①+②)

現況



UHPFRC床版打替え



①超高性能繊維補強セメント系複合材料

(Ultra High Performance Fiber Reinforced Cementitious composites)

- ・圧縮強度: 150N/mm^2
- ・ひび割れ発生強度: 10N/mm^2
- ・引張強度: 12N/mm^2

②橋梁レベリング層用ゲースアスファルト

(Bridge Levelling Guss asphalt)

- ・グレードⅡ相当の防水性

打替え厚さ(40mm)について

30mm打替えで当初断面に復元する思想(上縁への引張応力度 3N/mm^2 程度)

→施工時の許容誤差(設計厚に対しマイナス10mm)を鑑みて設定

1. NEXCO中日本の概要
2. 主な劣化と技術規準の変遷
3. リニューアル工事の背景
4. リニューアル工事のための技術開発
5. 今後の維持管理(補修・補強)のあり方

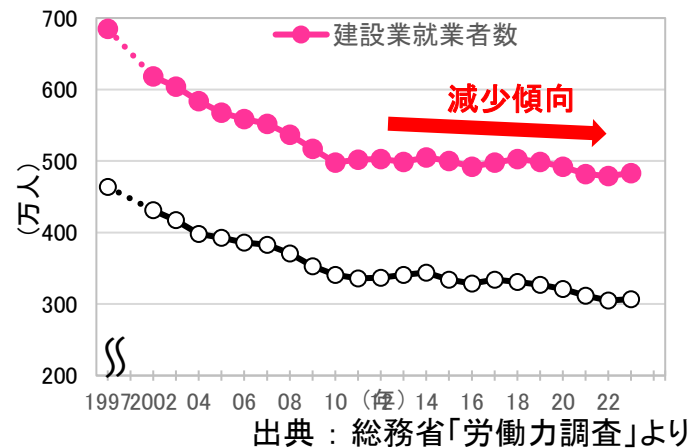
■高速道路を取り巻く環境

- 高耐久性に配慮した構造への更新、工期短縮、コスト削減
⇒ 調査研究および技術開発の推進
- 通行規制に伴う社会的影響の軽減
⇒ ネットワーク(迂回機能)を活用した影響の軽減、迂回道路となる一般道への影響および工期短縮のための工法開発など
- 構造物の変状の的確かつ詳細な把握
⇒ 道路法改正(H25.6)に伴う省令に対応した点検強化、および点検の高度化を推進

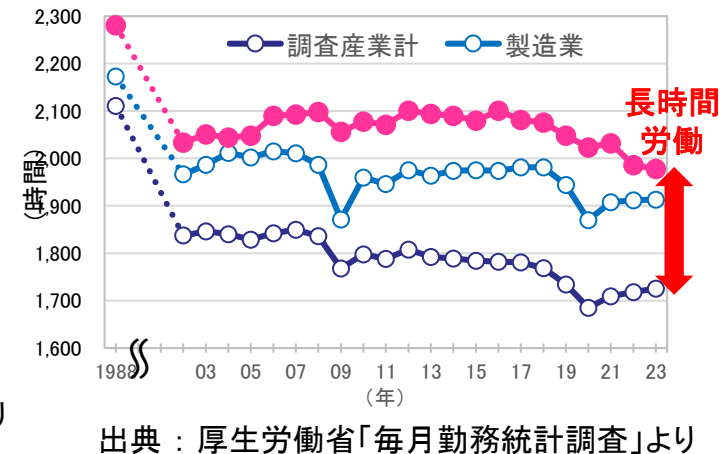
■建設業界

- ◆ 建設業界の生産年齢人口減少
- ◆ 2024年4月から施行された時間外労働の上限規制

建設業就業者数の推移



建設業と他産業の労働時間の推移

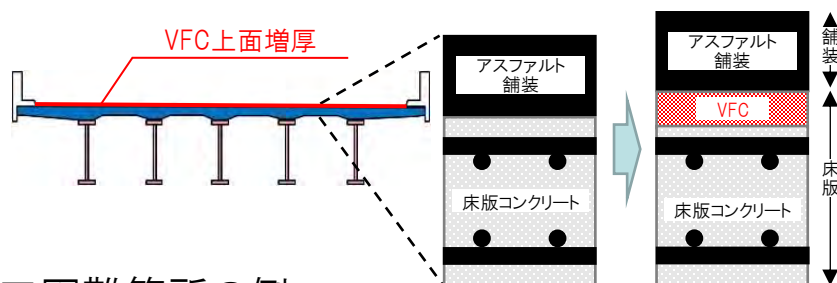


補修・補強についても、新技術・新工法を積極的に適用

高強度・高耐久材料等の活用

■ VFC(UHPFRC)による上面増厚工法の概要

VFCは、圧縮強度が高く(100N/mm²超)、非常に緻密で物質移動抵抗性が高い材料。増厚を低減し、高耐荷性、高耐久性の発揮が可能



■ 施工困難箇所の例

《都市部・重交通区間/中央道高井戸高架橋》 《施工困難橋梁/東名阪道木曾川橋》



重交通路線、狭小幅員、人家連坦地域のため車線規制や拡幅が困難



下路トラス橋、河川横断箇所のためクレーンや架設機による床版の撤去設置が困難

■ VFC上面増厚工法の疲労耐久性検証

床版下面にひび割れを発生させた床版(昭和39年示方書)にVFC上面増厚を施した試験体にて輪荷重走行試験を実施

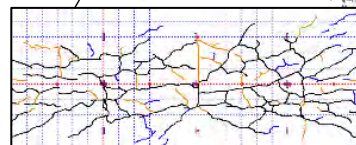
《輪荷重走行試験概要》

《VFC増厚床版の輪荷重走行試験結果³⁾》

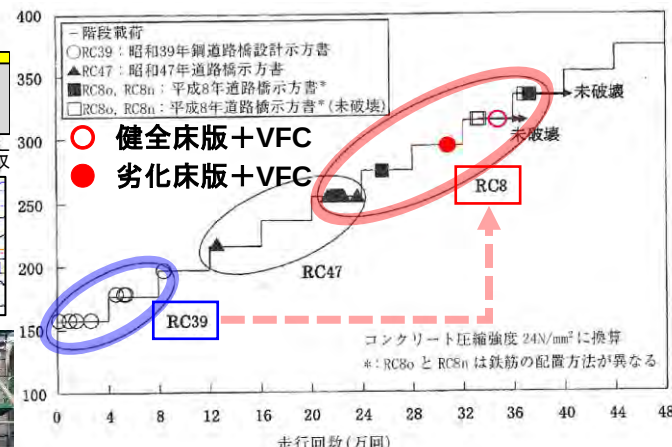
VFC上面増厚 t=40 mm

模擬床版 t=180 mm

ひび割れを発生させた床版



輪荷重走行試験状況

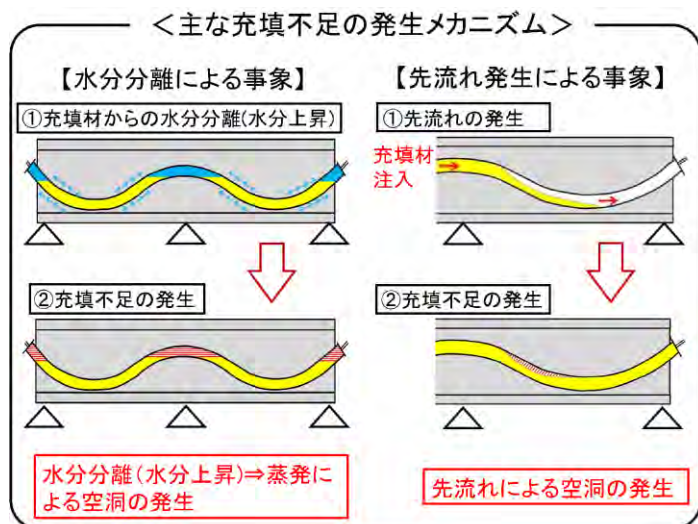


出典3)：道路橋示方書・同解説(R7.10)図解11.1.2
にNEXCO試験結果をプロット

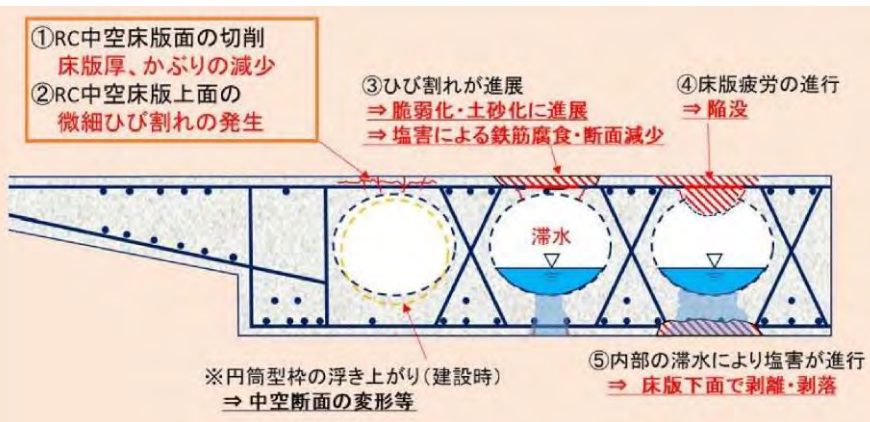
劣化した床版にVFC上面増厚を施すことで、最新基準の床版(平成8年道示適用)程度まで疲労耐久性が向上することを確認

調査技術・施工技術の向上

■PCグラウトの再注入



■RC中空床版の変状



【調査技術の開発】



【施工技術の開発】



電磁波レーダー探査



品質・安全性を確保しながら、働き方を改善

製作・施工段階

- ・工場製作の自動化(鉄筋加工・型枠組立)
- ・品質管理のデジタル化・張力管理の自動計測システム
- ・張力管理の自動計測システム
- ・セグメント架設の自動位置決め
- ・ドローンによる出来形確認
- ・クラウド施工管理(工程・品質・安全)

設計・施工計画段階

- ・BIM/CIMによる3Dモデル設計
- ・プレキャスト部材の標準化

維持管理段階

- ・IoTセンサーによる構造モニタリング
- ・ドローンによる点検
- ・品質・点検記録のデータ管理



製作・施工段階

- ・新技術・新工法
- ・専用治具・機械化の導入:コンクリート剥離、研り、研磨、注入作業を機械化・小型化
- ・遠隔支援:現地作業員と専門家とライブ通話

設計・施工計画段階

- ・標準的な補修仕様:頻出の損傷パターンごとに標準設計・材料・施工方法を整備
- ・BIM/CIMの導入:構造体の3Dモデルで補修範囲を可視化

維持管理段階

- ・IoTセンサーによる構造モニタリング
- ・ドローンによる点検
- ・品質・点検記録のデータ管理
- ・高度な調査技術

維持管理にも適用し、持続可能な道路ネットワークを確保

ご清聴ありがとうございました