

第4章 地方橋梁の橋梁維持管理にかかる基本方針の作成支援

4.1 予算計画作成支援の基本方針

(1) 維持管理予算についての課題

DRR の道路の維持管理費用は、ヒヤリングによると 34,000Baht/km 程度であり、道路橋梁の維持管理予算は十分とは言えない。また、この維持管理費の大部分が道路の維持管理に充てられており、橋梁の補修、また、補修のための点検作業が充実していないのが現状である。

地方橋梁の劣化は著しく、補修予算を確保するためにも合理的な維持管理予算を算出する必要がある。

(2) 予算計画作成の支援方針

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。

1) 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義務づけることで、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。

本調査では、各 BRRDistrict が適切な予算計画を立案できるように支援する。

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。

- BRRDistrict office の予算計画を本局に提出。
- 本局で各 BRRDistrict office の予算要求を審査し、必要に応じて再検討を指示する。
- 本局で DRR 全体の予算計画をとりまとめる。

上記フローの実現のために、調査団は、下記の支援を実施する。

- 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手法についてセミナー（本局、BRRDistrict の担当者）
- 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
- 地方事務所への予算シミュレーションソフトの配布、レクチャー

4.2 マニュアル類の整備支援の基本方針

(1) 点検マニュアルの課題

DRR で使用されている橋梁台帳、点検帳票は、いくつかの仕様の帳票が存在している。また、50m 以上の橋梁について、橋梁諸元、点検結果が提出されているが、点検結果の記入方法が統一されておらず、調査員ごとに損傷の記述方法が異なっている。このため、長期維持管理計画の策定のために必要なデータが収集されていない。

(2) 支援方針

本調査では、DRR の点検の実状、既存の橋梁台帳および点検帳票を調査し、DRR で持続的に運用が可能な橋梁点検調査マニュアル、および、橋梁台帳を作成する。

第2回現地調査において、橋梁点検調査マニュアル（ドラフト）について意見聴取し、第3回、第4回、第5回現地調査により地方事務所で見解を聴取し、点検マニュアルを改訂した。さらに、直感的に橋梁の損傷と評価をはあくするため、損傷実態の写真とスケッチを中心とした、クイックマニュアルと作成した。

また、橋梁台帳を作成するために、DRR 本局で既存の橋梁台帳の電子データを受領した。パイロット橋梁による点検作業を通じて、橋梁台帳も使いやすいものに改良した。

4.3 人材・技術力の支援の基本方針

橋梁点検の技術は、実務を通じて修得することが最適である。次回の第3回～5回渡航、本邦研修により、OJT を実施する。

また、第4回渡航以降、点検を効率的に行うツールとして、橋面より裏面を監査できるブリッジチェッカーのような点検機材、橋梁の状態を記録するためのタブレット PC による点検結果入力システムを導入するとともに、地方事務所に出向いて、セミナーOJT を実施した。

これらの点検機材については、DRR より多くの要望が寄せられており、点検の実施機関である DRR の意見を反映することが、継続的な点検作業を促すためにも重要である。タ

タブレット PC による点検結果入力システムは第5回、第6回渡航によるヒヤリング結果を受けて、最終的な改良を加えた。

4.4 橋梁点検計画の作成支援

長期的な維持管理計画の策定には、点検データの積み重ねが必須である。調査団では、DRR の所有する 8000 橋の点検計画の作成を支援する。

DRR では、約 2000 橋の橋梁点検を実施するために、地元コンサルタントと契約を締結した。この橋梁点検は調査団の支援した点検マニュアルを適用し、開発したタブレット端末が使用されることとなった。

調査団は、この調査にあたって、点検手法、タブレットのソフトウェア開発など、DRR の担当職員に対して、全面的に支援を実施する。この大規模な橋梁点検の成果により、橋梁点検計画がより具体的に策定できることが期待される。

第5章 点検調査・評価マニュアルの作成と実証点検

5.1 点検調査・評価マニュアルの作成

5.1.1 概要

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。ここでは、点検調査・評価マニュアル各バージョンの概要について説明する。

5.1.2 関係機関のマニュアル類の調査結果

タイ国における橋梁点検調査・評価に関する以下のマニュアルについて調査した。

- Procedure for Construction Management of RC Bridges and Condition Evaluation including Maintenance Method (Bureau of Road Maintenance, Public Works Department, August 2000)
- Manual for bridge inspection and evaluation (Bureau of Road Maintenance, DRR / Institute of Transportation, Chulalongkorn University, February 2007)
- Manual for Bridge Maintenance Work (for Bridges in DRR's Road Network) (Bureau of Testing, Research and Development, DRR / Civil Engineering Department, Srinakarin University, August 2008)
- Bridge Inspection and Improvement Manual (Bureau of Bridge Construction, DOH, November 2005)

それぞれのマニュアルの概要について以下に記す。調査結果については Appendix-2 に示す。

- PWD のマニュアルは主に新設の橋梁に対するもので、橋梁点検に関してはごくわずかの記述があるのみである。この点検結果記録表は、複雑なものではなく損傷評価は単純に、良、普通、劣るの3段階の分類となっている。一方、対象とした損傷は、下部工についてもコンクリート構造のクラック、発錆に対するもので、下部工の損傷において着目すべき、基礎の沈下や移動、洗掘については記述がない。
- チュラロンコン大学が作成したマニュアルは、完成度が高く橋梁点検に必要な手続きが全て記述されていると思われる。しかし、損傷評価は、6段階に分かれており、点検において詳細に調査して記録しなければならない項目が数多くあり、地方事務所勤務する DRR の職員にとっては扱いにくいものと思われる。さらには、それら

の損傷段階に対応した参考写真が掲載されておらず、点検調査員にとって損傷を評価することが困難かもしれない。

- シーナカリン大学のマニュアルは、DRR の試験研究開発部の委託により、シーナカリン大学が DRR の路線上の損傷を受けた橋梁についての補修工事に特化して作成したものである。そのためにマニュアルが取り扱う範囲は、橋梁の損傷調査だけではなく、橋梁の補修方法と補修工事に係る概算工事費の算出方法などの広範囲にわたる。橋梁点検と損傷の評価は、コンクリート構造で見かけるクラック、白華等が対象であり、損傷評価は、4段階（A,B,C,D）となっている。
- DOH のマニュアルは、チュラロンコン大学、シーナカリン大学が作成したマニュアルと同じように主に米国橋梁点検標準を参考にして作成されている。従って、点検の対象物は、床版、上下部構造に加え水路も対象となっている。また、チュラロンコン大学のマニュアルと同じように、損傷評価も6段階であり、損傷評価に資する参考写真は掲載されていない。

5.1.3 点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）の概要

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。このマニュアルは、「データ収集要領（案）」を基本としながらチャオプラヤ川架橋の実情に合わせた見直しを行い作成されたものである。

これらのことから、「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（ドラフト Ver.1）」を作成した。

5.1.4 点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）の構成

点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）は、「データ収集要領（案）」や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」に示されている点検作業の方法、損傷状況の評価、点検結果の記録といった基本的な構成を踏襲しながら、地方橋梁に展開する観点から見直し、必要に応じて簡略化を図っている。

点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）は、主に定期点検のために使用するマニュアルとして使用することを想定して作成している。具体的には、DRRの職員が5年に一度、管理している橋梁を目視点検により損傷状況を把握し、橋梁維持管理システムに点検結果データを入力するために使用することをマニュアルの主な目的としている。なお、通常点検や緊急点検にもこのマニュアルを使用することは可能であるが、本来意図している使用方法ではない。また、非破壊検査などによる詳細調査については、定期点検の結果を個別に検討し、必要とされる場合に実施されるものであり、性質が異なる調査であることから記述していない。

5.1.5 地方橋梁への適用を踏まえた見直し内容

点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）の作成にあたり、「データ収集要領（案）」ならびに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」の内容を地方橋梁への適用を踏まえ見直した。以下にその内容について述べる。

(1) 対象とする橋梁形式

過年度業務での地方橋梁の点検や洪水時の緊急点検にて現地を確認した結果、ならびに各県の地方道路事務所でヒアリングを行った結果から、地方橋梁では DRR の標準設計に基づき建設されている橋梁が大多数を占めていると考えられる。このため、点検調査・評価マニュアル（ドラフト）Ver.1 で対象とする橋梁形式は、DRR の標準設計図面*に示されている橋梁形式のみに絞ることとした。具体的には、上部工形式は床版橋、Plank 桁橋、Box 桁橋、I 断面の PC 桁橋の 4 タイプとした。橋脚については、T 型橋（円形断面、小判型断面）、門型ラーメン橋脚、パイルベント橋脚、壁式橋台の 4 タイプとした。なお標準設計によらず建設されているコンクリート橋においても、マニュアルを適用して点検が行えるよう配慮して点検項目を設定している。

(2) 点検項目の整理

点検項目について、地方橋梁の実情を踏まえた見直しを行った。

- 鋼橋に関する項目の削除

地方橋の大部分は標準設計に基づくコンクリート橋（RC 構造、PC 構造）であり、鋼橋はわずかであるため、使用者の利便性を考慮して鋼橋に関する項目を削除した。なお、鋼橋、斜張橋に関しては、過年度作成されているチャオプラヤ架橋を対象とした点検作業・評価マニュアルを使用して、点検作業、損傷評価、結果記録が可能である。

- 間詰コンクリートに対する損傷区分の追加

これまでの点検結果から、地方橋梁で間詰コンクリート部からの漏水が確認されている。間詰コンクリートは抜け落ちの有無だけでなく、抜け落ちに至る前の段階での評価を追加する必要があると考えられる。このため、間詰コンクリート部からの漏水の有無について床版の抜け落ちの項目に区分を追加して評価を行うこととした。

- PC 定着部の異常に関する項目

PC 定着部に損傷が生じた場合は橋梁の健全性に重大な影響を与えることから、定着部のコンクリートの状態に着目して点検を行うことが必要である。このため独立した点検項目

として設定している。

- 下部工の変状に関する項目の追加

洪水時の緊急点検の結果、地方橋梁では橋脚の洗掘、橋台前面、背面の損傷が顕著であった。「データ収集要領（案）」ではこれらの損傷を1項目で評価している。洪水時の緊急点検での被災状況の分析結果では、損傷の被害進行ケースが複数の種類に分類されるため、項目を追加した。

- 排水施設に関する項目の追加

雨水を排水するための排水施設が適切に機能しないと、漏水となって桁下に進入し、橋梁を構成する部材に悪影響を及ぼす。このため、排水施設の項目を追加した。

この結果、点検項目を表 5.1-1 に示す 14 項目とした。図 5.1-1 に評価ランクの例を示す。

表 5.1-1 各目視調査の項目と調査箇所

	損傷の種類	評価ランク
コンクリート	(1) ひび割れ・漏水・遊離石灰	a - e
	(2) 鉄筋露出	a - e
	(3) 床版の抜け落ち	a - e
	(4) 床版ひびわれ	a - e
	(5) PC 定着部の異常	a - e
その他	(6) 路面の凹凸	a - e
	(7) 支承の機能障害	a - e
	(8) 橋台・橋脚周りの洗掘	a - e
	(9) 橋台周辺護岸工の変状	a - e
	(10) 橋台背面の変状	a - e
	(11) 下部工の沈下・移動・傾斜	a - e
	(12) 防護柵の変状	a - e
	(13) 伸縮装置の異常	a - e
	(14) 排水施設の異常	a - e

<p>損傷区分 b</p>	<p>損傷区分 b</p>
 <p>部分的な鉄筋露出</p>	 <p>部分的な鉄筋露出</p>
<p>損傷区分 c</p>	<p>損傷区分 c</p>
 <p>部分的に鉄筋腐食しているもの</p>	 <p>広範囲に表面的な鉄筋露出</p>
<p>損傷区分 e</p>	<p>損傷区分 e</p>
 <p>広範囲にわたり鉄筋腐食しているもの</p>	 <p>広範囲にわたり鉄筋腐食しているもの</p>

図 5.1-1 評価ランクの例（鉄筋露出）

(3) 点検方法

点検方法は目視点検によることを踏襲した。点検時に携行する一般的な器具については地方橋梁で必要か否かの観点から見直した。また、点検作業の手順を示したフローを追記した。

(4) 点検結果の評価

点検結果の評価は「データ収集要領（案）」を踏襲し、点検者によらず同一の評価ができるように最大で5段階の区分とした。

(5) 地方橋梁の実情に合わせた修正

本マニュアルで対象とするのは標準設計に基づいて作られた橋梁である。このため、ひびわれの例示の図を標準設計に示されている構造形式に合わせた。また支承は標準設計に示されている鋼製支承（Pot Bearing, Disk Bearing）とゴム支承（積層ゴム支承）の双方に対応した。伸縮装置は、突合せ型ジョイント、非排水ジョイントを追加した。

写真をこれまでタイで撮影したものに可能な限り入れ替えた。

(6) 点検結果の記録様式

点検結果の記録様式は、できるだけ簡易に橋梁の現状を把握するために、記載内容を最小限の項目とした。地方橋梁は径間長が短い中小規模の橋梁が多いため、1橋ごとに記入できるように様式を簡略化した。

具体的には、1橋あたりの記録様式の最小枚数は4枚とした。各シートには、点検場所（橋梁名、路線名、座標）、点検年月日、点検者のみを記載するものとし、他の情報は記載しないこととした。

- 1枚目は、橋梁一般図（平面、側面、断面）とし、上部工の全部材番号、損傷位置を記入し、写真の撮影箇所を図上に明示する。
- 2枚目は、下部工の立面図、側面図を記し、全部材番号、損傷箇所を記入する。
- 3枚目は、損傷状況を撮影した写真と部材番号、写真番号、必要に応じてコメント、損傷の評価区分を記載する。
- 4枚目は、各部材の評価区分を一覧表形式で記入する。

*標準設計図面:以下の2種類の標準設計図面に掲載されている構造物をマニュアルで取り扱う対象とした。

-支間長 30m 以下の橋梁の標準設計図面（2010年）

Bureau of Location and Design, DRR, Standard Drawing for Bridges and Building Section
3 Bridge Work for Vehicles 2010

-支間長 20m 以下の橋梁の標準設計図面（2010年9月）

Bureau of Location and Design, Department of Rural Roads, Ministry of Transport, Bridge
Standard Drawing for Construction Work of Rural Road, September 2010

5.1.6 点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.2）の改良内容

点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）に基づき実施したセミナーでの意見、アンケート分析結果、関係機関のマニュアル類の調査結果を踏まえ、点検調査・評価マニユア

ル（ドラフト Ver.1）を改良して Ver.2 を作成した。点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）から改良した内容について以下に述べる。

(1) 損傷程度の評価区分、評価項目

- 損傷程度の評価区分を「a～e」のアルファベット文字を使用して表記していたが、タイ国でより一般的なアラビア数字「5～1」での表記に置き換えた。
- 評価事例写真をよりわかりやすいものとした。具体的には、写真に加えて図を追加することや、必要なものに対しては写真の全景、近景を追加することなどである。
- 標準設計や関係機関のマニュアルでは歩道や照明などの付属施設に関する項目が存在する。このため、これらの項目を追加した。

(2) 点検の時期

- 点検の精度および効率の向上をはかることを目的として、点検を実施する時期は乾期（渇水期）が望ましいことを明示した。

(3) 点検機材

- 点検機材の性能、仕様について、推奨する仕様を追記した。これにより点検者の違いによる点検結果のばらつきを防ぐことにもつながる。
- 水量の多い河川上からの点検を行う場合を想定して、近接用具として船を追加した。
- クラックスケールの使用方法について記載を追加した。

(4) 体裁

- 文字フォント、図や写真を大きくし、読みやすさを向上させた。

(5) クイックマニュアルの作成

現場作業に従事する点検員の利便性を第一に考え、クイックマニュアルを作成した。点検調査・評価マニュアルから必要最小限の情報を抽出して作成した。現地でのどのような順番で構造物を見ていくか、どのように評価を行うかを単純化して示すためのものとした。点検員がどの位置に立ち、何を見るか、何に注意してみるかを示すことを目的として、文字を極力少なくして写真から手順がわかるものとした。あわせて、タブレット PC の画面で示すイメージを考慮して作成した。

5.1.7 点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.3）の改良内容

点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.2）に基づき、C/P を中心に議論を行った。議論の中で出された意見を踏まえ、ドラフト Ver.3 を作成した。

点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.2）から改良した内容について以下に述べる。

(1) 構成の変更

点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）および（ドラフト Ver.2）は、主部材（上部構造、下部構造）、付属物の順序で書かれており、必ずしも点検の順序に従った構成とは

なっていなかった。(ドラフト Ver.2)にて作成したクイックマニュアルではこの点を改め、点検を行う順序に従って記載した。その結果、DRRからはクイックマニュアルの記載内容は非常にわかりやすいとの評価を得た。DRRとの議論の結果、点検調査・評価マニュアルも点検の順序に合わせた構成とすることが点検者の理解につながるとの結論に達した。このため点検を行う順序に合わせた形での記述とし、目次構成の変更を行った。加えて、点検順序、どの位置からどの部材を見るのかについて追記を行った。

(2) 通常点検編の削除

定期点検を対象としたマニュアルであることをより一層わかりやすくするため、通常点検編を削除した。

(3) 損傷区分の表記を変更

損傷が小さい方を”1”、損傷が大きい方を”5”とし、より理解しやすい表記とした。

(4) 損傷事例写真への図解の追加

点検者の理解を助けるため、損傷区分の事例写真に可能な限り図解を追加した。

5.1.8 点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.4）の改良内容

点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.3）に基づき、DRR 本部においても維持管理部の課長と議論を行い、意見を得た。これらの結果や地方道路部での意見やアンケート結果も踏まえて、より理解しやすくすることを目的として全体にわたって記述の見直しを行った。これにより点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.4）を作成した。点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.3）から改良した内容について以下に述べる。

(1) 記載内容の見直し

C/PでもあるDRR本部の維持管理部地方橋梁課長をはじめとした維持管理部の複数の課長から点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.3）に対する本文の記述内容、表現方法について、さらには点検結果の記録方法に対する改善要望を得た。これを踏まえ、より一層理解しやすくすることを目的として全体にわたる本文文言の修正や追記を行った。主なものを以下に記す。

- 個別の橋梁の点検を計画する際に検討すべき項目を明示
- 点検を行う時期を項目立てしてより強く明示
- DRR が次年度以降に導入予定である橋梁点検車を点検機材に追加
- アプローチ道路を点検対象として明示
- 船は流速や水量に基づき安全性を確認した上で使用することを明示
- 径間番号の付け方を起点側から 01, 02 とする方法に変更
- DRR でこれまで用いられている区分の方法に基づき、点検結果の記録シートを橋の上、橋の下（上部工）（下部工）に区分

(2) 特に注意が必要な損傷を定義

橋梁の安全性に大きく影響を与える可能性のある損傷を「特に注意が必要な損傷」として位置付けるとともに、点検結果に基づくエンジニアの評価実施方法について明示した。

5.1.9 点検調査・評価マニュアルの構成

点検調査・評価マニュアルの構成について、目次に沿って以下に概要を述べる。

I 共通編

1. 適用範囲
2. 点検目的
3. 点検種別

3.1 通常点検、3.2 定期点検、3.3 緊急点検、3.4 詳細調査

[概要]

点検調査・評価マニュアルの適用範囲、点検の目的を示し、それぞれの点検種別の位置づけ、点検、評価、長期維持管理計画、補修、データ管理の一連の流れを記載している。点検には実施目的により通常点検、定期点検、緊急点検、詳細調査の4種類があり、それぞれの位置づけを理解することで点検が適切に行われることを意図して記述している。

II 定期点検編

1. 点検作業

- 1.1 点検計画の作成、1.2 点検方法および点検項目、1.3 点検を行う時期、
- 1.4 点検体制、1.5 点検装備、1.6 点検頻度、1.7 点検順序

[概要]

点検を行う前にあらかじめ準備しておくべきことや作業手順について記載している。必要な準備、点検方法、対象としている構造物、現場での点検順序などを示し、本項を理解することで円滑な点検作業が行われることを意図して記述している。

2. 損傷状況の把握と評価

- 2.1 損傷状況の把握、2.2 損傷程度の評価

[概要]

点検時に確認を行う損傷の種類ごとに、損傷の特徴、他の損傷との関係、調査箇所、損傷の評価区分、損傷事例写真を記載している。損傷を発見した場合に、本項の記載と照らし合わせて評価を行う。損傷の種類を以下に示す。

- (1) 下部工の沈下・移動・傾斜
- (2) 路面の凹凸
- (3) 伸縮装置の異常
- (4) 防護柵の変状
- (5) 排水施設の異常
- (6) 歩道の異常
- (7) 付属施設の異常
- (8) 橋台背面の変状
- (9) 橋台周辺護岸工の変状
- (10) 橋台・橋脚周りの洗掘
- (11) PC 定着部の異常
- (12) ひび割れ・漏水・遊離石灰
- (13) 床版の抜け落ち
- (14) 床版ひびわれ
- (15) 鉄筋露出
- (16) 支承の機能障害

3. 点検結果の記録

3.1 点検結果の記入要領

3.2 点検結果の記録様式および記入例

[概要]

点検結果を記録する際に記入する情報、部材番号の付け方、記録様式と記入例を記載している。これに従うことで統一された形式で点検結果が記録されることになる。

4. 損傷評価5に該当する損傷の 緊急性評価

4.1 損傷区分5に該当する損傷の緊急性評価・分類方法

[概要]

損傷評価区分が5となった損傷に対する緊急性の評価分類方法を記載している。評価区分が5となった損傷は、リスク回避の観点から専門知識を有するエンジニアにより点検結果の再評価を行うこととしている。

5.2 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。

5.2.1 橋梁点検の目的

長期維持管理計画の策定にあたっては、橋梁の現況を把握することが不可欠である。このためパイロット橋梁の点検では OJT を通じて技術移転を実施し、橋梁点検の必要性を認識し、あわせて点検調査・評価マニュアルの習得をはかることを目的として実施した。

5.2.2 パイロット橋梁の選定

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。これに従い、各地方道路部の C/P と協議を行ってパイロット橋梁を選定した。パイロット橋梁の選定にあたって考慮した項目を以下に示す。

- 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
- 点検を行う部材を桁下から直接目視することが理解を深めることにつながるため、なるべく橋の下に歩いて入れる橋、川の水量が少ない橋、橋の下に草や樹木が生い茂っていない橋を中心に選定

これにより点検の対象とした橋梁を、表 5.2-1 に示す。なお、パイロット橋梁の点検は 27 橋で実施しているが、タブレット PC による点検記録を行った 22 橋について以下に述べる。

表 5.2-1 点検を実施した橋梁数

[単位:橋]

地方道路部	桁橋 (Plank 桁)	桁橋 (I 桁)	床版橋	計
地方道路部 3 (チョンブリ)	2	-	1	3
地方道路部 5 (ナコンラチャシーマ)	-	-	1	1
地方道路部 7 (ウボンラチャタニ)	-	-	2	2
地方道路部 8 (ナコンサワン)	2	-	-	2
地方道路部 11 (ラノー)	3	-	2	5
地方道路部 13 (チャチュンサオ)	2	-	-	2
地方道路部 17 (チェンライ)	1	2	2	5
地方道路部 10 (チェンマイ)	2	-	-	2
計	12	2	8	22

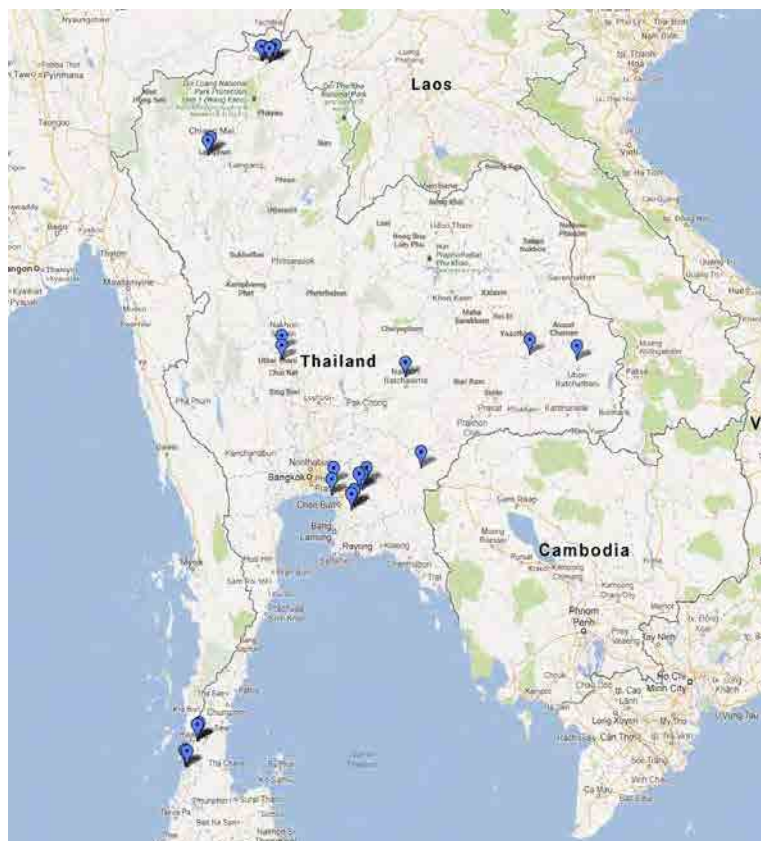


図 5.2-1 パイロット橋梁位置図

5.2.3 橋梁点検の手法

点検調査・評価マニュアルに基づき、点検は目視によることを基本とした。桁端部や支承部およびその近傍の部材は、できるだけ近接して調査した。近接が困難な箇所は遠望目視や双眼鏡による目視とあわせ、後述するブリッジチェッカー、高性能デジタルカメラを使用して点検を実施した。また非破壊検査機器を使用して点検を実施した。

発見した損傷の評価、および点検結果の記録は点検調査・評価マニュアルに従って行った。後述する橋梁点検用タブレット PC を使用して点検結果の記録を行った。

5.2.4 橋梁点検結果

点検結果の概要について表 5.2-2 に示す。なおここでは地方道路部 13 にて DRR 自らにより点検が実施された 4 橋の点検結果もあわせて述べる。

表 5.2-2 点検結果一覧表

No.	地方道路部	Bridge code*	路線番号	橋長 (m)	幅員 (m)	径間数	主な損傷								
							ひびわれ	鉄筋露出	洗掘	護岸工	塩害	沈下	橋面上		
1	3	チョンブリ	TH-1	3026	30	10	3			✓					✓
2	"	"	TH-2	4004	30	10	3				✓				✓
3	"	"	TH-3	4004	20	10	2	✓	✓						✓
4	5	ナコンラチャシーマ	TH-2	3023	30	11	3	✓	✓						✓
5	7	ウボンラチャタニ	TH-2	3002	12	9	1			✓					✓
6	"	"	TH-3	4034	130	10	13		✓	✓				✓	✓
7	8	ナコンサワン	TH-1	5002	20	10	2	✓							✓
8	"	"	TH-2	3099	40	10	5			✓	✓				
9	11	スラータニ(ラノーン)	TH-2	4001	20	10	3	✓		✓					✓
10	"	"	TH-3	4001	20	10	3			✓					
11	"	"	TH-4	4001	10	9	1		✓	✓	✓				✓
12	"	"	TH-5	1037	30	8	3	✓	✓	✓		✓			
13	"	"	TH-6	1037	30	8	3	✓	✓	✓		✓			
14	13	チャチュンサオ	TH-2	4012	42	9	5	✓	✓	✓					✓
15	"	"	TH-4	3010	18	9	2				✓				✓
16	17	チェンライ	TH-2	4044	35	10	3				✓				✓
17	"	"	TH-3	4044	24	10	3	✓		✓					✓
18	"	"	TH-4	3000	24	10	3			✓	✓				
19	"	"	TH-5	4013	70	11	4				✓				
20	"	"	TH-6	4013	60	11	5	✓		✓					
21	10	チェンマイ	TH-6	006	220	10	12	✓	✓	✓					
22	"	"	TH-4	4022	30	10	3								✓
		(DRRが独自に点検)													
23	13	チャチュンサオ	TH-6	4033	35	9	5	✓		✓	✓				✓
24	"	"	TH-7	4017	30	8	3			✓					✓
25	"	"	TH-8	4015	30	7	3	✓	✓	✓					✓
26	"	"	TH-9	-	20	9	3	✓	✓	✓		✓			✓

*Bridge code は点検時に設定した仮の番号

発見された主な損傷について以下に述べる。詳細な点検結果については点検調査・評価マニュアルに従って点検シートを作成している。Appendix-4 を参照されたい。

(1) ひびわれ

13 橋でひびわれが発見された。パイルベント橋脚の軸方向のひびわれが主なものであった。図 5.2-2 に示す箇所は内陸に位置する橋梁である。



図 5.2-2 損傷事例 (ひびわれ)

(2) 鉄筋露出

10 橋で鉄筋露出が発見された。図 5.2-3 に示す箇所は内陸部に位置する橋梁である。建設時のコンクリート打設不良による損傷であると推察される。塩害による鉄筋露出は後述する。



図 5.2-3 損傷事例 (鉄筋露出)

(3) 洗掘

17 橋で洗掘や河積阻害が発見された。図 5.2-4 に事例を示す。



図 5.2-4 損傷事例 (洗掘)

(4) 護岸工の損傷

8 橋で護岸工の損傷が発見された。図 5.2-5 に示した箇所では、DRR 職員からのヒアリングによれば例年雨期には水量が増加し、流速も比較的早く護岸工の破損につながっているとのことであった。



図 5.2-5 損傷事例 (護岸工)

(5) 塩害

3 橋で塩害による損傷が発見された。図 5.2-6 に示した事例は海岸から約 1km の箇所にある感潮河川にかかる橋梁である。塩害により鉄筋に沿ったひびわれが生じたり、鉄筋が著しく腐食しコンクリートが広範囲で剥落している事例がみられた。



図 5.2-6 損傷事例 (塩害)

(6) 沈下

地方道路部7の管轄内(シーサケート県)の1橋で沈下による損傷が発見された。図 5.2-7 に示す。DRR 職員へのヒアリングによれば、かなり以前から沈下が生じていたとのことである。橋脚横梁の嵩上げや路面の不陸修正など対症療法的な補修が行われている形跡があった。高欄には沈下に伴う段差やひびわれがみられた。沈下量の経年的な測量は実施していないとのことであった。まず測量により沈下量の測定を定期的に行い、現在でも沈下が継続しているのか、収束しているのか確認する必要があることを助言した。



図 5.2-7 損傷事例 (沈下)

(7) 橋面上の損傷

17橋で橋面上の損傷が発見された。高欄の損傷、アプローチ道路取付部での路面の段差が主なものであった。図 5.2-8 に事例を示す。



図 5.2-8 損傷事例（橋面上）

5.2.5 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。

5.2.6 まとめ

点検を行ったパイロット橋梁 22 橋、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。

5.3 橋梁点検にかかる技術移転の実施

パイロット橋梁の点検に合わせて、DRR の橋梁維持管理に係る技術者を対象として本部および地方道路部にてセミナーを実施し、パイロット橋梁では橋梁点検の OJT を実施した。これにより技術移転を実施した。実施した内容について以下に示す。なお、タイの実情により整合した点検調査・評価マニュアルを作成することを意図して、点検調査・評価マニュアルの作成段階に合わせて複数回のセミナーを実施した。セミナーでの意見やアンケート結果などの情報をもとに、点検調査・評価マニュアルの改善をはかった。それぞれのセミナーで行ったアンケート結果の分析は Appendix-3-1 を参照されたい。

5.3.1 点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）に基づくセミナー

橋梁点検に対する理解を深めること、点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）の説明を目的として、2012 年 5 月 22 日に、サラブリー県に所在する地方道路部(2)の会議室にて、点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）に関するセミナーを行った。DRR から

の出席者は本部、地方道路部(2)、地方道路部(2)が所掌している各県地方道路事務所（サラブリー、チャイナート、シンブリー、ロップリー）から合計15名であった。

このセミナーにおいて、Study Team より「点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.1）」（タイ語版）を DRR の参加者に配布するとともに、マニュアルの概要を記載した資料（タイ語版）に基づき説明を行った。

セミナーに使用した説明用資料の概要は以下のとおりである。

- 橋梁の基礎知識：橋梁の重要性、橋梁と道路の違い、橋梁を構成する部材、劣化と供用期間、橋梁点検作業
- 橋梁点検評価マニュアル（Draft Ver.1）：橋梁点検の流れ、損傷区分と評価、橋梁点検結果
- コメントと助言



図 5.3-1 セミナー状況（地方道路部 2）

5.3.2 点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.3）に基づくセミナー・OJT

点検調査・評価マニュアルを用いた実証点検を行うことにより、更なるマニュアルの改良を行うことと、橋梁点検に関する知識の習得をはかることを目的として、地方道路部を訪問しセミナーを実施した。訪問先は C/P の在籍する地方道路部の中から3ヶ所を選定した。（表 5.3-1）このセミナーにおいて、Study Team より「点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.3）」（タイ語版）を参加者に配布して説明するとともに、実橋での OJT を行った。（図 5.3-2）また橋梁点検に関する内容、マニュアルの内容についてアンケートを実施した。

表 5.3-1 セミナー開催概要

訪問先	日程	参加者
地方道路部 17 (チェンライ)	2012年7月24日	DRR 15名 JICA Study Team 4名
地方道路部 3 (チョンブリ)	2012年7月27日	DRR 16名 JICA Study Team 3名
地方道路部 7 (ウボンラチャタニ)	2012年7月30日	DRR 25名 JICA Study Team 3名



セミナー（地方道路部 7）

現場での OJT（地方道路部 3）

図 5.3-2 地方道路部でのセミナー・OJT 状況

5.3.3 点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.4）に基づくセミナー・OJT

点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.4）に基づき実証点検ならびに OJT を行うことを目的として、本部ならびに地方道路部にてセミナーを実施した。地方道路部の訪問先は C/P の在籍する地方道路部の中から選定した。（表 5.3-2）このセミナーにおいて、Study Team より「点検調査・評価マニュアル（ドラフト Ver.4）」（タイ語版）を参加者に配布して説明するとともに、実橋での橋梁点検の OJT を行った。（図 5.3-3）この中で、橋梁点検用タブレット PC を使用した点検、ブリッジチェッカー、非破壊検査機器、デジタルカメラを使用した点検を実施した。（5.4 参照）また橋梁点検に関する内容、マニュアルの内容についてアンケートを実施した。

表 5.3-2 セミナー開催概要

開催場所	日程	参加者
DRR 本部	2012 年 12 月 7 日	DRR 14 名 JICA Study Team 7 名
地方道路部 13 (チャチュンサオ)	2012 年 12 月 13～14 日	DRR 14 名 JICA Study Team 4 名
地方道路部 8 (ナコンサワン)	2012 年 12 月 17～18 日	DRR 19 名 JICA Study Team 4 名
地方道路部 3 (チョンブリ)	2013 年 1 月 24～25 日	DRR 17 名 JICA Study Team 3 名
地方道路部 5 (ナコンラチャシーマ)	2013 年 1 月 28～29 日	DRR 22 名 JICA Study Team 4 名
地方道路部 17 (チェンライ)	2013 年 1 月 31 日 ～2 月 1 日	DRR 16 名 JICA Study Team 4 名
地方道路部 7 (ウボンラチャタニ)	2013 年 2 月 7～8 日	DRR 20 名 JICA Study Team 4 名
地方道路部 11 (ラノー)	2013 年 2 月 14～15 日	DRR 21 名 JICA Study Team 2 名
地方道路部 10 (チェンマイ)	2013 年 4 月 29 日～30 日	DRR19 名 (本邦研修に参加する C/P 5 名を 含む) JICA Study Team 2 名

表 5.3-3 セミナー・OJT 実施内容例

1 日目	午前	【室内レクチャー】 - プロジェクト全体概要の説明 - 点検調査・評価マニュアルの説明 - タブレット PC を使用した点検方法の説明
	午後	【現場での橋梁点検 OJT】 - 目視点検、橋梁点検用タブレット PC を使用した点検、ブリッジチェッカー、非破壊検査機器、デジタルカメラを使用した点検
2 日目	午前	【現場での橋梁点検 OJT】 - 目視点検、橋梁点検用タブレット PC を使用した点検、ブリッジチェッカー、非破壊検査機器、デジタルカメラを使用した点検
	午後	【室内レクチャー】 - 損傷の評価方法、点検結果の報告、質疑応答など



図 5.3-3 セミナー・OJT 状況

5.3.4 ワークショップ

セミナー・OJTを実施した地方道路部の中からのべ5箇所を再訪し、ワークショップとして DRR 職員による成果発表・議論に加え、必要に応じて講義、質疑応答を実施した。主な内容は以下の通りである。

- ・ 橋梁点検の実施状況に関する説明 (DRR)
- ・ 点検調査・評価マニュアルの改善点に関する説明 (JICA Study Team)
- ・ 橋梁点検用タブレット PC の改良内容に関する説明 (")
- ・ 日本における橋梁点検手法の紹介 (")

表 5.3-4 ワークショップ開催概要

開催場所	日程	参加者
地方道路部 8 (ナコンサワン)	2013 年 2 月 11 日	DRR 20 名 JICA Study Team 2 名
地方道路部 13 (チャチュンサオ)	2013 年 2 月 18 日	DRR 5 名 JICA Study Team 2 名
地方道路部 13 (チャチュンサオ)	2013 年 4 月 24 日	DRR 7 名 JICA Study Team 2 名
地方道路部 5 (ナコンラチャシーマ)	2013 年 4 月 25 日	DRR 11 名 JICA Study Team 2 名
地方道路部 8 (ナコンサワン)	2013 年 4 月 26 日	DRR 11 名 JICA Study Team 2 名



地方道路部 5 (ナコンラチャシーマ県)

地方道路部 8 (ナコンサワン県)

図 5.3-4 ワークショップ状況

5.4 新技術の紹介および技術的アドバイスの実施

目視点検作業の効率化、点検精度の向上をはかる技術として、以下に示す新技術を紹介し、点検手法に関する技術的助言を実施した。

5.4.1 点検記録手法の簡素化

(1) 橋梁点検用タブレット PC

点検調査・評価マニュアルでは点検結果の記録様式を定めている。記録様式に従った紙ベースの帳票を用いて橋梁点検を行う場合は、現地で点検調査・評価マニュアル（またはクイックマニュアル）を参照しながら損傷の評価を行い、損傷位置および評価の記録および損傷の写真撮影を行い、点検完了後に事務所内でパソコン等を用いて記録帳票を作成することが必要となる。この作業を軽減するため、橋梁点検用タブレット PC を使用した点検を紹介した。

橋梁点検用タブレット PC は点検調査・評価マニュアルに基づいた点検結果の記録作業に必要な事項がタブレット PC 自体で参照および入力可能なようになっている。橋梁点検用タブレット PC で可能な主な作業を以下に記す。

- 橋梁諸元に関する情報の取り込み、現地での確認、入力
- 入力された橋梁諸元に基づく点検対象部材の部材番号の自動設定、図示
- タブレット PC には点検調査・評価マニュアル（クイックマニュアル）の損傷事例写真が収録されている。これをもとに、点検者は実際の損傷とタブレット PC の画面に表示される損傷事例写真を見比べながら損傷を評価し入力する。
- 部材のどこに損傷が発生しているかをマーキング
- 損傷の写真撮影
- 点検結果の記録帳票（excel 形式）の自動出力

入力作業の軽減により効率化がはかれることに加え、現場でタブレット PC を用いて入力を行っていけば点検者の経験の長短によらず均質な点検結果が得られるよう配慮されており、点検精度の向上につながっている。なお橋梁点検用タブレット PC の詳細については第6章で述べる。



図 5.4-1 橋梁点検用タブレット PC を使用した橋梁点検

5.4.2 目視点検作業の精度向上

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。

(1) ブリッジチェッカー、ポールカメラ

桁下の部材の点検を行う場合は、桁下から直接目視することが基本となる。しかし立地条件によっては桁下に点検者が入ることが困難な場合がある。たとえば水量の多い河川で桁下空間が少ない場合は、桁下からのボート等による点検も困難である。このような橋梁の点検を行う場合に有効なブリッジチェッカーを用いた点検手法を紹介した。パイロット橋梁の点検にてブリッジチェッカーを使用した点検を行った。

ブリッジチェッカーは橋上からアームの先端に取り付けられたデジタルカメラを点検対象部材に接近させ、手元のモニター画面にてデジタルカメラがとらえた画像を表示させ、損傷の写真撮影を行う機器である。

ブリッジチェッカーの使用により、対象部材に接近して目視した場合と同等の精度で点検を行うことができる。またアーム部分を転用することで高所点検用のポールカメラとしての使用も可能である。

ブリッジチェッカーの取扱マニュアルを Appendix2-2 に示す。



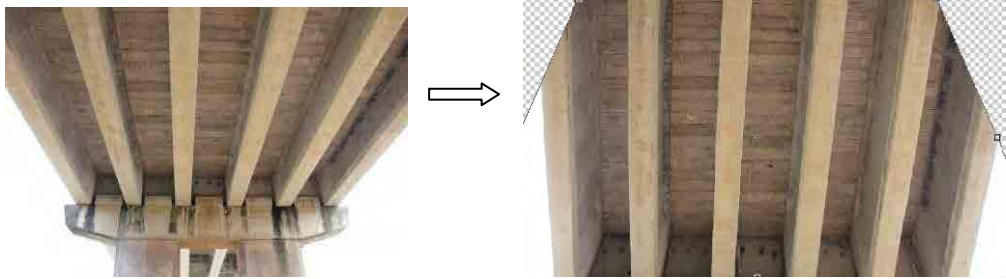
図 5.4-2 ブリッジチェッカー、ポールカメラを使用した点検

(2) 高性能デジタルカメラ

目視点検は可能な限り対象部材に接近して点検することが望ましいが、桁下空間が大きい箇所（たとえば水面から桁下までの高さが高い箇所）などでは接近することが困難な場合がある。また損傷が広範囲にわたっている場合には、損傷全体の状態を把握することが適切な評価、対応方針の策定に有効である。このような場合に、撮影精度（画素数）や望遠性能の高いデジタルカメラにより構造物や損傷の状態を撮影し、画像処理ソフトを使用することにより、より精度の高い現状の把握、適切な評価を行うことが可能となる。この方法についてパイロット橋梁の点検を通じて紹介を行った。

画像処理ソフトを用いて正対処理、つなぎ合わせの機能を使用して行った事例を図 5.4-3 に示す。これらの方法を応用することにより、定期的な損傷の写真撮影を行う際に正対処理を行うことで経年的な損傷の進行を把握しやすくなることや、損傷が広範囲に及ぶ場合に損傷全体を概略的に記録することが可能になることについて紹介を行った。説明資料、画像処理方法を記した資料を Appendix2-2 に示す。

画像の正対処理（例）



画像のつなぎ合わせ

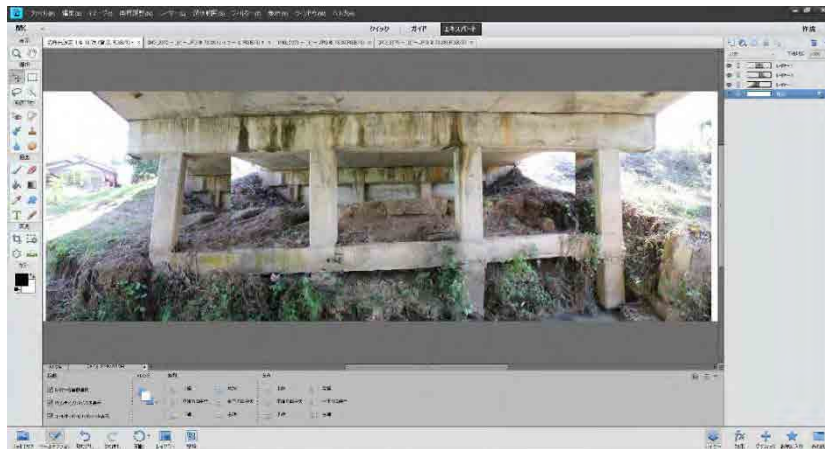


図 5.4-3 高性能デジタルカメラを使用した点検（画像処理事例）

5.4.3 非破壊検査機器

コンクリート構造物においては、外面に現れるひびわれ、鉄筋露出などの損傷は目視点検で確認することができるが、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以下に示す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。

(1) リバウンドハンマー

リバウンドハンマーは、コンクリートの表面に打撃を加え、返ってきた衝撃の強さを計測することでコンクリートの強度を推定するものである。コンクリートを破壊しないで強度の測定を行う最も簡便な方法である。リバウンドハンマーを使用して、パイロット橋梁の点検時に高欄、床版、橋脚の圧縮強度測定を行った。

リバウンドハンマーはコンクリートを打撃した際の反発度と圧縮強度の間に相関関係があることを利用して圧縮強度を求めるものである。内蔵されているハンマーがバネの力でコンクリートを打撃し、はね返るさいに得られる反発度の数値を強度推定式に代入し算定することで、コンクリートの圧縮強度を推定する。推定したコンクリート強度と設計強度を対比して、損傷がコンクリート強度に起因するものか否かを評価するなどの利用方法がある。操作説明書とデータシート様式を Appendix2-2 に示す。

(2) 鉄筋探査機器

鉄筋探査機器はコンクリート中の鉄筋の位置を推定するものである。タイ国内で入手が可能である電磁誘導法の鉄筋探査機器を使用し紹介を行った。高欄、床版、橋脚の鉄筋位置計測、かぶり厚の計測、鉄筋径の推定を行った。

電磁誘導法による鉄筋探査の特徴は、鉄筋径の推定が可能であること、コンクリート中に空隙や豆板等があっても鉄筋位置の推定が可能なことなどである。機器の中に設置されたコイルに電流を流すことによってできる磁束が鉄筋に浸透し磁束が変化することで、コイルの起電力が変化する。この変化を信号としてとらえ、機器内で処理することにより鉄筋位置とかぶり厚、鉄筋径を測定することができる。

測定値と設計値を対比して、鉄筋が正しく配置されているかや、損傷との因果関係を推定するなどの利用方法がある。また補修を行う際にコンクリート面の削孔を要する場合など、あらかじめ鉄筋位置を計測することで削孔による鉄筋の破断を防ぐなどの利用法もある。操作説明書とデータシート様式を Appendix2-2 に示す。



図 5.4-4 非破壊検査機器を使用した点検

第6章 地方橋梁の維持管理計画の策定と支援システムの開発

6.1 既存の橋梁管理情報の収集と分析

橋梁の維持管理計画策定には、橋梁に関する諸元データおよび点検データの収集・蓄積が不可欠である。ただ、従来の橋梁維持管理業務では、十分なデータが取得できていなかった。既存の橋梁管理情報の問題点と対応を以下に示す。

6.1.1 既存橋梁管理情報の収集

上記の問題点を解決するため、橋梁に関連する既存の管理情報を収集し、それぞれについて必要／不要の分析・整理を行った。ここで収集した管理情報は次のとおりである。次ページに DRR で使用頻度の高い橋梁管理台帳を示す。

- ・ 従来タイで使用されている橋梁台帳
- ・ 日本で運用されている橋梁維持管理データベースのデータ項目
- ・ 橋梁の維持管理計画策定に必要な情報

6.1.2 既存の橋梁管理情報における問題点

DRR における橋梁関連の既存データの問題点は以下のとおりである。

- ・ 維持管理計画策定に必要な情報が不足している。
- ・ 全体として記入すべきデータ項目数が多いこと、また入力内容がワーカーにとっては複雑であることから、整備率が上がらない。

DRR Bridge Profile
ประวัติสะพานในโครงข่ายทางหลวงชนบท

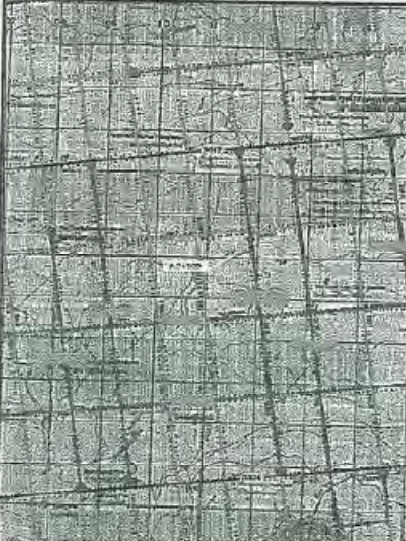
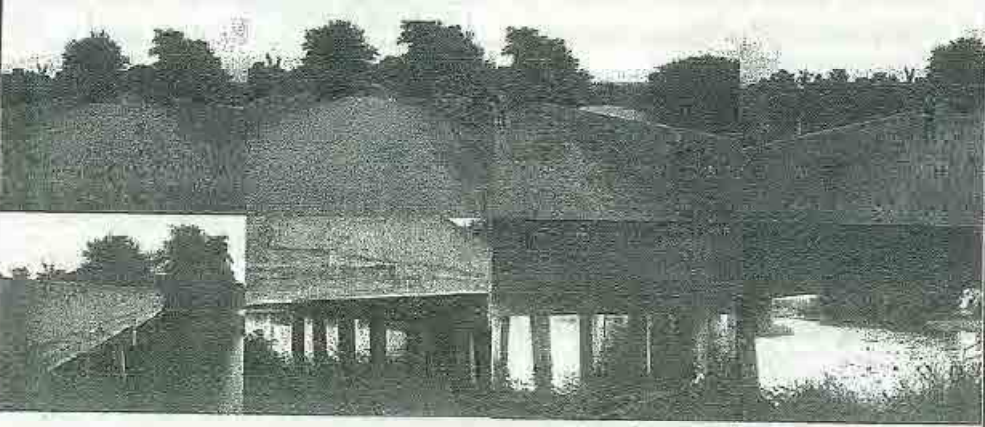
จังหวัด Province		ลพบุรี Lopburi	ข้อมูลด้านวิศวกรรม Engineering Information			
รหัสสะพาน Bridge Code	ลบ.4019 LB. 4019	ความยาว length	26.00 ม.ม.	26 (8 + 10 + 8)		
ชื่อสะพาน Bridge name		ความกว้าง width	9.00 ม.ม.			
ชื่อลำน้ำ River name	ห้วยยาง Huay Yang	ทางเท้า Path	- ม.ม.	UP	DN	
ชื่อหมู่บ้าน Village name	ห้วยแก้ว Huay Kean	ทางหลวงชนบท (ระดับ) R/R	CS 6/8	L	CS 6/8	
ตำบล District	รัตนานิคม Pattananikom	พ. ม. (m. m.)	2.300	L	7.938	
อำเภอ City	พิจิตร Pattananikom	ปริมาณจราจร traffic condition	PCU			
ปีก่อสร้าง Built year		Slope Protection		L	R	
		Approach slab	ม. ม.	L	R	
		Guard Rail	พ.ม.	L	R	
		ไฟฟ้าส่องสว่าง Light pole	ต้น poles			
	ประวัติการซ่อมบำรุง (Maintenance History)					
งบประมาณ Year budget (บาท) ปีงบประมาณ (บาท)		หน่วย Unit	Activities/Work งานกิจกรรม			
2548 2005	Annual	asphalt surface	บำรุงปกติผิวทางลาดยาง			
2549 2006		maintenance	บำรุงปกติผิวทางลาดยาง			
2550 2007			บำรุงปกติผิวทางลาดยาง			
รูปภาพ						
						
Information ณ 9 th Oct 2007 ข้อมูล ณ วันที่ 9 ตุลาคม 2550						

図 6-1 従来タイで使用されている橋梁台帳 (1/2)

第6章 地方橋梁の維持管理計画の策定と支援システムの開発

Bridge inspection Form		Bridge code (B. 4019 5-2+300)		Page
แบบฟอร์มสำรวจตรวจสภาพ		รหัสสะพาน		หน้าที่ 1/3
วันที่ทำการสำรวจ Inspection date	9 ตุลาคม 2550	เวลาสำรวจ เริ่ม start	09.20 น.	
ผู้สำรวจ Inspector	นายวิชาญ เข้มเมืองชัย Mr. Thuanachai Keummeechai	เวลาสำรวจ เสร็จ finish	10.10 น.	
สภาพอากาศและอุณหภูมิ Weather and Temperature	แห้งแล้ง 17°C	วิธีการสำรวจ Inspection method		
		Man Hours	4 คน 4h	
ข้อมูลทั่วไปของสะพาน Bridge general information		ข้อมูลโครงสร้างสะพาน Bridge structure information		
1 จังหวัด Province	ลพบุรี Lopburi	10 โครงสร้างวงหลัก Main structure	3 (8+10+8)	
2 รหัสสายทาง route code	ถน.4019 Lop 4019	วัสดุ RC+PC Material	ประเภท SLAB type	
3 หลักกิโลเมตร Kilometer stone	2+300	11 โครงสร้างช่วง Approach	Approach area structure	
4 ชื่อสะพาน Bridge name	-	วัสดุ Material	ประเภท type	
5 ชื่อลำน้ำ Canal name	ลำน้ำหวาย Huay Yang	12 จำนวนของทางสะพานหลัก	3 (8+10+8)	
6 หมู่บ้าน Village name	บ้านหวาย Huay Keaw	13 จำนวนของส่วนสะพาน	3	
7 ตำบล E	หัตถนาถิม Hatthanani Kom	14 โครงสร้างพื้นสะพาน Bridge pavement struc	RC+PC	SLAB
8 อำเภอ M	หัตถนาถิม Hatthanani Kom	15 วัสดุรอง	คอนกรีต concrete	
9 ตำแหน่ง GPS GPS position				
ข้อมูลการใช้งานสะพาน Bridge usage information		ข้อมูลทางเทคนิค Maximum bridge performance		
16 ปีที่ก่อสร้าง Built year		25 ความยาวของสะพานสูงสุด	10.00 m (m.)	
17 ปีที่ทำการซ่อมแซมครั้งสุดท้าย Last maintenance year		26 ความยาวสะพานทั้งหมด	26.00 m (m.)	
18 ประเภทการใช้งาน Usage type		27 ความกว้างสะพาน	-	
บนสะพาน Above the bridge	ถนน Road จำนวนเลน 2	ซ้าย left	ขวา right	-
ใต้สะพาน Under the bridge	ลำน้ำ canal จำนวนเลน -	28 ความกว้างผิวจราจร	6.00 m (m.)	
19 จำนวนของสายทาง จำนวน (คัน/วัน) (lanes/day)		29 ความกว้างโครงสร้างสะพาน	9.00 m (m.)	
20 จำนวนของรถบรรทุก จำนวน (คัน/วัน) (cars/day)		30 ความกว้างพื้นที่ทางวิ่ง Approach	-	
21 ปีที่สำรวจปริมาณการจราจร Year of inspection (passing cars)		ซ้าย left	ขวา right	-
22 ระยะทางเบี่ยง ทางอ้อม (กม.) Road diversion/alternate distance (KM)		31 traffic direction	ไม่มี 0/1	
23 สะพานเป็นแบบยุทธศาสตร์ Strategic bridge		32 แนวโน้มของสะพาน (องศา)	-	
24 ทิศทางจราจร Traffic direction	ทิศทาง zways	33 ระยะน้อยที่สุดเหนือสะพาน	-	
		34 ระยะน้อยที่สุดใต้สะพาน	2.50 m (m.)	
ข้อมูลทางน้ำ Canal information		หมายเหตุ Note.		
35 ลักษณะทางน้ำ Waterway type	ลำน้ำ canal			
36 การป้องกันตอม่อ Pier protection	-			
37 ความสูงของอาคารใต้สะพาน (ม./ฟุต) Height of transportation under the bridge				
38 ความกว้างของถนนใต้สะพาน (ม./ฟุต) Width of transportation under the bridge.				

図 6-2 従来タイプで使用されている橋梁台帳 (2/2)

6.1.3 既存システムのレビュー

既存の点検評価マニュアルおよび維持管理計画策定マニュアルは、ある程度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が、運用にあたっては、さらなる作業の効率化、点検作業員の技術力の向上を含む維持管理体制の強化が必要である。前者の効率化の一つのツールとして橋梁維持管理システム（BMMS）の使用によるデータ処理の効率化が挙げられる。

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優先順位付けを行い、限られた予算の中で計画的な補修対策の実施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、補修の優先度判定、GIS による橋梁位置情報の表示などソフトウェアとして一連の機能を有している。現 BMMS は地方事務所で運用可能なように公開されており、web での検査結果の入力、更新が可能である。

ただし、開発者、および、DRR 担当者への聞き取り調査によると、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。

- 入力項目が worker には複雑であること、詳細なために作業量が多い。
- 損傷を見つけた年次に補修をしなかった場合の損傷の進行予測がシステムに含まれる。ただし、その推定式の検証は十分ではない。
- BMMS の稼働状況は、橋梁名と橋長程度の基礎情報が 5728 橋（DRR 道路上の橋 4936 橋、道路にリンクしていない単独橋 792 橋）入力されている。ただし、路肩の幅など細かい情報はほとんど入れられていない。損傷報告は現時点で 0 件であり、BMMS の機能である優先度判定、概略予算の算出などが機能するか確認できない。

さらに、技術的な課題は以下の通りである。

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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。

ข้อมูลสะพาน Bridge Information	
ชื่อจังหวัด : <input type="text" value="ชลบุรี"/>	รหัส : <input type="text" value="ชน"/>
รหัสสายทาง : <input type="text" value="ชน.3007"/>	
ตำแหน่ง : <input type="text" value="ส.9+860"/> (xxx+yyy : กม.+ม.)	
อำเภอ : <input type="text" value="หนองใหญ่"/>	
ชื่อสำน้ำ : <input type="text"/>	
ละติจูด : <input type="text"/>	
ลองจิจูด : <input type="text"/>	

ประวัติการใช้งาน Bridge Usage Information	
ปีที่สร้าง : <input type="text"/>	
ปีที่ทำการบำรุงพิเศษ : <input type="text"/>	
ประเภทการใช้งาน :	
บนสะพาน : <input type="text" value="ถนน"/>	จำนวนเลน : <input type="text" value="2"/>
ใต้สะพาน : <input type="text" value="สร้างระบายน้ำ"/>	จำนวนเลน : <input type="text" value="0"/>
ข้อมูลจราจร : <input type="text" value="ตมก"/>	
ปริมาณจราจร : <input type="text" value="698"/> คัน/วัน	PCU : <input type="text" value="0"/>
ปีที่สำรวจปริมาณจราจร : <input type="text" value="2553"/>	ปริมาณยานยนต์หนัก : <input type="text" value="35"/> คัน/วัน
ระยะทางเบี่ยง, ทางอ้อม : <input type="text" value="199"/> กม. (ถ้าไม่มีทางอ้อมให้ใส่ 199 กม.)	

ข้อมูลทางน้ำ Canal information	
การป้องกันตอม่อ : <input type="text" value="ไม่มี"/>	Pier Protection: <input type="text" value="None"/>
ความสูงคมนาคม : <input type="text" value="0.000"/> ม. (ถ้าไม่เป็นทางคมนาคมทางน้ำ ให้ใส่ 0.00 ม.)	Height of Transportation: <input type="text" value="0.0m"/> (If it is not water transportation, fill 0.00m)
ความกว้างคมนาคม : <input type="text" value="0.000"/> ม. (ถ้าไม่เป็นทางคมนาคมทางน้ำ ให้ใส่ 0.00 ม.)	Width of Transportation: <input type="text" value="0.0m"/> (If it is not water transportation, fill 0.00m)

図 6-3 DRR で稼働中の BMMS の入力画面の例 (1/2)

ข้อมูลโครงสร้างสะพาน		Bridge Structure Information	
โครงสร้างสะพาน		Bridge Structure	
ประเภทโครงสร้าง :	พื้นสะพาน (Deck Slab)	Structure Type :	Deck Slab
วัสดุโครงสร้าง :	โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (I)	Structure Material :	Reinforced Concrete
จำนวนช่วงสะพาน :	1	Number of Bridge Parts :	1
ความยาวช่วงสะพาน แต่ละช่วง :	9 ม. (เมตร+เมตร+)	Length of Individual Bridge Parts :	9 m meter+meter+meter
โครงสร้างพื้นสะพาน :	พื้นคอนกรีตหล่อในที่ (RC Slab)	Bridge Pavement Structure :	RC Slab
ผิวจราจรสะพาน :	ผิวจราจรคอนกรีต	Road Surface :	Concrete Surface
ความหนาพื้นสะพาน :	0.500 ม.	Pavement Thickness :	0.500 Meters
Boring Log :	Browse... (upload ได้เฉพาะไฟล์ png,jpg,gif,pdf)	Boring Log :)upload only png,jpg,gif,pdf(
รูปภาพจากการสำรวจ :	คลิก	Inspection Photographs :	
ข้อมูลทางเรขาคณิต		Geometrical Information	
ความยาวช่วงสะพานสูงสุด :	9.000 ม.	Maximum Bridge Part Length :	9.000m
ความยาวสะพาน :	9.000 ม.	Bridge Length :	9.000m
ความกว้างสะพาน :	9.500 ม.	Bridge Width :	9.500m
ความกว้างผิวจราจร :	8.500 ม.	Bridge Pavement Width :	8.500m
ความกว้างทางเท้า :	0.000 ม.	Footpath Width :	0 0
ความยาวช่วง Approach :	0.000 ม.	Approach Area Length :	0 0
ความกว้างช่วง Approach :	0.000 ม.	Approach Area Width :	0 0
ถนนเชิงลาด :	Road Slope	Surface Type :	AC AC
ประเภทผิว :	AC AC	Length :	0km
ความยาว :	0.000 กม.	Slope Protection :	None None
Slope Protection :	ไม่มี ไม่มี	Traffic Direction Indicator :	Traffic Line
การแบ่งทิศทางจราจร :	เส้นจราจร	Bridge Angle :	0 Degrees
แนวเอียงสะพาน :	0 องศา	Minimum Range Below Bridge :	2.200 m
ความสูงใช้งานบนสะพาน :	10.000 ม. (ค่าสูงสุดไม่เกิน 10 เมตร)		
ระยะใช้งานใต้สะพาน :	2.200		
การจำแนกสะพาน		Bridge Classification	
ยุทธศาสตร์ :	สนับสนุนยุทธศาสตร์การท่องเที่ยว	Strategy :	Stimulate-tourism strategies
ทิศทางจราจร :	2 ทิศทางจราจร	Traffic Direction :	2 directions
หมายเหตุ :	ตรวจสอบความหนาพื้นสะพาน และอื่นๆอีกครั้งหนึ่ง (ข้อมูล ที่บันทึกครั้งแรก ตรวจสอบไปเมื่อปี 2549)	Remarks :	Inspect pavement thickness and other aspects once again (first recorded inspection was in 2007)

図 6-4 DRR で稼働中の BMMS の入力画面の例 (2/2)

6.1.4 橋梁管理情報の基本方針

橋梁管理情報の項目選定における基本方針は、次のとおりである。

- ・ 橋梁の維持管理計画策定に必要な情報は、管理情報として採用する。
- ・ タイにおける橋梁管理における重要度を配慮するために、全ての項目について DRR と協議し、項目の必要／不要を決定する。
- ・ ワーカーによるデータ整備作業の負担を低減させるため、データ項目数を可能な限り少なくする。
- ・ 管理対象となる橋梁のほとんどがコンクリート橋であることから、コンクリート橋に関連するデータ項目を重視し、それ以外の特殊橋梁のデータ項目は省く。鋼橋を含めない点については、DRR 維持管理部（Bureau of Road Maintenance）と協議し同意を得た。

前述の「0」で収集した管理情報について、上記方針で分析・整理を行い、必要な情報項目を決定した。なお、整理対象は以下の区分とした。

表 6-1 管理情報区分

No	区 分	説 明
1	橋梁基本	橋梁全体の基本的な情報。
2	上部工	橋梁の上部工に関する情報。
3	下部工	橋梁の下部工に関する情報。
4	径間構成	橋梁の径間に関する情報。
5	点検履歴	橋梁の点検履歴情報。各点検の概要情報を蓄積する。
6	定期点検結果	定期点検結果の情報。本業務で作成する「点検調査・評価マニュアル」に従った結果を蓄積する。
7	補修履歴	橋梁の補修工事の履歴情報。各補修工事の概要情報を蓄積する。

各区分における整理結果の詳細については、Appendix-5.1 に示す。

6.2 維持管理計画策定における基本方針

6.2.1 計画策定の流れ及び検討項目

長期維持管理計画は、従来行ってきた事後保全的な修繕及び架替えから、予防的な修繕及び計画的な架替えへと円滑な政策転換を図り、橋梁の長寿命化及び橋梁の修繕及び架替えに係る費用の縮減を図ることを目的としている。

ここで、DRR で導入する管理橋梁の長期維持管理計画立案のための検討項目及び検討の流れをに示す。

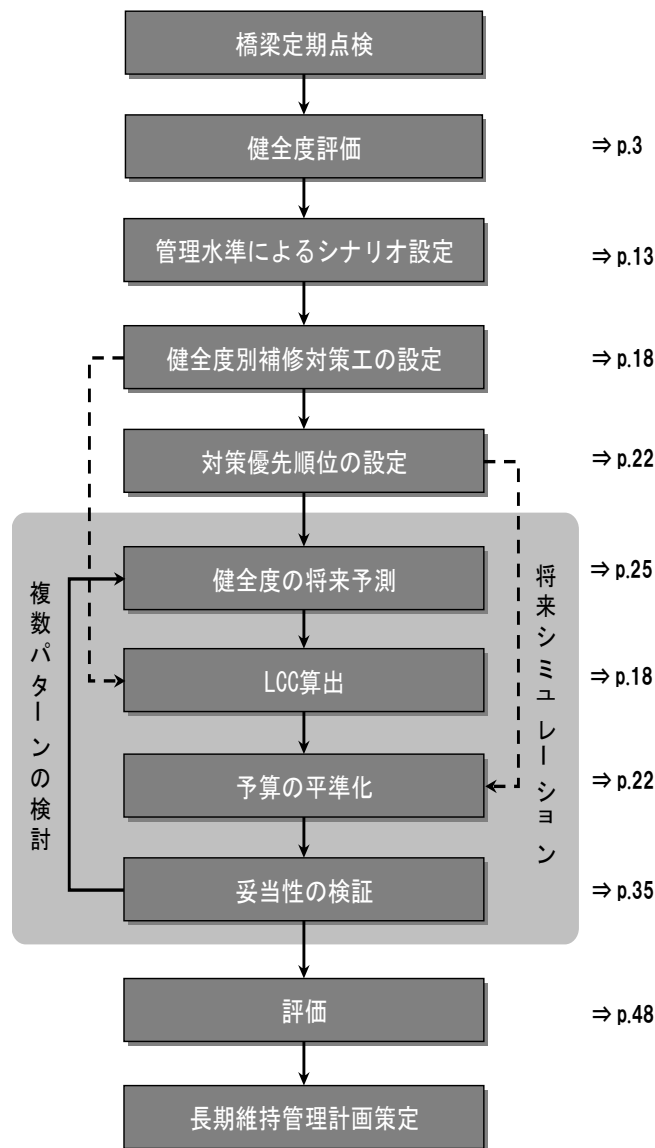


図 6-5 地方橋梁の長期維持管理計画の流れ及び検討項目

[各項目の解説]

- ・ 橋梁定期点検…「点検作業・評価マニュアル」に準拠して行う橋梁定期点検。
- ・ 健全度評価…橋梁の健全性(耐久性、耐荷性)を 100 点満点の点数で定量的に評価。部材、径間単位で評価。
- ・ 管理水準によるシナリオ設定…重要度評価点に基づいて管理水準を設定。管理水準の設定が、各橋梁の維持管理目標となる。
- ・ 健全度別補修対策工の設定…部材別の健全度に応じた補修対策工を設定。LCC 算出根拠として活用。
- ・ 対策優先順位の設定…安全確保を第一義とし、予防的な修繕への政策転換を念頭に置いた優先順位決定手法。予算の平準化に活用。
- ・ 健全度の将来予測…劣化予測手法により、橋梁の将来における劣化状況を予測。
- ・ 予算の平準化…橋梁及び部材単位の優先度や損傷進行度等を基に、単年度予算の上限値に応じた対策可能橋梁を選定する。
- ・ 妥当性の検証…複数パターンの投資予算や地方橋梁全体としての管理目標を設定し、将来シミュレーションを実施。将来の予算推移や健全度分布、管理水準達成率等を総合的に評価して、DRR の実情に応じた実施可能な計画を立案する。
- ・ 評価…安全性の向上、長寿命化、コスト縮減効果等の評価。
- ・ 長期維持管理計画策定…橋梁毎の点検時期、修繕時期及び更新時期。

計画策定の手法については、DRR の計画部 (Bureau of Road Planning)、維持管理部 (Bureau of Road Maintenance) の課長、課員に対して概要の説明を行った。今後、DRR における、橋梁の重要度指標の選定、管理水準の設定など、細目について協議していく予定である。

6.2.2 健全度の評価

(1) 損傷度と健全度の定義

長期維持管理計画を策定するためには、橋梁の状態を定量的に把握することが重要である。そこで、橋梁の状態を定量的に把握するための手法として、橋梁(部材)の健全度を算出することとする。

ここで、損傷度及び健全度を以下のように定義する。

- ・ 損傷度：部材番号毎における損傷の深刻度レベルを表す指標である。損傷度は、点検によって得られる損傷判定結果により表される。
- ・ 健全度：部材或いは橋梁の機能保持レベルを表す指標である。言い換えると、部材番号毎に確認された損傷度のばらつきや範囲を考慮して、部材或いは橋梁の全体的な状態を把握するための指標である。

以上より、点検により得られた損傷度を用いて、部材或いは橋梁の健全性を評価することで橋梁の状態を把握することとする。

(2) 健全度評価の考え方

DRR では、膨大な量の管理橋梁を保有しながら、財政状況には制約を受ける状況であることから、実現可能な予算計画の立案が極めて重要である。このような状況を踏まえ、点検結果を用いた健全度は、以下に示す手法により評価するものとする。

健全度評価の考え方には、大きく分けて以下に示す2つの方向性がある。

- ・ 最悪の損傷に着目して全体を評価する ： 安全側の評価
- ・ 損傷のばらつきや範囲を全体的に評価する ： 平均的な評価

各方向性の主な特徴を、に示す

表 6-2 一般的な健全度評価の考え方

考え方	安全側の評価 (最悪の損傷に着目)	平均的な評価 (損傷のばらつき・範囲を考慮)
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 最悪の損傷に着目するため、健全度が安全側の評価となり、リスク回避に有効となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 部材或いは橋梁を全体的に評価するため、損傷のばらつきや範囲を健全度に反映することができる。 上記により、LCC算出における精度が高くなるため、予算管理に適している。 局所的な損傷と全体的な損傷の相対評価が可能である。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 損傷のばらつきや範囲を健全度に反映することが困難であるため、LCC算出における精度が低くなる。 局所的な損傷と全体的な損傷の相対評価が困難である。 過度に安全側の予算計画となり、実現性の低い維持管理計画となる恐れがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 局所的に深刻な損傷が目立たなくなるため、リスク回避の観点で別途補完措置が必要となる。

DRR における長期維持管理計画の策定に当たっては、予算管理に適しており、管理橋梁の相対評価が可能となる「損傷のばらつきや範囲を全体的に評価する」健全度評価の考え方を採用する。

ただし、本手法では局所的に生じた深刻な損傷が目立たなくなる可能性があるため、リスク回避の対策を併用する。

6.2.3 管理水準の導入

DRR が管理する橋梁は、橋梁の規模、交通量、緊急輸送道路、交差条件などの立地条件や使用条件が様々である。これらの橋梁を同じ思想で、つまり同じ水準で維持管理することは非常に効率性や合理性に欠ける。

そこで、DRR の管理橋梁全体を効率的かつ効果的に維持管理するための手法として、管理水準の考え方を導入することとする。管理水準を導入することにより、各橋梁の重要度や用途に見合った水準で管理すること、つまり各橋梁の維持管理シナリオを作成することとする。

管理水準とは、いわば維持管理目標であり、「当該橋梁の健全性をあるレベル以上に維持する」ことを目標として掲げ、その目標を達成するための計画を立案するものである。また、個々の橋梁に管理水準を設定するという行為は、DRR の維持管理の根幹となる思想(どの条件の橋梁を重要視するか)を設定する行為であり、説明責任を果たす上でも重要になる。

また、管理水準により維持管理シナリオを設定することは、言い換えると予め各橋梁の補修対策のタイミングを設定することであり、補修対策に対して大枠の優先順位を設けることに繋がる。例えば、現時点で同程度の損傷(健全度 50 程度)が発生している橋梁が多数存在する場合、管理水準が高い橋梁は補修対策の実施時期に達しているかあるいは超過しているという位置付けとなり、直ちに補修対策が必要であると判断するのに対し、管理水準が低い橋梁は補修対策の実施時期に達していないという位置付けとなり、当面放置する

ことができると判断する。現時点で損傷が発生している橋梁が大多数に上ることが容易に想像できる現状において、管理水準の考え方を導入することにより、計画策定当初に集中する初期投資額を合理的に分散することが可能になると考えられる。

6.2.4 対策優先順位の決定

長期維持管理計画を策定するためには、橋梁の将来の健全度を維持しつつ、DRRとして実現可能な単年度予算を算出する(=予算の平準化を行う)必要があり、予算の平準化を検討するためには整備優先順位を決定する。

6.2.5 健全度の将来予測

従来行われている対症療法的な維持管理ではなく、将来的な劣化状況を予測し、中長期的な視点に基づいた対策を施す予防保全的な維持管理に転換するためには、橋梁の将来の劣化状況(いつごろ、どのような損傷状況に達しているのか)を把握する必要がある。すなわち、橋梁が将来的にどのように劣化していくかを事前に予測しておくことは、長期維持管理計画を策定する上で重要な要素である。

しかしながら、現状では橋梁の劣化予測に関する技術は確立されたものではなく、研究途上にあるため、将来のある時点での劣化状況を定量的に精度良く予測することは、現状では困難であると言わざるを得ない。現時点において一般的に用いられている劣化予測手法は、に示すように「理論的手法」と「データ分析による手法」に大別されることから、各々の特質等について整理した上で、本計画に適した手法を採用する。

表 6-3 劣化予測手法の比較選定

手法	理論的手法	データ分析による手法
概要	現在までの知見や経験を基にして、理論的に劣化予測を行う手法	既存の点検データを収集、分析することにより、劣化予測を行う手法
代表例	・コンクリートの劣化(塩害、中性化) ・RC床版の疲労 ・鋼部材の塗装劣化 等	・マルコフ遷移確率
特徴	・特定の部材や材料に対して、限られた条件下での劣化状況を予測可能。	・実測値を使用するため、点検実施時の劣化状況に対して精度が高い。 ・簡易的な点検結果、点検データが不足する場合に採用事例が多い。
運用に際しての問題点	・部材や材料、劣化予測、劣化条件等が限定される。 ・点検結果以外の調査結果(試料採取による室内試験や非破壊試験)や材料試験、構造計算情報が必要となる。 ・施工や環境条件等により、予測と実情が大きく乖離する恐れがある。	・点検結果が不足している場合は、劣化予測の精度が低く、更に根拠が薄弱になる。 ・精度の良い劣化予測式を構築するためには少なくとも複数回の点検結果が必要になり点検データを充実させるためのコストがかかる。
採用実績	・国土交通省の一部 ・愛媛県	・PONTIS ・国土交通省の一部 ・高知県 兵庫県 和歌山県 ・北海道開発局
採否	×	採用 ・点検データを基礎データとして使用可能 ・点検データの蓄積により、精度向上が可能

6.2.6 長期維持管理計画の検討の方向性

長期維持管理計画を策定するための将来シミュレーションの実施に際しては、計画の妥当性を検証するためには維持管理目標を明確化する必要がある。

維持管理目標は、各橋梁に設定する管理水準をどのレベルまで引き上げるかということを目指す。各橋梁に管理水準を設定する行為は、各橋梁の維持管理目標に沿ったシナリオを設定する、つまり維持すべき健全度の下限値を設定するのと同義である。よって、管理水準を高位に設定するほど、維持する健全度が高くなるため、安全・安心を確保する点では理想的である。しかしその反面、要対策橋梁数の増大を招くため、財政的に極めて厳しい状況となる恐れがある。

したがって、橋梁の重要度に応じて各橋梁に管理水準を設定するという維持管理の合理化を図りながら、DRRの管理橋梁全体の安全と安心の確保、及び実現可能なレベルに向けた予算抑制を両立させるべく、長期維持管理計画を検討する。

6.2.7 地方橋梁への適用を踏まえた基本計画、見直し内容

地方橋梁の長期維持管理計画は、タイの地方に特有の橋梁特性、損傷事例、周辺環境条件等を考慮した上でタイ国の実情に適した計画とする必要がある。以下の項目について検

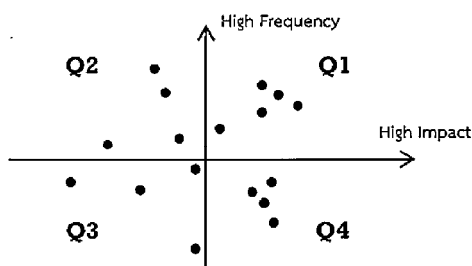
討を行い、タイ国地方橋梁用の長期維持管理計画の基本方針に取り込むこととした。

(1) 橋梁の重要度評価指標の設定

長期維持管理計画の立案では、橋梁の置かれている社会条件、供用条件、環境条件等を考慮した管理水準を橋梁毎に設定する。

管理水準は、橋梁の重要度に応じて設定する。DRR では、重要施設（政府関係機関、学校、病院、駅、空港等）、ディストリクトの人口・総収入、交通量等を指標とした路線重要度を路線毎に設定した。

橋梁の重要度指標は、DRR の意見を反映して、この路線重要度と、交差状況，総交通量，大型車交通量，橋長の 5 項目を用いて設定する。



การแสดงค่า Importance Degree ที่จำแนกตาม Risk Analysis

จากแผนภูมิข้างต้น สามารถแสดงความหมายและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นแต่ละจุดภาค (Quadrant) ตามหลัก Risk Management ได้ ดังนี้

จุดภาค	ความหมาย	แนวทางแก้ไขปัญหา
Q1	โอกาสที่เกิดสูง มีความรุนแรงสูง	ป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหาย หรือทำให้ลดความรุนแรงของความเสียหายให้มากที่สุด
Q2	โอกาสที่เกิดสูง มีความรุนแรงต่ำ	เพิกเฉยต่อความเสียหายที่เกิดขึ้น
Q3	โอกาสที่เกิดต่ำ มีความรุนแรงต่ำ	ยอมรับความเสียหายและทำการเยียวยาเมื่อเกิดความเสียหาย
Q4	โอกาสที่เกิดต่ำ มีความรุนแรงสูง	ถ่ายโอนความรับผิดชอบแก่ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการรับผิดชอบความเสียหาย เช่น การประกันภัย

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถนำไปใช้จัดลำดับความสำคัญของถนนของกรมทางหลวงชนบทและสามารถนำไปต่อยอดเพื่อปรับปรุงการบริหารทรัพย์สินของกรมทางหลวงชนบทได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

図 6-4 路線重要度の設定

(2) リスク管理を考慮した健全度評価手法の導入

地方橋梁の定期点検は、地方事務所のテクニシャンにより実施される。損傷度の評価は、写真や簡易な表現により、評価のばらつきを減らす工夫をしているが、長期維持管理計画に影響の大きい重大な損傷は、高度な専門知識を有するエンジニアによって判定されるべきである。この点については、DRR 本部において、維持管理部長、担当課長から指摘があった。

このリスクを回避するために、最も損傷が進行した状態の評価区分である「損傷区分5」の評価を点検調査員により受けた損傷は、専門知識を有するエンジニアにより点検結果の再評価を行うプロセスを導入した。

- ・再評価により「損傷区分5」を表1.2.5に示す3種類に分類する。

表 6-4 損傷区分5に該当する損傷の分類

分類	分類の定義	評価
[分類1] 緊急対応が必要な損傷	・車輛走行に障害が生じており緊急対応により橋の供用性を確保する必要がある損傷。	「E」
[分類2] 補修優先度の高い損傷	・補修を優先すべき損傷。	「R」
[分類3] 分類1、分類2に該当しない損傷	分類1、分類2には該当しない損傷。	「5」

- ・ 分類された損傷の内、[分類1]緊急対応が必要な損傷及び[分類2]補修優先度の高い損傷は、長期維持管理計画において以下に示すような特別な扱いとする。

[分類1] 緊急対応が必要な損傷(E)

落橋等、既に車両通行に障害が生じていることから、緊急対応が必要な状態である。よって、長期維持管理計画では健全度評価の対象外とし、長期維持管理計画シミュレーションでは以下に示す取扱いとする。

- ・ 点検結果の再評価で「E」評価を受けた径間内の部材は、長期維持管理計画シミュレーションから除外する。
- ・ 「E」評価を受けた部材は、点検実施日から3年間で緊急対応による補修対策を完了するものと仮定し、3年後以降の長期維持管理計画シミュレーションに復帰させる。復帰時点の健全度は100点とする。

[分類2] 補修優先度の高い損傷(R)

専門知識を有するエンジニアにより損傷区分5の中でも緊急性が高いと判断された損傷であり、橋梁の安全性に致命的な影響を与える恐れがある。よって、補修優先度の高い損傷(R)が発生している部材の健全度は、下記のとおり算出する。

■ 補修優先度の高い損傷
健全度 = 10点 (全体損傷度 = 90点)

尚、補修優先度の高い損傷(R)は1部材番号でも発生していれば、その部材の健全度は0点として評価することとする。

(3) タイ国の実情を踏まえた補修対策工費の設定

部材別の補修対策工費は、タイ国の施工実績値についてヒアリング調査を行い、その結果を補修対策工費設定に反映させた。

表 6-5 例) 床版桁(床版橋、Plank 桁橋、Box 桁橋)の補修対策工

管理水準	対策工	補修対策工	対策時の健全度	対策後の健全度	概算工事費単価
管理水準A	予防的対策	保護塗装工+足場工	80	95	3,000 THB/m ²
管理水準B	補修1(軽度)	保護塗装工+ひびわれ注入工+断面修復工+足場工	60	95	4,000 THB/m ²
管理水準C	補修2(中度)	保護塗装工+ひびわれ注入工+断面修復工+足場工	40	95	4,000 THB/m ²
管理水準D	補修3(重度)	保護塗装工+ひびわれ注入工+断面修復工+炭素繊維接着工+足場工	20	100	14,000 THB/m ²
許容しない	架替, 取替え	橋梁架替	0	100	118,800 THB/m ²

表 6-6 例) 床版桁(床版橋、Plank 桁橋、Box 桁橋)の補修対策工事費算出根拠

部材	対策工	工法	概算単価 (THB)	(単価根拠)	備考
床版橋 Plank桁橋 Box桁橋	予防的 対策	防水層設置工	69 THB/m ²		①, タイ実績単価
		アスファルト舗装工	500 THB/m ²		②, タイ実績単価
		保護塗装工	1,850 THB/m ²		③, タイ実績単価
		足場工	276 THB/m ²	=230THB/m ² ×1.2	足場面積/橋面積=1.2考慮, タイ実績単価
		合計	3,000 THB/m²		1,000THBラウンド
	補修1 (軽度)	補修工	2,419 THB/m ²		①+②+③
		ひびわれ注入工	630 THB/m ²	=630THB/m ² ×1m/m ²	ひびわれ密度を1m/m ² と仮定
		断面修復工	120 THB/m ²	=1,200THB/m ² ×0.1	断面修復面積を10%と仮定
		足場工	276 THB/m ²	=230THB/m ² ×1.2	足場面積/橋面積=1.2考慮, タイ実績単価
		合計	4,000 THB/m²		1,000THBラウンド
	補修2 (中度)	補修工	2,419 THB/m ²		①+②+③
		ひびわれ注入工	945 THB/m ²	=630THB/m ² ×1.5m/m ²	ひびわれ密度を1.5m/m ² と仮定
		断面修復工	240 THB/m ²	=1,200THB/m ² ×0.2	断面修復面積を20%と仮定
		足場工	276 THB/m ²	=230THB/m ² ×1.2	足場面積/橋面積=1.2考慮, タイ実績単価
		合計	4,000 THB/m²		1,000THBラウンド
	補修3 (重度)	補修工	2,419 THB/m ²		①+②+③
ひびわれ注入工		1,260 THB/m ²	=630THB/m ² ×2m/m ²	ひびわれ密度を2m/m ² と仮定	
断面修復工		360 THB/m ²	=1,200THB/m ² ×0.3	断面修復面積を30%と仮定	
炭素繊維接着工		9,450 THB/m ²		タイ実績単価	
足場工		276 THB/m ²	=230THB/m ² ×1.2	足場面積/橋面積=1.2考慮, タイ実績単価	
合計	14,000 THB/m²		1,000THBラウンド		

6.3 橋梁情報管理システム(BMMS)の構築

6.3.1 BMMS の基本計画

(1) BMMS の概要

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、のシステムから構成されている。

表 6-4 BMMS の構成システム

No	システム	説明
1	橋梁データベース	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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のように、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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。

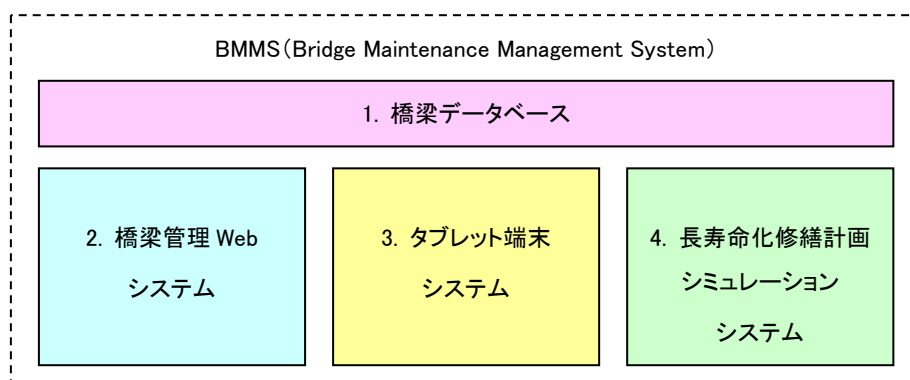


図 6-6 BMMS の構成図

また、これら各システムの使用イメージを、に示す。

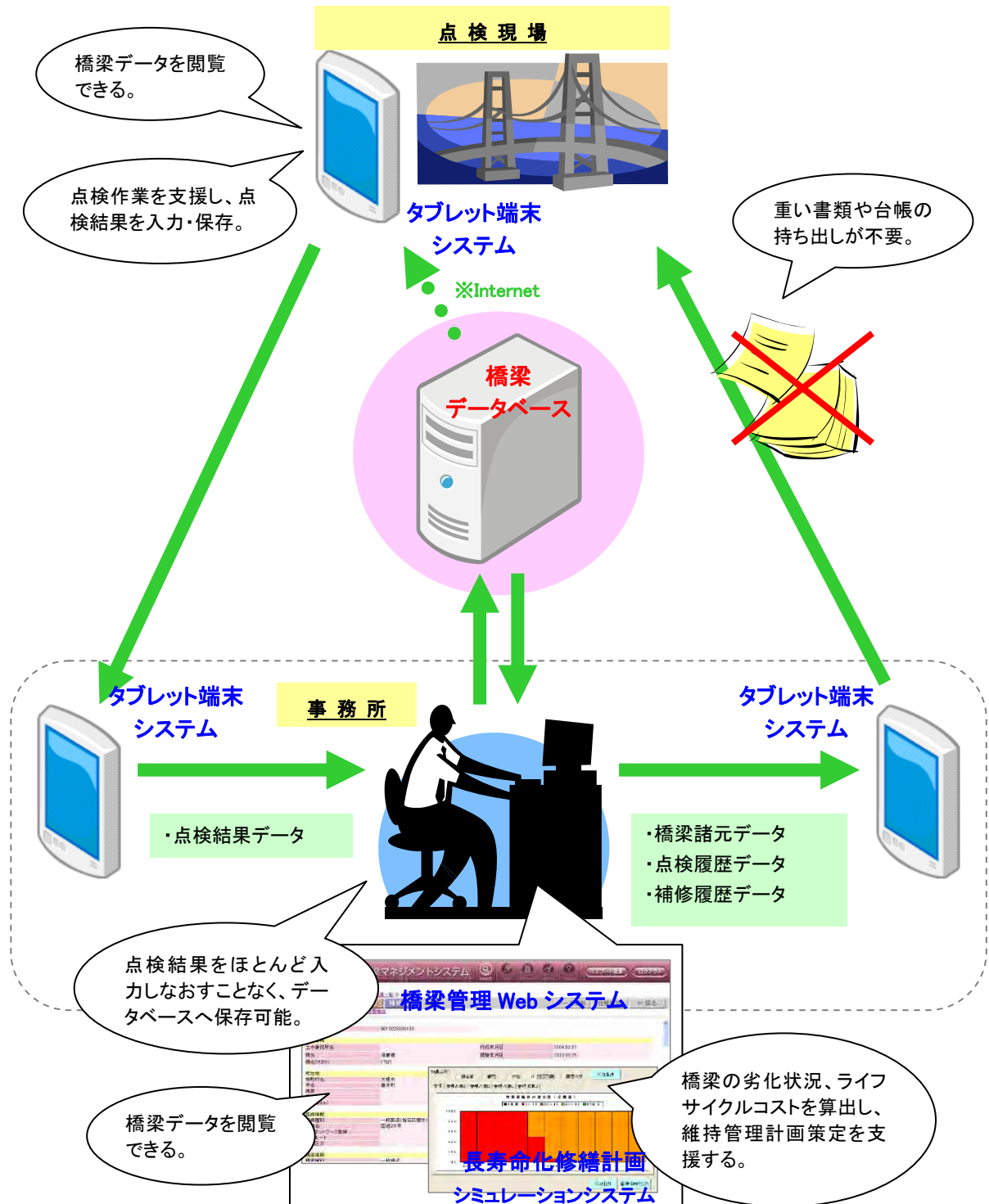


図 6-7 BMMS の各システムの使用イメージ

(2) BMMS 開発計画

BMMS の開発においては、まず基幹となる橋梁データベースを構築した後に、その他の各システムの開発に着手する。各システムはそれぞれ独立して動作するものであるため、平行して開発を進める。

開発フローを、に示す。

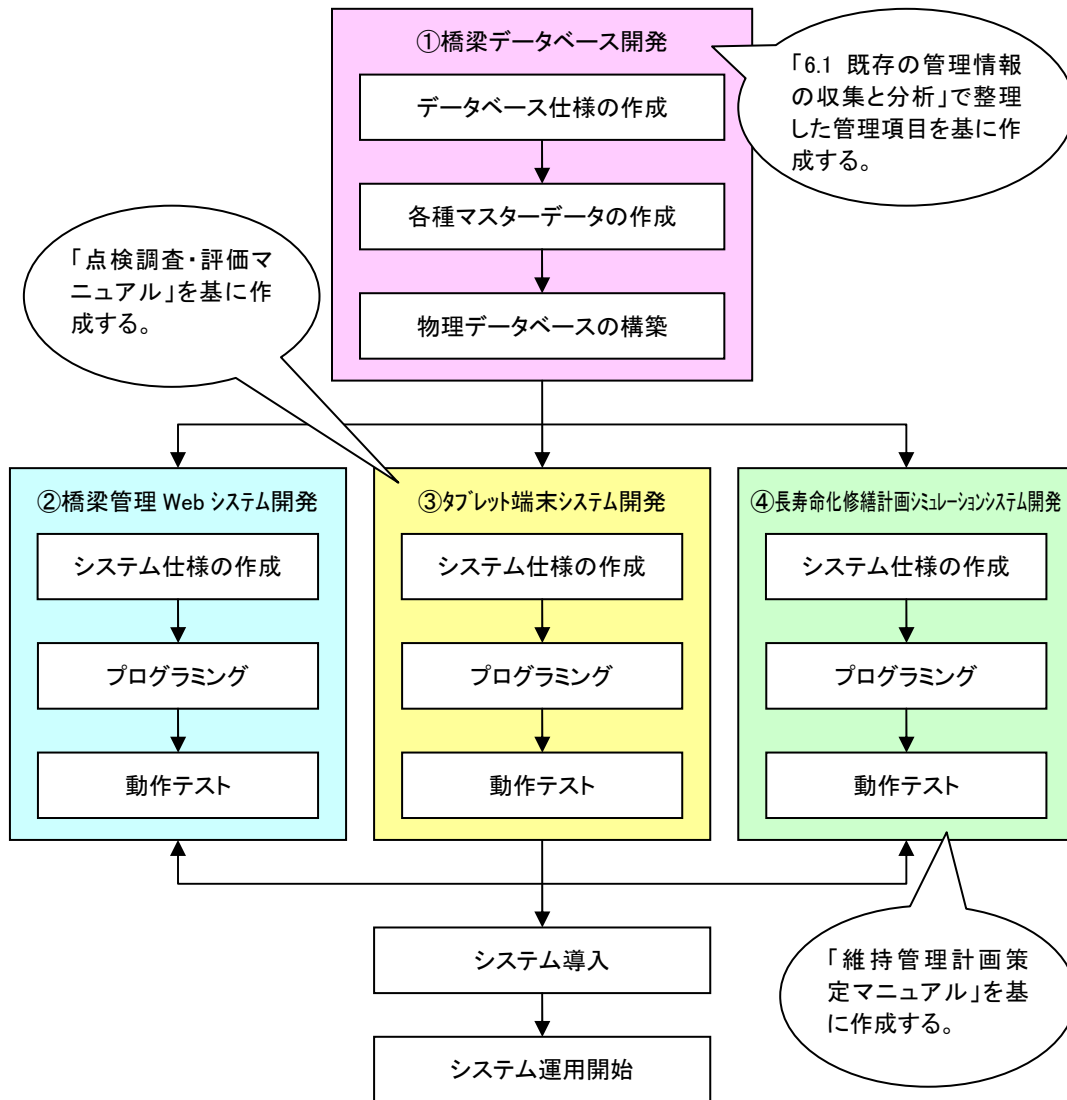


図 6-8 BMMS の開発フロー

6.3.2 橋梁データベース開発

(1) データベース仕様の作成

前述の「0」で整理・決定した情報項目をもとに、橋梁データベースの仕様を作成した。

にテーブルの一覧を、にテーブル間の関係を表す ER 図を示す。また、テーブル構造の設計項目はに示すとおりであり、各テーブルの詳細な構造については、Appendix-5.2 に示す。

表 6-5 テーブル一覧

No.	日本語名	英語名	テーブル名
1	橋梁基本	General data of bridge	T_BRIDGE_BASE
2	上部工	Superstructure data	T_BRIDGE_SUPER
3	下部工	Substructure data	T_BRIDGE_SUB
4	径間構成	Span data	T_BRIDGE_SPAN
5	交差物	State of crossing	T_BRIDGE_CROSS
6	添架物	Additional equipment	T_BRIDGE_ADD
7	点検履歴	Inspection history	T_BRIDGE_INSPECT_HISTORY
8	定期点検結果	Result of Inspection	T_BRIDGE_INSPECT_RESULT
9	点検履歴（洪水対策）	Inspection history for flood	T_BRIDGE_INSPECT_HISTORY_FLOOD
10	補修履歴	Repair history	T_BRIDGE_REPAIR_HISTORY
11	ユーザ情報	User Information	T_USER_MANAGEMENT
12	マスターデータ	※マスター毎に異なる	※マスター毎に異なる

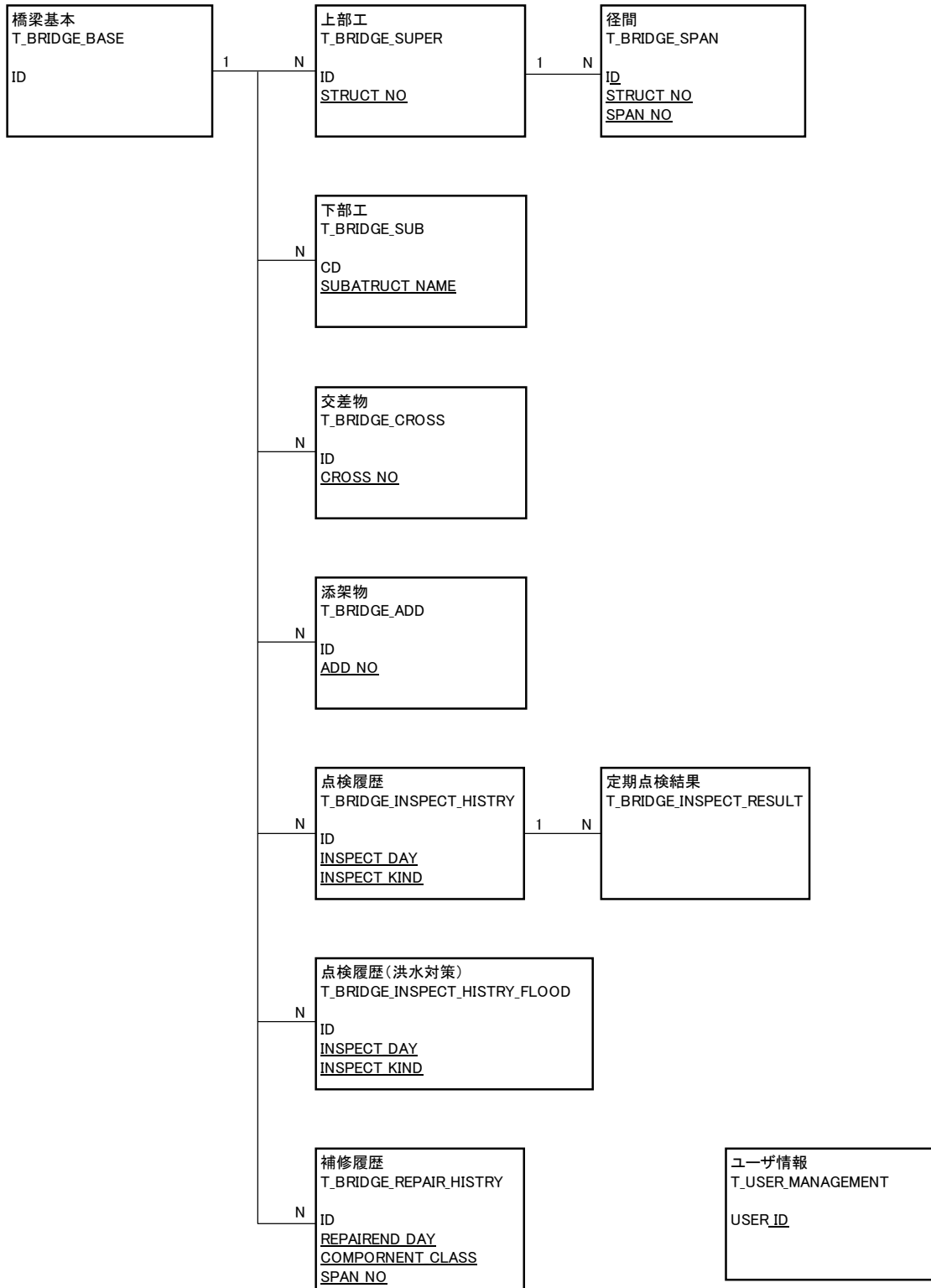


図 6-9 ER 図

表 6-6 テーブル構造の設計仕様

No.	設計内容	説明
1	テーブル名	のテーブルの物理名
2	レコード長	1レコードあたりの最大サイズ
3	項目名（日本語名）	項目の論理名（日本語名）
4	項目名（英語名）	項目の論理名（英語名）
5	フィールド名	項目の物理名
6	データ型	項目のデータ型
7	データ長	項目の最大サイズ
8	初期値	項目のレコード挿入時における初期値
9	Null 値制約	項目に対し Null 値を許可しない場合に○
10	主キー設定	項目がテーブルの主キーにあたる場合に○
11	対応マスターテーブル	項目の入力値がコード値である場合の対応するマスターテーブルの名称 ※「0」参照
12	長寿命化修繕計画シミュレーションシステム対象	項目が長寿命化修繕計画シミュレーションシステムでの使用対象にあたる場合に○
13	備考	備考

(2) 各種マスターデータの作成

データベースにおけるコード/デコードを管理するマスターコードテーブルを、0 の仕様に従って作成する。

作成するマスターコードテーブルをに示す。また、各テーブルに格納するマスターのコード/デコードについては、Appendix-5.3 に示す。

なお、コード/デコードの具体については、点検調査・評価マニュアルの内容およびタイの実情を踏まえ検討した上で、DRR 維持管理部（Bureau of Road Maintenance）と協議し同意を得た。

表 6-7 テーブル一覧 (マスターデータ)

No.	日本語名	英語名	テーブル名
1	地方事務所	District office	M_DISTRICT
2	県名	Province	M_PROVINCE
3	市名	Amphoe	M_AMPHOE
4	橋梁種別	Kind of bridge	M_BRIDGE_KIND
5	高欄防護柵材質	Material of guard fence	M_FENCE_MATERIL
6	中央分離帯種類	Type of center Barrier	M_CENTER_TYPE
7	道路種別	Kind of Route	M_ROUTE_KIND
8	路線名	Route name	M_ROUTE_CODE
9	戦略的優先道路	Route in strategic plan	M_STRATEGE_ROUTE
10	緊急輸送路	Route for emergency transportation	M_URGENT_TRANSPORT
11	路面舗装種類	Kind_of traffic surface	M_PAVE_KIND
12	法面保護工種類	Slope protection	M_SLOPE_PROTECT
13	主桁・主構材料	Metarial of main girder	M_MAIN_MEATERIAL
14	桁形式区分	Type of girder	M_BEAM_DIVISION
15	構造形式	Type of bridge structure	M_STRUCT_FORM
16	伸縮装置の材質	Material of expansion device	M_EXTEND_MATERIAL
17	下部工形式	Type of substructure	M_SUBATRUCT_TYPE
18	基礎形式	Type of foundation	M_FOUNDATION_TYPE
19	支承タイプ	Type of bearing	M_BEARING_TYPE
20	支承条件	Direction of bearing	M_BEARING_DIRECT
21	交差物区分	Division of crossing	M_CROSS_DIVISION
22	河川種類	Type of waterway	M_WATERWAY_TYPE
23	橋脚防護工	Pier prevention	M_PIER_PREVENT
24	添架物種別	Type of added equipment	M_EQUIP_KIND
25	点検種別	Kind of Inspection	M_INSPECT_KIND
26	部材区分	Member classification	M_MEMBER_CLASS
27	損傷ランク	Lank of damage	M_DAMAGE RANK
28	有無	Existence	M_WHETHER_COLUMN
29	該当非該当	Correspondence	M PERTINENCE
30	権限区分	Authority	M_AUTHORITY_DIVISION

(3) 物理データベースの構築

上記 00 で作成した仕様に従って、データベースの構築を行った。

構築先であるデータベースサーバの仕様を示す。

表 6-8 データベースサーバ仕様

仕様項目		内容
ハードウェア	Bender	IBM
	CPU	2 x Intel Xeon Six Core X5680 3.33GHz/ 1333MHz, 12MB L3Cache
	RAM	24GB (6x4GB) PC3-10600 1066MHz LP 240-pin Registered ECC DIMMs
	HDD	2xIBM 146GB 15K 6Gbps SAS SFF Slim Hot-Swap (2.5")
ソフトウェア	VM	VMWare Vsphere Enterprise Plus with 1 Year Subscription
	OS	UBUNTU Server 11.10 (64bit)
	DBMS	Postgres SQL Server 9.1
設置場所	—	DRR IT Center

6.3.3 橋梁管理 Web システム開発

(1) システム仕様の作成

1) 機能要件の整理

DRR 職員が、橋梁の諸元データ、点検データ、補修工事データそれぞれの入出力等を行う「橋梁管理 Web 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。

機能要件の整理においては、システムの振る舞い（ユースケース）及び外部環境（アクター：他システム、ユーザ等）との関わりを明確にするために、ユースケース分析を行った。その整理結果として、表 6-9 にユースケース一覧を、にユースケース図を示す。

そして、この機能要件を基にシステム仕様書を作成した。システム仕様書の詳細については、Appendix-5.4 に示す。

表 6-9 ユースケース一覧（橋梁管理 Web システム）

ユースケース	機能	アクターとの関係				
		システム管理者	DRR職員	タブレット端末システム	長寿命化修繕計画システム	
認証	ログイン	ユーザ ID/パスワードを入力。			—	—
データ 覧	データ検	諸元、点検履歴、補修履歴に関するデータ項目から条件を指定し検する。	—		—	—
	諸元データ 覧	任意の諸元データを表形式で表示する。	—		—	—
	点検履歴データ 覧	任意の点検履歴データを表形式で表示する。	—		—	—
	点検履歴データ（洪水対策） 覧	任意の点検履歴データ（洪水対策）を表形式で表示する。	—		—	—
	補修工事履歴データ 覧	任意の補修履歴データを表形式で表示する。	—		—	—
データ更新	諸元データ更新	任意の諸元データを新規入力/変更/削除する。	—		—	—
	点検履歴データ更新	任意の点検履歴データを新規入力/変更/削除する。	—		—	—
	点検履歴データ（洪水対策）更新	任意の点検履歴データ（洪水対策）を新規入力/変更/削除する。	—		—	—
	補修履歴データ更新	任意の補修履歴データを新規入力/変更/削除する。	—		—	—
帳票入出力	橋梁管理台帳エクスポート	任意の橋梁管理台帳シート (Excel) を出力する。	—			—
	橋梁管理台帳インポート	任意の橋梁管理台帳シート (Excel) を読み込む。	—			—
	点検調査シートエクスポート	任意の点検調査シート (Excel) を出力する。	—		—	—
	点検調査シートインポート	任意の点検調査シート (Excel) を読み込む。	—			—
	点検調査シート（洪水対策）エク	任意の点検調査シート（洪水対策）	—		—	—

第6章 地方橋梁の維持管理計画の策定と支援システムの開発

ユースケース	機能	アクターとの関係			
		システム管理者	DRR職員	タブレット端末システム	長寿命化修繕計画シミュレーションシステム
	レポート	(Excel) を出力する。			
	点検調査シート (洪水対策) インポート	任意の点検調査シート (洪水対策) (Excel) を読み込む。	-		-
お知らせ	連絡事項の 覧	システム運用に関する連絡事項を表示する。	-		-
	連絡事項の更新	システム運用に関する連絡事項を新規入力/変更/削除する。		-	-
	データ更新情報の 覧	データ更新が行われた を具体的に表示する。	-		-
	データ更新情報の更新	データ更新が行われた際にその情報を自動入力する。	-	-	-
マニュアル	マニュアルダウンロード	各種マニュアルをダウンロードする。	-		-
	マニュアルアップロード	各種マニュアルをアップロードする。		-	-
LCC 支援	テーブルデータダウンロード	長寿命化修繕計画を行うために必要なデータをダウンロード(CSV)する。	-		-
管理	マスタデータの管理	各種マスタデータを表示/新規入力/変更/削除する。		-	-
	ユーザ権限の管理	各ユーザ情報および権限を表示/新規入力/変更/削除する。		-	-

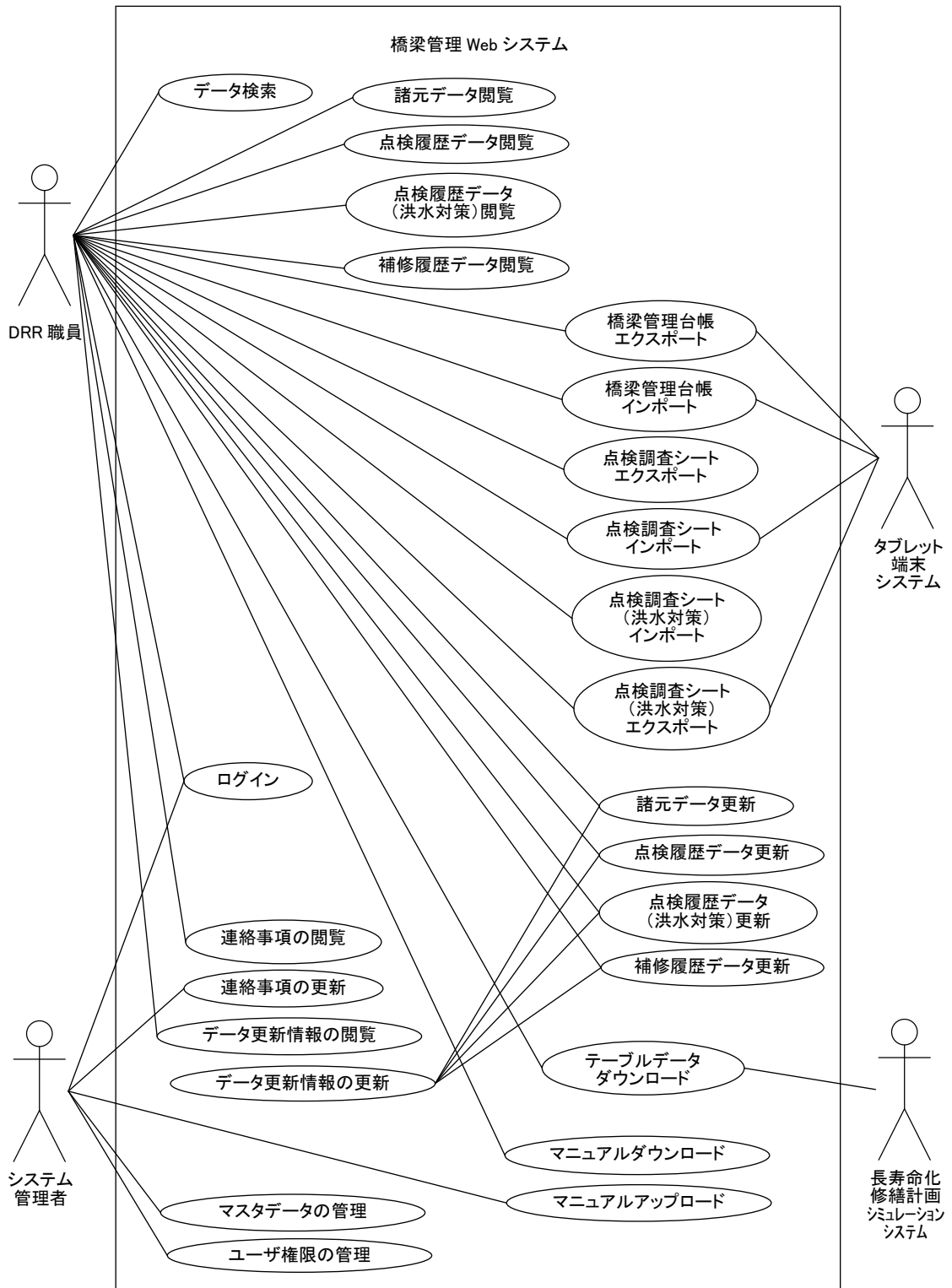


図 6-10 ユースケース図 (橋梁管理 Web システム)

2) ユーザ権限の整理

橋梁管理 Web システムを操作するには、ユーザ ID とパスワードを必要とする。ユーザ ID については、部 単位で配布することを基本とした。ただし、局長、 局長、技師長は例外とした。ユーザ ID の配布先を次に示す。

- ・ 局長 : Director-General
- ・ 局長 (3 名) : Deputy Director-General (3)
- ・ 技師長 : Chief Engineer
- ・ 道路建設部 : Bureau of Road Construction
- ・ 橋梁建設部 : Bureau of Bridge Construction
- ・ 維持管理部 : Bureau of Road Maintenance
- ・ 計画部 : Bureau of Planning
- ・ 人材 成部 : Bureau of Training
- ・ 試験研究開発部 : Bureau of Testing , Research and Development
- ・ 自治体道路開発促進部 : Bureau of Local Road Development
- ・ 調査・設計部 : Bureau of Location and Design
- ・ 交通安全部 : Bureau of Traffic Safety
- ・ IT センター : Information and Technology Center
- ・ 地方道路部 (1~18) : Bureau of Rural Road (District Office 1-18)

さらに、ユーザの所属部 毎に権限を定め、操作できる範囲を制限することとした。例えば、維持管理部 (Bureau of Road Maintenance) はデータの 覧および更新が可能だが、計画部 (Bureau of Road Planning) 等は 覧のみを可能とする。また、補修履歴については予算情報も含まれるため、当該部 だけが操作可能とした。

ユーザ権限の詳細については、以下に示す。なお、これらは、DRR 維持管理部 (Bureau of Road Maintenance) と協議し同意を得た。

User	Controls														
	Inventory data			Data Search				Controls			Download data for long term maintenance management	Administrator Menu	Manual		
	View		Update	Inspection history		Inspection history for flood		Maintenance history		Download				All	Download
	View	Update	View	Update	View	Update	View	Update	View		Update				
System Administrator (Super user)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
IT Center (Super user)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Director-General	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
Deputy Director-General (1)	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
Deputy Director-General (2)	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
Deputy Director-General (3)	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
Chief Engineer	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
Bureau of Road Construction	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
Bureau of Bridge Construction	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
Bureau of Road Maintenance	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Bureau of Planning	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
Bureau of Training	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
Bureau of Testing, Research and Development	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
Bureau of Local Road Development	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
Bureau of Location and Design	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
Bureau of Traffic Safety	○	x	○	○	x	○	x	x	x	x	x	x	x	x	○
District Office (1)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (2)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (3)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (4)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (5)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (6)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (7)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (8)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (9)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (10)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (11)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (12)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (13)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (14)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (15)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (16)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (17)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
District Office (18)	○	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

※△: Control about bridges managed by the district office is permitted.

(2) システムの開発

作成したシステム仕様に従い、システムの開発を行った。実際に開発したシステムの画面例を、図 6-11～図 6-16 に示す。

URL : <http://bim.drr.go.th/bmms/>

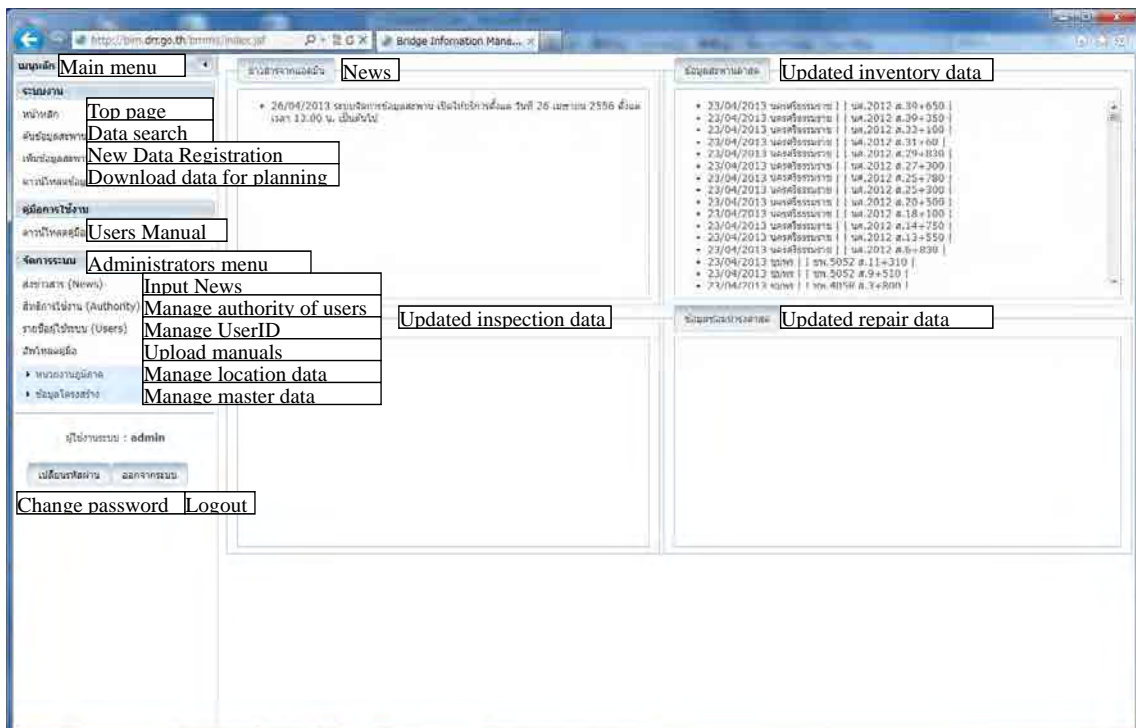


図 6-11 メニューとお知らせ画面

第6章 地方橋梁の維持管理計画の策定と支援システムの開発

Condition items :Inventory data

District office

Province

Bridge code

Bridge name

Route No.

Waterway name

Traffic loading (vehides/day)

Construction year (A.D)

Length (m)

Number of spans

Condition items :Inspection data

District office

Kind of inspection

Date of inspection

Engineer's check

Condition items :Repair data

District office

Budget (Baht)

Date of repair

Search Reset

図 6-12 検 条件入力画面

Bridge code	Bridge name	District office	Province	Route No.	Construction year	Length	View	Edit	Delete
สป.2001 ส.8+0		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.1011 ส.4+781		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.1005 ส.0+100		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.1005 ส.9+425		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.1005 ส.1+794		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.1005 ส.4+817		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.1005 ส.6+850		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.1005 ส.7+816		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.2001 ส.9+200		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.2001 ส.8+0		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.2001 ส.2+200		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.2001 ส.0+500		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.2001 ส.12+0		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.2001 ส.0+67		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.4002 ส.0+780		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.4002 ส.2+66		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.4002 ส.2+642		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.4002 ส.4+0		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ
สป.4002 ส.4+280		ลำปาง 1 (ปทุมธานี)	สมุทรปราการ				แสดง	แก้ไข	ลบ

図 6-13 検 結果一覧画面

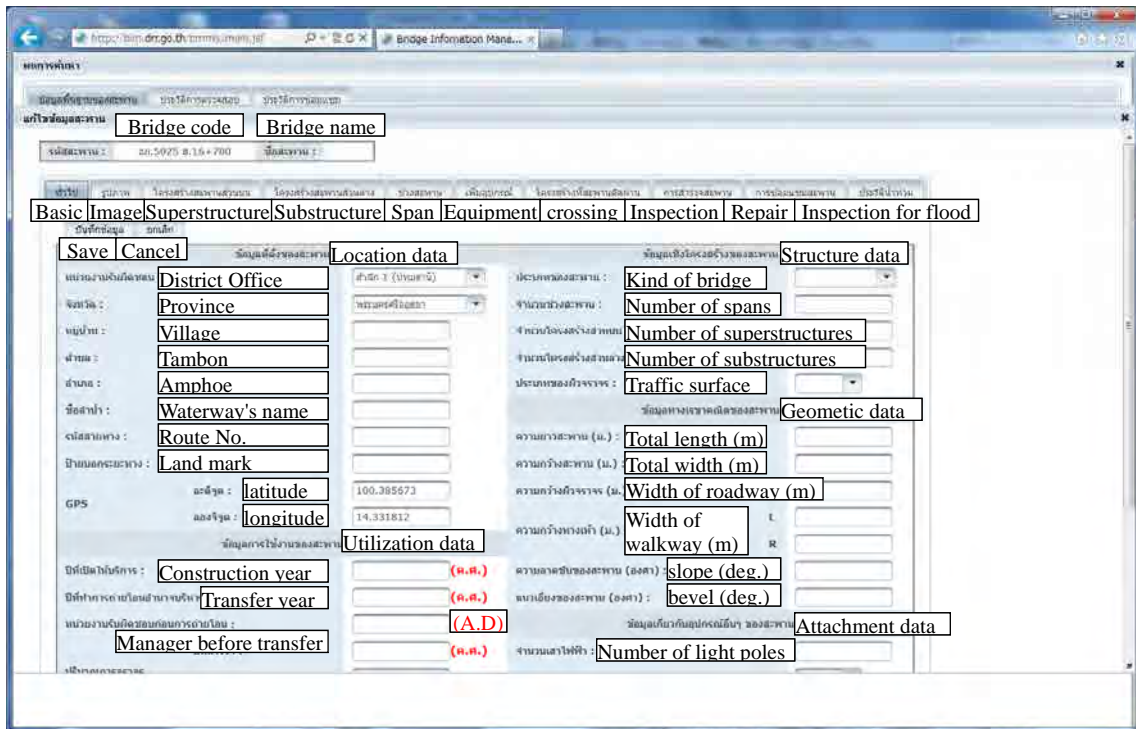


図 6-14 データ編集画面 (諸元)

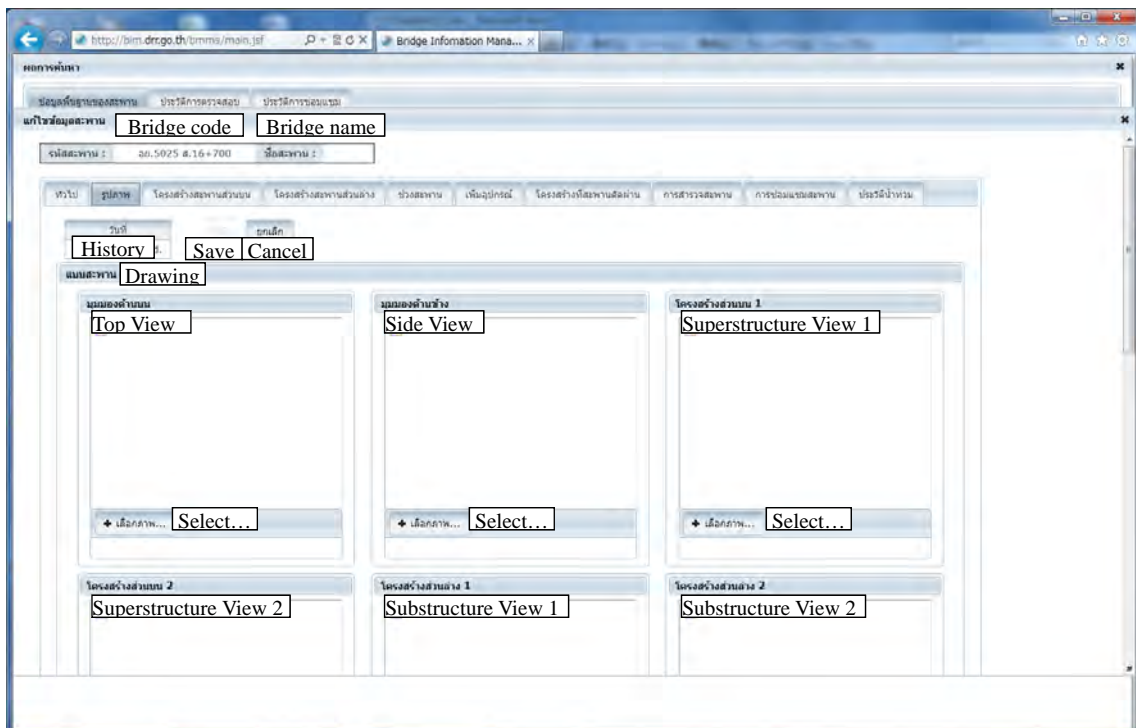


図 6-15 データ編集画面 (図面・写真)

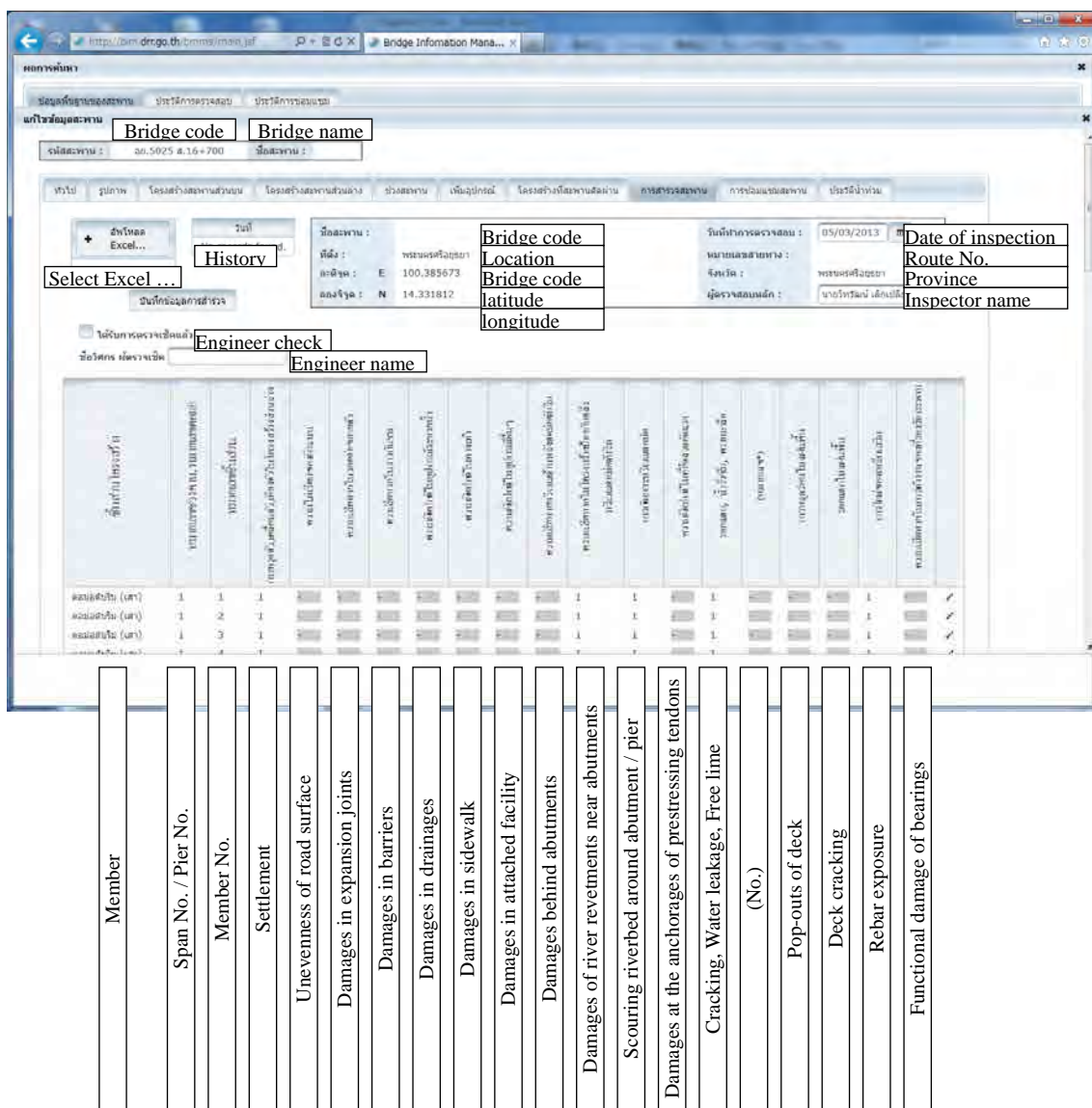


図 6-16 データ編集画面（点検結果）

(3) マニュアルの作成

次の操作マニュアルを作成した。それぞれの詳細については、Appendix-5.7、Appendix-5.8に示す。

- ・ 橋梁管理 Web システム操作マニュアル（管理者用）
- ・ 橋梁管理 Web システム操作マニュアル（一般用）

6.3.4 タブレット端末システム開発

(1) システム仕様の作成

点検調査・評価マニュアルに従った現場作業において、点検結果入力を支援する「タブレット端末システム」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。

機能要件の整理においては、システムの振る舞い（ユースケース）及び外部環境（アクター：他システム、ユーザ等）との関わりを明確にするために、ユースケース分析を行った。その整理結果として、にユースケース一覧を、にユースケース図を示す。

この機能要件を基にシステム仕様書を作成した。システム仕様書の詳細は、Appendix-5.5に示す。

表 6-10 ユースケース一覧 (タブレット端末システム)

ユースケース		機能	アクターとの関係			
			D R R 職員	点検者	橋梁管理 Web システム	長寿命化修繕計画 システム
橋梁一覧	橋梁管理台帳インポート	橋梁管理 e システムよりエクスポートした橋梁管理台帳シート (ce) を読み込む。				—
	橋梁一覧表示	読み込んだ橋梁の一覧表 (点検対象) を表示する。	—		—	—
	橋梁位置の地図表示	読み込んだ橋梁の設置位置を地図表示する。	—		—	—
基本情報 確認	基本情報の 覧	読み込んだ橋梁の基本情報を表示する。	—		—	—
	基本情報の編集	橋梁の基本情報の修正、点検者情報を入力する。	—		—	—
	P 座標の取得	タブレット端末 載の P 機能より緯度経度を取得し、橋梁の位置座標として記録する。	—		—	—
	橋梁現況写真の撮影	タブレット端末 載のデジタルカメラにて、橋梁の現況写真を撮影し記録する。	—		—	—
点検結果 記録	損傷記録一覧表の作成・表示	橋梁の基本情報から損傷記録一覧表を作成する。この一覧表から各点検項目の入力画面へ 移可能。	—		—	—
	橋梁模式図の 画・表示	橋梁の基本情報から模式図 (全体図、部位図) を自動 画し表示する。この模式図から各点検項目の入力画面へ 移可能。	—		—	—
	損傷ランクの入力	各点検項目の損傷に関する説明、参考写真や図 (点検調査・評価マニュアル記載のもの) を表示し、損傷ランクを入力する。	—		—	—
	損傷箇所の入力	損傷箇所を対象部位の模式図上に 画する。	—		—	—

第6章 地方橋梁の維持管理計画の策定と支援システムの開発

ユースケース		機能	アクターとの関係			
			DRR職員	点検者	橋梁管理Webシステム	長寿命化修繕計画システム
	損傷写真の撮影	タブレット端末 載のデジタルカメラにて、損傷箇所の写真を撮影し記録する。	—		—	—
	損傷写真の転送	他デジタルカメラで撮影した写真を、タブレット端末にワイヤレス転送する。その後、それらを損傷写真として選択する。	—		—	—
	洪水対策関係の調査結果入力	洪水対策の平常時調査に関する結果を入力する。	—		—	—
点検結果出力	橋梁管理台帳エクスポート	修正した基本情報を反映した橋梁管理台帳シート（ ce ）を出力する。				—
	点検調書シートエクスポート	入力した点検結果を反映した点検調書シート（ ce ）を出力する。				—
	点検調書シート（洪水対策）エクスポート	入力した点検結果を反映した点検調書シート（洪水対策）（ ce ）を出力する。				—

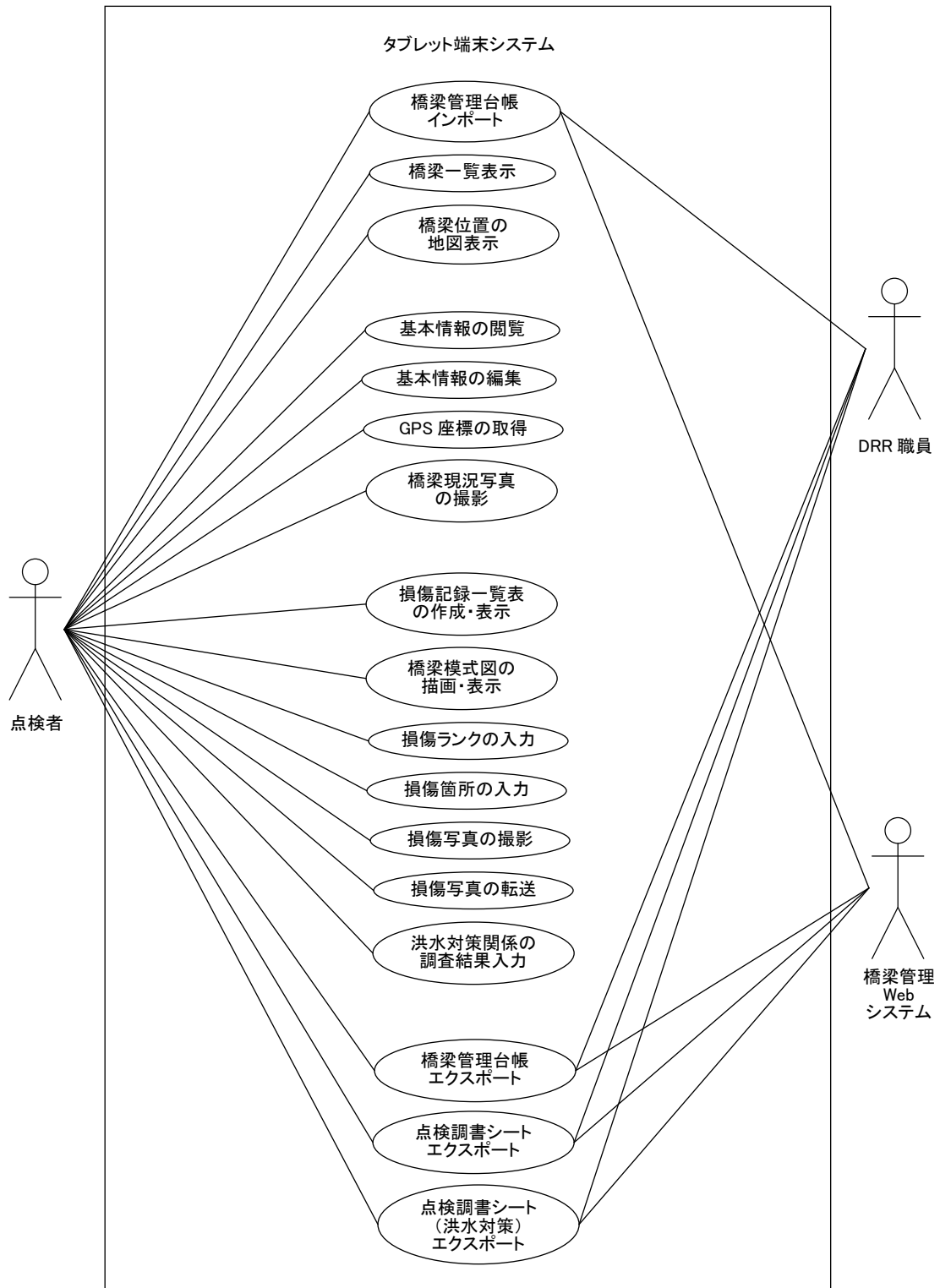


図 6-17 ユースケース図 (タブレット端末システム)

(2) プロトタイプ開発と改良事項の整理

作成したシステム仕様に従い、プロトタイプシステムの開発を行った。そのプロトタイプをもって、DRR 本部および地方事務所の職員に橋梁調査・点検のレクチャーおよびの実習を行った。その際に得られた点検作業に関する意見を まえ、細部の修正とともに、システム改良事項を作成した。その改良事項と内容を以下に示す。

1) 開発初期段階でシステム設計に反映した項目

タブレット入力システムの設計にあたって、DRR 本部から寄せられた要望は以下の通りである。

システムに反映した項目

- ・ パイルベントの損傷が多い。下部工の損傷を入力したい。
- ・ 点検結果の写真帳を自動で作成する機能。タブレットで撮った写真が入れられるとよい。
- ・ タブレットだけではなく、外部のカメラで撮った写真を取り込めないか。
- ・ オフラインで地図を表示できるようにしたい
- ・ 橋梁情報をもとに、自動的に点検用の (径間数, パイルの数などが変わったもの) が表示されるといい。
- ・ 点検帳票に、損傷がある場所を いた図を自動で り付けたい。

将来に開発が持ち越された項目

- ・ D の を入れる。 が回転して見える。
- ・ 橋梁の全ての台帳情報を入力したい。 基本情報は入力できるようにする。交通量、図面情報など、詳細な情報は web システムから入力する。
- ・ 1 部材に 2 つ以上のレベルの損傷が入れられる。
- ・ 詳細な損傷の位置や範囲が入れられる。 概略 法を入れられるように改良した。

2) 点検結果入力のスキップ

当初、DRR 本部職員と協議した結果、全ての部材および点検項目について入力しないと点検作業を完了できない仕組みとしていた。

橋梁調査・点検のレクチャーおよびの実習の際、地方事務所の職員より次の意見が多く挙げられた。

地方事務所の意見

- ・ 全ての部材および点検項目について入力するには時間がかかり非効率。
- ・ 損傷が見あたらない部材の方が多い橋梁もある。
- ・ 損傷が見当たらなかった部材も含め、全ての部材について目視確認はしたことが点

検結果から分かるようにしたい。

これらの意見を まえ、次のとおり改良内容を整理した。

改良内容

- ・ 損傷が見つからなかった部材については、1アクションで全ての点検項目に損傷ランク 1（損傷なし）を自動入力する。
- ・ 自動入力した点検項目は点検済みとみなし、その 印を橋梁の簡易図に表示する。
- ・ 点検結果を未入力の部材や点検項目があっても、点検調書の Excel ファイル出力、システムの終了を可能とする。

次頁に改良イメージを示す。なお、運用方法については、点検を実施する調査員のレベルにより管理する DRR の職員により判断される。

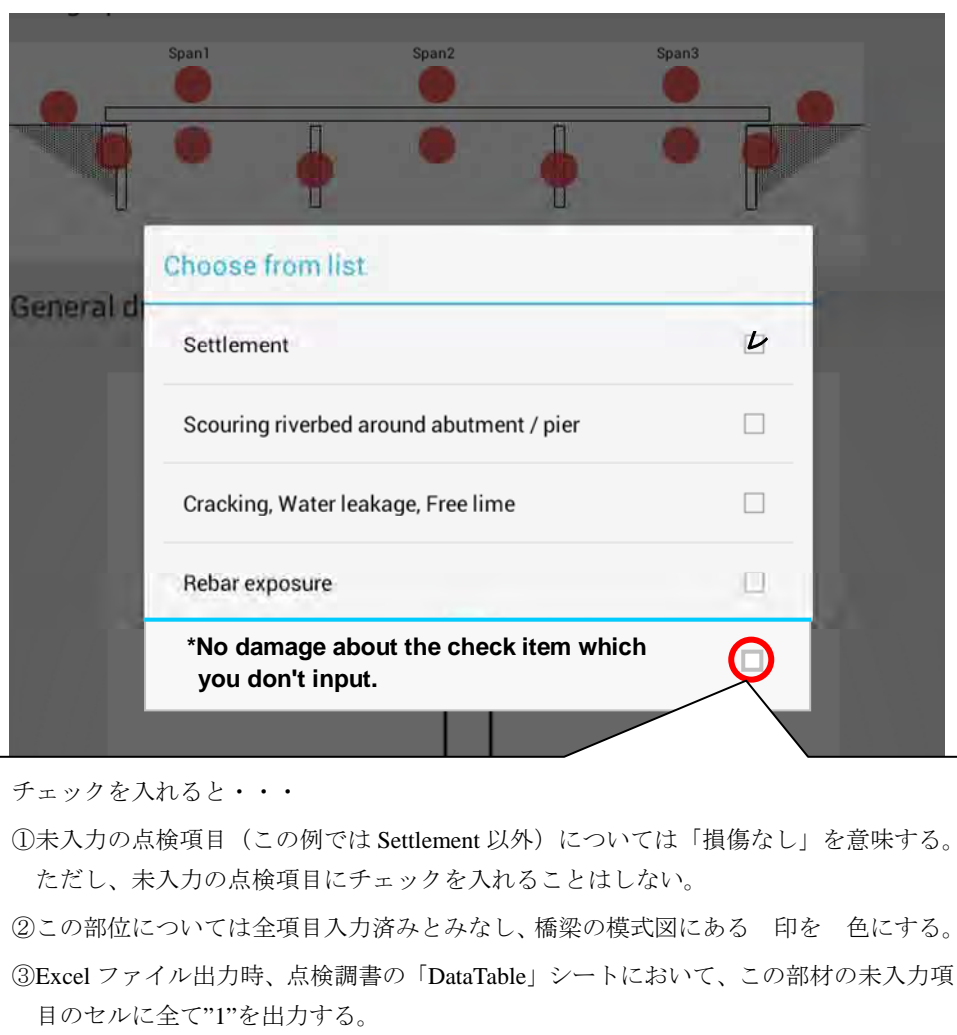


図 6-18 改良 1：点検結果入力のスキップ

3) 損傷サイズの記録

長期維持管理計画の作成を まえ、DRR 本部の職員より、次の意見が挙げられた。

DRR 本部の意見

- ・長期維持管理計画の作成を考えたとき、より精度の高い予算を算出するには、損傷種類、損傷ランクだけでなく、それらのサイズも必要。
- ・将来の維持管理計画作成にて利用できるよう、損傷サイズを蓄積しておきたい。

これらの意見を まえ、次のとおり改良内容を整理した。

改良内容

- ・下記のとおり、一つの点検項目に対し損傷サイズを入力可能にする。
 - ①P 定着部の異常 : 損傷の箇所数
 - ②ひびわれ・漏水・遊離石灰 : 損傷の範囲 (縦×横)
 - ③床版の抜け落ち : 損傷の範囲 (縦×横)
 - ④床版ひびわれ : 損傷の範囲 (縦×横)
 - 鉄筋露出 : 損傷の範囲 (縦×横)
- ・入力した損傷ランクが2以上(損傷あり)にも関わらず、損傷サイズの入力がない場合は、入力する のワーニングを出す。
- ・入力した損傷サイズは、点検調書の Excel ファイルに出力する。(新規シートの追加)

次頁に改良イメージを示す。


<

Input damage level


Damage	Settlement
Member	Abutment (Column)
Span No	1
Member No	1

Damage size	123
--------------------	------------

1 No damage or nothing



Settlement/ inclination of substructure and remarkable scour of



Settlement/ inclination of substructure and remarkable scour of

損傷がある場合、そのサイズを入力。
 数字のみの入力規制をかける。
 点検項目により入力パターンが異なる。
 パターン1：①PC 定着部の異常
 個数： .
 パターン2：その他②～
 範囲： × mm

図 6-20 改良 2 : 損傷サイズの記録 (1/2)

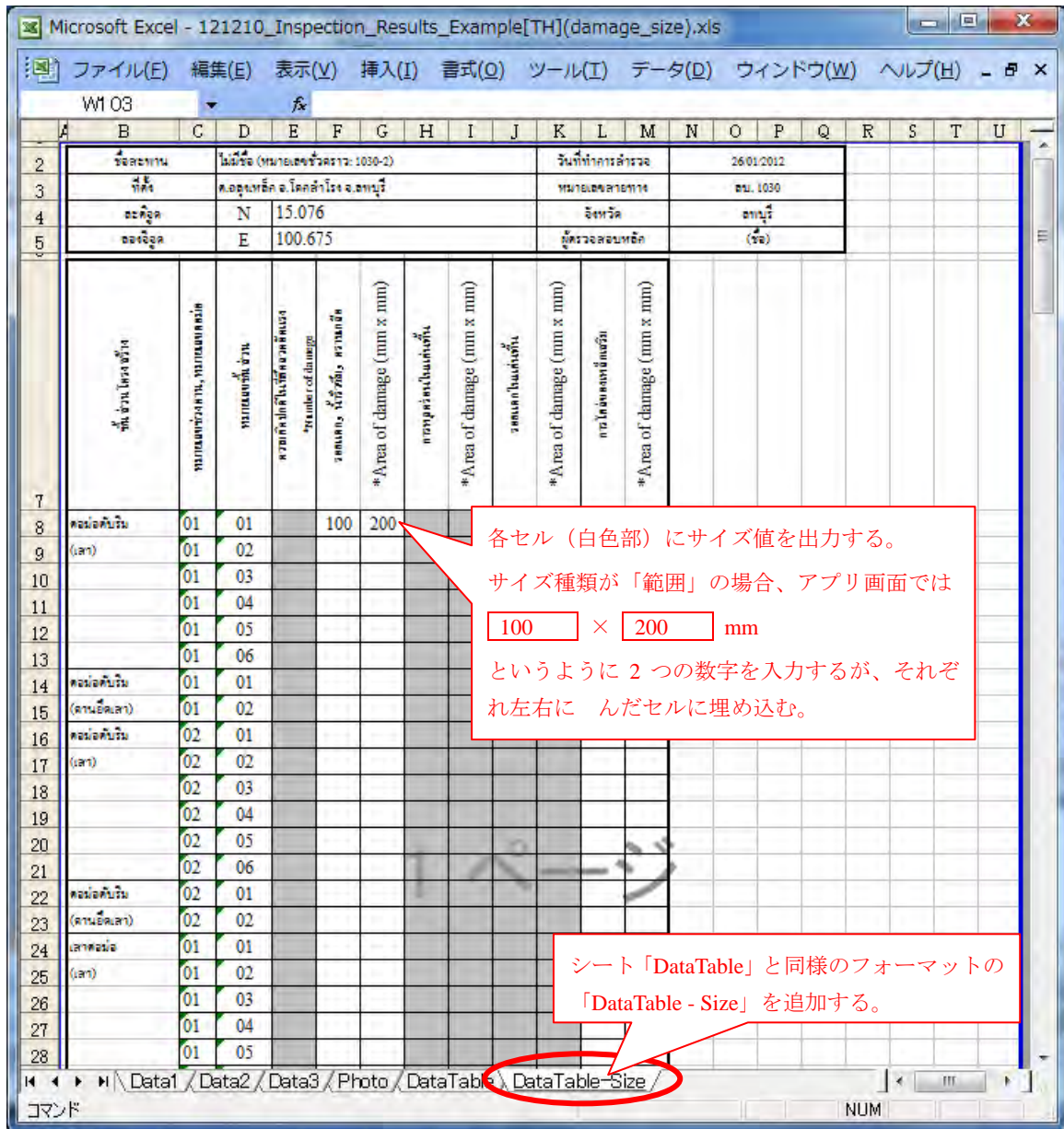


図 6-21 改良 2 : 損傷サイズの記録 (2/2)

(3) システムの開発

作成したシステム仕様および改良事項に従い、システムの開発を行った。なお、本システムは次の機器仕様を満たすタブレット端末において動作することを確認した。

表 6-11 タブレット端末の機器仕様

メーカー・機種	Samsung Galaxy Note 10.1 (GT-N8000)
プラットフォーム	Android 4.0
ディスプレイサイズ	10.1 インチ
解像度	1280 x 800
機能	デジタルカメラ、WiFi、GPS

実際に開発したシステムの画面例を、図 6-22～ 図 6-34 に示す。



図 6-22 起動画面



図 6-23 橋梁データ読み込み画面

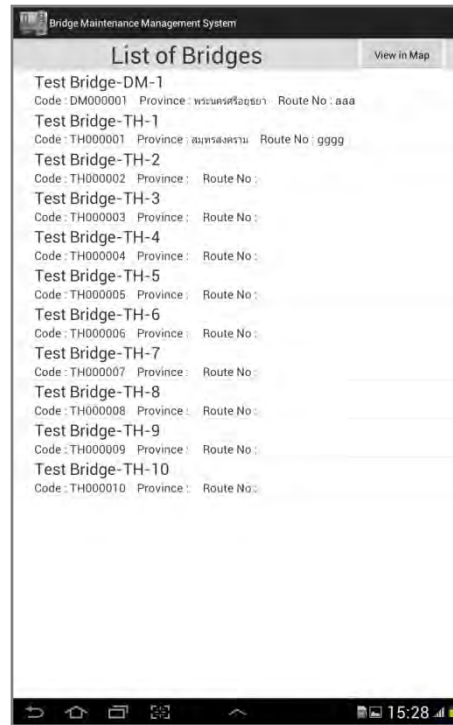


図 6-24 橋梁一覧画面

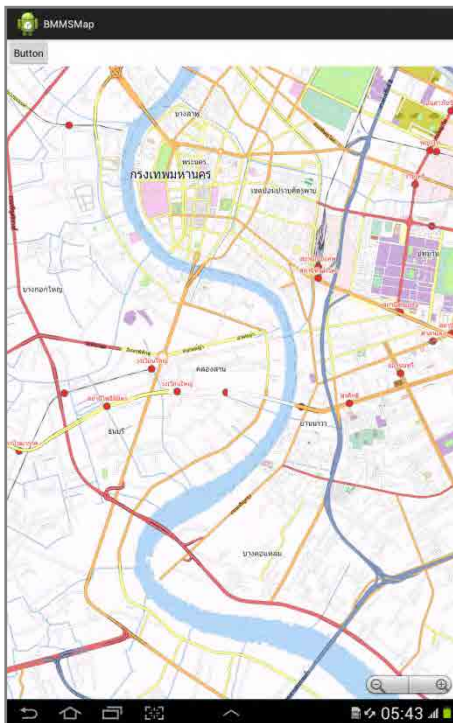


図 6-25 地図画面

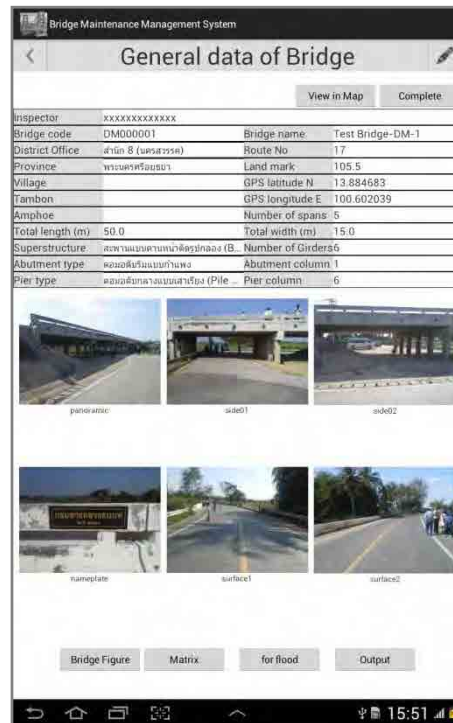


図 6-26 基本情報 覧画面

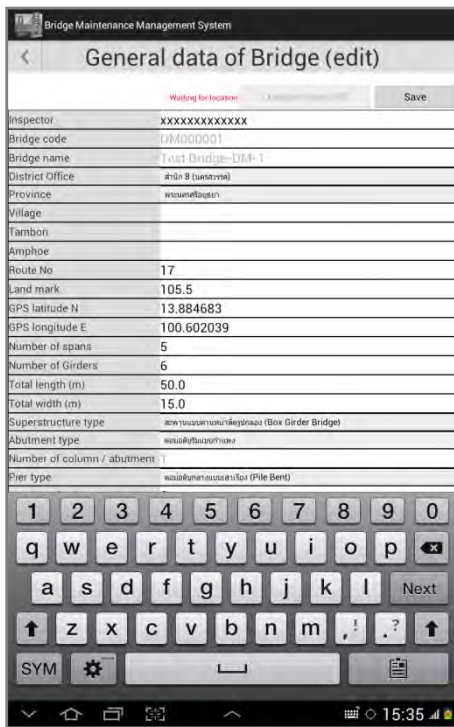


図 6-27 基本情報編集画面

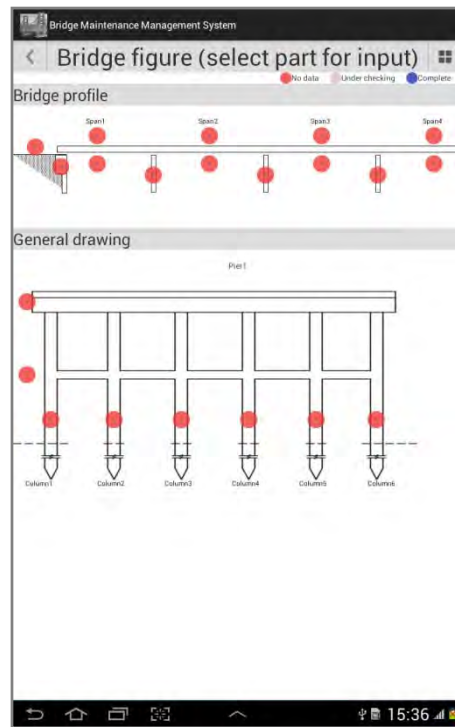


図 6-28 点検箇所指定画面

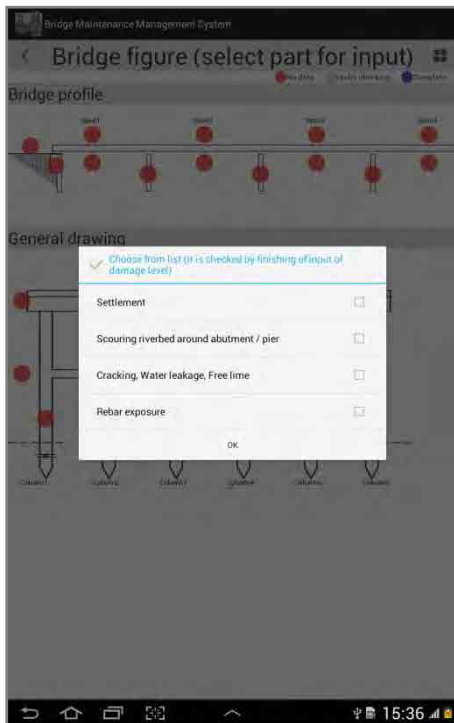


図 6-29 点検項目指定画面

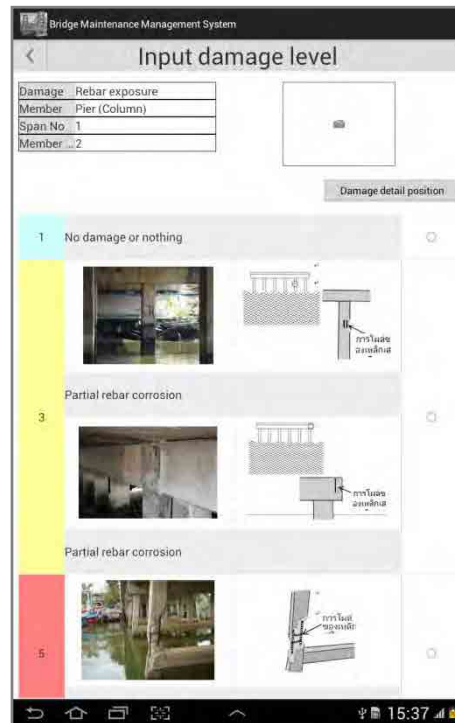


図 6-30 損傷ランク入力画面

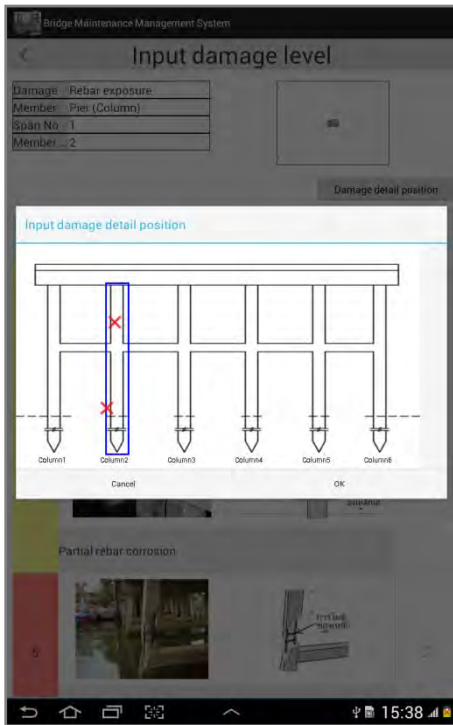


図 6-31 損傷位置入力画面



図 6-32 写真撮影・選択画面

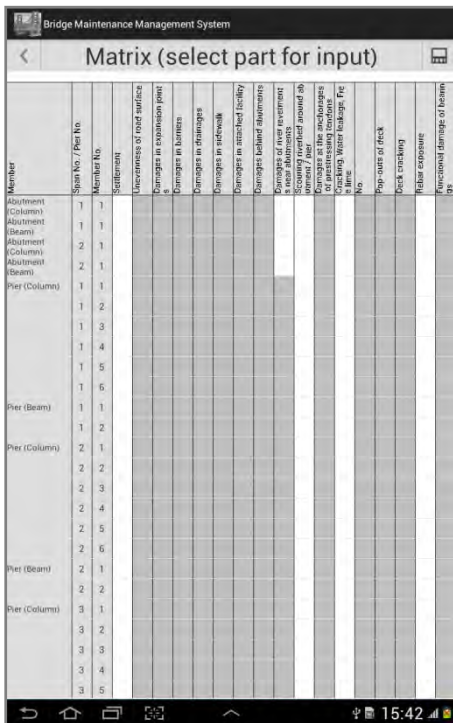


図 6-33 点検結果一覧画面

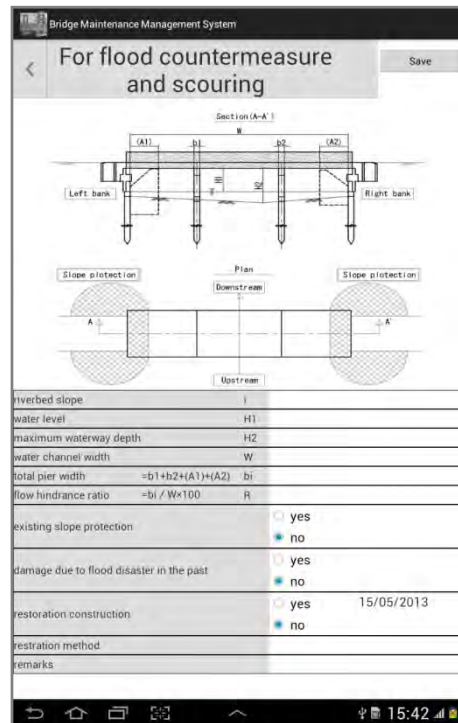


図 6-34 洪水対策調査結果入力画面

(4) マニュアルの作成

操作マニュアルを作成した。詳細については、Appendix-5.9 に示す。

6.3.5 橋梁長期維持管理計画シミュレーションシステム開発

(1) システム仕様の作成

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。

機能要件の整理においては、システムの振る舞い（ユースケース）及び外部環境（アクター：他システム、ユーザ等）との関わりを明確にするために、ユースケース分析を行った。その整理結果として、表 6-12 にユースケース一覧を、にユースケース図を示す。

そして、この機能要件を基にシステム仕様書を作成した。

表 6-12 ユースケース一覧（橋梁長期維持管理計画シミュレーションシステム）

ユースケース	機能	アクターとの関係			
		D R R 職員 (本部)	D R R 職員 (地方)	橋梁管理 Web システム	タブ レット 端末
データ 入力	データファイル取り込み				—
	録データ選択				—
	データ 録			—	—
基本条件 設定	管理水準決定条件設定			—	—
	重要度決定条件設定			—	—
	劣化予測式算出			—	—
	最適修繕時期設定			—	—
	健全度別修繕工法設定			—	—
	修繕単価設定			—	—
LCC 計算 シミュレ	予算条件設定			—	—
	対象橋梁設定			—	—

第6章 地方橋梁の維持管理計画の策定と支援システムの開発

ユースケース	機能	アクターとの関係				
		DRR職員 (本部)	DRR職員 (地方)	橋梁管理Web システム	タブレット端末 システム	
ーション	健全度評価算出	シミュレーション対象期間を設定する。			—	—
	劣化予測	管轄事務所、橋長、管理水準別等の条件を設定し、シミュレーション対象橋梁を設定する。			—	—
	優先順位決定	詳細点検結果(部材の損傷判定)に基づき、各部材の健全度を算出する。			—	—
	予算平準化	劣化予測式算出機能で得られた劣化予測式に基づき、将来の劣化進行をシミュレーションする。			—	—
	グラフ表示	最適修繕時期(管理水準別の健全度維持レベル)からの健全度の離状況、重要度評価点等の条件から、対策優先順位を径間かつ部材区分単位で決定する。			—	—
	一覧表示	予め設定した各年の予算制約の範囲内で、修繕可能な部材を決定する。			—	—
	ファイル出力	また、想定予算を上回る場合は、一年以降に繰り越すものとし、劣化進行による優先順位の変化を加味した上で、修繕実施時期を決定する。			—	—

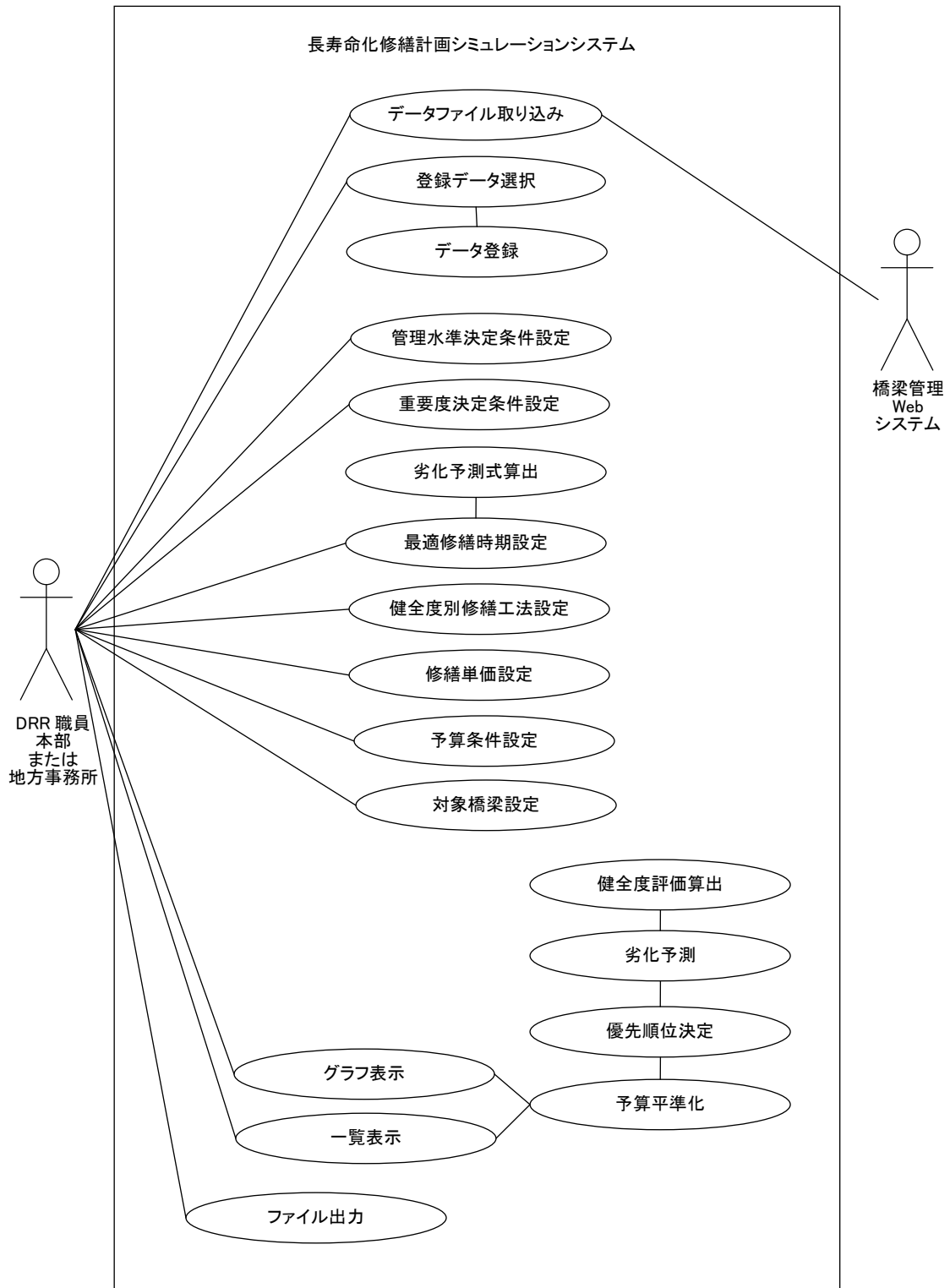


図 6-35 ユースケース図（橋梁長期維持管理計画シミュレーションシステム）

(2) システムの開発

作成したシステム仕様に従い、システムの開発を行った。なお、本システムは次の機器仕様を満たすタブレット端末において動作することを確認した。

表 6-13 PC の機器仕様

OS	Microsoft Windows 7 (32bit)
解像度	1024 x 768 以上
ソフトウェア	Microsoft Excel 2010 Microsoft Access 2010 *ランタイムのみ Microsoft .net Framework 3.5

実際に開発したシステムの画面例を、図 6-36～図 6-46 に示す。

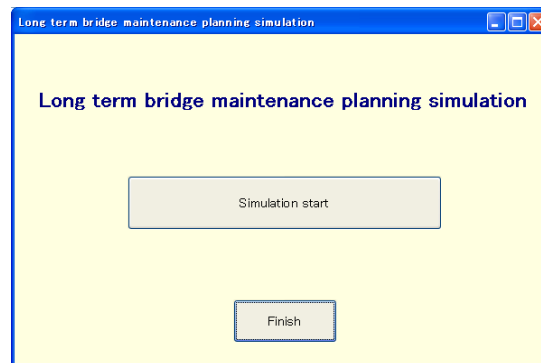


図 6-36 起動画面

第6章 地方橋梁の維持管理計画の策定と支援システムの開発

Confirmation of registered bridge data

Long term bridge maintenance planning simulation

Confirmation of registered bridge data 26 bridge

No	Bridge code	Bridge name	District office	Kind of route	Route name	Location	Construction year	Number of spans
1	B000000000001	Bridge1	Office1	ROUTE1	Dummy1	Province1 Amphoe1 Tambon1 Village1	19500000	1
2	B000000000002	Bridge2	Office1	ROUTE2	Dummy2	Province1 Amphoe1 Tambon2 Village2	19510000	2
3	B000000000003	Bridge3	Office2	ROUTE3	Dummy3	Province1 Amphoe1 Tambon3 Village3	19520000	3
4	B000000000004	Bridge4	Office2	ROUTE4	Dummy4	Province1 Amphoe1 Tambon4 Village4	19530000	4
5	B000000000005	Bridge5	Office3	ROUTE5	Dummy5	Province1 Amphoe1 Tambon5 Village5	19540000	5
6	B000000000006	Bridge6	Office3	ROUTE1	Dummy1	Province2 Amphoe2 Tambon6 Village6	19550000	1
7	B000000000007	Bridge7	Office4	ROUTE2	Dummy2	Province2 Amphoe2 Tambon7 Village7	19560000	2
8	B000000000008	Bridge8	Office4	ROUTE3	Dummy3	Province2 Amphoe2 Tambon8 Village8	19570000	3
9	B000000000009	Bridge9	Office5	ROUTE4	Dummy4	Province2 Amphoe2 Tambon9 Village9	19580000	4
10	B000000000010	Bridge10	Office5	ROUTE5	Dummy5	Province2 Amphoe2 Tambon10 Village10	19590000	5
11	B000000000011	Bridge11	Office6	ROUTE1	Dummy1	Province3 Amphoe3 Tambon11 Village11	19600000	1
12	B000000000012	Bridge12	Office6	ROUTE2	Dummy2	Province3 Amphoe3 Tambon12 Village12	19610000	2
13	B000000000013	Bridge13	Office7	ROUTE3	Dummy3	Province3 Amphoe3 Tambon13 Village13	19620000	3
14	B000000000014	Bridge14	Office7	ROUTE4	Dummy4	Province3 Amphoe3 Tambon14 Village14	19630000	4
15	B000000000015	Bridge15	Office8	ROUTE5	Dummy5	Province3 Amphoe3 Tambon15 Village15	19640000	5
16	B000000000016	Bridge16	Office8	ROUTE1	Dummy1	Province4 Amphoe4 Tambon16 Village16	19650000	1
17	B000000000017	Bridge17	Office9	ROUTE2	Dummy2	Province4 Amphoe4 Tambon17 Village17	19660000	2
18	B000000000018	Bridge18	Office9	ROUTE3	Dummy3	Province4 Amphoe4 Tambon18 Village18	19670000	3
19	B000000000019	Bridge19	Office10	ROUTE4	Dummy4	Province4 Amphoe4 Tambon19 Village19	19680000	4
20	B000000000020	Bridge20	Office10	ROUTE5	Dummy5	Province4 Amphoe4 Tambon20 Village20	19690000	5
21	B000000000021	Bridge21	Office11	ROUTE1	Dummy1	Province5 Amphoe5 Tambon21 Village21	19700000	1
22	B000000000022	Bridge22	Office11	ROUTE2	Dummy2	Province5 Amphoe5 Tambon22 Village22	19710000	2
23	B000000000023	Bridge23	Office12	ROUTE3	Dummy3	Province5 Amphoe5 Tambon23 Village23	19720000	3
24	B000000000024	Bridge24	Office12	ROUTE4	Dummy4	Province5 Amphoe5 Tambon24 Village24	19730000	4

Change Data Next Back

図 6-37 データ 録状況確認画面

Data import

Long term bridge maintenance planning simulation

Bridge list in data file 50 bridge

Select	Bridge code	Bridge name	District office	Kind of route	Route name	Location	Construction year	Number of spans
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000001	Bridge1	Office1	ROUTE1	Dummy1	Province1 Amphoe1 Tambon1 Village1	19500000	1
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000002	Bridge2	Office1	ROUTE2	Dummy2	Province1 Amphoe1 Tambon2 Village2	19510000	2
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000003	Bridge3	Office2	ROUTE3	Dummy3	Province1 Amphoe1 Tambon3 Village3	19520000	3
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000004	Bridge4	Office2	ROUTE4	Dummy4	Province1 Amphoe1 Tambon4 Village4	19530000	4
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000005	Bridge5	Office3	ROUTE5	Dummy5	Province1 Amphoe1 Tambon5 Village5	19540000	5
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000006	Bridge6	Office3	ROUTE1	Dummy1	Province2 Amphoe2 Tambon6 Village6	19550000	1
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000007	Bridge7	Office4	ROUTE2	Dummy2	Province2 Amphoe2 Tambon7 Village7	19560000	2
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000008	Bridge8	Office4	ROUTE3	Dummy3	Province2 Amphoe2 Tambon8 Village8	19570000	3
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000009	Bridge9	Office5	ROUTE4	Dummy4	Province2 Amphoe2 Tambon9 Village9	19580000	4
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000010	Bridge10	Office5	ROUTE5	Dummy5	Province2 Amphoe2 Tambon10 Village10	19590000	5
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000011	Bridge11	Office6	ROUTE1	Dummy1	Province3 Amphoe3 Tambon11 Village11	19600000	1
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000012	Bridge12	Office6	ROUTE2	Dummy2	Province3 Amphoe3 Tambon12 Village12	19610000	2
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000013	Bridge13	Office7	ROUTE3	Dummy3	Province3 Amphoe3 Tambon13 Village13	19620000	3
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000014	Bridge14	Office7	ROUTE4	Dummy4	Province3 Amphoe3 Tambon14 Village14	19630000	4
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000015	Bridge15	Office8	ROUTE5	Dummy5	Province3 Amphoe3 Tambon15 Village15	19640000	5
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000016	Bridge16	Office8	ROUTE1	Dummy1	Province4 Amphoe4 Tambon16 Village16	19650000	1
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000017	Bridge17	Office9	ROUTE2	Dummy2	Province4 Amphoe4 Tambon17 Village17	19660000	2
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000018	Bridge18	Office9	ROUTE3	Dummy3	Province4 Amphoe4 Tambon18 Village18	19670000	3
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000019	Bridge19	Office10	ROUTE4	Dummy4	Province4 Amphoe4 Tambon19 Village19	19680000	4
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000020	Bridge20	Office10	ROUTE5	Dummy5	Province4 Amphoe4 Tambon20 Village20	19690000	5
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000021	Bridge21	Office11	ROUTE1	Dummy1	Province5 Amphoe5 Tambon21 Village21	19700000	1
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000022	Bridge22	Office11	ROUTE2	Dummy2	Province5 Amphoe5 Tambon22 Village22	19710000	2
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000023	Bridge23	Office12	ROUTE3	Dummy3	Province5 Amphoe5 Tambon23 Village23	19720000	3
<input checked="" type="checkbox"/>	B000000000024	Bridge24	Office12	ROUTE4	Dummy4	Province5 Amphoe5 Tambon24 Village24	19730000	4

Check all Clear check all Condition setting Import Back

図 6-38 データ取込操作画面

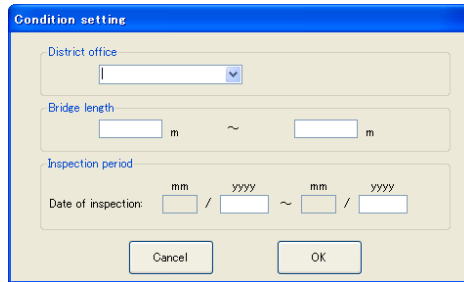


図 6-39 データ取込条件設定画面

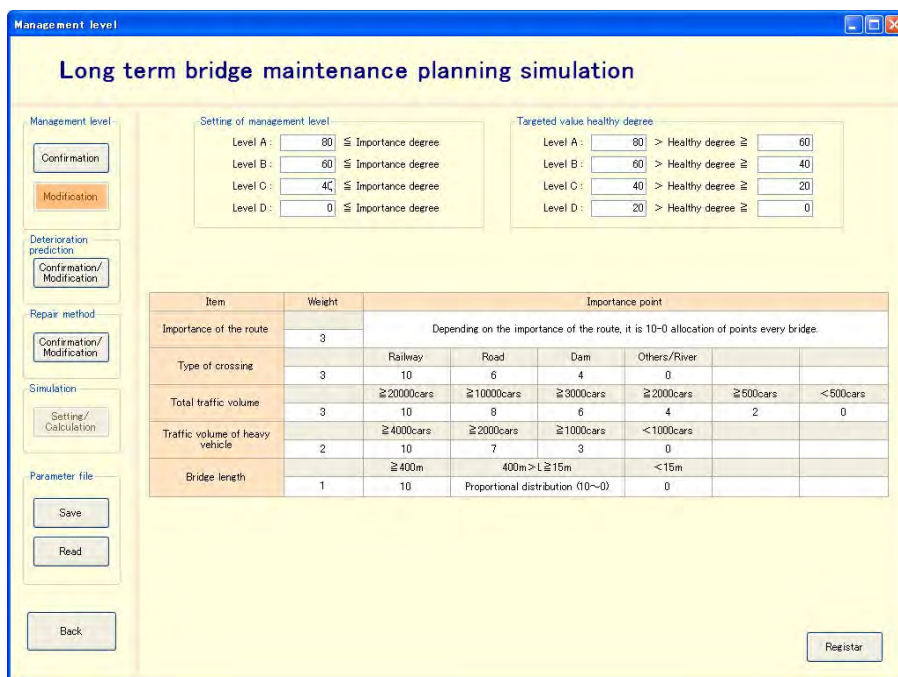


図 6-40 計算パラメータ設定画面（管理水準決定条件）

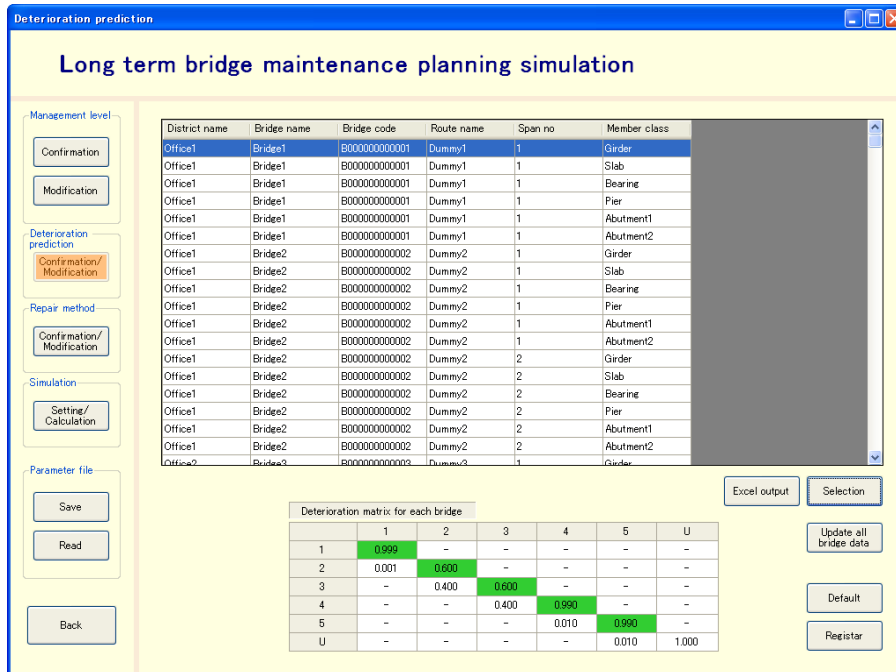


図 6-41 計算パラメータ設定画面（劣化予測式）

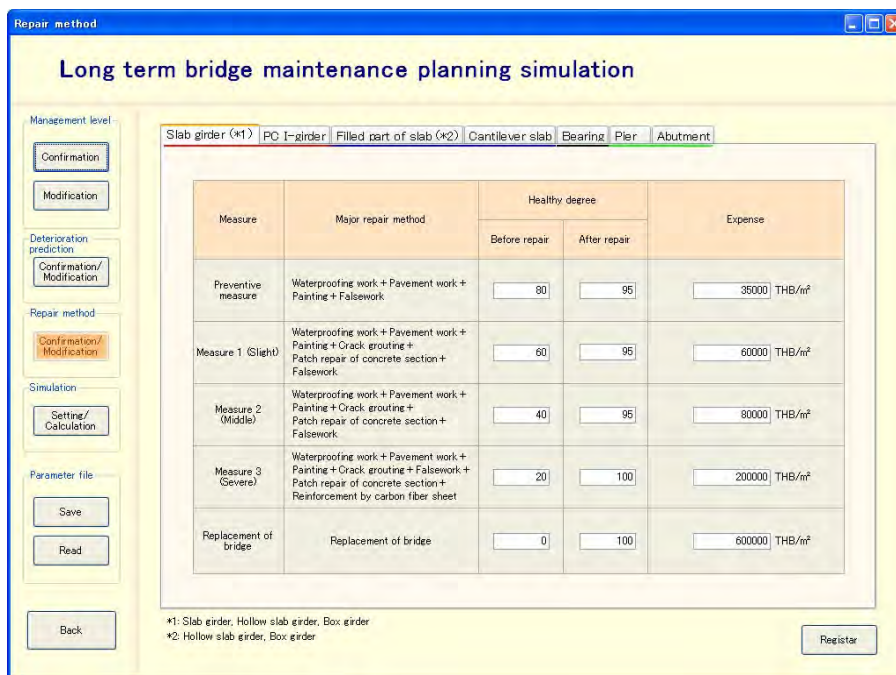


図 6-42 計算パラメータ設定画面（補修対策）

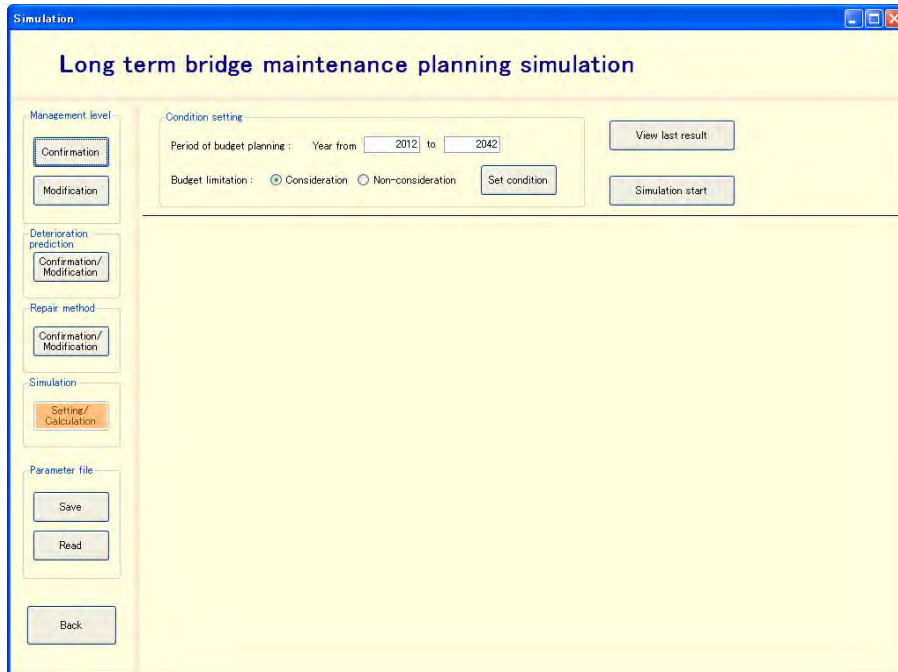


図 6-43 計算条件設定画面

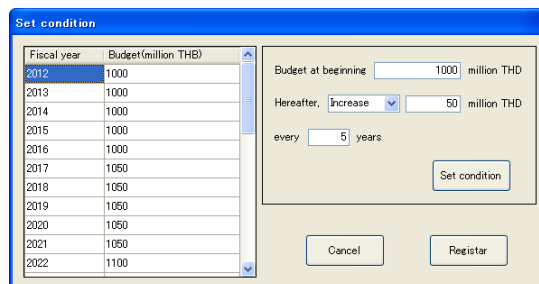


図 6-44 予算設定画面

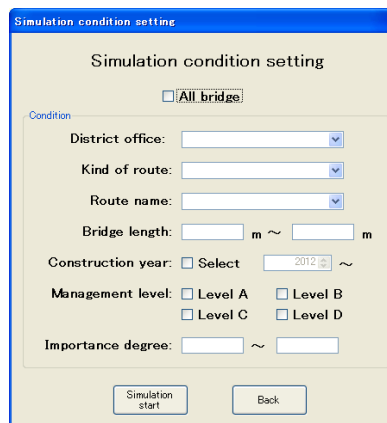


図 6-45 対象橋梁の条件設定画面

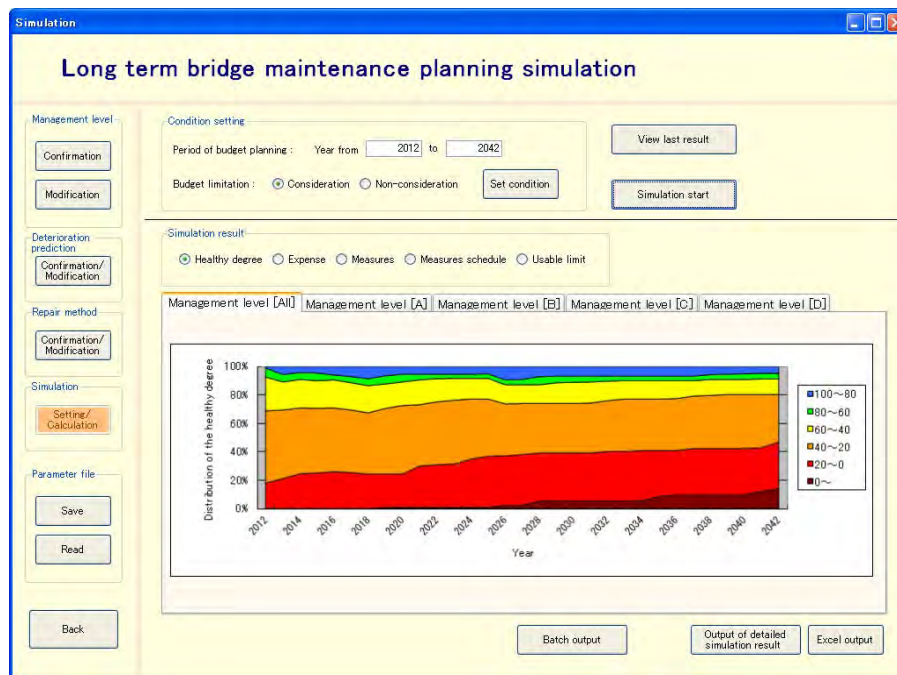


図 6-46 計算結果表示画面

(3) マニュアルの作成

次の操作マニュアルを作成した。それぞれの詳細については、Appendix-5.10、Appendix-5.11 に示す。

- ・ 橋梁長期維持管理計画シミュレーションシステムインストールマニュアル
- ・ 橋梁長期維持管理計画シミュレーションシステム操作マニュアル