

## 5-6 中進国

### [概観]

- 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。
- 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、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るため、ほとんどがオーダーメイドシステムとなり、メンテナンスにも専門技術者が必要となる場合が多い。
- 橋梁点検のための測定機材は、タイ、マレーシア、チリ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。
- 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（タイ、チリ）も存在し、過積載を取り締まる制度面の対策と併せてシステム導入による効果も期待されている。

中進国における、道路・橋梁維持管理のための測定機材の導入状況を表 5-9 に整理する。

表 5-9 中進国の測定機材導入状況一覧

中進国 調査対象国	舗装		橋梁		管理・メンテナンス	課題・ニーズ	備考
	路面評価	構造評価	目視点検	非破壊検査			
マレーシア	<ul style="list-style-type: none"> <li>路面性状調査車を保有(民間会社、JKR)</li> <li>海外の製品を搭載</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>FWD 調査を民間委託(民間2社保有)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁点検車(JKRにて1台保有)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種、非破壊検査を実施(マニュアルに記載)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内に測定機材を提供する民間会社が存在、メンテナンスを実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アセットマネジメントのための測定機材の数は不足</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路斜面のメンテナンスのための技術に対するニーズが高い</li> </ul>
タイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>DOH: 海外の路面性状調査車を導入</li> <li>DRR: 大学との共同で独自に路面性状調査車を開発・運</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>DOH: FWD を5台保有</li> <li>DRR: 大学との共同で独自のFWD 試験機を開発中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DOH: 橋梁点検車を1台保有</li> <li>DRR: 橋梁点検車なし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EXAT: シュミットハンマー等</li> <li>民間会社: コンクリート材料試験を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>導入先の海外の会社の代理店によるメンテナンス</li> <li>DRR はメンテナンスの即時性を考慮して独自開発を進めている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定機材、システムの独自開発の推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DOH: 過積載車両をモニタリングするシステムを導入</li> </ul>
チリ	<ul style="list-style-type: none"> <li>MOP 研究所: 路面性状調査車を保有(海外から購入)</li> <li>民間会社: センサー等を海外から購入し調査車を組み立て</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>MOP 研究所: FWD 試験機を1台保有</li> <li>FWD 調査を民間委託(民間会社が保有)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>MOP: 橋梁点検車を1台保有(海外から購入)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MOP 研究所: 非破壊検査機材保有(杭の連続性検査、鉄筋検知、腐食検知、超音波亀裂深さ検知)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>異常時にメーカーに依頼(無償)</li> <li>必要に応じて保守契約を締結</li> <li>民間会社では、自前で管理、メンテナンスが可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DOH: 新しい測定機材の導入に積極的</li> <li>民間会社: 世界中の最先端の技術を常に調査し導入を検討している</li> </ul>	
ブラジル	<ul style="list-style-type: none"> <li>路面性状調査車を用いた調査を民間委託</li> <li>コンセッション契約のモニタリングのための調査車を導入</li> <li>コンセッションネア: すべり抵抗値測定のためのグリップテスター</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>国、サンパウロ州: FWD 調査を民間委託</li> <li>AGETOP: 地方州では、FWD 試験機なし。ベンケルマンビームを保有。</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要に応じて橋梁点検車やはしご、ゴンドラ等をレンタルにより使用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>定期点検の異常箇所に対して、非破壊検査やTVカメラ調査を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>民間会社が機材のメンテナンスを実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機材が不足している</li> <li>地方道路での測定機材の導入</li> </ul>	
南アフリカ	<ul style="list-style-type: none"> <li>原則は目視調査</li> <li>SANRAL: 路面性状調査車を保有</li> <li>Western Cape 州: 道路写真撮影車を開発</li> <li>民間会社数社が路面性状測定車を保有</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>SANRAL: FWD 試験機を保有</li> </ul> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>非破壊検査は実施していない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SANRAL では、専門の技術者によって管理、メンテナンスを実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁、舗装ともに原則、目視による調査点検としており、民間会社であっても測定機材の稼働が困難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ネットワークレベルでの舗装構造評価を可能とする調査車を導入予定(ヨーロッパから)</li> </ul>

## (1) マレーシア

### 1) 舗装

#### ①路面評価

マレーシアでは、路面性状測定車が舗装の路面評価のための測定機材として導入されている。コンセッショネアやコンセッション会社から業務を委託して調査を実施する調査会社が保有するほか、国道を管理する JKR も保有している。

路面性状測定車の測定機材は、Dynatest 社等、海外からの製品を搭載しているのが一般的である。それらの路面性状調査車 1 台の価格は、約 150～250 万 RM(約 4,000～7,000 万円) である。路面性状車の価格は、取り付けるセンサーの数等によって異なる。

以下の写真は、PLUS 社が保有する路面性状測定車の例である。車両前方のボックスに、データを取得するための各種センサー機器等がインストールされている。この路面性状調査で取得可能なデータは、①ひび割れ、②わだち掘れ、③粗さ(テクスチャ)とされている。



図 5-35 マレーシアに導入されている路面性状調査の例(PLUS 社資料)

## ②構造評価

マレーシアで、FWD 調査を実施する会社は 2 社存在し、コンセッション契約の場合、6 か月毎に FWD 調査を実施することが規定されている。FWD 試験の評価ロットは、250m が一般的であり、地方道等では 100m のロットとされているケースもある。

路面性状調査によるネットワークレベルの測定の結果から問題がある箇所を抽出し、FWD 調査の実施箇所を選定している。

FWD の測定機材を有する民間会社が複数存在しており、コンセッション契約にて定期的に調査を実施することが定められている（例えば、高速道路では 6 ヶ月毎、評価区間 250m にて実施。地方道の場合は、100m 単位）。



図 5-36 マレーシアに導入されている FWD 測定機材の例

出典：PLUS 社資料

## ③すべり抵抗値の評価

詳細調査にて FWD 試験やコア抜きによって舗装構造の評価を行うほか、すべり抵抗に問題がある箇所については、Grip Tester を用いてすべり抵抗値の試験を行っている。



図 5-37 マレーシアに導入されている Grip Tester の例

出典：PLUS 社資料

## 2) 橋梁

### ①目視調査

マレーシアでは、一般的に橋梁の定期点検を 2 年毎、目視点検により実施している。橋梁の定期点検に用いる機材は、目視点検時、橋梁へのアクセスが困難な場合に用いる橋梁点検車を用いる場合がある。JKR では、イタリア製の橋梁点検車を 1 台、保有している。



図 5-38 Barin 社(イタリア)の橋梁点検車

(<http://www.modern-international.com/barin.html>)





図 5-39 マレーシアに導入されている橋梁点検車の例

出典：PLUS 社資料

JKR が発行している橋梁点検マニュアル（Annual Bridge Inspection Manual）では、橋梁点検に用いる機材等の推奨リストを定めている。橋梁点検に用いる機材類を、measurement, recording, safety, access といったタイプ別にリストを作成している。

表 5-10 Recommended List of Inspection Equipments

(Annual Bridge Inspection Manual, JKR)

【Measurement Equipment】

No.	Equipment	Purposes
1.	5m measuring tapes	For measuring short demensions
2.	50m measuring tapes	For mesasuring span lenght, width and other longer dimension
3.	Plumbob	For measuring degree of tilting at pier
4.	Vernier calipers	For measuring steel thickness
5.	Crack scale	For measuring crack width
6.	Deep sounding apparatus	For measuring river depth and to check scoured depth
7.	Spirit Levels	For measuring perpendicular distance to any structural member and tilting of pier
8.	Ranging rods	For probing and measuring scour under culvert, piers and abutments

**【Recording Equipment】**

No.	Equipment	Purposes
1.	Camera	To take photographs of defects or damages to the structures, and for bridge identification;
2.	Blackboard	To record bridge number/name while taking photographs for bridge identification; should be supplied with chalks and duster.
3.	Clipboard	As a hard surface to write on when filling forms
4.	Writing paper	For drawing sketches
5.	Markers, pens and pencils	For marking and writing

**【Safety Equipment】**

No.	Equipment	Purposes
1.	Safety jacket (fluorescent)	To be worn at all times during inspection
2.	Safety helmet	To be worn at all times during inspection
3.	Safety boots	To be worn at all times during inspection
4.	Life jacket	To be worn when inspecting over waterways
5.	Traffic sign boards and cones	To be installed for traffic control
6.	Safety belts	To be used when climbing the structure
7.	First-aid kit	For first-aid treatment of any injuries
8.	Goggles	To protect the eyes while looking under deck
9.	Overalls	As a protective clothing

**【Access Equipment】**

No.	Equipment	Purposes
1.	Ladder	For access to soffit, bearing, wall, etc.
2.	Binoculars	To be used when there is no access to the structure
3.	Boats or inflatable dinghy	For access to river piers and spans
4.	Tapping hammer	For tapping the concrete surface in order to determine the soundness of the structure
5.	Chisel & electric drill	For removing the concrete for tests
6.	Parang	For clearing bushes, branches, weeds, etc.
7.	Flashlights	For lighting dark areas
8.	Shoulder bag	For holding equipment
9.	Ropes & harness	For tying and climbing

## ②非破壊検査

目視による定期調査のほか、概ね 5 年毎に詳細調査を行っている詳細調査では、非破壊検査のための機材が導入されている。

JKR が発行している橋梁アセットマネジメントマニュアル (Manual on Bridge Asset Management) では、橋梁の詳細調査に用いる機材のリストを掲載している。点検のための機材は様々な種類のを調達が可能であり、橋梁のアクセス性、損傷状態、費用、信頼性等の総合的な観点から、適切な機材を選択できるよう、主にコンクリート構造物の詳細調査のためのテストの一覧を掲載している。

表 5-11 Lists of tests  
(Manual on Bridge Asset Management, JKR)

Property Under Investigation	Test	Equipment Type
Corrosion of embedded steel	Half-cell potential	Electrochemical
	Resistivity	Electrical
	Linear polarisation resistance	Electrochemical
	A.C. Impedance	Electrochemical
	Cover depth	Electromagnetic
	Carbonation depth	Chemical/microscopic
	Chloride concentration	Chemical/electrical
Concrete quality, durability and deterioration	Ultrasonic pulse velocity	Electromechanical
	Radiography	Radioactive
	Radiometry	Radioactive
	Neutron Absorption	Radioactive
	Relative humidity	Chemical/electronic
	Permeability	Hydraulic
	Absorption	Hydraulic
	Petrographic	Microscopic
	Sulfate content	Chemical
	Expansion	Mechanical
	Air content	Microscopic
	Cement type and content	Chemical/microscopic
	Abrasion resistance	Mechanical
Concrete strength	Surface hardness	Mechanical
	Cores	Mechanical
	Pull-out	Mechanical
	Pull-off	Mechanical
	Break-off	Mechanical
	Internal fracture	Mechanical
	Penetration resistance	Mechanical
	Maturity	Chemical/electronic
Temperature-matched curing	Electrical/electronic	
Integrity and Performance	Tapping	Mechanical
	Pulse-echo	Mechanical/electronic
	Dynamic response	Mechanical/electronic
	Acoustic emission	Electronic
	Thermoluminescence	Chemical
	Thermography	Infra-red
	Radar	Electronic
	Reinforcement location	Electromagnetic
	Strain or crack measurement	Optical/ mechanical/electrical
	Load test	Mechanical/electronic/electrical



橋梁の詳細調査の方法は、周辺環境や橋梁の状態等、個々の橋梁の特性に大きく依存することから、点検の方法を選択する際に、考慮すべき重要事項として以下の事項を取り上げている。

- ・ 詳細調査に要求されるデータや情報の特性
- ・ 有用性と信頼性の相互関係
- ・ 表面の損傷の影響と許容性
- ・ 実務的な制約（アクセス、部材の大きさや種別、表面の状態、補強箇所等）
- ・ 経済性（調査コストとプロジェクトへの影響等）

### 3) その他

車両が道路・橋梁上を通過する際の重量を計測するためのシステムが設置されている。PLUS 社がコンセッション契約にて管理する高速道路では、管理エリアを 15 のセクションに分割し、各セクションにシステムが導入されている。道路・橋梁上を通過する車両の重量等に関するデータを自動的に取得する。



図 5-40 マレーシアに導入されている車両重量計測システムの例

出典：PLUS 社資料

### 4) 測定機材の管理・メンテナンス

マレーシアでは、舗装の測定機材を提供している海外の企業が国内に存在しており、機材購入後のメンテナンス等を適切に受ける環境が整っている。

また、橋梁のための測定機材については、マニュアルのなかで推奨する点検の方法と用いる機材が挙げられており、橋梁点検の目的や機材の使用に関する注意事項等が整理されており、点検を実施する際の有効なガイドラインとして利用することができる。

### 5) 課題・ニーズ

マレーシアでは、特に南北に延伸する膨大な道路を管理しており、アセットマネジメントのための測定機材の数は不足しているとの意見があった。

また、マレーシアでは、舗装・橋梁のほか、斜面のメンテナンスの重要性が高いことから、斜面の点検・補修等を効率的に実施する機材・システムにニーズがあると考えられる。

## (2) タイ

### 1) 舗装

#### ①路面評価

タイでは、舗装の路面評価のための調査に、路面性状測定車を用いている。DOH では、オーストラリアの会社（ARRB 社）から、路面性状調査車（HawkEye）1 台を導入している。その他、ROMDAS 製のレーザープロフィロメーターを保有している。

路面性状調査車は、車両前方に 11 のレーザーセンサーを搭載し、ラフネス(IRI)を自動的に取得する。また、車両上部から前方・後方の映像を撮影するためのカメラを 5 台搭載しており、取得した映像データから、簡易的に路面の状態（ひび割れ等）を判断することができる。ラフネス（IRI）以外の項目（ひび割れ、わだち掘れ、ラベリング）は、画像解析によりデータを抽出している。

取得したデータの解析方法は、機材を調達したメーカーのマニュアルを用いている。



図 5-41 DOH に導入されている路面性状測定車(HawkEye)

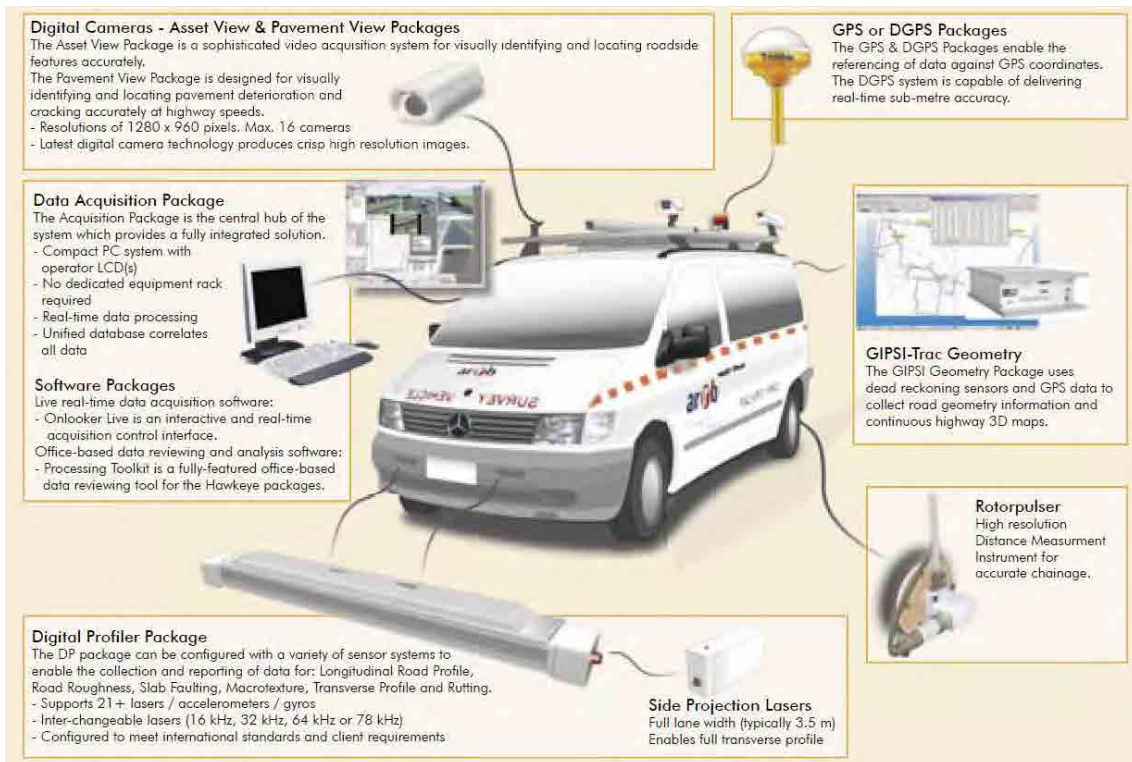


図 5-42 HawkEye2000series の機器構成

(STS Consultant 社提供)

タイには、路面性状調査の開発元である ARRB 社（オーストラリア）の代理店が存在する（STS Consultant 社）。同社では、HawkEye を 1 台保有しており、主に DOH が管理する道路の調査業務を行っている。また、STS 社は、社内の技術者によって路面性状測定車に搭載するカメラを別途購入し、測定車に搭載する等の取り組みを行っている。

また、STS 社は、タイ国内のほか、ラオス等の近隣諸国での調査業務を実施している。

一方、DRR では、チュラロンコン大学との共同により、独自の路面性状調査車（Rosy Car : Road Survey Car）を開発し運用している。Rosy Car には、舗装路面を撮影するカメラ、GPS 等の機材を搭載している。

現在、DRR では 5 台の Rosy Car を保有しており、さらに次年度、3 台を開発する予定としている。



図 5-43 タイで独自に開発された路面性状調査車 (Rosy Car)

## ②構造評価

DOH は舗装の構造評価の試験を行うための測定機材として、FWD 試験機を 5 台保有している。

また、STS 社は、舗装のすべり抵抗値を計測する機材を 1 台保有している。

DRR では、King Mongkut 大学との共同により、独自に FWD 試験機を開発中である。



## 2) 橋梁

### ①目視点検

橋梁の定期点検は目視により実施されている。

例えば、高速道路（EXAT）では、下部構造と上部構造を各々のチームにより、点検を実施している。点検に用いている道具は、

- inspection forms
- Measurement tape
- Digital Camera
- Binoculars
- Vehicles
- Snooper
- Lighting
- Hammer
- Skid resistance

等である。

橋梁点検車等の特殊な機械は、DRR では保有していない。DOH では 1 台保有しているという情報がある。

### ②非破壊検査

高速道路を管理する EXAT では、シュミットハンマー等の機材を保有している。

また、インフラの点検やマネジメントシステムを開発する民間会社（IMMS 社）では、コンクリートの材料試験等を行うサービスの提供を行っており、試験のための機材を保有している。

- Windsor Probing
- Coring
- Chloride Penetration Test
- Hole Drilling
- Rebar Locator
- Half Cell Potential



図 5-44 タイ・IMMS 社の材料試験 (IMMS 社パンフレット)

### 3) その他

DOH では、過積載車両を監視するためのシステム（WIM：Weight in Motion）を導入している。現在、19 箇所を設定しており、過積載車両の監視を行っている。この WIM は、米国より購入し、**Bureau of Standards and Evaluation** で管理されている。車両停止させることなく、正確な積載量、交通量を計測することができる。

### 4) 測定機材の管理・メンテナンス

タイでは、舗装の調査のための路面性状測定車等が導入され、本格的な運用が始まった段階にあると言える。DOH では、海外の路面性状測定車を導入し、国内の民間会社が路面性状調査車の管理・運営・サポート等を行っている。しかし、路面性状測定車に搭載されている計測システムのメンテナンスには高度な技術が要求される。海外からのサポートを充分得られる仕組みが必要であると考えられる。また、計測データの信頼性を維持するために、測定機材の定期的なキャリブレーションが必要である。

また、路面性状測定車に搭載する各々の測定機材のバージョンアップを行う際、海外から新機材を調達するよりも、自国で調達し自らセットアップするほうが経済的であることから、そのような取り組みが行われている。

一方、DRR は、様々な測定機材を大学との共同研究などによって独自に開発している。これは、機材を海外から購入すればメンテナンスが即時に対応できないことを懸念したことによるものであり、DRR では国内で開発する方針としている。

しかし、自国で開発した路面性状測定車のスペックは、海外より導入したものより、測定精度、測定アイテム等が限られていることが想定される。今後の研究開発によって、技術力を向上させることが必要であると考えられる。

### 5) 課題・ニーズ

タイでは、測定機材を独自に開発する方針を持っており、これからの技術力の向上が課題と言える。

### (3) チリ

#### 1) 舗装

##### ①路面評価

チリでは、舗装の路面評価のための路面性状調査車を導入し調査を行っている。路面性状測定車は、民間会社が保有するもの以外に、公共事業省（MOP）の研究所が保有している。

MOP の研究所では、MOP からの依頼により舗装や橋梁の点検業務を実施している。研究所で実施する舗装の調査は、年間年 6,000～9,000km である。研究所が保有している路面評価のための機材は、

- ・ 路面性状測定車（プロフィールメーター）：2 台
  - 計測指標：IRI、わだち掘れ、Macro-Texture
  - ARRAN 社製（2010 年導入）、ARRB 社製
- ・ グリップテスター
  - 英国製
- ・ Skid テスター



図 5-45 チリ・MOP 研究所の路面性状測定車（ARRAN 製）

一方、チリでは、民間会社が路面性状調査車を保有しサービスを提供する仕組みが成り立っている。

APSA 社では、路面性状測定車を保有し、国内のコンセッション道路の 90%以上の点検データを管理している。同社では、オーストラリアの ARRB 社の路面性状測定車を初期に導入したが、現在では自ら、世界中の最新の機材を調査・調達し、測定車の改良を行っている。路面性状測定車にて測定する項目は、ひび割れ、わだち掘れ、IRI 等であり、ひび割れについては、路面の画像データを用いて、コンピュータシステム上で目視によってひび割れの有無や長さ等を確認しながらデータを作成している。その方法や、日本で実施されている方法と同じである。



図 5-46 チリ・APSA 社保有の路面性状調査車

また、GAUSS 社でも、IRI 測定、表面劣化（わだち掘れ、ひび割れ等）のビデオ撮影を行う機械を有している。同社はさらに、各種測定機材の代理販売を行っている。



## ②構造評価

舗装の構造調査を行う測定機材も路面評価同様に、MOP の研究所の他、民間会社が保有してサービスを提供している。

MOP の研究所では、スウェーデン（KUAB 社製）から FWD 試験機を導入している。



図 5-47 チリ・MOP 研究所の FWD 試験機(KUAB 社製)

また、民間会社（APSA 社、GAUSS 社）でも、FWD 試験機を保有しており、調査サービスを提供している。

## 2) 橋梁

### ①目視点検

橋梁の日常点検は目視によって実施されている。橋梁の目視点検には、Barin 社（イタリア）の橋梁点検車を 1 台保有している（GAUSS 社による代理販売）。

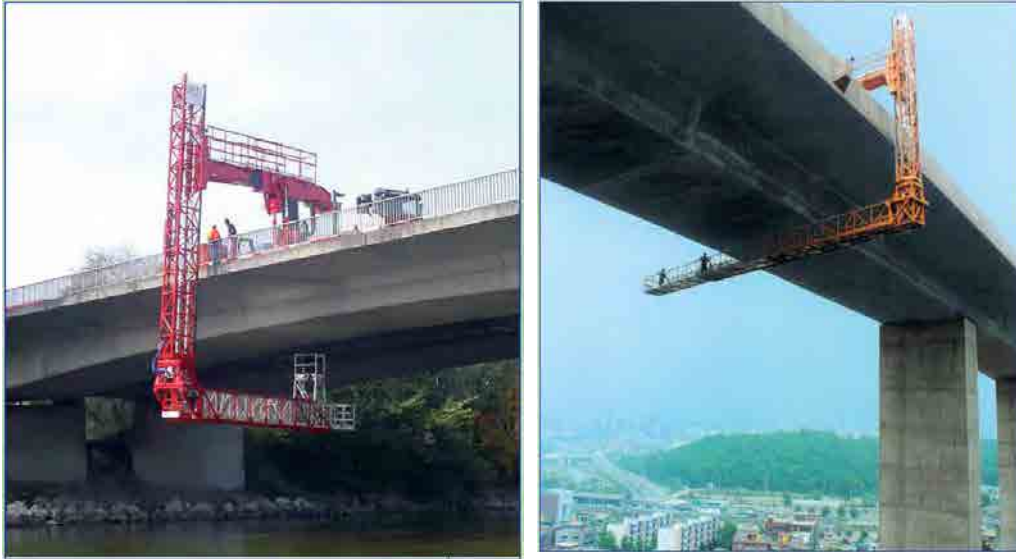


図 5-48 Barin 社の橋梁点検車(カタログより)

このような橋梁点検車は、目視検査時に橋梁部材へのアクセスが困難な場合に用いられる。チリ国内で 1 台のみ保有しており、点検車が必要と判断される橋梁の場所へ運搬して利用している。

その他、写真や動画を撮影して、記録を保存している。

## ②非破壊検査

橋梁部材の詳細調査のための非破壊検査用の機材は、MOP の研究所でいくつか保有している。研究所が保有している機材は、以下の通りである。

- ・ 杭の連続性の検査：1台（その他、MOP 橋梁課に1台）
- ・ 鉄筋検知：2台
- ・ 腐食検知：2台
- ・ 超音波による亀裂深さ検知：2台（その他、地方事務所に2～3台）



図 5-49 チリ・DOH 研究所が保有する非破壊検査装置の例

### 3) 測定機材の管理・メンテナンス

MOP の研究所で管理している測定機材のメンテナンスは、基本的には異常が生じた際にメーカーの技術者に依頼し無償で対応してもらっている。必要に応じて、保守契約を締結することでメンテナンスを依頼することもある。例えば、舗装の測定機材を取り扱う Dynatest 社では、チリに事務所を設けており、技術的なサポートが必要な際には、米国から専門のエンジニアを派遣することにより対応している。

また、APSA 社等の民間会社で保有する機材のサポートは、機材に異常が生じた場合であってもほとんどのケースで、メールや電話による対応で解決しており、メーカーの技術者に依頼することは多くないとしている。

これらのことから、十分な管理・メンテナンスが行われていることがわかる。民間会社や研究所で、機材の取り扱いに詳しいエンジニアを育成していることも成功の要因の一つであろう。

### 4) 課題・ニーズ

DOH の研究所は、新しい測定機材の導入に積極的であり、今後の必要な機材の導入を検討していく方向にある。また、民間会社（APSA 社）も、世界中の最先端の測定機材、センサーやレーザー、カメラ等を調査し、より良い計測システムの開発に取り組んでいる。一方で、日本の計測機材の技術についての情報はあまり持っておらず、今後の技術的な協力の可能性が残されていると言えよう。

#### (4) ブラジル

##### 1) 舗装

###### ①路面評価

ブラジルの DNIT では、舗装の路面調査に、路面性状測定車を用いた調査を実施している。舗装調査は民間会社に委託しており、路面性状調査車は民間会社が保有している。民間会社（複数の会社）では、路面性状測定車を保有している。

DNIT の舗装調査では、現在の契約によると、Dynatest 社の路面性状測定車を保有した民間会社が業務を受託して調査を行っている。3点レーザーによって IRI を計測している。現在の契約の入札に参加した企業が保有する路面性状測定車は 4 台であった。管内の道路を調査するためには 4 台では不足しており、5 台の調査車で実施するほうが望ましいと考えている。調査費用は、約 100 レアル/km（約 4,000 円/km）である。



図 5-50 ブラジル・Dynatest 社の路面性状測定車の例

一方、ANTT では、コンセッション会社が管理する道路の管理状態をモニタリングするために、昨今、路面性状調査を導入し、運用を開始したところである。導入した路面性状調査車は、レーザーとデフレクターを計測する機材を搭載しており、ANTT 職員によって運用している。

ブラジル国内では、Dynatest 社のほか、6 社程度の会社が舗装の調査を実施することができる。

## ②構造評価

FWD 等による構造評価を定期的に行っている。例えば、DNIT では、4 年毎にネットワークレベルでの FWD 試験（評価区間：200m）を実施しているほか、補修工事を実施する箇所について（プロジェクトレベル）は、より詳細（評価区間：20m）な調査を実施している。

一方、サンパウロ州のコンセッショネア（ECOVIAS 社）では、以前は 3 年毎にネットワークレベルでの FWD 試験を実施していたが、ネットワークレベルでの FWD 試験が不要であるとの考えを ARTESP へ提案し、現在は実施していない（プロジェクトレベルでの FWD 試験は実施している）。

一方、ゴイアス州道路を管理する AGETOP では、ベンケルマンビームのみを保有しており、FWD 試験は行っていない。



図 5-51 ブラジル・Dynatest 社の FWD 試験機の例



### ③すべり抵抗値

コンセッション会社等では、すべり抵抗値の計測を行っているところもある。例えば、グリップテスターを用いて、すべり抵抗値を毎年計測している場合もある。



図 5-52 ブラジル・Dynatest 社のグリップテスターの例

## 2) 橋梁

### ①目視調査

橋梁の初期点検、定期点検は、基本的にはどの機関でも目視点検を実施している。橋梁点検車やはしご、ゴンドラ等を用いる場合もあるが、民間会社であっても必ずしもそれらの機械を保有しておらず、必要な場合にレンタルで対応している。

### ②非破壊検査

定期点検で異常が発見された箇所では、非破壊検査機械や TV カメラ等を用いた詳細調査を実施している。

### 3) 測定機材の管理・メンテナンス

ブラジルでの舗装・橋梁の調査点検は、民間会社によって実施されることが多く、測定機材のメンテナンスは、民間企業によって行われている。Dynatest 等、機材を提供している会社の支店がブラジル国内に存在しており、必要に応じたサポートを受けることができる。

一方、コンセッション契約の発注者側では、道路の品質をモニタリングするための調査を実施する動きがみられ、ANTT 等、路面性状測定車を導入し運用を開始している。現場での測定も ANTT 職員によって実施されていることから、データの品質を確保するための調査方法の確立、サポート体制が必要であると考えられる。

### 4) 課題・ニーズ

ブラジルは膨大な延長に及ぶ道路を管理しており、道路の調査点検業務も全てをカバーすることは困難である。国道や高速道路、サンパウロ州等では路面性状測定車等の測定機材が既に導入されているが、管理対象道路を調査するための機材は不足しているとの意見がある。また、地方道路等では、舗装の調査も目視に頼っているところがあり、合理的な点検システムの導入と確立が今後の課題であると言えよう。

## (5) 南アフリカ

### 1) 舗装

#### ①路面評価

南アフリカでの舗装の路面評価は、原則的に目視調査によって実施される。一部の機関にて路面性状測定車を用いた路面評価を実施している。

SANRAL では、南アフリカの機械・車両をベースとして、世界各国から調達した最新の機械を搭載した路面性状調査車を保有している。SANRAL の路面性状測定車は、

- ・ Roughness
- ・ Rut Depth
- ・ Macro Texture
- ・ Cracking
- ・ Alignment
- ・ Row Video

のデータを取得することができる。



図 5-53 南アフリカ・SANRAL が保有する路面性状測定車

一方、民間会社（Aurecon 社）では、過去に路面性状測定車を保有していたが、現在は保有していない。機材を購入しても投資に見合った一定の稼働率を確保することが困難であるとしている。

Western Cape 州では、道路の写真を自動的に撮影する測定車を独自に開発している。時速 80km で走行しながら、GPS の座標値によって位置情報を同時に取得する。取得した写真データをもとに、路面の状態を把握することができる。

民間会社では、例えば Dynatest Africa 社が、路面性状測定車を保有してサービスを提供している。

Dynatest Africa 社が南アフリカで導入している路面性状調査車には、17 個のレーザーを搭載し、よりアフリカの状況に適したカスタマイズを行っている。

また、南アフリカでは、Dynatest Africa 社のほか、複数の民間会社が共同による会社を設立し、その会社が路面性状測定車等の測定機材を保有し、関係会社が共同で測定機材を利用できる仕組みを構築している。

## ②構造評価

南アフリカでは、舗装の構造評価についても、経験を有するエンジニアによって目視評価を行っているケースがある。目視調査によって状態が著しく悪化している箇所と特定し、その区間をコア抜き調査を実施し補修の有無を判断することがある。

一方、SANRAL では、FWD 試験機を保有しており、定期的な調査を実施している。



図 5-54 南アフリカ・SANRAL が保有する FWD 試験機

### ③その他

SANRAL では、時速 80km で連続的に舗装強度 (deflection) を計測できる測定車を導入 (デンマークから) し、2012 年の第 3 四半期から使用を開始する予定としている。FWD 試験機は、車両を走行しながらの計測は不可能であり、交通規制を伴う。SANRAL が導入しようとしている車両は、ネットワークレベルでの舗装強度の計測に有効的ではないかと言われている。

さらには、この測定車に、SANRAL が独自に開発した一車線幅を解像度 1mm の 3D 座標及び画像データを連続撮影できるシステムを搭載する予定としている。



図 5-55 Structural Strength Survey Vehicle(SANRAL 資料)

## 2) 橋梁

### ①目視点検

橋梁の点検はすべて目視により実施している。

### ②非破壊検査

南アフリカでは、ネットワークレベルでの点検を重視しており、非破壊検査等の試験は実施していない。

## 3) 測定機材の管理・メンテナンス

舗装の測定機材を独自に導入・開発を行っている SANRAL では、専門の技術者により管理・メンテナンスを行っている。

## 4) 課題・ニーズ

民間会社では、測定機材を導入し維持していくための一定の稼働率を確保できないため、導入を見送るケースがある。南アフリカでは、目視調査を重視しているため、測定機材を用いた調査のニーズが少ないと考えられる。

また、南アフリカだけでなく近隣諸国へのサービスの提供を検討しているが、舗装の状態は各国によって様々であり、それらの状況に応じた測定機材を導入し運用することが課題であると言える。



## 5-7 開発途上国

維持管理に必要となる測定機材に関する JICA 専門家アンケート調査の回答一覧を次ページに示す。舗装、橋梁別に、機材導入の現状と問題点やニーズについて整理した。

### (1) 現状

舗装維持管理のための測定機材として、すでに維持管理用の機材を用いる国はいくつか存在している（ネパール・東ティモール・南スーダン）。ただし、路面性状測定車や FWD 試験機等、舗装の構造・路面評価のための最新の技術を導入している事例はない。

機材を用いず、目視により点検しているケースもある（キルギス・ラオス）。

道路の建設用機材・アスファルト舗装道路の補修用資機材が導入されているとの回答もある（バングラデシュ・ラオス・南スーダン）。

一方、橋梁維持管理のための測定機材として、目視検査のためのはしご、橋梁点検車が既に導入されている、あるいは導入予定の国がある（エチオピア・エジプト・フィリピン）。一方、目視点検を実施している国でも、特に測定機材を用いていないケースもある（ラオス）。

また一部の国では、詳細調査のための測定機材として、非破壊検査試験機等を導入または導入を予定している（ケニア・バングラデシュ・エジプト・フィリピン）。

舗装・橋梁ともに、全体的に維持管理のための測定機材を導入しているケースは少ないのが現状である。

### (2) ニーズ

以上の現状を踏まえ、現状の問題点やニーズ等を整理する。

舗装維持管理のための測定機材について、機材の老朽化や不足といった問題点が挙げられている。機材が導入された場合でも、老朽化や故障し、さらに修理する手段が少ないことから、機材が不足するという状況にある。

一方、具体的なニーズとして、コストの安い路面性状測定車（ベトナム）、IRI 簡易計測器（ケニア）のように、必ずしもハイスペックの路面性状測定車ではないものの、舗装の状態を客観的に把握するための路面性状測定車の導入へのニーズが挙げられている。

橋梁維持管理のための測定機材では、舗装と同様に、機材不足、老朽化による更新の必要性等が指摘されている。

また、橋梁点検車の導入へのニーズが挙げられている（フィリピン・タイ）。特にフィリピンでは、島国であることから近接目視のためのアクセスが困難な橋梁の点検を実施するうえで、橋梁点検車へのニーズが特に高いと考えられる。

舗装・橋梁ともに、維持管理業務における基本的な調査点検を行うための測定機材（路

面性状調査や橋梁点検車) へのニーズがいくつか挙げられており、維持管理業務の実情に合わせた導入の検討が必要であると言える。

### (3) 開発途上国での機材導入の必要性

開発途上国における道路管理の状況は、一定レベルまで進んでいるケースや、非常に脆弱な国まで、様々であり、実施体制も国によって大きく異なっている。測定機材の導入を検討する際には、開発途上国へ導入する機材のスペックを定義することは不可能であり、各国の状況（維持管理レベルと人材）を国毎に整理・確認し、当該国に適した機材の導入を検討することが必要である。

機材導入を検討する際の視点を以下に示す。

表 5-12 JICA 専門家アンケート結果一覧(測定機材)

調査対象国	舗装		橋梁		その他	
	現状	問題点・ニーズ	現状	問題点・ニーズ	現状	問題点・ニーズ
ネパール	・メンテナンス用の建設機材・資機材を所有	・現地業者を活用する場合は導入の必要なし ・直営でのメンテナンスのための資機材が老朽化しており更新が必要	・メンテナンス用の建設機材・資機材を所有	・現地業者を活用する場合は導入の必要なし ・直営でのメンテナンスのための資機材が老朽化しており更新が必要		
キルギス	・目視のため、特になし。 ・道路維持管理機材（舗装補修・冬季維持管理のための機材）を整備中	・舗装補修・冬季維持管理のための基本的な機材不足 ・業務の効率化・定量評価のための路面性状測定車の導入 ・機材の老朽化、故障、修理施設なし	・特になし	・機材の老朽化、故障、修理施設なし		
ベトナム		・コストの安い路面性状測定車の導入				
東ティモール	・調査用車両、GPS、デジタルカメラ、測量用テープ等を使用				・測量機器（トータルステーション、レベル）が導入予定	
インドネシア	・供与機材なし		・供与機材なし			
ウガンダ	・なし	・なし	・なし	・なし		
エチオピア			・はしご等を用いた近接目視			
ケニア	・使用資機材なし	・IRI 簡易計測器	・必要に応じて X 線、シュミットハンマー等の非破壊検査を実施			
バングラデシュ			・シュミットハンマー、距離計、測探機、杭の判定試験機等が導入		・補強用資機材（ゴム版、鉄板）が導入	
モザンビーク	・JICA による供与機材なし		・使用機材なし ・JICA による供与機材なし			
ラオス	・機材は用いず、目視		・機材は用いず、目視		・各種建設資機材が導入	
南スーダン	・GPS、自動車、テープ、ハンドレベル、TS 等				・アスファルト舗装道路・砂利道の維持補修用機材、人力積み・土砂運搬用機器、機械維持管理用機器が導入	
エジプト			・橋梁点検車導入予定 ・非破壊検査機器等導入予定			
フィリピン			・橋梁点検車（2 台）、鉄筋探査計、超音波測定器等が役に立っている	・橋梁点検車の更なる導入（島国でありニーズ高い）		
タイ				・橋梁点検車		

## 第6章 今後の開発途上国への支援に向けた検討

### 6-1 参考となる先進国・中進国の取り組みについて

本調査では、開発途上国（15カ国）の道路・橋梁維持管理の現況を把握するため、JICA 専門家へのアンケート調査およびヒアリング調査を行ったが、組織・体制、マネジメントのしくみ、人材・技術などにおいて各国の置かれた状況は様々であることが分かった。点検、評価、計画策定、実施という維持管理のサイクルが、予算要求・承認のプロセスを含めてどこまで機能しているか、どのレベルで機能しているか、という点においても様々で、この視点で開発途上国を類型化することは難しいということも明らかになった。一方で、開発途上国に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も明らかとなった。

ここではそれを解決するしくみとして、先進国・中進国の取り組みから参考となるものを抽出した。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か、あるいは開発途上国から中進国に発展する過程においてどのような取り組みが行われたか、について参考となる例を整理した。

#### （1）先進国の取り組み

欧米、日本等の先進国は、道路・橋梁維持管理に対して長い歴史を持っており、組織・体制、人材、技術なども先進的なレベルにある。しかしながら、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。

これらの取り組みは、資金、人材、技術の不足に悩む開発途上国に対し、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して行く例として、一つのヒントとなると考えられる。

#### （2）中進国の取り組み

かつては開発途上国であった中進国が道路・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。本調査の対象となった中進国 5カ国（南アフリカ、タイ、マレーシア、ブラジル、チリ）はそれぞれ特徴を持っているが、マレーシア、ブラジル、チリで主に採用されているコンセッション等の道

路・橋梁維持管理の包括委託の取り組みは、受発注者の双方に高いレベルの技術力、マネジメント力が要求されるため、開発途上国にすぐに導入するのは困難と考えられる。その一方で、南アフリカの産官学協働の取り組みや、タイのテクノクラート養成の取り組みは、開発途上国にとっても参考になる。

南アフリカでは先進国よりも早く、1970年代に舗装マネジメントのしくみを有していたが、その大きな要因の一つとして、技術者が少ない中で産官学の協働体制により、その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。アパルトヘイト後は、優秀な白人技術者が流出するという問題に直面しているものの、当初の立ち上げ時に各機関の若い技術者が責任を持って、道路・橋梁維持管理のしくみづくりに携わったことがその後の発展に繋がっている。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。

## 6-2 開発途上国の現状把握のためのインデックス案について

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と考えたものの、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。

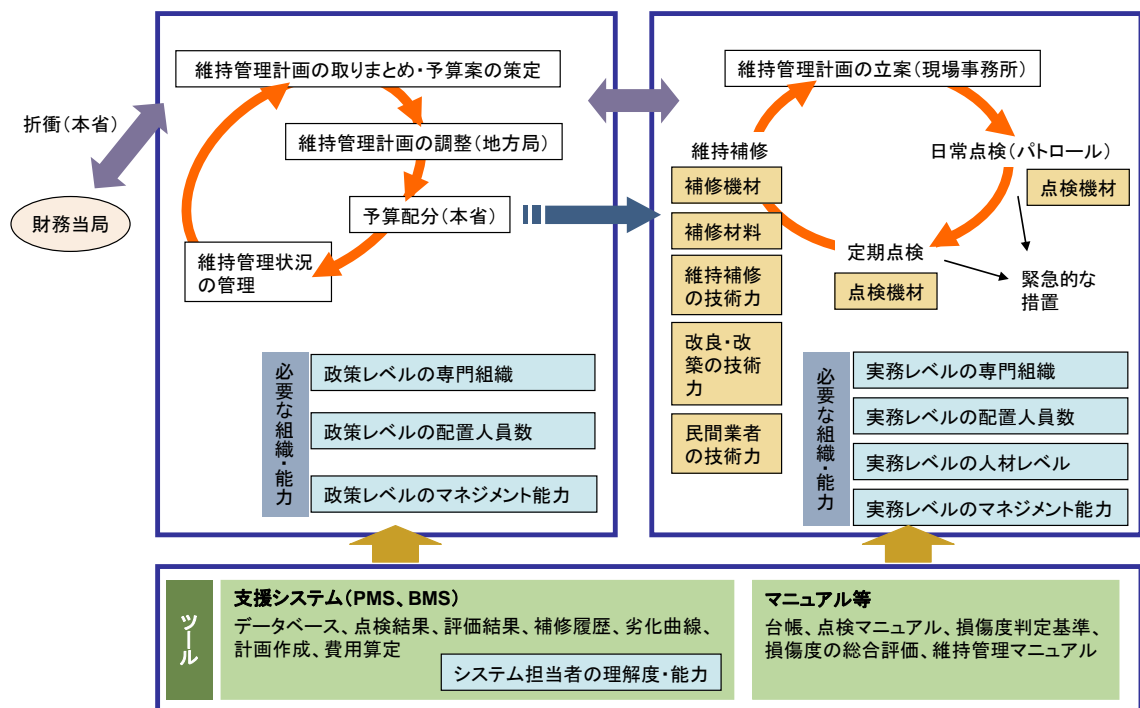


図 6-1 道路・橋梁維持管理のしくみ

出典：調査団作成



表 6-1 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	<input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> 補修方法や費用等、具体的な計画を策定している。	<input type="checkbox"/> 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。	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> 補修方法や費用等、具体的な計画を策定していない。	<input type="checkbox"/> 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。	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> 補修方法や費用等、具体的な計画を策定していない。	<input type="checkbox"/> 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。	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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。	<input type="checkbox"/> 維持管理計画をもとに、財務当局と予算折衝している。	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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。	<input type="checkbox"/> 地方の状況を判断し、必要な維持管理費を配分している。	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> 維持管理の知見を有する人材が充足している	<input type="checkbox"/> 維持管理の知見を有する人材を有するが、不足している	<input type="checkbox"/> 維持管理の知見を有する人材がない
	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	—	<input type="checkbox"/> 維持管理の専門部署がある	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 配置人員数は充足している	<input type="checkbox"/> 配置人員数はやや不足している	<input type="checkbox"/> 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	—	<input type="checkbox"/> 定期的に点検(パトロール)を実施している	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 定期点検(毎年～5年に1度程度)を実施している	<input type="checkbox"/> 非定期であるが、点検基準に基づいた点検を実施している	<input type="checkbox"/> 定期点検を実施していない <input type="checkbox"/> 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	—	<input type="checkbox"/> 緊急補修として、速やかに対処されている	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 概ね計画通りに維持補修が実施されている	<input type="checkbox"/> 計画に従っているものの完成率が低い	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 維持管理の実務に係る知見を有する人材がない
	⑥維持補修の技術力	維持補修に係る技術力のレベル	<input type="checkbox"/> 問題ない技術力を保有している	<input type="checkbox"/> 初歩的な技術力を保有している	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 問題ない技術力を保有している	<input type="checkbox"/> 初歩的な技術力を保有している <input type="checkbox"/> 高度な改良・改築は困難である	<input type="checkbox"/> 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)	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 維持管理を実施できる民間業者がある。 <input type="checkbox"/> アウトソーシング先は少ない	<input type="checkbox"/> 維持管理を実施できる民間業者がない <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 点検機材は充足している	<input type="checkbox"/> 点検機材は不足している <input type="checkbox"/> 点検機材はあるものの古い、故障している	<input type="checkbox"/> 点検機材がない
	⑩補修機材	補修機材の充足度	<input type="checkbox"/> 補修機材は充足している	<input type="checkbox"/> 補修機材は不足している <input type="checkbox"/> 補修機材はあるものの古い、故障している	<input type="checkbox"/> 補修機材がない
	⑪補修材料	補修材料の調達容易性	<input type="checkbox"/> 補修材料の調達は容易である	<input type="checkbox"/> 補修材料の調達は可能であるが、困難なものもある	<input type="checkbox"/> 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	—	<input type="checkbox"/> 維持管理の専門部署がある	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> 現場レベルの維持管理の知見を有	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 現場レベルの維持管理の知見を有する人材がない
	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	<input type="checkbox"/> 配置人員数は充足している	<input type="checkbox"/> 配置人員数はやや不足している	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 維持管理予算は充足している	<input type="checkbox"/> 維持管理予算は不足している <input type="checkbox"/> 概ね必要額の50%以上は確保されている	
	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	<input type="checkbox"/> 維持管理の必要性が十分に認識されている	<input type="checkbox"/> 維持管理の必要性は一般論として認識されている <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 諸元が電子データ化(エクセルでも可能)されている <input type="checkbox"/> 電子データ化されておらず、紙ベースで管理されている。 <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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。 <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 点検マニュアルが作成されていない。 <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 損傷度判定基準がある <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 損傷度判定基準がある <input type="checkbox"/> 損傷度判定は技術者等が定性的に評価する方法である	<input type="checkbox"/> 損傷度判定基準がない <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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)	<input type="checkbox"/> 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)	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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。	<input type="checkbox"/> 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。	<input type="checkbox"/> マニュアルが作成されていない。 <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 計画策定に必要となる諸元のみがシステム内にデータベース化されている <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 点検結果の詳細が入力できる	<input type="checkbox"/> 点検結果の重要要素のみ入力できる <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 点検結果から自動的に評価が実施される	<input type="checkbox"/> 評価結果を入力できる <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 部位ごとに補修履歴が入力できる	<input type="checkbox"/> 補修履歴のみが入力できる <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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)	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 自動策定できない <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 将来の必要費用が算出できる(費用は概算である)	<input type="checkbox"/> 将来の必要費用は算出できない <input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> システムの活用方法を理解した人材が充足している	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> システムの活用方法を理解した人材がいない

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

---

# 道路・橋梁維持管理に関する情報収集・確認調査

調査結果報告会

---

開催日時: 2012年11月20日

場所: JICA本部

主催: 独立行政法人国際協力機構 経済基盤開発部 運輸交通・情報通信G

発表: (株)三菱総合研究所

---

## 本調査の成果

- 道路・橋梁維持管理に関する先進国、(いわゆる)中進国、開発途上国の取り組み、世界銀行を初めとする他ドナーの取り組み、ISO55000s、EN1504などの国際規格策定の動きなどを網羅的かつ広範に情報収集し、基礎情報として整理
- 特に、舗装・橋梁の維持管理状況や、マネジメントシステム(ソフトウェア)、使用資機材の導入・活用状況を、文献調査、現地調査(中進国5カ国:南アフリカ、タイ、マレーシア、ブラジル、チリ)、関係者ヒアリング調査により詳細に把握
- 調査結果をもとに、JICAが開発途上国への支援を検討する際に、対象国の状況を分析するための指標(インデックス)及び考慮すべき事項を検討中

---

# 目次

---

1. 調査概要	4
2. 道路・橋梁維持管理にかかる世界の動向	9
3. 中進国・開発途上国における道路・橋梁維持管理の基礎情報	17
4. 中進国・開発途上国における舗装維持管理状況	34
5. 中進国・開発途上国における橋梁維持管理状況	57
6. 道路・橋梁維持管理における資機材の活用状況	72
7. 開発途上国の現状把握のためのインデックス案	81
参考資料:先進国の道路・橋梁維持管理	84

---

## 1. 調査概要

---

- 1.1. 調査の背景と目的
- 1.2. 調査の項目と概要
- 1.3. 調査のスケジュール
- 1.4. 調査団

## 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
- 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
- JICA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と史料
- 一方、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。
- 先進諸国(日、米、英、仏、独等)、中進国(タイ、マレーシア、南アフリカ、ブラジル、チリ)、開発途上国(インドネシア、フィリピン、ベトナム、ラオス、モザンビーク、エチオピア等)における道路維持管理の現状、他国ドナー(世界銀行等)の取り組みについても情報収集し、JICAの今後の協力方針を検討する基礎資料を取りまとめ

## 1.2. 調査項目と調査方法

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	ドナー等 PIARC、WB、ADB、IDB等 関連主体 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)	先進国 日本、アメリカ、イギリス、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となる測定機材(舗装、橋梁)	中進国(5ヶ国) 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
	開発途上国(15ヶ国) 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

## 1.2. 調査スケジュール

	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) 現地調査(ブラジル・チリ②)	
9月	現地調査レビュー 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
10月		調査結果とりまとめ		
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			

## 1.3. 調査団の構成・分担

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	デインソン	(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

- 2.1. 世界銀行の潮流
- 2.2. 国際規格策定の動向

## 道路・橋梁維持管理にかかる世界の動向のまとめ

### 1. 世界銀行の動向

1. **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**
2. 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
3. **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、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

### 2. 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. 世界銀行の潮流①

- 制度面の潮流としては、**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。
- 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。
- 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、その結果として、コスト削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

### 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

### 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)

### 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

以上の3類型の他に、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. 世界銀行の潮流②

- 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
  1. 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を維持管理を中心とするものに転換
  2. 1995年のHeggieレポートで、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を提案
  3. **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**
- 道路管理の商業化(Commercialization)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、開発途上国でも既存の道路管理組織を商業化する動きあり**

※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おり、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

## 2.1. 世界銀行の潮流③

- 技術面の潮流では、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について、他ドナーの中でも**世界銀行が先導的に実施**
- 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**
- **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、イギリス国際開発省、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
  - 1.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
  - 2.HDM-4は、PMSの中核を担うコンピュータ・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

(参考)

**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**。(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(ISO55000s)

- アセットマネジメントの原則、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、マネジメントシステムを適用するためのガイドラインを規定
- 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、アセットを保有・管理する組織が、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つつ、国際標準に則ったアセットマネジメントを実施する仕組みを構築
- アセットマネジメントの国内規格(PAS55)を持つ英国が主導し、世界26カ国が参加

### 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)

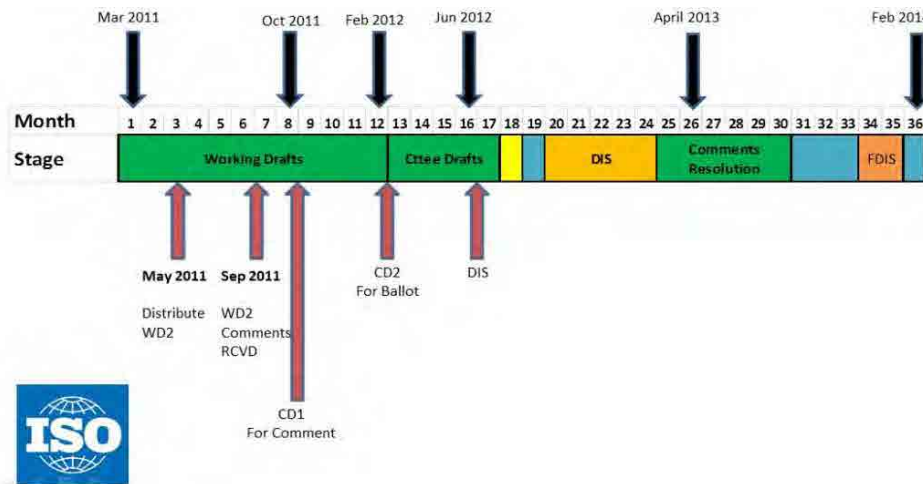
### ISO55002

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)

- 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、それが直接、行政やビジネスを縛ることはない。
- 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ある。

## 2.2. 国際規格策定の動向 (ISO55000s)

- 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
  - 第1回 オーストラリア・メルボルン(2011年2月): 全体方針、WD1を議論
  - 第2回 米国・アーリントン(2011年10月): WD2~CD1を議論
  - 第3回 南アフリカ・プレトリア(2012年2月): CD2を議論
  - 第4回 チェコ・プラハ(2012年6月): CD2~DISを議論
- 2014年2月の正式発効に向け、DIS作成、FDIS作成と進んで行く



## 2.2. 国際規格策定の動向 (EN1504)

- 欧州規格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)は以下の全10部で構成
- 道路管理者がコンクリート補修箇所の再劣化に苦勞していたことから策定開始、「**診断・設計・施工、補修材の認定**」まで1つのパッケージとして包括的に規定したことが特徴
- 2009年1月1日に施行され、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マークの認定取得を義務付け**
- EN1504はコンクリート構造物の補修・保護に関する規定であり、**材料のグレード、補修のグレード、損傷要因(塩害、屋内外等)を規定されるため、設計者が使用材料を検討する時に役に立つ**
- **点検・補修のプロセスで、補修目的を整理して、使用材料や使用方法が規定されることも特徴**

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	構造物分と非構造物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

- CE-記号
- 通知機関の認定番号
- 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
- 欧州規格の関連規定番号
- 製品の説明
- 特徴規制に関する追加情報

## 3. 中進国・開発途上国における道路・橋梁維持管理の基礎情報

- 3.1. 開発途上国の基礎情報(ベトナム、ケニア、モザンビーク、南スーダン)
- 3.2. 中進国の基礎情報(南ア、タイ、マレーシア、ブラジル、チリ)

### 3.1. 開発途上国における道路・橋梁維持管理の基礎情報のまとめ

開発途上国の状況：

- ・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
- ・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
- ・世界銀行の政策に影響を受けている国も多い

#### ■ベトナム

- 道路庁(DRVN)の下には直屬事務所はなく、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

#### ■ケニア

- 直轄の47地方事務所その他、道路整備の実施機関として公社等が2009年に設置されている
- 世界銀行の雛形を活用し性能規定型契約の導入を図るも定着せず。現在、JICAの技プロにより性能規定型契約の導入を支援中

#### ■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

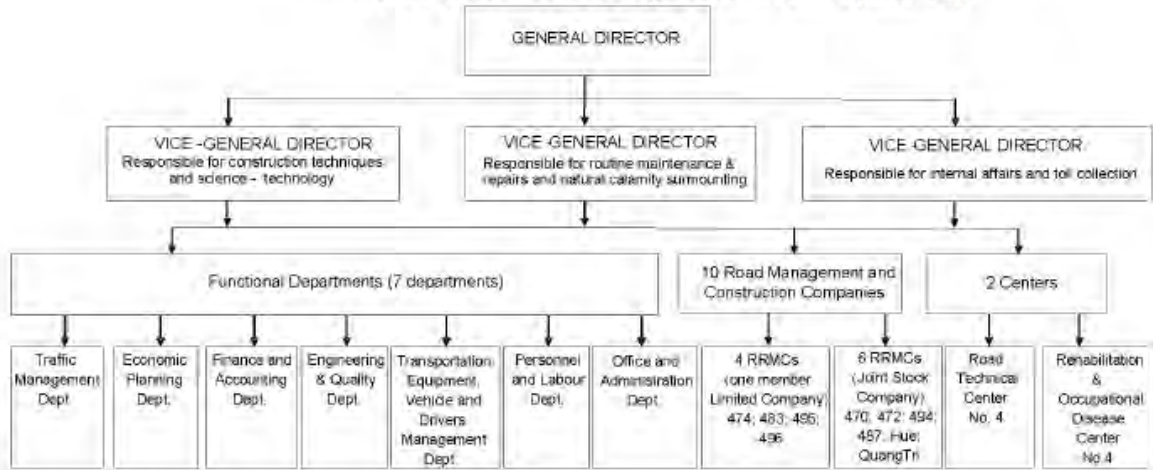
#### ■南スーダン

- 施工業者が瑕疵責任の範囲で補修を実施。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



### 3.1. 開発途上国の基礎情報(ベトナム)

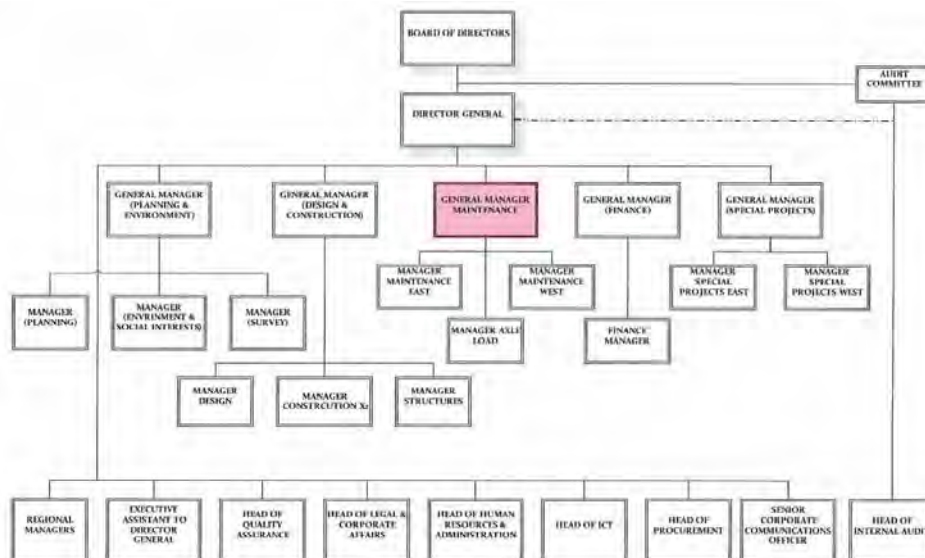
- 監督官庁は運輸省(MOT)道路庁(DRVN)。道路延長は16,758 km (2009)、管理する橋梁は約4,300橋梁。
- 地方管理局(RRMU)が4局(RRMU2, 4, 5, 7)ある。その下の直属事務所はなく、民営化された維持管理会社が配置されている。
- 地方管理局以外にも、地方省交通部(PDOT)が国道管理に参加している。地方省交通部の管理延長は8,839 km (2007)、全体の約50%となっている。



Source: RRMU4 material, May 2010

### 3.1. 開発途上国の基礎情報(ケニア)

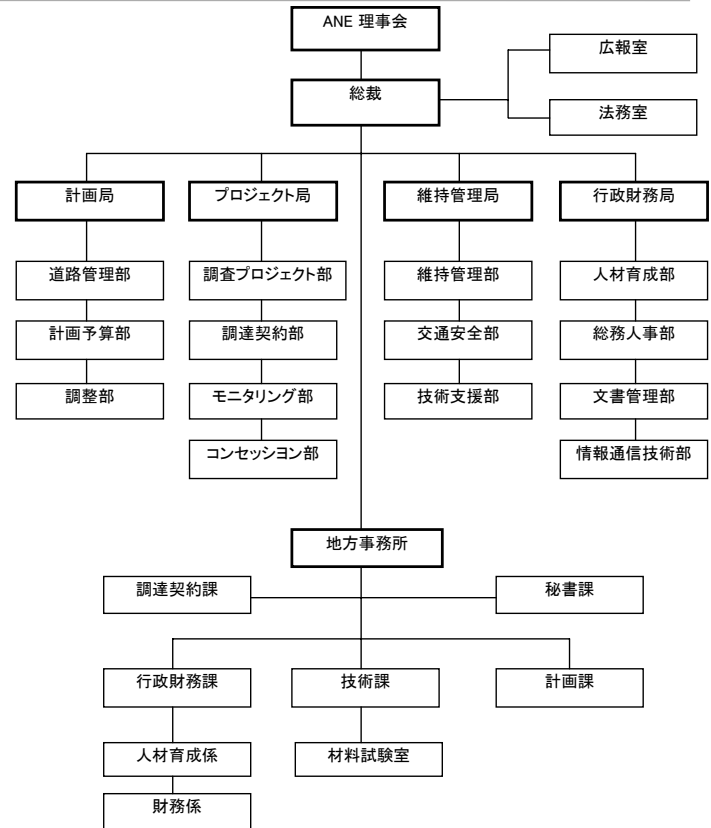
- 監督官庁は道路省 (Ministry of Roads)。道路延長(km)は160,886km、橋梁総数不明(1,000橋以上)。
- 直轄の47地方事務所その他、道路整備の実施機関として公社等が設置されている(ケニア道路機構(KRB; Kenya Roads Board)、ケニア高速道路公社(KeNHA; Kenya National Highways Authority: 下図参照)、ケニア地方道路公社(KeRRA; Kenya Rural Roads Authority)、ケニア都市道路公社(KURA; Kenya Urban Roads Authority)、ケニア野生生物公社(KWS; Kenya Wildlife Service))





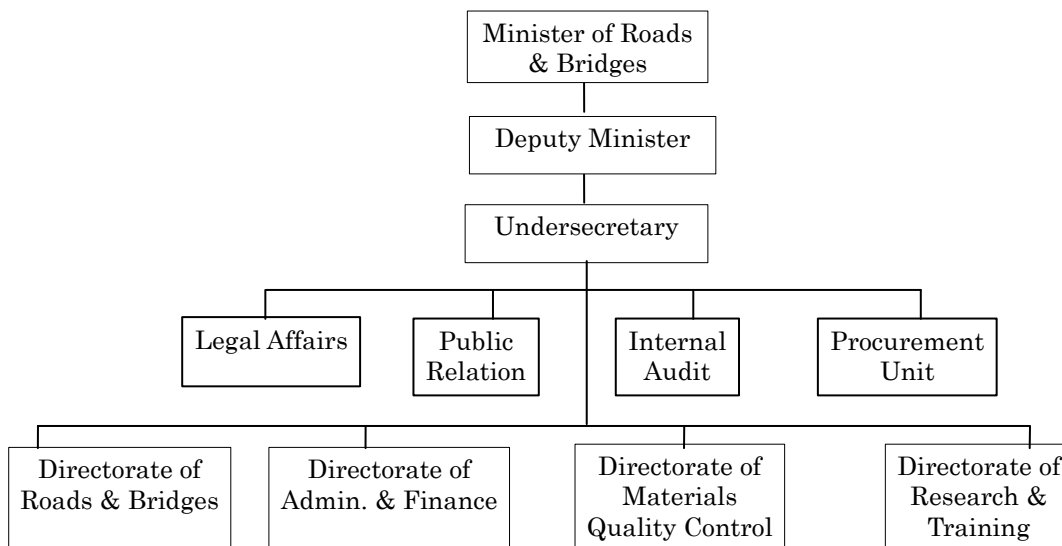
### 3.1. 開発途上国の基礎情報(モザンビーク)

- 監督官庁は、公共事業住宅省。省内には道路行政を担当する部署は存在せず、道路公社(ANE:公共事業住宅省の大臣の直下組織)が実施。
- 道路網総延長33,377km(内、分類道路29,848km、非分類道路3,529km)。分類道路の内訳は、一級国道5,975km、二級国道4,584km、三級地方道12,664km、近隣道路6,661km。
- このうち約30,000kmをANEが管理。ANE管理橋梁数は約1,400橋、橋梁延長約6,000m(6m以上)。
- 道路公社の地方道路事務所は、各州(10州)に存在する。



### 3.1. 開発途上国の基礎情報(南スーダン)

- 監督官庁は、道路・橋梁省 (Ministry of Roads and Bridge)
- 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、その他はCity Councilが管理している。
- 道路延長は12,642km(うち 7,369km(州間道路)、1,451km(国際道路)、3,822km(国策道路))



## 3.2. 中進国における道路・橋梁維持管理の基礎情報のまとめ

中進国の状況：中央・現場事務所の人材のレベルはある程度整っている  
各国それぞれ直轄とコンセッション等を活用しつつ維持管理を実施

### ■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いため、予防保全を前提とした管理方法を1970年代から実施。一方、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
- ▶ 現在でも一部では、産官学が一体となって、先進的な道路アセットマネジメントを実施
- ▶ 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)は各管理者が直轄管理

### ■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

### ■マレーシア

- ▶ 国道と高速道路をコンセッション、州道・地方道路は各々州・地方政府が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、契約は仕様規定

### ■ブラジル

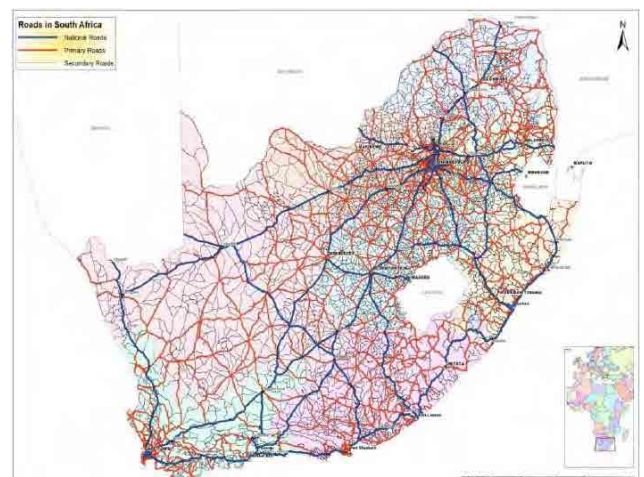
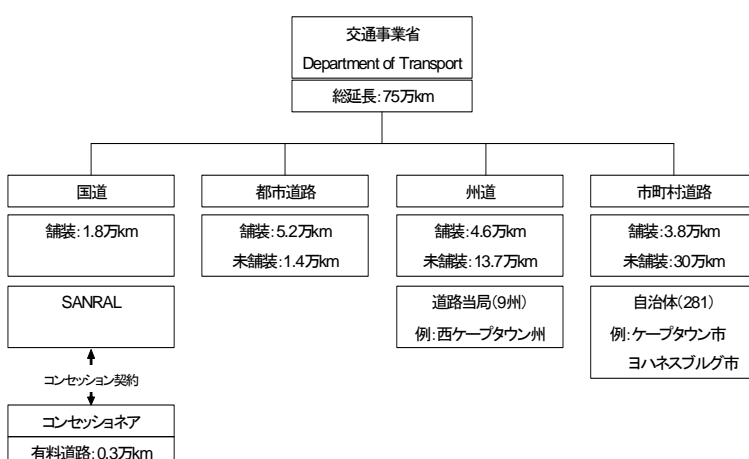
- ▶ 連邦道路、州道は、コンセッションと直轄管理が並存、管理当局も各々で異なる。直轄では性能規定型維持管理契約(CREMA型)を試行中

### ■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
- ▶ コンセッションは交通量の多い国道を対象に導入されている。現時点では今後の新たな導入予定はない。

## 3.2. 中進国の基礎情報(南アフリカ)①

- 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(州道約13.7万km、都市道路約1.4万km、市道約30万km)
- 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
- 国道は、有料道路約0.3万km、無料道路約1.5万kmとも 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に委託

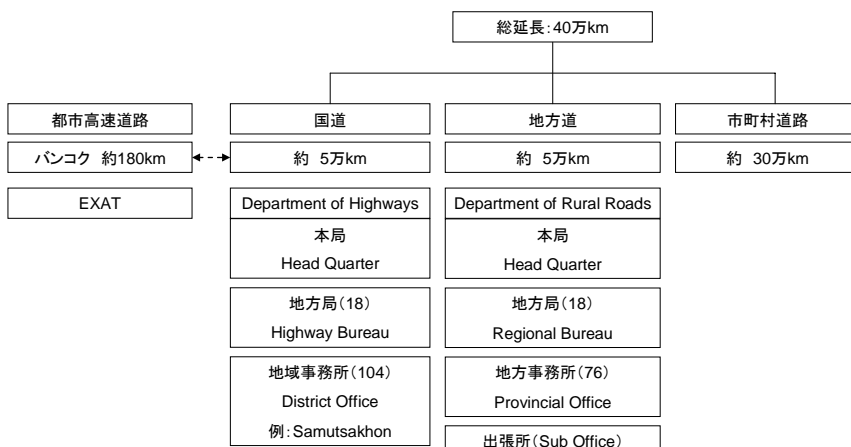


## 3.2. 中進国の基礎情報(南アフリカ)②

- 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、構築している舗装、橋梁のアセットマネジメントシステムの積極的な活用に特徴がみられる
- その理由は以下の2点
  1. 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
  2. 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当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
- 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用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
- 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

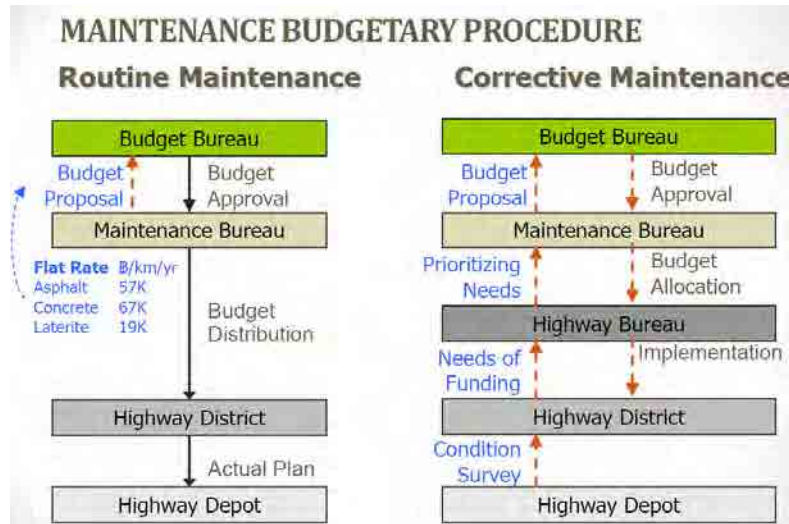
## 3.2. 中進国の基礎情報(タイ)①

- 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
- 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
- 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ており、地方事務所の下に376のサブオフィスを設ける組織拡充を開始
- EXAT(Expressway Authority of Thailand)が、バンコクの都市高速道路204kmの内、BTO路線(24km)を除いた約180kmを管理



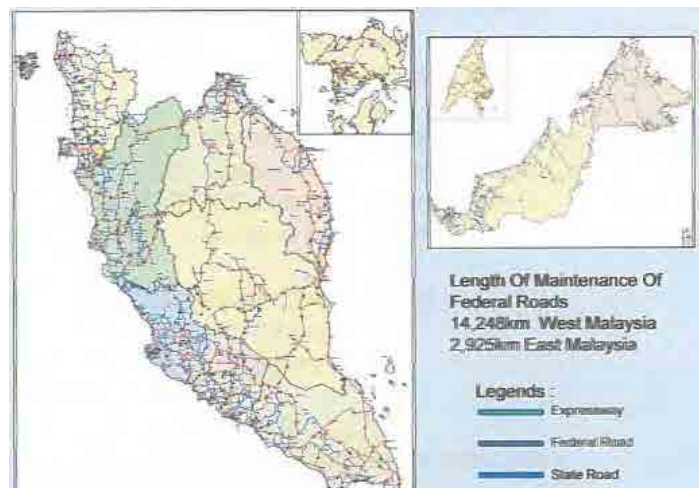
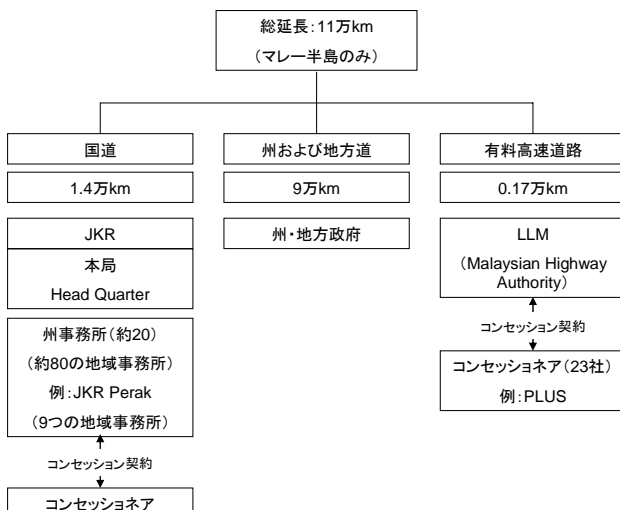
## 3.2. 中進国の基礎情報(タイ)②

- 舗装の維持管理予算は、routine maintenance(維持)とspecial maintenance(修繕)の2区分
- 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
- 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
- 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



## 3.2. 中進国の基礎情報(マレーシア)①

- 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
- 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(PWD State)、約80の地域オフィス(PWD District)の階層で管理
- 高速道路については、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ンネアに高速道路の管理を委託



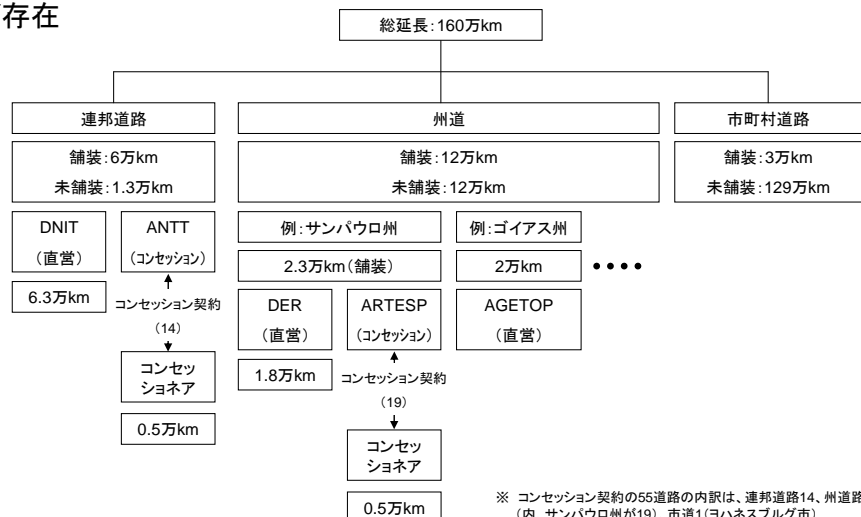


## 3.2. 中進国の基礎情報(マレーシア)②

- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- Routine Maintenanceの単価は決まっている(総額1,550RM/km:路肩管理、草刈などの項目別単価の合計)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

## 3.2. 中進国の基礎情報(ブラジル)①

- 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)
- 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
- 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4900km、州道約11,000kmのコンセッション道路が存在



## 3.2. 中進国の基礎情報(ブラジル)②

(連邦道路)

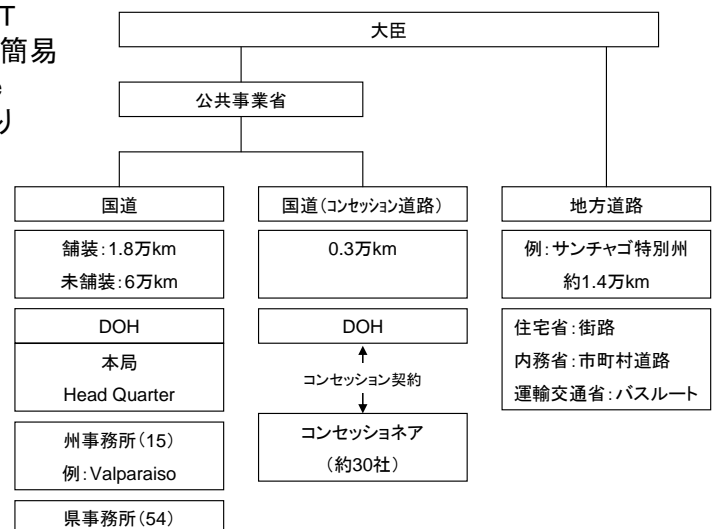
- 直営方式とコンセッション方式の2つの方法によって管理
- 直営方式では、舗装への性能規定型維持管理契約の導入が進んでおり、世界銀行の支援により、「CREMA」という契約方式を試行
- コンセッション方式については、連邦道路の全長約6万kmの内、交通量の多い道路を中心に全体の15%程度を上限に積極的に導入

(州道路)

- 連邦道路と同様に、直営方式とコンセッション方式の2つの方法で管理
- サンパウロ州では、州道約23000kmの内、コンセッション契約の道路が約5000km、DERが直接管理している道路が約18000km
- 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

## 3.2. 中進国の基礎情報(チリ)①

- チリの道路は、国が管理する国道(総延長約78000km、舗装道路約18000km、内約3000kmがコンセッション道路)と州が管理する地方道路(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
- 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などあり
- 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種類あり
- 公共事業省の大臣、副大臣の下に道路局、港湾局、都市整備局なども存在し、道路局は15州に地方整備局を設置
- 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名の職員がコンセッションネア(約30社)が管理する3000kmのコンセッション道路の管理を道路局と独立して実施



## 3.2. 中進国の基礎情報(チリ)②

(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、現在ではコンセッション道路の全延長は約3000km、各プロジェクトは延長約200km、金額約1.5億～3億USDの規模(橋梁が6800橋の内、450橋梁がコンセッション道路に含まれている)
- 既存道路の拡幅(2車線→4車線)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(典型的には利益率(IRR)は14%程度)
- コンセッショナー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

(国道:直営方式)

- コンセッション道路を除く国道(延長約75000km)の管理を、本局、州事務所(15)、県事務所(54)のヒエラルキーで実施
- 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

## 4. 中進国・開発途上国における舗装維持管理状況

- 4.1. 開発途上国の取組み状況例(インドネシア、ケニア、ラオス、ウガンダ)
- 4.2. 中進国の取組み状況(南ア、タイ、マレーシア、ブラジル、チリ)



## 4. 1. 開発途上国における舗装維持管理状況のまとめ

開発途上国の状況：

- ・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
- ・PMS(HDM-4ベース等)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

### ■インドネシア

- データベースは全体システムとして構築。日常点検や定期点検も実施。
- 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
- 但し、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状況
- 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。国内コントラクターを活用し日常点検及び補修を実施
- 点検データの蓄積がない、人材育成がなされておらず点検精度のムラ等の問題が散見される

### ■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
- HDM4が2008年に導入されているが、活用されていない

## 4.1. 開発途上国の取り組み状況(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。
- 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、全国统一様式で実施 ➢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。

## 4.1. 開発途上国の取り組み状況(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が実施されておらず、活用されていない状況

台帳の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 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)</li> </ul>
点検基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Road Maintenance Manual (2002年にJICA技プロで作成、2010年に公式制定)</li> <li>➢ 目視が基本</li> </ul>
日常点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 未実施</li> </ul>
定期点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 道路公社が直営で実施</li> <li>➢ 年に1回実施。目視のため使用資機材は未使用。</li> <li>➢ 結果は紙ベースで管理</li> </ul>
維持補修	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 道路公社による入札 (技術提案を評価することもある)</li> <li>➢ Road Maintenance Manualを保有</li> </ul>
PMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 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、ケニア道路機構 (KRB) に導入</li> <li>➢ 最新のHDM-4を保有が有効に活用されていない状況</li> </ul>

## 4.1. 開発途上国の取り組み状況(ラオス)

- 維持管理サイクルが確立しているが、点検が定性的など高度化の要素がある。
- 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 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PRoMMS (地方道を対象としたProvincial and Rural Road Management System) に諸元等が記録されている</li> </ul>
点検基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ RMS、PRoMMS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。</li> <li>➢ ラフネスは専用の計測車両によりIRI (International Roughness Index) により評価。</li> <li>➢ 道路コンディションは損傷 (ひび割れ、ポットホールなど) を目視で確認。</li> </ul>
日常点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 日常維持管理業務 (点検→補修) 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。</li> <li>➢ 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。</li> </ul>
定期点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ PTI及び各県が実施主体となり実施。</li> <li>➢ 国道のデータ収集は国内コンサルに外部委託。</li> <li>➢ 地方道はDPWTが直営で実施。</li> <li>➢ 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。</li> <li>➢ 2001年、2004/05年、2008年、2011年に調査実施</li> </ul>
維持補修	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 日常維持管理業務 (点検→補修) 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。</li> </ul>
PMS	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 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。</li> <li>➢ 2008年に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となった。</li> </ul>

## 4.1. 開発途上国の取り組み状況(ウガンダ)

- 点検基準は存在するが、日常点検・定期点検など維持管理サイクルが実施されていない。
- HDM4が導入されているが、担当者が少ないため、今後の活用も含め課題が多い。

台帳の整備	▶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	▶HDM4を2008年に導入したが、活用されていない。

## 4.2. 中進国における舗装維持管理状況のまとめ

中進国の状況：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

### ■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
- ▶ 一方、例外的にSANRAL(国道管理)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

### ■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
- ▶ TPMS2009(HDM-4予測モデル活用)を活用し、維持管理5ヵ年計画や予算要求の戦略を作成

### ■マレーシア

- ▶ 維持管理の調査(路面性・たわみ等)はコンセッションが実施、高速道路公社が目視調査でレビュー
- ▶ 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)

### ■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
- ▶ 国道・州道・コンセッション有料高速道路において、それぞれPMSを積極的に活用

### ■チリ

- ▶ 民間委託が進んでおり、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

## 4.2. 中進国の取り組み状況(① 南アフリカ 1/3)

### [概況]

- 南アは舗装維持管理の先進国だった。1970年代より維持管理ソフトウェアが開発され運用されてきた。(アパルトヘイトの影響等で、アスファルト層の薄い舗装を採用、良い維持管理が必須であった)
- アパルトヘイト廃止後の政策変更により、自治体の多くでは維持管理のしくみは崩壊した。(道路行政は維持管理よりも生活道路の新設・土道の砂利道化を、技術よりも人種政策を重視)
- ヨハネスブルグ市やケープタウン市のような大規模自治体でも、道路網の現況について5年に一度外注による目視点検を行っている程度で、現況把握が不十分。維持修繕のバックログが大きいため、限られた予算は大部分ポットホールパッチングに使用されている。
- 例外的にSANRAL(国道管理者)、西ケープ州、TRAC社(高速道路のコンセッションア)では、先進的な舗装の維持管理が実施されている。SANRALと西ケープ州では20年以上にわたる路面性状や交通量などのデータの蓄積があり、精度の高い劣化モデルをベースに舗装維持管理のしくみを構築している。

## 4.2. 中進国の取り組み状況(① 南アフリカ 2/3)

### 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

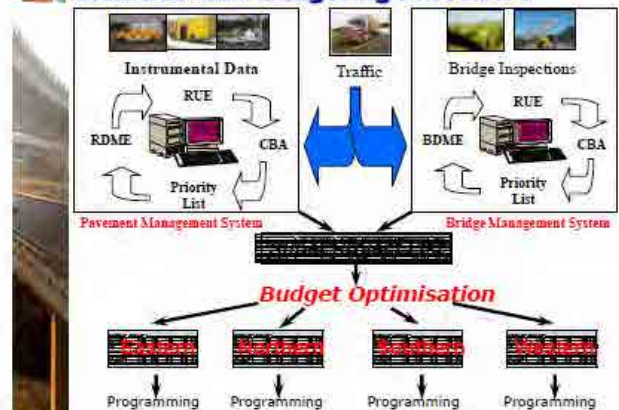
#### [計画]

dTIMSとHDM4を組み合わせた意思決定支援ツールを用いて実施

### AMS Software - Life Cycle Modelling



### SANRAL AMS Budgeting Procedure





## 4.2. 中進国の取り組み状況(① 南アフリカ 3/3)

### 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。37のテストセクションの時系列データをHDM4のカ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

#### [計画]

dTIMSとHDM4を組み合わせた意思決定支援ツールを用いて実施

### 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]

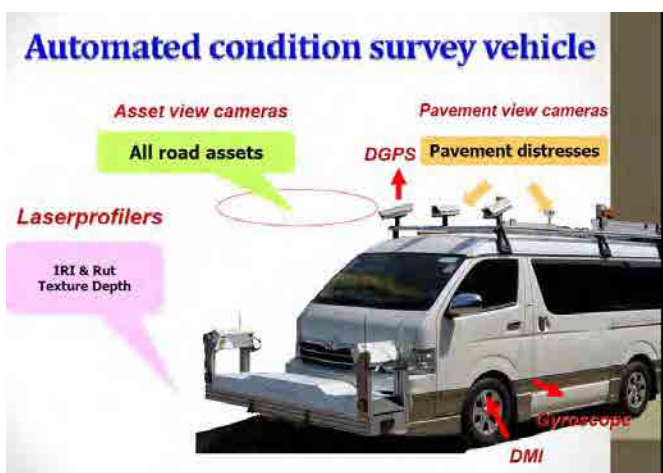
プロジェクトベースで建設業者に外注し実施

## 4.2. 中進国の取り組み状況(② タイ 1/2)

道路局(DOH)が約5万kmの国道網を管理している。

#### [点検・評価]

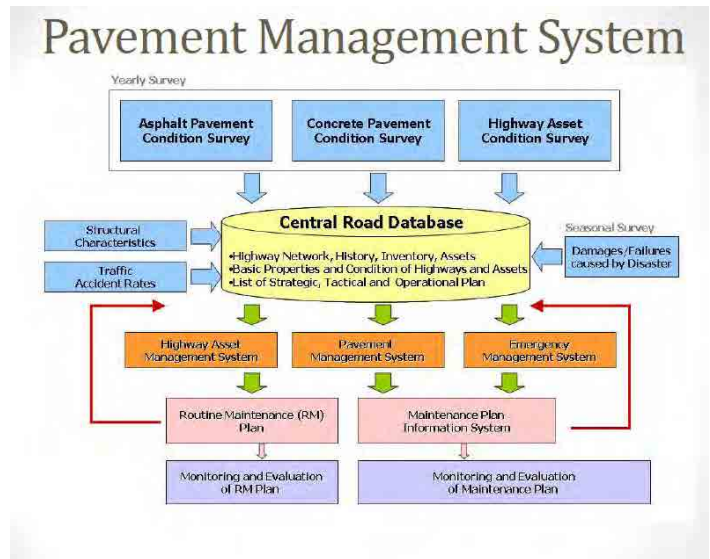
- 自動計測車両を用いて道路局(DOH)本部が行う全国調査と、地域道路事務所が行う目視日常点検
- 全国道路網調査は3大学に外注して実施(概ね2年に1度)。ARRB社製HawkEyesを用い平坦性、わだち掘れ、ひび割れなどを計測
- 地域道路事務所の点検結果は写真データとともにコンピュータに格納されている。



## 4.2. 中進国の取り組み状況(② タイ 2/2)

### [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HDM4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て、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。

## 4.2. 中進国の取り組み状況(③ マレーシア 1/3)

マレーシアでは、高速道路網は1988年から、マレー半島の国道網は2000年から、長期コンセッション契約に基づき民間会社が維持管理を行っている。

### 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が行われている。
- 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ニアが担当し、高速道路公社は、その監督業務を行う。

#### [点検・評価(大手コンセッショニアPLUS社の例)]

- コンセッショニアは毎年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個所については、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。

## 4.2. 中進国の取り組み状況(③) マレーシア 2/3)

### [計画(大手コンセッショナー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HDM4を用いている。蓄積しているデータによりHDM4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。

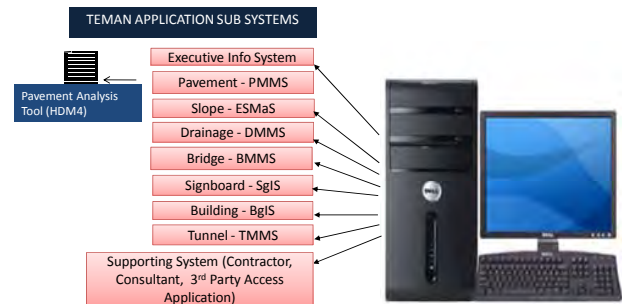
### [実施]

- 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ナー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、コンセッショナー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。
- また、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るため、効率よく維持管理工事を行うインセンティブが高い。

### Operational Efficiency



Information & Database Management : Total Expressways Maintenance Management System (TEMAN)



## 4.2. 中進国の取り組み状況(③) マレーシア 3/3)

### 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。
- 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、コンセッショナー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、長期契約の下、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HDM4を用いて国道維持管理計画を策定している。HDM4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. 中進国の取り組み状況(④) ブラジル 1/4)

- ブラジルの道路は、国(DNIT)が管理している国道、州(DER)が管理している州道、市が管理している市道に分類される。
- 1994年までは、国・州・市はそれぞれの管轄する道路をすべて直轄で整備・管理していたが、1995年以降、コンセッション方式による道路の整備・管理が導入され、現在では、16,000kmの国道・州道の幹線道路がコンセッショナにより有料高速道路として運営維持管理されている。
- ブラジルでは、維持管理ソフトウェアが約20年前にDNITにより初めて導入され、次いでサンパウロ州等の南部の州等で導入が進められた。また、コンセッショナは数十年に及ぶ契約期間中、最適な維持管理を行うために、積極的にソフトウェアを活用している。
- 以下に、一般国道(DNIT)およびコンセッショナが管理する国道・州道の有料高速道路の道路維持管理システムについて詳述する。

### 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。これらの内、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。

## 4.2. 中進国の取り組み状況(④) ブラジル 2/4)

### [点検・評価]

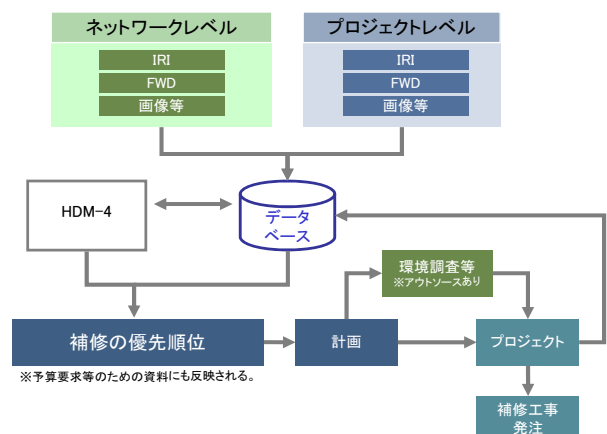
- DNITは民間業者に委託して、CREMA契約区間を除く道路網のほぼ全体にわたってIRI、FWD、LVC (Live-Virtual-Constructive) Architecture Roadmap (写真・画像地図データ)などの情報を定期的に収集している。
- 現在は2社との3年契約との下に、DYNATEST社製の4台の計測車両(1社が1台、もう1社が3台保有)を用いて毎年計測を行っている。FWDは4年ごとに実施している。
- CREMA道路は、CREMA委託業者が路面性状調査を行っている。道路の詳細データは、契約終了時に委託業者からDNITへ提出される契約。

### [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、300～500kmに1箇所配置されている地域事務所が実施。
- 定期修繕などの一定以上の規模の工事は外注。



## 4.2. 中進国の取り組み状況(④) ブラジル 3/4)

### 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。
- 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いる。
- 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。

## 4.2. 中進国の取り組み状況(④) ブラジル 4/4)

#### [計画]

- コンセッショネアは、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、コンセッショネアは損も得もしないようになっている。
- コンセッショネアは、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ネアの判断で必要に応じて行う工事の2種がある。
- 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。

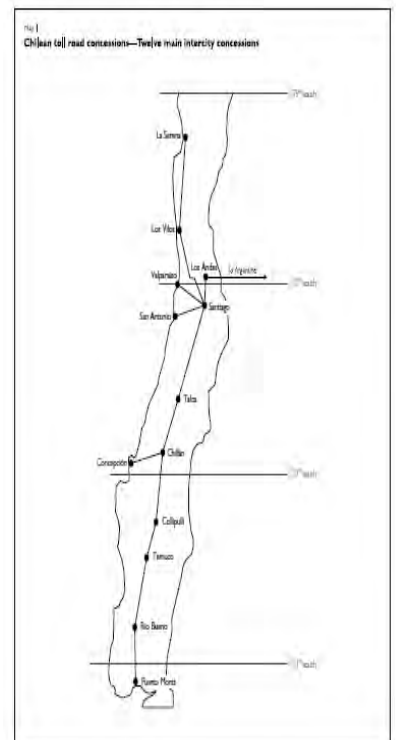
## 4.2. 中進国の取り組み状況(⑤ チリ 1/4)

- チリの国道の総延長は78,000kmで、コンセッション区間を除き、道路局が管理している。道路局は、州事務所と県事務所を動員して舗装維持管理業務を実施している。
- 特に交通量の多い3,000kmの国道は、コンセッション契約により民間企業が運営維持管理する有料高速道路である。公共事業省は道路局から独立した監督機関を設置してコンセッショナーの管理を行っている。

### 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(残りは直轄)。
- 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については5年間の性能規定型の契約で、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。



コンセッション有料高速道

## 4.2. 中進国の取り組み状況(⑤ チリ 2/4)

### [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。うち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等を用いた舗装性状計測を実施。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。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。このほか、FWD, LWD, すべり抵抗の計測も実施している。

### [計画]

- 直轄区間、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うえで、実際のPeriodic Maintenanceを県事務所と民間委託業者に実施させている。

## 4.2. 中進国の取り組み状況(⑤ チリ 3/4)

### 有料高速国道の舗装維持管理

#### [概要]

- 約3,000kmの特に交通量の多い国道は、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。コンセッション道路は15区間(平均200km)。
- コンセッションは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。

#### [点検・評価]

- コンセッショ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。公共事業省からプロジェクトごとに検査員(技術者)が1名派遣されており、コンセッショ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。
- コンセッショ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(データ提供)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について規定されている(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)。

#### [計画]

- コンセッショネアは舗装現況調査の結果などを基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ネアはHDM-4を使っている。

## 4.2. 中進国の取り組み状況(⑤ チリ 4/4)

### [実施]

- コンセッショネアは、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。また、FWDの値が基準より下がれば、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、スラリーシール、パッチングなど)は契約であらかじめ決められているが、コンセッショネアが新技術(マイクロ舗装など)を提案することも可能。性能を満たせば、縮減したコストは全てコンセッショネアの利益となる。

## 5. 中進国・開発途上国における橋梁維持管理状況

- 5.1 開発途上国の取り組み状況（フィリピン、ケニア、キルギス）
- 5.2 中進国の取り組み状況（南ア、タイ、マレーシア、ブラジル、チリ）

### 5. 1. 開発途上国における橋梁維持管理状況のまとめ

開発途上国の状況：

- ・舗装に比べて、橋梁の維持管理は遅れており、ほとんどの国では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。

#### ■フィリピン

- 定期点検を直営で実施。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
- 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3人程度による目視）
- ただし、定期点検は、重要な橋のみ（30橋程度）、年に1回実施

#### ■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。
- 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。

## 5.1. 開発途上国の取り組み状況(フィリピン)

- 定期点検の実施も含め、維持管理サイクルが構築されている。
- また、優先順位判定・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。

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

## 5.1. 開発途上国の取り組み状況(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。
- 維持管理ソフトウェアは未導入。

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



## 5.1. 開発途上国の取り組み状況(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。
- 橋梁の維持管理概念がなく、実質的な維持修繕も未実施。

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

## 5.2. 中進国における橋梁維持管理状況のまとめ

中進国の状況 : 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。  
南アフリカ(一部)とマレーシアはマニュアル、橋梁マネジメントのしくみを構築。

### ■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。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を行えるようになった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ナが橋梁の初期点検、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



## 5.2. 中進国の取り組み状況(南アフリカ)①

- 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(海外ではボツワナ、ナミビア、スワジランド、ドバイ、台湾等にも導入)
- 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り、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
- 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。
- 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。
- 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。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。



## 5.2. 中進国の取り組み状況(南アフリカ)②

- 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(DER System)により実施
- 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
- 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
- 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段階構成になるため非効率
- 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、優先度を決めることができるよう、拡張が必要

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| 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  |   |

<b>D</b> degree of defect:	How bad or severe is the defect.
<b>E</b> extent of defect:	How common it is on the inspection item being inspected.
<b>R</b> relevancy of defect:	The consequences of the defects as they are now with regards to the serviceability of the structure and the safety of the motorist/ pedestrian.
<b>U</b> 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.

## 5.2. 中進国の取り組み状況(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
- 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ーデータを補完しながら、ソフトウェアのデモ版を構築中(本年末完成予定)
- 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も実用化できるようにカスタマイズ
- 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
  - 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不足するデータ(交通量、損傷など)を自ら収集
  - ②Inspectionについては、自らマニュアルを作成し、DOH職員への教育も実施。点検はDOHの要求・技術に応じて、カスタマイズ
  - ③Evaluation/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
  - ④Prioritization/Budgetingについては、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、という5項目をもとに判断(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橋梁に予算を最優先で割り当て)

## 5.2. 中進国の取り組み状況(タイ)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、JICAの支援により、維持管理ソフトウェアを再構築中であり、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も実施されている他、タイの実情に合うようにシステムも簡素化
- 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

(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
- 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。

## 5.2. 中進国の取り組み状況(マレーシア)①

- 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(構造別では大半がコンクリート橋)
- 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、点検はJKR地方事務所の職員が実施し、点検結果をBMSIに蓄積
- 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

### (橋梁点検マニュアル)

Introduction(1章)、Types of Damage(2章)、Inspection Procedures and Reporting(3章)、Condition Rating Guide based on Damage(4章)の4構成で、点検は以下の4区分で実施

#### 1. 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

#### 2. Routine condition Inspection

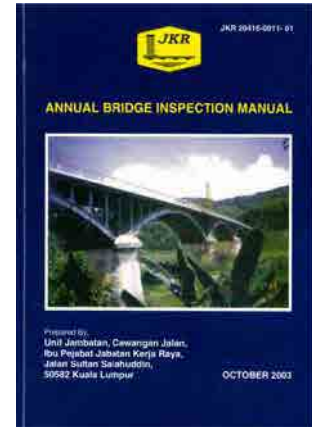
地方レベルの点検員が実施する点検で、橋梁の物理的状況をもとに評価を行い、橋梁の安全性を確保するために実施。点検は、最低1年に1回、洪水時期後の3月前後に目視によって実施

#### 3. 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。

#### 4. 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



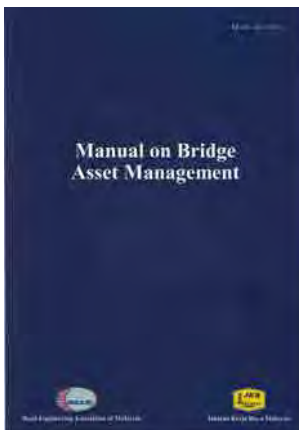
## 5.2. 中進国の取り組み状況(マレーシア)②

### (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
- ✓ 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BMSIにデータを入力。毎年250人の職員が講習を受けており、現在、数千人の職員が橋梁点検を行えるレベル

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
<b>CHAPTER 2 BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM - Management of the Bridge Asset</b>		
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
<b>CHAPTER 3 INSPECTION AND CONDITION RATING</b>		
3.1	Inspection and Condition Rating	3-1
<b>CHAPTER 4 ASSESSMENT, EVALUATION, STRESS MEASUREMENT AND MONITORING</b>		
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 Rating Principle	4-7
4.7	Indirect Stress Measurement	4-8
4.8	Live Load Stresses	4-9
4.9	Monitoring	4-9

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.
2	FRACTURE AT STEEL (Steel)	LIGHT Extensive rusting with local perforation/rusting through >20% section loss.
		MEDIUM If deflected rating shall be 4
		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
	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
4	PERMANENT DEFORMATIONS (Steel & Rubber)	LIGHT
		MEDIUM If deflected rating shall be 4
		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
6	CRACK (Reinforced Concrete)	LIGHT >30% of surface area affected
		MEDIUM If cracks are Hairline (i.e. < 0.1mm wide, rating shall be 1
		SEVERE If cracks are Narrow (i.e. - 0.1mm to 0.3mm wide, rating shall be 2
CRACK (Prestressed Concrete)	LIGHT If cracks are Medium size (i.e. - 0.3mm to 1.0mm wide, rating shall be 3	
	MEDIUM If cracks are Wide size (i.e. - 1.0mm wide, rating shall be 4	
	SEVERE If cracks are Narrow (i.e. - 0.2mm & crack spacing between 500mm & 1000mm, rating shall be 2	



## 5.2. 中進国の取り組み状況(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
- 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
- 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付け
- 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: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、コンセッション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/橋程度
- 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

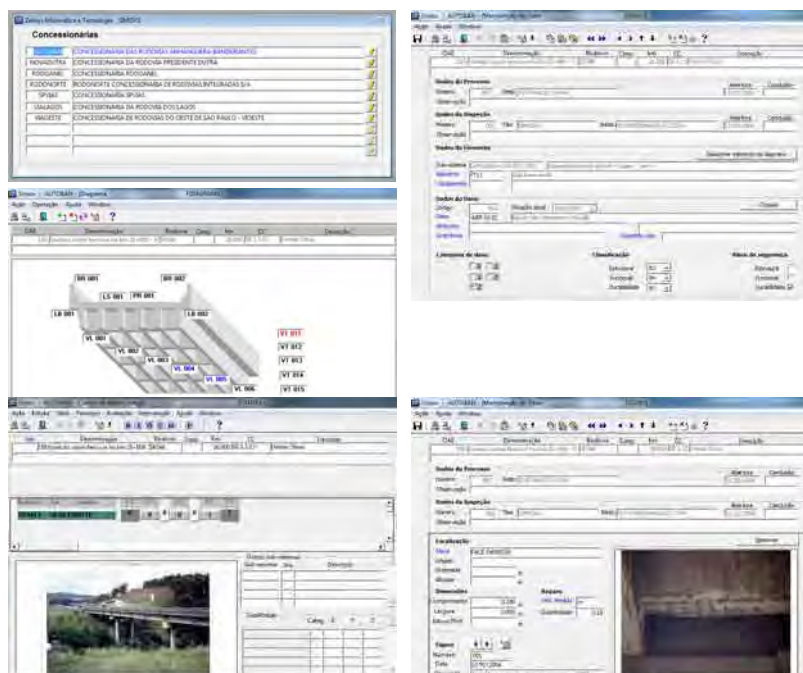


Intervenção		Estado Operacional		
Classificação	Prazo	Bom	Regular	Ruim
Imediata	0			C0
Curto Prazo	1 Ano			C1
	2 Anos		B2	C2
Médio Prazo	3 Anos		B3	
	4 Anos		B4	
Longo Prazo	5 Anos	A5		

fonte: ARTESP - ET-C21/002

## 5.2. 中進国の取り組み状況(ブラジル)②

- コンセッションアの一つである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



## 5.2. 中進国の取り組み状況(チリ)

(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
- 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
- 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(橋梁マネジメントシステムは保有せず)
- 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

(点検)

- 橋梁の日常点検は職員が直轄で行ない、必要に応じて詳細点検を実施。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。
- 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、その他の一般橋梁は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

(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。

## 6. 道路・橋梁維持管理における資機材の活用状況

- 6.1. 開発途上国における資機材の活用状況
- 6.2. 中進国における資機材の活用状況

## 6. 道路・橋梁維持管理における資機材の活用状況のまとめ

### ■ 中進国の状況

1. 先進国同様、維持管理のための測定機材が導入
2. 舗装：ハイスペックな路面性状測定車の普及が進んでいる
  - ・特にコンセッション契約等のもと性能評価のために機材を導入されるケース
3. 橋梁：目視検査が主
4. 十分な機材の管理・サポートを国内で受けるための技術の向上・体制が充実
5. 過積載車両を監視するシステムの導入、ニーズ高（道路上に設置されたカメラ等で通過車両をモニタリングし、積載量や過積載の車両を識別）

### ■ 開発途上国の状況

1. 現状では、測定機材の導入事例は少ない
2. 特に維持管理を重点課題としている国での機材導入ニーズが高い
  - ・現状の損傷状態を把握することを目的とした簡易的な路面性状調査車等
  - ・橋梁の目視点検をサポートするための点検車等

## 6.1. 開発途上国における資機材の活用状況

### ■ 現状

1. 舗装維持管理のための測定機材を導入済み（ネパール・東ティモール・南スーダン）。
2. 路面性状測定車やFWD試験機等、舗装の構造・路面評価のための最新の技術を導入している事例は少ない
3. 橋梁目視検査のためのはしご、橋梁点検車が既に導入（エチオピア・エジプト・フィリピン）

### ■ ニーズ

1. 機材の老朽化や不足の問題。老朽化や故障しても修理する手段が少ない
2. コストの安い路面性状測定車（ベトナム）、IRI簡易計測器（ケニア）等、舗装の状態を客観的に把握するための路面性状測定車の導入へのニーズ
3. 橋梁点検車の導入へのニーズ（フィリピン・タイ）
4. フィリピンでは、島国であることから近接目視のためのアクセスが困難

## 6.2. 中進国における資機材の活用状況(マレーシア)

### ■ 舗装

- 路面評価
  - ✓ 路面性状測定車が導入
  - ✓ コンセプション・ア・コンセプション会社から業務委託される民間会社が保有
  - ✓ 国道を管理するJKRが保有
- 構造評価
  - ✓ 6か月毎にFWD調査を実施
  - ✓ 民間会社がFWD調査機材を保有
- その他
  - ✓ すべり抵抗値の試験を実施

<路面性状測定車>



<FWD試験機>



### ■ 橋梁

- 目視
  - ✓ 橋梁点検車を導入
- 非破壊検査
  - ✓ 概ね5年毎の詳細調査で非破壊検査を実施
- その他
  - ✓ 車両重量計測システム
- 管理・メンテナンス
  - ✓ 機材提供会社(海外)が国内に存在しメンテナンスを受けている
  - ✓ 推奨する点検機材リストがガイドラインに記載
- 課題・ニーズ
  - ✓ 測定機材の数は不足

<橋梁点検車>



## 6.2. 中進国における資機材の活用状況(タイ)

### ■ 舗装

- 路面評価
  - ✓ DOH: 路面性状測定車を購入
  - ✓ DRR: 測定車を開発(大学との共同)
- 構造評価
  - ✓ DOH: FWD試験機を保有
  - ✓ DRR: FWD試験機を開発中
- その他
  - ✓ すべり抵抗値試験機保有(民間会社)

<路面性状測定車>



<DOH:路面性状測定車>



### ■ 橋梁

- 目視
  - ✓ DOH: 橋梁点検車を保有(1台)
  - ✓ その他、デジタルカメラ、ハンマー等
- 非破壊検査
  - ✓ EXAT: シュミットハンマー等
- その他
  - ✓ DOH: 過積載車両監視システム(WIM)を導入
- 管理・メンテナンス
  - ✓ 海外から導入する機材のメンテナンスは困難
  - ✓ 大学との共同研究で独自開発(メンテナンスの容易性を考慮して)



## 6.2. 中進国における資機材の活用状況(チリ)

### ■ 舗装

- 路面評価
    - ✓ MOP研究所及び民間会社が、路面性状調査を保有(路面性状測定車、グリップテスター、Skidテスター等)
    - ✓ 民間会社が機材を保有し調査サービスを提供や機材の代理販売等を実施
  - 構造評価
    - ✓ 同様に、MOP研究所及び民間会社が、路面性状調査を保有
- 〈路面性状測定車〉



〈非破壊検査試験機〉



### ■ 橋梁

- 目視
  - ✓ MOP:橋梁点検車を1台保有(1台で全国の点検をカバー)
  - ✓ その他、写真や動画の撮影
- 非破壊検査
  - ✓ MOP研究所で非破壊検査用機材を保有
- 管理・メンテナンス
  - ✓ 異常が生じた場合にメーカーへ依頼(無償)
  - ✓ 必要に応じて保守契約を締結
  - ✓ 民間会社で独自に管理する技術を有している
- ニーズ・課題
  - ✓ 常に最新技術の導入を積極的に検討

## 6.2. 中進国における資機材の活用状況(ブラジル)

### ■ 舗装

- 路面評価
  - ✓ 民間会社が路面性状測定車を保有
  - ✓ コンセッション契約のモニタリングのための測定車を導入、運用開始
- 構造評価
  - ✓ 民間企業がFWD試験機を保有
  - ✓ ネットワークレベル、プロジェクトレベルの両方での調査を定期的実施

〈路面性状測定車〉



### ■ 橋梁

- 目視
  - ✓ 橋梁点検車等は、必要に応じてレンタル
- 非破壊検査
  - ✓ 定期検査での異常箇所について非破壊検査やTVカメラ等を使用
- 管理・メンテナンス
  - ✓ 民間会社によってメンテナンスを実施
  - ✓ 機材提供企業の支店が国内に存在
- ニーズ・課題
  - ✓ 路面性状測定車の数が不足
  - ✓ サンパウロ以外の地方では、舗装の調査も目視に頼っている

〈FWD試験機〉



## 6.2. 中進国における資機材の活用状況(南アフリカ)

### ■ 舗装

- 路面評価
  - ✓ 原則、目視調査を実施
  - ✓ 一部、路面性状測定車を使用(SANRAL等)
  - ✓ 道路の前方映像を撮影する車を開発(Western Cape州)
- 構造評価
  - ✓ 目視によって構造劣化を判断する
  - ✓ SANRAL:FWD試験機保有
  - ✓ 走行(80km)しながら舗装強度を測定する機材を導入

### ■ 橋梁

- 目視
  - ✓ すべて目視
- 非破壊検査
  - ✓ 目視検査を重視しており、非破壊検査等  
は実施していない
- 管理・メンテナンス
  - ✓ SANRALは独自に開発、管理・メンテナ  
ンスを行っている
- ニーズ・課題
  - ✓ 目視調査を重視しており、機材を稼働率  
を確保できない(導入が困難)

<路面性状測定車>



<Structural Strength Survey Vehicle>



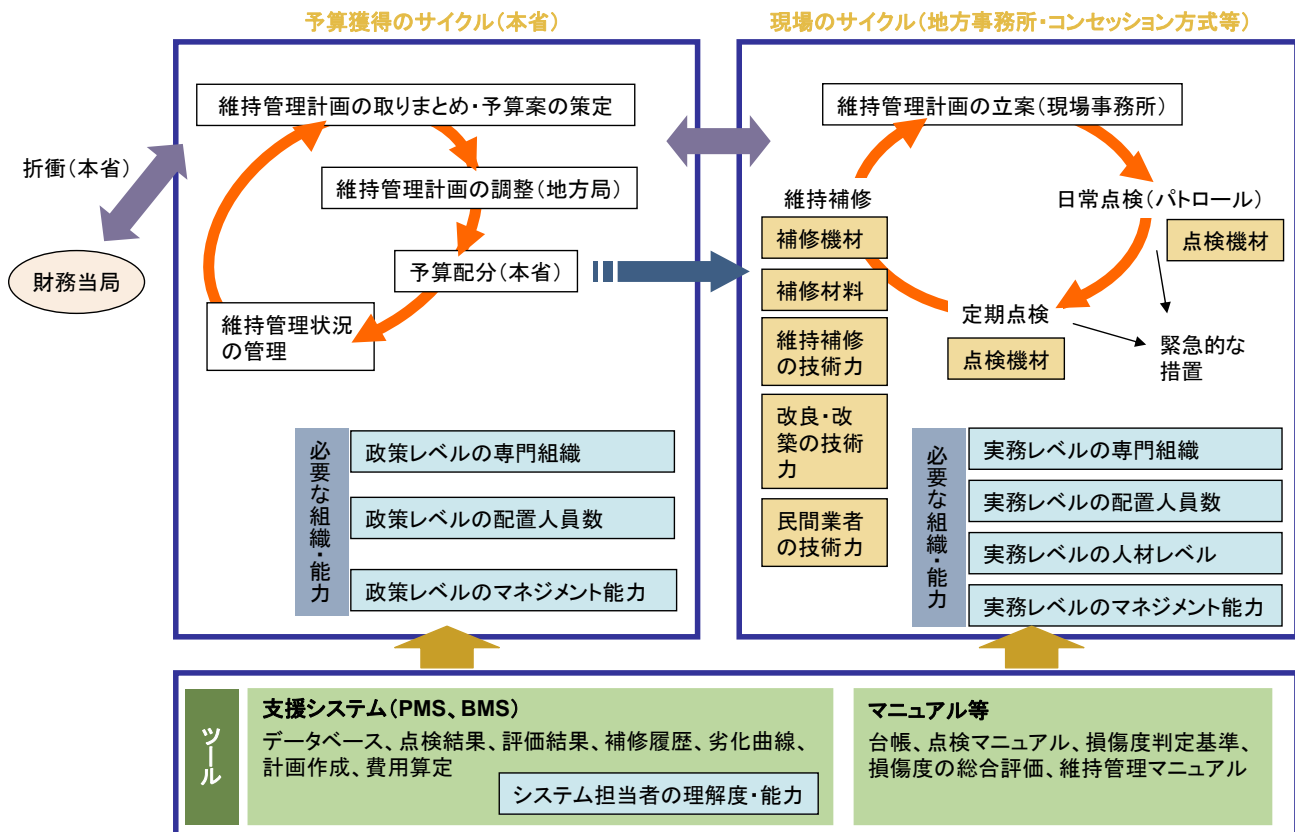
- ✓ 近隣諸国へサービス提供する場合の道  
路の状態の違いに応じた機材の導入

## まとめ(測定機材導入に際して考慮すべき事項等)

- 求められるデータの精度と機材のスペック
  - ✓ 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の検討
- 運用コスト
  - ✓ 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
- 管理・サポート
  - ✓ 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
- 現地の道路状況への適用性
  - ✓ 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を考慮
- 測定機材のキャリブレーションと精度管理
  - ✓ 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
- 現地での測定機材艤装の可否
  - ✓ 現地のエンジニアとの共同作業によって、測定機材の艤装
- ベーシックトレーニングの必要性
  - ✓ 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の確認

## 7. 開発途上国の現状把握のためのインデックス案

- インデックスは、各国の維持管理全体の状況を俯瞰的に把握するために利用。
- 以下に示す、本省と現場の維持管理サイクルでインデックスを作成



---

ご清聴ありがとうございました。

---

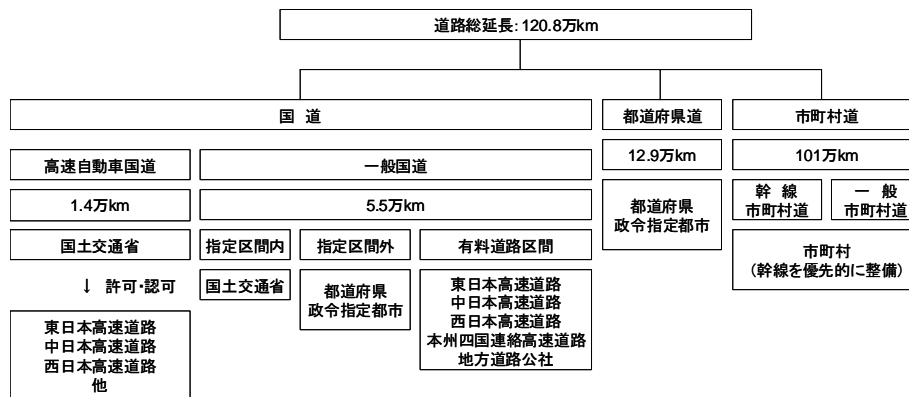
---

**参考資料: 先進国の道路・橋梁維持管理**

---

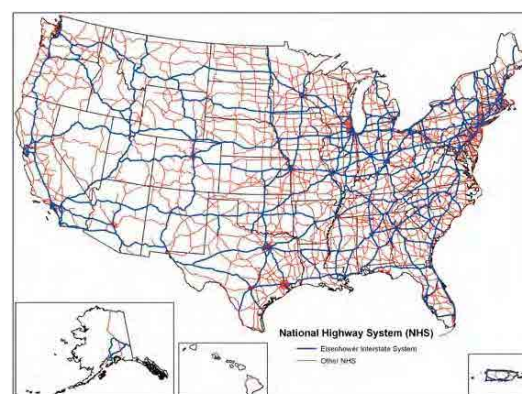
## 先進国の基礎情報(日本)

- 道路総延長120.8万kmの内、高速道路の供用延長9332km、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)
- 一般国道の建設・維持管理は、指定区間は国土交通省が実施。指定区間外は、都道府県または政令指定都市が実施。
- 高速道路をはじめとする有料道路の建設・維持管理はNEXCOをはじめとする道路会社等が実施
- 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



## 先進国の基礎情報(米国)

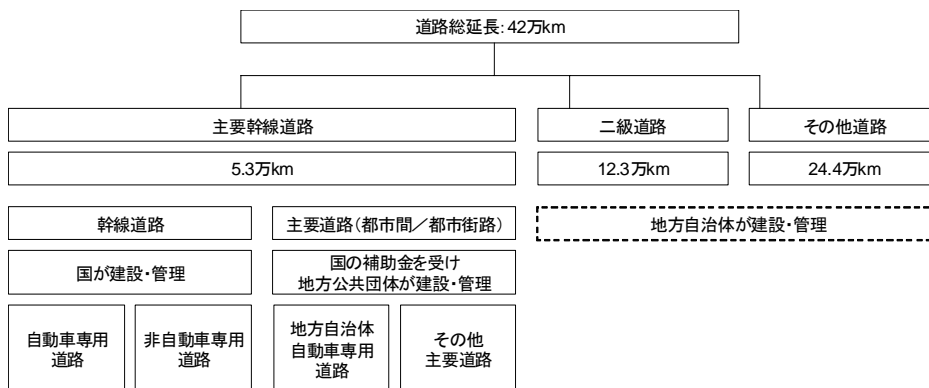
- 連邦高速道路庁(Federal Highway Administration: FHWA)は、米国交通省(Department of Transportation)の一組織であり、道路管理等を通じて、国内移動における安全性・利便性・経済性の確保、一貫した輸送システムの構築、経済の活性化、各地方自治体に対する道路建設・維持・整備に必要な金融・技術面での支援、高速道路近隣の地域・自然環境の保護を実施
- 米国連邦道路庁(FHWA)では、全国の道路を幹線道路(Arterial)、集散道路(Collector Road)、域内道路(Local Road)の3つの階層構造による分類
- 幹線道路のう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





## 先進国の基礎情報(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(効率的な輸送の実現)、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
- 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しており、その方式はMAC(Managing Agent Contract)方式と呼ばれている。



## 先進国の取り組み状況(舗装) (① アメリカ 1/2)

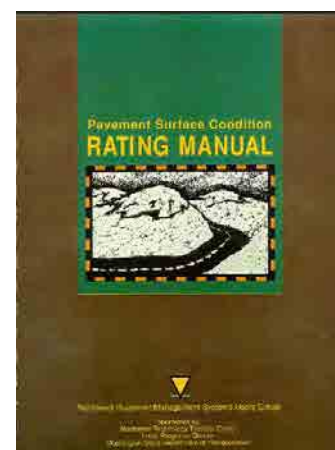
### <ワシントン州の例>

1969年から州道網全体の性状調査を開始、1970年代末にPMS(WSPMS)を独自に構築。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)

### 内容・しくみ

#### [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。





## 先進国の取り組み状況(舗装) (① アメリカ 2/2)

### [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。

### [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。

### 舗装マネジメントサイクルにおける示唆・課題

道路管理者は、まずは管理対象の状況を的確に知らなくてはならない。時系列分析ができるようなデータ収集プランの下に、精度の良い整合性あるデータを蓄積することが、PMSの第一歩。

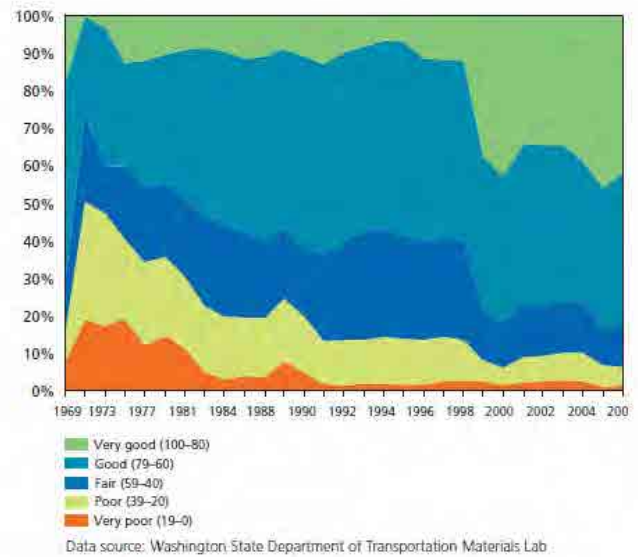


Figure 2. Trends in Washington State pavement structural condition, 1969-2006 (statewide, all pavements).

## 先進国の取り組み状況(舗装) (② イギリス 1/2)

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:

1. 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
2. データ分析機能および地図ベース・文書ベースの報告書作成を効率的に行う機能
3. 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
4. 車線閉鎖に関する情報を記録し管理する機能

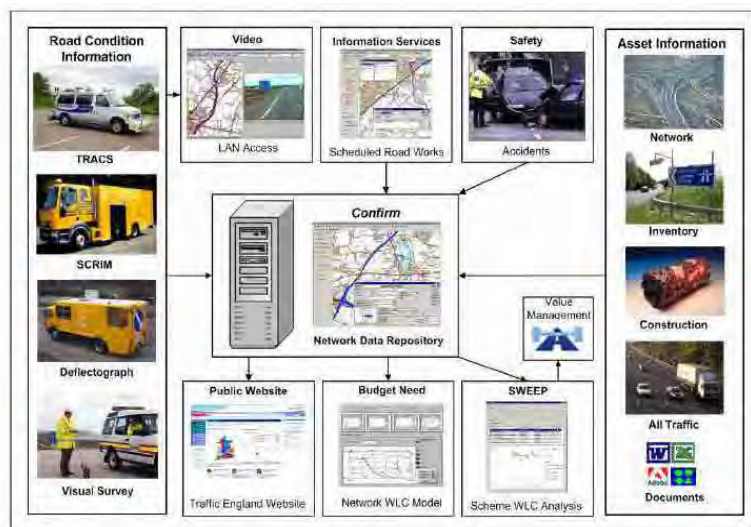


Figure 2.2.1 HAPMS Principal Components

## 先進国の取り組み状況(舗装) (② イギリス 2/2)

### 内容・しくみ

#### [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)を用いたたわみ計測。

#### [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]

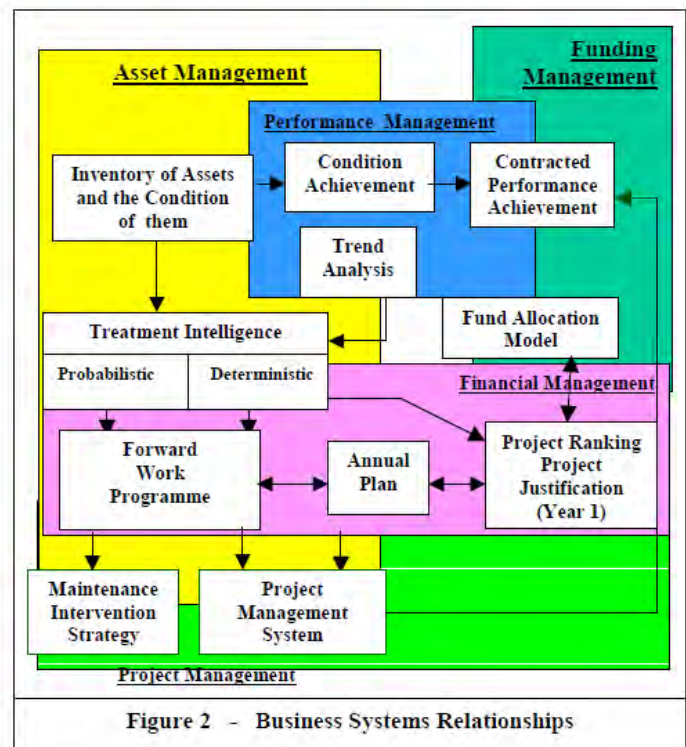
全国を14地域に区分し、それぞれの維持管理を5年契約で民間会社に請け負わせている。請負企業は、効率的な維持管理を行うために管理対象道路のデータ収集を行い、それを一定の方法で分析することを義務付けられている。

### 舗装マネジメントサイクルにおける示唆・課題

PMSはより大きな、道路資産全体をカバーするAsset Managementの枠組みの中で運用されている。

## 先進国の取り組み状況(舗装) (③ ニュージーランド 1/3)

- 運輸省Transit NZが10,836kmの国道を管理。
- すべての維持管理の実務は外注により民間企業が実施。
- 外注の2/3は5～10年の性能規定契約。
- 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AMが発達した背景。



## 先進国の取り組み状況(舗装) (③ ニュージーランド 2/3)

### 内容・しくみ

#### [点検・評価]

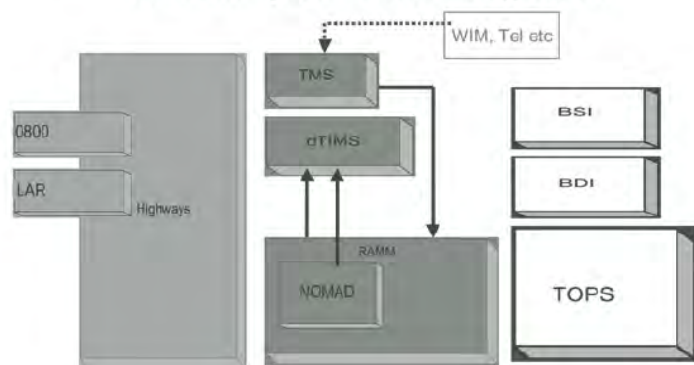
- Transit NZは毎年10%の道路区間での目視評価と、道路網全体の高速走行計測車SCRIM(Sideways-Force Coefficient Routine Investigation Machine)を用いた路面性状計測を実施。また、3年に1回の頻度で、交通量2000ADT以上の道路ではFWDによる舗装強度計測を実施している。SCRIM とFWDによる計測は、民間委託により実施。
- これとは別に、維持管理を受託している民間建設業者は自前の路面性状モニタリングシステムを保有し、日常的に舗装パフォーマンスをモニターすることが義務付けられている。
- Transit NZはコンサルタ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

## 先進国の取り組み状況(舗装) (③ ニュージーランド 3/3)

### [計画]

- Transit NZは図に示すさまざま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。

### Current Systems and Integration



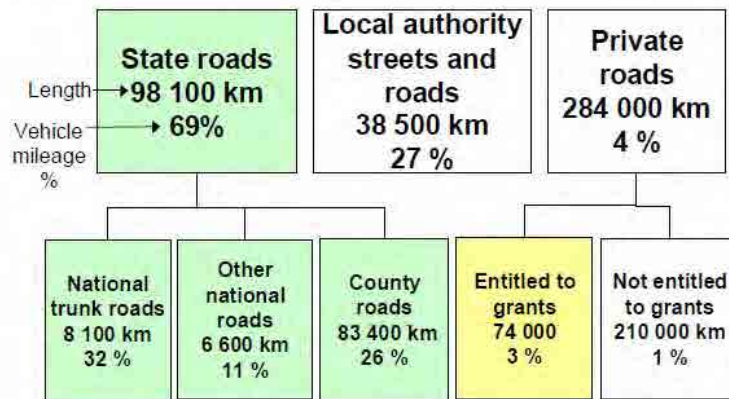
### [実施]

- 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。両者の役割分担は右図に示す通り。

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

## 先進国の取り組み状況(舗装) (④ スウェーデン 1/4)

- 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は砂利道である。国道は全国の交通量の69%をまかなっている。そのうち、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%をまかなっている。
- SNRAは本部と、全国7地域に1か所ずつ置かれている地域事務所から組織されている。



## 先進国の取り組み状況(舗装) (④ スウェーデン 2/4)

### [内容・しくみ](#)

### [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(ネットワークレベル)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)



## 先進国の取り組み状況(舗装) (④ スウェーデン 3/4)

### [計画]

- スウェーデンのPMSは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。

- ①戦略レベル(予算要求と予算付け)
- ②プログラミング(実施候補案件の選定)
- ③プロジェクトレベル(設計・維持管理事業計画等)

- 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。

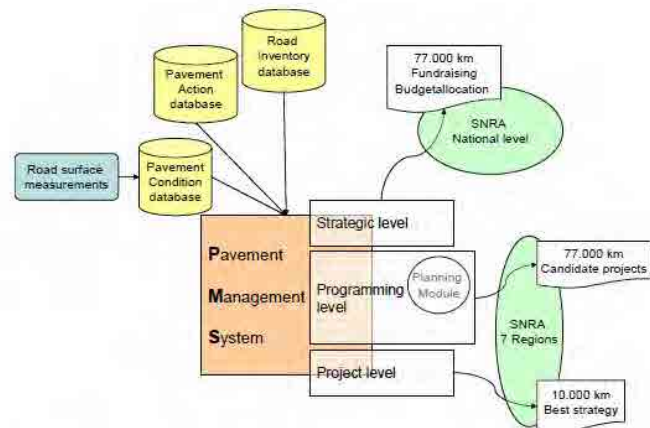


Figure 5.1 Levels and databases in the Swedish PMS (inspired by Ihs & Sjögren, 2003)

## 先進国の取り組み状況(舗装) (④ スウェーデン 4/4)

### [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)

## 先進国の取り組み状況(舗装) (⑤ カナダ 1/2)

### ＜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。

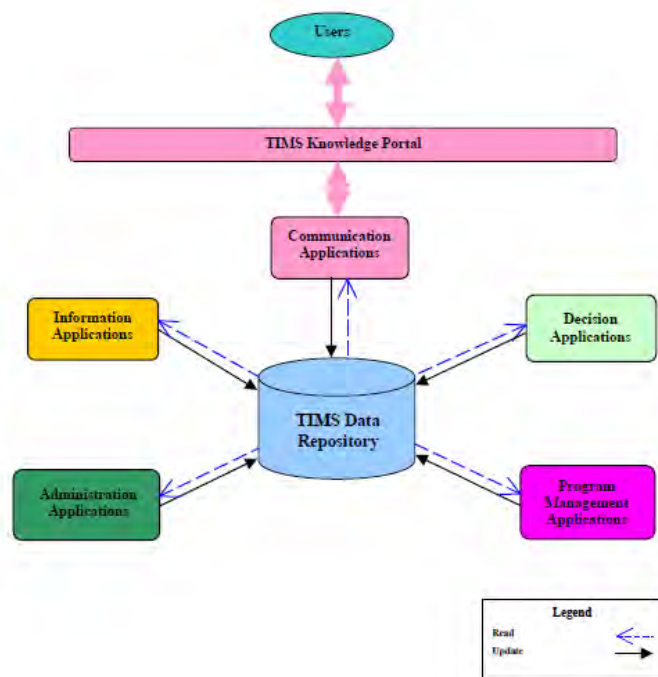


Figure 2 - TIMS Applications

## 先進国の取り組み状況(舗装) (⑤ カナダ 2/2)

### 内容・しくみ

#### [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から成っている。
- IRI、SDI、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年または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]

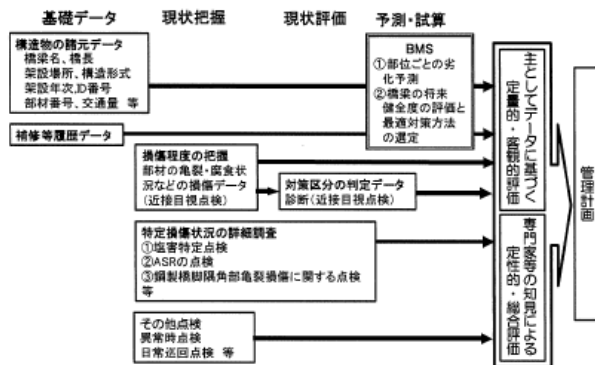
- 1980年代から90年代の初頭にかけての経済危機の中で、州政府の職員は大幅に削減され、政府の業務をビジネス原理で行う方式が定着している。
- アルバータ州においては道路維持修繕の実務はすべて民間に委託して行われている。州政府は効率的な業務の発注とその監督を主要任務とする。アセットマネージメントは、このような州政府の業務の中核となっている。



# 先進国の取り組み状況(橋梁) (日本:国道)①

- 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
- 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

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事務所にて試行  
 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:全事務所にて試行運用開始

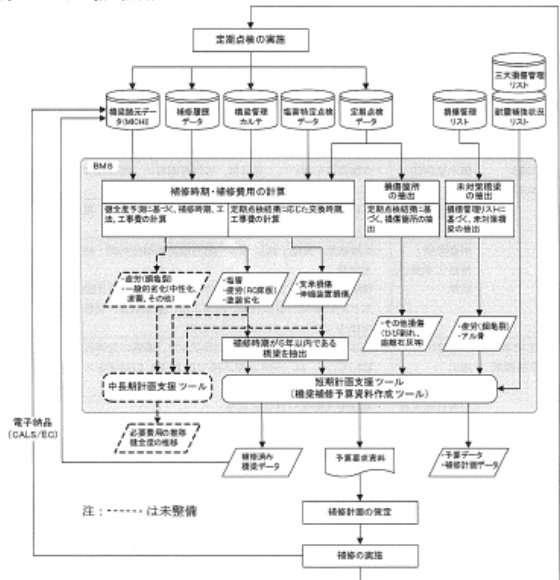


# 先進国の取り組み状況(橋梁) (日本:国道)②

■ 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する形となっている。

- 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

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	・橋梁諸元データ (MICHID: 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)
	橋梁点検データベース	・補修履歴データ: 部材毎の補修年、補修内容等 ・定期点検データ: 点検年、損傷の種類、損傷程度等
	点検管理データベース	・橋梁管理カルテ: 橋梁名、劣化要因、対策区分の判定結果等 ・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
	塩害特定点検データ	・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: かぶりの測定結果、塩化物イオン濃度試験結果等
BMS本体機能	健全度評価	・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	・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	・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	・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	・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	・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



# 先進国の取り組み状況(橋梁) (日本:地方道)①

## ■ 青森県の橋梁アセットマネジメントシステムは、以下3項目を含むトータルマネジメントシステム

### ➢ ITシステム:

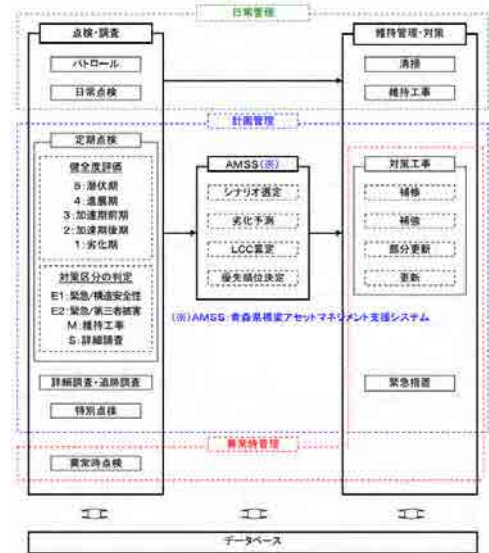
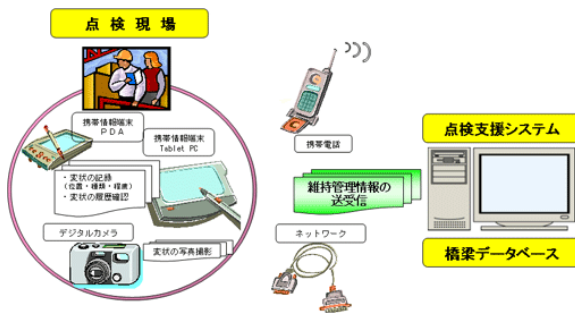
点検状況を効率的に管理する点検支援システムや予算の算定を実施する予算シミュレーションシステム等を含み、PDAを用いた点検支援システム(AMSS)も開発

### ➢ 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を実施

### ➢ マニュアル:

- ・ 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

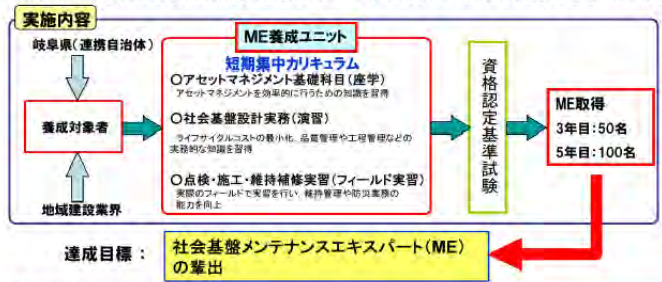


# 先進国の取り組み状況(橋梁) (日本:地方道)②

- 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
- 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
- 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仕組みを構築

## 「社会基盤メンテナンスエキスパート養成」実施内容

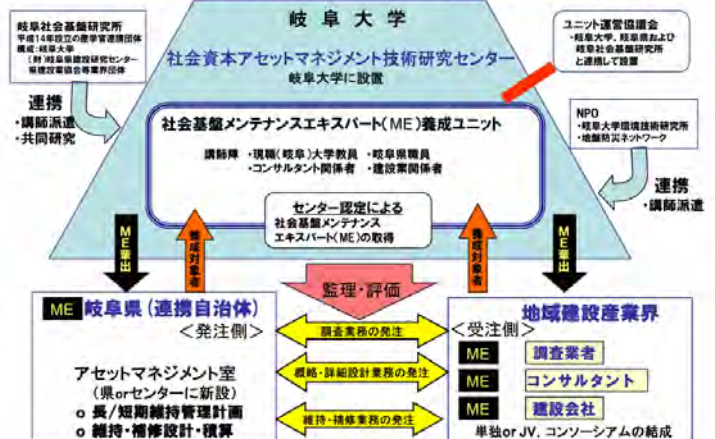
人材養成の目的:発注者・受注者双方の技術力向上による「安心安全な県土の保全」と「地域の活性化」



達成目標: 社会基盤メンテナンスエキスパート(ME)の輩出

養成された人材(ME)の活動内容  
 県等: (新たに設立される「アセットマネジメント室(仮称)」において)  
 短期的な社会資本の整備、維持管理・補修計画の実現および中/長期的な整備、維持管理・補修計画の実現を図る  
 建設業界: (MEの所属する会社、JV、コンソーシアムといった実施体制のもと)  
 質の高い社会資本の整備、維持管理・補修を通じて自らの建設業界の再生を図る

## 「社会基盤メンテナンスエキスパート養成」実施体制



## 先進国の取り組み状況(橋梁)(日本:地方道)③

- 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み
- 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

### 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
- 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

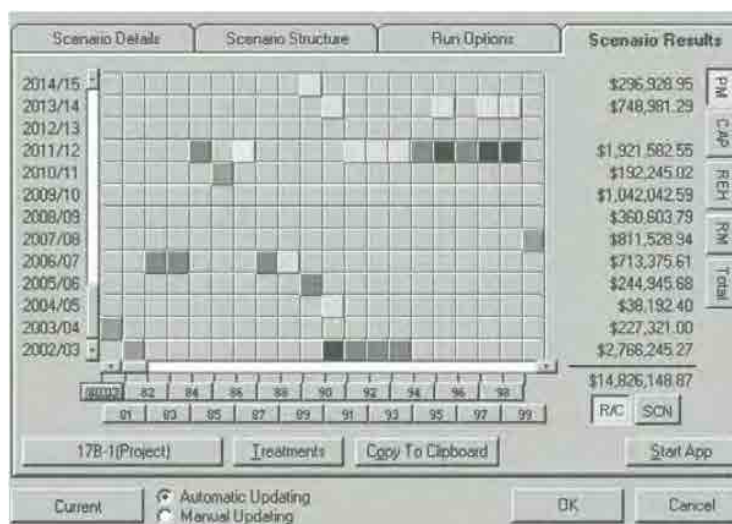
#### (協議会の構成)

- ✓ 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	部会長：道路管理課副課長	学識経験者
委員：市町村担当課長	部会員：市町担当者	専門家
土木事務所企画調整室長	土木事務所担当者	
道路管理課副課長等	道路管理課担当者	

## 先進国の取り組み状況(橋梁)(オーストラリア)

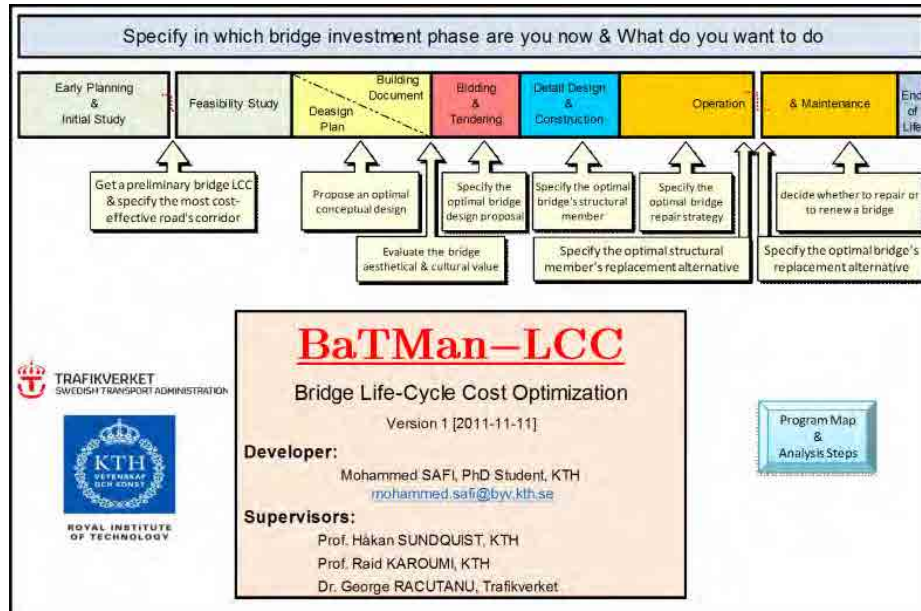
- ライフサイクルコストは、「Whole-of-Life Cost」の表記で、ライフサイクルコストの縮減を目的として、橋梁等のアセットマネジメントを促進することが点検マニュアルや各種ガイドラインに明記
- 意思決定支援ツールSCENARIO Milleniumを活用し、ライフサイクルコストをシミュレーション
  - ✓ 様々な補修戦略の選択肢が表示され、それぞれに付随するコストを表示
  - ✓ ユーザはスケジューリングされたアクションを変更し、様々な維持シナリオを比較検討可能





## 先進国の取り組み状況(橋梁) (スウェーデン)

- 点検で発見もしくは予測された損傷箇所に対して行われる特別点検の調査結果を踏まえ、BaTManシステムを活用して、補修及び更新に関わる作業内容とコストを作業計画(VP)として点検者が作成
- データベースシステムBaTManと統合したBaTMan-LCCと呼ばれるソフトウェアを開発し、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ことが可能



## 日本国内及び先進国における測定機材【舗装】

表 舗装の維持管理に必要となる代表的な測定機材一覧

調査項目	測定機材	指標	測定精度	市場性/適用性	コスト	
構造評価	支持力	①FWD	-	構造評価に一般的に利用	高価	
		②小型FWD		路床・路盤等の支持力	未舗装・薄層舗装(簡易舗装)等	①より安価
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)	性能確認試験合格レベル	高水準管理道路	高価	
		④路面性状測定車		③に準ずる	その他幹線道路	③より安価
	ラフネス(IRI)	⑤ラフネス計測車(高精度)	ラフネス(IRI)	Class2相当	一般的な道路の路面評価	③④より安価
		⑥ラフネス計測車		Class3相当	管理水準が粗い道路	⑤より安価
道路画像(ひび割れ)	⑦計測車	道路前方映像ひび割れ状況	③④に準ずる	交通量が少ない道路	③~⑥より安価	

※その他、路面評価として、路面の荒さ(texture)、すべり抵抗値、透水水、騒音値の計測のための機材を含む

## 日本国内及び先進国における測定機材【舗装】

### ■ 路面性状測定車の性能確認試験

- ✓ 日本では路面性状測定車の測定精度検証のための性能確認試験を実施
- ✓ 民間企業が保有する路面性状測定車の性能確認を依頼し、測定車によって計測される路面性状の各種計測値が、人力測定による値を基準として、適切な精度をもって計測処理できる性能を有していることを、実測計測により確認
- ✓ 年一回実施され、認定を受けて試験に合格した路面性状測定車は、約1年間の有効期限をもった性能確認証書が発行

表 性能確認試験項目及び認定性能

検査項目	認定性能基準
距離精度測定性能	自動測定装置による2回の測定値が、いずれも±0.5%以内の精度であること
ひび割れ測定性能	人力によりスケッチした幅1mm以上のひび割れが識別可能であること
わだち掘れ測定性能	人力により測定した基準値に対して、±3mm以内の精度であること
平坦性測定性能	人力により測定した基準値の最大値+30%から最小値-30%の範囲内の精度であること

## 日本国内及び先進国における測定機材【舗装】

### ■ 舗装維持管理のための測定機材の将来性、課題等

#### ① ひび割れ自動解析

- わだち掘れ、ラフネス(IRI)は、ほぼ自動的にデータを取得し解析
- ひび割れは画像から目視判定により発生状況を判読
- ひび割れの自動解析に関する取り組み(研究段階)

#### ② ネットワークレベルでの構造支持力調査

- 高速走行しながら連続的にたわみを測定するための測定車が開発
- ネットワークレベルの構造評価に十分な精度が確保

#### ③ 路面性状測定車の汎用化

- 路面性状測定車に搭載する各種モジュールの、利用ニーズや新技術へ対応するための拡張性
- 各種搭載機材をコンパクト化して、機材のみを持ち運び可能
- 伸縮装置の段差量や舗装の乗り心地(IRI)を”リアルタイム”かつ”低コスト”な計測技術で評価、診断する測定車

## 日本国内及び先進国における測定機材【橋梁】

表 橋梁の維持管理に必要なとなる代表的な測定機材一覧

点検方法	点検項目	機材/方法	市場性/適用性	コスト
目視点検	全般	橋梁点検車・高所作業車・リフト車	点検箇所へのアクセス困難な場所での適用	高価・大掛かり
		簡易橋梁点検機(カメラ)	①の利用でもアクセスが困難な場所	①より安価
		携帯情報端末システム	点検の効率化	システム開発・ライセンス費用が必要
点検機材使用	ひずみ・ひびわれ・振動等	ひずみゲージ、加速度センサ等	適用性高い・実績多数	安価
非破壊検査	鋼 腐食・亀裂等	超音波板厚計・磁粉探傷試験等	-	-
	コンクリート 漏水・遊離石灰・圧縮強度等	衝撃弾性波・赤外線等		
画像処理	ひびわれ	カメラ画像処理システム	目視点検の省力化	-

## 日本国内及び先進国における測定機材【橋梁】

### ■ 橋梁維持管理のための測定機材の将来性、課題等

#### ① 構造ヘルスマニタリング

- 構造物にセンサを取り付けて、損傷に関するデータを自動的に取得
- 目視点検と比較して、データの客観化、時間短縮等の効果に期待
- 通信ネットワークを介して遠隔地から常に監視する状態を構築することにより、橋梁の状態(健全度)を常に監視することができ、目視検査では発見できない橋梁の異常を予防的に発見

#### ② 遠隔モニタリング・クラウドサービス

- ✓ ICT(Information and Communication Technology)を用いた新たな取り組みとして、クラウドサービスによる橋梁の遠隔モニタリングを行うシステム
- ✓ 道路管理者が橋梁点検の現場にて、橋梁の全貌あるいは損傷箇所をカメラで撮影し、専門家へ送信。現場からのデータを受け取ったコンサルタント等の点検の専門家が、画像データ等をもとに損傷を判定・診断するという遠隔サービスの仕組み