

道路・橋梁維持管理に関する 情報収集・確認調査

最終報告書（概要版）

平成 25 年 1 月
(2013 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 三菱総合研究所

基盤
JR
12-249

目次

1. 調査概要	1
1.1. 調査の背景と目的	1
1.2. 調査項目と調査方法	2
1.3. 調査のスケジュール	3
1.4. 調査担当	3
2. 道路・橋梁維持管理にかかる世界の動向	4
2.1. 世界銀行の動向	4
2.2. 国際規格策定の動向	6
3. 道路・橋梁維持管理の基礎情報	9
3.1. 先進国	9
3.2. 中進国	11
3.3. 開発途上国	17
4. 舗装維持管理の状況	20
4.1. 先進国	20
4.2. 中進国	27
4.3. 開発途上国	34
5. 橋梁維持管理の状況	38
5.1. 先進国	38
5.2. 中進国	40
5.3. 開発途上国	46
6. 道路・橋梁維持管理における資機材の活用状況	49
6.1. 先進国	49
6.2. 中進国	50
6.3. 開発途上国	51
7. 開発途上国への支援に向けた検討	55
7.1. 参考となる先進国・中進国の取り組み	55
7.2. 開発途上国の現状把握のためのインデックス案	56

(注) 本調査の目的は、各国の道路維持管理の全体像を整理することであり、使用されている用語は必ずしも厳密な定義に基づくものとは限らない。

1. 調査概要

1.1. 調査の背景と目的

道路・橋梁の維持管理問題は、整備が概成した先進諸国のみならず、整備と維持管理を同時に進めなければならない中進国や開発途上国にも共通の課題である。特に開発途上国では、これまでドナーの資金・技術援助を受けながら、道路や橋梁の維持管理システムや維持管理機材の導入を進めているものの、未だに道路や橋梁の状態が劣悪な状態が続いている。

そのような中、JICA では、道路維持管理にかかる技術協力プロジェクト等を通じ、開発途上国の人材育成を柱としたカスタムメイドの協力を実施してきており、一定の評価を得ている。その一方で、世界銀行をはじめとする他ドナーは、道路維持管理政策（道路維持ファンド・道路管理の商業化・性能規定型維持管理契約）の展開や、維持管理ソフトウェア（HDM-4 等）の導入により、道路維持管理の最適化を試みている。これらは一定の効果はあるものの、行政のノウハウ形成に寄与せず効果的・継続的なソリューションとなっていない例が散見される。

以上を踏まえ、本調査では、先進諸国（日、米、英、仏等）、中進国¹（南アフリカ、タイ、マレーシア、ブラジル、チリ）、開発途上国（ベトナム、インドネシア、フィリピン、ラオス等）における道路維持管理の現状、他ドナー（世界銀行等）の取り組みについても情報収集するとともに、JICA の今後の協力方針を検討するための基礎資料を取りまとめるものとする。

¹本調査では、現地調査を実施した南アフリカ、タイ、マレーシア、ブラジル、チリを便宜上「中進国」と定義する

1.2. 調査項目と調査方法

本調査の項目と対象、調査方法は以下に示す通りである。

調査項目	調査対象	調査方法
道路維持管理分野における世界の潮流に関する調査 ・ 道路アセットマネジメントの制度面・技術面の方針 ・ 国際規格策定の動向	<u>ドナー等</u> PIARC、WB、ADB、IDB 等 <u>関連主体</u> ISO55000s 、 EN1504	文献調査（世銀は現地ヒアリング調査） 文献調査、国内ヒアリング調査
道路維持管理に関する基礎情報 道路維持管理システム（舗装） 道路維持管理システム（橋梁）	<u>先進国</u> 日本、米国、英国、フランス、オーストラリア、シンガポール、スウェーデン等	文献調査（日本はヒアリング調査）
道路・橋梁維持管理に必要なとなる測定機材（舗装、橋梁）	<u>中進国（5ヶ国）</u> 南アフリカ、タイ、マレーシア、ブラジル、チリ	文献調査、現地ヒアリング調査
	<u>開発途上国（15ヶ国）</u> ベトナム、インドネシア、フィリピン、ラオス、東チモール、エジプト、エチオピア、ケニア、モザンビーク、南スーダン、ウガンダ、ボリビア等	JICA 専門家アンケート・ヒアリング調査

1.3. 調査のスケジュール

	ドナー等	先進国	中進国	開発途上国
3月	契約準備			
4月	キックオフミーティング			
5月	文献収集・調査	対象選定(自治体) 文献収集・調査	文献収集・調査 現地調査準備	各国JICA専門家への 質問票の検討・作成
6月			現地調査(南ア①) 現地調査 (タイ・マレーシア①)	
7月	ヒアリング準備	文献調査(つづき) 有識者ヒアリング 担当者ヒアリング	現地調査 (ブラジル・チリ①)(南ア②)	質問票の送付・回収 結果整理 専門家ヒアリング①
8月	現地調査(世界銀行)		現地調査 (タイ・マレーシア②)	
9月	現地調査レビュー 調査結果とりまとめ		現地調査 (ブラジル・チリ②)	
10月		調査結果とりまとめ	現地調査レビュー 調査結果とりまとめ	支援のあり方検討 専門家ヒアリング② 結果とりまとめ
11月	ファイナルレポート作成			
12月	最終報告会			
1月	ファイナルレポート作成(つづき)			
	ファイナルレポート提出・納品			

1.4. 調査担当

(JICA)

氏名	所属
垣下禎裕	経済基盤開発部 参事役
田中総東	経済基盤開発部 運輸交通・情報通信第三課長
川辺了一	経済基盤開発部 運輸交通・情報通信第三課
島田亜弥	経済基盤開発部 運輸交通・情報通信第三課
古木守靖	資金協力支援部 客員専門員

(調査団)

担当	氏名	所属
総括/道路・橋梁維持管理	竹末直樹	(株)三菱総合研究所 社会公共マネジメント研究本部主席研究員
舗装維持管理システム	角川浩二	(株)三菱総合研究所 (補強：埼玉大学教授)
橋梁維持管理システム	大友理	(株)三菱総合研究所 海外事業センター主任研究員
道路・橋梁維持管理測定機材	青木一也	(株)三菱総合研究所 (補強：(株)パスコ)
業務調整/データ整理①	大和田慶	(株)三菱総合研究所 海外事業センター研究員
業務調整/データ整理②	ディンソン	(株)三菱総合研究所 海外事業センター研究員

2. 道路・橋梁維持管理にかかる世界の動向

[概観]

(世界銀行の動向)

- 世界銀行は、道路・橋梁維持管理にかかる制度面、技術面において途上国の動向に大きな影響を与えている。
- 制度面では、道路維持ファンド、道路管理の商業化、性能規定型維持管理契約（融資条件のケースあり）の導入、技術面では、HDM-4 に代表される PMS（Pavement Management System：舗装維持管理システム）の導入を積極的に進めている。
- 性能規定型維持管理契約の利点は、民間の技術力、創意工夫による中長期的な維持管理の実施であり、その結果としてコスト縮減やイノベーションが図られることが期待されている。

(国際規格策定の動向)

- 維持管理に関する国際規格（ISO55000s：アセットマネジメント）や地域規格（EN1504：コンクリート構造物）が制定・運用されつつある。
- 欧米諸国により、いずれこれらの国際規格・地域規格が、中進国や開発途上国に展開されることも予想され、これらの規格がデファクトスタンダードとなる可能性も否定できない。

2.1. 世界銀行の動向

2.1.1. 制度面の動向

制度面の動向としては、道路維持ファンドの導入、道路管理の商業化(Commercialization)、性能規定型維持管理契約の動きがあり、途上国の動向に大きな影響を与えている。

(1) 道路維持ファンドの導入

道路維持ファンドの導入については、世界銀行では1980年代より検討が行われきたが、1990年代後半からはアフリカ諸国を中心に「第2世代の道路ファンド」の設立支援を実施している。具体的には、1980年代前後に道路維持管理が適切に行えない諸国の問題がレポートされ、道路に対する融資方針が維持管理を中心とするものに転換された。1995年のHeggieレポートでは、道路委員会（Road board）の設置、確実かつ十分な資金を調達するための問題点（道路利用者への課金方法、価格と費用を導く原則、残った収入の管理方法）、財務マネジメントと説明責任を果たせる「ビジネスライク」な道路公社の設置等が提案された。その後、道路は公共が保有し、公共が燃料税や車両登録税などの税金で予算を賄うとする「予算」の考え方、道路利用者が道路にかかる費用を負担すべきとする「道路ファンド」の考え方に加えて、道路管理により商業的な意味合いを持たせ、道路の運営・管理を市場化する「第2世代の道路ファンド」という考え方が浮上してきている。

(2) 道路管理の商業化（Commercialization）

道路管理の商業化については、先進国では政府の影響が及ぶ範囲内で独立もしくは半独立した公社組織が運営を行う形で進められてきたが、開発途上国においても既存の道路管理組織を商業化する動きがある。商業化（Commercialization）は、公的セクターの資産および財務のマネジメントを商業化、もしくは民間セクターが行うものであり、公的セクターの運営をより「ビジネスライク」に行い、道路管理を効果的かつ効率的に進めるためのプロセスと考えられている。商業化（Commercialization）は、必ずしも民営化（Privatization）を意味しないことに注意が必要である。

(3) 性能規定型維持管理

性能規定型維持管理とは、例えば、舗装の維持管理を「平坦性」などの性能を規定して管理する方法であり、清掃や点検の回数、修繕の箇所や方法などの仕様を規定して管理する方法と相対するものである。性能規定型維持管理の利点は、受託者の技術力、創意工夫を活かせる点、その結果、コスト縮減に繋がることが期待されている点である。

性能規定型維持管理について、世界銀行では、道路網の長期的維持管理に関する性能規定型契約を包括的に意味する用語をOPRC（Output and Performance-based Road Contracts）とし、地域や国のレベルに合わせ3種類のアプローチ（ネットワーク・マネジメント型、DBMOT、非舗装道路型）を想定している。

1) ネットワーク・マネジメント型

改築などの大きな投資をすることなく維持管理が可能な安定した道路網の維持管理を民間に委託するものであり、道路網を一定水準に維持して、ライフサイクルコストの最小化を狙ったものである。

2) DBMOT(Design, Build, Maintain, Operate and Transfer)

改築などの大きな初期投資により、道路網を維持管理が可能な状態に改良し、その後一定期間維持管理することを包括して民間に委託する方法（別称：CREMA）である。

3) 未舗装型

路面性状が急速に変化すること、天候の影響などの特異なリスクがあること、相対的に投資規模が小さいため中小建設業者の参入が容易であることなど、未舗装道路特有の条件があるため、別途一つの類型と定めたものである。

以上の3種類の他に、大きな初期投資を民間に要求する有料道路の官民パートナーシップ（PPP）やデザインビルド方式なども存在する。

2.1.2. 技術面の動向

技術面の動向では、効果的な維持管理のためのソフトウェアシステム（PMS、BMS）の活用、予防保全の導入など、他ドナーの中でも世界銀行が先導的に実施している。

具体的には、道路構造物の諸元や過去の点検データ、修繕履歴などを一元管理し、中長期的な費用を縮減するための対策、計画づくりに必要なコアシステムの構築を支援している。例えば、PMS（Pavement Management System：舗装維持管理システム）の代表格であるHDM-4は、1980年代に世界銀行が開発したHDM-3を母体として、その後、世界銀

行、アジア開発銀行、英国国際開発省、スウェーデン道路管理局の4者を主要なスポンサーとして設立された ISOHDM (International Study of Highway Development and Management System) が開発を行った。HDM-4 は、舗装の劣化、補修を技術的側面のみならず、利用者費用などの経済的側面も含めて最適解を導出でき、中長期の道路維持管理計画の策定にあたり、技術部門と事務部門の共通言語となることが期待されている。現在、PMS の中核的なコンピュータ・ソフトウェアとして世界 100 か国以上の国・地域に導入されている。

BMS (Bridge Management System : 橋梁維持管理システム) については、PONTIS、BRIDGIT など代表システムがいくつか存在するが、先進国、中進国の各国で橋梁の点検基準、評価マニュアル等を独自に整備し、BMS を独自に構築しているのが実情である。世界的に普及しているシステムがない理由は、橋梁は舗装と異なり、数多くの部材で構成され構造系が複雑であること。また、形式や材料により橋梁の種類も多様であることから、全てに共通するシステムの構築が難しいためと考えられる。

2.2. 国際規格策定の動向

2.2.1. ISO55000s

現在、ISO/PC251 において、アセットマネジメントの国際規格 (ISO55000 シリーズ) の策定に向けた検討作業が進められている。PC251 は、アセットマネジメントシステムの規格を開発するために設けられたプロジェクト委員会である。アセットマネジメントの原則 (ISO55000)、アセットマネジメントを動かすしくみ (マネジメントシステム) の要求事項 (ISO55001)、マネジメントシステムを適用するためのガイドライン (ISO55002) を国際規格として定め、アセットを保有・管理する組織が、アセットマネジメントを単なる施設の維持管理の活動と捉えず、計画策定・運用・パフォーマンス評価・改善といった要求事項を遵守しながら、国際標準に則った形でアセットマネジメントを実施できるようにすることを目指している。

ISO55000

Asset management – Overview, principles and terminology
(概要、原則、用語)

ISO55001

Asset management – Management systems – Requirements
(マネジメントシステム－要求事項)

ISO55002

Asset management – Management systems – Guidelines on the application of
(マネジメントシステム－適用におけるガイドライン)

2010 年 6 月に英国・ロンドンで予備会議を開催後、これまでに計 4 回の会議を実施しており、2014 年 2 月の正式発効に向け、DIS(Draft International Standard)作成、FDIS(Final Draft International Standard)作成と進んで行く。

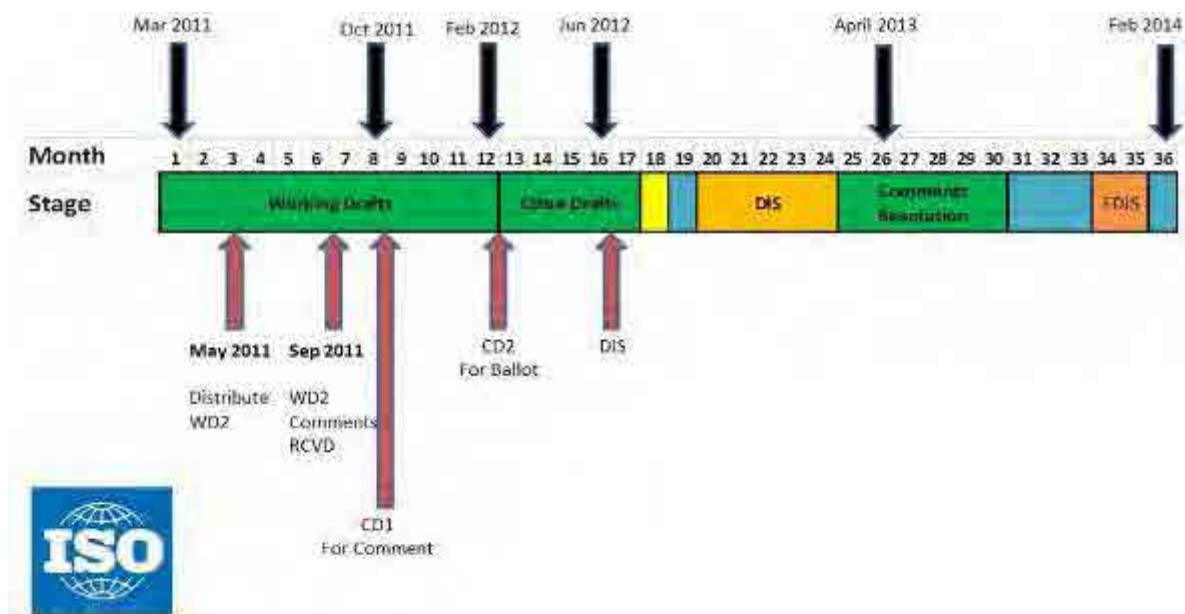


図 2-1 ISO55000s の策定・発効に向けたスケジュール

出典：ISO/PC251 資料

国際標準には、ISO 等を通じて大枠を決める「デジュール標準」と、各国の統括機構が決め、市場競争の結果として定着する「デファクト標準」がある。アセットマネジメントの国際規格は、製品仕様と異なり、マネジメントの枠組みを規定するものであるため、具体的アセットマネジメント技術やソフトウェアなどを指定するものではなく、それが直接、行政やビジネスを縛ることにはならない。しかし、過去にも例があるように、欧州勢が国際規格の枠組みの主導権を握り、先行的に計画・評価ツールやトータルマネジメントシステムを具体化した場合、それがデファクトスタンダードとなり、わが国にも影響を与える可能性が高い。デファクトスタンダードが確立すれば、それに含まれない技術やシステムは市場から排除されてしまうことになる。

2.2.2. EN1504

EN とは、European Norm (European Standards : 欧州規格) の略称で、EU 加盟国間の貿易円滑化と産業水準統一化のための「地域規格」として制定されているものである。その中で、コンクリート構造物の保護・補修のための材料・製品を規定する規格として、EN1504 (コンクリート構造物の保護および補修のための材料 (製品) と仕様一定義、要件、品質管理、適合性評価) が策定されている。

EN1504の特徴は、コンクリートの補修箇所の再劣化問題に対処するために、「診断・設計・施工、補修材の認定」までの1つのパッケージとして包括的に規定したことである。2009年に施行された後、コンクリートの補修・保護に使用する全ての製品は、EN1504に従ってCEマークの認定取得が義務付けられている。

日本の規格との相違点は、点検から補修のプロセスの中で、補修目的を整理し、使用材料や使用方法が規定されることである。EN1504 はヨーロッパの規定であるが、今後ISOに発展することも (国際基準) 化が進むと予想される。また、米国も同様の基準づ

くり（Vision2020）を進めている。これが国際標準になった場合、日本もコンクリートの保護・補修材料について同様の整理が必要となり、大きな労力が生じることとなる。

EN1504-1	欧州規格における用語と定義
EN1504-2	コンクリート表面保護の製品・システムに関する仕様
EN1504-3	構造物分と非構造部分の補修に関する仕様
EN1504-4	構造接着に関する仕様
EN1504-5	コンクリートの注入に関する仕様
EN1504-6	補強鉄筋の定着に関する仕様
EN1504-7	鉄筋の腐食保護に関する仕様
EN1504-8	製造企業に対する品質管理と適合性評価
EN1504-9	コンクリートの補修・保護に対する、製品やシステムを利用する場合の基本原則
EN1504-10	現場での施工と品質管理に関する情報

 01234	■ CE-記号 ■ 通知機関の認定番号
Sika Services AG Tüffenwies 16, CH-8048 Zürich Factory N° 1111 09 01234-CPD-00234	■ 製造者の名称あるいは識別記号 ■ マークが付与された年 ■ 宣誓証明書に基づく証明番号
EN 1504-3 Concrete Repair product for structural repair CC mortar (based on hydraulic cement)	■ 欧州規格の関連規定番号 ■ 製品の説明
Compressive strength: class R4 Chloride ion content: $\leq 0,05\%$ Adhesive Bond: $\geq 2,0$ MPa Carbonation resistance: Passes Elastic modulus: ≥ 20 GPa Thermal compatibility part 1: $\geq 2,0$ MPa Capillary absorption: $\leq 0,5$ kg $\cdot$ m ⁻² $\cdot$ h ^{0,5} Dangerous substances: comply with 5.4 Reaction to fire: Euroclass A1	■ 特徴規制に関する追加情報

3. 道路・橋梁維持管理の基礎情報

3.1. 先進国

[概観]

- 全体として道路網が整っており、直轄やコンセッション等を活用しながら維持管理を実施している。
- 高齢化・老朽化している構造物が増加し、維持管理が重要な政策課題となっている。
- 米国をはじめとしてネットワークレベルの道路維持管理（特に橋梁維持管理）の取り組みが活発である。

3.1.1. 日本

道路総延長120.8万kmの内、高速道路の供用延長9,332km、一般道路の延長119万4千km（一般国道が5万5千km、都道府県道が12万9千km、市町村道が101万km）であり、一般国道の建設・維持管理は、指定区間は国土交通省が、指定区間外は、都道府県または政令指定都市が実施している。有料道路の建設・維持管理はNEXCO等の高速道路道路会社等が実施しており、都道府県道は都道府県（政令指定都市内にある場合は市）が、市町村道は市町村が管理を実施している。

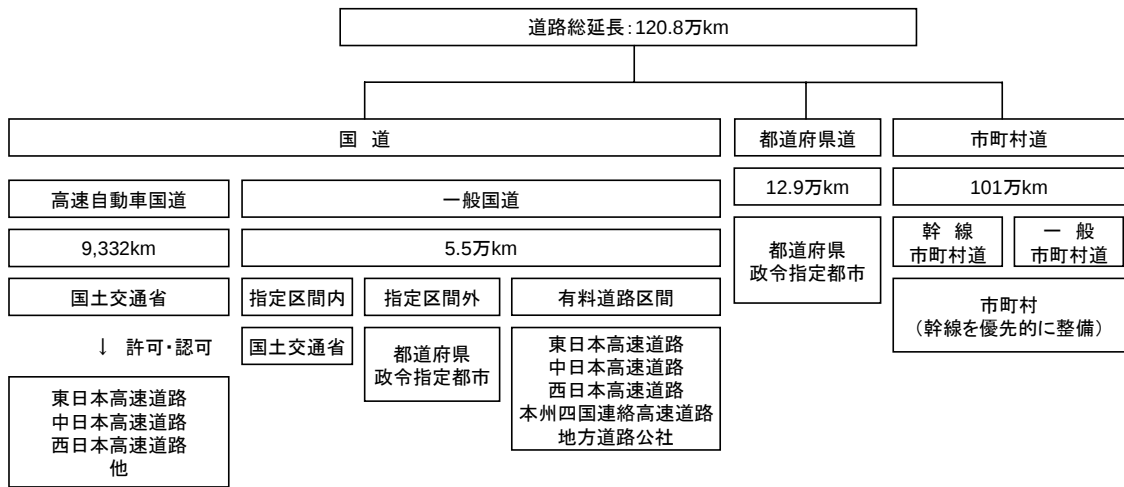


図 3-1 道路延長と管理組織（日本）

出典：調査団作成

3.1.2. 米国

連邦高速道路庁（Federal Highway Administration：FHWA）は、米国交通省（Department of Transportation）の一組織であり、道路管理等を通じて、国内移動における安全性・利便性・経済性の確保、一貫した輸送システムの構築、経済の活性化、各地方自治体に対する道路建設・維持・整備に必要な金融・技術面での支援、高速道路近隣の地域・自然環境の保護を実施している。米国連邦道路庁(FHWA)では、全国の道路を幹線道路（Arterial）、集散道路（Collector Road）、城内道路（Local Road）の3つの階層に分類し

ている。幹線道路のうち、全国幹線道路網（National Highway System：延長約26万km）が国の経済、防衛、交通に重要な道路とされ、インターステート高速道路（Interstate Highway）、防衛目的の戦略道路網（the Strategic Highway Network）、主要モード間連絡道路（Intermodal Connectors）、その他の主要幹線道路（other principal arterial）で構成されている。



図 3-2 全国幹線道路網と FHWA の事務所

出典：FHWA

3.1.3. 英国

2009年時点の道路総延長42万km、内訳は、主要幹線道路の総延長5.3万km、二級道路が12.3万km、その他道路が24.4万kmとなっている。イングランド地域の道路を管理するHA（Highways Agency）は、交通整理・渋滞解消、利用者への情報提供、安全性の向上、旅行時間の信頼性の向上、環境保全などを目的として、1994年に運輸省（Department for Transport）所属の機関として設立された。HAでは、道路の管理・運営を14のエリアに分割して包括的に民間事業者に委託するMAC（Managing Agent Contract）方式と呼ばれる方式を採用し、2012年から数年をかけて、より品質管理に重点を置いたアセット・サポート・コントラクト（ASC）へと変更された。ASCのコントラクターは、エリア内の道路の維持管理に対する責任を負っている。

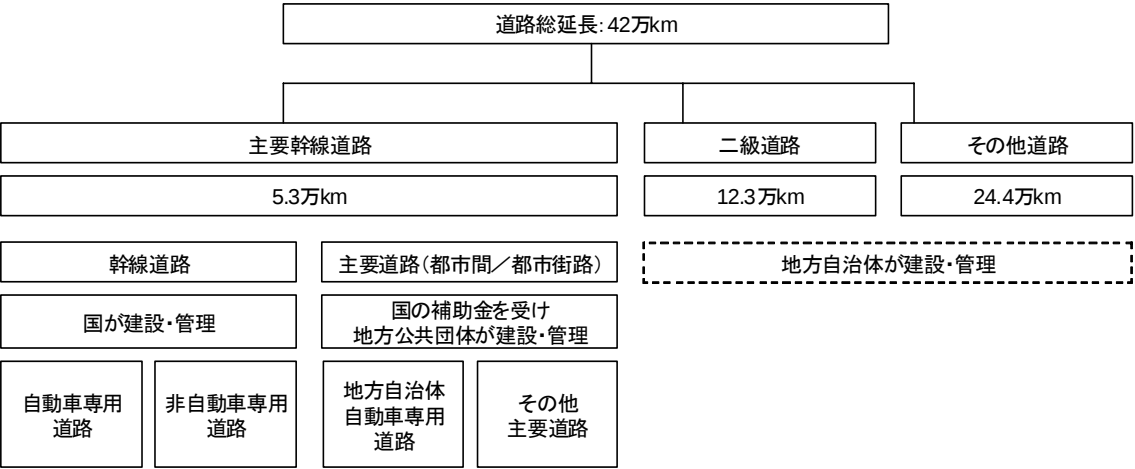


図 3-3 道路延長と管理組織(英国：イングランド)

出典：調査団作成

3.2. 中進国

[概観]

- 中央・現場事務所の人材のレベルはある程度整っており、各国とも直轄とコンセッション等を活用しながら維持管理を実施している。
- 中進国 5 カ国（南アフリカ、タイ、マレーシア、ブラジル、チリ）の概況を以下に示す。

（南アフリカ）

- ・ アパルトヘイトの影響からアスファルトの原料となる石油の輸入ができなかったため、予防保全を前提とした管理方法を 1970 年代から実施されていたが、アパルトヘイト廃止後は、多くの自治体で維持管理サイクルが崩壊している。
- ・ 一部で現在も産官学が一体となり、先進的な道路アセットマネジメントを実施している。
- ・ 国道（有料道路）はコンセッション、その他（国道（無料道路）、都市道路、州道、市町村道路）は各管理者が管理を行っている。

（タイ）

- ・ 国道と地方道とも直轄で管理を行っているが、国道は DOH、地方道は DDR と管理当局が異なっている。
- ・ 維持管理の要職に PhD を持つテクノクラートが就き、大学とも連携しつつ維持管理のしくみを構築している。

（マレーシア）

- ・ 国道と高速道路をコンセッション、州道と地方道路は州政府と地方政府が各々直轄で管理を行っている。
- ・ 積極的にコンセッションを取り入れているが、道路資産は国が保有し管理を民間が行うスキームであり、契約は仕様規定となっている。

（ブラジル）

- ・ 連邦道路と州道はコンセッションと直轄管理が並存しており、管理当局も各々で異なる。
- ・ 直轄では性能規定型維持管理契約（CREMA 型）を試行中である。

（チリ）

- ・ 国道の一部をコンセッションで建設・管理し、その他は国道、地方道とも直轄で管理を行っている。
- ・ コンセッションは交通量の多い国道を対象に導入され、現時点で新たな導入予定はない。

3.2.1. 南アフリカ

南アフリカの道路総延長は約 75 万 km、内訳は舗装道路が約 15 万 km（国道約 1.8 万 km、州道約 4.6 万 km、都市道路約 5.2 万 km、市道約 3.8 万 km）、未舗装道路が約 45 万 km（国道約 13.7 万 km、都市道路約 1.4 万 km、市道約 30 万 km）である。交通事業省（DOT：Department of Transportation）が、国道を管理する SANRAL（The South African National Road Agency）、州道を管理する 9 州の道路当局、市道を管理する 281 自治体の道

路当局を統括している。国道は、有料道路約 0.3 万 km、無料道路約 1.5 万 km とともに SANRAL が管理を行っており、有料道路の管理はコンセッション・ネアに委託している。

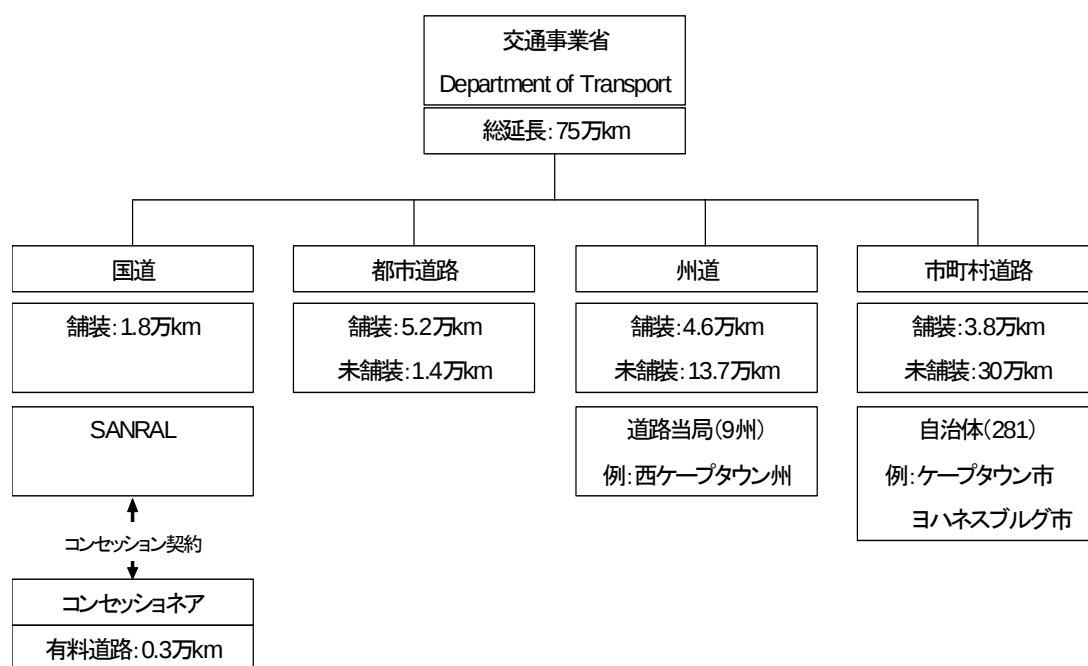


図 3-4 道路延長と管理組織（南アフリカ）

出典：調査団作成

舗装、橋梁も含めて、南アの道路アセットマネジメントの歴史は古く、舗装、橋梁のアセットマネジメントシステムを積極的に活用している。その理由として、は以下の 2 点と考えられる。

- ・ エンジニアが非常に少ない中、若手に権限を与え取り組ませるとともに、政府、研究所、大学、産業界の協力体制で進めたこと
- ・ 特に舗装は、石油が採れないこと（さらにアパルトヘイトにより石油が輸入できなかったこと）から、アスファルトの表層厚が薄く、予防保全を前提とした構造としたこと

1994 年以降の BBEEE（黒人優遇策）により、優秀なエンジニアが海外に流出し、さらに地方分権で予算が中央政府から州政府に移管されたが、州政府が道路管理に予算を充たしなかったことから、道路管理が疎かになり、状態が著しく劣化している。現在、道路の状態調査やアセットマネジメントを導入する州に対して、中央政府から道路管理に使途を特定した補助金（Road Maintenance Grant）を与えるしくみを構築し、道路の状態回復に努力中である。また、国道を管理する SANRAL は、道路管理に最も重要なのはデータを確実に取得することであり、アセットマネジメントのソフトウェアはあくまでツールに過ぎない、ソフトウェアを購入しても、データがなければアセットマネジメントを始めることができないという考えを持っている。

3.2.2. タイ

タイの道路総延長は約 40 万 km で、DOH（Department of Highways）が管理する国道が約 5 万 Km、DRR（Department of Rural Roads）が管理する地方道が約 5 万 km、地方政府が管理する地方道が約 30 万 km である。国道は DOH（Department of Highways）の本局、18 の地方局、104 の地域事務所の階層で管理が行われており、地域事務所は 1 県あたり 1～2 事務所を配置している。地方道は DRR（Department of Rural Roads）の本局、18 の地方局、76 の地方事務所で構成され、地方事務所の下に 376 のサブオフィスを設ける組織を拡充している。また、EXAT（Expressway Authority of Thailand）が、バンコクの都市高速道路 204km の内、BTO（Build Transfer Operate）路線を除く約 180km を管理している。

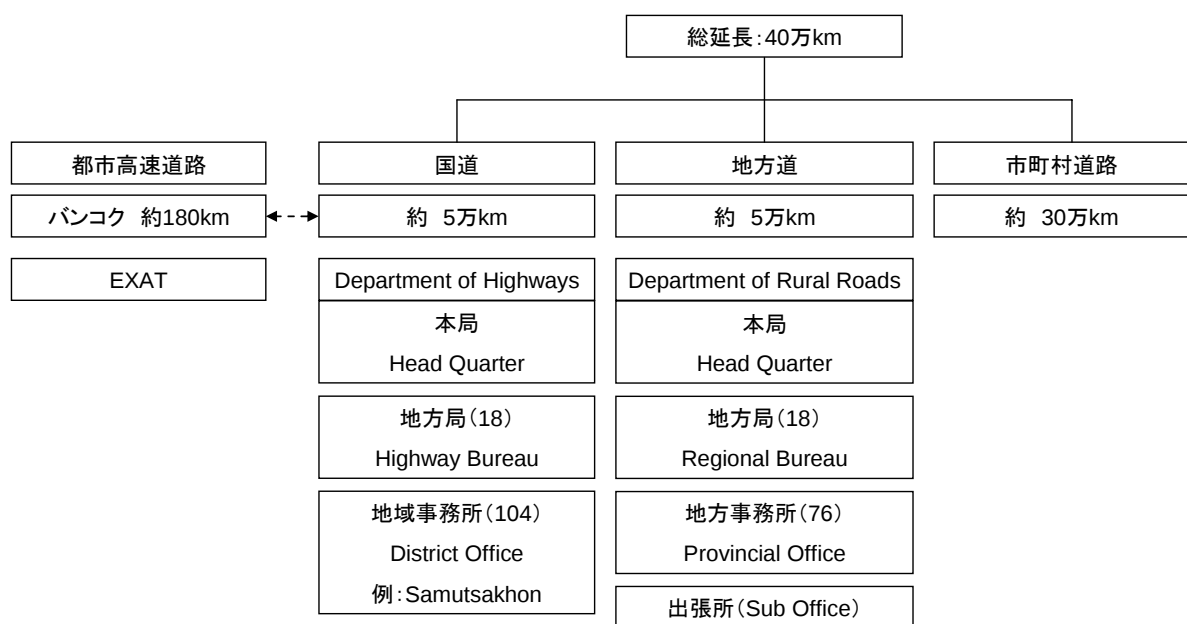


図 3-5 道路延長と管理組織（タイ）

出典：調査団作成

舗装の維持管理予算は、Routine maintenance（維持）と Special maintenance（修繕）の 2 区分で、前者は性状評価区分ごとの道路延長、車線数、舗装年齢、交通量、照明塔の数などその他の道路資産の現在量などの関数として定まる Work load により地域事務所に配布されている。後者はリハビリテーション、Periodic maintenance（定期修繕）のための予算で、地域事務所は一件ごとの概略設計・費用見積もりを作成し本局に予算申請される。維持工事は直轄または外注により、修繕工事はすべて外注で実施されている。

3.2.3. マレーシア

マレーシア（マレー半島のみ）の道路延長は約 11 万 km で、国道が約 1.4 万 Km、州および地方道が約 9 万 km、有料高速道路 0.17 万 km で構成されている。国道については、JKR（PWD:Public Works Department）の本局（Head Quarter）、約 20 の州オフィス（JKR State）、約 80 の地域オフィス（JKR District）の階層で管理されている。高速道路について

ては、LLM（Malaysian Highway Authority）がコンセッション契約により、複数のコンセッショネアに高速道路の管理を委託している。

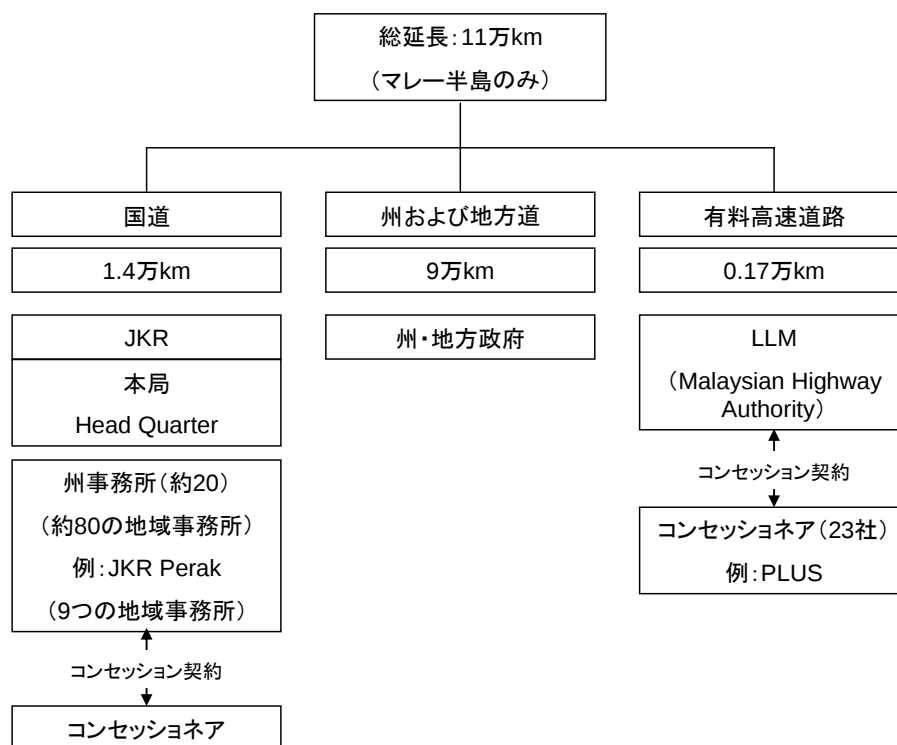


図 3-6 道路延長と管理組織(マレーシア)

出典：調査団作成

マレーシアでは国道の維持管理業務をコンセッションによって実施しているのが特徴である。2000年12月、国道（マレー半島内のみ）約14,000kmを3地域（北部約3,000km、中部約7,000km、南部約4,000km）に区分して、維持管理業務のコンセッションが開始された。コンセッション期間は15年（延伸可能）で、5年毎にレビューを実施している。

道路資産は国が所有し、維持管理のサービスをコンセッショネアが行うスキームであり、民営化（Privatization）と言っても、道路資産は国が所有し、機材は民間が保有して維持管理サービスを供給するという役割分担である。橋梁の点検・補修以外のすべての道路維持管理業務がコンセッショネアに委託されており、一定規模以上の修繕工事は点検結果を踏まえてJKRが実施している。

コンセッショネアの契約は性能規定ではなく、仕様規定（週あたりの清掃回数などを規定）となっており、コンセッショネアへの支払いは、指定した業務量に単価を乗じて算定される。Routine Maintenanceの単価は総額1,550RM/km（路肩管理、草刈などの項目別単価の合計）で決まっているが、Periodic MaintenanceとEmergency Workについては、業務ごとに定めた単価（Schedule of Rates（SOR）：委員会が作成）を使用している。

3.2.4. ブラジル

ブラジルの道路総延長は約160万km、内訳は舗装道路が約21万km（連邦道路約6万

km、州道約 12 万 km、市道約 3 万 km)、未舗装道路が約 142 万 km (連邦道路約 1.3 万 km、州道約 12 万 km、市道約 129 万 km) となっている。維持管理の実施方法は、直営方式とコンセッション方式に区分され、連邦道路については、直営を DNIT、コンセッションを ANTT、州道については、直営を DER (サンパウロ州) や AGETOP (ゴイアス州)、コンセッションを ARTESP (サンパウロ州) といった各機関が管理を実施している。1994 年までは国・州・市が道路の整備・管理を直接行っていたが、1995 年に既存道路の拡幅、リハビリテーション、維持管理をコンセッションで行う方法が導入され、現在では連邦道路約 4,900km、州道約 11,000km のコンセッション道路が存在している。

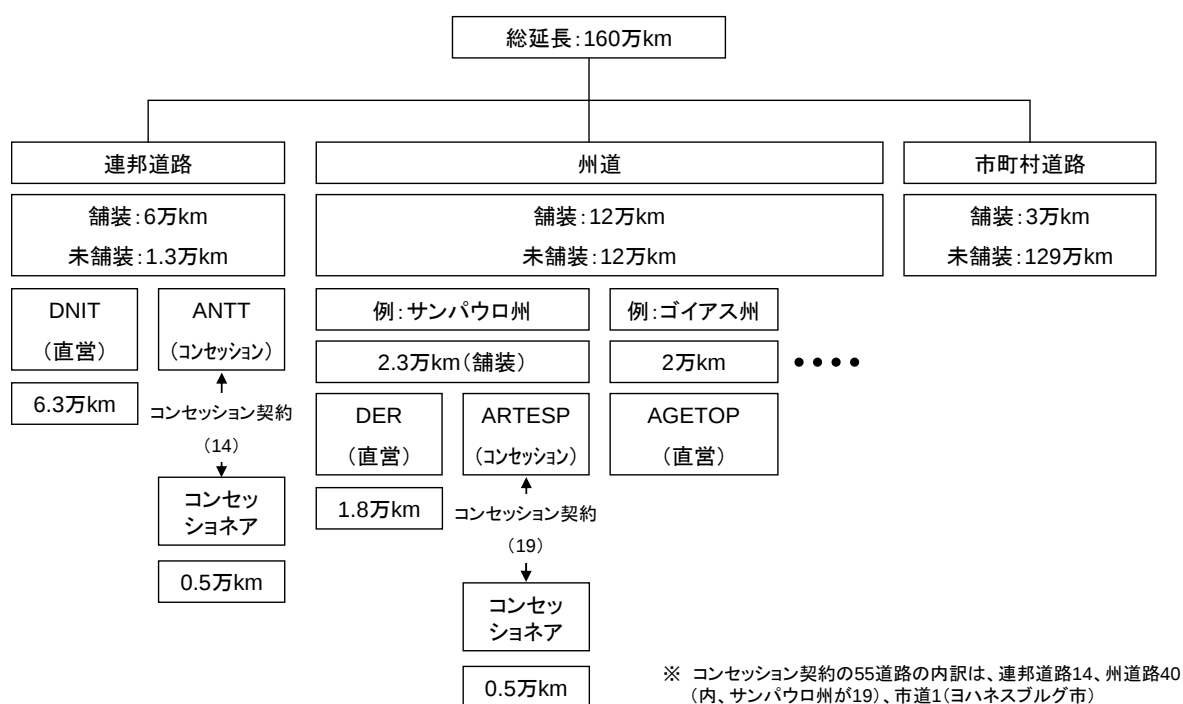


図 3-7 道路延長と管理組織(ブラジル)

出典：調査団作成

(連邦道路)

直轄方式とコンセッション方式の 2 つの方法によって管理されている。直轄方式では、舗装への性能規定型維持管理契約の導入が進んでおり、世界銀行の支援により、「CREMA」という契約方式を試行している。コンセッション方式については、連邦道路の全長約 6 万 km の内、交通量の多い道路を中心に全体の 15%程度を上限に積極的に導入されている。

(州道路)

連邦道路と同様に、直轄方式とコンセッション方式の 2 つの方法で管理されている。サンパウロ州では、州道約 23,000km の内、コンセッション契約の道路が約 5,000km、DER が直接管理している道路が約 18,000km であり、サンパウロ州では、州道で導入されている 40 のコンセッション契約の内、約半数の 19 を管轄している。

3.2.5. チリ

チリの道路は、国が管理する国道と州が管理する地方道路がある。国道は総延長約 78,000km、舗装道路約 18,000km、内約 3,000km がコンセッション道路であり、地方道路は住宅省が管轄する街路、内務省が管轄する市町村道路、運輸交通省が管轄するバスルート道路の 3 種類で構成されている。国道は舗装、簡易舗装、未舗装の 3 種に区分され、舗装は、アスファルト舗装、コンクリート舗装、DBST (Double Bituminous Surface Treatment) の 3 種類、簡易舗装には、塩などで安定化した土道、SBST (Single Bituminous Surface Treatment)、Otta Seal などがある。地方道路の舗装は、コンクリート舗装、アスファルト舗装、ブロック舗装の 3 種類である。

公共事業省の大臣、副大臣の下に道路局、港湾局、都市整備局などが存在し、道路局は 15 州に地方整備局を設置している。また、大臣直轄の組織として、コンセッション案件を管轄する部署があり、80~100 名の職員が約 30 社のコンセッショネアが管理するのコンセッション道路 (約 3,000km) の管理を道路局と独立して実施している。

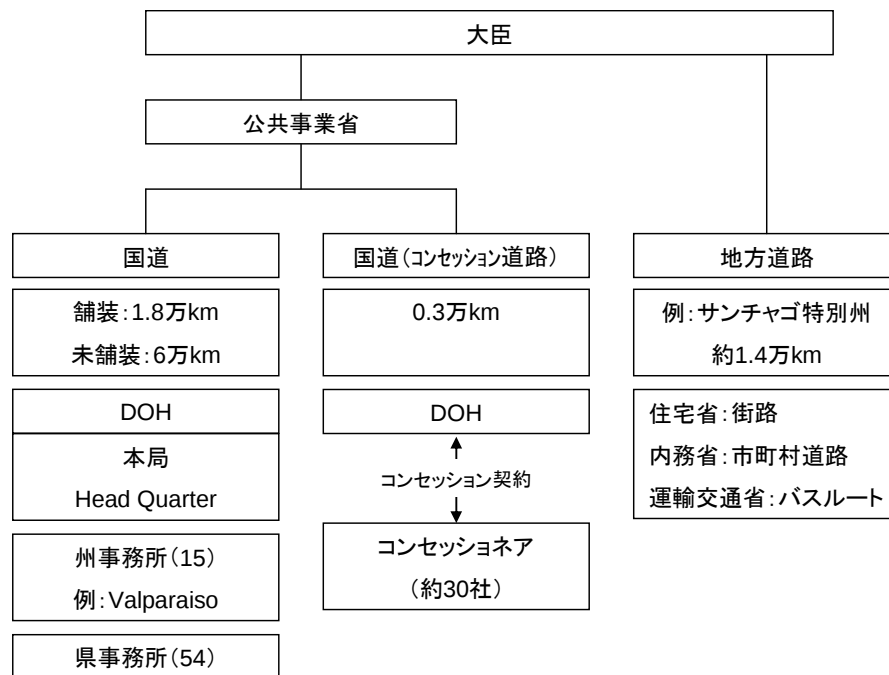


図 3-8 道路延長と管理組織(チリ)

出典：調査団作成

(国道：コンセッション方式)

コンセッション方式は、トンネル建設、既存道路の改良等を含み、20~25 年の維持管理を行う方式として 1995 年に導入された。現在、コンセッション道路の全延長は約 3,000km、であり、各プロジェクトは延長約 200km、金額約 1.5 億~3 億 US ドルの規模である。橋梁 6,800 橋の内の 450 橋梁がコンセッション道路に含まれている。既存道路の拡張と共に、既存道路に平行してトンネルや橋梁を新設する場合もあり、35 年を最大とするコンセッションの期間、その期間内の見込み利益の 2 つを変数として、コンセッションプロジェクトの落札者が決定される。コンセッショネアが管理瑕疵責任を負っており、保険に加入して

瑕疵責任のリスクを移転している。

（国道：直轄方式）

コンセッション道路を除く国道（延長約 75,000km）の管理を、本局、州事務所（15）、県事務所（54）で実施している。州事務所の所掌は、県が行う点検データの確認、県の維持修繕ニーズの把握と国への予算要求、県への維持修繕予算の配布と執行状況の確認、業者への維持修繕業務の委託と管理である。

3.3. 開発途上国

〔概観〕

- 先進国や中進国と同様に、維持管理を所掌する組織が中央と地方に存在している。
- 維持管理業務は、国・地方の直営、公社への委託、それらの併用など様々な方法で実施されている。
- 世界銀行の政策に影響を受けている国も多く見られる。
- 代表的な例として、以下 4 カ国の状況を示す。

（ベトナム）

- ・ 道路庁（DRVN）の下には直属の事務所はなく、民営化された維持管理会社が配置されている。
- ・ 地方官吏局以外に、地方省交通部（PDOT）も国道の管理を実施している。
- ・ 国道管理組織を民営化、道路維持ファンド、性能規定型契約の導入を計画中である。

（ケニア）

- ・ 直轄の 47 地方事務所の他に、道路整備の実施機関として公社等が設置されている。
- ・ 世界銀行の雛形を活用して、性能規定型契約の導入を図ったものの定着せず、現在、JICA の技術協力プロジェクトで性能規定型契約の導入を支援中である。

（モザンビーク）

- ・ 道路公社（ANE：公共事業住宅省の大臣の直下組織）が全道路網の 9 割以上を管理している。
- ・ 性能規定型契約は、一部の道路でパイロットとして試行中である。

（南スーダン）

- ・ 施工業者が瑕疵責任の範囲で補修を実施している。
- ・ 瑕疵期間終了後は、管理者が補修を実施するが、全般的に技術力が不足している。

3.3.1. ベトナム

監督官庁は運輸省（MOT）の道路庁（DRVN）で、道路延長は 16,758 km（2009 年）、管理する橋梁は約 4,300 橋梁となっている。地方管理局（RRMU）は 4 局（RRMU2, 4, 5, 7）あり、その下に直属事務所はなく、民営化された維持管理会社が配置されている。地方管

理局以外にも、地方省交通部（PDOT）が国道管理に参加している。地方省交通部の管理延長は 8,839 km（2007 年）で、全体の約 50%となっている。

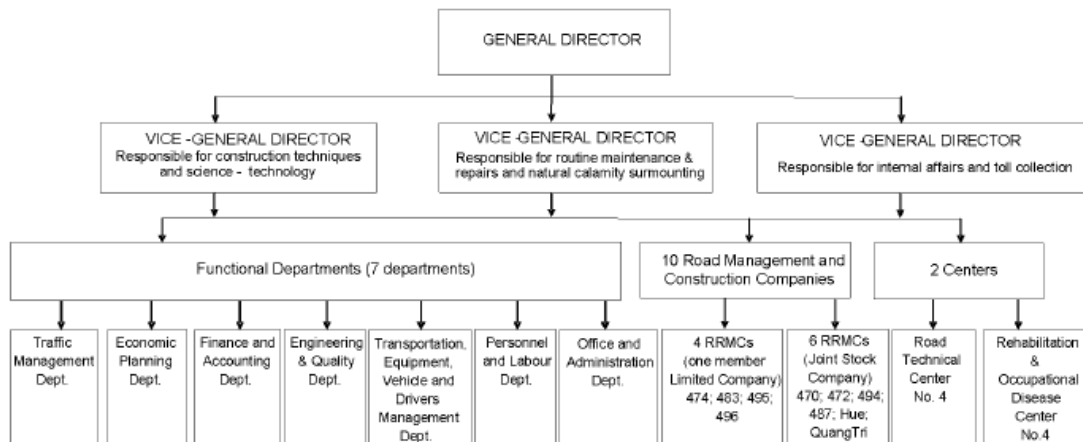


図 3-9 道路管理の組織(ベトナム)

出典：JICA 専門家アンケート資料

3.3.2. ケニア

監督官庁は道路省（Ministry of Roads）で、道路延長は 160,886km、橋梁総数は 1,000 橋以上あると思われる。（実数は不明）道路省の 47 地方事務所の他、道路整備の実施機関として公社（ケニア道路機構(KRB; Kenya Roads Board)、ケニア高速道路公社(KeNHA; Kenya National Highways Authority：下図参照)、ケニア地方道路公社(KeRRA; Kenya Rural Roads Authority)、ケニア都市道路公社(KURA; Kenya Urban Roads Authority)、ケニア野生生物公社(KWS; Kenya Wildlife Service)) が設置されている。

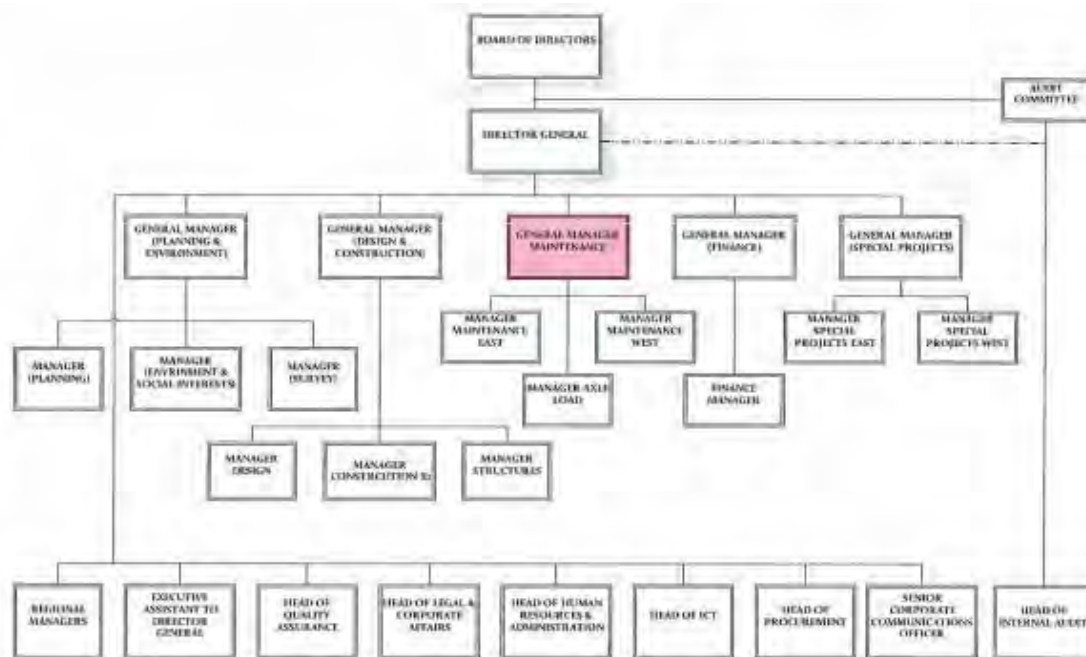


図 3-10 道路管理の組織(ケニア)

出典：JICA 専門家アンケート資料

3.3.3. 南スーダン

監督官庁は、道路・橋梁省（Ministry of Roads and Bridge）で、州間道路、国際道路、国策道路の建設維持管理を RA（Road Authority）、州道は MoPI（Ministry of Physical Infrastructure）、その他を City Council が行っている。道路延長は 12,642km で、内訳は 7,369km（州間道路）、1,451km（国際道路）、3,822km（国策道路）である。

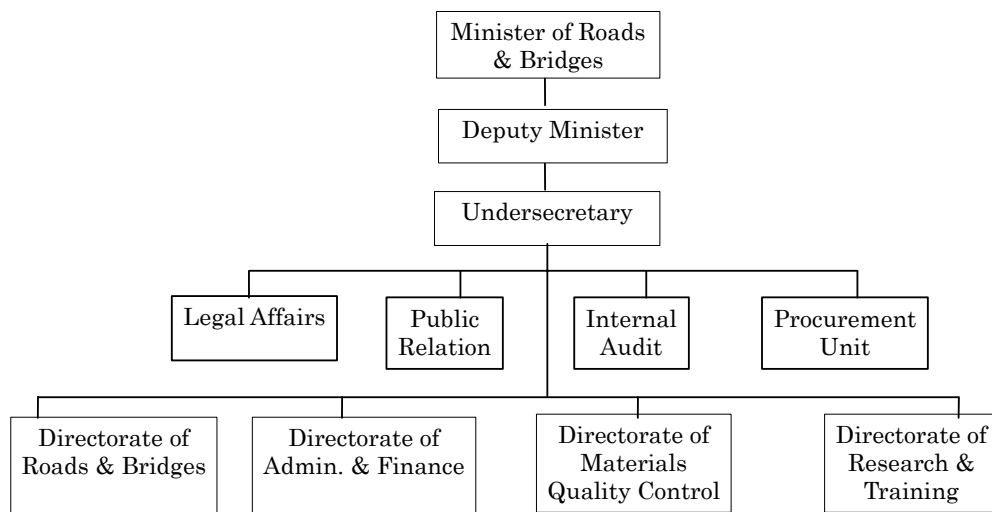


図 3-11 道路管理の組織(南スーダン)

出典：JICA 専門家アンケート資料

4. 舗装維持管理の状況

4.1. 先進国

[概観]

- 舗装に関するデータを一元管理するデータベース、最適投資計画の策定機能、中長期的費用の試算機能などを備えた先進的な舗装維持管理システムを導入・運用している。
- ネットワークで舗装維持管理を行う考え方が浸透しており、英国やニュージーランドでは、包括委託や性能発注など、民間への委託を積極的に進めている。
- スウェーデンは戦略、計画、プロジェクトの3階層から成る舗装維持管理システムを保有し、カナダは舗装維持管理システムを交通インフラ資産管理システムの1構成要素としているなど、各国特徴を持っている。

4.1.1. 日本

国土交通省が直轄国道 21,188km の維持管理を対象とした舗装維持管理システムを運用している。

[点検]

概ね3～5年に1度、民間企業に委託して、民間企業の保有する路面性状測定車を用いて、ひび割れ、わだち掘れ、平坦性の3項目の計測を行っている。

[評価]

計測された路面性状データは、事務所・出張所の保有する道路管理情報、舗装工事情報、インベントリーデータ (MICHl)、道路交通センサスデータなどとともに、舗装データベースに格納され、評価作業に用いられる。一定の方法で計測した、ひび割れ、わだち掘れ、平坦性の計測値を100m区間ごとに評価している。また、維持管理指数 MCI(Maintenance Control Index)も算出している。

[計画]

地方整備局別に、路面性状調査結果のから得られる路面性状ごとの劣化速度を用いて、管理対象道路の次年度の劣化予測を行い、必要工事量を算定し、予算要求を行う。劣化速度は、必要に応じて路線ごと、直前の適用修繕工法毎に算定する。必要工事量は、舗装維持修繕要綱に定める管理水準と工法に従って算定している。

[実施]

全国の8地方整備局、北海道開発局および沖縄総合事務局開発建設部傘下の国道事務所が日常維持管理、修繕などのすべての維持修繕業務を外注で行っている。

自治体では、静岡県、京都府、横浜市など多くの自治体において、路面の点検や性状測定などを行い、その結果をもとにして、将来の維持修繕計画を策定している。

4.1.2. 米国

＜ワシントン州の例＞

1969 年から州道網全体の性状調査を開始し、1970 年代末に PMS(WSPMS)を独自に構築している。PMS 先進州のひとつ（FHWA の Transportation Asset Management Case Studies シリーズの中で取り上げられている）である。

〔点検・評価〕

1988 年より州道網全体（28,800 車線キロ）の性状調査（平坦性、段差、わだち掘れ）を毎年実施、WSPMS のデータベースに格納している。

〔計画〕

WSPMS の分析機能を用いて、舗装の劣化曲線を推定し、構造的健全性を表す PSC (Pavement Structural Condition)指標を用いて、管理者のライフサイクルコストを最小とする補修工事の選定を行う。道路利用者費用も考慮すべく改良中である。

〔実施〕

WSPMS は中央におけるネットワークベースの計画のみならず、現地状況に応じた工法の選択や、リハビリ等の補修維持工事の設計など、プロジェクトレベルでも用いられている。

4.1.3. 英国

運輸省道路局が国道網 7,754km を管理する。道路局は HAPMS を運用して舗装維持管理を行っている。

（HAPMS の主要機能）

- ・ 国道網、工事、台帳データ、交通、事故および舗装性状に関するデータを一元的に管理するデータベース機能
- ・ データ分析機能および地図
- ・ 文書ベースの報告書作成を効率的に行う機能
- ・ プロジェクト・レベル（スキーム・レベル）とネットワークレベルで、予算制約下において舗装維持管理のライフサイクルコストを最小化する最適解を見出す機能
- ・ 車線閉鎖に関する情報を記録し管理する機能

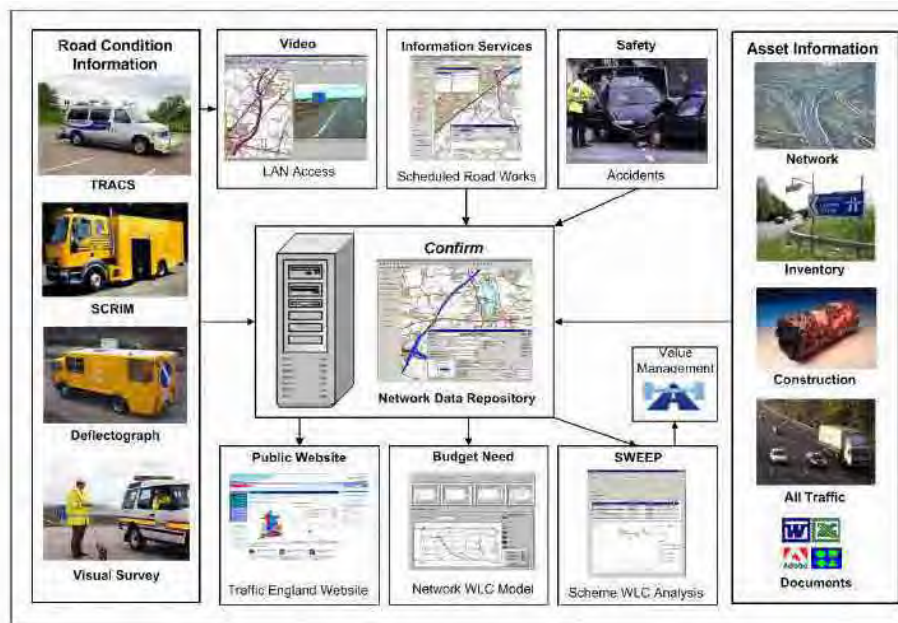


図 4-1 HAPMS の主要構成要素

出典：英国運輸省道路局

[点検・評価]

(ネットワークレベルの計測)

TRACS(TRAffic-speed Condition Surveys)計測：

毎年、ネットワーク全体の複数の車線について行う計測

SCRIM(Sideways Force Coefficient Routine Investigation Machine)計測：

3年に一度のローテーションで一番重量車両が通る車線について、ネットワーク全体をカバーして行う計測

(スキームレベルの計測)

Deflectograph (2.5km/h で走行しながら舗装強度を計測する車両) によるたわみ計測

[計画]

HAPMS の一部をなす SWEEP(Software for Whole-of-life Economic Evaluation for Pavements)というツールを用いて、ライフサイクル費用を最小化し費用対効果を最大にする維持管理計画を策定している。

[実施]

全国を 14 地域に区分し、それぞれの維持管理を 5 年契約で民間会社に請け負わせている。請負企業は、効率的な維持管理を行うために管理対象道路のデータ収集を行い、それを一定の方法で分析することを義務付けられている。

4.1.4. ニュージーランド

運輸省Transit NZが10,836kmの国道を管理しており、すべての維持管理の実務は外注により民間企業が実施している。外注の2/3は5～10年の性能規定契約であり、Transit NZは外注プログラムを戦略的に管理するため、世界で最も先進的といわれるアセットマネジメ

ントを実施している。NZの開拓の歴史の中で、構造物は簡易、仮設的なものが多かったことがNZで早くからアセットマネジメントが発達した背景である。

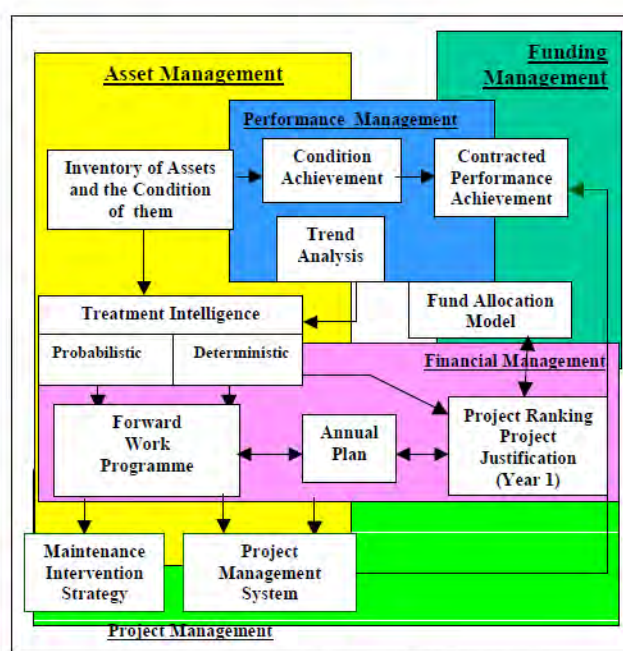


図 4-2 道路アセットマネジメントのしくみ(ニュージーランド)

出典：Transit NZ

[点検・評価]

- Transit NZ は毎年 10%の道路区間での目視評価と、道路網全体の高速走行計測車 SCRIM(Sideways-Force Coefficient Routine Investigation Machine) を用いた路面性状計測を実施し、交通量 2000ADT 以上の道路では、3 年に 1 回の頻度で FWD による舗装強度計測を実施している。SCRIM と FWD による計測は、民間委託により実施している。
- 維持管理を受託している民間建設業者は自前の路面性状モニタリングシステムを保有し、日常的に舗装パフォーマンスをモニターすることが義務付けられている。
- Transit NZ はコンサルタント会社に委託し、建設業者のパフォーマンスをモニターしている。Transit NZ は各建設業者の管理区間長の約 5%について、パフォーマンスの監査を行う。

[計画]

- Transit NZ は様々なモジュールと情報を用いて、事業の優先順位付けと計画作成を行っている。
- RAMM (Road Asset Maintenance Management) は 1980 年代に運用が開始されたシステムで、国道の台帳記録、舗装性状、維持管理工事に関するデータを管理し、舗装設計システムとリンクしている。これらの情報のほか、交通に関する情報も入力される。
- NOMAD (National Optimization of Maintenance Allocation by Decade) は舗装維持修繕の投資 10 年計画を作成する RAMM のモジュールである。

- ・ dTIMS (pavement modeling tool) は舗装の将来の状態を予測するための劣化モデルを開発するモジュールである。

[実施]

- ・ 維持管理計画の作成は Transit NZ が道路網管理コンサルタント (Network Management Consultant) と協働して行う。

役割	責任者
システム (モデル) の提供	Transit NZ
インプットデータの整備	NMC
分析の実施	NMC
データの現地確認	NMC
データの修正	Transit NZ/NMC
カリブレーション係数の精査	NMC
カリブレーションの管理	Transit NZ

4.1.5. スウェーデン

国道管理局 (Swedish National Road Administration: SNRA) がスウェーデンの国道 98,100km を管理している。国道の内 77,100km は舗装道、21,000km は砂利道であり、国道は全国の交通量の 69% を賄っている。その内、幹線国道は延長では全国の道路の 3.5% を占めるに過ぎないが、交通量では 43% を賄っている。SNRA は、本部と全国 7 地域に 1 か所ずつ配置されている地域事務所で組織されている。

[点検・評価]

- ・ SNRA 本部が VTI (Swedish Road and Transport Institute) の協力を得て、国道網全体の路面性状計測を 4 年サイクルで民間企業に外注して行っている。
- ・ 地域事務所は、必要に応じて独自に管轄地域内のプロジェクトレベルの路面性状特別調査を外注で行っている。
- ・ スウェーデンの路面性状調査における計測項目及び方法は下記のとおりである。
 - ✓ Laser RST 計測 (ネットワークレベルおよびプロジェクトレベル)
 - ✓ 平坦性 IRI (mm/m)、わだち掘れ (mm)、横断傾斜 (%)
 - ✓ Ground penetration radar (プロジェクトレベル) 計測
 - ✓ 舗装層厚、地下埋設物、岩盤・帯水層などまでの深さ
 - ✓ コア・ボーリング (プロジェクトレベル)
 - ✓ FWD (プロジェクトレベル)

[計画]

- ・ スウェーデンの PMS は、戦略レベル (予算要求と予算付け)、プログラミング (実施候補案件の選定)、プロジェクトレベル (設計・維持管理事業計画等) の 3 つの階層を持っており、目的に応じて中央レベルと地域事務所レベルで活用されている。
- ・ 戦略分析レベルの PMS は 1986 年よりフィンランドで開発された HIPS というシステムが用いられている。
- ・ プログラムレベルの PMS はノルウェイで開発された PMS2000 をベースに開発されており、より多くのインプットデータを必要とし、利用者費用予測も HDM-4 のモデルを

ベースにしている。

- ・ プロジェクトレベルの PMS は PMS object 2000 と呼ばれ、スウェーデン舗装設計マニュアル (ATV VAG) に基づき維持管理・新設工事の設計計画を行うコンピュータモデルである。

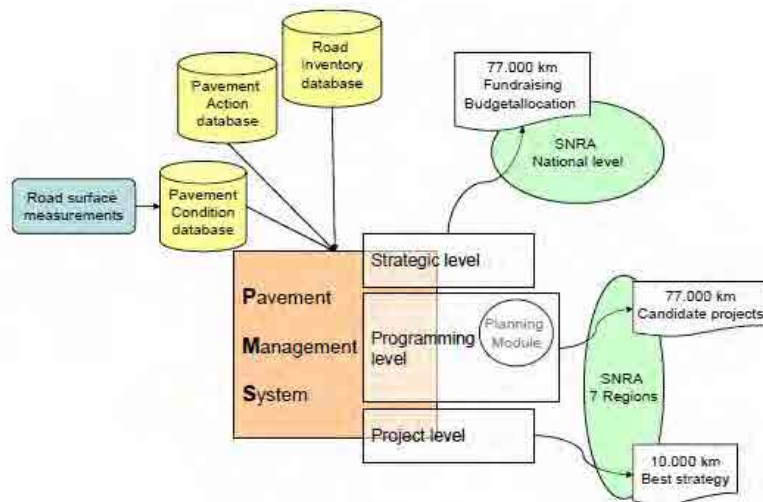


図 4-3 舗装マネジメントシステム(スウェーデン)

出典：SNRA

[実施]

- ・ SNRA は計画管理部局、生産部局、コンサルティング部局の3部局から構成されている。
- ・ 7つの地域事務所が管轄下の国道の維持管理を所掌しているが、維持管理工事の実施はすべて SNRA の生産部局または民間企業に外注して行っている。(SNRA の生産部局は独立採算で企業として運営されている)

4.1.6. カナダ

＜アルバータ州の例＞

カナダでは、インフラの資産管理は州政府の責任であり、中央政府はほとんど関与していない。アルバータ州ではPMSは交通インフラ資産管理システムの1つの構成要素となっており、他の資産と一緒に統合的に最適な管理を行うことを目標に運用されている。アルバータ州は交通インフラ資産を統合的に管理するためにTIMS(Transportation Infrastructure Management System)を運用している。TIMSは統合的なデータベース(TIMs Data Repository)と種々の意思決定支援システム(アプリケーション)から形成されている。HPMA(Highway Pavement Management Application)と呼ばれるPMSはそのうちの意思決定支援システム(Decision Support Systems)の1つである。

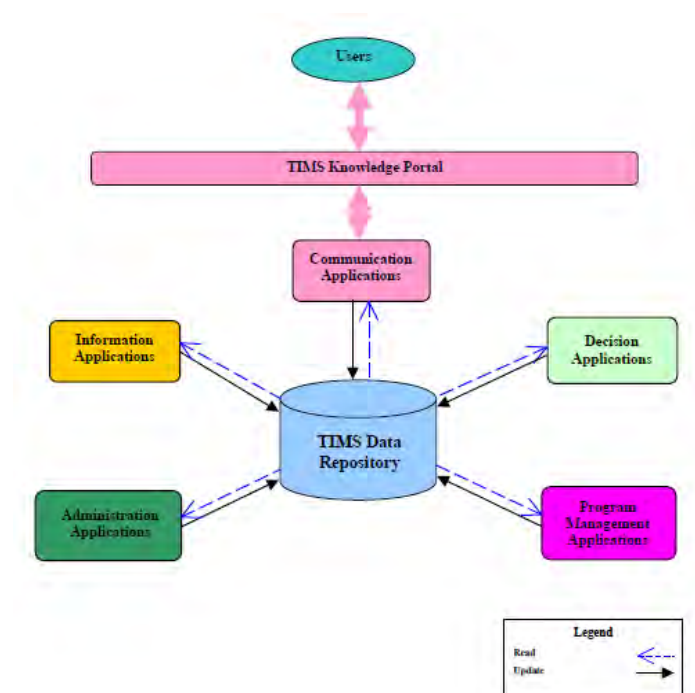


図 4-4 Transportation Infrastructure Management System (カナダ)

出典：カナダ アルバータ州

[点検・評価]

- ・ 州道全体の路面性状計測を外注で行っている。IRI とわだち掘れは毎年全線、片方向の走行車線で計測されている。ビデオ・ログ撮影は3年に一回、両方向の走行車線をカバーする。
- ・ 外注により収集されるデータの品質を確保するために、厳密な品質管理プログラムを実施している。

[計画]

- ・ HPMA は、台帳データ、舗装性状データ（現状と履歴）、現状の修繕ニーズとその将来予測の評価モジュール、維持修繕工事の選定モジュール、経済評価モジュールおよび最適投資計画策定モジュールで構成されている。
- ・ IRI、SDI(Surface Distress Index)、PQI(Pavement Quality Index)などの管理水準を入力することによって、必要な短期維持工事量を算定できる。
- ・ 内蔵している劣化モデルにより将来の舗装性状の履歴を予測し、Decision Tree に基づき維持修繕工事の必要量の将来予測を行える。
- ・ 5年、10年又は20年間の現状維持計画および予算制約下での最適計画の策定を行える。

[実施]

- ・ 1980年代から90年代の初頭にかけての経済危機の中で、州政府の職員は大幅に削減され、政府の業務をビジネス原理で行う方式が定着している。
- ・ アルバータ州においては道路維持修繕の実務はすべて民間に委託して行われている。州政府は効率的な業務の発注とその監督を主要任務とする。アセットマネジメントは州政府の業務の中核となっている。

4.2. 中進国

[概観]

- 維持管理ソフトウェアを活用しながら、中央・現場が各々の維持管理サイクルをある程度のレベルで確立している。
- 中進国 5 カ国（南アフリカ、タイ、マレーシア、ブラジル、チリ）の概況は以下の通り。

（南アフリカ）

- ・ 1970 年代から予防保全型維持管理を運用していたが、アパルトヘイトの廃止後は多くの自治体で維持管理サイクルが崩壊した。
- ・ 一方、例外的に SANRAL（国道）や西ケープ州では、路面性状や交通量等のデータを蓄積し、高精度の劣化モデルをベースとした PMS（HDM-4 等活用）を構築している。

（タイ）

- ・ 自動計測車両による全国道路網調査と、地域事務所が行う日常目視点検により、点検・評価を実施している。
- ・ TPMS2009（HDM-4 予測モデル活用）を活用し、維持管理 5 ヶ年計画や予算要求の戦略を作成している。

（マレーシア）

- ・ 維持管理の調査（路面性・たわみ等）はコンセッショネアが実施、高速道路公社が目視調査でレビューしている。
- ・ アスファルト舗装の中期維持管理計画の策定には、HDM-4 を活用（蓄積データにより劣化モデルをキャリブレート）している。

（ブラジル）

- ・ 1995 年以降、コンセッションによる国道・州道の整備・管理が広がり、現在、国道管理の 10%がコンセッションである。
- ・ 国道・州道・コンセッション有料高速道路で PMS を積極的に活用している。

（チリ）

- ・ 民間委託が進み、国道網の包括委託、区域内道路の性能規定契約などが導入されている。
- ・ 直轄・民間委託区間とも、主に HDM-4 を活用し、舗装維持管理サイクルを一貫して実施している。

4.2.1. 南アフリカ

(1) SANRAL の舗装維持管理

[点検・評価]

- ・ 他国から調達した最新の計測機器を搭載した独自の計測車両を使用している。

[計画]

- ・ dTIMS と HDM-4 を組み合わせた意思決定支援ツールを用いて実施している。

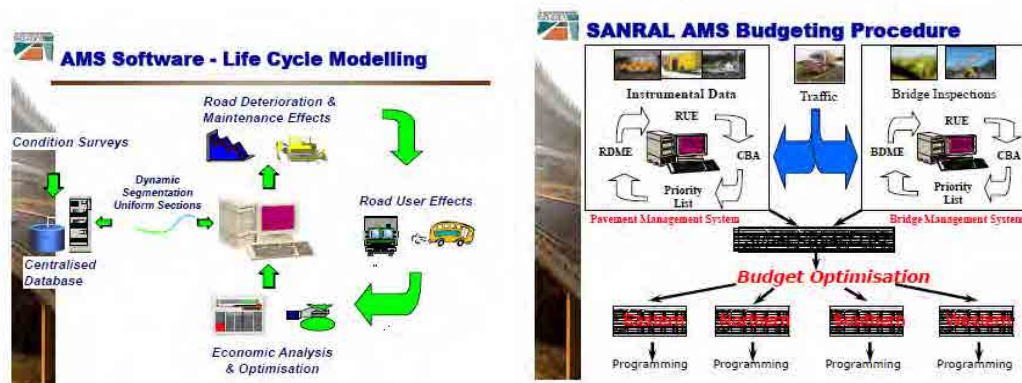


図 4-5 舗装維持管理のしくみ(SANRAL)

出典：SANRAL

(2) 西ケープ州の舗装維持管理

[点検・評価]

- 交通量・路面性状データを15年以上にわたり蓄積し、37のテストセクションの時系列データをHDM-4のキャリブレーションに用いている。道路現況調査は、舗装道路は外注、未舗装道路は直営で実施している。

[計画]

- dTIMSとHDM-4を組み合わせた意思決定支援ツールを用いて実施している。

(3) TRAC社の舗装維持管理

[点検・評価]

- 高速道路の性能規定型長期契約により、路面性状計測車により、わだち掘れ、平坦性、路面抵抗を毎年計測することを義務付けられている。

[計画]

- Rubicon社のソフトウェアを使用して、舗装強度(FWD値)とFuzzy理論により補修優先度付けを行う。

[維持修繕工事の実施]

- プロジェクトベースで建設業者に外注して実施している。

4.2.2. タイ

[点検・評価]

- 自動計測車両を用いて道路局本部が行う全国調査と、地域道路事務所が行う目視日常点検を実施している。全国道路網調査は3大学に外注して実施(概ね2年に1度)しており、ARRB社製HawkEyesを用い平坦性、わだち掘れ、ひび割れなどを計測している。地域道路事務所の点検結果は写真データと共にコンピュータに格納されている。



図 4-6 路面性状測定車と目視点検(タイ)

出典：DOH

[計画]

- Routine maintenance 予算は地域事務所ごとの目視点検結果等に基づいて算定される Work load に基づいて配布される。リハビリ、定期修繕などの Special maintenance 予算は、TPMS2009 と呼ばれる PMS を用いて策定している。TPMS2009 は HDM-4 の予測モデル（舗装劣化、維持管理工事効果、利用者費用、環境影響）をベースに構築されており、独自に開発された最適化モデルを装備し、維持管理 5 か年計画の策定や、予算要求のための戦略分析を行う能力を有している。地域道路事務所が要求する Special maintenance の予算要求は TPMS2009 に基づいて優先順位付けが行われる。

[実施]

- 予算局は他の要素も考慮して維持修繕予算を決定するが、TPMS は予算要求の根拠を示す有効な手段として用いられている。

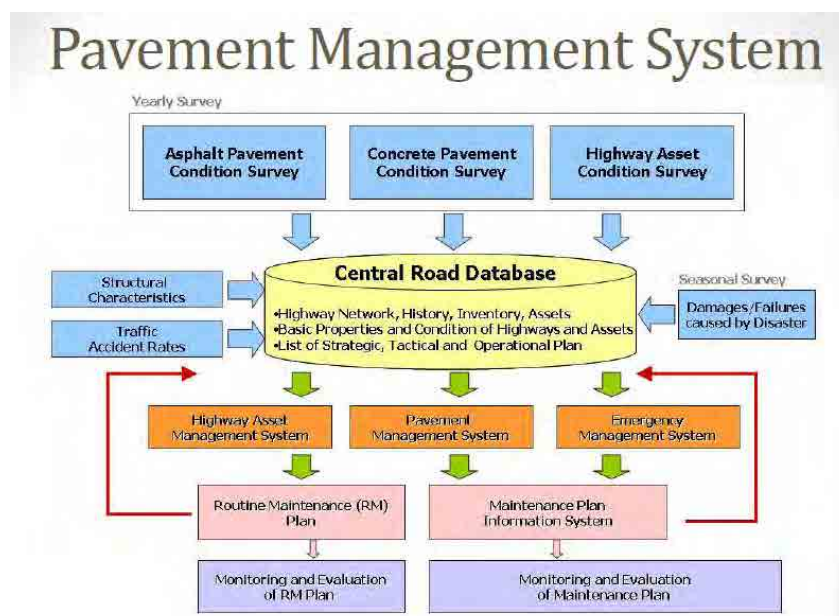


図 4-7 舗装維持管理システム(タイ)

出典：DOH

4.2.3. マレーシア

(1) 高速道路の舗装維持管理

〔背景〕

- マレーシアの高速道路 1,700km は、大部分が BOT 方式により建設され、全線がコンセッション方式により運営維持管理を行われている。コンセッション契約では、舗装維持管理の実務は、現況把握、維持管理計画の策定を含め全てコンセッショネアが担当し、高速道路公社は、その監督業務を行う。

〔点検・評価（大手コンセッショネア PLUS 社の例）〕

- コンセッショネアは毎年 MLP(Multi Laser Profiler)を用いてネットワークレベルの路面性状調査を行っている。また、半年に 1 回、250m ごとに FWD 計測を行い、構造評価結果を高速道路公社に報告している。高速道路公社は、直轄で目視調査を行い、報告結果を確認している。ネットワークレベルの現況調査の結果明らかにされた問題箇所については、詳細調査・評価を行っている。250m ごとの舗装評価結果は、2000 年より TEMAN(Total Expressway Maintenance Management System)のデータベースに格納されている。

〔計画（大手コンセッショネア PLUS 社の例）〕

- アスファルト舗装区間の 3 年程度の中期維持管理計画の策定には HDM-4 を用いている。蓄積しているデータにより HDM-4 の劣化モデルはカリブレートされている。短期計画（Periodic maintenance の計画）の策定には HMS2 を用いている。全体の 30%のコンクリート舗装区間の計画策定には Decision Tree を用いている。

〔実施〕

- コンセッション契約では、維持管理の頻度や処置までの時間など、インプットベースでコンセッショネアが行うべき維持管理業務を定めている。コンセッション契約で決められた料金、管理水準・サービスレベルの枠内で、維持管理費用の縮減を図るべく、コンセッショネアは点検を入念に行い、将来の修繕・改修費用の発生リスクを抑える「予防保全管理」を行っている。コンセッション契約では、道路工事に伴う渋滞の発生時間などに関する規定があり、効率よく維持管理工事を行うインセンティブが高い。

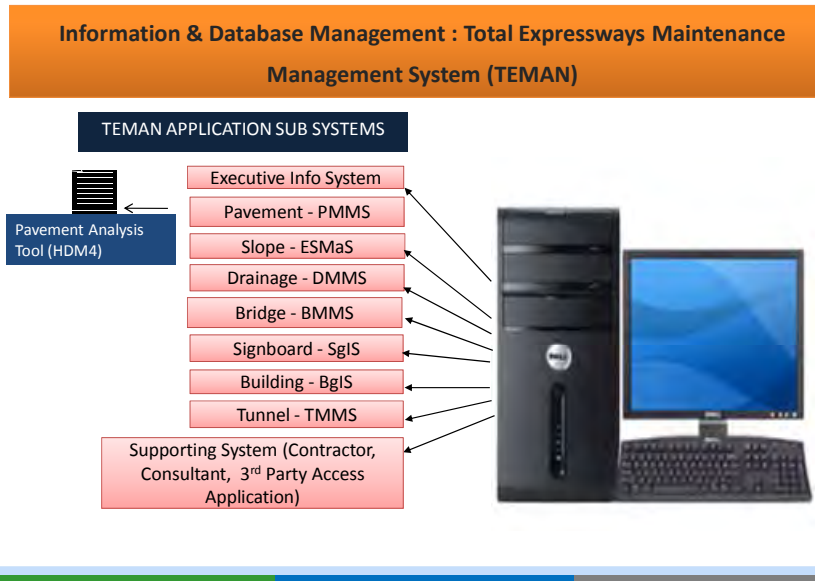


図 4-8 トータルマネジメントシステム(PLUS 社)

出典：PLUS

(2) 国道の舗装維持管理

[背景]

- 公共事業省は 2000 年より、マレー半島の国道網を 3 分割し、それぞれの地域の道路網をコンセッション方式により維持管理を行っている。コンセッション方式は、民間企業が 15 年以上の長期間、契約に定められた KPI (Key Performance Index) の要件を満たすべく、保有する機材を用いて日常点検・清掃などの維持管理サービスを提供するものである。日常維持管理業務以上の維持修繕計画は、公共事業省が PMS を用いて策定し、コンセッショナや一般の建設業者に業務を指示し、仕様規定により支払いを行う。

[点検・評価]

- 公共事業省は、長期契約で IKRAM (政府の研究機関が民営化された会社) に HRM(High-speed Road Monitor)、FWD、DCP(Dynamic Cone Penetrometer)を用いた全国国道現況調査を行わせている。計測データは RAMS-DB(Road Asset Management Database)に収納されている。

[計画]

- IKRAM は HDM-4 を用いて国道維持管理計画を策定している。HDM-4 の入力データは、独自に開発した RAMS Interface を用いて RAMS-DB のデータから作成している。財務当局が配布するリハビリと定期修繕の予算の 80%~90% は IKRAM の策定した維持管理計画に基づいている。

4.2.4. ブラジル

(1) 一般国道の舗装維持管理

[概要]

- ・ DNIT は 63,00km の国道を管理している。その内、5,000km は、民間業者を選定し CREMA と呼ばれる 2 年～5 年の性能規定型のリハビリ・維持管理契約を結んで整備・維持管理を委託している。DNIT では、HDM-4 を中心とした維持管理ソフトウェアを運用している。

[点検・評価]

- ・ DNIT は民間業者に委託して、CREMA 契約区間を除く道路網のほぼ全体にわたって IRI、FWD、LVC (Live-Virtual-Constructive) Architecture Roadmap (写真・画像地図データ) などの情報を定期的に収集している。現在は 2 社との 3 年契約の下に、DYNATEST 社製の 4 台の計測車両 (1 社が 1 台、もう 1 社が 3 台保有) を用いて毎年計測を行っている。FWD は 4 年ごとに実施している。CREMA 道路は、CREMA 委託業者が路面性状調査を行っており、道路の詳細データは、契約終了時に委託業者から DNIT へ提出される。

[計画]

- ・ DNIT は HDM-4 を用いて舗装維持管理事業の優先順位や必要な予算の検討等の維持管理計画の策定を行っている。

[実施]

- ・ 直轄道路の日常維持管理及び緊急維持管理は、DNIT 州事務所の下にある地域事務所 (300～500km ごとに 1 箇所配置) が実施している。定期修繕などの一定以上の規模の工事は外注している。

(2) コンセッション有料高速道路の舗装維持管理

[概要]

- ・ コンセッショネアが長期契約 (25 年間) のもとで、最初の 10 年間にリハビリや機能向上 (拡幅、改良など) を実施し、その後 15 年間、有料道路として運営・維持管理を行う仕組みである。コンセッション契約では、契約期間中に保持されるべき舗装の管理水準について厳密に定められており、発注者 (国、州等) はコンセッション期間中、受注者が高速道路の万全な運営維持管理を行うよう監督するための専門の監督機関を設置している。コンセッショネアは、発注者の監督のもとに PMS を使って舗装維持管理業務を実施することを義務付けられている。現在国道のコンセッショネアが利用している維持管理ソフトウェアは Dynatest 社のシステムと PAVESIS 社のシステム (ITA 大学と共同開発) の 2 つである。

[点検・評価]

- ・ コンセッショネアは、コンセッション契約によって道路のデータベースの保有が義務付けられている。このため、直轄または外注で路面性状調査を行い、定期的にデータベースを更新している。(CCR 社では) 表層の劣化状態 (轍ぼれ、ひび割れなど) の目視確認と計測器を用いた計測を実施している。計測項目と頻度は、IRI (毎年)、すべり抵抗 (毎年)、FWD (2 年に 1 回) である。(ANTT は) 15 日ごとに目視点検を行い、

コンセッションネアが道路データベースに入力した情報をチェックしている。

〔計画〕

- ・ コンセッションネアは、契約に定められた修繕計画に基づき修繕工事（Periodic maintenance）を実施する。モニタリングの結果等により修繕計画を変更する場合は、コンセッションネアは監督機関に計画変更の申請をし、その認可を受ける。計画変更に伴い生ずるコンセッションネアのキャッシュフローは、変更契約で調整が行われ、コンセッションネアは損も得もしないようになっている。コンセッションネアは、リスクを負わない反面、舗装維持管理ソフトウェアを用いてより合理的な修繕計画を策定するインセンティブを持たない。

〔実施〕

- ・ コンセッションネアが実施する工事には、契約で予め定められた工事とコンセッションネアの判断で必要に応じて行う工事の 2 種類がある。前者が適切に行われているか否かは、監督機関が常時モニターしている。後者は、監督機関に必要な工事内容を提案し、その承認を得て実施する。コンセッション終了時に満たすべき舗装のパフォーマンスは、コンセッション契約の一部であり、監督機関が確認する。

4.2.5. チリ

(1) 一般国道の舗装維持管理

〔概要〕

- ・ 道路局が管理する国道 75,000km の内 45,000km は民間委託によって維持管理を行っている。民間委託には、グローバル、混合グローバル、特定契約の 3 形態の契約形式があるが、大半はグローバル契約である。グローバル契約は、適当な大きさに設定された管理地域に含まれるすべての国道網の管理を 1 つの業者にインプットベース（単価契約）で包括委託するものである。混合グローバル契約では、区域内に含まれる舗装道路は 5 年間の性能規定型契約で、未舗装道路は従来型で、維持管理を委託している。なお、特定契約は、特定の道路区間の維持管理に関する契約である。

〔点検・評価〕

- ・ コンセッション区間を除く 15,000km の舗装国道を対象に舗装性状調査を実施している。その内、9,000km については公共事業省研究所および民間企業に委託して ARAN(Automatic Road Analyzer)等を用いた舗装性状計測を実施し、残り区間は県職員が目視調査を行っている。ARAN による計測は通常 2-3 年に 1 回実施しており、計測項目はビデオ画像、IRI、ひび割れ、ポットホール、わだち掘れであるが、この他に FWD, LWD(Light Weight Deflectometer), すべり抵抗の計測も実施している。

〔計画〕

- ・ 直営区間、民間委託区間とも舗装国道の Periodic Maintenance について HDM-4 を中心とする PMS を活用しており、舗装現況データの収集、データベースの整備、維持管理計画の策定、予算要求・配布、工事の実施というマネジメントサイクルを一貫して実行している。未舗装道路の Periodic Maintenance および舗装道路・未舗装道路の Routine Maintenance は各州の過年度の実績、災害等の非常事態などを踏まえて政策的に予算を決定している。

[実施]

- ・ 州事務所は HDM-4 の分析結果を基に、現場の状態を確認した上で、実際の Periodic Maintenance は県事務所と民間委託業者が実施している。

(2) 有料高速国道の舗装維持管理

[概要]

- ・ 特に交通量の多い国道（約 3,000km）は、有料高速道路としてコンセッション契約により民間企業が管理している、コンセッション道路は 15 区間（平均 200km）であり、20 年～30 年の長期契約で、契約の当初に既存道路のリハビリ、車線増設、その他道路施設の設置を行い、その後の 20～25 年の間、契約で定められた性能基準を満たす維持管理を行う方式である。

[点検・評価]

- ・ コンセッションネアはコンセッション契約で定められた日常点検を実施している。公共事業省からプロジェクトごとに検査員が 1 名派遣され、コンセッションネアの点検報告に対し、基準を満たしているかを常時チェックしている。コンセッションネアはコンサルタント会社に委託し、年 1 回の舗装性状調査を行い公共事業省に報告を行っている。コンセッション契約では、調査項目と計測に使用する機材として、プロファイラー、グリップテスター、FWD、HWD(Heavy Weight Deflectometer)、スキッド抵抗等を規定している。

[計画]

- ・ コンセッションネアは、舗装現況調査の結果などをもとに毎年コンセッション残存期間の維持管理計画の調整を行っている。多くのコンセッションネアは HDM-4 を使っている。

[実施]

- ・ コンセッションネアは、契約期間中の維持すべき性能（IRI、ジョイントなど）を確保するために定められた方法で維持工事を実施している。例えば、FWD の値が基準より下がると修繕工事（5cm オーバーレイ等）を行わなければならない。コンセッションネアが採用できる維持修繕工事（オーバーレイ、スラリーシーリング、パッチングなど）は契約で予め決められているが、コンセッションネアが新技術（マイクロ舗装など）を提案することも可能であり、性能を満たせば、縮減したコストは全てコンセッションネアの利益となる。

4.3. 開発途上国

[概観]

- 中央および現場の維持管理サイクルはあるものの、点検・評価等のレベルは様々である。
- HDM-4 をベースとした PMS（Pavement Management System：舗装維持管理システム）が導入されているが、それらの多くが有効に活用されていない。
- 代表的な例として、以下 4 カ国の状況を示す。

（インドネシア）

- ・ データベースは全体システムとして構築され、日常点検や定期点検も実施している。
- ・ 舗装維持管理ソフトウェアが導入され、年次計画、予算計画の策定に活用されている。
- ・ 財務部門は予算要求資料の質（点検結果等）を信頼しておらず、有効活用されていない。

（ケニア）

- ・ 道路状態点検 DB が導入されており、道路状況評価が 5 段階で示されている。
- ・ HDM-4 が導入されているがデータ更新がされておらず、有効活用されていない。
- ・ JICA 技プロ支援の点検基準があり、定期点検も実施されている。

（ラオス）

- ・ PMS 及び性能規定型契約等を導入しており、国内コントラクターを活用して、日常点検及び補修を実施している。
- ・ 点検データの蓄積がなく、人材育成も行われていないため、点検精度のムラ等の問題が散見されている。

（ウガンダ）

- ・ 点検基準はあるが、日常点検やマニュアルに基づく定期点検は実施されていない。
- ・ 舗装の維持補修の実施方法が、コントラクトアウトから直営への移行が進んでいる。
- ・ HDM-4 が 2008 年に導入されているが、活用されていない。

4.3.1. インドネシア

点検の実施・PMS導入など維持管理サイクルが確立しており、先進国に近い道路管理を実現している。また、技術力および人的能力も充足している。

台帳の整備状況	・ データベースは全体システムとして構築済
点検基準	・ 整備済
日常点検	・ SNVT（国道事務所）が巡回時の目視をベースに実施
定期点検	・ P2JN（調査設計事務所）が年 2 回、全国統一様式で実施□IRI 及び SDI（ポットホール、クラック率、わだちによる総合指標）を用い路面状況を 4 段階で評価
維持補修	・ SNVT（国道事務所）が直轄予算を用い実施。 ・ 維持機械等を有しており、労務を直接雇用して行うのが基本。
PMS	・ 1992 年、世銀、AUS Aid の支援により導入 ・ その後、今日に至るまで改良が重ねられている。 ・ 翌年度の年次計画、予算計画の策定に活用されている。 ・ 但し、予算要求資料の質について信頼を十分得られていない。

4.3.2. ケニア

維持管理サイクルが確立しており、維持修繕マニュアルの整備など基準類も整備されている。PMSは導入されているがデータ更新されておらず、活用されていない。

台帳の整備状況	・ 道路状態点検データベースシステム（Roads Inventory and Condition Survey Database）がケニア道路機構（KRB）に導入されており、道路状況評価が 5 段階で示されている（2002～2006 年）
点検基準	・ Road Maintenance Manual（2002 年に JICA 技プロで作成、2010 年に公式制定）では目視が基本

日常点検	・ 未実施
定期点検	・ 道路公社が直営で実施 ・ 年に1回実施。目視のため使用資機材は未使用。 ・ 結果は紙ベースで管理
維持補修	・ 道路公社による入札（技術提案を評価することもある） ・ Road Maintenance Manual を保有
PMS	・ ノルウェイの援助により、資産台帳と舗装を中心とした道路状態点検データベースシステム（Kenya Roads Inventory and Condition Survey Database）を構築し、ケニア道路機構（KRB）に導入 ・ 最新の HDM-4 を保有しているが有効に活用されていない状況

4.3.3. ラオス

維持管理サイクルは実施されているが、点検が定性的など課題がある。維持管理を性能規定型契約により外部委託している。

台帳の整備状況	・ PTI（公共事業運輸研究所）が管理している RMS（国道を対象とした Road Management System）や PProMMS（地方道を対象とした Provincial and Rural Road Management System）に諸元等が記録
点検基準	・ RMS、PProMMS の調査仕様書（道路コンディションやラフネス調査等）に点検基準がある。 ・ ラフネスは専用の計測車両により IRI（International Roughness Index）を測定して評価。 ・ 道路コンディションは損傷（ひび割れ、ポットホールなど）を目視確認。
日常点検	・ 日常維持管理業務は、性能規定型契約により国内ローカルコントラクターに外部委託。 ・ 点検頻度や実施手法は、契約図書の技術仕様書に記載。目視による点検。
定期点検	・ PTI 及び各県が実施主体となり実施。 ・ 国道のデータ収集は国内コンサルに外部委託。 ・ 地方道は DPWT が直営で実施。 ・ 国道のデータ収集に関しては過去の調査費用は世銀他ドナーの支援を受けている。 ・ 2001 年、2004/05 年、2008 年、2011 年に調査実施
維持補修	・ 日常維持管理業務は、性能規定型契約により DPWT がローカルコントラクターに外部委託。
PMS	・ 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）を開発。同システムは、短中期の道路維持管理計画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。 ・ 2008 年に地方道維持管理システム（PProMMS）と統合して、地方道を含めた維持管理計画の策定が可能となった。

4.3.4. ウガンダ

点検基準は存在するが、日常点検・定期点検などの維持管理サイクルが実施されていない。HDM-4 が導入されているが、担当者が少なく、今後の活用も含めて課題が多い。

台帳の整備状況	・ 整備されている
点検基準	・ 「Road Maintenance Management Manual」が整備されている ・ 日常点検、定期点検の頻度が定義されている
日常点検	・ 未実施
定期点検	・ 基準に基づいた方法では実施されていない
維持補修	・ 国家施策である「Force Account 方式」の導入に伴い、コントラクトアウトから直営に移行が進んでいる
PMS	・ HDM-4 を 2008 年に導入したが、活用されていない。

5. 橋梁維持管理の状況

5.1. 先進国

[概観]

- 米国では、1980年代から PONTIS や BRIDGIT などの橋梁維持管理システムの導入が活発になり、英国の SMIS、フランスの IQOA など各国独自のシステムも導入された。
- オーストラリアでは Austroads のガイドラインをもとに各州が独自のシステムを導入している他、スウェーデンでもライフサイクルコストを算定できる BatMan という独自システムを導入している。
- 日本でも、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他、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。

5.1.1. 日本

(1) 国道

直轄国道の道路橋では、平成13年度に開発されたBMS（Bridge Management System）を平成17年度より、全事務所において試行運用している。BMSは、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。

BMSの機能は以下の4つであり、橋梁管理の流れに対応した機能を提供している。

- ・ 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

(2) 地方道

1) 青森県

青森県では、ITシステム、エンジニア、マニュアルを含めたトータルマネジメントシステムを構築している。ITシステムでは、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を含み、PDAを用いた点検支援システム（AMSS）も開発されている。エンジニアについては、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を実施している。また、マニュアルについては、基本コンセプトを定める基本計画、長寿命化補修ルールを定める対策マニュアル、マネジメントルールを定める事業評価マニュアル、データ更新のルールを定めるデータベース更新マニュアル、5ヵ年の事業計画を定めるアクションプランを作成している。

2) 岐阜県

岐阜県では、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）」の養成事業において、県職員を対象とする人材育成を実施している。岐阜県道路維持課では、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しくみを構築している。

3) 京都府

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。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、地域別に研修会を実施している。

5.1.2. 米国

米国では、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。州は州全体の橋梁の点検結果に責任をもち、連邦道路局は欠陥に応じて予算を配分し、欠陥橋梁を公表することとなった。

現在は、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 年毎に定期点検が行われ、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・改善案が提案される。補修ではライフサイクルコストが最小の方法を選択し、改良・架け替えでは迂回の影響を考慮した走行時間、走行費用、交通事故などの社会的コストを考慮することになっている。投資計画では、将来の必要投資額と健全度を試算し、橋梁の補修・修繕予算を作成するとともに、投資効果についても解析を行っている。

5.1.3. 英国

1984年に橋梁の補修・補強を実施し、1987年に点検基準、評価基準、補修基準等が整備された。現在は、構造物管理システム（SMIS: Structures Management Information System）が開発された。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が実用化された。実際の橋梁管理では、橋長3m以上の全橋梁を対象として、MAC（Managing Agent Contractor）と呼ばれる委託会社が2年毎に点検を行っており、その作業はHA（Highway Agency）が監督している。点検結果はデータベースSMISへ入力され、各構造要素の損傷範囲、重大度の判定、優先度、緊急度、損傷原因が作成され、耐荷力の評価も行われる。橋梁の安全性、機能性、持続性、環境へ

の影響をスコアリングし、補修の優先順位を決定している。

5.1.4. 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（IQOA）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が、法的な位置づけはない。また、国道の2m以上の全橋梁を対象として、年次点検とIQOA点検を3年毎に行っている。点検は工事事務所や構造物担当室の職員、地方土木研究所などが実施しており、民間コンサルタントの支援を得ることもある。評価は構造要素別に点検項目と変状を図解して5段階で行われる。補修の計画は、地方設備局の構造物担当室が欠陥、予算の種類により工事事務所と専門組織に割り振り、補修の優先順位は欠陥の種類によって決められる。予算配分は、専門家の助言を受けて補修工事を行う順序を決定した上で行われる。

5.2. 中進国

【概観】

- 舗装に比べて、橋梁マネジメントは遅れているのが実情であるが、南アフリカとマレーシアでは、橋梁マネジメントのマニュアル整備、しくみづくりが進んでいる。
- 中進国5カ国（南アフリカ、タイ、マレーシア、ブラジル、チリ）の概況は以下の通り。

（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、しくみを構築している。
- ・ 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がある。

（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している。
- ・ 国道では、橋梁局の所掌の下でBMSのデモ版を構築中である。
- ・ 地方道では、JICA支援により既存のBMSを再構築中である。

（マレーシア）

- ・ 毎年の橋梁点検を義務づけて、橋梁点検や橋梁維持管理のマニュアルを整備している。
- ・ 点検講習を受講し、資格を有する数千人の職員が、点検結果を毎年BMSに入力・蓄積している。

（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

アに入力し、維持管理計画を策定している。

- ・ 一般国道は直営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)

- ・ 直営と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している。
- ・ 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している。

5.2.1. 南アフリカ

南アフリカには2種類の維持管理ソフトウェアがあり、内1つはCSIR（Council for Scientific and Industrial Research）が開発したStrumanで、南アフリカ9州の内の5州、4都市に導入済みである。海外ではボツワナ、ナンビア、スワジランド、ドバイ、台湾等にも導入している。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である。CSIRでは、Strumanを使うための評価方法、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。

認定された点検員が橋梁のスパンごとに点検を行い、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である。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実施している。ネットワークレベルでの点検が重視され、詳細な点検はプロジェクトベースで実施している。



図 5-1 橋梁維持管理システム(南アフリカ)

出典：CSIR

評価は、橋梁を21の部材要素に分け、損傷を点検した上で、損傷を3つの指標（D: degree、E: extent、R : relevancy）で評価するしくみにより実施している。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、それらの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である。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決定できるよう拡張が必要とされている。

5.2.2. タイ

(1) 国道

現況では、橋梁を対象にした点検は行われておらず、対処療法的な補修が実施されている。橋梁の維持管理ソフトウェアは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。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、ソフトウェアのデモ版を構築中である。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かったため、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ている。

現在構築中のソフトウェアは、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。Inventory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不足するデータ（交通量、損傷など）を自ら収集している。Inspectionについては、自らマニュアルを作成し、DOH職員への教育も実施している。点検はDOHの要求・技術に応じて、カスタマイズしている。Evaluation/Analysisについては、部材や損傷の形態に即した修繕方法と費用、残存寿命の予測、耐荷力の予測という3項目について評価を実施している。Prioritization/Budgetingについては、損傷度、日平均交通量、道路クラス（1桁から4桁まで）、対策遅延による影響、橋梁の価値、という5項目をもとに判断されている。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橋梁に予算が最優先で割り当てられている。

(2) 地方道

現況では、橋梁を対象にした点検は行われておらず、対処療法的な補修が実施されている。中央・現場とも人員が不足しており十分な体制が整っていない。以前、チュラロンコン大学で開発された維持管理ソフトウェアは、米国FHWAのAASHTOのしくみをベースとしていたが、十分訓練された人にしか点検・評価が行えず、活用されなかった。現在は、JICAの支援により、維持管理ソフトウェアを再構築中である。整合性のある点検データを取れるよう、点検マニュアルの整備や職員の訓練等も実施されており、タイの実情に合うようにシステムも簡素化している。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、再構築されるソフトウェアは十分活用できると期待されている。

(3) 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・修繕が中心である。マネジメントシステムについては、インベントリ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。

5.2.3. 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橋を管理している。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づけられ、点検はJKR地方事務所の職員が実施し、点検結果をBMSに蓄積している。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る。

(1) 橋梁点検マニュアル

Introductio、Types of Damage、Inspection Procedures and Reporting、Condition Rating Guide based on Damage の4章構成で、点検は以下の4区分で実施される。

- ・ Inventory Inspection

地方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。点検は目視により、測定、スケッチ、写真撮影なども実施

- ・ 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。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実施

- ・ 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評価指標に合っているかを確認するために実施。点検は本局の点検チームが損傷有りと報告された橋梁に対して実施

- ・ 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。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

(2) 橋梁維持管理マニュアル

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を4段階（Light、Medium、Severe、Very Severe）で評価を行い、結果を一元管理している。JKRの橋梁関係の職員は橋梁点検講習を受講する義務があり、点検者がBMSにデータを入力している。毎年250人の職員が講習を受け、現在、数千人の職員が橋梁点検を行えるレベルである。

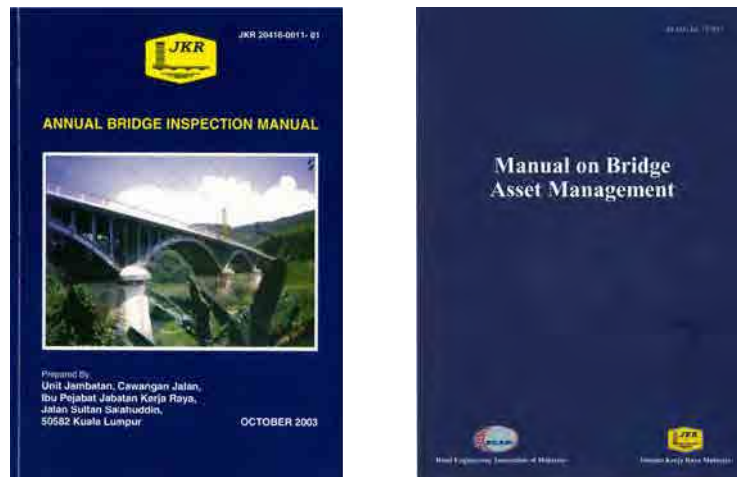


図 5-2 橋梁維持管理マニュアル(点検、アセットマネジメント)

出典：JKR

5.2.4. ブラジル

(1) コンセッション道路

初期点検、定期点検、詳細点検の3区分で橋梁の点検を実施している。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）で評価され、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で規定されている。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回実施することがコンセッション契約で義務づけている。詳細点検は定期点検でCと評価された場合に行われ、橋梁のレベル測量、地中調査なども含まれる。点検費用は、初期点検：1,000～1,500リアル/橋、定期点検：500～700リアル/橋、詳細点検：10,000リアル/橋程度で、コンセッショネアが入札に参加する時に提出する参考見積りは約2,500リアル/橋程度である。点検・調査を行う会社、そのデータをもとに修繕、補強等を行う会社が並存しており、コア抜きなどの調査は後者が研究所などに外注して実施している。



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

fonte: ARTESP - ET-C21/002

図 5-3 橋梁点検評価のしくみ(ブラジル)

出典：CCR

コンセッショネアの一つであるCCRでは、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種類の構造物を管理し、定期点検、詳細調査、工事時期の結果をSIMOV（橋梁管理システム）に入力している。

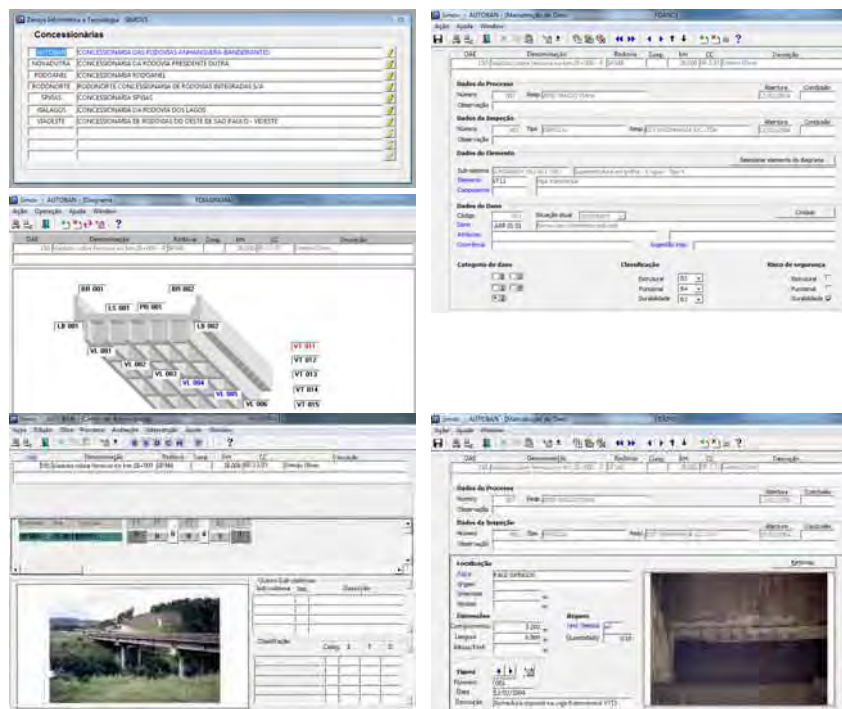


図 5-4 橋梁維持管理システム画面

出典：CCR

5.2.5. チリ

(1) 概況

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、維持管理は、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人程度が勤務しており、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、維持補修にかかる年間予算は約3千万USD、新設の予算は約1.2億USDである。

(2) 点検

橋梁の日常点検は職員が直営で行ない、必要に応じて詳細点検を実施している。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、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。大規模橋梁の点検は年に1回実施されているが、その他の一般橋梁の定期点検は行われていない。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リソース配分であるが、地方事務所毎にデータを管理しており、中央での情報集約が不十分であることが問題となっている。

(3) データ活用

点検実施の際に地方事務所が諸元・点検シートを更新しているが、図面が不十分なため、点検に手間がかかっている。橋梁の点検シートやデータの蓄積方法はJICAの支援を受けた。過積載、地震、洪水がチリ特有の問題。橋梁の維持補修マニュアルは現在第7版が公開されており、法律で認められた範囲で公共事業省が実施できることが明確になっている。

5.3. 開発途上国

〔概況〕

- ・ 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。

5.3.1. 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	・ 維持管理ソフトウェアに諸元が格納されている
点検基準	・ 有
日常点検	・ 公共事業道路省の直営 ・ 月に1度実施。 ・ 目視で紙ベースで結果を管理
定期点検	・ 公共事業道路省の直営 ・ インスペクターによる点検（橋梁点検車、クラックゲージなどを利用）を年1回実施 ・ 結果はBMSへ保存
維持補修	・ 公共事業道路省より建設会社へ発注 ・ JICAにて補修マニュアル整備済
維持管理ソフトウェア	・ 世銀の援助により、公共事業道路省の全体のシステム構築が実施された。維持管理ソフトウェアはその一つとして2003年、世銀・ADBの援助で整備。 ・ 維持管理ソフトウェアには優先順位判定、中期長期投資計画策定機能も備えている

5.3.2. ケニア

定期点検は実施しているが一部の重要な橋梁のみである。維持管理ソフトウェアは導入されていない。

台帳の整備	・ 未整備
点検基準	・ 英国の点検基準を使用
日常点検	・ 日常点検の実施なし
定期点検	・ 道路公社が直営実施□エンジニア及びシニアインスペクター等3人程度による目視。 ・ 重要な橋のみ（30橋程度）、年に1回実施 ・ 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
維持補修	・ 道路公社が入札を実施（技術提案を評価することもある）
維持管理ソフトウェア	・ なし

5.3.3. キルギス

維持管理の基礎となる点検基準がないなど、要素技術を有していない。また、橋梁の維持管理の概念がなく、実質的な維持修繕も実施されていない。

台帳の整備	・ 紙の位置図をもとに橋梁延長等をエクセルに入力
点検基準	・ なし
日常点検	・ 未実施
定期点検	・ 直営で年 2 回実施。 ・ 目視による異常点検レベル
維持補修	・ 高欄の取替え程度のみ
維持管理ソフトウェア	・ 導入なし

6. 道路・橋梁維持管理における資機材の活用状況

6.1. 先進国

舗装、橋梁ともに、維持管理のための測定機材は数多く開発、導入されており、そのことがアセットマネジメントにおけるデータコレクションを促進した要因の一つと言える。

舗装では、道路を走行しながら路面の状態に関する指標を自動的に計測することができる路面性状測定車が一般的に普及し、ネットワークレベルにおいて路面の状態を把握し、その結果、補修が必要な箇所等についてより詳細な調査を行う際に FWD 試験を実施するといった階層的な測定機材の利用方法が定着している。一方、橋梁の場合、舗装と異なり、橋梁が位置する定点での点検が主であり、目視調査を基本として、その結果から詳細調査が必要な場合に、非破壊検査試験等が実施されている。

舗装と橋梁の大きな違いは、舗装はネットワークを形成する施設であり、路面性状調査が道路上を走行しながらセンサー等を利用して路面の状態をモニタリングする手法をとっていることから、計測位置の特定、精度の確保が重要な課題と言える。路面性状測定作業自体が、精密測量であり、熟練の技術が必要となる。

一方、橋梁点検では、数多くの橋梁を対象とした一斉点検を行うことから膨大な作業量となり、目視点検の効率化・高精度化が最大の課題となる。そのため、非破壊検査技術等、最新の計測機器を用いた定量的な評価方法が採用されるが、必ずしも測定機材を用いることで精度が確保されるわけではなく、目視検査と測定機材を用いた検査の融合によって合理的な点検が実施されている。

舗装の維持管理のための測定機材は、路面性状調査や FWD 調査等、測定機材が大掛かりでオペレーションに専門技術を必要としていることから、測定機材を民間会社が保有し調査業務をアウトソーシングするケースが主流である。路面性状測定車や FWD 試験機等を提供する企業はある程度限られており、各々の企業が専門特化した機材を開発している。

一方、橋梁の場合、橋梁点検車等の大掛かりな測定機材は民間会社が保有する場合や、必要なときにレンタルすることができる仕組みが整っている。非破壊検査試験のなかでも比較的オペレーションが容易なものも多く存在しており、舗装に比べて汎用性が高い。橋梁の測定機材を提供する企業は数多く存在しており、調達可能な測定機材の数や種類も多い。

6.2. 中進国

中進国では、概ね先進国と同様に、路面性状測定車や FWD 試験機、橋梁点検車等が既に調査点検業務で利用されている。

舗装維持管理のための測定機材は、民間会社から購入し道路管理者自ら運用しているケースや、民間会社へ調査業務をアウトソーシングするケース等、様々である。海外の民間会社から測定機材を導入するケースがほとんどであり、対象国に機材を提供する会社のオフィスあるいは代理店等の有無、あるいは測定機材をオペレーションすることができる国内の民間会社の有無によって、状況が異なると考えられる。

さらには、舗装の測定機材は、導入後のサポート、メンテナンスの重要性が高く、その対応を国内で充分に実施できるか否かの問題が大きい。特に路面性状調査は精密機器を搭載した複合システムであり、ほとんどがオーダーメイドシステムであることから、メンテナンスにも専門技術者が必要となる場合が多い。そのため、測定機材を海外から導入した場合、サポートの即時性等が課題となる。その課題については、タイの DRR では、海外から機材を導入した場合のサポート・メンテナンスの問題を指摘しており、国内で独自に路面性状測定車を開発する取り組みを行っている。

橋梁点検のための測定機材は、マレーシアやチリ、タイの高速道路管理で非破壊検査を取り入れているものの、目視点検が主流である。橋梁点検車を導入している国もあるが、全国で 1 台（チリ）の導入で充分であるとの意見であった。アセットマネジメントの重要性は、各々の国で異なるものの、全体的に橋梁より舗装の重要性が高いことが伺えることから、測定機材の導入状況についても、同様の傾向が表れているものと考えられる。

その他、過積載車両をモニタリングするシステムを導入している国が存在する（チリ・タイ）。道路・橋梁を維持管理するうえで、過積載車両の問題が顕著化している背景があり、制度面の対策と併せてシステム導入による効果が期待される。

6.3. 開発途上国

開発途上国では、舗装、橋梁の維持管理のための測定機材の導入事例は少ないものの、維持管理を重点課題としている国でのプロジェクトでは、導入へのニーズが挙がっている。先進国や中進国の状況を踏まえ、今後、開発途上国へ測定機材を導入する際に考慮すべき事項を以下に整理する。

6.3.1. 求められるデータの精度と機材のスペック

調達可能な測定機材の種類は様々であり、そのスペックに応じて機材の価格、オペレーションの難しさ等が関連する。特に、測定データの精度と機材のコストはトレードオフの関係にあり、当該国で求められる測定データの精度と機材のスペックの関係を明らかにすることが重要である。

ただし、開発途上国であっても、ハイスペックな機材が必要となるケースもある。将来的な道路計画・維持管理方針を踏まえたデータの必要精度と機材を検討する必要がある。

例えば、現時点では交通量がそれほど多くなくとも、経済発展とともに、急激な交通量の増加が想定される道路においては、経済発展による交通量の増大が道路の損傷に与える影響を継続的にモニタリングすることが重要である。そのような道路では、想定される劣化指標をモニタリング可能な測定機材を導入することが望ましい。

6.3.2. 運用コスト

数多くの測定機材のなかから最適なものを選択して導入する場合、機材の導入コストを考慮すべきであることは言うまでもない。しかし、初期導入コスト（機材コスト）だけではなく、実際のオペレーションで必要となるランニングコストや影響を考慮した機材の選定が必要である。

例えば、舗装の測定機材では、走行しながらデータを取得できる測定車（Dynamic）と定点観測する機材（Static）があり、一般的には測定車の機材コストは高価である。しかし、作業効率性を考慮した場合、定点観測用の機材は、測定に時間を必要とし、さらには交通規制等が必要となるケースもある。道路・橋梁の維持管理業務は、機材を導入した時点のみならず、その後の継続的なプロセス（維持管理サイクル）の運用が重要であることから、継続的に調査点検を実施するために最適な測定機材の導入を検討することが重要である。

6.3.3. 管理・サポート

一旦導入した測定機材は、継続的に使用されることとなる。そのため、プロジェクトが終了した後での、管理・サポートを十分に受けることができる体制の有無を確認する必要がある。特に、基本的には現地（現地の民間企業等）で管理、サポートが可能な機材の導入が望ましい。

さらには、舗装・橋梁の維持管理のための測定機材の技術は日々進歩しており、常に新しい技術を取り入れることが可能である。そのため、機材のバージョンアップへの適応性を考慮することも重要である。

6.3.4. 現地の道路状況への適用性

舗装や橋梁の損傷の発生状況は、当該国によって著しく異なるケースが考えられる。さらには、調査点検を実施する現場の地形、環境条件等も異なる。先進国での前例に従った測定装置を搭載した機材を導入したとしても、現地特有の損傷を把握できない場合も考えられる。

現地の道路状況への適用性を考慮した機材の導入、導入時及び導入後のカスタマイゼーションの可能性について考慮することが重要である。

6.3.5. 測定機材のキャリブレーションと精度管理

同様に、測定機材を現地に導入したあと、現地の測定値の精度検証のためのキャリブレーションが必要となる。

また、精度管理のための定期的な検査（性能確認試験）の実施、及びその検査を確実に実施するための体制、仕組みづくりが必要である。

6.3.6. 現地での測定機材艀装の可否

特に大型の機材（路面性状測定車等）を完成された状態で当該国へ持ち込むことが困難な場合、現地のエンジニアとの共同作業によって、測定機材を艀装することの可能性について事前に確認することが必要である。現地で現地のエンジニアとの共同作業により測定機材をセットアップすることで、機材の管理、メンテナンスの技術移転に繋がる可能性がある。

6.3.7. ベーシックトレーニングの必要性

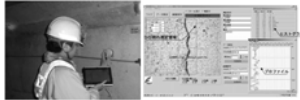
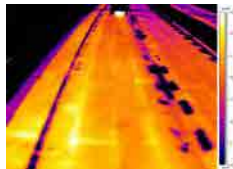
測定機材の導入と同時に機材の使用方法、運用・管理の方法についてのベーシックトレーニングの必要性を確認する。トレーニングの期間、技術移転の対象機関について事前に確認・調整のうえ、導入機材の選定、導入方法、導入後の運用方法等を確認する。

舗装および橋梁の維持管理に必要となる代表的な測定機材を次頁に整理した。

表 6-1 舗装の維持管理に必要な代表的な測定機材一覧

調査項目		測定機材		概要	確認できる指標	測定精度	市場性/適用範囲	測定機材のコスト	導入国の例
構造評価	支持力	①FWD <Static>		衝撃荷重（250～300kg の重鎮）によりたわみ量を測定し舗装各層の支持力を評価	計測したたわみ量から舗装内部の構造健全度（支持力）を判定	—	通常のアスファルト・コンクリート舗装での構造評価で一般的に用いられる	高価	・先進国、中進国 ・一部の途上国
		②小型 FWD <Static>		衝撃荷重（30kg 程度の重鎮）によりたわみ量を測定し支持力を評価	主に、路床・路盤等の支持力の評価	—	未舗装道路、薄層舗装（簡易舗装）の構造評価方法として用いられる	①に比べ安価	・先進国、中進国 ・途上国（未舗装道路）
		③ベンケルマンビーム <Static>		固定台に取り付けられたビームの一端をタイヤの間に置き、ダイヤルゲージにより輪荷重によるたわみ量を計測	舗装の支持力	FWD に比べ、測定精度のばらつきが大きい	FWD に比べコンパクトであり汎用性は高い	FWD に比べ安価	・途上国
路面評価	ひび割れ・わだち掘れ・ラフネス（IRI）・平坦性	③路面性状測定車（高精度） <Dynamic>		路面性状（ひび割れ・わだち掘れ・IRI・平坦性等）を通常の速度で走行しながら、位置情報と同時に取得する測定システム	ひび割れ、わだち掘れ量、IRI、平坦性等 ※車両に搭載する計測機器に依存する。搭載機器の組み合わせ（カスタマイズ）可能	性能確認試験合格レベル ひび割れ：幅 1mm 以上識別 わだち掘れ：実測比±3mm 以内 ラフネス：実測比±30%以内	高速道路等、高い水準での管理が要求される道路に適用	高価 ※車載機材（センサー等）の数、スペックに依存	・先進国（日本の高速道路、直轄国道） ・中進国
		④路面性状測定車 <Dynamic>				③に準ずる精度	その他、国道などの幹線道路（高速道路に準ずる管理レベル）に適用	③に比べやや安価 ※車載機材（センサー等）の数、スペックに依存	・先進国（主に日本の自治体管理道路） ・中進国 ・ベトナム等
	ラフネス（IRI）	⑤ラフネス計測車（高精度） <Dynamic>		通常の速度で走行しながら、ラフネス（IRI）を算出するためのデータを取得	ラフネス（IRI） 縦断プロファイルを測定し、QC シミュレーションにより IRI を算出 ラフネス（IRI） ラフネス指数を測定し、相関式により IRI へ変換 等	Class2 相当 最新の測定装置を用いた場合、高精度	IRI のみを路面の評価指標とする一般的な道路の路面評価に適用	路面性状測定車より安価（IRI に特化）	・先進国、中進国
		⑥ラフネス計測車 <Dynamic>				Class3 相当 使用する測定機械に依存する（相対評価）	主に未舗装道路等、管理水準が粗い舗装路面の現状把握に適用	⑤に比べ安価	・途上国（ウガンダ等）
	道路画像（ひび割れ）	⑦計測車 <Dynamic>		一般車にカメラを搭載し車体前方の映像を走行しながら撮影	道路の前方映像、映像から目視判断するひび割れの状況	例えば、幅 10mm 程度以上搭載するカメラの性能、測定環境（視界）等に依存する	主に交通量が少ない道路（生活道路等）に適用	路面性状測定車、ラフネス計測車に比べ安価	・先進国、中進国（簡易調査として）
	路面の粗さ（texture）	⑧レーザープロファイル <Dynamic>		レーザセンサを搭載した路面凹凸測定装置	きめ深さ	精度は測定器のキャリブレーションに依存	高速道路等、安全性の確保が重要な道路で適用	—	・先進国、中進国
	すべり抵抗値	⑨すべり測定車 <Dynamic>		走行しながら、路面を湿潤状態に再現し、専用の測定輪によってすべり抵抗値を測定する。	すべり抵抗値	実際に走行状態を再現した計測が可能	高速道路等、安全性の確保が重要な道路で適用	高価 測定が大掛かりとなる	・先進国、中進国
		⑩DF テスタ・BPN テスタ <Static>		測定箇所機材を設置し、直接路面へ接触させることによりすべり抵抗値を測定する。		簡便な方法		⑨に比べ安価（コンパクト）	・先進国、中進国
	透水量	⑪透水試験機 <Static>		高い空隙率を有する舗装面の任意の箇所水で水を浸透させる時間を計測する。	評価対象区間の浸透水量	—	排水性舗装等、環境に配慮した道路で適用	—	・先進国
	騒音値	⑫舗装路面騒音測定車 <Dynamic>		特殊タイヤ音と接触音を近接するマイクロフォンで、タイヤ/路面騒音を測定する	騒音値 タイヤと路面との接触音	—	騒音対策による環境面に配慮した道路で適用	高価 測定が大掛かりとなる	・先進国
		⑬騒音計 <Static>	—	道路端または車道端に騒音計を設定して自動車のエンジン音等に起因する騒音を計測	騒音値（環境騒音）	—		⑫に比べ安価（コンパクト）	・先進国

表 6-2 橋梁の維持管理に必要な代表的な測定機材一覧

点検方法	点検項目（損傷・計測の対象）		測定機材/検査方法		概要	測定精度	市場性/適用範囲	測定機材のコスト	導入国の例		
目視点検	全般		①橋梁点検車・高所作業車・リフト車		足場(架設)を組めない場所(河川上、海上)や立ち入りが困難な場所での橋梁へのアクセス	—	点検箇所へのアクセスが困難な場所での適用	高価・大掛かり	・先進国 ・一部の中進国 ・フィリピン等		
			②簡易橋梁点検機（カメラ）		橋面上からカメラを遠隔操作による近接目視にて損傷を把握する	カメラの精度に依存	①の利用でもアクセスが困難場所にも適用	①より安価	・先進国（日本）		
			③携帯情報端末システム(タブレットPC等)		点検結果を現場でタブレットPC等の端末を用いて入力	—	点検の効率化に活用	システム開発費やライセンス費が必要	—		
点検機材使用	ひずみ		④ひずみゲージ		橋梁部材に設置してひずみを計測（局所型センサ）	高精度	適用・応用範囲は広い	安価	・先進国 ・中進国（チリ、マレーシア等）		
	ひびわれ		⑤ひびわれ幅測定器		コンクリート等のクラック幅を測定	人的誤差を解消	一般的な材料への適用性は高い	安価			
	振動		⑥加速度センサ		橋脚等に設置し振動を測定	—	橋梁ヘルスマニタリングシステムのセンサーとして利用	機器そのものは安価（モニタリングシステムに依存）			
	変位		⑦変位計		橋梁の変位を測定						
	傾斜		⑧傾斜計		橋梁の傾斜を測定						
	非破壊検査	鋼	腐食		⑨超音波板厚計による板厚計測		超音波により部材の厚さを測定（内部欠陥検出）	塗膜が厚いと精度が悪い		測定が容易 使用実績多数	安価 （機材 5 万～20 万円）
亀裂			⑩過流探傷試験（ET）	測定物に電流を与え表面及び表層部の欠陥を判別（表面欠陥検出）	欠陥以外の材料的因子の影響を受ける 測定に熟練を要する		形状が単純なものでないと適用しにくい	（機材 50～150 万円）			
			⑪磁粉探傷試験（MT）	磁化した材料に磁粉又は検査液をかけ部材表面又は表面付近の亀裂を検出（表面欠陥検出）	測定方法が容易 亀裂深さ検出は不可能		鉄鋼材料等の磁性材料のみに適用	（機材 10～20 万円）			
			⑫浸透探傷試験（PT）		表面の欠陥を、毛管現象及び知覚現象により拡大し検出（表面欠陥検出）		表面の亀裂のみ検出	材料に関する制約がない	浸透探傷剤等の消耗品		
			⑬超音波探傷試験（UT）		入射された超音波が欠陥部から反射され検出（内部欠陥検出）		測定に熟練を要する 塗膜が厚いと精度が悪い	使用実績が豊富 持ち運びが容易	（機材 50～150 万円）		
ゆるみ・脱落			⑭超音波探傷試験（UT）	超音波により共振を起こして膜厚を測定	—		使用実績が豊富 測定が容易	安価			
防食機能の劣化			⑮膜厚測定								
コンクリート		コンクリート厚さ、圧縮強度の測定及び内部欠陥の有無、ひびわれ深さ・剥離	⑯衝撃弾性波試験		コンクリートを打撃し弾性波をセンサ観測しコンクリート表面、内部の状況を把握						
		漏水・遊離石灰、コンクリート補強材の損傷、うき	⑰赤外線法 （赤外線サーモグラフィカメラ）		異常部の表面温度の違いにより欠陥位置を推定	温度計測の時間帯の設定に注意が必要	測定が容易 判別が容易	（機材 10～100 万円）			
		圧縮強度	⑱シュミットハンマー		コンクリートに打撃を与え、返ってきた衝撃により強度を推定	比較的やや低い	機器が軽量であり、測定が簡便・容易 予備調査等に適用	（機材 10～50 万円）			
		鉄筋の位置・深さ	⑲鉄筋探査器（RCレーダ等）		鉄筋のかぶり厚、配筋を非破壊で探査	隣接した埋設物の判断が困難な場合あり	小型軽量で作業性・携帯性に優れている	（機材 150～200 万円）			
画像処理		ひびわれ		⑳カメラ/画像処理システム	—	画像処理によりひび割れを自動検出	評価にばらつきが生じる場合あり	目視点検の省力化に有効的	不明	・先進国（日本、米国等）	

7. 開発途上国への支援に向けた検討

7.1. 参考となる先進国・中進国の取り組み

本調査では、開発途上国の道路・橋梁維持管理の現況は各国様々である一方、共通する課題として、人材と技術の不足、組織の脆弱さがあることが明らかとなった。ここでは先進国・中進国の取り組みから参考となるものとして、特に、人材や技術の不足に直面しながらも、どのようにそれを工夫して解決している例、開発途上国から中進国に発展する過程において取り組まれた例について、整理を行った。

(1) 先進国の取り組み

先進国でも自治体等の地方レベルでは、厳しい予算制約、人材や技術の不足に直面しており、限られたリソースをいかに活用して、維持管理を行うかが大きな課題となっている。

その課題への対応例として、例えば、4章で記した岐阜県では、岐阜大学の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して、県職員を対象に「社会基盤メンテナンスエキスパート(ME)」の養成事業を行っている。さらに、県道路維持課の各地域土木事務所では、市民ボランティアを対象に「社会基盤メンテナンスサポーター(MS)」を要請するための講習会を実施している。MSとなった市民ボランティアから舗装の劣化、標識や防護柵の破損などの情報提供を受け、要対策箇所を早期に効率的に発見できるようになっている。また、京都府では、府下市町村と橋梁の長寿命化・修繕にかかる推進協議会を設置し、府・市町村と協働で橋梁のアセットマネジメントに取り組んでいる。国が金銭的な支援を実施するのに対し、京都府は研修会の開催などによる人材育成を主に実施している。これらの例は、資金、人材、技術の不足に悩む各管理者が個別に取り組むのではなく、協働の場を通じてアセットマネジメントを推進する例として、一つのヒントとなると考えられる。

(2) 中進国の取り組み

中進国が道路・橋梁維持管理のしくみをいかに整え、開発途上国を「卒業」したかを把握することは、開発途上国に非常に参考になる。例えば、南アフリカでは1970年代に既に舗装マネジメントのしくみを有していたが、その要因の一つとして、技術者が少ない中で産官学の協働体制により、しくみをつくり上げたという事実がある。国の研究機関、民間のコンサルタント会社、道路管理者が垣根を取り払って協働し、橋梁や舗装の維持管理システムを理論と実態を踏まえて構築したことが、その後の先進的な維持管理業務に継承されている。一方、タイでは、大学研究者を道路・橋梁維持管理のしくみづくり、システム構築の核として活用している。また、優秀な若いテクノクラートを大学および道路管理セクションの要職に据えて、彼ら同士の横の連携も活用しながら、急速にしくみやシステムの構築を進めている。南アフリカやタイの例は、有能な少数の人材を関係機関の要職に据えて、それをトリガーとして迅速にしくみをつくり上げる方法であるが、人材不足に悩む開発途上国の一つの処方箋として有効と考えることができる。

7.2. 開発途上国の現状把握のためのインデックス案

開発途上国への JICA 支援の方向性を検討するにあたり、開発途上国の道路・橋梁維持管理のレベルに応じて、対象国を類型化することができれば、それぞれに対して支援のあり方を整理することが可能であるが、前述の通り、各国の状況は様々であり、類型化は困難であることが分かった。

従って本調査では、道路・橋梁維持管理のしくみを、主として本局レベルで実施する維持管理予算の計画・配分に関するサイクル、主として現場事務所レベルで実施する維持管理の実務サイクル、それらを支えるシステムやマニュアル類で構成されるものと仮定し、対象国の組織、人材、能力等がそれを実現するためにどのレベルにあるかを把握するためのインデックス案を整理することとした。これを用いることによって、対象国の道路・橋梁維持管理にかかる現況がどのような状態にあるか、そのようなレベルに有るかを把握することができる。作成したインデックス案を次頁に示す。

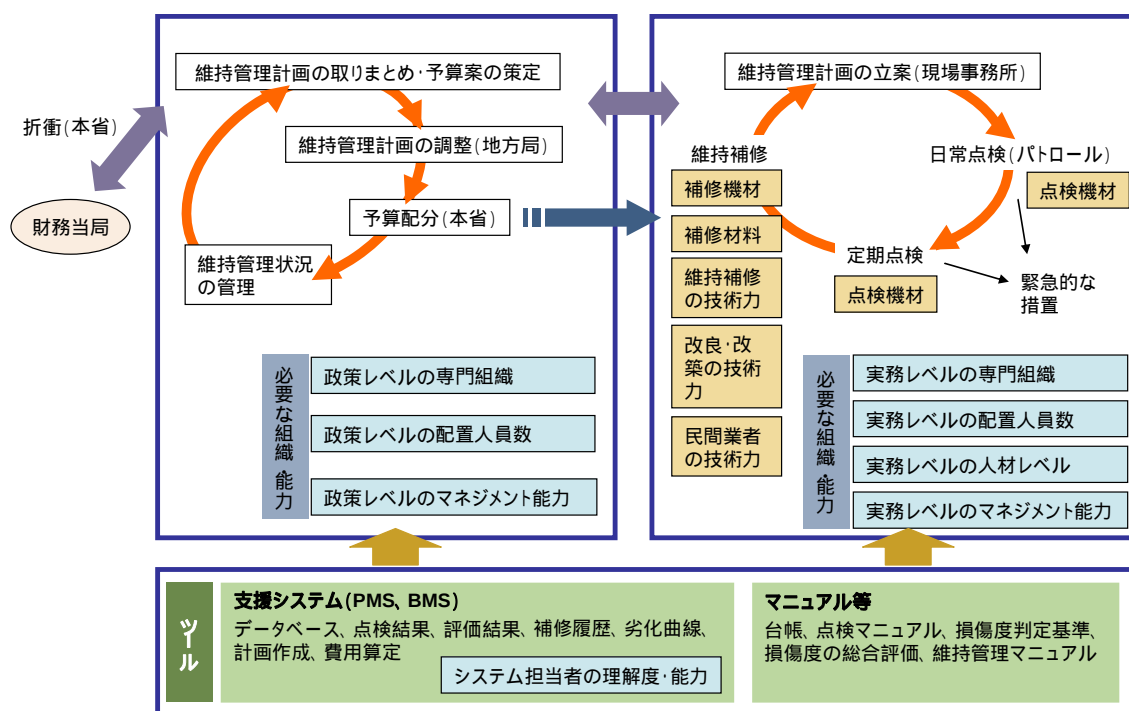


図 7-1 道路・橋梁維持管理のしくみ

出典：調査団作成

表 7-1 開発途上国の現状把握のためのインデックス案

		ポイント	High Level	Middle Level	Low Level
予算獲得のサイクル(本省)	①維持管理計画の立案(現場事務所)	定期点検結果および評価を基にした維持管理計画の策定	☐ 維持管理の優先度が分かる維持管理計画を策定する能力がある ☐ 補修方法や費用等、具体的な計画を策定している。	☐ 維持管理が必要な場所が判断できる計画を策定できるが、優先度など詳細な計画は策定していない。	☐ 維持管理計画を策定していない。
	②維持管理計画の調整(地方局)	現場事務所から提出された維持管理計画を地方局レベルで調整・策定	☐ 維持管理の優先度が分かる維持管理計画を策定する能力がある ☐ 補修方法や費用等、具体的な計画を策定していない。	☐ 維持管理が必要な場所が判断できる計画を策定できるが、優先度など詳細な計画は策定していない。	☐ 維持管理計画を策定していない。
	③維持管理計画の取りまとめ・予算案の策定(本省)	地方局から提出された維持管理計画を全体で取りまとめ、予算案を策定	☐ 維持管理の優先度が分かる維持管理計画を策定する能力がある ☐ 補修方法や費用等、具体的な計画を策定していない。	☐ 維持管理が必要な場所が判断できる計画を策定できるが、優先度など詳細な計画は策定していない。	☐ 維持管理計画を策定していない。
	④財務当局との折衝(本省)	維持管理計画などをもとに、財務当局と予算折衝できる能力を有しているか	☐ 維持管理計画をもとに、財務当局と予算折衝し、予算を獲得している。	☐ 維持管理計画をもとに、財務当局と予算折衝している。	☐ 財務当局と予算折衝していない。
	⑤予算配分(本省)	維持管理の必要性に応じた地方事務所等への予算配分能力	☐ 地方の状況を判断し、集中的に投資する地域などを設定した上で、必要な維持管理費を配分している。	☐ 地方の状況を判断し、必要な維持管理費を配分している。	☐ 予算配分するものの、前年度ベースなど、単純に予算配分している。
	⑥維持管理状況の管理	維持管理実績に基づき、全体の状況を把握しているか	☐ 定期点検の結果やデータベースを活用し、定量的指標を活用し、全体の状況を把握している	☐ 定期点検の結果やデータベースを活用し、定性的に全体の状況を把握している	☐ 全体の状況を把握していない。
	⑦中央政府(政策レベル)のマネジメント能力	管理する道路構造物について、維持管理の重要性を十分認識し、全体マネジメントを実施する人材を保有しているか	☐ 維持管理の重要性を認識した幹部(キーパーソン)が存在している ☐ 維持管理の知見を有する人材が充足している	☐ 維持管理の知見を有する人材を有するが、不足している	☐ 維持管理の知見を有する人材がいない
	⑧中央政府(政策レベル)の専門組織	維持管理の専門部署があるか	—	☐ 維持管理の専門部署がある	☐ 維持管理の専門部署がない
	⑨中央政府(政策レベル)の配置人員数	配置人員数は充足しているか	☐ 配置人員数は充足している	☐ 配置人員数はやや不足している	☐ 配置人員数は不足している
現場のサイクル(地方事務所など)	①日常点検(パトロール)	損傷箇所の発見のための日常点検(パトロール等)の実施	—	☐ 定期的に点検(パトロール)を実施している	☐ 点検(パトロール)を実施していない
	②定期点検	定期点検の実施状況	☐ 定期点検(毎年～5年に1度程度)を実施している	☐ 非定期期であるが、点検基準に基づいた点検を実施している	☐ 定期点検を実施していない ☐ 点検基準に基づいた点検を実施していない
	③緊急的な措置の状況	点検等で発見された大きな損傷への対応	—	☐ 緊急補修として、速やかに対処されている	☐ 対処されるまでに時間がかかる
	④維持補修	計画された維持補修の実施状況	☐ 概ね計画通りに維持補修が実施されている	☐ 計画に従っているものの完成率が低い	☐ 計画通りに実施されていない
	⑤地方局・事務所(実務レベル)のマネジメント能力	主に地方局や地方事務所での人材の保有状況	☐ 維持管理の実務に係る知見を有している人材が充足している	☐ 維持管理の実務に係る知見を有する人材を有するが、不足している	☐ 維持管理の実務に係る知見を有する人材がいない
	⑥維持補修の技術力	維持補修に係る技術力のレベル	☐ 問題ない技術力を保有している	☐ 初歩的な技術力を保有している	☐ 技術力がない
	⑦改良・改築の技術力	改良・改築など構造物の延命化などに対する技術力のレベル	☐ 問題ない技術力を保有している	☐ 初歩的な技術力を保有している ☐ 高度な改良・改築は困難である	☐ 技術力がない
	⑧民間業者の技術力	民間業者の維持管理に係る能力(含む人材の充足度)	☐ 維持管理に精通した民間業者を多数有しており、アウトソーシングに問題ない	☐ 維持管理を実施できる民間業者がある。 ☐ アウトソーシング先は少ない	☐ 維持管理を実施できる民間業者がない ☐ アウトソーシング先がない
	⑨点検機材	点検機材の充足度	☐ 点検機材は充足している	☐ 点検機材は不足している ☐ 点検機材はあるものの古い、故障している	☐ 点検機材がない
	⑩補修機材	補修機材の充足度	☐ 補修機材は充足している	☐ 補修機材は不足している ☐ 補修機材はあるものの古い、故障している	☐ 補修機材がない
	⑪補修材料	補修材料の調達容易性	☐ 補修材料の調達は容易である	☐ 補修材料の調達は可能であるが、困難なものもある	☐ 補修材料の調達が困難である
	⑫地方局・事務所(実務レベル)の専門組織	維持管理の専門部署があるか	—	☐ 維持管理の専門部署がある	☐ 維持管理の専門部署がない
	⑬地方局・事務所(実務レベル)の人材レベル	地方局・事務所において維持管理の重要性を十分理解し現場をマネジメントする自在を有しているか	☐ 現場レベルの維持管理の重要性を認識した幹部(キーパーソン)が存在している ☐ 現場レベルの維持管理の知見を有	☐ 現場レベルの維持管理の知見を有する人材を有するが、不足している	☐ 現場レベルの維持管理の知見を有する人材がいない
	⑭地方局・事務所(実務レベル)の配置人員数	配置人員数は充足しているか	☐ 配置人員数は充足している	☐ 配置人員数はやや不足している	☐ 配置人員数は不足している

		ポイント	High Level	Middle Level	Low Level
予算・経済規模など	①維持管理予算の充足度	維持管理予算が十分か	☐ 維持管理予算は充足している	☐ 維持管理予算は不足している ☐ 概ね必要額の50%以上は確保されている	☐ 維持管理予算は不足している ☐ 概ね必要額の50%未満しか確保されていない
	②維持管理に対する理解度	特に中央政府における維持管理の必要性について	☐ 維持管理の必要性が十分に認識されている	☐ 維持管理の必要性は一般論として認識されている	☐ 維持管理の必要性は全く認識されていない
マニュアル等の整備	①台帳	維持管理計画を作成するにあたり、台帳が整備されているか	☐ 諸元、構造物の種類、交通量などのデータがデータベース化されている	☐ 諸元が電子データ化(エクセルでも可能)されている	☐ 電子データ化されておらず、紙ベースで管理されている。 ☐ 諸元が整理されていない
	②点検マニュアル	維持管理の実施のため、構造物の状況が把握するためのマニュアルや基準の整備状況	☐ 具体的な点検方法、使用器具などが明記された点検マニュアルが作成されている。 ☐ 点検は客観的評価が可能となる機械計測または数値基準が示されている	☐ 点検マニュアルが作成されているが、点検方法、使用器具は明記されていない ☐ 数値基準は提示されていない。	☐ 点検マニュアルが作成されていない。 ☐ 点検基準はあるものの、活用されていない。
	③損傷度判定基準	(主に定期点検により)計測された点検結果から損傷度を判定するための基準が整備されているか	☐ 損傷度判定基準がある ☐ 損傷度判定は客観的判定(定量的に評価される)となっている	☐ 損傷度判定基準がある ☐ 損傷度判定は技術者等が定性的に評価する方法である	☐ 損傷度判定基準がない ☐ 損傷度判定は技術者等が定性的に評価する方法である
	④損傷度の総合評価	損傷度判定により、補修等の優先度が決めることが可能になっているか	☐ 各点検箇所の結果から定量的に構造物全体の損傷度を総合判定できる(レーティング可能)	☐ 各点検箇所の結果から定性的に構造物全体の損傷度を総合判定できる(レーティング可能)	☐ 構造物全体の損傷度を総合判定できない(レーティング不可能)
	⑤維持管理マニュアル	損傷度に対応した補修方法が示されている維持管理マニュアルの有無	☐ 損傷度に対応した具体的な補修方法、使用材料、使用器具などが明記されたマニュアルが作成されている。	☐ マニュアルが作成されているが、補修方法などは抽象的な記述である。	☐ マニュアルが作成されていない。 ☐ マニュアルはあるものの、活用されていない。
支援システム(PMS、BMS)の状況	①データベースの整備状況	支援システムの基礎となるデータベースが構築されているか	☐ 諸元、構造物の種類、交通量などのデータがシステム内にデータベース化されている	☐ 計画策定に必要な諸元のみがシステム内にデータベース化されている	☐ データベースは整備されていない
	②点検結果の反映	点検結果を支援システムに入力できるか	☐ 点検結果の詳細が入力できる	☐ 点検結果の重要要素のみ入力できる	☐ 点検結果は入力できない
	③評価結果の反映	評価結果を支援システムに入力できるか	☐ 点検結果から自動的に評価が実施される	☐ 評価結果を入力できる	☐ 評価結果は入力できない
	④補修履歴の反映	補修履歴が入力できるか	☐ 部位ごとに補修履歴が入力できる	☐ 補修履歴のみが入力できる	☐ 補修履歴は入力できない
	⑤劣化曲線の保有	劣化曲線を保有しているか。将来の構造物の状況を予測できるか	☐ 劣化曲線等が定義されており、将来の劣化状況が予測できる	☐ 劣化曲線等は定義されていないが、将来の劣化状況が予測できる(経年で損傷度を定義など)	☐ 将来の劣化状況は予測できない
	⑥計画作成の自動化	点検結果等より計画策定を支援システムで自動作成するか	☐ 点検結果等のデータより、中長期の計画(概ね10年以上)が自動策定できる	☐ 点検結果等のデータより、短期の計画(概ね10年未満)が自動策定できる	☐ 自動策定できない ☐ システムを活用し、人力により計画策定できる
	⑦必要費用の算定	将来発生する補修費用等が算出できる	☐ 最適な補修方法が選択され、将来の必要費用が算出できる	☐ 将来の必要費用が算出できる(費用は概算である)	☐ 将来の必要費用は算出できない ☐ 人力により必要費用の算出は可能である
	⑧システム担当者の理解度・能力	システムの担当者がシステムを十分理解した上で活用しているか	☐ システムの活用方法・限界を十分理解した幹部(キーパーソン)が存在している ☐ システムの活用方法を理解した人材が充足している	☐ システムの活用方法を理解した人材を有するが、不足している	☐ システムの活用方法を理解した人材がいらない

	ハッチングあり: 重要項目
	ハッチングなし: 重要度の劣る項目