

#### 4.4.5 計画の実行および見直しのためのアクションプランの作成

一般的に予防保全的長期維持管理計画を作成するためには、相当な定期点検データの蓄積が必要であり、どの機関でも十分なものはできていないのが現状である。

DRRにおいても状況は同様で、様々な問題点とともに、予防保全的長期維持管理にはまだ至っていない状況にある。

近い将来には「点検作業・評価マニュアル」に基づいて、DRR全体で統一的に点検・評価が行われ、長期維持管理計画が策定され、これらの問題が解決されるはずである。また、このプロセスは恒常的なものではなく、時とともに常に更新されていくべきものである。

##### (1) 維持管理におけるPDCAサイクル

橋梁の長期維持管理体系をいわゆるPDCAサイクルに当てはめて表現すると、以下のようになる。

- Plan : 長期維持管理計画の策定
- Do : 補修・補強対策の実施
- Check : 橋梁定期点検
- Action : 継続的な改善・見直し

予防保全的長期維持管理計画においては予測精度の向上が不可欠なことから、周りの状況（技術的、社会的、自然環境的、その他）の変化に合わせて、PDCAサイクルを循環させて、常に計画を更新していく必要がある。

##### (2) 計画実行と見直しのアクションプラン提案

###### 1) 一般事項

全橋共通の一般事項として以下に示す周りの状況の変化に合わせて計画を更新していく必要がある。

- a) 技術的状況変化 : 補修工法(補修シナリオ)、劣化予測手法等
- b) 社会的状況変化 : 交通量、補修予算等
- c) 自然環境的状況変化 : 劣化進行度予測値等
- d) 維持管理体系の変化 : 維持管理組織、人員育成状況、定期点検頻度等

基本的にはPDCAサイクルは5年置きの定期点検を基点とすれば、適切に対応できると考えられる。

###### 2) 鋼トラス橋のアクションプラン

鋼トラス橋(Krung Thon 橋、Krung Thep 橋、Memorial 橋)の共通の主な損傷は、船舶および車両の衝突、主要部材の腐食である。

前者は経年劣化による損傷ではないため、衝突防止対策の実施が功を奏すれば損傷は急減する。PDCAによる劣化予測精度の見直しはこれらの橋梁は同時期に行えばよいと考え

られる。

後者は経年変化による損傷であるため、PDCA サイクルは基本的に 5 年置きの定期点検を基点とすればよい。なお、再塗装が 1 回/4 年で行われているため、定期点検頻度を 4 年として再塗装用足場を点検に流用したり、重大な損傷の有無と位置程度は報告するようにすることで、点検の効率化を図ることも検討するとよい。

また、高性能・高耐久性の塗装方法への切り替えも PDCA サイクルの一環として検討するとよい。

### 3) コンクリート橋のアクションプラン

コンクリート橋(Rama 4 世橋、Rama 5 世橋、Rama 7 世橋、Phra Pinklao 橋、Phra Pokklao 橋、Takin 橋、Rama 3 世橋)の共通の主な損傷は、施工時の初期損傷、伸縮装置部からの漏水による桁下からの遊離石灰である。これらは一般的な損傷の範囲内にあるため、5 年頻度の定期点検と補修で当面は問題ないと考えられる。Rama 5 世橋では橋脚の傾斜しており、構造的に問題となり得るため、定期点検とは別途、早急に詳細調査が実施されることが望ましい。

### 4) 斜張橋のアクションプラン

斜張橋(IRR South 橋、IRR North 橋)に共通の主な損傷は、張出床版部、主塔隅角部、主塔基部、橋脚側面部のひび割れである。

前者 2 つは構造全体に影響を及ぼすような損傷ではないが、張出床版部については早期に設計上の確認と防水層設置の検討を、主塔隅角部については来年の定期点検の際に足場を設置して近接目視を行っておくのがよい。

後者 2 つは構造上の要因ではなく、施工時に生じたものと考えられ、5 年頻度の定期点検と補修を確実に続けていけば当面は問題ないと考えられる。

## **第5章**

# **橋梁維持管理体制への提案**



## 第5章 橋梁維持管理体制への提案

### 5.1 チャオプラヤ川架橋の維持管理体制の課題

#### (1) 法制度、基準、ガイドライン、マニュアル類の整備状況

既に第2章 2.2.1 でも述べた通り、DRR には橋梁維持管理に関するマニュアルが作成されている。それぞれの状況は以下の通りである。

- 「橋梁点検改修マニュアル」(2005): DRR 橋梁建設部, IMMS
  - ・チャオプラヤ架橋のメモリアルブリッジ等の点検調査用に作成したもの。
- 「橋梁点検評価マニュアル -DRR 管理のネットワークシステムの開発(第1段階)-」(2007)  
: DRR 橋梁建設部, チュランロンコン大学交通研究所
  - ・維持管理部で一案として作られているものを研究部によって完成させたもの。行き渡っているものではない。
- 「DRR ネットワーク内の橋梁の損傷補修と寿命」(2008)  
: DRR 試験・研究・開発部, シーナカリン大学
  - ・地方橋梁の実情に配慮した補修工法も盛り込んでいる。これも行き渡っていない。
- 「IRR 橋 維持管理マニュアル」(2008): DRR, 橋梁建設部, AEC, TEAM, TEC, INDEX, JEI
  - ・IRR の南北斜張橋の管理用に建設時に簡単なものが作成されている。これも十分機能しているものではない。

#### (2) 実施主体の現状

DRR では、表 5.1.1 に示す維持管理事務所が設置され、バンコク首都圏の道路および橋梁の維持管理を行っている。維持管理事務所のスタッフは 22 名（エンジニア 2 名、テクニシャン 20 名）である。本部の運営維持管理部傘下 6 カ所の管理事務所にて、バンコク都とノンタブリ県の道路・橋を管理している。

注) エンジニア : 道路・橋梁の設計・施工に関する相応の資格と実務経験を有する者。

橋梁点検結果等に対して、原因の究明と対策を立案可能な者。

テクニシャン : 道路・橋梁の設計・施工に関する基礎的知識と経験を有する者。

表 5.1.1: 維持管理事務所および維持管理概要

| Maintenance Office                                               | Managed Bridge            | Number of Staff                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Maintenance office for Rama 7 and Phra PinKlao bridges           | Rama 7                    | 1 Senior Technician (common to Phra PinKlao bridge)<br>15 Workers (Gardeners & Park keepers)<br>6 Workers (Guardians)<br>6 Workers (Drivers for lift & clean cars)                                                                                                                                                                              |
|                                                                  | Phra PinKlao              | 1 Senior Technician (common to Rama 7 bridge)<br>1 Technician Civil<br>4 Workers (Gardeners & Park keepers)<br>2 Workers (Guardians)                                                                                                                                                                                                            |
| Maintenance office for Taksin bridge                             | Taksin                    | 1 Senior Technician<br>1 Technician Civil<br>10 Workers                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Maintenance office for Krung Thon, Krung Thep and Rama 3 bridges | Krung Thon                | 1 Senior Technician (common to Krung Thep and Rama 3 bridges)<br>2 Workers (Guardians)<br>2 Workers (for cleaning etc.)                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                  | Krung Thep                | 1 Senior Technician (common to Krung Thon and Rama 3 bridges)<br>2 Workers (Guardians common to Rama 3 bridges)<br>2 Workers (for cleaning etc.)                                                                                                                                                                                                |
|                                                                  | Rama 3                    | 1 Senior Technician (common to Krung Thon and Krung Thep bridges)<br>2 Workers (Guardians common to Krung Thep bridges)<br>2 Workers (for machine)                                                                                                                                                                                              |
| Maintenance office for Rama 5, Phra PokKlao and Memorial bridges | Rama 5                    | 1 Senior Technician (common to Phra PokKlao & Memorial bridges)<br>1 Technician Civil<br>4 Technician Electric<br>1 Clark<br>2 Workers (Guardians)<br>4 Workers (for cleaning etc.)                                                                                                                                                             |
|                                                                  | Phra PokKlao and Memorial | 1 Senior Technician (common to Rama 5 bridges)<br>1 Technician Civil<br>1 Workers (Supervisor of workers, CCTV for daytime)<br>2 Workers (Guardians)<br>3 Workers (for cleaning etc.)                                                                                                                                                           |
| Maintenance office for Rama 4 Bridge                             | Rama 4                    | 1 Civil Engineer<br>1 Technician Civil<br>3 Technician Electric<br>1 Clark<br>2 Workers (for cleaning etc.)<br>2 Workers (Guardians)<br>2 Workers (Assistant drivers)                                                                                                                                                                           |
| Maintenance office for IRR bridges                               | IRR                       | 1 Senior Engineer (Mr. Surcha at DRR)<br>2 Senior Technician Civil<br>1 Technician Electric<br>1 Technician Mechanic<br>6 Workers (CCTV for 24h in 3 shifts)<br>2 Workers (Foreman)<br>10 Workers (Construction & electric)<br>30 Workers (Guardians outsource)<br>20 Workers (Gardeners outsource)<br>25 Workers (for cleaning etc. outsource) |

また維持管理体制は、Rama 4, Rama 5, Rama 7, Krung Thon, Phra Pinklao, Memorial, Phra Pokklao, Taksin, Rama 3, Krung Thep の 10 橋を管理する 5 カ所の事務所グループと IRR North, IRR South を管理する 1 カ所の事務所である。

1) バンコク周辺と郊外の橋梁および道路維持管理グループ

図 5.1.1 に 10 橋に関する維持管理組織図を示す。

各事務所は 1 橋から 3 橋を管理し、事務所毎に代表の技能者が 1 人就いている。また、どの事務所においても人数不足の状態である。

図 5.1.2 には作業内容を示す。

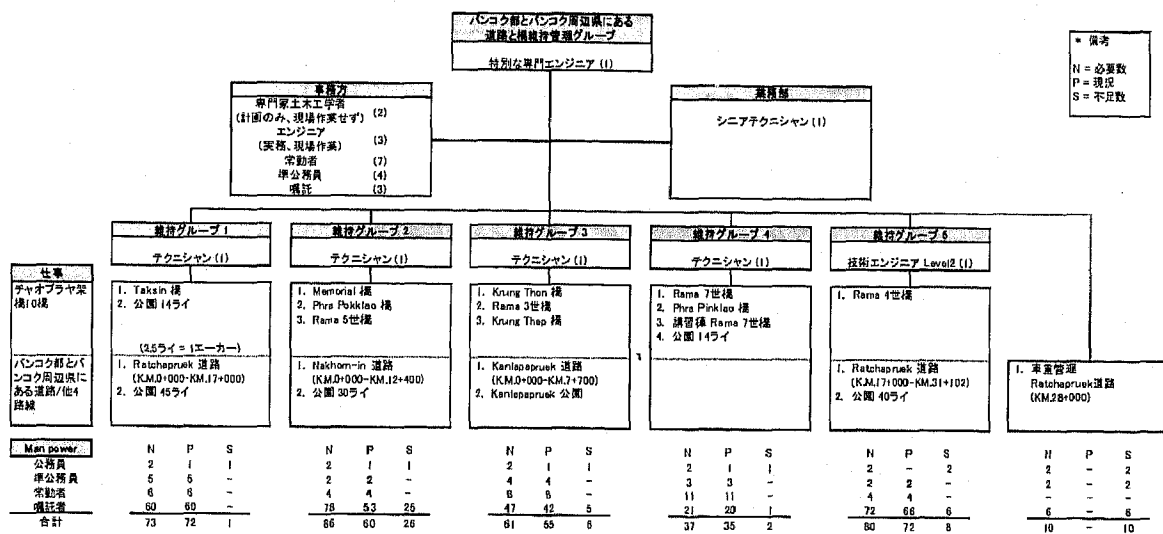
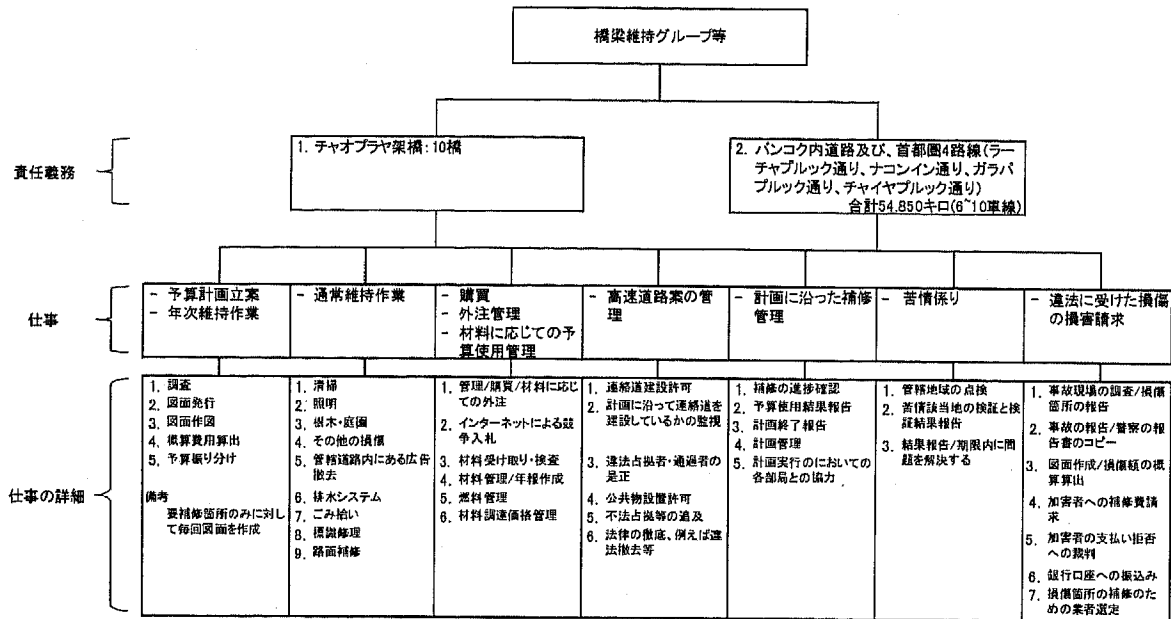


図 5.1.1: バンコク都とバンコク周辺県にある道路と橋梁維持管理グループ組織図



注) 2011年3月1日より上記の仕事に加え車両重量の測定と違反者の取り締まりの作業が追加された

図 5.1.2: 維持管理グループの作業内容

## 2) IRR 橋梁の維持管理グループ

図 5.1.3 に IRR の維持管理組織図を示す。

IRR の管理体制は、ディレクタの下に 2 名のチーフがおり、更にその下に各担当者とワーカーがいる。また、先に紹介したグループよりも作業従事者数は多く充実している。

図 5.1.4 には作業内容を示す。

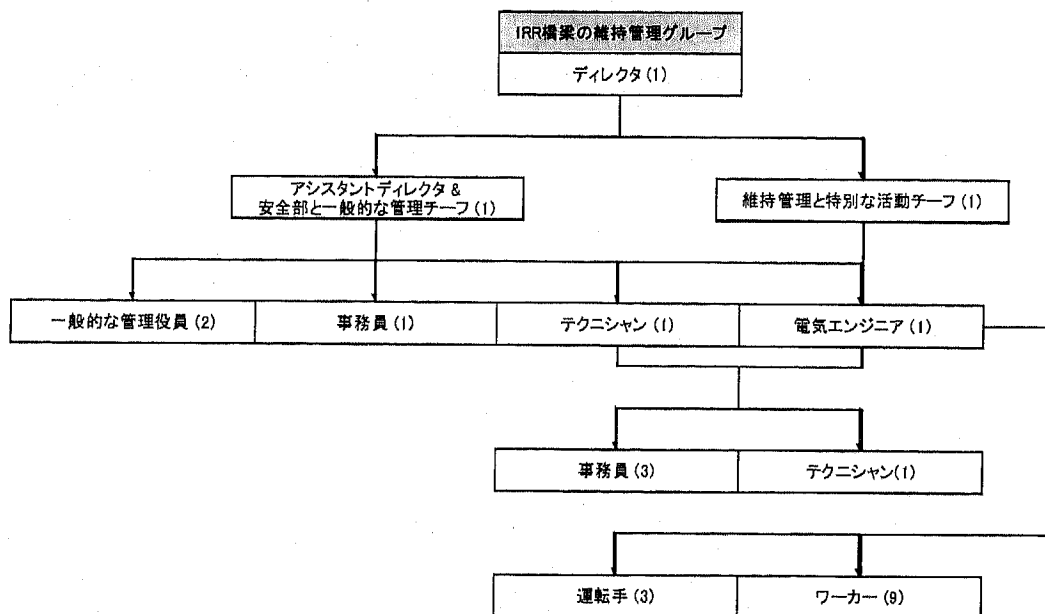


図 5.1.3: IRR 橋梁の維持管理グループ組織図



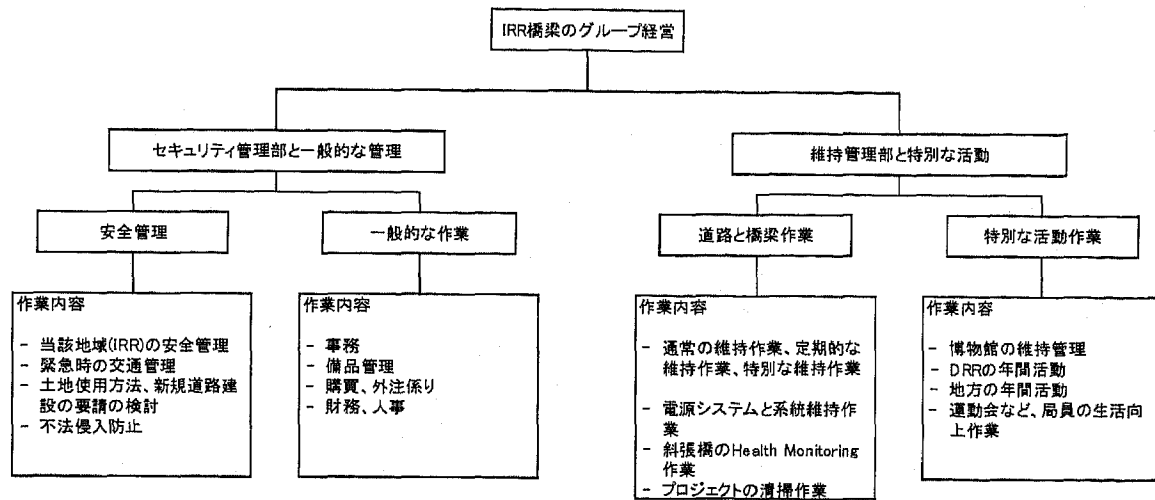


図 5.1.4: IRR 橋梁の作業内容

**(3) 台帳や点検調書類の整備状況**

DRRでは、2008年度までについて「チャオプラヤ川に架かる橋梁」と言う冊子に過去の維持管理状況を取り纏めており、それ以外には過去の履歴が分かる資料は無いとの事である。取り上げられている橋梁は、上流から Rama 7、Krung Thon、Phra Pinklao、Memorial、Phra Pokklao、Taksin、Rama 3、Krung Thepの8橋である。内容はそれぞれ、諸元情報、図面、補修歴である。他の Rama 4、Rama 5、IRR North、IRR Southの4橋は架設後の年数が少ない事が原因なのか情報は納められていない。

「チャオプラヤ川に架かる橋梁」は、一般図を始めとして断面諸元等も模式的であって、支間は分かっても断面諸元（幅員方向の諸寸法や桁高さ 等）が分かりづらい等、橋梁台帳と言えるものではない。また、電子化もされておらず、速やかなデータの抽出も出来難い。不足している4橋のデータを追加登録する話も無い。長期的に安全な状態で維持管理し続ける為には、過去の点検・補修履歴管理が重要であるとの認識が薄いように見受けられた。

**(4) 維持管理活動状況**

長期的維持管理計画が存在しないので、長期的な視点に基づく維持管理を行っている様には見受けられず、定期点検は行っているものの事後保全的な損傷が出た時の補修といった維持管理を行っているとは判断される。

現在、比較的橋梁の年齢が若い事による安全性や耐久性に懸念が乏しい事を以って、今後の老朽化への対応が考慮されていないが、早めの対策に基づく予防保全の考え方を導入し、長期的な維持管理計画を策定して、それに基づく維持管理を行うべきであると考えられる。

各橋を担当するテクニシャンが目視点検を実施し損傷の存否や状況を写真と共に報告する事になっているが、点検マニュアルや事例集が無いので、テクニシャンの長年の経験に基づく評価で実施しており、個人差が生じやすい。また、電子化された情報管理（データの蓄積を含む）がされていないので、損傷等の継続的な追跡や補修の経緯、他の橋との比較が難しく、損傷傾向の分析や予測もされていない。

**1) バンコク周辺と郊外の橋梁および道路維持管理グループの予算と内訳**

表5.1.2に維持管理部より入手した2004年度から2010年度までの橋梁及び道路の予算を示す。

表5.1.2: バンコク周辺と郊外の橋梁・道路維持管理グループの予算推移

(thousand baht)

| Fiscal year | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008    | 2009   | 2010    |
|-------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| Budget      | 11.044 | 50.000 | 70.000 | 80.000 | 103.926 | 70.000 | 135.000 |

表5.1.3には2010年度における作業計画内訳を示す。

表5.1.3: 2010年度維持管理グループの作業計画

| No. | 計画                         | 計画数  | 金額(バーツ)     | 予算比率(%) |
|-----|----------------------------|------|-------------|---------|
| 1   | 通常保守 (DRRがやる場合)            | 5計画  | 38,190.000  | 28.289  |
|     | 1.1 バンコク周辺のチャオプラヤ川に架かる10橋梁 | 1計画  | 5,610.000   | -       |
|     | 1.2 バンコク周辺と郊外の道路           | 4計画  | 32,580.000  | -       |
| 2   | 定期保守                       | 8計画  | 20,852.000  | 15.446  |
| 3   | 特定保守                       | 10計画 | 45,588.000  | 33.769  |
| 4   | 橋梁周囲風景の維持                  | 4計画  | 30,370.000  | 22.496  |
|     | 合計                         | 27計画 | 135,000.000 | 100.000 |

作業計画は通常保守、定期保守、特定保守、橋梁周囲風景の維持の4つに分類される。各概要を以下に示す。

a) 通常保守(Routine Maintenance) :

日常保守として簡易な点検器機・器具により簡略法で実施する作業。例えば、電気と照明機器の交換と洗浄、排水管の洗浄、雑草除去、鉄鋼清掃や植樹の剪定と維持など。

b) 定期保守(Periodic Maintenance) :

橋梁の劣化や損傷した主部材の交換と補修作業。例えば、伸縮装置交換、車線の塗り直し、橋梁上の路面の維持、鉄鋼の塗り直しなど。

c) 特定保守(Special Maintenance) :

円滑な交通を確保するため、橋梁を健全な状態に保つ作業。橋梁構造に悪影響を及ぼす損傷した主部材の補修と大規模改修を行う。

d) 橋梁周囲風景の維持 :

鉄鋼や橋梁の健全性の維持ではなく、運動やリラックスできる場所を作るために橋梁の周囲風景を維持する。例えば、橋梁下の周囲に柵を作る、街路樹の整備など。

2) IRR 橋梁の維持管理グループ

図 5.1.4 に建設部より入手した 2010 年度の IRR の予算とその内訳を示す。

表 5.1.4: IRR 橋梁の維持管理グループの予算と内訳(2010 年)

| No. | 内容                             | 予算(バーツ)    |
|-----|--------------------------------|------------|
|     | <u>通常維持作業</u>                  |            |
| 1   | IRR道路の維持管理費                    | 16,500,000 |
|     | <u>定期維持作業</u>                  |            |
| 1   | 橋梁の照明システム                      | 500,000    |
| 2   | 支柱内のリフトシステム、維持管理のためのバスケット      | 200,000    |
| 3   | 監視カメラシステム、緊急時の電話システム、電光掲示板     | 300,000    |
|     | <u>特別維持作業</u>                  |            |
| 1   | Rama 3世橋側の高架上にNoise Barrierを設置 | 2,000,000  |
| 2   | Suksawat側の高架上にNoise Barrierを設置 | 1,500,000  |
| 3   | Rama 3世道路に交通標識を設置              | 2,000,000  |
| 4   | 伸縮装置の保守(335m)                  | 2,000,000  |
| 5   | ケーブルの清掃                        | 2,000,000  |
|     | <u>Gardening作業</u>             |            |
| 1   | 走路維持、トイレ維持、健康公園維持              | 2,000,000  |
| 2   | 風景、噴水、健康公園の維持                  | 2,000,000  |
| 3   | 駐車場とガードマン用の待機所と健康公園の維持         | 2,000,000  |
| 4   | Rama 3世道路側の高架下にある柵と運動場の維持      | 2,000,000  |
| 5   | 休憩小屋、休憩場、健康公園の歩道の工事            | 2,000,000  |
| 6   | 交通管理システム施設内にシステム管理と結果表示システムの設置 | 8,000,000  |
| 合計  |                                | 45,000,000 |

## 5.2 チャオプラヤ川架橋の維持管理体制への提案

チャオプラヤ川架橋の維持管理に関しては、以下が提案される。

- ・ DRRで統一された様式と評価方法に基づく点検手法を確立すべきである。
- ・ 点検結果を電子化し、継続的なデータの追跡に基づく監視や分析が出来るようにすべきである。
- ・ テクニシャンを教育してエンジニアを増やし、点検後の補修のあり方や維持管理計画策定・見直しを任務化すべきである。
- ・ 維持管理事務所の点検結果・補修結果をDRR本部の維持管理部でも把握出来るようにシステム化すべきである。
- ・ 上記に関しては、日本における橋梁の維持管理に係わる記録を一元的に管理する橋梁管理カルテの様な橋梁台帳・点検結果・点検補修履歴・長期維持管理計画を網羅した維持管理システムが提案される。橋梁台帳、補修履歴については、既存資料および過去の補修履歴をもとに橋梁管理カルテ様式に整理したものをAppendix-3に示す。

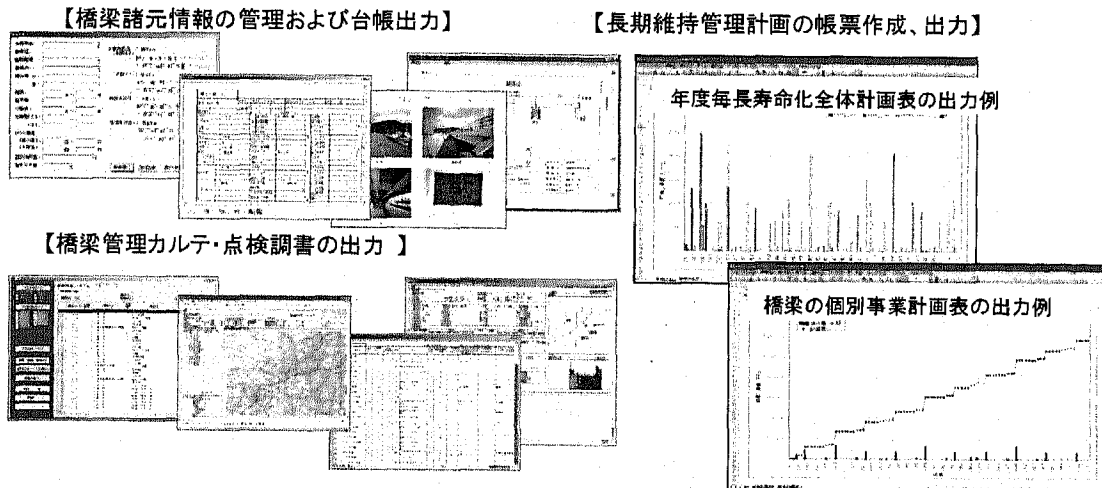


図 5.2.1: 橋梁情報管理システム

- ・ IRR橋の既存の維持管理マニュアルについては、下記事項を充実させるとよい。
  - 現行マニュアルはやや複雑と思われるので、よりシンプルで作業者が使いやすいものにする。
  - 速やかに補修するのか、次の機会を待つかという補修必要性については、テクニシャンや作業員が現場で判断するのは難しいため、よくトレーニングされたエンジニアにより判断するものとする。
  - 損傷評価について認識の共通化を図るため、もっと多くの写真を用いるとよい。
  - 通常、維持管理予算には限度があるため、補修優先度を設定し、マニュアルに入れるべきである。
  - 予防保全型維持管理はコストを削減し、橋梁の寿命を延ばすといわれている。合理的なデータ収集・蓄積をスタートさせ、PDCAサイクルをスタートさせることが推奨される。

### 5.3 地方橋梁の維持管理体制の現状と課題

DRR が管理している地方橋梁の現状の確認と、地方事務所訪問に伴う維持管理体制ヒアリングを行った。また、ヒアリング終了後「日本の橋梁のメンテナンスマネジメント」について講演した。訪問先は DRR と協議し、4 地方から各 1 箇所の事務所を抽出した。また、事務所訪問に先立ち、管理橋梁 3 箇所以上の現場踏査を実施し、管理実態を認識した上で維持管理体制のヒアリングを行った。

地方事務所における調査項目と分析内容は、表 5.3.1 に示す通りとした。

表 5.3.1: 地方事務所の調査項目と分析内容

| 目的       | 項目                     | 分析事項                                                                     |
|----------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 橋梁       | 管内の対象橋梁の橋梁数、橋種、建設年度    | 地方の橋梁とバンコク市内の大型橋梁の比較。地域の環境特性と維持管理の関連の整理                                  |
|          | 管内の橋梁の特徴、特殊環境(海岸、凍結など) |                                                                          |
| 組織、技術レベル | 事務所の組織                 | 持続的な維持管理がなされる組織構成か。点検のための技術レベル、組織の問題点の整理。予算の平準化がなされているか。                 |
|          | 出先維持管理事務所の組織           |                                                                          |
|          | 出先維持管理事務所の作業内容         |                                                                          |
|          | 維持管理に係わる人員             |                                                                          |
|          | 民間セクターの活用状況            |                                                                          |
|          | 技術レベル                  |                                                                          |
| 予算       | 維持管理予算の内容別推移           | 維持管理予算に関する問題点のヒアリングと分析                                                   |
|          | 建設費との割合、執行率            |                                                                          |
| 維持管理     | 維持管理機材整備状況、種類          | 定期点検の進捗状況の把握。長期維持管理計画のためのデータを蓄積するための不足事項の分析。                             |
|          | 橋梁台帳の保管状況              |                                                                          |
|          | 橋梁点検の頻度                |                                                                          |
| 補修計画     | 点検、評価方法                | 調査レベルは補修の緊急度を判定できるものか。長期維持管理計画のためのデータが蓄積される環境にあるか。補修補強の優先度の判定は適切に行われているか |
|          | 補修要否の判断方法              |                                                                          |
|          | 補修橋梁の優先順位付けの方法         |                                                                          |
|          | 補修状況                   |                                                                          |

## 5.3.1 組織と管轄橋梁

## (1) 中央部

共通事項として、各 District 事務所では、4～5 県を管理しており、それぞれ DRR 管理道路の道路並びに橋の建設と維持管理を行うと共に、DRR 管理以外の道路における特定の橋（地方連絡橋）の管理のみを行っている。

各事務所におけるディレクタは必ずエンジニアである事、道路の建設と維持管理は分けた組織にしていない事、通報ボランティアを登録している事、が特長である。ボランティア制度は全国統一されていて、通常は自分の仕事をしているが、損傷が見つかったら県や DRR の通報窓口に通報し、県職員が駆け付けて対処する。補修工事をボランティアが手伝う場合もあるが、強制は出来ない。登録時に講義・教育を行い、更に 1 回/1 年の講習を積み重ねる事とされている。

ヒアリングを行った District 1 事務所（パトムタニ）における調査結果を表 5.3.2 に示す。

表 5.3.2: ヒアリング結果（中央部：組織と管轄橋梁）

|          |                           | District 1                                                                 | 県<br>ノ<br>ン<br>タ<br>ブ<br>リ | 県<br>ニ<br>タ<br>ム<br>パ | 県<br>ヤ<br>タ<br>ユ<br>ア | 県<br>カ<br>ラ<br>ブ<br>ト<br>ム<br>サ<br>ム<br>ン | 県<br>ン<br>ト<br>ン<br>ン<br>ア |
|----------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------------|----------------------------|
| 組織       | Engineer(人)               | 6                                                                          | 2                          | 2                     | 2                     | 2                                         | 2                          |
|          | Senior Technician(人)      | 0                                                                          | 1                          | 1                     | 1                     | 1                                         | 1                          |
|          | Technician(人)             | 9                                                                          | 5                          | 4                     | 1                     | 1                                         | 1                          |
|          | Electrical(人)             | 0                                                                          | 0                          | 0                     | 0                     | 0                                         | 0                          |
|          | Secretary(人)              | 0                                                                          | 0                          | 0                     | 0                     | 0                                         | 0                          |
|          | Labor(人)                  | 15                                                                         | 15～20                      | 15～20                 | 15～20                 | 15～20                                     | 15～20                      |
|          | Volunteer(人)              | 0                                                                          | 53                         | 101                   | 72                    | 21                                        | 64                         |
|          | 主な維持管理作業<br>(Labor)       | 道路の維持管理の一環作業（塗装、車線打ち、標識・信号・照明設置、草刈、等）                                      |                            |                       |                       |                                           |                            |
| 管轄<br>橋梁 | 管理道路の路線数                  | 32                                                                         |                            |                       |                       |                                           |                            |
|          | 管理道路延長(km)                | 1400                                                                       |                            |                       |                       |                                           |                            |
|          | DRR 管理道路の橋梁数              | 無回答                                                                        |                            |                       |                       |                                           |                            |
|          | DRR 管理以外の道路の<br>DRR 管理橋梁数 | 29                                                                         |                            |                       |                       |                                           |                            |
|          | 橋種、特長                     | - 99%コンクリート（ほとんど PC）。<br>- かつて運河に跳開橋として鋼橋があったが今は船が通らず、維持管理費の安い PC 橋に代えている。 |                            |                       |                       |                                           |                            |
|          | 橋の地域特性                    | 特になし（標準設計に基づいている）                                                          |                            |                       |                       |                                           |                            |

(2) 南部

ヒアリングを行った District 11 事務所 (スラータニ) における調査結果を表 5.3.3 に示す。

表 5.3.3: ヒアリング結果 (南部: 組織と管轄橋梁)

|      |                        | District 11                                     | チュンポン県  | ナコンシタマタ県 | ラノン県    | スラタニ県   |
|------|------------------------|-------------------------------------------------|---------|----------|---------|---------|
| 組織   | Engineer(人)            | 4                                               | 1       | 3        | 2       | 2       |
|      | Senior Technician(人)   | 1                                               | 1       | 2        | 1       | 1       |
|      | Technician(人)          | 14                                              | 7       | 14       | 4       | 8       |
|      | Electrical(人)          | 0                                               | 0       | 0        | 0       | 0       |
|      | Secretary(人)           | 0                                               | 0       | 0        | 0       | 0       |
|      | Labor(人)               | 6                                               | 39      | 15       | 23      | 15      |
|      | Volunteer(人)           | 0                                               | 90      | 58       | 51      | 82      |
|      | 主な維持管理作業 (Labor)       | 道路の維持管理の一環作業: 塗装、車線打ち、標識・信号・照明設置、草刈、路面の凸凹直し等    |         |          |         |         |
| 管轄橋梁 | 管理道路の路線数               | —                                               | 34      | 55       | 21      | 29      |
|      | 管理道路延長(km)             | —                                               | 517.747 | 847.321  | 305.951 | 442.559 |
|      | DRR 管理道路の橋梁数           | —                                               | 97      | 206      | 85      | 73      |
|      | DRR 管理以外の道路の DRR 管理橋梁数 | —                                               | 21      | 24       | 6       | 19      |
|      | 橋種、特長                  | ほとんどが RC 橋                                      |         |          |         |         |
|      | 橋の地域特性                 | 特になし (標準設計に基づいている)<br>(ただし、チュンポン県には塩害を受けた橋がある。) |         |          |         |         |
|      |                        |                                                 |         |          |         |         |



## (3) 東北部

ヒアリングを行った District 7 事務所（ウボンラチャタニ）における調査結果を表 5.3.4 に示す。

表 5.3.4: ヒアリング結果（東北部：組織と管轄橋梁）

|          |                           | District 7                                                   | アムナーチャ<br>ルン県 | ヤンソン<br>ト県 | ト<br>ソー<br>サ<br>ケ<br>ン<br>県 | ウボンラチャ<br>タニ県 |
|----------|---------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------|------------|-----------------------------|---------------|
| 組織       | Engineer(人)               | 4                                                            | 2             | 1          | 2                           | 2             |
|          | Senior Technician(人)      | 0                                                            | 1             | 1          | 1                           | 1             |
|          | Technician(人)             | 15                                                           | 7             | 9          | 6                           | 9             |
|          | Electrical(人)             | 0                                                            | 0             | 0          | 0                           | 0             |
|          | Secretary(人)              | 4                                                            | 0             | 0          | 0                           | 0             |
|          | Labor(人)                  | 約 70                                                         | 約 30          | 約 30       | 約 30                        | 48            |
|          | Volunteer(人)              | 0                                                            | 104           | 111        | 225                         | 300           |
|          | 主な維持管理作業<br>(Labor)       | 芝刈り、道路補修、塗装、等の通常の維持作業、仮橋<br>(仮橋が District 7 に 1 つある) の移動・組立て |               |            |                             |               |
| 管轄<br>橋梁 | 管理道路の路線数                  | —                                                            | 25            | 22         | 56                          | 87            |
|          | 管理道路延長(km)                | —                                                            | 401           | 456        | 965                         | 1605          |
|          | DRR 管理道路の橋梁数              | —                                                            | 73            | 80         | 105                         | 291           |
|          | DRR 管理以外の道路の<br>DRR 管理橋梁数 | District<br>で右記を<br>全て管理                                     | 10            | 8          | 16                          | 27            |
|          | 橋種、特長                     | RC が 70%、PC が 30%                                            |               |            |                             |               |
|          | 橋の地域特性                    | 特になし                                                         |               |            |                             |               |

## (4) 北部

ヒアリングを行った District 10 事務所 (チェンマイ) における調査結果を表 5.3.5 に示す。

表 5.3.5: ヒアリング結果 (北部: 組織と管轄橋梁)

|          |                           | District10                        | チェンマイ県 | プー県 | メーホー県 | ランパーン県 | ランプーン県 |
|----------|---------------------------|-----------------------------------|--------|-----|-------|--------|--------|
| 組織       | Engineer(人)               | 4                                 | 2      | 2   | 2     | 2      | 2      |
|          | Senior Technician(人)      | 0                                 | 1      | 1   | 1     | 1      | 1      |
|          | Technician(人)             | 12                                | 5~6    | 5~6 | 5~6   | 5~6    | 5~6    |
|          | Electrical(人)             | 1                                 | 0      | 0   | 0     | 0      | 0      |
|          | Secretary(人)              | 0                                 | 0      | 0   | 0     | 0      | 0      |
|          | Labor(人)                  | 15                                | 30     | 30  | 30    | 30     | 30     |
|          | Volunteer(人)              | 0                                 | 125    | 93  | 51    | 64     | 102    |
|          | 主な維持管理作業 (Labor)          | 芝刈り、塗装、車線打ち、標識、排水施設の清掃、等道路の維持作業全般 |        |     |       |        |        |
| 管轄<br>橋梁 | 管理道路の路線数                  | 146                               |        |     |       |        |        |
|          | 管理道路延長(km)                | 2415                              |        |     |       |        |        |
|          | DRR 管理道路の橋梁数              | 320                               |        |     |       |        |        |
|          | DRR 管理以外の道路の<br>DRR 管理橋梁数 | 89                                |        |     |       |        |        |
|          | 橋種、特長                     | RC が 80%、PC が 20%                 |        |     |       |        |        |
|          | 橋の地域特性                    | 特になし                              |        |     |       |        |        |
|          |                           |                                   |        |     |       |        |        |

### 5.3.2 道路、橋梁の現状

#### (1) 現地踏査結果

各橋梁の踏査結果の概要について述べる。詳細および損傷写真については Appendix-8 に示す。

#### 1) 2010年7月15日(木) District 1 サムトプラカーン県

District 1 事務所のサムトプラカーン (Samutprakhan) Province 事務所が管理する橋梁3橋を現地踏査した。

- (a) ワット・スカンタート (Wat Sukhan Thawat) 橋
- (b) コーラート (Kho Lat) 橋
- (c) クロニング・ジャオムー (Khlong Jao Moo) 橋

どの橋も橋台がパイルベント式であり、ダムの放水等に伴う増水時に橋台前面が簡単に洗掘されてしまう構造となっている。標準設計そのものを直さない限り根本的な解決には結びつかないと考えられる。

#### 2) 2010年7月28日(水) District 13 チャチュンサオ

District 13 事務所のチャチュンサオ (Chachemgsao) Province 事務所が管理する橋梁4橋を現地踏査した。

- (a) ファサイ (Huasai) 橋
- (b) クロング・ピー・クート (Klong Phii Khut) 橋
- (c) サカート 40 (Sakat 40) 橋
- (d) ワット・ホン・トン (Wat Hong Thong) 橋

1)と同じく洗掘や施工不良の影響が視られる。また、感潮河川で海水の逆流地域に架かる橋には塩害の影響も見られる。

#### 3) 2010年9月2日(木) District 10 チェンマイ

District 10 のランブーン県で管理している5橋を現地踏査した。1橋(カーン川架橋)は新設橋で、他の4橋は既設橋であった。

- (a) カーン川架橋
- (b) チャルूमプラギーン橋
- (c) パンワン橋
- (d) トウンマーヌン橋
- (e) マハタイ 100 年橋

新設のカーン川架橋も標準設計に基づきパイルベントを採用しており、今後洗掘が起き

続ける懸念がある。やはり設計の考え方を根本的に見直す必要がある。パンワン橋では P5 橋脚補強工事中に P7 橋脚が流失し落橋していた。

4) 2010 年 9 月 6 日 (月) District 11 スラータニ

District 11 のスラータニ県で管理している 3 橋を現地踏査した。

- (a) パークーン橋
- (b) バーングポー橋
- (c) クローングゴ橋

かぶり不足に起因する損傷が多く、鉄筋露出・鉄筋腐食が認められる。施工不良も損傷の誘因と助長の大きな要因である。

5) 2010 年 9 月 9 日 (木) District 7 ウボンラチャタニ

District 7 のアムナーチャルーン県で管理している 3 橋を現地踏査した。

- (a) クワヤーング橋
- (b) ミットサムパーン橋
- (c) フアイトム橋

洗掘が進んでおり、パイルベント式から壁式にする等の根本的な設計思想を改めない限り再発は免れないと思われる。

6) その他機関管理橋梁 (参考)

DRR 管内橋梁ではないが、緊急的な対策が必要な橋梁と判断される 2 橋を現地踏査した。

- (a) DOH 管理橋
- (b) タイ国鉄管理橋 (クウェー川鉄橋)

(2) 橋梁点検結果

バンコクに隣接する Province で供用されている橋梁 (6 橋) について、11 月 2 日～4 日の 3 日間橋梁点検を実施した。点検の内容は、目視点検と非破壊検査 (コンクリート強度の確認) である。点検方法、記録の方法は、チャオプラヤ川架橋 12 橋で実施したものと同一ものを使用した。点検結果の詳細は、Appendix-6 バンコク周辺の地方橋梁の点検結果に記載されている。

1) 点検対象橋梁一覧

表 5.3.6: 点検対象橋梁 (バンコク近郊の地方橋梁)

| Date          | Province     | Name of bridge                 | Structure                                               |
|---------------|--------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 2nd Nov. 2010 | Chachoengsao | 1. Wat Hong thong              | Upper: RC Simple beam<br>Lower : RC Pile bent           |
|               |              | 2. Saphan kham khlong sii long | Upper : PC Simple Pre-cast beam<br>Lower : RC Pile bent |
| 3rd Nov. 2010 | Samut Prakan | 1. Saphan wat khor lad         | Upper : PC Simple Pre-cast beam<br>Lower : RC Pile bent |
|               |              | 2. Khlong law muu              | Upper : RC Simple beam<br>Lower : RC Pile bent          |
| 4th Nov.2010  | Nonthaburi   | 1. Khlong phra phimonracha     | Upper : RC Simple beam<br>Lower : RC Pile bent          |
|               |              | 2. Khlong Thawiiwattana        | Upper : RC Simple beam<br>Lower : RC Pile bent          |

2) 目視点検結果 (概要)

点検を行なった6橋のうち特に損傷の著しい2橋について状況と原因を推定する。

・ Wat Hong Thong 橋

海岸まで徒歩3分の距離に位置している。主桁下面では主鉄筋（引張鉄筋）が主桁から分離していた。周辺環境から判断して塩害に起因するものと考えられる。

・ Khlong Law Muu 橋

橋台背面の土砂が流出しており取り付け部の下に空洞が確認された。水の影響が原因であると考えられる。

3) 非破壊検査結果

日本の設計基準から判断すると主桁及び橋脚において若干低い強度を示した橋梁もあったが、建設当時の資料がなく結論を出すことができなかった。

4) まとめ

Province事務所からの要望により点検対象の橋梁が決定された。全体を通してみると施工段階で発生したと考えられる損傷も多く見受けられた。一方、構造物の安全性、通行者の安全の観点から緊急に対応すべき橋梁を特定することができた。

## 5.3.3 地方道路事務所の維持管理体制の現状

ヒアリングを行った4地区の District 事務所毎の結果を項目毎に比較して示す。

## (1) 橋梁に関する情報の収集・管理状況

表 5.3.7: ヒアリング結果 (建設年次の把握と橋梁台帳)

|             | 中央部<br>(District 1)   | 南部<br>(District 11)                                                             | 東北部<br>(District 7)                     | 北部<br>(District 10)                                                                          |
|-------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 建設年次<br>の把握 | 建設年は分っている(整理はされていない)。 | 管理道路内の橋梁より管理外道路の橋梁の方が多く整理されている。データは BMMS*のシステム(チュラロンコン大学開発)に入っていて、DRR 道路維持局にある。 | 管理区分が変更されたものには不明のものがああり、全体の 70% が掴めている。 | 建設年は管理外道路の橋はそれだけの管理なので調査して分っている。管理道路の橋は、整理されていないが分る。(道路全般で管理されている。)                          |
| 橋梁台帳        | 橋梁台帳と点検調書とを1枚に纏めている。  | District 1・10 と調書は同じである。                                                        | District1 の事例と同一。                       | 管轄外道路の橋は規模が大きく、かつ、台帳がないと場所が分らないので台帳を揃えている。管轄内は小規模で登録されていない橋が多いが、事務所の職員が場所を把握しているので問題を感じていない。 |

\* BMMS : Bridge Maintenance Management System (第6章 6.4 参照)

共通的事項は以下である。

- 1) 建設年次別の区分整理はしていないが、ほとんど分かっている。ただし、管理区分の変更されたものには不明なものもある。
- 2) 橋梁台帳と点検調書が一体化されて整理されたものがある。

## (2) 補修要否の判断方法

表 5.3.8: ヒアリング結果 (補修要否の判定)

|             | 中央部<br>(District 1)                                                                                                                      | 南部<br>(District 11)                                                   | 東北部<br>(District 7)                | 北部<br>(District 10)                           |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 補修要否<br>の判定 | <p>テクニシャンが点検者。分らない場合は、エンジニアを連れて行く。問題を見つけたら、その為だけのレポートを写真付きで(場合によっては Video 撮影して CD 付きで) 報告する。</p> <p>県→District→DRR (順次対応出来なければ上に上げる)</p> | <p>小さい損傷は県の判断で補修し、大きい損傷は DRR に報告している。管理道路部分は、道路と橋は区分せず一括予算請求している。</p> | <p>県→District→DRR 本部へと順次上げられる。</p> | <p>県→District→DRR 本部、と自分で判断できない事項は順次上に行く。</p> |

共通的事項は、以下である。

- 1) 基本は県で処理するが、困難な場合は県→District→DRR と順次上に上げている。
- 2) 判断出来るエンジニアが乏しいので、上に上げる事が多い。

(3) 補修橋梁の優先順位付けの方法

表 5.3.9: ヒアリング結果 (優先度の考え方)

|             | 中央部<br>(District 1)                             | 南部<br>(District 11) | 東北部<br>(District 7) | 北部<br>(District 10)                                                                             |
|-------------|-------------------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 優先度の<br>考え方 | 2 種類の対応がある。(1)緊急でない場合は DRR に上げる(2)緊急な場合はその予算で直す | 無回答                 | 交通量と損傷の大きさで決める。     | 損傷箇所・程度で判断。交通量の多い箇所は優先度が高い。緊急時用の予算がある。例えば、堤防道路の侵食が起きた場合、通れるようにするだけ（舗装はしない）まで緊急時予算を使い、後は通常予算を使う。 |

共通的事項は、以下である。

- 1) 緊急の場合は、県で処置する。
- 2) 交通量と損傷の大きさで優先度を決める。



## (4) 点検・評価方法

表 5.3.10: ヒアリング結果 (点検方法と評価、点検頻度)

|             | 中央部<br>(District 1)                                                   | 南部<br>(District 11)                                                                           | 東北部<br>(District 7)                                          | 北部<br>(District 10)                      |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 点検方法<br>と評価 | 少なくとも7年前から District1 では定期点検を行っている。(点検調書はあるが、マニュアルはない。DRR からの指示はまだない。) | District1・10 と同一の調書で維持・点検を行っている。点検は BMMS 中のマニュアルに従っている。写真を撮って問題点を報告する。DRR 維持管理部の指導により図面を作成する。 | テクニシャンが目視点検。マニュアルは無い。                                        | District1 と同一の調書で行っている (DRR の統一書式との事)。   |
| 点検頻度        | 1回/年を基本 (報告書が各県から District に送られる)。問題が有ると頻繁に行う。                        | 1回/年。点検はテクニシャンが行っている。                                                                         | 各県: 1回/1年<br>District: 1回/1年、ただし、交通量の多い3橋は1回/1月道路パトロール (車中)。 | 1回/年。通常の維持作業を、管轄内は1回/1年、管轄外は1回/2年、行っている。 |

共通的事項は、以下である。

- 1) 1回/1年、テクニシャンが定期点検を行っており、点検調書は DRR 統一様式である。(事例を Appendix-9 に示す)
- 2) 点検に関する統一的なマニュアルは無い。
- 3) 点検結果は紙ベースで各県から District に報告されているが、電子化されたデータベースシステムにはなっておらず、傾向分析等はなされていない。

## (5) 補修状況

表 5.3.11: ヒアリング結果 (補修状況)

|                    | 中央部<br>(District 1)                                                   | 南部<br>(District 11) | 東北部<br>(District 7)        | 北部<br>(District 10)                                                                                                                          |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| メンテナ<br>ンス用の<br>機材 | Benkelman<br>Beam を所有 (橋<br>には使わない)。<br>オーバーレイは<br>外注。                | 無回答                 | 芝刈り機、刷毛、<br>散水車 (清掃用)      | 橋の強度を調べ<br>るようなツール<br>はない。維持作業<br>用のみある。                                                                                                     |
| 補修状況               | 優先度の項の「(1)<br>緊急でない場合<br>は DRR に上げ<br>る」が残り続ける<br>可能性はある (予<br>算待ちで。) | 無回答                 | DRR の指示待ち<br>で滞る場合があ<br>る。 | 情報を上げるに<br>は時間がかから<br>ないが、DRR 本<br>部から指示が来<br>るのに時間がか<br>かり、かつ、補強<br>に時間がかかる<br>場合には翌年の<br>予算になってし<br>まう場合がある。<br>(長く捨て置か<br>れる場合は有り<br>得る。) |

共通的事項は、以下である。

- 1) 極めて予算が乏しく (「(6) 維持管理に係わる予算と人員の割り当て状況」参照)、  
橋面の塗装や芝刈り程度しか通常はメンテナンスが出来ない。
- 2) DRR に上げるも、その指示待ちで補修が滞る場合がある。

## (6) 維持管理に係わる予算と人員の割り当て状況

表 5.3.12: ヒアリング結果 (維持管理に係る予算と人員の割り当て)

|                     | 中央部<br>(District 1)                   | 南部<br>(District 11) | 東北部<br>(District 7)                                                                                                                                         | 北部<br>(District 10)                                                                                                                                                           |
|---------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| メンテナ<br>ンスの予<br>算状況 | 担当者には情報がないので分らない。                     | 無回答                 | District 7 : 今年度は 40 万 B (管理道路外橋梁)。来年は不明。<br>各県: 橋を含む道路維持費は 26,000 B / km (=26 B / m)。大きい損傷の時には別途請求する。                                                      | データはない。大体 60~70 万 B (橋並びに前後の取付け道路)。<br>3 つの捌き方(1)塗装・清掃等用の定時予算 (維持費) (2) 通常維持管理費 (非定期で補修。補修費。)(3) 橋脚の問題等緊急費 ((2)(3) は図面を添えて DRR に報告する。)<br>建設費は 8~10 万 B / m、維持管理費は 200 B / m。 |
| 人員の割<br>り当て         | 建設と維持管理を分けてはいない。通報ボランティアの希望者は登録されている。 | 無回答                 | 橋の維持は道路に含まれている。<br>ボランティア制度は全国統一されている。通常は自分の仕事をしているが、損傷が見つかったら県や DRR の通報窓口に通報し、県職員が駆け付けて対処するが、ボランティアが手伝う場合もある (強制は出来ない)。登録時に講義・教育を行い、更に 1 回 / 1 年の講習を積み重ねる。 | 維持は橋と道路とは分けていない。<br>ボランティア通報・維持システムは、志望・登録制 (18 District 共通: 橋の直し方等について訓練・指導される。ただし、気分次第。レーバーとの違いは給料があるかないだけ。交通量が少なく、事故はない。)                                                  |

共通の事項は、以下である。

- 1) 維持管理費の予算が極めて乏しい。橋を含む道路全般の維持管理費は 26B/m (東北部 (District 7))、橋の維持管理費は 200B/m (北部 (District 10)) が、参考値である。
- 2) 平均 2 名のエンジニアが各事務所にいるが、ディレクタはエンジニアであるため、各県には実質 1 名しかいず、テクニシャンが行った点検結果の診断を行うべきエンジニアが不足している。
- 3) ボランティア通報・維持システムがあり、全国統一されている。通常は自分の仕事をしているが、損傷が見つかったら県や DRR の通報窓口に通報し、県職員が駆け付けて対処するが、ボランティアが手伝う場合もある (強制は出来ない)。登録時に講義・教育を行い、更に 1 回/1 年の講習を積み重ねる。

#### 5.3.4 維持管理計画の現状と課題

タイ国 DRR 管内 4 地区の各 District 事務所の管理している橋梁延べ 18 橋の現場踏査と各 District 事務所におけるヒアリングの結果をまとめると以下の通りである。

- 1) 毎年各県で定期点検がなされているが、その結果に基づく維持管理計画は県別に作られていない。そのため、District でも DRR 全体でも維持管理計画はなく、計画的な維持管理は行われていないと判断される。
  - 2) 損傷が認められても緊急的でない限り放置されているケースが多く、速やかに補修・補強しなければならない損傷事例 (特に、洗掘と漏水・剥離鉄筋露出・鉄筋腐食) が多数残存している。
  - 3) この様な、予防保全どころか事後保全にも至らない状況の第一の要因は、維持管理予算の不足である。
  - 4) その他の要因としては、以下が挙げられる。
- ・標準設計そのものの不良 (洗掘が起き易い構造の採用となっている：パイルベントの多用、橋台前面の土留めの不備 (壁式でなく柱式))
  - ・施工の不良 (漏水・剥離鉄筋露出・鉄筋腐食が起き易くなっている：かぶり不足、打継ぎ目の処理不良、等)
  - ・エンジニア不足 (折角テクニシャンが点検を多数行っても、対策を診断すべき人材が不足している。)

## 5.4 地方橋梁の維持管理体制への提案

前節の結果を踏まえ、考えられうる DRR の現状への解決策の提案を以下に示す。

### 5.4.1 維持管理体制のあり方

#### (1) 点検の高度化と技術者教育

- ・橋梁点検を単なる損傷の存否の報告だけに留めさせると、補修要否の判断が困難であったり補修設計のために再度点検をしなければならない事が発生したりする。損傷の大きさの確認や原因の推定・補修方法の想定等を現場で行う事で点検の高度化が実現可能であるが、その為の知識と経験が点検者には求められる。
- ・DRR ではテクニシャンが点検を行っているが、熱心である事は確かであるものの知識不足は否めない。DRR におけるエンジニア不足の実情からすると、DRR 本部がテクニシャンを教育して点検員の質を高め診断の下せる要員を育てる事が肝要と判断される。
- ・点検員には安全教育も重要である。一般に RC 部材のひび割れは叩き落しても良いものもあるが、特に PC 部材の場合は注意が必要である。また、リベットを抜いたまま活荷重を載せる等の危険な行為は避けるべきであり、この様な事例等を参考に力学的な視点からの教育を DRR 本部が行う事が考えられる。
- ・基本的に予算が少ないようであるが、予算獲得のための橋の損傷状況の表現力も不足していると思われる。このまま放置すればどうなるか、補修した時のコストパフォーマンスはどうなるか、優先順位はどうなるか等について整理すべきである。このための考え方と参考事例を6章と Appendix-7 に示しているので参照されたい。

#### (2) 橋梁データベースの充実と活用

- ・橋梁諸元や一般図等を入力した橋梁データベースに点検結果と補修履歴（工事費を含む）等を入力して充実させ（電子データ化、ビジュアル化）、道路管理者の管理しやすいデータベースシステム構築が推奨される。
- ・蓄積されたデータの分析を行なって主な損傷内容・箇所の抽出等を行い点検や補修の効率化を行なう事、LCC 算出に基づく長期維持管理計画策定並びに実行・見直しの流れをシステム化して橋梁の維持管理の高度化を行なう事、が推奨される。

#### 5.4.2 計画的維持管理のための規準類の整備と実行

計画的な維持管理の実行のためには、DRR 管内橋梁の損傷の特徴を捉え、それらに対する予防的措置を伴う規準類を整備しておかなければならない。

損傷の特徴と対比させて再発防止のための対策案を示す。

##### (1) 洗掘

- ・全国的に洗掘が認められる。その原因は、標準設計において橋台や橋脚が洗掘に対して脆弱な構造を採用しているからである。そのため、現在も洗掘の起き易い橋梁を造り続けている。橋台は、土圧をできるだけ受けないように工夫して橋脚と同じパイルベント形式を採用しているが、護岸工の不備とも相俟って洪水時に水が背面に入り込んで洗掘を起こしてしまうものである。橋脚は、パイルベント形式でかつフーチング底面が設計当時の河床となっていて、また、根固め工の配慮等も見当たらず、洪水時の洗掘対策が未熟である。
- ・既に多くの橋梁が洗掘を受け、かつ、その予備軍が多く存在している実情では、多額の補強工事費が必要とされるために根本的な対策を講じる事は困難と考えられる。当面は、対症療法としての護岸工・根固め工による下部工周辺の補強や下部工本体の補強（橋台は、前面を壁式として抗土圧構造物とし基礎を補強する事、橋脚はフーチングを大きくして支持層まで着実に到達した基礎杭で受け替える事、等が考えられる。）
- ・新設橋の場合は、日本における河川法あるいは河川管理施設等構造令の様な規準を策定して、洗掘対策が確実な橋梁下部工となる様設計を行うべきである。
- ・日本における参考事例として、橋脚の根入れ深さのイメージ・河積阻害率・護岸工・根固め工等の考え方を以下に示す。

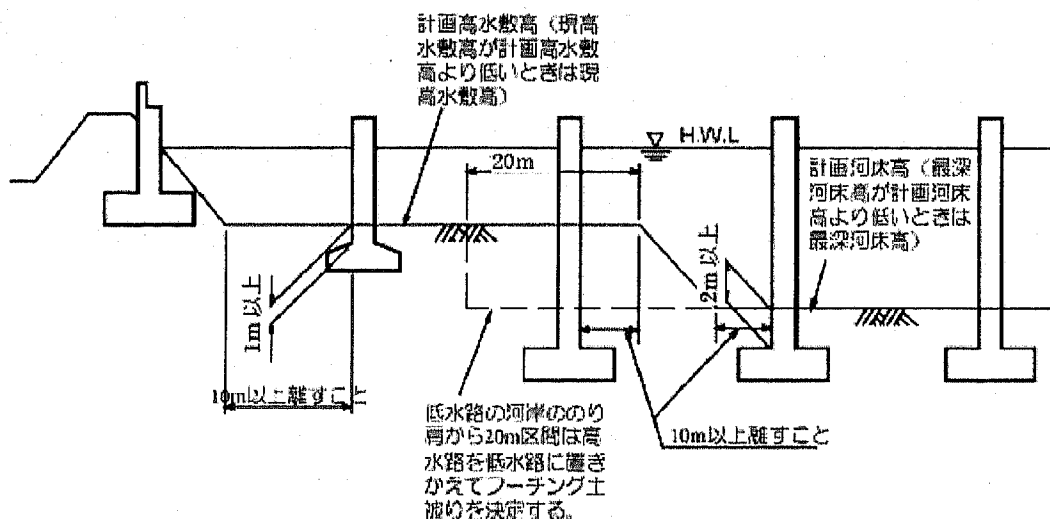


図 5.4.1: 橋脚位置・橋脚基礎の根入れに関する制限イメージ図

## 河積阻害率

河積阻害率とは、橋脚の総幅が川幅に対して占める割合として定義されている。ここで、川幅・橋脚の総幅は以下を表す。

- ① 川幅：流向に対して直角に測った計画高水位と堤防のり面の交点間の距離
- ② 橋脚の総幅：流向に対して直角に測った計画高水位の位置における橋脚幅の合計

橋梁の河積阻害率は、下記の数値以内とすることが目安とされている。

- ③ 一般的な橋梁：5%以内を原則とする。
- ④ 新幹線鉄道橋及び高速自動車国道橋：7%以内（特例値として）

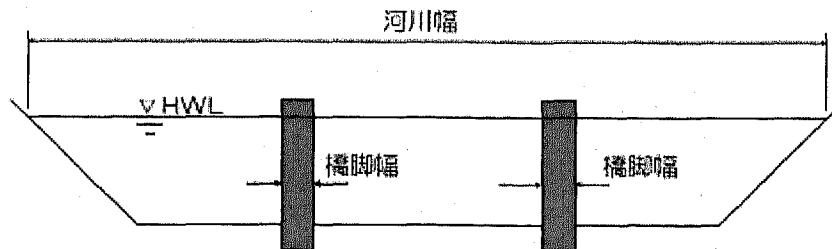


図 5.4.2: 河川幅・橋脚幅のイメージ

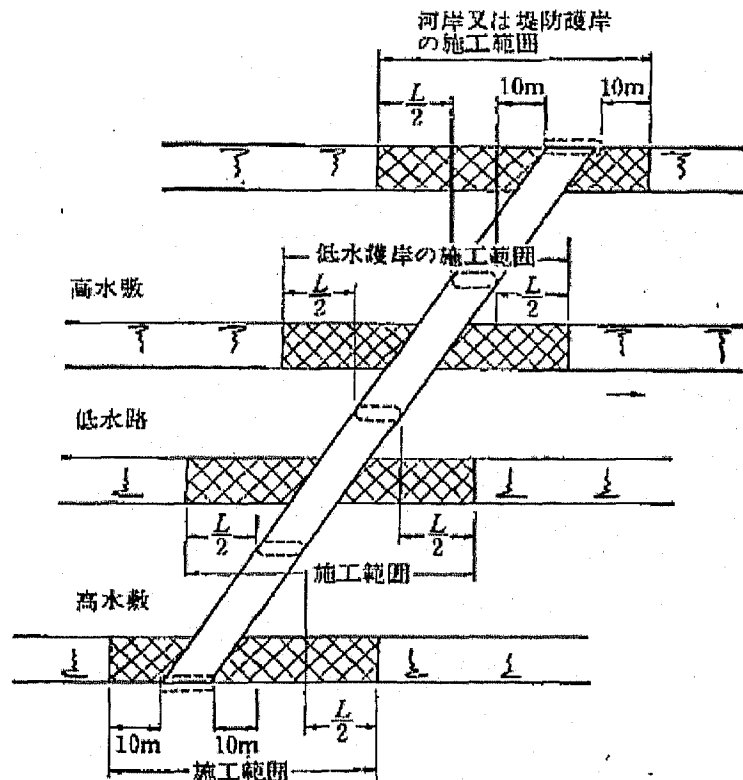


図 5.4.3: 橋の設置に伴い必要とされる護岸長

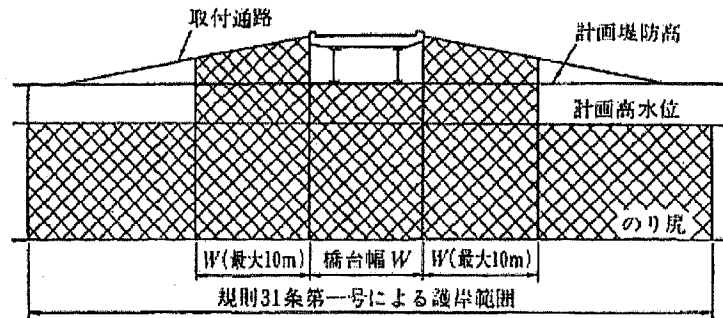


図 5.4.4: 橋の設置に伴い必要となる堤防護岸の高さ

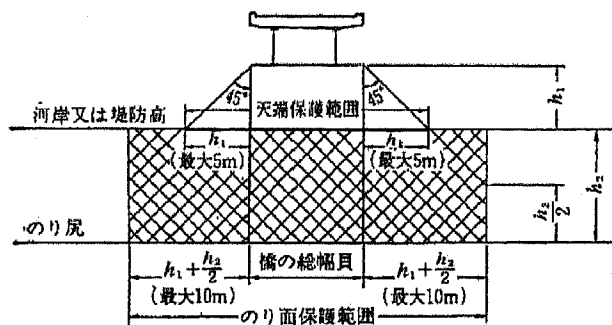


図 5.4.5: 橋の下の河岸または堤防を保護する範囲

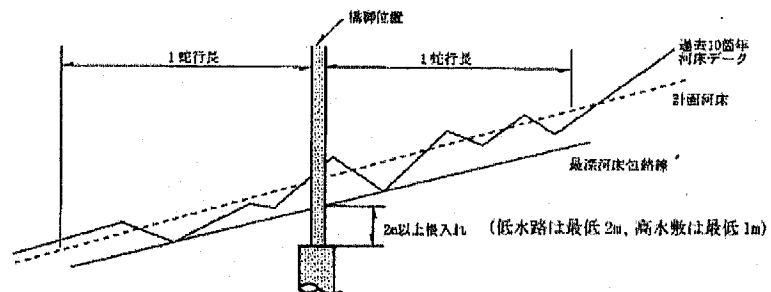


図 5.4.6: 橋脚の根入れ深さ

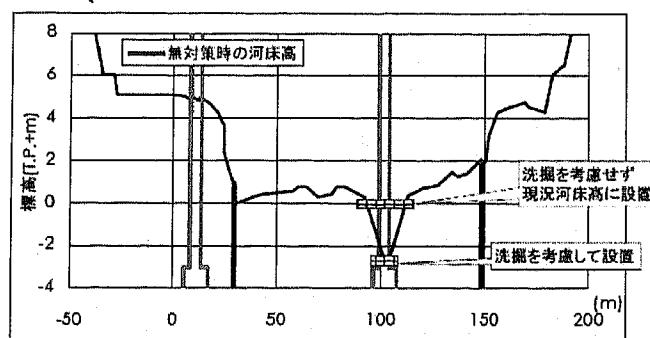


図 5.4.7: 根固工の設置深度例



## (2) 漏水、剥離・鉄筋露出、鉄筋腐食

- ・多くの箇所では、橋面からの漏水、特に伸縮装置部（ほとんどがエラストイトの脱落に起因して）からの漏水により、桁端部や下部工躯体の表面に剥離・鉄筋露出・鉄筋腐食が認められる。
- ・施工不良に伴うかぶり不足が助長している箇所が多く、更に、塩害が輪をかけている場合もある。
- ・橋面の防水工敷設（一般には、アスファルト舗装とコンクリート床版の間に敷設（アスファルト系のシートや塗料による防水工）や非排水式の伸縮装置の設置が対策として考えられる。

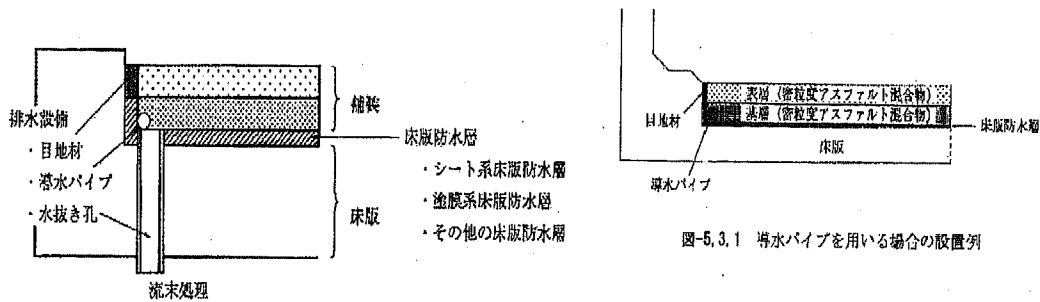


図-5.3.1 排水パイプを用いる場合の設置例

| 縦断勾配     | 設置間隔 $\phi$ (m) |
|----------|-----------------|
| 1%以下     | 5               |
| 1%を超える場合 | 10              |

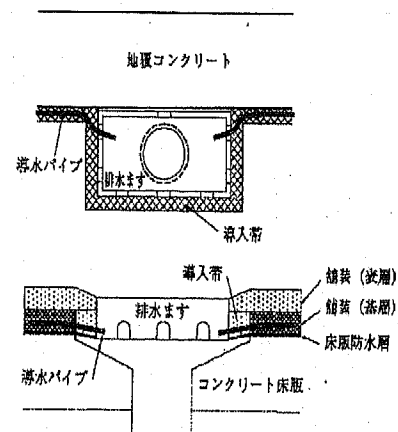
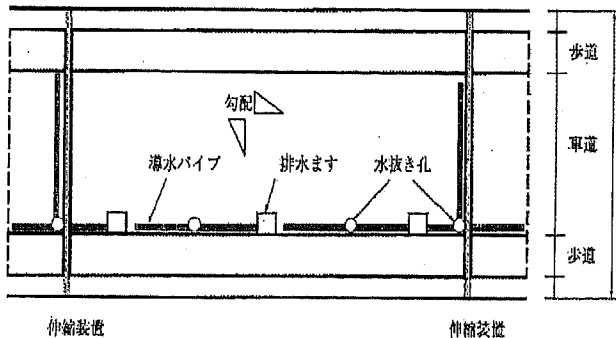
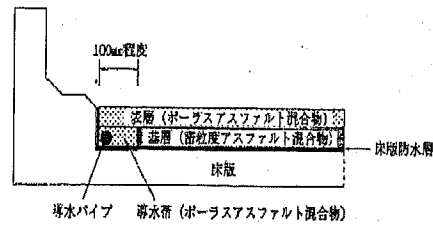


図 5.4.8: 床版防水の設置例

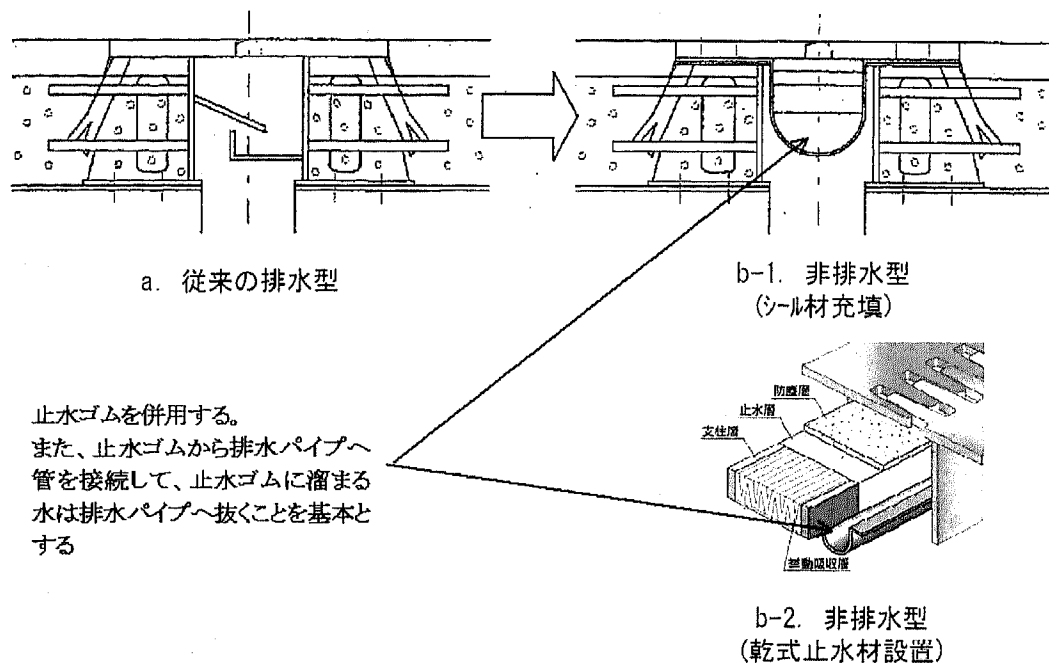


図 5.4.9: 伸縮装置の非排水化

## 5.5 まとめ

以上から、チャオプラヤ川架橋への提案と地方橋梁への提案を纏め、DRR 全体に対する維持管理体制への提言として以下に優先順で述べる。

- 1) DRR ではテクニシャンが点検を行っているが、熱心である事は確かであるものの知識不足は否めない。DRR におけるエンジニア不足の実情からすると、DRR 本部がテクニシャンを教育して点検員の質を高め診断の下せる要員を育てる事が涵養と判断される。エンジニア化したテクニシャンに点検後の補修のあり方や維持管理計画策定・見直しを任務化させる事で、DRR 本部におけるエンジニア不足の解消と各地から多数の問題の解決を上申する前に現地により素早く診断出来る可能性を見出せるからである。
- 2) そのため、分かりやすさや判断の統一化のために事例を盛り込んだり、点検のみに留まらずその後の補修のあり方をも盛り込んだ維持管理のマニュアルを作成すべきである。
- 3) 点検結果を電子化し、継続的なデータの追跡に基づく監視や分析が出来るようにすべきである。また、データの共有化・対策への即時性から、維持管理事務所の点検結果・補修結果をDRR本部の維持管理部でも把握出来るようにシステム化すべきである。ただし、最初から手法も含めての完全なIT化を図るのは難しいと思われる。現場から直接インプットするよりもいったん事務所に紙で持ち帰りデータベースにインプットする所から始めるなど順次IT化する方が現実的であろう。上記に関しては、日本における橋梁管理カルテの様な橋梁台帳・点検結果・補修履歴・長期維持管理計画を網羅した維持管理システムが提案される。
- 4) DRR本部と地方事務所の連携は改良の余地があると思われる。まず、本部で処理する事項を明確にし、地方からの上伸を徹底させること。そして地方の能力が高まれば、特に緊急事項など順次権限を委譲し、本部では重要事項と新規事項のみを取り扱うようにすること。

さらに、ローカルコンサルトを育成し、アウトソーシングも含め地方の能力を高めることも提案したい。日本では点検業務はかなりコンサルタントがやっている。まず、中央の大手コンサルタントに参加させ、順次地方コンサルタントに拡げているのが現実的と思われる。マニュアル類は本部主導で統一的に使用義務を課したものにする。その際、本業務で作成したマニュアル類を参考にしてもらいたい。これらは、実際に使用するなかで、PDCAサイクルを回し、改良していく必要がある。
- 5) 点検員には安全教育も重要である。一般に RC 部材のひび割れは叩き落しても良いが PC 部材の場合は危険である。また、リベットを抜いたまま活荷重を載せる等の危険な行為は避けるべきであり、この様な事例等を参考に力学的な視点からの教育を DRR 本部が行う事も必要と考えられる。
- 6) DOHやEXATも同様に橋梁の維持管理を行っており、これらと情報の交換をすることも意義あることと考えられる。



## **第6章**

# **効率的な維持管理システムの提案**



## 第6章 効率的な維持管理システムの提案

### 6.1 マスタープランに関する調査

DRR では、道路ネットワークの整備という観点からの橋梁建設のマスタープランについては計画局主体で検討が進められているが、橋梁維持管理の為のマスタープランはまだ整備されていない。

橋梁の維持管理に関しては、今までにいくつかのシステム案が提案されているが、DRR では統一的に使われているものはない。システムとは広く組織・人員等の体制から情報収集、対策判断、優先順位づけ、予算照合に至る作業の流れまでが含まれるものとしている。このうち体制については5章で述べたので、ここでは作業の流れに沿っての業務のシステム化について主として述べる。

このための調査として、タイ国における関連機関の BMMS に関する整備状況を把握するために、各機関の聞き取り調査を行ったので6.2 及び6.3 に示す。また、6.4 にシステムに対する提案を述べる。

### 6.2 他の維持管理機関への聞き取り調査

#### (1) EXAT

7月20日 Dr.Sakda, Director Reserch and Development Office 他

- ・ JICA 専門家により 1993 年～94 年頃作成した維持管理マニュアルを使用していたが、時代に合ったものに改訂するため 2004 年と 2006 年に EXAT 内部で、その後、アジア工科大学 (AIT) の協力を得て見直しを行なっている。しかし、理論面が先行し実務に直結していないのが現状である。
- ・ 点検データの蓄積は進んできているが、補修の優先順位付け、予算の適正な執行のためのシステムがなく、これらのシステムの構築が必要であると考えている。
- ・ 地震の多い日本では、ネットワークを構成する橋梁の一部倒壊等、深刻な事態に対しての対応方法について考えられていると思われるので協力が欲しい。
- ・ 補修補強方法、材料について最新の情報を得たいと考えている。また、人材育成のため維持管理要員を日本に派遣し技術指導を仰ぎたいと考えている。

#### (2) DOH

- ・ 12月2日 Mr.Chusak, Director of Bureau of Planning 他
- ・ DOH は運輸省管轄の中央官庁で都市間道路を建設。管理することを目的としている。
- ・ DOH では、橋梁の新設・維持管理を Bridge Construction and Maintenance が担当している。
- ・ チャオプラヤ川架橋のうち5橋を管理している。これらは、パトムタニ橋 (PC 箱桁橋 1984 年)、第2パトムタニ橋 (PC 箱桁橋 2009 年)、ノンタブリ橋 (鋼トラス橋 1959 年) プラナクラオ橋 (PC 箱桁橋 1985 年) ニュープラナクラオ橋 (PC 箱桁橋 2009 年) である。
- ・ BMMS (Bridge Maintenance Management System) については、過去にも何度か

改善してきた。4、5年前にも改善したと聞いている。改善にあたってはコンサルタント、大学の力を借りている。本会計年度に 16mil. B を計上してコンサルタントと契約して改善していくこととしている。このことについては JICA に要望するのではなく自力で実行することとしている。(Bridge Construction and Maintenance が担当部局)

- ・ JICA に対してノンタブリ橋の点検調査を依頼したいとの希望があり要望を提出した。その後、この要望を DOH からは取り下げている。

### (3) BMA

- ・ 11 月 30 日 Mr.Tawatchai, Chief of Highway Engineering 他
- ・ BMA は内務省管轄の官庁で地方公共団体であり、チャオプラヤ川にかかる橋梁のうち Rama8 を管理している。
- ・ 来年から 4 橋の建設を計画している。いずれの橋梁も交通渋滞の緩和を目的として 4 車線以上（片側 2 車線以上）で計画しているが、地元住民からは大規模な橋梁を忌避する傾向があり、最終的には 2 車線（片側 1 車線）もしくは人道橋となる可能性もある。これらはそれぞれのコンサルタントで入札に必要な書類を用意することとなっている。
- ・ 4 橋の建設地点は以下のとおりである。
  - Kieak Guy(Bang sue district) 新国会議事堂横（Rama7 と Krung Thon の間）
  - Ratchawong (near china town) (Phra Pokklao と Taksin の間)
  - Lardyha (Phra Pokklao と Taksin の間)
  - Thanon Jan (Taksin と Rama3 の間)

上記の橋梁の取り付け道路はバンコク側、トンブリ側とも現道を利用することとなっている。理由としてバンコク市内においては公共事業のための用地買収が困難であることがあげられる。

- ・ BMA の橋梁維持管理については、BMA の下位組織 Public Civil Works(Bureau)の更に下の組織、Road construction (division) が Bridge Maintenance も担当しているようである。この組織は、道路の維持管理を主要な業務としているようで橋梁の維持管理は特別なケースと考えられているようである。日常管理は実施しているものの、問題が発生した場合は、大学、コンサルタントに調査業務を委託しているようである。

このことは、DOH, DRR と大きく異なると考えられている。



### 6.3 研究機関への聞き取り調査

DRR 管理橋梁の維持管理の現状と課題、改善に向けた取組の方向性等に関して、タイ国内の学識経験者に対して聞き取り調査を実施した。

聞き取り調査にご協力頂いた大学及び学識経験者は以下の通りである。

- ・ Chulalongkorn University Faculty of Engineering Wisanu, Ph. D.  
Tospol, Ph. D.
- ・ Srinakharinwriot University Department of Engineering Wasan, D. Eng.

#### 6.3.1 チュラロンコン大学学識経験者への聞き取り調査

調査日時：2010年10月13日

##### (1) 地方橋梁の維持管理における現状、課題

- ・ チャオプラヤ川に架かる橋梁は、対象橋梁数が少なく、テクニシャンも足りているのでマネージメントは比較的容易である。
- ・ 地方は 8,000 橋近い橋梁が存在すると言われているが、橋梁諸元等の基礎情報の整備が十分でない。マネージメントを実践するに当たっても、まずは地方から基礎情報を入手し、使用可能な状態に整備することが重要である。
- ・ BMMS は我々が整備した。問題は、情報が揃っていないことである。
- ・ BMMS の管理者が早期退職してしまったため、DRR でリーダーシップを取って管理できる人材がいない。
- ・ 地方では、エンジニアが少なく(2 名程度/県)、テクニシャンが現場に赴いて橋のチェックをしているのが現状である。橋のチェックも橋面が中心で、橋の裏側までは確認してないと思われる。
- ・ 地方の管理者は、損傷が生じた問題のある橋の情報しかあげてこない。情報収集作業は、強制されているわけではなく、インセンティブも得られないため、損傷のない橋梁の情報が更新されにくいのが現状である。
- ・ BMMS の情報を入力しないと、橋梁維持管理に関する予算が配分されない仕組みになっている。そのため、地方の管理者が情報を入力しなかった場合、通常維持費用 50,000B/km 程度の予算(道路、橋)しか配分されない。
- ・ 基本的情報の入手が滞っているのが、最大の問題である。

##### (2) タイ国内における、点検講習会などの取り組みの実施状況について

- ・ チュラロンコン大学としては、地方(北部、東北部、南部、中部)で 1 回だけ実施したことがある。
- ・ 定期的な講習会は実施していない。

##### (3) 維持管理に関する改善の方向性について

- ・ 十分な維持管理を実践するためには、管理橋梁 8,000 橋の基本情報をスクリーニングして、対象橋梁を減らすか、もしくは、予算を増やすことで対処する、2 つの方

法しかない。しかし、後者は現実的ではないことから、BMMS を稼働させる必要性がある。

- ・適切な維持管理を行う上で、予算請求の際のエビデンス(維持費の必要性を説明する資料；橋梁の損傷状態が把握できるもの)がないことも問題である。BMMS の稼働により、この問題は解決できる。
- ・基礎情報を入手後、様々な分析を行った上で、その結果を BMMS に反映させ、BMMS を精度向上させていく必要がある。
- ・予防保全の実践は、BMMS 無しでの達成は困難である。

### 6.3.2 シーナカリン大学学識経験者への聞き取り調査

調査日時：2010 年 10 月 21 日

#### (1) 補修マニュアルの作成経緯、活用状況

- ・補修マニュアルは、DRR リサーチ部門からの依頼を受けて 80 橋の調査を実施し、その結果を取り纏めたものである。
- ・地方橋梁の損傷度判定は 4 段階評価、損傷種類は 3 つに分類し、地方用に簡略化している。
- ・(補修マニュアルが求められた背景としては) 以前は全く損傷に対して注意を払っていなかったが、それらの対策を進めなければいけないという意識の高まりが要因と考えている。
- ・マニュアルの活用状況は、講習会で使用している。講習会は Wasan 教授自身が講師を務めている。損傷の著しい橋梁が発見された場合、その管理者からの依頼で講習会を実施することが多い。
- ・高い施工技術を保有していない地方の業者でも作業しやすいように、補修マニュアルを改訂した。

#### (2) 補修マニュアルとBMMSとの関連性、問題点等について

- ・BMMS では、損傷を評価し、損傷に応じた補修工法を選定し、予算までを算出できるシステムとなっていないはずである。今後は、損傷状態を入力しただけで、予算算出が可能となるシステムとする必要があると考えている。

#### (3) 地方橋梁の維持管理に関する課題等について

- ・管理橋梁が 8,000 橋程度有り、その中の約半数の橋梁が損傷していると仮定した場合、1 橋当たりの補修に係る費用を 50 万バーツで見積もると、全橋ベースでは 20 億バーツとなり、膨大な予算が必要となってしまう。この予算をどのようにして確保し、補修を進めていくのが喫緊の課題である。
- ・点検に関しても、相応の費用負担を伴うものであり、それ以上に、全橋梁の点検を行うことは大変な作業量となる。そのため、これらは外注するしか方法がないと考えている。但し、点検技術を有する技術者(DRR、外注含め)が不足していることから、今後はトレーニングにより養成する必要がある。

- ・タイの橋梁では、支承が設置されてない、或いは非常に薄い支承が設置されている場合が多く、車両からの衝撃により橋脚前面付近で上部工にせん断ひびわれが生じているケースが顕著に見られることから、この問題に関する研究を進める必要性を強く感じている。

**(4) JICAに対する要望について**

- ・点検講習会に、経験を持った日本の技術者を派遣して欲しい。

**(5) 補修マニュアルにおける塩害対策の考え方について**

- ・マニュアル作成の際は、現場にある材料を使用しており、塩害に対応した材料は使用していない。

**(6) DRRの体制について**

- ・技術・知識を持った人間を適切なポジションに配置していないため、この点を改める必要があるのではないか。

#### 6.4 橋梁情報管理システム(BMMS)の基本計画への提言

DRRでは、地方橋梁の維持管理を効率よく進めていくことを目的としたシステムとして、BMMS(Bridge Maintenance Management System)の整備を試みている。これは、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優先順位付けを行い、限られた予算の中で優先順位の高い橋梁から順に補修対策を実施していく仕組みとなっており、本格的な運用による地方橋梁の維持管理の実践が待ち望まれている。

しかしながら、BMMSは様々な課題を内包しているため、システムの本格稼働に至っていないのが現状である。よって、課題の克服によりシステムを改良した上で、計画的かつ予防保全的な橋梁維持管理の取組みを推進し、損傷の進む地方橋梁群の安全性を確保する必要がある。

以下に、BMMSの課題、課題の改善策を示す。

##### 6.4.1 BMMSの課題

DRRのBMMS担当者、BMMS作成に携わったチュラロンコン大学のWisanu教授、DRRと共同して補修マニュアルを作成し、地方における維持管理の普及に向けた活動を精力的に行われているシーナカリン大学のWasan教授から聞き取り調査を行った結果を参考に、BMMSが抱える課題を以下に示す。

##### (1) システムの技術的課題

###### a) 管理水準が明確でない

橋梁の健全性について、維持すべき管理水準が明確となっていない。つまり、橋梁の特性に応じた維持管理目標が明確となっていないため、膨大な管理橋梁を効率的に維持管理することが困難である。

###### b) 劣化予測手法が確立されていない

BMMSマニュアルでは、コンクリート試験結果(塩分含有量、中性化試験)を基にした理論式による劣化予測手法が紹介されているが、平準化の実施を前提とした技術要素としBMMS自体には取り込まれていない。また、理論式を用いて劣化予測を行う場合、損傷度の推移を把握するためには、全ての橋梁で試験を実施する必要がある。技術者や予算が不足している現状において、膨大な管理橋梁全ての試験を実施することは現実的ではない。

###### c) 優先順位付けの手法が煩雑である

BMMSにおける優先順位の考え方は、耐荷性能、安全性・使用性、環境性能等の指標に大別され、更に指標毎に細分化された評価項目の合計値により評価を行う仕組みとなっている。これらの指標は、橋梁諸元や点検結果だけでなく、周辺環境条件に関するもの等、非常に多くの基礎データを必要とする。そのため、煩雑であり、点検データすら整理できてない現状では実用的な考え方とは言い難い。

d) 平準化の概念が取り込まれていない

予算制約に応じた平準化の考え方が取り込まれていないため、管理橋梁が有する特性を考慮した適切時期での対策実施が困難である。また、予算制約により、対策が実施できない場合、つまり対策が先送りされた場合に、その後の健全性の経年推移を把握することが出来ないため、先送りのリスクを定量的に説明することが困難である。

e) 維持管理に必要となる費用の妥当性を説明できるアウトプットとなっていない

維持管理に係る予算を確保するための財政部局との予算折衝において、維持管理費用の必要性、金額の妥当性等を説明しやすい資料(アウトプット)とする必要がある。しかし、現在のBMMSでは年度毎の補修費用が山積みされるのみで、維持管理費用が不足する場合のリスクや投資パターン毎の健全性の推移等が出力されないため、維持管理に必要となる費用の妥当性を説明することが困難である。

**(2) 基礎データの充実に向けた課題**

BMMS が本格稼働していない最大の要因は、地方からの点検結果等の基礎データが揃っていないためである。基礎データの充実に向けた課題を以下に示す。

a) エンジニア不足

地方では、管理橋梁に比べ圧倒的にエンジニアの数が不足(1県当たり2名程度)しており、損傷の生じた橋梁の対応しか実施できていないが実情である。よって、損傷の生じていない橋梁の情報が入手できないことから、予防保全を念頭に置いた維持管理計画の立案が困難となっている。

b) 点検結果が自動でシステムに取り込まれる仕組みとなっていない

地方事務所の技術者は維持管理計画に関する知識・経験が乏しいため、複雑な点検調書の作成が困難であることから、簡易点検調書を使用している。簡易点検調書をそのままシステムに取り込むことはできないため、専属の点検結果入力担当者がシステムへの入力を行っているのが実態である。システムの効率化や入力の人為的なミスを防止するためには、点検調書が自動でシステムに取り込まれることが必要である。

#### 6.4.2 BMMS改善に必要となる技術的要素

6.4.1(1)で述べた課題等も踏まえ、BMMSの改善に必要となる技術的要素を以下に示す。また、技術的要素を用いた日本国における参考事例を(2)に示す。BMMSを活用した維持管理の確立に向け、参考事例を基にシステムの改善を図ることが望まれる。

##### (1) 技術的要素

###### a) 健全度評価手法の確立

長期維持管理計画を立案するためには、橋梁(部材)の健全度を定量的に把握することが重要であり、点検評価マニュアルに準じて得られた損傷度判定結果を基に、損傷のバラツキや範囲を全体的に評価できる健全度評価手法を確立する必要がある。

健全度の設定に当たっては、橋梁の安全性を確保する上で重要度の高い部材を対象とする必要があり、タイ国内での地方橋梁の損傷傾向を考慮した上で、最適な設定を行う必要がある。

また、点検結果を基に機械的に健全度を評価する場合、重大な損傷が見落とされる危険性があることから、リスク回避策についても十分配慮する必要がある。

###### b) 管理水準の設定

様々な特性を有する管理橋梁を、全て同じ水準で管理することは合理性に欠け、維持管理費用の増大を招き、結果として適切な維持管理の実施を妨げる可能性が有る。

そのため、管理橋梁全体を効率的かつ効果的に維持管理するためには、橋梁の持つ重要性や用途等の特性に応じた管理水準の導入が不可欠である。管理水準は、橋梁の維持管理目標とも言い換えることが出来、個々の橋梁に対して管理目標を設定することで、維持管理の思想を示すことが可能となる。

###### c) 重要度評価指標の設定

各橋梁の管理水準は、橋梁の置かれている様々な条件を考慮して設定する必要があり、橋梁の重要性を評価した重要度評価指標により評価点を算出する。重要度を定量評価することで、管理水準の設定根拠を明確に示すことが出来る。

###### d) 劣化予測手法の確立

理論式に基づいた劣化予測手法は、特定の部材に対して、限定された条件下で適用可能であり、理論式を適用するために各種試験等を要することから、点検結果を基にした維持管理計画の立案に対しては不向きである。

これに対して、点検結果を用いた劣化予測手法としては、データ分析手法が挙げられ、米国のPONTIS(橋梁マネジメントシステム)や日本国における複数の自治体で用いられている「マルコフ遷移確率」が適していると言える。

1橋毎(対象とする部材単位)に劣化予測式を算出するため、施工条件や環境条件等橋梁毎のバラツキを反映することが可能である。また、点検データが少ない現状では、予測精度は低いと言えるが、データの蓄積に伴い予測精度の向上を図ることが可能である。

e) 健全度に応じた補修対策工の設定

健全度に応じた補修対策工を設定する行為により、損傷を放置し健全度が低下した場合（損傷が進行した場合）のコスト増加を明確にすることができる。予防保全の必要性を説明する際の根拠として利用可能である。

f) 合理的かつ損傷リスクを考慮した優先順位付け手法

安全性・信頼性の確保を最優先に考えつつ、将来における橋梁の健全性の確保と維持管理費用の縮減を図ることを目的とした優先順位付けの手法が必要である。

g) 効果的な維持管理計画を立案するため、平準化の概念を取り込む

厳しい経済事情に起因する予算制約に対して、管理水準、重要度評価点、優先度の考え方を基に、予算制約に応じた対策実施橋梁の抽出及び対策実施時期を判断する、つまり平準化を行うことで、効果的かつ現実的な維持管理計画を立案することが可能となる。

また、劣化予測により健全度の経年推移や管理水準の維持状況を把握することで、予算制約により対策実施が先送りされた場合のリスクに対する説明が可能となる。

h) 維持管理に必要となる費用の妥当性を説明できるアウトプットの様式

財政部局との予算折衝において、維持管理費用の妥当性を説明するための資料として、以下の項目について取り纏めることが望ましい。

- ・ 事後保全を行った場合に必要となる維持管理費用と予防保全を行った場合の維持管理費用を比較し、予防保全の実践によるコスト縮減効果を定量的に示す。
- ・ 予算の規模に応じた将来シミュレーションを実施した結果として、単年度事業費、累積事業費をグラフ化する。
- ・ 将来シミュレーションにより、各部材の健全度を全体集計したときの分布の推移をグラフ化する。
- ・ 橋梁の維持管理状況を把握するため、管理水準を満足している橋梁の割合をグラフ化する。
- ・ これらの結果を取り纏めることで、予算が不足しているかどうか、管理目標が達成できているかどうか等の状況を容易に把握することが出来、維持管理費用の妥当性、先送りされた橋梁に想定されるリスク等を定量的に説明することが可能となる。

**(2) 技術的要素を適用した日本国における参考事例**

(1)で詳述した技術的要素を適用して立案された長期維持管理計画について、日本国の自治体で採用された事例を基に、参考資料として取り纏めたものを、Appendix-7「日本国の地方橋梁における長期維持管理計画策定事例」として紹介する。

#### 6.4.3 基礎データの充実に向けた取組の方向性

##### a) エンジニアの養成

地方橋梁の荒廃の一因として、橋梁の状態を適切に判断できる技術レベルが不足していることが挙げられる。学識経験者に対する意見聴取においても、同様の指摘があったことから、官学連携による取り組み(点検講習会、補修技術に関する講習会等の実施)を更に進めていく必要があると言える。

また、維持管理自体の認識の低さも指摘されており、橋梁の維持管理の重要性について地道な啓蒙活動が必要であると考えられる。

エンジニアの養成は、一朝一夕で為し得るものではないが、DRR内で維持管理業務に対する位置付けを明確化し、技術力の底上げや技術者の増員を図ることでエンジニアを早急に養成し、老朽化が迫る橋梁群に対する予防保全的な取り組みを進めていく必要がある。

##### b) 点検調書の仕様統一

点検調書の仕様を統一し、システム入力時の効率化或いは入力時の人為的なミスを防止することが重要であると考えられる。提案した仕様については報告書2に示している。



## **第7章**

### **技術移転**



## 第7章 技術移転

### 7.1 OJT 実施状況

#### 7.1.1 点検調査手法の技術移転

本調査団の目的の一つであるOJTを通しての技術移転について、DRRの協力のおかげで無事終了することができた。

OJTは大きく2つに分かれる。一つは、現場において実際に点検を行なってもらうものである。他方は、室内において点検作業に関係する事柄をより詳細に説明し、議論を通して理解を深めてもらうものであった。

現場におけるOJTと室内におけるそれにDRR職員がそれぞれ延べ75名、43名が参加した。これらの技術移転の詳細は、Appendix-10に取りまとめている。また、ここでの議論等を踏まえ、DRRと協働して「第3章チャオプラヤ川架橋の点検調査と評価」を作成している。

#### (1) 現場におけるOJT

調査団の橋梁点検期間は、2次調査の全期間（3ヶ月）を通して行なわれ完了した。

一方、現場におけるOJTは、2010年9月24日～11月8日の約45日間、DRRが事前に組織した参加者を対象に実施した。さらにこの期間中、DRRからの要望により橋梁点検の現場見学を希望したエチオピアのJICA橋梁分野専門家及びローカルコンサルタントが参加した。

#### (2) 室内におけるOJT

室内におけるOJTを全4回実施した。ここで使用された資料をAppendix-10に収録している。

##### 1) 目視点検のポイントと検査器具の説明

2010年10月5日にDRR本部の3F第3会議室において、現場での現場踏査、目視点検方法並びに検査機器の使用方法、検査機器より得られた情報の評価方法に関して講習会を開催した。DRRからは17名が説明会に参加した。

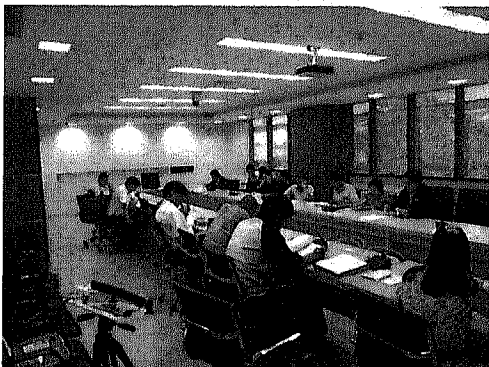


図 7.1.1: 講習会風景



図 7.1.2: 機器使用方法説明風景

DRRの職員に対して、点検作業・評価マニュアル（ドラフト）を読む前に、目視点検の手法についてポイントを説明した。また、目視点検の補助の道具であるポールカ

メラについて機構、使用方法を説明した。さらに非破壊検査器具についても実際に手にとって使用方法を説明した。説明した器具は、シュミットハンマー、電磁波レーダー、パールハンマー（以上、コンクリート構造物用）板厚計、塩分測定器（以上、鋼構造物用）であった。

そのほかに、赤外線放射温度計、レーザー距離計など点検作業に使用することのある道具について紹介した。

## 2) 一眼レフデジタルカメラ点検の説明

2010年10月18日に、DRR本部3F第4会議室で一眼レフデジタルカメラを用いたデータの収集方法及びデータを利用した画像処理方法、さらに日本の事例について講習会を開催した。DRRからは7名が参加した。

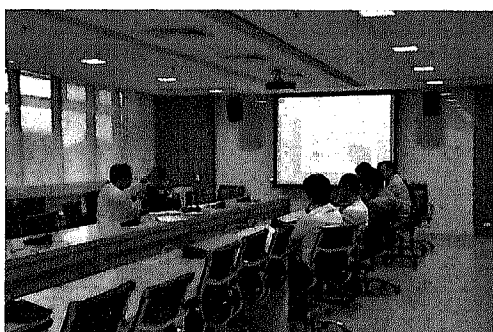


図 7.1.3: PPT 講習会風景

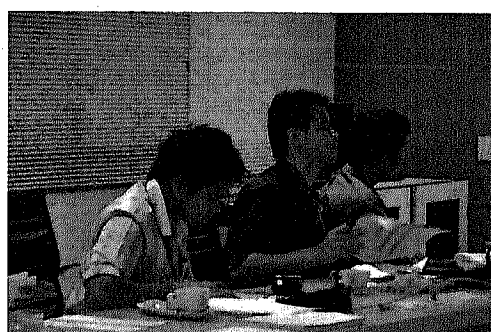


図 7.1.4: 講習会風景

最終的に画像処理を容易に行えるように、撮影段階からデータ処理を容易にすることを意識して撮影することが重要であることを説明した。さらに、日本の事例として近接目視点検が困難な場所についての有効性、記録媒体としての優位性を具体的な事例を紹介しながら説明した。

## 3) 一眼レフデジタルカメラ点検の画像処理に関する説明

2010年10月22日に、DRR本部3F第3会議室で一眼レフデジタルカメラにより撮影された画像の処理の方法について説明した。DRRからの出席者は12名であった。



図 7.1.5: PPT 講習会風景



図 7.1.6: 講習会風景

DRR の職員に現地で撮影してもらった写真を素材として画像処理のプロセスを説明した。説明にあたっては、DRR 側から実際に PC を操作する者を選んでいただいた。参加者全員に対して各操作の内容と目的を説明した後、具体的な操作方法を伝え実際に操作して作成してもらった。

## 4) 点検結果報告会

2010年11月12日に、DRR本部3F第3会議室でチャオプラヤ川架橋12橋の目視点検結果について報告した。この報告では、主な損傷の劣化原因と現状の評価、今後の劣化の推移について参加者と意見を交換した。DRRからの参加者は7名であった。



図 7.1.7: PPT 講習会風景



図 7.1.8: 意見交換風景

チャオプラヤ川架橋 12 橋は、全体として十分な維持管理がなされている。全体的には現在の維持管理を継続していけばいいものと考えられる。しかし、部分的に見られる損傷については、原因究明のために継続的な観察の必要性について議論した。