

資料 No.2

技術審議会
長期維持管理技術委員会(2019年度 第1回)

維持管理マネジメント高度化検討状況(H-BMS)

阪神高速道路株式会社
2019年 4月19日

- ① 「道路資産管理システム分科会」(平成14年度～平成24年度)においてH-BMSの検討・開発が進めた。
- ② 「長期維持管理技術委員会」(平成26年度～)では、大規模更新・修繕を考慮できるH-BMSを構築するための理論的な検討を実施してきた。
- ③ 大規模更新・修繕を考慮したH-BMSを構築し、既に関済済のH-BMSとあわせて今後の維持管理業務で有効活用する必要がある。
- ④ H-BMSの有効活用に向け「長期維持管理技術委員会(平成30年度第1回)」(2018年11月5日)において審議し、ご指摘いただいた。

※本検討では、H-BMSについて、便宜的に以下の言葉で定義し、使い分ける。

旧H-BMS : 「道路資産管理システム分科会」(平成14年度～平成24年度)において開発したH-BMS (H-BMS Ver2.1が代表的なシステム)

理論モデル : 「長期維持管理技術委員会」(平成26年度～)で構築した大規模更新・修繕を考慮できる理論的モデル

H-BMS : 旧H-BMS、理論モデルを含むブリッジマネジメントシステム全般

【検討の目的】 実装可能なH-BMSの開発と実務への活用

【主なご指摘】

- ① 実際に「旧H-BMS」を使いながら、課題抽出と改良を継続する。
- ② 「旧H-BMS」以降に蓄積した情報や知見を踏まえて改良する。
- ③ 「旧H-BMS」と「理論モデル」を繋げるために、俯瞰的な見直しが必要である。
- ④ 既存の要素技術を活用して「旧H-BMS」を改良する。
- ⑤ 阪神高速の技術の体系を構築するためのロジックモデルを検討する。
- ⑥ 今回の大規模更新・修繕事業の知見を、将来の大規模更新・修繕への備えとしておくことも重要である。

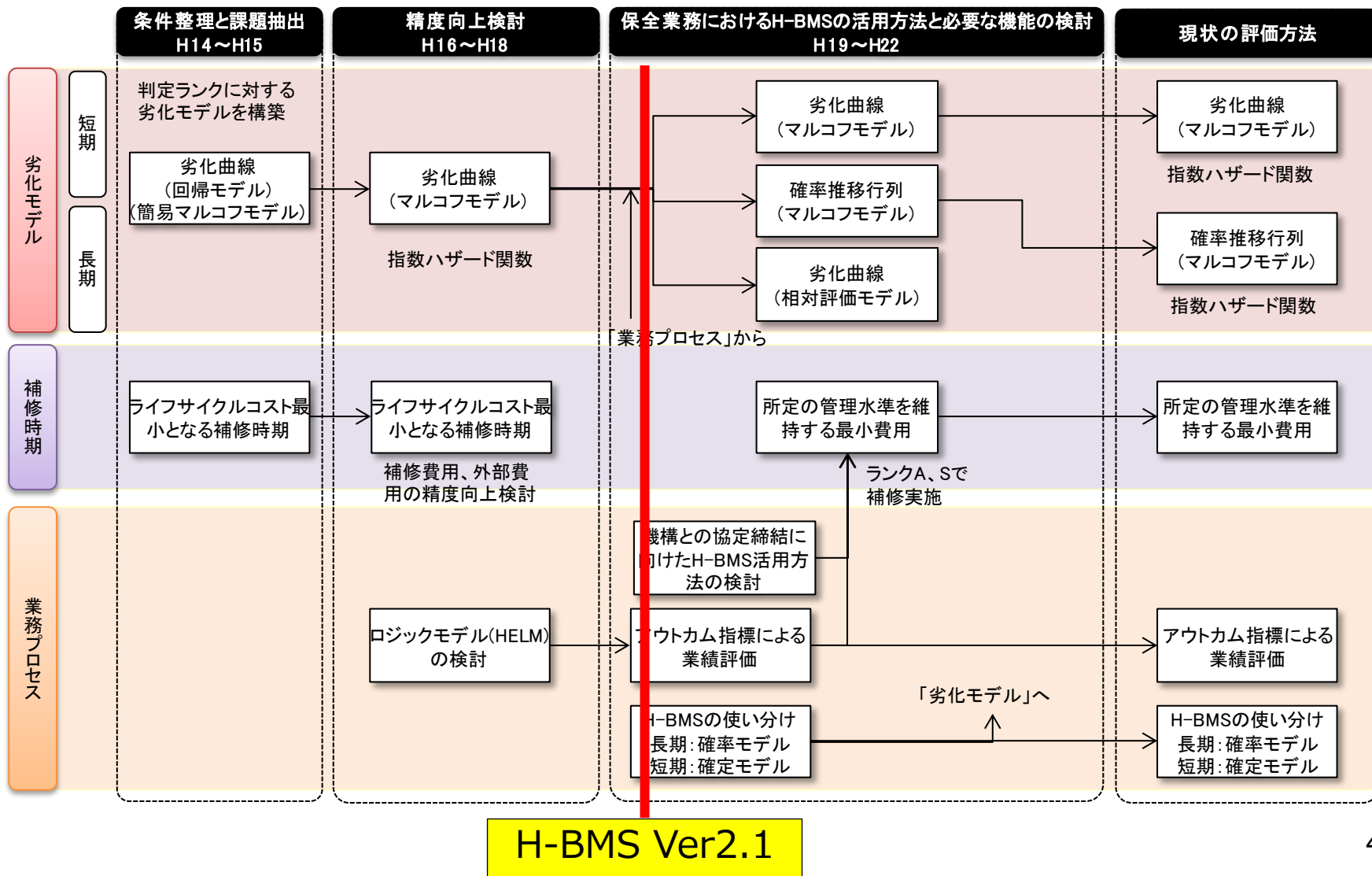
【検討の状況】

- ① 「旧H-BMS」を試行し、「どのような情報を必要としているか」などを阪神高速の関係社員にヒアリング。
- ② ヒアリング結果を踏まえ、「旧H-BMS」「理論モデル」を通常の維持管理や大規模更新・修繕に有効活用する方法を検討。
- ③ これらを踏まえた開発・検討のロードマップを提案。

旧H-BMSの試行

旧H-BMS (H-BMS Ver2.1) の開発時期

① 平成19年度頃までで検討した内容でH-BMS Ver2.1を開発した。



旧H-BMS (H-BMS Ver2.1) の概要

- ① 劣化と補修を半永久的に繰り返す計算方法
- ② 舗装、塗装（桁・脚）、伸縮継手、コンクリート構造（桁・脚）、鋼構造（桁）、コンクリート床版、支承を対象（鋼床版対象外）
- ③ 径間単位のLCC評価により最適な対策方法と対策時期を導出、さらに工種単位で集計し、100年間の対策費用と管理水準の推移を出力

表紙画面

阪神高速道路 橋梁マネジメントシステム
H-BMS (Hanshin expressway Bridge Management System)
ver. 2.1

計算条件設定画面

工種別 補修費用 換算費用 劣化係数

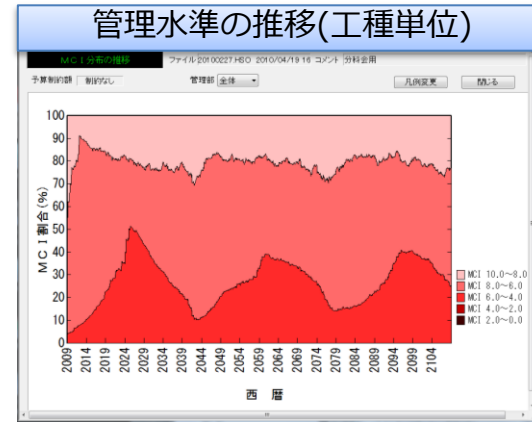
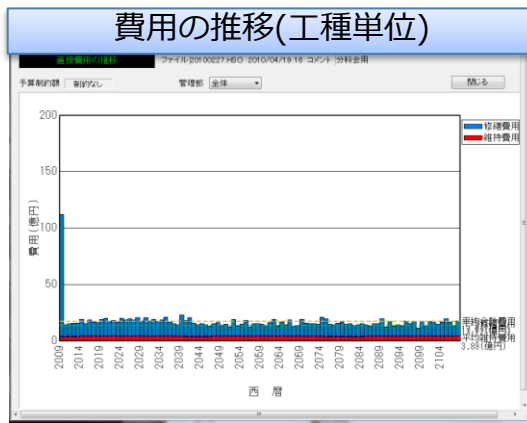
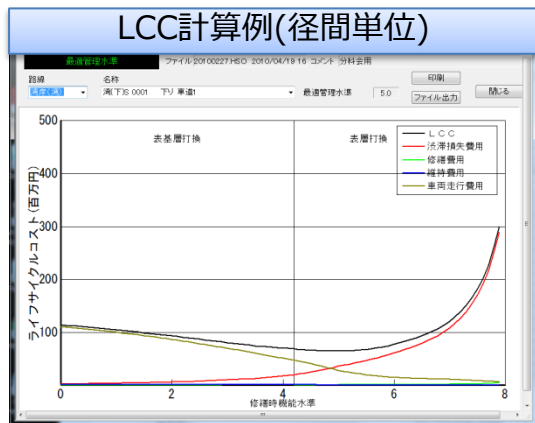
| 工種 | 補修費用 (円/m ²) | 換算費用 (円/m ²) | 劣化係数 (円/m ²) |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 表層打換 | 2000 | 600 | |
| 2 表層修打換 | 6000 | 1200 | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |

経過年数 経過年数

| 経過年数 | 劣化係数 |
|------|------|
| 10年 | 4.5 |
| 15年 | 4.2 |
| 20年 | 4.0 |
| 25年 | 3.8 |
| 30年 | 3.6 |
| 35年 | 3.4 |
| 40年 | 3.2 |
| 45年 | 3.0 |
| 50年 | 2.8 |
| 55年 | 2.6 |
| 60年 | 2.4 |
| 65年 | 2.2 |
| 70年 | 2.0 |
| 75年 | 1.8 |
| 80年 | 1.6 |
| 85年 | 1.4 |
| 90年 | 1.2 |
| 95年 | 1.0 |
| 100年 | 0.8 |

補修シナリオ設定 & 計算画面

計算開始年 2000 年 計算終了年 2010 年



旧H-BMS (H-BMS Ver2.1) 劣化モデル、補修モデルの設定

- ① 工種単位で設定
- ② 劣化モデル：別途劣化予測結果を入力(各健全度への到達年数を入力)
- ③ 補修メニュー：工法と単価、対策時期を入力(対策時期は健全度で与える)
- ④ 舗装：ポットホール対策費、健全度の低下に伴い発生する車両走行費用を入力
- ⑤ 割引率と管理下限値を入力

計算条件

補修メニュー、費用、実施時期

| 工法項目 | 費用項目 | | | | |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 補修費用 (円/m ²) | 規制費用 (円/m ²) | (円/m ²) | (円/m ²) | (円/m ²) |
| 1 表層打換 | 2000 | 600 | | | |
| 2 表基層打換 | 6500 | 1200 | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |

| | | |
|----------|-------|-------|
| ■ 修繕工法 | 機能水準 | 修繕工法 |
| 10.0 ≥ X | > 8.5 | なし |
| 8.5 ≥ X | ≥ 4.2 | 表層打換 |
| 4.2 > X | ≥ 0.0 | 表基層打換 |

劣化モデル(補修サイクル)

| | | | | | | |
|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 経過年数 | 0.00 | 2.36 | 11.11 | 20.37 | 25.95 | 30.94 |
| 機能水準 | 9.50 | 8.00 | 7.00 | 6.00 | 5.00 | 4.00 |

ファイル入力

割引率、管理下限値

- 社会的割引率 4.0 (%)
- 管理下限値 機能水準 = 4.2

戻る 確定

舗装については、ポットホール対策費用

| 機能水準 | 10~9 | 9~8 | 8~7 | 7~6 | 6~5 | 5~4 | 4~0 |
|-----------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 費用(円/m ²) | 31 | 50 | 71 | 90 | 109 | 129 | 148 |

| 機能水準 | 9.5 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | |
|------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 交通量 | 大型車 | 0.000 | 0.706 | 1.176 | 2.288 | 4.199 | 5.556 | 7.919 |
| (円/台・km・年) | 小型車 | 0.000 | 0.090 | 0.150 | 0.210 | 2.032 | 3.102 | 5.487 |

旧H-BMS (H-BMS Ver2.1) シナリオの設定と構造物の情報の読み込み

- ① 保全情報管理システムから必要な情報を読み込み (CSV形式)
- ② LCC計算シナリオを設定：
LCC計算開始年次、対策開始年次、計算単位、優先順位の考え方



LCC計算シナリオ設定

■ データ入力

初期機能水準 データ読み込み

計算開始年度 2009 年 初期機能水準計算 初期機能水準分布確認

■ LCC計算

全て径間毎 ランプ間渋滞損失費用が存在する区間は
ランプ間毎、それ以外は径間毎 全てランプ間毎

修繕開始年度 2009 年

予算制約額 _____ 億円

コメント _____

予算制約額を入力しない場合は予算制約なしの計算を行います。
計算条件を変更した場合は、予算制約なし計算から始めてください。

修繕時期 最適管理水準 修繕機能水準指定 _____

LCC 計算

■ 出力

最適管理水準

最適管理水準分布図

最適修繕間隔

印刷

修繕優先順位の変更

直接費用の推移

外部コストの推移

機能水準の推移

機能水準分布の推移

ファイル出力

最新計算結果一覧ファイル出力

| 予算額 (億円) | 計算区間 | 計算開始年度 | 修繕開始年度 | 修繕変時期 | コメント |
|----------|------|--------|--------|-------|------|
| 制約なし | ラフ | 2009 | 2009 | 最適 | |
| 制約なし | ラフ | 2009 | 2009 | 4.2 | |
| 制約なし | ラフ | 2009 | 2009 | 5.6 | |
| 制約なし | ラフ | 2009 | 2009 | 6.7 | |
| 制約なし | 混在 | 2009 | 2009 | 最適 | |
| 制約なし | 径間 | 2009 | 2009 | 4.2 | |
| 制約なし | 径間 | 2009 | 2009 | 5.6 | |
| 制約なし | 径間 | 2009 | 2009 | 最適 | |
| 制約なし | 径間 | 2009 | 2009 | 最適 | |

初期データ読み込み

資産データ(道路構造) 参照

資産データ(舗装) 参照

点検データ(定期点検 舗装) 参照

交通量・渋滞損失費用データ(ランプ間考慮) 参照

OK キャンセル

【保全情報管理システム】
道路構造資産
資産
補修
点検(総合)
渋滞費用データ(舗装、伸縮継手のみ)※

旧H-BMS (H-BMS Ver2.1) LCCの計算

- ① 工種単位で計算
- ② まず、径間ごとにLCC最小となる対策方法・時期を導出(予算制約を設定せずLCC計算)
- ③ 次に、予算制約を設定しLCC計算：予算ごとに毎年の発生費用、健全度の推移等を推計
- ④ LCC計算シナリオごとに計算結果を保存可能
- ⑤ 出力表示をすることにより、LCC計算シナリオ間の比較が可能



LCC計算 ファイル 20100227HSO 2010/04/19 16:12 コメント 分科会用

■ データ入力

■ 初期機能水準

計算開始年度 2009 年

■ LCC計算

全て径間毎
 ランプ間池溝損失費用が存在する区間は
 ランプ間毎、それ以外は径間毎
 全てランプ間毎

修繕開始年度 2009 年

予算制約額 億円
 コメント
 予算制約額を入力しない場合は予算制約なしの計算を行います。
 計算条件を変更した場合は、予算制約なし計算から始めてください。

LCC計算

■ 出力

| 計算済み | | | | | |
|-------------|----------|------------|------------|------------|------|
| 予算額 (億円) | 計算 区間 | 計算開始 年度 | 修繕開始 年度 | 修繕変 時期更 | コメント |
| 制約なし | ランプ | 2009 | 2009 | 最適 | |
| 制約なし | ランプ | 2009 | 2009 4.2 | | |
| 制約なし | ランプ | 2009 | 2009 5.6 | | |
| 制約なし | ランプ | 2009 | 2009 6.7 | | |
| 制約なし | 混在 | 2009 | 2009 | 最適 | |
| 制約なし | 径間 | 2009 | 2009 4.2 | | |
| 制約なし | 径間 | 2009 | 2009 5.6 | | |
| 制約なし | 径間 | 2009 | 2009 | 最適 | |
| 制約なし | 径間 | 2009 | 2009 | 最適 | |

複数のシナリオの計算結果

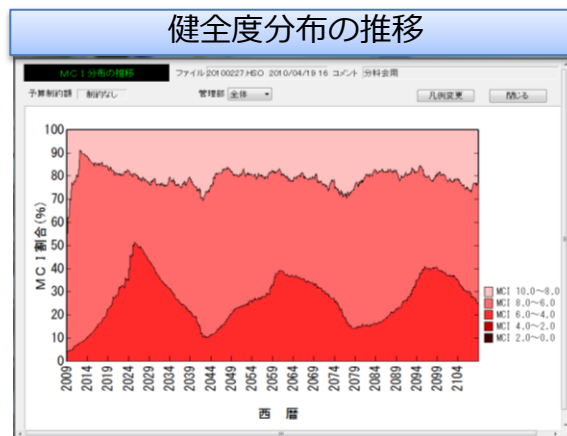
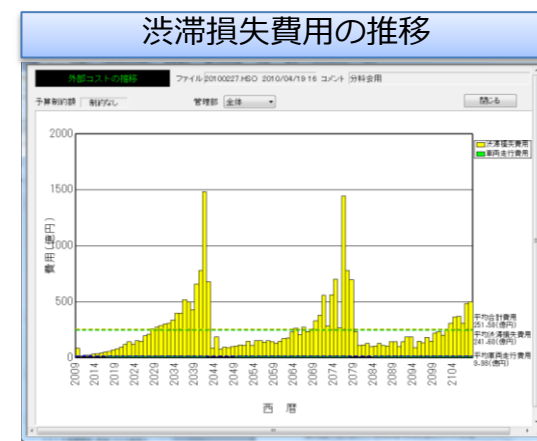
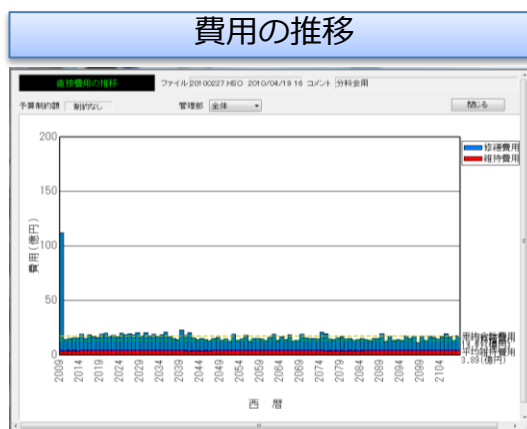
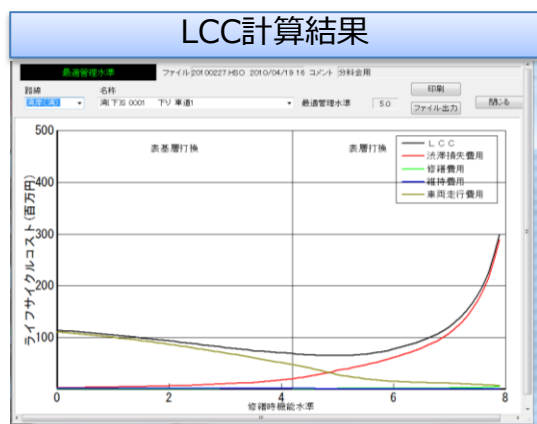
① 予算制約がない状態でLCC計算実施
⇒径間単位にLCC最小となる対策時期、
対策方法導出

② 予算制約を設定し、LCC計算
⇒予算制約事の直接費用や機能水準の
推移等を導出

出力表示・操作

旧H-BMS (H-BMS Ver2.1) 出力

- ① 径間単位のLCC計算結果
- ② シナリオごとの費用の推移、健全度の推移、渋滞損失費用の推移 (舗装のみ)
- ③ 径間単位の対策実施時期 (優先順位) の表示



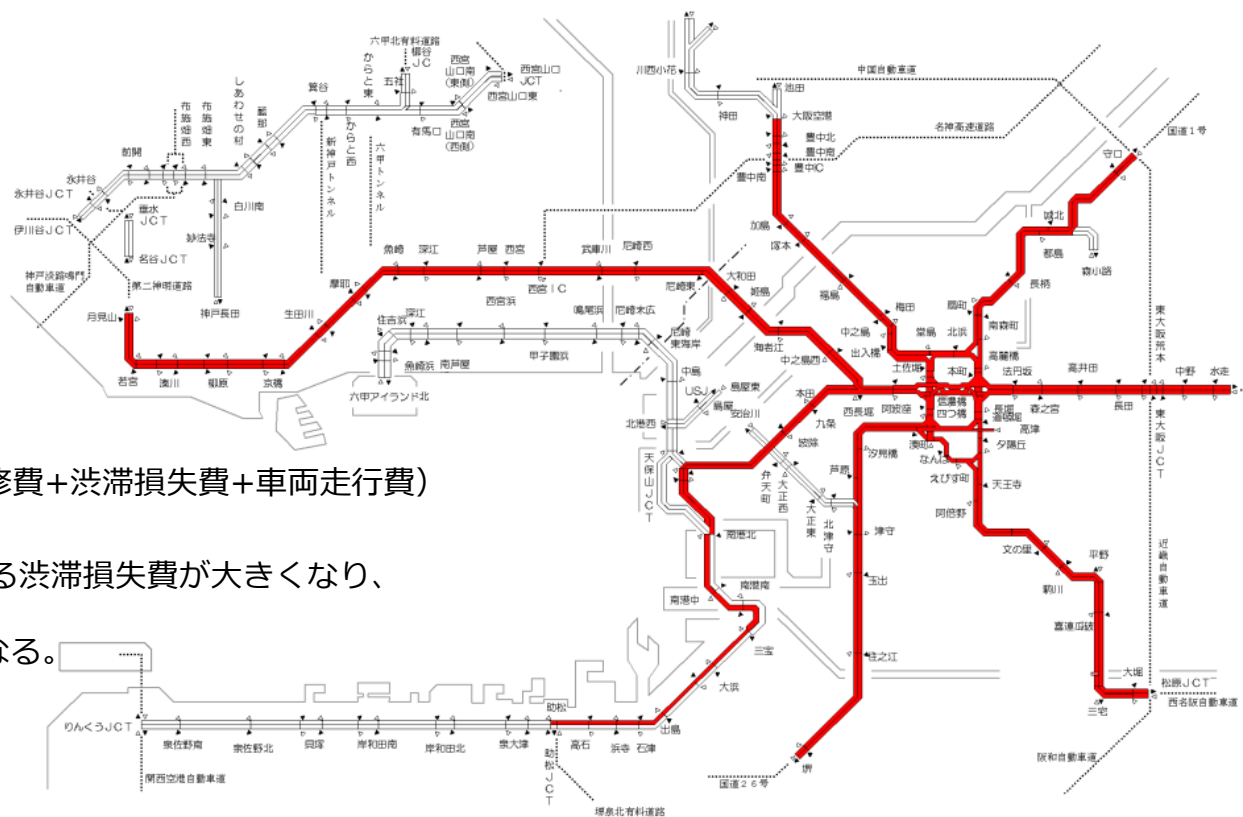
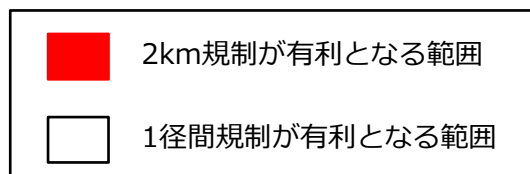
優先順位評価結果

| 年度 | 径間 | 対策 | 実施時期 | 優先順位 | 費用 (百万円) |
|------|-----|--------|---------|------|----------|
| 2009 | 170 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 7.88 |
| 2009 | 171 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.79 |
| 2009 | 172 | 2号下り車線 | 2009/10 | 4 | 6.08 |
| 2009 | 173 | 2号下り車線 | 2009/10 | 4 | 6.27 |
| 2009 | 174 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.41 |
| 2009 | 175 | 2号下り車線 | 2009/10 | 2 | 6.59 |
| 2009 | 176 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.21 |
| 2009 | 177 | 2号下り車線 | 2009/10 | 2 | 4.15 |
| 2009 | 178 | 2号下り車線 | 2009/10 | 2 | 6.49 |
| 2009 | 179 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 180 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 181 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 182 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 183 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 184 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 185 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 186 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 187 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 188 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 189 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 190 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 191 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 192 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 193 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 194 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 195 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 196 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 197 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 198 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 199 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |
| 2009 | 200 | 2号下り車線 | 2009/10 | 1 | 6.81 |

旧H-BMSができること

H-BMS Ver2.1の出力を利用した交通規制方法の検討

- ① 交通規制による渋滞損失費用を計算できることを利用し、最適規制方法を検討。
- ② 舗装補修に関して、「径間・車線毎に交通規制をする場合」と「2km程度の長い車線規制を行う場合」とで、LCCがより小さくなる規制方法について検討した。
- ③ 着色区間は、**2kmの車線規制を行うことがLCC最小となる区間**である。
- ④ 大規模通行止めによる工事の範囲を判断するための情報となる。



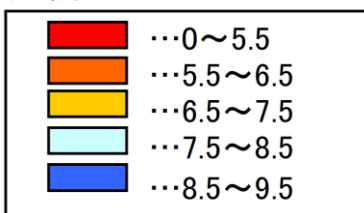
本検討では、
 $LCC = \text{現在価値} (\text{修繕費} + \text{ポットホール補修費} + \text{渋滞損失費} + \text{車両走行費})$
 とした。

渋滞の影響が大きい場合には、LCCに占める渋滞損失費が大きくなり、
 2km規制が有利となる。
 そうでない場合には、1径間規制が有利となる。

対策箇所や短期的な健全度の表示

- LCC計算シナリオごとに、年次ごとの対策箇所が導出されることを利用し、短期的な健全度を地図表示させることが可能。

凡例



赤着色：舗装状態が悪い

青着色：舗装状態が良い



- 右図は舗装の**MCIの分布**を示したものである。
- 直近の点検結果と舗装の劣化モデルを踏まえ、**数年程度先の路面の状況を予測した結果**を地図表示することができる。

MCI：Maintenance Control Index（舗装の維持管理指数）の略で、舗装の供用性を「ひび割れ率」、「わだち掘れ量」及び「平坦性（ σ ）」という路面性状値によって定量的に評価するもの。

旧H-BMS試行によって得られた主な意見

旧H-BMS試行によって得られた主な意見

- 今後の塗装塗替え計画を検討できると考えられる。
- 通常の維持管理については、基本的なモデルは構築済と考えてよい。
- 大規模更新・修繕について、長期的な視点で考えた場合、今回の事業のタイミングで更新したほうが良いのかを評価したい。
- 特に、RC床版の更新対象箇所を選定や対策、交通規制の可否などを検討できるとよい。
- H-BMSver2.1開発後に「保全情報管理システム」が改良されており、資産情報、補修情報、点検情報の出力様式が変更になっている。
⇒ 最新情報を取り込めるようH-BMSver2.1の改良が必要。
- 単年度の予算管理という視点では、H-BMSver2.1を使用する場面を想定しにくい。
- H-BMSver2.1で何ができるのか、また大規模更新・修繕を考慮したLCC評価モデルにどの程度対応できるのか、改良の程度などを整理する必要がある。
- 仮設足場を設置した際に、仮設足場内で実施可能な対策について評価できるモデルがあってもよい。

旧H-BMS試行を踏まえたニーズと検討の方向性

旧H-BMS試行を踏まえたニーズと検討の方向性

主な意見

今後の塗装塗替え計画を検討できると考えられる

通常の維持管理については、基本的なモデルは構築済と考えてよい

大規模更新・修繕について、長期的な視点で考えた場合、今回の事業のタイミングで更新したほうが良いのかを評価したい

RC床版の更新対象箇所を選定や対策、交通規制の可否などを検討できるとよい

「保全情報管理システム」の改良によって、資産情報、補修情報、点検情報の出力様式が変更され、H-BMS Ver2.1では直接読めない

H-BMSver2.1で何ができるのか、また大規模更新・修繕を考慮したLCC評価モデルにどの程度対応できるのか、改良の程度などを整理する必要がある

単年度の予算管理の視点では、H-BMSver2.1を使用する場面を想定しにくい

仮設足場を設置した際に、仮設足場内で実施可能な対策について評価できるモデルがあってもよい

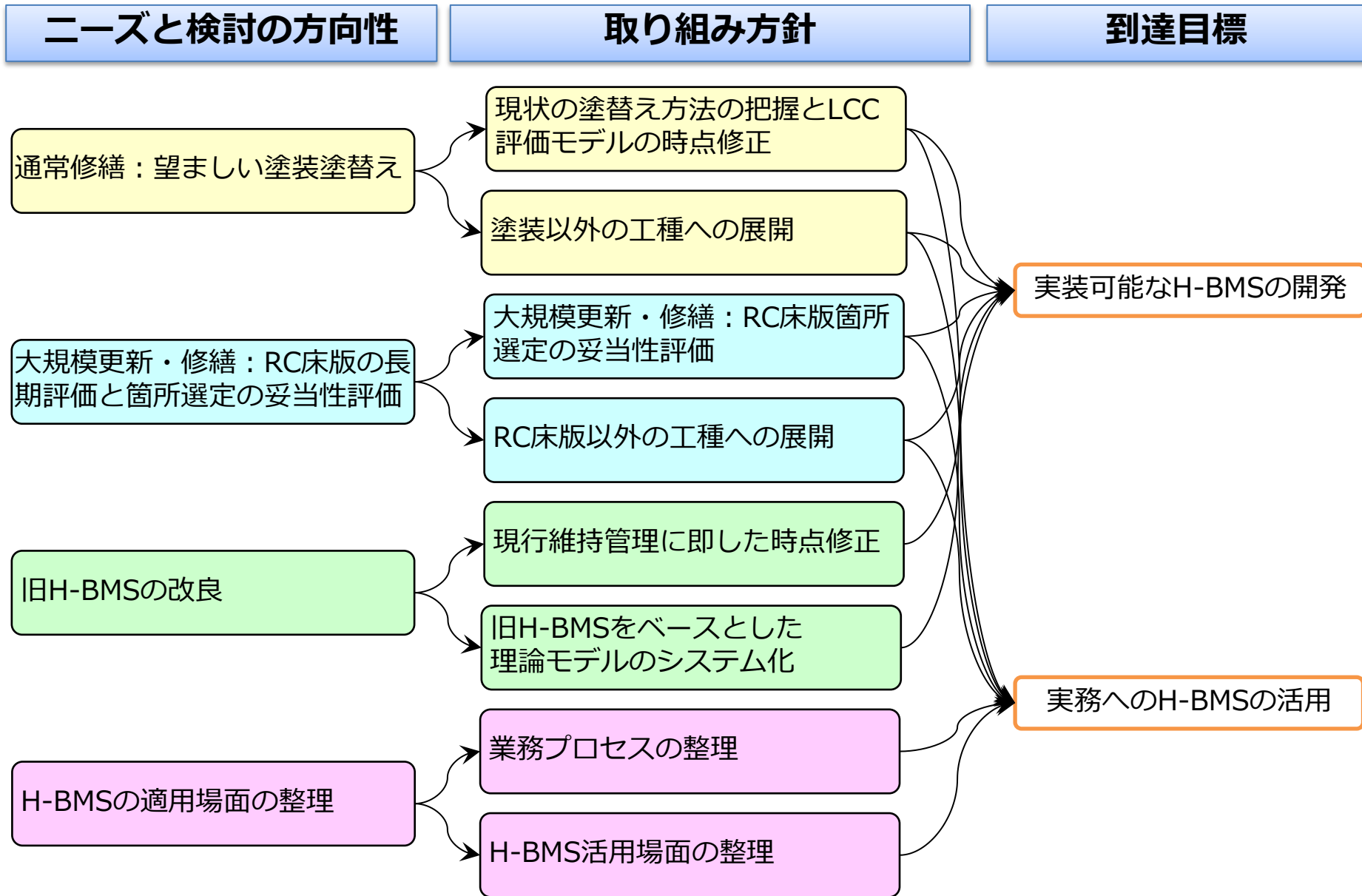
ニーズと検討の方向性

通常修繕：望ましい塗装塗替え

大規模更新・修繕：RC床版の長期評価と箇所選定の妥当性評価

旧H-BMSの改良

H-BMSの適用場面の整理



ロードマップ

H-BMSを実務に反映させるためのロードマップ

- ① 「旧H-BMS」をベースに通常の維持管理への活用に向けた改良と「理論モデル」のシステム化を実現させる。
- ② 並行して現場でH-BMSを使いながら、阪神高速の維持管理業務の現状を把握するとともに、H-BMSの適用場面を整理し、実装に向けて取り組む。

