

# 法令点検1巡目とH-BMSの試算結果の比較

～伸縮継手～

阪神高速道路株式会社

2022年 3月 29日

# 1. はじめに

【阪神高速の橋梁マネジメントシステム(H-BMS)の検討経緯（2002～2018年度）】

- H-BMSは、「道路資産管理システム分科会」(2002～2012年度)の審議を踏まえ、阪神高速が蓄積してきた各工種※の点検データを統計処理し、算出した劣化曲線を用い、管理水準を維持するための年間必要額や投資可能費用における管理水準等を算出するために構築した支援システム。

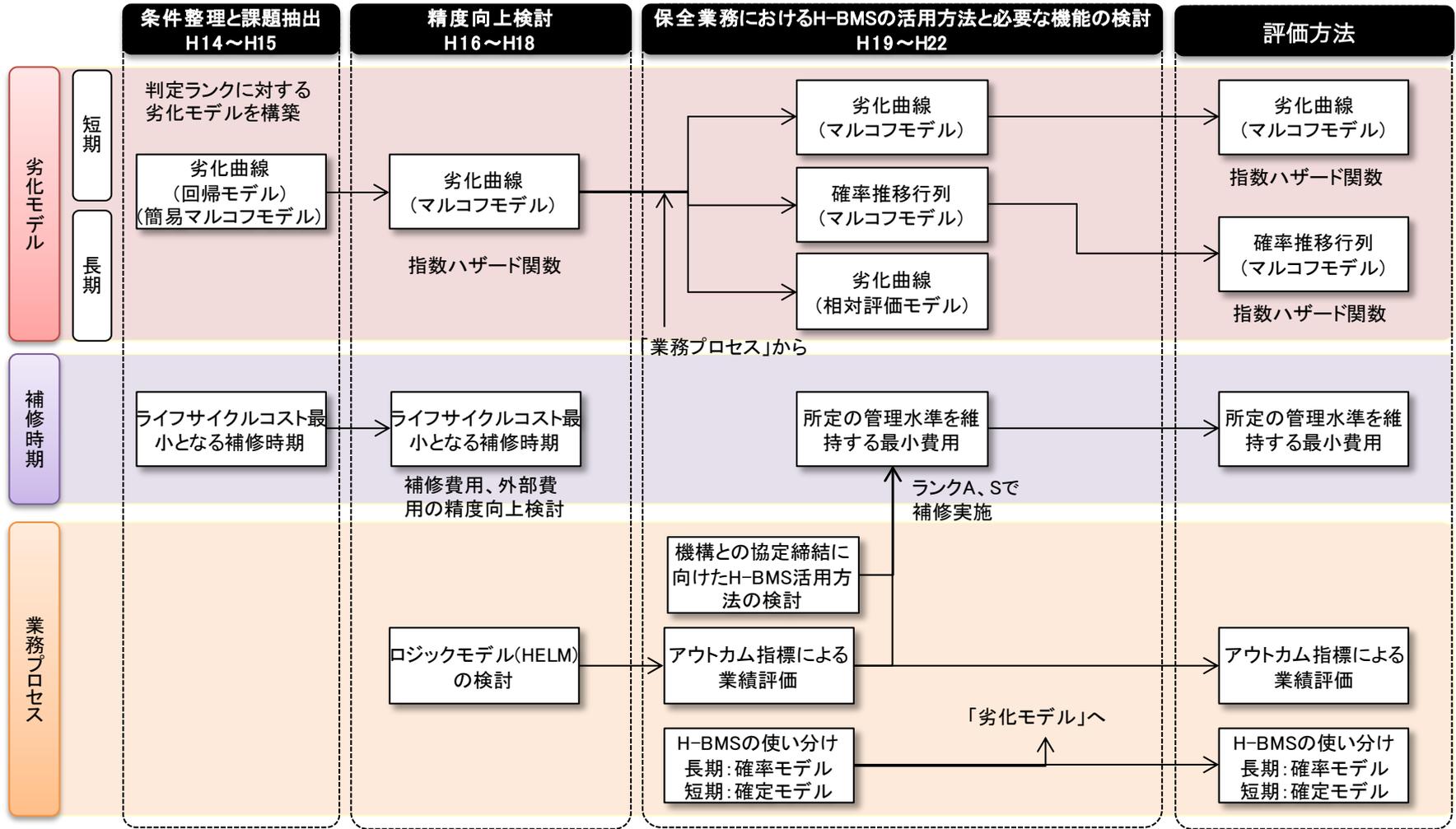
※ 各工種：床版、鋼構造物、コンクリート構造物、支承、塗装、伸縮継手、舗装
- 本委員会の前身「阪神高速道路の長期維持管理及び更新に関する技術検討委員会」(2012年11月～2013年5月)で、H-BMSについて、P D C Aサイクルを回して損傷劣化予測や将来管理費用算定の精度を継続的に向上させるとともに、大規模更新・大規模修繕を考慮したものに高度化し、これを活用して定期的に維持管理計画を見直すことが提言。
- 「長期維持管理技術委員会」では、先述の提言を受けて、維持管理システムの高度化に関する事項等を審議。

2012年度以前のH-BMS  
視点：長寿命化、LCC  
期間：45年間  
手段：補修、修繕

提言  
(2013.4.17)

2014～2018年度のH-BMS  
視点：長寿命化、LCC、架替  
期間：永続的（100年間程度）  
手段：補修、修繕、大規模更新・大規模修繕

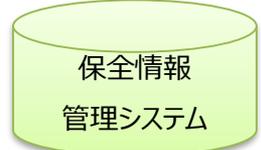
- 2002(H14)～2012(H24)年度のH-BMSの検討内容は、下図のとおり。2003(H15)年度にプロトタイプが完成。
- 2004(H16)年度以降は精度向上、2007(H19)年度以降は用途に応じた劣化モデルの検討を実施。
- 長期維持管理計画のために確率モデル、修繕の優先順位を判断支援に確定モデルを適用することでH-BMSを概成。



- 計算方法は劣化と補修を半永久的に繰り返す。管理水準には、構造物保全率(Aランク未満の径間数(橋脚数)が全径間数(全橋脚数)に占める割合)、舗装保全率( $MCI \geq 5.6$ の舗装面積が全舗装面積に占める割合)を採用。
- 長期の劣化予測モデルでは、劣化のばらつきを定量化するため、工種単位の確率モデルを採用。
- H-BMSによる長期および短期シミュレーション解析により、戦略的維持管理の取り組みの実現を指向。

## 劣化予測の手順

### 点検データ抽出

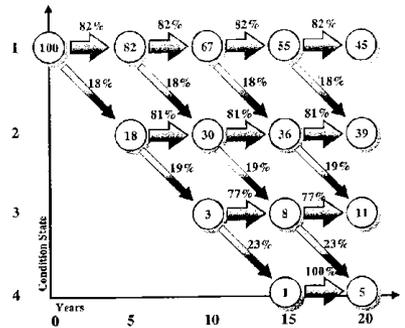


- 同一箇所における下記の情報を1レコードとする入力データを作成
- 2回の点検結果
  - 点検間隔

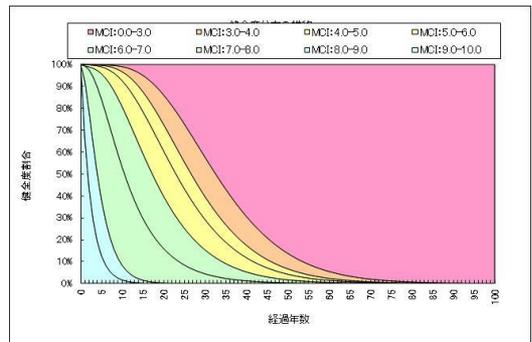
### 劣化予測

1年後の健全度低下確率は、点検データをマルコフ過程の概念に従って統計処理することで算出

#### マルコフ過程の概念

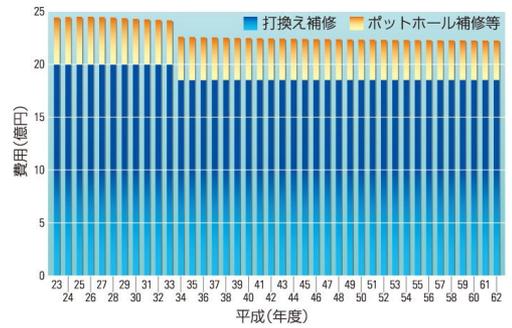
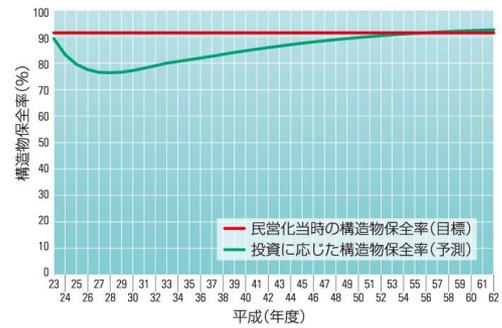


### 損傷分布の推移

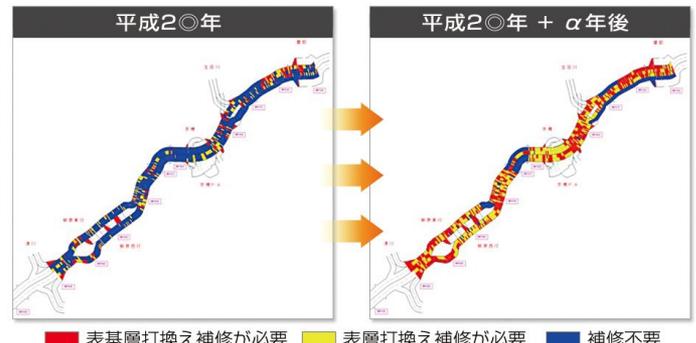


マルコフ性(N+1期の健全度は、その1期前のN期の健全度のみ依存)を前提とする確率推移行列

## 長期シミュレーション: 45年間で必要となる補修・修繕の費用と構造物の管理水準の推移



## 短期シミュレーション: 舗装補修箇所の範囲



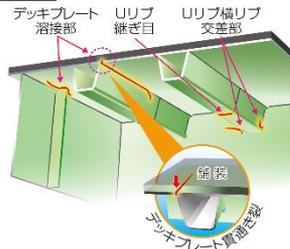
- 2014(H26)年度以降、H-BMSを大規模更新・大規模修繕を考慮したものに高度化すべく、検討を実施。
- 大規模修繕6工種のうち、鋼床版(き裂)、RC床版・PCポステンT桁を対象に、劣化要因分析やLCC評価を実施。
- なお、詳細調査結果等も踏まえ、RC床版、PC桁は外観変状と内部損傷との関係も分析。



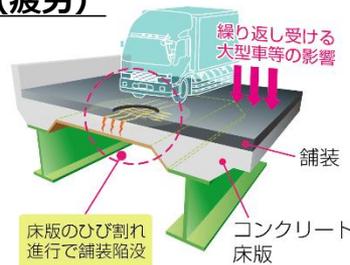
- 検討成果の概要は、下表の通り。
- **劣化は10t換算軸数等の影響を受ける**ことを回帰分析等により確認。
- 課題として、**データの蓄積による信頼性の向上**や**更にH-BMSを有効活用するための使用場面・必要な情報の整理等**を取りまとめ。

	健全度	劣化要因分析	LCC評価
鋼床版 (き裂)	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>き裂発生は10t換算軸数等の影響</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 健全度を維持可能な対策シナリオ・費用を導出</li> <li>● LCCで導出された大規模修繕対象径間の割合と実事業で選定している対象径間の割合が概ね一致</li> </ul>
RC床版	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鋼板に不良音が認められる場合、床版内部にひび割れの可能性を示唆</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>①10t換算軸数、②床版防水時期、③鋼板補強時期</b>、の影響床版防水より鋼板補強時期が早い場合は劣化が速くなる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 健全度を維持可能な対策シナリオ・費用を導出</li> </ul>
PCポステン桁	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 外観変状のある場合、PC鋼材に腐食等の損傷が発生している可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>主桁ひび割れ数の進展</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 大規模事業では補強が前提であり、外ケーブル以外の対策を選択しないため、LCC評価対象外</li> </ul>

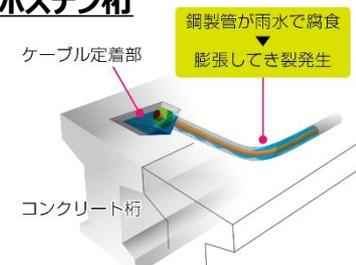
## 鋼床版 (き裂)



## RC床版 (疲労)



## PCポステン桁



## 2. 法令点検1巡目とH-BMSの試算結果の比較

【長期維持管理技術委員会 2020年度の報告内容等】

2020年度 第1回：点検一巡結果の概要と今後のH-BMSについて

- ランクⅢは自治体の全国平均は約10%であるため、(阪神高速の)ランクⅢ相当が5%程度であるのは、良質で高度な維持管理の結果と考えられる。
- 一方、過去にH-BMSで実施した様々な将来予測結果とこの5%が整合しているかを確認してほしい。

# 橋梁の1巡目点検（法令の定期点検）の結果

- 法令点検1巡目の結果において、国の判定区分Ⅲ（早期措置段階）の橋梁損傷は橋単位では20%、径間単位では3%。

長期維持管理技術委員会  
2020年度 第2回 資料No.4-1  
2021年度 第1回 資料No.3

## 法令点検1巡目(2014 (H26) ~2018 (H30) 年度)の結果【阪神高速】

【参考】阪神高速道路株式会社 個別施設計画（道路施設）令和元年12月 阪神高速道路株式会社

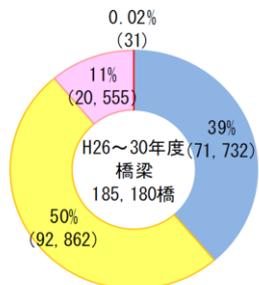
構造物	単位	2014(H26)年度～2018(H30)年度の点検結果					管理数量※
		計	I	II	III	IV	
橋梁	橋	385橋	46橋 (12%)	262橋 (68%)	77橋 (20%)	0橋 (0%)	318橋
	径間	10,783径間	284径間 (3%)	10,211径間 (95%)	288径間 (3%)	0径間 (0%)	9,993径間

- ※ 上表の管理数量は、2019（平成31）年3月31日時点の数量（旧8号京都線含む）
- ※ 橋は、基本的には市区の境界単位で整理したもの。
- ※ 舗装の点検結果は、上記の表に含まない。
- ※ 溝橋(土被り1m未満かつ外寸法2～7mのボックスカルバート)48橋は、橋単位に含まれる（但し、径間単位に含まれない）。

## 参考：1巡目(平成26～30年度)の点検結果【都道府県・政令市等】

【引用】道路メンテナンス年報 国土交通省 道路局 令和元年8月

○ 判定区分(橋梁)



○ 判定区分と建設経過年数(橋梁)



■ I : 健全 ■ II : 予防保全段階 ■ III : 早期措置段階 ■ IV : 緊急措置段階

※点検を実施した施設のうち、平成30年度末時点で診断中の施設を除く。

## 阪神高速道路における法令点検の対象構造物の設備数

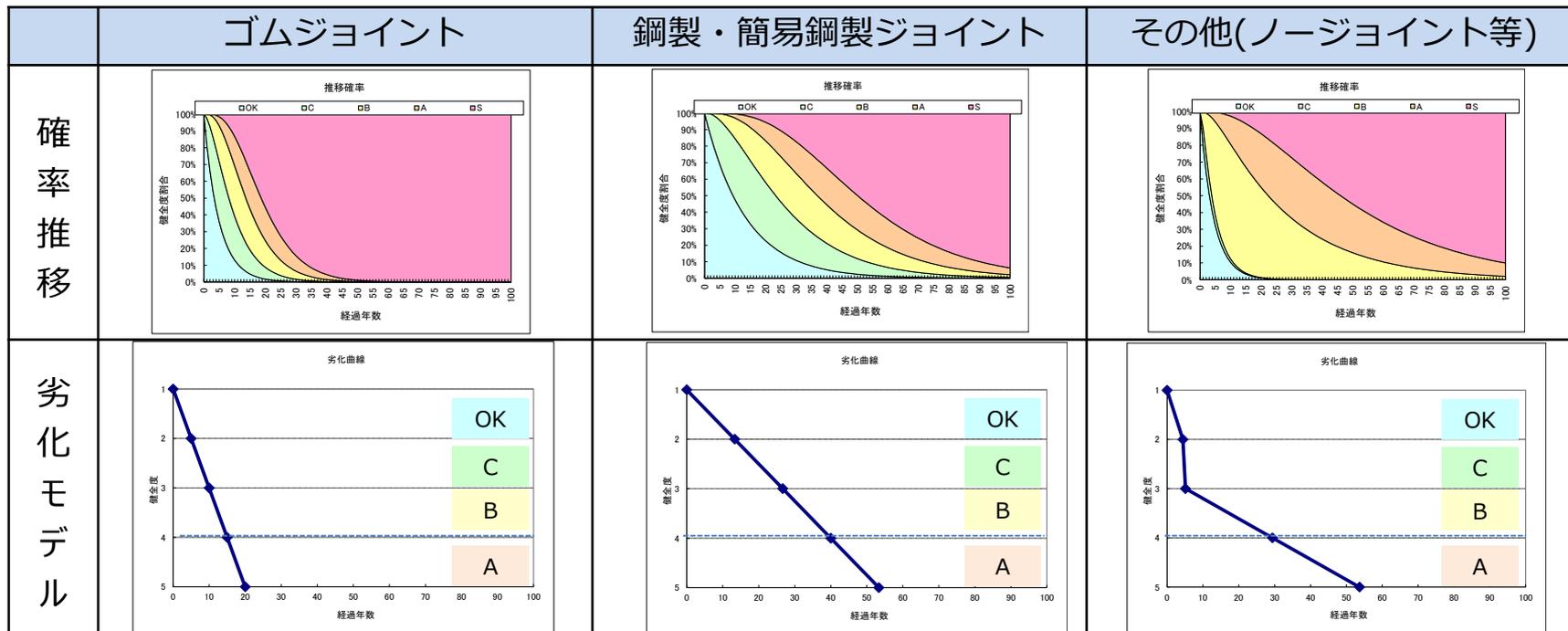
対象構造物	単位	管理数量 (2021.3.31時点)
橋梁	橋	311 *
	径間	9,797
トンネル	チューブ	37
大型カルバート	箇所	9
道路付属物 (門型標識)	基	1,163

\* 溝橋(土被り1m未満かつ外寸法2～7mのボックスカルバート) 48橋を含む

# 3. 法令点検1巡目(実績)とH-BMSの試算結果(推計)の 比較・考察

【伸縮継手（ゴム・鋼製等）】

- 2012年度以前のH-BMSと資産情報、2010～2019年度の補修・修繕の実績費用を基に、構造物保全率を推計。
- 推計の構造物保全率と、定期点検結果(橋脚のほり上)を踏まえた実績の構造物保全率を図示して対比・分析。
- ただし、対比・分析に際し、橋脚単位のはり上の定期点検結果とレーン単位の伸縮継手の資産情報の突合が困難なことから、実績の構造物保全率はゴムジョイントと鋼製ジョイント等を分けずに図示。
- 推計に際し、阪神高速の点検要領のAランク(機能低下があり対策の必要がある)損傷に至る年数は、ゴムジョイント15年、鋼製・簡易鋼製ジョイント40年、その他(ノージョイント等)29年と想定し、劣化モデルおよび確率推移を設定。



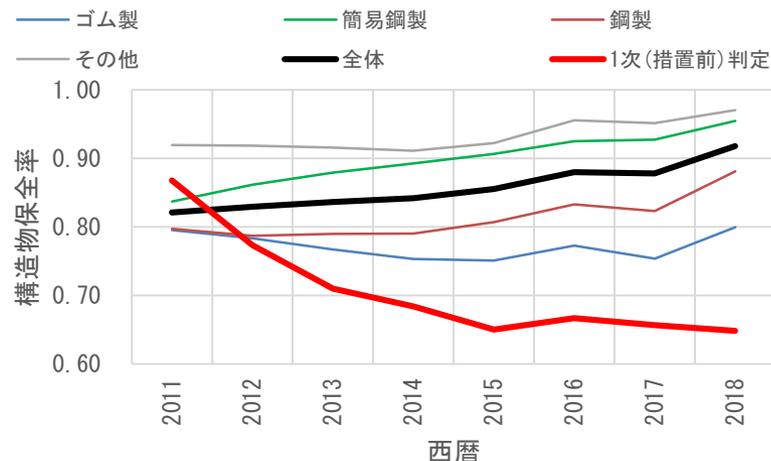
伸縮継手の種類



- 2011年度の点検要領改訂時に、桁・橋脚・はり上構造物・床版・高欄および水切部の損傷の進行性・冗長性を総合的に勘案する目的で、点検1次(措置前)判定、2次(措置後)判定を導入したことを受け、推計値・実績値を図示。
- ゴムジョイントと鋼製ジョイント等の分離前の構造物保全率の推計値は、**黒色の実線**で図示。
- 分離後(種別毎のジョイント)の構造物保全率の推計値は、**青色(ゴム)**、**橙色(鋼製)**、**緑色(簡易鋼製)**、**灰色(その他)**で図示。
- 法令1巡目点検の結果を基にする**構造物保全率の実績値**は、**赤色の実線(措置前)**、**赤色の点線(措置後)**で表示。
- 1次(措置前)判定は推計値と実績値が大きく乖離するが、2次(措置後)判定では漸近。
- 特に、2次(措置後)判定では、**鋼製の推計値**と**2次判定(措置後)の実績値**が良く似た傾向。

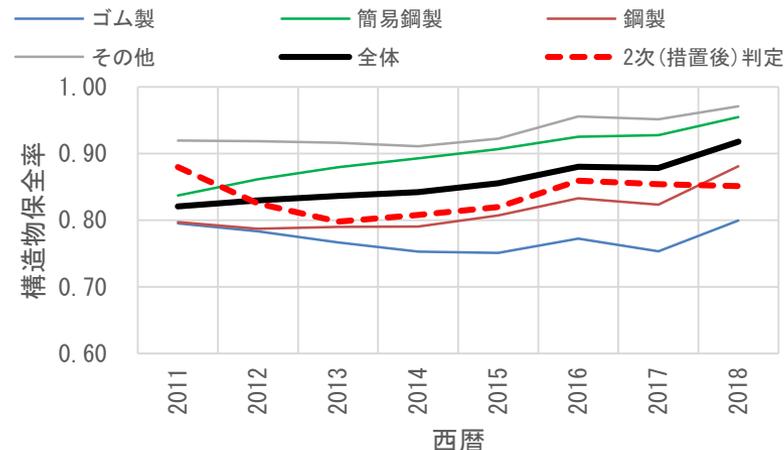
## 1次(措置前)判定

構造物保全率推移の比較



## 2次(措置後)判定

構造物保全率推移の比較



- 今回、2012年度以前のH-BMSを活用し、実態を想定して設定した劣化モデルを用いて、伸縮継手の種別単位で構造物保全率の推計を実施。
- 1次(措置前)判定の推計値が、法令1巡目点検の結果を基にする構造物保全率の実績値と乖離する理由として、点検結果ははり上点検によるもので、伸縮装置ではなく橋梁本体の損傷(例. さび・腐食、異常音)を点検結果に含んでいる可能性が考えられる。
- 2次(措置後)判定の推計値が、法令1巡目点検の結果を基にする構造物保全率の実績値と漸近する理由には、伸縮装置に起因し、機能低下があり対策の必要がある損傷を抽出していることから考えられる。また、設定した劣化モデルが実態の劣化進行と整合していることも影響していることも伺える。
- 特に、鋼製ジョイントは、補修・修繕前後で同じタイプで取替られる傾向があることも推計値と実績値の傾向が同様であること理由として推察。