

タイ国 地方における橋梁基本計画作成・ 橋梁維持管理能力プロジェクト

報告書（要約版）

平成 25 年 7 月
(2013 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

委託先

株式会社 長 大
首都高速道路 株式会社

基盤
JR
13-156(1)

タイ国地方における橋梁基本計画作成・橋梁維持管理能力プロジェクト

要旨

タイ国地方道路局(DRR)の管轄する道路延長は 4 万 km, 橋梁は 8000 橋以上におよぶ。しかし, その中には老朽化や維持管理の不備により破損が進み, 道路ネットワークとして適切に機能していない橋梁も多く存在する。DRR で管理している地方橋は、道路の一部として橋面管理が行われている。これに対する費用は、延長 1 m 当たり 200~300Baht(500 円~900 円程度)である。橋梁数から判断すると十分な予算が確保されているとは言い難い。さらに、タイ国において雨期に頻発する洪水被害から道路ネットワークを守るために、防災の視点からの橋梁維持管理も重要な課題である。

本業務は、以下の活動を通じて、橋梁維持管理の能力向上に必要な、制度、組織、個人に対するキャパシティ・ディベロップメントを実施および支援することで、タイ国としての橋梁維持管理分野の持続的な実施能力の向上を図るものである。

- 1) DRR が管理する 8000 橋の橋梁点検計画の作成および、橋梁点検パイロットプロジェクトの実施
- 2) 橋梁維持管理システム (Bridge Maintenance Management System,以下 BMMS) の整備支援
- 3) セミナー、ワークショップおよびトレーニングの実施
- 4) DRR が作成した橋梁整備基本計画のレビューおよび助言のとりまとめ
- 5) 洪水復旧対策マニュアルの作成, パイロットプロジェクトによる技術支援

1. 調査の実施概要

1.1 調査の背景

1.1.1 タイ国の道路ネットワーク

2005年の国内貨物輸送における各手段の輸送量（トンキロベース）を比較すると、道路1041.64億トンキロ（91%）、沿岸水運47.72億トンキロ（4%）、鉄道30.02億トンキロ（3%）、内陸（河川・運河）水運23.23億トンキロ（2%）、航空0.34億トンキロ（1%）となっており、道路輸送のシェアが突出している。2006年のタイ全土の自動車登録台数（二輪除く）は916万台で、10年で約2倍の伸びを示しており、モータリゼーションの進捗を物語っている。さらに、運輸省（MOT）内の交通政策・計画室（OTP：Office of Transport and Traffic Policy and Planning）による2011年のレポートによると2010年のパーソントリップは240万人/日であり、2020年には307万人/日への増加が予想されている。特にバンコク首都圏では、登録人口ベースで約1024万人、実際は1700万人と言われ1980年代後半の高度経済成長期以降、人口集中と自動車保有台数の増加が加速し、都市交通事情が深刻化している。また、住宅地が郊外に広がり、マイカー通勤による都市と郊外部を結ぶ幹線道路での混雑は特に激しくなっている。

タイ国の国道は 51,535km、地方道路は 41,509km が整備されている。舗装率はそれぞれ 100%、82%である*。バンコク首都圏とバンコク都の道路網密度はそれぞれ、0.88 km/km²、2.60 km/km² であり、都市計画上望ましいとされている 3.5 km/km² との乖離は大きい。

1.1.2 橋梁維持管理

タイ国地方道路局(DRR)の管轄する道路延長は 4 万 km、8000 橋以上におよぶ。しかし、その中には老朽化や維持管理の不備により破損が進み、道路ネットワークとして適切に機能していない橋梁も多く存在する。DRR で管理している地方橋は、立地場所により 2 つにわかれる。一つは、DRR の路線内に立地している橋梁である。これらは、道路の一部として橋面管理が行われている。これに対する費用は、延長 1 m 当たり 200～300Baht(500 円～900 円程度)である。もう一つは、DRR の路線外に立地している橋梁である。これらの橋梁の維持管理費は、2012 年で 150Mil. Baht(4 億円程度)である。いずれにしても、橋梁数から判断すると十分な予算が確保されているとはいえない。さらに、タイ国において雨期に頻発する洪水被害から道路ネットワークを守るために、防災の視点からの橋梁維持管理も重要な課題である。調査により DRR の地方事務所の維持管理について以下の技術的な問題点を確認されている。

(1) 点検手法、点検帳票の不統一

使用している橋梁台帳、点検帳票は、いくつかの仕様の帳票が混在しており、全国で共通化されていない。しかしながら、義務として本局に毎年報告する50m以上の橋梁以外の橋梁についても80%程度何らかの帳票を記録している。点検作業を実施する、テクニシャンを訓練教育し、実施可能なマニュアルが整備されれば、点検記録が整備される可能性がある。

(2) 計画的な維持管理計画の欠落

各県で毎年点検がなされているが、その結果に基づく計画的な維持管理計画、補修計画がDistrictでもDRR全体でも作られていない。下記の点検結果のデータベース（BMMS）に十分なデータが蓄積されていないことから、計画的な維持管理計画が実施されず、場当たり的な補修、補強がされていることが推察される。

(3) 維持管理システム（BMMS）の課題

BMMSは橋梁点検結果や架橋位置周辺の環境条件等、様々な橋梁の基礎データに基づいて、補修の優先順位付けを行い、維持管理計画をサポートするソフトウェアである。現在、DRR維持管理部が所有するBMMSは、DRRの依頼により、チュラロンコン大学の維持管理システムの研究成果に基づいて開発したソフトウェアである。ソフトウェアの開発は一応完了しており、地方事務所で運用可能なように公開されているが、以下のような問題があり、有用なデータを出力するには至っていない。

- 詳細な環境情報を橋梁ごとに入力しなければならないなど、入力項目が複雑
- 管理水準が明確ではない
- 優先順位付けの手法が煩雑である

(4) DRR の橋梁維持管理への支援

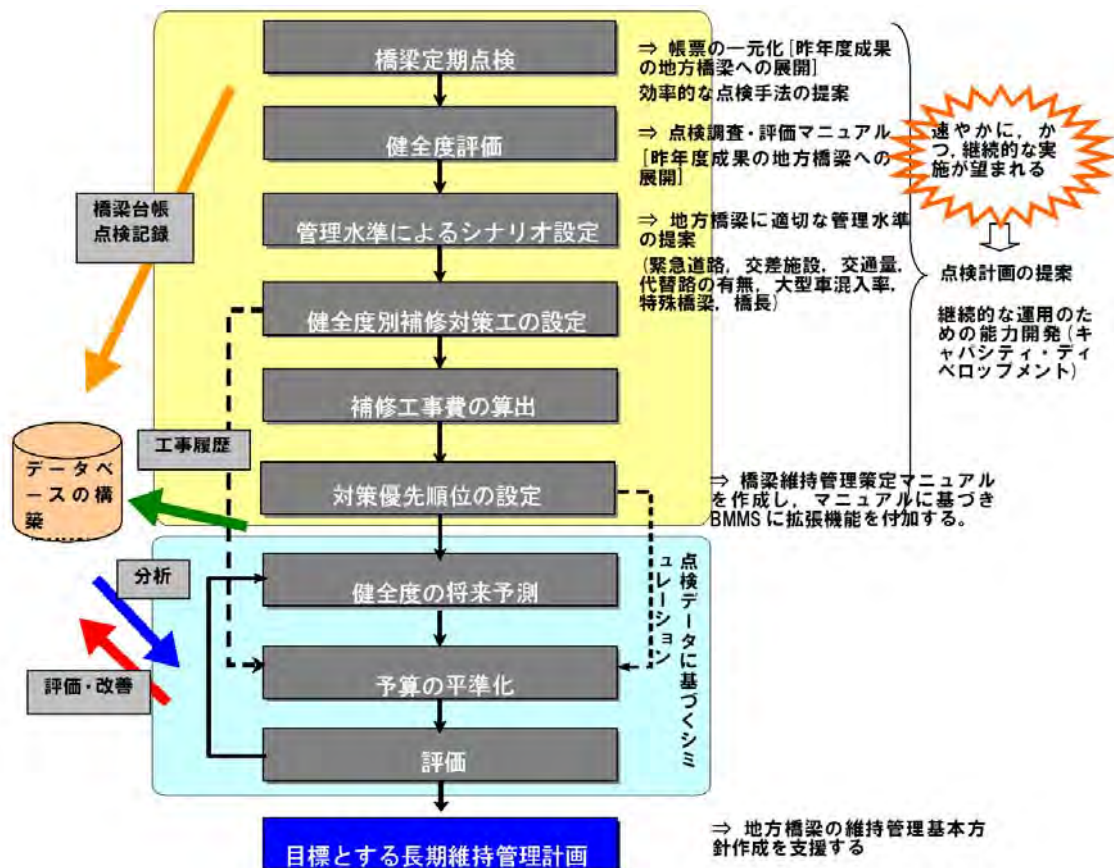


図 1.1-1 地方橋梁の目標とする長期維持管理への道のりと本調査の位置づけ

以上のように、地方橋梁については、将来目標とする長期維持管理計画の立案に必要な橋梁・点検データが一元管理されていない。不十分な点検頻度、評価能力から事後保全すらなされていない現状があり、全国の橋梁の点検調査の早急な実施、維持管理のPDCAサイクルを実行するためのデータの蓄積は緊急の課題である。また、不足する維持管理費用の必要性を明示するためにも橋梁維持管理システム（BMMS）の構築・運用が待たれている。

DRR に対しては、昨年度「橋梁維持管理計画策定調査（チャオプラヤ川架橋）」を提出し、事後保全的な維持管理が実施されているチャオプラヤ川架橋を対象に点検調査マニュアル、長期維持管理計画を策定した。本マニュアルは地方橋梁の点検の実状を考慮し、作業員の技量、作業量を低減するよう配慮されている。本マニュアルは策定段階から DRR の管轄する地方橋梁への展開に期待が寄せられている。本件では前年度調査で作成されたチャオプラヤ川の点検マニュアルを地方橋梁に最適化し、地方橋梁の点検計画の作成支援とともに、実証を通じた維持管理能力開発支援を行うものである。

1.1.3 橋梁基本計画（マスタープラン）

(1) DRR マスタープラン

タイ全土の道路、港湾、鉄道、航空を含む全ての交通ネットワークの将来計画は運輸省（MOT）内の OTP（Office of Transport and Traffic Policy and Planning）で方針が定められ、政府に提出される。幹線道路、地方道路を含む道路ネットワークの整備計画は OTP の方針に従うことになる。現在、OTP は 2011-2020 のマスタープランを策定しており、2011 年 3 月現在、最終の調整に入っている。DRR などの各道路管理機関は OTP の方針に従って、それぞれのマスタープランを計画・実施する。

OTP のマスタープランには具体的な路線、道路延長は記述されず、各道路管理機関の道路計画は OTP のマスタープランの方針に従って、各機関のスコープの中でマスタープランが計画される。各機関の道路計画の認可は OTP ではなく、Policy and Strategy Bureau が与える。管理機関の間の調整は、必ずしも十分行われていないようである。

道路管理機関ごとに見た道路整備状況は、主要国道は国道ネットワークがほぼ完成し、JICA プランで推奨された 4000km の都市間高速道路ネットワークのうち 400km の計画が実施段階にある。一方、地方道路については、多くのミッシングリンクがあると考えられており、DRR では、タイ全土の地方道路の優先リンクを合理的に判定することを目的に、DRR 独自の手法に基づき橋梁マスタープランを策定している。この橋梁マスタープランは 2009 年に完成し、現在、マスタープランを受けて個別橋梁のフィジビリティースタディー（FS）を実施中である。

DRR におけるマスタープランの手法はタイ全土を 8km x 8km の約 8000 のグリッドに分割し、橋梁を含むミッシングリンクの優先位置を求めるものである。この手法は、日本におけるマスタープラン作成の手法とは大きく異なる手法であり、DRR 独自の手法である。しかしながら、この手法による優先度判定の精度が低く、マスタープランから FS における橋梁の優先度の順位付けの手法を含めて一連の流れの有意性について検証が必要である。本調査ではマスタープランの計画手順について日本の知見からアドバイスを与えるもので

ある。

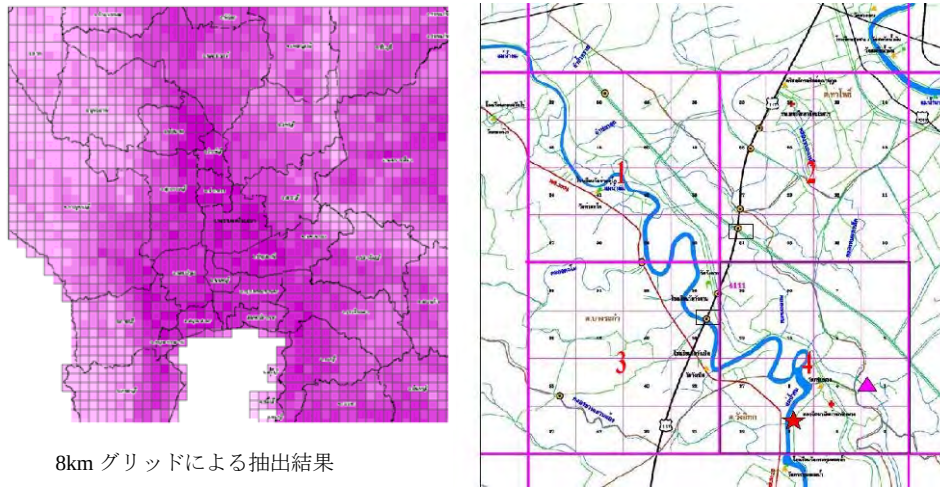


図 1.1-2 DRR マスタープランによる 8km グリッドと 1km グリッドの抽出結果

1.1.4 洪水災害復旧

DRR は、2011 年洪水により損害を受けた個所を回復するための予算（4000Mil.B）を獲得しており現在執行中である。

DRR では、洪水による損傷個所の原形復旧をおこなっているが、復旧方法は、それぞれの地方事務所にまかされている。しかし、原形復旧をしても次年度以降に発生する洪水により今回と同じような損傷を受けることが予想される。そこで、予算の効率的な執行の観点から、洪水に脆弱な既設橋梁を損傷が生じにくい耐久性のある橋梁及びアプローチ部へと機能を向上させるための対策について技術的アドバイスをタイ国より求められている。

また、新設橋梁の設計技術の問題により、橋梁の損傷が助長されている事例も多く見られる。標準設計そのものの不良（洗掘が起き易いパイルベントの多用、橋脚位置の計画等）についても改善が必要である。

本調査は、2012 年 1-2 月に実施した緊急調査結果を基に、被災橋梁の調査、分析、対策手法を提案し、DRR の維持管理能力に係る洪水被害を受けた既存橋梁の補修設計のキャパシティ・ディベロップメントにより、持続的な実施能力の向上を図るものである。

1.2 調査の目的

本調査は DRR が所管する橋梁に対し、以下を通じて、タイ側の維持管理分野のキャパシティ・ディベロップメントの支援、および、橋梁基本計画のレビューを実施するものである。

- 1) DRR が管理する 8000 橋の橋梁点検計画の作成および、橋梁点検パイロットプロジェクトの実施
- 2) 橋梁維持管理システム（Bridge Maintenance Management System,以下 BMMS）の整備支援
- 3) セミナー、ワークショップおよびトレーニングの実施

- 4) DRR が作成した橋梁整備基本計画のレビューおよび助言のとりまとめ
- 5) 洪水復旧対策マニュアルの作成, パイロットプロジェクトによる技術支援

1.3 調査対象地域

調査対象地域を示す。青枠で示した都市名は昨年度、および、事前調査で聞き取り調査を行った事務所である。

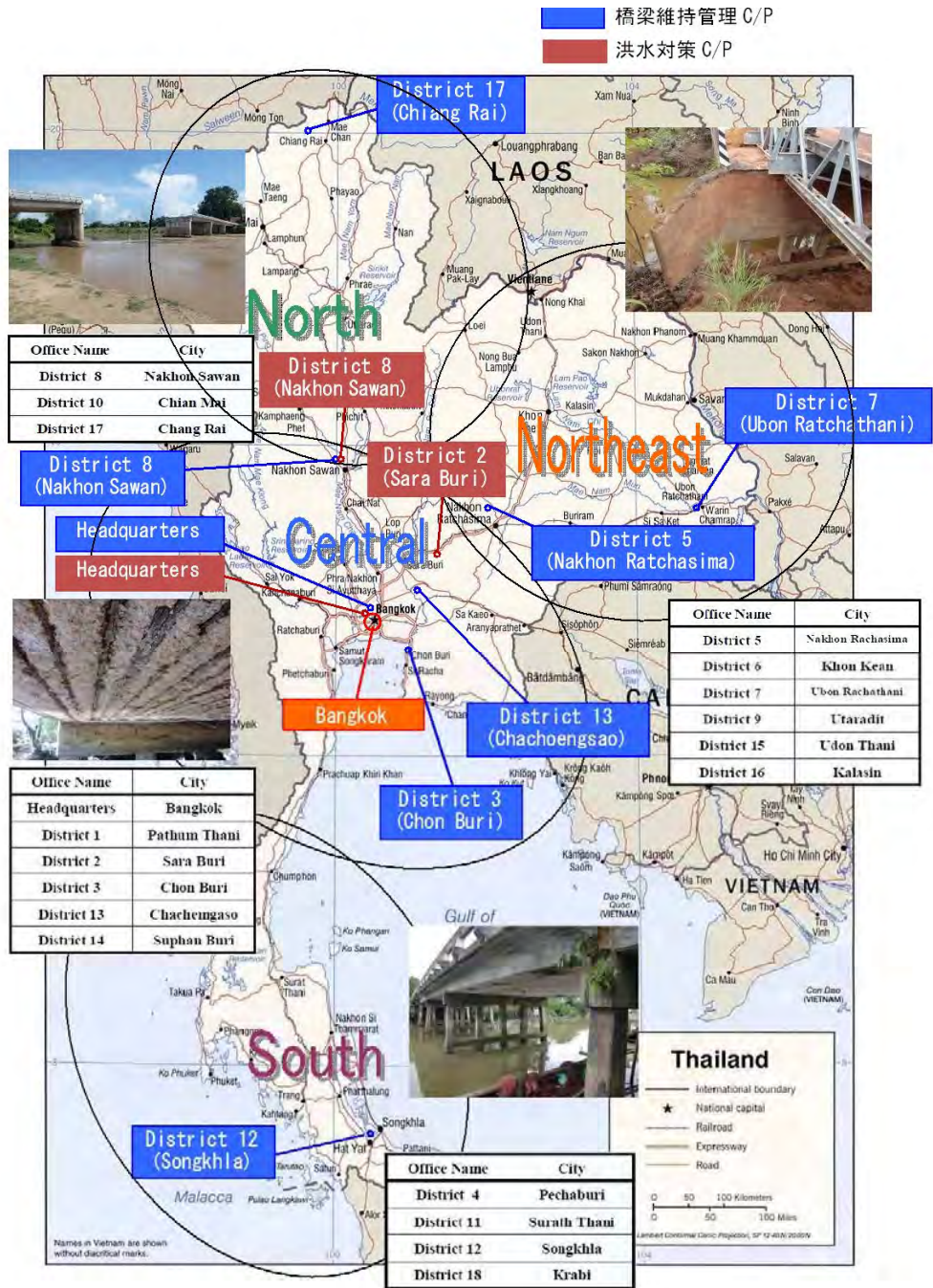


図 1.3-1 調査対象地域

1.4 キャパシティ・ディベロップメント（CD）

DRR 職員の橋梁点検、橋梁維持管理、洪水対策に関するキャパシティ・アセスメント（CA）DRR の橋梁維持管理の現状についての調査結果を示した。これに加え、インタビュー記録、調査票集計結果を合わせて、DRR 職員の橋梁点検・橋梁維持管理・洪水対策についてのキャパシティを評価した。キャパシティ・ディベロップメント（CD）の到達目標の設定、対象者の確定、成果と課題を整理した。

CD の到達目標を CA と同様にサブプロジェクト毎に決定した。これは、橋梁点検、長期維持管理計画、洪水対策に携わる DRR 職員の知識、経験、現在携わっている業務が異なるためである。ここでは、それぞれのサブプロジェクト（橋梁点検、長期維持管理計画、洪水対策）について、CD の目標を設定した。

CD の推移は、セミナー、OJT 等においてアンケートを実施し確認した。例として、橋梁点検について、プロジェクトの経過により下記のような変化が見られた。

Q1) 損傷の現場を見たことがあるかとの問いに対し、エンジニアでは変化が見られなかったが、テクニシャンでは、全員が見たことがあると回答した。

Q2) 点検結果記録をみたことがあるかとの質問に対して、エンジニアでは見たことがあると回答した者の比率が下がったが、テクニシャンについては比率が増加した。

Q3) 橋梁点検マニュアルの存在を認識しているかとの問いに対して、エンジニア、テクニシャンとも見たことがあると回答した者が増加した。

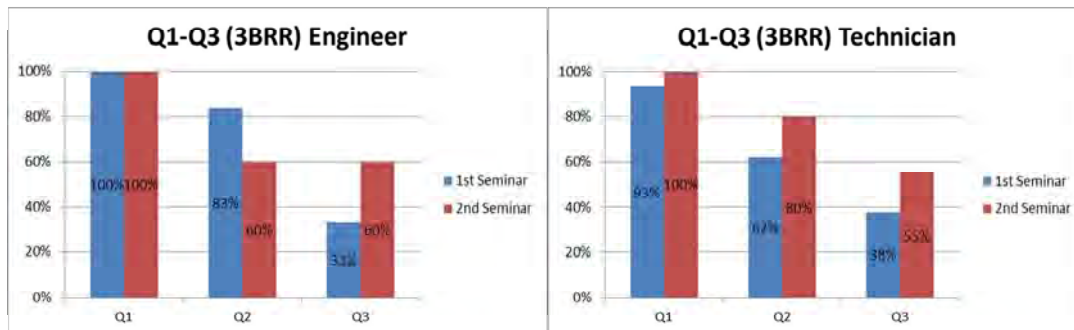


図 1.4-1 Q1-Q3(橋梁点検)の回答結果

橋梁点検の実務においてマニュアルの存在を認識することは、その内容の理解の前に必要なことであり、この点では成果が表れたと考えられる。

1.5 CD のための各種活動

本プロジェクトでは、橋梁点検、長期維持管理計画及び洪水対策に関する DRR 職員の能力向上を図るために各種の活動を実施した。

表 3.5-1 各種活動の集計表

項 目	形 式	回 数	参加人数 (延べ人数)
橋梁点検	セミナー	13	226

	OJT	17	249 ※
長期維持管理計画	セミナー	8	156
	OJT	1	21
	国際会議	1	60
洪水対策	セミナー	7	87
	OJT	4	47
橋梁計画	国際会議	1	60
	プロジェクト会議	1	200
橋梁点検・長期維持管理計画・洪水対策	本邦研修	1	5
橋梁点検・長期維持管理計画・洪水対策	ワークショップ	6	287
計	セミナー	28	469
	OJT	22	317
	ワークショップ	6	287
	本邦研修	1	5
	国際会議	2	120
	プロジェクト会議	1	200

※ 橋梁点検の実績:27 橋



図 1.5-1 セミナー状況（地方道路部 2）

2. 点検調査・評価マニュアルの作成と実証点検

2.1 点検調査・評価マニュアルの作成

橋梁維持管理を的確に行っていくためには、既存の橋梁の実態を把握する必要がある。実態の把握を円滑に進めるためのマニュアルとして、点検調査・評価マニュアルを作成した。

点検調査・評価マニュアルの作成段階において、ドラフト Ver.1～4 を作成した。ドラフ

ト Ver.1 の作成以降、それぞれのバージョンを用いて DRR 本部内およびいくつかの地方道路部で本マニュアルについてのセミナー、アンケート、さらには関係者からのヒアリングを実施した。これらの結果と関係機関のマニュアル類の調査をもとに改良を重ねた。

点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）の作成にあたっては、日本の橋梁点検に参考資料として国土交通省から提示されている「道路橋に関する基礎データ収集要領(案)」（2007 年 4 月）（以下、「データ収集要領（案）」と記す）を基本として検討を行った。

「データ収集要領(案)」は、日本の国土交通省の「橋梁定期点検要領(案)」を参考に、地方公共団体における予算的・技術的課題を解決するために策定されたものである。DRR が現在抱えている課題は日本の地方公共団体における課題と同質のものであり、タイ国の地方橋梁において点検を行っていく際にもこの解決策を参考とすることが有効であると考えられる。

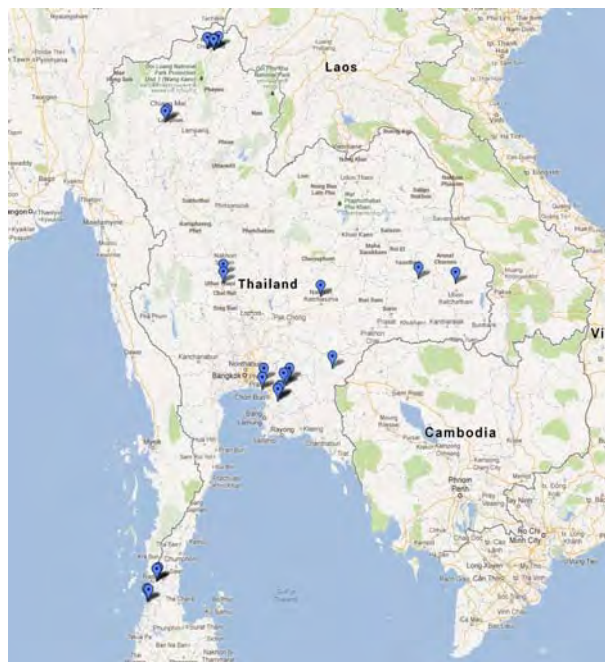
また、「橋梁維持管理計画策定調査（チャオプラヤ川架橋）（2010-2011）」において、DRR が管理するチャオプラヤ川架橋を対象とした「点検作業・評価マニュアル」の作成を行っている。「データ収集要領（案）」に加え、チャオプラヤ架橋を対象とした「点検作業・評価マニュアル」、さらには DRR の標準設計などの資料、および洪水時の緊急点検における地方橋梁の現場調査で得た情報を踏まえ、地方橋梁の橋梁形式、損傷実態に配慮して「点検調査・評価マニュアル」を作成した。

2.2 パイロット橋梁の点検

DRR の橋梁維持管理能力の向上を目的に、対象橋梁を選定し、パイロットプロジェクトとして橋梁点検を実施した。この橋梁点検にて、DRR の技術者を対象にオンザジョブトレーニングを実施した。

橋梁形式、損傷の程度、立地条件等を考慮してパイロット橋梁の選定を行った。また、パイロット橋梁において橋梁点検の OJT を通じて技術移転をはかるため、DRR の技術者の実務経験の多少によらず橋梁点検の内容が理解しやすく、効率的に技術を習得できるように配慮した。

- DRR の標準設計に準拠して建設されている桁橋、床版橋を中心に選定
- 洪水発生地域や沿岸部など、立地条件により洗掘、塩害による損傷が生じている橋梁を中心に選定
- 地方橋梁で数多くみられる 1 スパンの長さが 10m 程度で 3 スパン程度の小規模なコンクリート橋梁を中心に選定



点検の対象とした橋梁を、地図上に示す。パイロット橋梁の点検は 27 橋で実施した。

点検を行ったパイロット橋梁、および DRR が自ら点検を行った 4 橋については、点検結果からいずれも何らかの損傷が生じていることが確認された。なおパイロット橋梁の点検を通じて収集された損傷事例の写真をもとに、点検調査・評価マニュアルへの反映を行っている。



図 2.2-1 パイロット橋梁の点検における損傷事例（塩害）

2.2.1 BMMS への入力

点検結果は後述の橋梁点検用タブレット PC を使用して記録を行った。橋梁点検用タブレット PC は入力されたデータがそのまま BMMS に取り込めるように配慮されており、点検時に入力したデータを用いて BMMS へのデータ入力を行った。

2.2.2 目視点検作業の精度向上、非破壊検査機器の紹介

橋梁の目視点検では、点検対象物を直接目視することが基本となるが、立地条件によっては直接目視することが困難な場合がある。その場合は双眼鏡や遠望目視による点検を行うが、以下に示す機器の使用により点検結果の精度を向上させることが可能となるため紹介を行った。また、コンクリート構造物において、内部の状態は目視点検では確認することができない。発生した損傷の対応方針を策定する際、より詳細に構造物の状態を把握し原因を推定することは不可欠である。このため、コンクリート構造物の状態を把握する方法としてコンクリート構造物に対する非破壊検査の方法をパイロット橋梁の点検にあわせて紹介した。

- ブリッジチェッカー、ポールカメラ
- 高性能デジタルカメラ
- リバウンドハンマー
- 鉄筋探査機器



図 2.2-2 非破壊検査機器を使用した点検

3. 地方橋梁の維持管理計画の策定と支援システムの開発

3.1 維持管理計画策定における支援システムの基本方針

DRR において、橋梁維持管理の予算が不足していることは認識されているが、全国の橋梁点検が実施されていないこともあり、実際に、どの程度の予算が不足しているか根拠のある数値が示されていない。維持管理予算の算出は、長期的な橋梁の損傷の進行を考慮し、目標とする管理水準を明確にした維持管理計画に基づいた予算とする必要がある。

本調査では、橋梁維持管理計画の策定手法を示し、長期的な維持管理計画、および、予算の作成をサポートするシステム BMMS (Bridge Maintenance and Management System) を開発する。

BMMS は、予算計画作成の基本情報となる橋梁諸元、および、点検データを保管するデータベース部分と、点検データを用いて補修計画を作成する予算シミュレーション部分の2つのシステムから構成される。

3.2 予算計画の実施方針

DRR の橋梁点検、および、予算要請は各 BRRDistrict で計画され、本局で調整されている。日本では、長寿命化修繕計画制度により、地方自治体が橋梁補修予算補助を受けるためには、長期的な橋梁維持管理計画を立てることが義務付けられている。この制度により、地方自治体において、管理橋梁の点検データの収集が進んでいる。

DRR においても、BRRDistrict ごとに点検結果に基づいた長期的な維持管理計画に基づく予算作成を実施することで、定期的な橋梁点検の実施、合理的な予算計画作成への移行が期待される。

支援後に期待される維持管理計画の作成手順は以下の通りである。

- 18 箇所の BRRDistrict office で定期点検の実施
- 18 箇所の BRRDistrict office で予算シミュレーションソフトを用いて、BRRDistrict 単位の予算計画を作成。予算計画には長期的な維持管理の視点が考慮される。

上記の実現のために、調査団は、下記の支援を実施した。

- 長期維持管理計画の策定の手法についてマニュアルの作成
- 長期維持管理計画の策定のための予算シミュレーションソフトの開発

3.3 橋梁情報管理システム(BMMS)の構築

BMMS（Bridge Maintenance Management System）は維持管理計画の策定を支援するシステムであり、表 3-1 のシステムから構成されている。

表 3-1 BMMS の構成システム

No	システム	説 明
1	橋梁データベース	・ BMMS の基幹となるデータベース。 ・ 下記システムによるデータの入出力は、すべてこのデータベースから行われる。
2	橋梁管理 Web システム	・ 橋梁の諸元データ、点検データ、補修工事データの入出力を行うシステム。 ・ 橋梁台帳シートの入出力も可能。 ・ すべて Web ブラウザ上で動作する。
3	タブレット端末システム	・ 本業務で作成する「点検調査・評価マニュアル」に従った作業における点検結果入力を支援するシステム。 ・ 屋外での操作が可能なように、タブレット端末上のアプリケーションで動作する。
4	長寿命化修繕計画シミュレーションシステム	・ 橋梁群の長期維持管理計画策定の支援を行うシステム。 ・ 計画策定においては、橋梁管理 Web システムおよびタブレット端末システムにより橋梁データベースへ蓄積されたデータを利用する。 ・ スタンドアロンシステムであり、パソコン上で動作する。

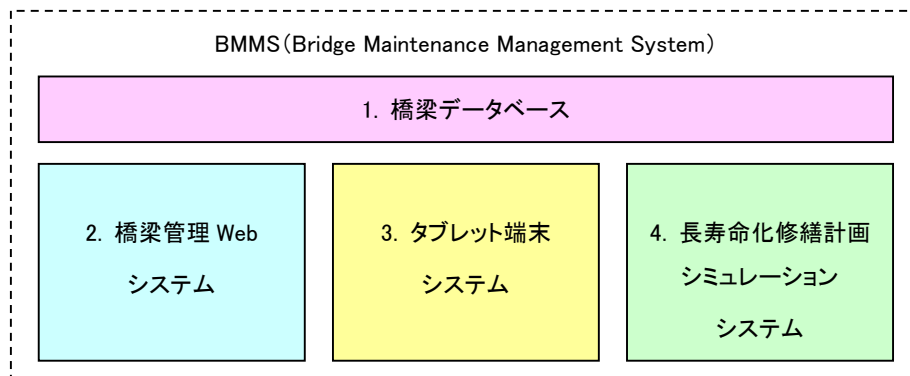


図 3.3-1 BMMS の構成図

また、各システムのスクリーンイメージを、下図に示す。



図 3.3-2 タブレット入力基本情報画面



図 3.3-3 タブレット入力点検入力画面

橋梁群の長期維持管理計画策定の支援を行う「橋梁長期維持管理計画シミュレーションシステム」の機能要件を整理し、システム仕様書として取りまとめた。

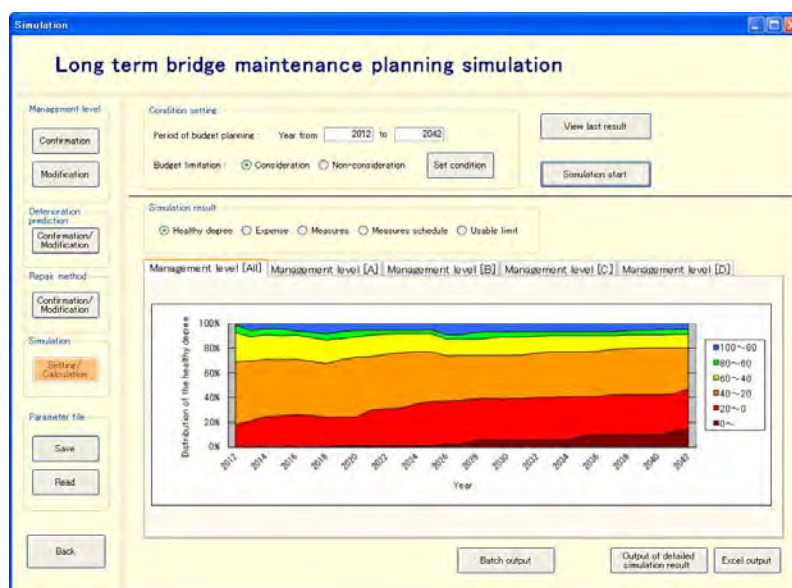


図 3.3-4 予算シミュレーションソフト計算結果表示画面

4. 洪水災害対策の検討

4.1 異常時点検調査

2011年7月下旬以降に発生した洪水により、地方橋梁に被害が発生した。これら被災橋梁についての情報収集を行い、点検対象地域、路線、橋梁を選定する。対象浸水地域の橋梁及びアプローチ道路に係わる目視調査を行い、損傷度や損傷傾向を把握する。

2011年12月19日～21日に行った第1回調査により、より詳細な緊急調査(第2回調査)の必要性が確認された。第2回調査では、橋梁及び取付道路の損傷実態の把握のために、浸水地域の橋梁及び取付道路に係わる目視調査及び資料収集を実施した。

点検対象となった県、対象路線、点検橋梁数を表7.2-1に示す。

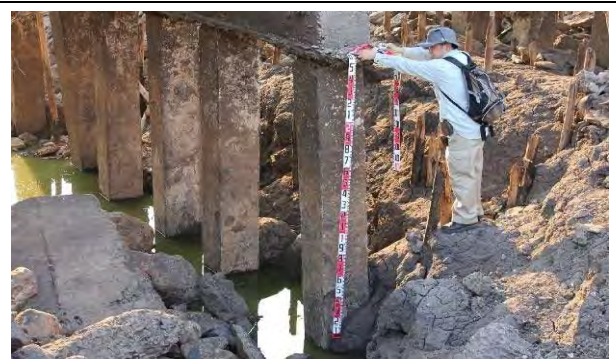
表 7.2-1 点検調査対象路線

対象県	対象路線	点検対象橋梁数
シンブリー	3018, 4014, 3027, 5042(3008)	2
ロップリー	1008, 1030, 1017	9
ナコンサワン	1111, 3104, 3103, 3009	4
カムペンハット	1029, 1023, 1008, 4014, 4039, 1028	6
スコタイ	4046, 4022	2
ピチット	2040, 2029	3
アーントーン	4002	1
アユタヤー	4031, 4014	3



ロップリー県 1030 号線 Br2.

下部工周辺の河床低下及び下部工基礎露出あり。



ロップリー県 1030 号線 Br2.

橋脚基礎が露出している。洗掘の深さは約 2.5m

図 4.1-1 緊急点検により確認された被災事例（洗掘）

4.2 パイロット橋梁における洪水対策検討

本案件では、洪水対策工法の計画、施工を通じたタイ国への技術指導を行うことを目的としているために、タイ国で一般的な洪水被害を生じている橋梁をパイロット橋梁として選定した。

洪水対策をパイロット橋梁に適用する際の施工費用は、DRR の予算により執行される。その予算や DRR の要求事項を考慮しながら、洪水対策工法の選定や施工方法を DRR 職員ならびに C/P との協議によって決定した。パイロット橋梁は DRR の要望を伺い 2 回の協議を経て、緊急点検を実施した 8 県 30 橋梁（取り付け道路を含む）の中から 2 橋を選定した。

4.3 合同調査による洪水被災状況の確認

パイロット橋梁の一次選定で選定された 5 箇所において、洪水被災状況の確認や対策工の検討に必要な設計流速を算出するため JICA study team と DRR 職員は合同調査で簡易的な河川断面測定を実施した。

現地で簡易的な測量機材（ポール、スタッフ、テープ）を用いて洪水による被災平面範囲や河床洗掘状況を確認する。また、洪水時には河川断面内に近づくことが容易ではないため、レーザ距離計により確認方法を現地で紹介した。

4.4 既設橋梁の洪水対策検討

4.4.1 被災形態の分類と現地特性を考慮した対策工法の選定

被災形態としては、①河床浸食、②橋台周辺の洗掘、③護岸整備不足、④設計流量が適切に設定されていないため橋梁部が大きな断面収縮区間となり取り付け道路を越流する被害に区分される。

現地特性に応じて洪水被災形態は大きく変化するため被災状況の要因と対策工法の選定の重要性に関しては、洪水災害対策・復旧マニュアル内に整理した。

4.4.2 対策工法の提案

具体的な洪水対策工法の提案に関しては、パイロット事業対象の 2 橋に対して詳細設計図面を作成した。対策工法の提案区分として、以下の 6 項目に対して整理した。

- 河床浸食時の対策検討
- 橋台洗掘時の対策検討
- 護岸流出時の対策検討
- 取り付け道路越流時の対策検討
- 取り付け道路浸透時の対策検討
- 取り付け道路流出時の対策検討

4.5 洪水災害復旧マニュアルの作成

洪水災害復旧マニュアルの作成にあたっては、国土交通省の「美しい山河を守る災害復旧基本方針 平成 18 年 6 月」、および「堤防等河川管理施設及び河道の点検要領案 平成 23 年 5 月」を基本に検討した。

洪水災害復旧マニュアルでは、洪水災害対策における平常時点検、異常時点検、洪水災害評価方法、洪水災害対策設計方法を整理した。最終章においては、設計事例として本プロジェクトにおいて緊急点検した 30 橋のなかから 2 橋をパイロット事業として選定したも

のを整理してとりまとめた。

また、DRR の強い要望に応じて、クイックマニュアルを作成し DRR 全職員が容易に洪水対策に関する知識を得て、活用できることを目的にポイントを絞ってとりまとめた。

洪水災害復旧マニュアルおよびクイックマニュアルの内容は、C/P との内容確認やセミナーでの質疑応答や要望事項を反映してとりまとめた。

4.6 パイロット橋梁の詳細設計

パイロット橋梁の詳細設計にあたっては、今後 DRR 職員が主体となって、洪水対策設計を実施する必要があるため、『洪水災害対策・復旧マニュアル』に準拠した。

現地測量結果は、C/P が CAD による図化を行い、詳細設計で使用した。

4.7 パイロット橋梁の施工監理および技術指導

2013/6/10～6/29 の期間において、施工対象地区を管理する BRR2 事務所@Saraburi と施工対象地区の Lopburi においてパイロット橋梁の施工監理および技術指導を行った。

また、パイロット工事着手前 2013/6/13 に BRR2 と施工業者が主体の住民説明会にオブザーバとして JST が参加して住民からの質問に対して補足的に回答を行った。その住民協議の中で施工時期として 9 月には洪水被害が多いため 8 月末までに工事を完成する必要があることを確認した。

2013/6/14 に施工業者により提示された施工工程計画表と仮設計画に関して、周辺住民に支障が無いように仮設計画を立案することの必要性等をアドバイスした。

BRR2 事務所職員と BRR2 管轄職員に対して洪水対策工として選定した Gabion への理解を深めることを目的に Gabion 施工監理ポイントに関するセミナーを 2 回実施した。

また、BRR2 職員が Gabion 材料一式の検品作業や施工会社への Gabion 組み立て指導状況を確認して、補足的に BRR2 職員へ監理指導ポイントをアドバイスした。

4.7.1 パイロット橋梁施工監理状況

2013/6/15 より施工業者が仮設進入路の整備を着手し、河床整正、Gabion 設置などの施工段階における BRR2 職員の施工監理状況を観察し、以下のアドバイスを行った。



図 4.7-1 BRR2 職員による施工監理状況

4.8 標準設計へのコメント

DRR の橋梁の損傷の特徴を見ると、標準設計の問題により損傷が発生している事例が見られる。損傷の特徴と再発防止のための対策案を示した。

5. 地方橋梁の橋梁基本計画，FS 実施手順のレビュー

5.1 DRR の橋梁基本計画(マスタープラン)の計画手順のレビュー

タイ国 MOT の道路管理機関である Department of Rural Roads (DRR)は新規橋梁建設に必要なポテンシャルエリアを理論的に特定するモデルを開発した。DRR は開発したモデルにより、タイ国内の橋梁マスタープランを策定している。橋梁マスタープランでは、タイの地方道路の橋梁建設の潜在性の高い地域が選ばれる。新規モデルにより選ばれた地域は地域のコミュニティーからの要望と比較され、結果は DRR のレポートの中で評価されている。最終的にこの新しいモデルにより、多くの新規橋梁建設位置がマスタープランとして策定されている。

DRR では新設橋梁の建設位置の決定手法の標準的なマニュアルを持たないために、新設橋梁の建設を決定する基準は一定ではない。このため、開発したモデルは、新設橋梁の位置を理論的な選定過程により決定することを目的としている。この目的のために、DRR は新設橋梁に必要なポテンシャルエリアを理論的に特定するための手法（モデル）を提案した。高い橋梁建設のポテンシャルエリアは DRR が管轄するタイの地方道路を選定対象年、橋梁マスタープランは次の 10 年間を対象に策定される。

本調査では、DRR の開発した橋梁基本計画、および、潜在性の高い地域の FS のための橋梁選定のモデルの計画手順の内容をレビューし、抽出されたモデルの課題について技術的アドバイスを実施する。

5.2 DRR の橋梁基本計画(マスタープラン)の計画手順の課題と技術的アドバイス

DRR の開発した 7 つの指標（交通量の将来予測などのファクター）を考慮したマスタープランモデルは、橋梁の必要性を、社会的要請だけから求めるよりも合理性が高いと見なしている。スペース解析による評価は 8km×8km の広い範囲の解析に使われる。

しかしながら、1km グリッドレベルで橋梁の建設位置を定義する決定手法は、指標の選定にあたって幾つかの問題点がある。FS はポテンシャルの高い地域の中で、より合理的な橋の位置を特定する必要があるが、適切な橋梁位置を選定する手法はマスタープランの検討とは全く異なる方法となる。FS における手法はロードネットワークを計画する手法と似た手法を用いてより現実的に実施するべきである。

DRR のマスタープランモデルにおけるプリプロセスにおける課題を図に示す。ここでは主に選ばれた 7 つの指標についての課題と、必要性について記述する。また、中間プロセスにおける潜在地域の選定方法の課題、1*1km グリッドで橋梁位置を選定するポストプロセスでの課題について技術的アドバイスを実施した。

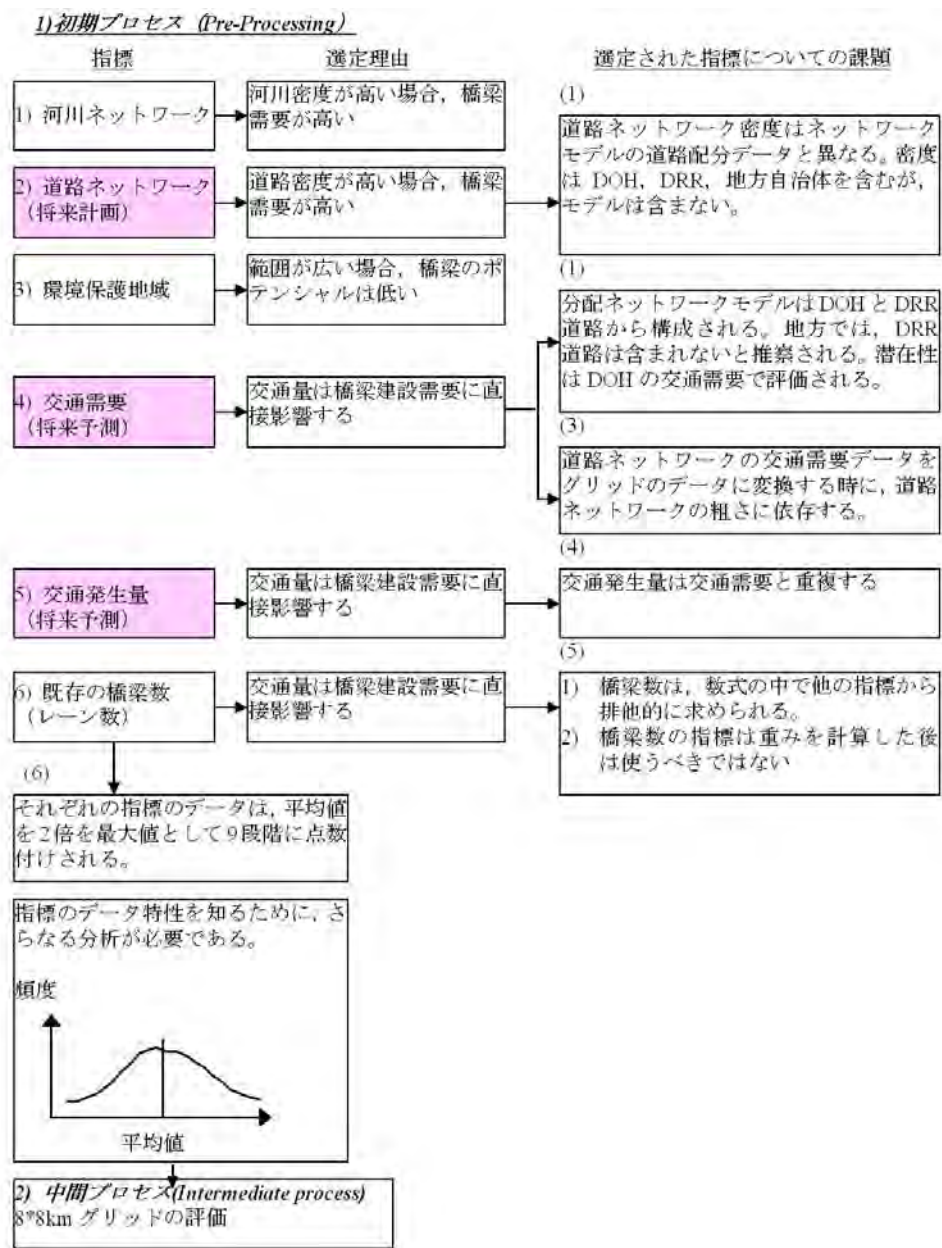


図 5.2-1 初期プロセスにおける課題

選ばれた橋梁位置の検証

マスタープランでは、新しい橋梁建設の社会からの要請と、解析で得られたポテンシャルエリアを比較している。DRR モデルで解析された 6 点以上のエリアが検証された。タイの 625 の橋梁の 399 橋、63.8%がこのエリアに含まれる。DRR モデルを使うために、DRR モデルは新設橋梁の必要性の正確さを検証する必要がある。本調査では、橋梁建設位置の検証手順案を示した。

5.3 FS における経済評価手法についての技術的アドバイス

新設橋梁の事業評価において、費用便益分析は事業の妥当性を評価し効果的な事業を採

択するために重要である。DRR の FS においても、経済評価指標の一つとして B/C が用いられている。DRR では、B/C の算出のためのガイドラインを持たないために、体系化した B/C の算出手順の例示を求められた。

本調査では、社会的・経済的側面を考慮した費用便益分析の手法として、「国土交通省道路局、都市・地域整備局、費用便益分析マニュアル、平成 20 年 11 月」を参考に、算出手順を説明した。日本とタイでは走行経費や交通事故損失の原単位が異なるために、そのまま適用することはできないが、将来、DRR で標準化する際に、タイ国での統計データを検討することにより、算出手法が参考となると考えられる。

6. まとめ

本業務は地方の道路橋の維持管理のための DRR 担当職員の能力向上を目標としたものである。DRR 職員の橋梁維持管理に対する意識低く、危険な状況があっても予算が無いということで放置されている橋が多々ある。業務ではこの職員の意識改革から始めた。数々のセミナー、OJT を通じて橋梁維持管理の重要性はだいぶ認識されたと思われる。DRR 本部と地方にも出向き丁寧に技術移転をはかったが、職員のほとんどは技術習得には前向きで有難かったが反面いろいろな要望も出て、その対応に苦労した面もある。地方への技術の浸透を図るためこれらの要望は出来るだけ応じる方針で業務は進めてきた。以下、項目毎に概略をまとめる。

6.1 橋梁維持管理について

6.1.1 橋梁点検と損傷評価

業務の中心は橋梁点検評価マニュアルの作成とその結果を記録する橋梁台帳の整備、そして記録の入力補助としてのタブレットを用いたシステムの作成、そして OJT である。これらの作成にあたっては実際に利用されることを第一に考えた。そのため、現場の職員と会議を重ね、点検手法、記録方式、判断基準等について彼ら能力を勘案しながらその意見を極力取り入れて作成した。具体的には点検項目を絞り、損傷評価については写真を多く取り入れ判断し易い形にした。また、タブレットを使うことを前提にし、橋梁台帳に直接記録を入力できるようにし、作業の大幅な簡略化を図ったがこれは予期した以上に評判が良かった。

もちろんこのシステムは今後使用していく中で改良されるべきものではあるが、既に最初から相当強力な橋梁維持管理支援システムとなっていると思われる。

6.1.2 橋梁長期維持管理計画策定

橋梁長期維持管理策定マニュアルを策定し、計画策定のための予算シミュレーションプログラムを整備した。これは橋梁のライフサイクルを考えた長期スパンでの管理予算の最適化を図るものであるが、内容的に地方のテクニシャンに浸透させるのは難しいので、地方一般にはその概要と必要性を説明し、DRR 本局の担当技師とカウンターパートを主なターゲットにして技術移転を図った。実務的に有効なものにするには何年か PDCA を回す必要がある。しかし、今 DRR の地方橋梁のための予算はほとんどついておらず、従って維持

補修工事の実績もあまりなく、予算の設定が難しいので、かなり仮定をおいてシステムを作成している。今後、このシステムを利用して予算が増え、実績が積みあがるとこの予算シミュレーションも精度の良いものになると思われる。

6.2 橋梁マスタープラン

今 DRR で進めている橋梁マスタープランはとても理論的であり、実用に供するにはさらに経験に基づいた改良が必要と思われる。意見は出しているが実際の改良は時間がかかると思われる。ただ、意見を出せば対応も出てくるもので、たとえば標準設計では、変更がかなり難しいと思われていた橋脚の設計が洗掘により強いものになり始めて成果が出てきた。必要性が認識されるとある程度の時間があれば変わっていくのだろう。

6.3 洪水対策

洪水対策マニュアルの作成と OJT としてのパイロット工事の実施指導を中心とした。これは現実大きな被害が出たなかでの技術指導なので現場も最初から熱心で、特別予算を組むなどとても前向きに協力してくれた。マニュアルは本局と地方のエンジニアと協議を重ね、実用性を重視して現地にあった方法を採用しているので今後各地に浸透していくものと思われる。

6.4 能力開発

数多くのセミナーと OJT を繰り返して職員の能力開発を促した。その DRR 職員の橋梁維持管理に対する意識と能力は有意なレベルで高まっている。

当初は DRR の職制の関係で全員参加形の統一的な展開は困難で、協力的な部局から進めていくほかなかった。しかし、途中からマニュアルやタブレットの評判がよくなり、関心を持つ人達が増えた。今年の橋梁事故を受けての MOT の指導も加わり DRR の橋梁維持管理の重要性に関する認識は確かに深まっている。

これを反映して、最後のワークショップでは TV 会議方式をとったところ全 18 地方部から約 200 名の参加申し込みがあり、また意見や質問も多く出された。

ただ、現在の DRR の予算と人員、人々の働き方からして、今後の展開には一抹の不安を感じる。データベースへの入力状況のチェックなど何らかのフォローアップが必要と考えられる。

7. 使用機材

調査において、下記の調査資機材を使用した。下記の機材は今後の技術移転を促進する上で効果的であると判断されたため、調査終了後 DRR に譲渡した。

Equipment List

Item	Specification	Numbers
Digital camera (Nikon)	Nikon D3200(HK) BlackNikon AF-S-200/3.5-5.6GVR II	1
BMMS server	2 x Intel Xeon Six Core X5680 3.33GHz/ 1333Mhz, 12MB L3 Cache 24GB (6x4GB) PC3-10600 1066MHz LP 240-pin Registered ECC DIMMs Supports Hot-Swap 2.5" SAS, SATA or SSD Disk Supported in IBM BladeCenter E, S, H and HT Uses power module(s) in BladeCenter c	1
Schmidt test Hummer	"Proceq" type N(PSI) Model 31001002	1
Detection system, Ferrosan	HILTI Ferrosan system, PS 200	1
Bridge checker	BIS502D	2
Tablet pc	SAM GALAXYNOTE10.1 N8000900WH S/N	9
Digital camera (Olympus)	Olympus Tough TG-320	9
Digital Rangefinder	Nikon 1000A S	1
Picture edit software	Adobe Photoshop element 10	1