

運輸省地方道路開発局
タイ王国

「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

最終報告書
和文要約

平成 22 年 1 月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社
株式会社 長大

運輸省地方道路開発局
タイ王国

「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

最終報告書
和文要約

平成 22 年 1 月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

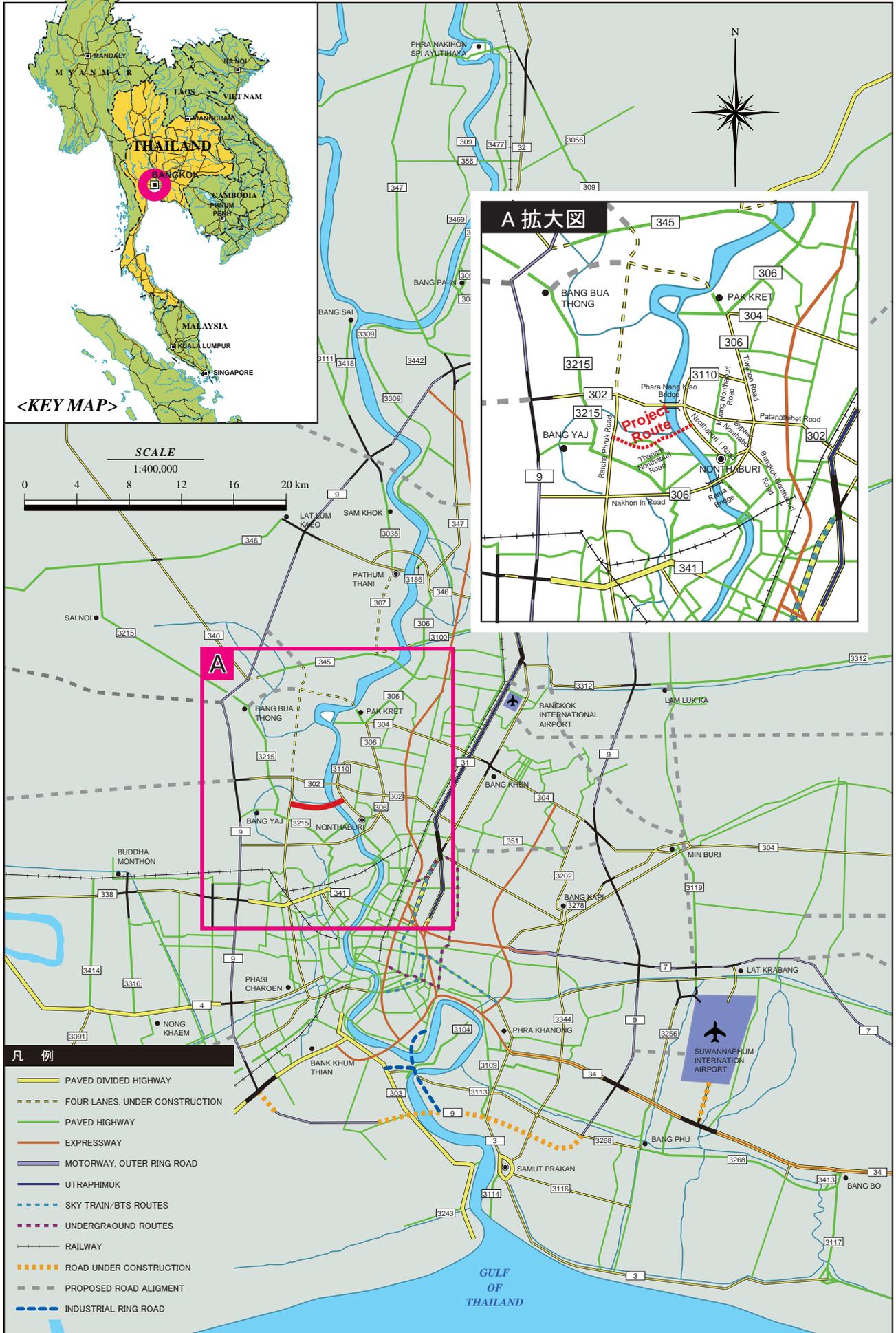
日本工営株式会社
株式会社 長大

交換レート

本調査では、下記に示す交換レートを使用した。

(1) タイバーツ vs. US ドル
US ドル 1 = タイバーツ 34.5

(2) タイバーツ vs. 日本円
タイバーツ 1 = 日本円 2.75



調査対象地域位置図

「ノンタブリ地区チャオプラヤ河架橋事業」に係る協力準備調査

最終報告書

要約

目 次

調査位置図

目次

略語集

要旨

第1章 序章.....	S-1
1.1 調査の背景.....	S-1
1.2 調査の目的.....	S-3
1.3 調査対象地域.....	S-4
第2章 本事業の必要性と背景.....	S-5
2.1 バンコク首都圏における道路・橋梁セクターの現状と課題.....	S-5
2.2 バンコク首都圏における道路・橋梁セクターの政策・計画.....	S-7
2.3 交通需要予測のレビュー.....	S-11
2.4 チャオプラヤ川既存橋梁整備による定性的・定量的効果の確認.....	S-15
2.5 本事業を踏まえた地域開発計画の検討.....	S-26
第3章 事業概要.....	S-33
3.1 事業の目的.....	S-33
3.2 事業概要.....	S-33
3.3 事業費および財源調達計画.....	S-34
第4章 事業実施体制および運営・維持管理体制.....	S-39
4.1 実施機関.....	S-39
4.2 運営・維持管理体制.....	S-40
第5章 事業評価.....	S-43
5.1 定量的効果.....	S-43
5.2 定性的効果.....	S-44
5.3 運用・効果指標.....	S-44
第6章 環境社会配慮確認.....	S-45
6.1 EIA のレビュー.....	S-45
6.2 土地取得状況と住民移転の確認.....	S-49
第7章 チャオプラヤ川既設橋梁に対する橋梁補修・補強調査.....	S-50

7.1	ODA で整備された橋梁の予備調査.....	S-50
7.2	予備調査結果.....	S-50
第 8 章	我が国の技術支援に係る提案.....	S-53
8.1	事業実施中の技術支援の提案.....	S-53
8.2	我が国の援助で完成したチャオプラヤ川架橋に対する長期的維持管理プログラム作成に係る技術支援.....	S-53
8.3	DOH の橋梁維持管理システム構築に係る技術支援.....	S-54
第 9 章	結論と提言.....	S-57
9.1	バンコク首都圏の都市構造及び交通網と本事業の有効性.....	S-57
9.2	本事業の内容の妥当性の確認.....	S-57
9.3	我が国の援助した既設のチャオプラヤ川架橋の維持管理状況調査.....	S-58
9.4	今後の我が国からの技術支援への提言.....	S-59

図リスト

図 1.1.1	バンコク首都圏	S-1
図 1.1.2	チャオプラヤ川架橋群及び本事業の架橋地点.....	S-2
図 1.1.3	本事業「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業」の概要図.....	S-3
図 1.3.1	調査対象地域	S-4
図 2.2.1	DRR の道路延伸構想	S-8
図 2.2.2	バンコク首都圏の将来像	S-10
図 2.3.1	実測交通量と配分交通量（モデル値）との比較.....	S-12
図 2.3.2	調査地点位置図	S-13
図 2.3.3	調査ルート位置図	S-15
図 2.4.1	バンコクにおける都市の拡大 (1/2)（1900 年～1958 年）	S-17
図 2.4.2	バンコクにおける都市の拡大 (2/2)（1968 年～2004 年）	S-18
図 2.4.3	本事業（左）及び既存橋梁（右）に対する集計結果.....	S-24
図 2.4.4	地区別の効果の調査結果	S-25
図 2.5.1	ノンタブリ県のコンプリヘンシブプラン（1990 年および 2005 年）	S-27
図 2.5.2	ノンタブリ県の地区区分	S-27
図 2.5.3	ノンタブリ県の地区別の人口及び面積の割合.....	S-28
図 2.5.4	ノンタブリ県及び BMA の地域構造と制約要因	S-29
図 2.5.5	ノンタブリ県の今後の都市構造	S-31
図 2.5.6	ノンタブリ県の土地利用計画（案）	S-32
図 3.2.1	本事業の計画図	S-33
図 4.1.1	DRR 組織図.....	S-39
図 4.1.2	プロジェクト建設時実施体制	S-40

表リスト

表 2.1.1	チャオプラヤ川に架かる橋梁の概要	S-6
表 2.1.2	都市間高速道路事業計画	S-6
表 2.2.1	本架橋計画と地域計画の整合性	S-11
表 2.3.1	FS の需要予測結果(午前ピーク時、バンコク方向、PCU/時).....	S-12
表 2.3.2	F/S 調査による交通量との比較(朝ピーク 7:00-8:00).....	S-14
表 2.3.3	F/S 調査との混雑度の比較(朝ピーク 7:00-8:00).....	S-14
表 2.3.4	走行速度調査結果一覧	S-15
表 2.4.1	バンコク首都圏の架橋時期	S-16
表 2.4.2	チャオプラヤ川既存橋梁の混雑度推移 (1/3).....	S-19
表 2.4.3	チャオプラヤ川既存橋梁の混雑度推移 (2/3).....	S-20
表 2.4.4	チャオプラヤ川既存橋梁の混雑度推移 (3/3).....	S-20
表 2.4.5	チャオプラヤ川既存橋梁の経済評価	S-21
表 2.4.6	チャオプラヤ川周辺地域の人口の推移 ('000).....	S-22
表 2.4.7	チャオプラヤ川周辺地域の雇用者数の推移 ('000).....	S-22
表 2.4.8	チャオプラヤ川周辺地域の住宅数の推移 ('000).....	S-22
表 2.4.9	チャオプラヤ川周辺地域の企業数の推移.....	S-23
表 2.4.10	事業者インタビュー調査の質問項目	S-23
表 2.5.1	ノンタブリ県の地区別の人口フレーム (想定案)	S-30
表 3.3.1	海外からの調達資材	S-36
表 3.3.2	主橋梁の追加工事費	S-37
表 3.3.3	品質・安全及び維持管理を考慮すると設計変更を必要とする項目.....	S-37
表 3.3.4	今後の最速工程	S-38
表 3.3.5	全体工程	S-38
表 5.1.1	混雑度の変化(ノンタブリ県 - バンコク方向、午前ピーク時).....	S-43
表 5.1.2	基本ケース	S-43
表 5.1.3	感度分析	S-43
表 5.3.1	運用指標 (Operation Indicator)	S-44
表 5.3.2	効果指標 (Effect Indicators).....	S-44
表 5.3.3	効果指標 (Effect Indicators).....	S-44
表 6.1.1	水質調査結果の比較	S-46
表 6.1.2	大気質測定結果の比較	S-47
表 6.1.3	騒音調査結果 (単位: dB(A))	S-48
表 7.1.1	チャオプラヤ川に架かる橋梁リスト	S-50

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)
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome
ARD	Office of Accelerated Rural Development (地方振興開発事務所)
B/C	Benefit / Cost Ratio (費用便益比)
BMA	Bangkok Metropolitan Administration (バンコク都)
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)
EIRR	Economic Internal Rate of Return (経済的内部収益率)
E/N	Exchange of Notes (交換公文)
EXAT	Expressway Authority of Thailand (タイ高速道路公団)
F/S	Feasibility Study (フイ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
Hgc	Height at Center
Hgs	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)
Lmax	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
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)

要 旨

1. 国名	タイ王国
2. 調査名	「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
3. カウンターパート機関	運輸省(MOT) 地方道路開発局(DRR)
4. 調査の目的	<p>1) 本事業「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業」の必要性及び背景を確認し、タイ国 MOT の DRR が作成している事業スコープ及び事業実施計画等の妥当性を検討し、円借款で支援すべく案件形成を的確に完了する。</p> <p>2) チャオプラヤ川の道路橋 19 箇所を整備効果を確認すると同時に、我が国の ODA で整備されたチャオプラヤ川の 13 橋梁について調査し今後の有効活用のための技術支援策を提案する。</p>
5. 調査対象地域	バンコク首都圏 (BMR)
6. 調査内容	<p>1) 本事業の必要性と背景：バンコク首都圏における道路・橋梁セクターの現状と課題、バンコク首都圏における道路・橋梁セクターの政策・計画、交通需要予測のレビュー、チャオプラヤ川既存橋梁整備による定性的・定量的効果の確認、本事業を踏まえた地域開発計画の検討。</p> <p>2) 事業概要：事業の目的、事業概要、事業費および財源調達計画の確認。</p> <p>3) 事業実施体制および運営・維持管理体制：実施機関、運営・維持管理体制の確認。</p> <p>4) 事業評価：定量的効果、定性的効果、運用・効果指標の確認。</p> <p>5) 環境社会配慮確認：環境社会配慮確認、土地取得状況と住民移転の確認。</p> <p>6) チャオプラヤ川既設橋梁に対する橋梁補修・補強調査：ODA で整備された橋梁の予備調査、予備調査結果。</p> <p>7) 我が国の技術支援に係る提案：事業実施中の技術支援、我が国の援助で完成したチャオプラヤ川架橋に対する長期的維持管理プログラム作成に係る技術支援、DOH の橋梁維持管理システム構築に係る技術支援の 3 プログラムを提案。</p>
7. 主な成果	<p>7-1 バンコク首都圏の都市構造及び交通網と本事業の有効性について</p> <p>1) 本事業「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業 (The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project)」の F/S と D/D の内容について確認し、2009 年 10 月時点のバンコク首都圏の道路交通事情、パープルライン計画、周辺地域の開発動向</p>

をはじめとした最新情報を加味し、本事業の妥当性を検討した。検討の結果、本事業は、第10次国家社会経済計画(NESDB、2007～2011年)の持続可能で住みよい街の目標に合致していることを確認出来た。また、計画中のパープルラインへのアクセスも可能で、バンコク首都圏の道路以外の交通システムとも連携できる優良な計画であることも確認出来た。

- 2) **BMA** コンプリヘンシブプランのバンコク首都圏の将来像の中でノンタブリ県は副都心の一つとして位置付けられており、本事業サイト周辺は確実に発展するものと予想される。本事業による橋梁建設及び従来からのプラナンクラオ橋とラマV世橋、更には既設の南北道路軸を含めた交通ネットワーク機能を考慮して、ノンタブリ県の今後の都市構造マップを作成した結果、チャオプラヤ川西岸への市街地拡大が見込まれ、本事業の重要性が確認出来た。
- 3) チャオプラヤ川にはバンコク首都圏に限っても20橋梁が建設されてきた。過去の橋梁建設と都市化のパターンを調べたところ、橋周辺で都市化が拡大してきている。本事業によるチャオプラヤ川を挟んだ交通容量拡大は、ノンタブリが副都心として機能するために将来的に有意義である。
- 4) 交通調査結果、本事業の事業費及び経済分析結果から、本事業の基本ケースでEIRRが22.0%という結果を得た。また、費用10～20%増加と便益10～20%マイナスに対する感度分析を行った結果、最低でもEIRRは17.3%となることが確認出来た。

7-2 事業の内容の妥当性の確認

- 1) 本事業「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業 (The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project)」のD/D作業の成果であるP/Q図書及び入札図書の内容を確認した。施工業者のP/Q図書及び入札図書はJICAガイドラインを遵守し作成されていることを確認出来た。
- 2) 入札図書のうちの詳細設計図面について重点的に確認した結果、入札図面は基本設計レベルの図面枚数であり、受注業者によって追加的に作成すべき図面枚数が多くなることが判明した。本調査団は、D/D実施中のタイ国コンサルタントに対し、建設費の積算に業者による図面作製費を追加計上すべきこと、入札図書に作成すべき追加的図面があることを明示することを指摘した。D/Dコンサルタントは調査団指摘事項を反映することを約束した。
- 3) D/Dコンサルタントが作成した詳細設計図面について工事中の品質・安全及び将来の維持管理に着目して確認した。大きな問題はないものの、調査団はD/Dコンサルタントに橋梁細部構造と道路幾何構造、インターチェンジの細部について幾つかの改善すべき事項を伝えた。D/Dコンサルタントは、入札図書配布前までに改善することを約束した。
- 4) D/Dコンサルタントが行った積算内容を確認した結果、工事項目の抜け落ち、鋼ケーブル単価の過小見積もり等が判明したことから、本調査団はD/Dコンサルタントにこれらを指摘した。本調査団のタイ国での調査期間内に建設費について修正作業をD/Dコンサ

ルタントはこれら指摘事項に基づいて積算内容の修正を済ませた。

- 5) 施工計画と事業実施計画を確認した結果、概ね妥当であることが確認出来た。実施計画通りに進むと仮定すれば、E/N と L/A 調印が 2010 年 3 月、P/Q と入札を含む施工業者調達・契約締結・L/C 開設が 2011 年 4 月、工事開始が 2011 年 5 月となる。そして、建設工事完了が 30 カ月後の 2013 年 10 月が予定される。
- 6) 本調査団は、DRR の橋梁の維持管理体制、予算、チャオプラヤ川の橋梁の維持管理状況について調査した。DRR は、チャオプラヤ川の橋梁 11 箇所を維持管理しているが、管理状態は良好であることが確認出来た。本事業の橋梁が完成した後についても DRR の維持管理能力から判断して、適切に維持・補修が続けられるものと考えられる。
- 7) 環境・社会配慮の現状について EIA をレビューし、また追加調査を行って現状の環境（水質、大気質、騒音、振動）を確認した。また、2009 年 11 月時点で移転住居 123 世帯のうち 8 世帯がプロジェクトサイトに留まっていることを書類で確認した。DRR は、プロジェクト開始までに 8 世帯が移転することに同意していると回答した。仮に移転が行われない場合は強制収用法の適用となり、全ての移転は工事前に完了すると DRR は考えている。
- 8) 全体として D/D コンサルタントの成果品と DRR の計画は妥当であることを調査団は確認出来た。しかし、タイ国で最初の建設となるエクストラードーズド橋を含む本事業の実施に際しては、我が国からの技術支援を活用し、品質・安全を十分確保して行く必要がある。

7-3 我が国の援助した既設のチャオプラヤ川架橋の維持管理状況調査

- 1) 本調査団は本事業の調査に加えて、バンコク首都圏のチャオプラヤ川にある 20 橋梁のうち我が国が援助した DRR 管理の 11 橋、DOH 管理の 3 橋、EXAT 管理の 1 橋に対して目視調査を行った。
- 2) DRR の管理する 11 橋と EXAT 管理の 1 橋は十分維持管理が行われていることが確認出来た。
- 3) DOH の管理する 3 橋梁のうちノンタブリ橋（鋼トラス）の損傷が著しいこと、及びプランクラオ橋（PC 箱桁）の中央ヒンジが損傷を受けている可能性があることが判明した。このことから DOH のチャオプラヤ川橋梁の維持管理に係る我が国からの技術支援が必要であると考えられる。
- 4) DRR の橋梁は維持管理が十分行われているが、DRR は今後も可能な限りこれらの既設橋梁を使用し続ける意向を持っている。そして、将来的に DRR が経験したことのない補強工事や補修工事が必要となると考えられる。このことから、DRR の管理する 11 橋の橋梁毎に詳細調査を行い、将来の補強・補修工事を含めた維持管理プログラムを我が国からの技術支援のもとで作成することが望まれる。

8 結論と提言

- 1) DRR の本事業「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業」は、タイ国で最初のエクストラロード橋の建設を含むものである。この形式の橋梁は我が国の技術開発努力により建設されるようになった事実がある。一方、橋梁の D/D はタイ国内コンサルタントが実施したもので、作成された図面は基本設計レベルであり建設中に設計変更が頻発する可能性が高く、また施工監理コンサルタントもタイ国内コンサルタントが携わることが予定されている。エクストラロード橋の建設実績の無いタイ国での橋梁工事の品質と安全確保し、我が国からの円借款事業を遺漏無く進める上で JICA コンサルタント・チームが工事中に各種確認作業を行う技術支援が有効である。
- 2) バンコク首都圏のチャオプラヤ川には 20 箇所橋梁が建設されている。その 75%に相当する 15 橋は我が国の援助で建設されたもので、バンコク首都圏の最も重要な交通インフラの一つであり、日・タイ友好関係の象徴でもある。これらの橋梁は将来も利用され続けるものであり、適切な維持管理が重要である。

現在、DRR が 11 橋、DOH が 3 橋、EXAT が 1 橋の維持管理を行っている。本調査団による目視検査の結果、DRR と EXAT の維持管理する橋梁は適切な維持管理が継続されており緊急の補修の必要性は認められなかった。しかし、DOH の維持管理する橋梁のうち 2 橋梁では、部分的な損傷が見ついている。

DRR の維持管理する 11 橋は、鋼トラス橋、鋼プレートガーダーの跳開橋、PC 箱桁橋、鋼斜張橋と様々であり、橋梁毎に維持補修内容が異なってくる。現状の橋梁の維持管理状態は良好であるものの、DRR が経験したことのない維持補修の必要性を今のうちから把握し、将来の個別的維持管理プログラムを中・長期的観点から作成する必要がある。この中・長期的維持管理プログラムの作成に対して我が国からの技術支援が不可欠である。

DOH の維持管理する 3 橋梁のうち 2 橋梁で部分的な損傷が見ついている。

EXAT の 1 橋（鋼斜張橋）は建設終了直後から綿密なモニタリングとその後の維持補修が適切に行われている上に EXAT の組織と財務体質が健全であることから我が国からの技術支援の必要性は考え難い。

- 3) 本調査団は DRR と DOH の維持管理システムに関して聞き取り調査した。DRR は全国に約 6,000 箇所ある既設橋梁の維持管理データ・ベース(BMS: Bridge Maintenance System)を完成し、次に橋梁の維持管理と新橋建設の優先付けを可能にする総合的システム(BMP: Bridge Master Plan)の構築に着手している。一方、DOH は、20 年前にデンマークの技術支援でデータ・ベース(BMMS: Bridge Maintenance Management System)を試みたが未完成のまま放置した経験を持つ。また、2 年前に世銀の支援で全国の国道にある約 16,000 橋の橋梁維持管理システム構築を目指したが、実現に至らなかった。

本調査団は、チャオプラヤ川の維持管理状態として DOH のものは他の 2 機関のものよりも著しく見劣りすること、全国の国道管理者として橋梁維持管理で最も重責のある機関であることに鑑みて DOH の橋梁アセット・マネジメントを行うための技術支援が必須

であると判断した。その第一歩として、先ず橋梁維持管理のためのデータ・ベース構築と約 16,000 橋のうちの概ね 1,000 橋の橋梁健全度調査の方法と補強・補修の優先順位付け、補強・補修工事の計画立案に至るまでの技術移転のために我が国からの技術支援が必要であると認識した。我が国は、円借款事業として DOH に多数のプロジェクトを支援してきたことから、この橋梁維持管理分野での技術支援は、我が国のタイ国に対する ODA 事業としても喫緊の課題である。

第1章 序章

1.1 調査の背景

(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、2008 年時点の登録人口は約 1,007 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、近年の人口増加率は約 1.5%である。タイ国内で人口密度の第 1 位はバンコク都(4 千人/km²超)、ノンタブリ県が第 2 位(約千 7 百人/km²)そしてパトゥムタニ県が第 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。

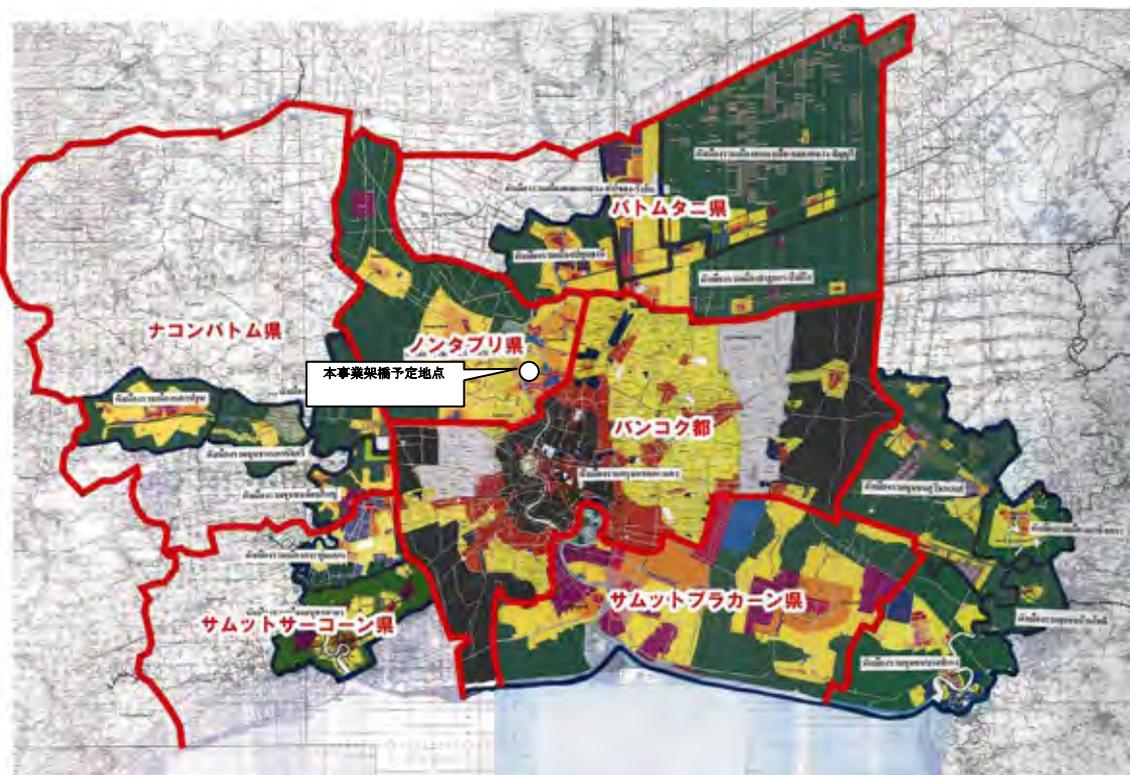


図 1.1.1 バンコク首都圏

バンコク首都圏の幹線道路・橋梁の整備と維持管理を運輸省(MOT)の地方道路開発局(DRR)及び道路局(DOH)、タイ道路公社(EXAT)、バンコク都(BMA)が実施している。

本架橋事業は、ノンタブリ県に位置し、DRR が実施機関である。

(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現在 20 箇所(産業環状道路の北橋梁と南橋梁を合わせて 1 橋とした)で架橋されている。

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跳開橋と鋼トラスからなる同一形式の橋梁を建設し

たことに始まる。そして1971年に第1次円借款から今日まで我が国のODAとし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)。殊に、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歴史がある。しかしながら、既存の架橋地点の多くは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。そして現在、DRRがノンタブリ県で1箇所(当該建設事業)、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。

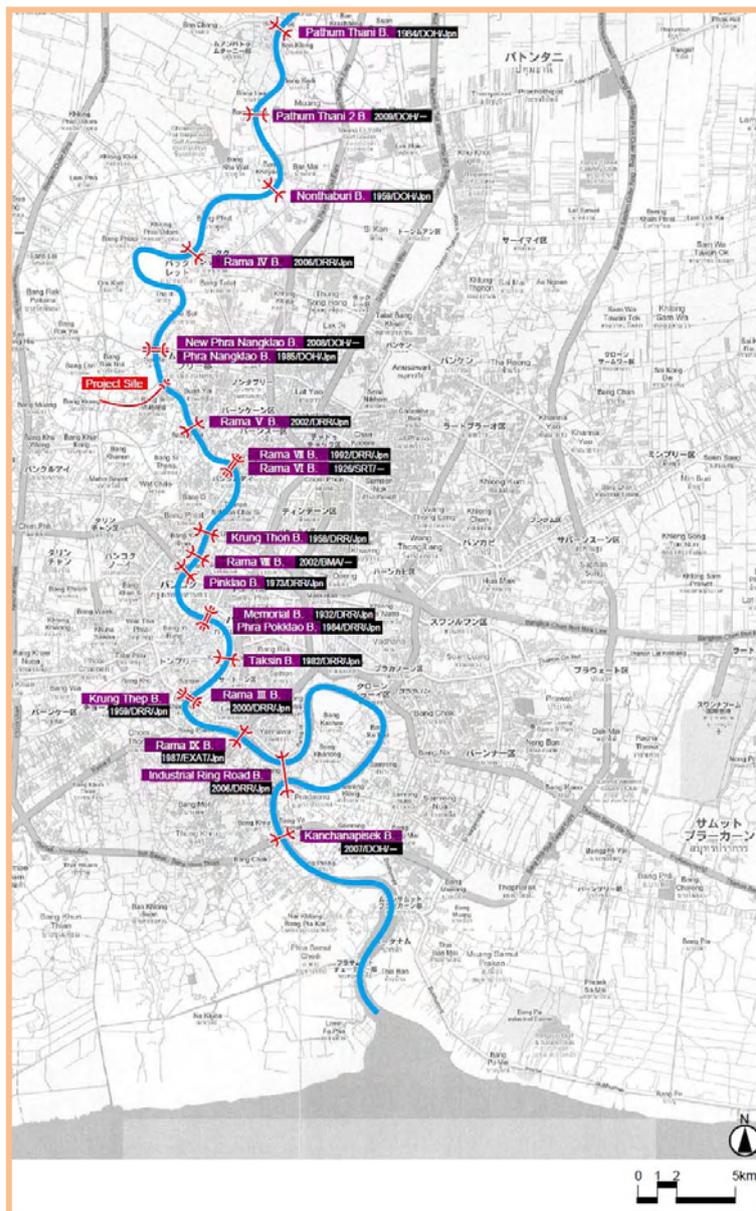


図 1.1.2 チャオプラヤ川架橋群及び本事業の架橋地点

(3) 「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業」

本事業「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業 (The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project)」は、タイ国で人口密度第1位のバンコク都の北側に接する同第2位のノンタブリ県に計画されている。この計画は交通渋滞の激しいチャオプラヤ川東岸と潜在的経済発展が期待されているチャオプラヤ川西岸の直接的な渡河手段を確保し、特に朝夕のピーク時における深刻な交通渋滞の緩和をはかるものである。

本事業は、タイ国 MOT の DRR が実施機関である。現在、タイ側では自己資金により本事業の F/S 及び D/D をタイ国内コンサルタントに委託し、既に F/S 報告書作成を完了し、入札書類も作成済みである。

本事業は、橋長 460m 往復 6 車線のエクストラードーズド橋を含む全長 4.3km 往復 6 車線

の道路、インターチェンジ2箇所（左岸側始点部ノンタブリ通り1、右岸側終点部ラチャ・プルック道路）、フライオーバー1箇所の施設建設で構成されている。概要を図 1.1.3 に示す。

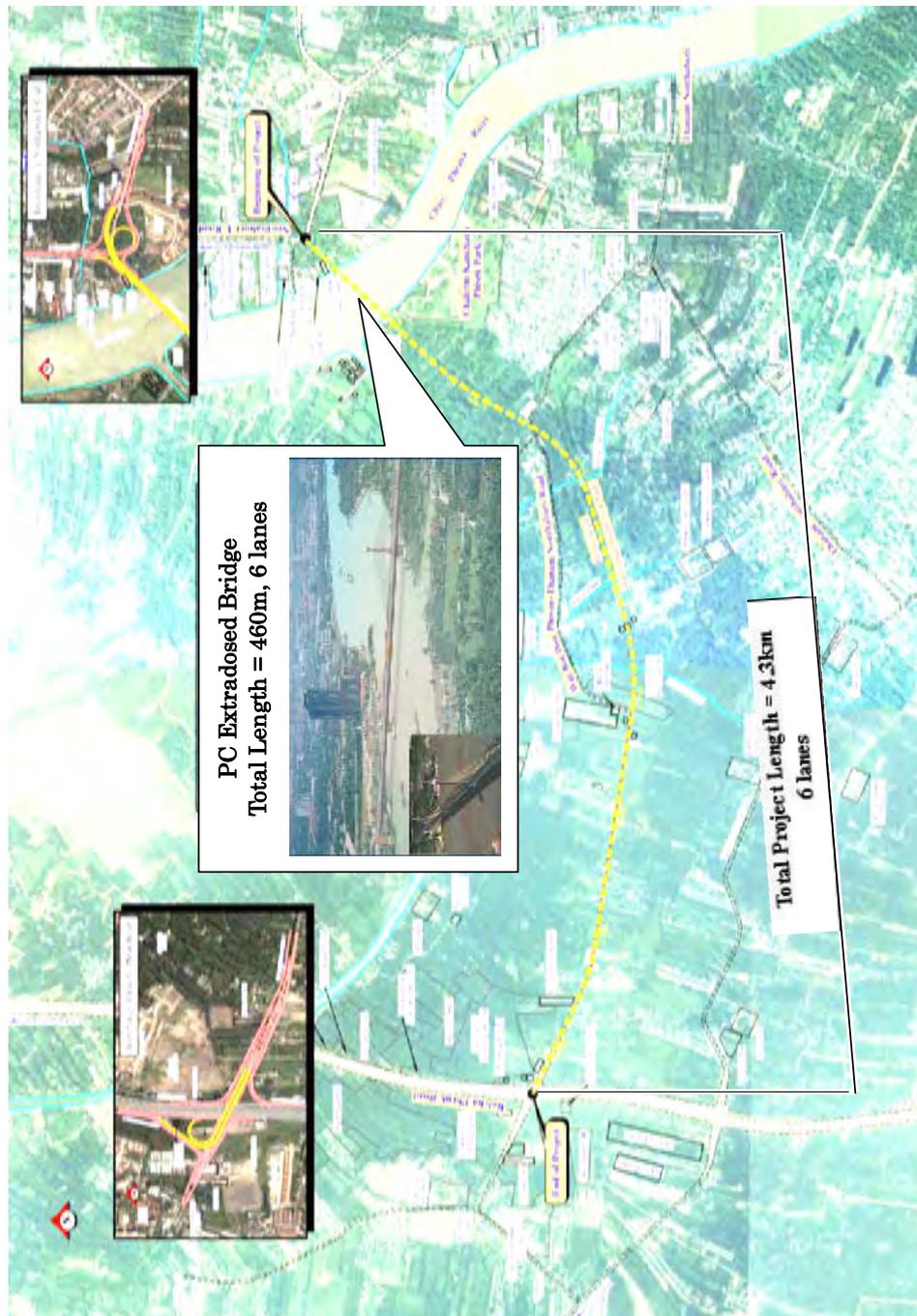


図 1.1.3 本事業「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業」の概要図

1.2 調査の目的

- 1) 本事業「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業」の必要性及び背景を確認し、タイ国 MOT の DRR が作成している事業スコープ及び事業実施計画等の妥当性を検討し、円借款で支援すべく案件形成を的確に完了すること。本事業では我が国の得意

技術分野であるエクストラードード橋が採用されている。本調査の中で D/D のレビューを行い、品質及び安全管理上問題のない事業実施と運営・維持管理に必要な技術支援策を提案する。

- 2) チャオプラヤ川の道路橋 19 箇所の整備効果を確認すると同時に、我が国の ODA で整備されたチャオプラヤ川の 13 橋梁について調査し今後の有効活用のための技術支援策を提案すること。また、我が国の ODA 事業で支援したタイ国 MOT の DOH の管理する国道の橋梁維持管理を効率的に実施するための技術支援を提案すること。

1.3 調査対象地域

広義にはバンコク首都圏を調査対象地域とするが、技術面の調査対象地域はタイ側が D/D を実施しているチャオプラヤ川左岸側のノンタブリ 1 道路のインターチェンジ計画地点から右岸側のラチャ・ブルック道路のインターチェンジ計画地点までの 4.3km 及びその周辺地域とする。

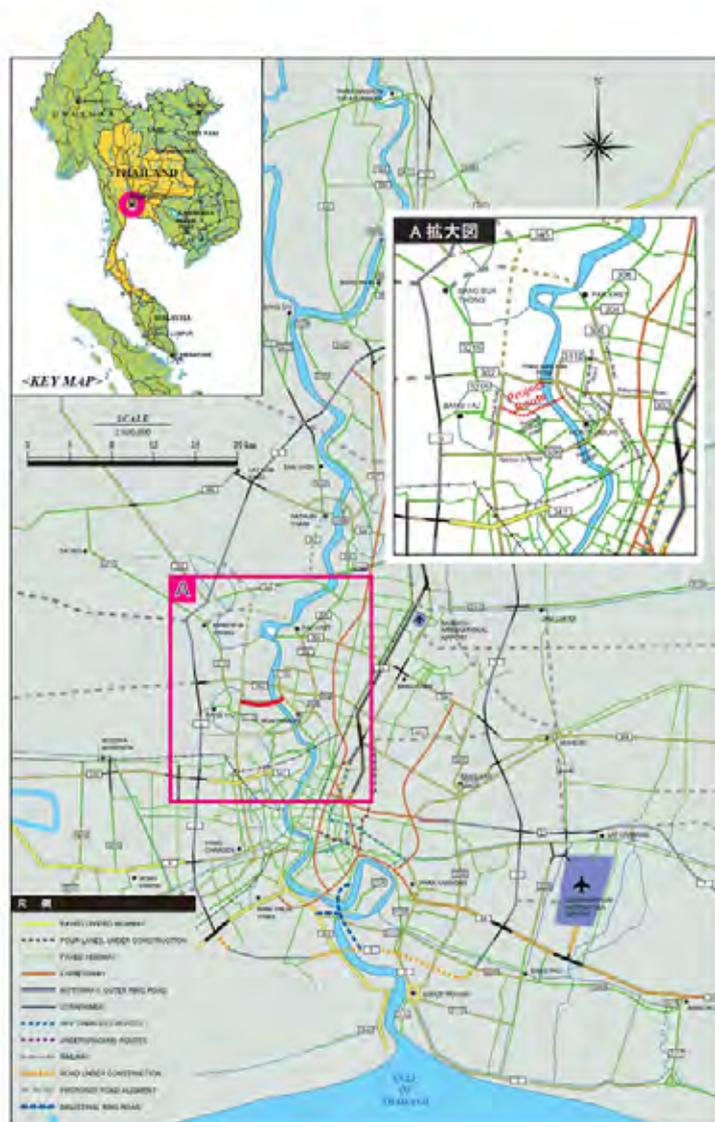


図 1.3.1 調査対象地域

第2章 本事業の必要性と背景

2.1 バンコク首都圏における道路・橋梁セクターの現状と課題

(1) 概況

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(バンコク都で2000年より年平均3.5%で増加)、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。

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。さらに、この道路網形態により、交差点での右左折やUターンが多く生じる結果となり、不経済な車両走行を強いられている。

バンコク首都圏の西側地域については、南北に流下するチャオプラヤ川によりバンコク中心部から分断されており、首都圏を形成する重要な地域としてこれまで表2.1.1に示す19箇所の道路橋により結びつきを強めてきた。しかし、本調査対象プロジェクトの位置するノンタブリ県の渡河断面においては、橋梁間隔約5kmのプラナンクラオ橋とラマV世橋が整備されているのみであり、郊外開発による発生交通量の増加に対し、橋梁間隔が長くチャオプラヤ河渡河断面における容量が不足しており慢性的な渋滞が生じている。したがって、本調査対象プロジェクトは、バンコク首都圏と郊外を連絡する放射道路の一つとして、また橋梁の受持つ交通負荷の適正な分散を図るうえで重要となっている。

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ヵ年計画(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。

運輸省道路局が策定する幹線道路整備に関するローリングプランは、現在第9次計画(2002年～2006年)が実施中であり、i)東海岸の道路網整備、ii)西海岸の道路網整備と南部圏の4車線化、iii)バンコク外環道路(南区間)の整備、iv)北部主要都市間道路の整備、v)東北部主要都市間道路の整備を主な整備対象としている。具体的な都市間高速道路の計画路線は表2.1.2に示す。このうちBMR域内に係る路線はバンヤイ-ナコンパトゥム、ナコンパトゥム-サムット・ソンクラム、ナコンパトゥム-カンチャナブリの3路線である。

バンパイン-サラブリ、サラブリ-ナコン・ラチャシマ、パタヤ-マプタプット、サラブリ-ナコン・ラチャシマ、ナコンパトゥム-カンチャナブリの各区間については、PPP事業のパイロットプロジェクトとしての整備が検討されている。

表 2.1.1 チャオプラヤ川に架かる橋梁の概要

番号	橋梁名	管理機関	供用年	メインスパン(m)	上部構造	橋梁間隔(km)
1	Patum Tani 橋	DOH	1984	73	PC 箱桁	5.6
2	Patum Tani 2 橋	DOH	2009	160	PC 箱桁	4.7
3	Nonthaburi 橋	DOH	1959	64	鋼トラス	6.6
4	Rama 4 世橋	DRR	2006	134	PC 箱桁	10.3(5.6)
5	New Phra Nangklao 橋	DOH	2008	229	PC 箱桁	0
6	Phra Nangklao 橋	DOH	1985	84	PC 箱桁	2.1
7	Rama 5 世橋	DRR	2002	130	PC 箱桁	2.8
8	Rama 7 世橋	DRR	1992	120	PC 箱桁	3.2
9	Rama 6 世橋 (鉄道橋)	SRT	1926	120	鋼トラス	4.3
10	Krung Thon 橋	DRR	1958	64	鋼トラス	0
11	Rama8 世橋	BMA	2002	300	斜張橋	4.3
12	Pinklao 橋	DRR	1973	114	PC 箱桁	1.5
13	Memorial 橋	DRR	1932	78	鋼トラス	1.1
14	Phra Pokklao 橋	DRR	1984	100	PC 箱桁	3.1
15	Taksin 橋	DRR	1982	92	PC 箱桁	0
16	Rama 3 世橋	DRR	2000	226	PC 箱桁	3.1
17	Krung Thep 橋	DRR	1959	64	鋼トラス	0
18	Rama 9 世橋	EXAT	1987	450	斜張橋	4.1
19	Industrial Ring Road 橋 (北)	DRR	2006	326	斜張橋	2.7
	Industrial Ring Road 橋 (南)		2006	398	斜張橋	16.8(1.2)
20	Kanchanapisek 橋	DOH	2007	500	斜張橋	3.3

注)橋梁間隔は河川中心線沿いの距離。ただし、カッコ内は川の蛇行を考慮して橋梁間の直線距離を表記。

表 2.1.2 都市間高速道路事業計画

番号	区間	延長(km)	事業費(百万バーツ)	事業期間
81	Bang Yai – Nakhon Pathom	51	12,200	2006-2008
6	Saraburi – Nakhon Rachasima	156	21,800	2007-2009
7	Pattaya – Map Ta Phut	38	4,100	2007-2009
8	Nakhon Pathom – Samut Songkram	62	16,000	2008-2010
6	Bang Pa In – Saraburi	43	3,800	2008-2010
8	Samut Songkram – Cha Am	72	18,000	2009-2011
81	Nakhon Pathom – Kanchanaburi	47	6,410	2009-2011
5	Bang Pa In – Ang Thong	60	12,000	2009-2011
5	Lampang – Lamphun – Chang Mai	99	27,500	2009-2011
91	Saraburi – Bang Pakopng	150	36,500	2009-2011
合計		778	158,310	2009-2011

出典：運輸省道路局

(2) 道路・橋梁セクターの課題

1) 土地利用計画と調和した体系的な道路整備

バンコク首都圏の道路は、急速な市街地の拡大に対応するため放射道路の整備を優先して進めてきたが、放射道路を有機的に連絡し、通過交通を削減するための環状道路の整備が不十分であり、適正な網間隔での環状道路の整備が不可欠である。

土地利用政策の不備および多くの地域が運河で行き止まる区割りであることから、幹線、補助幹線、街路等がバランスよくネットワークした体系的な道路整備がなされていない。したがって、首都圏全体の道路網を対象に、土地利用計画を踏まえた道路機能の見直しと、道路機能に併せた道路規格による整備が必要である。

2) 都市圏の拡大を支援する道路整備

バンコク首都圏は、チャオプラヤ川の河口東側を中心として東側に都市圏が発達し、更にチャオプラヤ川を挟んだ西側地域に拡大してきている。チャオプラヤ川西側の発展においては、これまでに整備が進められた橋梁による役割が大きく、ノンタブリ地区においては既に開発が進み、ノンタブリ地区から北側に都市化が進行している。一方、チャオプラヤ川の上流地域では架橋間隔が 5km～8km とノンタブリ地区の 2km～3km に比べて広いと、都市化の趨勢を十分に受け入れる基盤整備が整っていない。したがって、都市化のポテンシャルが高い地域における適切な間隔での橋梁整備が望まれる。

3) 交通管理の高度化

バンコク首都圏の主要幹線道路における交通管理は、一方通行、リバーシブルレーン等の交通規制に加え、交差点における信号機の設置や渋滞情報の標示等が実施されているが、有効に機能しているとは言いがたい状況である。また、交通警察による交差点での交通整理も場当たり的に行われている感があり、道路網全体の交通流の最適化を図るには程遠い状況である。したがって、感知式信号の導入による面での信号系統制御や、TDM の促進などの有効な施策を検討し、早期に導入する必要がある。更に、交通警察とバンコク都庁との連携などの、交通管理にかかる組織、制度面での連携が重要である。

2.2 バンコク首都圏における道路・橋梁セクターの政策・計画

(1) バンコク首都圏における道路・橋梁セクターに係る政策および関連計画との整合性

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。2004 年のマスタープランには 75 件のプロジェクトが至急整備すべきものとしてあげられており、本架橋プロジェクトはこの中の優先事業の中の 1 つとして位置付けられており、その実行は DRR にまかされている。

DRR はこの架橋事業がチャオプラヤ川兩岸を結ぶ交通ネットワーク改善のための最優先事業として位置付けており、本道路を東でノンタブリ 1 道路に結び、さらにパープルラインへのフィーダー道路として、またさらなる構想として、レッドラインまで延伸してそのフィーダー道路として機能させることを考えている。西ではラチャブルック道路に取り付くがさらにカンチャナ・ピセク道路に接続し、またさらなる構想としては外環状線に接続させることも考えられている。北においては、ラチャブルック道路を介して南北ラインと東西ライン (ラチャブルック-カンチャナ・ピセク接続道路、東西道路、南北道路) に結ぶ。西側と東側の延伸構想は具体的な整備計画は立てられていないが、北の東西ライ

ンについては準備が進められており、図 2.2.1 に示すようにフェーズ 1 においては DD がほぼ終了し、建設資金の準備をしている。フェーズ 2 についてはまだ構想でしかない。



図 2.2.1 DRR の道路延伸構想

また、このプロジェクトによるバンコク首都圏北部とノンタブリ県の発展はバンコク首都圏とその近辺の圏域の拡大にも寄与するとしている。

(2) 他ドナーの道路橋梁セクターにおける政策と活動のレビュー

1) 世界銀行

主に知恵を出すという形での援助を行っている。WB (IBRD), ADB, French Development Agency, JICA と共同で The Urban Transport Development Partnership (UTDP) を組織しバンコクの交通問題を研究し 2007 年 6 月報告書を出している。道路整備の重要性も認めているが、交通運営システムにも大きな問題があり、高額なメトロなどの大量輸送施設の建設も効果が発揮されにくい形になっているとしている。特にモーダルミックスの観点から鉄道に取り付くバスの運営システムの再建合理化や、フィーダー道路、劣悪な歩道の整備など環境改善は重要であり共通チケットや運営主体の経営統合などと併せて総合的に政策を決めていくべきとしている。また、将来の高付加価値産業への転換も見越して幹線道路網の整備も必要としており現在 DOH が進めている幹線道路の 4 車線化をさらに範囲を広げて周辺国に繋げていくべきとしている。さらに、道路整備手法として民間セクターの参加を促し、PPP, BOT なども取り入れるべきとしている。

なお、プロジェクトに対する融資についてはタイ政府からの要請があれば考えるとの意見もあった。

2) アジア開発銀行

2005 年よりバンコク事務所を開設している。運輸交通、金融、エネルギーの 3 セクタ

一での技術協力を主として活動してきたが、運輸交通では最近タイ政府の要請を受けハイウエーの整備事業に対して融資の準備を進めている。タイ国の GMS Highway Expansion Project と呼ばれるこのプロジェクトはGMS東西回廊の一部である2つのセクション（ピサヌロックーポムサック (105km)とナクライーアカムチャエ(39km)及びパノム・サラカムーサカエ(73km)）と南回廊の1つのセクション計217kmの現道の改良(4車線化)を行うものである。

また、WBと歩調を合わせPPPなどの整備手法、共通チケットなどのセクター運営システムの検討も行っている。将来の新たな道路事業融資計画については今のところ具体化に向けた政府の要請も無いとのことである。

(3) 地域計画との整合性

1) 国家戦略における都市開発方針

タイ国における国家レベルでの上位計画として、国家社会経済開発計画 (National Economic and Social Development Plan, NESDP) がある。第1次国家社会経済開発計画(1961-66)に続き、ほぼ5年ごとに改定されており、現行計画は第10次計画である。

タイでは、1985年のプラザ合意以降、首都圏への一極集中がさらに進み、地域格差が拡大することとなった。そこで、第8次計画(1997-2001)では、バンコク都への一極集中解消をはかるための地方都市の開発整備という方針が謳われ、これを受けて1999年には地方分権法が施行され、地方都市整備促進の予算措置が行われることとなった。

アジア通貨危機から脱した2000年以降は、第9次計画(2002-06)で持続可能な都市と農村の実現を掲げ、その具体的なイメージとして豊かな都市とコミュニティー、住民参加、官民協力などを打ち出した。現行計画となる第10次計画(2007-11)では引き続き持続可能な社会、住みよいまちの目標のもとに地方分権を進めることが謳われている。

2) バンコク都の都市計画

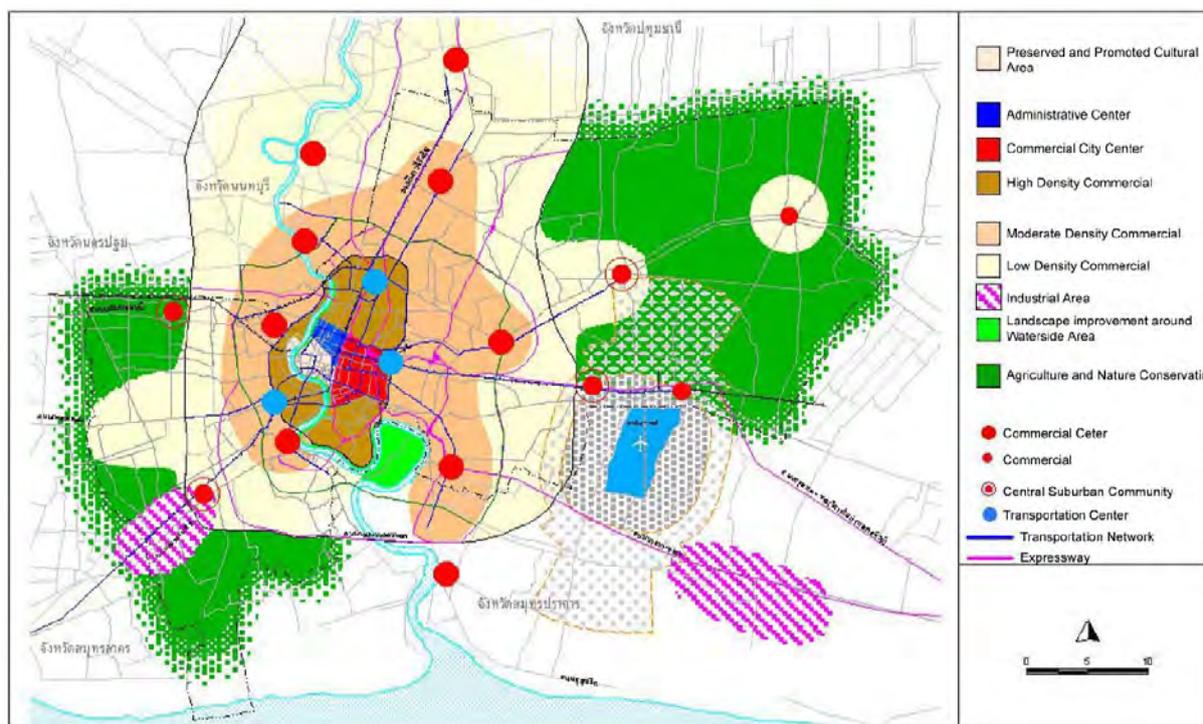
タイ国における都市計画は、1975年に制定された都市計画法 (Town Planning Act) に基づき、全体計画であるコンプリヘンシブプラン (Comprehensive Plan) と、全体の都市計画の効果を高めるために特定の地域について策定されるスペシフィックプラン (Specific Plan、ただし未だ決定された実績はない) により構成される。

現行コンプリヘンシブプランは5つのビジョンを掲げている。

- ① 国家の個性となる文化と芸術を要する首都圏
- ② 環境および自然を保全する暮らしやすい首都圏
- ③ 経済および技術が集まる国内および東南アジアの拠点となる首都圏
- ④ 行政、組織、国際機関の中心となる首都圏
- ⑤ 自由で便利なコミュニケーションと交通網を要する首都圏

この中で③のビジョンに関連して、バンコク都および副都心 (Sub-Center) が商業核として連携する将来都市像の実現を具体的な政策として提案している。

バンコク首都圏の将来像として、BMA のコンプリヘンシブプランの開発コンセプトとして図 2.2.2 が提示されている。概念的であるが、首都圏の将来像にはバンコク北部のノンタブリ県でノンタブリ市およびパクレット市のふたつが副都心として示されている。



出典：バンコク都・コンプリヘンシブプラン

図 2.2.2 バンコク首都圏の将来像

3) ノンタブリ県の都市計画

ノンタブリ県の中心市街地は、本事業の対象地区であるノンタブリ地区が都市的な集積の大半を擁している。ノンタブリ県はバンコク首都圏の中でも 10~15 キロ圏とバンコク中心部に近接しており、人口増加率が高く市街地が活発に拡大している地域である。ただし、チャオプラヤ川東岸はすでに市街地が密集しており、あまり拡大の余地がない。このため、すでに建設された橋の周辺などを中心に、チャオプラヤ川西岸に新市街地の開発が繰り返されている。ノンタブリのコンプリヘンシブ・プランでもこうした市街地の西への拡大を受けて都市的なゾーンを西側に広げるようなゾーニングの変更を行っている。

4) 本架橋計画と地域計画との整合性

上にみたように、本架橋計画はバンコク都のすぐ北に位置し、バンコク首都圏の将来の副都心の候補と考えられているノンタブリ市の拡大・発展を促し、これとチャオプラヤ対岸の現在は農地の多い地区を市街化する効果をもつ。この架橋の効果を国・首都圏・ノンタブリ県と三つのことなる地域単位で策定されている地域計画との整合性を検討すると、整合性は高いものと結論される。表に3つの地域区分から整合性を整理した。

表 2.2.1 本架橋計画と地域計画の整合性

地域単位	計画	整合性	備考
国	NESDP (第8次、9次、10次)	高い	<ul style="list-style-type: none"> • バンコクへの一極集中の解消 • 地方都市の整備
バンコク首都圏	バンコク都コンプリヘンシブプラン	高い	<ul style="list-style-type: none"> • バンコク首都圏における増加人口の受け皿としてのノンタブリ県 • 副都心開発(ノンタブリ、パクレット市)
ノンタブリ県	ノンタブリ県コンプリヘンシブプラン	高い	<ul style="list-style-type: none"> • チャオプラヤ西岸の積極的な新規道路整備および都市化促進

Source: JICA 調査団

(4) 事業の必要性

DRR は以下の項目を考慮して本事業は必要と判断している。

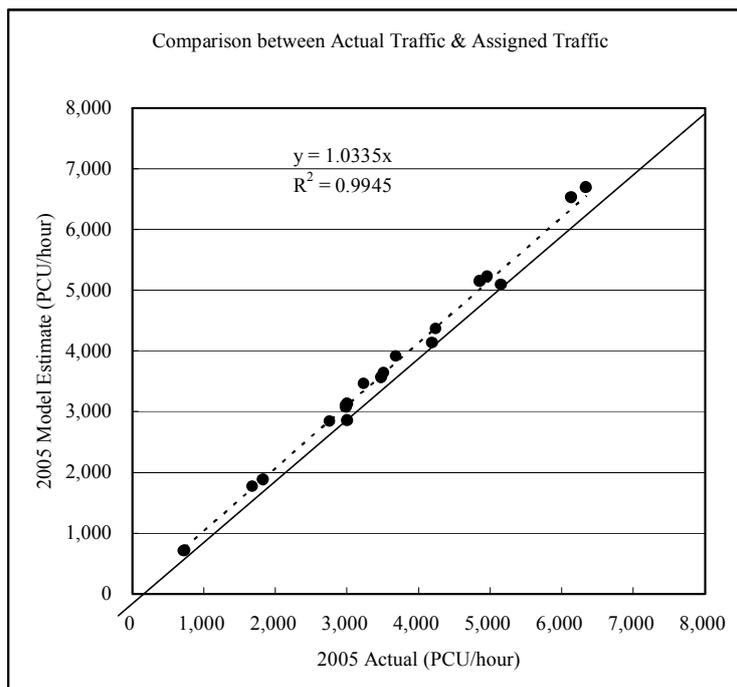
- 1) バンコク首都圏の交通渋滞は激しいが本道路建設は当該地区の交通渋滞の緩和に寄与する。事業所や諸施設の多いチャオプラヤ川の東側のバンコク市内と住宅開発の進む川の西側のノンタブリ地区を結ぶ地域交通ネットワークが改良され、バンコク首都圏の運輸交通ネットワークの効率化が図られる。これにより、バンコク首都圏の経済発展にも寄与する。
- 2) タイ国政府はマスタープラン (No.1/2547) において本事業を至急整備すべき事業の一つとして認可し、その執行機関としてDRRを指定している。DRRは本事業を最優先事業と位置付けて準備を進めてきている。
- 3) 本事業は、1995年4月にMOIのPWDが作成した Feasibility Study for Chao Phraya River Bridge Crossing in Greater Bangkok Area (FSBC)の中で29箇所の新橋建設の1事業として提案された。そして2005年10月にDRRにより本格的なF/Sが行われ、この事業の高い経済的內部利益率(36.24%)が報告された。

2.3 交通需要予測のレビュー

(1) 既存のフィージビリティ調査のレビュー

本事業の交通需要予測は、本事業を対象とし2005年に実施したF/S調査の改定版において、2011年、2016年、2021年、2026年の各年次について提示されている。本調査では、交通需要予測の前提条件および方法についてレビューし、その妥当性を確認した。

交通需要予測結果の精度を確認するために、FSでは実際の観測交通量と配分交通量(モデルによって推計された交通量)との比較を行っており、現況OD表(2005年、午前ピーク時、PCU/hour)と配分手法の妥当性を確認している。その結果は下図に示されるとおりである。



出典：JICA 調査団(元データは FS レポート)

図 2.3.1 実測交通量と配分交通量（モデル値）との比較

上図によれば、誤差率は僅か約 3%程度であり、容認される範囲内である。従って、現況 OD 表と適用された配分手法は妥当であることが確認される。

(2) 既存 FS による需要予測の結果

既存の FS による本事業の交通予測結果を、既存の 2 橋(Phra Nang Klao 橋と Rama V 橋)への影響と共に表 2.3.1 に要約した。

表 2.3.1 FS の需要予測結果(午前ピーク時、バンコク方向、PCU/時)

橋梁名	年 状況	2016		2021		2026	
		PCU/hr	V/C	PCU/hr	V/C	PCU/hr	V/C
Phra Nang Klao	Without Project	7,643	1.02	7,248	0.97	6,443	0.86
	With Project	6,796	0.91	6,421	0.86	5,792	0.77
本事業		3,159	0.70	3,200	0.71	3,913	0.87
Rama V Bridge	Without Project	4,708	1.05	4,608	1.02	4,552	1.01
	With Project	3,945	0.88	3,550	0.79	3,342	0.74

出典：FS レポート(1st Additional Information, 2009)

注) V/C = 交通量/容量、C=1,500 PCU/時

2026 年の本事業に対する午前ピーク時の交通需要は、バンコク方面で約 3,900 PCU/時と予測され、混雑度(V/C)は 0.87 と推計されている。

既存の 2 橋の混雑は本事業によって緩和され、プラヌンウラオ橋、ラマ V 世橋双方とも混雑度が 1.0 以下となる。プラナクラオ橋の混雑度低下率は約 10%であり、ラマ V

世橋では約 20%混雑度が低下する。プラナクラオ橋は 2008 年の 11 月に二層構造となり 4 車線の現存橋の上に往復 6 車線の新橋が完成し、合計 10 車線となっている。なお、確認したところ、上記の将来需要予測にはプラナクラオ橋の 10 車線への拡張が道路網条件に既に反映されているとのことである。

以上の検討結果から、既存 FS で実施された需要予測結果はその前提条件、方法論の面から妥当であると判断される。

(3) 補足交通調査

F/S 調査により、2005 年に本調査対象プロジェクト周辺で実施された交通量調査結果の経年変化および交通需要予測結果の信頼性、正確性を確認するため、車種別時間別交通量調査および走行速度調査を実施した。

一車種別時間別交通量調査(朝夕ピーク(各 4 時間)、5 地点、平日 1 日)

一走行速度調査(朝夕ピーク時、5 路線(1 路線 3 往復)、平日 1 日)

1) 車種別時間別交通量調査

調査地点は、2005 年の交通量調査との比較を踏まえ、2005 年調査と同様となる図 2.3.2 に示す 5 地点とした。

F/S 調査による 2005 年の交通量調査(2005 年 6 月 14 日(火)実施)結果との交通量の比較を表 2.3.2 に示す。比較は、朝ピークの 7:00-8:00 を代表値として行った。

2005 年調査結果との比較を見ると、調査対象プロジェクト周辺地域の外周幹線道路である、ラチャブルック道路、ラトゥナチベット(プラナクラオ橋)道路、ナコーンイン(ラマ 5 世橋)道路の交通量の伸びが大きく、特にラチャブルック道路の伸びが 2.24 倍と顕著である。一方、上記外周幹線道路に囲まれた域内道路である、ノンタブリ 1 道路、バイパス・ノンタブリ道路の交通量はあまり変化がない。チャオプラヤ川渡河断面の交通量となるラトゥナチベット(プラナクラオ橋)道路、ナコーンイン(ラマ 5 世橋)道路に着目すると、それぞれ年率 3.4%、4.6%で交通量が増加している。



図 2.3.2 調査地点位置図

表 2.3.2 F/S 調査による交通量との比較(朝ピーク 7:00-8:00)

調査地点	方向	交通量				2009/2005	
		2005年		2009年		方向別	両方向
M1:Ratcha Phruk Road	北向き	995	2,766	2,667	6,207	2.68	2.24
	南向き	1,771		3,540		2.00	
M2: Rattanathibet (Pranang Klao Bridge)	東向き	3,300	5,160	3,851	5,893	1.17	1.14
	西向き	1,860		2,042		1.10	
M3:Rama V Bridge	東向き	2,788	4,964	4,381	5,941	1.57	1.20
	西向き	2,176		1,560		0.72	
M4:Bypass Nonthaburi	北向き	1,309	3,012	1,703	3,105	1.30	1.03
	南向き	1,703		1,402		0.82	
M5:Nonthaburi 1	北向き	1,107	1,686	581	1,498	0.52	0.89
	南向き	579		917		1.58	

混雑度については表 2.3.3 に示されるように、2005 年時点ではラトゥナチベット(プラナクラオ橋)道路で 0.86 と高い他は 0.5 程度以下であったが、2009 年調査ではラチャプルック道路、ナコーンイン(ラマ 5 世橋) 道路で 0.5 を大きく超える結果となった。ただし、ラトゥナチベット(プラナクラオ橋)道路については、2008 年に新プラナクラオ橋が整備されたことにより 0.39 に低下している。

表 2.3.3 F/S 調査との混雑度の比較(朝ピーク 7:00-8:00)

調査地点	車線数		混雑度	
	2005年	2009年	2005年	2009年
M1:Ratcha Phruk Road	6	6	0.31	0.69
M2: Rattanathibet (Pranang Klao Bridge)	4	10	0.86	0.39
M3:Rama V Bridge	6	6	0.55	0.66
M4:Bypass Nonthaburi	4	4	0.50	0.52
M5:Nonthaburi 1	4	4	0.28	0.25

Note: C=1,500pcu/lane

(3) 走行速度調査

1) 調査方法

走行速度調査は、平成 21 年 10 月 8 日(木)の朝ピーク(6:00AM-10:00AM)、夕ピーク(4:00PM-8:00PM)のそれぞれ 4 時間に、図 2.3.3 に示す 5 ルートにおいて、調査ルートの両端を起点として調査車両を走行させ行った。

各調査ルートの調査結果を表 2.3.4 に示す。全体的な傾向として、バンコク市内中心から郊外方向および北方向の走行速度がバンコク市内中心方向および南方向の走行速度に比較して非常に大きくなっており円滑な交通状況であるとともに、表 2.3.2 に示される方向別交通量に比例した結果となっている。また、平均走行速度は総じてバンコク市中心部より高い。

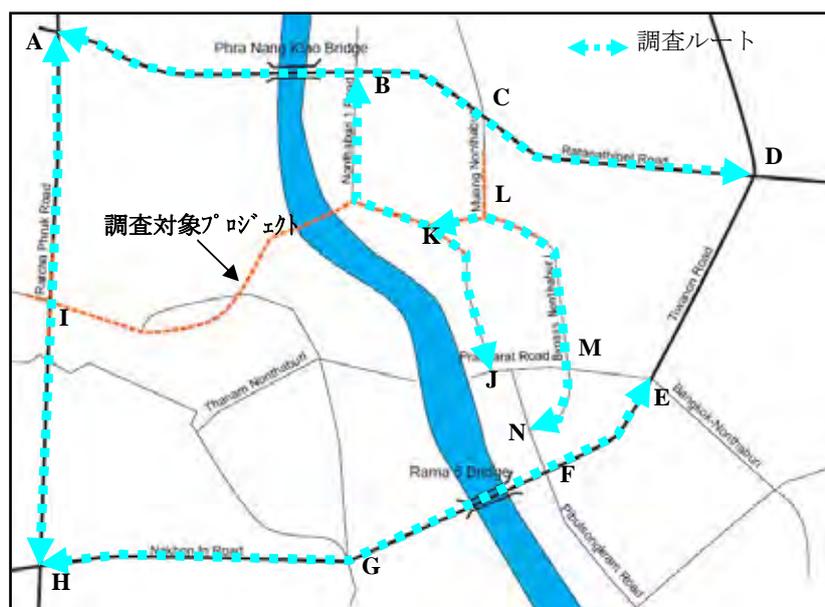


図 2.3.3 調査ルート位置図

表 2.3.4 走行速度調査結果一覧

調査ルート	ルート	(km/h)	
		朝ピーク	夕ピーク
Ratcha Phruk Road	A-H	38.57	29.15
	H-A	66.84	59.65
Rattanathibet (Pranang Klao Bridge)	A-D	26.9	26.1
	D-A	67.83	66.38
Nakhon-In Road (Rama V Bridge)	H-E	59.2	61.81
	E-H	71.81	71.23
Bypass Nonthaburi	K-N	37.83	31.89
	N-K	25.19	19.41
Nonthaburi 1	B-J	27.74	42.16
	J-B	61.43	60.52

2.4 チャオプラヤ川既存橋梁整備による定性的・定量的効果の確認

(1) 過去のチャオプラヤ架橋と都市の拡大・発展

バンコクの都市の形成過程において、チャオプラヤ川が都市空間を東西に分断するインパクトは大きかったと考えられる。

現在、バンコク首都圏を縦断するチャオプラヤ川には 20 箇所架橋されているが、本項では過去の市街地の拡大と架橋の推移を経年で見ることにより、これまでのバンコク首都圏の拡大・発展の傾向と、それに資する橋梁の役割の概略を把握する。

表 2.4.1 バンコク首都圏の架橋時期

	Name	Year	1900's	1910's	1920's	1930's	1940's	1950's	1960's	1970's	1980's	1990's	2000's	2010's
North	Pathum Thani	1984												
	Pathum Thani 2	2009												
	Nonthaburi	1959												
	Rama IV	2006												
	New Phra Nangklao	2008												
	Phra Nangklao	1985												
	New Nonthaburi	-												
	Rama V	2002												
	Rama VII	1992												
	Rama VI (Railway)	1926												
	Krung Thon	1958												
	Rama VIII	2002												
	Pinklao	1973												
	Memorial	1932												
	Phra Pokklao	1984												
	Taksin	1982												
	Rama III	2000												
	Krung Thep	1959												
	Rama IX	1987												
Industrial Ring Road	2006													
South	Kanchanapisek	2007												

前述したように、1900年当時、バンコクの市街地はチャオプラヤの東岸に限られていたが、1932年のメモリアル橋の架橋を契機として、まず西岸のトンブリ地区やバンコクノイ地区などにおいて住宅市街地が形成されはじめた。しかし、これらの地区で都市化が本格的に進むのは、さらに時を隔て1958年から1968年の10年間の方が顕著であった。これは、この地区で3橋目となるクルンテープ橋が1959年に架橋されたことにより、トンブリ地区において複数の橋による循環可能な交通ネットワークが機能し始めたことが一つの要因になっていると推測される。これと同時期、バンコクノイ地区においても都市化が進んでいるが、これもクルントン橋(1953)とメモリアル橋に挟まれた地区であって、トンブリ地区と同様の傾向が見て取れる。なお、この1968年当時、バンコク首都圏は約270万人の人口を抱えており、1900年当時の人口の4.5倍へと拡大していた。

その後、バンコクノイ地区以北の都市化は、1994年の断面で見られるように、クルントン橋(1953)、ピンクラオ橋(1973)、そしてラマVII世橋(1992)などの架橋により次第に拡大していったことが確認できる。

2004年の断面で見ると、チャオプラヤ川には、北のラマV世橋から南のラマIX世橋までおよそ2~3kmの間隔で架橋が行なわれており、この間隔で複数の橋が架かった結果、川岸から2km以上の帯状の面的な広がりを持って都市が形成されていることが分かる。

現在、ノンタブリ県では、ラマV世橋からその一つ北側に架かるプラナクラオ橋までおよそ5kmの間隔が空いており、そのことが、この地区一帯の川を越えた都市の拡大が進まない要因であると考えられる。今回、本事業の橋が架かることで、ラマV世橋、本事業、プラナクラオ橋の橋梁の間隔が2~3kmとなり、そのことでバンコクとトンブリ地区、バンコクノイ地区で見られたように、川岸から2km以上の帯状の面的な都市化が進んでいくことが予見される。

以上で述べたように、過去の市街地の拡大と架橋の推移によると、チャオプラヤ川を越えた都市の形成には、橋梁1本ではなく、複数の橋梁が2~3kmの短い間隔で架かることで、ようやく交通ネットワークのボトルネックが改善され、川を越えて対岸へと面的な都

市が形成されるものと思われる。これまでのバンコク首都圏の都市化の進展をみると、今後の都市の拡大は、北側の方へと延伸してくることは自然な流れであるが、それが本事業の架橋によって、南北軸となるラチャプルック道路の整備と相まって、ノンタブリ県の西岸における面的な都市化に寄与していくものと考えられる。

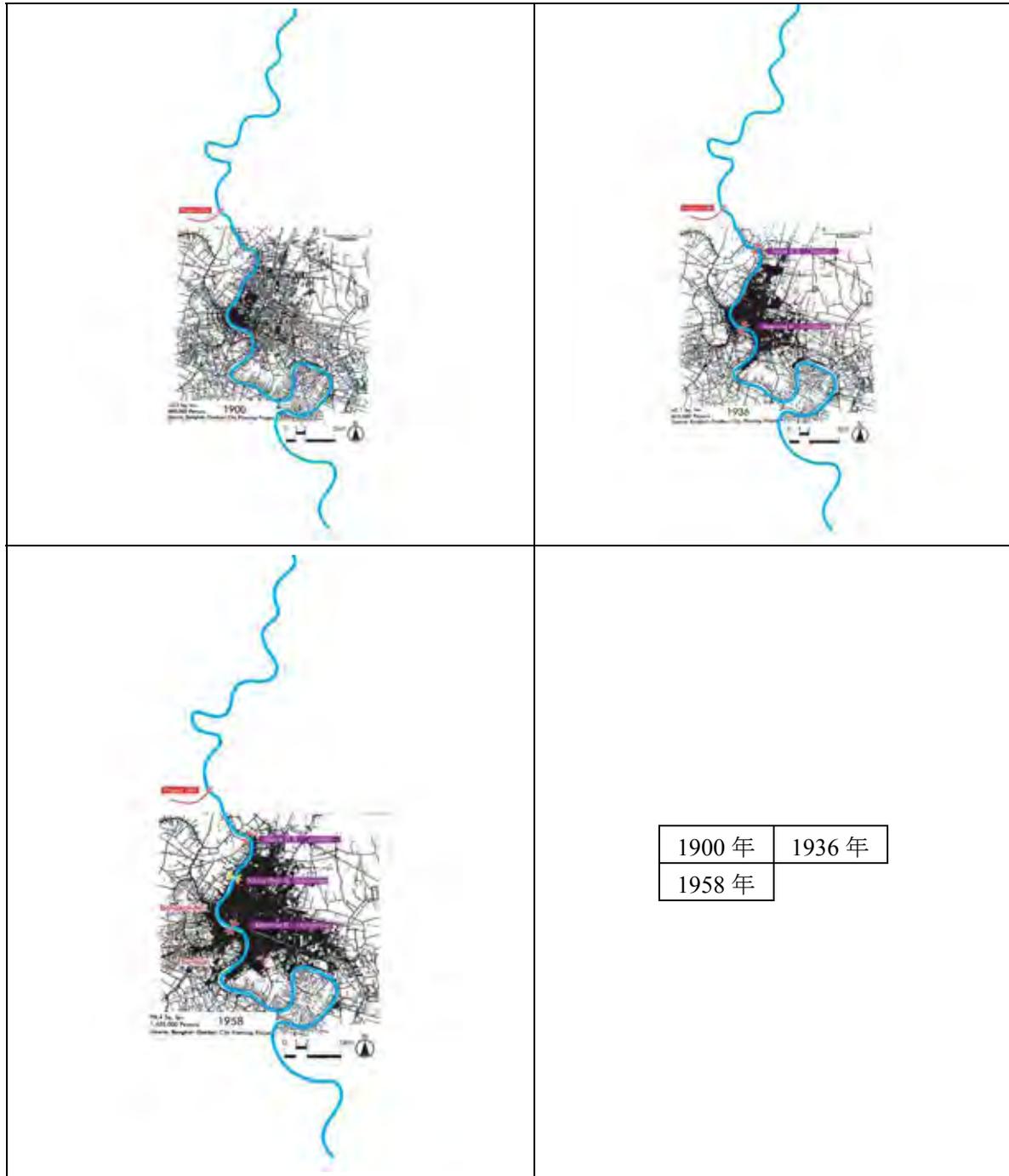


図 2.4.1 バンコクにおける都市の拡大 (1/2) (1900年～1958年)

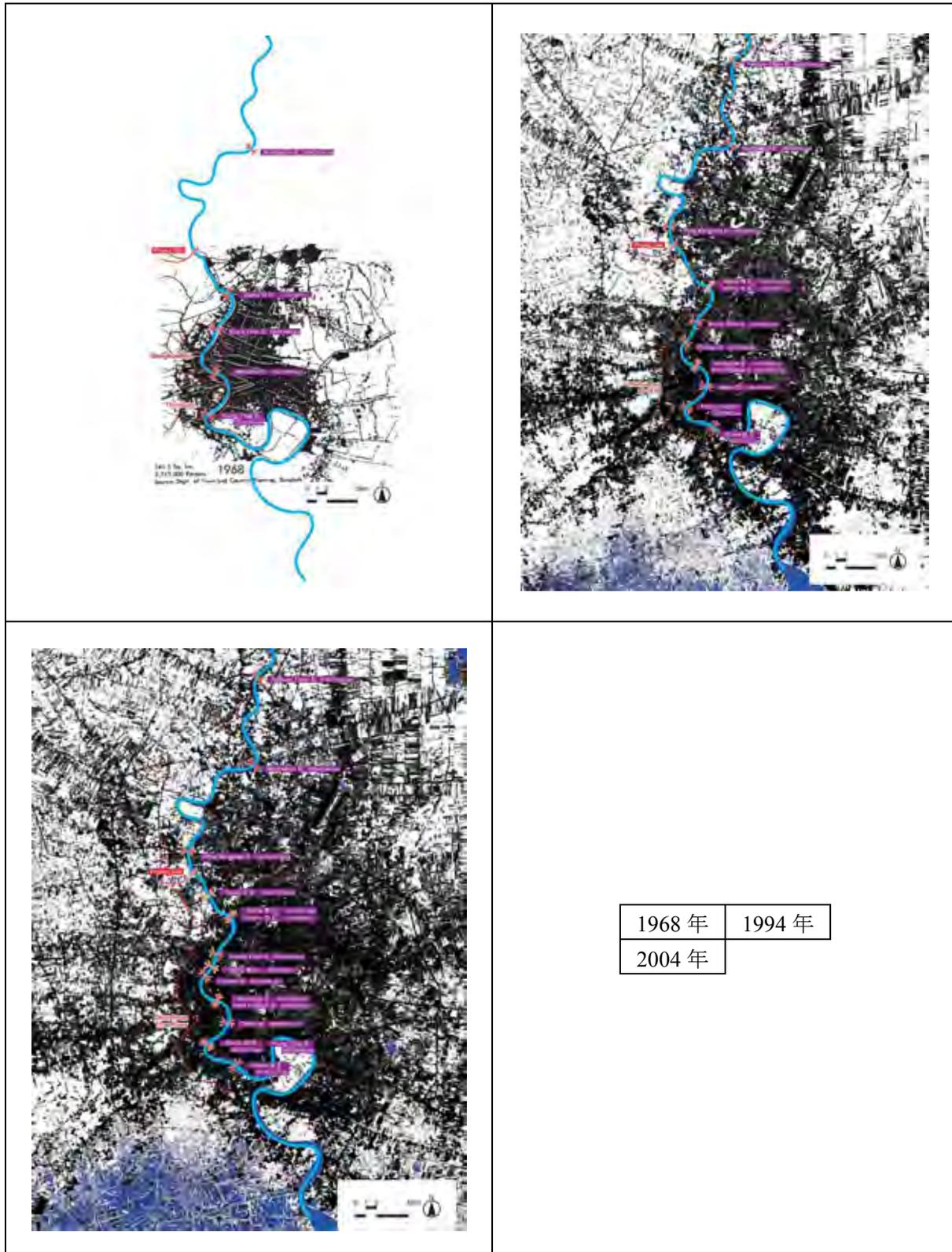


図 2.4.2 バンコクにおける都市の拡大 (2/2) (1968年～2004年)

(2) 定量的効果

前節において、チャオプラヤ川への架橋とチャオプラヤ川西岸地区の都市化との間に密接な関係があることが明らかになった。一般に、都市の規模と、その都市に発生・集中す

る交通量は比例関係にあり、チャオプラヤ川の架橋群を通過する交通量を経年的に把握することで、チャオプラヤ川西岸地区の都市化の趨勢を交通面から考察することが可能である。

一方、我が国の援助により整備された橋梁を始め、増加する渡河交通需要への対応として進められてきたチャオプラヤ川への架橋整備事業について、その規模および整備時期の妥当性を交通需要への対応の観点から定量的に把握することにより、本調査対象事業の妥当性確認に資することとする。

上記の観点より、本節ではチャオプラヤ川に架橋される橋梁群を通過する混雑度を一元的、経年的に把握を行い、その効果を定量的に評価する。

1) 混雑度の変化

各橋梁の交通渋滞への対応状況を定量的に把握するため、各橋梁の混雑度を経年的に算出し、表 2.4.2 から表 2.4.4 に示した。尚、混雑度算定においては、各橋梁を一元的に相对比较する必要があるため、バンコク首都圏の交通量調査事例より以下の仮定条件を設けた。

- 1 車線あたりの交通容量：1,500 pcu

先にも述べたように、チャオプラヤ川への架橋整備は渡河交通需要の受け皿として適切な規模・整備時期により整備されてきたと考えられ、具体的には表中に赤線で示される橋梁整備時期の前後において、周辺橋梁の交通分散が図られている。

表 2.4.2 チャオプラヤ川既存橋梁の混雑度推移 (1/3)

Bridge Name	Number of Lanes	Year														
		1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
1 Pathum Thani	2															
2 2nd Phatum Thani	2															
3 Nonthaburi-Pathum Thani	2															0.17
4 Pak Kret (Rama IV)	6															
5 New Phra Nangklao	6															
6 Phra Nangklao	4															
7 Wat Nakorn-In (Rama V)	6															
8 Rama VII	6															
9 Rama VI (Rail Bridge)	2	0.14						0.34		0.43			0.48			0.62
10 Krungthon	4	0.34						0.48		0.46			0.64			0.59
11 Rama VIII	4															
12 Phra PinkLao	6									0.46			0.66			0.7
13 Memorial (Phra Phutta Yodf)	6	0.85						1.14		0.85			0.79			0.94
14 Phra Pok Klao (New Memorial)	6															
15 Taksin (Sathon)	6															
16 Krung Thep	4	0.25						0.47		0.49			0.65			0.76
17 New Krung Thep (Rama III)	6															
18 Rama 9	6															
19 Industrial Ring Road	6															
20 Kanchanapisek	6															

表 2.4.3 チャオプラヤ川既存橋梁の混雑度推移 (2/3)

Bridge Name	Number of Lanes	Year														
		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1 Pathum Thani	2															
2 2nd Phatum Thani	2															
3 Nonthaburi-Pathum Thani	2									0.5		0.72				
4 Pak Kret (Rama IV)	6															
5 New Phra Nangklao	6															
6 Phra Nangklao	4									0.5		0.43				
7 Wat Nakorn-In (Rama V)	6															
8 Rama VII	6											0.57		1.09		
9 Rama VI (Rail Bridge)	2	0.65					0.98			1.19						
10 Krungthon	4	0.6		0.76			0.87			0.89	1.39			1.17		
11 Rama VIII	4															
12 Phra PinkLao	6	0.71		0.98			1.08			1.06	1.71			1.53		
13 Memorial (Phra Phutta Yodf)	6	0.94		1.18			0.59			0.53	0.73			0.74		
14 Phra Pok Klao (New Memorial)	6						0.96			1.02	1.29			1.15		
15 Taksin (Sathon)	6	0.53		1.05			1.13			1.16	1.71			1.51	0.78	
16 Krung Thep	4	0.58					0.82			1.04	1.2			1.22	0.82	
17 New Krung Thep (Rama III)	6															
18 Rama 9	6									0.5					0.9	
19 Industrial Ring Road	6															
20 Kanchanapisek	6															

表 2.4.4 チャオプラヤ川既存橋梁の混雑度推移 (3/3)

Bridge Name	Number of Lanes	Year												
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1 Pathum Thani	2										1.71		1.59	
2 2nd Phatum Thani	2												1.04	
3 Nonthaburi-Pathum Thani	2												0.5	
4 Pak Kret (Rama IV)	6										0.6	0.6	0.5	
5 New Phra Nangklao	6													
6 Phra Nangklao	4									0.86			0.72	
7 Wat Nakorn-In (Rama V)	6									0.55			0.87	
8 Rama VII	6				1.15		0.95			0.39	0.75	0.8	0.31	
9 Rama VI (Rail Bridge)	2													
10 Krungthon	4				1.24		1.08			0.50	0.8	0.92	0.32	
11 Rama VIII	4									0.70	0.86	0.86	0.61	
12 Phra PinkLao	6				1.57		1.38			0.71	0.81	0.83	0.99	
13 Memorial (Phra Phutta Yodf)	6				0.65		0.7			0.36	0.42	0.46	0.37	
14 Phra Pok Klao (New Memorial)	6				1.18		1.31			0.68	0.81	0.89	0.94	
15 Taksin (Sathon)	6			1.51	1.4		1.36			0.54	0.66	0.88	0.61	
16 Krung Thep	4	0.9	0.94	1.12	0.93		1.17			0.71	0.68	0.62	0.71	
17 New Krung Thep (Rama III)	6				0.55		0.53			0.41			0.23	
18 Rama 9	6			0.96										
19 Industrial Ring Road	6										0.36	0.41		
20 Kanchanapisek	6													

2) 経済的内部収益率(EIRR)

チャオプラヤ川に架橋される 20 橋梁の EIRR 等の経済評価指標については、架橋時期が古くフェージビリティ調査を行っていないもの、需要が高く緊急案件としてフェージビリティ調査なしで整備したもの、橋梁と前後に取り付くアクセス道路を一体としてフェージビリティ調査を行ったものを除き表 2.4.5 に整理した。ほとんどの橋梁は需要が顕在化した後に計画・整備を行っているため、EIRR は 20%以上がほとんどと経済効果の高い事業となっている。また、EIRR の収集が出来なかった橋梁についても、表 2.4.2 から表 2.4.4 に示される高い混雑度より便益が高いことが明白であるため、経済効果が高いことが窺える。

表 2.4.5 チャオプラヤ川既存橋梁の経済評価

	Bridge Name	Administrator	Operation Year	NPV (億バーツ)	EIRR	B/C	Source
1	Pathum Thani	DOH	1984		27.2		タイ王国「チャオピア河橋梁群及び首都高速道路建設」事業評価報告の件、昭和61年1月、JBIC
2	2nd Phatum Thani	DOH	2009				
3	Nonthaburi-Pathum Thani	DOH	1959				
4	Pak Kret (Rama IV)	DRR	2006	33.95	33.9	3.39	The Feasibility Study and IEE of the Pak Kret Bridge and Connecting Road Construction Project, MOI, 1994
5	New Phra Nangklao	DOH	2008				
6	Phra Nangklao	DOH	1985		20.9		タイ王国「チャオピア河橋梁群及び首都高速道路建設」事業評価報告の件、昭和61年1月、JBIC
7	Wat Nakorn-In (Rama V)	DRR	2002	8.86	17.4		Feasibility Study for Wat Nakorn-In Bridge Construction Project, MOI, 1991
8	Rama VII	DRR	1992	6.59	20.6	1.91	タイ王国 ラマ六世橋建設計画調査、昭和57年3月、JICA
9	Rama VI (Rail Bridge)	SRT	1926				
10	Krunghthon	DRR	1958				
11	Rama VIII	BMA	2002				
12	Phra PinkLao	DRR	1973		12.0		タイ王国「チャオピア河橋梁群及び首都高速道路建設」事業評価報告の件、昭和61年1月、JBIC
					45.0		タイ王国「チャオピア河橋梁群及び首都高速道路建設」事業評価報告の件、昭和61年1月、JBIC
13	Memorial (Phra Phutta Yodf)	DRR	1932				
14	Phra Pok Klao (New Memorial)	DRR	1984		17.0		タイ王国「チャオピア河橋梁群及び首都高速道路建設」事業評価報告の件、昭和61年1月、JBIC
					15.0		タイ王国「チャオピア河橋梁群及び首都高速道路建設」事業評価報告の件、昭和61年1月、JBIC
15	Taksin (Sathon)	DRR	1982		32.0		タイ王国「チャオピア河橋梁群及び首都高速道路建設」事業評価報告の件、昭和61年1月、JBIC
					44.0		タイ王国「チャオピア河橋梁群及び首都高速道路建設」事業評価報告の件、昭和61年1月、JBIC
16	Krung Thep	DRR	1959				
17	New Krung Thep (Rama III)	DRR	2000	12.47	20.7	2.09	Feasibility Study on New Krungthep Bridge Construction and Thonburi Road Extension, 1987, JICA
18	Rama 9	EXAT	1987				
19	Industrial Ring Road	DRR	2006	100.94	18.9	1.82	The Feasibility Study and Initial Environmental Impact Study of Industrial Ring Road Project, 1996, MOI
20	Kanchanapisek	DOH	2007	260.18	23.9	3.30	平成11年度 地球環境・プラント活性化事業等調査「バンコク南部外環道路計画に関わるF/S調査」報告書

(3) 定性的評価

前節で明らかになったように、チャオプラヤ川に架橋された橋梁群は、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高い裨益を生み出してきた。一方、架橋によりバンコク都内中心部と定時性・利便性の高い交通路により結ばれたチャオプラヤ川西側地区においては、チャオプラヤ川東側地区からの都市化の波が加速的に波及し、その社会・経済活動にも多大な裨益を生じたと考えられる。

本節では、ノンタブリ県をチャオプラヤ川西側の代表的な地区ととらえ、その社会動向を経年的にバンコク都と比較することにより、チャオプラヤ川への架橋整備による間接的な裨益効果を把握する。また、これまでの架橋整備および本調査対象事業橋梁に関し、直接的に影響を受けると考えられる、チャオプラヤ橋梁近隣の事業者および自治体へのインタビュー調査を実施し、その調査結果より本調査対象事業を含む橋梁整備に対する評価を行う。

1) チャオプラヤ川周辺地域の発展と地域の社会動向

① 人口

人口増加率は、バンコク都で 1980 年頃、ノンタブリ県で 1990 年頃を境にその伸

びが停滞傾向となっており、バンコク都内で Krung Thon 橋、Pinklao 橋、Memorial 橋、Krung Thep 橋等の主要橋梁が 1970 年代迄に整備されたこと、およびノンタブリ県内で Nonthaburi 橋、Pathum Thani 橋、Phra Nangklao 橋等の主要橋梁が 1980 年代迄に整備されたことに符合しており、架橋整備が都市化の促進に大きな影響を及ぼしたと考えられる。また、ノンタブリ県における人口増加率は、下表に示されるように近年でも 2.5%強で推移しており、バンコク都の郊外都市として更なる都市化の進行が予想される。

表 2.4.6 チャオプラヤ川周辺地域の人口の推移 ('000)

	1970	1980	1990	2000	2003	2004	2005	2006	2007
Bangkok	3,077	5,153	5,546	5,680	5,844	5,634	5,658	5,695	5,716
増加率(%/年)	-	5.29	0.74	0.24	0.95	-3.60	0.40	0.70	0.40
Nonthaburi	269	386	668	859	924	942	972	999	1,024
増加率(%/年)	-	3.68	5.64	2.55	2.46	1.90	3.20	2.80	2.50

出典：Bureau of Registration Administration, Department of Local Administration, Ministry of Interior

② 雇用

雇用者数の増加率は、景気動向の影響によりバンコク都およびノンタブリ県共に連動した推移を示している。しかし、ノンタブリ県の増加率は 2001 年以降マイナスに転じることはなく、バンコク都を 1%～5%程度上回っており、比較的景気動向の影響を受けにくいと考えられる。

表 2.4.7 チャオプラヤ川周辺地域の雇用者数の推移 ('000)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Bangkok	3,165	3,379	3,135	3,185	3,094	3,457	3,200	3,213	3,192
増加率(%/年)	-	6.80	-7.20	1.60	-2.90	11.70	-7.40	0.40	-0.70
Nonthaburi	201	173	155	166	176	201	202	216	217
増加率(%/年)	-	-13.90	-10.40	7.10	6.00	14.20	0.50	6.90	0.50

出典：Year Book of Labour Protection and Welfare Statistics 2006, Department of Labour Protection and Welfare, Ministry of Labour

③ 住宅

住宅数の増加率は、2000 年～2002 年でバンコク都およびノンタブリ県共に大きく落ち込んでおり、バンコク都についてはその後、2%前後で推移している。一方、ノンタブリ県では堅調に回復しており、4%台まで回復した後その水準を保っており、架橋によるアクセスビリティの向上を背景に、バンコク都郊外のベッドタウンとしての開発ポテンシャルが高さを窺わせる。

表 2.4.8 チャオプラヤ川周辺地域の住宅数の推移 ('000)

	1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Bangkok	1,176	1,905	1,963	2,020	2,050	2,091	2,150	2,207
増加率(%/年)	-	4.94	1.51	2.90	1.50	2.00	2.80	2.70
Nonthaburi	148	365	377	388	404	421	449	468
増加率(%/年)	-	9.45	1.63	2.90	4.10	4.20	6.70	4.20

出典：Bureau of Registration Administration, Department of Local Administration, Ministry of Interior

④ 企業

企業数の増加率は、バンコク都およびノンタブリ県共に連動した推移を示している。ただし、ノンタブリ県の 2003 年および 2006 年のデータは変動が極端に大きく信頼性に欠けると考えられる。全体としての傾向は、バンコク都では 1998 年～2006 年にかけて企業数が 8.5%の増加に留まっているのに対し、ノンタブリ県では 71%と大きく増加しており、企業立地が堅調に進んでいることがわかる。

表 2.4.9 チャオプラヤ川周辺地域の企業数の推移

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Bangkok	153,317	165,366	158,864	159,818	160,762	178,036	177,635	166,195	166,299
増加率(%/年)	-	7.90	-3.90	0.60	0.60	10.70	-0.20	-6.40	0.10
Nonthaburi	4,138	4,627	4,343	4,434	4,571	7,052	6,762	5,536	7,092
増加率(%/年)	-	11.80	-6.10	2.10	3.10	54.30	-4.10	-18.10	28.10

出典：Year Book of Labour Protection and Welfare Statistics 2006, Department of Labour Protection and Welfare, Ministry of Labour

⑤ 土地価格

ノンタブリ県とバンコク都に関する土地価格の詳細データを入手することは出来なかったが、2006 年に JBIC により実施されたラマ 5 世橋整備事業の事後評価調査によれば、事業前後における土地価格の変化はアクセス道路のナコーンインで約 2 倍から 3.5 倍、近隣のラチャプルックで 1 倍から 3 倍であった。

橋梁整備によるアクセシビリティの向上は一般道路に比べて顕著であり、特に架橋地点に近いチャオプラヤ西側地区における土地価格の向上は大きいと考えられる。

2) 事業者・自治体へのインタビュー

① 事業者へのインタビュー調査

これまでに建設された架橋によるインパクトを把握するとともに、今回の検討対象である新ノンタブリ橋の予想されるインパクト、あるいは期待・懸念などについて概観するために、事業者へのインタビュー調査を実施した。

調査は複数の架橋によって市街化が形成されたと推測される、今回の調査対象地区（ノンタブリ県）、バンコクノイ地区（バンコク都）、トンブリ地区（バンコク都）、トンブリ地区南方（バンコク都）の 4 地区を対象に実施し、得られたサンプル数は計 225 であった。調査項目は下表の通りである。

表 2.4.10 事業者インタビュー調査の質問項目

カテゴリ	質問項目
事業効果	○事業コストの低減（燃料・所要時間）、○集客・売上等の向上、○社員・取引先の利便性の向上
アクセス性	○移動時間（通勤・通学・買物等）の低減、○主要施設へのアクセス性向上、○緊急時（病院等）へのアクセス性向上
資産価値	○土地価格の向上、○生活環境（騒音・大気）の向上、○交通事故、危険性の低減

主な調査結果を以下に示す。

a) 本事業に期待する効果

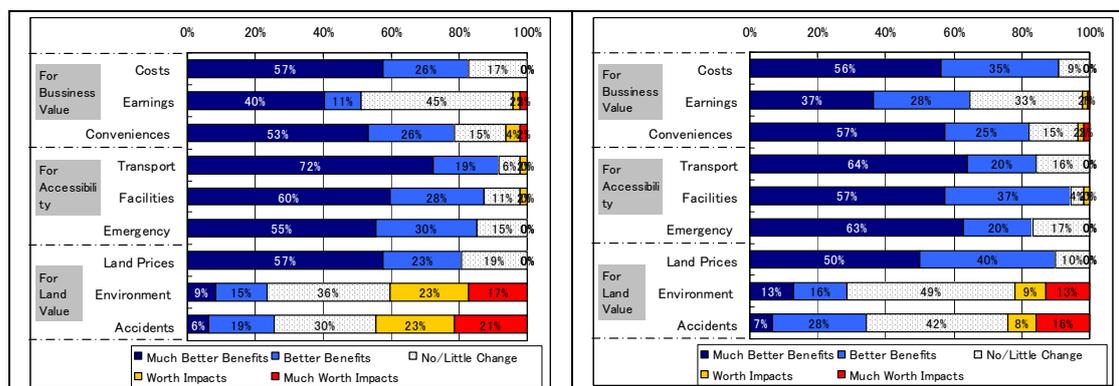


図 2.4.3 本事業（左）及び既存橋梁（右）に対する集計結果

本事業に期待する効果について、既存橋梁での効果の実績と比較すると、9項目中5項目において高い数値を示している。

事業効果に関しては、「事業コストの低減（燃料費、所要時間）」について、本事業に対して約58%が「大いに期待できる」と答えており、本事業による輸送費、輸送時間の節約に期待が寄せられていることが分かる。一方、集客・売上げの向上に対する期待は「大いに期待」が41%で既存橋梁の37%より高くなっているが、「期待できる」と合わせると51%で、既存橋梁での65%よりは低くなっている。これは現時点ではまだ立地企業が商圈拡大効果について十分認識していないことが一つの理由として考えられる。

アクセス性に関しては、本事業による通勤、通学、買い物等について、「大いに効果が期待される」が72.4%を占め、「期待される」を加えると91%となり、既存橋梁の84%を7%も上回り、非常に大きな期待が寄せられていることが分かる。

資産価値に関しては、生活環境（騒音・大気）、交通事故等について、既存橋梁と比較して悪影響を懸念する割合が大きい。これは本事業が新規橋梁建設事業であることを考慮すれば当然であり、十分な環境対策が必要である。

以上のように、総じて、本事業に対しては走行費の節約、利便性向上、必要施設へのアクセシビリティ向上の面から周辺住民、立地事業者から期待されていることが分かる。

b) 地区別にみた調査結果

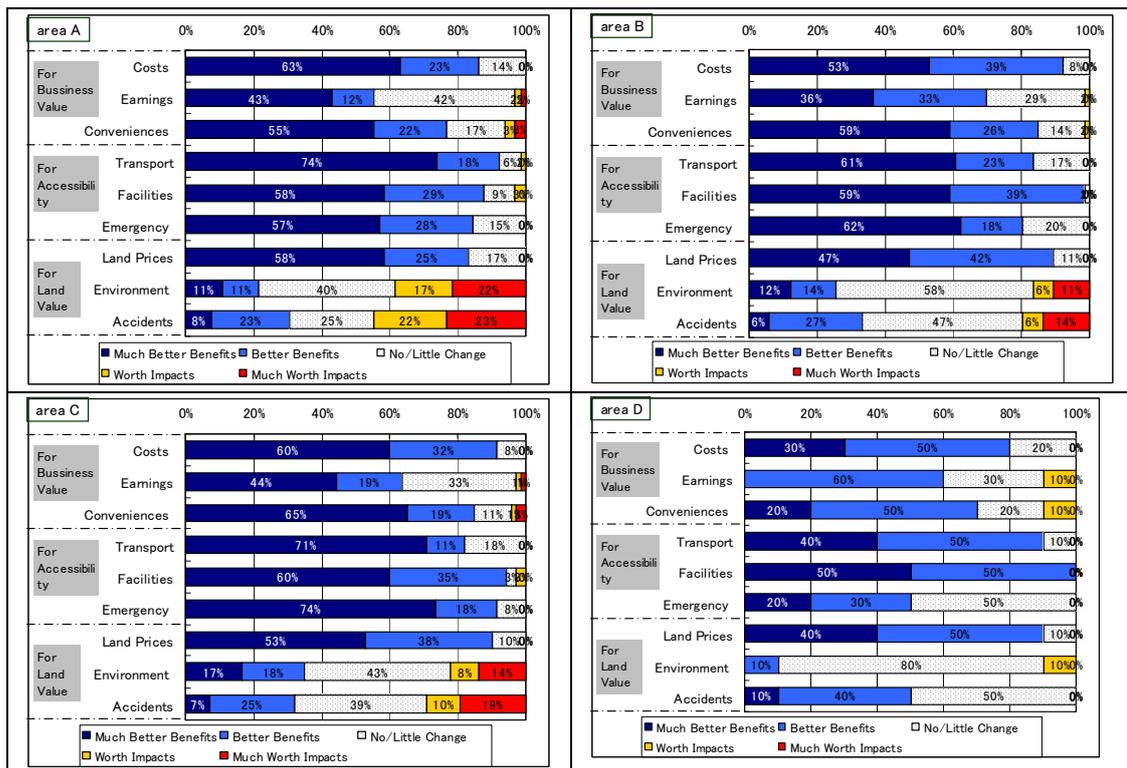


図 2.4.4 地区別の効果の調査結果

次に調査結果を地区別に整理した。

「生活環境」及び「交通事故」についての項目を除けば、area A、area B、area Cの間で有意な地域差は特に見られなかった。いずれの地区でも橋梁による効果の実績及び期待は総じて高く、「事業効果」「アクセス性」に関しては、「大いに効果が発現（期待）」「効果が発現（期待）」の回答率がほぼ8割を超える結果となった。ただし、このうち「集客・売上等の向上」については、他項目と比較して効果が低い傾向にあった。一方、「生活環境」及び「交通事故」については、area Aにおいて「大いに悪影響が発現（懸念）」「悪影響が発現（懸念）」の回答率がB、Cと比較して高い結果となった。これは、新規橋梁建設事業である本事業の回答が含まれるとともに、現状ではB、Cよりも市街化が進んでおらず、地域として今後の市街化という変化に対する懸念が現れたものと推測できる。

なお、area DはA,B,Cと異なって、「大いに効果が発現」の割合が他のAreaと比較して相対的に低い。この理由はラマ9世橋がタイ高速交通公社(EXAT)の高速道路であり、より広域の幹線道路網を構成する橋梁であるためと思われる。

② 地元自治体・関係機関へのインタビュー調査

事業者へのインタビュー調査に加えて、新ノンタブリ橋の予想されるインパクト、あるいは期待・懸念などについて、地元自治体のノンタブリ県、関係機関のバンコク都及び内務省公共事業・都市地方計画局に対してインタビュー調査を実施した結

果、地元自治体、関係機関ともに、本事業による効果は高いとの共通した見解を有していることが判った。一方、「交通渋滞がずいぶん緩和されると思われるが、ボトルネックはバンコク都心に向かう東岸の交差点一带にある。(ノンタブリ県)」との認識を持っており、地元自治体として本事業も含めた広域的な見地からの交通ネットワークの検討が必要との見方が示された。

2.5 本事業を踏まえた地域開発計画の検討

(1) 地域開発計画検討の目的と対象

バンコク首都圏においてチャオプラヤ川が東西を分断する要素となっており、主としてチャオプラヤ川東岸において先行した市街地形成は川に阻まれる形で東岸地区に留まり、西岸地区には川を越えない傾向があった。本節では、新ノンタブリ橋の建設に関連して、将来において架橋のインパクトにより、ある程度地域の姿に変化・変更を及ぼしうる地区における架橋を踏まえた開発計画の方向性を検討する。

過去の架橋インパクトを見ると、主として橋梁および道路から広くみても2、3キロの範囲で市街地の拡大などの顕著な変化が見られたことから、地域開発計画の対象地区をノンタブリ県 (Nonthaburi Province)、またその中のノンタブリ地区 (Nonthaburi District) と設定した。

(2) 上位関連計画

バンコク首都圏 (Bangkok Metropolitan Region、BMR) は、バンコク都 (Bangkok Metropolitan Administration、BMA) および周辺の5県により構成される都市圏であり、登録人口ベースで約1100万人の人口を擁する東南アジア屈指のメガシティである。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。

バンコク首都圏における2026年までの人口予測をみると、バンコク都の人口増加率は0.39%とほぼゼロに近い数字であるのに対し、バンコク都の北側に位置するノンタブリ県が2.85%、パトムタニ県が1.82%、またバンコク都の南東に位置するサムートプラカン県が2.10%とそれぞれ高い人口増加率が予測されている。このことから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するのに対して、北および南東方向で高く予測されていることが理解される。

バンコク首都圏の課題であるバンコクへの一極集中を解消するために、バンコクを中心に外側の郊外部に副都心の形成が打ち出されているが、想定されている副都心の一つがノンタブリ地区である。

なお、ノンタブリ県では、当初のプラン (1990年) および最新 (2005年) の2時点のコンプリヘンシブプランが示されている。

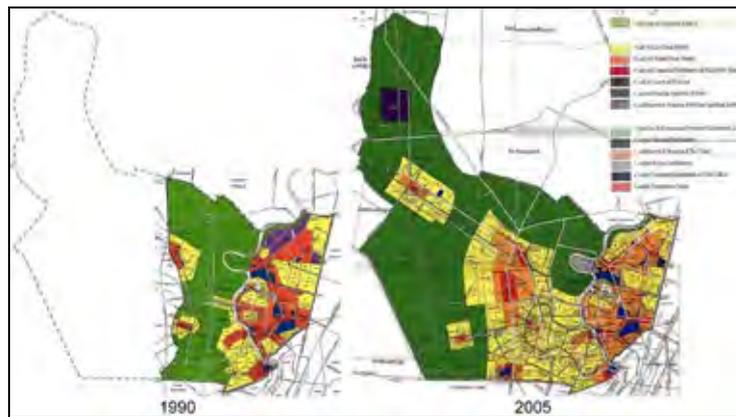


図 2.5.1 ノンタブリ県のコンプリヘンシブプラン（1990年および2005年）

(3) 計画対象地区の地域開発計画

本節では、過去の架橋と市街地発展の関係を敷衍することによって本事業における架橋のインパクトを推定する。これをもとに上記した上位関連計画をベースとして、ノンタブリ県及び計画対象地区（ノンタブリ地区）の地域開発計画（案）を提示する。

1) ノンタブリ県における近年の変遷

ノンタブリ県における近年の人口の変遷を見ると、1990年時点では661,573人であったが、2007年には1,024,191人となっており、17年間で約5割強（年平均Growth Rate 2.6%）と大きく増加している。なお、人口密度は、1990年で1,063人/km²、2007年で1,646人/km²である。

次に、ノンタブリ県の人口変遷を地区別に分析する。右図に示すように計8地区での分析を行っている。

8地区における地区別の2007年時点の人口を見ると、下図に示すように、①-1 Nonthaburi City Municipality 及び②-1 Pak Kret City Municipality の2地区の人口が、それぞれ265,796人（県人口の26%）、169,782人（県人口の17%）と最も多く、県人口の43%もの人々が、県面積の12%に当たるチャオプラヤ川の東岸の地区に居住していることが分かる。



図 2.5.2 ノンタブリ県の地区区分

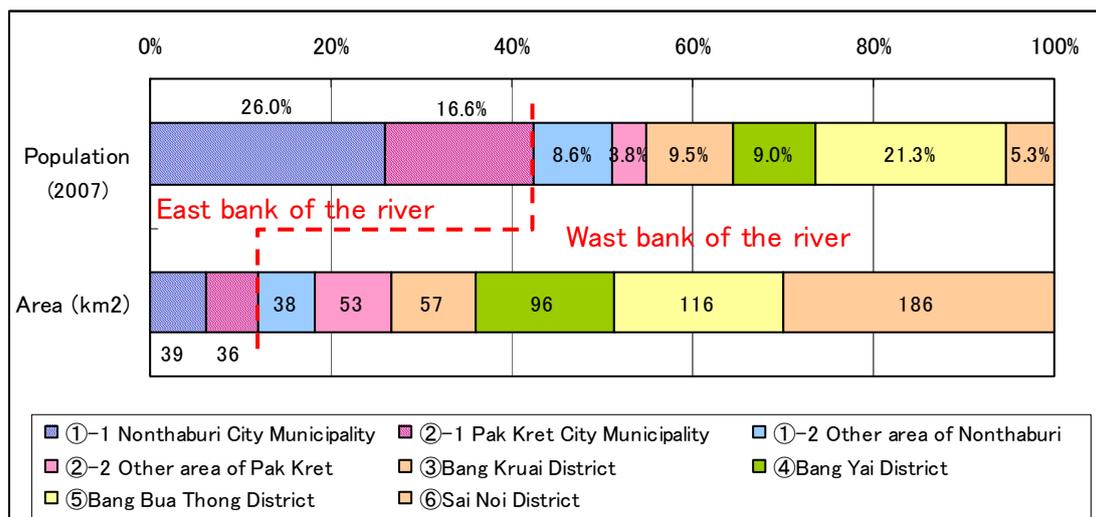


図 2.5.3 ノンタブリ県の地区別の人口及び面積の割合

各地区の人口では、人口が最も多い①-1 Nonthaburi City Municipality では年平均 0.3% 増 (1990-2007 年)、次いで人口の多い②-1 Pak Kret City Municipality でも年平均 2.2% と、人口の伸びが県平均の 2.6% と比較して低い数値を示しており、チャオプラヤ東岸の地区では人口はほぼ飽和状態にあると考えられる。

一方、西岸の地区では、⑤Bang Bua Thong District や④Bang Yai District での人口の増加率が特に高く、それぞれ年平均 7.5% 増 (1990-2007 年)、5.8% 増となっている。また、これらの地区に次いで増加が見られるのが、新ノンタブリ橋が架橋される計画対象地区 (西岸) にあたる①-2 Other Area of Nonthaburi District であり、年平均 3.7% 増であった。このように、大半の西岸地区では、直近 2~3 年間でも年 3% を越す人口増加が確認できる。

以上のチャオプラヤ川の東岸・西岸それぞれの地区の状況を踏まえると、今後想定されるノンタブリ県の人口増加については、その大半を西岸地区で受けざるを得ない状況にあるといえる。

2) ノンタブリ県及び BMA の地域構造と制約要因

以上に述べたように、近年の人口増減率を見ると、チャオプラヤ川東岸では微増または微減しており、ほぼ飽和状態となっているものの、東岸と西岸の人口密度を比較すると、東岸 5,812 人/km² と比較し、西岸は 1,075 人/km² と非常に低い。

ノンタブリ県では、県域を分断するように南北にチャオプラヤ川が流下しているとともに、県の南境と BMA の北境に当たる行政界に SRT の線路が通っている。このように河川や鉄道敷という物理的な分断要素があるために、これを横断する道路が少なく交通が大きく制限・分断され、西岸における市街地拡大を阻害してきた大きな線的要因になっており、これが上記のような東岸と西岸の人口密度の差に現れていると思われる。

以上のような西岸での市街地拡大を阻害する線的・面的な要因があるものの、近年、東岸地区の人口収容力に限界が近づいていることや、バンコク首都圏のチャオプラヤ西岸において都市化がノンタブリ県へと北側に延伸している広域的な傾向を鑑みると、新ノンタ

ブリ橋という 3 橋目の架橋によってノンタブリ県及びノンタブリ地区東岸の人口増加が西岸に飛び火して、市街地拡大を大幅に促進する要因となることが推測できる。

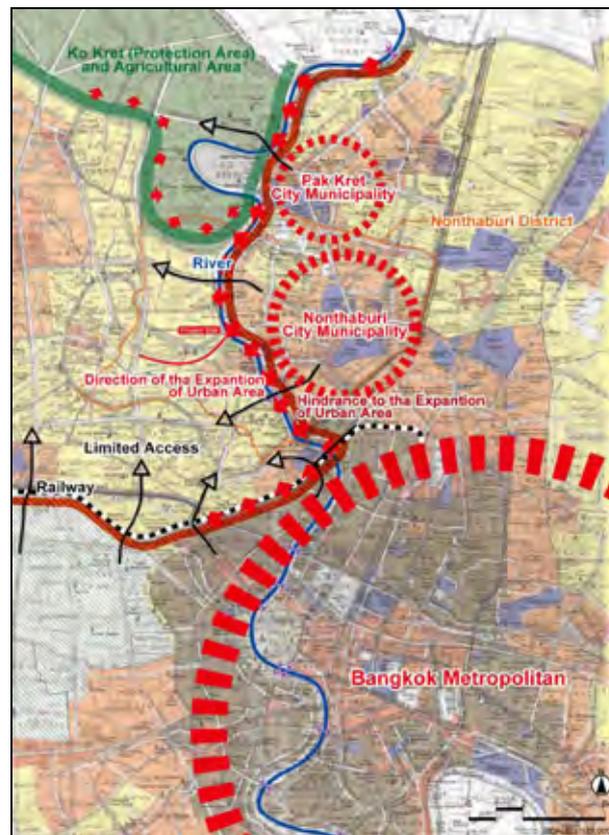


図 2.5.4 ノンタブリ県及び BMA の地域構造と制約要因

3) 今後のノンタブリ県の人口フレーム

ノンタブリ県の 2007 年時点の人口は 1,024,191 人、人口密度 1,646 人/km²、過去 17 年間の年平均増加率は 2.6%である。そして同県の将来の人口予測としては、2011 年に 1,378,608 人、2016 年に 1,615,245 人という数値が示されており、年平均の人口増加率は 5.2% (2007-2016) である。

以上を踏まえ、2007 年時点、及び次期計画の目標年次と想定される 2016 年時点の地区の人口フレーム (想定案) を示す。

表 2.5.1 ノンタブリ県の地区別の人口フレーム（想定案）

District Name	2007		Growth Rate		Increase of Population	2016	
	Population	Density	1990-2007	2007-2016		Population	Density
①-1 Nonthaburi City Municipality	265,796	6,833	0.3%	0.3%	7,204	273,000	7,000
①-2 Other area of Nonthaburi	87,684	2,300	3.7%	8.3%	92,316	180,000	4,700
②-1 Pak Kret City Municipality	169,782	4,711	2.2%	4.5%	83,218	253,000	7,000
②-2 Other area of Pak Kret	39,121	738	0.9%	4.5%	19,879	59,000	1,100
③Bang Kruai District	97,650	1,701	1.5%	4.8%	51,350	149,000	2,600
④Bang Yai District	92,215	957	5.8%	11.8%	158,785	251,000	2,600
⑤Bang Bua Thong District	218,030	1,872	7.5%	3.7%	82,970	301,000	2,600
⑥Sai Noi District	53,913	290	2.7%	11.9%	95,087	149,000	800
Total	1,024,191	1,646	2.6%	5.2%	590,809	1,615,000	2,595

以上の人口フレーム（想定案）の予測のポイントは主に次の3点である。1点目は、チャオプラヤ川東岸の2地区では、人口密度7,000人/km²程度まで増加するが、短中期的にはそれが上限値となるだろうこと。2点目は、新ノンタブリ橋が架橋することにより、計画対象地区（西岸）に当たる①-2 Other Area of Nonthaburi Districtは、西岸の中でも特に都市化が進み、最も高い人口密度（人口集中地区の5,000人/km²程度を想定）まで高まることが期待されること。そして3点目は、③～⑤の地区は、現時点でこそ957～1,872人/km²と人口密度に多少のバラつきが見られるが、BMAやノンタブリ中心地からのアクセス条件や、現在の土地利用条件も似通っていることから、今後は3地区同様に、県平均の人口密度に近い数値になっていくだろうこと。以上を予測の柱とした。

4) ノンタブリ県の今後の都市構造

新ノンタブリ橋という3橋目の架橋によって、下図（次頁）に示すような都市構造が形成されていくと想定される。

5) ノンタブリ県及び計画対象地区の地域開発計画（案）の提案

ノンタブリ県の現行のコンプリヘンシブプランは、2005年に発効して2010年を目標年とした5ヶ年計画である。ノンタブリ県都市計画局の担当者によると、現行計画は1～2年間の期間延長も検討されていることから、次期コンプリヘンシブプランは、2011年～2013年に発効し、2016年～2018年を目標年となることが想定される。

本項では架橋による効果を全面的に想定・反映したノンタブリ県の次期コンプリヘンシブプラン（案）を提案する。

用途地区（土地利用地区）では、適正な人口密度を設定している。その人口密度の数値は以下に示すとおりである。

- － Medium-High Density Housing: 人口密度5,000人/km²と設定。
- － Low Density Housing: 人口密度2,000人/km²と設定。

－ Rural & Agricultural Activities, Industry & Public Utilities: 人口密度 500 人/km² と設定。

以上の用途地区の配分を踏まえて、ノンタブリ県の地域開発計画として次期コンプリヘンシブプラン（案）を提案する。この次期プランの発効年は 2011 年～2013 年、目標年は 2016 年～2018 年とする。（次頁）

西岸での市街化は、架橋した後に短期的スパンで急速に進むことも想定される。そのため、桁の低いエクストラロード橋の特性を活かして、橋のなるべく近い位置でグランドレベルまで道路を下ろし、既存の地域道路、市街地（住宅地）、公園等との有機的な繋がりを強めることで、架橋の効果を短期的に地域に浸透させる必要がある。そして、その際には、今後の地域の資源や魅力・価値の保持・向上のために、河畔においては既存の公園も活かしながら景観形成に配慮した地区整備を進めることが有効であろう。そして、その魅力を更に高めていく手段として、拡大していく市街地の交通の受け皿として、将来的には西岸の河畔を南北に走るリバーフロント道路の整備を検討することが望まれる。



図 2.5.5 ノンタブリ県の今後の都市構造

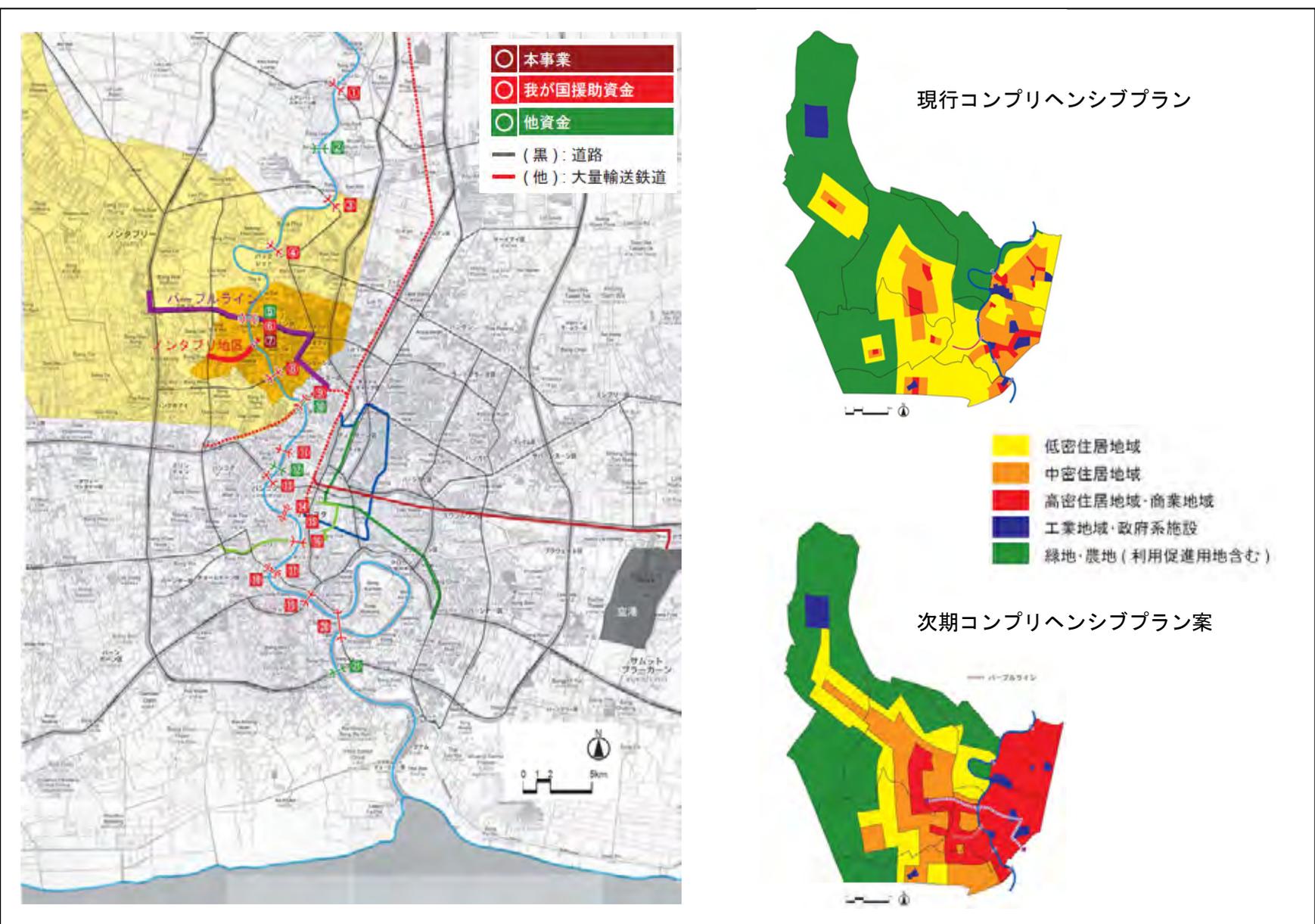


図 2.5.6 ノンタブリ県の土地利用計画 (案)

第3章 事業概要

3.1 事業の目的

本事業の目的は次の3点である。

- 1) バンコク北部とそれに接するノンタブリ県の交通渋滞の緩和
- 2) チャオプラヤ川をはさんだ東西兩岸の交通ネットワークの改善
- 3) 鉄道網（パープルラインおよびレッドライン）へのフィーダー道路として機能させること

3.2 事業概要

(1) 事業の概要

本事業はノンタブリ 1 道路から分岐しチャオプラヤ川をエクストラードズド橋で渡りラチャブルック道路に取り付くまでの道路の建設でありその範囲は図 3.2.1 に示す。一部西側に細い現道に沿ったところもあるが基本的には新設道路の建設である。

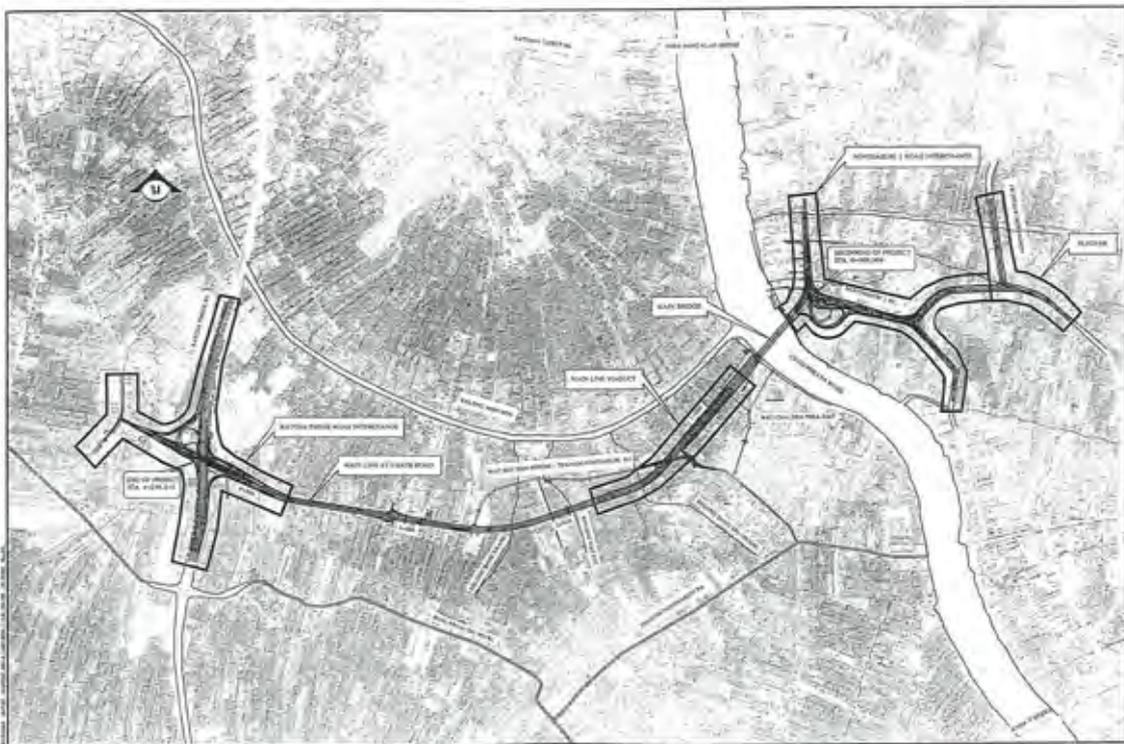


図 3.2.1 本事業の計画図

工事補償に関しては、全 121 件の建設用地の取得は既に完了している。建物移転は少し残っているが DRR はプロジェクトの開始までには全ての移転が完了するとしている。

(2) 工事の工区分け

当初、本工事は大工区と小工区の 2 つの工区に分割して契約する予定であったが、2009 年 9 月の時点ではまとめて 1 つ契約としている。これは工事の規模からも 1 工区、1 契約

で問題ないと思われる。

(3) プロジェクト事業費

DRR キャビネットで承認された本事業のプロジェクトコストは 6,136 百万バーツであり、その内訳を以下に示す。

- 建設費（VAT 及びその他の税金を含む） : 3,796 百万バーツ
- コンサルタント費用（施工管理費） : 140 百万バーツ
- 用地取得費及び補償費 : 2,200 百万バーツ

管理費及び詳細設計費は DRR の一般経費から支出されるため閣議で承認されたプロジェクトコストには含まない。

(4) 円借款に係る工事の概要

1) コンサルタント

デザイン、入札補助、施工管理は DRR と JICA の合意によりタイ自己資金により調達（円借款は活用しない）する。ただし、エクストラロード橋が世界最大クラスとなるのに対してタイ国では経験の無い工事となるため、品質と安全の確保と技術移転の観点から協力が必要である。

2) 建設工事

貴機構との合意により資金分けは比率方式となっている。したがって、細かい工事の区分けはしていない。

3.3 事業費および財源調達計画

(1) 既存設計のレビュー

主橋梁はチャオプラヤ川を南西方向に渡河し、西岸のチャレム・カンチャナピセク公園と寺院の間に架橋される。東岸はノンタブリ 1 道路インターチェンジに直結し、西岸では取付け橋梁及び平面交差道路を経てラチャプルック道路インターチェンジに連結している。主要な建設施設は以下の構造物及び道路から構成されている。

- 主橋梁は中央スパン 200m、橋長 460m のエクストラロード橋、6 車線で両側に歩道が取り付く
- 西岸の取付け橋梁は橋長 930m、ランプ 2 橋(151m 及び 124m)が取り付く
- 東岸のノンタブリ 1 道路インターチェンジは取付け橋梁、ランプ橋 7 橋から構成されその延長 2,343 m
- ラチャプルック道路インターチェンジはフライオーバー1 橋、ランプ 2 橋から構成されその延長は 1,188m
- 2 箇所の中小橋梁を含む 2,275m の本線低盛土部

既存設計は以下の主要点をレビューした。

1) 主橋梁（エクストラードーズド橋）のレビュー

チャオプラヤ川を渡河する主橋梁は入札図面、技術基準書及び DRR の技術者との協議を基にして下記のポイントについてレビューを行った。

- a) 河川条件に基づいた中央スパン及び橋長のレビュー
- b) 橋梁形式のレビュー
- c) エクストラードーズド橋の基準による斜材の安全率の照査
- d) 標準断面の照査
- e) 塔サドルの照査
- f) 桁と橋脚結合部の照査
- g) 斜材の制振に対する照査
- h) 水中のパイルキャップに配置した PC 鋼材に対する照査

2) 取付け橋梁のレビュー

- 3) ノンタブリ 1 道路インターチェンジのレビュー
- 4) ラチャプルック道路インターチェンジのレビュー
- 5) フライオーバー及びランプ橋のレビュー

(2) 施工計画のレビュー

本事業での施工計画では以下の点に関して、エクストラードーズド橋及び PC 箱桁橋の架設計画をレビューした。また、河川中に建設する橋脚建設のための資機材輸送手段についてレビューを行った。

- 1) エクストラードーズド橋の架設レビュー
- 2) ポストテンション PC 箱桁の架設レビュー
- 3) 河川内橋脚建設用架設栈橋のレビュー
- 4) 張出し架設時のレビュー

(3) 調達計画のレビュー

1) 資機材の調達

事業に使用する建設機材はタイ国内で調達可能である。一方、建設資材は大方の資材はタイ国内で調達可能であるが表 3.3.1 の資材は海外からの調達となる。

表 3.3.1 海外からの調達資材

番号	主別	概略数量
1	斜材ケーブル	270 Ton
2	斜材ケーブル定着具	96 Nos.
3	HDPE シース	2,260 M
4	斜材ケーブルダンパー	48 Nos.
5	支承	210 Nos.
6	伸縮装置	1,100M
7	床版の防水材	2,500 lit

2) コンサルタント及び建設業者の調達

タイ国のコンサルタント 6 社がこれらの斜張橋の詳細設計に関与し、コンサルタント 6 社及び建設業者 7 社が海外のコンサルタント及び建設業者の下で施工及び施工管理に従事した経験がある。但し、主契約者として斜張橋の設計及び施工を実施したタイ国のコンサルタント及び施工業者はない。

(4) 建設費のレビューと見直し

建設費は数量明細表、設計（主に入札図面）及び数量明細表中の単価資料を基に以下のレビューを行った。

- 1) 建設費のレビュー
- 2) 建設費の最新版

建設費は以下の点をレビューして最新した。

- a) Factor F の見直し
- b) 追加工事
- c) BQ からの落工種
- d) 単価のレビュー
- e) 暫定追加工事費等の積算
- f) 入札図書（設計及び BQ）のレビュー

(5) DRR と合意した設計変更及び建設費確認

設計及びコストのレビューに基づき DRR、JICA 及び本調査団で協議した結果、コスト見直し及び設計変更は表 3.3.2 及び表 3.3.3 に示す通りとなった。斜材ケーブル用ダンパー、HDPE シース管及び斜材ケーブル単価補正によるコスト増（Baht 63,922,500）は全体工事費の 1.7%であり、杭、鉄筋、PC 鋼線等の数量に含めていた予備費を取り崩すことで調整可能である。

表 3.3.2 主橋梁の追加工事費

番号	追加工事及び工費増加項目	単位	数量	単価(Baht)	金額(Baht)	合意事項
A	追加工事					
1	工事用栈橋	m ²	2,200	-	-	杭基礎に含まれている。技術仕様書に明記
2	斜材ケーブル用ダンパー	No.	48	195,000	8,640,000	単価は DRR と合意済み
3	HDPE シース管	m	2,260	1950 -	11,407,500	別項目として計上(注1)
4	床版防水工	m ²	11,000	-	-	注2
B	工費増加項目					
1	斜材ケーブル単価変更	ton	270	162,500	43,875,000	見積書提示により単価確認した。
2	海外業者の現場管理費率の増加	ls			-	タイの積算体系上、組み入れは難しい(注3)
3	設計のレビュー及び図面作成	ls			-	タイの積算体系上、組み入れは難しい(注3)
	合計				63,922,500	注4

注1: HDPE シース管の項目は斜材ケーブルと分離して計上した。

注2: 防水工は長期的な橋梁維持管理に必要なだが、タイ国の基準には施工遵守の条項はないため、入札後工事費に余裕がある場合に推奨することとする。

注3: タイ国の国内積算基準による算出が制度化されているため、海外業者特有の費用計上は難しい。

表 3.3.3 品質・安全及び維持管理を考慮すると設計変更を必要とする項目

番号	設計変更を必要とする項目	合意事項
1	河川中の橋脚パイルキャップを PC 鋼線により緊張する設計は、鋼線の腐食による破綻の危険性があるため、より安全な鉄筋コンクリートに変更又は確実な防食を施す。	鋼線の防食、かぶり変更により安全性を確保し、技術仕様書に明記する。
2	高架橋の縦断勾配を 0%から 0.2%~0.5%に変更し排水機能を向上させる。	設計変更する。
3	メンテナンス及び構造上からインターチェンジ橋梁に設置した縦方向伸縮装置を取りやめる。橋脚配置を再検討して対応する。	縦方向伸縮装置は取りやめる又は最小限にする。対策としては他案を提示する。
4	主橋梁の中心線に道路縦断線形のクラウンを移動させて、左右対称構造とする。	設計変更する。

調整後に合意された建設費は Baht 3,721,778,000 となった。

(6) 事業実施スケジュールのレビュー

1) 今後のスケジュール

JICA の対タイ国：2009 年度円借款事業審査共通事項(案) 10. L/A 調印時期、調達手続標準スケジュールをあてはめると表 3.3.4 を示す。また、入札・契約までをより詳細に表 3.3.5 に示す。

第4章 事業実施体制および運営・維持管理体制

4.1 実施機関

本プロジェクトの実施機関である運輸省地方道路局(DRR)は2009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。

(1) 組織

DRRの組織は図4.1.1に示すように、本局の中に12の部が設置されている。バンコク首都圏の建設・維持管理業務はDRRの本局で運営するが、地方圏の建設・維持管理は地方整備部(Regional Bureau)の下にある地方事務所が担当している。

本局内の維持管理・交通安全部(Bureau of Maintenance and Traffic Safety)は業務量の増大に対応するため、2009年3月に維持管理部(Bureau of Maintenance)と交通安全部(Bureau of Traffic Safety)に分割された。

そして、維持管理部(Bureau of Maintenance)には、下記に示すように管理(Administration)、計画(Planning)、維持管理システム(Maintenance System)、道路維持管理(Road Maintenance)と橋梁維持管理(Bridge Maintenance)のグループがある。

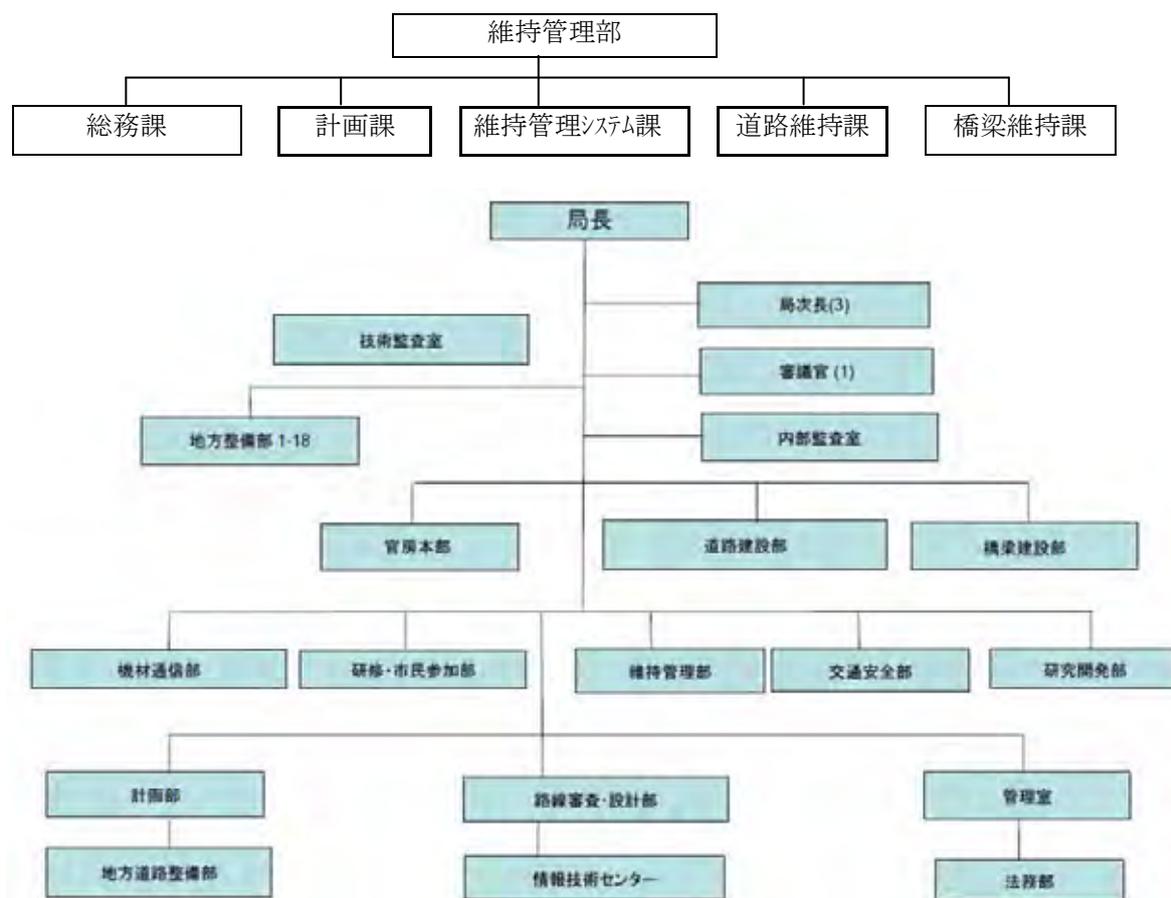


図 4.1.1 DRR 組織図

DRR の 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 年度に比べ 18%程度減少し、2009 年度は 2006 年並みに回復している。DRR には有料道路等の収入源はない。

(2) 実施機関の能力

本事業の建設時の実施体制は図 4.1.2 に示すように、橋梁建設部(Bureau of Bridge Construction)の下に、監査委員会(Inspection Committee)が設置され、工事請負人の施工管理を担当するコンサルタントを監査する。

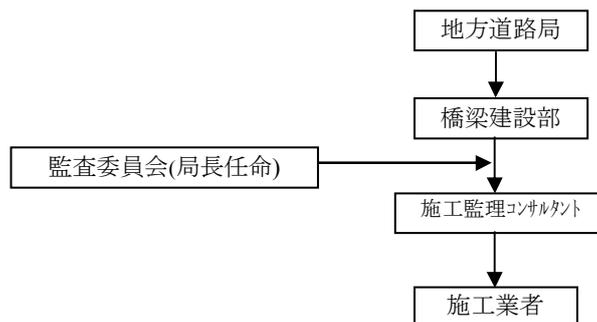


図 4.1.2 プロジェクト建設時実施体制

このように、本事業の建設は DRR の橋梁建設部(Bureau of Bridge Construction)が担当し、建設後の維持管理も橋梁建設部が担当する。

本事業は、全長 460m の エクストラードーズド橋を含む全長 4.3km 往復 6 車線の道路建設で、インターチェンジ 2 箇所とフライオーバー 1 箇所が含まれている。

本エクストラードーズド橋の建設はタイ国にとって初めてであり、主径間 200m、幅員 32.8m とエクストラードーズド橋としては橋長、幅員とも大規模であり、施工時における安全管理上の問題が懸念される。

しかしながら、DRR では 2006 年にラマ IV 橋で PC 箱桁(主径間 134m)建設の実績があり、DRR の前身の内務省公共事業局 (PWD) においてもラマ V 世橋、ラマ VII 世橋、ピンクラオ橋、プラポッカロ橋、タクシン橋およびラマ III 世橋の 6 橋で PC 箱桁橋建設の実績がある。

また、DRR はエクストラードーズド橋と類似する斜張橋の建設を 2006 年に産業環状道路橋(主径間 326m~398m) で経験しており、建設能力上の問題はないと考える。

4.2 運営・維持管理体制

(1) 地方道路局の運営・維持管理体制

本事業の運営維持管理体制はエクストラードーズド採用のため産業環状道路橋と同様の体制がとられる。そして維持管理に必要な予算も橋梁建設部に割り当てられる予定である。

維持管理部(道路、橋梁の維持管理費のみ)の予算は、2004 年度から 2008 年度までは平均 15%の伸びを示していたが、2009 年度は前年に比べ 5%減少している。その理由は、建

設費の増大に対応するため、維持管理費が減少したことによる。

維持管理部のスタッフは 40 施術者 (1 エキスパート土木技師、4 シニア土木技師、16 土木技師、19 技能工)である。本部の運営維持管理部傘下の 10 事務所 (Maintenance Office) にて、バンコク都とノンタブリ県の道路・橋を管理。その他、BMA内 (バンコク都・ノンタブリ県を除く) の道路・橋は地方事務所 1 (District 1) が管理を行っている。

維持管理業務は前身 PWD で実施していた内容を引き継いでおり、その内容は 2000 年に JBIC が行った「円借款施設 (コンクリート・鋼構造物) 維持管理体制」に係る援助効果促進調査 (JBIC Special Assistance for Project Sustainability (SAPS) for Study on Highway and Bridge Maintenance System for JBIC ODA Loan Projects) と同様である。

(2) 運営・維持管理の課題

維持管理部へのヒヤリングや現地視察から得られた課題等を以下に示す。

① 維持管理部の橋梁部部長 Mr.Narong Khoobaramee へのヒヤリング(2009年10月7日)

- ・ 業務量の増加に対し、予算および要員が増えず、業務継続が困難である。
- ・ 維持管理に携わる技術者の増員、維持管理用機械の増加と維持管理システムの開発が必要と考えている。
- ・ 鋼トラス橋は河川部の橋脚基礎が洗堀されているものもあり、その対策が必要である。
- ・ 既設橋の老朽化が進み、維持管理の重要性を認識している。大学(チュラルンコン大学、タマサート大学)では維持管理システムの研究、開発を実施しており、その結果が参考になると期待している。
- ・ 維持管理部で保有している維持管理用機械はトラックと清掃用車両のみで、橋梁点検車両はない。そこで、橋梁下が点検できる橋梁点検車両(プラットホーム付き)が必要と考えている。

② ラマV世橋(PC箱桁橋)の現地調査(2009年10月7日)

- ・ ジョイントは遊間が大きくフィンガージョイントが設置されているが、損傷が早く4年ごとに交換している。
- ・ 桁のコンクリート外面の型枠を固定していた止具 (セパレーター) 撤去後の孔が残っており、そこから雨水が侵入し、ボックス躯体の鉄筋が錆び恐れがある。
- ・ 橋梁外側の歩道に設置されているアルミ製柵の縦部材が一部撤去され、子供等がそこから川の中に転落する恐れがある。
- ・ ボックス桁張り出し部下には水道管が鉄部材で取り付けられているが、鉄部に錆びの発生が見受けられた。水道管は首都圏水道局が管理しており、DRRの維持管理の対象とはなっていない。

③ 産業環状道路橋(斜張橋)の現地調査(2009年10月12日)

- ・ 本工事は2006年8月(August,2006)に完成したが、その後の維持管理は橋梁建設部(Bureau of Bridge Construction)の下にある維持管理事務所が担当している。エンジニアは工事の施工管理経験者を配属している。
- ・ 工事完了後丸3年経過するが、橋梁本体の支障は見つかっていない。
- ・ 2009年7月にアプローチランプの高架橋の一部で舗装の表層が破損したため表層(2cm)の打ち替えを行った。
- ・ 2009年8月に照明ランプ(60個)の交換を行った。
- ・ ケーブルは5年ごとにモニタリング調査を行う計画である。
- ・ コンクリートと舗装は特別なモニタリング調査を行う予定である。

④ ピンクラオ橋(PC箱桁橋)の現地調査(2009年10月15日)

- ・ 橋梁ジョイントは、2~3年で交換している。
- ・ 川の中の橋脚の基礎上部は、船舶の衝突を避けるための警告用のサイン(赤白)を2~3年で塗り替えている。
- ・ ボックス桁内部にはセンサーが設置されており、橋梁部材の挙動(たわみ、ひずみ、振動等)をモニタリング・システムを使ってDRR本局で監視している。なお、モニタリングはMemorial Bridge, Pokklao Bridge および Taksin Bridge でも実施している。

(3) 運営・維持管理計画

- ① DRRは本事業が建設された後の維持管理は橋梁部とそれに接続する道路(4.3km)および起点側のインターチェンジ、フライオーバーとノンタブリ道路、それに終点側のインターチェンジを含めた全区間を一体的に行う計画と聞いている。特に舗装や交通安全施設等は連続して維持管理を行う方が作業効率がよい。

また、産業環状道路橋と同様、工事の施工管理を経験したエンジニアを維持管理事務所に配属することが好ましい。

- ② PCエクストラードロード橋は、主桁、主塔及び斜材などの種々の部材からなる構造物であるため、主桁だけでなく主塔や斜材を含む総合的な点検を実施し、維持管理を行なう必要がある。
- ③ モニタリング・システムによる監視は、本エクストラードロード橋でも実施することが好ましい。主塔頂部での風力と雨量、主塔頂部と桁中央部での変形、ケーブルの張力などの監視が必要である。
- ④ 維持管理対象橋梁数の増加に対し今後、維持管理予算の低減が懸念されるため、出来るだけ橋梁架け替えは行わず、既存の橋梁を延命化させる必要がある。また、今後維持管理対象の橋梁が増加するため、要員の増加も必要と考える。

第5章 事業評価

5.1 定量的効果

(1) 走行速度の上昇、走行時間の短縮

走行速度調査の結果を利用して、特定の起点、終点間における走行時間を、本事業の架橋経由の場合と比較した。Phra Nang Klao 橋が 10 車線になったことから、現況では大きな時間節約が見られない。

(2) 混雑度の変化

開業 2 年後(2016 年)の混雑度の変化を下表に示す。

表 5.1.1 混雑度の変化(ノンタブリ県 - バンコク方向、午前ピーク時)

橋梁名	年 状況	2016	
		PCU/hr	V/C
Phra Nang Klao	Without Project	7,643	1.02
	With Project	6,796	0.91
Project Bridge		3,159	0.70
Rama V Bridge	Without Project	4,708	1.05
	With Project	3,945	0.88

注：混雑度=V/C。交通容量 C=1,500 PCU/時。

プラナクラオ橋の混雑度は 1.02 から 0.91 へ容量以下に低下し、約 10%の減少となる。ラマ V 世橋では混雑度が 1.05 から 0.88 へ 16%の低下となる。

(3) 経済的内部収益率 (EIRR)

本調査により見直しを行った経済評価の結果を以下に要約する。また感度分析の結果も提示した。

表 5.1.2 基本ケース

評価指標	算定値
経済的内部収益率 EIRR	22.0 %
純現在価値 NPV (mill Baht)	5,165.02
便益/費用比 B/C	2.51

表 5.1.3 感度分析

ケース	EIRR
基本ケース	22.0%
費用 10%増加、便益 10%減少	19.6%
費用 20%増加、便益 20%減少	17.3%
建設の残存価値計上せず	22.0%

基本ケース及び感度分析においても EIRR は 12%以上であり、本事業は経済的にフィージブルである。

5.2 定性的効果

- (1) ノンタブリ県の西側地域からチャオプラヤ川の東側へのアクセシビリティ向上(通勤・通学及び経済活動による利便性向上)
- (2) チャオプラヤ川の西側地域の開発ポテンシャル向上、工場や商業施設の立地促進
- (3) チャオプラヤ川の西側の生活水準の向上(チャオプラヤ川東側の病院、医療施設、学校等へのアクセス向上)
- (4) バンコク首都圏全体へのアクセシビリティ向上、市場圏の拡大
- (5) 北側のプラナクラオ橋、南側のラマ V 世橋と共に、チャオプラヤ川を挟む結び付きを強化し、チャオプラヤ川西側の市街地が拡大・発展

5.3 運用・効果指標

運用指標として事業の年平均日交通量 AADT を計測することとし、事業完成後、需要が予測どおりに推移しているか、定期的にモニタリングすることを提案する。

表 5.3.1 運用指標 (Operation Indicator)

指標	目標値(2016年) 事業完成2年後	注
年平均日交通量 AADT (PCU/日)	(*) 46,800 PCU/day	往復合計

注) (*): 2016年ピーク時往復 PCU (=3,159+585=3,744PCU/hr) x 12.5 =46,800

また、年平均交通量、自動車走行経費 VOC の節約額及び時間費用の節約額を効果指標 (Effect Indicator)として下表に示した。

表 5.3.2 効果指標 (Effect Indicators)

指標名	基準値 (2009年実績値)	目標値(2016年) [事業完成2年後]
年平均日交通量(PCU/日)	—	46,800 PCU/day

表 5.3.3 効果指標 (Effect Indicators)

指標	目標値(2016年) 事業完成2年後	2021年 完成後7年
自動車走行経費 VOC の 節約 (Million Baht)	278.2	606.2
走行時間費用 VOT の節 約 (Million Baht)	2,064.9	3,067.7

第6章 環境社会配慮確認

6.1 EIA のレビュー

(1) 環境社会配慮確認の概要

本プロジェクトについては、環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン(2002年4月)を適用する。

本事業の実施に当たりタイ国の環境法(B.E. 2535)に基づくEIA手続きは必要とされないが、国際協力銀行ガイドラインのカテゴリーAに該当するため、EIAレポートの承認が必要となっている。EIAレポートは、2006年3月22日付けでOffice of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP)に提出され、DRRによる自己承認を得て2009年3月末日JICAに提出された。

(2) 環境の現況

1) EIA レポートの文献調査結果

プロジェクトサイト周辺の水質測定結果はDO、BOD、大腸菌群が環境基準を超えていた。プロジェクトサイトのチャオプラヤ川やクローン・オムノン、水運交通に利用されているが生活排水が流入し水質の状態は良くない。

プロジェクトサイトのあるノンタブリ県の常時観測局2箇所測定された大気質の測定結果では、SO₂、NO₂、COは全ての時間で環境基準を満足していたが、O₃とPM₁₀が一部の時間で基準値を超えていた。

2003年にノンタブリ県のスコタイタマティラット大学で測定された測定結果は、54.3 - 68.1 dB(A)、ノンタブリ県の道路沿いの測定結果は、日平均で63.8 - 71.3 dB(A)であった。測定結果をタイ国の環境基準(日平均で70 dB(A)以下)と比較すると道路沿いの一部で基準を超えていた。

EIAでは、プロジェクトサイト周辺を対象に実施された動物調査で合計35種の野生動物が確認されている。このうち、爬虫類4種、鳥類15種、合計19種がタイ国の法律による保護種として指定されている。また、1990年にチャオプラヤ川の本プロジェクト架橋地点を含む、パクレットから河口間で実施された魚類調査結果によれば、ICUN(2008)のレッドリストに該当する絶滅危II類に属する4種と準絶滅危惧に属する1種が確認されている。

2) 追加調査結果

本調査では、プロジェクトサイトの環境状況についてEIA作成時点と現在で大きく変化していないことを確認することを目的に水質、大気質、騒音、振動の追加調査を実施した。

表6.1.1に示した水質調査比較結果より、EIAが実施された2005年と本調査の時点でチャオプラヤ川の水質に大きな変化が無いことが認められた。

表 6.1.1 水質調査結果の比較

location	survey	Upstream of the construction site		At the construction site		Downstream of the construction site		Standard for class 3
		EIA	Supplementary	EIA	Supplementary	EIA	Supplementary	
parameters	unit	2005	2009	2005	2009	2005	2009	
Temperature	°C	30.4	30.0	31.2	30.0	31.4	30.0	-
pH		7.6	7.3	7.5	7.4	7.8	7.3	5 - 9
Conductivity	S/cm	170	286	190	242	210	237	-
Suspended Solids(SS)	mg/l	72.1	112	70.4	98.0	68.8	91.4	-
Grease and Oil	mg/l	<2	<1.0	<2	<1.0	<2	<1.0	-
Total Solids (TS)	mg/l	210	352	250	266	280	228	-
Dissolved Oxygen (DO)	mg/l	4.2	4.6	4.1	4.6	3.9	4.6	≥4
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	mg/l	5.2	2.6	5.4	2.4	7.6	2.8	≤2
Nitrate (NO ₃)	mg/l NO ₃ ⁻	0.45	0.70	0.52	0.86	0.78	0.82	≤5
Phosphate(PO ₄)	mg/l PO ₄ ³⁻	0.1	0.21	0.15	0.19	0.14	0.22	-
Total Coliform bacteria	MPN/100ml	24,000	>160,000	46,000	160,000	>240,000	>160,000	≤20,000
Ammonium Nitrogen (NH ₄ -N)	mg/l NH ₄ -N	-	0.19	-	0.19	-	0.19	≤0.5

表 6.1.2 に示した大気質調査の比較結果より、CO、NO₂ の濃度は EIA 時に比べて若干高い傾向にあるが、これらの変化はバラツキの範囲で環境基準を大きく下回っている。また、今回新しく測定されたオゾン濃度は各地点とも環境基準値を下回っていた。

表 6.1.2 大気質測定結果の比較

1. Sri Boonyanon School

Parameter	Unit	Duration	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Average	Standard
TSP (24 hrs)	mg/m ³	EIA	0.074	0.056	0.103	0.101	0.022	0.071	0.33 ^{1/}
		Supplement	0.064	0.050	0.041	0.062	0.066	0.057	
PM ₁₀ (24 hrs)	mg/m ³	EIA	0.052	0.056	0.075	0.083	0.069	0.067	0.12 ^{1/}
		Supplement	0.043	0.030	0.023	0.028	0.046	0.034	
CO (1 hr)	ppm	EIA	0.376	0.210	0.529	0.910	0.742	0.553	30 ^{2/}
		Supplement	0.930	0.950	1.010	1.040	0.800	0.560	
NO ₂ (1 hr)	ppm	EIA	0.015	0.013	0.020	0.026	0.026	0.020	0.17 ^{2/}
		Supplement	0.027	0.018	0.019	0.016	0.025	0.012	0.17 ^{3/}
O ₃ (1 hr)	ppm	Supplement	0.023	0.026	0.009	0.010	0.005	0.004	0.10 ^{4/}

2. Wat Chalerm Phra Kiat

Parameter	Unit	Duration	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Average	Standard
TSP (24 hrs)	mg/m ³	EIA	0.040	0.038	0.053	0.069	0.047	0.049	0.33 ^{1/}
		Supplement	0.047	0.037	0.027	0.041	0.059	0.042	
PM ₁₀ (24 hrs)	mg/m ³	EIA	0.041	0.035	0.068	0.052	0.046	0.048	0.12 ^{1/}
		Supplement	0.034	0.019	0.017	0.029	0.042	0.028	
CO (1 hr)	ppm	EIA	0.050	0.073	0.064	0.170	0.093	0.090	30 ^{2/}
		Supplement	0.930	1.200	0.940	0.990	1.000	0.64	
NO ₂ (1 hr)	ppm	EIA	0.010	0.010	0.013	0.016	0.017	0.013	0.17 ^{2/}
		Supplement	0.016	0.019	0.013	0.017	0.014	0.008	0.17 ^{3/}
O ₃ (1 hr)	ppm	Supplement	0.031	0.027	0.010	0.009	0.005	0.005	0.10 ^{4/}

3. Wai Sai Kindergarten

Parameter	Unit	Duration	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Average	Standard
TSP (24 hrs)	mg/m ³	EIA	0.061	0.066	0.081	0.074	0.071	0.071	0.33 ^{1/}
		Supplement	0.071	0.070	0.061	0.065	0.087	0.071	
PM ₁₀ (24 hrs)	mg/m ³	EIA	0.055	0.045	0.058	0.058	0.057	0.055	0.12 ^{1/}
		Supplement	0.049	0.043	0.026	0.050	0.043	0.042	
CO (1 hr)	ppm	EIA	0.053	0.024	0.068	0.175	0.192	0.102	30 ^{2/}
		Supplement	1.100	1.080	1.110	1.080	1.150	0.72	
NO ₂ (1 hr)	ppm	EIA	0.011	0.012	0.014	0.021	0.018	0.015	0.17 ^{2/}
		Supplement	0.043	0.028	0.032	0.027	0.040	0.019	0.17 ^{3/}
O ₃ (1 hr)	ppm	Supplement	0.014	0.015	0.007	0.003	0.002	0.002	0.10 ^{4/}

Remark: ^{1/} Ambient Air Quality Standard, Notification of the National Environment Board No. 24, Dated September 22, 2004

^{2/} Ambient Air Quality Standard, Notification of the National Environment Board No. 10, Dated April 17, 1995

^{3/} Nitrogen Dioxide in Ambient Air Standard, Notification of the National Environment Board No. 33, Dated June 17, 2009

^{4/} Ambient Air Quality Standard, Notification of the National Environment Board No. 28, Dated April 10, 2009

表 6.1.3 に示した騒音調査の比較結果では、スリボンヤノン学校とチャレムプラクラットでは騒音レベルが低下している。一方、ワルサル幼稚園は火曜日の 1 日を除いて増加しているが、本調査における環境基準の超過日数はワルサル幼稚園で EIA 時点と同じ 2 日間となっており騒音の状況に大きな変化は無い。

表 6.1.3 騒音調査結果 (単位: dB(A))

Location	Sampling item		Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Standard
1. Sri Boonyanon school	Leq.24hrs	EIA	65.5	72.2*	68.0	65.0	65.0	70
		Supplement	54.3	57.7	54.6	57.5	52.4	
	Ldn	EIA	70.2	72.9	68.3	68.0	69.6	-
		Supplement	61.7	62.5	61.0	62.3	57.3	
2. Chalerm Pra Klat	Leq.24hrs	EIA	61.6	60.8	60.4	60.3	63.3	70
		Supplement	55.8	57.5	56.5	57.1	55.3	
	Ldn	EIA	65.7	66.6	65.4	64.8	67.5	-
		Supplement	56.8	58.4	58.0	58.3	57.2	
3. Wal Kindergarten Sal	Leq.24hrs	EIA	65.2	62.2	68.2	71.4*	70.9*	70
		Supplement	69.7	67.5	70.3*	68.1	73.9*	
	Ldn	EIA	70.1	66.1	68.8	72.6	72.3	-
		Supplement	73.2	71.1	73.8	72.0	75.3	

*exceeding noise level standard (day average less than 70 dB(A))

振動の測定結果は、EIA レポート及び本調査とも Reiber & Meister の基準値 2.5 mm/s 以下で振動環境に大きな変化は無いと認められる。

以上の結果、EIA 調査と追加調査の比較結果に、大きな変化は認められなかった。

(3) 予測結果と環境対策のレビュー

1) 水質

チャオプラヤ川の水中掘削工事では、現場打ち基礎工法を採用し、掘削排水はパイプで陸上部に設けられる沈砂池に導かれ沈殿処理が行われた後に公共水域に放流される。放流水の排水基準を確保するため、必要に応じて凝集剤により水処理を行った後排水することとしている。また、計画道路は3箇所小さな運河と交差するが、クローン・バンスリムアンは高架構造で計画され、クローン・ワットプートとクローン・バン克蘭は、橋梁で河川を跨ぐ計画となっている。工事は乾期を中心に実施され、河川の仮締切りや切り回し工法を採用することにより、現在の河川機能を保持することから工事中・供用後とも洪水や土砂流失による水質汚濁への影響は殆ど無いと推定される。

2) 大気汚染

工事中は、土砂運搬時のシートカバー励行や、定期的な清掃・散水など適切な対策を実施することで、供用時を含めて大気汚染の影響濃度は環境基準を下回るレベルにあると判断される。EIA レポートでは、供用時の NO₂ の予測結果が道路中心から 20m 地点（ほぼ用地境界に相当）で 0.348mg/m³ となっており環境基準の 0.320mg/m³ を超えている。EIA レポートの予測結果は最悪の気象条件と交通条件を想定したものであり、平均風速と中立の大気安定度 (D) および平均的な交通量を考慮すると NO₂ の濃度は環境基準レベルを遥かに下回ると推定される。また、試算結果では、供用後の TSP 濃度と PM₁₀ 濃度も環境基準値を大幅に下回ると推定される。

3) 騒音

EIA レポートの予測結果では、供用後の道路端における予測結果が環境基準の 70dB(A) を超えている。日本音響学会式 (ASJ RTN-Model 2003) を用いた計算結果によれば、盛土道路端に高さ 3m の壁を設置した場合、道路直近では地上 1.5m と 4.0m の高さで 3~4dB(A) 程度の回折減衰が期待できるため、遮音壁を設置することで環境基準の 70dB(A) を下回ると判断された。また、高架構造については、高さ 1m 程度の壁高欄が設置されることから無対策で環境基準を下回ると予測された。

4) 動植物

プロジェクト道路は、殆どの区間が現道上に計画されており、新設区間についても保護対象種が生息する可能性の高い湿地や森林を消失する面積は極わずかである。EIA レポートでは、プロジェクトサイト周辺で発見されている野生動物はその殆どが小型の鳥ですばやく行動出来る為、どの様な環境でも生息が可能で適用性があり、新たな生息地に移動することが出来ることから影響は無いとしている。

5) 環境モニタリング

DRR は JICA に環境モニタリングの実施に関し、工事中は請負業者が、供用後は DRR が責任を持って実施することを約束し、工事中の環境モニタリング結果をプロジェクトステータスレポート (PSR) で 3 ヶ月毎に JICA に提出、供用後 2 年間は半年毎に結果を提出することを確認した。

6.2 土地取得状況と住民移転の確認

(1) 住民移転の規模と土地取得

プロジェクトの実施により移転が必要な住居戸数は 133 世帯、土地及び財産に影響を受けるのは 447 世帯で、用地取得面積は 23.04ha である。

(2) 現在の住民移転と土地取得の状況および今後のスケジュール

本調査の実施時点では、プロジェクトの実施により移転が必要な住居の内 125 世帯は移転し、建築物の解体・整地を完了したが、4 世帯がプロジェクトサイトに留まっており、4 世帯の居住する家屋を含む 8 建築物の解体・整地が完了していない。8 建築物の所有者は、2010 年初頭若しくは、プロジェクトの開始までに移転、建築物の解体・整地することに同意している。仮に移転が行われない場合は強制収用法 (the Land and Property Expropriation Act B.E. 2530) の適用により全ての移転が完了する。なお、請願の和解等は工事開始の制約条件とはならない。

第7章 チャオプラヤ川既設橋梁に対する橋梁補修・補強調査

7.1 ODA で整備された橋梁の予備調査

バンコクのチャオプラヤ川に日本政府資金で架けられた橋梁について、将来どのような技術支援が必要か調べるため、目視による予備調査を実施した。

現在、バンコク地域のチャオプラヤ川に架かる全橋梁を表 7.1.1 に示す。そのうち日本政府資金欄にチェックマークのある橋梁が今回の調査対象である。

表 7.1.1 チャオプラヤ川に架かる橋梁リスト

番号 (上流から)	橋梁名	橋梁形式	開通年	維持管理機関	日本政府資金
1	Patum Tani	PC 箱桁橋	1984	DOH	✓ 借款
2	Patom Tani-2	PC 箱桁橋	2009	DOH	
3	Nonhaburi	鋼トラス橋	1959	DOH	✓ 戦後賠償
4	Rama IV	PC 箱桁橋	2006	DRR	✓ 借款
5	New Phra Nangklao	PC 箱桁橋	2008	DOH	
6	Phra Nangklao	PC 箱桁橋	1985	DOH	✓ 借款
7	Rama V	PC 箱桁橋	2002	DRR	✓ 借款
8	Rama VII	PC 箱桁橋	1992	DRR	✓ 借款
9	Rama VI (鉄道橋)	鋼トラス橋	1926	SRT	
10	Krung Thon	鋼トラス橋	1958	DRR	✓ 戦後賠償
11	Rama VIII	斜張橋	2002	BMA	
12	Phra Pinklao	PC 箱桁橋	1973	DRR	✓ 借款
13	Memorial	鋼トラス橋	1932	DRR	✓ 借款(補修 1984 年)
14	Phra Pokklao	PC 箱桁橋	1984	DRR	✓ 借款
15	Taksin	PC 箱桁橋	1982	DRR	✓ 借款
16	Rama III	PC 箱桁橋	2000	DRR	✓ 借款
17	Krung Thep	鋼トラス橋	1959	DRR	✓ 戦後賠償 借款(補修 2002 年)
18	Rama IX	斜張橋	1987	EXAT	✓ 借款
19-1	IRR North	斜張橋	2006	DRR	✓ 借款
19-2	IRR South	斜張橋	2006	DRR	✓ 借款
20	Kanchanapisek	斜張橋	2007	DOH	

7.2 予備調査結果

(1) 橋梁の状態調査

古い橋梁は劣化と多数の小さな損傷跡が見られるが、腐食が顕著なノンタブリ橋(鋼トラス橋 1958 年建設)を除けば、調査チームはチャオプラヤ川に架かる橋梁は現在のところ概ね良好に維持されていると判断した。

以下、予備調査に結果からチャオプラヤ川に架かる橋梁群を建設年代別に評価する。

第一世代の歴史的橋梁群 (表 1 の黄色表示)

1960 年までにチャオプラヤ川にはノンタブリ、クルントン、メモリアル、クルンテープの道路 4 橋梁と Rama IV 世橋の鉄道 1 橋梁が建設されたが、すべて鋼トラス橋梁である。

老朽化したこれらの道路トラス橋梁は、多くの損傷・欠陥が見られるが過去に補修が繰り返され、今も使用されている。

問題のノンタブリ橋は鋼トラス材の腐食および床板コンクリートの劣化が目立った。放置すると5年以内に危険な状態になると推量する。

第二世代の橋梁群 (表1の水色表示)

ラマ IX 世橋(鋼斜張橋)を除いて1970～80年代に建設された第二世代の橋梁群の特徴はPC箱桁橋である。これらのPC箱桁橋はほぼ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として、まだ十分に使用できる状態である。

1985年に片持ち工法で建設されたプラナクラオ橋は左右の片持ち桁先端が結合されておらず別々に振動していた。当橋の桁内部に置かれた送水管から漏水がおきているが、この桁端の自由振動によって送水管が破損したためではないかと疑っている。

タクシン橋(1982年建設)ではPC箱桁端部の支承がずれ桁がかり長が減少しているように見える。直ちに危険ではないが、桁がかり長の減少が進行しているかどうか見るため定期検査が必要である。

ラマ IX 世橋(1987年建設の鋼斜張橋)は支間450m、桁下高41mの規模を持つ長大橋であるが、当橋は目下、建設後20年目点検による修理を実施中であった。

第三世代の橋梁群 (表1の灰色表示)

2000年以降に建設された橋梁は第二世代のPC箱桁橋に比べて技術進歩と規模の大型化が著しく以下の特徴があげられる。

- 船舶・車両の衝突リスク改善のため、桁下空間および支間長の拡大。
- 新プラナクラオ橋およびラマ III 世橋に見られる曲線のPC箱桁橋の建設。
- 新たに斜張橋3箇所、即ちIRR北橋、IRR南橋およびアンチャナ・ピセク橋を建設。

この年代のPC箱桁橋はまだ新しく、いずれも外観に顕著な劣化・損傷は見られなかった。

IRR北橋および南橋は2006年に建設された支間326mおよび398m、桁下高51mの規模を持つ斜張橋である。当橋では波うつ橋面(キャンバー不良)、伸縮ジョイントの損傷、および主塔に入るひび割れの問題が報告された。

橋梁基礎の状態について

地表および水面下の橋梁基礎部は目視できないが、橋梁上部構造に基礎の不安定を示すような変状(沈下や傾き)を見つけることは出来なかった。

(2) 維持管理機関への聞き取り調査

DRR(地方道路局)、DOH(道路局)およびEXAT(道路公社)を訪問し、それぞれ担当する橋梁について維持管理の現状とJICAによる点検の要望について話を聞いた。

DRR(地方道路局)

調査対象 16 橋梁のうち 11 橋梁を DRR 維持管理部が管理する。IRR North および South 橋(2006 年)だけは DRR 建設部が維持管理を担当する。

DRR 維持管理部

- 各橋梁現場には維持管理事務所と要員を置き日常点検と小規模修繕を行っている。大規模な点検・修理は約 2~5 年周期で外注している。また、橋梁 4 箇所については桁内部に歪み計と加速度計を設置し常時、観測している。
- DRR は今のところは JICA に橋梁点検業務を要請する考えはないようである。

DRR 建設部

- IRR 北および南橋の維持管理は、中央管理事務所の他に北と南の 2 箇所の管理事務所を置き日常点検と小規模修繕を行っている。
- 調査チームは主塔のひび割れについて報告し、ひび割れ幅が広がるか否か継続して観測するよう助言した。DRR は工事前から、くの字形の主塔にひび割れが発生するだろうと予想していたそうである。ひび割れについて議論する中で、DRR から日本の技術支援による詳細調査・解析が打診された。

DOH(道路局)橋梁建設部

調査対象 16 橋梁のうち DOH が管理する橋梁はパトムタニ橋(PC 箱桁橋 1984 年)、ノンタブリ橋(鋼トラス橋 1959 年)、およびプラナンクラオ橋(PC 箱桁橋 1985 年)の 3 橋梁である。

- DOH 担当者によると、DOH はチャオプラヤ川に架かる橋梁の点検について、今は外注しなければならない状況である。
- 調査団はノンタブリ橋の損傷が危惧すべき状況にあることを説明し当橋の修復に向けて行動を起こす時期に来ていると助言した。この助言に対して、DOH 担当者は JICA にノンタブリ橋の点検調査を要請したい意向を示した。
- DOH 担当者からはプラナンクラオ橋の桁の不規則振動と桁内の送水管の漏水についても合わせて JICA に調査を要請したいとの発言もあった。

EXAT(道路公社)

EXAT が管理する調査対象橋梁はラマ IX 世橋(鋼斜張橋 1987 年)だけである。

- EXAT 担当者によるとラマ IX 世橋は現在、20 年目点検に基づく修理を実施中である。
- EXAT からはラマ IX 世橋は補修工事の最中にあるので JICA に点検補修を要請する状況ではないとの回答であった。

第8章 我が国の技術支援に係る提案

次の3項目に対する技術支援を提案する。

- 1) 事業実施に係る技術支援
- 2) 我が国の援助で完成したチャオプラヤ川架橋に係る技術支援
- 3) DOHの管理する橋梁の維持管理システム構築に対する技術支援

8.1 事業実施中の技術支援の提案

(1) 技術支援の必要性

本事業は、F/Sと設計をタイ国内コンサルタントが外国コンサルタント無しで実施し、引き続きタイ国内コンサルタントが施工監理まで実施予定の事業である。

一方、事業で建設する橋梁は中央径間長200mのエクストラドーズド桁橋であり、中央径間長としては世界的に最大級のもので、安全と品質管理の両面に留意した慎重な建設が求められる。基本設計レベルの図面で工事を進めると、施工監理期間中に数多くの設計変更が必要となると予想される。

エクストラドーズド桁は、フランスの技術者が最初に提案したプレストレストコンクリート(PC)構造である。このエクストラドーズド桁は、我が国で発展し日本技術の優位性が広く世界に知られている。このため本事業を成功裏に完成するために我が国の技術支援は有意義なものである。

(2) 施工監理段階での技術支援方針

JICAが「高い技術的専門性を有しエクストラドーズド桁の設計及び施工管理経験をもつ」コンサルタントチームを雇用し、以下に対する以下の項目に対する技術支援を我が国は考慮することが望ましい。

- 1) P/Q図書、入札図書の内容レビュー
- 2) Shop Drawings及び設計変更図面のレビュー
- 3) Construction Methodologyのレビュー
- 4) Quality Assurance Planのレビュー
- 5) 定期的な事業進捗、安全・品質管理の確認

8.2 我が国の援助で完成したチャオプラヤ川架橋に対する長期的維持管理プログラム作成に係る技術支援

(1) 技術支援の必要性

1950年代に賠償事業としてノンタブリ橋、クルントン橋、クルンテープ橋に対して跳開橋と鋼トラスからなる3橋梁を建設したことに始まる。そして1971年に第1次円借款から今日まで我が国のODAで12箇所の橋梁が建設された。バンコク首都圏にある20箇

所の橋梁のうち 15 橋、即ち全体の 75%、が我が国の援助で建設されたものであり、日・タイ友好関係の象徴的なものの一つとなっている。

これら 15 橋梁では、交通量が多く伸縮継手と路面の摩耗が速く補修工事が多い。賠償事業で建設された 3 橋梁は鋼トラス橋で通過車両による繰り返し荷重の影響からボルト抜落があり、また粉塵付着部での鋼材腐食等の問題が頻発する。更に、クルンテープ橋のように跳開構造を有する橋梁では、チャオプラヤ川を利用する中型船舶の航路空間確保のため毎朝橋の開閉作業を繰り返しているため、部品の摩耗が頻発する。また、建設時に考慮された設計荷重と現在バンコク首都圏を走行する重車両の重量が乖離している。現在、タイ国内で設計の基準となっている設計荷重に対応した補強工事が必要となっている。

これら 15 橋梁は MOT 中の DRR が 11 箇所、DOH が 3 箇所、EXAT が 1 箇所を管理している。

このような橋梁及び管理組織の現状を調査し、我が国が援助した橋梁に対して補強・補修に係る技術支援が非常に有意義である。

本調査団が DRR、DOH 及び EXAT が管理する橋梁に対して目視検査した結果を考慮すると次のことが考えられる。

- DRR 及び EXAT の橋梁維持管理は十分実施されており、喫急の問題はない。しかし、DRR の橋梁の中には古いものが含まれているため、中・長期的に補強・補修が必須となる。このため、DRR の管理するチャオプラヤ川架橋の個別橋梁に対して中・長期的維持管理プログラムを作成することは有意義である。
- DOH のチャオプラヤ川の橋梁の状態は問題があるが、これは後述 9.3 に含まれるものと考えられる。

(2) 技術支援の提案

DRR の管理するチャオプラヤ川に架かる 11 橋梁（クルントン橋、クルンテープ橋、ラマ 4 世橋（別名パクレット橋）、ラマ 5 世橋（別名ワットナコーンイン橋）、ラマ 7 世橋、プラ・ピンクラオ橋（別名ターチャン橋）、メモリアル橋（補修を円借款）、プラ・ポックラオ橋、タクシン橋（別名サートン橋）、ラマ 3 世橋（別名新クルンテープ橋）、産業環状道路北橋梁及び南橋梁（南北 2 橋梁を 1 箇所とカウント））について、各橋梁の中・長期的維持管理プログラムを作成することを目的とする。この場合、次の 2 点に留意する必要がある。

- チャオプラヤ川架橋の 11 橋梁に対するアセットマネジメントの導入
- DRR がシステム構築中の橋梁マスタープランに対する支援

8.3 DOH の橋梁維持管理システム構築に係る技術支援

(1) 技術支援の必要性

DOH が管理する全国の橋梁に対する維持管理システムの構築をデンマーク援助のもとに、DOH は 1985 年に着手したが、未完成のままこのシステムは放置された。その後、2007

年に世界銀行の支援を得て、DOH は新たに橋梁の維持管理システム構築を予定したものの実施に至らないでいる。

DOH が維持管理する橋梁は、全国で約 16,000 箇所へのぼる。ペーパーの橋梁台帳は概ね保管されているとのことであるが、PC を利用したデータ・ベースが構築されていないため効率的な橋梁維持管理作業が行われていない。

約 16,000 箇所もある橋梁を適切に維持管理し、また将来必要な補修・補強作業を計画するアセットマネジメントを行う上でも先ず既設橋梁のデータ・ベース構築が喫緊の課題である。

我が国は、数多くの円借款事業で DOH の国道整備を支援してきたことから、DOH の橋梁維持管理システムを構築し効果的に維持管理を行うための技術協力が必要である。

(2) DOH のデータ・ベースの課題

- 1) タイ国運輸省の道路局(DOH)は全国の約 16,000 箇所の橋梁を管理しているが、これらは都市間の道路網にある橋梁である。この DOH では、BMMS(Bridge Maintenance Management System)を 20 年前に着手したものの、その後中断している。
- 2) 一方、タイ国運輸省の DRR は BMS(Bridge Management System)のデータ・ベースを保有している。DRR は全国で約 6,000 箇所の橋梁の維持管理を行っているが、これらの橋梁は地方の市町村内の地域を限定した道路網に位置する橋梁である。
- 3) 現状では DRR のシステム構築が DOH のものより先行している。既設橋梁のデータ・ベースに関する限り両者の内容を統一することが効率的である。但し、DOH が DRR のシステム様式を望まない可能性もある。
- 4) DRR の BMS の内容に合わせて（必要な場合には追加項目を含め）、JICA による技術支援で DOH のデータ・ベース構築を行うことが考えられる。これにより、DOH と DRR の統一したデータ・ベースが運用されることになり、タイ国の橋梁の維持管理の効率化にとって非常に有意義となる。
- 5) DOH では 20 年前に BMMS のデータ・ベース・システムの運用で成功しないまま中断した経緯がある。このため、定期点検から架け替え・補強・補修の計画とその工事完成までの橋梁維持管理システム運用に必要な組織及び予算を含めた実施計画の作成と DOH への技術移転が重要である。
- 6) IT 技術の進歩の著しい現代において、このような橋梁維持管理システムは毎年使用しやすい状態に改善されることが求められる。このことから、システム構築には DOH 職員及びタイ国システム技術者を本調査の最初からフルタイムで参加しないと実際のシステム運用に支障をきたす。
- 7) 上記6)のようにタイ国システム技術者が本調査終了後も DOH に対するサービス提供が可能となる仕組みが重要である。一案であるが、DOH が雇用（又は委託）するタイ国システム技術者のインプットが本調査に必須である。

- 8) DOH の本年度の予算措置は既に終了しているが、可能であれば劣化度調査、架け替え・補強・補修に対する優先順位付けに対するタイ側チーム(タイ国コンサルへの委託)を DOH インプットで本調査を実施すれば、我が国からの技術移転が円滑になる。
- 9) 本調査の対象橋梁は概ね 1,000 箇所と予想するが、実際の箇所数については DOH の橋梁台帳で調査開始前に確認する必要がある。



図 8.3.1 DOH が管理する国道網

第9章 結論と提言

9.1 バンコク首都圏の都市構造及び交通網と本事業の有効性

- 1) 本事業「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業の F/S と D/D の内容について確認し、2009 年 10 月時点のバンコク首都圏の道路交通事情、パープルライン計画、周辺地域の開発動向をはじめとした最新情報を加味し、本事業の妥当性を検討した。検討の結果、本事業は、第 10 次国家社会経済計画(NESDB、2007～2011 年)の持続可能で住みよい街の目標に合致していることを確認出来た。また、計画中のパープルラインへのアクセスも可能で、バンコク首都圏の道路以外の交通システムとも連携できる優良な計画であることも確認出来た。
- 2) BMA コンプリヘンシブプランのバンコク首都圏の将来像の中でノンタブリ県は副都心の一つとして位置付けられており、本事業サイト周辺は確実に発展するものと予想される。本事業による橋梁建設及び従来からのプラナクラオ橋とラマ V 世橋、更には既設の南北道路軸を含めた交通ネットワーク機能を考慮して、ノンタブリ県の今後の都市構造マップを作成した結果、チャオプラヤ川西岸への市街地拡大が見込まれ、本事業の重要性が確認出来た。
- 3) チャオプラヤ川にはバンコク首都圏に限っても 20 橋梁が建設されてきた。過去の橋梁建設と都市化のパターンを調べたところ、橋周辺で都市化が拡大してきている。本事業によるチャオプラヤ川を挟んだ交通容量拡大は、ノンタブリが副都心として機能するために将来的に有意義である。
- 4) 交通調査結果、本事業の事業費及び経済分析結果から、本事業の基本ケースで EIRR が 22.0%という結果を得た。また、費用 10～20%増加と便益 10～20%マイナスに対する感度分析を行った結果、最低でも EIRR は 17.3%となることが確認出来た。

9.2 本事業の内容の妥当性の確認

- 1) 本事業「ノンタブリ地区チャオプラヤ川架橋事業 (The Chao Phraya River Crossing Bridge at Nonthaburi 1 Road Construction Project)」の D/D 作業の成果である P/Q 図書及び入札図書の内容を確認した。施工業者の P/Q 図書及び入札図書は JICA ガイドラインを遵守し作成されていることを確認出来た。
- 2) 入札図書のうちの詳細設計図面について重点的に確認した結果、入札図面は基本設計レベルの図面枚数であることが判明した。本調査団は、D/D 実施中のタイ国コンサルタントに対し、建設費の積算に業者による図面作製費を追加計上すべきこと、入札図書に作成すべき追加的図面があることを明示することを指摘した。D/D コンサルタントは調査団指摘事項を反映することを約束した。
- 3) D/D コンサルタントが作成した詳細設計図面について工事中の品質・安全及び将来の維持管理に着目して確認した。大きな問題はないものの、調査団は D/D コンサルタントに橋梁細部構造と道路幾何構造、インターチェンジの細部について幾つかの改

善すべき事項を伝えた。D/D コンサルタントは、入札図書配布前までに改善することを約束した。

- 4) D/D コンサルタントが行った積算内容を確認した結果、工事項目の抜け落ち、鋼ケーブル単価の過小見積もり等が判明したことから、本調査団は D/D コンサルタントにこれらを指摘した。本調査団のタイ国での調査期間内に建設費について修正作業を D/D コンサルタントはこれら指摘事項に基づいて積算内容の修正を済ませた。
- 5) 施工計画と事業実施計画を確認した結果、概ね妥当であることが確認出来た。実施計画通りに進むと仮定すれば、E/N と L/A 調印が 2010 年 3 月、P/Q と入札を含む施工業者調達・契約締結・L/C 開設が 2011 年 4 月、工事開始が 2011 年 5 月となる。そして、建設工事完了が 30 カ月後の 2013 年 10 月が予定される。
- 6) 本調査団は、DRR の橋梁の維持管理体制、予算、チャオプラヤ川の橋梁の維持管理状況について調査した。DRR は、チャオプラヤ川の橋梁 11 箇所を維持管理しているが、管理状態は良好であることが確認出来た。本事業の橋梁が完成した後についても DRR の維持管理能力から判断して、適切に維持・補修が続けられるものと考えられる。
- 7) 環境・社会配慮の現状について EIA をレビューし、また追加調査を行って現状の環境（水質、大気質、騒音、振動）を確認した。また、2009 年 11 月時点で移転住居 123 世帯のうち 8 世帯がプロジェクトサイトに留まっていることを書類で確認した。DRR は、プロジェクト開始までに 8 世帯が移転することに同意していると回答した。仮に移転が行われない場合は強制収用法の適用となり、全ての移転は工事前に完了すると DRR は考えている。
- 8) 全体として D/D コンサルタントの成果品と DRR の計画は妥当であることを調査団は確認出来た。しかし、タイ国で最初の建設となるエクストラロード橋を含む本事業の実施に際しては、我が国からの技術支援を活用し、品質・安全を十分確保して行く必要がある。

9.3 我が国の援助した既設のチャオプラヤ川架橋の維持管理状況調査

- 1) 本調査団は本事業の調査に加えて、バンコク首都圏のチャオプラヤ川にある 20 橋梁のうち我が国が援助した DRR 管理の 11 橋、DOH 管理の 3 橋、EXAT 管理の 1 橋に対して目視調査を行った。
- 2) DRR の管理する 11 橋と EXAT 管理の 1 橋は十分維持管理が行われていることが確認出来た。
- 3) DOH の管理する 3 橋梁のうちノンタブリ橋（鋼トラス）の損傷が著しいこと、及びプラナクラオ橋（PC 箱桁）の中央ヒンジが損傷を受けている可能性があることが判明した。このことから DOH のチャオプラヤ川橋梁の維持管理に係る我が国からの技術支援が必要であると考えられる。
- 4) DRR の橋梁は維持管理が十分行われているが、DRR は今後も可能な限りこれらの既

設橋梁を使用し続ける意向を持っている。そして、将来的に DRR が経験したことの無い補強工事や補修工事が必要となると考えられる。このことから、DRR の管理する 11 橋の橋梁毎に詳細調査を行い、将来の補強・補修工事を含めた維持管理プログラムを我が国からの技術支援のもとで作成することが望まれる。

9.4 今後の我が国からの技術支援への提言

- 1) DRR の本事業は、タイ国で最初のエクストラロード橋の建設を含むものである。この形式の橋梁は我が国の技術開発努力により建設されるようになった事実がある。一方、橋梁の D/D はタイ国内コンサルタントが実施したもので、施工監理コンサルタントもタイ国内コンサルタントが携わることが予定されている。エクストラロード橋の建設実績の無いタイ国での橋梁工事の品質と安全確保し、我が国からの円借款事業を遺漏無く進める上でこの分野で経験のある日本人技術者が工事中に各種確認作業を行う技術支援が有効である。
- 2) バンコク首都圏のチャオプラヤ川には 20 箇所橋梁が建設されている。その 75% に相当する 15 橋は我が国の援助で建設されたもので、バンコク首都圏の最も重要な交通インフラの一つであり、日・タイ友好関係の象徴でもある。これらの橋梁は将来も利用され続けるものであり、適切な維持管理が重要である。

現在、DRR が 11 橋、DOH が 3 橋、EXAT が 1 橋の維持管理を行っている。本調査団による目視検査の結果、DRR と EXAT の維持管理する橋梁は適切な維持管理が継続されており緊急の補修の必要性は認められなかった。しかし、DOH の維持管理する橋梁のうちの 2 橋梁では、部分的な損傷が見ついている。

DRR の維持管理する 11 橋は、鋼トラス橋、鋼プレートガーダーの跳開橋、PC 箱桁橋、鋼斜張橋と様々であり、橋梁毎に維持補修内容が異なってくる。現状の橋梁の維持管理状態は良好であるものの、DRR が経験したことの無い維持補修の必要性を今のうちから把握し、将来の個別的維持管理プログラムを中・長期的観点から作成する必要がある。この中・長期的維持管理プログラムの作成に対して我が国からの技術支援が不可欠である。

DOH の維持管理する 3 橋梁のうち 2 橋梁で部分的な損傷が見ついているが、以下の 3) で記述する「DOH の管理する橋梁の維持管理システム構築に対する技術支援」の中で扱うことが効率的である。

EXAT の 1 橋（鋼斜張橋）は建設終了直後から綿密なモニタリングとその後の維持補修が適切に行われている上に EXAT の組織と財務体質が健全であることから我が国からの技術支援の必要性は考え難い。

- 3) 本調査団は DRR と DOH の維持管理システムに関して聞き取り調査した。DRR は全国に約 6,000 箇所ある既設橋梁の維持管理データ・ベース(BMS: Bridge Maintenance System)を完成し、次に橋梁の維持管理と新橋建設の優先付けを可能にする総合的システム(BMP: Bridge Master Plan)の構築に着手している。一方、DOH は、20 年前にデ

ンマークの技術支援でデータ・ベース(BMMS: Bridge Maintenance Management System)を試みたが未完成のまま放置した経験を持つ。また、2年前に世銀の支援で全国の国道にある約 16,000 橋の橋梁維持管理システム構築を目指したが、実現に至らなかった。

我が国は、円借款事業として DOH に多数のプロジェクトを支援してきたことから、この橋梁維持管理分野での技術支援は、我が国のタイ国に対する ODA 事業としても喫緊の課題である。