

略語一覧

AADT	Average Annual Daily Traffic (年平均日交通量)
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ADB	Asian Development Bank (アジア銀行)
AIT	Asian Institute of Technology (アジア工科大学)
ARD	Office of Accelerated Rural Development (地方振興開発事務所)
B	Baht (タイ国の基本貨幣単位)
B/C	Benefit / Cost Ratio (費用便益比)
BMA	Bangkok Metropolitan Administration (バンコク都)
BMMS	Bridge Maintenance Management System (橋梁維持管理システム)
BMR	Bangkok Metropolitan Region (バンコク首都圏)
BOD	Biochemical Oxygen Demand (生物化学的酸素要求量)
BQ	Bill of Quantity
CFRP	Carbon Fiber Reinforced Plastics (炭素繊維強化プラスチック)
CMLT	Commission of Management of Land Traffic (陸上交通計画会議)
C/S	Construction Supervision (施工監理)
D/D、DD	Detailed Design (詳細設計)
DOH	Department of Highways (道路局)
DRR	Department of Rural Roads (地方道路局)
DVD	Digital Versatile Disk
EIA	Environment Impact Assessment (環境影響評価)
E/N	Exchange of Notes (交換公文)
EXAT	Expressway Authority of Thailand (タイ高速道路公社)
F/S	Feasibility Study (フィージビリティスタディ)
GDP	Gross Domestic Products (国内総生産)
GRDP	Gross Regional Domestic Products (域内総生産)
GMS	Greater Mekong Sub-region
H	Height (高さ)
HDPE	High Density Polyethylene
H _{gc}	Height at Center
H _{gs}	Height at Support (Bearing)
HIV	Human Immunodeficiency Virus
HWL	High Water Level (高水位)
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development (国際復興開発銀行)
IRR	Industrial Ring Road (産業環状道路)

JBIC	Japan Bank for International Cooperation (国際協力銀行)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
L	Length (長さ)
L/A	Loan Agreement (借款契約)
L/C	Letter of Credit (信用状)
LCC	Life Cycle Cost (ライフサイクルコスト)
L_{max}	Maximum Length
M/C	Motor Cycle (自動二輪車)
MEA	Metropolitan Electronic Association
M/M	Man-Month (人月)
MOF	Ministry of Finance (財務省)
MOI	Ministry of Interior (内務省)
MOT	Ministry of Transport (運輸省)
MRT	Mass Rapid Transit (大量高速輸送機関)
MRTA	Mass Rapid Transit Authority of Thailand (タイ高速鉄道公社)
MSL	Mean Sea Level (基準海面)
NESDB	Office of the National Economic and Social Development Board (国家経済社会開発委員会)
NESDP	National Socio-Economic Development Plan (全国社会経済開発計画)
NPV	Net Present Value (純現在価値)
OD	Origin and Destination (起終点)
ODA	Official Development Assistance (政府開発援助)
O&M	Operation and Maintenance (運営・維持管理)
ONEP	Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning
OTP	Office of Transport and Traffic Policy and Planning (交通政策・計画室)
PC	Pre-stressed Concrete (プレストレスコンクリート)
PCC	Property Compensation Community
PCU	Passenger Car Unit (乗用車換算係数)
PDMO	Public Debt Management Office (公的債務管理オフィス)
PPP	Public and Private Partnership (官民パートナーシップ)
P/Q	Pre-Qualification (入札事前資格審査)
PWD	Public Works Department (公共事業局)
RAP	Resettlement Action Plan
ROW	Right of Way (用地)
SAPS	Special Assistance for Project Sustainability (JBIC) (援助効果促進調査)
SRT	State Railway of Thailand (タイ国鉄)

TDMC	Transport Data and Model Center
TDML	Transport Data and Model Integrated with Multimodal Transport and Logistics
UTDP	Urban Transport Development Partnership
UTM	Universal Transverse Mercator (ユニバーサル横メルカトル)
VAT	Value-added Tax (付加価値税)
V/C (VCR)	Volume/ Capacity Ratio (混雑度)
VOC	Vehicle Operating Cost (車両走行費用)
VOT	Value of Time (走行時間費用)
WB	World Bank (世界銀行)

第1章

序章

第1章 序章

1.1 調査の背景

1.1.1 バンコク首都圏の道路・橋梁整備

チャオプラヤ川の河口付近で両岸に発展してきたバンコク首都圏は図 1.1.1 に示すバンコク都と周辺 5 県（サムットプラカーン、サムットサーコーン、パトムタニ、ノンタブリ、ナコンパトム）から構成され、総面積 7,761.5 平方キロメートル、2009 年時点の登録人口は約 1,024 万人に達する。バンコク首都圏はバンコク都を中心に周辺 5 県に発展し、1999 年以降 10 年間の年平均人口増加率は約 1.0% である。タイ国内で人口密度の第 1 位はバンコク都（40 百人/km² 超）、ノンタブリ県が第 2 位（約 17 百人/km²）そしてパトムタニ県が第 7 位（約 6 百人/km²）で、人口密度の観点から両県とも更なる人口増加の進行が予想される。

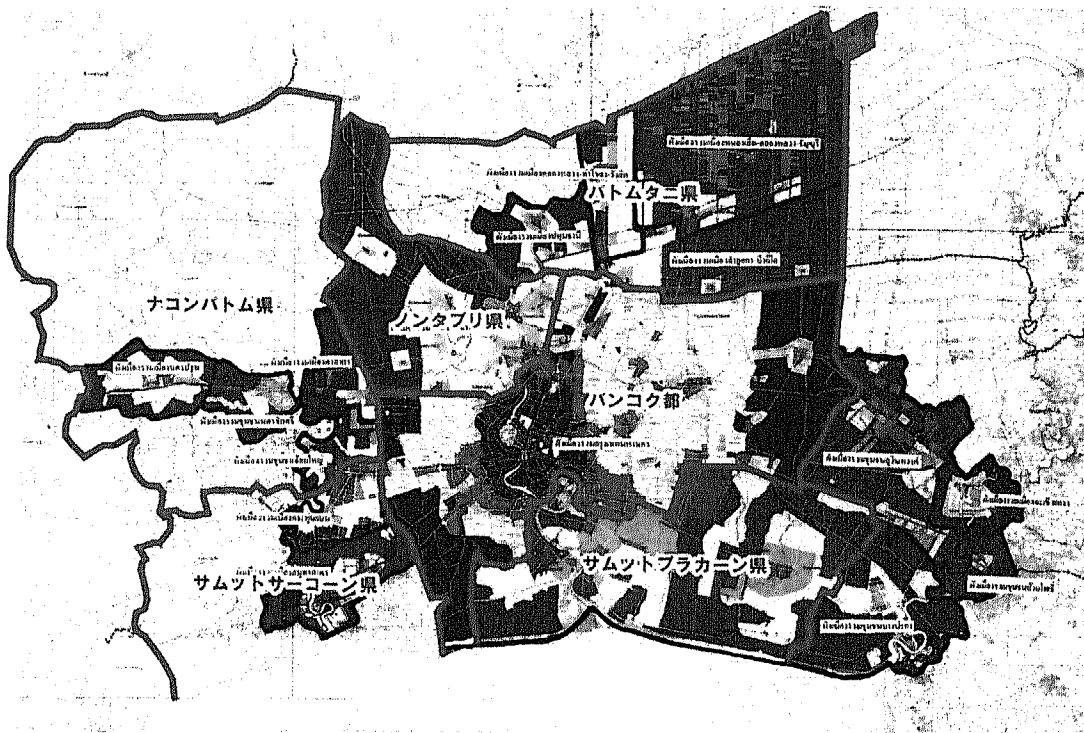


図1.1.1: バンコク首都圏

バンコク首都圏の幹線道路・橋梁整備事業は内務省(MOI)の公共事業局(PWD)、運輸省(MOT)の道路局(DOH)*1、タイ高速道路公社(EXAT)*2、バンコク都(BMA)が実施してきた。2002 年 10 月 9 日、内務省(MOI)の公共事業局(PWD)及び地方振興開発事務所(ARD)が合併し、運輸省の中に地方道路局(DRR)*3 が設立された。以降、道路・橋梁の新規建設については、バンコク都内のものについては BMA が実施し、DRR はバンコク都以外の新規の建設事業を実施することとなっている。一方、既に完成し維持管理下にある本件対象の 12 橋はバンコク都内のものでも DRR が PWD を引き継いで管理している。

EXAT は日本でいう NEXCO や首都高速道路株式会社と性格が似ており、高速有料道路の運営に特化している。DOH との関係が深く、その影響力の下にある。DRR との関係は極めて薄い。

DOH と DRR の仕分けは、大きくは DOH は都市間・都市内の幹線、DRR は地方道路となっているが、明確な区分はなされておらず、まだ整理の途中のようである。

本業務対象のチャオプラヤ 12 橋についても DRR から DOH に移管する話があるが、どうなるか決着はついていない様子である。

また、タイ全国でみても、地方の幹線で DRR が所管している道路を DOH に移管し、代わりに幹線ではない道路を DOH から DRR に移管する話が進行しているという情報も得られているが、まだ確実な話では無いようである。

DOH と DRR は同じ運輸省の組織であり、人事交流もあるが、道路建設の企画立案についてはほとんど別々になされており、積極的な協調はなされていないと見受けられる。

本業務のマニュアル等についても、DOH と DRR は全く関係無しに作成してきており、将来的には両者が共同で検討・調整する場が必要とは思われるが今のところその雰囲気はない。

*1: タイ高速道路公社 (EXAT)

深刻化する交通渋滞による大きな経済損失に苦悩していたタイ国は、道路の研究・建設・管理に関する タイ高速道路及び高速輸送公社 (ETA: Expressway and Rapid Transit of Thailand) を 1972 年内務省下に設立した。2008 年にはタイ高速道路公社 (EXAT: Expressway Authority of Thailand) と改名している。EXAT はバンコク首都圏と隣接県を含む郊外域をカバーする全長 207.9km の 7 つの高速道路およびアクセス道を所管している。バンコク首都圏における都市高速道路は、現在、この EXAT および運輸省道路局 DOH の 2 つの行政機関により所管されている。

*2: 運輸省道路局 (DOH)

運輸省道路局 (DOH) は、長年にわたり数多くの国道・県道等を建設・運営しているが、都市間有料高速道路は 1998 年にバンコク〜チョンブリ間 (バンコクとバンコク東部新産業都市を結ぶ 81.8km) に建設したのが最初である。現在ではバンコク西部外環状道路、東部外環状道路、ならびにバンコク北部 (ドンムアン国際空港北方: 一部区間) においても都市間有料高速道路を運営している。

*3: 地方道路開発局 (DRR)

運輸省地方道路局 (DRR) は、2002 年 10 月 9 日に内務省公共事業局 (PWD) の道路・橋梁部門と地域開発促進事務所 (ARD) が統合され、BMA 以外の首都圏の大規模道路・橋梁の建設および維持管理、地方圏の道路・橋梁の建設および維持管理を目的に設立された。

1.1.2 チャオプラヤ川の架橋群と我が国の ODA 事業

図 1.1.2 に示すとおりバンコク首都圏を縦断するチャオプラヤ川には圏内において現在 20 箇所架橋されている。1926 年に仏・英援助で完成したラマ 6 世鉄道橋が、最初に建設されたチャオプラヤ川に架かった橋梁である。その後、道路橋が数多く完成し、2009 年 10 月時点で 19 箇所の道路橋(産業環状道路の北橋梁と南橋梁を合わせて 1 橋とした)、1 箇所の鉄道橋を含め合計 20 箇所の橋梁が完成している。なお、BTS (Sky Train) が 2009 年に既存のタクシン橋の上下車線の分離空間に LRT 専用橋梁を建設したため、現在鉄道系の橋梁は 2 箇所である。

チャオプラヤ架橋には日本援助によるものが 15 箇所あり、総数の 75%にのぼる。戦後まもない 1950 年代に賠償事業としてノンタブリ橋、クルントン橋、クルンテープ橋を跳開橋と鋼トラスからなる同一形式で建設したのが始まりである。1971 年の第 1 次円借款から今日まで我が国の ODA として 13 箇所の橋梁が整備された(クルンテープ橋の補修を含む。建設に限ると 12 箇所)。1980 年代のバンコク首都圏の交通渋滞は極めて深刻なものであったが、我が国の ODA がバンコク首都圏のチャオプラヤ川を挟んだ交通渋滞の緩和に大きな貢献を果たした。しかし、既存の架橋地点の多くはいまだ交通渋滞が解消されておらず、人・モノの円滑な流れを阻害するボトルネックとなっている。

現在、DRR がノンタブリ県で 1 箇所、BMA がバンコク都で 4 箇所、EXAT がバンコク都で 1 箇所の合計 6 箇所に交通渋滞の解消のための新橋建設事業を計画している。

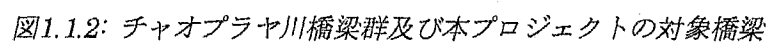
1.1.3 DRR 管轄の橋梁群の維持管理の現状

本業務対象のチャオプラヤ 12 橋梁は、タイ国運輸省地方道路局 (Department of Rural Road (DRR), Ministry of Transport) が管理している。この内、南端の産業環状道路上 (Industrial Ring Road, IRR) に位置する斜張橋の南北 2 橋は、DRR の建設部が建設後そのまま引き継いで維持管理を行っているが、他の 10 橋については維持管理部が地方橋梁と共に担当している。

IRR の橋については斜張橋ということもあり比較的丁寧な管理が行われているが、他の 10 橋については技術者が少なく、主に技能者や作業員により点検が行われているようである。また、地方橋梁については殆ど放置された状況のようである。

維持管理の為のマニュアルについては、複数の案が別々に使われていたり、なかったりして統一されていない。いずれも損傷した後に深刻なものを補修するという方法で管理されており、予防保全的な計画的管理はなされていない。

また、管理に必要な設計計算書や図面も完備されていない。どこかに図書はあると思われるが、建設部から維持管理部に移管されていなかったり、個人の持ち物となって消えていたりで、少なくとも職員の手の届く所には完備されていない。このことが、損傷を生じた場合の深刻度の判断のためには大きな支障となっている。



1.2 調査の目的

本調査は、DRR が所管する橋梁に対し、タイ側への技術移転を行いながらその維持管理計画の策定を行うものである。すなわち、目的は次の4点である。

- 1) DRR 所管のチャオプラヤ川 12 橋の点検を行い、その健全性を把握する。
- 2) チャオプラヤ川 12 橋の維持管理計画策定
 - (1) 点検作業・評価マニュアルを作成する。
 - (2) 長期維持管理計画の策定マニュアルを作成する。
 - (3) 個別橋ごとに長期維持管理計画を策定する。
 - (4) (3)の計画の実行及び見直しのためのアクションプランを作成する。
- 3) DRR の橋梁維持管理体制への提案
 - (1) 2)を踏まえて、チャオプラヤ架橋の維持管理体制への提案を行う。
 - (2) 地方橋梁の維持管理体制への提案を行なう。
 - (3) 効率的な維持管理システムの構築に係る提案を行う。
- 4) 技術移転
 - (1) 2), 3)を通じて、DRR の維持管理能力の向上を図る。

1.3 調査対象地域

図 1.3.1 に示すように DRR の 18 の地方事務所はタイ国全域に設置されているが、調査は各 4 地区から 1 事務所を抜き取り行う。なお、バンコク首都圏のチャオプラヤ川 12 橋の位置は、図 1.1.2 に示す。

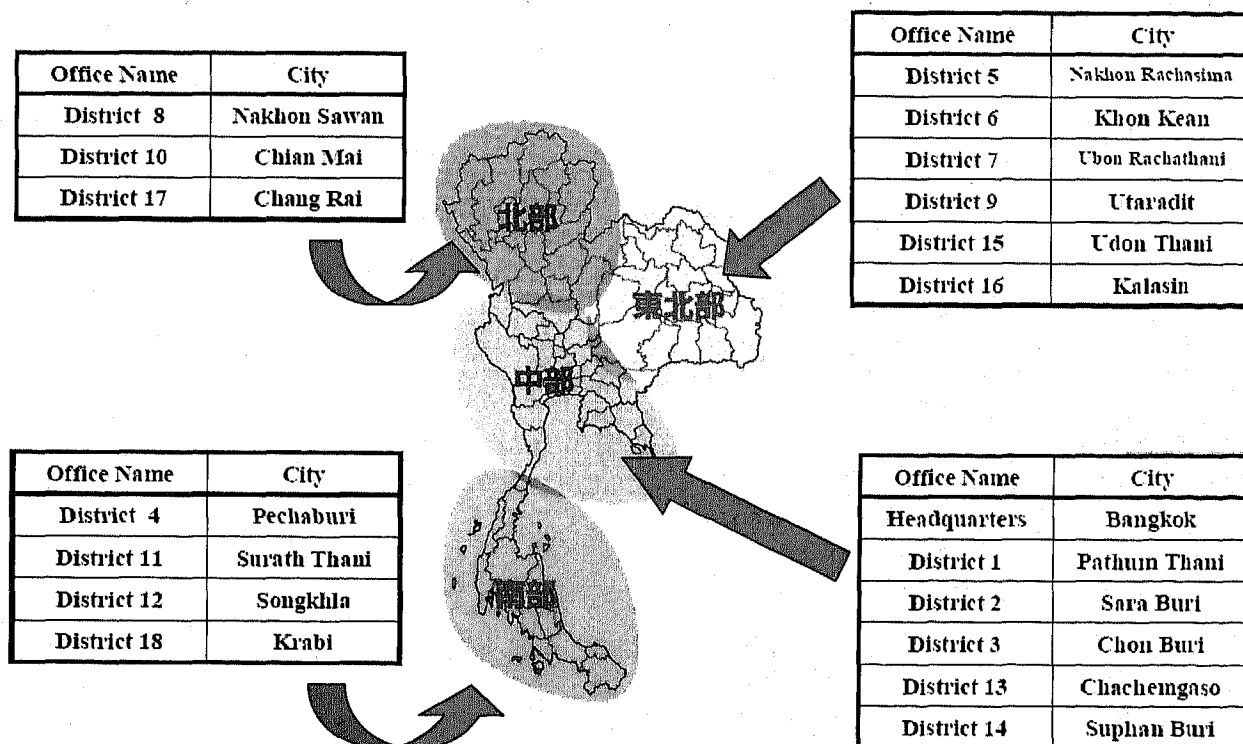


図1.3.1: 維持管理事務所の位置図

第2章

チャオプラヤ川架橋の 現状と課題の整理

第2章 チャオプラヤ川架橋の現状と課題の整理

2.1 バンコク首都圏における道路・橋梁セクターの現状

2.1.1 概況

バンコク首都圏（BMR）は、登録人口ベースで約 1024 万人、実際は 1700 万人と言われる東南アジア屈指のメガシティとなっている。バンコク首都圏の人口の約半分はバンコク都に居住する。統計によれば、バンコク首都圏の人口増加が、中心部のバンコク都でほぼ停滞しているのに対し、北および南東方向で高く予測されている。

バンコク首都圏では、1980 年代後半の高度経済成長期以降、人口集中と自動車保有台数の増加が加速し、都市交通事情が深刻化している。また、住宅地が郊外に広がり、マイカー通勤による都市と郊外部を結ぶ幹線道路での混雑は特に激しくなっている。

このような状況の中、タイ国政府はバンコク首都圏中心部の混雑を緩和するため、一極集中の都市構造から多極分散型都市構造への転換促進を都市政策とするとともに、第 7 次道路整備 5. カ年計画(1992 年～1996 年)以降、バンコク首都圏への一極集中を是正するための都市間高速道路の整備や主要国道の完全分離 4 車線化の整備促進を行っている。また、各道路管理機関によるバンコク首都圏の環状放射道路網を形成する幹線道路整備も進められている。更に、地下鉄やバスなどの大量公共輸送システムの導入もなされてきているが、これらは各実施機関同士の連携がほとんどなされておらず、本来の能力が十分機能していない状況にある。

2.1.2 交通・運輸現況

(1) 公共交通機関

バンコクの公共交通機関は、BTS、地下鉄、国鉄、バス、水上交通、タクシーなどから構成されている。鉄道は都市間の中距離用の移動手段としての役割が大きく、水上交通は輸送能力に限界があり、双方合わせても僅かな分担率しか占めていない。これに対し、バスは公共交通機関として 50% 程度の突出した分担率を占めており、2006 年現在で 16,639 台が運行されているが、料金が政策的に安く押えられているため、慢性的な赤字経営に悩まされ車両の老朽化も目立っている。また、利用者数も低下しており、1990 年には 1 日 400 万人超の利用があったものの、2006 年には約 177 万人/日と落ち込んだ。運行の定時性を確保するためバス専用レーンも導入されているが、依然として朝夕のピーク時には立往生しているバスが散見されるなど、公共交通機関としてのサービス水準は依然としてなお低い。

このような状況の中、1999 年及び 2004 年にそれぞれ BTS 及び地下鉄の供用が開始され、道路交通への負荷を軽減する抜本的な対策として期待されている。ただし、現在のところ、乗降客数の面では共に苦戦しており、BTS については 1999 年の 156,000 人/日から、2005 年にはピーク時で約 547,000 人/日、平均で約 344,000 人/日と大きく改善し、2007 年は 400,000 人/日であったが、開業時の予測値である 600,000 人/日には遠く及ばない状況が続いている。また、地下鉄についても、初年度の 2004 年には 246,000 人/日を見込んでいたが、2007 年においても約 166,000 人/日に留まっている。

(2) 海運

タイと諸外国を結ぶ外航定期航路のコンテナ船は、チャオプラヤ川河口から約 25～28 km 遡った、バンコク市内に位置する河川港であるバンコク港（クロントイ港）とバンコク都の東南 130 km に位置して外洋に面する大水深港のレムチャバン港に寄港する。

バンコク港は、チャオプラヤ川両岸にある大小 100 以上の岸壁、ブイ、ドルフィン、錨地から構成される典型的な河川港で、コンテナ取扱量及び船舶の入港隻数ではレムチャバン港に抜かれたものの、依然として貨物の取扱量はタイ国最大級の港湾である。

バンコク港は、後背地のスペース不足や喫水、船型などの制約があるため、発展の余地は少ないが、今後とも外国貿易港として一定の役割を果たすことが求められているので、市街地への大型車両の通行時間規制によるアクセスの不便、トレーラーの往来にともなう周辺道路の渋滞悪化、等の課題の解決を図ることと現存する橋梁群を良好な状態に維持し活用していくことが重要となる。

2.1.3 道路・橋梁現況**(1) 道路種別と道路管理者**

バンコク首都圏の道路は行政上の管理区分により、表 2.1.1 に示される 6 種類に分類される。

表 2.1.1: 道路種別と道路管理者

道路種別	道路管理者	道路の概要
国道	運輸省道路局(DOH)	全国の都市間を連絡する主要道路で、道路規格は 2 車線道路が標準で 3 種類に区分される 1 級国道：1 桁または 2 桁番号で地域間を連絡する道路 2 級国道：3 桁番号で各地域内の幹線道路 3 級国道：4 桁番号で郡庁相互を連絡する道路
地方道路	運輸省地方道路局(DRR)、国家保安司令部、農業共同組合省王立灌漑局等	自治体行政区の外側にある道路で、目的により種々の政府機関により建設される 運輸省地方道路局は、地方道路の建設の他、バンコク市の産業環状道路、チャオプラヤ川の橋梁建設、バンコク外環道路の建設も実施している
自治体道路	バンコク首都圏庁(BMR)、その他自治体	自治体内にある道路網で、バンコク市などの主要都市では自ら建設・管理を行うが、その他の自治体の道路は運輸省地方道路局が建設を行い、管理のみ自治体に移管される
都市間高速道路	運輸省道路局(DOH)	有料の高規格道路で、7 号線(バンコク～チョンブリ)および 9 号線(バンコク外環状道路)の 146km が供用中
都市内高速道路	高速道路公社（運輸省所管）(EXAT)	バンコク市内の有料高速道路 供用区間は 171km、工事中は 4.7km
コンセッション道路	運輸省道路局(DOH)	民間セクターが運輸省道路局との契約(BOT)により建設。ドンムアン有料道路が該当

出典：タイ国経済概況(2008/2009 年版)、バンコク日本人商工会議所

(2) 道路整備状況

バンコク首都圏とバンコク都の道路網密度はそれぞれ、 0.88 km/km^2 、 2.60 km/km^2 であり、都市計画上望ましいとされている 3.5 km/km^2 との乖離は大きい。

表 2.1.2: バンコク首都圏の道路種別毎の道路延長(km : 2006 年)

道路種別	道路種別			
	都市内高速道路	幹線道路	補助幹線道路	街路
高速道路公社	173.2			
運輸省道路局		346.2		
運輸省地方道路局				1,447.1
バンコク首都圏庁		1,215.4	407.0	2,453.7
その他自治体		240.0	80.0	480.0
小計	173.2	1,801.6	487.0	4,380.8
合計	6,842.6			

出典：Strategic Urban Transport Policy Directions for Bangkok, June 2007, World Bank

バンコク都の道路率は、表 2.1.3 より 2000 年時点で 7.03% であり、その後 8.1% に増加している。世界の大都市との比較(東京区部 15.4%、ロンドン 16.6%、パリ 20.0%、ワシントン D.C. 25.0% : 東京都の道路 2000 より)においては低い水準となっている。

表 2.1.3: バンコク都の道路率の推移

年	道路面積(km ²)	道路率(%)	伸び率(%/年)
1986	38.4	2.45	6.13
1995	85.7	5.46	
2000	110.3	7.03	4.45

出典：Comprehensive Plan of Bangkok Metropolis, BMA

(3) 道路網

タイにおける本格的な長期道路整備計画は、第 1 次国家経済社会開発 5 カ年計画 (1961～66 年) を受けて、道路整備 7 カ年計画 (1965～71 年) を策定したことに始まる。以降国家計画の年次に合わせて、9 次の計画が実施されてきているが、バンコク首都圏中心部の道路網整備は、必ずしも長期的な計画に基づいておらず、各道路整備実施機関により独自に整備されてきた。このためネットワークの合理性に欠け、体系的なものとなっていない。主要な幹線道路については、現在進められている道路整備事業による新規の環状道路等整備に加え、既存区間の立体交差化や高架化により交通容量の拡大が図られているが、多くの区画街路については、これらの幹線道路に直接接続する道路網形態をなしており、連続性の低いフィッシュボーン形状が多く見られ、幹線道路上で慢性的に渋滞が生じる道路ネットワークとなっている。バンコク首都圏は低い道路網密度に加え交差点の数が多いため一方通行規制が広く取り入れられていることから、迂回交通、U ターン交通、交差点

での左右折交通が幹線道路において大量に発生し、このことが渋滞悪化に拍車をかけている。

現在タイ政府では BTS や地下鉄の軌道系公共交通の延長に新線を加えたバンコク都市圏約 290 km の公共交通網整備を計画しており、これらが整備されれば、公共交通網が期待通りの役割を発揮し、道路交通への負荷が大幅に軽減されることも期待できる。

バンコクはもともと縦横に巡る運河の中に発展した都市であり、交通手段も舟運に頼り、チャオプラヤ川を太い動脈とし、市内の運河を隅々まで行き渡る毛細血管として、水のネットワークが物流を担ってきた。都市の近代化とともに、運河が道路に取って代わられるようになり、その副作用として、洪水に対する脆弱性を生み出している。都市化の進展により、地表がコンクリートで覆われ、また建物を建てる時に、自分の所が湛水するのを防ごうと盛り土して建物のエリアのみ地盤を高くし、エリア内の降雨を周りに排水しており、これらが原因で降雨が一時に排水路に集中する。バンコクでは、この様な脆弱な排水システムによりさほど多くない降雨量でも排水路が埋設されている道路では部分的に湛水し、これが市内複数箇所が発生することにより、道路渋滞に繋がっていると言われる。

(4) チャオプラヤ川に架かる橋梁

チャオプラヤ川を渡河する道路橋は、1930 年代に架橋された Memorial 橋を始めとして、我が国による戦後賠償および ODA により整備された 13 橋(含む補修 1 橋)を含む 20 橋が架けられている。バンコク首都圏を南北に流下するチャオプラヤ川によりバンコク中心部が分断されており、チャオプラヤ川に架設された橋梁群は、バンコク首都圏の社会・経済活動の高度化・広域化に伴い増加を続けてきたチャオプラヤ川西側への交通需要に対し、その受け皿として直接的に貢献してきた。

これら橋梁の中には、表 2.1.4 に示されるように PC 箱桁橋や斜張橋等のスパン 200m を超える長大橋も含まれている。

表 2.1.4: チャオプラヤ川に架かる橋梁の概要

橋梁名	管理機関	供用年	メインスパン (m)	上部構造
Patum Tani 橋	DOH	1984	73	PC 箱桁
Patum Tani 2 橋	DOH	2009	160	PC 箱桁
Nonthaburi 橋	DOH	1959	64	鋼トラス
Rama 4 世橋	DRR	2006	134	PC 箱桁
New Phra Nangklao 橋	DOH	2008	229	PC 箱桁
Phra Nangklao 橋	DOH	1985	84	PC 箱桁
Rama 5 世橋	DRR	2002	130	PC 箱桁
Rama 7 世橋	DRR	1992	120	PC 箱桁
Rama 6 世橋	SRT	1926	120	鋼トラス
Krung Thon 橋	DRR	1958	64	鋼トラス
Rama8 世橋	BMA	2002	300	斜張橋
Pinklao 橋	DRR	1973	114	PC 箱桁
Memorial 橋	DRR	1932	78	鋼トラス
Phra Pokklao 橋	DRR	1984	100	PC 箱桁
Taksin 橋	DRR	1982	92	PC 箱桁
Rama 3 世橋	DRR	2000	226	PC 箱桁
Krung Thep 橋	DRR	1959	64	鋼トラス
Rama 9 世橋	EXAT	1987	450	斜張橋
Industrial Ring Road 橋 (北)	DRR	2006	326	斜張橋
Industrial Ring Road 橋 (南)	DRR	2006	398	斜張橋
Kanchanapisek 橋	DOH	2007	500	斜張橋

各橋梁の配置状況については、図 1.1.2 に示されるようにバンコク首都圏中心地区から放射状に延びる幹線道路に位置するものと、環状道路に位置するものが主であり、それぞれの橋梁間隔は市中心部付近で 2km～3km、市の北側で 5km～8km となっている。

チャオプラヤ川に架かる DRR 管理 12 橋梁の調査結果の詳細は第 3 章に述べるので、建設年代別評価を以下に概説する。

第一世代の橋梁群

1930～50 年代に建設され老朽化したトラス 3 橋梁には、多くの損傷・欠陥が見られるが過去に補修が繰り返し行われ今も使用されている。また、桁下空間の不足から船舶・車両の衝突痕が多数認められた。鋼トラス下弦材は衝突で変形した状態であるが補修されていない。変形は大きなものもあり、直ちに危険とはいえないが安全を確信するためには早い機会に対策を講じる必要がある。

鋼トラス橋梁の塗装は全体的にはまだ新しくきれいであるが重ね塗りのようであり、一部の縦横桁は床板隙間からの漏水が原因で部分的に腐食が始まっていた。

第二世代の橋梁群

上述の鋼トラス橋に続いて 1970～80 年代に建設された第二世代の橋梁群は PC 箱桁橋である。これらはほぼ 30 年を経過しているが、コンクリートの劣化・破損が部分的に見られるものの構造全体の欠陥には至っていない。路面舗装や伸縮ジョイントは交換修理され概ね良好に維持管理されている。船舶衝突痕も多数見られたが橋梁構造の大事には至っていない。ただし、各橋の長寿命化という観点からは、今後やるべきことが、いくつか残されている。

第三世代の橋梁群

2000 年以降に建設された橋梁は第二世代の橋梁(PC 箱桁橋)に比べて技術進歩と規模の大型化が著しい。この年代の PC 箱桁橋はまだ新しく建設時の細部仕上がり不良を別にして、いずれも外観に顕著な劣化・損傷は見られなかった。Rama 5 世橋については、橋脚寄りの桁下面に船舶衝突痕が、路面上では歩道柵の切断盗難が見られたが、いずれも人災である。IRR 北および南橋(2006 年)はチャオプラヤ川下流の港湾地域に建設された支間 326m および 398m、桁下高 51m の規模を持つ長大橋である。ひび割れや細部構造に少し問題があると思われる。

(5) 道路交通現況**1) 自動車登録状況**

自動車登録台数は、2000 年より年平均 3.5%で増加しており、2007 年時点では 5,715 千台とバンコク都の登録人口とほぼ同数である。

表 2.1.5: バンコク都の自動車登録台数の推移 (千台)

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
台数	4,495	4,464	5,399	5,481	4,288	6,253	5,557	5,715

出典: Thailand in Figures 2008/2009 Bangkok, Alfa Research

2) 交通量現況

バンコク首都圏の自動車交通量の総量は、自動車登録台数の伸びに比例して増加傾向にあり、特に乗用車の伸びが顕著で、通勤等の日常の移動をマイカー利用に依存する傾向が続いていると考えられる。

表 2.1.6: バンコク首都圏の自動車交通量の総量(自動二輪除く)の推移 (百万台・km)

車種	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
乗用車	10,250	10,914	10,356	11,100	14,451	14,043	14,520	17,823	14,045
貨物車	7,582	7,961	6,391	7,002	7,525	7,740	6,514	8,275	8,927
合計	17,832	18,875	16,747	18,102	21,976	21,783	21,034	26,098	22,972

出典: 運輸省道路局

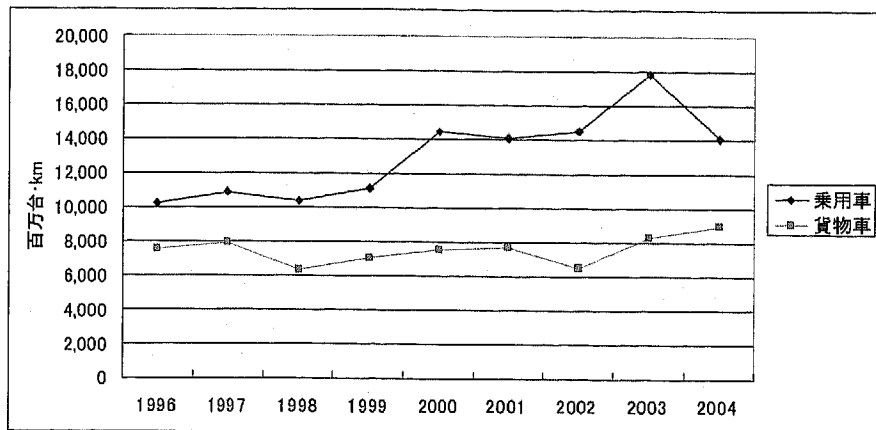


図 2.1.1: バンコク首都圏の自動車交通量の総量(自動二輪除く)の推移

チャオプラヤ川渡河断面における交通量の推移は表 2.3.1 に示す。

2.1.4 バンコク首都圏における道路、橋梁セクターに係る政策

バンコク首都圏の GRDP はタイ国全体の約 43%を占めタイ国の経済活動拠点としての役割を果たしてきた。また、タイ国は東南アジア経済圏の中心国家として、周辺国の経済発展を牽引し、世界経済における東南アジア経済圏の存在感を押し上げる役割も担っている。

係る役割を持続的に果たしていくためには、バンコク首都圏の継続的な経済発展が不可欠であり、チャオプラヤ川架橋の良好な維持管理はバンコク首都圏の社会・経済活動のポテンシャルを拡大し、経済活動の更なる効率化・高度化を支えるために不可欠なものである。

現在のバンコク首都圏の幹線道路網整備に係る計画は首相をチーフとする陸上交通計画会議(The Commission of Management of Land Traffic,CMLT)が 2004 年に認可したマスタープラン(the CMLT's Resolution No.1/2547)にもとづいて整備が進められている。具体的な計画策定はバンコク都(BMA)および運輸省(MOT)の交通政策計画室(OTP)が担当しており、整備の実施は BMA、首都圏内の自治体(県)、MOT の道路局(DOH)および地方道路局(DRR)、MOT 傘下の高速道路公社(EXAT)がおこなっている。

本調査における OTP へのヒアリングによれば、マスタープランの対象期間は 10 年間、達成状況は現時点で 95%となっており、最終的には 100%を目指しているとのことである。

バンコク市街地の道路の交通渋滞は激しいものであり、市内の運輸交通に大きな支障をきたしている。これを緩和するために内、外の環状道路が整備され、さらにその外に第 3 の環状道路が計画され準備が進められている。これらの環状道路に接続する東西、南北の道路の整備、パープルラインなどの大量公共輸送施設とそれへのフィーダー道路の整備、道路交差の立体化などによる交通ネットワーク機能の強化が幹線は DOH、地域道路は DRR などにより現在も急がれている。また、これに伴い増加する道路橋梁の良好な維持管理も主要な課題となっている。

交通渋滞の解決のために交通ネットワーク機能を強化するものの、チャオプラヤ架橋はチャオプラヤ川を挟んだバンコク首都圏東西を結ぶ基幹的要衝であることに変わりはなく、DRR 管理のチャオプラヤ川 12 橋の重要度は極めて高い。従って、これらが長期的に安全であり続ける維持管理を行う事が求められ、そのための維持管理計画を明確なものにすることが求められている。

2.2 維持管理の状況および体制の課題整理

2.2.1 法制度、基準、ガイドライン、マニュアル類

法により定められた DRR の責任と義務は表 2.2.1 に示すとおりである。

表 2.2.1: DRR の責任と義務

第2条

地方道路局は、国民が高速度で安全かつ快適に移動できるよう、道路基盤開発および密で広範囲な道路網構築に責任を負うものとする。この局の責務は以下の通りである：

- (1) 地方道路に対し基準および示方書を策定し、要求された基準に達するように定期的な点検を行うこと。
- (2) 他の関係機関に対し、道路工学に関する職務に関連する訓練、技術マニュアルおよび助言を供すること。
- (3) 地方管理者に対して技術的サポートを行うこと。
- (4) 地方道路のみに関する道路法および他の関連する法律を執行すること。
- (5) 地方道路の建設および維持管理に関する研究および開発を指揮すること。
- (6) 道路プロジェクトに関する国内および国際機関の両方に積極的に協力すること。
- (7) 法、ならびに運輸省または関係により権限を委任された他の全ての責務を実行すること。

出典：運輸省 地方道路局に関する省令（2009年）

2002 年に DRR が設立されて以来バンコク都内の橋梁の建設はバンコク都が行い、中央政府（運輸省）は建設費の負担（40%）のみを行うことになっている。したがって、DRR の業務としては、バンコク首都圏では既設都内橋梁の維持管理とバンコク都外の DRR 管轄橋梁の建設と維持管理を担当することになっており、有料道路の管理は認められていない。ノンタブリ県において JICA を通じて円借款の供与を受ける新橋が 2013 年に完成予定だが、この橋も DRR の管理する橋梁に加えられる。

ただし、この管轄を定める法は強力なものではなく、移管は当事者同士で交渉が成立すれば運輸省内での移管であれば難しくないようである。本件の対象橋梁の維持管理も DRR から DOH に移管される話が浮いたり消えたりしているし、同様に DOH と EXAT でもやり取りの話がある様子である。

DRR には橋梁維持管理に関するマニュアルが表 2.2.2 に示す 5 種類存在する。

これらは DRR として一本化されていないこと、実際の使用には至っていないことが特徴であり、その原因は、いずれもが AASHTO*を参考にして作られ、複雑すぎる事、点検要員としてのテクニシャンには難しすぎる内容であること、作成において全部局のコンセンサスを得ていないこと等が挙げられる。

*: AASHTO（米国州道路・交通担当者協会）。高速道路の規格に関する基準設定機関であり、構成員は、アメリカ合衆国の運輸省及び各州の運輸局である

表 2.2.2: DRR における橋梁維持管理に関するマニュアル類

「DRR の橋梁維持管理および改修計画」, 2009 年 12 月 DRR 道路維持管理部, チュランロンコン大学交通研究所 <i>Bridge Maintenance and Improvement Plan of Department of Rural Roads, Dec. 2009, Bureau of Road Maintenance DRR, Institute of Transportation Chulalongkorn University</i> - Manual for repair of reinforced concrete bridge for the deterioration of bridge part - Executive summary report - BMMS - Final report
「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 年 2 月 DRR 道路維持管理部, チュランロンコン大学交通研究所 <i>Manual for Bridge Inspection and Evaluation, Development of Network System under Administration of DRR (1st Step), Feb. 2007, Bureau of Road Maintenance DRR, Institute of Transportation Chulalongkorn University</i>
「橋梁点検改修マニュアル」, 2005 年 11 月 DRR 橋梁建設部, IMMS <i>Bridge Inspection and Improvement Manual, Nov. 2005, Bureau of Bridge Construction DRR, IMMS</i>
「DRR ネットワーク内の橋梁の損傷補修と寿命」, 2008 年 8 月 DRR 試験・研究・開発部, シーナカリン大学 <i>Study Project for Repair of Bridges due to Material Damage and Lifetime of Bridges in the DRR Network, Aug. 2008, Bureau of Testing, Research and Development DRR, Srinakarinwirot University</i>
「IRR 橋 維持管理マニュアル」, 2008 年 DRR, 橋梁建設部, AEC, TEAM, TEC, INDEX, JEI <i>The Industrial Ring Road Project - Maintenance manual 2008, Bureau of Bridge construction DRR, AEC, TEAM, TEC, INDEX, JEI</i>

2.2.2 実施主体(組織、予算、人員、維持管理計画状況)

(1) 組織

本調査対象橋梁を所管する運輸省地方道路局(DRR)は2002年10月9日に内務省公共事業局(PWD)の道路・橋梁部門と地域開発促進事務所(ARD)が統合され、首都圏の大規模道路・橋梁の建設および維持管理、地方圏の道路・橋梁の建設および維持管理を目的に設立された。DRRの組織は局長(Director-General)の下に3人の次長(Deputy Director-General)と1人の技師長(Chief Engineer)がいて、その下に図2.2.1に示すように、本局の中に11の部と2つの室が設置されており、その内の地方道路整備部(Regional Rural Roads Bureau)の下に18の地方事務所(District Office)が設置されている。

バンコク首都圏の建設・維持管理業務は本局で運営するが、地方圏の建設・維持管理は地方事務所が担当している。

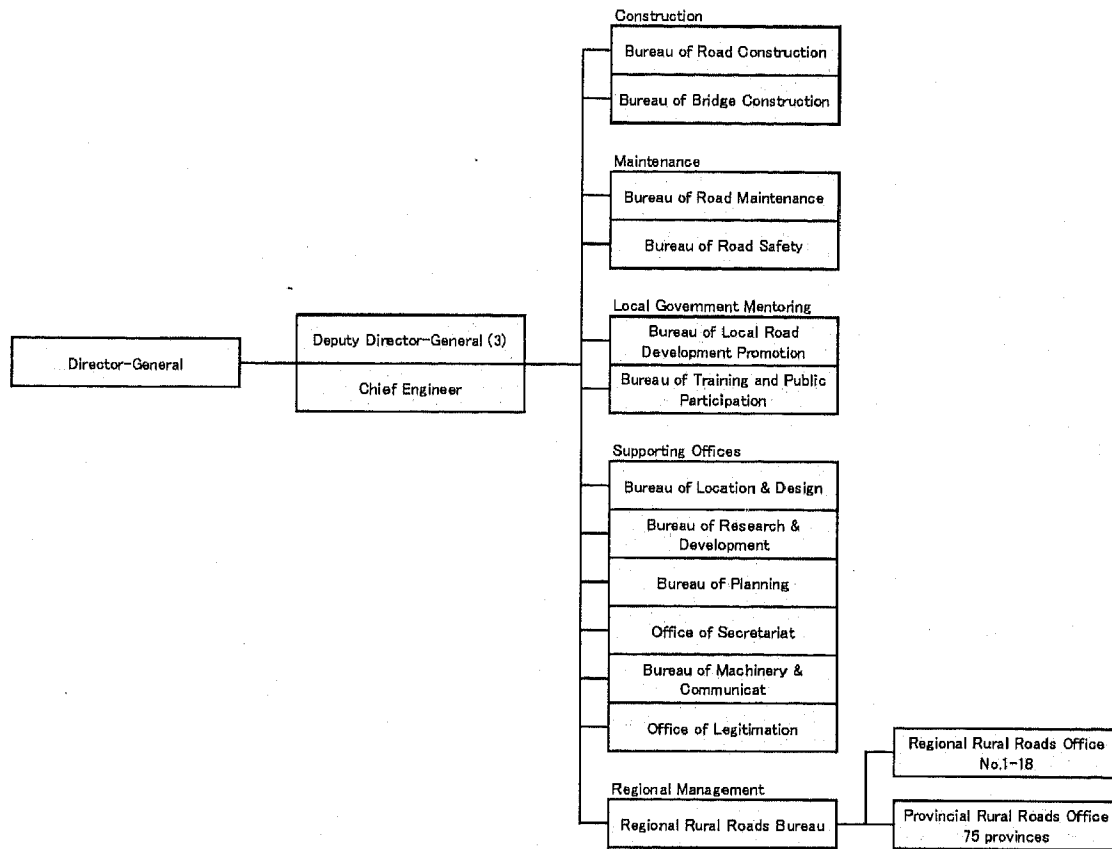


図 2.2.1: DRR 組織図

本局と 18 の地方事務所は表 2.2.3 に示すと通りの都市と 4 つの地方に設置されている。

維持管理部 (Bureau of Road Maintenance) と交通安全部 (Bureau of Road Safety) は業務量の増大に対応するため、2009 年 3 月に維持管理・交通安全部から分割されたものである。そして、維持管理部には、管理、計画、維持管理システム、道路維持管理と橋梁維持管理のグループがある。

チャオプラヤ川架橋のうち鋼トラス橋 3 橋、PC 箱桁橋 7 橋については、維持管理部に属する課が維持管理を担当している。一方、斜張橋については、橋梁建設部 (Bureau of Bridge Construction) の担当課が維持管理を行なっている。さらに橋梁建設部には地方橋の点検を担当する課 (Bridge Inspection Division) が置かれている。なお、図 2.2.1 の Regional Rural Roads Bureau は、組織図にはあるが実際には存在していないようである。

2.2.3: 事務所の所在地

Office Name	Location		Office Name	Location	
	City	Region		City	Region
Headquarters	Bangkok	Central	District 10	Chiang Mai	Northern
District 1	Pathum Thani	Central	District 11	Surat Thani	Southern
District 2	Sara Buri	Central	District 12	Songkhla	Southern
District 3	Chon Buri	Central	District 13	Chachemgsao	Central
District 4	Pechaburi	Southern	District 14	Suphan Buri	Central
District 5	Nakhon Rachasima	NorthEastern	District 15	Udon Thani	NorthEastern
District 6	Khon Kaen	NorthEastern	District 16	Kalasin	NorthEastern
District 7	Ubon Rachathani	NorthEastern	District 17	Chang Rai	Northern
District 8	Nakhon Sawan	Northern	District 18	Krabi	Southern
District 9	Uttaradit	North			

(2) 予算

DRR の予算は表 2.2.4 に示すとおりである。2006 年度の予算総額は前年より 20%伸びたが、2007 年度と 2008 年度は 2006 年に比べ 18%減少し、2009 年度は 2006 年並みに回復している。同表に予算総額の内訳の 1.道路・ネットワーク開発、2.運営・維持管理および 3.その他（能力開発他）の予算も合わせ示す。なお、DRR には有料道路等の収入源はない。

表 2.2.4: DRR の人件費を含む年度別予算の推移

単位: million baht

Fiscal year	2005	2006	2007	2008	2009
1.Development Road and Network	13,539.121	13,693.612	9,624.842	8,705.409	13,087.791
2.Operation and Maintenance	4,127.736	5,179.868	5,752.207	6,436.451	6,853.131
3.Others	95.212	2,568.560	2,481.813	2,162.513	2,429.051
Total	17,762.069	21,442.040	17,858.862	17,304.373	22,369.973

バンコク首都圏の橋梁・道路維持管理グループの予算は表 2.2.5 に示すとおりである。

表 2.2.5: 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

単位: 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

(3) 運営・維持管理組織の現状

チャオプラヤ 12 橋は、橋梁建設部が管理している IRR 南北橋事務所の他、維持管理部の 5 つの事務所で管理されている。維持管理部へのヒアリングによれば、IRR 南北橋を橋梁建設部が管理しているのは維持管理部の人員不足が主たる要因とのことであった。

各事務所は技術者・技能者そして作業員で運営されているが、その具体は第 5 章 表 5.1.1 に示す。各事務所は 1 橋から 3 橋担当して管理している。

2.2.3 維持管理状況

(1) 台帳類の整備状況

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。

「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。

(2) 維持管理計画の状況

(1)の如くであり長期的維持管理計画も存在しないので、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。

(3) 点検活動状況

点検活動の状況については質問状に答えてもらう形で調査した。その結果はAppendix-1に示す。

これによれば、各管理事務所におけるテクニシャンにより各橋の通常保守(Routine maintenance)と称する月2回の活動の中で点検が実施されている。毎月報告書が取り纏められ、DRR本部へ提出されている。月次報告書は1部収集しているが、構造的な記述はほとんど無く、路面、付属物、植栽等の道路管理報告的なものとなっている。

その他、定期保守(Periodic maintenance)として、伸縮装置交換、車線塗り直し、舗装再敷設、鋼材再塗装、橋脚周辺水深点検等の維持のインターバルが定められているが、いわゆる定期点検が行われているわけではない。

特定保守(Special maintenance)は、橋梁構造に悪影響を及ぼす損傷に対する補修または大規模改修が行われるということであるが、そのような損傷を発見した場合にはまず詳細調査を行っているようである。

(4) 点検・評価方法

点検記録の一例をAppendix-2に示す。

各橋を担当する技能者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。DRRのテクニシャン達が定期点検に使用すべき点検マニュアルも無く、事例集も無いので、技能者の長年の経験に基づく評価を実施しており、個人差が生じやすいものになっている。また、電子化された情報管理（データの蓄積を含む）もなされていないので、損傷等の継続的な追跡や補修の経緯、また、他の橋との比較等はなし難く、損傷傾向の分析や予測もなされていない。

(5) 補修・補強等の状況

「チャオプラヤ川に架かる橋梁」から得られた既往の補修履歴（2.3.4 橋梁現況情報（補修実績）参照）から、主構造体の構造安全性並びに車両の通行安全性に関わる大きな事項について抽出すると共に、現地で確認できた事項も含め以下に示す。

1) 洗掘対策（水中部分の対策）

鋼トラス 3 橋に関する洗掘調査と対策の経緯を表 2.2.6 に示す。4～5 年おきに定期的な洗掘調査を行い、必要に応じ捨石による橋脚基部の補強対策を行っている。

表 2.2.6: 洗掘調査と対策の経緯

年度	Krung Thon (1958 年開通)	Memorial (1932 年開通)	Krung Thep (1959 年開通)	備考
1981			捨石 (2,880,000 B)	
1987	捨石 (644,000 B)			
1995	洗掘調査	洗掘調査	洗掘調査	3 橋 (264,000 B)
1998	捨石 (524,00 B)			
1999	捨石 (780,000 B)	捨石(1,221,000 B)		
2000	洗掘調査	洗掘調査		2 橋 (139,000 B)
2004	洗掘調査	洗掘調査	洗掘調査	3 橋 (442,500 B)
2007		捨石		

注) 表中の費用は、予算として明示された記録に基づいている

2) 視認可能範囲の主構造体（水上部分の対策）

以下の項目に関しては、聴き取り調査では規則がありそれに従って数年毎に実施しているとのことであったが、「チャオプラヤ川に架かる橋梁」から得られた既往の補修履歴によれば、各橋とも適時補修を行っていると思えられる。

- ・ 塗り替え塗装（車線、鋼材、橋脚）
- ・ 舗装打ち換え
- ・ 床版補修
- ・ 伸縮装置の交換

一方、車両や船舶の衝突にともなう損傷については、原因者が費用を負担して補修を行うが、深刻な状態であれば、費用を徴収する前にDRRで補修を行っている。

2.3 既存の橋梁情報の整理

2.3.1 一般情報(交通量、自然条件)

表 2.3.1 には、朝ピーク時(7:00~8:00)における時間交通量の代表値と自然条件として計画高水位(H.W.L.)を示した。

交通量の伸びは全体的にほとんどなく、橋梁毎にばらつきのある結果となっている。伸びがほとんどない理由として、2008年の経済危機がバンコク首都圏における経済活動に停滞をもたらしたこと、朝夕のピーク時においては都内の各所の渋滞が激しく交通が飽和状態に近くなっており橋梁における交通量が認められないことが考えられる。

計画高水位については、Krung Thon と Memorial の値が小さいのは橋梁が古い時代に架設され、それら以外の橋梁の建設時にはH.W.L.の見直しがなされたものと推定される。また、IRR North と IRR South の H.W.L.が上流部より高いのは海水の朔上に伴うものと推定される。

表 2.3.1: チャオプラヤ川橋梁 12 橋の交通量の推移と H.W.L

橋梁名	交通量 (朝ピーク 1 時間: PCU)		H.W.L. (m)
	2005 年 6 月 14 日(火)	2008 年 7 月 15 日(火)	
Patum Tani	-	4,381	-
Nonthaburi	-	2,752	-
Rama 4 (Pakret)	-	4,713	2.57
Phra Nangklao	5,160	4,170	-
Rama 5 (Wat nakhon-in)	4,964	7,557	2.45
Rama 7 (New Rama 6)	3,502	2,833	2.25
Krung Thon	2,966	1,733	1.849
Rama 8	4,198	3,122	-
Phra Pinklao (Bangkok-Thonburi1, Tha Chang Bridge)	6,345	8,214	(不明)
Memorial (Prapoddayodopha)	3,240	2,611	1.829
Phra Pokklao (New Memorial)	6,140	7,562	2.10
Taksin (Bangkok-Thonburi2, Sathorn)	4,864	4,849	(不明)
Rama 3 (New Krung Thep)	3,691	3,762	2.10
Krung Thep	4,247	1,886	(不明)
IRR North (Bhumibol 1 Bridge)	-	-	2.15
IRR South (Bhumibol 2 Bridge)	-	-	2.15

注)「- (ハイフン)」はデータが無い事を示す。

出典:「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業」に係る協力準備調査(2010年1月、JICA)

2.3.2 幾何情報、構造情報

「チャオプラヤ川に架かる橋梁」、並びに他の既往文献・資料調査結果及び現場踏査結果から得られた幾何情報と構造情報を纏めて表 2.3.2 に示す。

表 2.3.2: チャオプラヤ川架橋 12 橋の幾何情報・構造情報

橋梁名	幾何情報		構造情報	
	平面線形	主橋梁の支間割と橋長 (m)	構造形式 (特長)	上下車線構成
Rama4 (Pakret)	直線	$72+134+72=278$	PC 箱桁橋	分離
Rama 5 (Wat nakhon-in)	直線	$30+40+40+95+130+95+41=471$	PC 箱桁橋	分離
Rama 7 (New Rama 6)	直線	$85+120+85=290$	PC 箱桁橋	分離
Krung Thon	直線	$57.1+57+65+65+57+57.1=358.2$	鋼トラス橋	一体
Phra Pinklao (Bangkok-Thonburi1, Tha Chang Bridge)	直線	$83+114+83=280$	PC 箱桁橋	一体
Memorial (Prapoddayodopha)	直線	$75.225+9.658+60.000+9.658+75.225=229.766$	鋼トラス橋 (跳開橋：1984 年固定)	一体
Phra Pokklao (New Memorial)	直線	$56+100+56=212$	PC 箱桁橋	分離
Taksin (Bangkok-Thonburi2, Sathorn)	直線	$66+92+66=224$	PC 箱桁橋	分離
Rama 3 (New Krungthep)	曲線	$111+220+111=420$	PC 箱桁橋	一体
Krung Thep	直線	$65.2+71.6+80+71.6+65.2=353.6$	鋼トラス橋 (跳開橋：稼動中)	一体
IRR North (Bhumibol 1 Bridge)	直線	$50.6+74.5+326.0+74.5+50.6=576.3$	斜張橋	一体
IRR South (Bhumibol 2 Bridge)	直線	$68.6+83.5+398.0+83.5+68.6=702.3$	斜張橋	一体

各橋の諸元、位置図、現況写真、一般図等に関して、橋梁管理カルテ様式に整理したものを Appendix-3 に示す。

2.3.3 設計条件情報

「チャオプラヤ川に架かる橋梁」、並びに他の既往文献・資料調査結果から得られた設計活荷重に関するデータを車線数区分と共に表 2.3.3 に示す。既存資料に記載が無かったものについては不明としている。

表 2.3.3: チャオプラヤ川架橋 12 橋の設計活荷重

橋梁名	一連当たりの 車線数*1		設計活荷重*2
	車道	歩道	
Rama 4 (Pakret)	3	1	(不明)
Rama 5 (Wat nakhon-in)	3	1	BS 5400 *3
Rama 7 (New Rama 6)	3	1	BS 5400
Krung Thon	4	2	AASHTO : H-16-44
Phra Pinklao (Bangkok-Thonburi1, Tha Chang Bridge)	6	2	(不明)
Memorial (Prapoddayodopha)	3	2	AASHTO : H-16-44
Phra Pokklao (New Memorial)	3	1	AASHTO : H-20-44
Taksin (Bangkok-Thonburi2, Sathorn)	3	1	BS 5400
Rama 3 (New Krungthep)	6	0	BS 5400
Krung Thep	4	2	AASHTO : H-16-44
IRR North (Bhumibol 1 Bridge)	6	0	HA/HB 45 according to BD37/88(BS Code)
IRR South (Bhumibol 2 Bridge)	6	0	HA/HB 45 according to BD37/88(BS Code)

*1 : 上下線分離構造の場合は二連と考えている。

*2 : 設計活荷重：設計に適用する自動車荷重・群集荷重。

*3 : 英国規格(British Standards)。英国規格協会(BSI)によって制定・発行された英国の国家規格。BS 5400 は主に鋼橋、コンクリート橋の設計基準について書かれたもの。

2.3.4 橋梁現況情報（補修実績）

「チャオプラヤ川に架かる橋梁」に示されている補修履歴の存否を下表に示す。

表 2.3.4: チャオプラヤ川架橋 12 橋の補修履歴の存否

橋梁名	補修履歴の存否
Rama 4 (Pakret)	無
Rama 5 (Wat nakhon-in)	無
Rama 7 (New Rama 6)	有
Krung Thon	有
Phra Pinklao (Bangkok-Thonburi1, Tha Chang Bridge)	有
Memorial (Prapoddayodopha)	有
Phra Pokklao (New Memorial)	有
Taksin (Bangkok-Thonburi2, Sathorn)	有
Rama 3 (New Krungthep)	有
Krung Thep	有
IRR North (Bhumibol 1 Bridge)	無
IRR South (Bhumibol 2 Bridge)	無

補修履歴のある橋梁に関して、橋梁管理カルテ様式に整理したものを Appendix-3 に示す。

2.3.5 船舶・車両の高さ制限と車両の荷重制限

「チャオプラヤ川に架かる橋梁」、並びに他の既往文献・資料調査結果から得られた船舶と車両の高さ制限及び荷重制限を表 2.3.5 に示す。尚、バンコク都では全てのトラックを対象に一部時間において通行規制を行っている。(6 時から 10 時及び 15 時から 21 時は都内の通行禁止。ただし公休日を除く。)

表 2.3.5: チャオプラヤ川架橋 12 橋の車両の高さ制限と荷重制限

橋梁名	車両の高さ制限		荷重制限
	堤防道路	橋上	
Rama 4 (Pakret)	-	全橋 5.50 m	-
Rama 5 (Wat nakhon-in)	-		注 2)
Rama 7 (New Rama 6)	-		注 2)
Krung Thon	右岸側 3.20 m		21 トンを超える トラックの通行禁止
	左岸側 -		
Phra Pinklao (Bangkok-Thonburi 1, Tha Chang Bridge)	-		注 2)
Memorial (Prapoddayodopha)	右岸側 3.50 m		6 輪を超える トラックの通行禁止
	左岸側 3.80 m		
Phra Pokklao (New Memorial)	-		6 輪を超える トラックの通行禁止
Taksin (Bangkok-Thonburi 2, Sathorn)	-		-
Rama 3 (New Krungthep)	-		注 2)
Krung Thep	-		18 トンを超える トラックの通行禁止
IRR North (Bhumibol 1 Bridge)	-		-
IRR South (Bhumibol 2 Bridge)	-		-

注 1) : 「- (ハイフン)」は既存資料及び橋梁点検時に記載や表示が確認出来なかったため不明。

注 2) : 車種毎に荷重制限値が異なる。

表 2.3.6: チャオプラヤ川架橋 12 橋の船舶の高さ制限

橋梁名	航路限界 高さ×幅(m)
Rama 4 (Pakret)	5.60×98.00
Rama 5 (Wat nakhon-in)	5.50×60.00
Rama 7 (New Rama 6)	5.50×75.00
Krung Thon	-
Phra Pinklao (Bangkok-Thonburi 1, Tha Chang Bridge)	5.00×60.00
Memorial (Prapoddayodopha)	-
Phra Pokklao (New Memorial)	5.20×60.00
Taksin (Bangkok-Thonburi 2, Sathorn)	-
Rama 3 (New Krungthep)	32.00×68.00
Krung Thep	-
IRR North (Bhumibol 1 Bridge)	46.27×220.00
IRR South (Bhumibol 2 Bridge)	54.00×220.00

違反者の実態について、DRR では定量的な把握はしていないようである。しかし、一部の橋梁で衝突による接触痕が見られるなど、必ずしも守られていないようである。

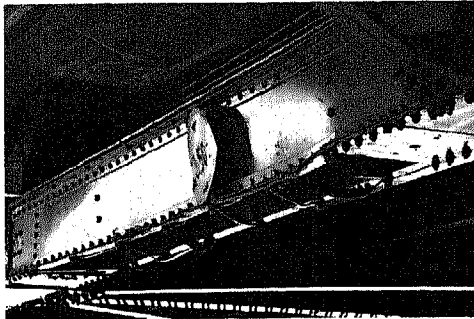


図2.3.1: 車両衝突による接触痕
(Memorial橋右岸側堤防道路)

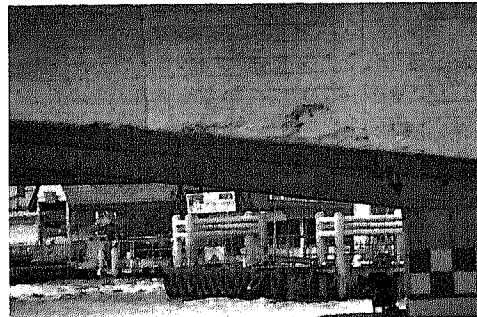


図2.3.2: 船舶衝突による接触痕
(Phra Pokklao橋中央径間)

また、違反者の実態について DRR 維持管理部にヒアリングした内容を以下に示す。
(2010 年 12 月 1 日)

<過積載車両の対策について>

一部では法定荷重を超えた過積載車が通行していることを把握している。これに対する対策と現状は以下のとおりである。

- 車両の高さ制限を設けて一定の高さ以上の車両に通行させない方法も検討したが、この方法ではバスの運行に支障となり実行が困難である。
- 車の重量を測定し違反車両については検挙することも考えたが、橋梁の周辺に車の重量を測定する機器の設置スペースが確保できない。
- 荷重制限が緩やかな迂回ルートの使用を徹底させたいが、現実的に困難である。

<船舶の高さ制限について>

航路限界は幅 60 m、水面上 5.5 m である。通常、船舶は中央部を航行する。

鋼トラス 3 橋の下弦材、下横構への船舶の衝突については、船舶が空荷になった際に船舶に備えられている船高さを下げる装置を使用せずに通行することが挙げられる。

第3章

チャオプラヤ川架橋の 点検調査と評価

第3章 チャオプラヤ川架橋の点検調査と評価

3.1 点検作業・評価マニュアルの作成

3.1.1 概要

一般に維持管理の体系においては、目的や段階に応じて各種点検・調査が行われるが、呼び方は様々である。本マニュアルにおいては、以下の「通常点検」「定期点検」「異常時点検」「詳細調査」などの点検・調査をそれぞれ以下のように表現した。

- 通常点検 : 走行する車両や徒歩で点検員が目視により、構造物の損傷の状況、落下物の有無、不法占拠、付属物等の盗難を日常的に点検する。
- 定期点検 : 維持管理を効率的に行うために必要な記録を得ることを目的に行う維持管理上最も重要な点検で、目視を基本として橋梁の損傷状況を把握するとともに損傷の評価も行う。
- 異常時点検 : 地震、台風、集中豪雨等の災害や大きな事故が発生した場合、橋梁に構造安定上致命的な損傷が生じているかどうかを確認するための点検
- 詳細調査 : 補修等の必要性の判定や補修等の方法を決定するに際して、損傷原因の推定や損傷の程度をより詳細に把握するために実施する調査をいう。

現在、DRR では維持管理として、「通常保守(Routine maintenance)」「定期保守(Periodic maintenance)」「特定保守(Special maintenance)」「橋梁周囲風景の維持」が実施されている。このうち、「通常保守」と「特定保守」では上記の通常点検、異常時点検、詳細調査に相当する点検が行われている。しかしながら、「定期保守」については、伸縮装置交換、車線塗り直し、舗装再敷設、鋼材再塗装、橋脚周辺水深点検等の補修・調査のインターバルが定められているが、構造物の点検が数年間隔で行われているわけではない(いわゆる定期点検とは異なる)。

DRR ではこれまで、各部署(道路維持管理部、橋梁建設部、試験・研究開発部)が第2章表 2.2.2 のマニュアル類を作成している。

これらは必要に応じてその都度大学や現地コンサルタントと共同して作成したものであり、損傷評価方法等について各々整合性も図られていない状況にある。

またこれに加え、7000 橋以上にも及ぶ DRR 管理橋梁の維持管理費用の問題、それに伴い十分な数の点検者の配置と教育が行えない状況にあること、さらには点検者ごとの結果にバラつきが大きい実情などが DRR の解決すべき課題であることがわかった。

本調査では、DDR が所管するチャオプラヤ川橋梁群について、上記問題点を克服できるような橋梁点検作業・評価マニュアルの提案を行うこととした。作成にあたっては、日本の国土交通省の「橋梁定期点検要領(案)平成 16 年 3 月」を参考にしながら、我が国での同様の問題点に対する知見や経験も考慮した。

なお、3.1.2 では点検作業を行う前に作成した「点検作業・評価マニュアル(ドラフト)」の作成の経緯、現地調査・点検等で得られた意見、知見等について述べる。3.1.3 ではそれらを反映させた最終的なマニュアルについて概要を述べる。

3.1.2 点検作業・評価マニュアルの作成

日本では、国土交通省により直轄国道に対して「橋梁定期点検要領(案) 平成 16 年 3 月」が策定され、現在も運用されている。

これに合わせて、地方公共団体管理の道路を含むネットワーク全体を一定程度の水準で管理していくために、国土交通省では地方公共団体の道路橋を対象として、長寿命化修繕計画の策定に関する補助制度を実施した。

しかしながら、この制度を導入するにあたりアンケート調査を行った結果、市町村の約 8 割において、予算・技術的制約から橋梁の定期点検が実施されていないという現実が明らかになり、長寿命化修繕計画を検討するためのデータを収集する上で困難に直面することとなった。

そこで、国土交通省国土技術政策総合研究所では、直轄国道の橋梁定期点検データの分析を行った。例えば、鋼桁の腐食、床版ひびわれ、漏水・遊離石灰などは、桁端部で損傷程度が相対的に悪くなる傾向が見られることが明らかになっている。また、端部のみ損傷評価を実施した場合に損傷を見逃してしまうリスク率は非常に低いという結果も得られている。

これらの分析結果を踏まえ、まず一般的道路橋に対して主部材の損傷発生頻度が高い箇所や、劣化が先行的に進行する箇所を抽出し、次にそれらを優先的に調査することでリスクを抑えつつ、危険な状態の橋梁を効率的に見つけることを意図した着目部位・部材の選定を行い、「道路橋に関する基礎データ収集要領(案) 平成 19 年 4 月」(以下、「データ収集要領(案)」と記す)を策定した。

この地方公共団体の置かれている状況は、前述の DRR が現在抱えている問題と全く同質のものであり、その解決策は本マニュアル作成においても有効と判断されるため、「データ収集要領(案)」を基本に検討を行った。

(1) 点検項目の整理

「橋梁定期点検要領(案)」では点検項目として 26 損傷を対象としているのに対し、「データ収集要領(案)」は 12 損傷に集約することで点検費用の経済化を図っている。後者は橋梁の損傷状態の把握に対しては十分であるが、長期維持管理計画においてライフサイクルコストを算出するにはいくつかの項目が不足している。また、斜張橋は対象としていない。

そこで、本マニュアルでは後者を基本とするが、12 損傷に加え、舗装の異常・防護柵の変状・伸縮装置の異常の 3 項目を追加することで、長期維持管理計画に対応できるようにした。また、チャオプラヤ橋梁群には斜張橋が含まれていることから、ケーブルの損傷も追加し、全 16 項目として点検前に準備した(表 3.1.1)。

なお、今回のレポート提出に際しては、橋梁点検を通じて得られた知見(3.1.2(5)参照)も考慮し、鋼部材の点検項目に「変形・欠損」も加えて、最終的に全 17 項目とした。

(2) 点検作業および点検結果の評価方法の整理

1) 点検作業

点検作業については「データ収集要領(案)」を基本とした。なお、近年の光学機器の発達も考慮して、近接目視が困難な箇所に対して、それと同等の点検結果を得るべく、高性能機器等などの補足手段の使用の余地も追記した。

- 目視によることを基本とする。なお、橋梁の構造や架橋位置、表面性状など検査部位の条件によってはここに示す方法によることが困難な場合があるため、必要に応じて高性能機器等を用いることもある。
- 桁端部や支承部およびその近傍の部材は、直近の橋台や橋脚からできるだけ近接して調査する。
- 近接が困難な調査箇所等は、遠望目視と周辺の部材等の状況から推定する。調査は単純桁、連続桁にかかわらず、1 径間ごとに実施し評価するものとする。

2) 点検結果の評価方法

DRR では点検者に十分に教育が行えず、さらには点検者ごとの結果にバラつきが大きいという問題がある。日本の地方公共団体においても、状況は同様であり、「データ収集要領(案)」では、各損傷の評価区分に写真事例とコメントを併記するなど配慮されている。また、評価区分については、「データ収集要領(案)」では、「橋梁定期点検要領(案)」との整合性を保ちながら、一部の損傷について「有」、「無」に簡略化されている。これについては、本マニュアルのドラフトの段階ではまず、「データ収集要領(案)」を基本に実際に点検を行ってみることとし、現状にそぐわないと判断される事項については、その後修正を加えることとした。

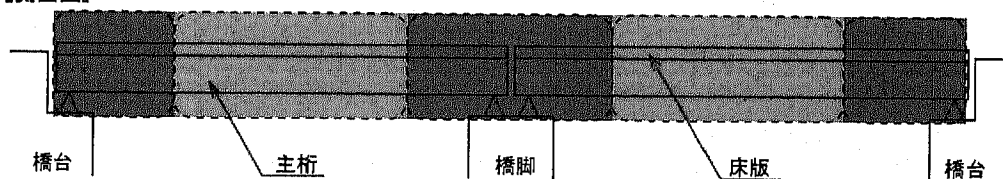
以上、(1),(2)を整理すると表 3.1.1 のようになる。図 3.1.1 に鋼橋において近接して調査する範囲の概念図を示す。

表 3.1.1: 各目視調査の項目と調査箇所[点検前ドラフト]

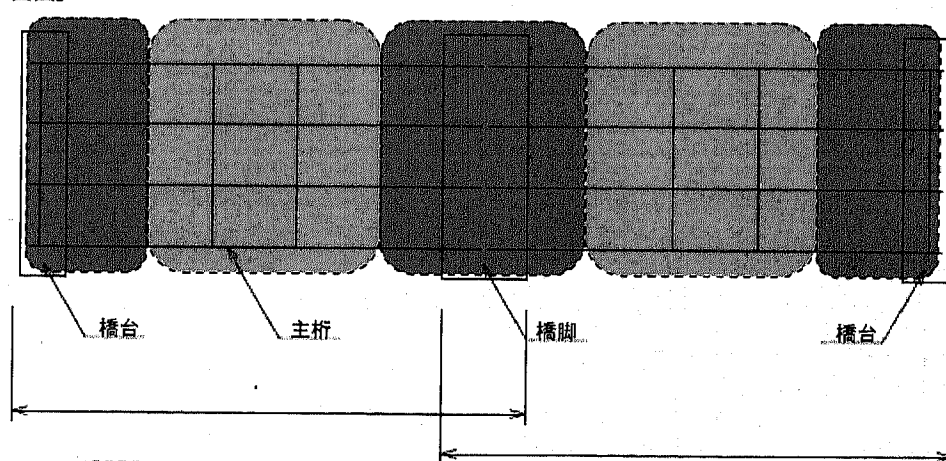
損傷の種類		評価方法	調査箇所	遠望	近接	備考
鋼	(1) 腐食	a-e	桁端部・トラス格点近傍		✓	
	(2) 亀裂	有・無	桁端部・トラス格点近傍		✓	
	(3) ボルトの脱落	有・無	全体	✓		
	(4) 破断	有・無	全体	✓		
コンクリート	(5) ひび割れ・漏水・遊離石灰	a-e	全体		✓	
	(6) 鉄筋露出	有・無	全体	✓		
	(7) 抜け落ち	有・無	全体	✓		
	(8) 床版ひびわれ	a-e	桁端部*		✓	
	(9) PC 定着部の異常	有・無	全体	✓		
その他	(10) 路面の凹凸	有・無	全体		✓	
	(11) 支承の機能障害	有・無	全体		✓	
	(12) 下部工の変状	有・無	全体	✓		沈下・移動・傾斜・洗掘
	(13) 舗装の異常	有・無	全体		✓	
	(14) 防護柵の変状	有・無	全体		✓	
	(15) 伸縮装置の異常	有・無	全体		✓	
	(16) ケーブルの異常	有・無	全体	✓		

* 足場等の設置をせずに、橋台・橋脚等から近接して確認できる範囲。端部2パネル程度確認することが望ましい。

[側面図]



[平面図]



原則として近接して調査する範囲 概略を遠望で調査しても良い範囲

図 3.1.1: 鋼橋における近接して調査する範囲の概念

(3) 点検記録フォーム

点検記録フォームとして、橋梁諸元に関する調書(表 3.1.2)、損傷調査結果一覧表(表 3.1.3)を用意した。

表 3.1.2 点検記録フォーム(橋梁諸元)[点検前ドラフト]

橋梁諸元と総合検査結果										
橋梁名				路線名				管轄		
所在地	自		距離標	自						
	至			至						
供用開始日				活荷重				適用示方書		
橋長	m			総径間数	径間					
上部構造形式				下部構造形式				基礎形式		
交通条件	調査年							大型車混入率		
	交通量							基礎形式		
幅員	全幅員	m	地覆幅	歩道幅	車道幅/車線	車道幅/車線	歩道幅	地覆幅	中央帯	
	有効幅員	m	m	m	m	m	m	m	m	
海岸線からの距離				緊急輸送路の指定				優先確保ルート	の指定	
路下条件										

全体図	
-----	--

径間別一般図	
--------	--

第3章 チャオプラヤ川架橋の点検調査と評価

表 3.1.3 点検記録フォーム(損傷調査結果)[点検前ドラフト]

調査結果		径間番号		鋼部材の損傷				コンクリート部材の損傷					その他					備考
		腐食	亀裂	ボルトの脱落	破断	ひびわれ・漏水・遊離石灰 (番号)	鉄筋露出	抜け落ち	床版ひびわれ	P C 定着部の異常	路面の凹凸	支承の機能障害	下部工の変状	舗装の異常	防護柵の変状	伸縮装置の異常		
主桁	01																	
	02																	
	⋮																	
縦桁	01																	
	02																	
	⋮																	
横桁	01																	
	02																	
	03																	
対傾構	01																	
	02																	
	03																	
横構	01																	
	02																	
	⋮																	
床版	01																	
	02																	
	⋮																	
下部工	01																	
	02																	
	⋮																	
支承	101																	
	102																	
	⋮																	
	201																	
	202																	
路面 舗装	⋮																	
防護柵 高欄	01																	
	02																	
	03																	
	04																	
	⋮																	
伸縮装置	01																	
	02																	
	⋮																	
その他																		

(4) DRR からのコメントおよび対応

点検作業を行う前に作成した「点検作業・評価マニュアル(ドラフト)」について、DRR からコメントが得られた。コメント内容ならびにその対応について整理すると以下のようになる。

1) 用語の定義の追記

特に理解が曖昧になりがちな目視の距離(近接目視など)の定義について記述を求められたため、追記することにした。

2) 点検頻度、点検体制に関する諸外国の運用例の紹介と推奨案の記述

点検頻度や点検体制は基本的に運用者である DRR 側で決定する事項であるが、判断材料として諸外国の運用例を報告書に示すとともに、マニュアルには推奨案を示して欲しいとの要望があったため、表記を改めることにした。諸外国における運用例を以下に示しておく。予算的にも厳しい DRR の現状を考えて、まずは 1 回/5 年で試行することを推奨した。

- 日本(国) : 1 回 / 5 年、橋梁および点検に関する実務経験等のある者
- 米国(連邦) : 1 回 / 2 年、連邦認定の研修修了者
- ドイツ(州) : 1 回 / 6 年、州道路局の技術者およびコンサルタント
- フランス(国) : 1 回 / 3 年、工事事務所・地方設備局構造物管理室技術者
1 回 / 6 年、上記が計画、地方土木研究所技術者が実施
- 英国(国) : 1 回 / 6 年[条件による]、管理エージェント

3) 各損傷についての記述

各損傷について文章での記述を求められたため、一般的性状・損傷の特徴について追記することにした。また、他の損傷との関係についても追記することにした。

4) 判定が容易に行える損傷写真事例の採用

損傷評価区分の写真事例が小さく見づらいという指摘を受け、出来る限り大きくすることにした。また、事例自体についてもチャオプラヤ 12 橋や地方橋梁の事例なども出来るだけ活用して写真を充実させて欲しいとの要望があった。本体に多くの写真を入れるとマニュアルが使いにくくなるため、別途写真集を作成することとした。

5) 損傷評価区分の統一

「データ収集要領(案)」に従い、一部の損傷に対して損傷評価区分を「有」、「無」としていた。これらは長期維持管理計画において、さらに細分化し、対策区分判定に利用していたが、この過程がわかりにくいという指摘を受けた。これに対しては、予め損傷評価の段階で全損傷について細分化した評価区分(a-e)で統一しておくことにした。

6) 下部工の変状に関する追記

タイの橋梁では、橋脚部での洗掘や橋台部での侵食が非常に大きな問題となっており、特に地方橋梁ではより深刻な状況である。このような理由から、これらの記述を増やして欲しいとの要望があったため、追記することとした。

7) 調書に関する追記事項

点検結果の調書記録方法について、迷うことなく記入できるように、より具体的な解説を求められたため、点検結果の記入要領を追記することとした。

また、記録日・座標(UTM: Universal Transverse Mercator)の項目の追記、ならびに損傷写真用様式の追加も求められたため、これらを追記することとした。

(5) 橋梁点検を通じて得られた知見に基づく修正

本調査期間中、点検作業を通じて得られた知見のなかで点検作業・評価マニュアルに記載すべき事項として 1) 鋼部材の点検項目(変形・欠損)、2) 船舶を使用した点検、3) 橋脚基部の変状に着目した点検を追加することとした。

1) 鋼部材の点検項目(変形・欠損)

「データ収集要領(案)」では部材の変形・欠損という項目は省略されている。通常、長期維持管理計画では経年劣化に着目して損傷を捉えており、部材の変形・欠損に至る前に腐食や亀裂など他の損傷の進行が顕著に表れると考えられる。これらを省略したのは、このような理由によるものと考えられる。しかしながら、Memorial 橋、Krung Thep 橋、Krung Thon 橋の場合、船舶・車両の衝突による変形・欠損が予想以上に深刻であることが実際の点検で判明した。これらの損傷は本来定期的な維持管理ではなく、法的対処などにより一度に解決すべきであるが、現時点ではうまく機能していないと考えられるため、当面は定期点検で確認すべき項目として追記することにした。

2) 船舶を使用した点検

DRR が現在実施している月 2 回の橋梁点検では橋梁上及び両岸からの目視検査によっている。しかし、本点検作業によって Krung Thep の跳ね橋部の合成床版(鋼板)に疲労クラックと考えられる亀裂が発見された。特に鋼トラス橋では、下横構により、横桁、縦桁、床版の状況を陸上から観察できない。このような場合、定期点検においては船舶を利用して点検することを追記することにした。

3) 橋脚基部の変状に着目した点検

バンコク市内は、現在も地盤沈下が進行している。本点検作業によって Rama 5 世橋(トンブリ側)の橋脚周辺において均一な地盤沈下ではなく、橋脚の特定の辺だけ沈下し、同時に橋脚の傾きが確認された。このことに気づくためには橋脚周辺に敷かれたインターブロックの変状を観察すればよい。そこで、定期点検においては、橋脚周辺の地盤の変状について注意することを追記することにした。