道路橋における
維持管理の現状と課題

加賀山 泰一（阪神高速道路㈱）

道路橋における維持管理の現状と課題

～　阪神高速の鋼橋事例等から ～

平成24年12月11日

阪神高速道路㈱
加賀山　泰　一

項　目

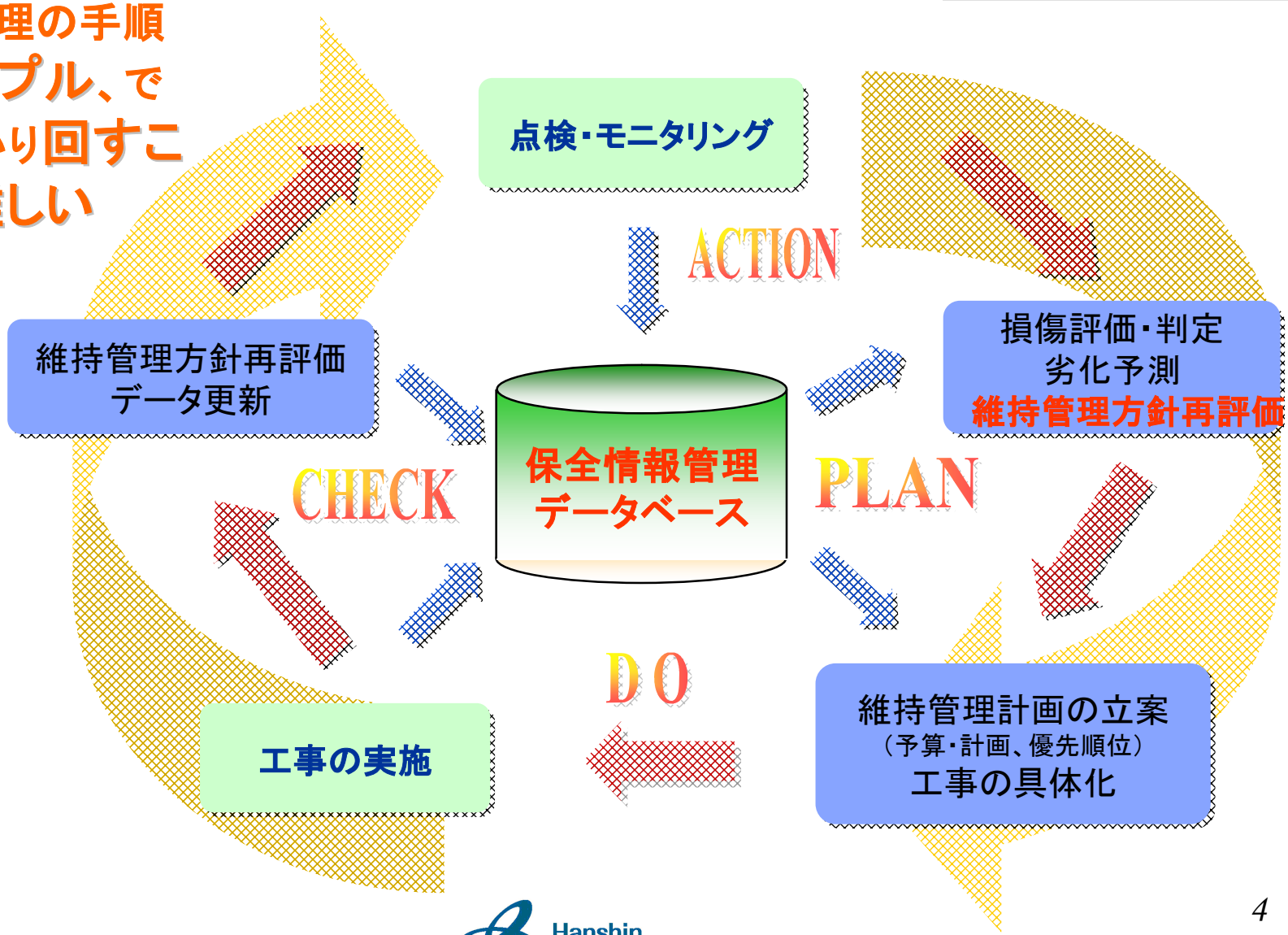
1. 阪神高速道路の維持管理の現状
2. 橋梁損傷の現状　鋼橋を中心として
3. 維持管理の課題と求められる技術
4. 阪神高速における今後の維持管理戦略

Hanshin Expressway

阪神高速道路の維持管理の現状

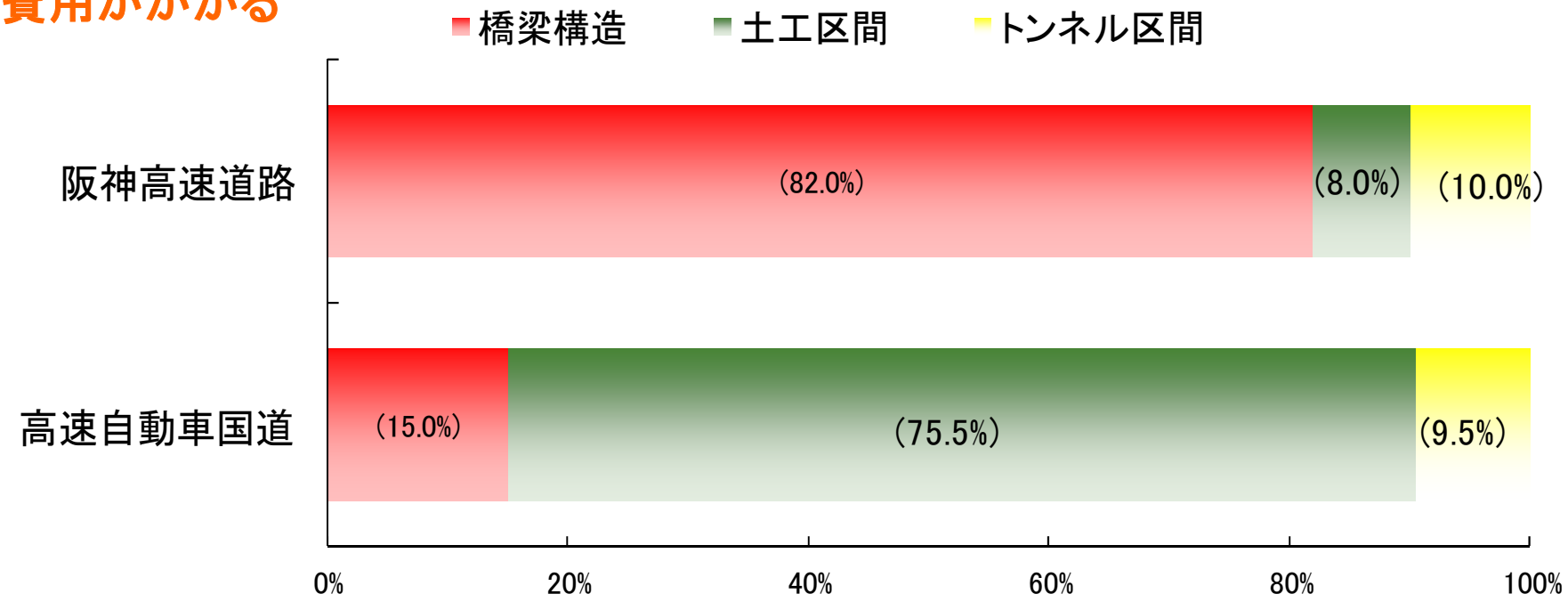
維持管理の基本的手順

維持管理の手順はシンプル、でもしっかり回すことは難しい



構造物・施設資産の状況

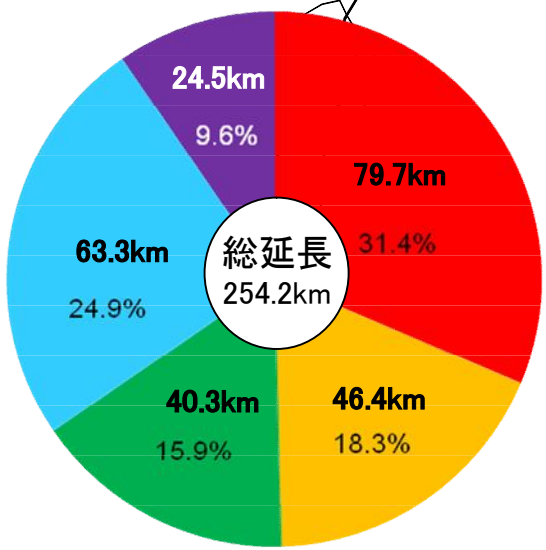
85%が橋梁　メンテに費用がかかる

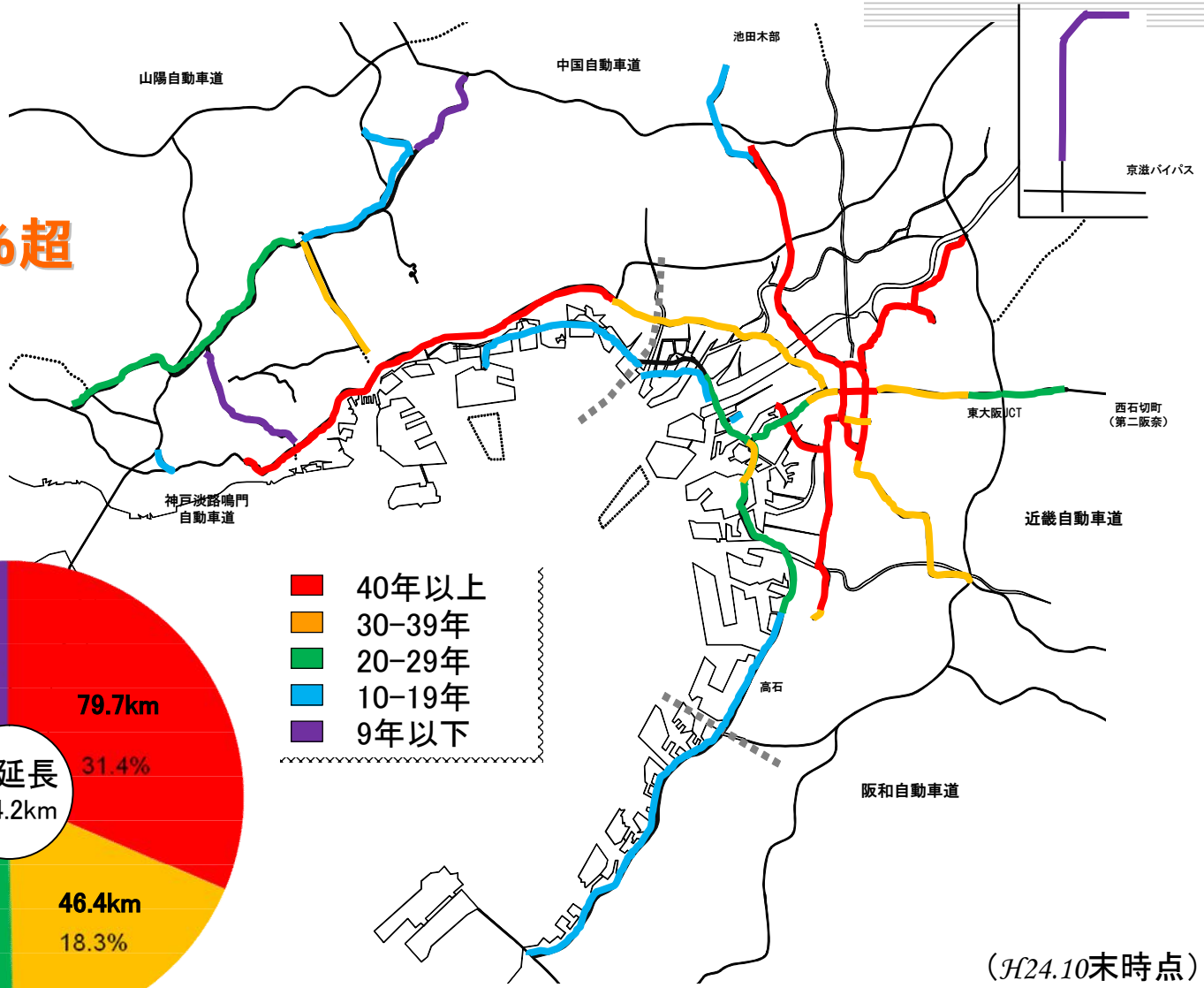


※ 高速自動車国道はH20.12のデータ

供用年数別の状況

大阪万博関連
40歳以上30%超



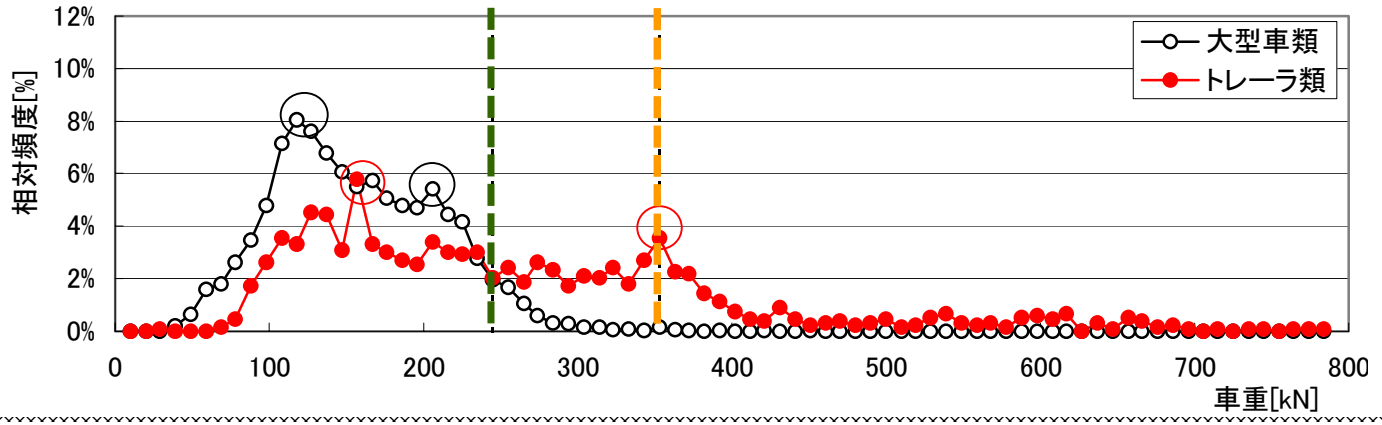


（H24.10末時点）

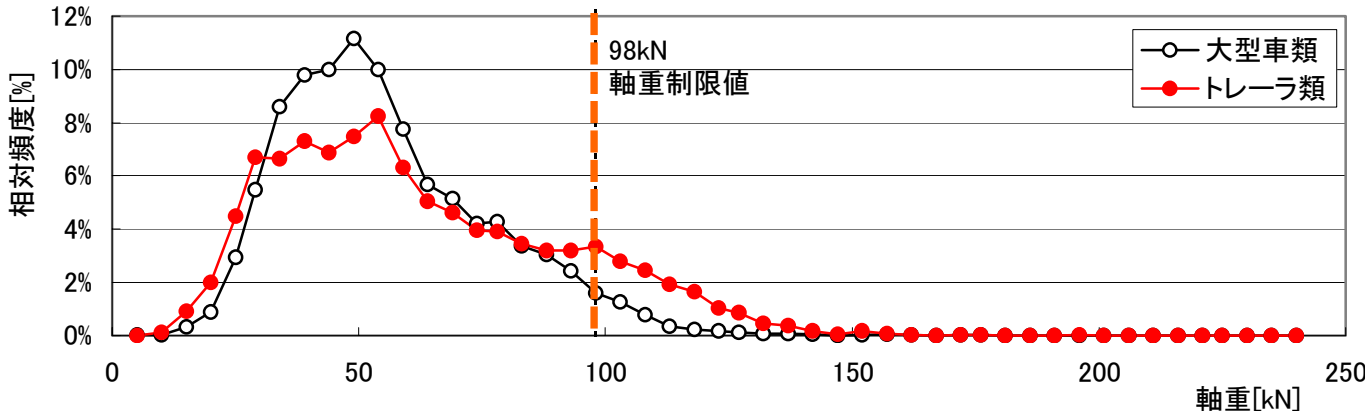
Hanshin Expressway

大型車の荷重特性

車重頻度分布



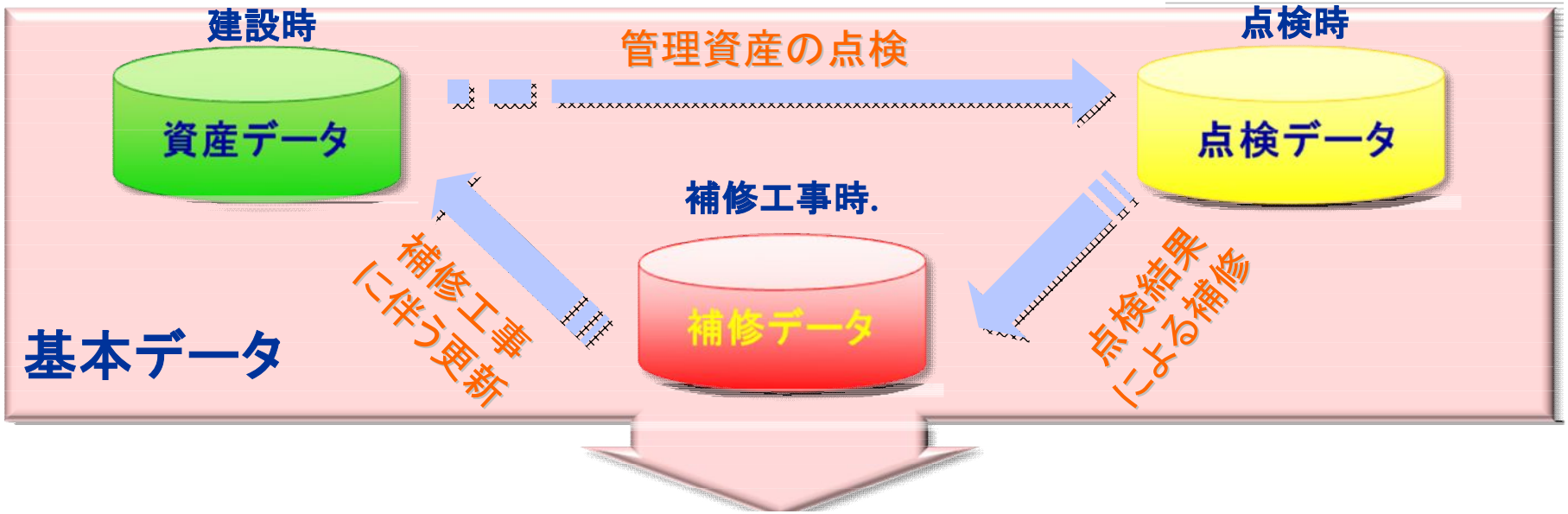
軸重頻度分布



構造物にとっては、厳しい荷重状態

Hanshin Expressway

データベースは基本資料



データは**シンプル**、かつ**継続**して蓄えることが最も重要

データベースのメンテナンスは？

Hanshin Expressway

日常点検

常に良好な状態か監視、安全＆円滑な交通の確保、及び第三者損害の防止

路上点検　点検車からの目視

- ✓ 舗装や伸縮継手中心
- ✓ 本線部　3回／週

路下点検　地上からの遠望目視

- ✓ 橋梁下部･付属構造物
- ✓ 3～6回／年（交通量等に応じて）

他に**検査路点検**（2回／年）、**土工部点検**（1回／年）

定期点検

損傷を早期発見し、将来の補修計画立案のための基礎資料

- ✓ 橋梁全般、カルバート: 1回／5～8年　近接目視
- ✓ 舗　装　　: 1回／2～3年　自動計測
- ✓ トンネル　　: 1回／5年　　近接目視

点検要領の変遷

過去、点検の品質向上のため、様々な改定を実施

昭和46年　9月	高速道路調査点検要領(案)	基本的考えのみ
昭和53年　4月	土木構造物点検仕様書	現要領の基礎が確立
昭和56年4月 ＊	道路構造物の点検業務の[illegible]	現要領の体系がほぼ確立
昭和57年　4月	道路構造物点検業務他要領(案)	点検業務の監督の考え方
昭和60年　9月	＊に同じ	点検頻度、ランクの明確化
平成　3年　4月	同　上	特殊構造の追加等、細分化
平成　5年　4月	同　上	点検頻度の部分改訂
平成　6年　4月	同　上	上下部点検の組合せ見直し
平成　8年　5月	同　上	点検頻度見直し
平成14年　5月	道路構造物点検要領	日常点検ランクの見直し
平成17年10月	同　上	判定ランクの見直し

点検要領の充実期

対象構造物の細分化・点検による判定の細分化

点検頻度の明確化・点検員の資格等

点検の合理化

点検頻度の見直し・組合せによる合理化

点検の高度化

判定区分の見直し

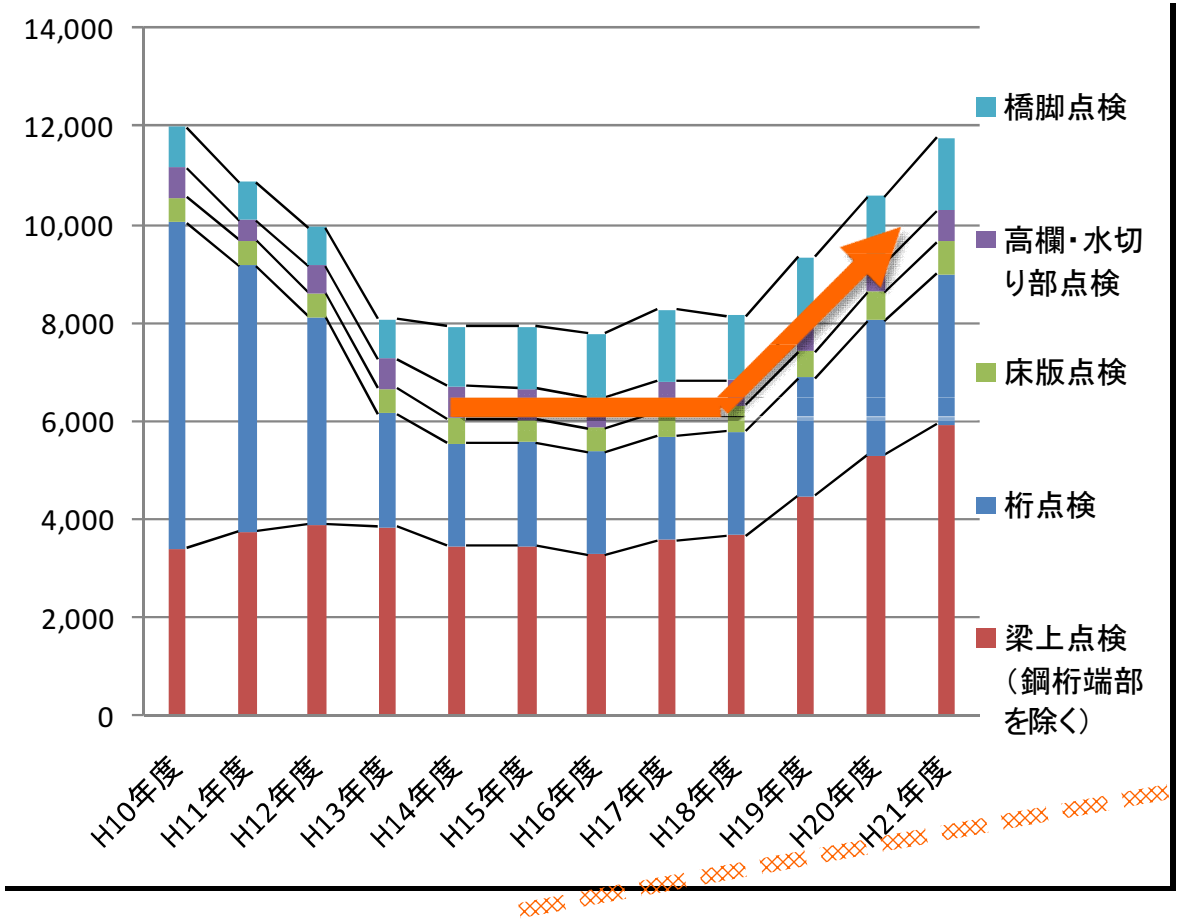
細分化・マニュアル化することが効率化か？

効率的な補修を目指し、さらなる判定区分の見直しへ

Hanshin Expressway

橋梁損傷の現状

要対策損傷の推移（全体傾向）



要**対策**損傷数の経年推移

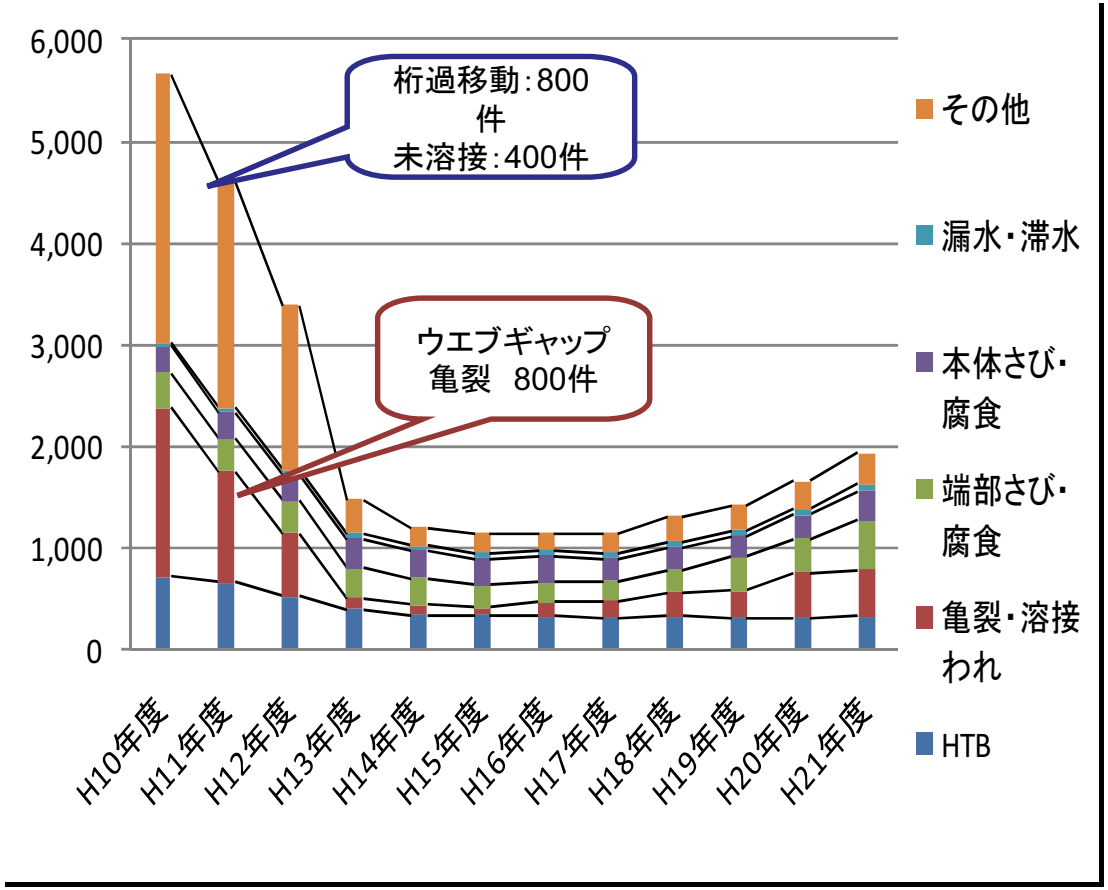
- ✓ 震災の影響による損傷はH13年までで減少したが、**H16年頃から増加**に転じる。
- ✓ H10年頃は桁損傷が支配的であったが、近年は**梁上損傷が増加率が顕著**で支配的。

対策とは

- ✓ 応急補修
- ✓ 計画的補修
- ✓ 経過観察
- ✓ 詳細調査

Hanshin Expressway

鋼桁の損傷の推移

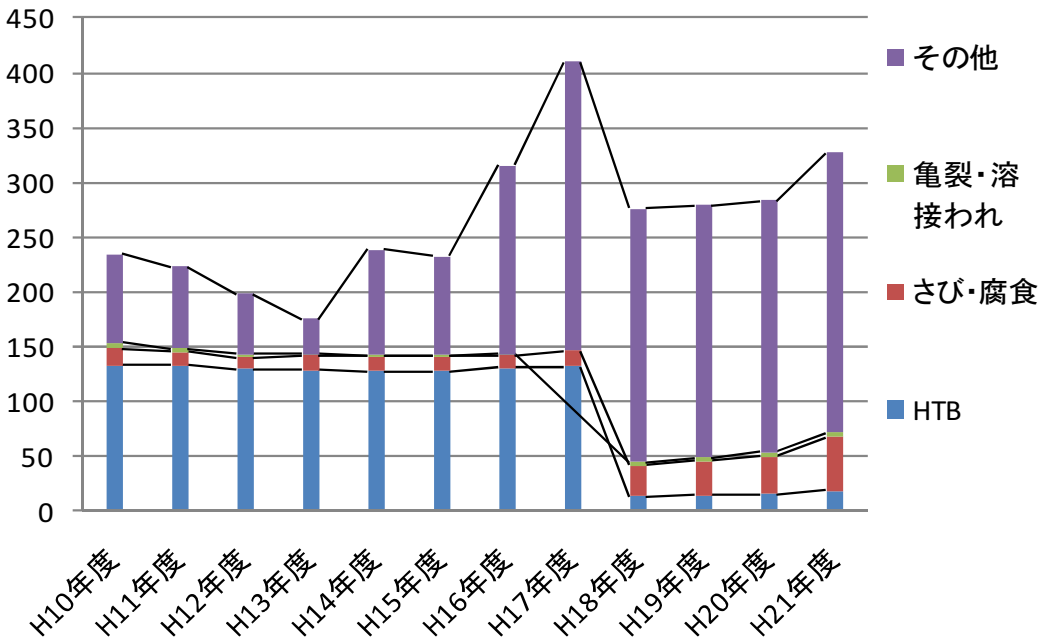


✓H10～12年頃は震災の影響。
✓H18年頃から増加傾向、「さび腐食（端部）」が多い。
✓「亀裂・溶接割れ」はH13年頃まではウエブギャップ対策で減少、近年の増加は鋼床版部疲労亀裂が大半

亀裂（ウエブギャップ板部）

Hanshin Expressway

鋼製橋脚の損傷推移



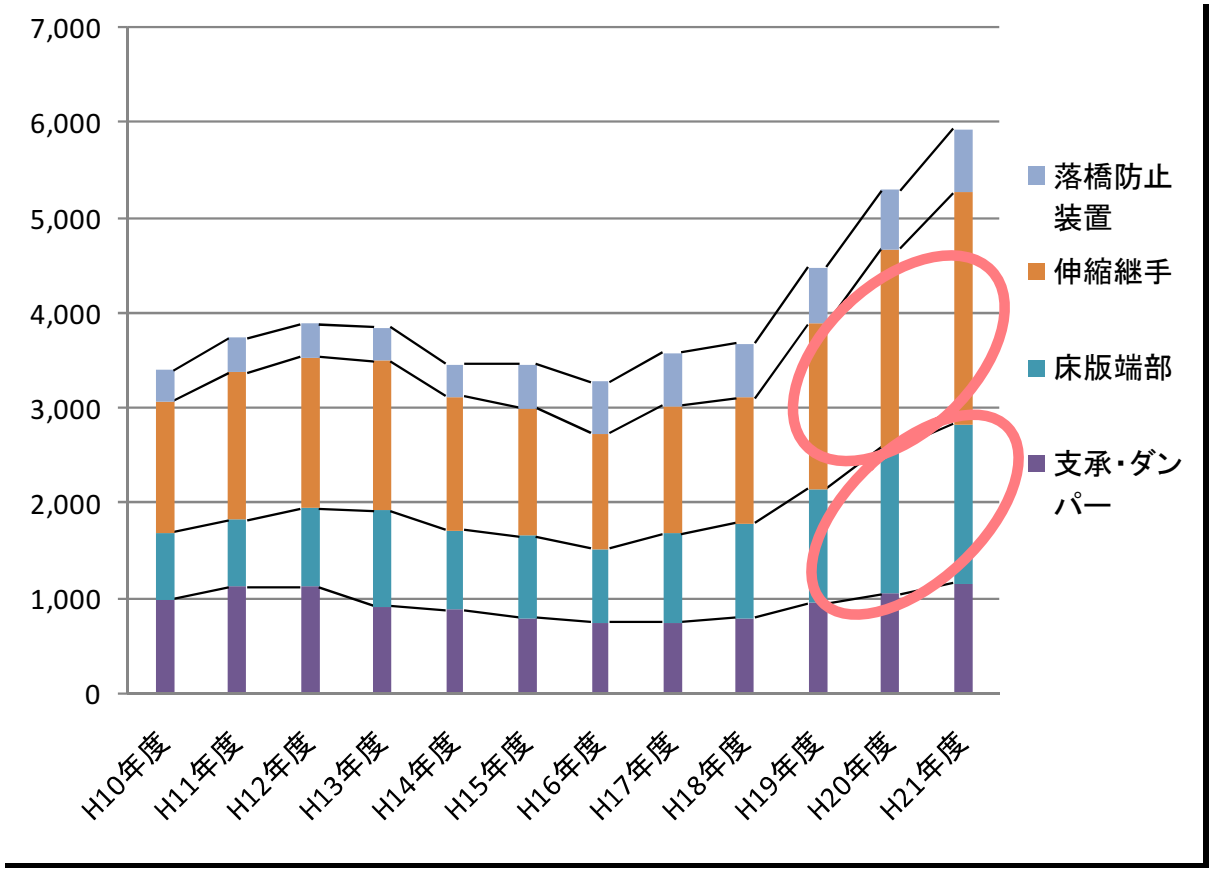
複合橋脚鋼板の浮き

✓「その他」の大半は震災復旧で構築した「複合橋脚鋼板の浮き」、構造への影響は限定的。

✓H17年からH18年の「HTB」損傷数減は、補修の実施と、判定見直しによる結果。

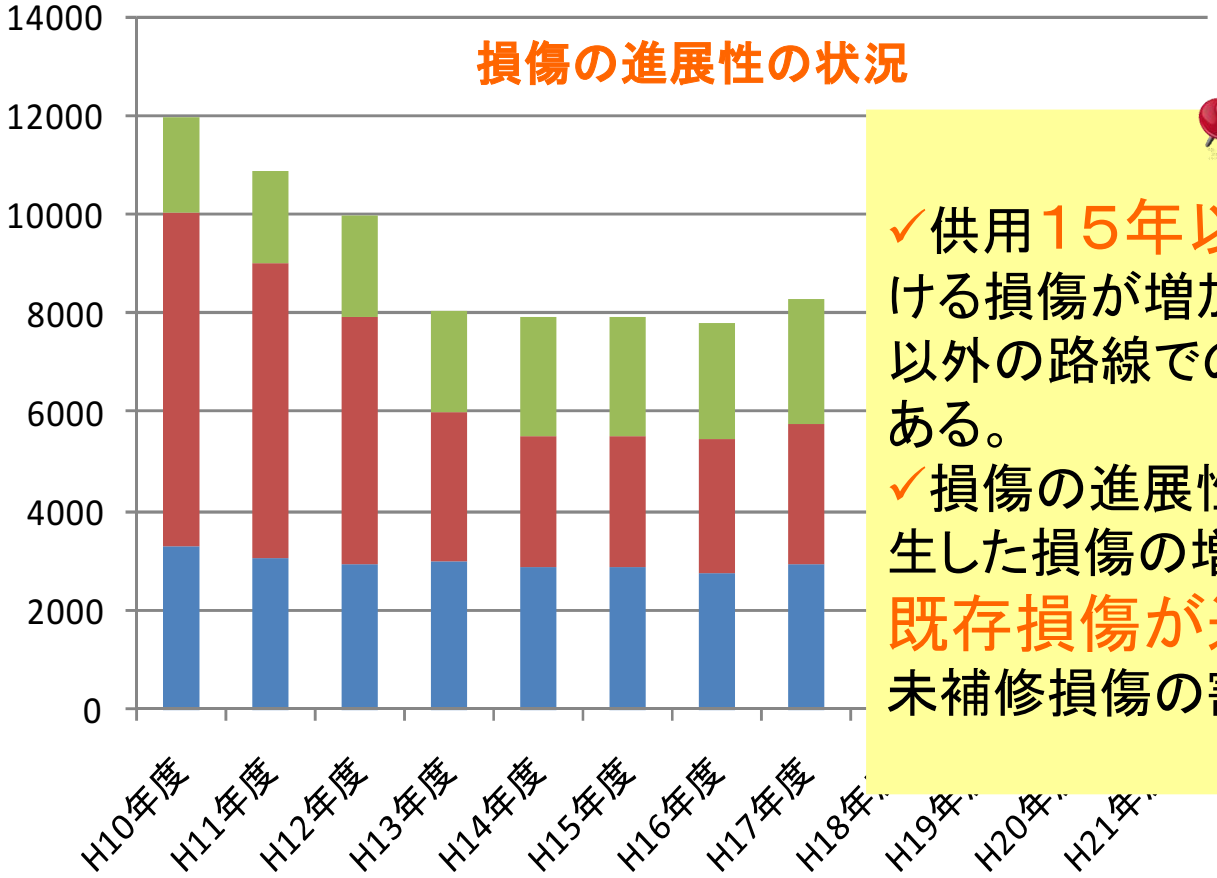
Hanshin Expressway

橋脚はり上（桁端部）の損傷推移



- ✓ 近年増加傾向にあるが、「伸縮装置」および「床版端部」損傷が支配的および増加率が顕著。
- ✓ 従前からの、損傷多発部位である、**桁端部の損傷**が、阪神高速でも顕在化

損傷の増加傾向分析



✓供用15年以上の路線における損傷が増加しており、それ以外の路線でのそれは僅かである。

✓損傷の進展性は、新規に発生した損傷の増加は見られず、既存損傷が進展、もしくは未補修損傷の割合が高い。

橋脚はり上の損傷事例

空洞（補強鋼板浮き）

鉄筋露出

床版端部

伸縮継手

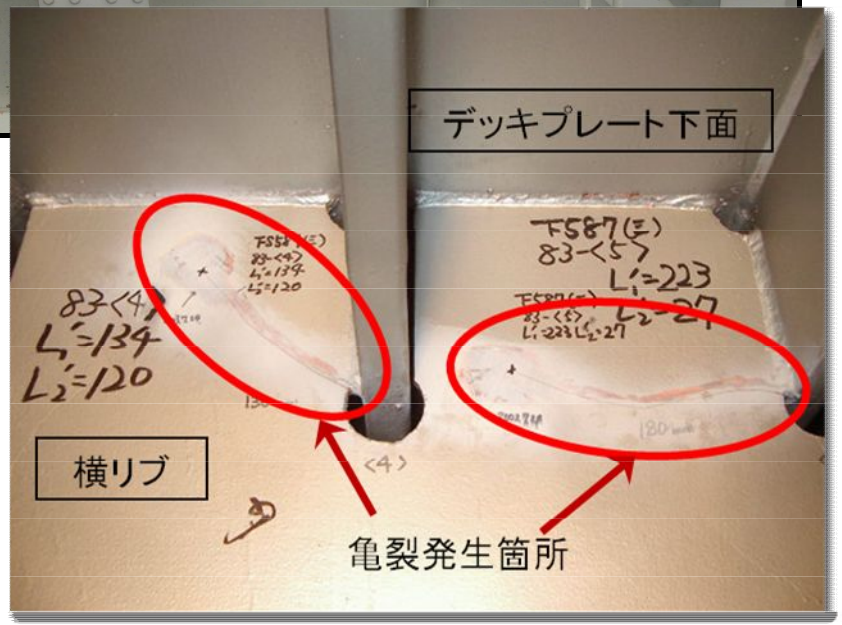
止水工（バックアップ材脱落）

止水工（排水樋の破れ）

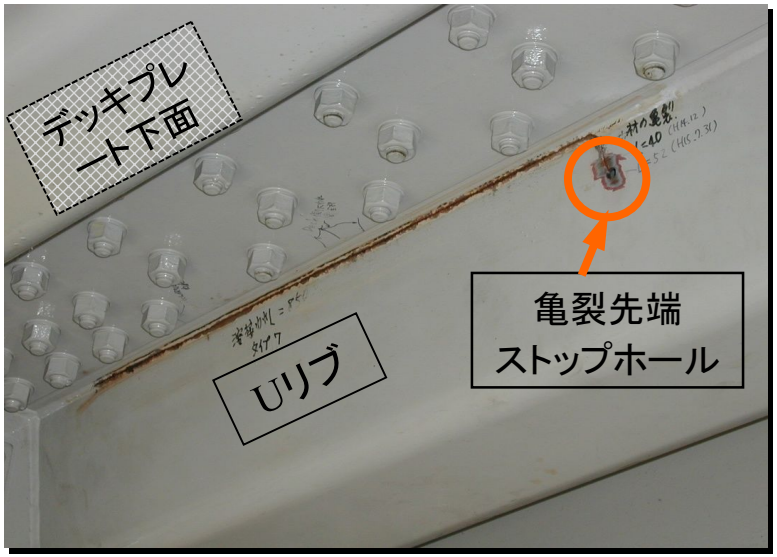
HTB欠損

Hanshin Expressway

鋼床版亀裂状況



最近発生が多い**鋼床版**の疲労亀裂



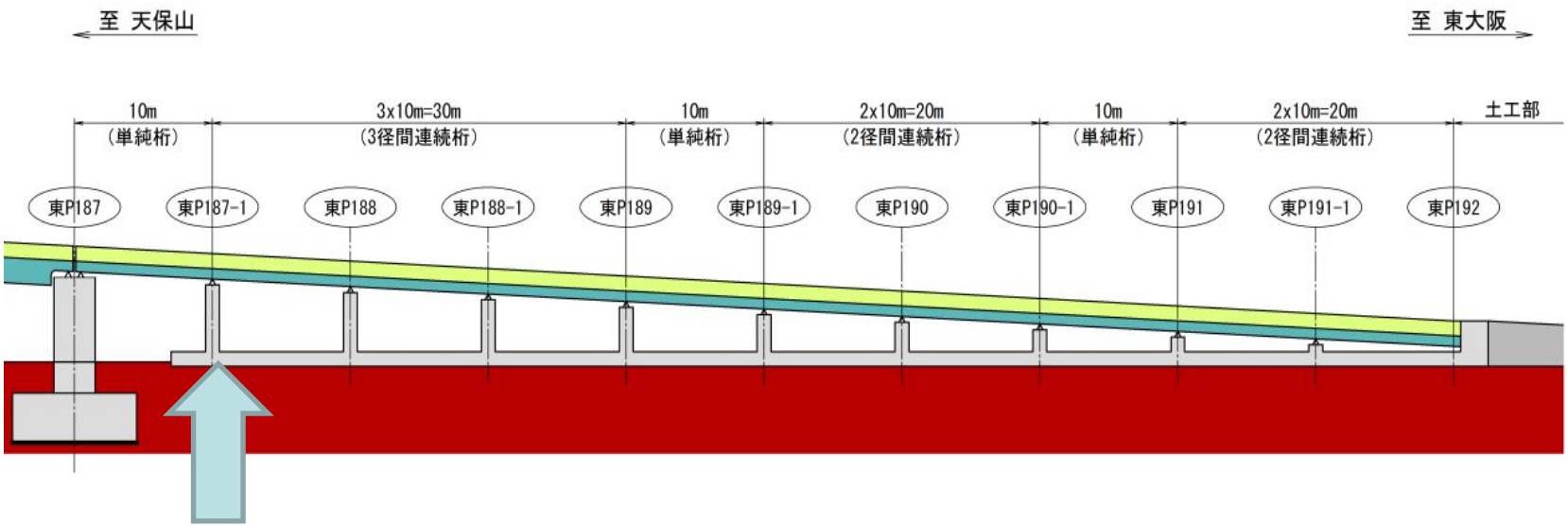
トラフリブ　↑

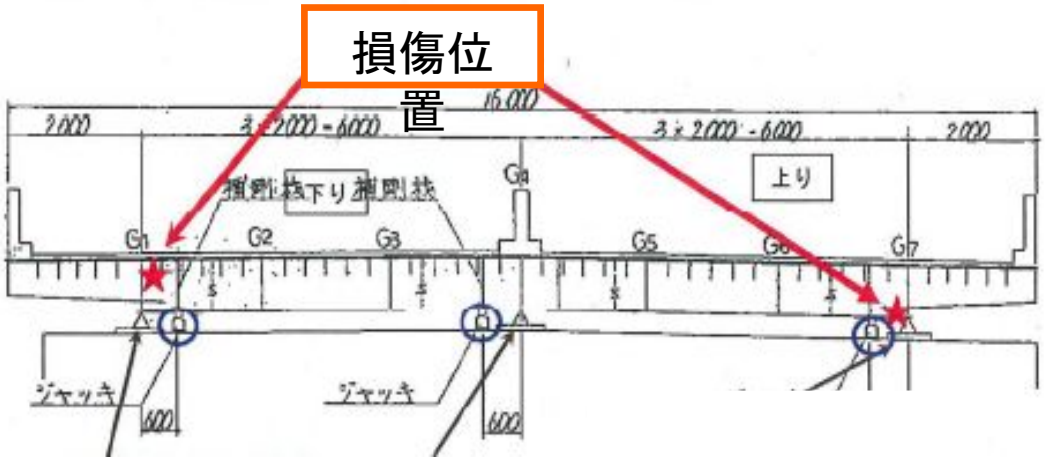
← バルブリブの亀裂

亀裂発生位置は概ね特定可能

Hanshin Expressway

鋼床版 I桁 疲労損傷





一度補修した損傷が場所を変えて**再発**

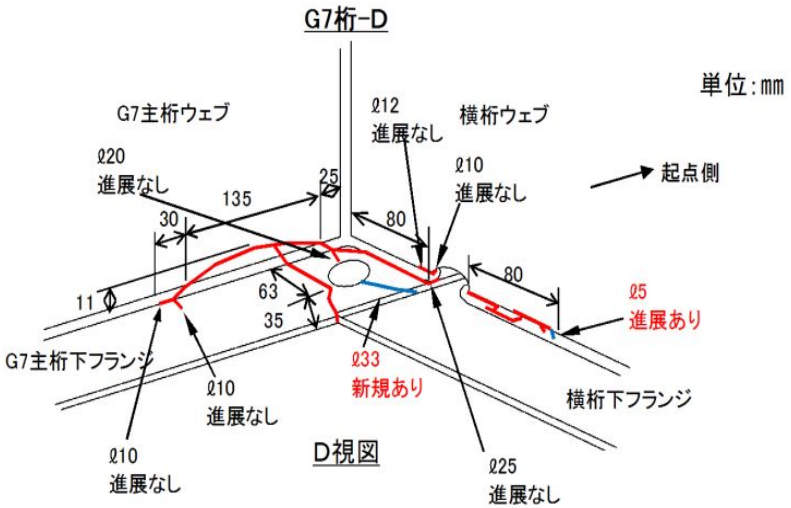
径間長より幅員が長い特殊な鋼床版

特殊な構造は場合によっては**要注意**

Hanshin Expressway

き裂詳細(一般に見られるパターン)

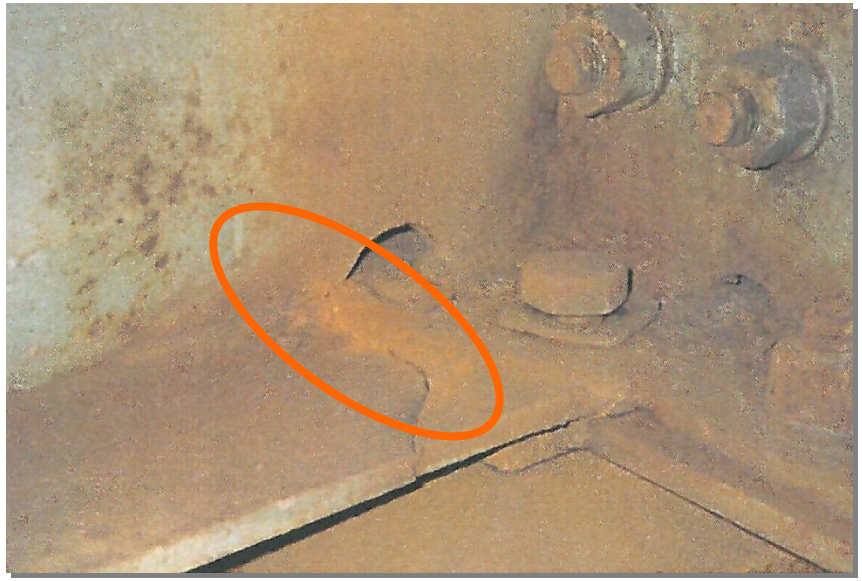
主桁下フランジ下側

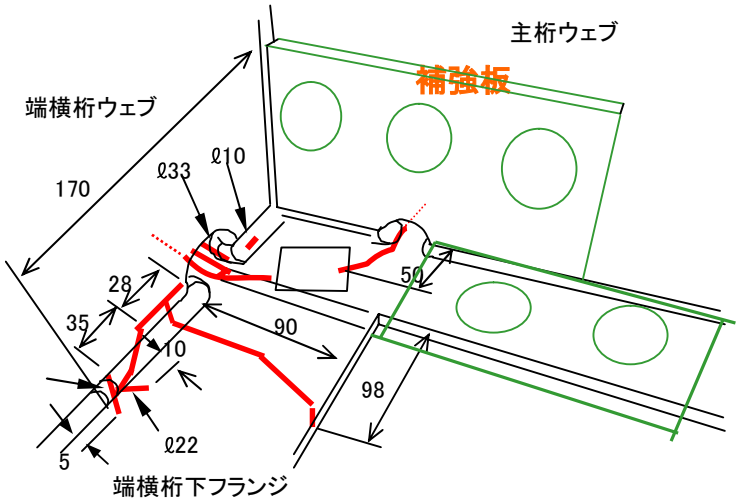


過去の事例では、支承の不具合等により、**主桁下フランジとソールプレート溶接部に疲労亀裂**が発生し、進展

Hanshin Expressway

き裂詳細(今回のパターン)





- 昭和53年に供用
- 平成5年(**供用後16年**)で他の事例と同じ亀裂を発見し、平成8年に主桁を補修、支承形式を変更
- 平成23年(**補修後15年**)、補強していない横桁側から同様の亀裂を発見
- 抜本的に構造形式を変更する改築工事

Hanshin Expressway

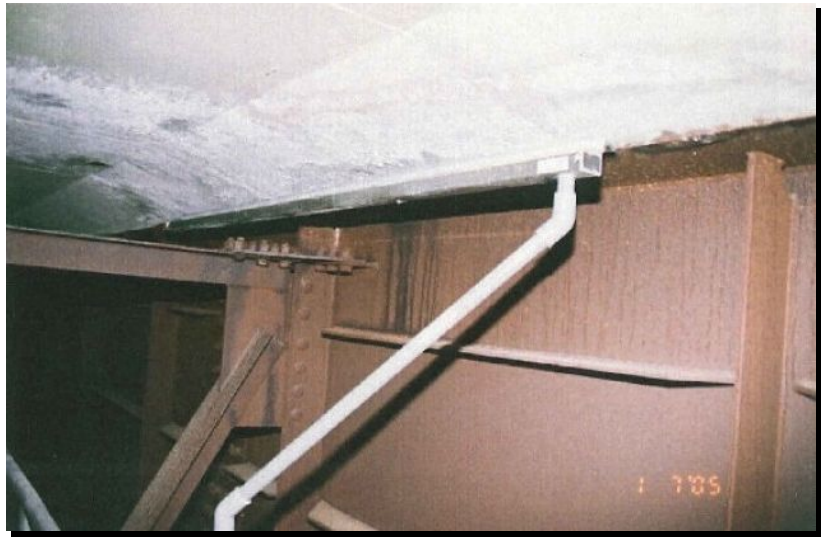
耐候性橋梁の採用

山間部路線で飛来塩分が少なく、塗装の塗り替えを必要としない維持管理上メリットのある**無塗装耐候性橋梁**を採用。但し、構造上や漏水に対しては**最低限の配慮**と、点検においても注意が必要。

- 7号北神戸線の一部
- 橋梁総延長　5.0km
- 使用鋼重　13,200t （耐候性鋼材全面採用）
- **阪神高速では263径間**
- 供用開始　H10.4～

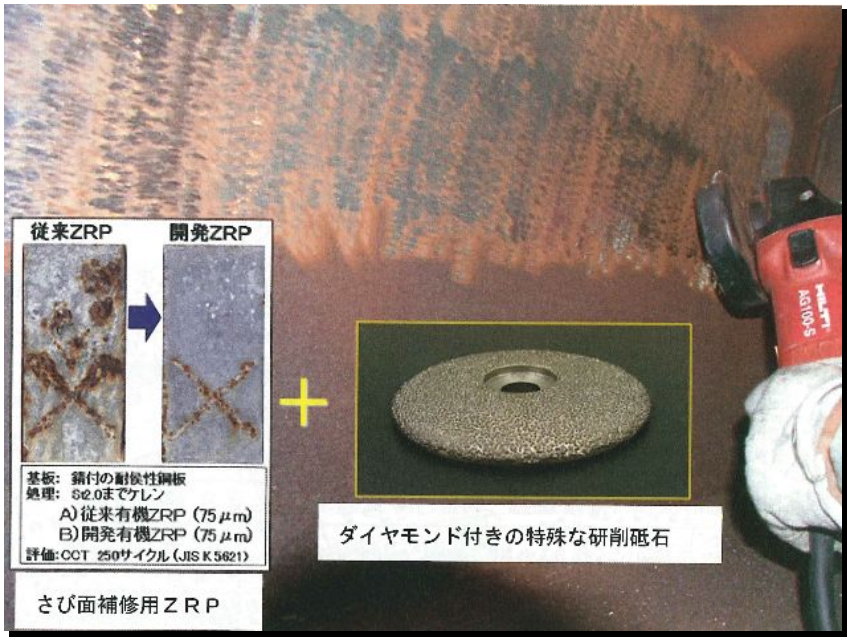
Hanshin Expressway

補修事例の紹介



漏水対策

庄版漏水部に**受樋設置**や水抜き管の**導水**



異常さびの除去

金属ブラシを有したロータリー式剥離専用工具も使用

補修事例の紹介　その他構造改善

上下分離の隙間部にシール

桁端部、支承周りに水が流れないよう水切り板の設置

耐候性橋梁を対象とした**点検要領・補修要領**を規定した

維持管理の課題と求められる技術

維持管理の問題点と求める技術

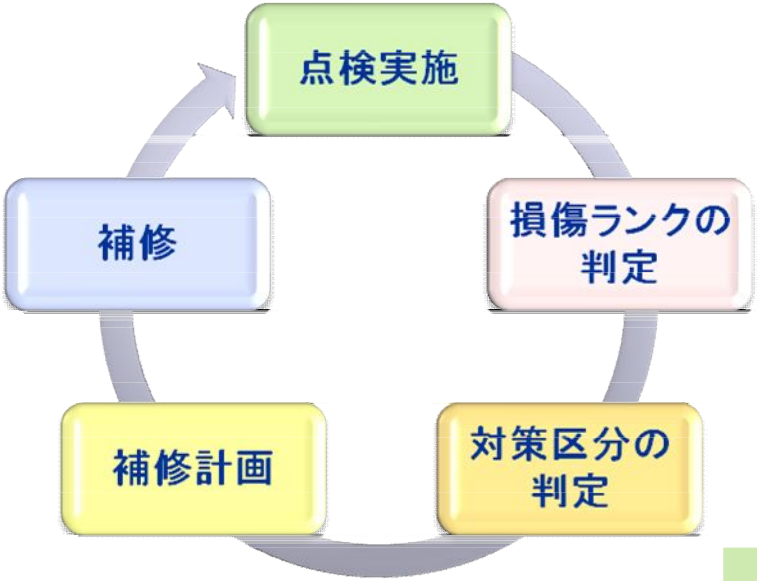
- 効果的な予防保全に向けて
  - 過去構造物のデータが把握でき、それに基づく分析が可能なこと
  - 想定される損傷に対し、補修・補強法が確立されていること
  - 簡便な応急補修技術（点検と一体となって実施、点検・保守の発想）

- 損傷状況を的確に把握する
  - 画一的なマニュアルだけでなく、損傷の原因を的確に把握すること
  - 目視では把握できない個所の状況を把握できる技術
    （簡易な非破壊検査技術）

- 構造物の将来予測
  - 構造物の損傷、劣化に影響を与える要因が整理されていること

- 現場で判定・診断する技術
  - 点検に携わる技術者の人材育成

点検から補修への流れと問題点　点検を例として



問題点１

補修が必要と判定される損傷が多く、優先順位が不明。

問題点２

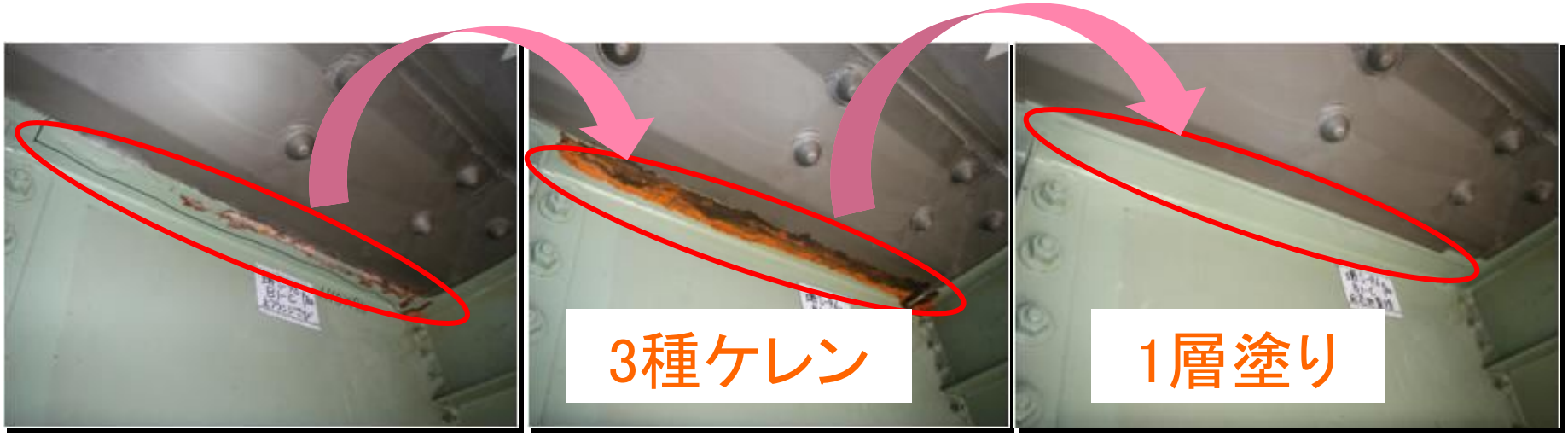
損傷ランクは個別損傷ごと、対策判定も同様に個別損傷単位で判定、構造物としての判定

改善策

- ✓ 対策区分の判定を「損傷度視点→健全性視点」へシフト
- ✓ 効率的補修のため、補修優先順位付けを運用面で対策判定に取り入れ

鋼構造物への応急措置

さび・腐食に対する応急措置



小規模のさび・腐食に対する**予防保全効果**や**鋼構造物の延命**

平成22年度➜249箇所

点検員の意識向上も

コンクリート構造物の応急措置

露出鉄筋,さび・腐食 に対する応急措置

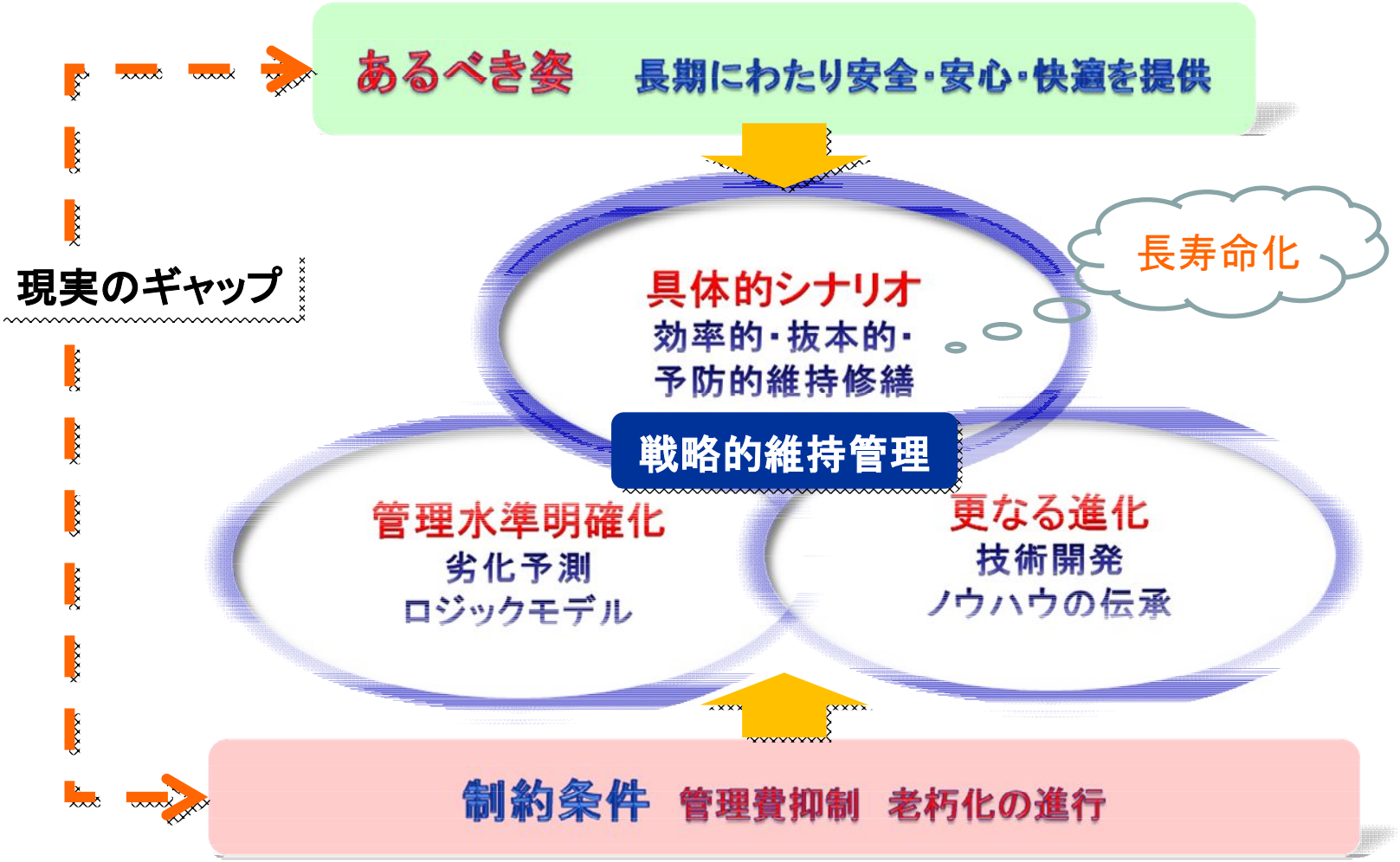
損傷の進行抑止を目的に実施.

平成22年度➜2,394箇所

Hanshin Expressway

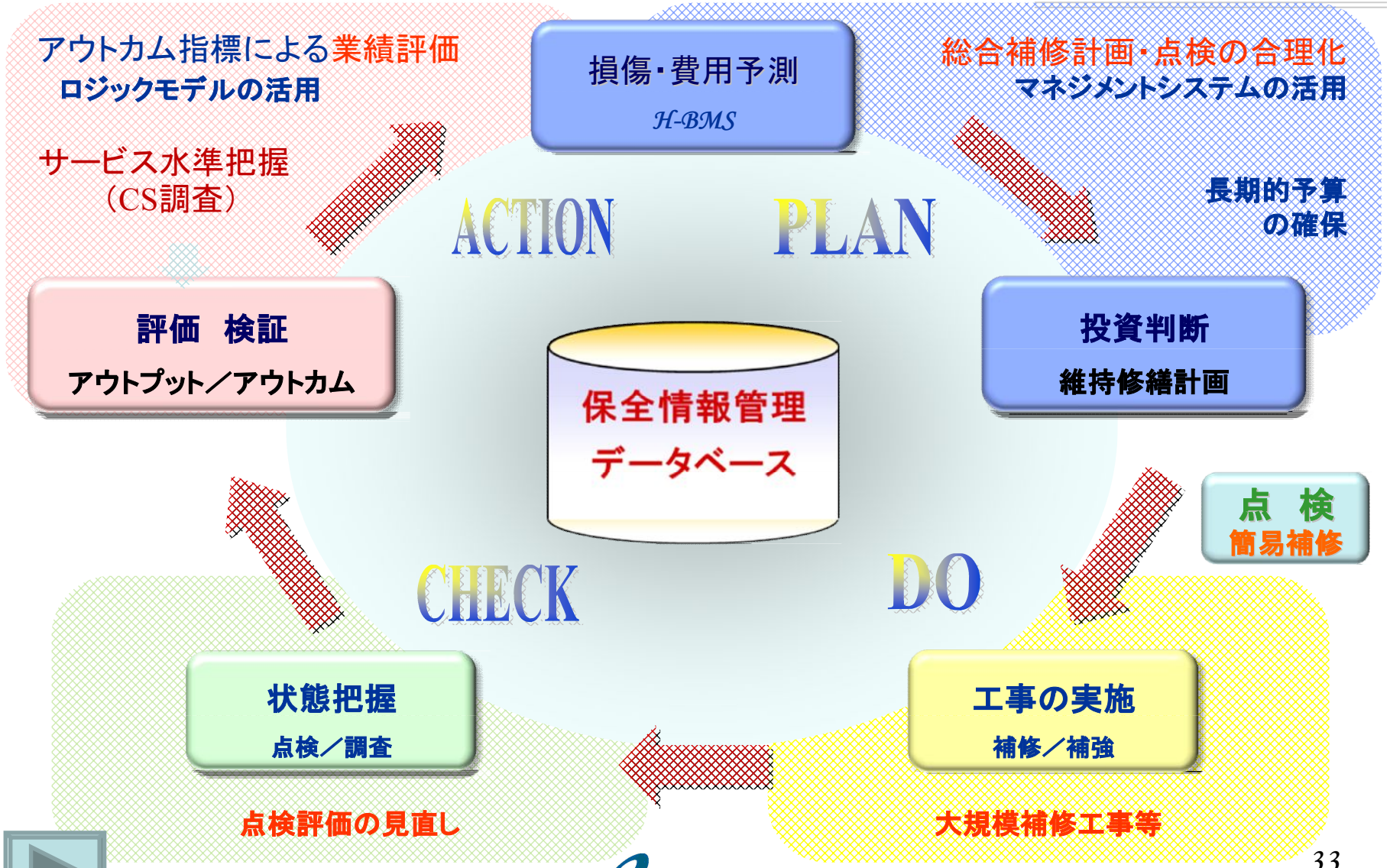
阪神高速における今後の維持管理戦略

戦略的維持管理



Hanshin Expressway

戦略的維持管理の枠組み



Hanshin Expressway

点検の高度化へ

当面目指すポイント

1）点検の進化

過去のデータから、対象構造物によりメリハリをつける。

補強済みと未補強は同じ頻度か？

2）点検の効率化

日常点検と定期点検を機能的に結合

3）点検の高度化

判定に進行性・冗長性の要因を取り込む

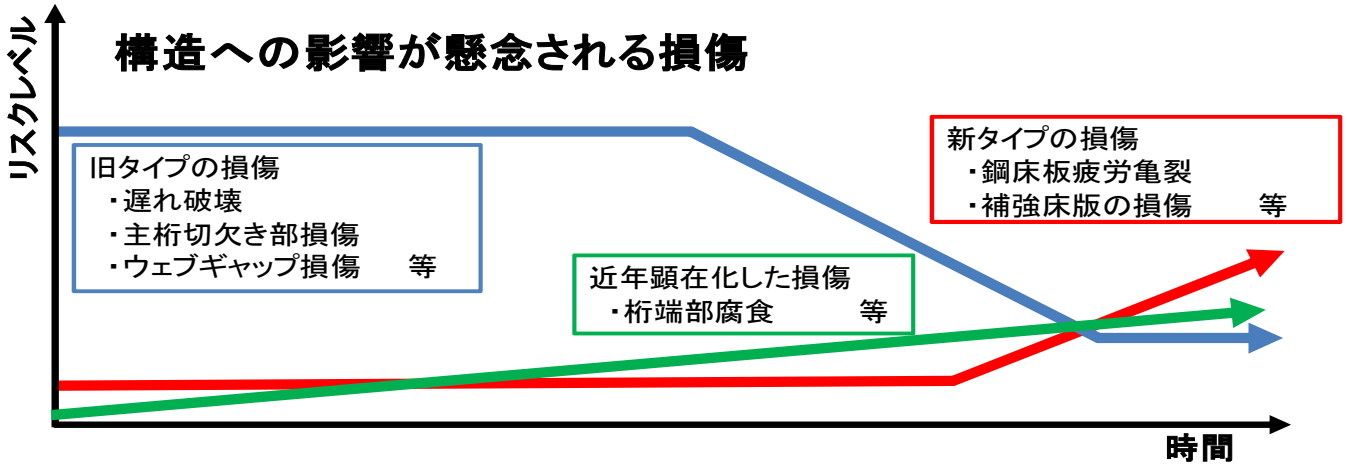
4）点検の多機能化

点検時に、応急補修も実施

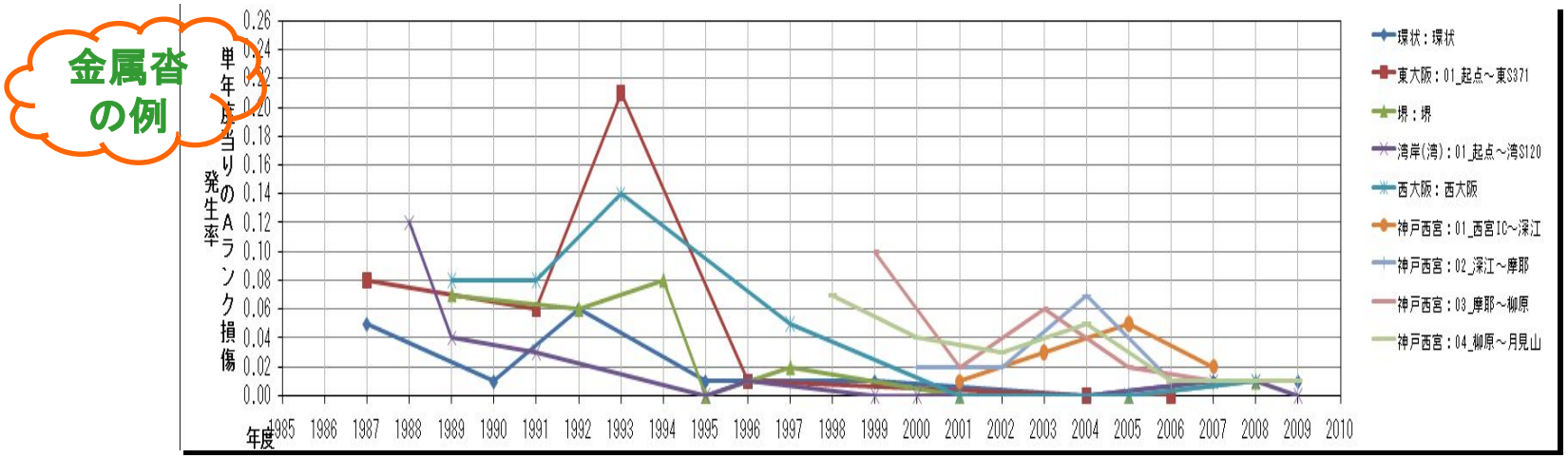
5）点検の高度情報化・高機能化

リアルタイムカメラ等の活用により、点検者と判定者の一体化

損傷の発生傾向の変化



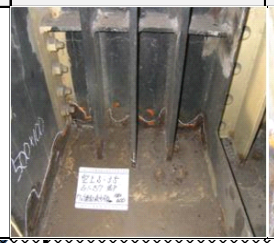
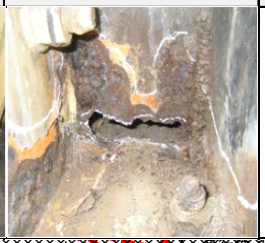
損傷の発生傾向は**常に同じでない**、時間とともに変化する状況を把握できているか

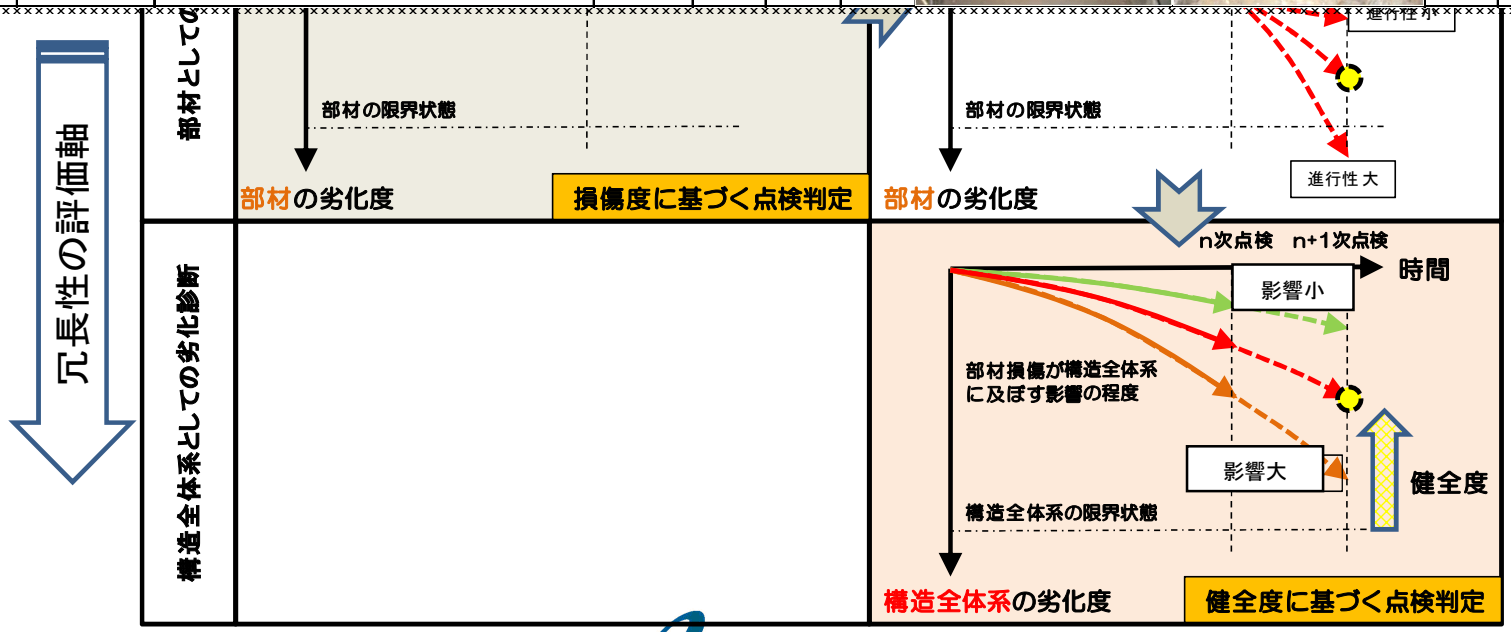


Hanshin Expressway

損傷の進行性・冗長性で判断

次世代点検判定技術の開発（損傷度から健全度に基づく点検判定）

構造型式	個別判定	損傷内容	状況	路下条件	ネット設置種別	前回点検年度	前回判定ランク	写真1	写真2	進行性	冗長性	点検判定
M.C.B	A	鋼端部 さび・腐食	主桁ウェブ断面減少 9/9mm 垂直スティフナ断面減少 10/19mm	駐車場	なし	H19	A			大 中 小 無し	大 中 小 無し	A B C OK



Hanshin Expressway

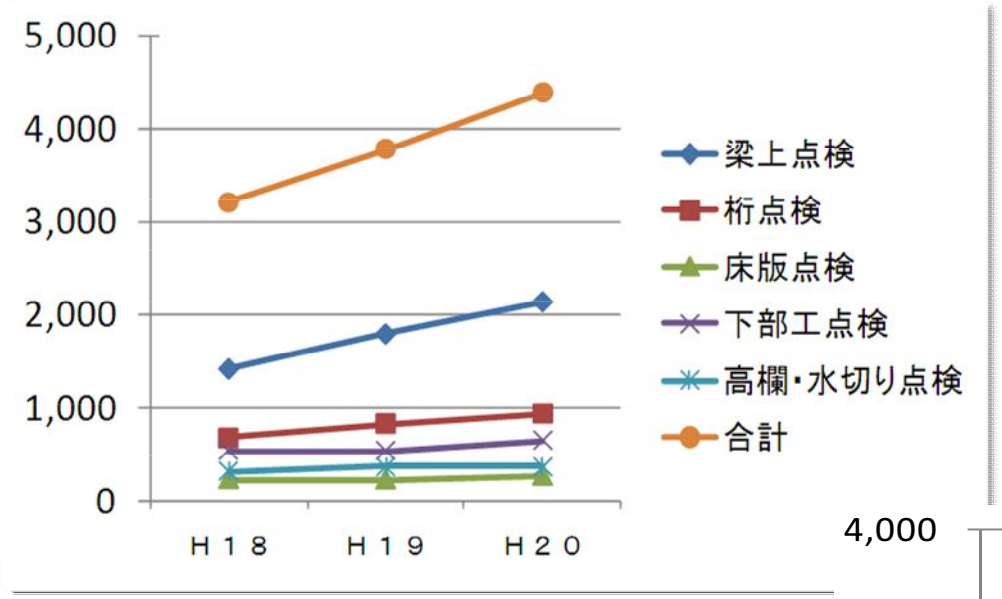
点検判定の考え方

- 進行性　部材が破断等によって何時機能を失う状態になるか、また、それが通常の点検周期で発見でき、適切な措置をとっていく余裕のある早さで進行するか否かを評価
- 冗長性　発見された損傷が進行し、部材が破断（機能喪失）状態に達したとき、構造物全体が崩壊等、構造物としての機能を失う状態になる部材での損傷か否かを評価する。

点検１次判定	点検２次判定			
S	S			
A	冗長性の評価 / 進行性の評価	小	中	大
	大	A	A	B
	中	A	B	B
	小	B	B	C
B	B			
C	C			

Hanshin Expressway

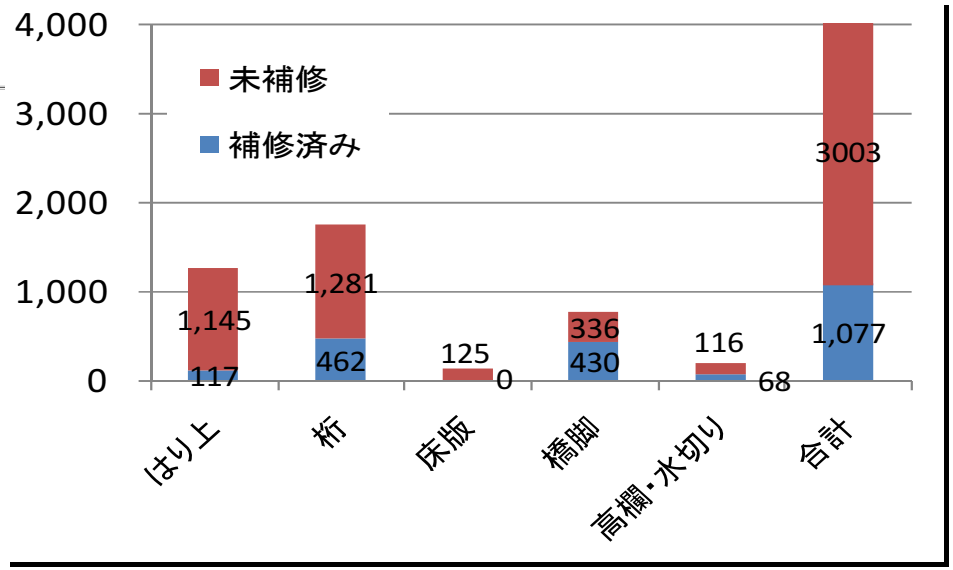
構造物管理の評価例（プロセス評価）



損傷の存在する径間数

損傷の存在する径間数は
年々増加
でも**一様な増加**ではない

補修実施数



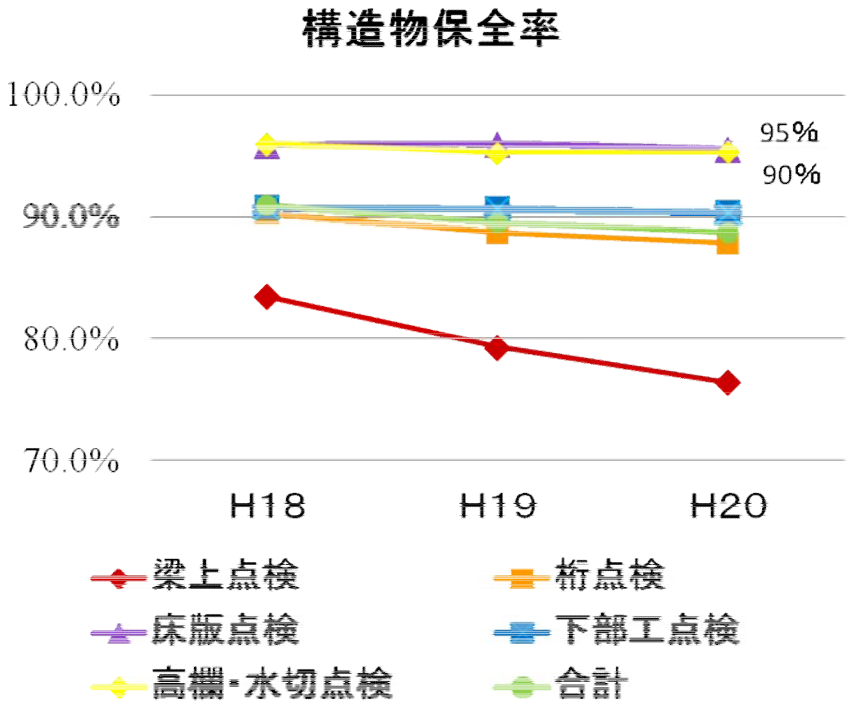
目指す成果

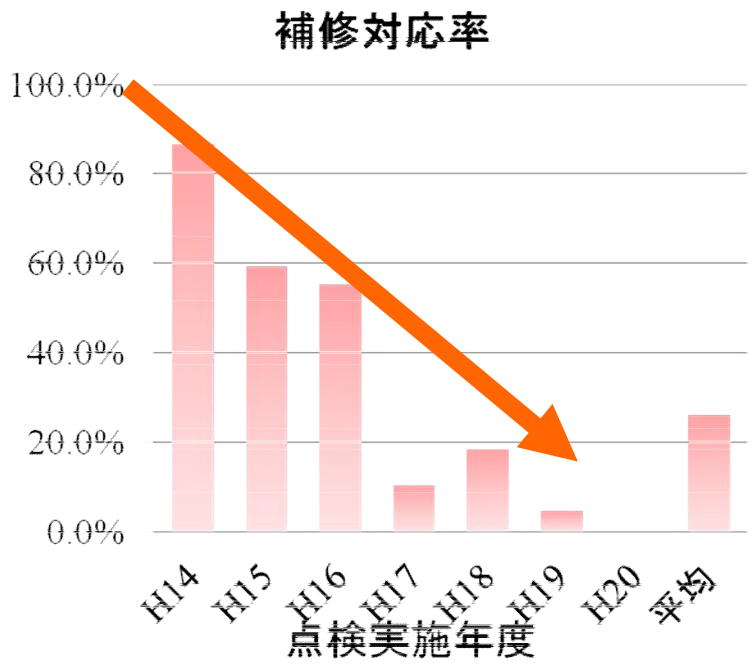
① 補修が必要な損傷を減少
② 効率的な点検・維持管理による費用の最適配分

Hanshin Expressway

構造物管理の評価例（アウトカム評価）

少し指標を変えると



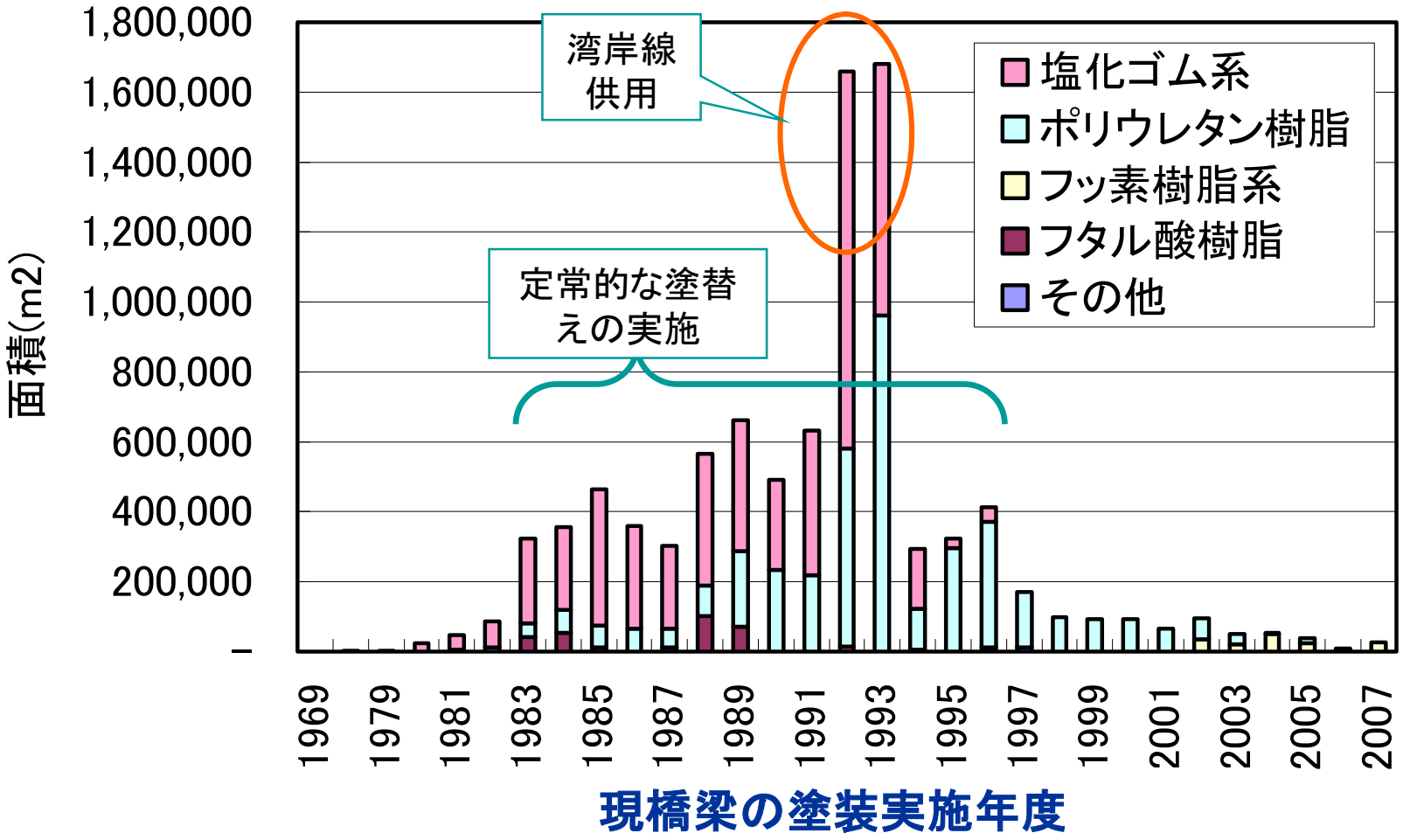


目指す最終成果
①長期耐久性の確保（長寿命化）
②維持管理業務の最適化

日常業務（インプット）の扱い
梁上補修の集中的実施が効果的と考えられ、それ以外は、現状の劣化速度においては経年での保全率を同水準で維持できている

Hanshin Expressway

塗装塗り替えを考える

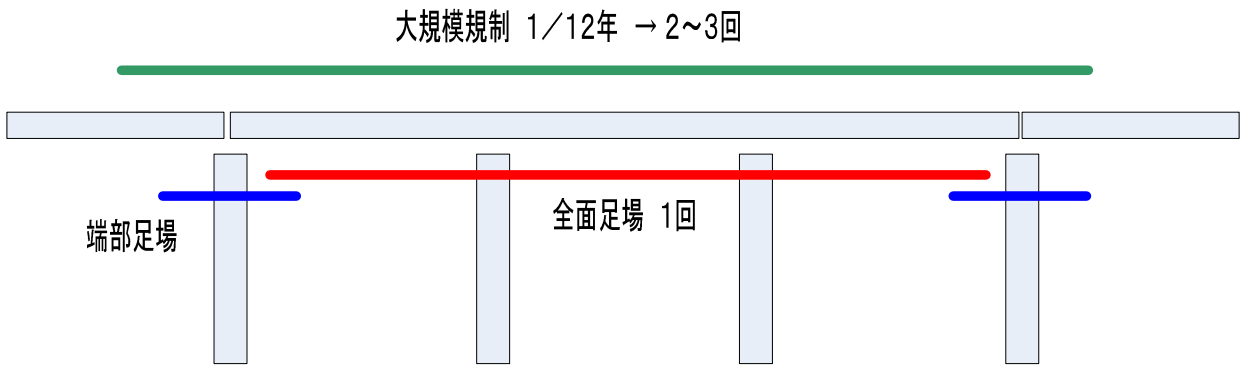

1,800,000
1,600,000
1,400,000
1,200,000
1,000,000
800,000
600,000
400,000
200,000
–
面積(m2)
湾岸線
供用
定常的な塗替
えの実施
塩化ゴム系
ポリウレタン樹脂
フッ素樹脂系
フタル酸樹脂
その他
1969
1979
1981
1983
1985
1987
1989
1991
1993
1995
1997
1999
2001
2003
2005
2007
現橋梁の塗装実施年度

集約型総合補修計画

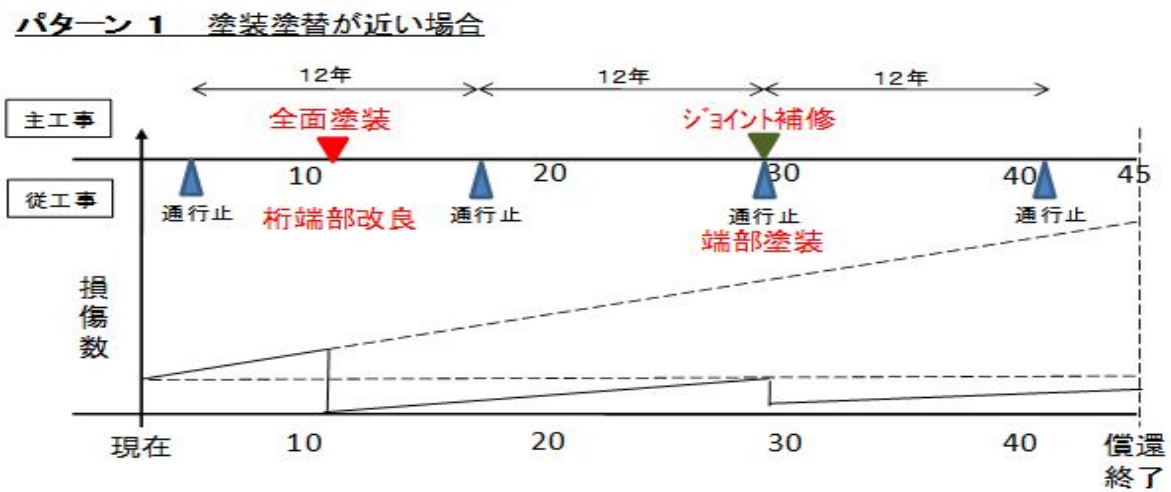
塗装塗替工事や伸縮装置取替等の**足場を有効活用**し、損傷補修の徹底と予防保全を実施し将来損傷を抑制する。

足場設置機会

足場を設ける機会を活かすことがポイント



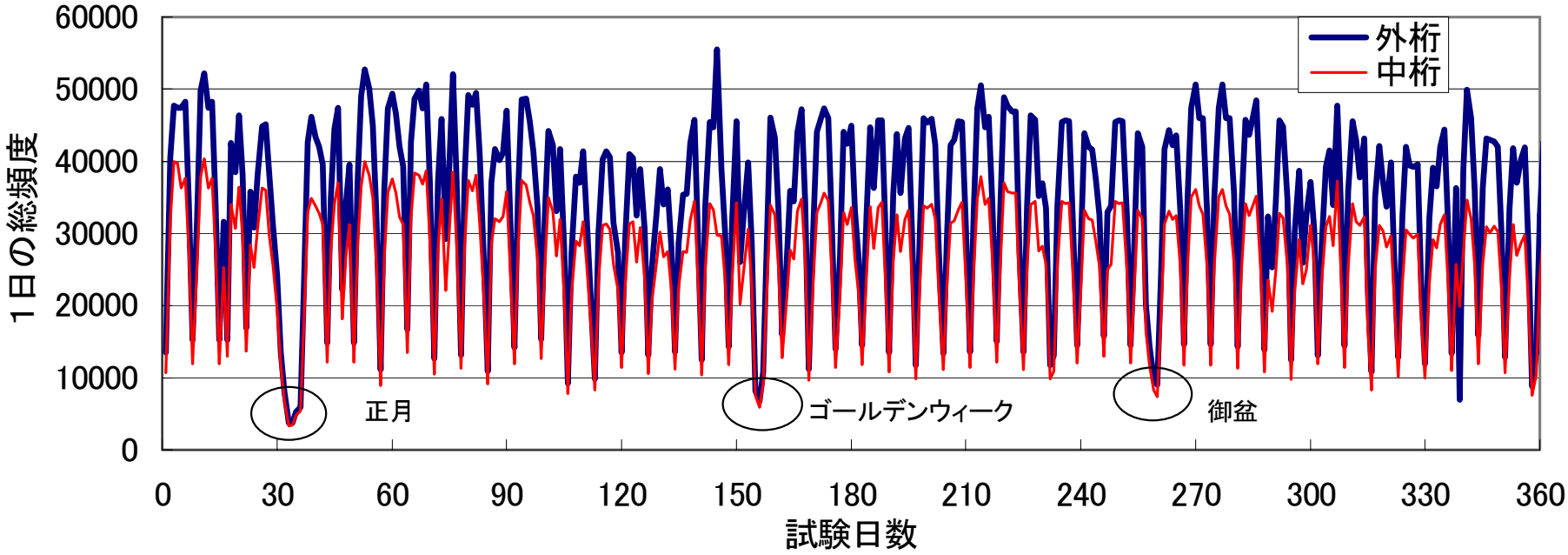
補修時期の決定



現在の塗装仕様、伸縮装置形式、径年数、本体損傷度を勘案し、補修内容を計画

Hanshin Expressway

実橋の応力測定結果

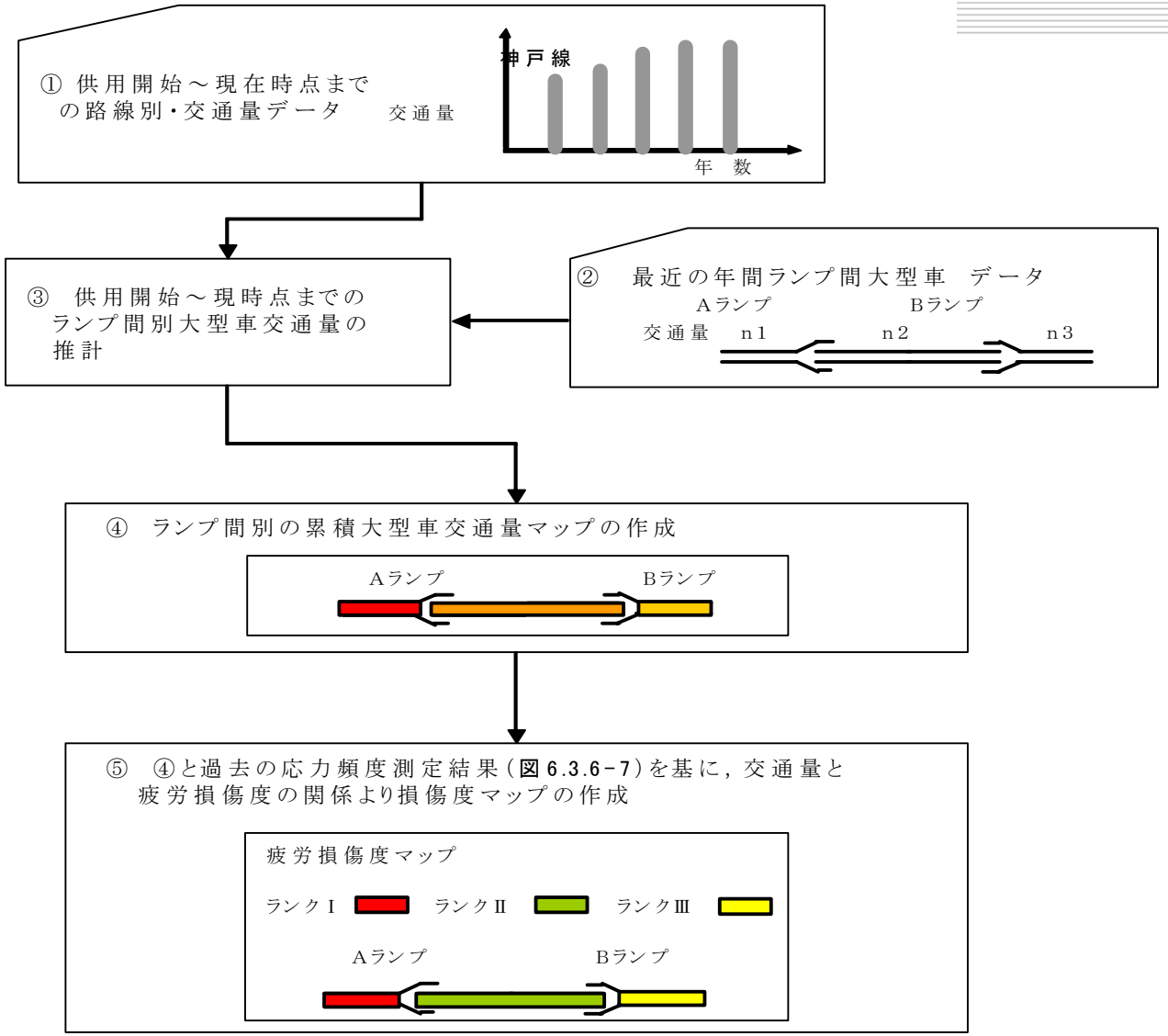


阪神高速（主要幹線道路）の
応力頻度を計測すると、カレンダーが作成できる？

応力頻度を考慮した、メリハリのある維持管理

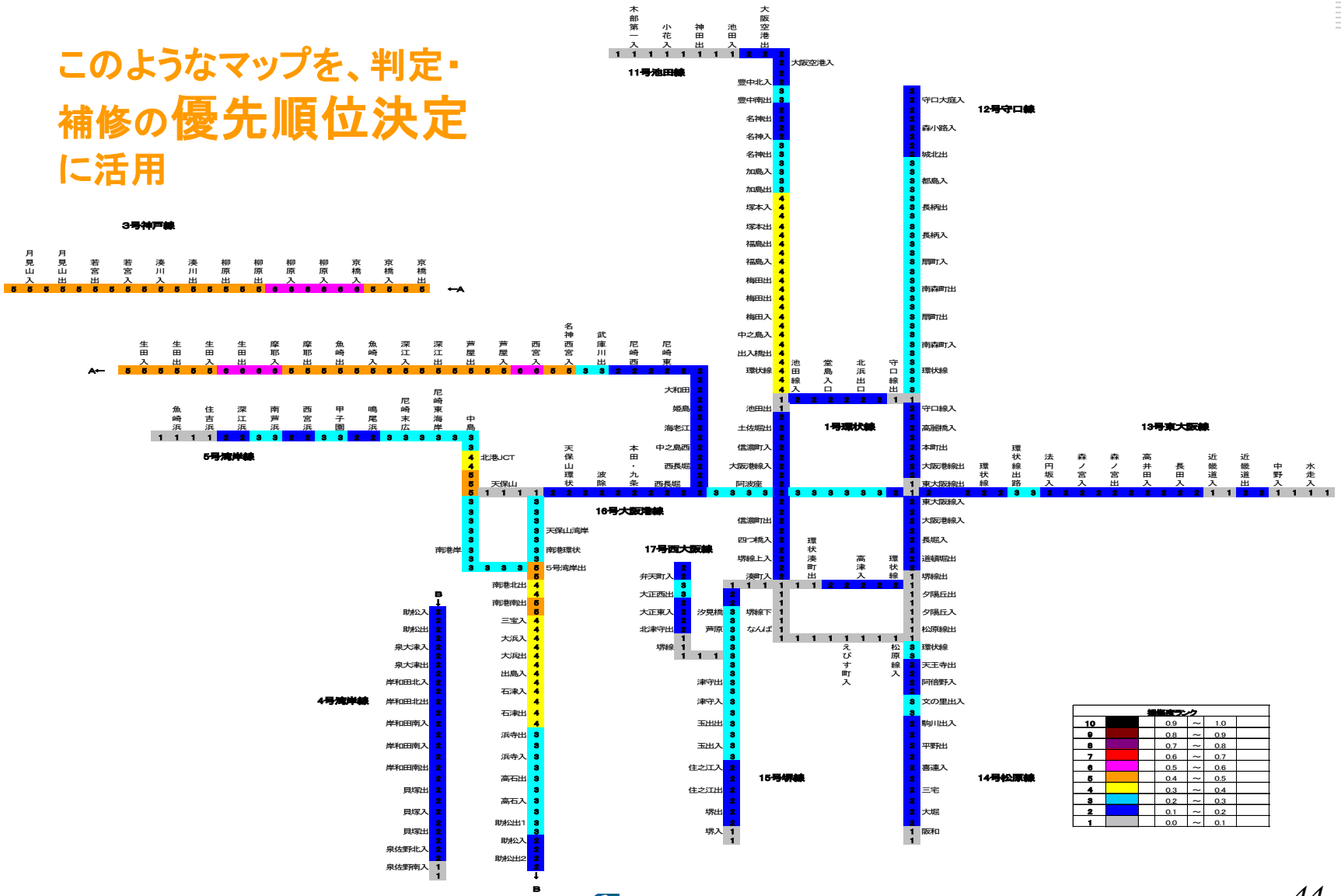
Hanshin Expressway

疲労損傷マップ作成手順



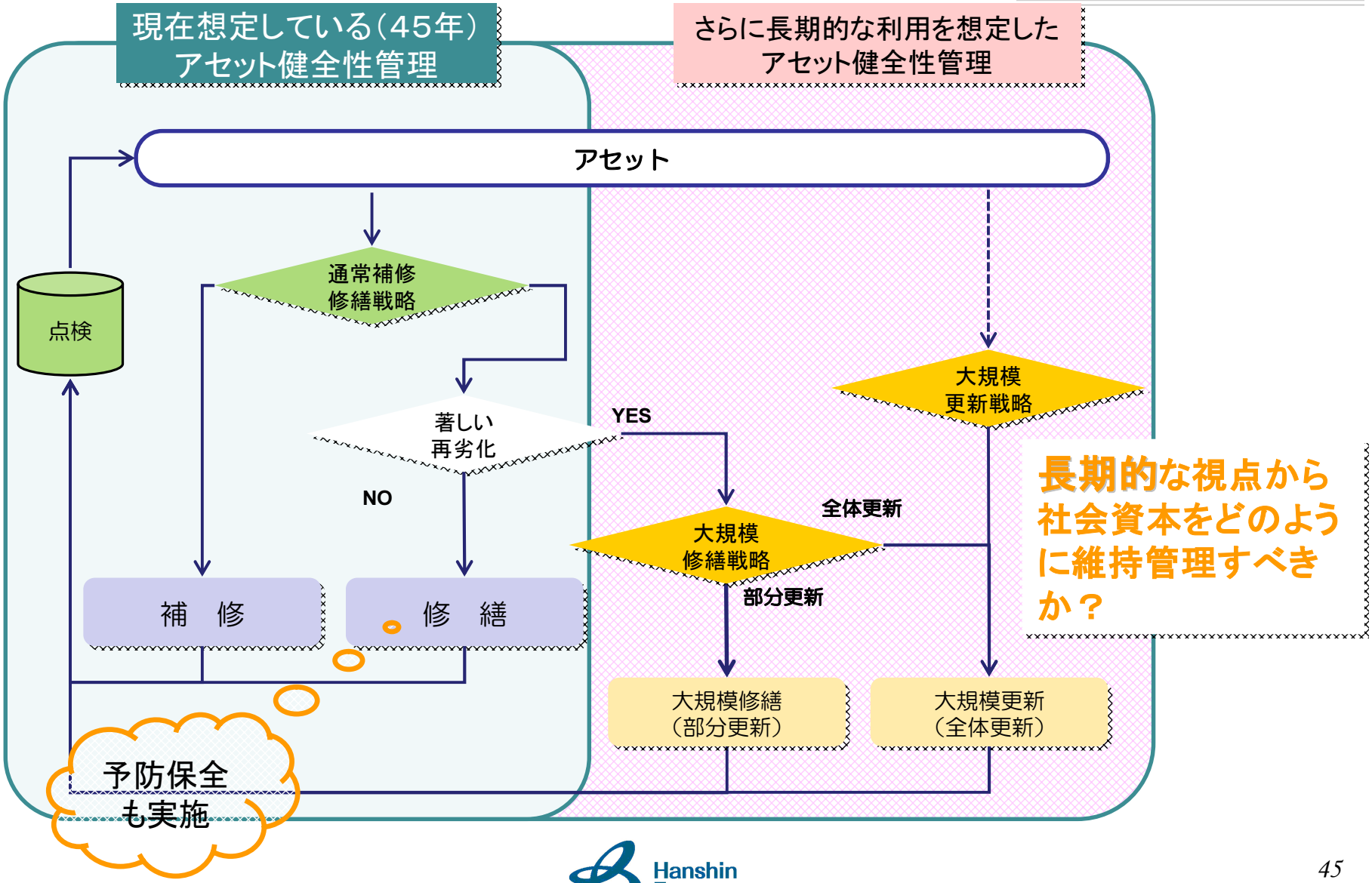
疲労損傷マップの作成例

このようなマップを、判定・補修の優先順位決定に活用



Hanshin Expressway

さらに長期的な視点からの維持管理戦略



適切な橋梁の維持管理を目指して

- 様々な損傷が発生　→　今後も数、内容ともに増える可能性大（構造物の高齢化）　定期的に点検し、変化を感じること。感じる技量があること
- 橋梁構造物に対する高度な技術力と愛情を持った医者が必要（対応方針まで決められる）　→　連携・情報共有が必要（サポート体制など）　管理者間・産官学の連携
- 補修には土木技術だけでなく、様々の分野との技術融合が必要（新技術、新材料）
- 我々の世代だけでなく、次の世代に引き継げる貴重な社会資産であるという認識（アセットマネジメント）