

第14章 橋梁維持管理システム

14.1 道路・橋梁に関する情報システムの現状と課題

1) 情報システムの現状

橋梁維持管理システムを整備するにあたり、情報システムの現状を調査し、整理した。

MOPT では基本的にインベントリーの情報管理は計画局が行っており、対策箇所の選定、年次実行計画の策定などに利用している。CONAVI には、道路・橋梁を管理するために、GIS (Arc-Info) を利用したインベントリー情報を表示するシステムがある。

表 14.1 担当部署ごとの管理情報

担当部署	管理情報
MOPT 計画局	コスタリカにおける国道、地方道、橋梁の情報
MOPT 橋梁課	計画局が作成したインベントリー情報 (EXCEL) と図面 (紙) 情報
CONAVI	MOPT の計画局で作成された年次実施計画書にもとづき対策箇所の選定および工事発注

MOPT 内部および CONAVI や地方機関との接続環境は以下のとおりである。

表 14.2 ネットワーク環境

種別	ネットワーク環境
LAN (MOPT 内)	公共事業部のサーバを中心にスイッチングハブで各部署へ光ファイバー回線で接続されている。部署内はカテゴリ5 の 100BASE-TX (100Mbps) で接続されている。
WAN (外部ネットワーク)	CONAVI と一部の地方事務所については、専用回線 (512kbps) で接続されており、その他の地方事務所は一般回線 (モデム) による接続となっている。

道路・橋梁に関する現行のシステムの種類および使用状況は、以下のとおりである。

表 14.3 道路・橋梁に関する現行のシステム

システム名	使用状況
SPEM (舗装)	地方道管理を目的に 1992、1993 年にドイツの技術者が開発したものであり、現在でもドイツの技術者が MOPT に常駐し、システムの運営支援を行っている。この結果、システムの成熟に至っている。
HDM4 (舗装)	世界銀行が開発したシステム HDM4 を利用し、国道管理に関する経済分析、対策優先順位付け、劣化予測等を行い、年次実施計画の作成を行っている。最終的な対策箇所の選定は、CONAVI において行われている。
橋梁管理システム	橋梁点検データは、計画局のインスペクターが点検マニュアルに基づき点検を行っているが橋梁課ではこのシステムを利用していない。

上記をふまえ、現状の道路・橋梁の運営および維持管理に関するシステムの概要と情報の流れを以下に示す。

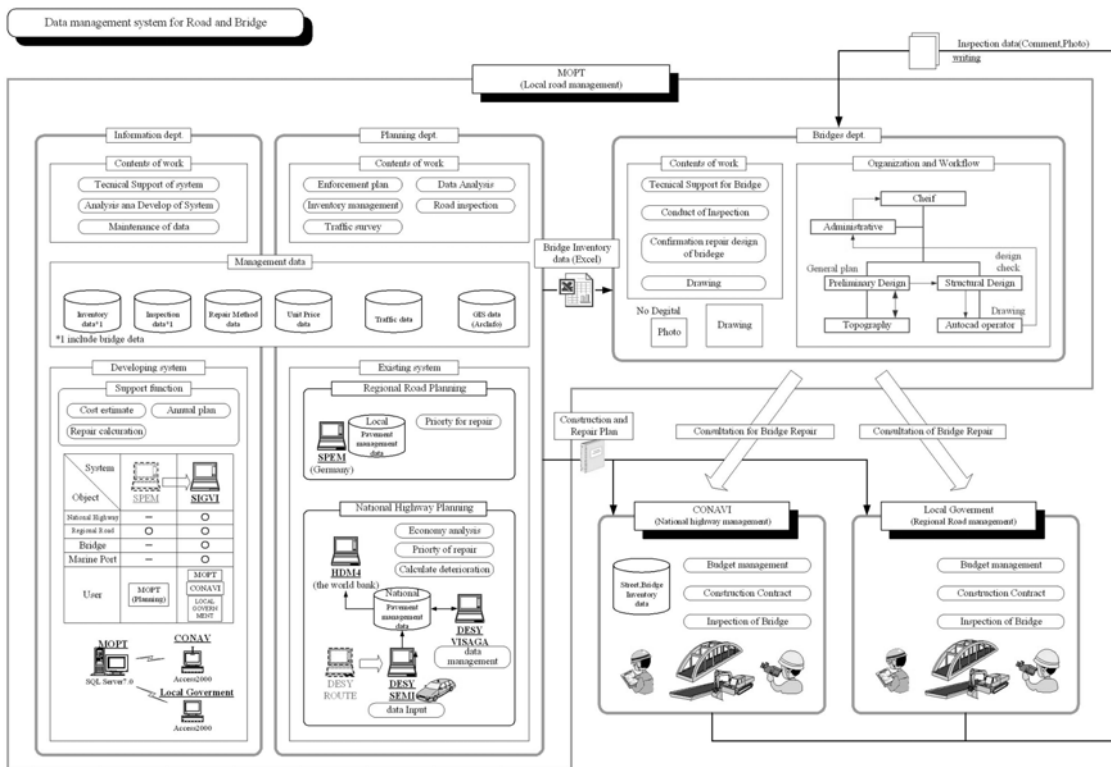


図 14.1 道路・橋梁に関する運営・維持管理システムの現状

2) 情報システムの課題

現行の運用システムにおける課題は、以下の項目が挙げられる。

- ・ 地方事務所におけるパソコン設置台数が少なく、職員のパソコンスキルが低い。
- ・ MOPT、CONAVI、地方事務所において情報の一元管理が行われていない。
- ・ システムの構築が各々の部署において構築されており、システムの共有・認知が十分図られていない。
- ・ 開発時に関係部署と協議を十分行って開発されていないため、活用できる情報、機能がシステムに備わっていないケースがある（Inventory データの管理のみになっている）。
- ・ 橋梁の図面、写真情報が電子化されておらず、情報の共有化が図られていない。
- ・ 橋梁点検技術者の育成が図られていないため、橋梁の適正かつ確実な点検が行われていない。また、橋梁の対策優先順位の基準が不明確である。
- ・ 海外から提供されるシステムは、継続的に保守する事ができていない。

14.2 橋梁維持管理システム (BMS)

1) システムの開発目的

MOPT の公共事業部では道路総合管理システム (SIGVI) の開発をおこなっている。今後の道路、橋梁の総合的な管理システムとしての運用を目指しているが、現在でも実際に運用できる状態にはなっていない。このため本調査で整備する橋梁維持管理システム (BMS) は SIGVI とは独立したシステムとして開発した。将来 SIGVI に BMS を組み込むことによって一体的な道路、橋梁維持管理システムとして発展させる必要がある。

2) システムの概要

橋梁維持管理システムは橋梁を構成する様々な部材の検査、解析、維持管理を実施するための判断を支援する道具である。橋梁のインベントリーや損傷など、橋梁維持管理の記録、維持管理活動に利用するデータを BMS に記録し、その評価などを行う。

以下に、BMS の概念を示す。

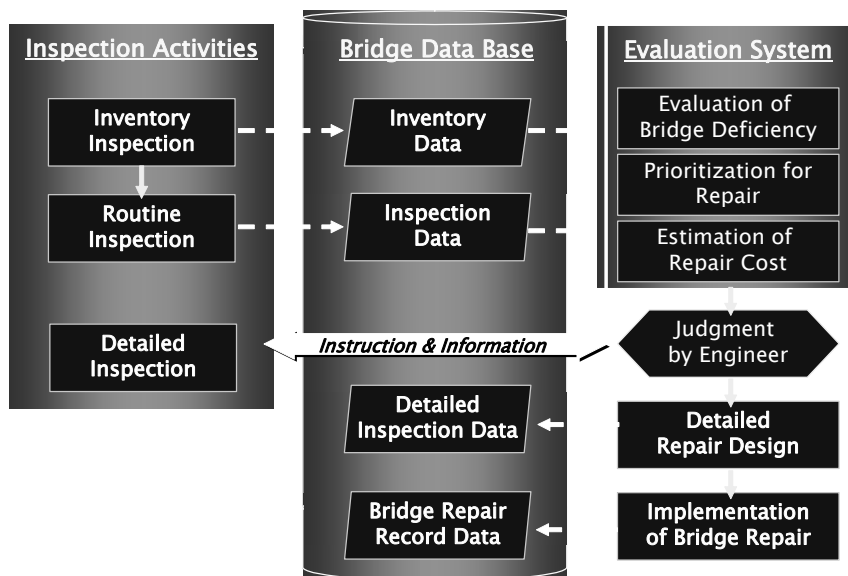


図 14.2 BMS の概念

3) システムの機能

システムの機能は以下の通りである。

- ・ データの登録・管理と更新機能
- ・ 橋梁損傷度評価、優先順位付け、および概算コスト算出機能
- ・ 橋梁インベントリー、橋梁点検データ、および橋梁位置に関する表示機能
- ・ 橋梁台帳の出力機能

4) システムの構成

システムはサーバーとクライアントで構成され、全てのデータはサーバーで管理される。システム構成、運営環境そしてシステムに蓄積されるデータを以下に示す。ファイルサーバーが導入できない場合は、全てのデータはデータベースサーバーに蓄積することとした。

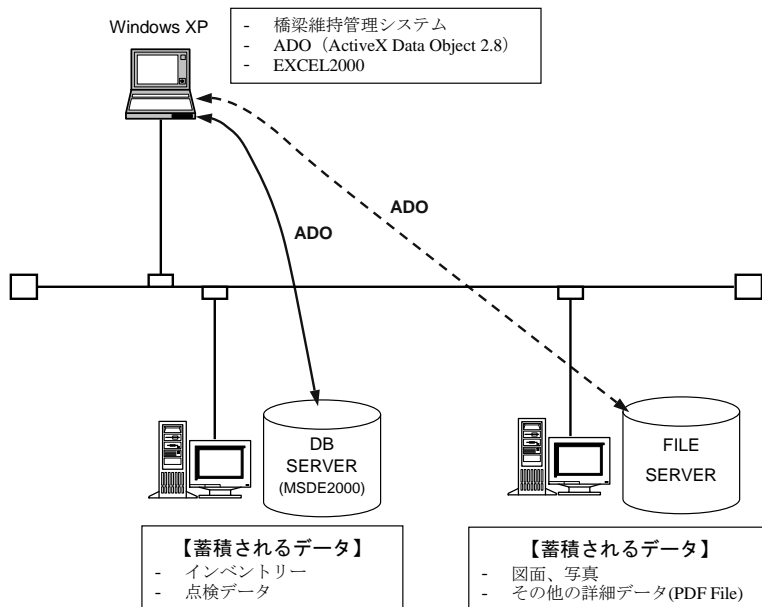


図 14.3 システムのハードウェア構成

5) BMS システムの画面構成

BMS システムの画面の動きを以下に示す。

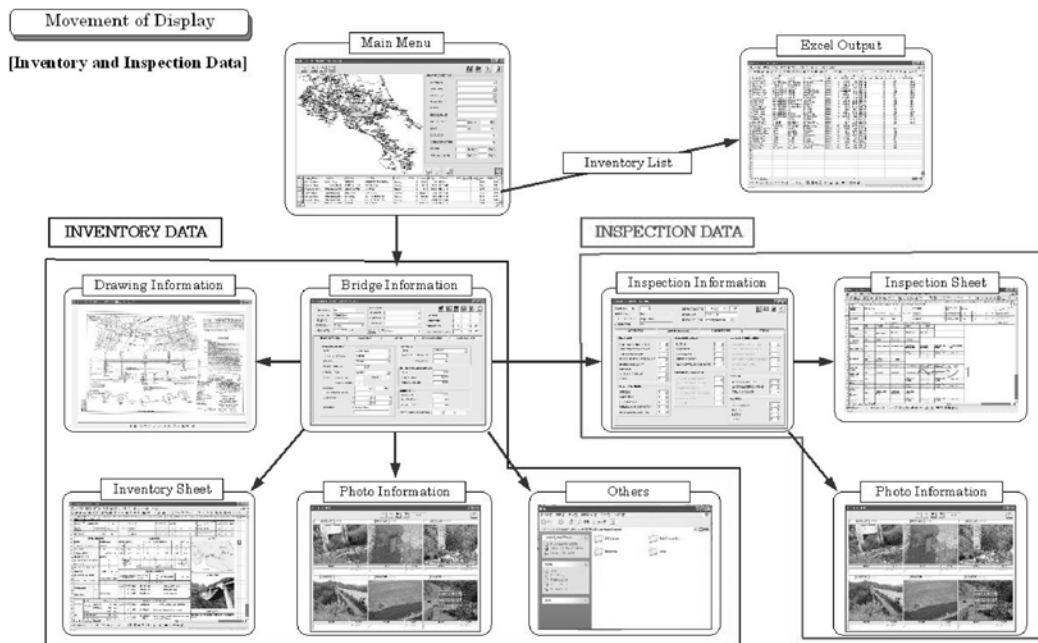


図 14.4 システム画面の動き

6) 橋梁台帳の出力

橋梁台帳は、橋梁インベントリー、橋梁点検、および補修工事記録などを記録している。本BMSにおける橋梁台帳の内容は、以下に示すForm-1からForm-7とした。

1. Form-1: 橋梁インベントリーの一般情報、補修・補強工事履歴
2. Form-2: 上部工構造諸元
3. Form-3: 下部工構造諸元
4. Form-4: 橋梁一般図
5. Form-5: 橋梁写真
6. Form-6: 橋梁各部材の損傷度評価
7. Form-7: 橋梁各部位の損傷写真

一例として、Form-1、Form-5およびForm-6を以下に示す。

【Form-1】 橋梁インベントリーの一般情報

INVENTARIO BASICO DE PUENTES																	
NOMBRE DEL PUENTE		Colorado River		001		PROVINCIA	*		ADMINISTRADO POR	Colorado		*	DIA	MES	AÑO		
No. DE LA RUTA	1	CLASIFICACION	Primary	*	LOCALIDAD	CANTON	*		LATITUD NORTE	12	34	56.7	**	FECHA DE DISEÑO	31	3	1968
KILOMETRO	35.756		km		DISTRITO	*		LONGITUD ESTE	12	34	56.7	**	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	31	3	1970	
ELEMENTOS BASICOS				DIMENSIONES								UBICACION					
DIRECCION DE LA VIA HACI				SAN JOSE		ANCHO TOTAL		11.3		m		CALZADA		10.7		m	
TIPO DE ESTRUCTURA				PUENTE		ITEMS		1		2		3		4		5	
CARGA VIVA				H15-44		W(m)		0.3		0.6		4.25		0		4.25	
LONGITUD TOTAL				204.00		H(m)		0.49		0.35		0.24		0		0.24	
ESPECIFICACION				AASHTO		H(m)		0.49		0.35		0.24		0.35		0.49	
No. DE SUPER ESTRUCTURA				1		H(m)		0.49		0.35		0.24		0.35		0.49	
No. DE TRAMOS				3		H(m)		0.49		0.35		0.24		0.35		0.49	
No. DE SUB ESTRUCTURA				3		H(m)		0.49		0.35		0.24		0.35		0.49	
LONGITUD DE DESVIO				SI		50		km		CLARO LIBRE		10.0		m		WAPROX	
PENDIENTE LONGITUDINAL				%		ALTURA LIBRE SUPERIOR		m		WAPROX		10.0		m		INFERIOR	
FECHA DE ULT. PINTURA				DIA		MES		AÑO		WAPROX		10.0		m		INFERIOR	
SERVICIOS PUBLICOS				1		3		DIA		MES		AÑO		INSPECTOR		TIPO DE INSPECCION	
CRUZA SOBRE				1		Colorado River		4		10		2005		Gabiela Jorge		Routine Inspection	
PAVIMENTO				TIPO		ASFALTO		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
CONTEO DE TRAFICO				ESPESOR ORIGINAL		75		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
RESTRICCIONES				SOBRECAPA		120		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
RESTRICCIONES				AÑO		1940		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
RESTRICCIONES				TOTAL DE VEHICULOS		15.355		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
RESTRICCIONES				% DE VEHICULOS PESADOS		13.00		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
RESTRICCIONES				POR CARGA		15.0		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
RESTRICCIONES				POR ALTURA		4.5		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
RESTRICCIONES				POR ANCHO		6.0		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
OBSERVACIONES				TOTAL DE VEHICULOS		15.355		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
OBSERVACIONES				% DE VEHICULOS PESADOS		13.00		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
OBSERVACIONES				POR CARGA		15.0		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
OBSERVACIONES				POR ALTURA		4.5		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	
OBSERVACIONES				POR ANCHO		6.0		DIA		MES		AÑO		ELEMENTOS		RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS	

【Form-5】 橋梁写真

INVENTARIO BASICO DE PUENTES (FOTOS)										NO. 2 / 10									
NOMBRE DEL PUENTE		Colorado River 01		PROVINCIA	ALAJUELA *	ADMINISTRADO POR	Region CONAVI *			DIA MES AÑO									
No. DE LA RUTA	1	CLASIFICACION	Primary *	LOCALIDAD	CANTON GRECIA *	LATITUD NORTE	0 ' 0 " 0 "	FECHA DE DISEÑO			1	7	1968						
KILOMETRO	36.605 km			DISTRITO	PUENTE DE PIEDRA *	LONGITUD ESTE	0 ' 0 " 0 "	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION					1974						
No.	7	UBICACION	Damage		No.	8	UBICACION	Damage		No.	9	UBICACION	Damage						
NOTA	77			DIA	MES	AÑO	7	9	2005	NOTA	88			DIA	MES	AÑO	8	9	2005
No.	10	UBICACION	Damage		No.	11	UBICACION	Damage		No.	12	UBICACION	Damage						
NOTA	11			DIA	MES	AÑO	10	9	2005	NOTA	22			DIA	MES	AÑO	11	9	2005
NOTA	33			DIA	MES	AÑO	12	9	2005										

【Form-6】 橋梁各部材の損傷度評価

INSPECCION DE PUENTES (GRADO DE DAÑO)										No. DE ESTRUCTURA 1					
NOMBRE DEL PUENTE		Colorado River 01		PROVINCIA	ALAJUELA *	ADMINISTRADO POR	Region CONAVI *			DIA MES AÑO					
No. DE LA RUTA	1	CLASIFICACION	Primary *	LOCALIDAD	CANTON GRECIA *	LATITUD NORTE	' ' -	FECHA DE DISEÑO			1	7	1968		
KILOMETRO	36.605 km			DISTRITO	PUENTE DE PIEDRA *	LONGITUD ESTE	' - -	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION					1974		
TIPO DE DAÑO Y EVALUACION DEL GRADO DEL DAÑO										COMENTARIOS					
1. PAVIMENTO	ITEM	1. CRACKING	2. RUTS	3. ABRASION	4. PATCHES	5. SOBRECARGAS EXCESIVAS				test					
2. BARANDA (ACERO)	ITEM	1. DEFORMACION	2. OXIDACION	3. CORROSION	4. FALTANTE										
3. BARANDA (CONCRETO)	ITEM	1. ABRITAMIENTO	2. AGRIETE	3. FALTANTE											
4. JUNTA DE EXPANSION	ITEM	1. BOMBOS EXTRAÑOS	2. FILTRACION DE AGUAS	3. FALTANTE O DEFORMACION	4. MOVIMIENTO VERTICAL	5. JUNTAS OBSERVADAS	6. AGRIETE DE REFUERZO								
5. LOGA	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCAFCAMAMENTO	4. AGRIETE DE REFUERZO	5. RENDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. AGRIETOS							
6. VIGA PRINCIPAL DE ACERO	ITEM	1. OXIDACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. PERDIDA DE FIBRAS	5. ROTURAS EN SOLDADURA O PLACA									
7. SISTEMA DE AEROS TRAMITO	ITEM	1. OXIDACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. ROTURAS DE UNIONES	5. ROTURA DE ELEMENTOS									
8. PINTURA	ITEM	1. DECOLORACION	2. AMPOLLAS	3. DESCAFCAMAMENTO											
9. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCAFCAMAMENTO	4. AGRIETE DE REFUERZO	5. RENDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA								
10. VIGA DIAFRAGMA	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCAFCAMAMENTO	4. AGRIETE DE REFUERZO	5. RENDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA								
11. APOYOS	ITEM	1. ROTURA DE ADOS	2. DEFORMACION EXTRAÑA	3. INCLINACION	4. DESPLAZAMIENTO										
12. BASE DE CABEZAL Y AZEQUES (BASTION)	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCAFCAMAMENTO	4. AGRIETE DE REFUERZO	5. RENDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. PROTECCION DE TIERRAS EN TALUDE							
13. CUERPO PRINCIPAL (BASTION)	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCAFCAMAMENTO	4. AGRIETE DE REFUERZO	5. RENDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. PROTECCION DE TALUDE							
14. MARTILLO (PILA)	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCAFCAMAMENTO	4. AGRIETE DE REFUERZO	5. RENDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA								
15. CUERPO PRINCIPAL (PILA)	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCAFCAMAMENTO	4. AGRIETE DE REFUERZO	5. RENDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. INCLINACION							
	ITEM	8. SOCAVACION													
	ITEM	9. SOCAVACION													
										EVALUACION	GRADO DEL DAÑO		SOCAVACION		
										1	Ningún daño visible		Sin Socavación		
										2	En pocos lugares		Tendencia a socavarse		
										3	En muchos lugares		Socavación no peligrosa		
										4	En menos de la mitad		Socavación peligrosa		
										5	En la mayoría de las partes		Condición de Emergencia		
										FECHA INSPECCION	NOMBRE DE INSPECTOR		FIRMA		
										1	10	2005	Gabriela Jorge		

第 15 章 橋梁維持管理ツールの整備

橋梁時管理活動を支える指針として本プロジェクトにおいて以下の橋梁点検マニュアル、橋梁維持管理システムマニュアルそして橋梁維持管理ガイドラインを整備した。

1) 橋梁点検マニュアル

本マニュアルは、橋梁点検員を対象として、インベントリー調査の方法、定期点検の方法、橋梁損傷度の評価方法などを解説した。

2) 橋梁維持管理システムマニュアル

本マニュアルは、システム管理者を対象として、BMS の操作方法、システム管理の方法について解説した。

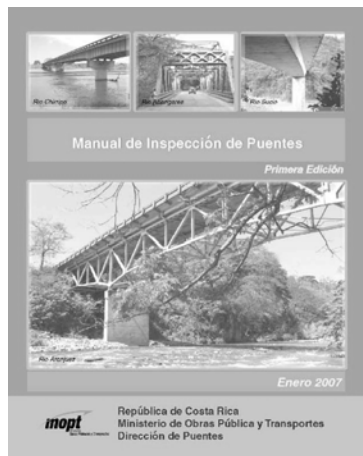
3) 橋梁維持管理ガイドライン

本ガイドラインは、橋梁維持管理に従事する橋梁技術者を対象として、橋梁維持管理の概念、橋梁の損傷原因、詳細点検の方法、構造解析の方法、載荷試験の方法、補修・補強工法などを解説した。

橋梁点検マニュアル

橋梁維持管理システムマニュアル

橋梁維持管理ガイドライン



- Chap 1 Introduction
- Chap 2 Responsibilities of the Bridge Inspector
- Chap 3 Inventory Survey & Periodical Inspection for Bridge
- Chap 4 Bridge Report System
- Chap 5 Coding Guide for Bridge Inventory Data
- Chap 6 Coding Guide for Condition Rating for Bridge Elements
 - Pavement, Steel Railing & Curb, Concrete Railing, Expansion Joints, Deck Slab, Steel Main Girder, Elements of the Bridge, Painting, Concrete Main Girder, Concrete Cross Beam, Bridge Bearing, Parapet & Wing Wall of Abutment, Main Part of the Abutment, Beam of the Pier, Column of the Pier



- Chap 1 Introduction
 - 1.1 Objective of the System
 - 1.2 Concept of the System
 - 1.3 System Component
 - 1.4 Tools for the System Development
 - 1.5 Environment for the System Operation
 - 1.6 System Operation
 - 1.7 Relevant Information
 - 1.8 Process of the Data Registration
- Chap 2 Operation for the System
 - 2.1 Movement of the Display
 - 2.2 Flow of the System Operation
 - 2.3 Instruction for the System Operation
- Chap 3 Administration of the System Data
 - 3.1 Introduction
 - 3.2 Structure of the Data
 - 3.3 Registration and Renewal of Data
 - 3.4 Administration of the other Data



- Chap 1 Introduction
- Chap 2 Outline of the Guideline
- Chap 3 Bridge Management System
- Chap 4 Identification of Deterioration
- Chap 5 Detailed Inspection
- Chap 6 Investigation of Load Carrying Capacity
- Chap 7 Design
 - General
 - Remedial Measure
 - Deck Slab, Floor System, RC-I Beam, PC-I Beam, PC Box Beam, Steel-I Beam, Steel Truss, Substructure, Foundation, Accessory, Prevention System for Bridge Falling Down
- Chap 8 Safety Measure

第16章 環境社会配慮調査への技術支援

16.1 初期環境評価

選定された10橋梁を対象に、現地調査を実施した。同現地調査結果、既往文献、およびSETENA（環境省）など関連機関とのヒアリング結果をもとに初期環境調査を行った。既設橋梁の補修・補強工事であるため、同工事による周辺環境への深刻な影響はないと判断した。ただし全般的な環境問題として、施工中の一時的な水質汚濁、交通渋滞、騒音・振動、建設廃材等の廃棄物処理、ヤードの確保、建設作業員の Deng 熱感染等についての検討が必要である。また一部の橋梁は自然保護区近傍、もしくは内部に位置しており、周辺動植物に対する配慮が必要と推察される。さらに2橋において、不法占拠者が居住、もしくは居住している可能性が高いことを確認した。

16.2 関連環境調査作業指示書（ToR）作成支援

当調査で提案した橋梁補修・補強計画を実施する場合、事前に環境ライセンスを取得する事が必要となる。ここでは、初期環境調査結果をもとに、それらの補修・補強事業実施に伴う環境ライセンスの円滑取得に必要な審査手順について、コ国 EIA 法、並びに JICA 環境社会配慮ガイドラインをふまえて検討を行った。また、ライセンス取得に要求される各種環境調査の作業指示書（ToR）作成、またミティゲーション、環境モニタリングを含む環境監理計画を策定する際に重要となる基本理念・方針について整理した。

環境ライセンスの具体的な取得方法に関して、MOPT のカウンターパートとともに SETENA と協議した。このミーティングにおいて、本調査の趣旨・内容を説明するとともに、JICA 環境社会配慮ガイドラインの概要、関連環境調査の基本方針、ステークホルダー協議等について確認した。

選定された10橋梁の補修・補強計画は、コ国 EIA 法および JICA 環境社会配慮ガイドラインにそって分類するとそれぞれ B1 および B となった。

16.3 情報公開、住民参加

本調査では、情報公開、並びに住民参加の一環として、ステークホルダー協議を実施した。同協議は JICA 環境社会配慮ガイドラインに準拠し、MOPT とともに計4回開催した（表16.1参照）。同協議における質疑応答議事録は、MOPT のホームページに公開した。

(www.mopt.go.cr/jica-mopt/index.html)

表 16.1 ステークホルダー協議の概要

	期日	場所	主な議題
1	Feb/21/06 (Tue) 9:00 am - 0:00 pm	MOPT	<ul style="list-style-type: none"> Project outline Environmental and Social Consideration Costa Rica EIA Law & JICA EIA Guideline
2	Jun/08/06 (Thu) 9:00 am - 0:00 pm	CIC	<ul style="list-style-type: none"> Results (major findings) of IEE Miscellaneous
3	Oct/11/06 (Wed) 1:30 pm – 3:00 pm	CIC	<ul style="list-style-type: none"> Progress of Bridge Rehabilitation/Improvement Plan Review of Q/A session of previous stakeholder meetings. Explanation of updated Project Homepage (JICA Guideline-based stakeholder meeting) Major environmental issues to be associated with each bridge rehabilitation plan. Key Directions and Concepts of ToR Development Preliminary Project Categorization Results Miscellaneous
4	Dec/07/06 (Thu) (Steering Committee) 8:30 am – 11:30 am	CONAVI	<ul style="list-style-type: none"> Outline of Study Results Preliminary Project Categorization Results Miscellaneous

MOPT: Ministry of Public Works and Transport, CIC: Civil Engineer's Association of CFIA



ステークホルダーミーティング

第17章 結論および提言

17.1 結論

1) 調査の成果

本調査において実施した橋梁維持管理に関わるキャパシティ・ギャップと、主要課題の詳細にわたる分析・抽出結果に基づき、橋梁維持管理能力の向上を図る総合的な改善プログラムを策定し、具体的な展開に向けた実施体制として橋梁維持管理諮問グループ (BMCG) を組織化した。

人材育成プログラムを通して調査期間内に実施した「個人」レベルのキャパシティ・ディベロップメントに加えて、BMCGの組織化によって、「組織」レベルおよび「制度・社会」レベルにおけるキャパシティのさらなる開発、改善に対しても包括的に取り組むことを可能とした。

選定された10橋にかかる補修・補強設計、マニュアル、ガイドラインの整備、および2橋の実橋載荷試験の実施プロセスなど、カウンターパートと調査団相互の緊密な連携と協力体制の下で達成したこれらの調査成果は、コ国橋梁技術者の橋梁維持管理技術向上に有効なものとなる。

これらの「個人」レベルにおける先行的な投入と、「組織」、「制度・社会」レベルの能力向上の併進を図る総合的な改善プログラムの構築は、カウンターパートの橋梁維持管理分野における技術能力および運営管理能力の育成、意識改革を促したと判断できる。

2) 今後の課題

第6章のキャパシティ・ディベロップメントに関するモニタリングおよび評価の結果が示すとおり、現時点では、「個人」レベルは初期段階の活動結果ではほぼ満足のいく水準であると評価しているが、「組織」、「制度・社会」レベルでは、適切な水準には到達していない。

(1) 「個人」レベルのキャパシティ

個別橋梁維持管理技術の向上を目指した「個人」レベルのキャパシティ・ディベロップメントは、本調査が意図したその初期段階における要求水準を充足したといえる。今後は、人材育成プログラムからのアウトプットを基盤として、さらに実務上の実践に発展させることが望まれる。

橋梁技術の取得・向上は一朝一夕で積み上げられるものではなく、必要な技術水準に到達するその道のりは決して短いものではない。現時点で先行投入された基礎的な技能・知識およびそれらの支援ツール (BMS、マニュアル、ガイドラインなど) が広く活用され、コ国に根付くための継続的なフォローアップ、さらに国・地域の特性に適合した橋梁維持管理の高い実務能力が醸成される過程にはまだ多くの課題が残されている。

17.2 提言

1) 調査成果のフォローアップ

(1) 総合的橋梁維持管理改善プログラムを構成する5つの統合モジュラー・プロジェクトの詳細実施計画（WBSおよびPO）策定と実施

橋梁維持管理改善プログラムを構成する5つの統合モジュラー・プロジェクトについて、調査期間内に提案した予備的WBSおよびPOに基づいて、BMCG ワーキング・グループの支援のもと、MOPT/CONAVI は2007年に具体化されたフルスケールのWBSおよびPOを策定する必要がある。これによって、理想的な維持管理プログラムの達成への道筋が可視化され明確なものとなる。これら実施レベルのWBSおよびPOは、会計年度2008から2012の予算請求を作成する上での拠り所となる。

(2) BMCG および5つのワーキング・グループの継続的で円滑な運営

BMCG が中心的な諮問機関として、新設のMOPT 橋梁局および計画中のCONAVI 橋梁保全課の組織強化において指導的な役割を担う一方で、5つのBMCG ワーキング・グループは5つの統合モジュラー・プロジェクトの実施を担当する。BMCG およびワーキング・グループの円滑で秩序だった運営は統合プロジェクトの実現に不可欠なものである。各グループメンバーの強い参加意識・主体性、手順・手続きの確立、メンバー間の明確な作業分担が円滑な運営を促す重要な要素となる。特に、全ての参加メンバーが、自身が所属する組織における本業を抱えている状況下においては、ワーキング活動に対する所属組織の認知と支援、理解が強く求められる。

(3) MOPT および CONAVI 職員の個別能力の向上（統合モジュラー・プロジェクト-1の実施）

MOPT および CONAVI 職員の「個人」レベルの能力向上は、以下にあげる技術要素において、MOPT/CONAVI の組織の強化に確実に結びつくように、各種技術セミナーや実務訓練を通して着実に継続、更新される必要がある。

i) 点検および損傷診断に係る能力向上

橋梁の適切な定期点検および診断は橋梁維持管理の基礎であり必須の要素である。本調査で整備されたマニュアルに沿って、橋梁の点検・損傷度データの収集、診断の実践が必要である。

ii) 優先度評価を含む橋梁維持管理システム（BMS）の運用にかかる能力向上

BMS は橋梁維持管理の実務における基本ツールである。BMS の適切な運用によって、MOPT、CONAVI は橋梁の損傷度等に則した補修・補強の優先度を把握することが可能である。BMS の運用を通じて発生する諸問題をフィードバックし、柔軟性かつ継続性に留意したシステムの更新作業が重要である。システム更新の基礎となる点検・診断能力の向上は、BMS の適切な運用に密接に関係している。

iii) 補強補修計画・設計にかかる能力向上

優先度の分析後、詳細点検等の技術上の補完検証作業を経て、橋梁の補修・補強計画及びその設計作業を実施する。これら補修・補強にかかる作業は、調査期間中に策定した橋梁維持管理ガイドラインの示す手順、内容に準じて実施されなければならない。橋梁維持管理分野における技術の習得には、実作業を体験し身に付ける実務訓練が有効であることから、OJTによる継続的な教育訓練の機会が多く、技術者に提供されなければならない。

(4) MOPT 橋梁局への昇格と CONAVI 橋梁保全課の創設（統合プロジェクト-2 の実施）

i) MOPT および CONAVI 橋梁保全課の責任範囲の明確化

調査団提案の橋梁維持管理分野における MOPT/CONAVI 間の責任範囲の区分に基づき、MOPT、CONAVI は共同で、双方の橋梁維持管理関連部門及び部署の作業フローの合理化を図ることが求められる。

ii) MOPT 橋梁局の新規戦略強化および CONAVI 橋梁保全課の創設

現在の橋梁設計課は 2007 年より新たに橋梁局として部門昇格される。このような組織改変に向けた力強い流れを最大限に活用し、理想的な橋梁維持管理の実施に必要な十分な予算と人材を確保すべきである。加えて、理想的な橋梁維持管理体制の調査団提案には CONAVI 橋梁保全課の創設が記されているものの、CONAVI によるこの新しい組織の設立は具体化されていない。同組織提案に基づき、調査団によって MOPT および CONAVI の所要な人員さらに予算規模が試算されたが、実際の予算請求額との比較ではその金額に大きな隔たりが確認された。詳細な組織体制の構築、担当業務別の所要人員の算定、段階的な増員計画、事業費および人件費の予算措置について、国家計画省、財務省等との綿密な協議を通じて最終化されることが求められる。

(5) 長期的人材育成計画及び技術交流（統合プロジェクト-3 の実施）

MOPT、CONAVI および橋梁維持管理に従事する民間各社に対して、数多くの人材の提供、補充を可能にする長期的視野に立った人材育成の施策は、持続的な維持管理を実現する上でのキーポイントといえる。コスタリカ大学に代表される教育機関は、学内に新たに橋梁工学、維持管理に係る専門コースを創設することによって、人材の育成機関としての機能を果たすことが可能である。将来必要なエンジニアの予備軍となる学生を多く輩出することができる。新設すべきコースの規模、スケジュール、予算など具体のコースプログラムは、コ国内での需要、橋梁建設・維持管理に関連の市場規模を考慮して設計する必要がある。

また、2006 年 12 月の PPP 広域セミナー開催後のフォローアップとして、PPP 各国の間での橋梁維持管理分野の関連技術、情報の水平展開、共有化はさらに促進されるべきであり、これには PPP 運輸セクターにおける技術委員会の定期会合を利用した技術交流が有効である。さらに、コ国内においては、政府関係機関、教育機関および民間が一体となった産官学による横断的な定期技術交流もあわせて実施することが求められる。

(6) 法規制および基準類の整備（統合モジュール・プロジェクト-4の実施）

公共事業およびコンセッション事業における橋梁の設計及び調達に関連する基準、制度・手続きは、現行の見直しを含み大きく改善する必要がある。調査期間では橋梁点検マニュアル、BMS 運用マニュアル及び橋梁維持管理ガイドラインを策定したが、これに関連した諸基準、法規制の見直しはまだ不十分である。特に、コンセッション事業で建設されている、または今後建設される橋梁に対しては、他の公共事業への適用と同様に、事業者（コンセッショナリー）によってこれらのマニュアル及びガイドラインに準じた維持管理が確実に履行されるよう特別な措置が必要となる。

(7) 政府機関職員の啓蒙と広報活動の促進（統合モジュール・プロジェクト-5の実施）

5つ統合モジュール・プロジェクトの実施に際しては、その予算の確保がキーポイントである。特に、個別能力の向上（モジュール・プロジェクト1）および MOPT/CONAVI の組織改革（モジュール・プロジェクト2）では重要となる。したがって、広く政府の上級職員を啓蒙し、彼らからアセット・マネジメントの重要性に対する認知および人材の配置に対する強いコミットメントを得ることが持続的な橋梁維持管理を展開する上での重要事項となる。また同時に、橋梁維持管理の重要性に係る納税者及び橋梁ユーザーの理解の促進を図るために、各種情報メディア、チャンネルを活用した広報活動を国内で展開する必要がある。橋梁の新設費用と維持管理費用のバランスの取れた予算措置が、このような広報・啓蒙活動を通じて、政府機関および納税者の双方によって広く認識されなければならない。

(8) キャパシティ・ディベロップメント・プロセスにおける継続的なモニタリングと評価

5つの統合モジュール・プロジェクトの成果は、定期的なモニタリング・評価を実施し、キャパシティ・ディベロップメントの経過・進捗に係る妥当性をあらかじめ計画されたモニタリング・評価の手順に従って検証しなければならない。モニタリング・評価のための成果指標は活動の進捗に合わせて継続的に更新され基準値を定めることになる。したがって、PDM、WBS および PO などプロジェクト・マネジメントの手法およびツールに精通した数名の担当者を BMCG のモニタリング・ユニットと配置する必要がある。

2) プレストレス・コンクリート箱桁橋のたわみへの対応

2つのPC Box 桁橋（No.17 Rio Chirripo、No.20 Rio Sucio）に異常なたわみが観察された。調査の結果、橋中央のたわみを除いて正常な構造特性を確保しており、一般に供用することに特別の問題はないと判断できる。これらの異常なたわみの発生原因は、施工上の何らかの問題に起因していると考えられる。最も可能性が高いのは、施工時に考慮すべきクリープによるたわみの設定誤差が考えられるが、施工計画、施工記録が存在しないため推測の域を出ない。なお、HS20+25%に対応した耐荷力が確保されていることを、構造モデルに基づく構造解析によって確認されていることを付け加える。

以上、現時点においてはこれらの橋梁を使用続けることに問題はないと判断するが、今後とも通常の定期点検と1年に一度は橋桁のたわみ計測を行い、たわみの進行の有無について監視をすることを提言する。

3) 橋梁補強補修の実施に係る予算確保への啓蒙

橋梁の補修・補強の経済効果を明らかにする経済分析手法について提案した。その結果、本件調査で試行した当手法が、橋梁の予備的維持管理を実施することの重要性を説明する手段として有効であることを確認した。今後促進される広報・啓蒙活動において本件調査で提案した手法を積極的に活用することを提言する。

4) 環境社会配慮

初期環境調査の実施を通じて、提案された補強補修工事に起因する一時的な水質汚濁など潜在的な影響への対策が必要であることが確認した。また一部の橋梁は自然保護区近傍、もしくは内部に位置しており、周辺動植物に対する配慮が必要と推察される。詳細な環境影響調査については、コ国カウンターパートが実施機関として、コ国のEIA法および関連法規の手続きに準じてToRを作成し実施する必要がある。