

第4章 道路維持管理システム（橋梁）

4-1 既成のBMSに関する調査

[概観]

- 米国では 1980 年代よりネットワークレベルの橋梁マネジメントシステム（BMS）の開発及び実行に向けた取り組みが始まった。
- AASHTO（米国全州道路交通運輸行政官協会）の後援を受け、BRIDGIT という包括的な BMS が NCRRP(全国共同道路研究プログラム)によって開発された。
- FHWA（連邦高速道路局）が PONTIS という BMS の開発を支援し、PONTIS は数多くの州交通局や関係機関に採用された。
- 両 BMS に共通する基本機能として、データ収集、データ分析、意思決定支援があり、収集されたデータを用いて、データ分析を行い、維持管理にかかる意思決定を橋梁会社が行うためのレポートが出力されるしくみとなっている。

(1) BRIDGIT

BRIDGITはAASHTOから後援を受けてNCHRPにより開発された橋梁マネジメントシステムソフトウェアパッケージである。BRIDGITの目的は、橋梁管理において業務のレベルを問わず、割り当てられた予算の範囲を超えることなく、期待されるレベルのサービスを満たすために必要な各々のアクションについて、さまざまな対案の中からコスト効率の点で最適な解を選択できるよう意思決定者を支援するとともに、将来の財政的要件の同定を支援することである。BRIDGITの主な機能は、交通インフラに関わる投資計画、及びプロジェクトレベルの計画と工程策定を支援することである。

BRIDGITがシステム内に有するデータモデルは包括的であり、橋梁の状態区分（機能欠陥を含む）の評価、交通網レベルでの予算配分最適化ポリシーの決定、プロジェクトレベルのアクションの提起、維持及び修理作業の優先順位付け等に関わるものである。

データベースエンジンには FxPro/Visual FoxPro を利用している。データベース内の情報は、橋梁の集成的な管理及び各構造物の管理の両方のために用いられる。データベースのユーザは橋梁管理技師ユーザーを対象としている。全ての作業は、日付、種別、コストが橋梁 1 橋ごと及び個別の構成要素ごとに記録され、維持作業前及び作業後の状態もまた記録される。将来の状態予測に関して、BRIDGITはマルコフ劣化モデルを利用している。これは、将来の状態は推移確率のマトリックスに依存する、とする考え方である。推移確率は実際の状態区分を用いて更新されており、将来の耐荷力は最も劣化の度合いの高い上部構造の状態に基づくものとなる。

BRIDGITにおいては、直接的・間接的を問わず維持作業にかかるコストは記録されるが、点検にかかるコストは記録されない。一方で、交通の混乱がもたらす財政的なコスト、そして事故・移動時間の延長・迂回による移動距離の増大がもたらす利用者のコストは記録される。これらのコストは1橋梁ベースで概算される。

橋梁レベルアクションは、年限 20 年超の計画見通しの中で、ライフサイクルコストの概算額を最小化する方向で策定される。一連のアクションの最適な順番と時期が検討される。便益は、利用者に生じたコスト削減として数値化される。

優先順位付けとプロジェクト立案においては、コスト便益増大化の分析が用いられる。この分析手順では、所与の予算内においてコストを最小化する戦略を立てることが可能である。さらに、状態区分の分布を作成し、次善の最適ポリシーに則った場合の状態に対する効果を定量的に検証することができる。次の2頁に BRIDGIT の実際の入力画面及び出力画面のサンプルを示す。

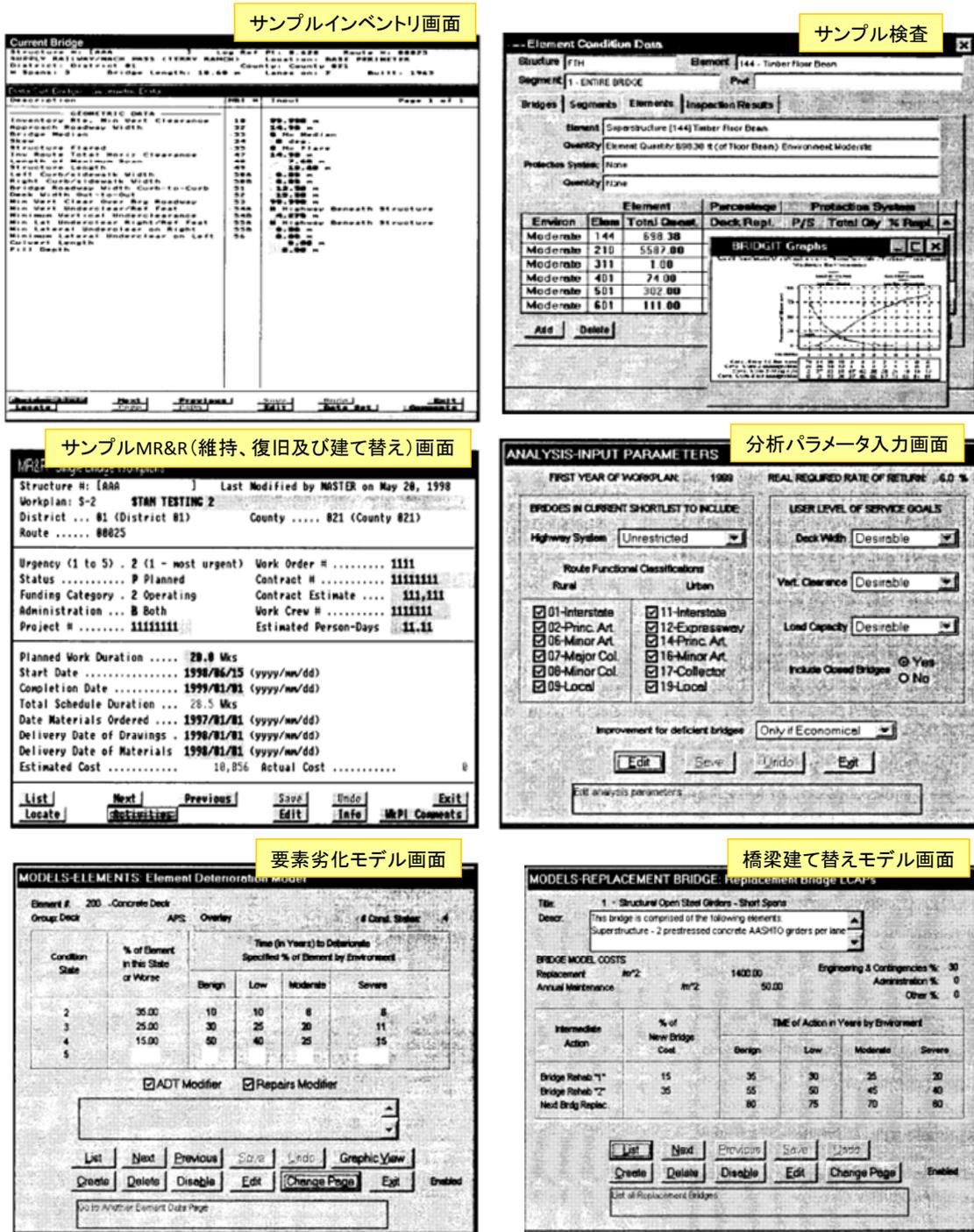
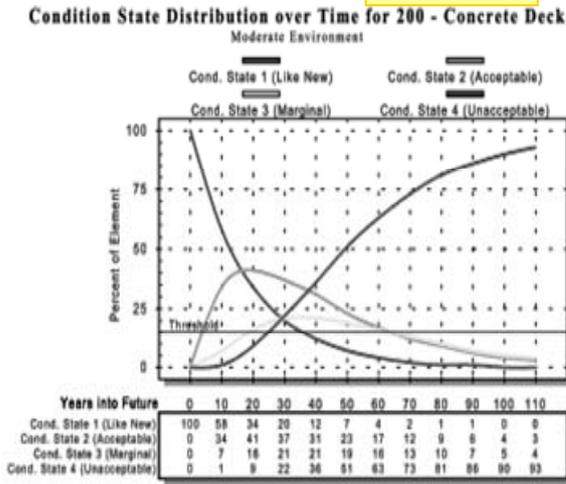


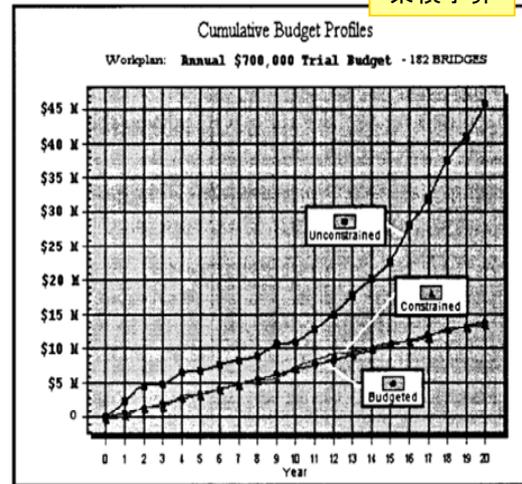
図 4-1 BRIDGIT の入力・表示画面 (例)

出典:「BRIDGIT: User-Friendly Approach to Bridge Management」(TRB Transport Research Circular) より抜粋

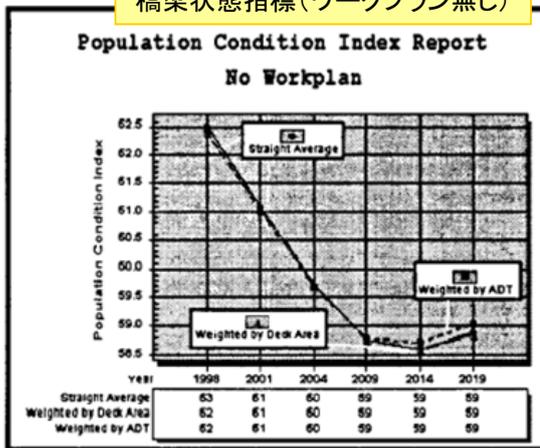
状態の推移



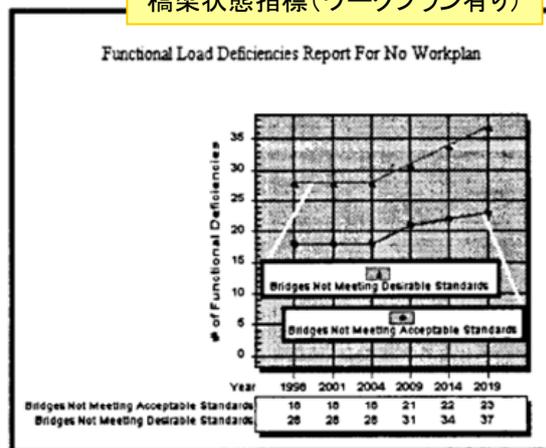
累積予算



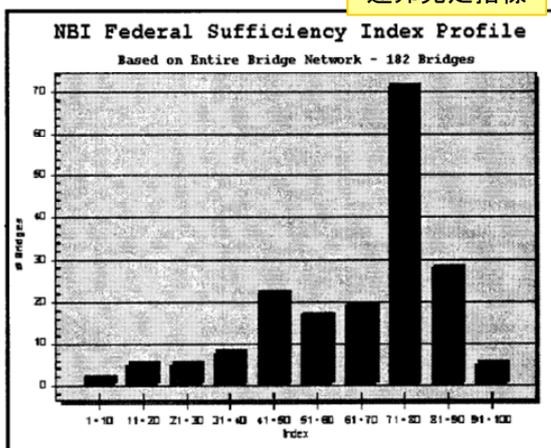
橋梁状態指標(ワークプラン無し)



橋梁状態指標(ワークプラン有り)



連邦充足指標



利用者費用対ワークプラン数

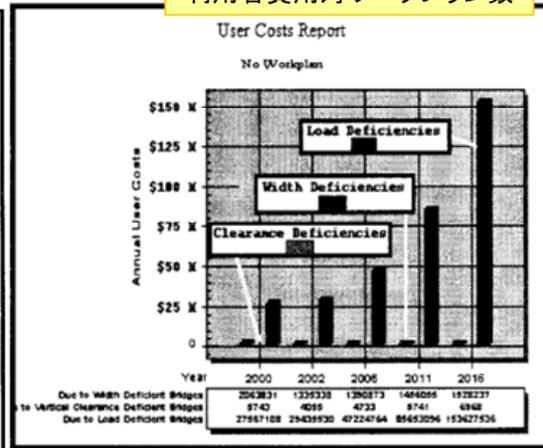


図 4-2 BRIDGIT の出力画面 (例)

出典：「BRIDGIT : User-Friendly Approach to Bridge Management」(TRB Transport Research Circular) より抜粋

(2) PONTIS

PONTIS は 1990 年代初頭に連邦高速道路局（FHWA）の監督により Cambridge Systematics 及び Optima, Inc. の 2 社により開発された橋梁管理のためのソフトウェアシステムである。PONTIS の機能は、①橋梁台帳と点検結果の記録、②最適な保護方針の策定、③状態のシミュレーション及び対応策の候補の作成、④橋梁プログラムの作成である。PONTIS はアメリカを中心に世界で計 45 組織により使用されている。

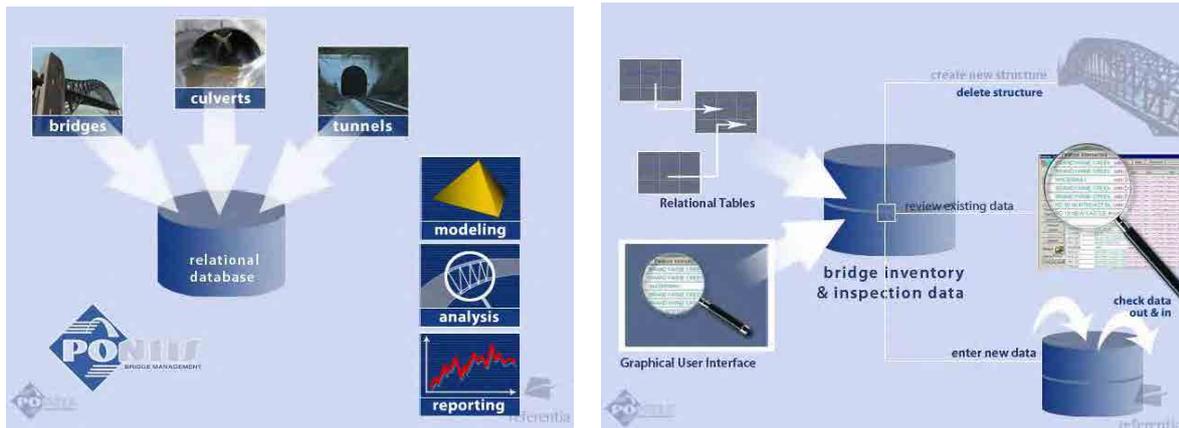


図 4-3 PONTIS の全体イメージ

出典： Pontis 情報ページ（連邦高速道路局（FHWA）のホームページ）

PONTIS は、次頁の図の通り、橋梁を構造部材の集合として表現し、各部材の属性やコスト予測及び劣化モデルのパラメータ等を入力・編集し、シミュレーションを実施し、レポート形式で最適な補修戦略を出力することができる。橋梁の保護及び改善方法の提言、エージェンシ及び利用者の負担の検討等の詳細なシミュレーション機能もある。

PONTIS が対応する橋梁管理ワークフローは以下の概念図で示される。

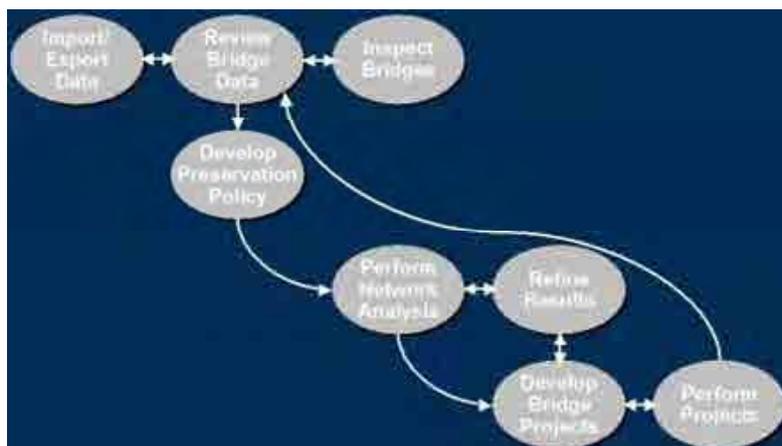


図 4-4 PONTIS の橋梁管理ワークフロー

出典： Pontis 情報ページ（連邦高速道路局（FHWA）のホームページ）

総合的な状態予測は、性能計測に基づく健康度指標を利用する。ある構造物の将来の健

康度を、割り当てられる予算額に応じて予測することも可能である。

最適化は、年限に制限のない、交通網レベルの計画見通しの中で、ライフサイクルコストの概算額を最小化する方向で策定される。

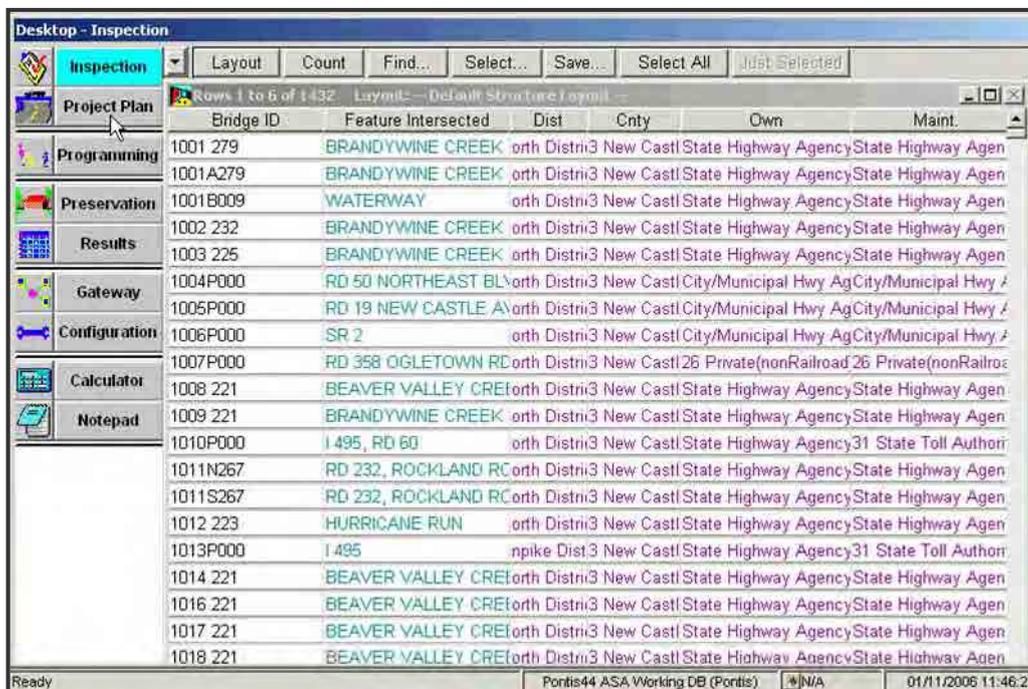
便益は、あるアクションを 1 年後に延期した場合との比較において官庁に生じたコスト削減として計算される。このようにして最適化ポリシーをひとつの橋梁に適用し、積算することで、各橋梁に対して最適な維持戦略が決定される。構成要素レベルでは、コストが最小となる維持方法が最善とされる一方、橋梁レベルでは最善の維持方法はコストと便益のバランス次第である。

優先順位付けの手順は、コスト最小化ポリシーに則りつつも故障リスクの最小化を制約条件として考慮し策定される。こうして得られたモデルは、状態の最低要件あるいは健康度指標の閾値を制約条件とした場合でも容易に対応することが可能である。

総じて、PONTIS の利用者は、橋梁維持技術者（点検、交通規制を伴わない分析作業、設計に携わる）、プランナー（長期計画、回廊計画に携わる）及び上流の意思決定者（予算立案、予測に携わる）である。

PONTIS は画像や図表を用いたレポートを作成することができるほか、独自の SQL クエリを用いてカスタマイズすることも可能である。

以下に PONTIS の利用者インターフェースを掲載する。主なモジュールは、①Inspection（点検）、②Project Plan（事業計画）、③Programming（プログラミング）、④Preservation（保護）、⑤Results（結果）である。また、次々ページに各モジュールの表示画面を示す。



The screenshot shows the PONTIS software interface. On the left is a vertical menu with icons and labels for various modules: Inspection (highlighted), Project Plan, Programming, Preservation, Results, Gateway, Configuration, Calculator, and Notepad. The main window displays a table with the following columns: Bridge ID, Feature Intersected, Dist, Cnty, Own, and Maint. The table contains 18 rows of data, including bridge IDs like 1001, 1001A279, 1001B009, 1002, 1003, 1004P000, 1005P000, 1006P000, 1007P000, 1008, 1009, 1010P000, 1011N267, 1011S267, 1012, 1013P000, 1014, 1016, 1017, and 1018, along with their respective intersected features and agency information.

Bridge ID	Feature Intersected	Dist	Cnty	Own	Maint.	
1001	279	BRANDYWINE CREEK	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1001A279		BRANDYWINE CREEK	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1001B009		WATERWAY	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1002	232	BRANDYWINE CREEK	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1003	225	BRANDYWINE CREEK	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1004P000		RD 50 NORTHEAST BL	orth Distri3	New Castl	City/Municipal Hwy Ag	City/Municipal Hwy /
1005P000		RD 19 NEW CASTLE A	orth Distri3	New Castl	City/Municipal Hwy Ag	City/Municipal Hwy /
1006P000		SR 2	orth Distri3	New Castl	City/Municipal Hwy Ag	City/Municipal Hwy /
1007P000		RD 388 OGLETOWN RC	orth Distri3	New Castl	26 Private(nonRailroad	26 Private(nonRailroa
1008	221	BEAVER VALLEY CRE	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1009	221	BRANDYWINE CREEK	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1010P000		I 495, RD 60	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	31 State Toll Authori
1011N267		RD 232, ROCKLAND RC	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1011S267		RD 232, ROCKLAND RC	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1012	223	HURRICANE RUN	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1013P000		I 495	npike Dist3	New Castl	State Highway Agency	31 State Toll Authori
1014	221	BEAVER VALLEY CRE	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1016	221	BEAVER VALLEY CRE	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1017	221	BEAVER VALLEY CRE	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen
1018	221	BEAVER VALLEY CRE	orth Distri3	New Castl	State Highway Agency	State Highway Agen

図 4-5 PONTIS の主要な機能モジュールメニュー

出典： Pontis 情報ページ（連邦高速道路局（FHWA）のホームページ）

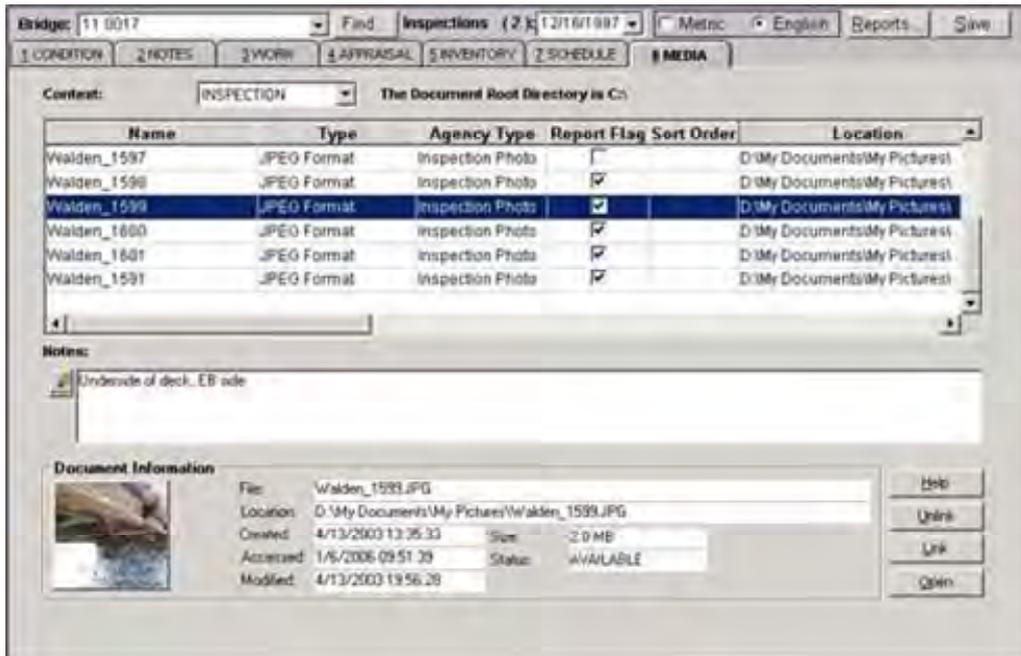


図 4-6 PONTIS のマルチメディア表示画面

出典： Pontis 情報ページ（連邦高速道路局（FHWA）のホームページ）

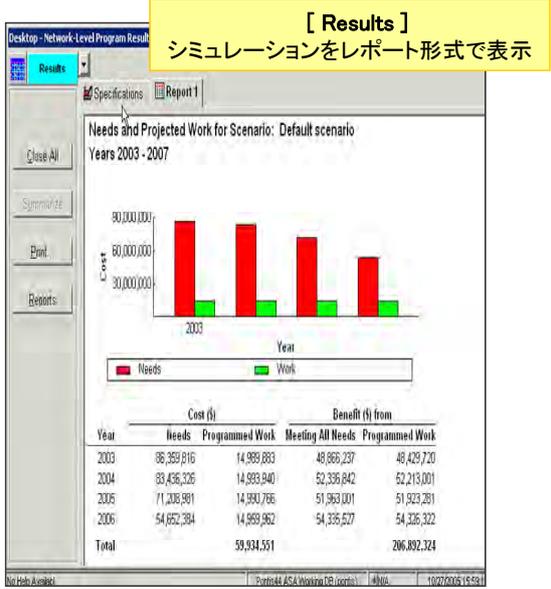
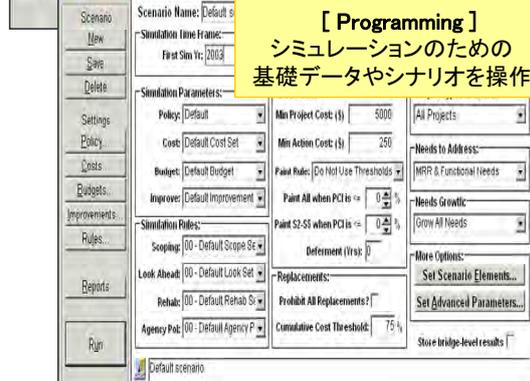


図 4-7 PONTIS の各モジュールのインターフェース

出典： Pontis 情報ページ（連邦高速道路局（FHWA）のホームページ）

4-2 日本国内における BMS の調査

[概観]

- 日本では、国土交通省が直轄国道を対象とした橋梁維持管理システムを開発し、全国で試行運用している。
- 青森県の橋梁維持管理の先進事例、岐阜県や京都府のように限られた予算の中、大学や地元自治体と協働して取り組む事例などが見られる。

(1) 国土交通省

1) 内容・しくみ

直轄国道の道路橋では、平成 13 年度より道路局および地方整備局で構成される検討委員会において開発された BMS (Bridge Management System : 橋梁マネジメントシステム) が存在し、平成 17 年度より、全事務所において試行運用されている。

図表 4-1 橋梁マネジメントシステムの開発経緯

	検討内容
平成 13 年度	・ 基礎調査の実施 ・ アセットマネジメント検討委員会発足
平成 14 年度	・ アセットマネジメントシステムの構築着手
平成 15 年度	・ 健全度(劣化)予測モデルの検討 ・ 全国 11 事務所で試行
平成 16 年度	・ 試行結果を踏まえた劣化予測モデルの見直し ・ システム導入方法の検討
平成 17 年度	・ 全事務所で試行運用開始

出典：「道路橋の計画的管理に関する調査研究－橋梁マネジメントシステム (BMS) ー」
(国土技術政策総合研究所 2009 年 3 月)

BMS では、個々の橋梁について将来の状態を予測する方法は採用されているものの、既に劣化している、或いは近い将来に深刻な状態になる可能性の高い橋梁を抽出し、補修時期の検討やそれを見逃さないための一つの参考情報を与えるものと位置づけられている。道路橋の維持管理の実務における BMS の位置づけは以下の通りとなっている。



図 4-8 維持管理実務への BMS の導入位置づけ

出典：「道路橋の計画的管理に関する調査研究－橋梁マネジメントシステム（BMS）－」
 (国土技術政策総合研究所 2009年3月)

BMS は、以下の4つの区分で構成されており、その構成要素と機能、橋梁管理の流れと BMS との関係については、各々、以下の通りとなっている。

- ・ 橋梁の現状を把握するための諸元、補修履歴、点検データ等の関連入力データ
- ・ 健全度（劣化）予測等の実施結果を踏まえた更新・補修の優先順位リスト、定期対策・定期交換の必要リスト、定期点検に基づく損傷箇所リスト、未対策橋梁の抽出リスト
- ・ 概算要求資料の作成を支援する短期計画支援機能
- ・ 補修シナリオ等を基にライフサイクルコストを予測する中長期計画支援機能

表 4-1 BMS の構成要素及び機能

BMS の構成要素		内容、機能等
入力 データ	道路管理 データベース	<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁諸元データ (MICHI) : 橋梁名、建設年、橋長、幅員、床版厚さ、塩害地域区分、大型車交通量等 ・補修履歴データ : 部材毎の補修年、補修内容等
	橋梁点検 データベース	<ul style="list-style-type: none"> ・定期点検データ : 点検年、損傷の種類、損傷程度等 ・橋梁管理カルテ : 橋梁名、劣化要因、対策区分の判定結果等
	進捗管理 データ	<ul style="list-style-type: none"> ・三大損傷管理リスト : 三大損傷 (塩害、疲労、ASR) の対策実施状況 ・耐震補強状況リスト : 耐震補強の実施状況
	塩害特定点検 データ	<ul style="list-style-type: none"> ・塩害特定点検データ : かぶりの測定結果、塩化物イオン量試験結果等
BMS 本体機能	健全度評価	<ul style="list-style-type: none"> ・点検結果を用いて、部材毎、劣化要因毎に、損傷程度の評価区分を健全度ランク及び定量的な評価値に変換
	劣化予測	<ul style="list-style-type: none"> ・部材毎、劣化要因毎に、劣化予測モデルを用いて、現時点の健全度評価及び将来の劣化を予測
	補修時期・ 補修工事費の 計算	<ul style="list-style-type: none"> ・点検結果、劣化予測に基づく個別橋梁の補修時期・補修工事費を計算 ・補修時期・補修工事費の計算結果より、短期計画支援ツールに取り込む橋梁の補修時期、補修工法、補修数量、補修工事費等を出力
短期計画 支援機能	損傷箇所の 抽出	<ul style="list-style-type: none"> ・全部材について、対象劣化要因以外で、損傷の対策区分が E1、E2、C、S、M (S63 定期点検では I、II) の部材をスパン毎に抽出
	短期計画支援 ツール	<ul style="list-style-type: none"> ・補修優先橋梁の選定を支援 ・次年度予算要求資料作成を支援 ・予防保全率算定を支援
中長期計 画支援機 能 (未整備)	中長期計画支 援ツール	<ul style="list-style-type: none"> ・補修シナリオ (管理パターン) 毎の中長期の必要費用を計算

出典 : 「道路橋の計画的管理に関する調査研究－橋梁マネジメントシステム (BMS) ー」
(国土技術政策総合研究所 2009年3月)

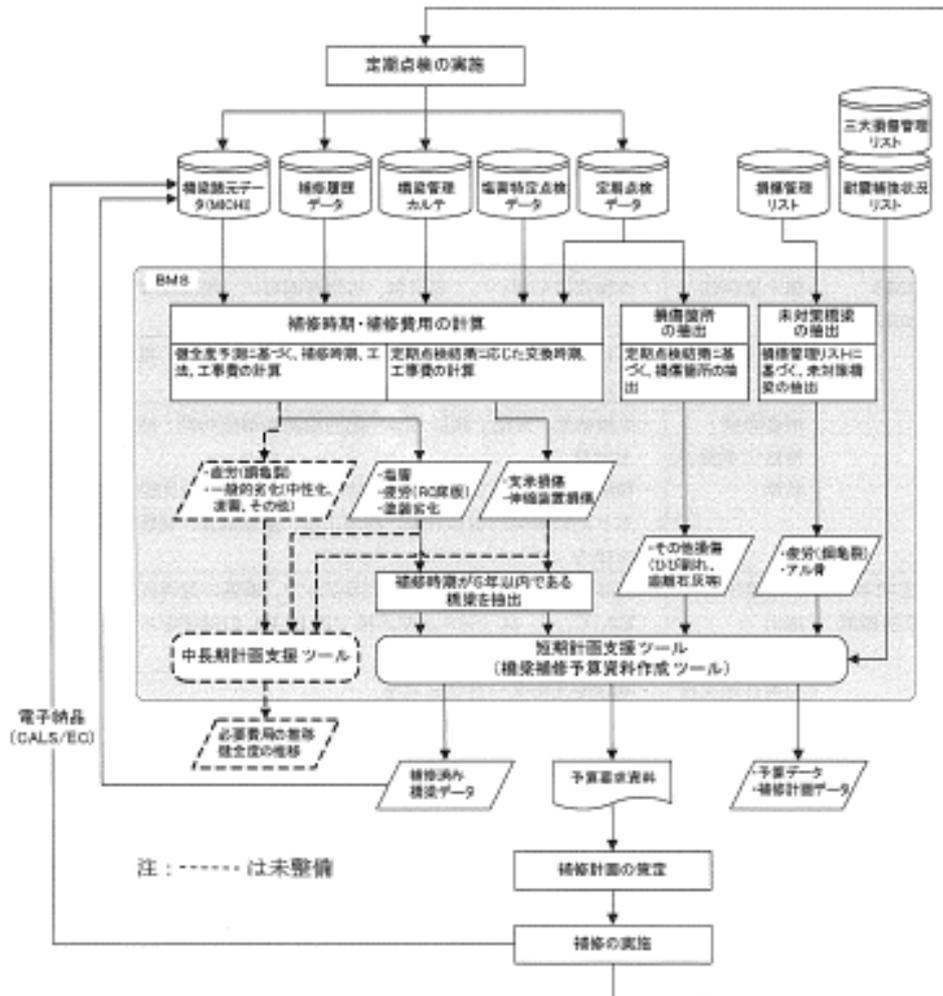


図 4-9 橋梁管理の流れと BMS の関係

出典：「道路橋の計画的管理に関する調査研究－橋梁マネジメントシステム（BMS）－」（国土技術政策総合研究所 2009年3月）

BMS の本体機能である、健全度評価、劣化予測、補修時期・補修工事費の計算について、以下に概説する。

(健全度評価)

健全度予測は、橋梁の寿命に大きく影響し、損傷が比較的多く発生し、現在の技術的知見によりある程度の精度で予測可能な劣化要因として、コンクリートの塩害、RC 床版の疲労、鋼部材の塗装劣化・腐食の 3 つを対象としている。対象部材は、橋梁の安全性確保に重要であり、補修・補強費用に大きく影響する主要部材として、以下の通り、部材区分ごとに評価単位を設けている。

表 4-2 健全度予測を行う対象部材、部材別評価単位

区分	対象部材	評価単位
上部工	主桁、横桁、縦桁、主構トラス（上・下弦材、斜材、垂直材、橋門構）、アーチ（アーチリブ、補剛桁、橋門構）、ラーメン主構桁	1 スパンかつ桁 1 本ごとに評価
下部工	橋脚、橋台	1 基ごとに評価
床版	床版	1 スパンごとに評価

出典：「道路橋の計画的管理に関する調査研究－橋梁マネジメントシステム（BMS）－」（国土技術政策総合研究所 2009 年 3 月）

さらに健全度の定義として、損傷程度と損傷要因をもとに橋梁の安全性と対策工法の規模から以下の通りランク付けされている。

表 4-3 健全度の定義

健全度ランク	状態
I	<ul style="list-style-type: none"> 劣化や変状が殆ど認められない 機能的に問題ない
II	<ul style="list-style-type: none"> 軽微な劣化や変状が認められる 部材の機能低下は見られず、利用者等への影響はない
III	<ul style="list-style-type: none"> 劣化や変状が進行している 部材の機能低下は小さく、利用者等への影響は殆どない 一般的に小規模な対策により機能の回復が図られる
IV	<ul style="list-style-type: none"> 劣化や変状が広範囲に進行している 部材の機能低下が進行し、利用者等への影響が危惧される 比較的規模の大きな対策が必要となる
V	<ul style="list-style-type: none"> 劣化や変状が著しく進行している 部材の機能が大きく低下しており、利用者等に危険が及び恐れがある 大規模な対策、部材の更新または架け替えの必要がある

出典：「道路橋の計画的管理に関する調査研究－橋梁マネジメントシステム（BMS）－」（国土技術政策総合研究所 2009 年 3 月）

(劣化予測)

劣化予測については、以下の最右欄の定量的指標を用いている。

表 4-4 損傷別の定量的指標

劣化要因	評価単位	損傷の種類	定量的指標
コンクリートの塩害	コンクリート部材：主桁、横桁、縦桁、アーチ、ラーメン主構桁、床版、橋脚、橋台	ひび割れ	塩化物イオン濃度 (kg/m ³) 鋼材体積減少率 (%)
		剥離・鉄筋露出	
RC 床版の疲労	コンクリート部材：床版	床版ひび割れ	疲労損傷度
		抜け落ち	
鋼部材の塗装劣化・腐食	鋼部材：主桁、横桁、縦桁、アーチ、ラーメン主構桁、床版、橋脚	塗装劣化	さび発生面積 (%)
		腐食	
支承の劣化	鋼部材、ゴム部材：支承	腐食、亀裂、破断	健全度指標 (100 点満点)
		ゆるみ・脱落	
		支承の機能障害	
伸縮装置の劣化	鋼部材、ゴム部材：伸縮装置	腐食、亀裂、破断	
		ゆるみ・脱落	
		路面の凹凸	
		変形・欠損	

出典：「道路橋の計画的管理に関する調査研究－橋梁マネジメントシステム (BMS) －」
(国土技術政策総合研究所 2009 年 3 月)

また、将来の健全度評価については、点検の要素ごと、損傷の種類ごとに定性的な区分で判定している損傷の程度を変換して評価を行っている。具体イメージは以下の通りである。

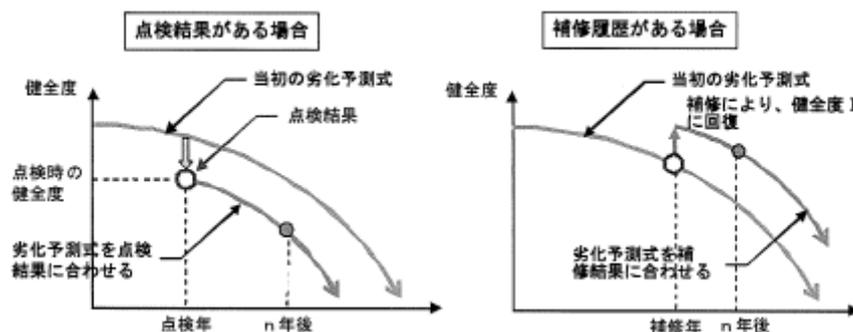


図 4-10 劣化予測モデルの補正方法のイメージ

出典：「道路橋の計画的管理に関する調査研究－橋梁マネジメントシステム (BMS) －」
(国土技術政策総合研究所 2009 年 3 月)

- ・ 損傷ごとに劣化予測モデル (一般形) を設定
- ・ 現在 (点検年) の状態が劣化予測モデル (一般形) のどの位置に相当するかを点

検結果等による損傷状態との対応から特定

- ・劣化予測モデル（一般形）を現在の損傷状態に適合するよう補正
- ・直近の点検年移行に補修が行われていた場合は、補修により健全度は I に回復したと仮定し、劣化予測モデル（一般形）を補正
- ・補正した劣化予測モデルにより、将来の劣化状態を表す値を求め、将来の健全度を設定

（補修工事費の計算）

補充工事費の算出は、健全度ランクごとに設定された標準的な補修工法の単価、MICHI データベースより取得した必要情報（幅員、橋長、橋脚高さ等）をもとにスパン当たりで算出した補修数量をもとに、諸経費率を加えて算出される。なお、補修工事の実態を考慮して、足場を共用できる場合は、同一工事で補修を行うよう工事調整を行った補修工事費が算定されるしくみとなっている。

（2）自治体（青森県）

1) 内容・しくみ

青森県の普通建設事業費は平成 11 年頃をピークに減少していく中で、厳しい予算制約下で適切な橋梁の維持管理を行っていくことが不可欠であった。青森県には 15m 以上の橋梁が 747 橋あり、日本の他の地域と同様に、高度経済成長時代後期の 1970 年以降に建設が集中している。近い将来に橋梁の大量更新時代が到来することが見込まれているため、平成 15 年度、青森県庁のある若い技術者がアセットマネジメントシステムを知事に提案し、巨額の予算が承認されたことをきっかけとして、現在の橋梁アセットマネジメントの取り組みが始まった。

青森県橋梁アセットマネジメントシステムは、「青森県橋梁アセットマネジメントシステム開発コンソーシアム」に開発されており、以下の 3 項目を含んだ橋梁のトータルマネジメントシステムである。

（システム①：IT システム）

点検状況を効率的に管理する点検支援システムや予算の算定を実施する予算シミュレーションシステム等が含まれる。たとえば、PDA を用いた点検支援システム（AMSS）を開発した。

（システム②：マニュアル）

青森県が独自に維持管理・点検マニュアルを策定した。以下のとおり、マニュアル一覧とそれぞれの概要を示す。

- 基本計画：基本コンセプト
- 点検マニュアル：橋梁点検ルール
- 対策マニュアル：長寿命化補修ルール
- 事業評価マニュアル：マネジメントルール
- データベース更新マニュアル：データ更新ルール
- アクションプラン：5 カ年事業計画

(システム③：エンジニア)

橋梁維持管理を担う人材の育成や組織体制の構築・強化を目的として、橋梁設計研修会等を通じた県若手職員のスキルアップや、橋梁点検技術研究会を通じた県内建設関係者のスキルアップ、振動計測による橋梁アセットマネジメント等による産学官共同研究会の推進を実施している。

これらの取り組みの直接的な効果としては、点検費用を従来比で 80%削減したことが挙げられるが、より詳細なデータを収集・格納することによって、高精度の劣化予測や効率的な維持管理計画策定に活用できる可能性もあり、ライフサイクルコスト最小化や適切な更新時期の判断を含めた効率的かつ効果的な維持管理の実施が可能となる。

青森県は平成 18 年 3 月、橋長 15m以上の橋梁を対象とした 5 箇年のアクションプラン（平成 18 年度～平成 22 年度）を策定、同計画に基づき事業を実施した。その後、橋長 15 m未満の橋梁についても点検が完了したことをうけ、県が管理する全ての橋梁を対象とした「橋梁長寿命化修繕計画（10 箇年計画：平成 20 年度～平成 29 年度）」の策定に至った。

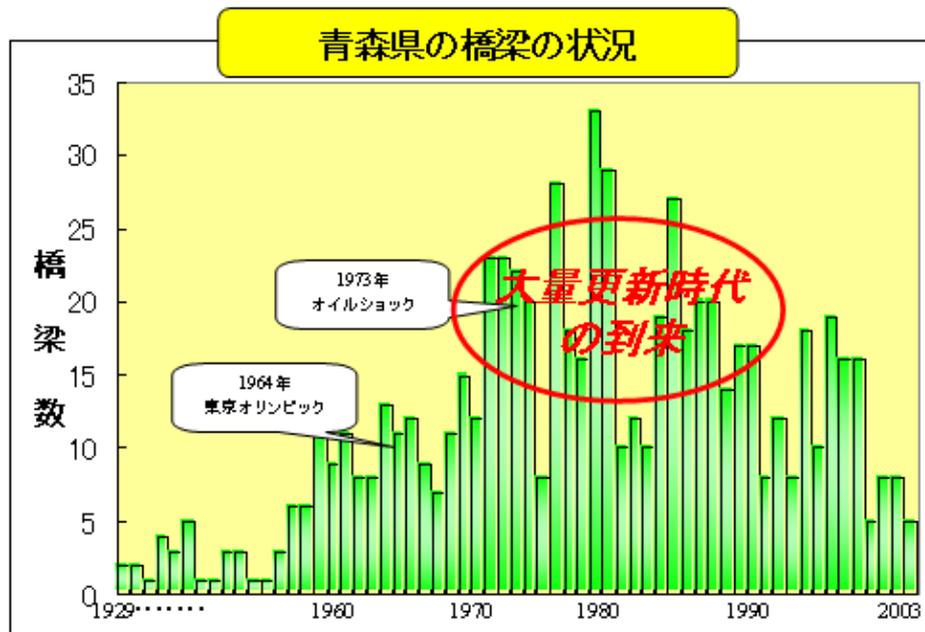


図 4-11 青森県の橋梁の状況

出典：青森県HP

橋梁長寿命化修繕計画 10 箇年計画では、以下のような基本戦略と、個別橋梁に対する戦略が規定されている。

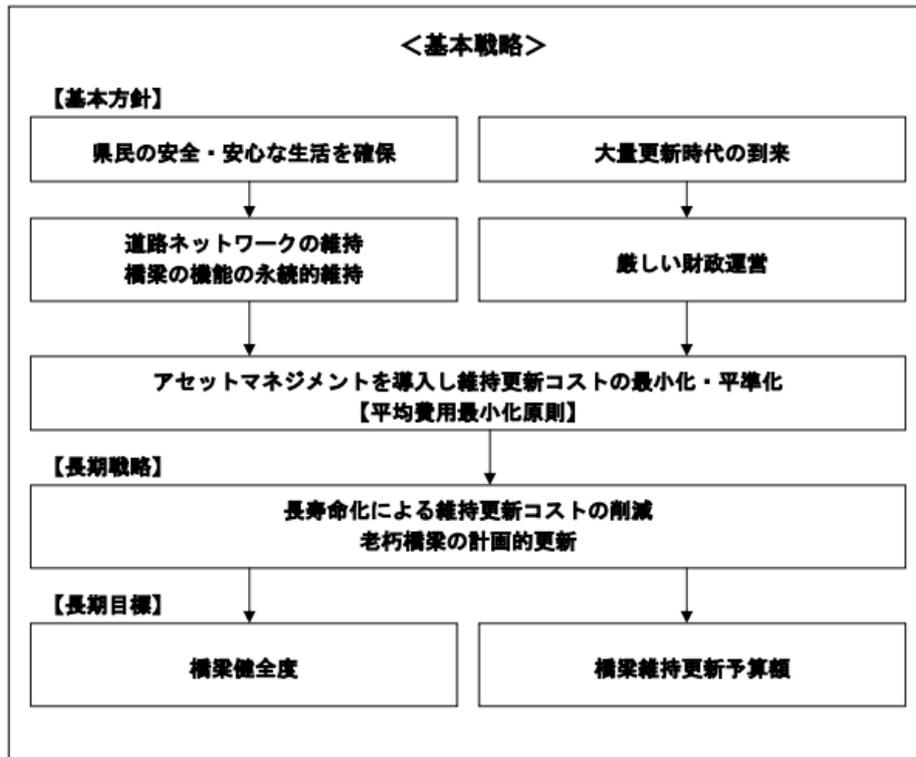


図 4-12 基本戦略

出典：青森県橋梁長寿命化修繕計画 10 箇年計画

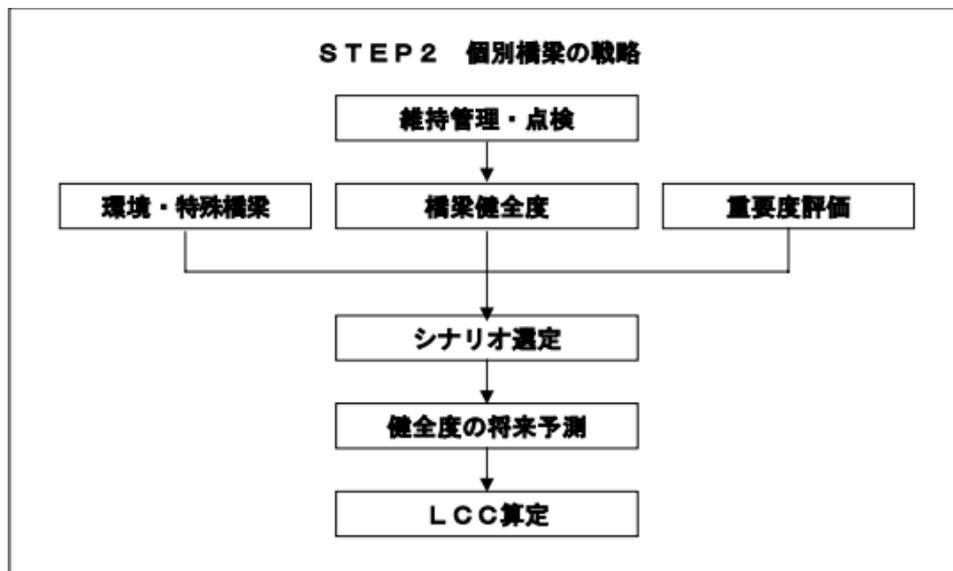


図 4-13 個別橋梁の戦略

出典：青森県橋梁長寿命化修繕計画 10 箇年計画

[点検]

下に青森県の橋梁維持管理の体系図を示す。点検（下図左側）は、日常管理、計画管理、異常時管理の3種類に体系化されている。

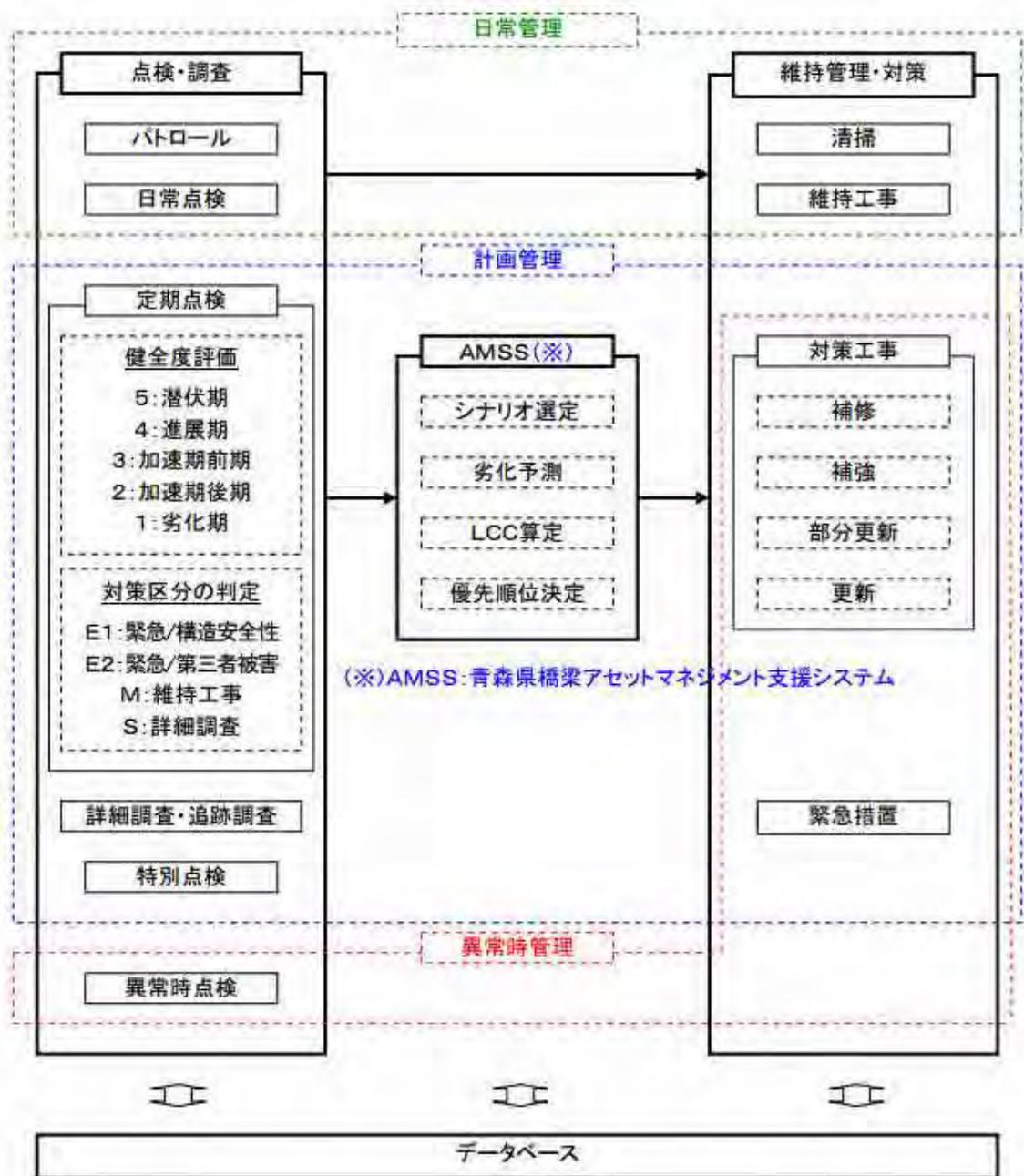


図 4-14 維持管理体系

出典：青森県橋梁長寿命化修繕計画 10 箇年計画

計画管理の概要は以下の通りである。

項目	目的	実施者	実施内容
定期点検 (1回／5年)	構造安全性・交通安全性の確認、計画的維持管理のための情報収集	委託業者 一部県職員	全部材を対象に、 支承周り、桁端部→近接目視 スパン中央部→遠望目視
特別点検 (随時)	構造安全性・交通安全性を脅かす恐れのある特定の損傷の発見	委託業者	指定された部材を対象に、 近接目視、非破壊検査、サンプリング調査、機器計測
詳細調査、 追跡調査 (随時)	劣化損傷の原因究明、劣化程度の把握、劣化損傷の継続的な観察	委託業者	指定された部材を対象に、 近接目視、非破壊検査、サンプリング調査、機器計測

定期点検は、安全性の確認及び計画管理のための情報収集を目的として行われる。安全性の確認については、定期点検の実施により、構造安全性・交通安全性を脅かす恐れのある劣化・損傷並びに第三者被害を引き起こす恐れのある劣化・損傷が発見された場合は、以下の対策区分を判定し必要な処置を講じる。

対策区分	判定の内容
E1	橋梁構造の安全確保の観点から、緊急対応の必要がある
E2	交通安全性の確保、又は第三者被害防止の観点から、緊急対応の必要がある
M	耐久性向上の観点から、維持工事に対応する必要がある。
S	劣化損傷の原因特定又は劣化損傷程度の判定の必要性から詳細調査の必要がある

青森県の橋梁アセットマネジメントシステムは、維持管理策定機能など、多数の特徴を有するがそのうち、維持管理、点検手法、劣化曲線の扱い方を紹介する。

具体的な手法としては、青森県内の全ての橋梁は、下図の通り構造区分によってAグループ橋梁、Bグループ橋梁に分類され、さらにそれぞれ長寿命化橋梁と計画的更新橋梁に分類される。

①Aグループ橋梁は、定期点検・劣化予測・LCC算定・予算シミュレーションを行う。対策工事として、長寿命化対策工事または計画的更新工事を行い、計画的更新工事の後は予防保全による長寿命化を行う。

②Bグループ橋梁は、小規模な橋梁が多数を占めることから、簡素化して管理コストの低減を図るため、定期点検・劣化予測・LCC算定・予算シミュレーションを行わず、橋梁の損

傷度を日常点検（一次・二次）において評価する。

表 4-5 橋梁のグループ分け

		Aグループ橋梁		Bグループ橋梁	
構造区分		<ul style="list-style-type: none"> ・ 橋長 15m以上の橋梁 ・ 橋長 15m未満の鋼橋 ・ 横断歩道橋 		<ul style="list-style-type: none"> ・ 橋長 15m未満のコンクリート橋 	
橋梁数		839橋		1,422橋	
管理区分		長寿命化橋梁	計画的更新橋梁	長寿命化橋梁	計画的更新橋梁
維持管理方針		予防保全を取り入れて長寿命化を図る	更新を前提とした管理を行い、更新後は、予防保全を取り入れて長寿命化を図る	予防保全を取り入れて長寿命化を図る	更新を前提とした管理を行い、更新後は、予防保全を取り入れて長寿命化を図る
点検	日常点検	○	○	○	○
	定期点検	○	○	×	×
	異常時点検	○	○	○	○
劣化予測		○	○	×	×
LCC算定		○	○	×	×
維持工事		○	○	○	○
長寿命化対策		○	○更新後	○	○更新後
更新計画		×	○	×	○

出典：青森県橋梁長寿命化修繕計画 10箇年計画

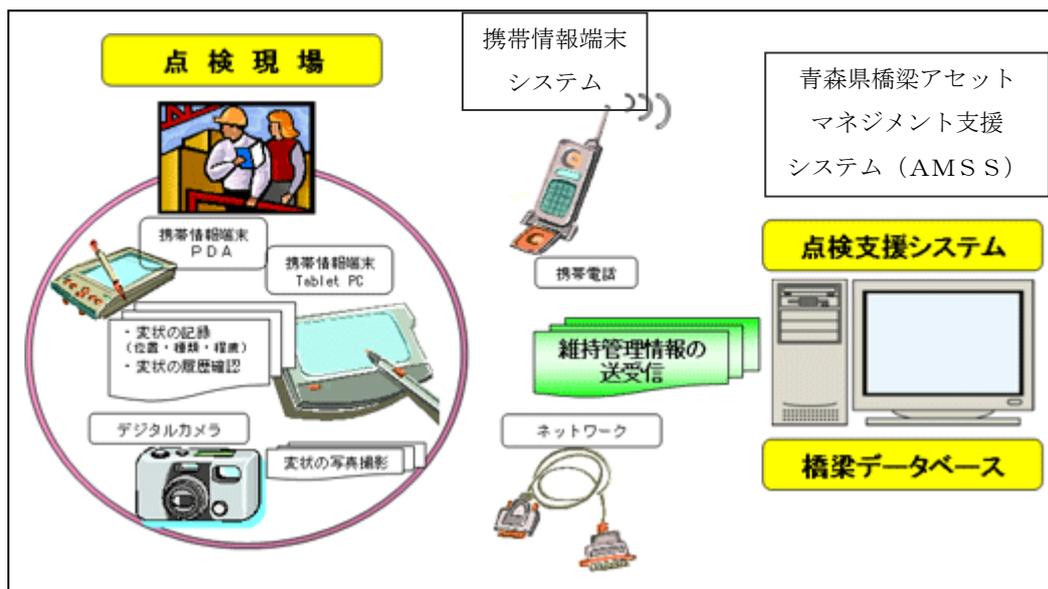


図 4-15 維持管理・点検の概念図

出典：青森県 HP

〔評価〕

青森県では、劣化予測式に不可欠な橋梁点検データの蓄積がなかったため、それぞれの橋梁の環境に合わせて、既存の研究成果や点検データや過去の補修履歴、学識経験者の知見、これらの融合によって劣化予測式を作成した。部材や劣化機構ごとに全 275 種類、環境条件別によると 1,022 種類の劣化予測式を設定、さらに修正式による補正を行うことで、現実に近い、実用的な将来予測をが可能となったとしている。

県内の A グループ橋梁（橋長 15m 以上）は、下表の定義及び状態分類に従い健全度評価が行われる。

健全度評価	定義	状態
潜伏期 (4.5~5.5)	鋼材のかぶり位置における塩化物イオン濃度が腐食発生限界濃度に到達するまでの期間	外観上の変状が見られない、塩化物イオン濃度腐食発生限界以下
進展期 (3.5~4.5)	鋼材の腐食開始から腐食ひび割れ発生までの期間	外観上の変状が見られない、塩化物イオン濃度腐食発生限界以上、腐食が開始
加速期前期 (2.5~3.5)	腐食ひび割れ発生により鋼材の腐食速度が増大する期間	腐食ひび割れが発生、錆汁が見られる
加速期後期 (1.5~2.5)		腐食ひび割れが多数発生、錆汁が見られる、部分的なはく離・はく落が見られる、腐食量の増大
劣化期 (0.5~1.5)	鋼材の腐食量の増加により耐荷力の低下が顕著な期間	腐食ひび割れが多数発生、ひび割れ幅が大きい、錆汁が見られる、はく離・はく落が見られる、変位・たわみが大きい

例) RC上部工(被覆無し)の塩害の場合

STEP1 既存の研究成果

潜伏期：フィックの拡散方程式
 進展期：腐食速度式、
 腐食ひび割れ発生腐食量式

STEP2 点検データや補修履歴

加速期以降：劣化実例(新赤石大橋)

STEP3 学識経験者の知見

設定した予測式を検証
 過去のデータとの整合性
 既存の予測式の使用方法を検証

STEP4 環境条件による分類

塩害区分により修正して設定

例)部材:上部工
 材質:鉄筋コンクリート
 劣化機構:塩害
 仕様:被覆なし

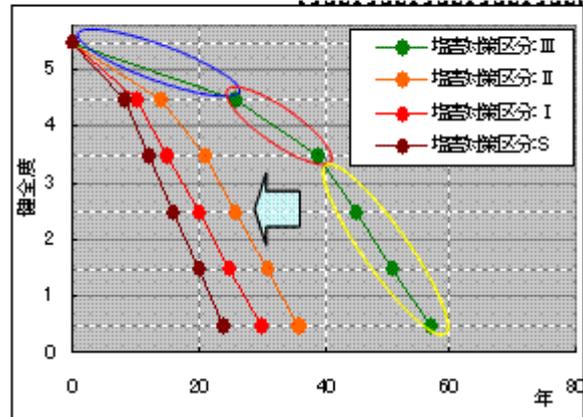
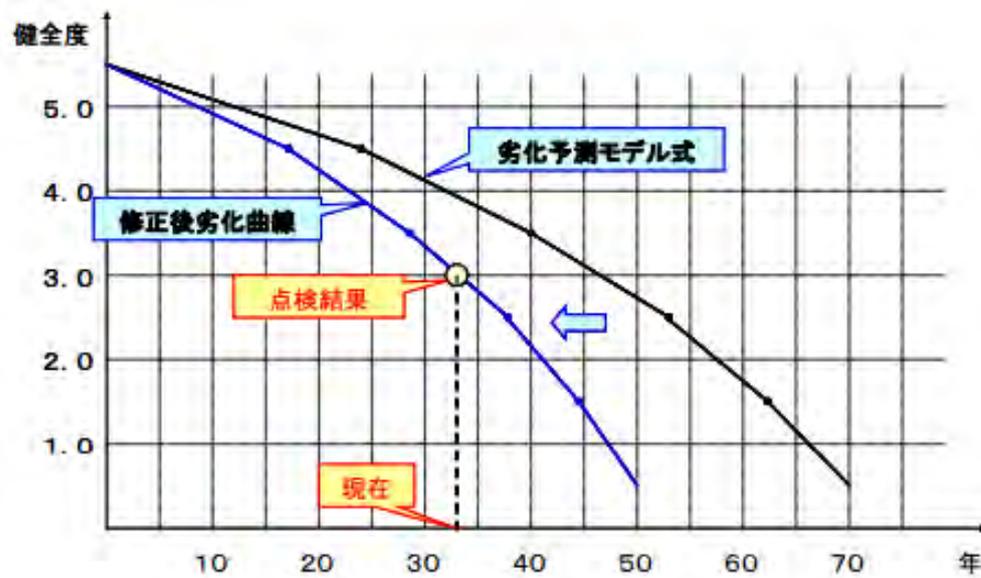


図 4-16 劣化予測式の例

出典：青森県橋梁長寿命化修繕計画 10 箇年計画



出典：青森県橋梁長寿命化修繕計画 10 箇年計画

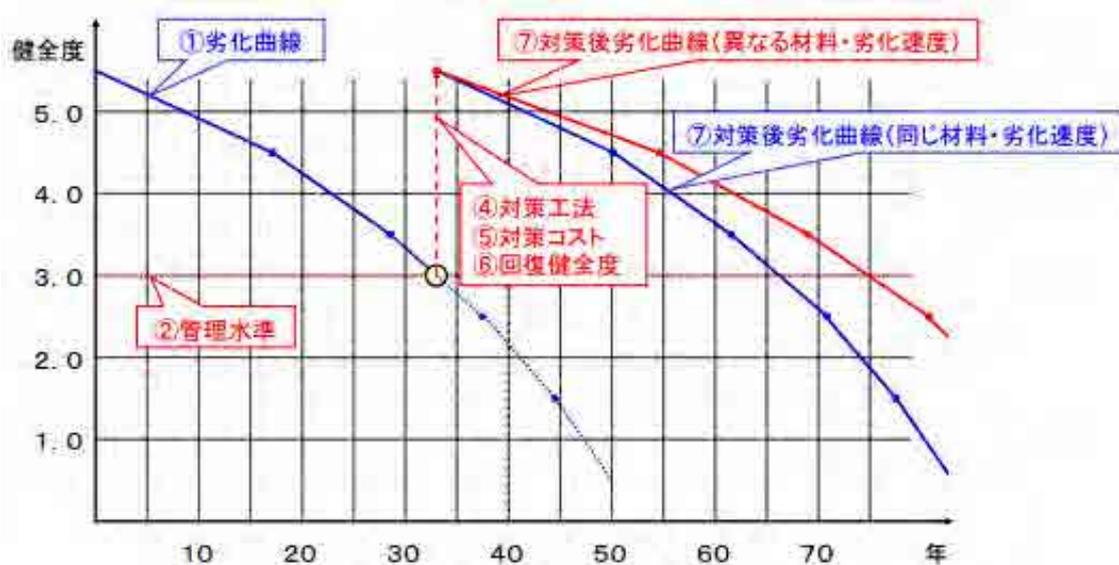


図 LCC 算定

図 4-17 劣化予測式の自動修正

出典：青森県橋梁長寿命化修繕計画 10 箇年計画

[計画]

中長期予算計画の策定については、まず個別橋梁ごとに最適シナリオを選定し、それらの LCC を全橋梁で集計、その集計値と中長期予算との整合を図り、整合が取ればそのまま中長期予算計画を決定し、整合しない場合はシナリオの再選定を行い、中長期予算との整合を図り、中長期予算計画を決定することとしている。

また、青森県では、策定した橋梁アセットマネジメントシステムを運営していくための人材確保を図る取り組みを実施している。その一例として団塊橋梁エンジニア受入事業がある。これは、維持補修関連工事に関して、県外大手コンサルタントと県内コンサルタントが JV で実施し、その際に県外大手コンサルタントの団塊世帯のエンジニアがアドバイザーとして入ることを条件とする発注を行うものである。これにより、県内コンサルタントが県外大手コンサルタントに所属する団塊橋梁エンジニアの指導を受けながら設計を実施し、技術力を高めることができる。

[実施]

平成 16 年度に「青森県橋梁アセットマネジメントシステム開発コンソーシアム」を設置し、平成 17 年度末まで、青森県橋梁アセットマネジメントシステムを構築すべく検討を開始した。

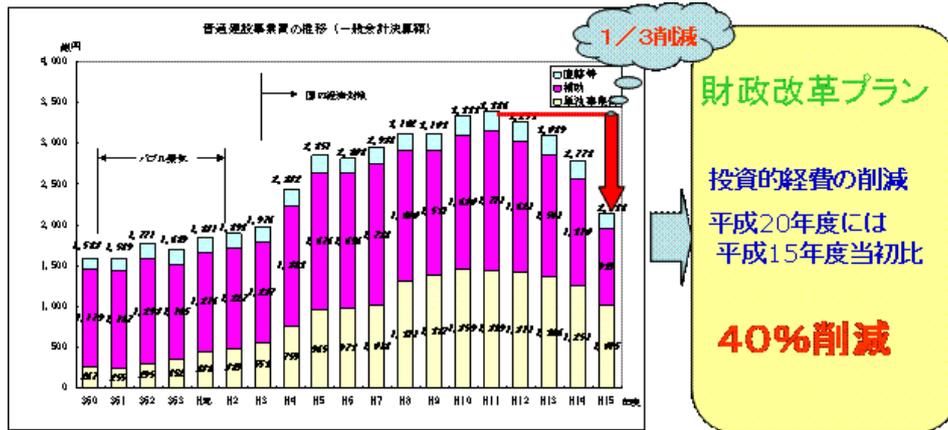


図 4-18 青森県の普通建設事業費

出典：青森県 HP

産官学の主体によって構成された「青森県橋梁アセットマネジメントシステム開発コンソーシアム」では点検・調査・診断WGなどが設置され、橋梁アセットマネジメント基本計画、維持管理点検マニュアル及び補修補強マニュアルの策定が行われた。さらに、平成18年度に、コンソーシアムで策定された基本計画に沿って、アクションプランが制定され、現場における維持補修業務に反映されている。

アクションプラン（案）は以下の3点から構成される。

青森県橋梁維持管理長期計画	本県の橋梁の今後30年間に必要な維持更新費用を初期点検データに基づきシミュレーションのうえ、長期にわたる橋梁の維持更新に必要な予算額目標値と橋梁の健全度目標値などを定める。
青森県橋梁維持更新5箇年計画	平成18年度からの5箇年において、具体的にどの橋梁をどのように補修又は更新するかについて、初期点検データに基づきシミュレーションのうえ定める。 また、橋梁点検についても、初期点検で把握した現状により、どのような状況の橋をどのくらいの頻度で点検を行うのかなどについて定める。
青森県橋梁アセットマネジメント運営マニュアル	アセットマネジメントを効率的・効果的に運営するため、①組織・運営体制②青森県橋梁アセットマネジメント支援システム維持更新手法③新技術の採用手法④資金調達手法⑤入札発注方法 などについて定める。

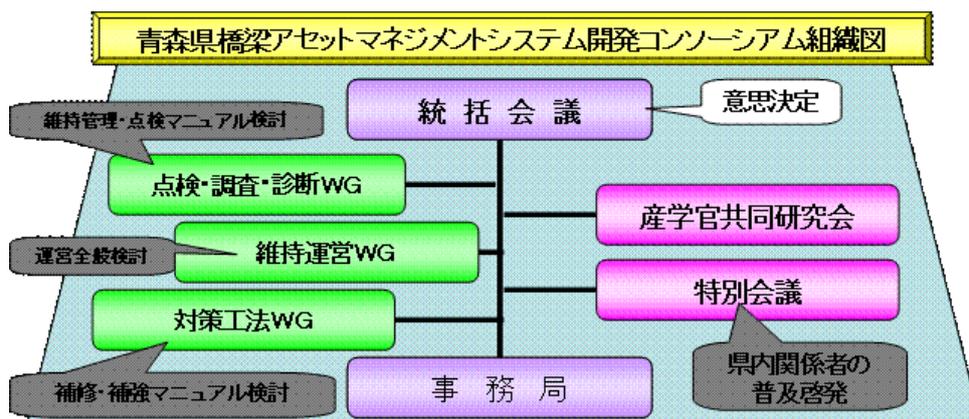


図 4-19 「青森県橋梁アセットマネジメントシステム開発コンソーシアム」の組織図

出典：青森県 HP

青森県橋梁アセットマネジメント長寿命化補修モデル事業として実施された「安方橋」維持修繕の事例がパンフレット化されている。モデル修繕工事は平成 16 年 12 月～17 年 3 月までの第 1 期工事、同 17 年 4 月～18 年 3 月までの第 2 期工事に分かれ、三井住友建設株式会社が施工した¹。安方橋は、昭和 13 年に完成した RC 固定アーチ橋であり、青森県教育委員会により「青森県の近代遺産」として選定されていた。

①PDCA における示唆・課題

青森県の事例は、策定した社会資本の維持管理計画を実際に運用している先進的な事例であり、今後はどのような効果が発現するかを注意深く観察していく必要があるものと考えられる。加えて、維持管理のための手法、劣化曲線の利用方法、人材確保の取り組みは、他の自治体でも応用できる項目が多いものと考えられる。

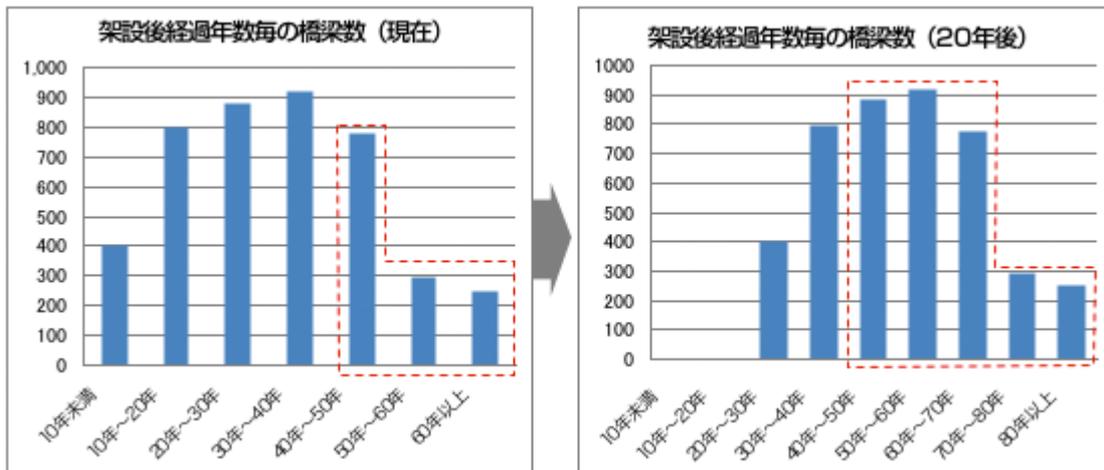
¹ <http://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kendo/doro/files/vasukata1.pdf>

(3) 自治体（岐阜県）

1) 内容・しくみ

岐阜県は、道路延長距離は 4175km と全国 11 位だが、橋梁数は北海道に次ぎ全国 2 位の県であり、木曾三川に懸架された「歴史的鋼橋」（木曾川橋、長良大橋、揖斐大橋）3 橋を有する。

図表 岐阜県内における架設後経過年数毎の橋梁数（現在～20 年後）



出典：岐阜県「岐阜県橋梁長寿命化計画」HP

現在、同県は、地域共同維持管理を目指している。つまり、地域住民を維持管理主体のひとつとして位置付け、橋梁を含む社会基盤の維持管理に目を向けてもらいつつ、アセットマネジメントを実施している。また、岐阜大学を中心に、「社会基盤メンテナンスエキスパート」というアセットマネジメントのを担う人材を積極的に育成している。これにより、自治体と民間企業の専門家を対象に講義を提供し、終了後に資格を与える。なお、資格を取得することで民間企業は、同県の工事において、総合評価方式の加点対象となる制度も整備されている。

[点検]

岐阜県における橋梁維持管理の PDCA を以下に示す。

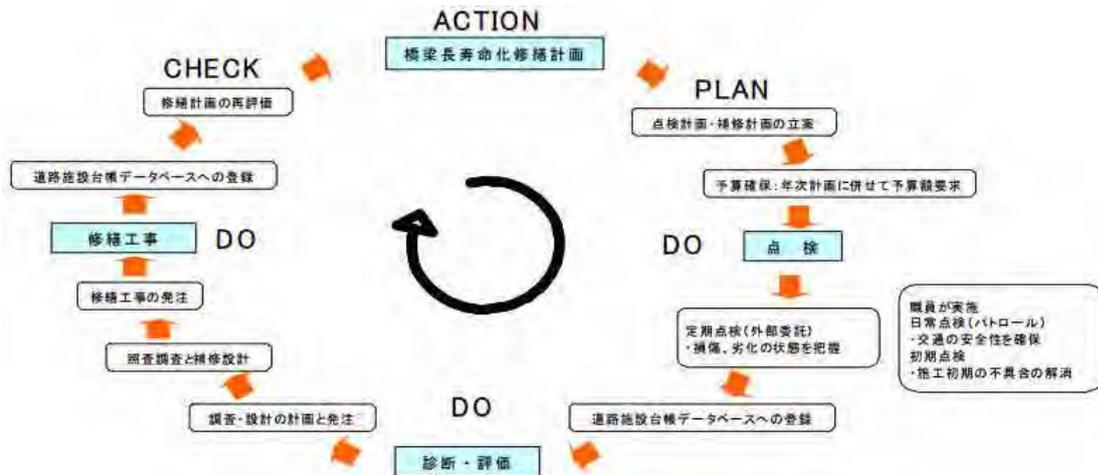


図 4-20 橋梁維持管理のPDCA

出典：岐阜県橋梁点検マニュアル平成 22 年 4 月版

岐阜県橋梁点検マニュアル平成 22 年 4 月版においては、日常点検、初期点検、定期点検、臨時点検の 4 段階の点検が規定されている。

橋梁点検の位置づけを示すフローチャートが以下のとおりである。

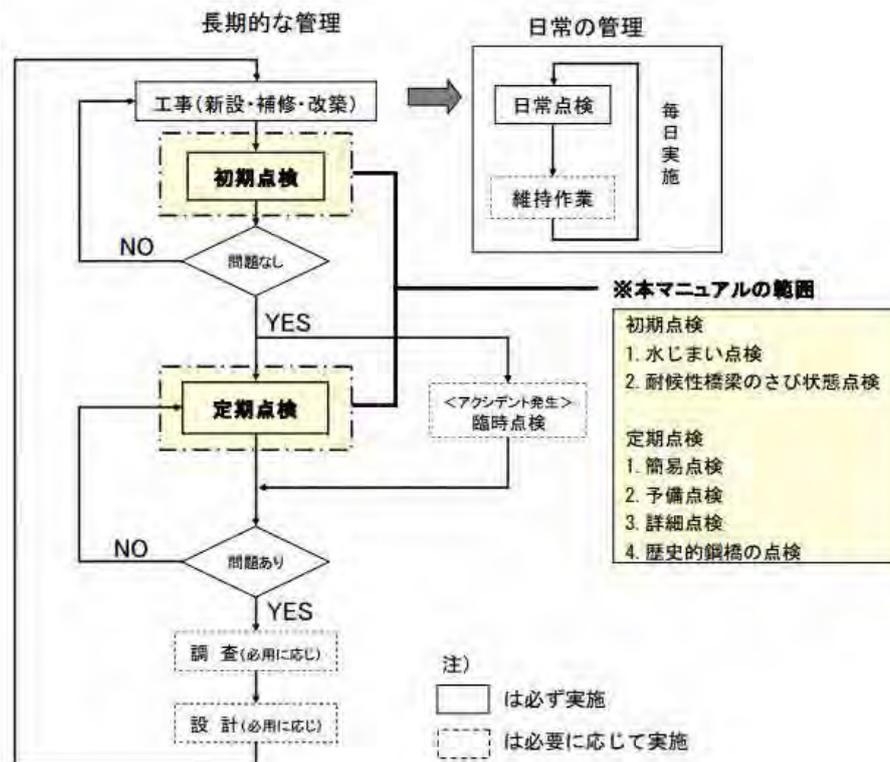


図 4-21 橋梁点検の位置づけ

出典：岐阜県橋梁点検マニュアル平成 22 年 4 月版

これらの点検の内容を以下に示す。

- ・ 日常点検は「日々の道路パトロールにより、路面や防護柵の損傷を発見し、直ちに応急的な修繕を実施する」ものとされ、職員が日常の道路パトロールとして実施する。

- ・ 臨時点検は「特定の問題に対して臨時的に実施し、日常点検や定期点検の内容を補足する」ものとされ、以下の4種類が規定されている。
 災害時点検：地震や大雨、台風などの災害後に実施。発生直後のパトロールとは区別
 事故時点検：車両の衝突や火災など突発的な事故の場合に実施
 追跡（継続）点検：既定の点検手順では、損傷原因の特定や対策工の内容と実施時期の判断が難しく、一定期間について損傷状態の継続的な観察が必要となる場合に実施。
 特別点検：上記のいずれにも分類されない点検。例えば、他の道路管理者が管理する橋梁も含め、どこかの橋梁で問題が発生した場合に、同一形式の橋梁について実施する一斉点検などが挙げられる。
- ・ 初期点検、定期点検については下表の通りである。

表 4-6 各種点検の詳細内容

項目		点検対象	点検頻度	点検方法	点検・評価態勢	点検部位	評価基準		
初期点検	水じまい点検	新設橋梁 補修した橋梁	1年以内の 早い時期	近接目視	(点検)職員 (評価)職員	排水流末 伸縮装置 水切り	(確認項目) 有・無		
	耐候性橋梁のさび状態点検	新設耐候性橋梁	3年経過した早い時期			上部工	(点検後の対応) 対応1～4で判定		
定期点検	簡易点検	橋長 15m 未満の橋梁	1回/5年			遠望目視	(点検)橋梁の専門家 (評価)橋梁の専門家	高欄 伸縮 舗装 コンクリート部材 鋼部材 支承 土砂詰まり	1: 対応なし、 2: 関連業者等へ指示、3: 予備点検を実施、4: 橋梁専門家に相談
	予備点検	橋長 15m 以上の橋梁	1回/5年					上部構造 下部構造 支承部 路面 排水施設	(健全度) 1～5で判定 (劣化程度) 大・中・小で判定
	詳細点検	橋長 15m 以上の橋梁	1回/5～15年	(点検)橋梁点検の専門家 (評価)橋梁点検の専門家	路面 照明・標識 防護柵 伸縮装置 排水装置 床版 主桁 下部工 支承 基礎工 袖擁壁および護岸			(健全度) 1～5で判定 (維持作業の必要性) 問題なし、注意、対応必要を判定	
	歴史的鋼橋の点検	木曾川橋 長良大橋 揖斐川橋	適宜	(点検)橋梁の専門家 (評価)橋梁の専門家	格点、上弦材、下弦材、斜材、橋門構、縦桁、横桁、支承			(写真外観点検) 有・無 (腐食定量調査) 腐食部の板厚測定	

出典：岐阜県橋梁点検マニュアル平成 22 年 4 月版

【評価】

初期点検、定期点検については上表にまとめた評価基準により評価される。全ての点検結果はそれぞれの点検種別に応じた調書が作成され、道路施設台帳データベースシステムに反映される。

【計画】

点検による評価に基づき、必要に応じ調査及び設計が行われる。

・調査は、以下の4段階からなる。

(1) 書類調査

対象橋梁の設計内容の確認、及び維持管理の経緯を明らかにする。

(2) 現場調査

橋梁の劣化状況を詳細に把握する目的で、外観目視調査、非破壊調査、試験片の採取、などのほか、既往部材の形状計測や橋梁の測量等を行う。

(3) 現場計測

補強のグレードを決定するために、主要部材の応力度（ひずみ）測定、たわみ測定、振動測定や静的・動的な载荷試験などを実施する。

(4) 材料試験

劣化したコンクリートや鋼材の物理的な性質の把握と、劣化の原因を特定するために実施する。一般的にはコンクリートコア採取、圧縮強度試験、静弾性係数試験などが含まれる。また、設計は、現状評価、工法検討、補修・補強設計の3段階からなる。

【実施】

点検の実施については上表の要領の通りである。補修工法の検討は、岐阜県鋼橋梁補修検討委員会（H19～H20）を中心として実施された。

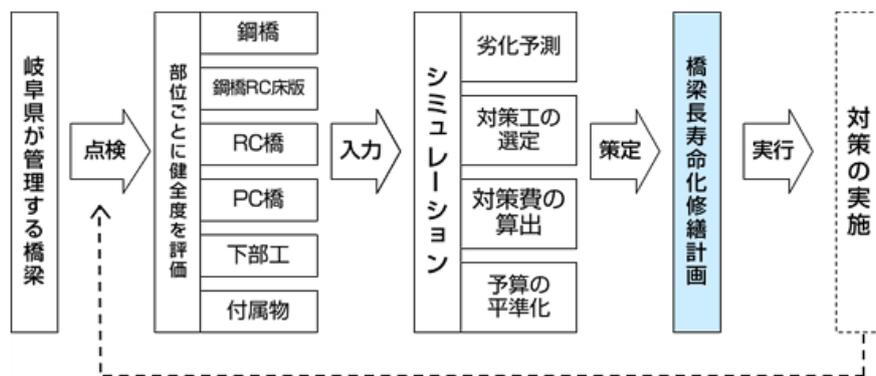


図 4-22 実施手順

出典：岐阜県「岐阜県橋梁長寿命化計画」ホームページ

また、岐阜大学社会資本アセットマネジメント技術研究センターが主導的に実施する「社会基盤メンテナンスエキスパート（ME）」の養成事業は、県職員を対象とする人材育成を行う仕組みである。2008年7月に同センターが設置されて以来、23年度までに120人の

ME の養成実績があり、定期点検のうち簡易点検などについて一定の役割を果たすことが点検マニュアルに規定されている。

点検の枠組みの外になるが、県道路維持課では、各地域土木事務所において市民ボランティアを対象にした講習会を通じて「社会基盤メンテナンスサポーター（MS）」として養成、情報提供活動を委嘱する仕組みを構築し、23年8月末までに601人のMS養成実績がある。舗装の劣化、標識や防護柵の破損などについて一定の実績が上がっている。

岐阜県における類似の取り組みとしては、道路に関する情報通報制度である「ロードサポーター岐阜」等がある。

2) PDCA における示唆・課題

岐阜県は、財政が厳しく、技術者数も減少する中、「住民参加」という仕組みづくりおよび「維持専門家の育成」という人づくりを実施し、橋梁を含む社会基盤をそれなりに管理できている。同様な自治体が多く存在する日本において、この考え方が有効なアセットマネジメントを検討する際に、重要な示唆のひとつと考えられる。

(4) 自治体（京都府）

1) 道路管理の概況

京都府では、一般国道、主要地方道、一般府道の計約2,000kmの道路を管理している。統合型GISを用いてシステムを構築しており、道路台帳のデータや舗装のMCI値などを重ねて表示する形としている。道路の維持修繕については、舗装は本庁建設交通部の道路管理課、橋梁は道路建設課が担当しており、年度計画を本庁で策定した後、府下の7事務所が実際の点検・工事を行っている。日常管理や穴ぼこの修繕など簡単な補修は事務所が直営で行い、大規模修繕は業者に発注している。また、橋梁の点検は、重要橋梁に対して実施する詳細点検、桁下へのアクセスが困難な橋梁の点検、通常点検の3種類あり、通常点検のみ事務所が直営で行っている。



図 4-23 道路の所管区域

出典：「京都のみち」（京都府）

2) データ管理・システム構築

(舗装)

平成 13～14 年度に路面性状測定車を用いて府管理道路約 2,000km の路面性状（ひび割れ率、わだち掘れ量、平坦性）を測定し、MCI を算出した。また、平成 18 年度には、舗装維持管理実施計画（「京のみち維持向上プラン」）を策定し、5 年に 1 度の MCI 測定とは別に、職員が毎年直接点検を行うための「舗装点検マニュアル」を作成した。さらに、平成 21 年度に 2 度目の路面性状調査を行い、データ管理、劣化予測、計画策定が行える橋梁・舗装の維持管理システムを構築した。2 度目の路面性状調査はコスト削減の観点から、簡易な車両（路面画像撮影車）を使用し、撮影した路面画像からひび割れ率を解析するとともに、平坦性やわだち掘れ量については、同乗したオペレータの乗り心地を基に評価を行い、MCI が算定された。

予算要求については、路面性状調査で発見された MCI 値の低い箇所 の点検を職員が直接行い、補修すべき箇所を検討・計画して実施するしくみとなっている。職員が行う点検は、車線の片側のみを測定する MCI 値の補完、実際の現場の状態と MCI 値が一致しているかの確認という意味があり、路面性状調査と職員の直接点検が連動して点検・管理が行われていることになる。

予防保全については、ひび割れ損傷が軽微な内に対策を行う取り組みを平成 22 年に開始しており、具体的には、MCI=4.1～5.0（ひび割れ率 15～25%）の区間へのシール材注入、MCI=3.1～4.0（ひび割れ率 25～35%）の区間への切削オーバーレイと応力緩和層設置工法の併用などを実施している。

表 4-7 路面性状調査車両の比較

	路面性状測定車（平成 13 年度）	路面画像撮影車（平成 21 年度）
車両		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> データ分析など応用の幅は広いが高価 精度の高い客観的データが自動計測により取得可能 	<ul style="list-style-type: none"> 比較的安価 画像取得により破損度合いが把握可能
解析能力	幅 1mm のひび割れまで解読可能	幅 3mm のひび割れまで解読可能
主な調査箇所	高速道路、直轄国道、補助国道、都道府県道	補助国道、都道府県道、市道

(橋梁)

橋梁では、道路維持管理の基本方針やサービス水準（要求性能）を設定し、全体の予算や地域のバランスを考えながら、中長期（3～5年）の投資計画を策定・運用するサイクルと、それに従い、点検・補修の年度計画を策定し、点検・補修を実施してデータを蓄積する短期的なサイクルの両方を連携させてマネジメントが行われている。

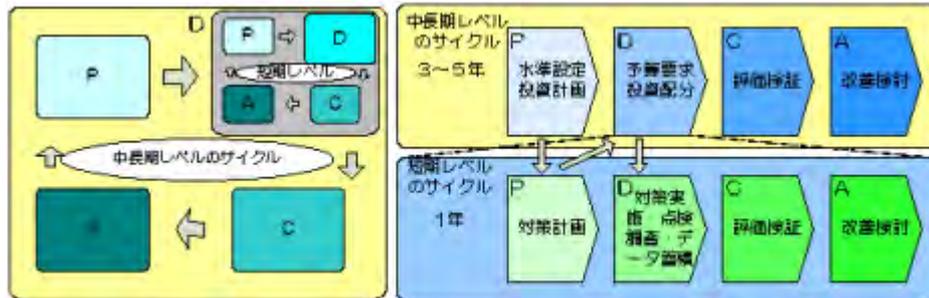


図 4-24 橋梁のマネジメントサイクル

出典：京都府 HP (<http://www.pref.kyoto.jp/municipality-asset/managementcycle.html>)

上図に示されている P D C A サイクルの具体的内容は以下の通りである。

目標設定計画策定(Plan)

過年度の点検・調査結果、補修対策実施状況を取りまとめ、解決すべき課題・目標を設定し、具体的な施設・箇所等について総合的に優先度を評価して重点化した上で、それらを取りまとめ、中長期計画を策定

計画執行(Do)

中長期計画をもとに年度の対策計画を策定し、維持管理業務を実施した上で、実施内容、点検結果、苦情要望等についてデータベース等に記録

検証・評価、改善検討(Check、Action)

中長期計画の実施状況を確認し、計画の有効性や達成度合いを検証・評価した上で、進捗状況の悪い計画については改善策を検討し、計画の実施状況および成果を記録

①今後の課題

予防保全を実施するためには、劣化予測の精度を上げることが必要と考えられている。平成13年度の路面性状調査とその後の点検結果をもとに作られた劣化予測式は精度が悪く、実際の現場の状態とも乖離していたが、平成21年度の路面性状調査結果を加えることにより、予測式の精度向上が期待されている。また、補修後のMCI値の設定方法についても、最良の状態に戻ったと仮定すると次の修繕時期が遅くなってしまふなどの課題がある。補修直後に路面性状調査を行えるよう、測定箇所を事前に調整するなどの対処が必要と考えられている。さらに、路面性状調査のコスト縮減、職員の技術継承、点検データの迅速入力なども課題と考えられている。

②府下市町村との協働について

京都府では、平成21年度に京都市以外の府下25市町村と「京都府市町村橋梁長寿命化修繕計画推進協議会」を設置し、橋梁のアセットマネジメントに協働で取り組んでいる。国が金銭的な支援制度（長期修繕計画を策定する自治体に国が補助金を出すしくみ）を実施しているのに対し、京都府は研修会の開催など橋梁の維持管理にかかる人材育成が主な内容となっている。

具体的には、府下を北部・南部に分け、南部は地方整備局や京都大学、北部は舞鶴高専など国や学界の支援、一般社団法人日本橋梁建設協会（橋建協）、社団法人日本プレストレスト・コンクリート建設業協会（PC建協）、阪神高速道路株式会社などの産業界の支援を得つつ、地域別に研修会が実施されている。研修会は平成22年度から毎年開催しており、当初は点検を主な内容となっていたが、最近では計画や補修といった内容まで含まれている。

橋梁数も30橋しか保有しない自治体、約1000橋を保有する自治体と、25市町村のレベル差も大きい。アセットマネジメントの基本となる諸元等のデータベースと点検の実施が不十分であることは共通しており、まずはそれらを整えることが重要となっている。各市町村の実態に応じての工夫した取り組みは、その次のステップになると考えられる。

市町村橋梁長寿命化修繕計画推進協議会の概要

(協議会の目的)

市町村が管理する道路橋梁について、従来の事後的な修繕及び架け替えから予防的な修繕及び計画的な架け替えへの円滑な政策転換を図り、もって橋梁の長寿命化並びに橋梁の修繕・架け替えに係る費用の縮減を図るための長寿命化修繕計画を推進し、市町村道におけるアセットマネジメントを推進する。

- ・ 市町村のニーズに的確に対応した推進方策の検討・立案・実施
- ・ 市町村間の情報交換の促進
- ・ 市町村の橋梁マネジメントサイクル確立による継続的な予防保全の推進
- ・ 計画策定及び橋梁補修における技術的、専門的知見による助言

(協議会の構成)

- ・ 協議会は、委員会、作業部会、アドバイザーの3つで構成
- ・ 委員会は年1～2回開催、作業部会は適宜開催
- ・ アドバイザーは公共施設の経営管理、橋梁構造技術、道路政策全般に係る専門家

委員会	作業部会	アドバイザー
会長：道路管理課長 委員：市町村担当課長 土木事務所企画調整室長 道路管理課副課長等	部会長：道路管理課副課長 部会員：市町担当者 土木事務所担当者 道路管理課担当者	学識経験者 専門家

4-3 先進国における BMS の調査

[概観]

- 橋梁ストックが多いため、アメリカをはじめとして多くの国では橋梁マネジメントシステムが導入されている。
- 特にアメリカで PONTIS や BRIDGIT など 1980 年代から BMS の開発が活発になった。
- 各国の特徴は以下の通りである。

(米国)

- ・ PONTIS や BRIDGIT など 1980 年代から BMS の開発が活発に行われきた。
- ・ 現時点で PONTIS は数多くの州道路局で活用されている。

(英国 (主にイングランド))

- ・ アセット・サポート・コントラクト (ASC) のコントラクターが定期的には基礎点検を行う。作業の内容は道路庁 (HA:Highways Agency) の監査委員会が監視しており、結果はデータベース SMIS へ入力される。

(フランス)

- ・ 橋梁の健全度をマクロ的に評価しランク分けする手法 (IQOA) を導入している。

(オーストラリア)

- ・ Austroads のガイドラインをもとに、各州が独自の橋梁点検、評価、予算立案を行っている。

(スウェーデン)

- ・ BatMan という BMS を採用しているが、劣化予測モデルを含まないため、点検者の知識・経験等より将来的な性能を評価することが特徴である。

(1) 米国

1971 年に全国橋梁検査基準 (NBIS、National Bridge Inspection Standards) が制定され、全米各州間で検査の規定が標準化した。1987 年に予期できぬ事象による橋梁の崩壊に伴い、水中点検と鋼製構造の疲労と破壊の点検を追加され、また 2005 年に点検プログラム組織の責任等をより明確にする改訂された。州は州全体の橋梁の点検結果に責任をもち、連邦道路局は NBI を管理し、欠陥に応じて予算を配分し、欠陥橋梁を公表する。

全国の公道上の橋長 20ft 以上のすべての橋梁を対象として、国家認定検査員である州・地方政府職員・コンサルタントが 2 年毎に定期点検を行う。登録データ、道路種別データ、構造データ、構造状態データを記録し、判定・改善案を提案する。

BMS として多くの州によって採用されているのは、PONTIS である。①橋梁台帳と点検結果の記録、②最適な保護方針の策定、③状態のシミュレーション及び対応策の候補の作成、④橋梁プログラムの作成である。PONTIS が対応する橋梁管理ワークフローは以下の

概念図で示す。

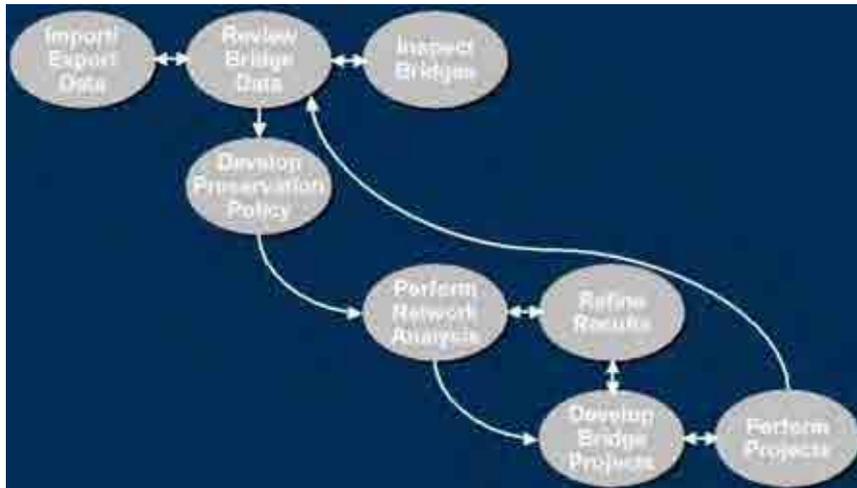


図 4-25 PONTIS の橋梁管理ワークフロー

出典： PONTIS 情報ページ（連邦高速道路局（FHWA）のホームページ）

PONTIS は補修の場合、費用のライフサイクルコストの最少方法を選択し、改良・架け替えの場合は迂回により発生する走行時間、走行費用と交通事故減少便益の社会的コストを考慮する。

投資計画においては PONTIS 等の BMS を用い、将来の必要投資額と健全度を算定し橋梁の補修、修繕予算を策定し、また NBI のデータより、橋梁の投資効果を NBIAS を使って解析している。

[点検]

全国の公道上の橋長 20 フィート以上のすべての橋梁を対象として、国家認定検査員である州・地方政府職員・コンサルタントが 2 年毎に定期点検を行う。登録データ、道路種別データ、構造データ、構造状態データを記録し、判定・改善案を提案する。

「点検項目」について「橋梁の劣化の評価」を行い、橋梁毎の構造部位別（床版、上部工、下部工）10 段階で評価する。

橋梁点検に関する資格制度は、点検員の資格制度と育成制度（1971 年 NBIS 制定時）および、点検プログラム組織の責任の明確化等点検の品質管理基準強化（2005 年）である。

NBIS に規定された国家認定検査員は以下のいずれかを満足する者とする。

- ・ プログラムマネージャー
- ・ チームリーダー
- ・ 橋梁の耐荷カラंकの決定の責任者
- ・ 水中点検の潜水土「検査員の資格要件」

橋梁の監視方法は以下のとおりである。

- ・ 連邦法 NBIS の規定

点検プログラムマネージャー：緊急対策の必要な橋梁に対し、問題を解決する対策案、または、モニターの手順を定期的に FHWA に報告する。

- ・ 評価マニュアル：AASHTO、2004 に監視方法が規定する。

[評価]

データベースの作成は NBI(全国橋梁データベース)と PONTIS の 2 通りの方法がある。

NBI では、州は、点検結果・評価記入マニュアルに沿って、全ての橋梁の橋梁データを提出し、FHWA は全国橋梁データベース (NBI) を管理する。NBI は、橋梁毎の構造状態評価、耐荷力評価、構造評価等のデータを有する。

PONTIS では、多くの州がこの方式のデータベースを有している、スパン別、構造単位別の構造データや、構造要素別の構造状態の評価結果のデータ、標準構造要素別の劣化確率のデータを有する。

管理目標の考え方は以下のとおりに示す。

- ・ 連邦法に規定された欠陥橋梁数 (率) を公表する。
- ・ 将来の必要投資額について評価・報告を徹底。業績管理に欠陥橋梁率を指標として活用する。
- ・ PONTIS の判断基準(補修によりライフサイクルコストを縮減できる状態)を利用する。

補修・更新計画の策定方法は事業計画策定段階と架け替え・修繕の基本設計段階に分けて以下に示す。

事業計画策定段階において、管理水準 (欠陥橋梁) に基づき補修・架け替えの必要な橋梁数を把握する。また、予算制約のもとで事業の優先順位付けした事業計画を作成する。橋梁管理システム (BMS) による場合、補修工法の選定は、補修工法毎の比較でライフサイクルコストが最小となる工法を選定幾つかの州で PONTIS (LCCA を含む) を使用する。一方、技術者の判断による場合、多くの州で BMS を導入するが、劣化曲線等のデータの整備等が難しいため、補修計画の策定に使っていない州も多い。

架け替え・修繕の基本設計段階において、以下の手順に従って計画策定を進める。

- ・ 詳細な調査、耐荷力の再計算、床版の形状を決定等
- ・ 州と FHWA の承認
- ・ 架け替え・修繕の基本設計と工程を作成
- ・ 地方事務所が検討しコメント
- ・ 設計を進める
- ・ ライフサイクルコストの考え方の導入状況

また、いくつかの州で PONTIS (LCCA を含む) を使用する。

[計画]

ミクロレベルにおいて、いくつかの州は Pontis を橋梁管理システムとする。たとえば、カリフォルニア州交通局は 1991 年に Pontis を導入し、1996 年に将来の必要投資額と健全度を PONTIS で算定し橋梁の補修、修繕予算の増額を提案した。

また、マクロレベルにおいてが、NBI のデータより、橋梁の投資効果を NBIAS を使って解析する。2002 年の議会報告に、始めて全面的に採用した。橋梁の管理予算システム

(NBIAS) では、橋梁の老朽化、状態(劣化のレベル)を把握し、適切で、経済的な補修・架替えを行う。また、橋梁のライフサイクルコストを考慮した費用便益分析を行う。

[実施]

補修工法または改良・架け替えの工法の決定方法(社会的コスト含む)を以下に示す。

補修工法は、PONTIS の場合、補修費のライフサイクルコストの最少方法、スコア付けルールを使方法った方法(テキサス州のシステムの例)、日平均交通量、車道幅員、状態、日交通量当りの費用の適切性を考慮する方法等で決定される。

改良・架け替えの決定方法では、改良・架け替えでは、迂回による走行時間、走行費用と交通事故減少便益を社会的コストとして含む(PONTIS の場合)。

(2) イギリス(主にイングランド)

1984年に橋梁の補修・補強を実施し、1987年点検基準、評価基準、補修基準等が整備される。構造物管理システム(SMIS: Structures Management Information System)の開発、適用が行われている。橋長3m以上のすべての橋梁を対象として、アセット・サポート・コントラクト(ASC)のコントラクターが定期的には基礎点検を行う。作業の内容は道路庁(HA:Highways Agency)の監査委員会が監視しており、結果はデータベース SMIS へ入力される。SMISは各構造要素に対して、損傷の範囲(5段階)、重大度の判定(4段階)、優先度(3段階)、緊急度、原因を作成する。耐荷力評価をすることが英国の特徴である。

ホールライフコストを念頭に置き、構造要素の現状把握のみでなく将来の劣化や機能水準を予測する必要性から、2002年に従前の構造物データベース(NATS)に代わる橋梁管理のデータベース(SMIS)を実用化した。

橋梁の安全性、機能性、持続性、環境への影響を基にスコア付けし、補修の工法に優先順位を決定する。また、橋齢と補修の統計分析による推計を実施し、橋梁の補修を、修繕と進行性欠陥の補修にわけ、マクロの修繕費と進行性欠陥の補修費を算定する。

[点検]

2年毎の基礎点検、6年毎の主要点検を実施し、点検基準の改訂を検討する点検体制となっている。

点検評価はASCのコントラクターが行うが、通常的设计基準から逸脱する場合、道路庁の技術承認の対象となる。

橋長3m以上のすべての橋梁を点検の対象とする。

点検は、定期的黙示検査と特殊検査に分けて、以下の頻度で実施されている。

定期的目視検査(2種類)については、基礎点検を2年に一度、地表から目視、主要点検を近接目視で6年毎に実施されている。

特殊検査(3種類)については、臨時簡易検査を必要に応じて、特定構造部重点的定期検査を6ヶ月から12年で計画的実施している。

また、特定構造部重点的不定期検査は不定期に実施される。

点検・評価作業はMACが行いデータベースSMISへの入力し、作業の内容は道路庁

の監査委員会が監視し、点検データは橋梁管理のデータベースで完全に管理するという体制になっている。

点検内容は以下のとおりである。

構造状態評価は、従前の点検・評価と SMIS 点検・評価の 2 通りの方法がある。

- ・ 従前の点検・評価方法

各構造要素に対して損傷の範囲（5 段階）、重大度の判定（5 段階）、補修工法、優先度、見積費用を作成する。

- ・ SMIS 点検・評価方法

判定は各構造要素に対して、損傷の範囲（5 段階）、重大度の判定（4 段階）、優先度（3 段階）、緊急度、原因を作成する。

損傷、メンテナンスの対策案、モニターリングや特殊点検の推奨案等を含む点検報告書を作成する。

耐荷力評価では、荷重決定の調査と耐荷力決定の調査を実施する。

実際、3 種類のモニターングレベルに分けて点検を実施している。

- ・ 基礎モニター：目視と記録による検査
- ・ 詳細モニター：目視と非破壊検査装置、変位・歪み計、交通量測定等の定量的計測
- ・ より広範なモニター：橋梁崩壊が予測できるような装置、データ追尾、遠隔技術、警報システム等を使う方法

[計画]

橋齢と補修の統計分析により推計し、修繕と進行性欠陥の補修にわけ、橋梁を構造形式に分類し、構造形式ごとに橋齢分布を求める。

また、橋齢ごとの修繕と進行性欠陥の補修の発生頻度を求め、マクロの修繕費と進行性欠陥の補修費を算定する。

[実施]

補修工法は以下のリスクを考慮し、優先順位を付けて決定される。

- ・ 安全性：死者、負傷者の発生リスク
- ・ 機能性：通行止め、規制、インフラ障害のリスク
- ・ 持続性：多大な工事費用、時間損失費用の発生リスク
- ・ 環境への影響：環境への悪環境のリスク

(3) フランス

1979 年に、「道路構造物の点検と保全に関する技術指示書」を作成し、構造物の点検・保全の制度を規定した。1995 年に、点検・保全システムを強化するため、橋梁の健全度をマクロ的に評価しランク分けする手法（IQA）を導入した。

国の地方整備局や県議会の管理する構造物の詳細検査を実施する土木研究所の職員（検査員）を対象とした制度が存在する。法的位置づけは持たない。

国道において、2m以上のすべての橋梁を対象として、年次点検とIQOA点検を3年毎に行っている。点検はsub-division（工事事務所）の職員、DDE内のCD0A（構造物担当室）の職員、地方土木研究所（LRPC）などが実施、民間コンサルタントの支援を得ることもある。

構造要素別に点検項目と変状を図解し、5段階で評価する。地方設備局の構造物担当室（CD0A）が、欠陥、予算の種類により補修の調査、計画を工事事務所と専門組織に割り振る。欠陥の種類により、補修の優先順位が決められる。路局は、専門家の助言により補修工事を行う順序を決定し、予算を配分する（3年間予算）。

「非破壊試験方法、監視強化、高度な監視、迅速な安全・保全対策（1999）」等が発行され、IQOAの実施のための詳細なガイドラインが整備された。



【点検】

1979年の制度では、年次点検と5年毎の詳細点検が義務づけられていた。年次点検は、①人数が足りない②工事事務所の役割分担が明確でないことから完全に実施できていない状況であった。構造物の状態を確実に評価し、計画、予算に反映するため1995年に3年に1回のIQOAを導入した。

点検組織の役割分担については、点検の保全指示書、及び、それを受けての「点検総論」には、地方整備局の構造物担当室が中心になって点検行う。また、IQOA等の実施のための工事事務所の役割が詳細に規定されている。

国道において、2m以上のすべての橋梁を点検対象とされている。

点検は、年次点検、IQOA（3年毎）、詳細点検（通常6年に1回）を実施している。また、定期特別点検については特殊な付属構造や設備毎に点検頻度を設ける。

点検体制は以下のとおりである。

- ・ 継続点検はsubdivision（工事事務所）の職員が実施する。
- ・ IQOAはsubdivision及びDDE内のCD0A（構造物担当室）の職員が実施する。
- ・ 詳細点検は、CD0Aが計画し、地方土木研究所（LRPC）により実施する。ただし、民間コンサルタントの支援を得ることもある。

点検項目は以下のとおりである。

i) IQOA

構造形式別に構造部位別（上部工、下部工:支承、基礎、付属物）の構造要素を図解し説明する。構造要素別に点検項目と変状を図解し、5段階評価の変状を説明しており、専門家だけでなくも記入できるマニュアルを作成している。

例えば、鋼桁の場合は下記の欠陥毎に 5 段階の評価の状態を説明する。

- ・ 寸法形状の全体的欠陥
- ・ 寸法形状の部分的欠陥（ウェブの平面性、支承上の桁の変形、直線性の欠陥や座屈、横断面変形、桁における変形、衝突の跡）
- ・ 塗装の欠陥
- ・ ひび割れ（フランジ重ね溶接部、ウェッジ補剛材溶接部、ウェブ補剛材切断部）
- ・ ボルト接合部の欠陥

ii) 詳細点検

点検・保全指示書の第 2 部には、石積橋梁、RC 橋、PC 橋、鋼橋、吊橋・斜張橋、緊急用橋梁、支承、基礎、付属設備別に（詳細）点検・補修要領を作成している。

「橋梁の劣化の評価」

IQOA では、橋梁を目視点検し構造物の状態を以下の手順で 5 段階評価を行う。

- ・ 構造部位の構造要素の評価
- ・ 構造部位別（上部工、下部工、支承、基礎、付属物）に評価
- ・ 構造物全体の評価

橋梁点検に関する資格制度は以下のとおりである。

国の地方整備局や県議会の管理する構造物の詳細検査を実施する土木研究所の職員を対象とした制度である。約 150 人の職員に資格付与した。

資格適用の対象は以下のものである。

- ・ 検査責任者：検査結果の評価、報告書の作成を行う。
- ・ 検査員：検査、診断、補修工事の提案を行う。
- ・ 検査補助員：検査の補助を行う。

検査員の資格要件は以下のとおりである。なお、の資格は、資格委員会が認定した審査会で審査される者で、法的位置づけはない。

i) 検査責任者は次の項目を満足し、審査会による面接に合格した者とされる。

- ・ 大学入学資格（バカロレア）取得後 5 年の工学教育を受けた者、または大学入学資格取得後 2 年の工学教育かつ 10 年以上の実務経験を有する者。
- ・ 橋梁検査研修を終了した者。

ii) 検査員は次の項目を満足し、審査会による面接に合格した者とされる。

- ・ 大学入学資格取得後 2 年の工学教育を受けた者、または大学入学資格取得後実務経験を有する者。
- ・ 実務経験が浅い場合、実地試験に合格した者。

iii) 検査補助員

- ・ 大学入学資格、または BEP（職業学習修了証）、CAP（職業適性証）を取得した者。

橋梁の監視方法は以下のとおりである。

「道路構造物の点検と保全に関する技術指示書」に基づき、地方設備局の局長は、構造物の状態の損傷があると確信がもてない場合は「監視強化」、損傷が安全性にかかわる可能

性がある場合は「厳重な監視」、を行なわなければならない。

安全の確保を目的とし、欠陥の有る状態、疑問の有る状態に対する探傷方法、その後の点検強化（機器を用いた調査、組織）、高度な監視（高度な監視システム、安全指令、組織等）について規定している。

迅速な安全・保全対策では、交通制限等の利用制限、第三者の安全確保、仮設補強、組織について規定している。

点検技術の開発状況は以下のとおりである。

- ・ マニュアル類の作成

「道路構造物の点検と保全に関する技術指示書」の第 2 部の点検要領、構造物毎の指示書の改訂が行われており、改訂の一環として、最近の点検技術の紹介を含む「非破壊試験方法、監視強化、高度な監視、迅速な安全・保全対策（1999）」等が発行された。IQOA の実施のための詳細なガイドラインが整備されている。

- ・ コンクリート床板の非破壊検査技術を開発している。
- ・ ロボット化したビデオ計測器等の構造物の定期点検のための計測技術を開発している。

【評価】

「道路構造物の点検と保全に関する技術指示書」に基づいて、点検・管理の支援システム LAGORA が開発されている。IQOA データ等は、道路局、地方整備局が共有している。LAGORA は、次の支援機能を有する。

- ・ 構造物の点検支援ツール
- ・ 補修工事の支援ツール
- ・ 補修計画決定支援ツール
- ・ 維持管理支援ツール

IQOA では、構造物を状況と必要な維持管理作業で下表のとおり、ランク付け、構造物の状況が分かれば、必要な維持管理費が分かる仕組みを目指している。

ランク	状況	維持管理
1	健全	日常の維持作業
2	軽微な損傷	専門的な維持作業
	2e 進行性の損傷 構造物体へ影響	専門的かつ緊急の維持作業
3	構造体が損傷	緊急を要しない補修
	3u 安全性に問題がある損傷	緊急を要する補修

注) 2e : evolution の略。放っておくと進行する欠陥を意味する。
3u : urgent の略。安全性に問題があり緊急を要する欠陥を意味する。

補修工事の実施の必要性は技術者が判断する。地方設備局の構造物担当室（CD0A）が、欠陥、予算の種類により補修の調査、計画を工事事務所と専門組織に割り振る。詳細調査は、専門家である地方土木研究所（LRPC）が実施している。

1 件 600 万円を越える補修工事については、各地方設備局は、IQOA、詳細点検等による

診断書類を基に補修計画を作成する。道路局は、専門家の助言により補修工事を行う優先順位を決定する。

[計画]

IQOA により橋梁資産のマクロ的な健全度を把握する指標ができた。この後のプロジェクトは、橋梁資産の健全度に応じた補修費の評価と将来の補修予算の推計であるとしている。

鉄筋コンクリート橋、PS コンクリート橋の IQOA の評価に応じた補修費の調査が行われている。鉄筋コンクリート橋については、橋齢と IQOA の評価の関連性、劣化傾向を調査し、将来補修費用の推計を行っている。

[実施]

欠陥の種類により、補修の優先順位が決められる。道路補修予算配分は 3u が早急になくなるように配分され、3u の補修を優先的に実施する。道路局は、専門家の助言により補修工事を行う順序を決定し、予算を配分する（3年間予算）

（４）オーストラリア

オーストラリアの交通政策において主要な役割を果たす機関は、インフラ運輸省（連邦政府）、各州交通関係部局及び Austroads（豪・NZ 地域における道路交通関係部局からなる協会）の 3 者である。具体的な施策や標準の立案については、Austroads が主導的な役割を担っている。

オーストラリアは連邦成立の経緯から地方分権が確立されており、理念上は連邦政府と各州政府は対等の立場にあるとされる。州政府のもつ政策実施権限は広範ではあるが、現実には、連邦政府は財源や予算分配に関して州政府より強い権限を有している。そのような事情から、Austroads のような政策立案組織が連邦政府と各州関係大臣による評議会の下に設けられ、連邦政府と州政府を対等な利害関係者として参加させ調整する形態をとっている。

[点検および評価]

Austroads による技術仕様を参考に、橋梁をはじめとするインフラ管理戦略は各州が独自に策定している。

国内最大の都市シドニーを有する New South Wales 州では、1993 年より Total Asset Management (TAM) と称するインフラ管理戦略を策定している一方で、同州 Roads and Maritime Services 局が加盟する Austroads により作成されたガイドラインを施策レベルに反映させている²。

他の州においても同様に、Austroads のガイドラインを元に独自の橋梁点検、評価、予算立案を行っている。

以下では、点検内容や手順について詳細な情報が得られたクイーンズランド州（州都ブ

² NSW 州財務省ホームページ

リスデン) について述べる。同州は国内第 2 の面積を有し、人口増加が国内で最も著しく、今後 2035 年までに国内で最大の人口を有する州となる見込みである³。

点検は、レベル 1～3 に分類される。

(i) レベル 1「定期保守点検」(Routine Maintenance Inspections)

目視による点検を行い、「道路保守履行契約 (Road Maintenance Performance Contract: RMPC)」の範囲内で実施する。基本的に年 1 回実施するが、後述の Condition State に応じて頻度が考慮される。

対象構造物	状態評価	点検頻度 (年)
濡れた環境における木桁橋および鋼製カルバート	1-2	1 *
	3-4	1**
その他構造物	1-2	1*
	3	1*
	4	1**

*) レベル 2 あるいは 3 の点検が行われた年は、原則として不要

**) レベル 1 および 2 の点検は 6 ヶ月ずらして実施し、半年に一度の点検頻度を確保する

レベル 1 点検の範囲

- ・ 橋への進入路、水路、床版・歩道、下部構造物、上部構造物、および付帯設備について、機能不全や異常 (進行中の洗掘や連結部のゆるみ等) を示す外観上の兆候について評価と報告を行う
- ・ 橋の種別、外形長さおよび厚さ、既存付帯設備等を含むその他の目録記載事項の確認
- ・ 必要とされる維持作業の特定、および構造物維持スケジュール様式 (M1) への記録入力を行う
- ・ 初期点検時およびそれ以後は必要に応じ、BIS 記載情報の「構造物台帳」の検証を行う (BIS に専用の標準様式が準備されている)

(ii) レベル 2「橋梁状態点検」(Bridge Condition Inspections)

構造物の状態評価を行うために実施される点検で、過去の保守作業の有効性評価や現時点での維持作業の必要性の有無、将来的なコンディションの変化予測などの決定の基礎となる。全ての新築構造物は、瑕疵担保責任期間の終了前にレベル 2 点検を行うものとされ、それ以降は以下の頻度で実施され、橋梁を構成する構造要素は 5 段階に状態評価される。

状態評価	主観的評価	概要
1	良好	全てにおいて機能不全なし
2	可	構造的性能、整合性、耐久性において機能不全なし
3	劣る	耐久性において機能不全あり。監視、詳細な構造工学的な点検あるいは維持作業が必要

³ Transportation Asset Management in Australia, Canada, England, and New Zealand, FWHA, 2005

4	非常に劣る	性能及び構造的整合性において機能不全あり。詳細な構造工学的点検を行い、緊急の対策を講じる必要あり
5 (評価対象は橋梁全体のみ)	危険	即座に通行不可としなければならない

レベル 2 点検の範囲

- ・ 点検台帳項目のリストアップおよび確認検証を行う
- ・ 主要部材の目視による点検（ひび割れ幅の計測等を含む）および点検手順において定義された標準状態評価システムを用いた状態評価を行う
- ・ 木桁橋の点検は穿孔調査を併用し、木質部材の収縮箇所について同定と報告を行う
- ・ 打音調査により、進行中の洗掘発生の有無を確認する
- ・ 主要部材の状態を報告、橋梁全体の総合評価を行う
- ・ 予防的維持作業の必要箇所を同定し計画を作成、構造物維持スケジュール様式（M1）への記録を行う。点検の実施に高所作業車等が必要とされる場合は、定期／予防的維持作業と並行して行うことができる
- ・ 外観上明らかに急速な状態の劣化が認められる場合、および／あるいは状況評価 4 に相当する劣化が認められる場合、橋梁技師による詳細な点検を要求する
- ・ 機能不全のある構造物については、構造物課（Structure Division）と共同して「構造物管理計画（Structure Maintenance Plan）」を作成する。
- ・ 恒常的に水中にある部分については、所定の頻度で水面下点検を行う
- ・ 必要が認められる場合には、次回点検時の必要点検項目について勧告を行い、緊密な監視を要する部材をリストアップする
- ・ 初期点検の一部およびその後は必要に応じて、BIS に格納されている「設計台帳（Deign Inventory）」データの入力を行う（BIS に専用の標準様式が準備されている）

以下のとおり、レベル 2 点検の頻度は構造、立地条件、Condition State によって異なる。

対象構造物	状態評価	点検頻度（年）
濡れた環境における木桁橋および鋼製カルバート	1-2	2
	3	1**
その他構造物	1-2	5
	3	3
水面下の構造物	1-2	8
	3	1
全て	4	1** および「構造物管理計画」に準拠

**）レベル 1 および 2 の点検は 6 ヶ月ずらして実施し、半年に一度の点検頻度を確保する

(iii) レベル 3「構造工学的な詳細点検」(Detailed Structural Engineering Inspections)
物理的試験や構造解析を含む広範な点検。構造体レベルの状態、性能、劣化状況などを評価する。

対象：

- ・ Level 2 点検において、構造的コンディションが劣る、あるいは状態評価が 3 あるいは 4 のもの
- ・ 復旧、強化、拡幅などの工事に先立ち、構造的コンディション評価が必要な場合
- ・ 荷重評価 (Load Rating) が必要な場合

レベル 3 点検の範囲

- ・ 対象構造物に関する「管区点検制度 (Districts Inspection Regime)」の性能審査
- ・ 目視による点検を補う必要がある場合に行われる試験検査や解析を含む、詳細な点検を関連部材全てに関して行う
- ・ 状態、構造的整合性、内部損壊の証拠、劣化種類、外面的な劣化について報告を行う
- ・ 「構造物管理計画 (Structure Maintenance Plan)」を必要に応じ管区と共同して作成する (計画ガイドラインは Appendix F に記載)
- ・ 管理アクションの勧告、および／あるいは維持／復旧対策の方法について勧告を行う

【計画】

連邦政府インフラ運輸省は、2013 年度までの 6 年間にインフラ関連政府予算は過去前例のない 360 億ドルを計上しているが、インフラ老朽化や交通需要の増大によりさらなる投資が必要となっているとの認識に基づき、2011 年、インフラ関連財政ワーキンググループ (IFWG : Infrastructure Finance Working Group) を設置した。クイーンズランド州においては、上掲の SCENARIO Millenium を用いた補修コストシミュレーションにより国有道路では現在の予算規模の 2 倍、州有道路では 3 倍の予算が必要であることが明らかになった。

同 WG が 2012 年 4 月にまとめた報告書「Infrastructure Finance and Funding Reform」⁴では、今後のインフラ政策における重点項目として、①インフラに関する財政の抜本的改革、②インフラ計画の改善、③市場拡大と民間セクター参画促進、の 3 点を掲げている。特に民間セクター参画促進については、入札手続きへの参加コストがカナダに比して 25～45% も高いとして問題視しており (同レポート P. 23)、入札手続きの効率化をはじめとする PPP の効率的な利用などが提案されている。従来 of 州政府に対する補助金制度に PPP 調達を取り入れることにより、インフラ投資にてこ入れを図るとしている。

また、連邦政府インフラ運輸省による Roads to Recovery Program は、オーストラリアが進めているインフラ投資計画 Nation Building Program の一環として道路インフラの保全を用途とする予算を国内の州・準州政府に対し分配するプログラムで、2009 年度から毎年 3.5 億豪ドルが支出されてきた。同プログラムは、州政府や地方自治体の用途に関する裁量の自由度が高いことが特徴で、当初 2013 年度までとされていたが、2019 年まで同額の予算で延長されることが決定した。

政府発表によれば、2012 年 5 月時点で、2008 年以来全国 13589 件のプロジェクトの資金源となったとされる⁵。

⁴ http://www.infrastructure.gov.au/infrastructure/iff/files/IFWG_Report.pdf

⁵ インフラ運輸省ニュースリリース 2012 年 5 月 8 日

[実施]

クイーンズランド州では、ARMIS (A Road Management Information System) をコアシステムとした、BIS (Bridge Information System) と呼ばれるデータベースシステムを利用しており、橋梁管理に関わるシステムを BMS (Bridge Management System) と称している。

BIS を構成するモジュールは、構造物台帳、設計台帳、点検台帳、保守活動記録、荷重能力台帳の 5 つである。同データベースが出力可能な情報は下記の通りである。

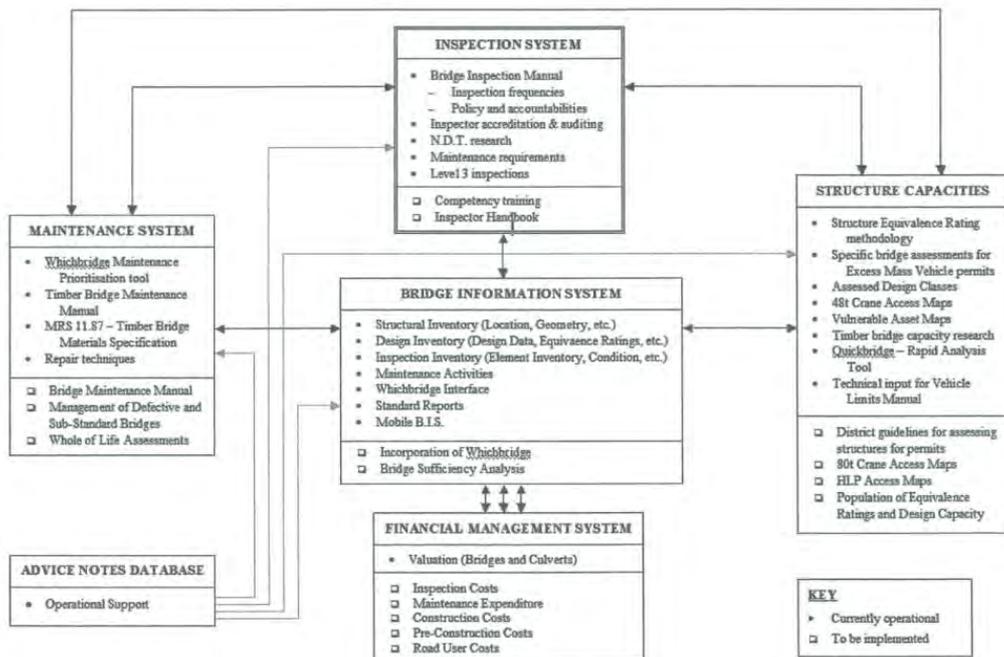
BIS 出力項目は以下のとおりである。

- ・ 構造物一覧
- ・ 構造物詳細 (概要、所在、地理条件、環境、水環境、機能不全の状況、写真)
- ・ 設計詳細
- ・ 補修された構造物
- ・ 点検事項の要約
- ・ 状態評価
- ・ 次回点検
- ・ 検査データ
- ・ 「劣る」状態にある部材
- ・ 完了した点検事項
- ・ 維持活動・詳細 (橋梁あるいは作業に関して)

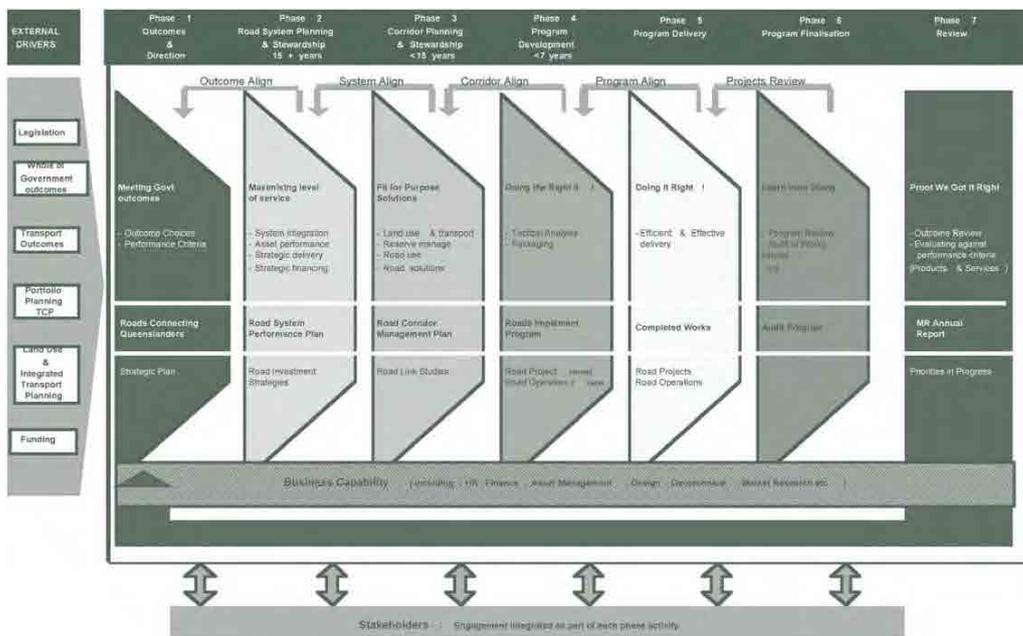
このほか、橋梁管理部 (Bridge Asset Management Branch, the Road Systems and Engineering Division, Queensland Main Roads) が作成する点検調書がある。点検調書出力項目は以下のとおりである。

- ・ 構造物状態点検レポート
- ・ 損傷部材レポート
- ・ 標準手続き例外レポート
- ・ 写真およびスケッチ記録
- ・ 木質部穿孔調査レポート

橋梁管理システムの枠組みは次図に示されている。



2002年に発表された政策ガイドライン Roads Connecting Queenslanders で掲げられた交通政策におけるビジョンが現在の道路及び関連資産への投資に関わる施策の骨子となっている。道路資産維持常任委員会 Road Asset Maintenance Steering Committee (RAMSC) が設置され、RAMPS (Road Asset Maintenance Policy and Strategy : 道路資産維持に関するポリシー及び戦略) と呼ばれる枠組みに従い、投資計画が策定される。

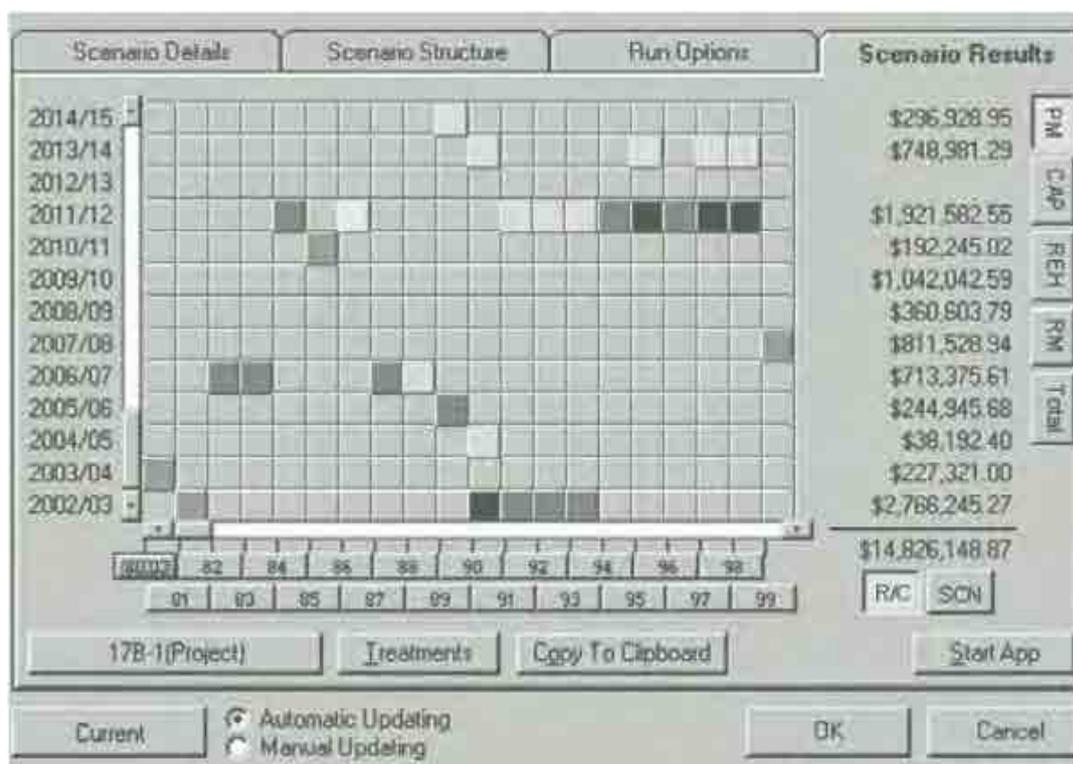


出典 : Transportation Asset Management in Australia, Canada, England, and New Zealand, FWHA, 2005, p.50⁶

⁶ <http://international.fhwa.dot.gov/assetmanagement/2005tam.pdf>

ライフサイクルコストは、「Whole-of-Life Cost」の表記で橋梁等のアセットマネジメントを促進することが点検マニュアルや各種ガイドラインにおいて謳われているほか、後述の決定支援ツール SCENARIO Millenium において、ライフサイクルコストがシミュレーションされていると考えることができる。

下図のとおり、SCENARIO Millenium と称する決定支援ツールソフトウェアを利用している。様々な補修戦略の選択肢が表示され、それぞれに付随するコストが示される。ユーザはスケジューリングされたアクション（画面内、濃色で表示されたセル）を変更することができ、さまざまな維持作業シナリオを比較検討できる。



出典：Transportation Asset Management in Australia, Canada, England, and New Zealand, FWHA, 2005, p.56⁷

⁷ <http://international.fhwa.dot.gov/assetmanagement/2005tam.pdf>

(5) スウェーデン

[点検]

以下のとおり、主点検および一般点検、特別点検の3種類の点検を実施している。

・主点検

「10年以内に機能不全が発生する箇所の同定と予測」及び「10年以内に補修や保守を実施しなかった場合、保守コスト増を招くことが予想される損傷の指摘」を目的とし、水面下構成要素を含む全ての構造物を対象とする。主点検の実施間隔は最長6年間で、機能劣化が見られる橋梁についてはより短期間となる。次回主点検の実施時期は、点検現場において点検者が判断・決定する。

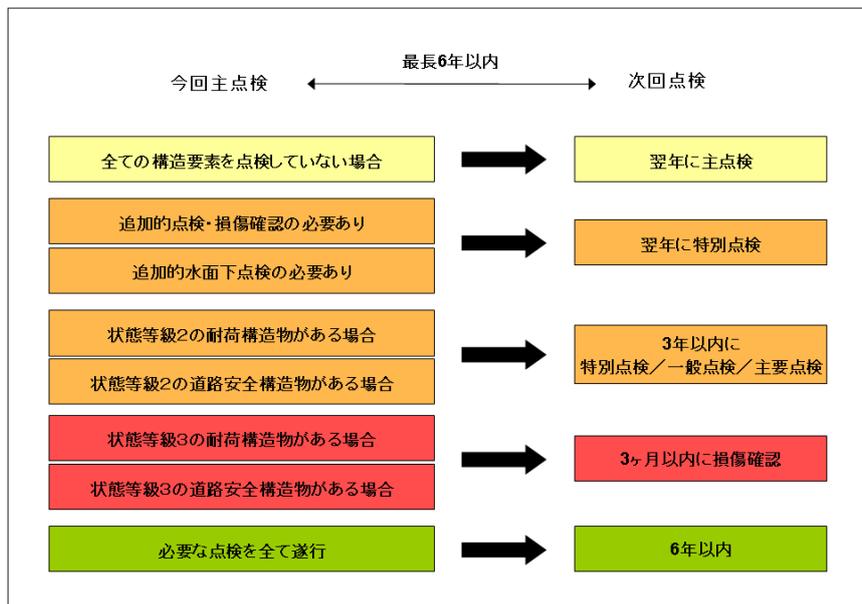
橋梁を14の構造要素に分解し、それぞれについて「状態等級 (Condition Class/Tillståndsklass)」を0～3の4段階で評価する。

・一般点検

直近の主点検及び補修工事において認められた損傷の機能回復の追認、及び次回主点検までに適切な補修を行う必要がある損傷の確認を目的とする。

・特別点検

可動部を持つ橋梁について定期的に行われる機器点検や、主点検や一般点検で同定あるいは予測された損傷箇所の詳細な調査等を含む。



出典：交通局ウェブサイト BaTMan 点検マニュアル⁸より調査団作成

橋梁点検に関する資格制度は以下のとおりである。

道路局では橋梁点検について資格制度は設けていない。点検員に求められる業務遂行能

⁸ <https://batmanhandbok.vv.se/Wiki-sidor/M%C3%A4tningBed%C3%B6mning.aspx>

力は、個別の橋梁点検案件の調達要件に規定される。

一般的な基礎的要件は、工学教育の修了、道路局の点検手法についての経験、建造物や部材に関する機能状態の計測・評価の経験、耐久性・劣化に関する知識、損傷進展予測に関する知識と経験、構造的損傷の修正行動勧告に関する知識と経験、としている。

水面下点検については、上記の要件に加え、労働安全衛生委員会（Board of Occupational Safety and Health）による水面下作業に関する指示書（Instructions for diving）が適用される。

特殊な事案においては国内外の専門家に点検業務を委嘱することがあるが、求められる資格要件は外国企業に対しても同一である。

【評価】

データベースの作成状況は以下のとおりである。

- ・ 点検者（点検作業の委託を受けた管理事業者）が、14の構成要素に対し4段階の評価を入力する。BaTManはBMSとして劣化予測モデルをもたないため、点検者の知識・経験、および測定器具に装備された機能により将来的な性能を評価することとなる点の特徴である。損傷箇所、次回点検のための申し送り事項などをコメント欄に自由記入する。
- ・ なお、BaTManデータベースはインターネットに接続されており、Webhybrisと呼ばれるインタフェースにより、ユーザからの問い合わせとグラフィカルな出力に対応する。

「状態等級」による構造要素の評価（CC：Condition Class）を実施している。14の構成要素それぞれの機能状態を以下の4段階の状態等級で表す。

- ・ 状態等級3：即時の対策が必要
- ・ 状態等級2：3年以内の対策が必要
- ・ 状態等級1：10年以内の対策が必要
- ・ 状態等級0：10年以内は対策は不要

以上の状態等級に従って定められた期限により、主要点検、一般点検、特別点検の3種類の検査が行われる。また、状態等級3については、特別点検により損傷同定が実施される。

- ・ 損傷を受けた構成部材の機能状態は、以下の観点から評価される。
- ・ 構成部材、材料の強度
- ・ 設計時に要求された機能仕様
- ・ 現在および過去の実測値
- ・ 将来予想される劣化の進展度

全体状態等級による橋梁単体の評価（OCC：Overall Condition Class）を実施している。橋梁全体に対する状態等級は、構造要素の評価（CC）に重み付けを行った値の合計として算出される。

補修・更新計画の策定方法は以下のとおりである。

主点検で発見同定あるいは予測された損傷箇所に対して実施される特別点検の調査結果を考慮し、BaTMan システム内において、補修及び更新に関わる作業内容とコスト見積りを作業計画（VP）として点検者が作成する⁹。

2004 年以降実験的に施行された **Integrated Bridge Management (IBM)** と称される入札による調達契約では、競争入札によるコスト削減や橋梁管理業務全体の効率化と迅速化等を目的とし、民間の橋梁管理事業者が行う具体的な保守作業内容や実施時期等について業者の自主的な判断範囲を拡張する試みを含むものであった。対象となった橋梁数は、パイロットプロジェクトとして 2004 年のウプサラ県（人口約 33 万人・2011 年）の全橋梁約 400 橋、次にエーレブルー県（人口約 28 万人・2011 年）の全橋梁約 700 橋と報告されている。

また、**Lack of Capital Value (LCV)** と称する概念が導入され、構成部材の補修コストに対する新品交換コスト、あるいは橋梁の部分的補修に対する橋梁新築コストの比較に適用された。（LCV は経年と共に上昇し、LCV=1 のとき補修コストは新築コストと等しくなる）

ライフサイクルコストの考え方の導入状況は以下のとおりである。

・ BaTMan-LCC

BMS における LCC の適用範囲を、（保守フェーズに限定せず）計画から取り壊しまで全ての段階に拡大する利点が王立工科大学及び当局の研究によって指摘されたことを受け、データベースシステム BaTMan と統合した BaTMan-LCC と称されるソフトウェアが交通局と王立工科大学とによって共同開発された。橋梁のライフサイクルコストを投資フェーズごとにモデリングするなどさまざまな出力要求に対応する。

下記に BaTMan-LCC の初期メニュー画面と、出力例を示す。

⁹ https://batmanhandbok.vv.se/Wiki-sidor/Verksamhetsplanering_Genomf%C3%B6rande.aspx

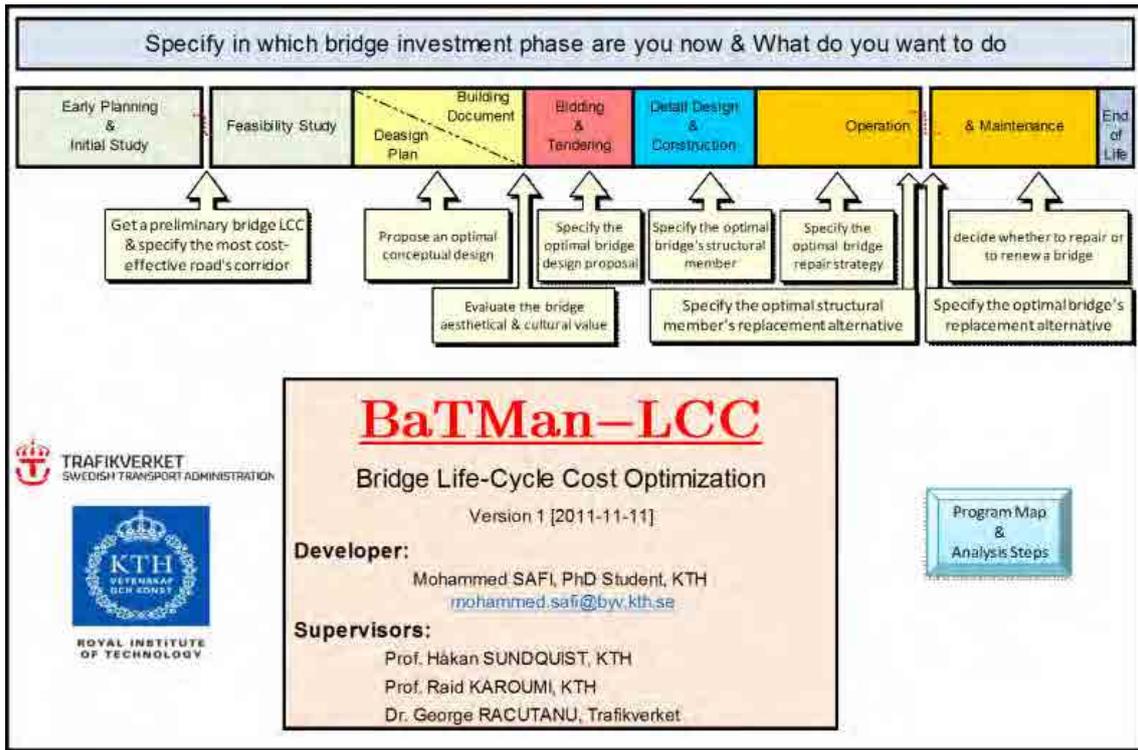


図 4-26 BaTMan-LCC メニュー画面

出典 : Bridge Life-Cycle Optimization, Royal Institute of Technology & Trafikverket (Swedish Transport Administration), 2011¹⁰

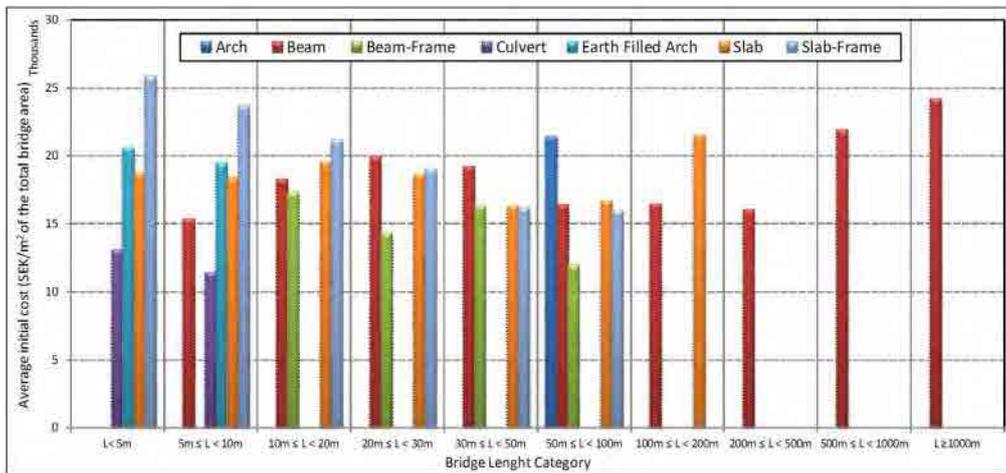


図 4-27 1980~2011 年の間に建造された橋梁の構造種別初期コスト平均

出典 : 同上

BaTMan においては、状態等級 (CC) による評価に加え、LCC の観点が用いられる。

10

http://intra.sth.kth.se/polopoly_fs/1.269619!/Menu/general/column-content/attachment/Safi%20Poster,%202011-11-22.pdf

技術開発の動向として、BaTMan システムの細部の改良の必要性が、交通局作成の BaTMan マニュアルにおいても指摘されている（軽度の損傷に関しての次回点検への申し送り方法など）。

【計画】

現在の交通インフラに対する投資計画は、2004年2月に政府部内の合意でより決定され、2004年～2015年の10年間に3733億クローネ（405億ユーロ）を拠出することとなっている¹¹。

¹¹ http://transrail.se/Downloads/Future_Plan_2004-2015.pdf

4-4 中進国

[概観]

- 舗装に比べて、橋梁マネジメントのしくみづくりは遅れているのが実情である。
- 南アフリカの一部とマレーシアでは、マニュアルの整備、橋梁マネジメントのしくみ構築が進んでいる。
- 各国の特徴は以下の通りである。

(南アフリカ)

- ・ 多くの自治体で維持管理サイクルの仕組み作りは遅れているものの、SANRAL (国道管理) や西ケープ州では点検・評価マニュアル整備、点検員の育成などにも積極的に取り組み、仕組みを構築
- ・ コンクリート橋を対象とした維持管理ソフトウェア (Struman) を開発・活用し、近隣国へも導入実績あり

(タイ)

- ・ 国道・地方道ともに、橋梁点検は行われておらず、対処療法的な補修を実施
- ・ 国道では、橋梁局の所掌の下で BMS のデモ版を構築中
- ・ 地方道では、JICA 支援により既存の BMS を再構築中

(マレーシア)

- ・ 毎年の橋梁点検を義務付け、橋梁点検マニュアルや橋梁維持管理マニュアルを整備済み
- ・ 点検講習により橋梁点検が実施できる数千人の職員が点検結果を毎年 BMS に入力・蓄積

(ブラジル)

- ・ コンセッション道路ではコンセッショネアが橋梁の初期点検、定期点検、詳細点検を実施し、機能、構造健全性、耐久性の 3 指標を評価した上で、結果を維持管理ソフトウェアに入力して維持管理計画を策定
- ・ 一般国道は直轄で点検を行っているが、人材不足により点検データの収集が遅れており、維持管理ソフトウェアも活用されていない

(チリ)

- ・ 直轄 (一部コンセッション) により点検・管理を行い、補修が必要と判断した場合は地方事務所が補修工事を発注
- ・ 維持管理ソフトウェアは保有せず、橋梁の維持補修マニュアル、諸元・点検シートなどを活用して橋梁を管理

(1) 南アフリカ

南アフリカには2種類のBMS (Bridge Management System) が活用されている。その1つである Struman は、CSIR (Council for Scientific and Industrial Research) により開発された。他方は Aurecon 社が米国の Pontis をベースに開発したものである。現在、Struman は、南アフリカ9州の内の5州、4都市に導入されており、海外ではボツワナ、ナンビア、スワジランド、ドバイ、台湾等にも導入されている。南アフリカの橋梁は大半がコンクリート橋であるため、コンクリート橋を対象としたシステムとなっている。

CSIR は、Struman を活用して橋梁の維持管理を行うにあたり、評価方法、システム活用方法、計算ガイドなどのマニュアルを用意している。

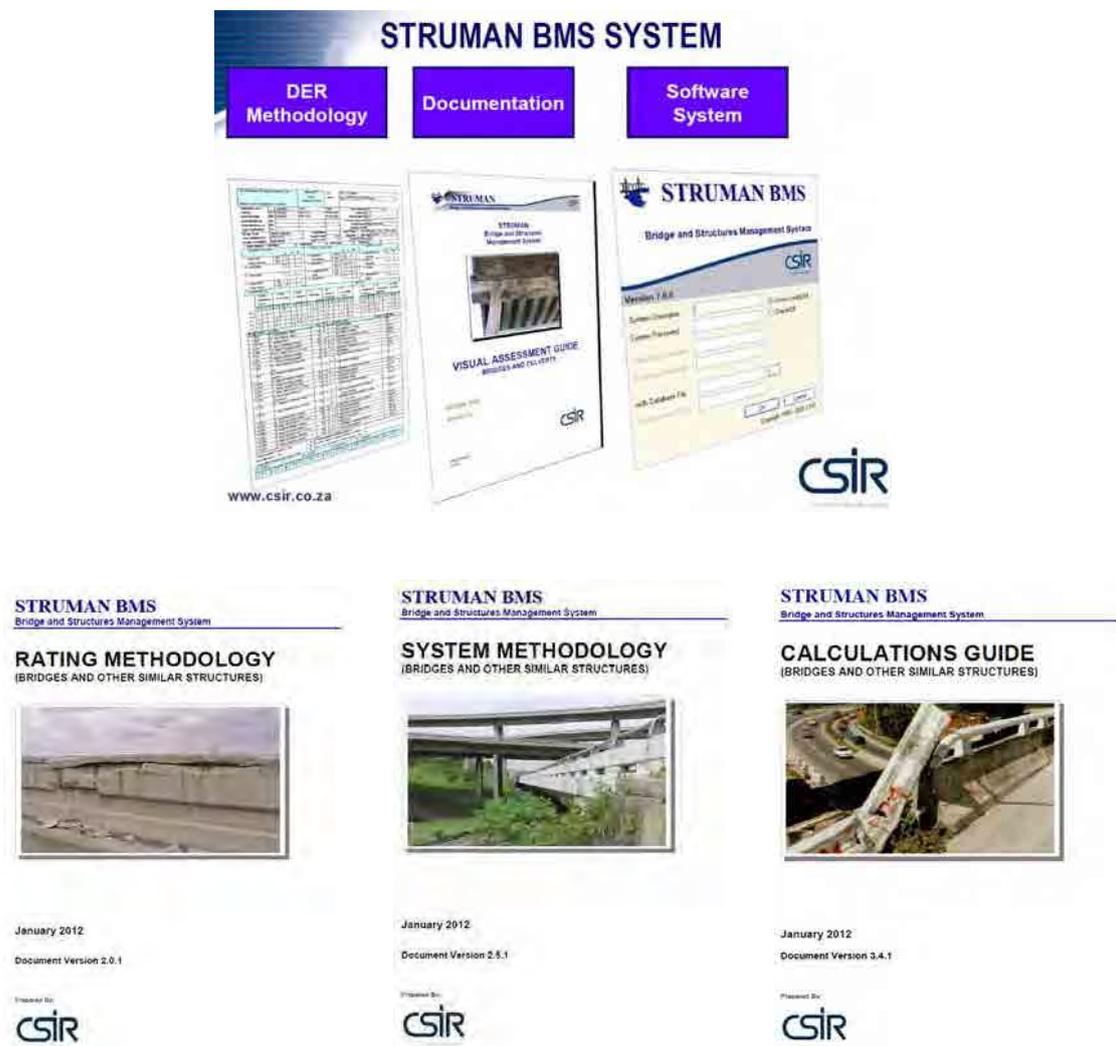


図 4-28 STRUMAN BMS と各種マニュアル類

資料 CSIR

具体の作業として、例えば点検については、点検は認定された点検員が橋梁のスパンごとに実施し、部材ごとの評価を統合したスパンごとの評価結果も記録している。5年以上の橋梁設計の経験ある者で、点検の訓練コースを修了し、試験に合格した者が点検員として

認定されるしくみとなっている。橋梁点検員約 50 名が 5 年に 1 度の点検を 1 日 5 橋程度のペースで目視により行っており、非破壊試験などは実施されていない。ネットワークレベルでの点検が重視されており、詳細な点検はプロジェクトベースで実施されている。

また、評価については、橋梁を 21 の部材要素に分けて、それぞれの損傷 (defects) を点検し、損傷を 3 つの指標 (D : degree、E : extent、R : relevancy) で評価している。Relevancy とは、構造の健全性と安全度に関する評価であり、この 3 指標で評価するしくみを DER System と呼んでいる。PONTIS に比べると、部材ごとの損傷を細かく点検することが特徴であり、費用も 2 倍程度必要となる。また、Pontis が橋梁全体の平均的な状況を表す Condition index に基づく方法であるのに対し、Struman は補修の緊急度を表す Priority index を重視している。Condition index に基づく方法は、精査が必要な橋梁を特定し、それらについて補修の必要性を評価するという 2 段構成になるため非効率と考えられている。将来的には、交通量や補修時の迂回距離などによる機能指標 (Function Index) も加味して、優先度を定めることができるよう拡張する必要があると考えられている。

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. Approach embankment | 12. Pier protection work |
| 2. Guardrails | 13. Pier foundations |
| 3. Waterway | 14. Piers & Pylons |
| 4. Embankment protection | 15. Bearings |
| 5. Abutment foundations | 16. Support drainage |
| 6. Abutments | 17. Expansion joints |
| 7. Wing & retaining walls | 18. Longitudinal members
(decks & arches) |
| 8. Surfacing/ballast | 19. Transverse members |
| 9. Deck drainage | 20. Deck slabs & arches |
| 10. Kerbs/sidewalks | 21. Miscellaneous |
| 11. Parapets & handrails | |

D degree of defect:	How bad or severe is the defect.
E extent of defect:	How common it is on the inspection item being inspected.
R relevancy of defect:	The consequences of the defects as they are now with regards the serviceability of the structure and the safety of the motorist/ pedestrian.
U urgency to carry out the remedial work:	Considers possible future events which could adversely affect defects and provides a way of applying direct time limits on the requirement to do the necessary repair.

Category	X	U	0	1	2	3	4
Degree/ Severity (D)	N/A	Unable To Inspect	No defect	Minor	Fair	Poor	Severe
Extent (E)				Local	> Local	< General	General
Relevancy (R)				Minimum	Moderate	Major	Critical
Urgency (U)	Make Safe (MS)	Record (R)	Monitor	Routine	< 10 yrs	< 5 yrs	ASAP

図 4-29 評価対象の橋梁 21 部材、DER システムの評価方法と評価ランク

資料 CSIR

表 4-8 点検・評価結果 (例)

SA National Roads Agency Ltd				BRIDGE Field Inspection Sheet		No. N001_01N_B699	
BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM				Name Agter Paarl Road over Road Bridge			
Inspector M Smuts				Firm VKE CTN		Date 07-May-99	
Current PR				Other Bridge No 4453		Route/Section N001 01N	
Last Principal PR				N Route Over/Under Under		Route km 47.29	
Last Monitoring MO				Feature Name Agter Paarl Road		Feature Rd No	
Last Maintenance MA				Min Vertical Clearance 5.21		Pos/Span NBC / NBC / SBC / SBC / Right	
Last Verification VE				Min height 8.395		Direction of river flow	
Bridge Type Simply supported				No of spans 4		Overall length 112.4	
Year constructed 01-Jan-70				Angle of skew 58		Reporting 0	
Bridge orientation North/South				Inspection 0		Capturing 0	
Time (Hours) Inventory 0				Inspection 0		Reporting 0	
INSPECTION ITEM		D E R		INSPECTION ITEM		D E R	
1. Approach Embankment		N/A 2 1 1 S/A 0		5. Abutment Foundations		N/A U S/A U	
2. Guardrail		2 1 1		6. Abutments		N/A 3 3 3 S/A 3 3 3	
3. Waterway		X		7. Wing/Retaining walls		N/A 3 2 2 S/A 3 2 2	
4. Appr.Emb. Prot.Works		N/A 0 S/A 0		8. Surfacing		0	
9. Superstructure Drainage		X		10. Kerbs/Sidewalks		0	
11. Parapet		3 3 2		21. Miscellaneous Items		X	
SUPPORTS				SPANS			
12 Pier Protection Works		13 Pier Foundation		14 Piers & Columns		15 Bearings	
16 Support Drainage		17 Expansion Joints		18 Longitudinal Members		19 Transverse Members	
20 Decks and Slabs							
D E R		D E R		D E R		D E R	
A S		- - - - -		3 4 2 U		4 4 3 S 1	
A N		- - - - -		3 4 2 U		4 4 3 S 2	
P 1		U		3 2 2 2 1 1 U		4 4 3 S 3	
P 2		U		3 2 2 2 1 1 U		4 4 3 S 4	
P 3		U		3 2 2 2 1 1 U		4 4 3	

Item	Position	Activity	Qty	Unit	U	MS	Remarks	Monitor Freq	Photos
17	AL	2. ? Replace concrete nosing	90	m	2	No	All expansion joints are leaking - to be replaced	0	23-27
18	AS	2. Seal, repair cracks > 0,3 mm	380	m	4	No	Major longitudinal cracks in soffit - 10mm max	0	28-38
18	AS	4. Apply protective coating	850	m2	2	No	Pattern cracking due to AAR	0	32-39
18	AS	6. Clean concrete surface	850	m2	2	No	Concrete stained	0	28-39
19	BA	2. Seal, repair cracks > 0,3 mm	8	m	4	No	Horizontal cracks	0	40,41
19	BA	4. Apply protective coating	25	m2	2	No	Pattern cracking due to AAR	0	40,41
19	BA	5. Clean concrete surface	25	m2	2	No	Concrete stained	0	40,41
20	AS	2. Seal, repair cracks > 0,3 mm	5	m	2	No	Cracks	0	43-45
20	AS	4. Apply protective coating	250	m2	2	No	Pattern cracking due to AAR	0	42-45
20	AS	7. Clean concrete surface	250	m2	2	No	Concrete stained	0	42-45
20	S2	1. Repair spalled concrete	0.5	m3	1	No	None	0	42
1	NA	4. Inlets/outlets - clean	1	no	1	No	Inlet blocked	0	01
1	NA	10. Side drains - clean	10	m	1	No	Vegetation on verge	0	02
2	PT P3	2. Replace rail	15	m	1	No	Collision damage	0	03,04
6	BA	9. Apply protective coating	26	m2	2	No	Pattern cracking due to AAR	0	05-08
6	BA	13. Clean concrete surface	26	m2	2	No	Severe staining	0	05-08
7	AL	3. Seal, repair cracks > 0,3 mm	4	m	2	No	Horizontal cracks	0	10
7	AL	7. Apply protective coating	6	m2	1	No	Pattern cracking due to AAR	0	09-11
7	AL	13. Clean concrete surface	6	m2	1	No	Staining	0	09-11
11	AL	12. Reconstruct parapet (Not NJ)	270	m3	2	No	Pattern cracking due to AAR	0	12,13
11	W	20. Replace steel/aluminium handrail	6	m	1	No	Collision Damage	0	14
14	AP	4. Apply protective coating	280	m2	2	No	Pattern cracking due to AAR	0	15-19
14	AP	7. Clean concrete surface	280	m2	2	No	Concrete stained	0	15-19
14	P1	1. Repair spalled concrete	0.5	m3	1	No	Western column	0	15
14	P2	2. Seal, repair cracks > 0,3 mm	6	m	2	No	Verticle cracks	0	17,18
15	AL	8. Clear obstructions to movement	70	no	1	No	Clean gap around bearings	0	20-22

Inspector's assessment of structure condition and further comments:

Major longitudinal cracks in deck soffit - up to 10mm wide - needs urgent attention.
 All exposed concrete surfaces are stained and covered with pattern cracking due to AAR.
 All exposed concrete surfaces to be painted with a protective coating.

Further inspection needed ? Y/N	No	IF FURTHER INSPECTION REQUIRED IS Y: Then please indicate any special requirements ie. Am Ladder, Bush cutting, UBU, better weather etc. If nothing please state 'None'
Was UBU used ? Y/N	No	
Is the UBU needed for future insp's? Y/N	No	

D - DEGREE				E - EXTENT				R - RELEVANCY				U - URGENCY								
NA	U	0	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	Record	Monitor	Routine	<5 yrs	<2 yrs	ASAP
X	U	0	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	R	0	1	2	3	4

(2) タイ

(国道)

DOH が管理する橋梁は約 14,000 橋 (ボックスカルバートを除く) であり、1 スパン 10m 程度、橋長 30~40m のものが多い。現状では、橋梁だけを対象とした点検は行われていないが、以前、舗装の点検によりコンクリート橋梁上部工の問題が発見された事例が 2 件発生した際には、本局が専門家を派遣し対処を行った。過去の損傷や修繕の履歴から、損傷の有無をある程度は推測できるが、システムティックに点検を実施することが今後必要と考えられている。

BMS (橋梁マネジメントシステム) は Bureau of Bridge (橋梁局) が所掌しており、現在デモ版を構築中である。具体的には、DOH が保有する 14,000 橋の内、100~200 橋梁を選定し、データ収集・点検等を行っており、DOH が集めたインベントリデータを補完しながら、BMS のデモ版を構築中 (本年末完成予定) である。BMS を構築する際に既存のシステムのチェックも一通り行われたが、入力するデータ量が多く、またそれが揃う前提でシステムが構築されていたことから、最低限のデータ入力で実用化できるようにカスタマイズされた。

現在構築中の BMS は、①Inventory、②Inspection、③Evaluation/Analysis、④Prioritization/Budgeting、⑤Output/Report、⑥Data Administration、⑦Help Menu の 7 つのモジュールで構成されている。①Inventory については、DOH の研究開発局 (Bureau of R&D) が 5 年前に作成を開始した橋梁のデータベースを基にしている。3 年間、研究目的にデータベースを作成してきたため、実用としては完成しなかった。IMMS は BMS のデモシステムを作成するため、橋を選定して、不足するデータ (交通量、損傷など) を自ら収集している。②Inspection については、自らマニュアルを作成し、DOH 職員への教育も行っている。点検は DOH の要求・技術に応じて、カスタマイズした内容となっている。③Evaluation/Analysis については、3 つの評価を実施している。1 つ目は部材や損傷の形態に即した修繕方法と費用、2 つ目は残存寿命の予測、3 つ目は耐荷力の予測である。DOH は簡便な方法により、一般橋梁 (スラブ橋、ボックスガーター橋など) の寿命を評価している。斜張橋や高架橋は含まれていないが、現在研究中である。④Prioritization/Budgeting については、5 つの要素から算定したスコアをもとに判断している。5 つの要素とは、1. 損傷度、2. 日平均交通量、3. 道路クラス (1 桁から 4 桁まで)、4. 対策遅延による影響、5. 橋梁の価値である。橋梁の価値に関しては、歴史的橋梁、経済価値の高い橋梁、国際関係の面から通行止めを起こしてはならない橋など約 20 橋梁に対して、予算が最優先で割り当てられる。優先順位の決定方法は決まった計算式がある訳ではなく、DOH に質問状を出して、地道に検討する。例えば 100 ドルの予算を 4 地域に配分する際、80% は多少の凸凹は許容しつつ各地域に配分され、残り 20% は地域に関係なく配分されるが、損傷があるところに優先的に配分される。財務当局と折衝する意味でも、簡便な計算、簡便な評価ができることが重要と考えられている。

(地方道)

以前、チュラロンコン大学で開発された BMS は、米国 FHWA の AASHOT のしくみをベースとしていたが、点検・評価の部分が十分訓練された人にしか対応できず、活用され

なかった。コンピュータシステムの構築に重点が置かれており、PDCA サイクルの最初の段階（点検、評価）で躓いたと考えられている。現在は、JICA の支援により、BMS の再構築が行われている。整合性のある点検データを取れるように、点検マニュアルの整備や職員の訓練等が行われている他、タイの実情に合うようにシステムの簡素化も行われている。点検の訓練については、日本に 5 名の技術職員を派遣する計画も含まれており、再構築される BMS は十分活用できると期待されている。なお、DRR では約 8,000 橋の橋梁が管理されている。

（都市高速）

都市高速道路は建設後 30 年も経っておらず、今は点検・修繕が中心に行われている。マネジメントシステムについては、インベントリーデータが整理されているだけで、維持更新計画などを策定するようなマネジメントシステムは存在しない。現在、斜張橋（RAMA IX 橋、Kanchanapisek 橋）以外の橋梁、高架橋を対象とした BMS を、既成プログラムの改良ではなく、EXAT 独自のシステムとして研究・開発中である。また、VFM を高めるマネジメントシステムの構築が SIIT（タイ王国タマサート大学：Sirindhorn International Institute of Technology の Dr. ソムニック）との協働で開始されている。

EXAT は技術者の数も限られているため、橋梁管理のためのマニュアルとソフトウェアプログラム、主要な損傷についての劣化予測、診断ができる最低限のエキスパートシステムが必要であり、点検職員を教育するためのインタラクティブな教材も開発が予定されている。実際の BMS では、損傷状態を記録して、更なる詳細検査が必要かを判断すること、それによって残存寿命の算定や維持管理計画、年間予算計画の作成、を行えることが必要である。損傷度合いは同じでも、あとどれくらい維持するか（20 年寿命、100 年寿命）で対策費用は異なるため、高架橋の部材ごとに損傷度を判断し、寿命を考慮した対策費用を積み上げて維持管理費用を算定するしくみとしている。なお、対策の優先順位は、利用者費用、通行止め時の社会的費用なども考慮されている。

(3) マレーシア

JKR (=PWD : Public Works Department) では、カルバートや小規模排水溝を跨ぐものを含めて、約 9,200 橋の管理を行っている。構造別では大半がコンクリート橋である。

1994 年のソウルのソンス橋崩落事故をきっかけとして、マレーシアでは橋梁を毎年点検することが義務付けられた。点検は JKR 地方事務所の職員が実施しており、点検結果が BMS に蓄積されていく。JKR では橋梁点検マニュアルと橋梁維持管理マニュアルを既に整備済みであり、その概要は以下の通りとなっている。

(橋梁点検マニュアル)

Introduction(1章)、2章:Types of Damage(2章)、Inspection Procedures and Reporting(3章)、Condition Rating Guide based on Damage(4章)の構成で、橋梁の部位部材の損傷形態、点検のプロセス、損傷に基づく状態評価について解説されている。

点検は、Inventory Inspection、Routine condition Inspection、Conformity Inspection、Detailed Inspection の 4 つに区分で各々実施されており、その全体フローは以下の通りとなっている。

- **Inventory Inspection**

地方レベルの点検員が実施する最初の点検で、橋梁のインベントリデータを収集するために実施される。点検は目視により、測定、スケッチ、写真撮影なども行われる。

- **Routine condition Inspection**

地方レベルの点検員が実施する点検で、橋梁の物理的状況をもとに評価を行い、橋梁の安全性を確保するために実施される。点検は、最低 1 年に 1 回、洪水時期後の 3 月前後に目視によって行われる。

- **Confirmatory Inspection**

Routine condition Inspection に続いて行われる点検で、地方の点検チームによる報告が設定された評価指標に合っているかを確認するために行われる。点検は本局の点検チームが損傷有りとして報告された橋梁に対して実施する。

- **Detailed Inspection**

本局の技術者が実施する点検で、Confirmatory Inspection の結果、修繕が必要と判断された橋梁に対して実施される。橋梁技術者が損傷部位のサンプル試験、損傷要因の審査などを橋梁技術者が実施する。

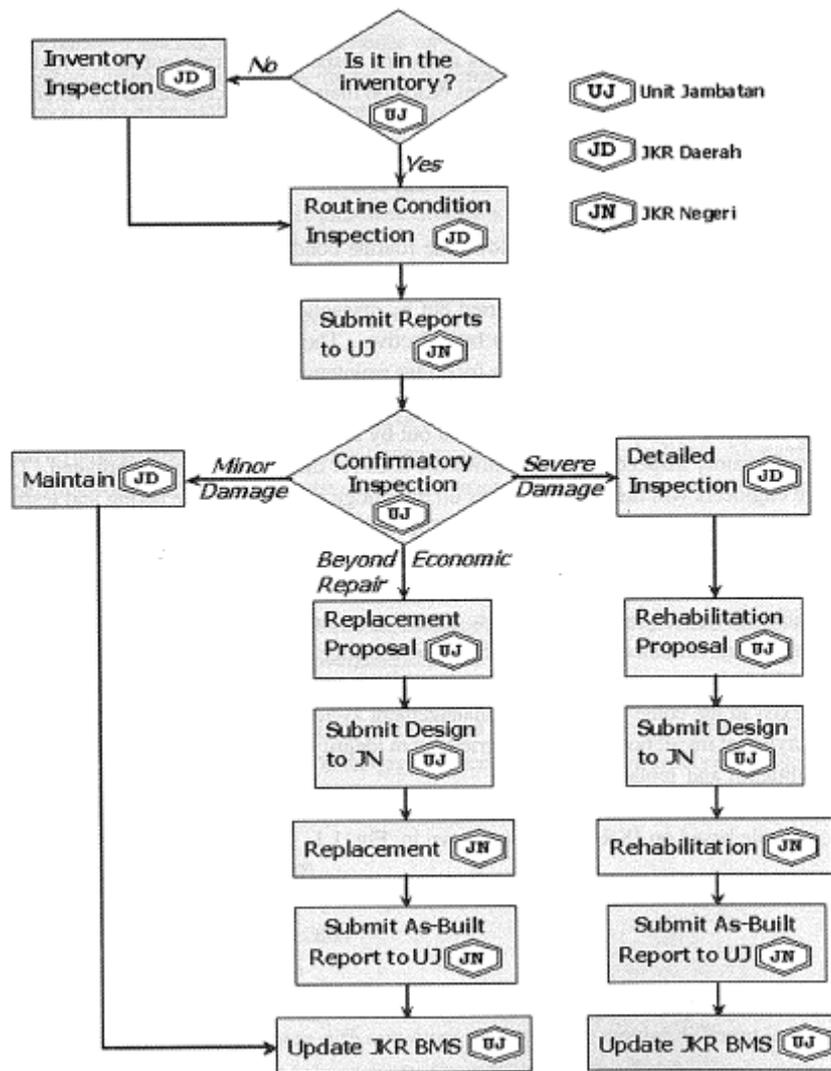


図 4-30 JKR における橋梁維持管理のプロセス

資料 : Annual Bridge Inspection Manual (JKR, October 2003)

橋梁の部位・部材は、主部材と副部材に区分され、部材ごとに損傷程度が評価される。評価は 4 段階 (Light、Medium、Severe、Very Severe) で行われ、損傷の形態ごとに各段階の状態がどのようなものであるかが定められている。点検・評価の結果についても入力・整理するフォーマットが用意されており、結果が一元管理できるしくみとなっている。

JKR の橋梁関係の職員は橋梁点検講習を必ず受けなければならない、点検者が BMS へのデータ入力を行っている。毎年 250 人の職員が橋梁の点検講習を受けており、受講を修了すると橋梁の年次点検が行えるようになる。現在、数千人の職員が橋梁点検を行うことができるレベルとなっている。

表 4-9 橋梁の部位・部材の構成

PRIMARY COMPONENTS	SECONDARY COMPONENTS
Embankments supporting foundations	Embankments not supporting foundations
Foundations	Ballast Walls
Abutment Walls	Wingwalls
Piers	Retaining Walls
	Bearing s
	Bearing Seats
	Slope Protections
	Expansion Joints
Beams, Girders	Non-load Bearing Diaphragms
Trusses	Bracings
Arches	Connections of secondary components
Curverts	Parapet
Load Baring Diaphragms	Drainage
Connections of primary components	
Deck slab	Kerbs
Pavement	Sidewalks
	Approaches
	Approach Slabs
	Signs
	Utilities
Structural Steel Coatings on primary components	

資料 : Annual Bridge Inspection Manual (JKR, October 2003)

表 4-10 損傷状態の評価区分例 (抜粋)

CODE	TYPE OF DAMAGES	SEVERITY OF DAMAGE	
1	CORROSION (Steel)	LIGHT	Loose rust formation and pitting in the paint surface. No noticeable section loss.
		MEDIUM	Loose rust formation with scales/flakes. Definite areas of rust up to 10% section loss.
		SEVERE	Stratified rust with pitting of metal surface. 10% to 20% section loss.
		V.SEVERE	Extensive rusting with local perforation/rusting through >20% section loss.
2	FRACTURE AT STEEL (Steel)	LIGHT	
		MEDIUM	
		SEVERE	If detected rating shall be 4
		V.SEVERE	
3	LOOSE CONNECTIONS Primary (Steel)	LIGHT	Up to 10% of fasteners loose or missing
		MEDIUM	10 to 20% of fasteners loose or missing
		SEVERE	20 to 30% of fasteners loose or missing
		V.SEVERE	>30% of fasteners loose or missing
	LOOSE CONNECTIONS Secondary	LIGHT	Up to 20% of fasteners loose or missing
		MEDIUM	20 to 40% of fasteners loose or missing
		SEVERE	40 to 60% of fasteners loose or missing
		V.SEVERE	>60% of fasteners loose or missing
4	PERMANENT DEFORMATIONS (Steel & Rubber)	LIGHT	
		MEDIUM	
		SEVERE	If detected rating shall be 4
		V.SEVERE	
5	PAINT DETERIORATION (Steel)	LIGHT	Up to 10% of surface area affected
		MEDIUM	10 to 20% of surface area affected
		SEVERE	20 to 30% of surface area affected
		V.SEVERE	>30% of surface area affected
6	CRACK (Reinforced Concrete)	LIGHT	If cracks are Hairline i.e. < 0.1mm wide, rating shall be 1
		MEDIUM	If cracks are Narrow i.e. - 0.1mm to 0.3mm wide, rating shall be 2
		SEVERE	If cracks are Medium size i.e. - 0.3mm to 1.0mm wide, rating shall be 3
		V.SEVERE	If cracks are Wide size i.e. -> 1.0mm wide, rating shall be 4
	CRACK	LIGHT	

資料 : Annual Bridge Inspection Manual (JKR, October 2003)

表 4-11 Routine Condition Inspection の入力フォーマット(チェックリスト)

ROUTINE CONDITION INSPECTION - STRUCTURAL CONDITION CHECKLIST (BRIDGE)

Page 1 of SPAN -----

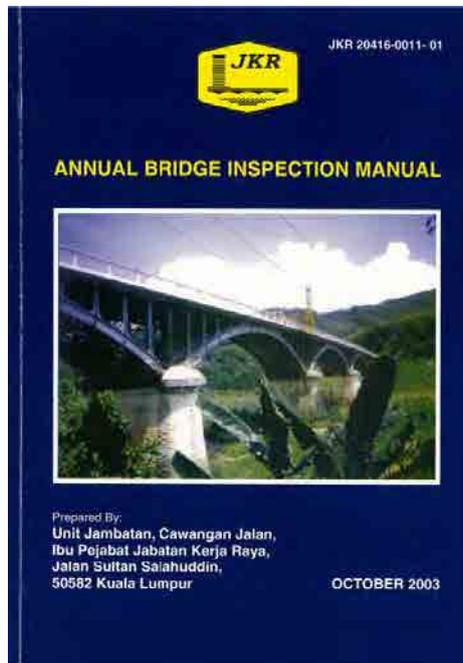
ROUTE NO: _____ STRUCT. NO: _____ / _____ RIVER/BRIDGE NAME: _____ NAME OF INSPECTOR: _____ DATE: ____/____/____

BRIDGE MEMBER		TYPE OF DAMAGES	CODE	DEFECTS?		SEVERITY OF DAMAGE					PERCENTAGE AFFECTED	REMARKS	RATING OF DAMAGE	RATING OF MEMBER	
Component	Material			Yes	No	Light	Medium	Severe	V.Severe	0					
BEAM/GIRDER <i>(Primary)</i>	Steel	Corrosion of steel	1							A					
		Fracture at steel	2												
		Loose Connections	3							N					
		Permanent Deformations	4												
		Paint Deterioration	5							A					
		Abnormal Vibration/Deflection	13												
	P. Concrete R. Concrete	Concrete	Surface Defect	11							A				
			Cracks at Concrete	6											
			Delamination	12							A				
			Spalling	7							A				
			Corrosion of Reinforcement	8							L				
			Abnormal Vibration/Deflection	13											
			Abnormal Noise	16											
			Abnormal Movement	16											
DECK SLAB <i>(Primary)</i>	Steel	Corrosion of steel	1							A					
		Fracture at steel	2												
		Loose Connections	3							N					
		Permanent Deformations	4												
		Water Leak	14							A					
		Abnormal Movement	16												
	Concrete	Concrete	Abnormal Noise	16											
			Surface Defect	11							A				
			Cracks at Concrete	6											
			Delamination	12							A				
			Spalling	7							A				
			Corrosion of Reinforcement	8							L				
			Water Leak/Free Lime	14							A				
			Abnormal Movement	16											
ABUTMENT <i>(Primary)</i>	Concrete	Surface Defect	11							A					
		Cracks at Concrete	6												
	Masonry	Masonry	Delamination	12							A				
			Spalling	7							A				
			Corrosion of Reinforcement	8							L				
			Wear/Abrasion	9							A				
			Material Deterioration	10							A				
			Tilt/Settlement	15											
			Scouring	17											
			Surface Defect	11											
			Cracks at Concrete	6											
			Delamination	12							A				
			Spalling	7							A				
			Corrosion of Reinforcement	8							L				
PIER NO. <i>(Primary)</i>	Concrete	Surface Defect	11							A					
		Cracks at Concrete	6												
	Masonry	Masonry	Delamination	12							A				
			Spalling	7							A				
			Corrosion of Reinforcement	8							L				
			Wear/Abrasion	9							A				
			Material Deterioration	10							A				
			Tilt/Settlement	15											
			Scouring	17											
			Surface Defect	11											
			Cracks at Concrete	6											
			Delamination	12							A				
			Spalling	7							A				
			Corrosion of Reinforcement	8							L				
BEARING <i>(Primary)</i>	Steel	Corrosion of steel	1							A					
		Fracture at steel	2												
	Rubber	Loose Connections	3							N					
		Ponding Water	18												
	Others	Others	Debris/Vegetation	19											
			Abnormal Bulging	33											
			Abnormal Displacement	34							A				

* Legend: A=Area, N=Numbers, L=Length

Have all the components been inspected? YES NO

資料 : Annual Bridge Inspection Manual (JKR, October 2003)

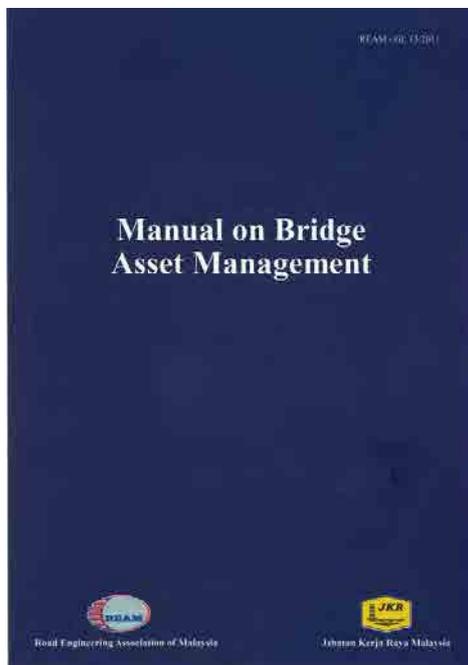


☒ 4-31 ANNUAL BRIDGE INSPECTION MANUAL

資料 : Annual Bridge Inspection Manual (JKR, October 2003)

(橋梁維持管理マニュアル)

橋梁維持管理マニュアル (Manual on Bridge Asset Management) は、REAM (Bridge Asset Management Sub-Committee of the Road Asset Management, Road Engineering Association of Malaysia) が橋梁マネジメントを実践ガイドとして作成したものである。内容は、マネジメントの詳細、評価とモニタリング、試験、修繕、増強、リスクと信頼性、維持管理と資金調達などを網羅し、橋梁アセットマネジメントに関するプロジェクトをケーススタディとして紹介している。マニュアルには、ニーズに応じた橋梁アセットマネジメントシステムの構築、様々なレベルの橋梁点検の実施、橋梁に関する共通の問題と解決方法の確認、最も費用対効果の高い方法を得るための主要な修繕方法の評価、などをどのように行うかについて記載されている。



MANUAL ON BRIDGE ASSET MANAGEMENT		
TABLE OF CONTENTS		
CHAPTER	INTRODUCTION	Page
1.1	General	1-1
1.2	Factors Affecting Life Span of Bridges	1-1
1.3	Asset Custodians and Their Responsibilities	1-2
1.4	Consideration and Action of Bridge Management	1-3
1.5	Scope of the Manual	1-5
1.6	Advice to Bridge Asset Custodians	1-5
CHAPTER 2 BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM - Management of the Bridge Asset		
2.1	General	2-1
2.2	Functions of Bridge Management System	2-2
2.3	Objectives of Bridge Management System	2-2
2.4	Components of Bridge Management System	2-2
2.5	Bridge Inventory and Associated Records	2-4
2.6	Legal and Contractual Documents	2-6
2.7	System for Inspection and Reporting	2-7
2.8	Records of Damage, Repair and Cost	2-7
2.9	Emergency Plan	2-7
2.10	System Development	2-7
CHAPTER 3 INSPECTION AND CONDITION RATING		
3.1	Inspection and Condition Rating	3-1
CHAPTER 4 ASSESSMENT, EVALUATION, STRESS MEASUREMENT AND MONITORING		
4.1	Introduction	4-1
4.2	Basic Considerations	4-1
4.3	Structural Safety	4-3
4.4	Methods of Analysis	4-5
4.5	Stress Measurement and Monitoring	4-7
4.6	Stress Relief Principle	4-7
4.7	Indirect Stress Measurement	4-8
4.8	Live Load Stresses	4-9
4.9	Monitoring	4-9

図表 4-2 Manual on Bridge Asset Management

資料 : Manual on Bridge Asset Management (JKR, October 2011)

(4) ブラジル

(点検)

橋梁の点検には、初期点検、定期点検、詳細点検の3種類がある。初期点検の結果は、3つの指標（①機能、②構造健全性、③耐久性）に対して、3段階（A、B、C）で評価が行われ、Aは5年、Bは2～4年、Cは0～2年以内に対策を実施することがコンセッション契約に定められている。初期点検と定期点検は全て目視で実施され、定期点検は年1回実施することをコンセッション契約で義務付けられている。目視の際、はしごやゴンドラなどを使用する。ゴンドラなどは保有しておらず、レンタルで対応する。詳細点検は定期点検の結果、Cと評価された場合に実施され、内容的には橋梁のレベル測量、地中調査などが含まれる。点検費用は、初期点検：1000～1500 レアル/橋、定期点検：500～700 レアル/橋、詳細点検：10000 レアル/橋程度である。コンセッションネアが入札に参加する時に提出する参考見積は約2500 レアル/橋である。

点検・調査を行う会社と、そのデータをもとに修繕、補強等を行う会社が存在しており、コア抜きなどの調査は後者が研究所などに外注して行っている。なお、ブラジルでは吊橋や斜橋などは無く、高架橋の点検が殆どである。

発注者は、①コンセッションネアが点検企業を雇って実施する詳細調査の有用性、点検企業の信頼性を審査、②業者を雇って目視点検を行い、コンセッションネアのレポートが正しいか否かを確認、の2つの方法がある。

パフォーマンスとして定められる料金所の通過時間については、料金所の設置した計測機器でチェックされ、過積載については、重量計を設置して、違反車両から罰金が徴収される。利用者の苦情については、電話対応に加え、携帯タブレットを使って道路上の問題を撮影し、GPSと連動させて報告してもらうしくみを開発中である。

舗装と異なり、コンセッション期間中に実施すべき工事、修繕の内容、時期などは入札書類に示されない。ただし、DERが保有する現状調査の結果はコンセッションネアに公開され、コンセッションネアはこれに基づき費用を見積もって応札する。

契約では点検結果の評価がCとなった場合に直ちに定められた方法で修繕を行うことを義務付けている。このため、契約で定めた修繕費用と実際の修繕費との差がコンセッションネアの損または得になる。そのリスクはコンセッションネアがとるが、これは舗装と異なる点である。国際基準では橋梁はB3ランクを維持することを定めているが、AutoBAnのみ、5年以内にこの基準を達成できる見込みである。コンセッションネアの実施する修繕工事はABNT（ブラジル国内の基準）を満足し、かつARTESPの認可する方法でなければならない。コンセッションネアが長寿命化材料や工法を提案してもこの二つの条件を満たす必要がある。性能規定型契約ではないため、コンセッションネアにコスト削減のインセンティブがない。

実際には、管理する4000橋梁について、劣化した橋梁に対策を行うのが精一杯で、予防保全まで実施できない。橋梁の点検作業は実績が10年以上あるなど、信頼できる企業にしか認めない。

(コンセッショネアによる橋梁マネジメント)

コンセッション会社を傘下に複数持つ CCR の例をもとに、コンセッショネアによる橋梁マネジメントのしくみを解説する。橋梁には既存道路を跨ぐ橋梁、下を潜るカルバート、河川などを跨ぐ橋梁、歩道橋、トンネルの 5 種類が存在し、定期点検、詳細調査、いつどのような工事を行うかの特定、SIMOV (橋梁管理システム) への入力 of 4 種類の業務が実施されている。また、定期点検の結果は、構造健全性、機能性、耐久性の 3 つの指標で、A、B、C の 3 段階で評価されている。

(構造健全性)



(機能性)



(耐久性)



(評価のしくみ)

Intervenção		Estado Operacional		
Classificação	Prazo	Bom	Regular	Ruim
Imediata	0			C0
Curto Prazo	1 Ano			C1
	2 Anos		B2	C2
Médio Prazo	3 Anos		B3	
	4 Anos		B4	
Longo Prazo	5 Anos	A4		
		A5		

fonte: ARTESP - ET-C21/002

資料 : CCR Engelog 資料

評価の結果、C ランク (0~2 年以内に対策要) となった場合は、詳細調査を実施し、修繕費用の見積を行う。契約開始から 8 年目迄にすべての橋梁の機能性評価を A4、16 年目迄に構造健全性評価を A4、耐久性評価を A5 となるように対策を行うことが義務付けられている。また、B2 と評価された場合は対策計画書 (対策費用を含む) を提出しなければならない。

コンセッション契約では契約期間中の橋梁修繕費は一定額が定められているため、修繕費が増大した場合はコンセッショネアの負担 (減少した場合は利益) となる。このため、

CCR はコンセッションの応札前に外注により修繕費の見積を入念に行っている。

CCR 全体として予防修繕を含む最適橋梁修繕計画（修繕費最小化計画）の策定を 5 年に 1 度行っており、必要な劣化予測・費用予測も経験に基づいて実施している。安価な費用で基準をいかに満たせるかがポイントであり、工事の最適化についても通行止めの影響を考慮し、異なる工事を一緒に行うこともある。SIMOV（橋梁管理システム）の出力例を以下に示す。

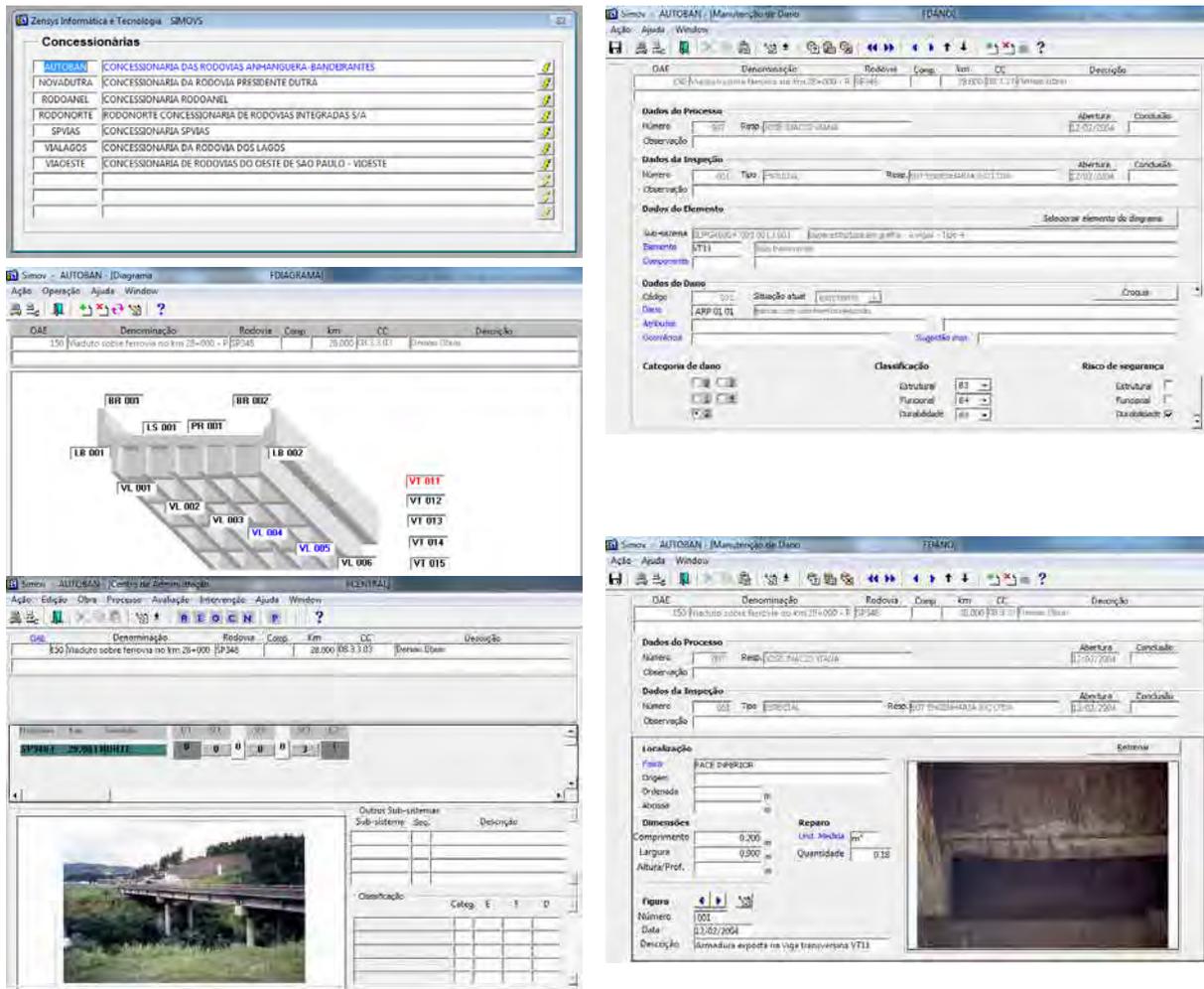


図 4-32 SIMOV（橋梁管理システム）の出力例

資料：CCR Engelog 資料

(5) チリ

(組織・体制)

チリの橋梁の総延長は約 182km であり、コンクリート橋がその大半を占めるが、鋼橋、木橋なども存在する。公共事業省橋梁課には職員が 70 人（技術職 20 人、事務職 50 人）在籍しており、全国約 7,000 橋の橋梁を中央集権的に管理している。維持管理については、中央の橋梁課と各県の地方事務所が協力して実施している。地方事務所が補修の必要な橋梁についてレポートし、中央の橋梁課が実施の有無について判断した上で、地方事務所が補修工事を発注するしくみである。地方事務所には、1 事務所あたり 500 人程度が勤務している。600 人の事務所もあれば、200 人の事務所もある。全国で道路の維持管理に従事している職員は 4,500 人程度である。ただし、事務所の職員は、橋梁のみならず、トンネルや舗装を含む道路施設全般を管理している。維持補修にかかる年間予算は約 3 千万 USD、新設の予算は年によって変動するが今年は約 1.2 億 USD である。

小規模の橋梁の建設は各州の地方事務所が担当している他、コンセッションネアが管理する橋梁が約 1,000 橋ある。

(維持管理の方法)

橋梁の維持補修は、費用がかかる架け替えを回避し、長期の供用を可能にすることを目的として実施されている。橋梁の架け替えは、交通量の増加による場合が多く、老朽化が要因となったものは現時点ではない。橋梁の架け替え費用は新規建設費に計上されている。

(点検)

橋梁の日常点検は職員が直轄で行ない、点検結果をもとに必要に応じて詳細点検が実施されることもある。橋梁に異常が認められた場合でも職員がまず点検を実施しており、民間企業に点検を委託することは稀である。その他に定期点検と非常点検があり、非常点検は河川の水量の増加時や地震の際に実施される。その他、自治体や警察の要望に応じて、マニュアルで記されている範囲で橋梁の管理を実施している。大規模橋梁の点検は年に 1 回実施されているが、その他の橋梁は定期点検が行えない状況である。一般の橋梁については、警察や自治体職員等に日頃から異常の有無を確認してもらっている。点検の目的は、①損傷の把握、②基本情報の更新、③劣化度の評価、④優先順位づけ、⑤リソース配分、という認識である。

地方事務所毎にデータを管理しているため、中央での情報集約は十分にできていないことが問題となっている。諸元・点検シートは、国民を含めた関係主体への説明責任を果たす上で重要であり、予算要求上も不可欠なものとなっている。諸元・点検シートには、PDF フォーマットの図面も含まれており、それを基に、地方事務所が補修工事の発注等を行っている。全橋梁の諸元・点検シートの更新は点検実施の際に地方事務所が行っている。図面が十分揃っておらず、点検に手間がかかっているのが現状であり、橋梁建設後に図面を適切に保管することが重要と認識されている。橋梁の点検シートやデータの蓄積方法が確立されているが、これらについては、JICA の支援によって学習したものである。

JICA では 1991 年から 1993 年にかけて、チリ公共事業省に対して、橋梁維持点検補修

計画の策定とデータベースの構築を目標とした技術協力プロジェクトを実施した。チリでは、橋梁の建設が 1930 年代に本格化し、当時約 8,000 の橋梁を保有していたが、頻発する地震と河川侵食により、橋梁の損傷が激しくなっていた。それに対応するため、JICA では、橋梁点検維持管理ガイドラインの作成、コンピュータを用いた、橋梁補修優先度判定システム、橋梁データベースシステムの構築を支援した。具体的な活動は以下の通りである。これによって橋梁の点検からデータベースの構築まで、一定のレベルに達したと考えられるが、図面の管理や中央と地方の情報共有など、未だ課題が残っている。

- ・ 補修優先度判定・予防保全思想を取り入れた道路維持管理体制・政策構築等を支援
- ・ 緊急補修の必要な橋梁に対する補修設計および橋梁載荷試験と詳細点検を実地訓練
- ・ 各地方事務所を含めた技術者への説明会を開催
- ・ 橋梁維持管理マニュアルを作成
- ・ 橋梁維持管理システムガイドラインを構築
- ・ コンピュータシステムを活用した効率的な橋梁維持管理システムを技術移転
- ・ 橋梁データベースや損傷度判定等の橋梁監理システムを構築
- ・ システム開発を含めてカウンターパートに技術移転を実施

橋梁の管理において重要な点として、過積載の問題がある。積載重量を計測することで、過積載を防げれば、橋梁の劣化や倒壊は防ぐことができる。その他、チリにおいて橋梁の倒壊の要因としては、地震と洪水がある。橋梁の維持補修マニュアルは現在第 7 版が公開されている。その中に実施可能な事項がすべて記載されている。マニュアル自体は法律に準じており、法律で認められた範囲で公共事業省が実施できることを明確にしている。

公共事業省が道路の維持管理に対して実施できることは、①直接管理（非常時対応や小規模補修を含む）、②補修のための工事委託、③長期契約、④性能規定型契約（5年間）、⑤維持管理のコンセッション契約、⑥公社化の導入（まだ実施されていない）がある。

過去には、グアテマラに対しても、技術協力を実施したことがある（JICA による援助あり）。民間事業者も既存のマニュアル類は熟知しており、必要に応じて、民間事業者から改訂の要請がなされることもある。チリのマニュアル類は 1940 年頃に整備されている。マニュアル類を更新する際には、外部のコンサルタントへ作業を委託する場合もある。橋梁の補修の予算（3 千万 USD）には、地震による損傷のための修繕費も含まれている。

4-5 開発途上国

[概観]

- 舗装に比べて橋梁の維持管理は遅れており、殆どの国で点検も維持補修も実施されていない。
- 組織体制も人員配置も不十分で、橋梁技術者も少なく、維持管理業務のベースとなる人材が欠如している。
- 維持管理ソフトウェアが導入されている国は殆どない。
- 代表的な例として、以下3カ国の状況を示す。

(フィリピン)

- ・ 定期点検を直営で実施し、点検員による点検（橋梁点検車、クラックゲージなどを利用）を年1回実施している。
- ・ 維持管理ソフトウェアは優先順位判定、中期長期投資計画策定機能も備えている。

(ケニア)

- ・ 英国の点検基準を使用し、道路公社が直営で定期点検を実施（エンジニア及びシニアインスペクター等の3人程度による目視）している。
- ・ 定期点検は、重要な橋のみ（30橋程度）で年1回実施している。

(キルギス)

- ・ 橋梁の維持管理概念がなく、実質的な維持修繕も未実施である。
- ・ 維持管理の基礎となる点検基準などが整備されていない。

(1) ベトナム

点検から計画策定までの一連の維持管理は実施されている。ただし、データベースの整備は充実していない。また、マネジメントの対象は全橋梁ではない。

橋梁の点検の現状	台帳の整備状況 (電子データ/紙、統一様式の有無)	<ul style="list-style-type: none"> ● 橋梁台帳 (橋梁 CV) が作成されている。 ● ハードコピーで管理されている。ただし、データの欠損部分が多く、実際の使用は困難。 ● 現在、橋梁データベースの構築が MOT の別途調査により、進められている。データベースへの登録件数は、現時点では 700 橋梁程度で、全国 4,300 橋の約 20% 程度。
	点検基準の有無 基準の技術レベル 活用状況	日常道路維持管理基準に、日常及び定期点検の基本ルール (実施主体、年間の回数など) は含まれている。
点検評価の実施主体、発注方法など	点検は道路維持管理会社の技術者が契約により実施	
橋梁の維持管理の実態	日常道路維持管理基準 2003 を基に、維持補修は実施されている。	
維持管理計画	事後補修による年度の維持管理計画が利用されている。	

BMS の整備状況等

導入の目的・経緯	橋梁データベース化、健全度判断、及び中長期の維持補修計画の作成
導入状況について (開発主体、導入時期・費用、利用者、データ収集方法、データ入力方法、等)	現在、データベース化が進められている。また、健全度判定技術の開発が進められている。

(2) フィリピン

維持管理サイクルや維持管理の体制はある程度整っているものの、維持補修、修繕、改良等の技術力不足により、内容が伴っていないのが実情である。優先順位判定や中期長期投資計画策定機能を備えた維持管理ソフトウェアを保有している。

台帳の整備状況 (電子データ/紙、統一様式の有無)	有、BMS
点検基準の有無 基準の技術レベル 活用状況	有、BMS
日常点検について (実施主体、発注方法、予算、実施方法、頻度、)	DPWH 直営 1 か月

データ蓄積方法、使用資機材等)	紙ベース 目視
定期点検について (実施主体、発注方法、予算、実施方法、頻度、データ蓄積方法、使用資機材等)	DPWH 直営 BMS インスペクターによる点検 年 1 回 BMS へ保存 目視 橋梁点検車、クラックゲージ

橋梁の維持管理の実態

維持補修について (実施主体、発注方法、予算、技術力、使用資機材、規準・マニュアル類など)	DPWH 発注 建設会社へ発注 技術力不足 JICA にて補修マニュアル整備済
修繕・改良について (実施主体、発注方法、予算、技術力、使用資機材、規準・マニュアル類など)	DPWH 発注 建設会社へ発注 技術力不足 JICA にて補修マニュアル整備済

BMS の整備状況等

導入の目的・経緯	世銀の援助により、BMS に係らず DPWH 全体のシステム構築を行った。その一つとして 2003 年世銀、ADB の援助で整備された。自発的に導入されたかどうか不明。
導入状況について (開発主体、導入時期・費用、利用者、データ収集方法、データ入力方法、等)	開発主体：世銀 導入時期：2003 年 費用：1 億円 利用者：DPWH, BMS 関係者 データ収集方法：BMS インスペクター データ入力方法：RO にてコンピュータへ入力後 CO へ送付
システムの主な機能と主要な入力項目	橋梁位置機能 橋梁台帳機能 点検結果入力機能 (condition inspection, engineering inspection) 優先順位判定機能 中期長期投資計画策定機能

(3) ラオス

維持管理の基礎となる点検などの要素技術を有していないことが課題である。

台帳の整備状況 (電子データ/紙、統一)	橋梁台帳は道路台帳と同じく、PTI が管理している RMS (Road Management System) の出力帳票 (システム専用のデータベー
-------------------------	--

様式の有無)	スファイルやエクセルファイル) に記録されている。統一様式あり。
点検基準の有無 基準の技術レベル 活用状況	RMS のモジュールのひとつである BMS (Bridge Management System) の調査仕様書に点検基準あり。同点検基準により、橋梁位置情報、橋梁諸元、交通量、および橋梁損傷度を記録・集積。データベースに格納。ただし、過去の橋梁損傷度調査は、目視で確認する程度で、機材等を使った健全度調査等はこれまで実施されていない。
日常点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	橋梁に対する維持管理の意識が希薄であり (大半の既存橋梁は、国道整備が始まった 80 年代に架け替えされ、供用から 30 年余しか経っていないため) 過去に橋梁の日常点検や詳細な橋梁健全度調査は実施されていない。落橋が起こるたびに政府は事後発動として、橋梁の緊急点検を目視点検で実施している模様。
定期点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	RMS の入力データの更新毎に PTI が国道の橋梁のインベントリ調査及び損傷度調査を実施している。過去の調査は民間コンサルに委託し、調査費は世銀他ドナーの支援を受けている。道路と同様に 2001 年、2004/05 年、2008 年に調査が実施された。前述の通り、過去の橋梁損傷度調査は、目視で確認する程度で、機材等を使った健全度調査等はこれまで実施されていない。

橋梁の点検結果の評価の現状

点検評価の実施主体、発注方法など	橋梁維持管理マニュアルが整備されていないラオスでは、橋梁損傷に対する評価手法が整っていない。そのため、各県の DPWT が緊急点検等を実施する場合は、ローカルコンサルタントへ外部委託し、ローカルコンサルタントは海外の文献、基準をもとに独自で損傷評価を行っている。
評価の方法、成果	評価手法はアジア諸外国のマニュアル、米国、英国、日本の維持管理マニュアルを参考にしている。

橋梁の維持管理の実態

維持補修について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	維持管理基金の財源不足により、維持管理は道路を対象に実施されており、橋梁の定期的な維持補修は行っていない。
修繕・改良について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	過去に実施された橋梁修繕、改良は、ドナーの支援で実施されてきたため、調査設計段階から施工に至るまで、海外のコンサルタント、コントラクターが実施してきた。近年、ポステン PC 桁の標準化が進み、定尺のスパンの橋梁であれば、ローカルコンサルタント、ローカル業者が設計・施工する事例が増えてきている。

BMS の整備状況

導入の目的・経緯	ラオス国では、2004 年に世銀等の支援により HDM-4 をベースとした国道の道路維持管理システム (RMS) が開発された。同システムは、短中期の道路維持管理計画の策定と優先プロジェクトの
----------	--

	選定、最適な維持管理工法の選定に活用されている。2008年にSIDAが構築した地方道維持管理システム（PRoMMS）と統合して、地方道を含めた維持管理計画の策定が可能になった。
導入状況について （開発主体、導入時期・費用、利用者、データ収集方法、データ入力方法、等）	世銀の道路維持管理支援プログラムの中で開発され、当初はDORが所管していたが、現在はMPWT傘下のPTIがシステムの運用管理を行っている。 RMSは国道（と一部都市内道路）を対象としており、このデータ収集はPTIが実施している。過去の調査に伴うコストは世銀が支援した。 国道以外の地方道（県道、郡道）についてはLRDが主体であるが、実際に調査を行うのは各県のDPWT、郡道路事務所である。調査結果はLRDを介してPTIに集められ、PTIがRMS（国道）とのデータ統合、分析を行っている。
システムの主な機能と 主要な入力項目	RMSは以下の4つのモジュールで構成されている。 1) Road Database 2) Pavement management System (PMS) 3) Bridge Management System (BMS) 4) Traffic Monitoring System (TMS) これらのモジュールの機能は、 ・調査結果や分析結果のデータベース格納、検索、出力（RDBほか） ・道路補修など日常維持管理以外の工事による道路利用者便益計算（HDM4、PMS）、維持管理コストの積算、コスト-便益分析による予算制約下での維持管理プログラムの最適化（PMS） ・社会経済指標をパラメータとしたMCAによる維持管理プログラムのリバイス（PMS） ・橋梁の日常維持管理のコスト積算、予算制約下での維持管理プログラムの最適化（BMS） ・交通量観測調査に基づく年平均交通量の推計、将来交通量の推計（TMS）
導入の効果について （業務効率・データ整備・PDCAサイクルへの寄与、等）	ラオス国では、2004年に世銀等の支援によりHDM-4をベースとした国道の道路維持管理システム（RMS）が開発された。同システムは、短中期の道路維持管理計画の策定と優先プロジェクトの選定、最適な維持管理工法の選定に活用されている。2008年にSIDAが構築した地方道維持管理システム（PRoMMS）と統合して、地方道を含めた維持管理計画の策定が可能になった。

（４）東ティモール

点検は実施されているが、その結果が有効利用されておらず、PDCAサイクルが確立されていない状態といえる。

台帳の整備状況 （電子データ/紙、統一様式の有無）	DRBFCには、国道においても、橋梁台帳が存在していなかったため、技プロの指導のもとに440箇所の橋梁台帳データベースを作成した。
点検基準の有無	調査における点検基準を作成。基本的には、目視とテープ、ディ

基準の技術レベル 活用状況	デジタルカメラ、GPS を使用しての調査である。
日常点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	日常点検は実施されていない。DRBFC 職員の通常業務により橋を通過する際に、橋梁の状況確認を無作為に実施している状況である。橋梁が傾いたり、アバットメントに穴が空いたり、アバットメントサイドが浸食を受けていたり、橋が落ちる（アバットメントが洪水により被害を受けての原因が主である）等の不具合が生じた場合、とにかく緊急的にアクセスを作り、交通を確保している状況である。緊急的な仮回し仮説道路を準備し、その後に永久構造物の建造となるが、その改修時期はかなり遅れているのが現状である。
定期点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	定期点検は道路維持管理データベース更新のための道路状況調査に橋梁の項目も入っているのですが、その際実施しているのみである。橋梁独自の定期点検は実施されていない。

橋梁の点検結果の評価の現状

点検評価の実施主体、発注方法など	橋梁の点検評価は道路維持管理データベースの一つの項目として実施されているが、実施主体は DRBFC である。道路橋梁台帳が DRBFC には存在しなかったため、今回、技プロの指導のもとに道路台帳データベースを作成している。
------------------	---

橋梁の維持管理の実態

維持補修について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	実施主体は DRBFC、発注方法は民間業者への発注、海外資本（インドネシア、オーストラリア、中華系）の民間業者はそれなりの技術力、建機、資材（ほとんど輸入）は持っている。基準・マニュアル等は存在しないが、工事仕様書に関しては、一般的な土木工事における ADB 作成の仕様書が用いられている。
修繕・改良について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	同上

BMS の整備状況等

導入の目的・経緯	導入はない。
----------	--------

(5) エジプト

維持管理の基礎となる点検などの要素技術に不足感がある。

台帳の整備状況 (電子データ/紙、統一 様式の有無)	点検データは、基本的には保管されていない。しかし、補修の際に補修工法の選定のために、コンサルタントにより実施される点検結果については、補修結果とともにマイクロフィルムと紙媒体により保管されている。
----------------------------------	--

点検基準の有無 基準の技術レベル 活用状況	点検シートが 2005 年に制定されたが、その後使用されなくなった。このため、現時点においては、ないと言える。
日常点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	(1) 一部の地方事務所を除く各地方事務所において、道路パトロールの一環として月に一度職員による橋梁路面の点検(目視点検)が行われている。 重大な損傷が、発見された場合は、GALBLT 本部に連絡。その後の対応は、本部対応。 (2) 一部の事務所では、独自の点検シートにより月に一度実施している。 点検方法は、目視点検。 点検結果は、一覧にし、3ヶ月に一度 GALBLT 本部に報告。
定期点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	基本的には、実施されていないが、損傷が著しい橋梁については、GARBLT 本部が地域ごとに担当を決め、点検を行い、補修が必要な橋梁のリストを作成する。 GARBLT 本部による点検であるため、当然目視による点検である。

橋梁の点検結果の評価の現状

点検評価の実施主体、発注方法など	(1) 日常点検を実施している地方事務所は、毎月の点検結果の一覧を GARBLT 本部に送付している。 (2) 本部が発注している補修業務における補修方法の選定の際に、補修業務を契約した業者がコンサルタントを選定(GARBLT の承諾が必要)し、対策工法の提案を行う。その際に、評価を実施していると考えられる。
------------------	--

橋梁の維持管理の実態

維持補修について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	維持補修については、14 ある地方事務所において実施しているが、道路の維持作業の一環としての舗装、高欄等の交換が一般的である。
修繕・改良について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	修繕・改良工事については、全て GARBLT 本部契約。橋梁本体については、全国を4つの地域と可動橋で5つの補修契約を締結。また、伸縮装置は、全国を3つの地域に分け実施している。工期は、1年が基本であるが、全て同時期に契約はしていない。補修に関する基準・マニュアル類は無いため、本契約で作成予定。

BMS の整備状況

導入の目的・経緯	本プロジェクトにおいて導入予定。
導入状況について (開発主体、導入時期・ 費用、利用者、データ収 集方法、データ入力方法、 等)	JICA の技術協力プロジェクトで開発予定。完成予定時期は、2015年3月。

システムの主な機能と主要な入力項目	「台帳機能」「点検結果入力機能」「健全度（優先順位）判定起動」「補修コスト算出機能」は保有する予定。
-------------------	--

（６）エチオピア

点検は実施されているが、その結果が有効利用されておらず、PDVA サイクルが確立されていない。

台帳の整備状況 (電子データ/紙、統一様式の有無)	電子データ (ERA-BMS;JICA の援助により整備)
点検基準の有無 基準の技術レベル 活用状況	あり (JICA の技プロにより整備)
日常点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	2009 年から 3 年契約によりコンサル外注 3 業者に発注 (平均 14Million Birr : 6500 万円) 定期点検として 1 年に 1 回 点検方法 : 路下からの目視点検 点検結果を BMS に入力 (コンサルタントにより入力、ERA の DED スタッフが確認)
定期点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	上記の契約と同じ 詳細点検として 3 年に 1 回 点検方法 : はしごなどを用いた近接点検 点検結果を BMS に入力 (コンサルタントにより入力、ERA の DED スタッフが確認)、詳細点検については、本社の BMS のデ ータも変更更新

橋梁の点検結果の評価の現状

点検評価の実施主体、発注方法など	コンサルタントによる一次評価ののち、その結果を持って、ERA 内部での確認作業を実施。
評価の方法、成果	マニュアル (JICA 整備) による評価 (ABC) を実施。

橋梁の維持管理の実態

維持補修について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	現在は分社化したものの旧直営部隊が単価契約による補習工事を実施、JICA 技プロによって補修方法、補修材料の技術支援を実施したことにより、一般的なコンクリートの補修が可能となっている。
修繕・改良について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	橋梁自身が古いものが多く、補強的な改良工事は困難であり、延命を期待する小規模補修工事及び浸食を防ぐための改修工事が一般的な補修工事となる。

BMS の整備状況

導入の目的・経緯	技プロスタート前の個別専門家時代に作成
導入状況について (開発主体、導入時期・費用、利用者、データ収集方法、データ入力方法、等)	ローカルコンサルタントに発注。点検コンサル、DED が主体的に使用。初期データについては、ERA 自身が橋梁データ収取として、全土にある橋梁の基礎データを入手（カルバートも含めて 2008 年に全データ収集完了）
システムの主な機能と主要な入力項目	インベントリーシステムとして使用（基礎データ、写真、ビデオ、損傷履歴、点検履歴など）。損傷ランクによるリスト作成及び補修予算の統計が可能
導入の効果について (業務効率・データ整備・PDCA サイクルへの寄与、等)	橋梁のデータ管理に有効。補修計画については、損傷ランクリストを参照しつつ、コンサルタント及び DED エンジニアによる選定を実施。

(7) ケニア

点検は実施されているが、その結果が有効利用されておらず、PDCA サイクルが確立されていない。

台帳の整備状況 (電子データ/紙、統一様式の有無)	橋梁台帳は作成されていない。
点検基準の有無 基準の技術レベル 活用状況	英国の点検基準を使用
日常点検について (実施主体、発注方法、予算、実施方法、頻度、データ蓄積方法、使用資機材等)	日常点検の実施なし
定期点検について (実施主体、発注方法、予算、実施方法、頻度、データ蓄積方法、使用資機材等)	実施主体；道路公社直営実施 発注方法；直営のため、発注はアクセス確保等の臨時雇いのみ 実施方法；エンジニア、シニアインスペクター等 3 人程度による目視。 頻度；重要な橋のみ（30 橋程度）で年に 1 回実施 データ蓄積；紙ベース 使用資機材；必要に応じて X 線、シュミットハンマーなどの非破壊検査を道路省・材料試験研究部と実施

橋梁の点検結果の評価の現状

点検評価の実施主体、発注方法など	道路公社エンジニア、場合により道路省・材料試験研究部のエンジニアも参加。点検評価のための発注はしない。
評価の方法、成果	英国の基準に基づいて評価

橋梁の維持管理の実態

維持補修について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	実施主体；道路公社 発注方法；入札方式（技術提案を評価することもある） 予算；ケニア道路機構(KRB)からの配分 使用資機材；特殊な材料（超速硬モルタルなど）は輸入 基準マニュアル類；英国のものを適用
修繕・改良について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	上記に同じ

BMS の整備状況

導入の目的・経緯	未導入
----------	-----

(8) モザンビーク

維持管理の基礎となる点検など、要素技術を保有していない。

台帳の整備状況 (電子データ/紙、統一 様式の有無)	<ul style="list-style-type: none"> ● 橋梁台帳は一部整備されている ● 様式も統一されている ● マニュアルは英国 TRL のものが存在している ● 上記をコピーした冊子が作られている
点検基準の有無 基準の技術レベル 活用状況	<p>1. 道路・橋梁維持管理システム ANE では、維持管理計画作りをより効率的に進めるための道路・橋梁維持管理システム導入を、計画局を中心に進めている。</p> <p>2. 橋梁管理システム 2012年7月現在、システムは存在しないが、ANE 独自の予算で、BMS 導入の外注（コンサルタント契約）の準備がされている。システムは、全国 1,400 橋全ての橋梁を対象とし、橋梁点検マニュアルの作成、実際の橋梁点検、点検結果に基づくインベントリ作成等の目標は定まっている。</p>
日常点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	<ul style="list-style-type: none"> ● 日常点検は全くされていない。 ● 使用機材等も存在しない ● 橋梁の調査様式を下記に添付する。
定期点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	<ul style="list-style-type: none"> ● 定期的な点検は全くされていない。 ● 各ドナーが橋梁の改良計画等で設計を行う際、現状の橋梁の調査が行われている

Consultancy Services for Data Collection for the Classified Road Network

BRIDGE INVENTORY AND CONDITION RATING FORM		Page
Structure ID :	<input type="text"/>	Surveyed by : <input type="text"/>
Structure Name :	<input type="text"/>	Date : <input type="text"/> / <input type="text"/> /2010
Road ID :	<input type="text"/>	Chainage : <input type="text"/>

Structure Type:	Year of Completion:
Start GPS:	Year of Rehab:
End GPS:	Approach Road Width: m
Obstacle: Over / Under	Restrictions Height: No / Yes m
Type: River / Rail / Road / Others	Clear Width: m
Name:	Load: No / Yes m
Clearance: appx m	Abnormal Vehicles: No / Yes
Num Spans:	Services Carried: No / Yes
Span Length:	Type: Gas / Water / Power / Others
Design Type:	Road Signs: No / Yes (type and num)
Material Type:	
Running Surface:	
Joints:	
Barings:	
Barriers:	

Surfacing	0	1	2	3	4	Erosion/Scour	0	1	2	3	4
Deck Slab	0	1	2	3	4	Deposit	0	1	2	3	4
Piers	0	1	2	3	4	Railing	0	1	2	3	4
Abutments	0	1	2	3	4	Overall	0	1	2	3	4

Photos

橋梁の点検結果の評価の現状

点検評価の実施主体、発注方法など	<ul style="list-style-type: none"> 体系的な橋梁の点検を全く実施していない エンジニアが道路点検の際、目視を行っている
評価の方法、成果	<ul style="list-style-type: none"> 目視または簡易的な機材を用い、橋梁の各部材の点検を行う 損傷データを整理し、損傷状況进行评估する。 損傷の評価に基づき、対応策としての補修工法の選定を行う

橋梁の維持管理の実態

維持補修について (実施主体、発注方法、予算、技術力、使用資機材、規準・マニュアル類)	ANE に橋梁担当者はあるが、維持管理部門の橋梁補修等の専門家は皆無に等しい。従って橋梁の維持管理は現在されていない。マニュアルは英国TRLで作成されたものが存在している。
--	--

など)	
修繕・改良について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	内部予算で実施しているものではなく、海外ドナーの提供で橋梁リ ハビリ工事、あるいは架け替え工事が実施されている。従って、 各国のドナーにより設計基準が異なっている、しかしながら当然 主流は STACC が使用されている。

BMS の整備状況

導入の目的・経緯	現在稼働中のものは無い HDM-4 の一部として ANE 計画局で作成中のシステムが存在す る。但し、データ等の入力がないことから稼働していない。
----------	---

(9) 南スーダン

維持管理の基礎となる点検など、要素技術を保有していない。

台帳の整備状況 (電子データ/紙、統一様 式の有無)	ない
点検基準の有無 基準の技術レベル 活用状況	ない
日常点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	ない
定期点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	ない

橋梁の点検結果の評価の現状

点検評価の実施主体、発 注方法など	MRB あるいは MoPI
評価の方法、成果	問題が発生した場合に現場で現地調査、事後評価を実施

橋梁の維持管理の実態

維持補修について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類な	MRB あるいは MoPI 仮設橋は MRB が民間委託で実施可能
--	--------------------------------------

ど)	
修繕・改良について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類な ど)	同上

BMS の整備状況

導入の目的・経緯	ない
----------	----

(10) ウガンダ

維持管理の基礎となる点検など、要素技術を保有していない。

台帳の整備状況 (電子データ/紙、統一 様式の有無)	整備中 (電子データ)
点検基準の有無 基準の技術レベル 活用状況	Bridge Management System は 2008 年に英国、南アコンサルタントによって紹介/導入されたが、点検のためのガイドラインもこの中に含まれている。データ収集中であり、効率的な運用にまで至っていない。
日常点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用 資機材等)	実施されていない。
定期点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用 資機材等)	実施されていない。

橋梁の維持管理の実態

維持補修について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	実施主体：UNRA Stations (国道) 発注方法：国家施策である「Force Account 方式」の導入に伴い、 コンストラクタアウトから直営に移行が進んでいる。 使用機材：MOWT が従来保有していた機械に加え、中国のロー ン資金を活用し新規導入した機材を使用している。 マニュアル：「Road Maintenance Management Manual」が整備 されている。
修繕・改良について (実施主体、発注方法、	大規模な道路改良については、ドナー資金を活用し、外部委託に よって行っている。

予算、技術力、使用資機材、規準・マニュアル類など)	
---------------------------	--

BMS の整備状況等

導入の目的・経緯	橋梁は植民地時代に建設されたものが多く、老朽化が激しい。維持管理の効率的な実施が導入の目的。
導入状況について (開発主体、導入時期・費用、利用者、データ収集方法、データ入力方法、等)	2007 年にイギリスと南アのコンサルタントによってシステムが作成される。 データ収集はインベントフォーマットに従って現在も実施中。

添付- (ウガンダ)

QUICK REFERENCE SHEET FOR BMS INVENTORY SURVEY

Consult the UNRA BMS Data Dictionary for full descriptions.

Note the compulsory inventory fields where data have to be provided:

<ul style="list-style-type: none"> • Bridge number • Bridge name • Description Principle Feature • Description Secondary Feature • GIS Coordinates • Type of bridge • Type of piers • Type of expansion joints • Number of spans • Number of piers • Number of expansion joints 	<ul style="list-style-type: none"> • Overall length and overall width • Factors affecting access to piers • Factors affecting access to bearings • Factors affecting access to deck soffit • Factors affecting access to abutment galleries • Factors affecting access to inside of box girder
--	--

a TYPE CROSSING

DESCRIPTION: This field describes the intersecting features.

FORMAT : Integer String : The crossing type is described by a two digit code.

<p>01 Road over river</p> <p>02 Road over rail</p> <p>03 Road over road</p> <p>04 Road over canal</p> <p>05 Rail over road</p> <p>06 Canal/Pipe over road</p> <p>07 Pedestrian over road</p>	<p>08 Road over pedestrian</p> <p>09 Agricultural underpass</p> <p>10 Road over Water pipes</p> <p>11 Road over conveyer belt</p> <p>12 Conveyer belt over road</p> <p>13 Other</p> <p>? Unknown</p>
---	---

RESPONSIBLE AUTHORITY (OWNER)

DESCRIPTION: This field indicates the name of the authority or institution that is responsible for the bridge.

FORMAT : Integer String : The owner is described by a two digit code.

<p>01 UNRA</p> <p>02</p> <p>03</p> <p>04</p>	<p>05</p> <p>06 Municipal / Local Government</p> <p>07 Private</p> <p>08 Other</p> <p>? Unknown</p>
--	--

MAINTENANCE STATIONS

DESCRIPTION: This field gives the District in which the bridge is located.

The Maintenance Station is indicated by a two digit code:

01 Kampala	13 Gulu
02 Mpigi	14 Kitgum
03 Msaka	15 Moyo
04 Mubende	16 Arua
05 Luwero	17 Jinja
06 Mbarara	18 Tororo
07 Kabale	19 Mbale
08 Kasese	20 Soroti
09 Fort Portal	21 Moroto
10 Hoima	22 Kotido
11 Musindi	? Unknown
12 Lira	

b TYPE BRIDGE

DESCRIPTION: This field indicates the type of bridge according to a list of bridge types. (See Figure 1 on Page Error! Bookmark not defined.)

FORMAT : Integer String : The type bridge is described by a two digit code.

This is a compulsory field. Use the main span to define the bridge type of the bridge when the bridge consists of more than one type of span.

01 Simply supported span	17 Fixed arch slab
02 Continuous span	18 Fixed arch - deck at crown
03 Double cantilevered span	19 Fixed arch - deck at intermediate level
04 Single cantilevered span	20 Lattice girder truss
05 Single suspended simply supported span	21 Vierendeel truss
06 Suspended span	22 Girdled frame
07 Portal frame	23 Cable stayed bridge
08 Cantilevered construction	24 Box culvert (in-situ concrete)
09 Strut frame	25 Box culvert (precast concrete)
10 Supported cantilevered construction	26 Concrete pipe culvert
11 Suspension bridge	27 Corrugated metal pipe culvert
12 Three hinged arch rib	28 Corrugated metal arch (Armco) culvert
13 Three hinged arch slab	29 Concrete arch culvert
14 Two hinged arch rib	98 Other
15 Two hinged arch slab	? Unknown
16 Bowstring	

c TYPE DECK

DESCRIPTION: This field describes the type of deck configuration in a span. (See Figure 2 on Page 9)

FORMAT : Integer String : The Type Deck is described by a two digit code.

Use the main span's deck type when the bridge consists of more than one type of deck.

01 Solid slab	12 Box girder – Box beam
02 Voided slab	13 Multiple box girder Box beam
03 Inverted T-beams with infill	14 Twin box and slab
04 Inverted T-beams (Pseudo box)	15 Multiple box and slab
05 Box beams	16 Steel I-beams encased in concrete
06 Beam and slab deck	17 Steel I-beam ribs (Jacked arch)
07 Monolithic beam and slab deck	18 Composite steel and concrete
08 Rib deck	19 Non-composite steel and concrete
09 Voided spine beam	20 Steel with any other material
10 Solid spine beam	21 Solid slab with balustrade beam
11 Twin beam and slab	22 Cell structure
	98 Other
	? Unknown

TYPE DECK MATERIAL

DESCRIPTION: This field gives the type of material from which the deck is constructed.

FORMAT : Integer String : The type deck material is described by a two digit code. Use the main span's type deck material when the bridge consists of more than one type of deck.

The type deck material is to be indicated with code "03" for in situ cast concrete cell structures and with "02" for precast units (cell structures).

01 Pre/post-stressed concrete	06 Steel and concrete
02 Precast units (cell structures)	07 Timber
03 Reinforced concrete	98 Other
04 Precast beams	? Unknown
05 Structural steel	

d TYPE ABUTMENT (LEFT/RIGHT)

DESCRIPTION: This field indicates the type of abutment. (See Figure 3 on Page 12)

FORMAT : Integer String : The type of abutment is described by a two digit code.

THE FOLLOWING DEFINITION IS VERY IMPORTANT!

Definition for Abutment (left) and Abutment (right)

When looking along the principal feature in the direction of increasing km distance, abutment (Left) will be at the lower km distance and abutment (Right) will be at the higher km distance. If only the secondary feature has km distance markings, then abutment (Left) is to the left when viewing in the direction of increasing km distance and abutment (Right) to the right.

01 Mass concrete gravity type	11 Counterfort RC
02 Reinforced Concrete	12 Cell structure
03 R C wall with RC wingwalls	13 Multiple V-type
04 Spill through	14 Perched abutment

05 Seating beam/stub column	22 Solid RC cantilever/wingwall
06 Frame (only bridges, not cell structures)	23 Solid RC cantilever/returnwall
07 Buttressed concrete wall	97 None
08 Masonry wall	98 Other
09 Integral pile cap	? Unknown
10 Reinforced earth	

e TYPE PIERS

DESCRIPTION: This field gives the type of pier. (See Figures 4(a) on Page 13 and 4(b) on Page 14)

FORMAT : Integer String : The type pier is described by a two digit code.

This is a compulsory field. Use the pier type of the piers supporting the main span when there is more than one pier type.

20 Solid R C wall	28 Steel lattice
21 Cellular R C Wall	29 Single RC splayed pier
22 Single R C column	30 Multiple RC splayed piers
23 Single RC hollow column	31 Single RCV shape
24 Multiple R C columns	32 Multiple RCV shape
25 Multiple R C columns (Beam on top)	97 None
26 Masonry wall	98 Other
27 Mass concrete wall	? Unknown

f TYPE PARAPET/RAILING

DESCRIPTION: This field indicates the type of traffic barrier on the bridge. (See Figure 5 on Page 14)

FORMAT : Integer String : The type of traffic barrier or railing is described by a two digit code.

01 Guard blocks / Guide blocks	11 Guardrail only
02 Steel stanchion and railing (1)	12 Steel stanchion and grid
03 Steel stanchion and railing (2)	13 RC wall more than 300mm high
04 RC stanchion / steel railing	14 RC wall less than 300mm high plus balustrade
05 RC stanchion / aluminium railing	15 RC wall more than 300mm high plus balustrade
06 RC wall less than 300mm	16 RC wall less than 300mm high plus guardrail
07 RC 'New Jersey' balustrade	17 RC wall more than 300mm high plus guardrail
08 RC 'New Jersey' plus steel rail	97 None
09 RC solid balustrade	98 Other
10 RC 'New Jersey' plus guardrail	? Unknown

g TYPE WEARING SURFACE

DESCRIPTION: This field indicates the type of wearing surface on the deck.

FORMAT : Integer String : The Type of wearing surface is described by a two digit code.

01 Premixed asphalt	04 Gravel
02 Chip-and-spray	98 Other
03 Concrete	? Unknown

h TYPE EXPANSION JOINTS

DESCRIPTION: This field indicates the type of expansion joint on a deck.

FORMAT : Integer String : This type of joint is described by a two digit code.

Use the expansion joint type on either side of the main span's deck when there is more than one expansion joint type.

01 Concrete nosing with compression seal	13 Bolt down joint
02 Concrete nosing with steel edge and compression seal	14 Metal finger joint
03 Concrete nosing with gland in metal/steel runner (BSP, Glaciers, Maurer etc.)	15 Sliding steel plates
04 Concrete nosing with joint filler	16 Modular joint
05 Concrete nosing with silicone sealant	17 Custom built
06 Elastomeric concrete nosing with compression seal	18 Buried under surfacing
07 Epoxy nosing with compression seal	19 Steel plate buried under surfacing
08 Epoxy nosing with steel edge and compression seal	20 Asphaltic plug-type joint (Thorma)
09 Open joint with steel edge	21 Hot-poured bitumen rubber sealant
10 Open joint with concrete nosing and steel edge	97 None
11 Open joint with concrete nosing only	98 Other
12 Open joint with no steel edge or special nosing	? Unknown

I TYPE BEARINGS

DESCRIPTION: This field indicates the type of bearings on which the bridge deck is carried.

FORMAT : Integer String : The type of bearing is described by a two digit code.

Use the bearing type which carries the main span when there is more than one bearing type.

01 Pot-bearings/PTFE-Type/Teflon	06 Steel hinge
02 Elastomeric rubber pads	07 Concrete hinge
03 Roofing felt / Malthoid (slip membrane)	08 Steel/ copper plates
04 Concrete rocker type	97 None

05 Steel roller	98 Other ? Unknown
-----------------	-----------------------

j TYPE SPAN

DESCRIPTION: This field indicates the type of span. (See Figure 7 on Page 19).

FORMAT : Integer String : The type of span is described by a two digit code.

01 Simply supported span	17 Fixed arch slab
02 Continuous span	18 Fixed arch - deck at crown
03 Double cantilevered span	19 Fixed arch - deck at intermediate level
04 Single cantilevered span	20 Lattice girder truss
05 Single suspended simply supported span	21 Vierendeel truss
06 Suspended span	22 Girdled frame
07 Portal frame	23 Cable stayed bridge
08 Cantilevered construction	24 Box culvert (in-situ concrete)
09 Strut frame	25 Box culvert (precast concrete)
10 Supported cantilevered construction	26 Concrete pipe culvert
11 Suspension bridge	27 Corrugated metal pipe culvert
12 Three hinged arch rib	28 Corrugated metal arch (Armco) culvert
13 Three hinged arch slab	29 Concrete arch culvert
14 Two hinged arch rib	98 Other
15 Two hinged arch slab	? Unknown
16 Bowstring	

k JOINT # AND POSITION

DESCRIPTION: These fields indicate the number and position of each of the expansion points.

FORMAT : Joint # : Integer Field : Range between 0 and 99

Position : Text Field :

- AL** = At left abutment
- AR** = At right abutment
- P1** = At pier number 1
- S1** = In span number 1

Expansion joints are numbered from abutment (L) to abutment (R).

IMPORTANT: For a definition of abutment (L)/(R), refer to "Type Abutment (Left)/(Right)".

L SCOUR PROTECTION

DESCRIPTION: This field indicates the type of scour protection.

FORMAT : Integer String : Two digit code

01 Gabion boxes	06 Riprap
02 Gabion mattresses	07 Precast pile curtain
03 Gabion boxes and mattresses	10 None
04 Stone pitching	98 Other
05 Dolos or tripods	? Unknown

m ACCESS – PIERS

DESCRIPTION: This field indicates the access to all the piers for field inspections.

FORMAT : Integer String : Two digit code

01 No piers	05 Require inspection vehicle
02 Easy access - binoculars adequate	06 Inaccessible
03 Located in rivers - require boat	98 Other
04 Require bush cleaning	? Unknown

n ACCESS – BEARINGS

DESCRIPTION: This field indicates the access to all the bearings for field inspections

FORMAT : Integer String : Two digit code

01 No bearings	07 Inaccessible (encased in polystyrene)
02 Easy Access - binoculars adequate	08 Inaccessible (buried below ground)
03 Require 6 m ladder	09 Inspection vehicle required
04 Access via manhole in deck box girder soffit	98 Other
05 Inaccessible (bricked up)	? Unknown
06 Inaccessible (covered by steel plates)	

o ACCESS – DECK SOFFIT

DESCRIPTION: This field indicates the access to all the deck soffits for field inspections

FORMAT : Integer String : Two digit code

01 Easy Access - binoculars adequate	05 Inaccessible
02 Require inspection vehicle	98 Other
03 Require bush clearing	? Unknown
04 Boat required	

p ACCESS – ABUTMENT GALLERIES

DESCRIPTION: This field indicates the access to the abutment galleries for field inspections.

FORMAT : Integer String : Two digit code

01 No galleries	06 Inaccessible (welded closed, bricked up)
02 Manhole in road shoulder	98 Other
03 Gallery doors locked with padlock (require key)	? Unknown
04 Gallery doors require special spanner to open	
05 Gallery doors require angle grinder to open	

q ACCESS – INSIDE OF BOX GIRDER

DESCRIPTION: This field indicates the access to the inside of a box girder for field inspections.

FORMAT : Integer String : Two digit code

01 No box girders	05 Abutment manhole in road shoulder
02 Inaccessible voids or solid deck section	98 Other
03 Abutment gallery doors	? Unknown
04 Hole in deck box girder soffit - require unbolting	

(11) ネパール

点検は実施されているが、その結果が有効利用されておらず、PDCA サイクルが確立されていない。

台帳の整備状況 (電子データ/紙、統一様式の有無)	電子データである "Standard Procedure for Routine Maintenance" および "Standard Procedure for Periodic Maintenance" を活用している。
点検基準の有無 基準の技術レベル 活用状況	各点検項目ごとに留意点が示してあり、各地方建設事務所 DRO (Division Road Office) がそれぞれ統一できるようになっている。
日常点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	実施主体：DRO (Division Road Office) 発注方法：直営 頻度： 毎日 データ蓄積方法：各 DRO が所有するデータに入力し、最終的には ARMP に入力してまとめる。 使用資機材：Regional Road Directorates Office 所有の建設機械 及び資機材
定期点検について (実施主体、発注方法、 予算、実施方法、頻度、 データ蓄積方法、使用資 機材等)	実施主体：DRO (Division Road Office) 発注方法：直営 頻度： ARMP を作成するため 1 年に一度は点検する。 データ蓄積方法：各 DRO が所有するデータに入力し、最終的には ARMP に入力してまとめる。 使用資機材：Regional Road Directorates Office 所有の建設機械 及び資機材

橋梁の点検結果の評価の現状

点検評価の実施主体、発注方法など	各地方建設事務所 DRO は "Standard Procedure for Routine Maintenance" および "Standard Procedure for Periodic Maintenance" を活用し評価を実施している。
評価の方法、成果	DRO が作成した ARMP に対し、Regional Road Directorates Office は現場の状況と一致しているかを確認する。

橋梁の維持管理の実態

維持補修について (実施主体、発注方法、 予算、技術力、使用資機 材、規準・マニュアル類 など)	実施主体：DRO 直営で実施するが、規模が大きい場合は業者に発注する。 発注方法：DRO の技術者が現場の状況を把握し、Procurement act and regulations に基づき入札書類、業者選定を行う。これらの承認は工事規模によって、DRO Chief または Regional Road Directorates に認可を求める。 技術力：メンテナンスの補修工事なので高度の技術は必要ない。 使用機材：DRO 直営で実施する場合は Regional Road Directorates Office 所有の建設機械及び資機材を利用する。 規準・マニュアル：Bridge Inspection Manual があり、ARMP と同じように中央省庁の DOR から各 Regional Road Directorates Office 及び各 DRO に配布されている。
修繕・改良について (実施主体、発注方法、	上記と同様。

予算、技術力、使用資機材、規準・マニュアル類など)	
---------------------------	--

BMS の整備状況

導入の目的・経緯	中央省庁である DOR は BMS 導入を検討しているとのこと。
----------	----------------------------------

(12) キルギス

維持管理の基礎となる点検など、要素技術を保有していない。

台帳の整備状況 (電子データ/紙、統一様式の有無)	<ul style="list-style-type: none"> 紙の道路位置図 (添付資料) 紙の位置図をもとに PLUAD/UAD が橋梁延長等をエクセルに入力しまとめている
点検基準の有無 基準の技術レベル 活用状況	<ul style="list-style-type: none"> 特に無し。
日常点検について (実施主体、発注方法、予算、実施方法、頻度、データ蓄積方法、使用資機材等)	<ul style="list-style-type: none"> 構造物を意識した日常点検は実施されていない。
定期点検について (実施主体、発注方法、予算、実施方法、頻度、データ蓄積方法、使用資機材等)	<ul style="list-style-type: none"> 実施主体：PLUAD/UAD、設計研究所、DEP 発注方法：直営 予算：MOTC から PLUAD/UAD また DEP に配布された予算を活用。 実施方法：目視 頻度：年 2 回程度 データ蓄積方法：異常等があれば PLUAD/DEP、状況に応じて MOTC に報告を行う。 使用資機材等：特に無し。



図 4-33 紙の道路平面図

橋梁の点検結果の評価の現状

点検評価の実施主体、発注方法など	<ul style="list-style-type: none"> 実施主体：PLUAD/UAD、設計研究所、DEP 発注方法：直営
評価の方法、成果	<ul style="list-style-type: none"> 評価の方法：点検者の経験に基づく。 成果：架け替えが必要な場合は次年度の計画に反映。緊急に対応が必要な場合は、別途対応。

橋梁の維持管理の実態

維持補修について (実施主体、発注方法、予算、技術力、使用資機材、規準・マニュアル類など)	<p>高欄の取替え等しか実施していない</p> <ul style="list-style-type: none"> 実施主体：DEP 発注方法：直営 予算：配賦された予算をもとに実施 技術力：特に問題無し 使用資機材：DEP 保有の機材を使用、資材は購入 基準・マニュアル類：SNIP
修繕・改良について (実施主体、発注方法、予算、技術力、使用資機材、規準・マニュアル類など)	<p>橋梁の架け替えについて</p> <ul style="list-style-type: none"> 実施主体：民間会社 発注方法：入札 予算：配賦された予算をもとに実施 技術力：特に問題無し 使用資機材：民間会社保有の資機材 基準・マニュアル類：SNIP

BMS の整備状況等について記入下さい。

導入の目的・経緯	• 導入されていない。
----------	-------------

(13) バングラディッシュ

維持管理の基礎となる点検など、要素技術を保有していない。

台帳の整備状況 (電子データ/紙、統一様式の有無)	電子データ (有) : 2004 年作成以降更新なし 統一様式 : (有)
点検基準の有無 基準の技術レベル 活用状況	マニュアル : 有 (変更予定) 活用状況 : 目視のみ (ほとんどされていない)
日常点検について (実施主体、発注方法、予算、実施方法、頻度、データ蓄積方法、使用資機材等)	実施主体 : RHD District Office 予算 : 特別な点検以外は、RHD 職員が実施 実施方法 : ほとんどされていない。 極度に損傷が進行している橋については目視で実施
定期点検について (実施主体、発注方法、予算、実施方法、頻度、データ蓄積方法、使用資機材等)	定期点検 → ほとんどなされていない。

橋梁の点検結果の評価の現状

点検評価の実施主体、発注方法など	現在のデータは、2004 年にコンサルが点検して評価したものである。データ自体が古く、内容も怪しい。
評価の方法、成果	健全度判定がかなり大雑把であり、判定基準も含めて見直す必要がある。

橋梁の維持管理の実態

維持補修について (実施主体、発注方法、予算、技術力、使用資機材、規準・マニュアル類など)	実施主体 : 道路局 (RHD) の District Office が実務を主管 発注方法 : 公募等による入札 予算 : 必要額の 5 割から 7 割程度しかない。 使用資機材 : 業者持ちの資機材が殆どである マニュアル類 : 今後 JICA 専門家が整備していく必要あり
修繕・改良について (実施主体、発注方法、予算、技術力、使用資機材、規準・マニュアル類など)	実施主体 : 道路局 (RHD) の District Office が実務を主管 発注方法 : 公募等による入札 予算 : 必要額の 5 割から 7 割程度しかない。 使用資機材 : 業者持ちの資機材が殆どである マニュアル類 : 今後 JICA 専門家が整備していく必要あり

BMS の整備状況

導入の目的・経緯	DFID により援助・導入されたとのことであった。 (バングラ側の要請かどうか詳しい経緯は不明である。)
導入状況について	開発主体 : DFID

<p>(開発主体、導入時期・費用、利用者、データ収集方法、データ入力方法、等)</p>	<p>導入時期： 2004 年 利用者： RHD 職員 データ入力・更新：当初のデータはコンサルが行った模様、その後の更新はなされていない。</p>
<p>システムの主な機能と主要な入力項目</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 台帳機能 ▪ 点検結果記録機能 (データが更新されていない) ▪ 健全度判定機能 (データが更新されていない)